

UN METODO PER LA SICUREZZA DEI CENTRI STORICI

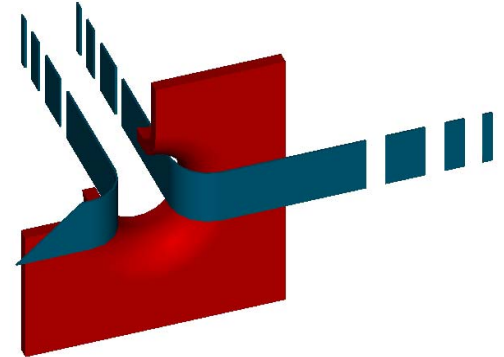
INTERVENTI DI MIGLIORAMENTO STRUTTURALE MEDIANTE CUCITURE ATTIVE DELLA MURATURA

A cura di

Mauro Cilia – Funzionario Dipartimento Regionale
Protezione Civile Ragusa (mcilia@tiscali.it)

Rosario Cultrone – Dottorando XV Ciclo Pianificazione
Urbana e Territoriale PALERMO

Carmen Occhipinti – Presidente Ordine dei Chimici
Ragusa (tecno.tis@tiscali.it)



Ormai da troppo tempo, sempre più spesso si assiste ad un copioso ed intollerabile stillicidio di eventi calamitosi, dei quali un buon 70% imputabili alla negligenza dell'uomo. In questa sfera di calamità gravitano diversi tipi di eventi: alluvionali, franosi, ambientali (incendi, inquinamento atmosferico, etc.) ed in particolare sismici. Lo strumento che studia i possibili eventi che possono travolgere una



Fig. 1 – Crollo di una parete muraria a doppio paramento (Sellano, 1997).

comunità è il piano comunale di protezione civile che mira alla mitigazione della vulnerabilità e alla messa in sicurezza delle vie di fuga, nonché alla riqualificazione urbana con

particolare attenzione al centro storico, assumendo l'aspetto di un piano di recupero antisismico. E' fondamentale che le indicazioni del piano siano assolutamente compatibili con lo strumento urbanistico vigente e con la salvaguardia formale e strutturale degli edifici che costituiscono i centri storici. Bisogna conservare, quindi, il pregio storico-costruttivo dei singoli edifici che, di volta in volta, vengono ristrutturati, al fine di evitare la perdita di identità storica che spesso è abbinata agli interventi di ristrutturazione edilizia. E' necessario tenere sempre presente che la storia urbanistica di un centro è costituita tanto da grandi palazzi quanto dalle "caratteristiche" e che gli uni quanto le altre concorrono, in eguale misura, all'armonia d'insieme.

Purtroppo spesso si interviene realizzando quelli che Boscarino definiva "Cadaveri eccellenti" con cordoli sommitali in cemento armato (fig. 3), con fodere murarie in cemento, che alla minima scossa, si distaccano con risposta strutturale assolutamente indipendente dalla struttura cui erano applicate o, ancor peggio, con iniezioni di cemento. Per non parlare dell'inserimento di solai in cemento armato, laddove basterebbe solo migliorare quelli di legno esistenti. L'intervento effettuato deve avere riconoscibilità e reversibilità, caratteristiche che, alle iniezioni, decisamente mancano. Inoltre, è impossibile indicare una terapia comune di intervento da seguire per mettere in sicurezza gli edifici perché ciascuno ha una sua storia e vicende costruttive e storiche varie sicchè, a volte, il costruito viene fuori da un progetto unitario e a volte da una serie di accorpamenti e sopraelevazioni fatte in epoche diverse, con conseguente disomogeneità strutturale. Ciò concorre, assieme al tipo di legante utilizzato, alla presenza o meno di diatoni (fig.1-2) e ortostati nella muratura a distinguere il ben dal mal costruito e suggerisce, caso da caso, la terapia da approntare affinché l'edificio in esame venga garantito alle generazioni future. Ma l'armonia strutturale è campo parecchio delicato poiché cozza con quanto l'uomo ha fatto con una infinita serie di interventi che, dal dopoguerra ad oggi, hanno deturpato i nostri centri storici. I muri di un manufatto sono come libri d'archivio: l'analisi stratigrafica dei paramenti murari ci descrive le fasi storiche dell'opera.

Va ricordato, infine, che il "miglioramento" sismico, spesso ritenuto sinonimo di intervento rispettoso dei

caratteri storici e costruttivi del fabbricato, in realtà può portare a vistosi contrasti con la vincolistica urbanistica posta a tutela dei centri storici. Ad es. ove non vengano precisate particolari esigenze architettoniche (punto C.9.8.2 del dm. 24/1/1986), ambientali-architettoniche (punto C.9.8.3) o estetiche (C.9.8.4), il “miglioramento” impedisce il ripristino delle originali partiture delle aperture delle facciate (punto C.9.8.1), il ripristino dei



Fig. 2 – Crollo di una parete muraria a doppio paramento (Sellano, 1997).

solai a struttura lignea (C.9.8.3), il ripristino di archi e volte lesionati (C.9.8.4).

Una letterale interpretazione delle norme al riguardo può inficiare i propositi urbanistici di conservazione dei centri storici.

La qualità del progetto di restauro è da attribuirsi attraverso tre indicatori: la cultura del progetto, l'iter metodologico e la capacità di sintesi .

La cultura del progetto: il restauro non è da manuali tecnici, necessita di cultura profonda e di accurata conoscenza dell'oggetto. Il concetto di “restauro” si è evoluto attraverso il dibattito. Non solo le posizioni di Boito, Giovannoni e Beltrami ma anche il dibattito attuale pongono l'alternativa tra ripristino e conservazione. Sappiamo inoltre che al restauro ci si può accostare con atteggiamento critico, tipologico o da ripristino. Intanto occorre redigere un buon rilievo e un'ottima analisi storica.

Diceva Samonà “Metodologia è ordine ben definito in cui mettere le fasi in sequenza”. La sintesi è la parte più interessante del progetto, come sosteneva Alvar Alto.

Il restauro critico nasce nel dopoguerra e trova nel Bonelli e in Pane i suoi maggiori esponenti. Si basa sull'impossibilità di riprodurre le parti mancanti di un manufatto e sulla necessità di realizzare le linee guida non per ottenere un falso ma per completare e dare senso all'opera, senza creare confusione all'osservatore tra l'autentico e l'aggiunto. Il restauro critico ha influenzato le Soprintendenze in quanto migliora la lettura dell'opera d'arte. Ma a questa tesi si affianca il desiderio di progettare il nuovo a completamento dell'antico (vedi il caso delle ciminiere di Catania) realizzando quelli che



Fig. 3 – Sgretolamento del paramento murario esterno al disotto del cordolo.

Boscarino definiva “Cadaveri eccellenti”. Marconi era dell'avviso di riprodurre ciò che non c'è più basandosi sui manuali del recupero. Il rischio sotteso al criterio di recupero di molti centri storici è quello di manualizzare il recupero secondo una sola rigida norma, il che non è corretto filologicamente.

Il restauro, come ripristino, ha il fine di realizzare "nuovi originali" che (come i piani del colore) sono scelte molto discutibili. La tipologia riconosce la regola attraverso un numero limitato di schemi il che è il metodo degli urbanisti per impossessarsi del restauro. Queste indicazioni compaiono negli anni 70 col convegno INU. Sono in particolare alcuni interventi bolognesi che inducono l'introduzione di tipologie mai esistite in alcune zone in cui si sostituisce con case da bambole ciò che esisteva ed era stratificato dalla storia.

Altri concepiscono il restauro come cementificazione e consolidamento (i guasti della cattedrale di Nicosia) con alterazioni tecniche che in alcuni casi sono state estremamente nocive: le porte di Tindari dove si è effettuato il restauro “cannibale”.

Autenticità è un concetto che si lega a matericità dell'opera. L'architettura si sviluppa nel tempo spesso con addizioni. L'archeologo sottrae ma il restauratore funzionalizza. Nel recupero e nel restauro degli edifici storici è necessario tener conto dei meccanismi di collasso (fig. 1-2-3-4) I meccanismi di danno su azione di una

forza esterna alle murature furono già oggetto di analisi nel trattato di Rondelet.

La caratteristica meccanica di un muro eseguito a “regola d’arte” è quella di arrivare al collasso attraverso la realizzazione di cinematismi che comportano la

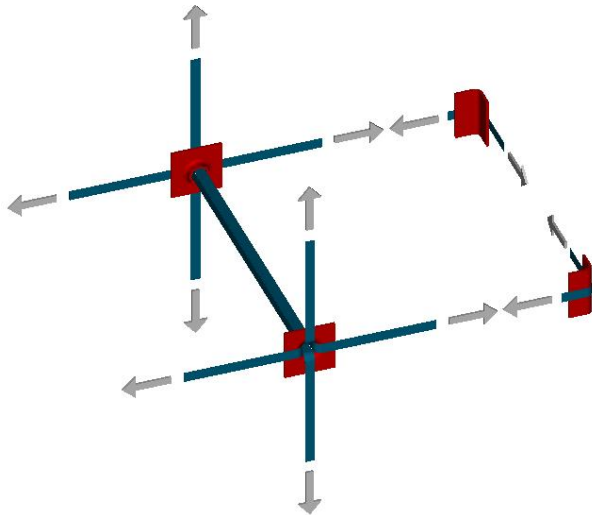


Fig. 5 – CAM – disposizione base.

formazione di cerniere cilindriche, mentre le porzioni comprese tra le fessure offrono un comportamento tipo “corpo rigido”. Un “meccanismo di collasso” di tal tipo, descrivibile in prima approssimazione come una catena cinematica, consente talvolta una modellazione matematica sufficientemente accurata, ma soprattutto consente sempre una realistica previsione del suo formarsi e suggerisce il mezzo per evitarlo.

La minor “qualità” del muro, il suo discostarsi dalla “regola d’arte”, gli toglie tale caratteristica. I muri costruiti a regola d’arte sono stati ritrovati ribaltati ma interi, tanto da lasciar chiaramente intendere che se fossero stati trattenuti, il collasso sarebbe stato evitato.

Inoltre, se il muro è libero, esso, sotto l’azione di una forza ad esso ortogonale, ribalta al piede dove fa cerniera; se il muro è contraffortato, si assiste ad una modifica del meccanismo di rottura poiché la parete ad esso ortogonale, funge da vincolo. Se la parete ne ha due ortogonali alle estremità, la parte soggetta a ribaltamento è solo quella centrale. La presenza di diafani rende monolitica la parete. Il terremoto di Messina del 1908 è

quello di massima intensità mai registrato in Italia: i danni furono enormi a seguito del terremoto della Val Nerina del 1979, le norme sismiche dell’81 fallirono in quanto ampliarono i danni nel comune di Sellano con interventi che tagliavano in due le parti tra loro slegate della muratura e cordoli. Ma anche il caso di Carlentini del 1990 ci mostra la sennatezza e la dissolutezza di alcuni interventi.

Già i Romani nell’*ambitus* avevano trovato una norma di rispetto antisismica garantendo un corridoio di 80 cm. tra un fabbricato e il successivo di uno stesso isolato, realizzandovi degli archi tra le parti murarie che lavorano da puntoni. Tali archi, a volte, però, non sono sempre posti correttamente.

Le soluzioni proposte per mettere in sicurezza gli edifici dei nostri centri storici, tanto preziosi quanto vulnerabili, impongono attenzioni mirate alla reversibilità degli interventi mettendo in sicurezza gli edifici ma conservandone le peculiarità. Risponde bene a tali esigenze il **metodo CAM** (Cucitura Attiva delle Murature) poiché consente di tirantare in orizzontale e in verticale le murature, categoria di intervento prevista dalla Circolare Ministeriale L.L.P.P. del 10 aprile 1997, n. 65/AA.GG. (Istruzioni per l’applicazione delle “Norme tecnicoche per le costruzioni in zone sismiche” di cui al D.M. 16 gennaio 1996).

Il sistema CAM brevettato dalla TIS Spa, viene realizzato interamente mediante acciaio inossidabile, così da garantire la durabilità. I tiranti, realizzati con nastri di acciaio, sono pretesati, così da applicare uno stato di precompressione trasversale, particolarmente importante in direzione trasversale. Grazie agli speciali elementi di connessione, i nastri d’acciaio realizzano un sistema continuo di tirantatura, in grado di ripercorrere tutte le irregolarità della muratura, sia in orizzontale, lungo tutta la parete rinforzata, che in verticale, per tutta l’altezza, così da migliorare non solo la resistenza a taglio, ma anche la resistenza flessionale dei singoli maschi murari e delle pareti nel loro insieme.

Del sistema CAM vengono illustrate di seguito le caratteristiche principali e le potenzialità applicative, le modalità di messa in opera, le valutazioni quantitative della sua efficienza in termini generali e rispetto a un esempio di applicazione, di cui vengono, infine, riportate e commentate le immagini più significative.

I vantaggi più significativi possono elencarsi nei seguenti punti:

- ✓ nastri di acciaio inox svolgono un ruolo attivo, imprimendo alla muratura un benefico stato di precompressione, sia nel piano della parete, orizzontalmente e verticalmente, sia in direzione trasversale, collegando efficacemente i paramenti dell’apparecchio murario; questo stato di precompressione ritarda la formazione di lesioni e fessure e rende le armature immediatamente attive e capaci di impedire o limitare significativamente la formazione di grandi lesioni e di sconnessioni;
- ✓ La tecnologia è poco invasiva: la rimozione dei nastri richiede solo l’asportazione dell’intonaco, non più cementizio;
- ✓ La resistenza delle armature viene sfruttata integralmente, non essendo il loro coinvolgimento legato all’aderenza tra la muratura e l’intonaco cementizio, ma, al contrario, ad un collegamento meccanico totalmente controllabile;
- ✓ L’acciaio inox garantisce la totale affidabilità del sistema nel tempo;

- ✓ L'efficacia delle legature trasversali, garantita dai collegamenti meccanici e dalla pretensione dei nastri di acciaio, permette di ridurre il loro numero, e conseguentemente il numero di perforazioni da effettuare sulla muratura, riducendo l'invasività dell'intervento;

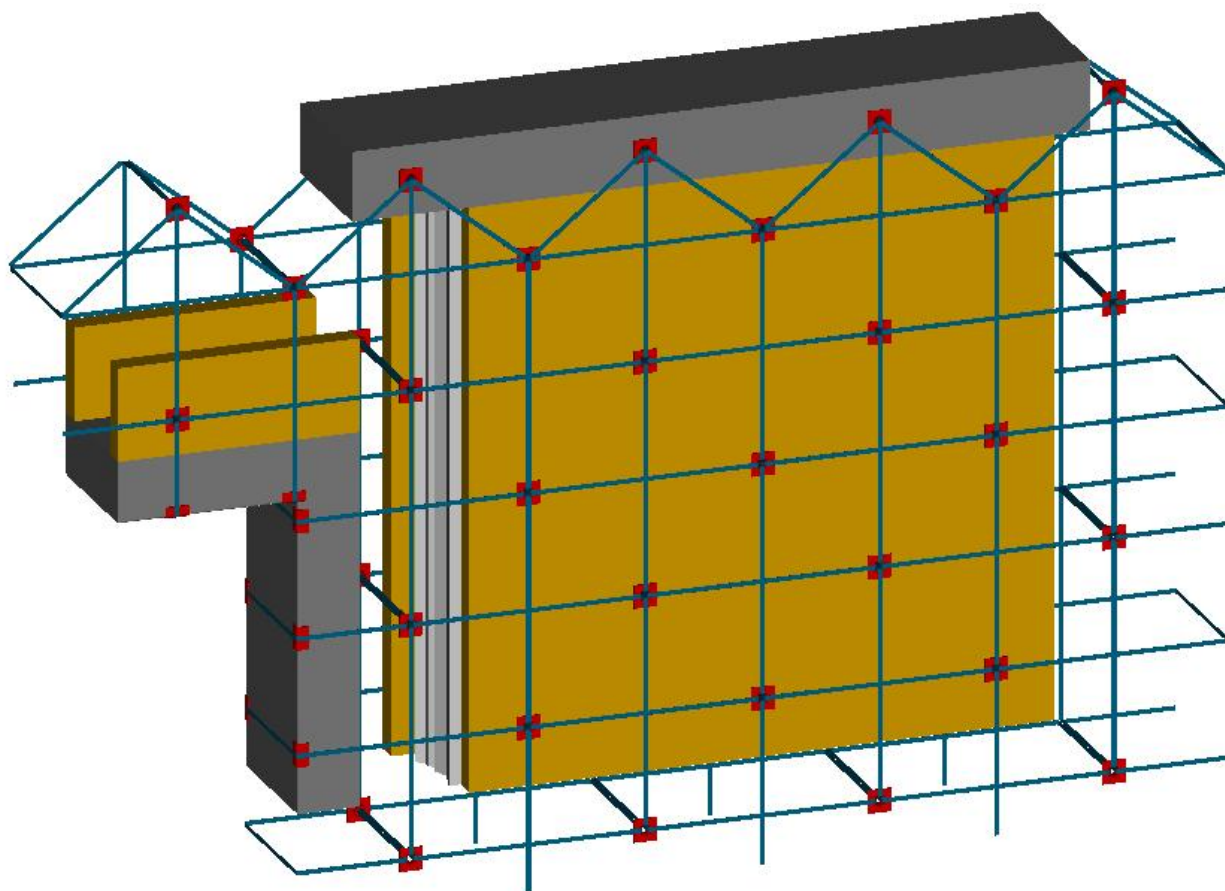


Fig. 7 – Tipica disposizione del sistema CAM per una parete con apertura e cordolo sovrastante.

- ✓ I collegamenti tra gli avvolgimenti adiacenti sono assicurati meccanicamente in maniera totalmente controllabile ed affidabile;
- ✓ I collegamenti in verticale tra le pareti di piani successivi sono facili da realizzare (anche senza la demolizione del solaio: è sufficiente praticare fori di diametro di circa 30mm in adiacenza alla parete) e sicuri nel risultato; si realizza così un sensibile miglioramento delle caratteristiche di resistenza a flessione, sia nel piano dei maschi murari che nel piano ortogonale;
- ✓ Il piccolo spessore dei nastri inox permette l'adozione di intonaci tradizionali, negli spessori usuali, così da non alterare i pesi strutturali,
- ✓ Il sistema di cucitura risolve automaticamente anche il problema delle connessioni, spesso carenti, tra pareti ortogonali,
- ✓ La conservazione degli intonaci tradizionali elimina le problematiche create dall'uso degli intonaci cementizi, indispensabili nelle applicazioni delle reti elettrosaldate,
- ✓ L'utilizzazione dell'acciaio inox garantisce una buona duttilità d'insieme, chiamando in causa le riserve di sicurezza nelle condizioni limite di lavoro della struttura.

Il sistema CAM trova altre utili applicazioni nel campo delle strutture murarie grazie alla sua capacità di collegare efficacemente elementi diversi, senza giochi, ma anzi applicando una presollecitazione agli elementi collegati. Le possibili ulteriori applicazioni sono di seguito elencate.

Il sistema risolve brillantemente il problema delle connessioni tra pareti ortogonali, l'incatenamento di pareti non rettilinee e i



Foto 8: disposizione delle maglie su preparazione per tracce, senza rimozione completa dell'intonaco.

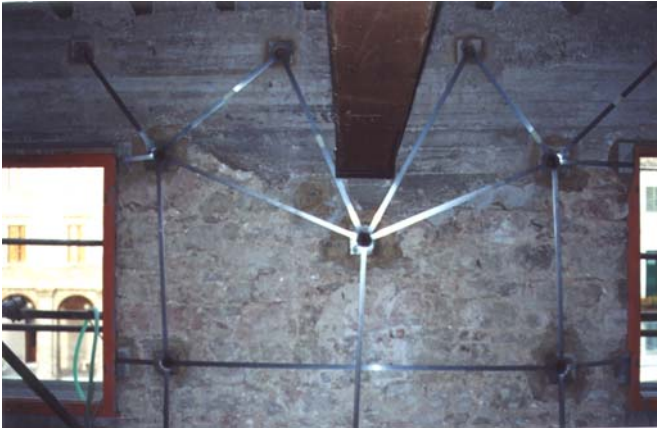


Foto 9: particolare della legatura del cordolo in corrispondenza della capriata principale.

collegamenti delle travi alle pareti ed è, ad oggi, il metodo più efficace e consigliato per mettere in sicurezza i nostri centri storici, garantendoli alle generazioni future.

Si conseguono in generale i seguenti vantaggi:

- a) Minimo ingombro: non sono necessarie tracce e nicchie nei muri
- b) Rapidità di posa in opera
- c) Possibilità di seguire gli andamenti non rettilinei nella muratura
- d) Maggiore sicurezza (elevata duttilità e ridondanza, alta resistenza alla corrosione)
- e) Migliore diffusione degli sforzi
- f) Facile applicazione della presollecitazione
- g) Semplicità nelle giunzioni
- h) Facilità di aggiramento, all'interno o all'esterno, di tubazioni di impianti tecnologici.

1) Cerchiatura di colonne in muratura o anche in c.a.

Il classico intervento di cerchiatura mediante angolari e calastrelli su colonne in muratura o in c.a. può essere efficacemente sostituito dal sistema CAM, con angolari e strisce in acciaio inox. L'effetto di contenimento viene meglio distribuito, potendo utilizzare un numero elevato di strisce (ad esempio a distanza di 100 mm). Gli spessori sono estremamente ridotti e riconducibili agli spessori degli angolari (5-8 mm). L'effetto di presollecitazione rende il cerchiaggio immediatamente efficiente.



Foto 10: (Legge 61/98 – Ricostruzione terremoto Umbria-Marche del 26.09.02)
SIGILLO (PG) – Edificio storico del XIX secolo (1818) in P.zza dei Martiri 166, colpito dal terremoto del 26.09.02

Progetto: Arch. G. Palmieri, Calcoli strutturali: Prof. D. Liberatore

2) Collegamento di elementi strutturali in legno, c.a. o acciaio alla muratura

Gli elementi in legno (travi di solaio), in c.a. (travi, cordoli) o in acciaio (travi di solaio, travi principali), che spesso richiedono anche, piastre di ancoraggio, fori per l'ancoraggio di barre di collegamento, etc., possono essere agevolmente collegati mediante il sistema CAM. Il collegamento viene realizzato praticando uno o più fori nell'elemento da collegare, nel quale vengono fatte passare due o più strisce di acciaio, e due fori nella muratura. La ripartizione degli sforzi, particolarmente negli elementi in legno, può avvenire mediante appositi tubi in acciaio inox inseriti nei fori, mentre, nella

muratura, si utilizzano le piastre imbutite.

Questo tipo di interventi presentano i seguenti vantaggi:

- a) Minimo ingombro: l'intervento rientra nell'intonaco (spessori complessivi dell'ordine dei 6-8 mm)
- b) Massima efficacia grazie alla presollecitazione
- c) Rapidità di esecuzione
- d) Maggiore sicurezza (elevata duttilità, resistenza alla corrosione, collegamento meccanico)
- e) Ed infine, ma non meno importante, la possibilità d'intervenire senza la necessità di sgomberare l'immobile da consolidare (foto 11)



Foto 11: Intervento di cerchiaggio reso necessario a causa del progressivo dissesto per schiacciamento dei maschi murari (cantiere Roma immobile 7 piani).