



# Técnicas de intervención en estructuras de fábrica

<b>Apellidos, nombre</b>	Basset Salom, Luisa (lbasset@mes.upv.es)
<b>Departamento</b>	Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras
<b>Centro</b>	Universitat Politècnica de València

## 1 Resumen de las ideas clave

Cuando se producen lesiones que ponen en riesgo la estabilidad o durabilidad de las estructuras de fábrica o cuando se proyecta una rehabilitación, debe, tras un diagnóstico completo del estado actual de la misma, realizarse una intervención para garantizar su capacidad portante y el cumplimiento de la normativa.

En este artículo vamos a presentar las técnicas de intervención de reparación, refuerzo o sustitución en estructuras de fábrica.

## 2 Introducción

Las obras de fábrica pueden presentar lesiones de tipo físico, químico o mecánico, causadas por agentes externos (agua, viento, sismo, etc.) o por defectos en su construcción o, incluso, por asentos en la cimentación del edificio.

Cuando se detectan estas lesiones debe realizarse una intervención que, en primer lugar y tras un diagnóstico, anule sus causas (deteniendo la lesión y eliminando su origen) y, posteriormente, actúe sobre la lesión, recuperando y mejorando (si procede) el estado original del elemento constructivo y su capacidad resistente garantizando un comportamiento estructural adecuado.

Por otra parte, cuando se proyecta una rehabilitación o un cambio de uso en un edificio con estructura de fábrica deberá verificarse la adecuación de ésta y el cumplimiento de la normativa vigente, siendo necesaria, en ocasiones, una intervención sobre la misma.

## 3 Objetivos

Una vez que el alumno lea con detenimiento este documento, será capaz de:

- Identificar las diferentes técnicas de intervención en estructuras de fábrica: técnicas de reparación, refuerzo y sustitución.
- Determinar la técnica de intervención adecuada al tipo de lesión y a las necesidades de la estructura de fábrica.

## 4 Técnicas de intervención en estructuras de fábrica

Las técnicas de intervención en obras de fábrica pueden ser de 3 tipos:

**REPARACIÓN:** consolidación y recuperación de la capacidad resistente inicial del elemento sobre el que se interviene, por haber perdido parte de ella o por ser insuficiente para soportar con seguridad los esfuerzos a que está sometido.

**REFUERZO:** aumento de la capacidad resistente del elemento sobre el que se interviene, en general, aumentando su inercia o mejorando su trabazón.

**SUSTITUCIÓN:** adición de una estructura paralela que asume en su totalidad la capacidad portante requerida (sustitución funcional), cuando la deformación sea muy importante y la nueva geometría no posibilite el refuerzo o cuando el proceso

patològic ha debilitat tant el mur que el seu reforçament és impossible o la construcció d'una nova estructura (substitució total), prèvia demolició de la original, quan aquesta ha sofert una deformació irreparable.

## 4.1 Reparación

La reparació o consolidació d'obres de fàbrica es realitza mitjançant un dels procediments següents: rejuntat, relleno i sellat de fisuras i gretes, inyecciones, reposició o substitució física de peces danyades i creació de juntes de dilatació

### REJUNTADO

Es tracta d'un procediment de reparació aplicable als murs de fàbrica (pedra o ladrillo) quan les peces es troben en bon estat, restituint la resistència inicial i l'adhesió entre elles (figura 1).

Es elimina la part deteriorada de les juntes de mortero originals i es rellenen amb mortero nou (cemento, resina, etc.) en funció de les característiques de la fàbrica. A vegades s'introdueixen armadures en les juntes.

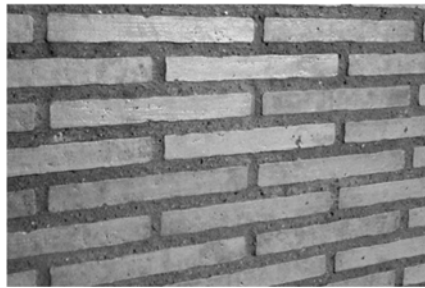


Figura 1. Rejuntado en un muro de ladrillo

### RELLENO y SELLADO de FISURAS/GRIETAS

Esta técnica consiste en rellenar y sellar todas las fisuras/gretas con un mortero, para evitar el contacto de la intemperie con el interior de las fábricas, una vez estabilizados los daños en el muro,

Se sanean y se limpian las fisuras/gretas y se aplica el material sellante que puede ser rígido (mortero de cemento y arena de río con aditivos que minimicen la retracción), semi-elástico (mortero de cemento y arena de río con alguna resina epoxi o solución de caucho natural o artificial) o elástico (siliconas)

### INYECCIONES

Esta técnica consiste en rellenar y macizar los vacíos internos sellando las grietas pasivas para restablecer la continuidad de las fábricas fracturadas y sus propiedades mecánicas.

Suele utilizarse porque preserva el aspecto exterior de la fábrica y, al aumentar la adherencia entre las piezas, mejora la solidez global del sistema y proporciona una mayor resistencia.

Una vez saneadas las grietas se limpian y se inyecta el material de relleno por gravedad o a presión (figura 2).

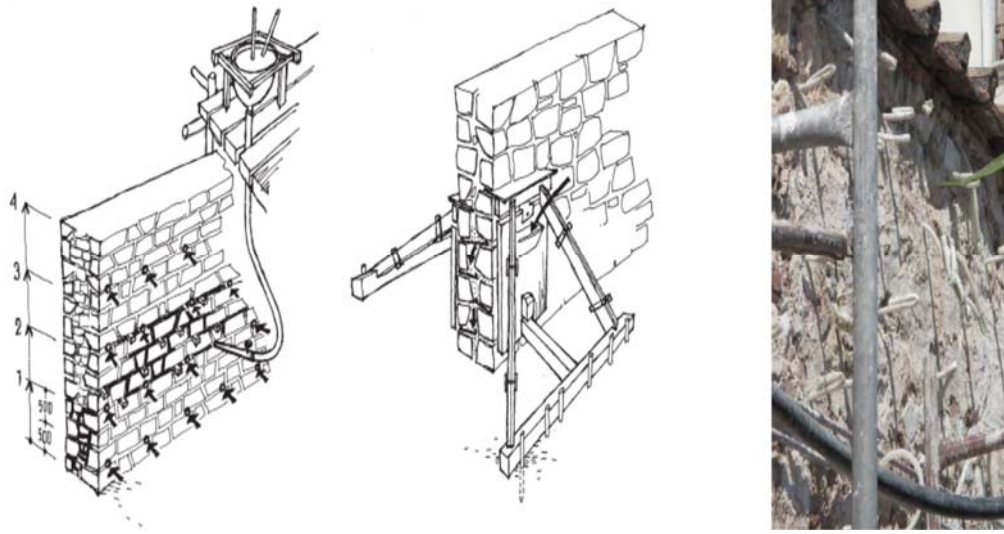


Figura 2: Reparación mediante inyección [7]

#### REPOSICIÓN/SUSTITUCIÓN FÍSICA DE PIEZAS DAÑADAS

Este procedimiento se utiliza cuando una parte localizada del muro está muy dañada o deteriorada.

Se eliminan las piezas de la zona dañada y se reconstruye con piezas del mismo material o con otros de características resistentes y de deformabilidad similar. La reposición de elementos debe asegurar el aparejo con el resto de la fábrica (figura 3)



Figura 3: Reposición del muro [7]

#### CREACIÓN DE JUNTAS DE DILATACIÓN

Cuando la grieta se debe a movimientos térmicos suele ser necesaria la apertura de una junta de dilatación rehaciendo la zona del muro afectada, reponiendo las piezas rotas y sellándola por ambos lados del muro con material elastómero que obstruya el paso de aire o agua y que permita mantener la movilidad de los dos muros resultantes

## 4.2 Refuerzo

El refuerzo se realiza mediante uno de los procedimientos siguientes: pasadores, grapados, cosidos, atirantado, anclajes, contrafuertes, zunchado, recrecidos, materiales compuestos.

### PASADORES METÁLICOS

Este procedimiento es aplicable a muros compuestos por varias capas que se encuentran inconexas, sin trabazón mutua e individualmente inestables.

Se taladra el muro insertando barras de acero que, una vez postensadas, atan las capas, unas contra otras evitando que se separen (figura 4)

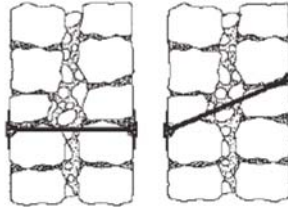


Figura 4: Refuerzo con pasadores metálicos [6]

### GRAPADO

El objetivo de esta técnica de refuerzo es que el muro fracturado recupere la continuidad y el monolitismo para que las tensiones se transmitan y se repartan de nuevo homogéneamente a través de la zona agrietada, solidarizando los sectores, tramos o fragmentos resultantes de su rotura mediante la inclusión de unas piezas auxiliares metálicas llamadas grapas.

Las grapas tienen forma de U, de sección circular o rectangular (de 25 a 50 cm), y sus patas se encastran a uno y otro lado de la grieta mediante unas patillas con la longitud suficiente para garantizar un buen anclaje en el muro, de modo que se evite cualquier tipo de desgarro y se consiga mantener la integridad del conjunto (figura 5). Una vez colocadas se cubren con mortero.



Figura 5: Refuerzo del muro mediante grapado [5]

### COSIDO

El cosido es un sistema de refuerzo integral aplicable a los muros de piedra o de fábrica de ladrillo consistente en la disposición de barras (habitualmente de acero) en el interior del muro, en perforaciones de longitud variable, para aumentar la capacidad resistente global o rigidizar zonas de la fábrica.

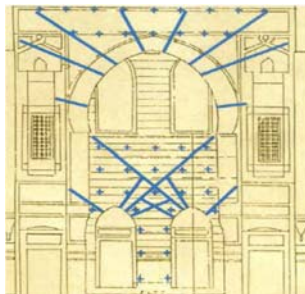


Figura 6: Refuerzo mediante cosido [5]

El cosido puede ser inclinado (uniendo varias hiladas entre si) u horizontal (uniendo sólo piezas de la misma hilada) (figura 6).

La interfase entre las barras y el material del muro se rellena con un compuesto adherente que suele ser de base epoxidica.

#### ATIRANTADO

El objetivo de esta técnica (figura 7) es detener los desplomes o deformaciones progresivas transversales al plano disponiendo tirantes, fijados a dos muros paralelos mediante elementos de anclaje que evitan el aumento de su separación y, con ello, la consiguiente pérdida de su capacidad resistente.

Es conveniente que cuanto menos uno de los dos elementos de anclaje de cada tirante permita un periódico ajuste tensional que compense los efectos de eventuales alargamientos del material del tirante.



Figura 7: Atirantamiento en S. Miguel de los Reyes, Valencia

#### ANCLAJES

Es una solución de refuerzo tradicional que se utiliza en zonas sísmicas para conectar muros ortogonales entre sí o muros y forjados cuando se busca que la estructura tenga una respuesta monolítica.

Las barras metálicas suelen quedar embutidas en la estructura horizontal asomando su extremo al exterior donde se sujeta con piezas especiales o placas que permiten transmitir los esfuerzos (figura 8).



Figura 8: Anclajes tradicionales a nivel del forjado

### CONTRAFUERTE

Su función es equivalente a la de los tirantes. En este caso, la absorción de los empujes de las bóvedas, arcos o de cualquier otro elemento que introduzca solicitaciones inclinadas en los muros, se confía a los contrafuertes, por su capacidad de transmitir dichas acciones al terreno a través de su sección.

Resulta fundamental la continuidad constructiva entre muro y pilastras, lo que no siempre se puede conseguir, en función del tipo de material. (figura 9)

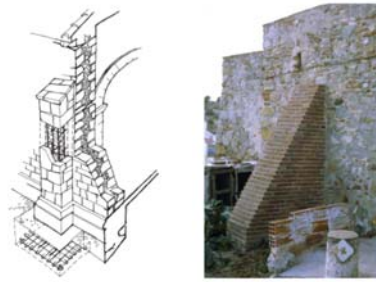


Figura 9: Refuerzo mediante contrafuertes [7]

### ZUNCHADOS

El zunchado es un refuerzo perimetral lineal horizontal en el borde superior o en una línea intermedia del muro o en pilares de piedra o ladrillo, rodeándolos con el fin de reducir su esbeltez y aumentar con ello su resistencia. Puede realizarse con hormigón armado, acero o madera, y quedar oculto o ser visible desde el exterior. Si el muro es muy largo, el zunchado puede ser doble y estar atado entre sí con elementos verticales

Se utiliza en zonas sísmicas para evitar los mecanismos de colapso fuera del plano al mejorar las conexiones entre los muros transversales y entre muros y forjados. También es habitual el zunchado de torres (figura 10).



Figura 10: Refuerzo mediante zunchados en Lorca

### RECRECIDO A BASE DE MORTERO U HORMIGÓN ARMADO

Consiste en el aumento de la sección estructural del muro con mortero u hormigón adheridos superficialmente a éste, previa la incorporación de mallazos metálicos, enlazados entre sí, mejorando la capacidad portante (figura 11). Aunque beneficia la rigidez y la transferencia de tensiones de la estructura, aumenta considerablemente el peso propio, modificando la apariencia y la forma original.

Es apropiada para el refuerzo de edificios afectados por movimientos sísmicos ya que permite aumentar la rigidez de las partes del edificio que lo requieran o de la totalidad de éste.

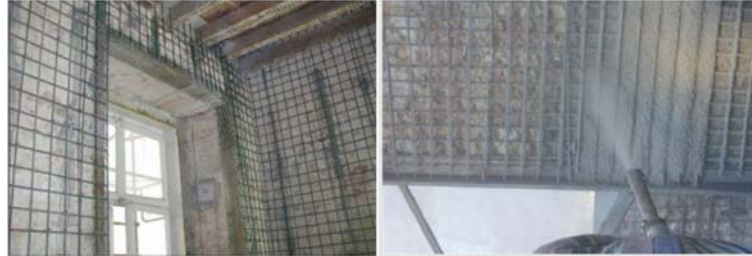


Figura 11: Refuerzo recrecido con hormigón proyectado [6]

#### REFUERZO CON MATERIALES COMPUESTOS

El refuerzo se realiza con materiales compuestos formados por polímeros reforzados mediante fibras de carbono (CFRP) o fibra de vidrio (GFRP), apropiados para reparar o reforzar estructuras dañadas de obra de fábrica debido a su adaptabilidad a las superficies planas y curvas. Con ellas se mejora la resistencia a flexión y cortante además de la rigidez y la ductilidad.

Sus principales ventajas son: elevada resistencia, poco peso y espesor, moderada rigidez, alta resistencia a la corrosión, facilidad de aplicación y ajuste a las estructuras existentes.

Puede colocarse en forma de láminas pegadas con resina epoxi sobre la superficie limpia de la fábrica (figura 12), de bandas unidireccionales o de barras en juntas sustituyendo a las barras de acero.



Figura 12: Refuerzo de muro de fábrica con bandas de CFRP [5]

### **4.3 Sustitución**

Como se ha comentado previamente, la sustitución puede ser funcional, por adición de una estructura paralela o bien total, previa demolición del muro original. En ambos casos la estructura nueva es la que debe proporcionar la capacidad portante requerida.

#### SUSTITUCIÓN FUNCIONAL

Cuando los daños que presenta un muro tienen un carácter muy grave, con un serio riesgo para su estabilidad, pero resulta obligado conservar los elementos constructivos originales, o si se trata de un muro que recibe cargas verticales con suficiente excentricidad como para provocar el desplome de su coronación se recurre a la ejecución de una nueva estructura. Esta sustituye funcionalmente a



la original al absorber las cargas verticales, descargando el muro existente y eliminando los problemas de inestabilidad.

Habitualmente se trata de una estructura porticada de hormigón armado o metálica, aunque puede ser también un muro de hormigón armado (figura 13). La nueva estructura necesita una nueva cimentación para trasladar adecuadamente las acciones hasta el terreno.



Figura 13: Sustrucción funcional de muro (Lorca)

#### DEMOLICIÓN Y SUSTITUCIÓN TOTAL

Cuando las actuaciones anteriores son muy difíciles, muy costosas o inútiles, no tendremos más remedio que recurrir a la demolición y sustitución por un nuevo muro.

El nuevo muro podrá hacerse de fábrica, igual al existente, aunque con las dimensiones necesarias para su estabilidad, o de hormigón armado visto como una clara aportación actual a la obra.

## 5 Cierre

A lo largo de este objeto de aprendizaje hemos visto diferentes técnicas de intervención en estructuras de fábrica. Para comprobar que has aprendido, observa la figura 14 correspondiente a San Miguel de los reyes y trata de justificar la necesidad de la sustitución funcional del muro<sup>1</sup>.



Figura 14. Intervención en muro fábrica, San Miguel de los Reyes.

---

<sup>1</sup> La rehabilitación del edificio y transformación en biblioteca, así como la conservación del muro exterior requiere la sustitución funcional del muro original mediante un muro adosado de hormigón con capacidad resistente requerida para recibir todas las cargas.

## 6 Bibliografía

### 6.1 Libros:

- [1] Brufau i Niubó, R. Rehabilitar con acero. Publicaciones Apta, 2010
- [2] Broto C. Enciclopedia broto de patologías en la construcción., Ed. Broto y Comerma
- [3] Monjo Carrió J., Maldonado Ramos, L. Patología y técnicas de intervención en estructuras arquitectónicas. Ed. Munilla-Lería, 2001
- [4] Tratado de rehabilitación. Tomo 3. Patología y técnicas de intervención. Elementos estructurales. II obras de fábrica. Máster de Restauración Arquitectónica UPM. Dep. Construcción y Tecnología Arquitectónicas. ETSAM, 2008. Ed. Munilla-Lería
- [5] Guide for the Structural Rehabilitation of Heritage Buildings. CIB Commission W023 - Wall structures, 2010
- [6] Meireles H.; Bento R., Rehabilitation and strengthening of old masonry buildings, 2013 - Relatório ICIST DTC nº 02/2013

### 6.2 Referencias de fuentes electrónicas:

- [7 9] Método RehabiMed. Arquitectura Tradicional Mediterránea II. Rehabilitación El edificio Parte 2. Herramienta 8. Las técnicas de rehabilitación: reforzar las estructuras. La rehabilitación de los elementos estructurales de la arquitectura tradicional mediterránea. César Díaz Gómez  
[http://www.rehabimed.net/Publicacions/Metode\\_Rehabimed/II.Rehabilitacio\\_Le\\_difici/ES/2ªParte.Herramienta8.pdf](http://www.rehabimed.net/Publicacions/Metode_Rehabimed/II.Rehabilitacio_Le_difici/ES/2ªParte.Herramienta8.pdf)

### 6.3 Figuras:

- Figura 1. Rejuntado en un muro de ladrillo (autora: L. Basset)
- Figura 2: Reparación mediante inyección [7]
- Figura 3: Reposición del muro [7]
- Figura 4: Refuerzo con pasadores metálicos [6]
- Figura 5: Refuerzo del muro mediante grapado [5]
- Figura 6: Refuerzo mediante cosido [5]
- Figura 7: Atirantamiento en S. Miguel de los Reyes, Valencia (autores: J. Monfort, E. Abdilla y L. Palaia)
- Figura 8: Anclajes tradicionales a nivel del forjado (autora: L. Basset)
- Figura 9: Refuerzo mediante contrafuertes [7]
- Figura 10: Refuerzo mediante zunchados en Lorca (autoras: L. Basset, A. Guardiola)
- Figura 11: Refuerzo recrecido con hormigón proyectado [6]
- Figura 12: Refuerzo de muro de fábrica con bandas de CFRP [5]
- Figura 13: Sustitución funcional de muro Lorca (autoras: L. Basset, A. Guardiola)
- Figura 14. Intervención en muro fábrica, San Miguel de los Reyes (autores: J. Monfort, E. Abdilla y L. Palaia).