

# EDIFICACIÓN



## Tema 4 Estructuras y albañilería

### Tema 4.7 Mamposterías

**Ing. Heriberto Esquivel Castellanos**  
**Anyela Daniela Suárez Ángeles**



## ÍNDICE

<b>Introducción .....</b>	<b>1</b>
<b>4.7.1 Generalidades.....</b>	<b>2</b>
4.7.1.1 ¿Qué es mampostería? .....	2
4.7.1.2 Definiciones.....	2
4.7.1.3 Normatividad.....	5
<b>4.7.2 Materiales para la Mampostería.....</b>	<b>6</b>
4.7.2.1 Piezas.....	7
4.7.2.2 Morteros.....	10
4.7.2.3 Agua.....	12
4.7.2.4 Aditivos.....	13
Tabla 4.7.4 Clasificación de aditivos.....	13
4.7.2.4 Acero de Refuerzo.....	15
Tabla 4.7.5 Características de barras de refuerzo .....	16
Tabla 4.7.6 Características de alambre de acero laminado para refuerzo .....	16
<b>4.7.3 Tipos de Mampostería.....</b>	<b>17</b>
4.7.3.1 Mampostería Seca.....	17
4.7.3.2 Mampostería Ordinaria.....	18
4.7.3.3 Mampostería Careada.....	19
4.7.3.4 Mampostería Confinada.....	20
4.7.3.5 Mampostería de Decoración.....	22
4.7.3.6 Mampostería Gavionada.....	23
4.7.3.7 Mampostería Reforzada Interiormente.....	24
4.7.3.8 Mampostería No Confinada Ni Reforzada.....	27
4.7.3.9 Mampostería de Piedras Naturales.....	28
4.7.3.10 Muro Diafragma.....	29
<b>4.7.4 Construcción .....</b>	<b>30</b>
4.7.4.1 Planos de Construcción.....	30
4.7.4.2 Procedimiento Constructivo.....	31
4.7.4.2.1 Juntas de Mortero.....	33
4.7.4.2.2 Aparejo.....	34
4.7.4.2.3 Tuberías y Ductos de Muros.....	36
4.7.4.2.4 Construcción de Muros.....	38
4.7.4.2.5 Tolerancias.....	38
<b>4.7.5 Inspección y Control de Obra.....</b>	<b>38</b>
4.7.5.1 Inspección.....	39



4.7.5.2 Control de Obra .....	40
<b>4.7.6 Evaluación y Rehabilitación .....</b>	<b>41</b>
4.7.6.1 Evaluación.....	41
4.7.6.1.1 Proceso de Evaluación.....	41
4.7.6.2 Rehabilitación.....	43
4.7.6.2.1 Reparación de Grietas.....	43
4.7.6.2.1.1 Reparación de Grietas mediante Inyección.....	43
Tabla 4.7.7 Niveles de recuperación de la capacidad de elementos reparados .....	44
4.7.6.2.1.2 Rajuelado.....	46
4.7.6.b.b Refuerzo.....	47
<b>Conclusiones Capitulares.....</b>	<b>48</b>
<b>Bibliografía .....</b>	<b>49</b>
<b>Índice de Figuras.....</b>	<b>51</b>
<b>Índice de Tablas .....</b>	<b>52</b>



***Introducción***

La mampostería es un sistema constructivo fundamental en la ingeniería y arquitectura, muy conocida por crear estructuras duradera, utilizadas en muchas edificaciones del mundo ya que ofrece gran resistencia estructural.

En este capítulo, se abordarán los distintos tipos de mampostería, las normativas aplicables, ejemplos prácticos, el procedimiento constructivo, así como las instalaciones y los refuerzos necesarios.



## 4.7.1 Generalidades

### 4.7.1.1 ¿Qué es mampostería?

La mampostería es un sistema constructivo que consiste en la colocación de piezas, ya sea naturales como piedras, o bien elaboradas, tales como ladrillos y bloques de concreto o mortero, colocadas en cierto orden, las cuales pueden estar sueltas o unidas entre sí mediante un material cementante, normalmente mortero de cemento-arena u otros materiales cementantes.

Esta técnica ha sido utilizada durante siglos en la construcción de cimentaciones, paredes, muros, columnas, techos y otras estructuras tanto en edificaciones residenciales como comerciales e industriales.

La mampostería puede ser tanto estructural como decorativa, y su tipo y uso puede variar dependiendo de la región, los recursos disponibles y las preferencias estéticas y arquitectónicas.

### 4.7.1.2 Definiciones.

A continuación, mencionamos algunos conceptos de acuerdo con la Norma Técnica Complementaria para el Diseño de Construcción de Estructuras de Mampostería (NTCDCEM), aprobadas y publicadas en la Gaceta Oficial de la Ciudad de México el día 6 de noviembre de 2023:

#### *Aditivo*

Sustancia que se agrega a la mezcla de concreto para producir ciertas propiedades de la mezcla o del concreto durante o después del fraguado. Deben cumplir con NMX-C-255-ONNCCE-2013.

#### *Agregado*

Material constitutivo del concreto o mortero. Debe cumplir con NMX-C-111-ONNCCE-2018.



### *Alambre*

Hilo de metal obtenido por trefilado, con diámetro 6.35 mm o menor.

### *Alambrón*

Alambre de acero redondo liso laminado en caliente con diámetros de 5.5 a 6.35 mm.

### *Cal Hidratada*

Es el resultado de la hidratación de la cal viva u óxido de calcio, producto de la calcinación de piedra caliza, resultando hidróxido de Calcio  $\text{Ca(OH)}_2$  (NMX-C-003-ONNCCE-2018).

### *Cemento de Albañilería*

Conglomerante hidráulico comercializado para trabajos de albañilería y que puede contener uno o más de los materiales siguientes: cemento Portland, cemento portland ordinario, cemento portland de escoria de alto horno, cemento portland puzolánico, a los cuales se les puede agregar uno o más materiales tales como: cal hidratada, piedra caliza, arcilla o puzolana u otros materiales para dar plasticidad y trabajabilidad a la mezcla.

### *Canto Rodado*

Fragmento de roca de tamaño reducido de superficie alisada y redondeada debido a un desgaste por erosión.

### *Castillo*

Elemento de concreto reforzado de eje vertical de dimensiones reducidas (similares al espesor del muro), que es parte de un muro de mampostería confinada.

### *Castillo Externo*

Castillo que se construye por fuera de las piezas del muro. Se requiere de una cimbra para ser colado.



### *Castillo Interior*

Castillo construido en el interior de piezas huecas de un muro y que no requiere cimbra.

*Estructura Tipo I:* Estructura que, por su importancia, debe ser analizada y diseñada siguiendo los procedimientos generales contenidos en esta norma.

### *Estructura Tipo II*

Estructura que, por su importancia puede ser analizada y diseñada utilizando procedimientos simplificados conservadores contenidos en el Capítulo 12.

### *Mampostería*

Construcción compuesta, integrada por piezas de origen pétreo, naturales o artificiales, que por lo general son lo suficientemente pequeñas como para ser manejadas por una persona y que son unidas entre sí con mortero.

### *Mampostería Confinada*

Estructuras a base de muros de carga de mampostería rodeados con castillos y dalas que cumple con los requisitos del Capítulo 6.

### *Mampostería Reforzada Interiormente*

Estructuras de mampostería en la que los elementos resistentes tienen acero de refuerzo horizontal y vertical distribuido en forma aproximadamente uniforme y que cumple con los requisitos del Capítulo 7.

### *Mortero*

Mezcla de arena, cemento portland y otros cementantes, como cal hidratada o cemento de albañilería, y agua, que se utiliza para pegar las piezas de mampostería. Puede usarse para rellenar las celdas de las piezas en muros de mampostería con refuerzo interior.

### *Muro*

Elemento resistente con eje vertical que se caracteriza porque su sección transversal



tiene una dimensión mucho menor en un sentido que en el sentido perpendicular.

### *Muro Diafragma*

Es un muro estructural confinado o reforzado interiormente que se utiliza para cubrir el área limitada por un marco. El muro se construye de manera que está ligado al marco y contribuye a la estabilidad de la estructura.

### *Muro No Estructural*

Muro que no contribuye a la resistencia ni estabilidad de la estructura.

### *Muro de Carga*

Muro que contribuye a la resistencia y estabilidad de la estructura.

### *Pieza Hueca*

Es la clasificación que se da a una pieza de mampostería que tiene un área neta de, al menos, 50 por ciento, pero es menor que 75 por ciento, del área bruta.

### *Pieza Maciza*

Es la clasificación que se da a una pieza de mampostería que tiene un área neta mayor o igual al 75 por ciento del área bruta.

### *Escalerilla*

Es un elemento estructural utilizado para el refuerzo horizontal de muros de mampostería reforzados interiormente. Está formada por dos alambres longitudinales lisos.

Además, la NTCDCEM también incluye otras definiciones para su proceso constructivo, las cuales se sugiere sean consultadas en dicha norma.

#### **4.7.1.3 Normatividad.**

Como se observa de las definiciones anteriores, además de tener que cumplir con la NTCDCEM, se requiere del cumplimiento de las normas mexicanas emitidas por el

Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, S.C. (ONNCCE). A falta de alguna normatividad mexicana, se debe recurrir a publicaciones nacionales o extranjeras:

- *NMX-C-404-ONNCCE-2012*: Industria de la Construcción. Mampostería. Bloques, tabiques o ladrillos y tabicones para su uso estructural. Especificaciones y métodos de ensayo.
- *NMX-C-122-ONNCCE-2019*: Industria de la Construcción. Agua para concreto. Especificaciones.
- *NMX-C-255-ONNCCE-2013*: Industria de la Construcción. Aditivos químicos para concreto. Especificaciones y métodos de ensayo.
- *NMX-C-486-ONNCCE-2014*: Industria de la Construcción. Mampostería. Mortero para uso estructural. Especificaciones y métodos de ensayo.
- *NMX-C-202-ONNCCE-2001*: Industria de la Construcción. Varilla corrugada de acero para refuerzo de concreto. Especificaciones y métodos de prueba.

#### **4.7.2 Materiales para la Mampostería.**

En la construcción de mampostería, es crucial la correcta integración de piezas, mortero, agua, aditivos y acero de refuerzo. Las piezas, naturales o artificiales, forman la base de la estructura, mientras que el mortero las une y proporciona estabilidad. El agua y los aditivos mejoran las propiedades del mortero, y el acero de refuerzo añade la resistencia necesaria para soportar cargas. Una combinación adecuada de estos elementos asegura la durabilidad y seguridad de la construcción.

A continuación, se presentan todos los componentes, sus características y su aplicación, en conformidad con las normativas vigentes, que garantizan la calidad y confiabilidad en las construcciones de mampostería.



### 4.7.2.1 Piezas.

Las piezas son elementos fundamentales en la construcción con mampostería. Actualmente existen diversos tipos de piezas que pueden ser tanto naturales como artificiales.

Entre las piezas naturales, se encuentran las piedras que provienen de canteras. Estas piezas se utilizan principalmente en cimientos y fachadas por su volumen ya que son manejables y facilitan su colocación.

Correspondiendo a las piezas artificiales, existe una gran variedad de materiales y dimensiones empleadas en la construcción. Los materiales más comúnmente utilizados son el barro, el concreto, la arcilla, entre otras.

Algunos ejemplos de éstas son:

- 1) Adobe, que es una pieza hecha con masa de arcilla y arena, mezclado a veces con paja u otros materiales, elaborado a mano con ayuda de moldes (gradillas), compactados y sacados al sol, de esta manera, se podrá asegurar que el tamaño sea manejable.

Según la NMX-C-404-ONNCCE se tienen las siguientes definiciones de piezas:

- 2) Ladrillo, es un elemento prismático con dimensiones tales que su manipulación es posible con una mano, es fabricado con materiales tales como barro seco, arcilla, pizarra o una mezcla de ambos.

Las piezas artificiales que se utilizan con fines estructurales se clasifican en tabiques y bloques; y deben de tener las siguientes características:

- 3) *Tabique (ladrillo o tabicón)*: Es una pieza de mampostería con dimensiones menores que el bloque, puede ser maciza, hueca o multiperforada; al tabique macizo de arcilla se le conoce comúnmente como ladrillo y al tabique macizo de concreto como tabicón. Las dimensiones de fabricación de las piezas deben cumplir con las siguientes dimensiones mínimas: 5 cm de alto, 10 cm de ancho y



19 cm de largo, sin incluir la junta de albañilería.

- 4) **Bloque:** Es una pieza de mampostería fabricado por moldeo del concreto y/o de otros materiales, puede ser macizo o hueco, las dimensiones modulares de los bloques (incluyendo la junta de albañilería de 1 cm) corresponden a 20 cm de alto y 40 cm de largo que puede incrementarse en módulos de 10 cm. La dimensión de fabricación para el ancho debe ser mínimo 10 cm, los anchos de las piezas corresponden a lo indicado en la tabla 1.

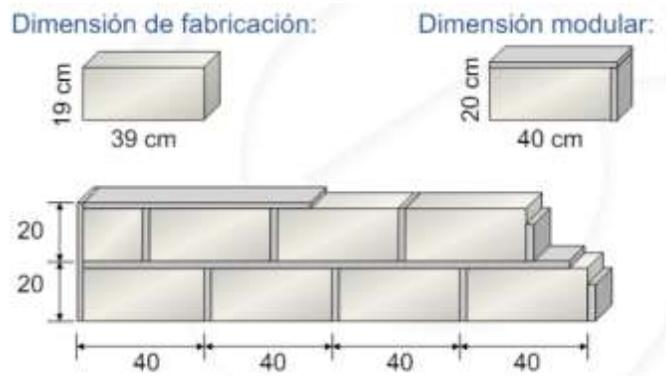
**Tabla 1.** *Espesor de paredes para bloques lisos*

Dimensión modular de bloques	Dimensión de fabricación de bloques	Espesor mínimo de paredes exteriores	Espesor mínimo de paredes interiores
Ancho x alto x largo cm	Ancho x alto x largo cm	mm	mm
10 x 20 x 40	10 x 19 x 39	20*	20
12 x 20 x 40	12 x 19 x 39	20*	20
14 x 20 x 40	14 x 19 x 39	25*	25
15 x 20 x 40	15 x 19 x 39	25*	25
20 x 20 x 40	20 x 19 x 39	32	25
25 x 20 x 40	25 x 19 x 39	32	30
30 x 20 x 40	30 x 19 x 39	32	30

*Nota:* Adaptada de NMX-C-404-ONNCCE-2012 Piezas para uso estructural [Tabla] (p. 25), por ONNCCE, 2012, Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, S.C.

En la figura 1 se muestran las dimensiones de un bloque utilizado en mampostería.

**Figura 1.** *Dimensiones normales de bloques*



*Nota:* Adaptada de NMX-C-404-ONNCCE-2012 Piezas para uso estructural [Imagen] (p. 26), por ONNCCE, 2012, Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, S.C.

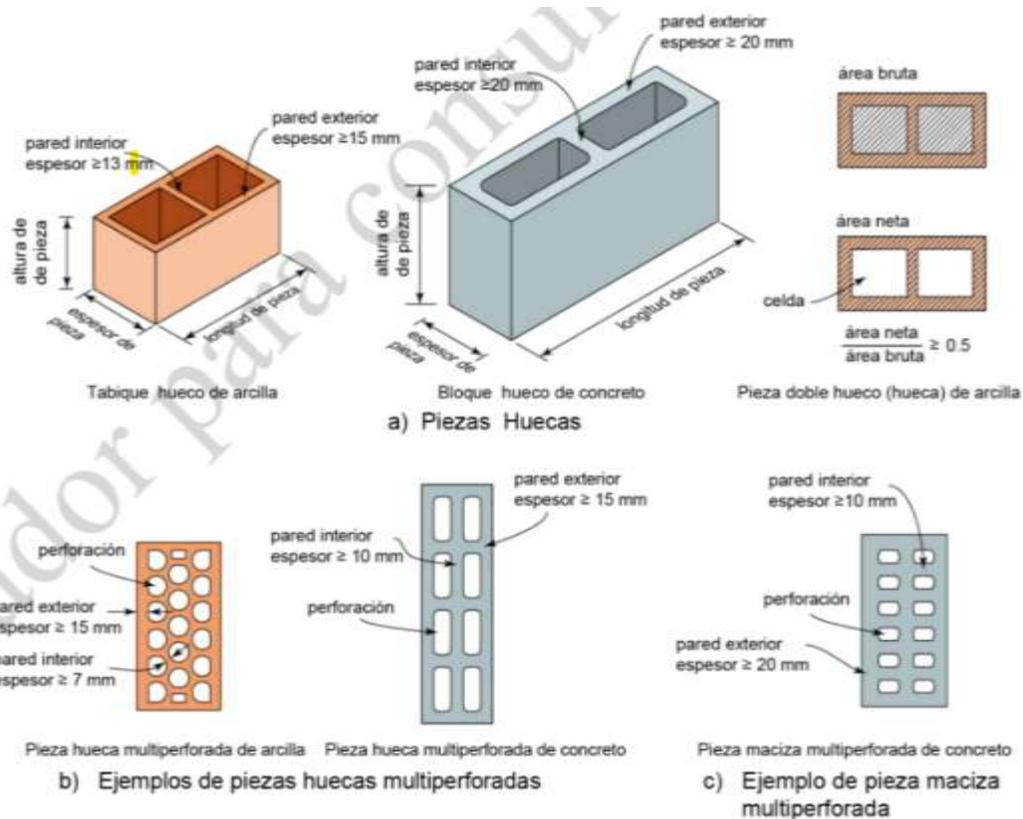
De acuerdo con la NTCDCEM, las piezas se calificarán de acuerdo con lo descrito en la tabla 2, en piezas macizas o huecas, según su relación entre el área neta, en su sección transversal más desfavorable, y el área bruta y los espesores mínimos de las paredes exteriores e interiores, cuando aplique.

**Tabla 2.** Clasificación de piezas para fines de esta norma

Tipo de pieza	Geometría	$f_{an}$ ( $A_n/A_b$ )	Pieza de arcilla		Pieza de concreto	
			pared exterior, mín., mm	pared interior, mín., mm	pared exterior, mín., mm	pared interior, mín., mm
Maciza	Sin vacíos	1	-	-	-	-
	Con siete o menos celdas	→ 0.75	20	13	20	13
	Multiperforada	→ 0.75	20	7	20	10
Hueca	Con dos celdas	→ 0.5	15	13	20	20
	Con siete o menos celdas	→ 0.5	15	13	15	13
	Multiperforada	→ 0.5	15	7	15	10

*Nota:* entre área neta y el área bruta de las piezas. Adaptada de Norma técnica complementaria para diseño y construcción de estructuras de mampostería [Tabla] (p. 1336), por GDF, 2012, Gobierno del Distrito Federal.

**Figura 2.** Piezas de mampostería



*Nota:* Adaptada de Norma técnica complementaria para diseño y construcción de estructuras de mampostería [Esquema] (p. 1337), por GDF, 2012, Gobierno del Distrito Federal.

#### 4.7.2.2 Morteros.

Como se mencionó anteriormente, la NTCDCEM define un mortero como la mezcla de arena, cemento portland y otros cementantes, como cal hidratada o cemento de albañilería y agua, que se utiliza para pegar las piezas de mampostería.

El mortero tiene como objetivo permitir la superposición de elementos, formando una estructura fuerte y duradera. Sus características más destacadas incluyen: facilidad de manejo, resistencia a la compresión y tensión, adherencia a los elementos, capacidad de retener agua y contracción.

El mortero de pega (para pegar piezas) cuyo objetivo sea construir muros estructurales deberá cumplir con los requisitos de la norma NMX-C-486-ONNCCE-2014.

**Figura 3.** *Piezas unidas por mortero*

*Nota:* Piezas unidas por mortero [Fotografía], por Departamento de Construcción, 2024. Colección personal del autor.

En la figura 4 podemos ver que también puede utilizarse para rellenar las celdas de las piezas en muros de mampostería con refuerzo interior.

**Figura 4.** *Colado de mortero en piezas huecas*

*Nota:* Adaptada de *Masonry grout* [Fotografía], por Constructionmentor.net, 2024, (<https://constructionmentor.net/masonry-grout/>)

Estas características pueden variar dependiendo del tipo de cemento utilizado, la

proporción de arena y cemento portland y la cantidad de agua en la mezcla, aunque esta última generalmente no se controla en el lugar de construcción. La adherencia del mortero está vinculada a su capacidad para retener agua y a su contracción. La norma NMX-C-486-ONNCCE-2014 proporciona especificaciones para controlar las propiedades del mortero. (INIFED, 2014)

**Tabla 3.** *Proporcionamiento de morteros*

Morteros para:	Botes de arena (19 lts)	Sacos de cemento albañilería (portland)
Aplanados especiales		
Alta resistencia		
Firmes de pisos		
Muros de carga		
Aplanados cimentaciones		
Plantillas revestimientos ligeros		

Nota: Adaptada de Mampostería [Archivo PDF], por Facultad de Ingeniería UNAM, 2024, ([https://www.ingenieria.unam.mx/luiscr/licenciatura\\_ic/1444\\_pcee/1444\\_material/mamposteria.pdf](https://www.ingenieria.unam.mx/luiscr/licenciatura_ic/1444_pcee/1444_material/mamposteria.pdf))

#### 4.7.2.3 Agua.

El agua es el componente que se utiliza para generar las reacciones químicas en los cementantes del concreto o del mortero de cemento Portland. Puede ser agua potable, es decir, aquella que por sus características químicas y físicas es útil para el consumo

humano o que cumpla con los requisitos de calidad establecidos. (ONNCCE, 2019)

Uso de la cantidad mínima necesaria para obtener una pasta manejable. Se debe buscar una mezcla con el mínimo de agua necesario para facilitar la colocación y manipulación del concreto o mortero, optimizando así su resistencia y durabilidad.

#### 4.7.2.4 Aditivos.

Los aditivos son sustancias que se mezclan con el mortero con el objetivo de mejorar sus propiedades, como trabajabilidad, fraguado, resistencia, adherencia y durabilidad. Los aditivos son esenciales para lograr morteros de buena calidad para la construcción, adaptándose a las necesidades específicas de cada proyecto.

La norma NMX-C-255 clasifica estos aditivos para asegurar su efectividad.

#### *Clasificación de los Aditivos Según la Norma NMX-C-255*

**Tabla 4.7.4 Clasificación de aditivos**

Tipo A	Reductor de agua	Es un producto químico que tiene la propiedad de disminuir la cantidad de agua de la mezcla, requerida para producir un concreto de una consistencia dada.
Tipo B	Retardante	Es un producto químico que tiene la propiedad de prolongar los tiempos de fraguado del concreto.
Tipo C	Acelerante del fraguado inicial	El aditivo actúa mediante una reacción química con el cemento, acelerando el tiempo de fraguado y la resistencia a la compresión axial a temprana edad. Estos

		aditivos son compatibles con agentes inclusores de aire, ciertos aditivos superplastificantes y ciertos aditivos reductores de agua convencionales.
Tipo C2	Acelerante de resistencia	Es un producto químico que tiene la propiedad de acortar el tiempo del alcance de la resistencia a la compresión.
Tipo D	Reductor de agua y retardante	Es un producto químico que tiene la propiedad de disminuir la cantidad de agua de la mezcla, entre el 5% y el 11%, requerida para producir un concreto de una consistencia dada, además de prolongar los tiempos de fraguado del concreto.
Tipo E	Reductor de agua y acelerante	Es un producto químico que tiene la propiedad de disminuir la cantidad de agua de la mezcla, entre el 5% y el 11%, requerida para producir un concreto de una consistencia dada, además de acortar los tiempos de fraguado del concreto.
Tipo F	Reductor de agua de alto rango	Producto químico que tiene la propiedad de disminuir la cantidad de agua de la mezcla, en 12% o más, referido a un concreto testigo
Tipo G	Reductor de agua de alto rango y retardante	Es un producto químico que tiene la propiedad de disminuir la cantidad de agua de la mezcla, en 12% o más, requerida para producir un concreto de una consistencia dada, además de prolongar los tiempos de fraguado del concreto.

Tipo F2	Superplastificante	Es un producto químico que tiene la propiedad de incrementar el revenimiento del concreto en 90 mm como mínimo, con respecto al testigo, para producir un concreto que fluye, con revenimiento mayor a 190 mm, sin presentar segregación ni sangrado.
Tipo G2	Superplastificante y retardante	
Tipo AA	Modificador del contenido de aire	Es un aditivo que tiene la propiedad de modificar el contenido unitario de aire en el concreto, medido en %

*Nota:* Adaptada de NMX-C-255-ONNCCE-2013 [Tabla] (p. 4), por ONNCCE, 2013, Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, S.C.  
[chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://normas.imt.mx/normativa/N-CMT-2-02-004-18.pdf](https://normas.imt.mx/normativa/N-CMT-2-02-004-18.pdf)

#### 4.7.2.4 Acero de Refuerzo.

En las mamposterías reforzadas, el acero de refuerzo se añade para mejorar la resistencia a la tensión y la ductilidad de los muros, ayudando a soportar fuerzas laterales y evitar grietas. Como la mampostería es fuerte en compresión pero débil en tensión, el refuerzo permite que la estructura resista mejor cargas como las de viento o sismos, aumentando su capacidad de carga y seguridad estructural.

De acuerdo con las NTCDCEM (2023), El refuerzo que se emplee en castillos o dalas, elementos colocados en el interior del muro y/o en el exterior del muro, estará constituido por barras corrugadas, por malla de acero, por alambres corrugados laminados en frío, o por armaduras soldadas por resistencia eléctrica de alambre de acero para castillos y dalas.

El diámetro mínimo del alambroón para ser usado en estribos es de 5.5 mm. Se podrán



utilizar otros tipos de acero siempre y cuando se demuestre, su eficiencia como refuerzo estructural.

**Tabla 4.7.5 Características de barras de refuerzo**

Denominación	Diámetro		Área cm <sup>2</sup>	Peso kg/m	fy kg/cm <sup>2</sup>	Notas
	mm	pulg				
Alambres No. 2	6.4	1/4	0.32	0.248	2100	Lisa
No. 2.5	7.9	5/16	0.49	0.388	4200	Corrugada
No. 3	9.5	3/8	0.71	0.560	4200	
No. 4	12.7	1/2	1.27	0.994	4200	
No. 5	15.9	5/8	1.98	1.552	4200	

*Nota:* Adaptada de NMX-C-407 [Tabla] (p. 2), por ONNCCE, 2013, Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, S.C.

**Tabla 4.7.6 Características de alambre de acero laminado para refuerzo**

Diámetro		Área cm <sup>2</sup>	Peso kg/cm <sup>2</sup>	fy kg/cm <sup>2</sup>	Nota
mm	pulg				
4.0	5/32	0.12	0.10	6000	Corrugada
4.8	3/16	0.18	0.14	6000	
6.4	1/4	0.32	0.25	6000	
7.9	5/16	0.49	0.39	6000	

*Nota:* Adaptada de NMX-C-407 [Tabla] (p. 3), por ONNCCE, 2013, Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, S.C.

Es importante señalar que la producción de alambre, barras, armaduras y mallas deben de cumplir con las siguientes Normas Mexicanas:

- **NMX-B-072:** Alambre corrugado de acero, laminado en frío para refuerzo de concreto.
- **NMX-B-253:** Alambre liso de acero, estirado en frío para refuerzo de concreto.
- **NMX-B-290:** Malla soldada de alambre liso de acero, para refuerzo de concreto.

### **4.7.3 Tipos de Mampostería**

Es importante conocer y comprender los distintos tipos de mampostería, ya que cada uno está diseñado para resolver necesidades específicas en cuanto a la arquitectura. La NTCDCEM detallan que la clasificación de los tipos de mampostería se basa en la ubicación de los confinamientos como castillos, columnas o vigas, en la presencia de refuerzos y de los materiales empleados en su construcción.

#### **4.7.3.1 Mampostería Seca.**

La mampostería seca es la que se construye con piedra sin labrar, debidamente acomodada para minimizar el volumen de vacíos entre las piedras, sin usar morteros ni otros materiales de unión, asegurando que con la colocación precisa de las piedras se logre una estabilidad y solidez en la estructura. (SCT, 2024). Ejemplos de mampostería seca los podemos visualizar en la figura 5 y 6.

**Figura 5.** *Mampostería seca (a)*





Nota: Adaptada de ¿Qué es mampostería en seco? [Fotografía], por DiccionarioActual, 2024, (<https://diccionarioactual.com/mamposteria-en-seco/>)

**Figura 6.** *Mampostería seca (b)*



Nota: Adaptada de ¿Qué es mampostería en seco? [Fotografía], por DiccionarioActual, 2024, (<https://diccionarioactual.com/mamposteria-en-seco/>)

#### **4.7.3.2 Mampostería Ordinaria.**

La mampostería ordinaria se realiza utilizando mortero de cal o cemento. Las piedras utilizadas deben de encajar entre sí lo mejor posible para minimizar huecos que estén llenos de mortero como se muestra en la figura 7. Se permitirá que los fragmentos de roca sean visibles en el exterior sólo si la estructura final se va a revestir posteriormente.

**Figura 7.** Mampostería ordinaria usada en la antigua iglesia romana



*Nota:* Adaptada de San Pedro de Castro Urdiales [Fotografía], por Artmedieval.net, s.f., (<https://www.artmedieval.net/castella/Espanya/Cantabria/San%20Pedro%20de%20Castro.htm>).

#### **4.7.3.3 Mampostería Careada.**

La mampostería careada es un tipo de construcción en donde las piedras se han labrado solo en la cara que quedará expuesta en la parte exterior del muro. Los mampuestos o piedras no tienen formas ni tamaños específicos, lo que lo hace tener una variedad para su uso. En el interior del muro se pueden utilizar fragmentos de piedra más pequeños para rellenar espacios, sin que estos puedan ser visibles en la parte superior del muro, ya que si se quiere tener un acabado diferente debería de ser más estético y uniforme. Figura 8.

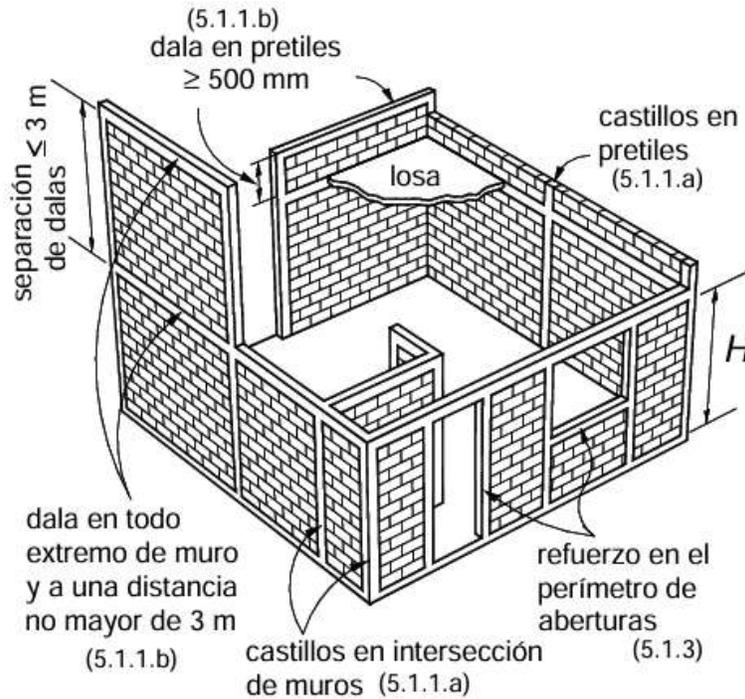
**Figura 8.** *Mampostería careada en Ciudad Universitaria*

*Nota: Mampostería ordinaria en Ciudad Universitaria [Fotografía], por Departamento de Construcción, 2024. Colección personal del autor.*

#### 4.7.3.4 Mampostería Confinada.

La mampostería confinada es apropiada para edificaciones de vivienda vertical y ha sido empleada para viviendas de interés social. Los sistemas a base de mampostería confinada siguen siendo la solución más empleada en México para la construcción de estructuras de diversos usos (principalmente para vivienda), considerando las condiciones sociales, económicas y geográficas de las distintas regiones del país. Esto se debe a que las edificaciones de mampostería confinada, construidas de acuerdo a la normatividad, han mostrado, en general, un buen desempeño ante acciones sísmicas. (Arizmendi, 2008)

La mampostería confinada involucra el uso de elementos prismáticos de concreto reforzado que enmarcan los bordes de los muros de mampostería. Estos elementos son conocidos como castillos (elementos verticales) y dalas (elementos horizontales). Los castillos y dalas deben cumplir con las especificaciones establecidas en las NTCDCEM, que incluyen las distancias máximas permitidas entre ellos y los detalles del refuerzo de acero. Esta mampostería puede tener o no refuerzo horizontal y puede estar compuesta de piezas macizas, doble huecas o multiperforadas, con castillos tanto exteriores como interiores.

**Figura 9.** Requisitos para mampostería confinada

*Nota:* Adaptada de Edificaciones de mampostería para vivienda [Archivo PDF], por Gobierno de la Ciudad de México, 2024, (chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.evaluacionsismica.uagro.mx/uploads/articulos/EDIFICACIONESDEMAMPOSTERIAPARA\_VIVIENDAS.pdf).

### Castillos y Dalas

Existirán castillos por lo menos en los extremos de los muros e intersecciones con otros muros, y en puntos intermedios del muro a una separación no mayor de 1.5 veces la altura del muro ni mayor a 4m. Los pretilos o parapetos deberán tener castillos con una separación no mayor que 4 metros. (NTCDCEM, 2023)

Existirá una dala en todo extremo horizontal de muro, a menos que este último esté ligado a un elemento de concreto reforzado con un peralte mínimo de 10 cm. Aun en este caso, se deberá colocar refuerzo longitudinal y transversal. Existirán dalas en el interior del muro a una separación no mayor de 3 m y en la parte superior de pretilos o parapetos cuya altura sea mayor a 50 cm.

#### 4.7.3.5 Mampostería de Decoración.

La mampostería de decoración tiene como objetivo embellecer estructuras mediante el uso de piedras previamente cortadas, pulidas y barnizadas como revestimiento, es usada para un terminado rústico en determinados casos.

A diferencia de la mampostería estructural, cuyo propósito es dar estabilidad y soporte a la estructura, la mampostería decorativa solo cumple una función estética, por lo que no afecta al soporte estructural.

Por lo general, se emplean piedras regulares que han sido pulidas y tratadas con toques de barniz para darles un acabado brillante y atractivo, como se muestra en las figuras 10 y 11.

**Figura 10.** Ladrillos decorativos



*Nota:* Adaptada de Ladrillos Decorativos México - Construex México [Fotografía], por Construex México, s.f., ([https://www.construex.com.mx/exhibidores/materiales\\_barragan/producto/ladrillos\\_decorativos\\_mexico](https://www.construex.com.mx/exhibidores/materiales_barragan/producto/ladrillos_decorativos_mexico)).

**Figura 11. Mampostería decorativa**

*Nota:* Adaptada de Adhesivos para Piedras Naturales [Fotografía], por Bostik, s.f., ([https://www.bostik.com/mexico/es\\_MX/markets-applications/building-construction/sistemas-de-instalacion-para-muros-paredes-y-pisos/mortars-thin-sets/adhesivos-para-piedras-naturales/](https://www.bostik.com/mexico/es_MX/markets-applications/building-construction/sistemas-de-instalacion-para-muros-paredes-y-pisos/mortars-thin-sets/adhesivos-para-piedras-naturales/)).

#### 4.7.3.6 Mampostería Gavionada.

Un dique de mampostería gavionada está compuesto por piedras y malla de alambre galvanizado, conformando estructuras en forma de cajas.

Este tipo de dique se utiliza para formar estructuras monolíticas, flexibles y permeables, como estructuras de contención por gravedad, revestimientos de canales, revestimientos y presas para proyectos geotécnicos, hidráulicos y de control de la erosión.

Habitualmente en cauces donde el lecho está constituido por materiales granulares con poca cohesión como arenas.

Esta estructura forma un conjunto sólido cuya base puede ajustarse a los asentamientos diferenciales que se puedan llegar a producir, manteniéndose gracias a su flexibilidad como se muestra en la figura 12.

#### *Ventajas*

Flexibles, porosos, no necesitan mortero, no actúan monolíticamente.



### *Desventajas*

Sifonamiento (ascenso del agua a través de los poros de los materiales).

**Figura 12.** *Mampostería gavionada*



*Nota:* Adaptada de Diques de Gaviones y Otros [Fotografía], por IMTA, s.f., Gob.mx ([https://imta.gob.mx/potamologia/images/stories/ponencias\\_tercer\\_seminario/jose\\_garcia/transversales/tema%2031\\_diques\\_de\\_gaviones\\_y\\_otros.pdf](https://imta.gob.mx/potamologia/images/stories/ponencias_tercer_seminario/jose_garcia/transversales/tema%2031_diques_de_gaviones_y_otros.pdf)).

#### **4.7.3.7 Mampostería Reforzada Interiormente.**

En esta modalidad, no se utilizan castillos exteriores, sino castillos interiores o ahogados. Estos castillos se forman en los extremos e intersecciones de los muros mediante el relleno de las celdas huecas de la mampostería con concreto y la adición de refuerzo vertical en las mismas celdas rellenas. Además, la mampostería reforzada interiormente consiste en muros que se refuerzan con barras o alambres corrugados de acero, tanto horizontales como verticales, que se colocan en las celdas de las piezas o en las juntas de mortero. El acero de refuerzo se distribuye a lo largo y ancho del muro, proporcionando una estructura robusta y reforzada.

En la figura 13 se muestra la distribución de acero de refuerzo vertical en un muro de mampostería reforzada interiormente. En la figura 14 se muestra la distribución de acero de refuerzo horizontal en un muro de mampostería reforzada interiormente con una escalerilla.

**Figura 13.** Colado en tabique hueco para muro de refuerzo interiormente

*Nota:* Colado en tabique hueco para muro de refuerzo interiormente [Fotografía], por Departamento de Construcción, 2024. Colección personal del autor.

**Figura 14.** Acero de refuerzo en un muro de mampostería reforzada interiormente

*Nota:* Acero de refuerzo en un muro de mampostería reforzada interiormente [Fotografía], por Departamento de Construcción, 2024. Colección personal del autor.

**Figura 15.** *Escalerillas de alambre*

*Nota:* Escalerillas de alambre [Fotografía], por Departamento de Construcción, 2024. Colección personal del autor.

**Figura 16.** Acero de refuerzo en un muro de mampostería reforzada interiormente con escalerillas de varilla corrugada



*Nota:* Acero de refuerzo en un muro de mampostería reforzada interiormente con escalerillas de varilla corrugada [Fotografía], por Departamento de Construcción, 2024. Colección personal del autor.

#### **4.7.3.8 Mampostería No Confinada Ni Reforzada.**

Se consideran como muros no confinados ni reforzados aquellos que, contando con algún tipo de refuerzo interior o confinamiento (exterior o interior), no tengan el refuerzo necesario para ser incluidos en alguna de las categorías descritas en el apartado de mampostería reforzada interiormente y confinada. (INIFED, 2014)

Conforman y delimitan espacios, soportan su propio peso y no transmiten más cargas a la estructura que la propia o las cargas causadas por fuerzas externas.

**Figura 17.** *Mampostería no confinada ni reforzada*



Nota: Adaptada de Muro de Enrase en Construcción: 5 Cosas que Debes Saber [Fotografía], por Panel y Acanalados, 2024, Panel y Acanalados (<https://panelyacanalados.com/blog/muro-de-enrase-en-construccion-5-cosas-que-debes-saber/>).

#### **4.7.3.9 Mampostería de Piedras Naturales.**

Como su nombre lo sugiere, la mampostería de piedra natural está compuesta por piedras sin labrar con una resistencia mínima a la compresión de 150 kg/cm<sup>2</sup>, unidas por medio de mortero.

Los elementos que están contruidos con este tipo de mampostería suelen ser cimentaciones, muros de retención y elementos estructurales. Figura 4.7.18

**Figura 18.** *Cimentación con mampostería de piedra*



Nota: Adaptada de PIEDRA DE CANTERA PARA MAMPOSTEO [Fotografía], por MÁS QUE MATERIALES, 2024, MÁS QUE MATERIALES (<https://masquemateriales.com.mx/producto/piedra-de-cantera-para-mamposteo/>).

#### **4.7.3.10 Muro Diafragma.**

Los muros diafragma se encuentran rodeados por marcos estructurales, están formados por columnas y trabes que ayudan a tener mayor rigidez ante cargas laterales. Este sistema constructivo evitará desplazamientos laterales, mediante elementos de retención adecuados.

La unión entre el marco y el muro diafragma deberá garantizar la estabilidad de este, bajo la acción de fuerzas perpendiculares al plano del muro. (UNAM, 2024) (Valdez, 2012)

**Figura 19.** Muro diafragma a base de marcos de concreto



Nota: Muro diafragma a base de marcos de concreto. [Fotografía], por Departamento de Construcción, 2024. Colección personal del autor.

#### **4.7.4 Construcción**

En la mampostería es fundamental llevar a cabo una buena construcción. Es importante tener planos detallados, seguir un procedimiento claro para cumplir con las especificaciones y normas técnicas vigentes.

##### **4.7.4.1 Planos de Construcción.**

Adicionalmente a lo establecido en el Reglamento, los planos de construcción deberán señalar, al menos:

- a) El tipo, dimensiones exteriores e interiores (si aplica) y tolerancias, resistencia a compresión de diseño, absorción, así como el peso volumétrico máximo y mínimo de la pieza. Si es aplicable, el nombre y marca de la pieza.
- b) El tipo de cementantes a utilizar.
- c) Características y tamaño de los agregados.
- d) Proporcionamiento y resistencia a compresión de diseño del mortero para pegar las piezas. El proporcionamiento deberá expresarse en volumen y así se deberá indicar en los planos. Si aplica, se incluirá la retención, fluidez, y el consumo de mortero.

- e) Procedimiento de mezclado y remezclado del mortero.
- f) Si aplica, proporcionamiento, resistencia a la compresión y revenimiento de morteros y concretos de relleno. El proporcionamiento deberá expresarse en volumen. Si se usan aditivos, como superfluidificantes, se deberá señalar el tipo y su proporcionamiento.
- g) Tipo, diámetro y grado de las barras de acero de refuerzo.
- h) Resistencias a compresión y a compresión diagonal de diseño de la mampostería.
- i) Si aplica, o si se analizó la estructura ante cargas laterales mediante métodos estáticos o dinámicos, el módulo de elasticidad y de cortante de diseño de la mampostería.
- j) Los detalles del refuerzo mediante figuras y/o notas, que incluyan colocación, anclaje, traslape, dobleces.
- k) Detalles de intersecciones entre muros y anclajes de elementos de fachada.
- l) Tolerancias de construcción.
- m) Si aplica, el tipo y frecuencia de muestreo de mortero y mampostería.

#### 4.7.4.2 Procedimiento Constructivo.

- a) *Para piedras naturales*: Según (Ingeniería, 2024) se deberá cumplir con los siguientes requerimientos:
  - Se desplanta sobre una plantilla de mortero o concreto que permite obtener una superficie plana.
  - En las primeras hiladas se colocarán las piedras de mayores dimensiones y las mejores caras de las piedras se aprovecharán para los paramentos.
  - Si las piedras son de origen sedimentario, se colocarán de manera que los lechos de estratificación queden normales a la dirección de las compresiones.
  - Las piedras deberán humedecerse antes de colocarlas y se acomodarán de manera de llenar lo mejor posible el hueco formado por las otras piedras.
  - Los vacíos se llenarán completamente con piedra chica y mortero (cuñas).



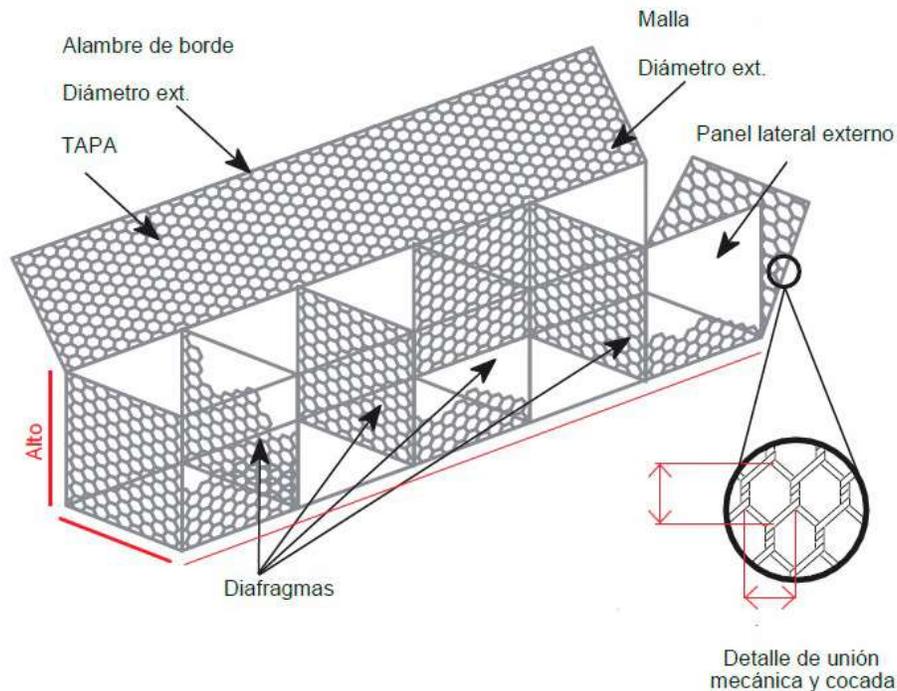
- No deberán existir planos definidos de falla transversales al elemento. (cuatrapeo)
  - Limpias, sin rajaduras y no lajas
- b) *Para piedras artificiales:* Según (Ingeniería, 2024) se deberá cumplir con los siguientes requerimientos:
- Condición de las piezas. Las piezas empleadas deberán estar limpias y sin rajaduras.
  - Humedecimiento de las piezas. Todas las piezas de barro deberán saturarse al menos 2 horas antes de su colocación. Las piezas a base de cemento deberán estar secas al colocarse. Se aceptará un rociado leve de las superficies sobre las que se colocará el mortero.
  - Orientación de piezas huecas. Las piezas huecas se deberán colocar de modo que sus celdas y perforaciones sean ortogonales a la cara de apoyo.
- c) *Proceso constructivo para la colocación de los gaviones caja.* Según (MACCAFERRI, 2024) se deberá cumplir con los siguientes requerimientos:
- Desdoblar el gavión caja sobre una superficie rígida y plana, eliminando irregularidades.
  - Levantar las laterales y diafragma para así formar una caja, después junte los bordes o extremos de la parte superior de los paneles con alambre grueso con un alicate de preferencia.
  - Asegurar el alambre de sujeción en el borde inferior de las aristas de la caja gavión.
  - Amarrar varias cajas en grupos, y unirlos con el mismo tipo de unión a lo largo de todas las aristas.
  - Después de haber posicionado y amarrado varios gaviones caja, y antes de llenarlos, hay que tensarlos puede ser con un tirfor o con un encofrado de madera.
  - Llenar en 3 etapas, primero coloque los tirantes y llene hasta  $\frac{1}{3}$  de la capacidad total, segundo, llene hasta  $\frac{2}{3}$  de la capacidad total y tercero termine el llenado



hasta 3 o 5 cm por arriba de la altura del gavión<sup>1</sup>.

- Doblas las tapas y amarre con el mismo tipo de amarrado que se utilizó anteriormente<sup>2</sup>.

**Figura 20.** Elementos de los gaviones caja



*Nota:* Adaptada de Gaviones [Esquema], por Renato, Q. S., 2024, COMISUR ([https://comisur.com/pro\\_gaviones.html](https://comisur.com/pro_gaviones.html)).

#### 4.7.4.2.1 Juntas de Mortero.

La junta es el espacio entre los ladrillos en una construcción, que se llena con mortero o cemento para unirlos. Esto ayuda no solo a que la estructura tenga estabilidad, sino que también evita filtraciones y permite la expansión y contracción térmica de los materiales, asegurando la durabilidad de la construcción.

El mortero de las juntas cubrirá totalmente las caras horizontales y verticales de la pieza.

<sup>1</sup> En los gaviones cada de 0.050 m de altura, sólo haga el llenado en 2 etapas.

<sup>2</sup> No llenar una caja gavión sin que la caja lateral esté parcialmente llena.

Su espesor será el mínimo que permita una capa uniforme de mortero y la alineación de las piezas. En castillos y huecos interiores se colocará de manera que se obtenga un llenado completo de los huecos (INIFED, Muros, 2014).

#### 4.7.4.2.2 Aparejo.

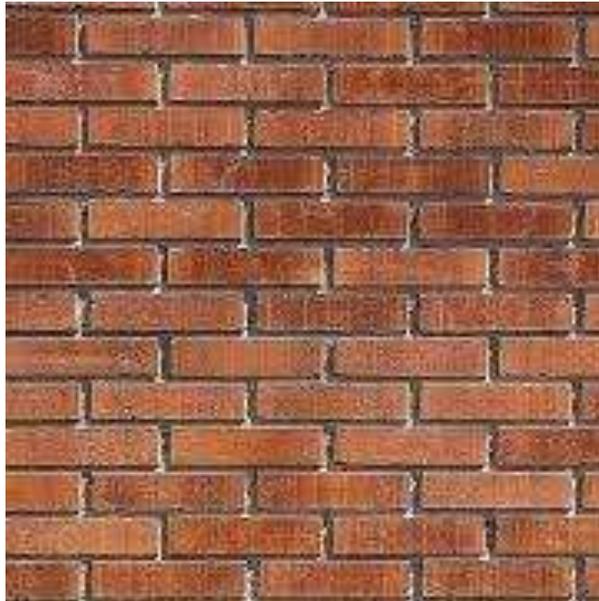
El aparejo se refiere a la forma en que se colocan los ladrillos, bloques o piedras en una pared o cualquier estructura hecha de mampostería.

Existen dos tipos principales: el aparejo regular y el irregular; los cuáles se pueden observar en las figuras 21 y 22. Ejemplos de aparejos regulares son: aparejo de soga, aparejo a tizón, aparejo inglés, aparejo panderete, etcétera.

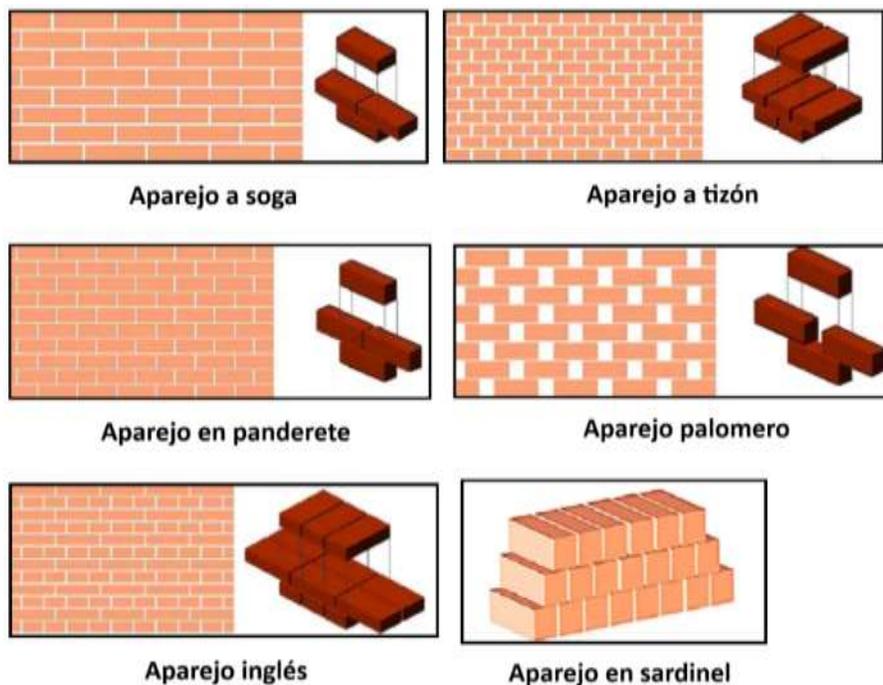
**Figura 21.** *Aparejo irregular*



*Nota:* Adaptada de Aparejo (construcción) [Fotografía], por Wikipedia de los contribuyentes, s.f., Wikipedia, The Free Encyclopedia ([https://es.wikipedia.org/wiki/Aparejo\\_\(construcci%C3%B3n\)#/media/Archivo.jpg](https://es.wikipedia.org/wiki/Aparejo_(construcci%C3%B3n)#/media/Archivo.jpg)).

**Figura 22.** *Aparejo Regular*

*Nota:* Adaptada de Aparejo (construcción) [Fotografía], por Wikipedia de los contribuyentes, s.f., Wikipedia, The Free Encyclopedia ([https://es.wikipedia.org/wiki/Aparejo\\_\(construcci%C3%B3n\)#/media/Archivo.jpg](https://es.wikipedia.org/wiki/Aparejo_(construcci%C3%B3n)#/media/Archivo.jpg)).

**Figura 23.** *Tipos de Aparejo*

*Nota:* Adaptada de Aparejo [Imagen], por Glosario Arquitectónico, s.f., Glosario Arquitectónico (<https://www.glosarioarquitectonico.com/glossary/aparejo/>).

#### 4.7.4.2.3 Tuberías y Ductos en Muros.

Las tuberías y los ductos son conductos que se instalan en las paredes para llevar servicios como agua, gas, electricidad, aire acondicionado y otros servicios a toda una edificación.

Para instalar tuberías en los muros, se realiza una ranura en diagonal del tamaño del tubo para evitar debilitar la estructura. Luego, la ranura se cubre con una mezcla de cemento o mortero y arena.

Se deberán instalar sin dañar la mampostería; en mampostería de piezas macizas o huecas con relleno total se admite ranurar el muro para alojar las tuberías y ductos, siempre que:

- a) La profundidad de la ranura no exceda de la cuarta parte del espesor del muro ( $t/4$ );
- b) El recorrido sea vertical; y,
- c) El recorrido no sea mayor que la mitad de la altura libre del muro ( $H/2$ ).

En muros con piezas huecas no se podrá alojar tubos o ductos en celdas con refuerzo. Las celdas con tubos y ductos deberán ser rellenadas con concreto o mortero de relleno. No se permite colocar tuberías y ductos en castillos que tengan función estructural, sean exteriores o interiores o en celdas reforzadas verticalmente. (INIFED, Muros, 2014)



**Figura 24.** *Instalación eléctrica en muro*

Nota: Instalación eléctrica en muros. [Fotografía], por Departamento de Construcción, 2024. Colección personal del autor.

**Figura 25.** *Instalación de agua en muro*

Nota: Instalación de agua en muro. [Fotografía], por Departamento de Construcción, 2024. Colección personal del autor.

#### 4.7.4.2.4 Construcción de Muros.

Los muros de mampostería, como se mencionó anteriormente, son construidos con ladrillos, bloques de concreto o piedras unidas con mortero. Estos muros pueden ser estructurales, decorativos o cumplir con diversas funciones en una estructura.

Para asegurar la precisión y resistencia en la construcción de muros de mampostería, es crucial cumplir con ciertos requisitos específicos; algunos de ellos son:

- La sección transversal de un muro estructural o fachada no debe de ser menor a 10 cm.
- Los muros que se crucen deben de anclarse o ligarse entre sí, a menos que garanticen estabilidad.
- Las juntas deben de estar limpias y rugosas.
- Se debe de tomar precauciones contra empujes horizontales como viento y sismos.
- En muros reforzados con mallas de alambre soldado y recubrimiento de mortero, la superficie deberá estar saturada y libre de materiales que afecten la adherencia del mortero.

#### 4.7.4.2.5 Tolerancias.

Según (INIFED, Muros, 2014)

- a) En ningún punto el eje de un muro que tenga función estructural distará más de 2 cm del indicado en los planos.
- b) El desplomo de un muro no será mayor que 0.004 veces su altura ni 1.5 cm.

### 4.7.5 Inspección y Control de Obra

La inspección y control de obra son procesos muy importantes en la construcción ya que garantizan que los proyectos se realicen según los planos y las especificaciones que ya están establecidos. Ambos procesos aseguran la calidad, seguridad y cumplimiento de los estándares técnicos, también ayudan a mantener el proyecto dentro del presupuesto



y en los plazos establecidos.

#### 4.7.5.1 Inspección.

La inspección de la obra en mampostería es un proceso esencial para garantizar la calidad, seguridad y durabilidad de la obra. Implica las siguientes etapas:

1. *Antes de la construcción:* Es fundamental revisar todos los planos, especificaciones técnicas y normas establecidas. Así mismo, tener un control de las verificaciones basadas en los requisitos específicos del proyecto y las normas de construcción aplicables.
2. *Durante la construcción:* Se deben revisar varios aspectos para asegurar que la construcción cumpla con los estándares de calidad y seguridad especificados en los planos de construcción:
  - Las piezas de barro deben sumergirse en agua al menos dos horas antes de su colocación.
  - Las piezas de concreto deben de estar secas y rociarse con agua antes de su uso<sup>3</sup>.
  - Las barras de refuerzo deben cumplir con las especificaciones de tipo, diámetro y de grado.
  - El aparejo debe ser cuatrapeado y los bordes verticales de los muros confinados deben de contar con conectores.
  - El refuerzo horizontal debe estar limpio y asegurado durante el colado, sin tener un traslape que sea mayor a un 50% de acero en la misma sección
  - El refuerzo horizontal debe ser continuo y bien anclado.
  - El mortero no debe fabricarse en contacto con el suelo y debe dosificarse adecuadamente.
  - Los huecos en las piezas deben rellenarse según las especificaciones.
  - Las juntas deben de estar completamente rellenas de mortero, con un espesor

---

<sup>3</sup> Todas las piezas deben estar libres de contaminantes.

adecuado y sin exceder lo indicado en los planos.

- El desplome del muro no debe de superar 0.004 de altura ni 15 mm.
- En castillos interiores, el relleno debe estar completo y sin huecos
- Las piezas huecas utilizadas para instalaciones deben estar llenas de concreto o mortero.
- En muros con malla soldada, los conectores de anclaje deben estar correctamente instalados.
- Los muros transversales de carga deben estar conectados con el muro ortogonal, y las aberturas y pretilas deben estar reforzados según los planos.

#### 4.7.5.2 Control de Obra.

El seguimiento y control del trabajo del proyecto implica revisar, analizar y regular el progreso para cumplir con los objetivos establecidos en el plan de gestión del proyecto. Esto incluye la elaboración de informes de estado, mediciones de avance y proyecciones sobre el alcance, cronograma, costos, recursos, calidad y riesgos.

1. *Supervisión de obra:* Es necesario elaborar informes detallados de los trabajos realizados, que incluyan fechas, horarios, actividades y nombres de los responsables. Estos informes ayudan a identificar y solucionar problemas como retrasos en la entrega de materiales, mal clima o insuficiencia de mano de obra. La firma de un residente en los informes certifica su conformidad y sirve como verificación futura.
2. *Control de tiempo de trabajo:* Gestionar el tiempo de trabajo es esencial para controlar costos, mantener la calidad, cumplir plazos, garantizar la seguridad laboral y optimizar recursos. Un buen programa de trabajo, que considere el avance real y los costos en relación con el tiempo necesario para finalizar la obra, asegura que el proyecto se complete dentro del presupuesto, sin errores y a tiempo.
3. *Control de calidad:* La gestión de calidad se desarrolla a través de actividades que establecen objetivos, responsabilidades y políticas de calidad. Esto incluye registrar resultados, evaluar desempeño y proponer cambios. Un modelo de



control de calidad conforme a normas estándar implica definir el alcance del proyecto, aplicar la gestión de calidad, la gestión por procesos, el plan de gestión de calidad y realizar monitoreo y control.

El incumplimiento de los requisitos de calidad puede tener consecuencias negativas, como reclamaciones o retiradas del mercado. El costo de calidad abarca todos los aspectos relacionados con la calidad durante el ciclo de vida del proyecto, y las decisiones del proyecto pueden afectar los costos operativos de calidad.

#### **4.7.6 Evaluación y Rehabilitación**

La rehabilitación de una estructura generalmente requiere evaluaciones y análisis realizados por un profesional de construcción. Antes de comenzar, se debe establecer y documentar las directivas del proyecto de rehabilitación, definiendo los requisitos reglamentarios y determinando los objetivos y metas a alcanzar. Según la importancia de la estructura y los recursos disponibles, se pueden llevar a cabo diferentes niveles de evaluación.

##### **4.7.6.1 Evaluación.**

Una evaluación es un proceso sistemático de recopilación y análisis de información para poder medir la calidad, eficacia o impacto de algún proceso, objeto o actividad.

En el contexto de una estructura de mampostería, la evaluación implica la inspección y análisis para determinar su condición, estabilidad y conformidad con los estándares establecidos de construcción.

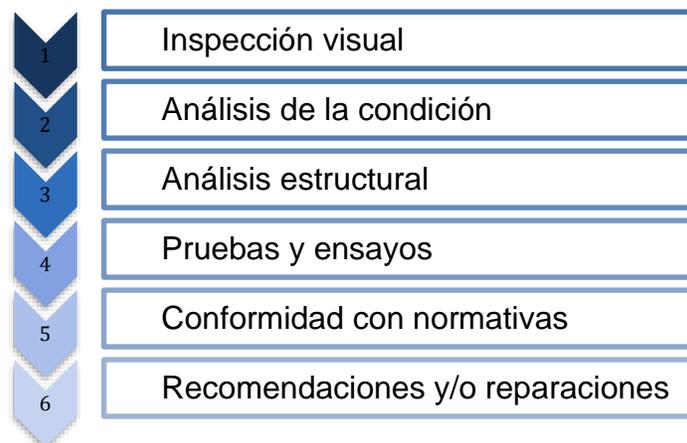
##### *4.7.6.1.1 Proceso de Evaluación.*

- a) *Inspección visual:* Se realiza una inspección visual para detectar deterioros evidentes como grietas, desalineaciones, eflorescencia y daños en el mortero, evaluando la uniformidad y nivelación de la estructura. Se documentan todas las observaciones con fotografías y notas.



- b) **Análisis de la condición:** Se evalúan las grietas para distinguir entre estructurales y no estructurales, y se monitorean para detectar cambios. Se inspecciona el estado del mortero, realizando pruebas de dureza, y se revisan los materiales de mampostería, comparándolos con las especificaciones originales.
- c) **Análisis estructural:** Se analiza la estabilidad de la estructura, revisando conexiones entre elementos estructurales y realizando cálculos de carga para asegurar la capacidad de soportar cargas previstas y una distribución uniforme.
- d) **Pruebas y ensayos:** Se extraen muestras de materiales para pruebas de laboratorio, como compresión y resistencia del mortero, y se realizan ensayos no destructivos como ultrasonido y radiografía para evaluar la integridad interna.
- e) **Conformidad con normativas:** Se verifica el cumplimiento con códigos de construcción y normativas locales e internacionales, comparando con las especificaciones originales y elaborando un informe de cumplimiento.
- f) **Recomendaciones y reparaciones:** Se identifican las necesidades de reparación y se priorizan según la gravedad. Se desarrolla un plan de acción detallado con métodos de reparación, materiales necesarios, cronograma y medidas de seguridad.

**Figura 26.** Proceso de evaluación



*Nota:* Proceso de evaluación [Diagrama], por Departamento de Construcción, 2024. Colección personal del autor.

### 4.7.6.2 Rehabilitación.

Entre las técnicas de rehabilitación para muros de mampostería tenemos la reparación de grietas,

#### 4.7.6.2.1 Reparación de Grietas.

Las fisuras y grietas en la mampostería indican daño y deben repararse adecuadamente para prevenir daños mayores y pérdida de resistencia, por ejemplo, en futuros sismos. La reparación, que puede implicar sellado o relleno con materiales similares a los originales, se realiza mediante inyección o rajueleado, según el tamaño de la grieta.

##### 4.7.6.2.1.1 Reparación de Grietas mediante Inyección.

Este tipo de reparación implica rellenar grietas con materiales como resina epoxi o morteros, aplicable a muros de piezas sólidas con pocas grietas bien definidas. Según las NTCDCEM (2023), no se permite la inyección por vacío, y los fluidos deben desplazarse bien a través de las grietas sin causar segregación, sangrado o contracción plástica.

El proceso general para inyección de grietas incluye:

1. *Limpieza de las grietas:* Eliminar fragmentos, polvo y material suelto, usando un chorro de agua limpia. Retirar el acabado del muro en al menos 30 cm alrededor de la grieta.
2. *Sellado y colocación de boquillas:* Colocar boquillas para la inyección, con una separación equivalente al espesor del muro, ajustándose según el material de inyección.

Una vez realizados estos pasos, el proceso varía según el material utilizado. Según la tabla, los muros de mampostería reparados pueden recuperar parte de sus propiedades estructurales (resistencia, rigidez y ductilidad) dependiendo del material de inyección empleado.



**Tabla 4.7.7 Niveles de recuperación de la capacidad de elementos reparados**

Material	Ancho de grieta (mm)	Nivel de recuperación %		
		Resistencia	Rigidez	Ductilidad
Resina epoxi	0.05 - 1.0	70 - 90	30 - 80	75 - 90
Lechada	1.0 - 5.0	70 - 90	50 - 80	70 - 90
Mortero epóxico	> 0.5	70 - 90	30 - 80	75 - 90
Mortero de cemento		80 - 120	50 - 100	80 - 90

Nota: Adaptada de Norma técnica complementaria para evaluación y rehabilitación estructural de edificios existentes (p. 184), por INIFED, 2021, INIFED.

**Figura 27. Inyección de grietas con resina epóxica**



Nota: Adaptada de Mantenimiento Correctivo Inyección de Resina Epóxica [Fotografía], por PSC México, 2024, PSC México (<https://pscmexico.mx/mantenimiento-correctivo-inyeccion-de-resina-epoxica/>).

**Figura 28.** *Inyección de grietas con mortero de cemento*



Nota: Adaptada de Grietas en muros: ¿por qué aparecen? ¡Aprende a repararlas! [Fotografía], por Torices, C., 2024, Cementos Torices (<https://cementostorices.com/blog/construccion/grietas-en-muros-por-que-aparecen-aprende-a-repararlas/>).

#### 4.7.6.2.1.2 *Rajuelado.*

Esta técnica se utiliza en estructuras con daño severo y grietas de más de 5 mm de ancho, reemplazando los materiales dañados con nuevos de características similares a los originales.

Durante el proceso, es crucial asegurar una buena adherencia entre los materiales nuevos y existentes. Las rajuelas deben acuñarse y pegarse con mortero tipo I, humedeciendo las superficies antes de aplicar el mortero. Se recomienda usar fibra de vidrio, polipropileno o aditivos estabilizadores de volumen en el mortero para controlar la contracción y los cambios volumétricos.

Es fundamental emplear materiales con igual o mayor resistencia que los originales para evitar concentraciones de esfuerzos que puedan dañar la estructura. La calidad en la ejecución de esta técnica es esencial para su efectividad.

#### 4.7.6.b.b *Refuerzo.*

- Encamisado con malla de alambre soldado

La técnica de encamisado con malla de alambre soldado ha sido una de las más empleadas en México, pues es muy eficiente, además de ser una técnica económica y asequible en términos de material y en mano de obra.

Consiste en limpiar y humedecer el muro, colocar y anclar la malla de alambre, aplicar una capa de mortero y curar adecuadamente.

**Figura 29.** Encamisado con malla de alambre soldado en muro



*Nota:* Adaptada de Encamisado con malla de alambre soldado en muro [Fotografía], por El proyecto, S., 2024, Techinfus (<https://esn-d.techinfus.com/shtukaturka/fasadnaya-setka/>).

***Conclusiones Capitulares.***

La mampostería sigue siendo una técnica constructiva esencial en la ingeniería y la arquitectura, valorada por su capacidad para proporcionar estructuras duraderas y fiables. Este trabajo ha explorado en detalle los diferentes tipos de mampostería, resaltando su resistencia estructural y su amplio uso en edificaciones a nivel mundial. También se han revisado las normativas pertinentes, el procedimiento constructivo y la importancia de los refuerzos y las instalaciones necesarias. Conocer a fondo estos aspectos es crucial para utilizar la mampostería de manera efectiva y asegurar que las construcciones no solo cumplan con los estándares de calidad, sino que también respondan a las necesidades funcionales y estéticas deseadas.



## Bibliografía

- Arizmendi, A. T. (2008). *Evaluación de los criterios de diseño por sismo del RCDF para marcos dúctiles de concreto reforzado*.
- CEMEX. (02 de Agosto de 2024). CEMEX. Aditivos para mortero. Obtenido de [https://www.cemexmexico.com/comunicados/comunicados-full-view/-/asset\\_publisher/dsl7rkVsUZp8/content/los-aditivos-y-su-clasificaci-1](https://www.cemexmexico.com/comunicados/comunicados-full-view/-/asset_publisher/dsl7rkVsUZp8/content/los-aditivos-y-su-clasificaci-1)
- ICA. Ingenieros Civiles Asociados (2003). *Edificaciones de Mampostería para Vivienda*. Ciudad de México : Fundación ICA.
- Ingeniería, U. (02 de Agosto de 2024). Estructuras de mampostería. Obtenido de [https://www.ingenieria.unam.mx/luisr/licenciatura\\_ic/1444\\_pcee/1444\\_materia/mamposteria.pdf](https://www.ingenieria.unam.mx/luisr/licenciatura_ic/1444_pcee/1444_materia/mamposteria.pdf)
- INIFED. (2014). Muros. En *Normas y especificaciones para estudios, proyectos, construcción e instalaciones* (pág. 14). Ciudad de México: SEP.
- INIFED. (2014). Seguridad Estructural, Diseño de Estructuras de Mampostería. En *NORMAS Y ESPECIFICACIONES PARA ESTUDIOS, PROYECTOS, CONSTRUCCIÓN E INSTALACIONES* (pág. 65). Ciudad de México: INIFED.
- MACCAFERRI. (02 de Agosto de 2024). SCRIBD. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/362767874/IG-BR-Comics-Gaviones-Caja-SP-Feb21>
- ONNCCE. (31 de enero de 2014). Obtenido de <http://invivienda.gob.mx/Portals/0/2021/FRACCION%20I/HIPERVINCULOS-22-10-2021/NMX%20C-255-ONNCCE-2013.pdf>
- Project Management Institute (2008). *Fundamentos para la dirección de proyectos*. Project Management Institute.
- SCT. (2024). Mampostería de Piedra. En *CTR. CONSTRUCCIÓN* (pág. 9). Ciudad de

México.

UNAM, I. (02 de Agosto de 2024). Obtenido de [https://www.ingenieria.unam.mx/luisscr/licenciatura\\_ic/1444\\_pcee/1444\\_materia/l/aditivospresen.pdf](https://www.ingenieria.unam.mx/luisscr/licenciatura_ic/1444_pcee/1444_materia/l/aditivospresen.pdf)

Valdez, J. A. (2012). *Propuesta de un procedimiento para la clasificación de daños y selección de técnicas de reparación para estructuras de mampostería en México*. Michoacán: UNAM.



**Índice de Tablas**

<b>Tabla 1.</b> <i>Espesor de paredes para bloques lisos</i>	8
<b>Tabla 2.</b> <i>Clasificación de piezas para fines de esta norma</i>	9
<b>Tabla 3.</b> <i>Proporcionamiento de morteros</i>	12

**Este trabajo fue desarrollado por académicos y alumnado adscrito al Departamento de Construcción de la División de Ingenierías Civil y Geomática con recursos del Programa de Apoyo a Proyectos para Innovar y Mejorar la Educación (PAPIME PE101724).**

**Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)**

**Facultad de Ingeniería (FI)**

**Dirección General de Asuntos  
del Personal Académico  
(DGAPA)**

