

6.3 Fichas de los sistemas sismorresistentes identificados

5.3 FICHAS DE LOS SISTEMAS SISMORRESISTENTES IDENTIFICADOS

GRUPOS	TIPOS	SUBTIPOS	Nº variantes identificadas en cada subtipo
A- Configuración general de la construcción	01 Urbano (entorno)	01 Compacidad urbana	4 (a-d)
		02 Anexión externa de edificios adyacentes	3 (a-c)
		03 Fragmentación en volúmenes independientes	4 (a-d)
		04 Adaptación topográfica, urbana y climática	4 (a-d)
		05 Agrupación y atado de edificios	3 (a-c)
	02 Volumétrico (exterior)	06 Ortogonalidad exterior	4 (a-d)
		07 Simetría exterior	4 (a-d)
		08 Compacidad volumétrica	4 (a-d)
		09 Reducción de altura del centro de gravedad	4 (a-d)
		10 Reducción de elementos prominentes y ornamentales	4 (a-d)
		11 Contrafuertes exteriores	6 (a-f)
		12 Contrapesos superiores	5 (a-e)
		13 Arcos de descarga	4 (a-d)
	03 Espacial (interior)	14 Simetría interior	4 (a-d)
		15 Centralización de la planta	8 (a-h)
		16 Modulación interior	4 (a-d)
		17 Disposición de naves a misma altura	4 (a-d)
		18 Integración de contrafuertes interiores dentro de la volumetría principal	3 (a-c)
		19 Apertura e integración de huecos, nichos y hornacinas laterales	3 (a-c)
	04 Constructivo (general)	20 Continuidad material en los distintos planos	5 (a-e)
		21 Inclinação de elementos constructivos	5 (a-e)
		22 Reducción del número y la dimensión de huecos	4 (a-d)
		23 Supresión de elementos no portantes y simplificación ornamental	4 (a-d)

Fig. A.46 Sistemas sismorresistentes - Configuración general de la construcción (Autor)

GRUPOS	TIPOS	SUBTIPOS	Nº variantes identificadas en cada subtipo
B - Estructura muraria	01 Aislamiento sísmico	01 Disposición de distintas capas de cimentación bajo los muros	9 (a-i)
		02 Sistemas de rodamiento y deslizamiento	6 (a-f)
		03 Arranque de muros mediante zócalos de mayor resistencia	5 (a-e)
		04 Plataformas y basamentos inclinados o en forma de talud	6 (a-f)
		05 Utilización de hiladas y piezas de gran tamaño y resistencia	8 (a-h)
	02 Aligeramiento	06 Supresión de paños y otros elementos no portantes	4 (a-d)
		07 Rellenos aligerantes dentro del entramado murario	4 (a-d)
		08 Reemplazo del mortero por conectores puntuales de mayor ligereza	5 (a-e)
		09 Utilización de sillares o ladrillos de composición material más ligera	4 (a-d)
		10 Distribución gradual de los materiales según su peso	5 (a-e)
		11 Reducción de decoración no estructural	6 (a-f)
	03 Atado y unión de elementos	12 Entramados de enjutas	6 (a-f)
		13 Refuerzos y armados integrados dentro del entramado murario	8 (a-h)
		14 Refuerzos de esquinas y huecos a través de sus propias fábricas	7 (a-g)
		15 Refuerzos exteriores, contrafuertes y arcos de descarga	11 (a-k)
		16 Conectores entre sillares y ladrillos	6 (a-f)
		17 Incorporación de tirantes y codales	4 (a-d)
		18 Traba y maclado de las fábricas	7 (a-g)
		19 Arriostramiento de los muros y sus arranques y cimentaciones	6 (a-f)
	04 Elasticidad y ductilidad	20 Tratamiento singular de las juntas	9 (a-i)
		21 Incorporación de elementos puntuales de mayor ductilidad	8 (a-h)
		22 Integración de elementos lineales de mayor ductilidad	6 (a-f)
		23 Composición material de mayor ductilidad del propio ladrillo o sillar	7 (a-g)

Fig. A.47 Sistemas sismorresistentes - Estructura muraria (Autor)

GRUPOS	TIPOS	SUBTIPOS	Nº variantes por cada subtipo (código alfabético)
C - Columnas y otros elementos verticales	01 Aislamiento sísmico	01 Disposición de distintas capas de cimentación bajo los elementos verticales	9 (a-i)
		02 Sistemas de rodamiento y deslizamiento	6 (a-f)
		03 Arranque de elementos verticales mediante materiales de mayor resistencia	5 (a-e)
		04 Basamentos inclinados y grandes plataformas de arranque	5 (a-e)
		05 Utilización de piezas de gran tamaño y resistencia	4 (a-d)
	02 Aligeramiento	06 Reducción de esbeltez y altura del centro de gravedad	5 (a-e)
		07 Rellenos aligerantes dentro del núcleo de los elementos verticales	4 (a-d)
		08 Reemplazo del mortero por conectores puntuales de mayor ligereza	10 (a-j)
		09 Utilización de sillares o ladrillos de composición material más ligera	4 (a-d)
		10 Distribución gradual de los materiales según su peso	5 (a-e)
		11 Reducción de decoración no estructural	6 (a-f)
	03 Atado y unión de elementos	12 Refuerzos integrados en columnas y otros elementos verticales	4 (a-d)
		13 Refuerzos de esquinas y huecos a través de sus propias fábricas	6 (a-f)
		14 Refuerzos exteriores, contrafuertes y arcos de descarga	6 (a-f)
		15 Conectores entre sillares y ladrillos	6 (a-f)
		16 Incorporación de tirantes	5 (a-e)
		17 Traba y maclado de las fábricas	7 (a-g)
		18 Arriostramiento de los elementos verticales y sus arranques y cimentaciones	6 (a-f)
		19 Núcleo central rigidizador dentro de los elementos verticales	7 (a-g)
	04 Elasticidad y ductilidad	20 Tratamiento singular de las juntas	9 (a-i)
		21 Incorporación de elementos puntuales de mayor ductilidad	8 (a-h)
		22 Integración de elementos lineales de mayor ductilidad	5 (a-e)
		23 Composición material de mayor ductilidad del propio ladrillo o sillar	7 (a-g)

Fig.A.48 Sistemas sismorresistentes - Columnas y otros elementos verticales (Autor)

GRUPOS	TIPOS	SUBTIPOS	Nº variantes identificadas en cada subtipo
D - Cubiertas (bóvedas, cúpulas y otros elem. cubrición)	01 Aislamiento sísmico	01 Sistemas de deslizamiento en su encuentro con la estructura muraria	6 (a-f)
		02 Arranque de cubiertas mediante materiales de mayor resistencia	5 (a-e)
	02 Aligeramiento	03 Reducción de esbeltez y altura del centro de gravedad	4 (a-d)
		04 Rellenos aligerantes dentro de las cubiertas	4 (a-d)
		05 Utilización de sillares o ladrillos de composición material más ligera	4 (a-d)
		06 Distribución gradual de los materiales según su peso	4 (a-d)
		07 Reducción de decoración no estructural	6 (a-f)
		08 Vaciado interior y disminución de los espesores de cubrición	7 (a-g)
	03 Atado y unión de elementos	09 Refuerzos y armados integrados en las propias cubiertas	8 (a-h)
		10 Arriostramiento interno mediante arcos, costillas y nervios	8 (a-h)
		11 Arriostramiento de las bóvedas y cúpulas y sus arranques	6 (a-f)
		12 Traba y maclado de las fábricas	6 (a-f)
		13 Conectores entre sillares y ladrillos	6 (a-f)
		14 Disposición de capas dobles o triples de cubrición	7 (a-g)
		15 Núcleo central rigidizador entre las distintas capas de cubrición	6 (a-f)
		16 Conectores de refuerzo y arriostramiento entre distintas capas	8 (a-h)
		17 Incorporación de tirantes	10 (a-j)
	04 Elasticidad y ductilidad	18 Tratamiento singular de las juntas	9 (a-i)
		19 Incorporación de elementos puntuales de mayor ductilidad	6 (a-f)
		20 Integración de elementos lineales de mayor ductilidad	5 (a-e)
		21 Composición material de mayor ductilidad del propio ladrillo o sillar	6 (a-f)

Fig.A.49 Sistemas sismorresistentes - Cubiertas (Autor)

Referencia Sistema nº

A.1.1

**Grupo:**

A - Configuración general de la construcción

**Tipo:**

1 - Urbano (entorno)

Subtipo:

1 - Compacidad urbana

Regiones que lo emplearon:

Irán, Perú, Bengala

Material:

-

Descripción y comportamiento ante sismo:

Estrategia ligada al grado de anexión y arriostamiento que se produce de manera externa al edificio. No sólo en los edificios adyacentes a la propia construcción objeto de estudio, sino también todos aquellos edificios contiguos con un impacto estructural sobre el edificio principal.

Variantes y posibles desarrollos locales:

- Construcción completamente integrada en la trama urbana que lo rodea, con un nivel alto de compacidad, correspondiente a una consolidación urbana propia de los núcleos históricos muy consolidados.
- Construcción integrada en la trama urbana que lo rodea, con un nivel medio de compacidad, correspondiente a una consolidación urbana propia de los núcleos históricos muy consolidados, pero con espacios abiertos anexos.
- Construcción integrada en la trama urbana que lo rodea, con un nivel escaso o nulo de compacidad en su entorno más próximo.
- Construcción exenta o aislada de la trama urbana.



Imágenes (Figs. de esta página ya referenciadas en texto ppal.)

Referencia Sistema nº

A.1.2

**Grupo:**

A - Configuración general de la construcción

**Tipo:**

1 - Urbano (entorno)

Subtipo:

2 - Anexión externa de edificios adyacentes

Regiones que lo emplearon:

Irán, Perú

Material:

Los empleados en las construcciones contiguas.

Descripción y comportamiento ante sismo:

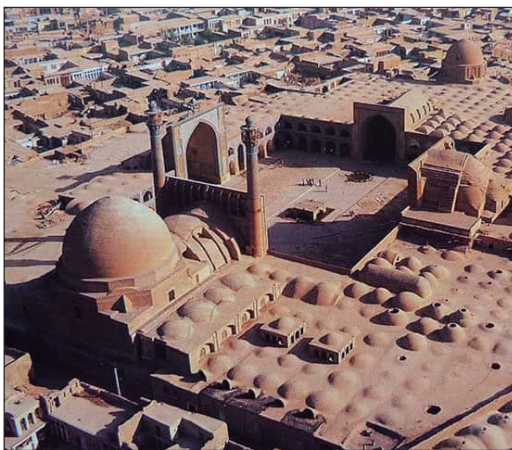
Consolidación exterior presente en determinadas construcciones que puede ayudar a apuntalar y consolidar de manera externa el esqueleto estructural de una determinada construcción, ya sean sus elementos portantes como aquellos que ejercen una función secundaria, estructuralmente hablando.

Variantes y posibles desarrollos locales:

a. Anexión de edificaciones externas en una proporción superior al 50% de su perímetro. La situación a la que dan lugar presenta características constructivas que favorecen la continuidad y un correcto arriostramiento externo de los elementos estructurales entre ambos edificios.

b. Anexión de edificaciones externas en una proporción inferior al 50% de su perímetro. La situación a la que dan lugar presenta características constructivas que favorecen la continuidad y un correcto arriostramiento externo de los elementos estructurales entre ambos edificios.

c. Anexión de edificaciones externas, pero sin continuidad estructural con el edificio principal, con un desempeño estructural reducido dentro de todo el conjunto.



Imágenes (Figs. de esta página ya referenciadas en texto ppal.)

Referencia Sistema nº

A.1.3

**Grupo:**

A - Configuración general de la construcción

**Tipo:**

1 - Urbano (entorno)

Subtipo:

3 - Fragmentación en volúmenes independientes

Regiones que lo emplearon:

Irán

Material:

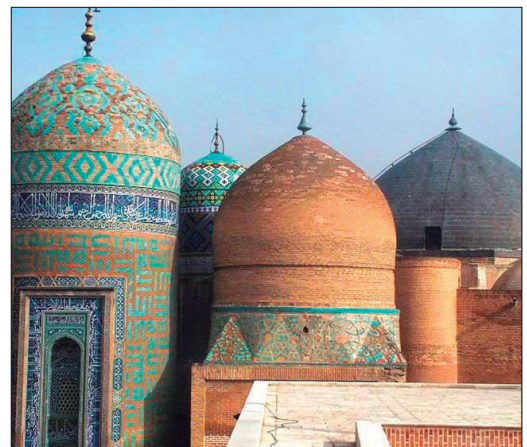
-

Descripción y comportamiento ante sismo:

La fragmentación en distintas volúmenes podía presentar mayor o menor independencia entre ellas, ya fuese mediante la conexión puntual de alguno de sus espacios o bien mediante la vinculación de dichos volúmenes a nivel de cimentaciones, reduciendo así la vulnerabilidad de tener una construcción demasiado monumental, pero beneficiándose también de un comportamiento unitario que otorga cierta rigidez y arriostramiento global a todo el conjunto.

Variantes y posibles desarrollos locales:

- Fragmentación generalizada del conjunto estructural principal en volúmenes independientes sin aparente conexión constructiva entre ellas.
- Fragmentación generalizada del conjunto estructural principal en volúmenes independientes conectadas de manera muy puntual a través de volúmenes adyacentes y con continuidad estructural y espacial.
- Fragmentación generalizada del conjunto estructural principal en volúmenes independientes conectadas de manera muy puntual a través de volúmenes adyacentes, pero sin continuidad estructural ni espacial.
- Fragmentación mínima dentro del conjunto estructural principal, reducida únicamente a pequeñas volúmenes secundarias sin aparente conexión constructiva entre ellas.



Imágenes (Figs. de esta página ya referenciadas en texto ppal.)

Referencia Sistema nº

A.1.4

**Grupo:**

A - Configuración general de la construcción

**Tipo:**

1 - Urbano (entorno)

Subtipo:

4 - Adaptación topográfica, urbana y climática

Regiones que lo emplearon:

Perú, Bengala

Material:

-

Descripción y comportamiento ante sismo:

La distribución de las grandes construcciones de fábrica sobre el terreno ayuda a mitigar la vulnerabilidad mediante estrategias que derivan de esta adaptación topográfica, ya sea por ejemplo aprovechando los afloramientos rocosos para implantar grandes construcciones masivas que se puedan beneficiar del aislamiento sísmico que les proporcionan estas formaciones o bien mediante la disposición de geometrías más orgánicas que se planteen en una mayor armonía estructural respecto al terreno. Este tipo de adaptación garantiza además el comportamiento de todo el sistema de cimentaciones, asegurando la evacuación del agua de lluvia, y evitando en última instancia el posible deterioro de los materiales que ejercen un papel fundamental a la hora de asegurar la estabilidad de todo el conjunto.

Variantes y posibles desarrollos locales:

- a. Adaptación de la construcción a la morfología del terreno natural existente.
- b. Adaptación de la construcción a las características resistentes o materiales del terreno existentes.
- c. Adaptación de la construcción a la distribución urbana existente o a construcciones preexistentes con mayor capacidad de resistencia y solidez.
- d. Adaptación de la construcción a las condiciones climatológicas externas de cara a evitar la degradación de ciertos materiales o elementos de determinadas edificaciones.



Imágenes (Figs. de esta página ya referenciadas en texto ppal.)

Referencia Sistema nº

A.1.5

**Grupo:**

A - Configuración general de la construcción

**Tipo:**

1 - Urbano (entorno)

Subtipo:

5 - Agrupación y atado de edificios

Regiones que lo emplearon:

Irán, Perú, Bengala

Material:

Fábricas pétreas, ladrillos cerámicos y adobe.

Descripción y comportamiento ante sismo:

Este sistema mejora el comportamiento unitario en el caso de complejos de escala de manzana urbana, aportando un arriostramiento adicional que en cierto modo favorece el comportamiento en forma de caja que tan beneficioso resulta para cualquier edificación individual. El agrupamiento permite una mayor y mejor disipación de la energía sísmica que pueda producirse en cualquiera de los puntos más vulnerables de la estructura, reduciendo la concentración de tensiones indeseadas en los puntos más conflictivos que podrían potenciarse en exceso en caso de actuar de manera independiente.

Variantes y posibles desarrollos locales:

- Agrupación y atado de volúmenes independientes conectadas a través de un "cinturón" de atado perimetral que recoge y engloba a una serie de edificaciones que quedan relacionadas a través de su superficie exterior.
- Agrupación y atado de volúmenes independientes conectadas a través de un núcleo masivo de mayor resistencia estructural que articula y vincula a través de su posición centralizadora la configuración estructural de cada una de estas construcciones secundarias.
- Agrupación y atado de volúmenes independientes conectadas a través de una capa de cimentaciones común que arriostra las piezas principales.



Imágenes (Figs. de esta página ya referenciadas en texto ppal.)

Referencia Sistema nº

A.2.6

**Grupo:**

A - Configuración general de la construcción

**Tipo:**

2 - Volumétrico (exterior)

Subtipo:

6 - Ortogonalidad exterior

Regiones que lo emplearon:

Irán, Perú, Bengala

Material:

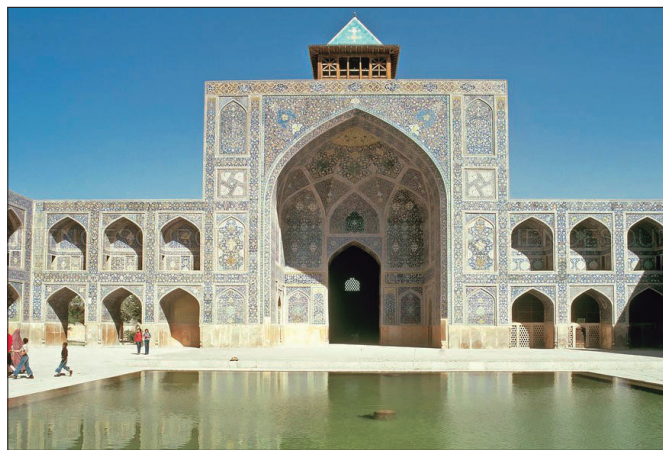
-

Descripción y comportamiento ante sismo:

Este tipo de ortogonalidad se revela como el más fiel reflejo del interior de los edificios más monumentales, con un esqueleto estructural que se manifiesta de cara al exterior no solo en su volumetría general, sino también a través de elementos repetitivos dispuestos ortogonalmente siguiendo una retícula común que se repite en el interior.

Variantes y posibles desarrollos locales:

- Volumetría compleja basadas en la repetición de un módulo ortogonal de geometrías cuadrangulares, y ortogonalidad muy marcada tanto en planta como en sección.
- Volumetría compleja basadas en la repetición de un módulo ortogonal de geometrías cuadrangulares, y ortogonalidad muy marcada en planta o en sección.
- Volumetría simple constituidas por elementos ortogonales o de geometrías cuadrangulares, y con una ortogonalidad muy marcada, tanto en planta como en sección.
- Volumetría simple constituidas por elementos ortogonales o de geometrías cuadrangulares, y con una ortogonalidad muy marcada en planta o en sección.



Imágenes (Figs. de esta página ya referenciadas en texto ppal.)

Referencia Sistema nº

A.2.7

**Grupo:**

A - Configuración general de la construcción

**Tipo:**

2 - Volumétrico (exterior)

Subtipo:

7 - Simetría exterior

Regiones que lo emplearon:

Irán, Perú, Bengala

Material:

-

Descripción y comportamiento ante sismo:

Estrategia que otorga gran estabilidad y rigidez a todo el conjunto. La continuidad que aporta la contraposición de elementos estructurales idénticos ayuda a generar unas condiciones estables orientadas a conseguir el conjunto más unitario posible, sobre todo cuando el elemento replicado una o varias veces forma parte del esqueleto estructural ortogonal que configura la totalidad del edificio.

Variantes y posibles desarrollos locales:

- Simetría exterior de volumetrías completas, en dos o más ejes distintos.
- Simetría exterior de volumetrías completas, en un único eje de cada plano.
- Simetría exterior de elementos parciales, en dos o más ejes distintos de cada plano.
- Simetría exterior de elementos parciales, en un único eje de cada plano.



Imágenes (Figs. de esta página ya referenciadas en texto ppal.)

Referencia Sistema nº

A.2.8

**Grupo:**

A - Configuración general de la construcción

**Tipo:**

2 - Volumétrico (exterior)

Subtipo:

8 - Compacidad volumétrica

Regiones que lo emplearon:

Irán, Perú, Bengala

Material:

-

Descripción y comportamiento ante sismo:

Este tipo de desarrollos reducen el riesgo de discontinuidades críticas en el transcurso de un terremoto, variando desde una acumulación de volumetrías sencillas en forma de caja hasta tipologías de planta centralizada, ya sean de planta circular o poligonal. La compacidad puede reproducirse en la propia sección del edificio, con una acumulación de los componentes más masivos localizados en la zona central de la construcción, evitando así disonancias que pudieran agravar los efectos de las fuerzas horizontales de los sismos.

Variantes y posibles desarrollos locales:

- Construcción de alta compacidad integrada en un único volumen principal que engloba toda la envolvente en torno a un núcleo central más masivo.
- Construcción de compacidad media integrada en un único volumen principal que engloba toda la envolvente, pero sin un núcleo central claro que actúe de polarizador.
- Construcción de alta compacidad compuesta por varios volúmenes conectados internamente en torno a un núcleo central que concentra los volúmenes principales.
- Construcción de compacidad media compuesta por varios volúmenes conectados internamente, pero sin un núcleo central claro que actúe de polarizador.



Imágenes (Figs. de esta página ya referenciadas en texto ppal.)

Referencia Sistema nº

A.2.9

**Grupo:**

A - Configuración general de la construcción

**Tipo:**

2 - Volumétrico (exterior)

Subtipo:

9 - Reducción de altura del centro de gravedad

Regiones que lo emplearon:

Irán, Perú, Bengala

Material:

-

Descripción y comportamiento ante sismo:

La diversidad de elementos que presentan una reducción de esbeltez comparado con otros casos del mismo estilo, tiene mucho que ver con el tipo de arquitectura que estamos analizando en cada caso, apoyándose normalmente en estrategias complementarias como la reducción de altura de los cuerpos perimetrales o la disposición piramidal de estos elementos.

Variantes y posibles desarrollos locales:

- Reducción de la esbeltez de todo el conjunto, mediante la distribución piramidal de la envolvente construida del esqueleto estructural principal.
- Reducción de la esbeltez de todo el conjunto, mediante la distribución cónica o troncocónica de la envolvente construida del esqueleto estructural principal.
- Reducción de la esbeltez de todo el conjunto, mediante la disposición de elementos adicionales lineales o perimetrales en la base, adosados de manera externa al esqueleto estructural principal.
- Reducción de la esbeltez de todo el conjunto, mediante la disposición de elementos adicionales puntuales en la base, adosados de manera externa al esqueleto estructural principal.



Imágenes (Figs. de esta página ya referenciadas en texto ppal.)

Referencia Sistema nº **A.2.10****Grupo:**

A - Configuración general de la construcción

**Tipo:**

2 - Volumétrico (exterior)

Subtipo:

10 - Compacidad urbana

Regiones que lo emplearon:

Irán, Perú, Bengala

Material:

-

Descripción y comportamiento ante sismo:

Estrategia desarrollada principalmente en columnas y otros elementos verticales, cuya verticalidad supone uno de los puntos más críticos a la hora de hacer frente a un episodio sísmico importante. Esta reducción de elementos voluminosos se depuró a nivel general en todo el conjunto exterior, evitando volúmenes excesivamente prominentes que pudiesen provocar daños mayores en la estructura principal en caso de colapso.

Variantes y posibles desarrollos locales:

- Integración de los elementos más voluminosos dentro de la envolvente estructural del conjunto arquitectónico.
- Reducción de la dimensión más desfavorable de las volumetrías de mayor prominencia que forman parte del conjunto arquitectónico.
- Sustitución y desarrollo de tipologías singulares de menor prominencia en las volumetrías de mayor proporción que forman parte del conjunto arquitectónico.
- Supresión de cuerpos completos en las volumetrías de mayor prominencia que forman parte del conjunto arquitectónico.



Imágenes (Figs. de esta página ya referenciadas en texto ppal.)

Referencia Sistema nº

A.2.11

**Grupo:**

A - Configuración general de la construcción

**Tipo:**

2 - Volumétrico (exterior)

Subtipo:

11 - Contrafuertes exteriores

Regiones que lo emplearon:

Irán, Perú, Bengala

Material:

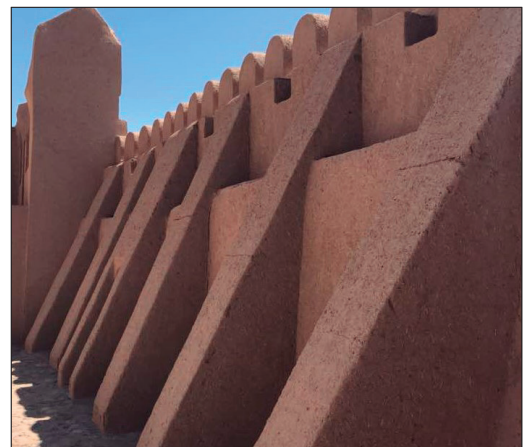
Fábricas pétreas, ladrillos cerámicos y adobe.

Descripción y comportamiento ante sismo:

Los refuerzos exteriores que apuntalan y minimizan los posibles desequilibrios de los esqueletos estructurales de estas grandes construcciones históricas pueden ser puntuales, lineales o superficiales, de todo tipo de tamaños y disposiciones. De esta forma se desarrollaron verdaderas subestructuras que, si bien pueden ejercer un papel funcional muy importante dentro de la configuración espacial del edificio, en realidad albergan una función estructural vital para asegurar la envolvente estructural de las construcciones más vulnerables.

Variantes y posibles desarrollos locales:

- a. Utilización de contrafuertes puntuales en el exterior de la envolvente.
- b. Utilización de contrafuertes perimetrales en el exterior de la envolvente.
- c. Utilización de contrafuertes superficiales en el exterior de la envolvente.
- d. Integración de contrafuertes puntuales en la propia envolvente del edificio.
- e. Integración de contrafuertes perimetrales en la propia envolvente del edificio.
- f. Integración de contrafuertes superficiales en la propia envolvente del edificio.



Imágenes (Figs. de esta página ya referenciadas en texto ppal.)

Referencia Sistema nº

A.2.12

**Grupo:**

A - Configuración general de la construcción

Tipo:

2 - Volumétrico (exterior)

Subtipo:

12 - Contrapesos superiores

Regiones que lo emplearon:

Irán, Perú, Bengala

Material:

Fábricas pétreas, ladrillos cerámicos y adobe.

Descripción y comportamiento ante sismo:

Este sistema traslada la concentración de tensiones al plano del suelo, acentuando la disipación de las fuerzas de cúpulas y arcos hacia el propio terreno. De esta forma es frecuente encontrar todo tipo de soluciones que recuerdan análogamente a la disposición de pináculos en el caso de la arquitectura gótica, cuya ubicación sobre los arbotantes de las catedrales y otras construcciones se conseguía acelerar y asegurar el proceso de desplazamiento de las cargas más significativas del esqueleto estructural.

Variantes y posibles desarrollos locales:

- Contrapesos integrados en el sistema de cubrición y la volumetría principal, utilizados como cerramiento horizontal de cubierta.
- Contrapesos puntuales ubicados sobre la estructura portante y la volumetría principal, utilizados como remates de elementos verticales.
- Contrapesos puntuales integrados en la estructura portante y la volumetría principal, utilizados como remates de elementos verticales.
- Contrapesos lineales ubicados sobre la estructura portante y la volumetría principal, empleados como remates de elementos verticales.
- Contrapesos lineales integrados en la estructura portante y la volumetría principal, utilizados como remates de elementos verticales.



Imágenes (Figs. de esta página ya referenciadas en texto ppal.)

Referencia Sistema nº **A.2.13**

**Grupo:**

A - Configuración general de la construcción

Tipo:

2 - Volumétrico (exterior)

Subtipo:

13 - Arcos de descarga

Regiones que lo emplearon:

Irán, Perú

Material:

Fábricas pétreas, ladrillos cerámicos y adobe.

Descripción y comportamiento ante sismo:

Medida orientada a liberar de cierta carga a determinados elementos de los edificios, como entramados murarios exteriores o cornisas, pudiéndose introducir con posterioridad a la construcción principal y de manera muy puntual en las zonas de mayor riesgo sísmico. En este sentido también es frecuente encontrar este tipo de sistemas entre edificios de distinta antigüedad, con ángulos algo forzados para asegurar una mínima conexión estable entre ambos desde un punto de vista estructural.

Variantes y posibles desarrollos locales:

- Arco de descarga perteneciente al esqueleto estructural principal, con continuidad estructural, material y espacial, que disipa las fuerzas y cargas horizontales del edificio directamente hacia el terreno u otra parte de la propia construcción.
- Arco de descarga de naturaleza constructiva distinta al esqueleto estructural principal, ya sea por discontinuidad estructural, material o espacial, que disipa las fuerzas y cargas horizontales del edificio directamente hacia el terreno u otra parte de la propia construcción.
- Arco de descarga perteneciente al esqueleto estructural principal, con continuidad estructural, material y espacial, que disipa las fuerzas y cargas horizontales del edificio sobre otras construcciones adyacentes.
- Arco de descarga de naturaleza constructiva distinta al esqueleto estructural principal, ya sea por discontinuidad estructural, material o espacial, que disipa las fuerzas y cargas horizontales del edificio sobre otras construcciones adyacentes.



Imágenes (Figs. de esta página ya referenciadas en texto ppal.)

Referencia Sistema nº

A.3.14

**Grupo:**

A - Configuración general de la construcción

**Tipo:**

3 - Espacial (interior)

Subtipo:

14 - Simetría interior

Regiones que lo emplearon:

Irán, Perú, Bengala

Material:

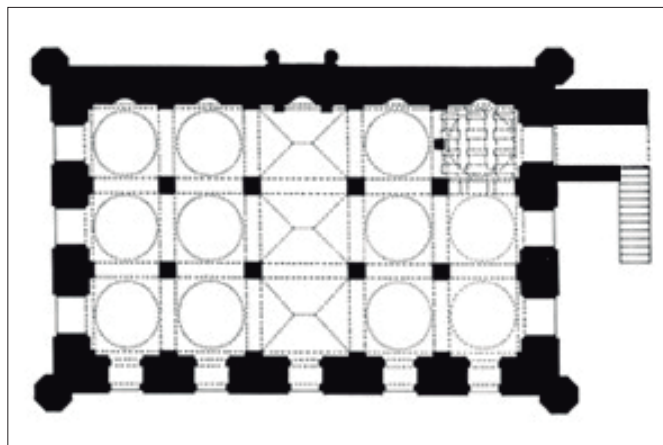
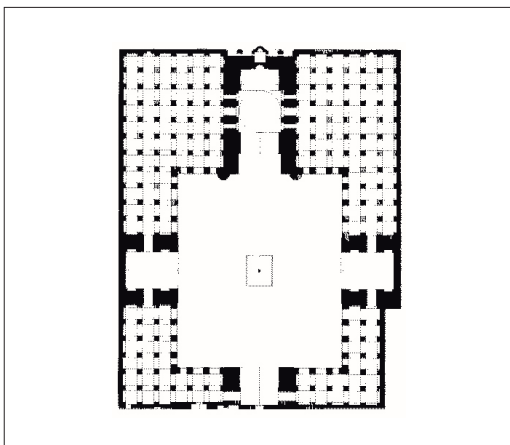
-

Descripción y comportamiento ante sismo:

Esta configuración favorece un comportamiento muy beneficioso dentro de la conformación estructural de los ambientes interiores, basados en la distribución simétrica de dichos espacios. Este tipo de disposiciones responde a uno de los principios antisísmicos esenciales, fundamentado en la distribución uniforme del peso y la rigidez, gracias a un mecanismo de simetría de los elementos constructivos más importantes.

Variantes y posibles desarrollos locales:

- Simetría en planta y sección, en dos o más ejes distintos de cada plano (planta/sección).
- Simetría en planta y sección, en un único eje de cada plano (planta/sección).
- Simetría en planta o en sección, en dos o más ejes distintos de cada plano (planta/sección).
- Simetría en planta o en sección, en un único eje de cada plano (planta/sección).



Imágenes (Figs. de esta página ya referenciadas en texto ppal.)

Referencia Sistema nº **A.3.15****Grupo:**

A - Configuración general de la construcción

**Tipo:**

3 - Espacial (interior)

Subtipo:

15 - Centralización de la planta

Regiones que lo emplearon:

Irán, Perú, Bengala

Material:

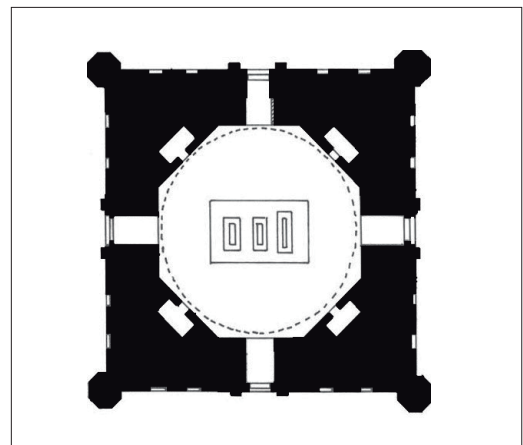
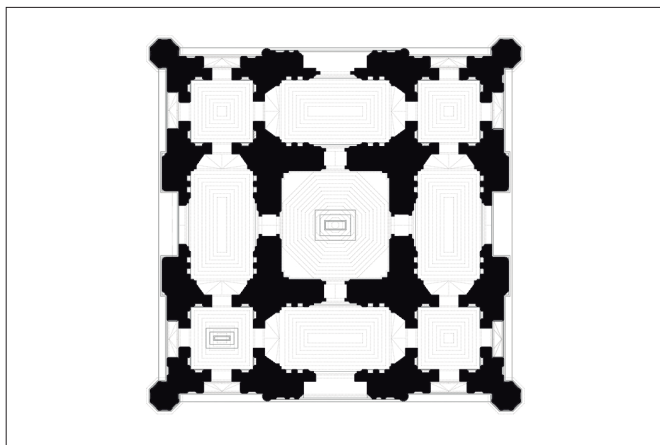
-

Descripción y comportamiento ante sismo:

La concepción de plantas centralizadas supone el mecanismo de simetría más intensificada, con una variedad formal expresada a través de multitud de tamaños, geometrías, escalas y tipologías, tal y como sucede en el caso de tumbas y mausoleos de distintas culturas.

Variantes y posibles desarrollos locales:

- Planta de base circular y distribución homogénea de las cargas estructurales a lo largo de todo su perímetro.
- Planta de base circular, pero con distribución focalizada en puntos concretos del perímetro geométrico.
- Planta de base cuadrada y distribución homogénea de las cargas estructurales a lo largo de todo su perímetro.
- Planta de base cuadrada, pero con distribución focalizada en puntos concretos del perímetro geométrico.
- Planta de base poligonal y distribución homogénea de las cargas estructurales a lo largo de todo su perímetro.
- Planta de base poligonal, pero con distribución focalizada en puntos concretos del perímetro geométrico.
- Planta de geometría mixta, tanto poligonales como circular, con distribución homogénea de las cargas estructurales.
- Planta de geometría mixta, tanto poligonal como circular, con distribución focalizada en puntos concretos del perímetro.



Imágenes (Figs. de esta página ya referenciadas en texto ppal.)

Referencia Sistema nº

A.3.16

**Grupo:**

A - Configuración general de la construcción

**Tipo:**

3 - Espacial (interior)

Subtipo:

16 - Modulación interior

Regiones que lo emplearon:

Irán, Perú, Bengala

Material:

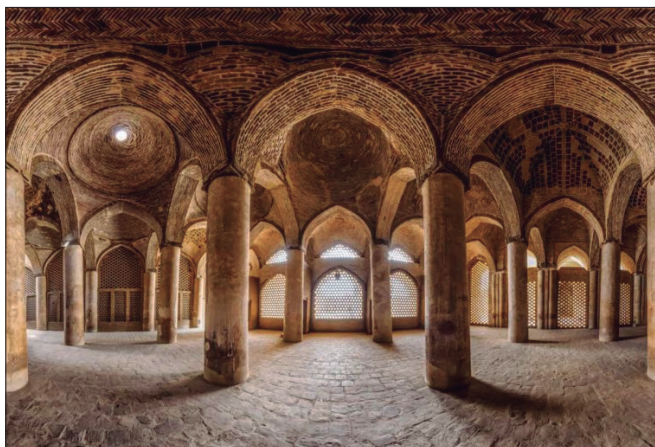
-

Descripción y comportamiento ante sismo:

La eficacia estructural de esta modulación tiene mucho que ver con la distribución de estos módulos, normalmente ortogonales y con una repetición de estos elementos que suele beneficiar a aquellos desarrollos con un menor número de módulos en planta y un mayor número de repeticiones de estos, buscando como resultado retículas lo más uniformes posibles.

Variantes y posibles desarrollos locales:

- Utilización de un único módulo (en planta) con idéntico desarrollo volumétrico en un mismo espacio interior.
- Utilización de un único módulo (en planta) con dos o más desarrollos volumétricos distintos en un mismo espacio interior.
- Utilización de dos módulos distintos (en planta), cada uno con su desarrollo volumétrico específico en un mismo espacio interior.
- Utilización de dos módulos distintos (en planta), cada uno de ellos con dos o más desarrollos volumétricos distintos en un mismo espacio interior.



Imágenes (Figs. de esta página ya referenciadas en texto ppal.)

Referencia Sistema nº

A.3.17**Grupo:**

A - Configuración general de la construcción

**Tipo:**

3 - Espacial (interior)

Subtipo:

17 - Disposición de naves a misma altura

Regiones que lo emplearon:

Irán, Perú, Bengala

Material:

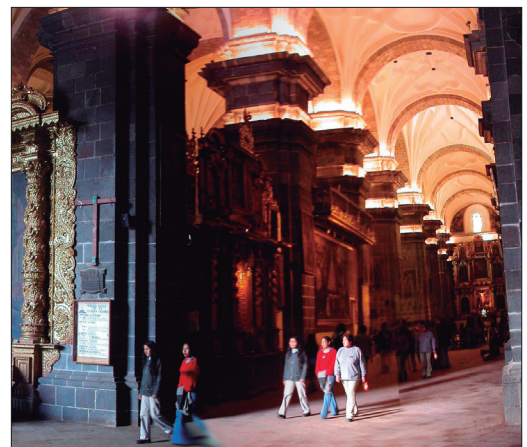
-

Descripción y comportamiento ante sismo:

El empleo de esta estrategia busca evitar discontinuidades en los soportes y concentración de tensiones en los puntos de encuentro entre distintas naves, beneficiando un comportamiento unitario de toda la estructura al transmitir los esfuerzos horizontales por la cubierta de una manera continua. Con ello se logra igualar el desempeño estructural de las columnas interiores, sobre todo en las naves con la misma luz entre apoyos.

Variantes y posibles desarrollos locales:

- Disposición de nave principal y naves secundarias a la misma altura, tanto hacia el interior como al exterior.
- Disposición de nave principal y naves secundarias a distinta altura en el interior, pero igualadas hacia el exterior.
- Disposición de nave principal y naves secundarias a distinta altura, tanto hacia el interior como al exterior.
- Disposición de nave principal y naves secundarias a distinta altura y de manera decreciente, con más de dos alturas distintas de nave.



Imágenes (Figs. de esta página ya referenciadas en texto ppal.)

Referencia Sistema nº **A.3.18****Grupo:**

A - Configuración general de la construcción

**Tipo:**

3 - Espacial (interior)

Subtipo:

18 - Integración de contrafuertes interiores dentro de la volumetría principal

Regiones que lo emplearon:

Irán, Perú, Bengala

Material:

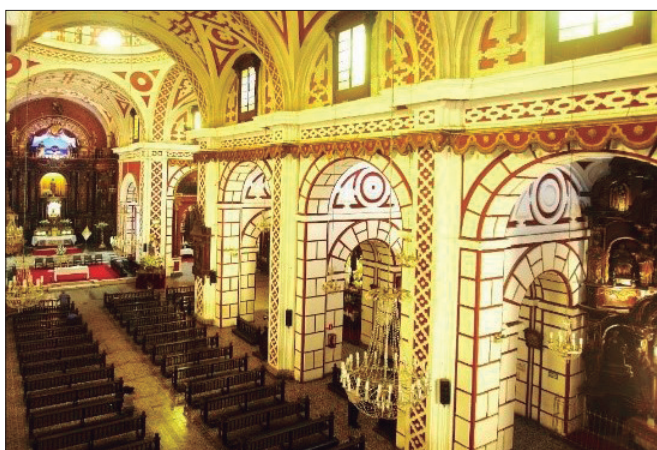
-

Descripción y comportamiento ante sismo:

La necesidad de crear distintos espacios auxiliares que complementan al uso principal del edificio provoca un encubrimiento de la función estructural de los contrafuertes integrados dentro de la volumetría principal. Este planteamiento difiere de su disposición habitual, normalmente ubicados en el perímetro del esqueleto estructural como refuerzo adicional para redirigir las cargas del edificio al terreno.

Variantes y posibles desarrollos locales:

- Contrafuertes interiores no conectados estructuralmente entre sí, utilizados como muros separadores entre distintos espacios de gran tamaño, como por ejemplo capillas, huecos de acceso o nichos de gran tamaño.
- Contrafuertes interiores conectados estructuralmente entre sí a través de un muro portante exterior, normalmente muy masivo.
- Contrafuertes completamente integrados en la estructura muraria portante exterior, con espesor igual o similar al del propio muro.



Imágenes (Figs. de esta página ya referenciadas en texto ppal.)

Referencia Sistema nº **A.3.19**

**Grupo:**

A - Configuración general de la construcción

**Tipo:**

3 - Espacial (interior)

Subtipo:

19 - Apertura e integración de huecos, nichos y hornacinas laterales

Regiones que lo emplearon:

Irán, Perú, Bengala

Material:

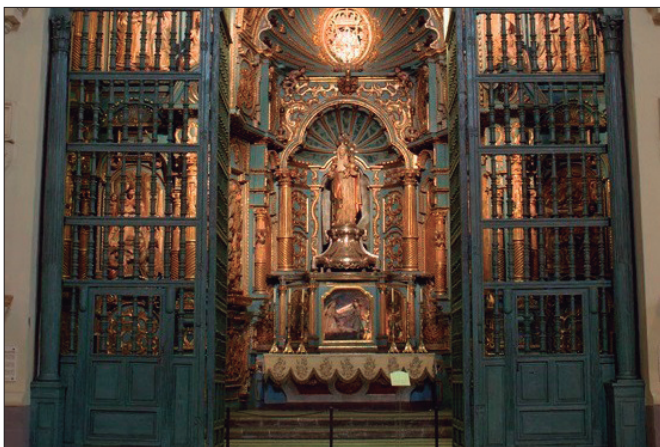
-

Descripción y comportamiento ante sismo:

El tamaño y disposición de este tipo de huecos tiene una importante función de aligeramiento, reduciendo de manera considerable la carga masiva de muchos muros portantes, principalmente aquellos situados en el perímetro estructural del edificio. Estos sistemas suelen conservar el trazado interno de las retículas interiores, tanto en la disposición de los elementos portantes puntuales interiores, como es el caso de las salas hipóstilas, como la disposición de posibles contrafuertes interiores dentro de la volumetría principal.

Variantes y posibles desarrollos locales:

- Apertura e integración de huecos y espacios de gran tamaño entre elementos portantes adyacentes y con conexión estructural entre ellos en el entramado murario de la envolvente, como grandes capillas o zonas de acceso y de paso.
- Apertura e integración de huecos y espacios de tamaño medio en el propio entramado murario de la envolvente, utilizados como pequeñas capillas o mihrabs.
- Apertura e integración de huecos y espacios de pequeño tamaño en el propio entramado murario de la envolvente, como nichos y hornacinas.



Imágenes (Figs. de esta página ya referenciadas en texto ppal.)

Referencia Sistema nº **A.4.20****Grupo:**

A - Configuración general de la construcción

**Tipo:**

4 - Constructivo (general)

Subtipo:

20 - Continuidad material en los distintos planos

Regiones que lo emplearon:

Irán, Perú, Bengala

Material:

En función de los materiales empleados en los distintos planos y el grado de continuidad material entre ellos.

Descripción y comportamiento ante sismo:

Esta continuidad material suele venir ligada, bien a un reforzamiento de las esquinas en el caso de presentar materiales más rígidos en los bordes de los planos, o bien a una estrategia de aligeramiento y aislamiento sísmico en el caso de emplear materiales distintos para cada plano.

Variantes y posibles desarrollos locales:

- Utilización de un mismo material para todos los planos que conforman el conjunto edificado.
- Utilización de dos materiales distintos en un mismo plano, con continuidad material en los encuentros con otros planos adyacentes, ya sean paños verticales o planos horizontales de cubrición.
- Utilización de dos materiales distintos en un mismo plano, sin continuidad material en los encuentros con otros planos adyacentes, ya sean paños verticales o planos horizontales de cubrición.
- Utilización de tres o más materiales distintos en un mismo plano, con continuidad material en los encuentros con otros planos adyacentes, ya sean paños verticales o planos horizontales de cubrición.
- Utilización de tres o más materiales distintos en un mismo plano, sin continuidad material en los encuentros con otros planos adyacentes, ya sean paños verticales o planos horizontales de cubrición.



Imágenes (Figs. de esta página ya referenciadas en texto ppal.)

Referencia Sistema nº **A.4.21**



Grupo:

A - Configuración general de la construcción



Tipo:

4 - Constructivo (general)

Subtipo:

21 - Inclinación de elementos constructivos

Regiones que lo emplearon:

Irán, Perú, Bengala

Material:

-

Descripción y comportamiento ante sismo:

La estrategia perseguida con las geometrías en forma de talud buscaba reforzar el comportamiento estructural de todo el conjunto o parte de él, principalmente como estrategia de mitigación de las enormes sacudidas a las que podía hacer frente la estructura en situaciones de terremoto. Su utilización también vino ligada a permitir cierto movimiento en los elementos más vulnerables de la estructura sin llegar a desequilibrarlos por completo, evitando en última instancia el colapso y los daños sobre otras zonas del edificio.

Variantes y posibles desarrollos locales:

- Inclinación de la totalidad del elemento principal que constituye el edificio, dando lugar a una envolvente con base circular y volumetría cónica o troncocónica.
- Inclinación de la totalidad del elemento principal que constituye el edificio, dando lugar a una envolvente con base poligonal y volumetría piramidal o troncopiramidal.
- Inclinación de determinados elementos puntuales, con base circular y volumetría cónica o troncocónica.
- Inclinación de determinados elementos puntuales, con base poligonal y volumetría piramidal o troncopiramidal.
- Inclinación de determinados elementos lineales o puntuales, dando lugar a volumetrías en forma de talud.



Imágenes (Figs. de esta página ya referenciadas en texto ppal.)

Referencia Sistema nº **A.4.22****Grupo:**

A - Configuración general de la construcción

**Tipo:**

4 - Constructivo (general)

Subtipo:

22 - Reducción del número y la dimensión de huecos

Regiones que lo emplearon:

Irán, Perú, Bengala

Material:

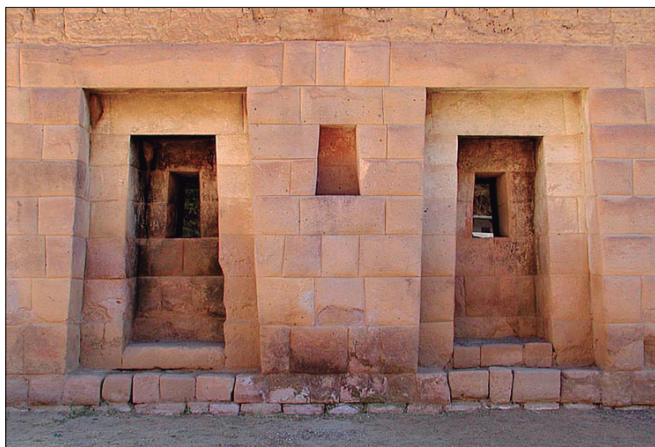
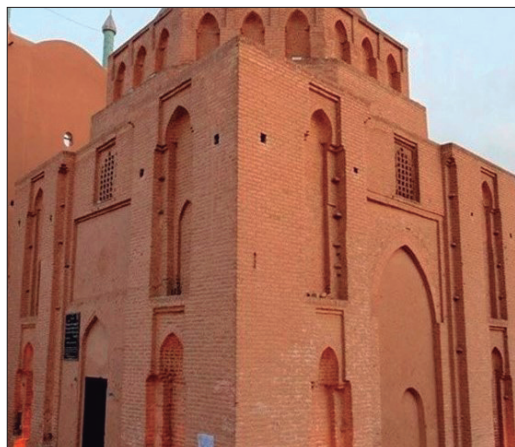
-

Descripción y comportamiento ante sismo:

Medidas orientadas a evitar los desajustes en la envolvente del edificio. La reducción y supresión de huecos responde a una búsqueda de continuidad en los elementos portantes principales, ya fuesen muros, cúpulas u otros elementos verticales de grandes dimensiones. La propia configuración de estas construcciones, en ocasiones con naves a la misma altura y sin presencia de grandes tambores bajo las cúpulas de los edificios monumentales, impedía la incorporación de huecos en las zonas más habituales del edificio.

Variantes y posibles desarrollos locales:

- Inexistencia de ventanas en la envolvente exterior del edificio.
- Representación simbólica y ornamental del hueco, mediante perfilado o relieve macizo con forma de puerta o ventana sobre el propio elemento constructivo.
- Relleno o tapiado de huecos existentes con el mismo material del entramado murario.
- Disposición de huecos con escalonamiento o reducción paulatina del ancho de abertura.



Imágenes (Figs. de esta página ya referenciadas en texto ppal.)

Referencia Sistema n° **A.4.23**



Grupo:

A - Configuración general de la construcción



Tipo:

4 - Constructivo (general)

Subtipo:

23 - Supresión de elementos no portantes y simplificación ornamental

Regiones que lo emplearon:

Irán, Perú, Bengala

Material:

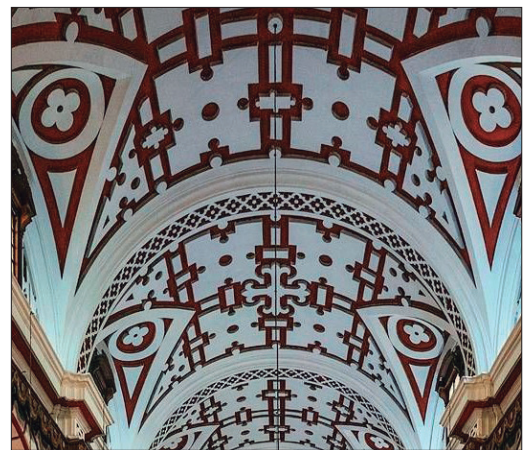
-

Descripción y comportamiento ante sismo:

En zonas de alta sismicidad se aprecia cierta simplificación ornamental si lo comparamos con construcciones equivalentes de otras regiones sin exposición al sismo. Más allá de la beneficiosa y reiterada sobriedad que encontramos en muchas de estas construcciones, los constructores suplieron esta simplificación ornamental con la introducción de distintos recursos decorativos, a través de un desarrollo singular de esta ornamentación integrada en la propia estructura.

Variantes y posibles desarrollos locales:

- Supresión de cualquier tipo de decoración no portante.
- Sustitución de la decoración no portante por ornamentación y motivos geométricos basados en el uso de distintos materiales y formatos de ladrillos y sillares, integrados en la propia estructura del edificio.
- Sustitución de la decoración no portante por ornamentación y motivos geométricos basados en el uso del color sobre los elementos constructivos que conforman la propia estructura del edificio.
- Sustitución de la decoración no portante por ornamentación y motivos geométricos basados en el uso de bajorrelieves resaltados sobre el plano exterior de la propia estructura del edificio.



Imágenes (Figs. de esta página ya referenciadas en texto ppal.)

Referencia Sistema nº

B.1.1

**Grupo:**

B - Estructura muraria

**Tipo:**

1 - Aislamiento sísmico

Subtipo:

1 - Disposición de distintas capas de cimentación bajo los muros

Regiones que lo emplearon:

Irán, Perú

Material:

Distintos materiales de origen geológico, animal o vegetal

Descripción y comportamiento ante sismo:

El comportamiento estructural de este tipo de sistemas fomenta la búsqueda de situaciones sismorresistentes que afrontan este aislamiento sísmico a través de la mitigación en la transmisión de la energía sísmica, englobando diversos tipos, pero también diferenciándose de otros subtipos que pueden disponerse a través de distintas capas, con un comportamiento estructural algo distinto, tal y como se ve en el siguiente subtipo.

Variantes y posibles desarrollos locales:

- Utilización de distintas capas de cimentación, de origen geológico, dispuestas de manera natural y sin compactar.
- Utilización de distintas capas de cimentación, de origen geológico, compactadas total o parcialmente.
- Utilización de distintas capas de cimentación, de origen animal o vegetal, dispuestas de manera natural y sin compactar.
- Utilización de distintas capas de cimentación, de origen animal o vegetal, compactadas total o parcialmente.
- Utilización de distintas capas de cimentación, tanto de origen geológico como animal o vegetal, dispuestas de manera natural y sin compactar.
- Utilización de distintas capas de cimentación, tanto de origen geológico como animal o vegetal, compactadas total o parcialmente.
- Utilización de una única capa de cimentación, de origen geológico y compactada.
- Utilización de una única capa de cimentación, de origen geológico y sin compactar.
- Utilización de una única capa de cimentación, de origen animal o vegetal.

Referencia Sistema nº

B.1.2

**Grupo:**

B - Estructura muraria

**Tipo:**

1 - Aislamiento sísmico

Subtipo:

2 - Sistemas de rodamiento y deslizamiento

Regiones que lo emplearon:

Irán, Perú

Material:

Distintos materiales de origen geológico, animal o vegetal

Descripción y comportamiento ante sismo:

Con los sistemas de rodamiento o deslizamiento se busca cierta mitigación, pero en ocasiones, también se fomenta cierto movimiento de los elementos más vulnerables de la estructura, evitando la acumulación de tensiones en los arranques de los muros. Los sistemas de rodamiento pueden favorecer su propio movimiento y el de los elementos que lo configuran, reasentándose en situaciones de sismo y dando como resultado una nueva situación de equilibrio que impide que el entramado murario acabe colapsando.

Variantes y posibles desarrollos locales:

- a. Sistema de rodamiento constituido por elementos independientes, de origen geológico.
- b. Sistema de rodamiento constituido por elementos relacionados entre sí, de origen geológico.
- c. Sistema de rodamiento constituido por elementos independientes, de origen animal o vegetal.
- d. Sistema de rodamiento constituido por elementos relacionados entre sí, de origen animal o vegetal.
- e. Sistema de rodamiento constituido por elementos independientes, tanto de origen geológico como animal o vegetal.
- f. Sistema de rodamiento constituido por elementos relacionados entre sí, tanto de origen geológico como animal o vegetal.



Imágenes (Figs. de esta página ya referenciadas en texto ppal.)

Referencia Sistema nº

B.1.3

**Grupo:**

B - Estructura muraria

**Tipo:**

1 - Aislamiento sísmico

Subtipo:

3 - Arranque de muros mediante zócalos de mayor resistencia

Regiones que lo emplearon:

Irán, Perú, Bengala

Material:

Fábricas pétreas, ladrillos cerámicos y adobe.

Descripción y comportamiento ante sismo:

Estos sistemas permiten absorber gran parte de la energía sísmica que se transmite en situaciones de terremoto. Este mecanismo suele ir ligado a la utilización de fábricas de mayor tamaño que las empleadas en el muro, aunque para aquellos casos en los que se recurre a formatos similares tanto en zócalo como en el entramado murario, normalmente se suele compensar con una mayor resistencia material de los elementos que conforman estos arranques.

Variantes y posibles desarrollos locales:

- Arranque de muros mediante zócalo a base de sillares de mayor dimensión que las fábricas empleadas en el entramado murario.
- Arranque de muros mediante zócalo a base de sillares de igual dimensión que las fábricas empleadas en el entramado murario, pero de mayor resistencia material.
- Arranque de muros mediante zócalo a base de mampuestos de mayor dimensión que las fábricas empleadas en el entramado murario.
- Arranque de muros mediante zócalo a base de mampuestos de igual dimensión que las fábricas empleadas en el entramado murario, pero de mayor resistencia material.
- Arranque de muros mediante zócalo a base de ladrillos de mayor dimensión que las fábricas empleadas en el entramado murario.



Imágenes (Figs. de esta página ya referenciadas en texto ppal.)

Referencia Sistema nº

B.1.4

**Grupo:**

B - Estructura muraria

**Tipo:**

1 - Aislamiento sísmico

Subtipo:

4 - Plataformas y basamentos inclinados o en forma de talud

Regiones que lo emplearon:

Irán, Perú, Bengala

Material:

Fábricas pétreas, ladrillos cerámicos y adobe.

Descripción y comportamiento ante sismo:

La inclinación de las plataformas de arranque de los esqueletos estructurales enfatizó el mecanismo de aislamiento sísmico que proporcionaba ya de por sí la utilización de estos grandes basamentos de apoyo. La configuración obtenida en el elemento de encuentro con el terreno ayudó a mejorar el comportamiento general del esqueleto estructural que se apoyó sobre estas plataformas, ayudando a mitigar la transmisión de fuerzas horizontales a la parte superior de la estructura.

Variantes y posibles desarrollos locales:

- a. Inclinación de la totalidad de la plataforma o basamento, con base poligonal y superficies rectas.
- b. Inclinación de la totalidad de la plataforma o basamento, con base circular y superficies curvas, a base de piezas inclinadas.
- c. Inclinación de la totalidad de la plataforma o basamento, con base circular y superficies curvas, a base de sillares o ladrillos rectos o mampuestos sin labrar.
- d. Inclinación de ciertas secciones de la plataforma o basamento, de base poligonal y superficies rectas.
- e. Inclinación de ciertas secciones de la plataforma o basamento, con base circular y superficies curvas, a base de piezas inclinadas.
- f. Inclinación de ciertas secciones de la plataforma o basamento, con base circular y superficies curvas, a base de sillares o ladrillos rectos o mampuestos sin labrar.



Imágenes (Figs. de esta página ya referenciadas en texto ppal.)

Referencia Sistema nº

B.1.5

**Grupo:**

B - Estructura muraria

**Tipo:**

1 - Aislamiento sísmico

Subtipo:

5 - Utilización de hiladas y piezas de gran tamaño y resistencia

Regiones que lo emplearon:

Irán, Perú, Bengala

Material:

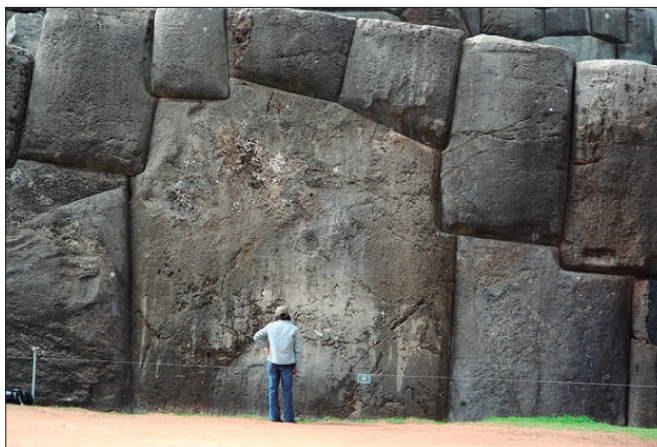
Fábricas pétreas y planchas metálicas

Descripción y comportamiento ante sismo:

El mecanismo utilizado en las propias plataformas y basamentos de arranque se extrapoló en algunos casos al propio entramado murario, favoreciendo un aislamiento sísmico en los elementos superiores a través de la disposición de hiladas y piezas de mayor tamaño y resistencia que contenían y minimizaban la transmisión de las fuerzas sísmicas a los elementos de cubrición más vulnerables.

Variantes y posibles desarrollos locales:

- a. Hilada completa de fábricas pétreas, de mayor tamaño y/o resistencia que las empleadas en el entramado murario.
- b. Varias hiladas completas de fábricas pétreas, de mayor tamaño y/o resistencia que las empleadas en el muro, y consecutivas.
- c. Varias hiladas completas de fábricas pétreas, de mayor tamaño y/o resistencia que las empleadas en el muro, y alternadas.
- d. Piezas puntuales de fábricas pétreas, sin continuidad en una hilada, de mayor tamaño y/o resistencia que las del muro.
- e. Hilada completa de planchas metálicas, de mayor resistencia que las fábricas empleadas en el muro.
- f. Varias hiladas completas de planchas metálicas, de mayor resistencia que las fábricas empleadas en el muro, y consecutivas.
- g. Varias hiladas completas de planchas metálicas, de mayor resistencia que las fábricas empleadas en el muro, y alternadas.
- h. Piezas puntuales de planchas metálicas, sin continuidad en una misma hilada, pero de mayor resistencia que las fábricas del muro.



Imágenes (Figs. de esta página ya referenciadas en texto ppal.)

Referencia Sistema nº

B.2.6

**Grupo:**

B - Estructura muraria

**Tipo:**

2 - Aligeramiento

Subtipo:

6 - Supresión de paños y otros elementos no portantes

Regiones que lo emplearon:

Irán, Perú, Bengala

Material:

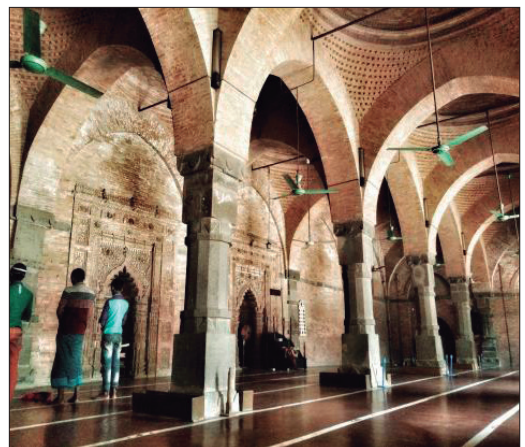
-

Descripción y comportamiento ante sismo:

Este sistema reduce el riesgo por efecto ariete sobre los entramados murarios que sí que ejercían un importante desempeño estructural de cualquier edificio. De esta forma, se llevó a cabo una supresión de este tipo de elementos masivos en aquellas construcciones ubicadas en zonas de alto riesgo sísmico, depurando todos aquellas particiones y piezas auxiliares en favor de una sinceridad estructural presente en la mayoría de edificios de estas regiones.

Variantes y posibles desarrollos locales:

- Inexistencia de paños y otros elementos no portantes adosados a muros estructurales, tanto por el exterior como por el interior del edificio.
- Inexistencia de paños y otros elementos no portantes adosados a muros estructurales por el exterior del edificio.
- Inexistencia de paños y otros elementos no portantes adosados a muros estructurales por el interior del edificio.
- Inexistencia de paños y otros elementos no portantes adosados a columnas y otros verticales con función estructural.



Imágenes (Figs. de esta página ya referenciadas en texto ppal.)

Referencia Sistema nº

B.2.7

**Grupo:**

B - Estructura muraria

**Tipo:**

2 - Aligeramiento

Subtipo:

7 - Rellenos aligerantes dentro del entramado murario

Regiones que lo emplearon:

Irán, Perú, Bengala

Material:

Conglomerantes y elementos de relleno de origen pétreo, cerámico, vegetal o animal

Descripción y comportamiento ante sismo:

El empleo de rellenos aligerantes en los núcleos de los muros favorece un comportamiento estructural unitario en situaciones de sismo. El desempeño estructural de este tipo de rellenos es muy similar al implementado también en las columnas, con un funcionamiento que permite tener un anillo externo rígido, y un núcleo interno más ligero que aglutina y conecta ambas caras internas de los entramados murarios, que pueden presentar normalmente un acabado rugoso e irregular o, por el contrario, liso y moderadamente labrado.

Variantes y posibles desarrollos locales:

- Rellenos aligerantes confinados en el interior de los entramados murarios estructurales, a base de un único material conglomerante.
- Rellenos aligerantes mixtos confinados en el interior de los entramados murarios estructurales, a base de un material conglomerante y otros elementos de relleno de origen pétreo.
- Rellenos aligerantes mixtos confinados en el interior de los entramados murarios estructurales, a base de un material conglomerante y otros elementos de relleno de origen cerámico.
- Rellenos aligerantes mixtos confinados en el interior de los entramados murarios estructurales, a base de un material conglomerante y otros elementos de relleno de origen vegetal o animal.



Imágenes (Figs. de esta página ya referenciadas en texto ppal.)

Referencia Sistema nº

B.2.8

**Grupo:**

B - Estructura muraria

**Tipo:**

2 - Aligeramiento

Subtipo:

8 - Reemplazo del mortero por conectores puntuales de mayor ligereza

Regiones que lo emplearon:

Irán, Perú

Material:

Materiales de origen metálico, vegetal o pétreo.

Descripción y comportamiento ante sismo:

Una de las estrategias sismorresistentes más empleadas en la arquitectura histórica de fábrica de cara a lograr aligerar en cierto modo las construcciones es la sustitución del mortero por conectores puntuales situados entre fábricas, ocultas a simple vista en los muros que permanecen en pie, reduciendo el peso del muro sin necesidad de tener que renunciar al efecto aglutinante que ejerce el mortero.

Variantes y posibles desarrollos locales:

- Sustitución de la capa de mortero por conectores puntuales de origen metálico.
- Sustitución de la capa de mortero por conectores puntuales de origen vegetal.
- Sustitución de la capa de mortero por conectores puntuales de tipo conglomerante.
- Sustitución de la capa de mortero por conectores puntuales de tipo pétreo.
- Sustitución de la capa de mortero por conectores puntuales de tipo mixto, ya sea mediante conectores de distinto tipo o la combinación de distintos materiales de la misma naturaleza para un mismo conector.



Imágenes (Figs. de esta página ya referenciadas en texto ppal.)

Referencia Sistema nº

B.2.9

**Grupo:**

B - Estructura muraria

**Tipo:**

2 - Aligeramiento

Subtipo:

9 - Utilización de sillares o ladrillos de composición material más ligera

Regiones que lo emplearon:

Irán, Perú, Bengala

Material:

Fábricas pétreas de origen ígneo, ladrillos cerámicos aligerados y adobes con fibras vegetales.

Descripción y comportamiento ante sismo:

La utilización de sillares o ladrillos de composición material más ligera fue uno de los sistemas que permitieron su puesta en práctica en la totalidad del muro, pudiéndose aplicar de manera más o menos puntual, en determinadas hiladas o bien en grandes áreas de determinados paños del muro.

Variantes y posibles desarrollos locales:

- Utilización de sillares o ladrillos de composición material más ligera que las empleadas en el entramado murario, dispuestos en una hilada completa.
- Utilización de sillares o ladrillos de composición material más ligera que las empleadas en el entramado murario, dispuestos en varias hiladas completas y colocadas de manera consecutiva.
- Utilización de sillares o ladrillos de composición material más ligera que las empleadas en el entramado murario, dispuestos en varias hiladas completas pero alternadas respecto a las hiladas principales.
- Utilización de sillares o ladrillos de composición material más ligera que las empleadas en el entramado murario, dispuestos de manera puntual y sin continuidad en una misma hilada.



Imágenes (Figs. de esta página ya referenciadas en texto ppal.)

Referencia Sistema nº

B.2.10

**Grupo:**

B - Estructura muraria

**Tipo:**

2 - Aligeramiento

Subtipo:

10 - Distribución gradual de los materiales según su peso

Regiones que lo emplearon:

Irán, Perú, Bengala

Material:

-

Descripción y comportamiento ante sismo:

Este sistema viene ligado a la correcta distribución de éstos en función de sus cualidades materiales, con los materiales de mayor peso en las secciones inferiores y los más ligeros en las zonas superiores. Como resultado, la combinación de las distintas fábricas empleadas permitió explorar distintas vías para dotar de resistencia, y también de cierta ligereza, a los paños con función estructural.

Variantes y posibles desarrollos locales:

- Distribución gradual de la totalidad de materiales que conforman el entramado murario portante de la totalidad del edificio.
- Distribución gradual de la totalidad de materiales que conforman el entramado murario portante perimetral.
- Distribución gradual de la totalidad de materiales que conforman determinados entramados murarios portantes del edificio.
- Distribución gradual de los materiales que constituyen el arranque, cuerpo y coronación de los muros.
- Distribución gradual únicamente de los materiales que constituyen el arranque de los muros.



Imágenes (Figs. de esta página ya referenciadas en texto ppal.)

Referencia Sistema nº

B.2.11

**Grupo:**

B - Estructura muraria

**Tipo:**

2 - Aligeramiento

Subtipo:

11 - Reducción de decoración no estructural

Regiones que lo emplearon:

Irán, Perú, Bengala

Material:

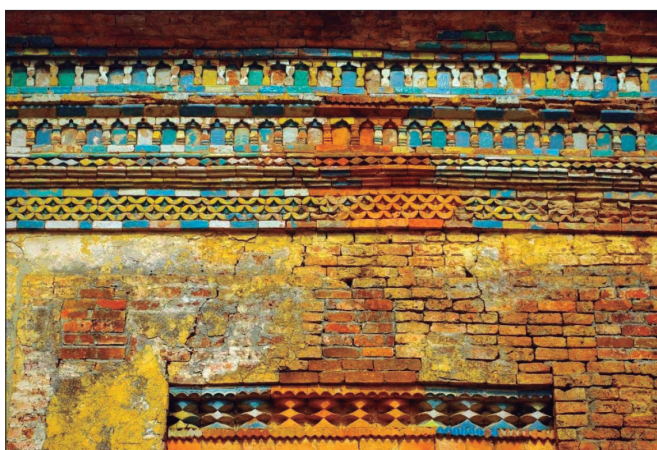
Fábricas pétreas, ladrillos y adobe integrados en el entramado murario portante, azulejos y pigmentos de color.

Descripción y comportamiento ante sismo:

La simplificación ornamental de los elementos que componen las construcciones históricas más monumentales se extrapoló también a los propios entramados murarios, donde la utilización de decoración no estructural raramente se manifestó en el caso del patrimonio histórico ubicado en zonas de alta sismicidad.

Variantes y posibles desarrollos locales:

- Supresión de cualquier tipo de decoración no portante.
- Sustitución de decoración no portante por ornamentación basada en el uso de distintos materiales integrados en el muro.
- Sustitución de decoración no portante por ornamentación basada en el uso de distintos formatos de ladrillos y sillares, integrados en el propio entramado murario del edificio.
- Sustitución de decoración no portante por ornamentación basada en el uso del color sobre los elementos constructivos que conforman el propio entramado murario del edificio.
- Sustitución de decoración no portante por ornamentación basada en el uso de azulejos sobre el plano exterior del entramado murario.
- Sustitución de decoración no portante por ornamentación basada en el uso de bajorrelieves resaltados sobre el plano exterior del muro.



Imágenes (Figs. de esta página ya referenciadas en texto ppal.)

Referencia Sistema nº

B.3.12

**Grupo:**

B - Estructura muraria

**Tipo:**

3 - Atado y unión de elementos

Subtipo:

12 - Entramados de enjutas

Regiones que lo emplearon:

Irán, Bengala

Material:

Fábricas pétreas, ladrillos cerámicos y adobe.

Descripción y comportamiento ante sismo:

La utilización de estos entramados enjutados favorece un comportamiento unitario en situaciones de sismo. A la hora de plantear estos enjutamientos, resulta determinante el grado de enjutamiento empleado en las naves principales, con un comportamiento mejorado en el caso de enjutar no sólo los arcos principales (formeros), sino también los arcos transversales (fajones), que permiten un arriostramiento más acentuado en toda la sección superior del esqueleto estructural.

Variantes y posibles desarrollos locales:

- Enjutamiento de los arcos perimetrales principales (formeros), en edificaciones con una única nave.
- Enjutamiento de los arcos principales y transversales (formeros+fajones), en edificaciones con una única nave.
- Enjutamiento de los arcos perimetrales principales (formeros), en edificaciones con dos o tres naves a la misma altura.
- Enjutamiento de los arcos principales y transversales (formeros+fajones), en edificaciones con dos o tres naves a la misma altura.
- Enjutamiento de los arcos perimetrales principales (formeros), en edificaciones con cuatro o más naves a la misma altura.
- Enjutamiento de los arcos principales y transversales (formeros+fajones), en edificaciones con cuatro o más naves a la misma altura.



Imágenes (Figs. de esta página ya referenciadas en texto ppal.)

Referencia Sistema nº

B.3.13

**Grupo:**

B - Estructura muraria

**Tipo:**

3 - Atado y unión de elementos

Subtipo:

13 - Refuerzos y armados integrados dentro del entramado murario

Regiones que lo emplearon:

Irán

Material:

Refuerzos de origen vegetal, metálico y pétreo.

Descripción y comportamiento ante sismo:

Estos sistemas de refuerzo actúan no sólo desde el punto de vista del atado estructural, sino también para alcanzar cierto aligeramiento de la estructura en muchos casos, tal y como sucede con los esqueletos y entramados de madera incrustados en las esquinas y huecos. De esta forma se logran reforzar los entramados murarios de manera análoga al funcionamiento que presentan recursos constructivos como el hormigón armado contemporáneo.

Variantes y posibles desarrollos locales:

- a. Refuerzos puntuales de origen vegetal incrustados dentro del entramado murario.
- b. Refuerzos puntuales de origen metálico incrustados dentro del entramado murario.
- c. Refuerzos puntuales de tipo pétreo incrustados dentro del entramado murario.
- d. Combinación de refuerzos puntuales, dando lugar a refuerzos de tipo mixto incrustados en el muro, ya sean de distinta o igual naturaleza.
- e. Refuerzos o armados continuos, de origen vegetal e incrustados dentro del entramado murario.
- f. Refuerzos o armados continuos, de origen metálico e incrustados dentro del entramado murario.
- g. Refuerzos o armados continuos, de tipo pétreo e incrustados dentro del entramado murario.
- h. Combinación de refuerzos o armados continuos, dando lugar a refuerzos de tipo mixto incrustados dentro del entramado murario, ya sea mediante la combinación de materiales de distinta o de la misma naturaleza.



Imágenes (Figs. de esta página ya referenciadas en texto ppal.)

Referencia Sistema nº

B.3.14

**Grupo:**

B - Estructura muraria

**Tipo:**

3 - Atado y unión de elementos

Subtipo:

14 - Refuerzos de esquinas y huecos a través de sus propias fábricas

Regiones que lo emplearon:

Irán, Perú, Bengala

Material:

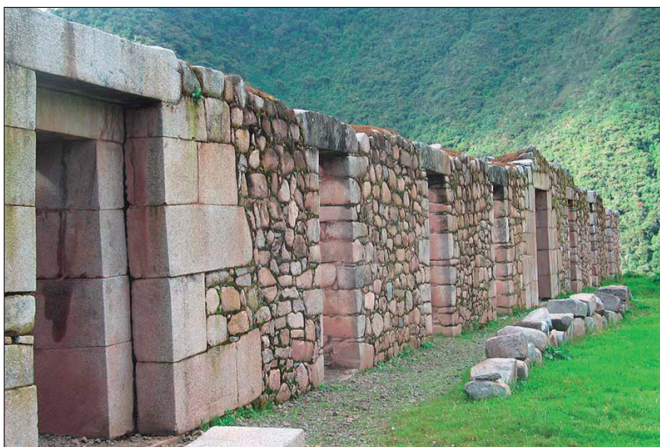
Fábricas pétreas, ladrillos cerámicos y adobe.

Descripción y comportamiento ante sismo:

Los refuerzos en esquinas y huecos evitan la acumulación tensiones en situaciones de terremoto, mitigando el riesgo de desplazamiento de las fábricas y posterior colapso de estos elementos tan relevantes desde el punto de vista estructural. Para lograrlo los constructores de las distintas regiones sísmicas idearon distintos sistemas de refuerzo de estos puntos, ya fuese a través de las propias fábricas o mediante elementos auxiliares incrustados en ellas.

Variantes y posibles desarrollos locales:

- Utilización de sillares en forma de L para atar hiladas adyacentes ubicadas en dos planos distintos.
- Utilización de un único sillar de forma poligonal para configurar al mismo tiempo la esquina entre jamba y dintel, o jamba y antepecho.
- Utilización de un mismo sillar con forma poligonal para configurar al mismo tiempo las dos esquinas entre dintel, jamba y antepecho.
- Utilización de sillares reforzados con ensanchamiento o relieve en las esquinas.
- Utilización de fábricas de mayor tamaño en comparación con las empleadas en el entramado murario, dentro del plano del muro, empleadas para configurar los huecos o esquinas.
- Utilización de fábricas de mayor tamaño en comparación con las empleadas en el entramado murario, fuera del plano del muro, empleadas para configurar huecos o esquinas recrecidos.
- Utilización de fábricas de mayor resistencia en comparación con las empleadas en el muro, con el fin de configurar los huecos o esquinas.



Imágenes (Figs. de esta página ya referenciadas en texto ppal.)

Referencia Sistema nº

B.3.15

**Grupo:**

B - Estructura muraria

**Tipo:**

3 - Atado y unión de elementos

Subtipo:

15 - Refuerzos exteriores, contrafuertes y arcos de descarga

Regiones que lo emplearon:

Irán, Perú, Bengala

Material:

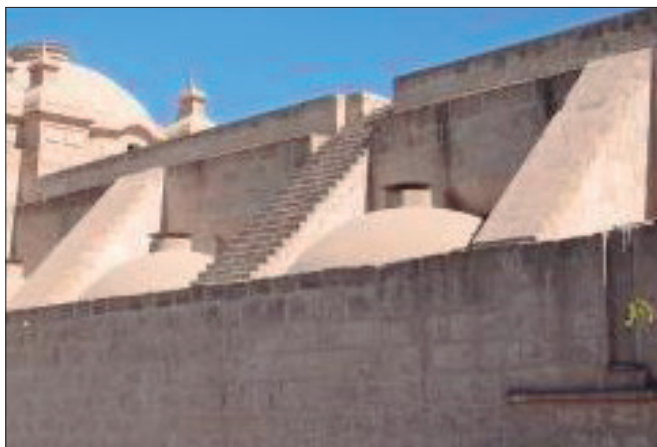
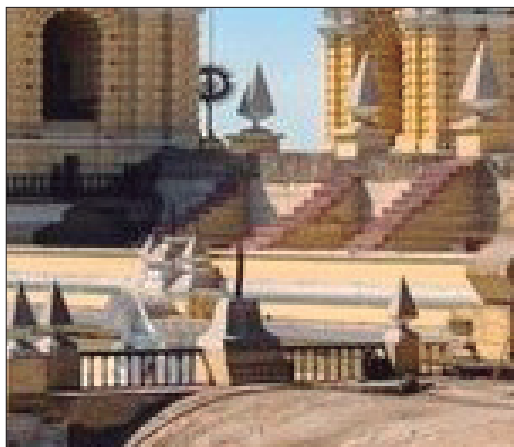
Fábricas pétreas, ladrillos cerámicos y adobe.

Descripción y comportamiento ante sismo:

Sistema de refuerzo situado mayoritariamente en el exterior de los edificios pero que también tuvo su manifestación hacia el interior de los edificios en algunos casos, integrando estos contrafuertes y arcos de descarga dentro de la propia estructura y mimetizando su desempeño estructural con otros fines de tipo funcional.

Variantes y posibles desarrollos locales:

- Contrafuertes exteriores, de la misma altura que el entramado murario, y con sección recta y continua.
- Contrafuertes interiores, de la misma altura que el entramado murario, y con sección recta y continua.
- Contrafuertes exteriores, de la misma altura que el entramado murario, y con sección recta y decreciente.
- Contrafuertes exteriores, de menor altura que el entramado murario, y con sección recta y continua.
- Contrafuertes exteriores, de menor altura que el entramado murario al que da soporte, y con sección recta y decreciente.
- Contrafuertes exteriores, de la misma altura que el entramado murario, y con sección curva y continua.
- Contrafuertes exteriores, de la misma altura que el entramado murario, y con sección curva y decreciente.
- Contrafuertes exteriores, de menor altura que el entramado murario, y con sección curva y continua.
- Contrafuertes exteriores, de menor altura que el entramado murario, y con sección curva y decreciente.
- Utilización de arcos de descarga exteriores.
- Utilización de arcos de descarga interiores.



Imágenes (Figs. de esta página ya referenciadas en texto ppal.)

Referencia Sistema nº

B.3.16

**Grupo:**

B - Estructura muraria

**Tipo:**

3 - Atado y unión de elementos

Subtipo:

16 - Conectores entre sillares y ladrillos

Regiones que lo emplearon:

Irán, Perú

Material:

Clavijas, planchas y grapas metálicas, conglomerantes y piezas de origen pétreo, cerámico o vegetal.

Descripción y comportamiento ante sismo:

En este sistema, la disposición de estos elementos suele llevarse a cabo entre las distintas caras adyacentes de los propios sillares o ladrillos, incrustándose mediante distintos tipos de hendiduras en las caras internas del muro, ocultas a simple vista desde cualquier de las superficies del muro. La gran variabilidad geométrica de las distintas soluciones implementadas en el patrimonio histórico de fábrica queda patente en los numerosos antecedentes de este tipo de sistemas sismorresistentes, algunos de ellos con miles de años de antigüedad.

Variantes y posibles desarrollos locales:

- Conectores en forma de clavijas y grapas incrustadas en hendiduras realizadas en caras horizontales y/o verticales de piezas adyacentes.
- Conectores en forma de travesaños incrustados en hendiduras realizadas en las caras horizontales y/o verticales de piezas adyacentes.
- Conectores en forma de planchas situadas en las caras horizontales y/o verticales de piezas adyacentes.
- Conectores en forma de rellenos conglomerantes vertidos y endurecidos sobre hendiduras realizadas en las caras horizontales y/o verticales de piezas adyacentes.
- Conectores en forma de fundidos metálicos vertidos y endurecidos sobre hendiduras realizadas en las caras horizontales y/o verticales de piezas adyacentes.
- Conectores en forma de fábricas transversales de mayor tamaño, perpendiculares al muro.



Imágenes (Figs. de esta página ya referenciadas en texto ppal.)

Referencia Sistema nº

B.3.17

**Grupo:**

B - Estructura muraria

**Tipo:**

3 - Atado y unión de elementos

Subtipo:

17 - Incorporación de tirantes y codales

Regiones que lo emplearon:

Irán, Perú, Bengala

Material:

Piezas principalmente de origen vegetal o metálico.

Descripción y comportamiento ante sismo:

Estos sistemas permiten atar distintos elementos entre sí, asegurando un comportamiento unitario de todo el esqueleto estructural del edificio, y evitando en última instancia el colapso de muros muy próximos entre sí que pudieran verse afectados por derrumbes parciales. La utilización de estos sistemas podía llevarse a cabo durante el proceso de construcción o a posteriori, una vez que la estructura experimentase los efectos destructivos de los sismos.

Variantes y posibles desarrollos locales:

- Incorporación de tirantes y codales metálicos entre distintos entramados murarios adyacentes.
- Incorporación de tirantes y codales metálicos entre entramados murarios y columnas u otros elementos verticales portantes adyacentes.
- Incorporación de tirantes y codales de madera entre distintos entramados murarios adyacentes.
- Incorporación de tirantes y codales de madera entre entramados murarios y columnas u otros elementos verticales portantes adyacentes.



Imágenes (Figs. de esta página ya referenciadas en texto ppal.)

Referencia Sistema nº

B.3.18

**Grupo:**

B - Estructura muraria

**Tipo:**

3 - Atado y unión de elementos

Subtipo:

18 - Traba y maclado de las fábricas

Regiones que lo emplearon:

Irán, Perú, Bengala

Material:

Fábricas pétreas, ladrillos cerámicos y adobe.

Descripción y comportamiento ante sismo:

El desarrollo experimentado por muchas culturas en lo que respecta al tallado y maclado de las fábricas tuvo un impacto excepcional en el arriostramiento interno de los entramados murarios más monumentales. En el caso de las fábricas de ladrillo, las distintas leyes de traba suplieron en cierto modo un atado algo menos preciso que en el caso de las fábricas pétreas, donde los niveles de minuciosidad a la hora de plantear los encuentros entre sillares podían llegar a alcanzar altas cotas de precisión incluso en muros de menor entidad estructural.

Variantes y posibles desarrollos locales:

- Aparejo de tipo poligonal, con piezas de varios lados y ángulos, pero perfectamente talladas y pulidas, con un encaje milimétrico entre sí.
- Aparejo de tipo ciclópeo, con piezas de gran tamaño, pero con un gran nivel de tallado en sus caras. Puede presentar con piezas más pequeñas como "relleno" entre grandes bloques.
- Aparejo de tipo sedimentario, con piezas trapezoidales o rectangulares de gran labrado y formando hiladas horizontales bien definidas.
- Aparejo de tipo celular, con piezas labradas con acabado convexo y encajadas al milímetro entre sí.
- Aparejo de tipo rústico, con piezas poco labradas y colocadas sin gran acomodo, rellenando vacíos con tierra y cantos rodados.
- Entramado murario con fábricas de acabado deliberadamente rugoso e irregular para un mejor agarre del mortero utilizado.
- Entramado murario con aparejo de tipo mixto, combinación de dos o más tipos de formatos de aparejo distinto.



Imágenes (Figs. de esta página ya referenciadas en texto ppal.)

Referencia Sistema nº

B.3.19

**Grupo:**

B - Estructura muraria

**Tipo:**

3 - Atado y unión de elementos

Subtipo:

19 - Arriostramiento de los muros y sus arranques y cimentaciones

Regiones que lo emplearon:

Irán, Perú, Bengala

Material:

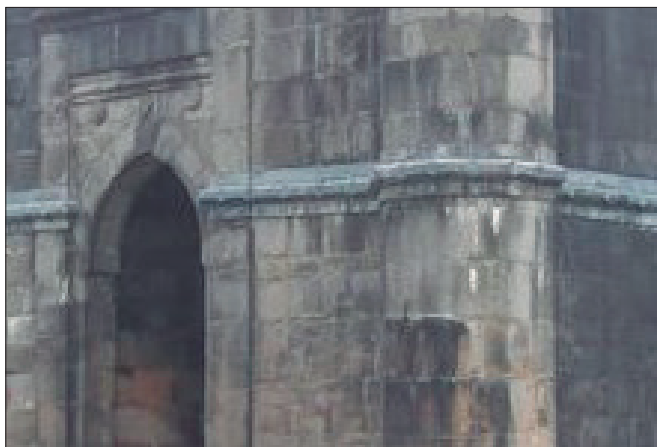
Fábricas pétreas, ladrillos cerámicos y adobe.

Descripción y comportamiento ante sismo:

El atado perimetral exterior supone una de las medidas de atado más relevantes de cara a lograr un comportamiento lo más unitario y estable posible, evitando así posibles desajustes a la hora de enfrentar los desplazamientos horizontales de cualquier seísmo, incluso desde el planteamiento de la propia cimentación.

Variantes y posibles desarrollos locales:

- Arriostramiento perimetral de todo el entramado murario a través de un único cinturón de atado compuesto por piezas de mayor resistencia y/o dimensión que las fábricas empleadas en el muro.
- Arriostramiento perimetral de todo el entramado murario a través de dos o más cinturones de atado compuestos por piezas de mayor resistencia y/o dimensión que las fábricas empleadas en el muro.
- Arriostramiento perimetral de todo el arranque del muro a través de un único cinturón de atado dispuesto en la base, y compuesto por una o varias hiladas de piezas de mayor resistencia y/o dimensión que las fábricas empleadas en el entramado murario.
- Arriostramiento completo de toda la cimentación a través de piezas de mayor resistencia y/o dimensión que las fábricas del muro.
- Arriostramiento perimetral o parcial de la cimentación a través de piezas de mayor resistencia y/o dimensión que las fábricas del muro.
- Arriostramiento combinado en la cimentación y el muro, a través de piezas de mayor resistencia y/o dimensión que las del muro.



Imágenes (Figs. de esta página ya referenciadas en texto ppal.)

Referencia Sistema nº **B.4.20**

**Grupo:**

B - Estructura muraria

**Tipo:**

4 - Elasticidad y ductilidad

Subtipo:

20 - Tratamiento singular de las juntas

Regiones que lo emplearon:

Irán, Perú, Bengala

Material:

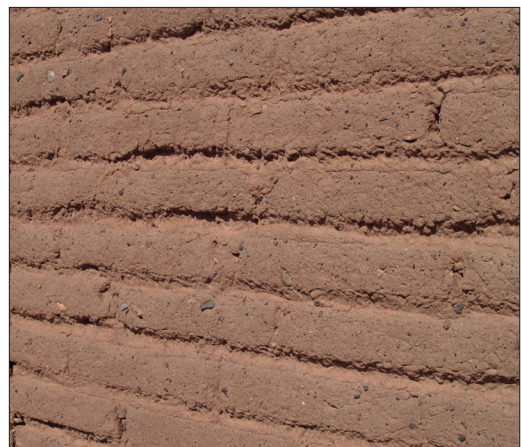
Morteros compuestos de toba, ceniza volcánica, fragmentos cerámicos, plomo, cal, barro y fibras vegetales.

Descripción y comportamiento ante sismo:

El tratamiento singular de las juntas está orientado a dotar de una determinada deformabilidad selectiva a los entramados murarios más vulnerables ante situaciones de sismo, desarrollando distintas situaciones y soluciones que varían en función de la dimensión y configuración de dichas juntas, con un tratamiento singular respecto a los desarrollos más extendidos en zonas de menor sismicidad.

Variantes y posibles desarrollos locales:

- Incremento del espesor de junta, con capas de mortero de espesor igual o mayor que la mitad del ancho de la fábrica empleada.
- Disposición de juntas triangulares entre fábricas trapezoidales.
- Utilización de morteros con composición material a base de toba o ceniza volcánica molida.
- Utilización de morteros con composición material a base de fragmentos cerámicos.
- Utilización de morteros con composición material a base de plomo.
- Utilización de morteros con composición material a base de cal.
- Utilización de morteros con composición material a base de barro.
- Utilización de morteros con composición material a base de fibras vegetales.
- Utilización de morteros con composición material a base de teja triturada.



Imágenes (Figs. de esta página ya referenciadas en texto ppal.)

Referencia Sistema nº

B.4.21

**Grupo:**

B - Estructura muraria

**Tipo:**

4 - Elasticidad y ductilidad

Subtipo:

21 - Incorporación de elementos puntuales de mayor ductilidad

Regiones que lo emplearon:

Irán

Material:

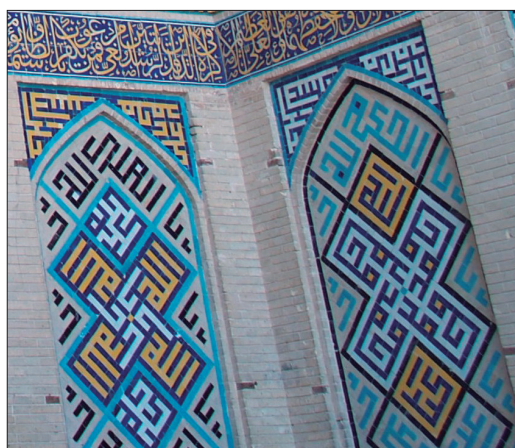
Madera. Fábricas pétreas de origen ígneo, ladrillos cerámicos aligerados y adobes con fibras vegetales.

Descripción y comportamiento ante sismo:

Este sistema permite alcanzar situaciones de cierta elasticidad que pueden llegar a comportar beneficios estructurales a todo el conjunto, sobre todo en aquellos esqueletos constructivos con configuraciones excesivamente rígidas que reclaman una leve mejora de su capacidad deformable, evitando así en última instancia la acentuación del temido efecto ariete entre los muros principales.

Variantes y posibles desarrollos locales:

- Elementos puntuales de mayor ductilidad y tamaño que las fábricas empleadas, situados homogéneamente en la totalidad del muro.
- Elementos puntuales de mayor ductilidad y tamaño que las fábricas empleadas, situados de manera localizada en una sección del muro.
- Elementos puntuales de mayor ductilidad y tamaño que las fábricas empleadas, dispuestos en las esquinas y bordes del muro.
- Elementos puntuales de mayor ductilidad y tamaño que las fábricas empleadas, dispuestos en las jambas de los huecos del muro.
- Elementos puntuales de mayor ductilidad que las fábricas empleadas, dispuestos de manera homogénea en la totalidad del muro.
- Elementos puntuales de mayor ductilidad que las fábricas empleadas, dispuestos de manera localizada en una sección del muro.
- Elementos puntuales de mayor ductilidad que las fábricas empleadas, dispuestos en las esquinas y bordes del muro.
- Elementos puntuales de mayor ductilidad que las fábricas empleadas, situados en las jambas de los huecos del muro.



Imágenes (Figs. de esta página ya referenciadas en texto ppal.)

Referencia Sistema nº **B.4.22****Grupo:**

B - Estructura muraria

**Tipo:**

4 - Elasticidad y ductilidad

Subtipo:

22 - Integración de elementos lineales de mayor ductilidad

Regiones que lo emplearon:

Irán, Perú

Material:

Madera. Fábricas pétreas de origen ígneo, ladrillos cerámicos aligerados y adobes con fibras vegetales.

Descripción y comportamiento ante sismo:

Los constructores de las edificaciones situadas en zonas de gran peligrosidad sísmica llevaron a cabo la integración de elementos lineales de mayor ductilidad dentro del entramado murario. La incorporación de este tipo de sistemas lineales respondía en la mayoría de los casos a fortalecer zonas muy específicas de dichos muros, como puertas o ventanas abiertos en ellos, o simplemente para dotar de cierta elasticidad al esqueleto principal de la estructura del edificio.

Variantes y posibles desarrollos locales:

- a. Elementos lineales de mayor ductilidad que las fábricas del muro, dispuestos en varias hiladas y con continuidad lineal.
- b. Elementos lineales de mayor ductilidad que las fábricas del muro, dispuestos en una única hilada y con continuidad lineal.
- c. Elementos lineales de mayor ductilidad que las fábricas del muro, dispuestos en los dinteles de los huecos y con continuidad lineal.
- d. Elementos lineales de mayor ductilidad que las fábricas del muro, dispuestos en varias hiladas, pero sin continuidad en el paño.
- e. Elementos lineales de mayor ductilidad que las fábricas del muro, dispuestos en una única hilada y sin continuidad en el paño.
- f. Elementos lineales de mayor ductilidad que las fábricas del muro, dispuestos en los dinteles de los huecos y sin continuidad en el paño.



Imágenes (Figs. de esta página ya referenciadas en texto ppal.)

Referencia Sistema nº **B.4.23****Grupo:**

B - Estructura muraria

**Tipo:**

4 - Elasticidad y ductilidad

Subtipo:

23 - Composición material de mayor ductilidad del propio ladrillo o sillar

Regiones que lo emplearon:

Irán, Perú, Bengala

Material:

Sillares de origen ígneo, fábricas compuestas de toba, fibras, fragmentos cerámicos o de origen animal, etc.

Descripción y comportamiento ante sismo:

La utilización de este tipo de sistemas está muy relacionada con un aumento de la elasticidad general de dichos elementos constructivos. La ductilidad que aportan determinados aditivos y áridos dentro de la propia composición de los ladrillos cerámicos o de adobe, así como la concepción de sillares específicos con una mayor porosidad y ligereza, permiten dotar a la estructura muraria general de una elasticidad que en muchos casos puede llegar a ser muy beneficiosa para el desempeño global de toda la estructura.

Variantes y posibles desarrollos locales:

- a. Utilización de sillares completos de naturaleza ígnea.
- b. Utilización de fábricas compuestas de toba volcánica.
- c. Utilización de fábricas compuestas de fibras vegetales.
- d. Utilización de fábricas compuestas de fragmentos cerámicos.
- e. Utilización de fábricas compuestas de fragmentos óseos.
- f. Utilización de fábricas compuestas de estiércol de animales.
- g. Utilización de fábricas compuestas de dos o más materiales distintos de mayores propiedades dúctiles.



Imágenes (Figs. de esta página ya referenciadas en texto ppal.)

Referencia Sistema nº

C.1.1**Grupo:**

C - Columnas y otros elementos verticales

**Tipo:**

1 - Aislamiento sísmico

Subtipo:

1 - Disposición de distintas capas de cimentación bajo los muros

Regiones que lo emplearon:

Irán, Perú

Material:

Distintos materiales de origen geológico, animal o vegetal.

Descripción y comportamiento ante sismo:

El comportamiento estructural de este tipo de sistemas fomenta la búsqueda de situaciones sismorresistentes que afrontan este aislamiento sísmico a través de la mitigación en la transmisión de la energía sísmica, englobando diversos tipos, pero también diferenciándose de otros subtipos que pueden disponerse a través de distintas capas, con un comportamiento estructural algo distinto.

Variantes y posibles desarrollos locales:

- a. Empleo de diversas capas de cimentación, de naturaleza geológica, sin compactar y dispuestas de manera natural.
- b. Empleo de diversas capas de cimentación, de naturaleza geológica, compactadas total o parcialmente.
- c. Empleo de diversas capas de cimentación, de origen animal o vegetal, dispuestas de manera natural y sin compactar.
- d. Empleo de diversas capas de cimentación, de origen animal o vegetal, compactadas total o parcialmente.
- e. Empleo de diversas capas de cimentación, tanto de origen geológico como animal o vegetal, dispuestas de manera natural y sin compactar.
- f. Empleo de diversas capas de cimentación, tanto de origen geológico como animal o vegetal, compactadas total o parcialmente.
- g. Empleo de una única capa de cimentación, de naturaleza geológica y compactada.
- h. Empleo de una única capa de cimentación, de naturaleza geológica y sin compactar.
- i. Empleo de una única capa de cimentación, de origen animal o vegetal.

Referencia Sistema nº

C.1.2

**Grupo:**

C - Columnas y otros elementos verticales

**Tipo:**

1 - Aislamiento sísmico

Subtipo:

2 - Sistemas de rodamiento y deslizamiento

Regiones que lo emplearon:

Irán, Perú

Material:

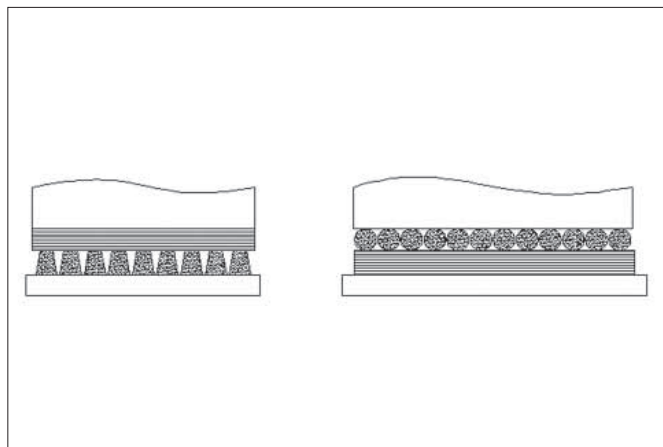
Distintos materiales de origen geológico, animal o vegetal.

Descripción y comportamiento ante sismo:

En el caso de las columnas y demás soportes puntuales de las salas hipóstilas, este sistema reducía el riesgo de colapso de alguna de las naves. Para evitar la concentración de tensiones que se acumulan en los arranques de las columnas y otros elementos verticales, algunos constructores de la antigüedad plantearon sus soportes sobre diversos sistemas de rodamiento que buscaban posibilitar cierto movimiento en ellos dentro del límite de seguridad que imponía la estructura.

Variantes y posibles desarrollos locales:

- Sistema de deslizamiento constituido por dos o más niveles de rodamiento, con elementos de origen geológico.
- Sistema de deslizamiento constituido por una única capa de elementos de origen geológico.
- Sistema de deslizamiento constituido por dos o más niveles de rodamiento, con elementos de origen animal o vegetal.
- Sistema de deslizamiento constituido por una única capa de elementos de origen animal o vegetal.
- Sistema de deslizamiento constituido por dos o más niveles de rodamiento, con elementos mixtos, tanto de origen geológico como animal o vegetal.
- Sistema de deslizamiento constituido por una única capa de elementos mixtos, tanto de origen geológico como animal o vegetal.



Imágenes (Figs. de esta página ya referenciadas en texto ppal.)

Referencia Sistema nº

C.1.3

**Grupo:**

C - Columnas y otros elementos verticales

**Tipo:**

1 - Aislamiento sísmico

Subtipo:

3 - Arranque de muros mediante zócalos de mayor resistencia

Regiones que lo emplearon:

Irán, Perú, Bengala

Material:

Fábricas pétreas, ladrillos cerámicos y adobe.

Descripción y comportamiento ante sismo:

A pesar de la dificultad de acceder a materiales de mayor resistencia, como la piedra, los constructores de algunas regiones del planeta fueron conscientes de la gran ventaja que suponía fortalecer el aislamiento sísmico de estos elementos, llegando incluso a transportarla varios cientos de kilómetros en algunos casos con el fin de poder mejorar sus edificios en este aspecto.

Variantes y posibles desarrollos locales:

- Arranque de elementos verticales mediante sillares de mayor dimensión y resistencia que las fábricas empleadas en el cuerpo principal.
- Arranque de elementos verticales mediante sillares de igual dimensión que las fábricas empleadas, pero de mayor resistencia material.
- Arranque de elementos verticales mediante sillares de igual resistencia que las fábricas empleadas, pero de mayores dimensiones.
- Arranque de elementos verticales mediante una combinación de las mismas fábricas empleadas, y sillares o ladrillos de mayor dimensión y/o resistencia que las primeras.
- Arranque de elementos verticales mediante ladrillos de igual resistencia que las fábricas empleadas, pero de mayores dimensiones.



Imágenes (Figs. de esta página ya referenciadas en texto ppal.)

Referencia Sistema nº

C.1.4

**Grupo:**

C - Columnas y otros elementos verticales

**Tipo:**

1 - Aislamiento sísmico

Subtipo:

4 - Basamentos inclinados y grandes plataformas de arranque

Regiones que lo emplearon:

Irán, Perú, Bengala

Material:

Fábricas pétreas, ladrillos cerámicos y adobe.

Descripción y comportamiento ante sismo:

Este sistema acentuó el funcionamiento sismorresistente de muchos edificios, propiciando un aislamiento sísmico que solía combinarse con el punto mencionado anteriormente, gracias a la disposición de materiales de mayor resistencia en dichos arranques. Si bien esta disposición ayudaba a mejorar ligeramente la situación del centro de gravedad del edificio, la principal ventaja de esta medida estriba en la concepción reforzada de toda la base, de mayor estabilidad gracias a geometrías normalmente troncocónicas o troncopiramidales.

Variantes y posibles desarrollos locales:

- Plataforma inclinada con base poligonal y superficie recta (desarrollo troncopiramidal o en forma de talud).
- Plataforma inclinada con base circular y superficie recta (desarrollo troncocónico).
- Basamentos inclinados con base poligonal y superficie recta (desarrollo troncopiramidal).
- Basamentos inclinados sobre los que se erigen los soportes y/o elementos constructivos verticales, con base circular y superficie recta (desarrollo troncocónico).
- Basamentos inclinados sobre los que se erigen los soportes y/o elementos constructivos verticales, con base circular y superficie curva.



Imágenes (Figs. de esta página ya referenciadas en texto ppal.)

Referencia Sistema nº

C.1.5**Grupo:**

C - Columnas y otros elementos verticales

**Tipo:**

1 - Aislamiento sísmico

Subtipo:

5 - Utilización de piezas de gran tamaño y resistencia

Regiones que lo emplearon:

Irán, Perú, Bengala

Material:

Principalmente fábricas pétreas, pero también ladrillos cerámicos y adobes de mayor tamaño y/o resistencia.

Descripción y comportamiento ante sismo:

La utilización de este tipo de soluciones va orientada a mejorar el aislamiento sísmico en los puntos de encuentro con el terreno, reduciendo la transmisión de las fuerzas sísmicas horizontales a través de las columnas y otros elementos verticales importantes dentro del entramado estructural del edificio.

Variantes y posibles desarrollos locales:

- Disposición de varias hiladas o anillos completos de fábricas pétreas, de mayor tamaño y/o resistencia que las empleadas en el cuerpo principal, y colocadas de manera consecutiva.
- Disposición de varias hiladas o anillos completos de fábricas pétreas, de mayor tamaño y/o resistencia que las empleadas en el cuerpo principal vertical, y colocadas de manera alterna respecto a las hiladas o anillos principales.
- Disposición de una hilada completa de fábricas pétreas, de mayor tamaño y/o resistencia que las empleadas en el cuerpo principal.
- Disposición de piezas puntuales de fábricas pétreas, sin continuidad en una misma hilada o anillo, pero de mayor tamaño y/o resistencia que las empleadas en el cuerpo principal vertical.



Imágenes (Figs. de esta página ya referenciadas en texto ppal.)

Referencia Sistema nº

C.2.6

**Grupo:**

C - Columnas y otros elementos verticales

**Tipo:**

2 - Aligeramiento

Subtipo:

6 - Reducción de esbeltez y altura del centro de gravedad

Regiones que lo emplearon:

Irán, Perú, Bengala

Material:

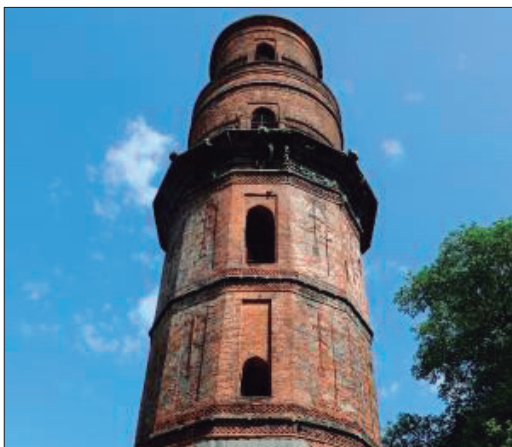
-

Descripción y comportamiento ante sismo:

Este tipo de estrategias reduce el riesgo sísmico de los elementos verticales gracias a la disposición del centro de gravedad lo más próximo posible al suelo, con una utilización de basamentos de mayor anchura que el cuerpo principal vertical, o a través de la colocación de los elementos más pesados en las zonas más cercanas al terreno.

Variantes y posibles desarrollos locales:

- Reducción de la esbeltez de columnas u otros elementos verticales, mediante el estrechamiento gradual de dicho elemento estructural.
- Reducción de la esbeltez de columnas u otros elementos verticales, mediante la integración completa de dichos elementos en otros cuerpos adyacentes, tengan o no función estructural.
- Reducción de la esbeltez de columnas u otros elementos verticales, mediante la integración parcial de dichos elementos en otros cuerpos adyacentes, tengan o no función estructural.
- Reducción de la esbeltez de columnas u otros elementos verticales, mediante la disposición de elementos adicionales puntuales en la base, adosados de manera externa al soporte estructural principal.
- Reducción de la esbeltez de columnas u otros elementos verticales, mediante la supresión de cuerpos superiores verticales exteriores.



Imágenes (Figs. de esta página ya referenciadas en texto ppal.)

Referencia Sistema nº

C.2.7**Grupo:**

C - Columnas y otros elementos verticales

**Tipo:**

2 - Aligeramiento

Subtipo:

7 - Rellenos aligerantes dentro del núcleo de los elementos verticales

Regiones que lo emplearon:

Irán, Perú, Bengala

Material:

Conglomerantes y elementos de relleno de origen pétreo, cerámico, vegetal o animal.

Descripción y comportamiento ante sismo:

La utilización de este tipo de medidas como material de relleno permite prescindir del uso de las fábricas en su núcleo interior, aligerando de manera sustancial el peso de estas piezas sin tener que recurrir al vaciado interno. De esta forma se consigue disponer de una columna interior rigidizadora que a su vez puede llegar a presentar distintos grados de aligeramiento en función de la composición material y las piezas incluidas en la mezcla de estos rellenos.

Variantes y posibles desarrollos locales:

- Rellenos aligerantes confinados en el núcleo interior de las columnas u otros soportes verticales, a base de un único material conglomerante tipo mortero.
- Rellenos aligerantes mixtos confinados en el núcleo interior de las columnas u otros soportes verticales, a base de un material conglomerante y otros elementos adicionales de origen pétreo.
- Rellenos aligerantes mixtos confinados en el núcleo interior de las columnas u otros soportes verticales, a base de un material conglomerante y otros elementos adicionales de origen cerámico.
- Rellenos aligerantes mixtos confinados en el núcleo interior de las columnas u otros soportes verticales, a base de un material conglomerante y otros elementos de relleno de origen vegetal o animal.



Imágenes (Figs. de esta página ya referenciadas en texto ppal.)

Referencia Sistema nº **C.2.8****Grupo:**

C - Columnas y otros elementos verticales

**Tipo:**

2 - Aligeramiento

Subtipo:

8 - Reemplazo del mortero por conectores puntuales de mayor ligereza

Regiones que lo emplearon:

Irán, Perú

Material:

Materiales de origen metálico, vegetal o pétreo.

Descripción y comportamiento ante sismo:

El funcionamiento de este tipo de sistemas constituye uno de los recursos explorados de cara a aligerar aún más la concepción estructural de estas construcciones. Si bien el mortero conforma un componente de mayor ligereza que las propias fábricas, en determinadas ocasiones se sustituyó su uso por conectores de mayor ligereza que permitían seguir teniendo mecanismo de unión entre las fábricas utilizadas.

Variantes y posibles desarrollos locales:

- a. Sustitución del mortero por conectores puntuales interiores, de origen metálico.
- b. Sustitución del mortero por conectores puntuales interiores de origen vegetal.
- c. Sustitución del mortero por conectores puntuales interiores de tipo conglomerante.
- d. Sustitución del mortero por conectores puntuales interiores de tipo pétreo.
- e. Sustitución del mortero por conectores puntuales interiores de tipo mixto, ya sea mediante conectores de distinto tipo o la combinación de distintos materiales de la misma naturaleza para un mismo conector.
- f. Sustitución del mortero por conectores puntuales transversales, visibles externamente, y de origen metálico.
- g. Sustitución del mortero por conectores puntuales transversales, visibles externamente, y de origen vegetal.
- h. Sustitución del mortero por conectores puntuales transversales, visibles externamente, y de tipo conglomerante.
- i. Sustitución del mortero por conectores puntuales transversales, visibles externamente, y de tipo pétreo.
- j. Sustitución del mortero por conectores puntuales transversales, visibles externamente, y de tipo mixto, ya sea mediante conectores de distinto tipo o la combinación de distintos materiales de la misma naturaleza para un mismo conector.

Referencia Sistema nº

C.2.9

**Grupo:**

C - Columnas y otros elementos verticales

**Tipo:**

2 - Aligeramiento

Subtipo:

9 - Utilización de sillares o ladrillos de composición material más ligera

Regiones que lo emplearon:

Irán, Perú, Bengala

Material:

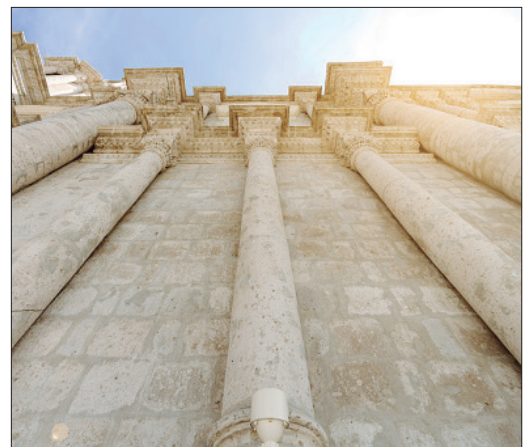
Fábricas pétreas de origen ígneo, ladrillos cerámicos aligerados y adobes con fibras vegetales.

Descripción y comportamiento ante sismo:

Estrategia orientada a intervenir directamente en la totalidad de los cuerpos verticales con función portante, o en parte de ellos, para disminuir la carga masiva de estos elementos. Las grandes posibilidades a la hora de incluir estas fábricas aligeradas incluían distintas opciones de colocación, ya fuese de manera generalizada en todo el volumen estructural o bien haciendo uso de estos sillares o ladrillos ligeros únicamente en hiladas o anillos concretos.

Variantes y posibles desarrollos locales:

- Empleo de fábricas aligeradas, ya sea en formato de sillar o ladrillo, de menor peso que las empleadas en el cuerpo vertical principal, dispuestos en un anillo o hilada completa.
- Empleo de fábricas aligeradas, ya sea en formato de sillar o ladrillo, de menor peso que las empleadas en el cuerpo vertical principal, dispuestos en varios anillos o hiladas completas y colocadas de manera consecutiva.
- Empleo de fábricas aligeradas, ya sea en formato de sillar o ladrillo, de menor peso que las empleadas en el cuerpo vertical principal, dispuestos en varios anillos o hiladas completas pero alternadas respecto a los anillos, tambores o hiladas principales.
- Empleo de fábricas aligeradas, ya sea en formato de sillar o ladrillo, de menor peso que las empleadas en el cuerpo vertical principal, dispuestos de manera puntual y sin continuidad en un mismo anillo o hilada.



Imágenes (Figs. de esta página ya referenciadas en texto ppal.)

Referencia Sistema nº

C.2.10

**Grupo:**

C - Columnas y otros elementos verticales

**Tipo:**

2 - Aligeramiento

Subtipo:

10 - Distribución gradual de los materiales según su peso

Regiones que lo emplearon:

Irán, Perú, Bengala

Material:

-

Descripción y comportamiento ante sismo:

Estrategia dirigida a alcanzar una situación constructiva lo más estable posible. La distribución gradual de los diferentes materiales utilizados a la hora de conformar estas piezas estructurales responde, en la mayoría de casos, a una preocupación por situar los elementos más masivos y rígidos en las zonas inferiores, reservando para las zonas superiores aquellos materiales con unas características más ligeras.

Variantes y posibles desarrollos locales:

- Distribución gradual generalizada de la totalidad de materiales que conforman cada una de las columnas y otros soportes estructurales en la totalidad del edificio.
- Distribución gradual generalizada de la totalidad de materiales que conforman cada uno de los elementos verticales principales integrados en el edificio, como torres o minaretes.
- Distribución gradual generalizada de la totalidad de materiales que conforman determinadas columnas o elementos verticales.
- Distribución gradual parcial de algunos de los materiales que conforman determinadas columnas o elementos verticales del edificio, ya sea en su arranque, cuerpo y/o coronación.
- Distribución gradual únicamente de los materiales que constituyen el arranque de columnas u otros elementos verticales del edificio.



Imágenes (Figs. de esta página ya referenciadas en texto ppal.)

Referencia Sistema nº

C.2.11

**Grupo:**

C - Columnas y otros elementos verticales

**Tipo:**

2 - Aligeramiento

Subtipo:

11 - Reducción de decoración no estructural

Regiones que lo emplearon:

Irán, Perú, Bengala

Material:

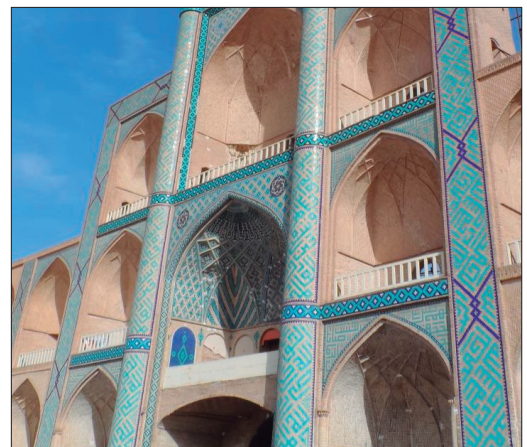
Fábricas pétreas, ladrillos y adobe integrados en el entramado murario portante, azulejos y pigmentos de color.

Descripción y comportamiento ante sismo:

La utilización de volumetrías prominentes en estas construcciones destaca por una sobriedad ornamental que se ve compensada por diferentes recursos artísticos que permiten engalanar estos elementos portantes, sin comprometer la función estructural de dichos elementos, y evitando así en última instancia la generación de daños mayores en otras áreas del edificio.

Variantes y posibles desarrollos locales:

- Supresión de cualquier tipo de ornamentación no portante.
- Sustitución de ornamentación no portante por decoración basada en el uso de distintos materiales integrados en el elemento vertical.
- Sustitución de ornamentación no portante por decoración basada en el uso de distintos formatos de ladrillos y sillares, integrados en la propia columna o elemento vertical.
- Sustitución de ornamentación no portante por decoración basada en el uso del color sobre los elementos constructivos que conforman la propia columna o elemento vertical.
- Sustitución de ornamentación no portante por decoración a base de azulejos sobre el plano exterior del elemento vertical.
- Sustitución de ornamentación no portante por decoración basada en el uso de bajorrelieves sobre el plano exterior del elem. vertical.



Imágenes (Figs. de esta página ya referenciadas en texto ppal.)

Referencia Sistema nº

C.3.12

**Grupo:**

C - Columnas y otros elementos verticales

**Tipo:**

3 - Atado y unión de elementos

Subtipo:

12 - Refuerzos integrados en columnas y otros elementos verticales

Regiones que lo emplearon:

Irán, Perú, Bengala

Material:

Refuerzos de origen vegetal, metálico y pétreo.

Descripción y comportamiento ante sismo:

Este tipo de sistema de refuerzo permitió conservar las dimensiones, proporciones y usos de algunos de estos elementos característicos en gran parte de los estilos arquitectónicos desarrollados tanto en zona sísmica como en áreas de menor peligrosidad. La variabilidad de los sistemas pertenecientes a este subtipo se manifestó de manera singular en las distintas regiones con gran actividad telúrica, a través de la ubicación de estos elementos, su tamaño, y su relación respecto a las fábricas que constituyen cada uno de estos elementos.

Variantes y posibles desarrollos locales:

- Refuerzos de origen vegetal incrustados dentro de columnas u otros elementos verticales del edificio.
- Refuerzos de origen metálico incrustados dentro de columnas u otros elementos verticales del edificio.
- Refuerzos de tipo pétreo incrustados dentro de columnas u otros elementos verticales del edificio.
- Combinación de refuerzos puntuales, dando lugar a refuerzos de tipo mixto incrustados dentro de columnas u otros elementos verticales del edificio, ya sea mediante la combinación de materiales de la misma o distinta naturaleza.



Imágenes (Figs. de esta página ya referenciadas en texto ppal.)

Referencia Sistema nº

C.3.13**Grupo:**

C - Columnas y otros elementos verticales

**Tipo:**

3 - Atado y unión de elementos

Subtipo:

13 - Refuerzos de esquinas y huecos a través de sus propias fábricas

Regiones que lo emplearon:

Irán, Perú, Bengala

Material:

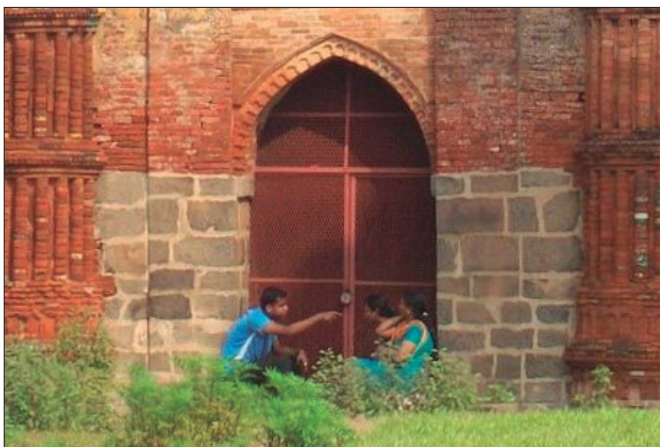
Refuerzos de origen vegetal, metálico y pétreo.

Descripción y comportamiento ante sismo:

Sistema implementado de cara a fortalecer las esquinas y huecos de mayor vulnerabilidad en situación de terremoto. En el caso de contar con geometrías rectas, se llevó a cabo un desarrollo singular en determinadas esquinas de dichas volumetrías, reduciendo la fragilidad que presentan las fábricas en los bordes de las grandes estructurales verticales, principalmente a través de las propias fábricas que las conformaban.

Variantes y posibles desarrollos locales:

- Empleo de sillares en forma de L para atar hiladas adyacentes ubicadas en dos planos distintos.
- Empleo de sillar con forma poligonal para configurar una o más esquinas y encuentros, entre jamba, dintel y/o antepecho.
- Empleo de sillares reforzados con ensanchamiento o relieve en las esquinas.
- Empleo de fábricas de mayor tamaño en comparación con las empleadas en el elemento vertical, dentro del plano principal, utilizadas para configurar los huecos o esquinas.
- Empleo de fábricas de mayor tamaño en comparación con las empleadas en el elemento vertical, fuera del plano principal, utilizadas para configurar huecos o esquinas recrecidos.
- Empleo de fábricas de mayor resistencia en comparación con las empleadas en el elemento vertical, utilizadas en huecos o esquinas.



Imágenes (Figs. de esta página ya referenciadas en texto ppal.)

Referencia Sistema nº

C.3.14

**Grupo:**

C - Columnas y otros elementos verticales

**Tipo:**

3 - Atado y unión de elementos

Subtipo:

14 - Refuerzos exteriores, contrafuertes y arcos de descarga

Regiones que lo emplearon:

Irán, Perú, Bengala

Material:

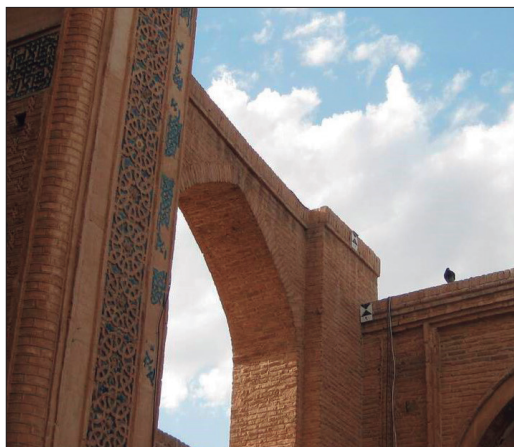
Fábricas pétreas, ladrillos cerámicos y adobe.

Descripción y comportamiento ante sismo:

El empleo de refuerzos exteriores, como contrafuertes o arcos de descarga, ayudan a consolidar y atar el plano externo de estos grandes elementos que configuran puertas, torres y otras volumetrías de gran verticalidad. La utilización de estos refuerzos podía llevarse a cabo con posterioridad a las obras de construcción de estas edificaciones, con el objetivo de mitigar a posteriori unos esfuerzos horizontales que en algunas ocasiones tuvieron que sufrir dichas estructuras sin este complemento de atado exterior.

Variantes y posibles desarrollos locales:

- Refuerzo exterior de sección recta y continua, de la misma altura que el elemento vertical al que da soporte.
- Refuerzo exterior de sección recta y decreciente, de la misma altura que el elemento vertical al que da soporte.
- Refuerzo exterior de sección recta y continua, de menor altura que el elemento vertical al que da soporte.
- Refuerzo exterior de sección recta y decreciente, de menor altura que el elemento vertical al que da soporte.
- Refuerzo exterior de sección curva, de menor altura que el elemento vertical al que da soporte.
- Refuerzo exterior en forma de arco de descarga introducido para atar un determinado elemento vertical con otra parte de la estructura principal del edificio, u otra construcción adyacente.



Imágenes (Figs. de esta página ya referenciadas en texto ppal.)

Referencia Sistema nº

C.3.15**Grupo:**

C - Columnas y otros elementos verticales

**Tipo:**

3 - Atado y unión de elementos

Subtipo:

15 - Conectores entre sillares y ladrillos

Regiones que lo emplearon:

Irán, Perú

Material:

Clavijas, planchas y grapas metálicas, conglomerantes y piezas de origen pétreo, cerámico o vegetal.

Descripción y comportamiento ante sismo:

El funcionamiento de atado de este tipo de sistemas, normalmente oculto en el interior de las fábricas, permite conectar piezas adyacentes en una misma hilada, anillo o tambor, con la particularidad de encontrar, en el caso de las columnas, sistemas de atado que permitieron conectar distintos tambores de manera vertical, a través de conectores ubicados en el eje central de los soportes.

Variantes y posibles desarrollos locales:

- Conectores con forma de clavija o grapa incrustadas en hendiduras sobre las caras horizontales y/o verticales de piezas adyacentes.
- Conectores con forma de travesaño de madera incrustados entre piezas adyacentes.
- Conectores a base de planchas situadas en las caras horizontales y/o verticales de piezas adyacentes.
- Conectores a base de rellenos conglomerantes vertidos y endurecidos sobre hendiduras realizadas en las caras horizontales y/o verticales de piezas adyacentes.
- Conectores a base de fundidos metálicos vertidos y endurecidos sobre hendiduras realizadas en las caras horizontales y/o verticales de piezas adyacentes.
- Conectores en forma de fábricas transversales de mayor tamaño, perpendiculares al elemento vertical principal.



Imágenes (Figs. de esta página ya referenciadas en texto ppal.)

Referencia Sistema nº

C.3.16

**Grupo:**

C - Columnas y otros elementos verticales

**Tipo:**

3 - Atado y unión de elementos

Subtipo:

16 - Incorporación de tirantes

Regiones que lo emplearon:

Irán, Perú, Bengala

Material:

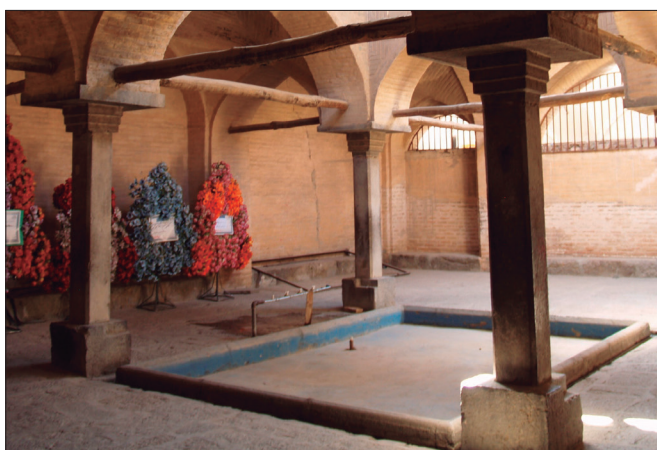
Piezas principalmente de origen vegetal o metálico.

Descripción y comportamiento ante sismo:

El funcionamiento estructura de estos elementos, que solían servir no sólo para atar cada uno de los soportes entre sí, sino también con el entramado murario portante, minimizaba el riesgo de desajustes importantes en la estructura que provocasen el colapso de las cubiertas, gracias al funcionamiento unitario que proporcionan a todo el conjunto cada vez que se hace frente a las grandes sacudidas que pueden azotar estos edificios.

Variantes y posibles desarrollos locales:

- Disposición de tirantes metálicos entre diferentes soportes estructurales adyacentes.
- Disposición de tirantes metálicos entre diferentes soportes estructurales y los entramados murarios adyacentes.
- Disposición de tirantes de madera entre diferentes soportes estructurales adyacentes.
- Disposición de tirantes de madera entre diferentes soportes estructurales y los entramados murarios adyacentes.
- Combinación de tirantes metálicos y de madera entre diferentes soportes estructurales y los entramados murarios adyacentes.



Imágenes (Figs. de esta página ya referenciadas en texto ppal.)

Referencia Sistema nº

C.3.17**Grupo:**

C - Columnas y otros elementos verticales

**Tipo:**

3 - Atado y unión de elementos

Subtipo:

17 - Traba y maclado de las fábricas

Regiones que lo emplearon:

Irán, Perú, Bengala

Material:

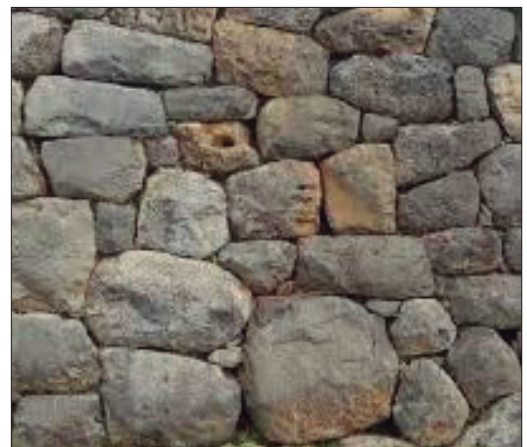
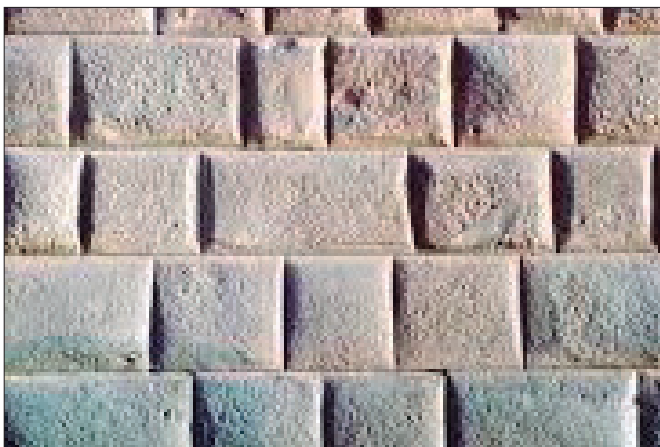
Fábricas pétreas, ladrillos cerámicos y adobe.

Descripción y comportamiento ante sismo:

La utilización de distintas leyes de traba y tallados de gran precisión desarrollado en muchas de las regiones de mayor sismicidad histórica ejercen una importante labor de arriostramiento en todo el conjunto, de cara a dotar de un atado lo más idóneo posible y soportar así las frecuentes sacudidas de los terremotos en muchas de las zonas con mayor frecuencia de estos episodios destructivos.

Variantes y posibles desarrollos locales:

- a. Aparejo de tipo poligonal, con piezas de varios lados y ángulos, pero perfectamente talladas y pulidas, con un encaje milimétrico entre sí.
- b. Aparejo de tipo ciclópeo, con piezas de gran tamaño, pero con un gran nivel de tallado en sus caras. Puede presentar con piezas más pequeñas como "relleno" entre grandes bloques.
- c. Aparejo de tipo sedimentario, con piezas trapezoidales o rectangulares de gran labrado y formando hiladas horizontales bien definidas.
- d. Aparejo de tipo celular, con piezas labradas con acabado convexo y encajadas al milímetro entre sí.
- e. Aparejo de tipo rústico, con piezas poco labradas y colocadas sin gran acomodo, rellenando vacíos con tierra y cantos rodados.
- f. Entramado murario con fábricas de acabado deliberadamente rugoso e irregular para un mejor agarre del mortero utilizado.
- g. Entramado murario con aparejo de tipo mixto, combinación de dos o más tipos de formatos de aparejo distinto.



Imágenes (Figs. de esta página ya referenciadas en texto ppal.)

Referencia Sistema nº

C.3.18

**Grupo:**

C - Columnas y otros elementos verticales

**Tipo:**

3 - Atado y unión de elementos

Subtipo:

18 - Arriostramiento de los elementos verticales y sus arranques y cimentaciones

Regiones que lo emplearon:

Irán, Perú, Bengala

Material:

Fábricas pétreas, ladrillos cerámicos y adobe.

Descripción y comportamiento ante sismo:

Sistema de arriostramientos ubicado en el interior de las columnas y otros elementos verticales. La ubicación de este tipo de sistemas puede manifestarse en los elementos verticales con función portante situados en el interior del edificio, o bien de manera externa para aquellos otros incrustados en la envolvente exterior del edificio. En muchos casos, el arriostramiento de estos elementos verticales permite establecer una continuidad constructiva y material en toda la construcción, ejerciendo como cinturones de atado para todo el edificio.

Variantes y posibles desarrollos locales:

- Arriostramiento perimetral a través de un único cinturón de atado compuesto por piezas de mayor resistencia y/o dimensión.
- Arriostramiento perimetral a través de dos o más cinturones de atado compuestos por piezas de mayor resistencia y/o dimensión.
- Arriostramiento perimetral a través de un único cinturón de atado dispuesto en la base, y compuesto por una o varias hiladas de piezas de mayor resistencia y/o dimensión que las fábricas utilizadas en el cuerpo vertical ppal.
- Arriostramiento completo a través de piezas de mayor resistencia y/o dimensión que las fábricas utilizadas en el cuerpo vertical ppal.
- Arriostramiento perimetral o parcial de la cimentación del elemento vertical portante a través de piezas de mayor resistencia y/o dimensión que las fábricas utilizadas en el cuerpo vertical ppal.
- Arriostramiento combinado tanto en la cimentación como en el elem. vertical a través de piezas de mayor resistencia y/o dimensión.



Imágenes (Figs. de esta página ya referenciadas en texto ppal.)

Referencia Sistema nº

C.3.19

**Grupo:**

C - Columnas y otros elementos verticales

**Tipo:**

3 - Atado y unión de elementos

Subtipo:

19 - Núcleo central rigidizador dentro de los elementos verticales

Regiones que lo emplearon:

Irán, Perú, Bengala

Material:

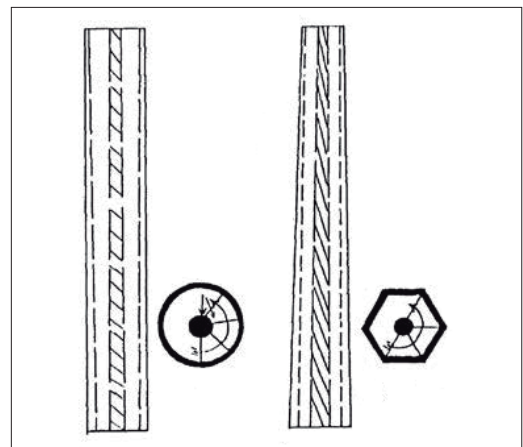
Fábricas pétreas, ladrillos cerámicos y adobe. Rellenos conglomerantes y elementos de madera.

Descripción y comportamiento ante sismo:

La disposición de núcleos centrales rigidizadores dentro de los elementos verticales con función portante supone una de las medidas más efectivas e integrales desde el punto de vista sismorresistente, conjugando a la perfección su comportamiento estructural con varios de los principios antisísmicos identificados.

Variantes y posibles desarrollos locales:

- a. Núcleo central rigidizador en la totalidad del eje interior, compuesto por un elemento continuo a base de fábricas pétreas o cerámicas.
- b. Núcleo central rigidizador en la totalidad del eje interior de las columnas, compuesto por un único elemento de madera.
- c. Núcleo central rigidizador en la totalidad del eje interior de las columnas, compuesto por varios elementos de madera.
- d. Núcleo central rigidizador en la totalidad del eje interior de las columnas, compuesto de relleno conglomerante vertido y endurecido.
- e. Núcleo central rigidizador en una determinada sección del eje interior de las columnas, compuesto por un único elemento de madera.
- f. Núcleo central rigidizador en una determinada sección del eje interior de las columnas, compuesto por varios elementos de madera.
- g. Núcleo central rigidizador en una determinada sección del eje interior de las columnas, con relleno conglomerante vertido y endurecido.



Imágenes (Figs. de esta página ya referenciadas en texto ppal.)

Referencia Sistema nº **C.4.20****Grupo:**

C - Columnas y otros elementos verticales

**Tipo:**

4 - Elasticidad y ductilidad

Subtipo:

20 - Tratamiento singular de las juntas

Regiones que lo emplearon:

Irán, Perú, Bengala

Material:

Morteros compuestos de toba, ceniza volcánica, fragmentos cerámicos, plomo, cal, barro y fibras vegetales.

Descripción y comportamiento ante sismo:

La singularidad de determinadas juntas de mortero ejerce un importante papel en el desempeño de la deformación selectiva de las construcciones históricas de fábrica, con un reflejo directo en la concepción, dimensión y composición material de dichas juntas, en tochas aquellas columnas y otros elementos verticales con función portante dentro del esqueleto estructural de los edificios ubicados en zonas de alto riesgo sísmico.

Variantes y posibles desarrollos locales:

- Incremento del espesor de junta, con capas de mortero de espesor igual o mayor que la mitad del ancho de la fábrica empleada.
- Disposición de juntas triangulares entre fábricas trapezoidales.
- Utilización de morteros con composición material a base de toba o ceniza volcánica molida.
- Utilización de morteros con composición material a base de fragmentos cerámicos.
- Utilización de morteros con composición material a base de plomo.
- Utilización de morteros con composición material a base de cal.
- Utilización de morteros con composición material a base de barro.
- Utilización de morteros con composición material a base de fibras vegetales.
- Utilización de morteros con composición material a base de teja triturada.



Imágenes (Figs. de esta página ya referenciadas en texto ppal.)

Referencia Sistema nº

C.4.21

**Grupo:**

C - Columnas y otros elementos verticales

**Tipo:**

4 - Elasticidad y ductilidad

Subtipo:

21 - Incorporación de elementos puntuales de mayor ductilidad

Regiones que lo emplearon:

Irán

Material:

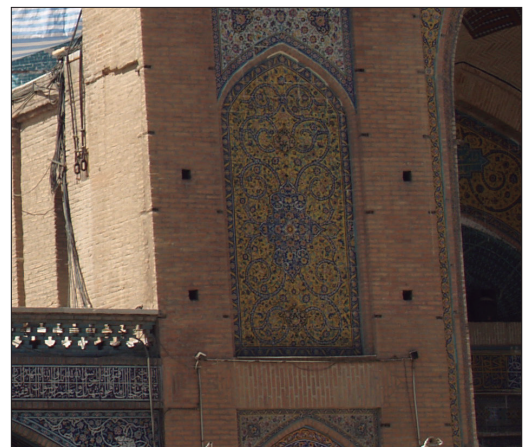
Madera. Fábricas pétreas de origen ígneo, ladrillos cerámicos aligerados y adobes con fibras vegetales.

Descripción y comportamiento ante sismo:

Este sistema permite flexibilizar el comportamiento estructural a través de piezas puntuales de mayor ductilidad que las fábricas que los conformaban, integrándolas y disponiéndolas en los puntos de encuentro más delicados de cara a hacer frente a las enormes sacudidas de un terremoto.

Variantes y posibles desarrollos locales:

- Piezas puntuales de mayor ductilidad y tamaño que las fábricas empleadas, dispuestos homogéneamente en el elemento vertical.
- Piezas puntuales de mayor ductilidad y tamaño que las fábricas empleadas, dispuestos de manera localizada en una zona del elemento.
- Piezas puntuales de mayor ductilidad y tamaño que las fábricas empleadas, dispuestos en las esquinas y bordes del elemento vertical.
- Piezas puntuales de mayor ductilidad y tamaño que las fábricas empleadas, dispuestos en las jambas de los huecos del elem. vertical.
- Piezas puntuales de mayor ductilidad que las fábricas empleadas, dispuestos de manera homogénea en la totalidad del elem. vertical.
- Piezas puntuales de mayor ductilidad que las fábricas empleadas, dispuestos de manera localizada en una zona del elem. vertical.
- Piezas puntuales de mayor ductilidad que las fábricas empleadas, dispuestos en las esquinas y bordes del elemento vertical.
- Piezas puntuales de mayor ductilidad que las fábricas empleadas, dispuestos en las jambas de los huecos del elem. vertical.



Imágenes (Figs. de esta página ya referenciadas en texto ppal.)

Referencia Sistema nº **C.4.22****Grupo:**

C - Columnas y otros elementos verticales

**Tipo:**

4 - Elasticidad y ductilidad

Subtipo:

22 - Integración de elementos lineales de mayor ductilidad

Regiones que lo emplearon:

Irán, Perú

Material:

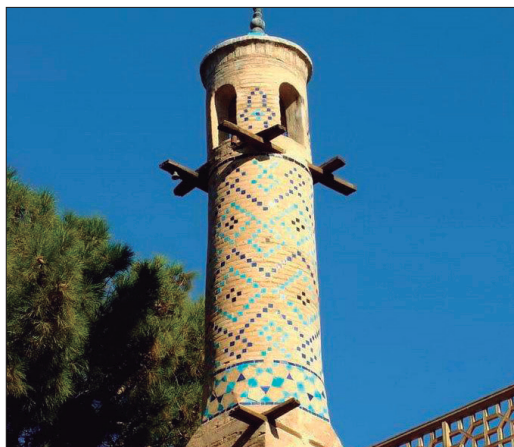
Madera. Fábricas pétreas de origen ígneo, ladrillos cerámicos aligerados y adobes con fibras vegetales.

Descripción y comportamiento ante sismo:

La utilización de piezas de mayor ductilidad tuvo un desarrollo lineal en algunas de las columnas y elementos verticales de la arquitectura histórica, actuando con una doble función de refuerzo y flexibilización en las estructuras de mayor esbeltez. La configuración de marcos de atado con elementos de mayor ductilidad favoreció cierto movimiento en situaciones de sismo, principalmente mediante travesaños de madera y otros formatos de piezas de origen vegetal, como cañas o fibras.

Variantes y posibles desarrollos locales:

- Elementos lineales de mayor ductilidad que las fábricas empleadas en el cuerpo vertical, dispuestos sobre varias hiladas consecutivas.
- Elementos lineales de mayor ductilidad que las fábricas empleadas en el cuerpo vertical, dispuestos sobre varias hiladas separadas.
- Elementos lineales de mayor ductilidad que las fábricas empleadas en el cuerpo vertical, dispuestos sobre una única hilada puntual.
- Elementos lineales de mayor ductilidad que las fábricas empleadas en el cuerpo vertical, dispuestos sobre los dinteles de los huecos.
- Incorporación de elementos lineales de mayor ductilidad que las fábricas empleadas en el cuerpo vertical, dispuestos tanto en las hiladas o anillos del elemento vertical como en los dinteles de los huecos que alberga.



Imágenes (Figs. de esta página ya referenciadas en texto ppal.)

Referencia Sistema nº

C.4.23**Grupo:**

C - Columnas y otros elementos verticales

**Tipo:**

4 - Elasticidad y ductilidad

Subtipo:

23 - Composición material de mayor ductilidad del propio ladrillo o sillar

Regiones que lo emplearon:

Irán, Perú, Bengala

Material:

Sillares de origen ígneo, fábricas compuestas de toba, fibras, fragmentos cerámicos o de origen animal, etc.

Descripción y comportamiento ante sismo:

El empleo de ladrillos o sillares con unas propiedades dúctiles mejoradas posibilitaron cierto movimiento en las estructuras de fábrica expuestas al sismo. Gracias a la porosidad y baja densidad que presentaban algunos de estos materiales se consiguió flexibilizar cada uno de estos componentes y en última instancia el conjunto edificado, ya fuese mediante las características de determinadas piedras aligeradas con las que se labraron los sillares, o bien la amalgama de elementos utilizados a la hora de conformar los ladrillos cerámicos o de adobe.

Variantes y posibles desarrollos locales:

- a. Empleo de sillares completos de naturaleza ígnea.
- b. Empleo de fábricas compuestas de toba volcánica.
- c. Empleo de fábricas compuestas de fibras vegetales.
- d. Empleo de fábricas compuestas de fragmentos cerámicos.
- e. Empleo de fábricas compuestas de fragmentos óseos.
- f. Empleo de fábricas compuestas de estiércol de animales.
- g. Combinación de dos o más materiales distintos de mayores propiedades dúctiles que las fábricas utilizadas en el elemento vertical.



Imágenes (Figs. de esta página ya referenciadas en texto ppal.)

Referencia Sistema nº

D.1.1

**Grupo:**

D - Cubiertas (bóvedas, cúpulas y otros elem. cubrición)

**Tipo:**

1 - Aislamiento sísmico

Subtipo:

1 - Sistemas de deslizamiento en su encuentro con la estructura muraria

Regiones que lo emplearon:

Irán, Perú, Bengala

Material:

Distintos materiales de origen geológico, animal o vegetal.

Descripción y comportamiento ante sismo:

Las diversas soluciones de deslizamiento ejercen una doble función de gran relevancia. Por un lado, dotando de cierta independencia estructural al elemento de cubrición, y por otro minimizando la transferencia de fuerzas dinámicas desde los elementos portantes inferiores sobre los que se apoyan estos elementos. Esta estrategia es fundamental en las cubriciones puntuales tipo cúpula, donde la integración de elementos auxiliares en los arranques de las mismas permite desligar estas grandes estructuras de cubrición de las acciones sísmicas.

Variantes y posibles desarrollos locales:

- a. Sistema de deslizamiento conformado por dos o más capas o elementos de rodamiento, a base de piezas de origen geológico.
- b. Sistema de deslizamiento conformado por una única capa o elemento, de origen geológico.
- c. Sistema de deslizamiento conformado por dos o más capas o elementos de rodamiento, a base de piezas de origen animal o vegetal.
- d. Sistema de deslizamiento conformado por una única capa o elemento, de origen animal o vegetal.
- e. Sistema de deslizamiento conformado por dos o más capas o elementos de rodamiento, a base de piezas de tipo mixto, tanto de origen geológico como animal o vegetal.
- f. Sistema de deslizamiento conformado por una única capa o elemento de tipo mixto, tanto de origen geológico como animal o vegetal.



Imágenes (Figs. de esta página ya referenciadas en texto ppal.)

Referencia Sistema nº

D.1.2

**Grupo:**

D - Cubiertas (bóvedas, cúpulas y otros elem. cubrición)

**Tipo:**

1 - Aislamiento sísmico

Subtipo:

2 - Arranque de cubiertas mediante materiales de mayor resistencia

Regiones que lo emplearon:

Irán, Perú, Bengala

Material:

Fábricas pétreas, ladrillos cerámicos y adobe.

Descripción y comportamiento ante sismo:

Este sistema se plantea con el objetivo de fortalecer los arranques de las cubiertas de mayores dimensiones, las bóvedas, cúpulas y otros elementos de cubrición. La mejora material de estos elementos, así como su dimensión, permiten absorber una parte de las fuerzas dinámicas horizontales transmitidas a las cubriciones en situaciones de sismo, evitando de esta forma una resonancia excesiva en las cubiertas que acabe provocando el colapso de las mismas.

Variantes y posibles desarrollos locales:

- Arranque de cubiertas mediante sillares de mayor dimensión y resistencia que las fábricas empleadas en el cuerpo principal de cubrición.
- Arranque de cubiertas mediante sillares de igual dimensión que las fábricas empleadas en el cuerpo principal de cubrición, pero de mayor resistencia material.
- Arranque de cubiertas mediante sillares de igual resistencia que las fábricas empleadas en el cuerpo principal de cubrición, pero de mayores dimensiones.
- Arranque de cubiertas mediante una combinación de las mismas fábricas empleadas en el cuerpo principal de cubrición, y sillares o ladrillos de mayor dimensión y/o resistencia que las primeras.
- Arranque de cubiertas mediante ladrillos de igual resistencia que las fábricas empleadas, pero de mayores dimensiones.



Imágenes (Figs. de esta página ya referenciadas en texto ppal.)

Referencia Sistema nº

D.2.3

**Grupo:**

D - Cubiertas (bóvedas, cúpulas y otros elem. cubrición)

**Tipo:**

2 - Aligeramiento

Subtipo:

3 - Reducción de esbeltez y altura del centro de gravedad

Regiones que lo emplearon:

Irán, Perú, Bengala

Material:

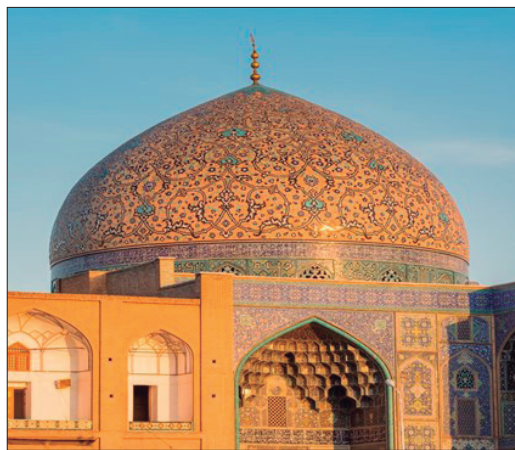
-

Descripción y comportamiento ante sismo:

La concepción volumétrica de estas cubiertas ubicadas en regiones de alta sismicidad expresa una reducción de esbeltez en los elementos prominentes destinados a la cubrición o al remate estructural de los espacios de mayores dimensiones, ya sea mediante la propia disminución de altura de bóvedas o cúpulas, o bien a través de su integración en la envolvente y/o forjados superiores, reduciendo de esta manera la exposición de los elementos de mayor dimensión y prominencia.

Variantes y posibles desarrollos locales:

- Reducción de la esbeltez de bóvedas, cúpulas y otros elementos de cubrición, mediante un ensanchamiento acusado en la base de dicho cuerpo estructural.
- Reducción de la esbeltez de bóvedas, cúpulas y otros elementos de cubrición, mediante la integración completa de dichos elementos en otros cuerpos adyacentes, tengan o no función estructural.
- Reducción de la esbeltez de bóvedas, cúpulas y otros elementos de cubrición, mediante la integración parcial de dichos elementos en otros cuerpos adyacentes, tengan o no función estructural.
- Reducción de la esbeltez de bóvedas, cúpulas y otros elementos de cubrición, mediante la disposición de elementos adicionales puntuales en la base, adosados de manera externa al soporte estructural principal.



Imágenes (Figs. de esta página ya referenciadas en texto ppal.)

Referencia Sistema nº

D.2.4

**Grupo:**

D - Cubiertas (bóvedas, cúpulas y otros elem. cubrición)

**Tipo:**

2 - Aligeramiento

Subtipo:

4 - Rellenos aligerantes dentro de las cubiertas

Regiones que lo emplearon:

Irán, Perú, Bengala

Material:

Morteros, y otros elementos adicionales de origen pétreo, cerámico, vegetal o animal.

Descripción y comportamiento ante sismo:

Con estos sistemas implementados en cubierta se logró no solo disponer de una solución más rápida y barata a la hora de plantear la terminación de las obras más monumentales, sino también prescindir del uso de fábricas en el interior de estas cubriciones, fortaleciendo y compactando el interior a través de estos rellenos a la vez que se conseguía aligerar todo el conjunto del esqueleto estructural. De esta forma se logra alcanzar una cierta altura sin incrementar demasiado el peso de la cubrición, reduciendo así el riesgo de colapso.

Variantes y posibles desarrollos locales:

- Rellenos aligerantes confinados en el interior de las bóvedas, cúpulas u otros elementos de cubrición, a base de un único material conglomerante tipo mortero.
- Rellenos aligerantes mixtos confinados en el interior de las bóvedas, cúpulas u otros elementos de cubrición, a base de un material conglomerante y otros elementos adicionales de origen pétreo.
- Rellenos aligerantes mixtos confinados en el interior de las bóvedas, cúpulas u otros elementos de cubrición, a base de un material conglomerante y otros elementos adicionales de origen cerámico.
- Rellenos aligerantes mixtos confinados en el interior de las bóvedas, cúpulas u otros elementos de cubrición, a base de un material conglomerante y otros elementos de relleno de origen vegetal o animal.



Imágenes (Figs. de esta página ya referenciadas en texto ppal.)

Referencia Sistema nº

D.2.5

**Grupo:**

D - Cubiertas (bóvedas, cúpulas y otros elem. cubrición)

**Tipo:**

2 - Aligeramiento

Subtipo:

5 - Utilización de sillares o ladrillos de composición material más ligera

Regiones que lo emplearon:

Irán, Perú, Bengala

Material:

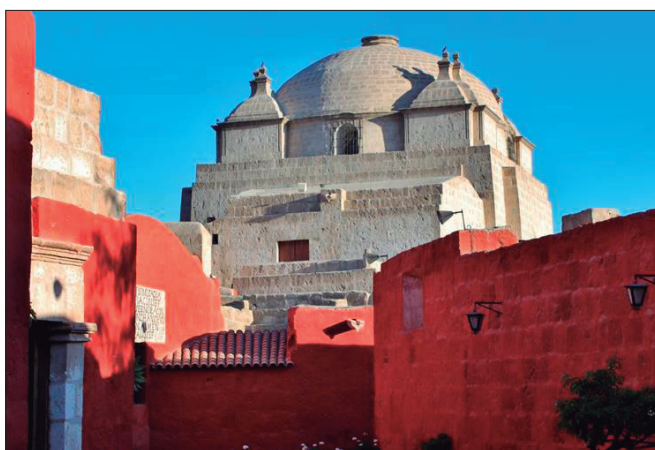
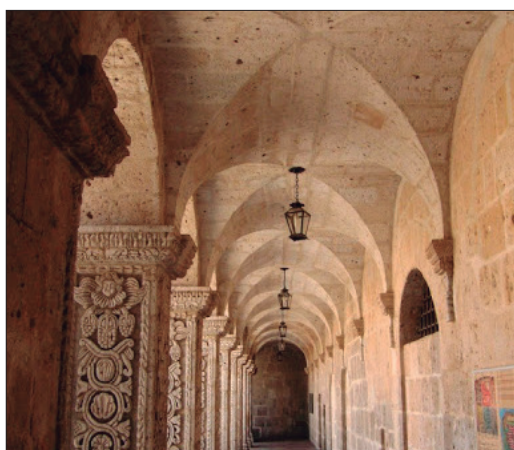
Fábricas pétreas de origen ígneo, ladrillos cerámicos aligerados y adobes con fibras vegetales.

Descripción y comportamiento ante sismo:

La utilización de sillares y ladrillos aligerados permitió aligerar las fábricas de determinadas secciones o de la totalidad de los edificios, ya fuese a través de las características de dichos materiales o la combinación de varios de estos. Atendiendo a estos criterios, las opciones disponibles en el caso de las fábricas generadas a través de la mezcla de distintos materiales, aditivos y áridos, dio lugar a una variabilidad de soluciones de gran riqueza y diversidad en las zonas de mayor sismicidad.

Variantes y posibles desarrollos locales:

- Empleo de fábricas aligeradas, de menor peso que las empleadas en el cuerpo principal de cubrición, dispuestas en continuidad en un nervio o sección parcial de la cubierta.
- Empleo de fábricas aligeradas, de menor peso que las empleadas en el cuerpo principal de cubrición, dispuestas en continuidad en varios nervios o secciones parciales de la cubierta y colocadas de manera consecutiva.
- Empleo de fábricas aligeradas, de menor peso que las empleadas en el cuerpo principal de cubrición, dispuestas en continuidad en varios nervios o secciones parciales de la cubierta pero alternadas respecto a los nervios de la estructura principal.
- Empleo de fábricas aligeradas, de menor peso que las empleadas en el cuerpo principal de cubrición, dispuestas de manera puntual y sin continuidad en un mismo nervio o sección de la cubierta.



Imágenes (Figs. de esta página ya referenciadas en texto ppal.)

Referencia Sistema nº

D.2.6

**Grupo:**

D - Cubiertas (bóvedas, cúpulas y otros elem. cubrición)

**Tipo:**

2 - Aligeramiento

Subtipo:

6 - Distribución gradual de los materiales según su peso

Regiones que lo emplearon:

Irán, Perú, Bengala

Material:

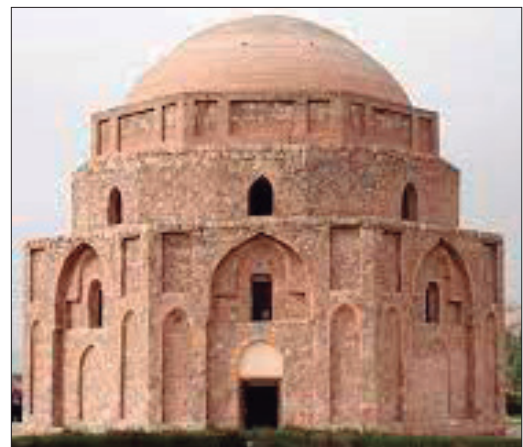
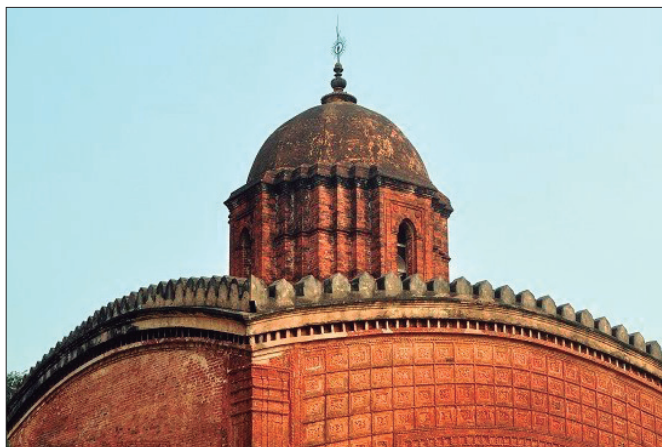
-

Descripción y comportamiento ante sismo:

La distribución gradual de los materiales está presente no solo en las cubiertas, sino también en otras secciones parciales de las estructuras de fábrica. No obstante, la concepción estructural de las cubiertas enfatiza esta manifestación constructiva, con los materiales más ligeros en las zonas centrales o superiores, y reservando aquellos más pesados para las zonas exteriores o inferiores en el caso de arranques de bóvedas y cúpulas de grandes dimensiones.

Variantes y posibles desarrollos locales:

- Distribución gradual generalizada de la totalidad de materiales que conforman la estructura de cubrición en todo el edificio.
- Distribución gradual generalizada de la totalidad de materiales que conforman determinadas estructuras de cubrición del edificio.
- Distribución gradual parcial de algunos de los materiales que conforman determinadas estructuras de cubrición del edificio, ya sea en su arranque, cuerpo y/o coronación.
- Distribución gradual únicamente de los materiales que constituyen el arranque de las estructuras de cubrición del edificio.



Imágenes (Figs. de esta página ya referenciadas en texto ppal.)

Referencia Sistema nº

D.2.7

**Grupo:**

D - Cubiertas (bóvedas, cúpulas y otros elem. cubrición)

**Tipo:**

2 - Aligeramiento

Subtipo:

7 - Reducción de decoración no estructural

Regiones que lo emplearon:

Irán, Perú, Bengala

Material:

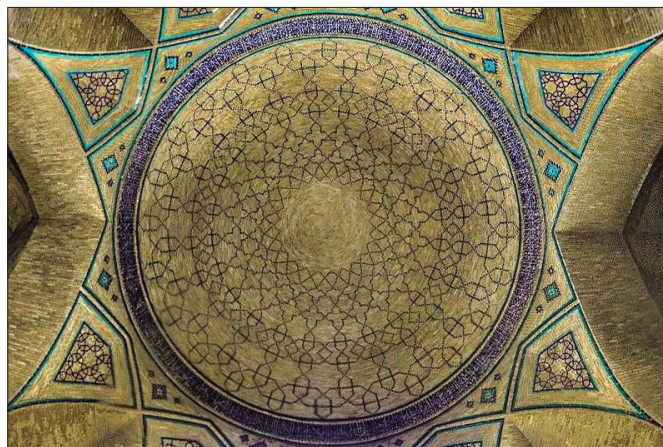
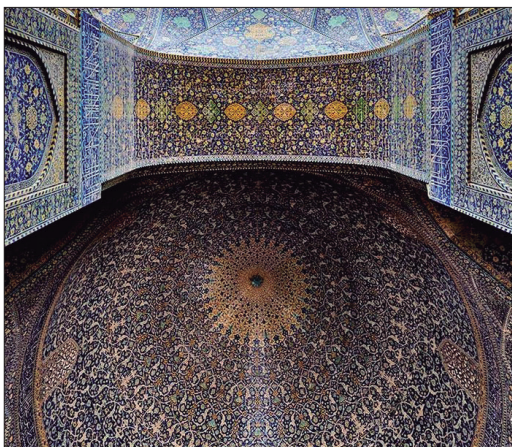
Fábricas pétreas, ladrillos y adobe integrados en el entramado murario portante, azulejos y pigmentos de color.

Descripción y comportamiento ante sismo:

Con el fin de reducir el riesgo que pueden llegar a generar determinadas piezas de gran volumetría sobre partes específicas de la estructura de cubrición la arquitectura de fábrica desarrolló una austeridad decorativa a través de elementos prominentes o abultados que se vio sustituida en las zonas de mayor sismicidad por otros recursos artísticos que conservaron esta faceta estética en los edificios de mayor significación, principalmente gracias a la integración de dichos elementos dentro de las propias estructuras de cubrición.

Variantes y posibles desarrollos locales:

- Supresión de cualquier tipo de decoración no portante, como ornamentación de tipo colgante o exterior.
- Sustitución de la decoración no portante por ornamentación a base de distintos materiales integrados en el propio plano de cubrición.
- Sustitución de la decoración no portante por ornamentación a base de distintos formatos de ladrillos y sillares, integrados en el propio plano de cubrición.
- Sustitución de la decoración no portante por ornamentación a base del uso del color sobre los elementos constructivos que conforman el propio plano de cubrición.
- Sustitución de la decoración no portante por ornamentación a base de azulejos sobre el plano exterior del propio plano de cubrición.
- Sustitución de la decoración no portante por ornamentación a base de bajorrelieves resaltados sobre el plano exterior de cubrición.



Imágenes (Figs. de esta página ya referenciadas en texto ppal.)

Referencia Sistema nº

D.2.8

**Grupo:**

D - Cubiertas (bóvedas, cúpulas y otros elem. cubrición)

**Tipo:**

2 - Aligeramiento

Subtipo:

8 - Vaciado interior y disminución de los espesores de cubrición

Regiones que lo emplearon:

Irán

Material:

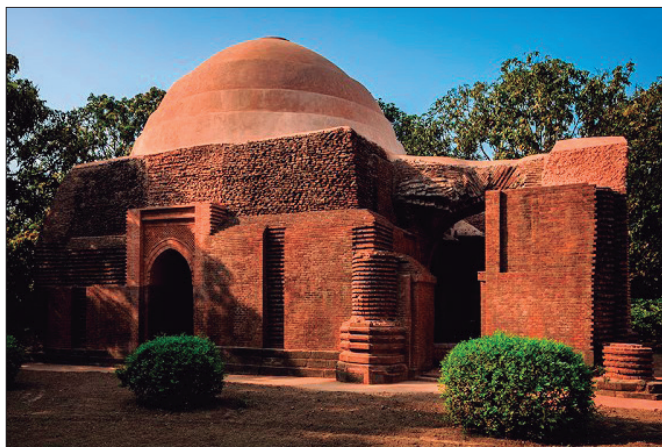
-

Descripción y comportamiento ante sismo:

Este sistema permitió conservar volumetrías exteriores propias de los estilos o las culturas donde se erigieron algunos de los edificios más monumentales, a la vez que se conservaba un espacio interior de dimensiones adecuadas y se aseguraba un aligeramiento acentuado en estos elementos de gran vulnerabilidad en caso de sismo. El desarrollo que experimentó este sistema de vaciado experimentó una evolución singular específica en cada una de las regiones donde se implementó, llegando a alcanzar desarrollos verdaderamente esbeltos.

Variantes y posibles desarrollos locales:

- Cubrición doble con vaciado interior completo entre capas, y reducción gradual del espesor de cubrición en cualquiera de las dos hojas.
- Cubrición triple con vaciado interior completo entre capas, y reducción gradual del espesor de cubrición en cualquiera de las tres hojas.
- Cubrición con vaciado interior puntual en ciertas áreas de su superficie interna, y reducción gradual en altura del espesor de cubrición.
- Cubrición doble con vaciado interior completo entre capas, sin reducción gradual del espesor de cubrición en cualquiera de las dos hojas.
- Cubrición triple con vaciado interior completo entre capas, sin reducción gradual del espesor de cubrición en cualquiera de las tres hojas.
- Cubrición con vaciado interior puntual en ciertas áreas de su superficie interna, sin reducción gradual del espesor de cubrición.
- Utilización de bóvedas o cúpulas sin vaciado interior, pero con reducción gradual en altura del espesor de cubrición.



Imágenes (Figs. de esta página ya referenciadas en texto ppal.)

Referencia Sistema nº

D.3.9

**Grupo:**

D - Cubiertas (bóvedas, cúpulas y otros elem. cubrición)

**Tipo:**

3 - Atado y unión de elementos

Subtipo:

9 - Refuerzos y armados integrados en las propias cubiertas

Regiones que lo emplearon:

Irán

Material:

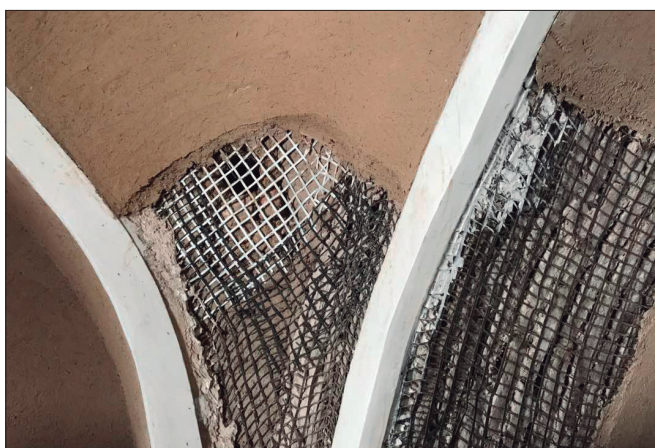
Refuerzos de origen vegetal, metálico y pétreo.

Descripción y comportamiento ante sismo:

Sistemas implementados con el objetivo de asegurar una correcta conexión y arriostramiento en todo el conjunto de cubrición, ya fuese mediante refuerzos puntuales incrustados en las propias cubiertas o armados superficiales integrados en la estructura principal, presentando una riqueza y complejidad constructiva que varía en función de distintos factores, como la ubicación, tamaño o materiales empleados.

Variantes y posibles desarrollos locales:

- Refuerzos puntuales de origen vegetal integrados en la propia estructura de cubrición.
- Refuerzos puntuales de origen metálico integrados en la propia estructura de cubrición.
- Refuerzos puntuales de tipo pétreo integrados en la propia estructura de cubrición.
- Combinación de refuerzos puntuales integrados en la cubrición, mediante la combinación de materiales de distinta o igual naturaleza.
- Refuerzos o armados continuos, de origen vegetal e integrados en la propia estructura de cubrición.
- Refuerzos o armados continuos, de origen metálico e integrados en la propia estructura de cubrición.
- Refuerzos o armados continuos, de tipo pétreo e integrados en la propia estructura de cubrición.
- Combinación de refuerzos o armados continuos integrados en la cubrición, mediante la combinación de materiales de distinta o igual naturaleza.



Imágenes (Figs. de esta página ya referenciadas en texto ppal.)

Referencia Sistema nº

D.3.10

**Grupo:**

D - Cubiertas (bóvedas, cúpulas y otros elem. cubrición)

**Tipo:**

3 - Atado y unión de elementos

Subtipo:

10 - Arriostramiento interno mediante arcos, costillas y nervios

Regiones que lo emplearon:

Irán, Perú, Bengala

Material:

Principalmente, fábricas pétreas, ladrillos cerámicos y adobe, pero también a través de elementos de madera.

Descripción y comportamiento ante sismo:

Gracias a soluciones como esta se logró atar cada uno de estos conjuntos de cubrición, favoreciendo un comportamiento unitario ante situaciones de sismo gracias a la repetición e intersección de estos elementos que articularon bóvedas y cúpulas de determinadas construcciones ubicadas en estas regiones.

Variantes y posibles desarrollos locales:

- Arriostramiento mediante la repetición de dos o más tipos de arcos o nervios, integrados la cubrición.
- Arriostramiento mediante la repetición variable de dos o más tipos de arcos o nervios diferentes, integrados en la cubrición.
- Arriostramiento mediante la repetición de un arco o nervio, integrado en la cubrición.
- Arriostramiento mediante la repetición variable de un arco o nervio, integrado en la cubrición.
- Arriostramiento mediante la repetición de dos o más tipos de arcos o nervios diferentes, integrados en los dos o más planos de cubrición.
- Arriostramiento mediante la repetición variable de dos o más tipos de arcos o nervios diferentes, integrados en los dos o más planos de cubrición.
- Arriostramiento mediante la repetición de un arco o nervio, integrado en los dos o más planos de cubrición.
- Arriostramiento mediante la repetición variable de un arco o nervio, integrado en cada uno de los dos o más planos de cubrición.



Imágenes (Figs. de esta página ya referenciadas en texto ppal.)

Referencia Sistema nº

D.3.11

**Grupo:**

D - Cubiertas (bóvedas, cúpulas y otros elem. cubrición)

**Tipo:**

3 - Atado y unión de elementos

Subtipo:

11 - Arriostramiento de las bóvedas y cúpulas y sus arranques

Regiones que lo emplearon:

Irán, Bengala

Material:

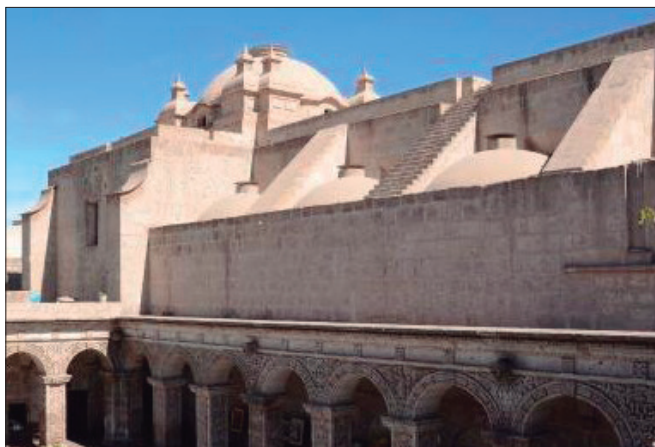
Fábricas pétreas, ladrillos cerámicos y adobe.

Descripción y comportamiento ante sismo:

Este tipo de sistemas configura un comportamiento estructural sismorresistente basado en una búsqueda de situaciones lo más unitarias posibles. La disposición de arcos y bóvedas enjutas permite una fácil combinación con distintas vías para fortalecer los arranques de dichas estructuras de cubrición, ya sean arriostramientos puntuales situados intradós o rellenos localizados en el encuentro del extradós con las superficies portantes verticales, afianzando así la estabilidad y correcta distribución de fuerzas hacia el suelo.

Variantes y posibles desarrollos locales:

- Enjutamiento de los arcos y bóvedas perimetrales e interiores (formeros+fajones), así como el atado del intradós y del extradós a través de sistemas auxiliares.
- Enjutamiento de los arcos y bóvedas perimetrales (formeros), así como el atado del intradós y del extradós a través de sistemas auxiliares.
- Enjutamiento de los arcos y bóvedas perimetrales e interiores (formeros+fajones), así como el atado del intradós o el extradós.
- Enjutamiento de los arcos y bóvedas perimetrales (formeros), así como el atado complementario del intradós o el extradós.
- Enjutamiento de los arcos y bóvedas perimetrales e interiores (formeros+fajones).
- Arriostramiento de las cubriciones mediante el enjutamiento de los arcos y bóvedas perimetrales (formeros).



Imágenes (Figs. de esta página ya referenciadas en texto ppal.)

Referencia Sistema nº

D.3.12**Grupo:**

D - Cubiertas (bóvedas, cúpulas y otros elem. cubrición)

**Tipo:**

3 - Atado y unión de elementos

Subtipo:

12 - Traba y maclado de las fábricas

Regiones que lo emplearon:

Irán, Perú, Bengala

Material:

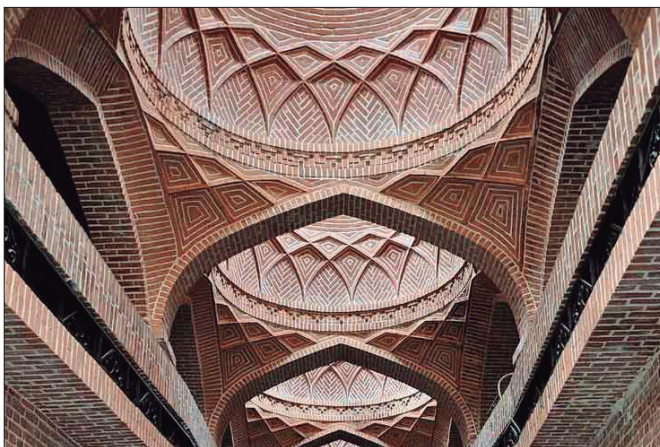
Fábricas pétreas, ladrillos cerámicos y adobe.

Descripción y comportamiento ante sismo:

A la compleja disposición de nervios y costillas dentro de estas cubriciones hay que sumarle la gran diversidad formal que se reprodujo en muchas de estas cubiertas, principalmente en lo que respecta a la utilización de distintas leyes de traba utilizadas en una misma bóveda o cúpula con el fin de dotar de un atado y arriostramiento interno en todo tipo de elementos de cubrición.

Variantes y posibles desarrollos locales:

- Utilización de cuatro o más leyes de traba en una misma superficie de cubrición y dos o más formatos de ladrillo o sillar.
- Utilización de cuatro o más leyes de traba en una misma superficie de cubrición y un único formato de ladrillo o sillar.
- Utilización de tres leyes de traba en una misma superficie de cubrición y dos o más formatos de ladrillo o sillar.
- Utilización de tres leyes de traba en una misma superficie de cubrición y un único formato de ladrillo o sillar.
- Utilización de dos leyes de traba en una misma superficie de cubrición y dos o más formatos de ladrillo o sillar.
- Utilización de dos leyes de traba en una misma superficie de cubrición y un único formato de ladrillo o sillar.



Imágenes (Figs. de esta página ya referenciadas en texto ppal.)

Referencia Sistema nº

D.3.13

**Grupo:**

D - Cubiertas (bóvedas, cúpulas y otros elem. cubrición)

**Tipo:**

3 - Atado y unión de elementos

Subtipo:

13 - Conectores entre sillares y ladrillos

Regiones que lo emplearon:

Irán, Perú

Material:

Clavijas, planchas y grapas metálicas, conglomerantes y piezas de origen pétreo o vegetal.

Descripción y comportamiento ante sismo:

El funcionamiento de atado de este tipo de sistemas, normalmente oculto en el interior de las fábricas, permite conectar piezas adyacentes en un mismo plano de cubrición, evitando los desplazamientos fuera de plano entre fábricas o elementos.

Variantes y posibles desarrollos locales:

- Conectores en forma de clavijas y grapas incrustadas en hendiduras realizadas en las caras horizontales y/o verticales de piezas adyacentes.
- Conectores en forma de travesaños incrustados en hendiduras realizadas en las caras horizontales y/o verticales de piezas adyacentes.
- Conectores en forma de planchas situadas en las caras horizontales y/o verticales de piezas adyacentes.
- Conectores en forma de rellenos conglomerantes vertidos y endurecidos sobre hendiduras realizadas en las caras horizontales y/o verticales de piezas adyacentes.
- Conectores en forma de fundidos metálicos vertidos y endurecidos sobre hendiduras realizadas en las caras horizontales y/o verticales de piezas adyacentes.
- Conectores en forma de elementos de naturaleza pétreo incrustadas en hendiduras realizadas en las caras horizontales y/o verticales de piezas adyacentes.

Referencia Sistema nº

D.3.14

**Grupo:**

D - Cubiertas (bóvedas, cúpulas y otros elem. cubrición)

**Tipo:**

3 - Atado y unión de elementos

Subtipo:

14 - Disposición de capas dobles o triples de cubrición

Regiones que lo emplearon:

Irán

Material:

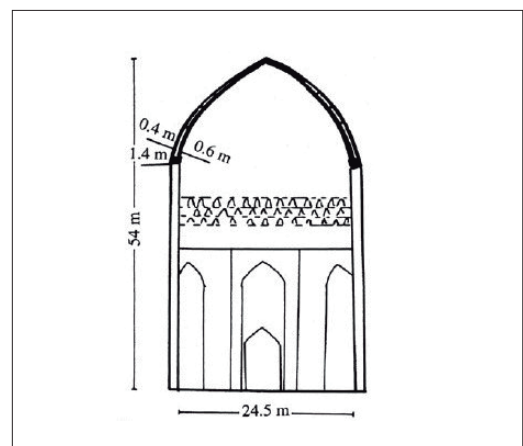
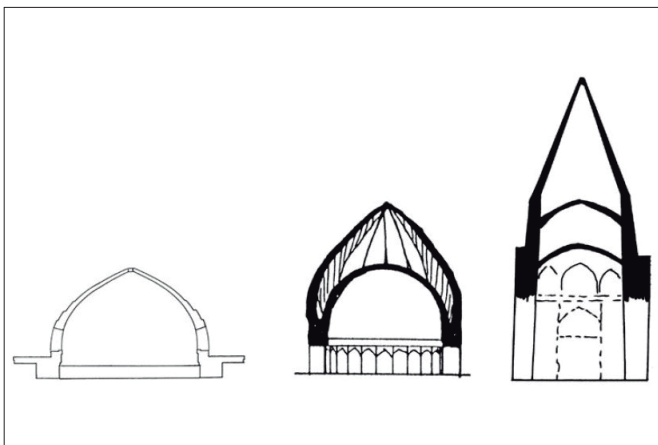
Fábricas pétreas, ladrillos cerámicos y adobe.

Descripción y comportamiento ante sismo:

Los constructores de la antigüedad recurrieron a cúpulas de varias capas con el fin de fortalecer estos elementos de cubrición y arriostrarlos con las distintas hojas que lo constituían, mitigando así los efectos que los grandes temblores podían llegar a ocasionar en estos elementos tan vulnerables ante situaciones de sismo.

Variantes y posibles desarrollos locales:

- Bóvedas o cúpulas de triple capa de distinta geometría, con una o más hojas situadas por debajo del plano horizontal de cubrición.
- Bóvedas o cúpulas de triple capa de distinta geometría, con todas las hojas situadas sobre el plano horizontal de cubrición principal.
- Bóvedas o cúpulas de doble capa de distinta geometría, con una o más hojas situadas por debajo del plano horizontal de cubrición.
- Bóvedas o cúpulas de doble capa de distinta geometría, con todas las hojas situadas sobre el plano horizontal de cubrición principal.
- Bóvedas o cúpulas de doble capa de igual geometría, superpuestas e interconectadas superficialmente entre sí.
- Bóvedas o cúpulas de doble capa de igual geometría, superpuestas e interconectadas puntualmente entre sí.
- Disposición de bóvedas o cúpulas de doble capa de igual geometría, superpuestas, pero sin conexión entre sí.



Imágenes (Figs. de esta página ya referenciadas en texto ppal.)

Referencia Sistema nº

D.3.15

**Grupo:**

D - Cubiertas (bóvedas, cúpulas y otros elem. cubrición)

**Tipo:**

3 - Atado y unión de elementos

Subtipo:

15 - Núcleo central rigidizador entre las distintas capas de cubrición

Regiones que lo emplearon:

Irán

Material:

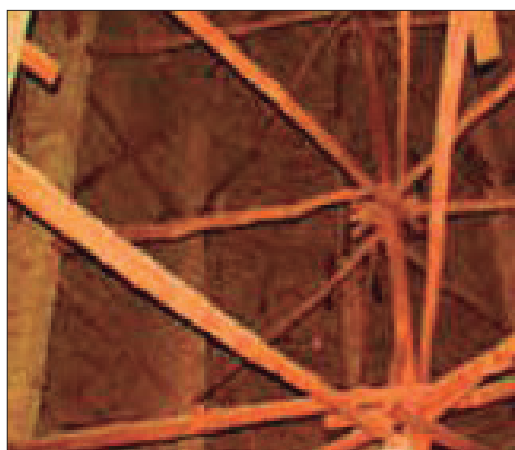
Elementos de origen vegetal, pétreo o a base de fábricas de ladrillo.

Descripción y comportamiento ante sismo:

La utilización de un núcleo central rigidizador fue implementado en las construcciones históricas de fábrica con una función estabilizadora entre las distintas capas de cubrición, ya sea de manera generalizada en todo el esqueleto estructural o en aquellos elementos parciales que conforman alguna de sus bóvedas y cúpulas.

Variantes y posibles desarrollos locales:

- Núcleo central rigidizador, de igual altura que el hueco entre capas, y compuesto por un elemento continuo a base de fábricas pétreas.
- Núcleo central rigidizador, de igual altura que el hueco entre capas, y compuesto por un elemento continuo a base de fábricas de ladrillo.
- Núcleo central rigidizador, de la misma altura que el hueco entre capas, y compuesto por un elemento continuo de madera.
- Núcleo central rigidizador, de menor altura que el hueco entre capas, y compuesto por un elemento continuo a base de fábricas pétreas.
- Núcleo central rigidizador, de menor altura que el hueco entre capas, y compuesto por un elemento continuo a base de fábricas de ladrillo.
- Núcleo central rigidizador, de menor altura que el hueco entre capas, y compuesto por un elemento continuo de madera.



Imágenes (Figs. de esta página ya referenciadas en texto ppal.)

Referencia Sistema nº

D.3.16

**Grupo:**

D - Cubiertas (bóvedas, cúpulas y otros elem. cubrición)

**Tipo:**

3 - Atado y unión de elementos

Subtipo:

16 - Conectores de refuerzo y arriostramiento entre distintas capas

Regiones que lo emplearon:

Irán

Material:

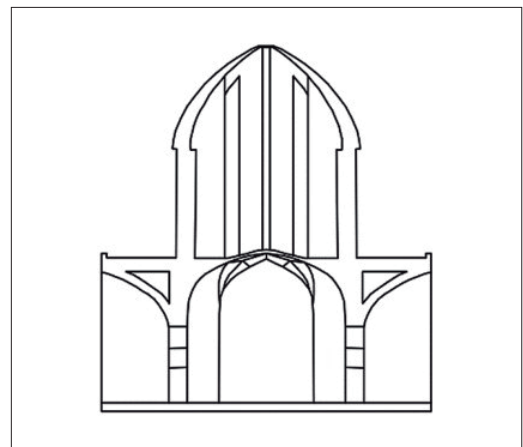
Elementos de origen vegetal

Descripción y comportamiento ante sismo:

Las cubiertas de varias capas recurrieron al empleo de conectores de refuerzo en su interior, atando y arriostrando en la medida de lo posible las distintas capas planteadas en bóvedas, cúpulas y otros elementos de cubrición. A nivel material, la utilización de este tipo de refuerzos solía reproducirse a través del mismo tipo de ladrillo o sillar empleado en la cubierta, o bien mediante fábricas de menor peso que las empleadas en las hojas principales de cubrición.

Variantes y posibles desarrollos locales:

- Conectores de refuerzo entre capas, con desarrollo radial y uniforme en todo el perímetro, y conectados diametralmente entre sí.
- Conectores de refuerzo entre capas, con desarrollo radial y uniforme en todo el perímetro, y conectados lateralmente entre sí.
- Conectores de refuerzo entre capas, con desarrollo radial y uniforme en todo el perímetro, e interconectados diametral y lateralmente.
- Conectores de refuerzo entre capas, con desarrollo radial y uniforme en todo el perímetro, pero sin conexión aparente entre sí.
- Conectores de refuerzo entre capas, con desarrollo radial y desigual en todo el perímetro, y conectados diametralmente entre sí.
- Conectores de refuerzo entre capas, con desarrollo radial y desigual en todo el perímetro, y conectados lateralmente entre sí.
- Conectores de refuerzo entre capas, con desarrollo radial y desigual en todo el perímetro, e interconectados diametral y lateralmente.
- Conectores de refuerzo entre capas, con desarrollo radial y desigual en todo el perímetro, pero sin conexión aparente entre sí.



Imágenes (Figs. de esta página ya referenciadas en texto ppal.)

Referencia Sistema nº

D.3.17

**Grupo:**

D - Cubiertas (bóvedas, cúpulas y otros elem. cubrición)

**Tipo:**

3 - Atado y unión de elementos

Subtipo:

17 - Incorporación de tirantes

Regiones que lo emplearon:

Irán, Perú, Bengala

Material:

Piezas principalmente de origen vegetal o metálico.

Descripción y comportamiento ante sismo:

En el caso de las cubiertas, los tirantes incorporados en bóvedas, cúpulas y otros elementos de cubrición supusieron una de las medidas más efectivas de cara a reducir la vulnerabilidad de estas estructuras, gracias a su función de atado y arriostramiento interno. De esta forma se lograba minimizar el riesgo de desajustes importantes en la estructura que provocasen el colapso de las cubiertas a la hora de hacer frente a las grandes sacudidas que pueden azotar estas estructuras de cubrición.

Variantes y posibles desarrollos locales:

- Empleo de tirantes de composición vegetal y disposición perimetral (bóvedas).
- Empleo de tirantes de composición vegetal y disposición interna, ya sea puntual o reiterada (bóvedas).
- Empleo de tirantes de composición vegetal y disposición radial (cúpulas).
- Empleo de tirantes de composición vegetal y disposición concéntrica (cúpulas).
- Empleo de tirantes de composición vegetal y disposición mixta.
- Empleo de tirantes de composición vegetal y disposición perimetral (bóvedas).
- Empleo de tirantes de composición vegetal y disposición interna, ya sea puntual o reiterada (bóvedas).
- Empleo de tirantes de composición metálica y disposición radial (cúpulas).
- Empleo de tirantes de composición metálica y disposición concéntrica (cúpulas).
- Empleo de tirantes de composición metálica y disposición mixta.



Imágenes (Figs. de esta página ya referenciadas en texto ppal.)

Referencia Sistema nº **D.4.18**



Grupo:

D - Cubiertas (bóvedas, cúpulas y otros elem. cubrición)



Tipo:

4 - Elasticidad y ductilidad

Subtipo:

18 - Tratamiento singular de las juntas

Regiones que lo emplearon:

Irán, Perú, Bengala

Material:

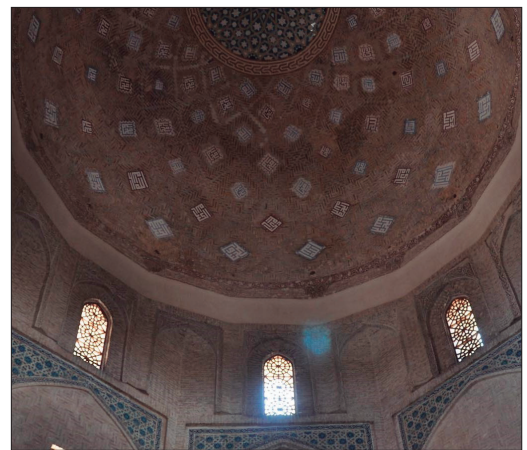
Morteros compuestos de toba, ceniza volcánica, fragmentos cerámicos, plomo, cal, barro y fibras vegetales.

Descripción y comportamiento ante sismo:

Las juntas de mortero utilizadas como elemento de unión de las fábricas que constituyen las bóvedas, cúpulas y otros elementos de cubrición desempeñan un importante papel dentro de los sistemas que aportan cierta elasticidad y ductilidad a los edificios. Su tratamiento puede llegar a proporcionar al conjunto de la cubierta una deformación necesaria que favorezca un comportamiento muy beneficioso en situaciones de sismo, cuando disponer de cierta flexibilidad puede suponer la diferencia entre la supervivencia de la estructura o su colapso.

Variantes y posibles desarrollos locales:

- Incremento del espesor de junta, con capas de mortero de espesor igual o mayor que la mitad del ancho de la fábrica empleada.
- Disposición de juntas triangulares entre fábricas trapezoidales.
- Utilización de morteros con composición material a base de toba o ceniza volcánica molida.
- Utilización de morteros con composición material a base de fragmentos cerámicos.
- Utilización de morteros con composición material a base de plomo.
- Utilización de morteros con composición material a base de cal.
- Utilización de morteros con composición material a base de barro.
- Utilización de morteros con composición material a base de fibras vegetales.
- Utilización de morteros con composición material a base de teja triturada.



Imágenes (Figs. de esta página ya referenciadas en texto ppal.)

Referencia Sistema nº **D.4.19****Grupo:**

D - Cubiertas (bóvedas, cúpulas y otros elem. cubrición)

**Tipo:**

4 - Elasticidad y ductilidad

Subtipo:

19 - Incorporación de elementos puntuales de mayor ductilidad

Regiones que lo emplearon:

Irán

Material:

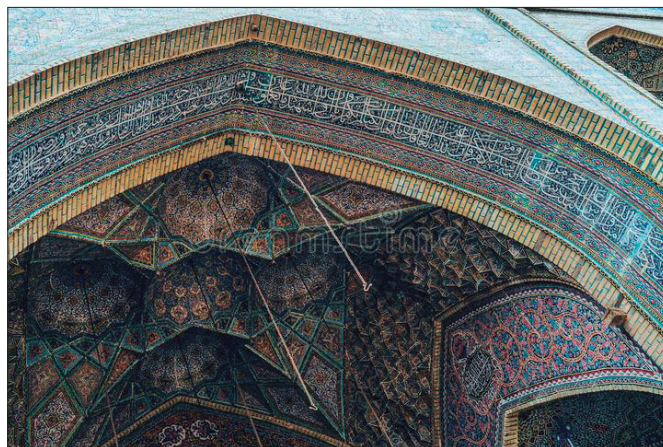
Madera. Fábricas pétreas de origen ígneo, ladrillos cerámicos aligerados y adobes con fibras vegetales.

Descripción y comportamiento ante sismo:

La utilización de elementos de mayor ductilidad en el interior de las cubiertas responde a la preocupación de flexibilizar en la medida de lo posible las grandes estructuras de cubrición planteadas en muchas de las construcciones más vulnerables.

Variantes y posibles desarrollos locales:

- Elementos puntuales de mayor ductilidad y tamaño que las fábricas utilizadas, ubicados homogéneamente en toda la cubrición.
- Elementos puntuales de mayor ductilidad y tamaño que las fábricas utilizadas, ubicados de manera localizada en una determinada sección de la cubrición.
- Elementos puntuales de mayor ductilidad y tamaño que las fábricas utilizadas, ubicados en las esquinas y arranques de la cubrición.
- Elementos puntuales de mayor ductilidad que las fábricas utilizadas, ubicados homogéneamente en toda la cubrición.
- Elementos puntuales de mayor ductilidad que las fábricas utilizadas en la cubierta, ubicados de manera localizada en una determinada sección de la cubrición.
- Elementos puntuales de mayor ductilidad que las fábricas utilizadas, ubicados en las esquinas y arranques de la cubrición.



Imágenes (Figs. de esta página ya referenciadas en texto ppal.)

Referencia Sistema nº **D.4.20****Grupo:**

D - Cubiertas (bóvedas, cúpulas y otros elem. cubrición)

**Tipo:**

4 - Elasticidad y ductilidad

Subtipo:

20 - Integración de elementos lineales de mayor ductilidad

Regiones que lo emplearon:

Irán, Perú

Material:

Madera. Fábricas pétreas de origen ígneo, ladrillos cerámicos aligerados y adobes con fibras vegetales.

Descripción y comportamiento ante sismo:

El empleo de piezas lineales de mayor ductilidad que las fábricas empleadas en las estructuras de cubrición, se engloba dentro de los sistemas que aparecen integrados dentro de las propias construcciones históricas de fábrica. Con la doble función de atado y flexibilización estructural, estos elementos se incluyen en bóvedas cúpulas y otros elementos de cubrición con el fin de dotar de cierta elasticidad y ductilidad a estos elementos tan vulnerables ante situaciones de sismo.

Variantes y posibles desarrollos locales:

- Piezas lineales de mayor ductilidad que las fábricas empleadas, y dispuestas en varias hiladas consecutivas de la superficie de cubrición.
- Piezas lineales de mayor ductilidad que las fábricas empleadas, y dispuestas en hiladas alternas o separadas.
- Piezas lineales de mayor ductilidad que las fábricas empleadas, y dispuestas en una única hilada puntual de la superficie de cubrición.
- Piezas lineales de mayor ductilidad que las fábricas empleadas, y dispuestas en las esquinas o arranques del elemento de cubrición.
- Piezas lineales de mayor ductilidad que las fábricas empleadas, y dispuestas en los refuerzos y conectores de la estructura de cubrición.



Imágenes (Figs. de esta página ya referenciadas en texto ppal.)

Referencia Sistema nº

D.4.21

**Grupo:**

D - Cubiertas (bóvedas, cúpulas y otros elem. cubrición)

**Tipo:**

4 - Elasticidad y ductilidad

Subtipo:

21 - Composición material de mayor ductilidad del propio ladrillo o sillar

Regiones que lo emplearon:

Irán, Perú, Bengala

Material:

Sillares de origen ígneo, fábricas compuestas de toba, fibras, fragmentos cerámicos o de origen animal, etc.

Descripción y comportamiento ante sismo:

La composición material de mayor ductilidad del propio ladrillo o sillar fue explorada por distintas culturas con el paso de los siglos, incorporando en el caso de las fábricas de ladrillo aditivos y áridos de distinto origen y naturaleza. En el caso de las fábricas pétreas, esta flexibilidad interna viene proporcionada por sillares de mayor composición porosa, permitiendo así cierto grado de movimiento a nivel de cubierta.

Variantes y posibles desarrollos locales:

- a. Empleo de sillares completos de naturaleza ígnea.
- b. Empleo de fábricas compuestas de toba volcánica.
- c. Empleo de fábricas compuestas de fibras vegetales.
- d. Empleo de fábricas compuestas de fragmentos cerámicos.
- e. Empleo de fábricas compuestas de fragmentos óseos.
- f. Empleo de fábricas compuestas de dos o más materiales distintos de mayores propiedades dúctiles que las fábricas utilizadas en el elemento vertical principal.



Imágenes (Figs. de esta página ya referenciadas en texto ppal.)

