

# Metodo C.A.M.

Il principio è quello di far funzionare staticamente un edificio così come era stato progettato generando autotensioni: le Cuciture Attive Murarie comprimono le murature, migliorandone le prestazioni statiche. Una tecnologia leggera innovativa con ampie possibilità applicative

Massimiliano Muscio

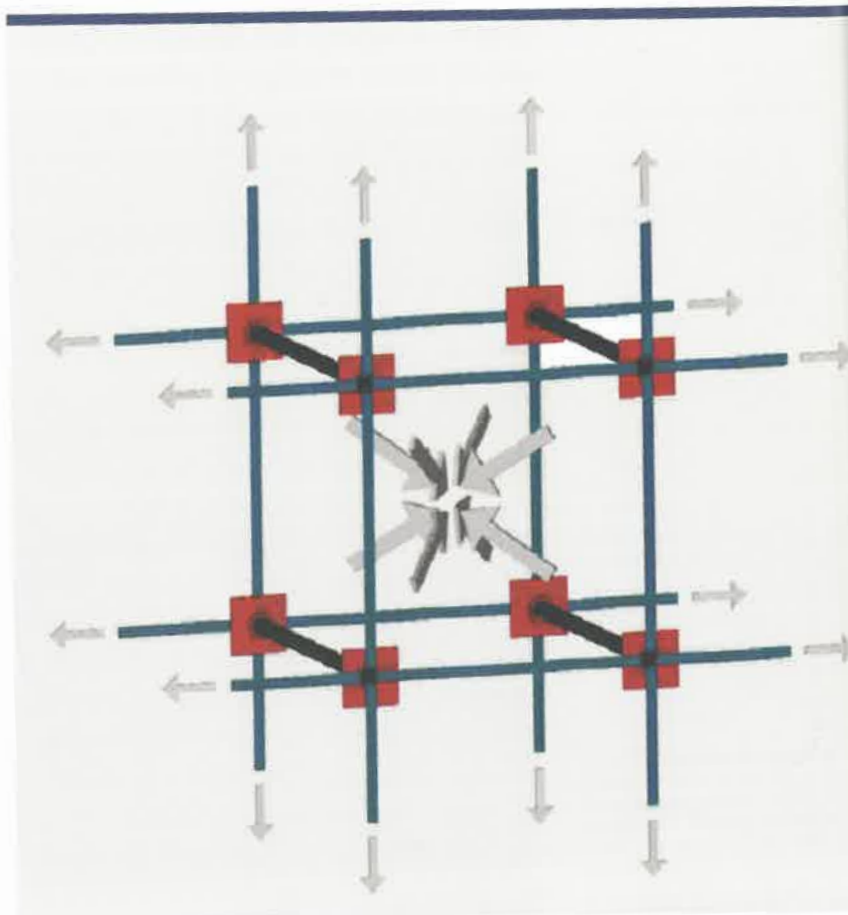
**L**e costruzioni in muratura portante rappresentano una parte considerevole del patrimonio architettonico italiano riferendosi ad una casistica alquanto differenziata di manufatti che, in molti casi, per la cattiva qualità di opere e materiali e le scadenti condizioni di conservazione vedono compromesse, in maniera evidente, le proprie capacità statiche e funzionali.

A quanto detto si devono aggiungere gli interventi, spesso indiscriminati, realizzati nel tempo – demolizioni e ricostruzioni di parti o elementi del manufatto con materiali non idonei, realizzazione di aperture, ecc. –, la riconversione di un gran numero di abitazioni spesso destinate, dai nuovi proprietari, a funzioni differenti da quelle originarie e l'adeguamento alle nuove normative che, soprattutto in materia di antisismica, introducono diverse e più precise condizioni da soddisfare riguardanti la resistenza alle azioni orizzontali. E' chiaro, quindi, come, per le operazioni che riguardano il ripristino, l'adeguamento e il miglioramento statico delle strutture, sia diventato necessario intervenire con tecnologie innovative più appropriate ed efficaci di quelle comunemente utilizzate.

Le soluzioni per il rinforzo strutturale dei fabbricati in muratura sono molteplici, ma non sempre adeguate ai casi specifici, e vanno dalle tecnologie tradizionali – iniezioni di malta tecnologica con barre filettate, catene e reti elettrosaldate, ecc. – a quelle più recenti (fibre di

carbonio). Qualunque sia il metodo, uno dei modi migliori per realizzare il recupero strutturale di un edificio è fare in modo che “funzioni” come è stato originariamente progettato cercando di mantenere inalterati gli schemi statici utilizzando, quanto più possibile, le capacità dei materiali di cui è costituito per

## Come funziona il sistema C.A.M.



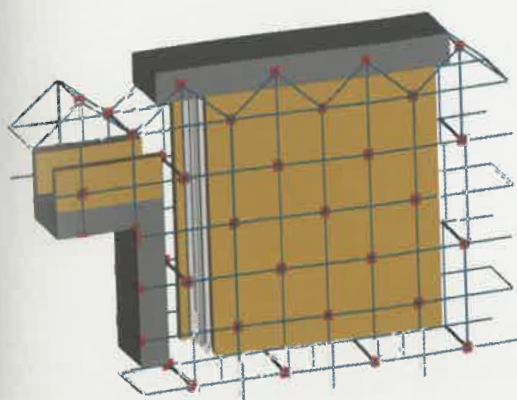
resistere alle sollecitazioni. Questo è ancora più vero per le costruzioni che si presentano con murature portanti di spessore ridotto o costruite a doppio paramento con collegamenti trasversali mancanti o poco efficienti, e nelle quali la decoesione delle malte (spesso di scarsa qualità) ed i piccoli dissesti di varia natura compromettono gravemente le capacità meccaniche degli elementi lapidei.

Il metodo C.A.M. – Cuciture Attive Murarie o Cerchiaggio Attivo dei Manufatti - propone lo stesso principio: ripristinare e rendere solidali (come dovrebbero essere) le parti murarie disconnesse. E' un sistema che non si avvale di materiali o tecnologie particolari ma, attraverso la pre-tensione di sottili nastri in acciaio inossidabile, sfrutta le capacità della muratura portante pre-comprimendola e migliorandone le qualità fondamentali quali la resistenza a compressione e taglio. Il sistema di posa in opera prevede la realizzazione di fori passanti del diametro di 4 o 5 cm., nei quali viene inserito un nastro di acciaio inox dello spessore di 0,2 mm successivamente "cucito" sulla superficie muraria. Alla fine del cerchiaggio, tramite uno speciale macchinario, il nastro viene messo in trazione secondo i parametri stabiliti e bloccato. La trasmissione delle tensioni dall'acciaio alla muratura impedisce ulteriori sconnessioni e ne recupera il dissesto.

Al variare della tipologia di intervento viene decisa la migliore posa in opera delle nastrature che possono essere disposte secondo piani di posa orizzontali, verticali o inclinati su setti in elevazione e su cordoli e incroci, oppure seguendo geometrie a maglie poligonali regolari o irregolari. Sugli angoli ed in corrispondenza di collegamenti trasversali si utilizzano terminali e piatti sagomati in acciaio per evitare la formazione di tensioni localizzate su aree ristrette.

Il CAM diventa una "struttura" spaziale collaborante con i setti portanti, costituita da due elementi - nastri collegati da giunti - ripetibili e modulabili secondo le necessità, che assume la configurazione di una "reticolare" ad elementi tutti tesi, estendibile e regolabile al variare delle esigenze. Considerando la natura estremamente versatile del tipo di applicazione se ne deduce la possibilità di intervenire in numerose situazioni, sfruttando appieno i vantaggi che ne derivano riguardanti soprattutto:

- il comportamento statico:
- il recupero della monoliticità del setto con un valore aggiunto riguardante il miglioramento del quadro fessurativo e della duttilità (dovuto alla presenza dell'acciaio) e la maggiore resistenza alle sollecitazioni sia nel piano della muratura che al di fuori di esso – facilitato dall'induzione di un comportamento "scatolare"



A sinistra: schema statico di riferimento relativo all'azione meccanica del sistema CAM che funziona sfruttando una tecnica semplice ed intuitiva.

I nastri formano una struttura continua che, per effetto del tiro indotto sugli stessi, tende a comprimere l'elemento sul quale viene applicato sia nel proprio piano che ortogonalmente ad esso.

Sopra: rappresentazione schematica di una generica articolazione delle nastrature del CAM, un sistema reticolare spaziale nel quale i "nodi" – costituiti da piatti sagomati – sono collegati da elementi -nastri orizzontali, verticali e inclinati- nel piano della muratura e ortogonalmente ad esso.



Applicazione delle cuciture su di un paramento murario ad opera incerta di scarsa qualità e nel quale le malte risultano compromesse ed inadeguate ad assolvere alcuna funzione legante.



In dettaglio, un piatto sagomato di collegamento che serve a redistribuire le tensioni nell'intorno della foratura evitando la formazione di carichi concentrati su aree ristrette.



dell'intero edificio - con un aumento della "tenuta" per carichi dinamici quali potrebbero essere quelli provocati da un sisma;

- il notevole risparmio di peso e materiali che sovraccaricano la struttura, a differenza di quanto succede con le iniezioni di malte tecnologiche, i calcestruzzi, le reti elettrosaldate oppure le barre e le catene in acciaio;

- la flessibilità:

- la capacità di seguire geometrie complesse e di intervenire in parti "difficili" della struttura (volte, incroci ed angoli) senza mettere in opera piastre d'acciaio a vista, tiranti e antiestetiche catene;

- l'integrabilità con il sistema impiantistico, cavi e fili pur se sottotraccia non impediscono la corretta disposizione delle tirantature;

- la reversibilità dei nastri che possono essere tagliati e spostati in qualsiasi momento;

- la modulabilità del "tiro" delle fettucce, regolato al modificarsi delle condizioni statiche del setto interessato e di tutta la struttura (fatto che rende possibile qualsiasi intervento su superfici murarie di ogni tipo);

- l'integrabilità con altri sistemi di recupero verso i quali le cuciture diventano elementi complementari per la tenuta dell'insieme;

- la possibilità di intervenire su edifici in calcestruzzo armato, considerando lo stato di cattiva conservazione nella quale versa una grande quantità di strutture costruite nella seconda metà del Novecento. In questo caso il meccanismo indotto dal tiro dei nastri appare simile a quello realizzato sui moderni calcestruzzi pre-compressi, non dimenticando che i conglomerati cementizi - nel comportamento statico - sono del tutto assimilabili ai materiali lapidei;

- la messa in opera:

- interventi realizzati a secco e "chirurgici", infatti non c'è utilizzo di malte ed i fori sono di diametro estremamente ridotto e localizzati in punti precisi;

- applicazioni poco invasive, il cerchiaggio si predispone realizzando minime tracce superficiali conservando, per quanto possibile, gli intonaci originali;

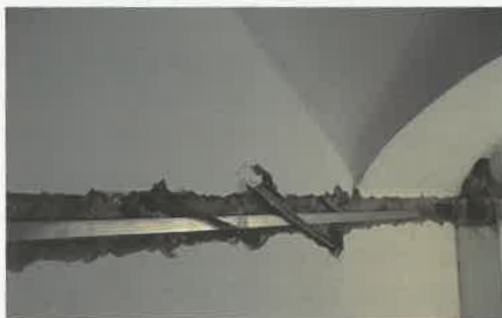
- costi relativamente contenuti e posa in opera - eseguita da operai specializzati - realizzata in tempi brevi;

## Esempi di applicazione



### Cuciture interne

Oltre che per esigenze di calcolo le nastrature possono seguire geometrie irregolari anche in ordine a necessità pratiche e/o funzionali (come la presenza di una trave), assicurando il mutuo di collegamento di elementi realizzati in materiali diversi.



### In interni

La flessibilità del metodo di posa in opera dei nastri permette la completa integrabilità con il sistema impiantistico sottotraccia.

La disposizione degli elementi in acciaio, al di sotto dello strato di intonaco, consente interventi localizzati estremamente precisi e rapidi da eseguire.

### Soluzione d'angolo

Una soluzione d'angolo per l'incatenamento di pareti ortogonali in muratura, studiando delle opportune geometrie di disposizione delle maglie il sistema garantisce una tenuta "scatolare" dell'intero edificio. Anche in questo caso l'utilizzo di pezzi "speciali" sagomati è d'obbligo.



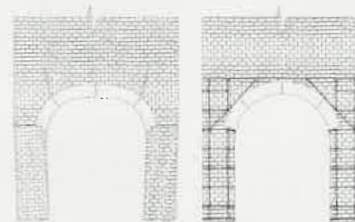
### Piattabanda

Disposizione dei nastri al di sopra di una piattabanda. Esigenze di progetto diverse comportano differenti distribuzioni degli elementi-tirante.



### Pilastro in cls

Particolare dell'applicazione del sistema CAM su di un pilastro in calcestruzzo armato. Le cuciture agiscono secondo lo stesso principio che vale per le costruzioni murarie recuperando la monoliticità dell'elemento strutturale. In evidenza le speciali "fibbie" che permettono l'aggancio degli elementi in acciaio mantenendo il tiro dei nastri costante nel tempo.



### Arco murario

Un intervento su di un arco in muratura rappresenta al meglio le potenzialità del CAM. Per recuperare il dissesto si possono predisporre nastri "cuciti" e nascosti lungo tutto il perimetro, evitando elementi a vista e recuperando il comportamento statico della struttura.

### Pannello in mattoni

Una prova sperimentale su di un pannello in mattoni. Per ottenere le migliori performances in diverse condizioni d'uso il sistema è stato ampiamente testato in laboratorio.



Massimiliano Muscio, architetto, dottore di Ricerca in Tecnologia dell'Architettura Università Federico II di Napoli.