

## Dissesti strutturali rilevati durante l'indagine

In numerose costruzioni, per ragioni diverse, sono presenti dissesti e lesioni sia nelle strutture verticali che in quelle orizzontali e voltate.

I principali dissesti rilevati durante i sopralluoghi sono:

Nei muri

- Lesioni a livello di gronda dovute al punzonamento che la copertura esercita sul muro sottostante.
- Lesioni in corrispondenza dei cantonali in conseguenza di cedimenti differenziali del terreno di fondazione.
- Lesioni in corrispondenza dei vani di porte e finestre dovute a cedimenti del terreno fondale o ad un cattivo ammorsamento dei setti murali.
- Lesioni di sconessioni in alcuni punti della parete dovute al non perfetto ammorsamento dei singoli elementi della muratura.

Negli archi e nelle volte

- Lesioni di fessurazione e rigonfiamenti delle spalle di archi e volte in conseguenza di spinte eccessive. Queste lesioni provocano abbassamenti e sconessioni nei conci dell'arco mentre, nei solai in legno o in ferro, provocano la fuoriuscita delle travi perpendicolari al muro su cui si scarica la spinta.
- Lesioni in chiave, quando la spinta provoca il cedimento differenziale delle spalle su cui è impostato l'arco e la volta.
- Lesioni all'imposta a livello di attacco muro-arco che provocano un distacco orizzontale tra i due elementi strutturali.
- Lesioni al piede per schiacciamento della struttura verticale provocato dall'eccessivo carico trasmesso dalla volta.

### Tecniche di Intervento sui Fabbricati Danneggiati

La riparazione del danno su un fabbricato, sia che dipenda da cause strutturali (lesioni, dissesti e cedimenti) che da cause dovute alla vetustà del manufatto (patologie del degrado materico), deve essere preceduta da un'indagine tecnica scrupolosa sulle cause che hanno provocato lo stato di crisi. Solo una diagnosi corretta della patologia può indicare al progettista la strada da seguire per rimuovere all'origine il problema e ripristinare in modo definitivo le strutture danneggiate con l'impiego di tecniche e materiali compatibili all'esistente. Di seguito sono illustrate le principali operazioni che si possono utilizzare quando ci si trovi nella necessità di dover intervenire per consolidare o recuperare un manufatto rurale.



#### Comune di Montelongo

Sconnessione del paramento murario dovuto al non ammorsamento dei blocchi di pietra.

### 1. Interventi di consolidamento delle fondazioni

#### *Cordoli in cemento armato*

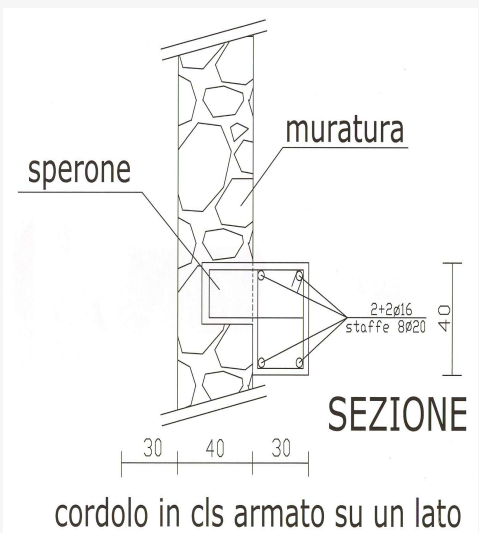
Le fondazioni dei fabbricati rilevati sono in muratura e ovviamente, per il periodo in cui sono stati edificati, sono privi di cordoli in cemento armato. L'assenza dei cordoli in molte situazioni ha determinato l'insorgere di problemi nelle sovrastrutture specie in presenza di terreni argillosi. Gli interventi che sovente si rendono necessari consistono nell'aumento della sezione resistente, in modo che le tensioni trasmesse dalle strutture al terreno rientrino tra quelle di sicurezza che il terreno può sopportare. Al riguardo, una tecnica che dà buoni risultati è quella di realizzare delle cordolature laterali alle fondazioni esistenti. I cordoli di fondazione possono essere su uno o su due lati.

**Comune di Sant'Elia Pianisi** – Lesioni in corrispondenza del cantonale del fabbricato.





Nel primo caso si avrà cura di innestare il cordolo in calcestruzzo armato nella fondazione con gli speroni disposti ad interasse non superiore ad un metro e mezzo. Nel secondo caso, il cordolo interno e quello esterno saranno collegati tra loro per mezzo di elementi passanti, sempre in cemento armato, disposti ad interasse non superiore a due metri.



## Sottofondazione

Non di rado sono necessari interventi di sottofondazione per avere una maggiore profondità d'imposta del terreno; possono essere in pietra, in mattoni o in cemento armato. Si esegue uno scavo di un metro per volta per sezioni opposte, al fine di evitare cedimenti. Si realizza la muratura piena sotto la fondazione esistente e si procede in questo modo fino a quando l'intera sottofondazione viene completata.



## 2. Interventi di consolidamento delle murature

Molti sono i casi in cui bisogna intervenire per consolidare le murature portanti di un fabbricato. Gli interventi sono volti ad assicurare una buona organizzazione dei setti murali per ottenere un comportamento scatolare delle strutture e funzionare come organismo unitario. Bisogna curare il collegamento tra le pareti dell'edificio, tra le pareti e gli orizzontamenti (sia piani che inclinati). Il collegamento tra i setti murali di un fabbricato si realizza mediante l'inserimento di catene lungo le pareti perimetrali in corrispondenza dei cantonali e all'altezza dei solai. Lo scopo della catena è quello di impedire il collasso delle pareti interessate dal cedimento o il ribaltamento verso l'esterno dei muri d'ambito. Le catene sono delle barre di acciaio ad alta resistenza, con diametro superiore a trenta millimetri, con le due estremità filettate per una lunghezza di dieci centimetri. Le catene sono collegate alle murature tramite il *capochiave* o *chiavarda*, che può essere a piastra (semplice o rinforzata), circolare oppure a *bolzoni* (paletto di ferro). Nel primo caso la catena è fissata al capochiave tramite bullone e contro bullone per impedire lo svitamento accidentale, nel secondo caso i paletti sono fissati con *cunei* o *biette*. La catena, all'atto dell'inserimento nel capochiave, deve essere messa in leggera tensione in modo da essere efficace sulla muratura quando intervengono sollecitazioni esterne (terremoti, spinte di strutture voltate). Un intervento alternativo alla catena è quello di mettere in opera le travi-catena, che portano alle due estremità una struttura metallica alla quale è ancorata la catena da agganciare al capochiave dopo averla opportunamente tesa agendo sul dado.

### 3. Murature fuori piombo

Nel caso di spancamenti di murature a sacco per carichi eccessivi, per rigonfiamenti, per sconnessione dei conci o per muri fuori piombo, va senz'altro tentata prioritariamente la possibilità di raddrizzare il muro con tagli localizzati e tirantature. Laddove questo non sia possibile perché i dissesti sono molto accentuati o al limite del collasso, si deve procedere allo smontaggio e rimontaggio del muro utilizzando le stesse pietre che vengono all'occorrenza recuperate, oppure, se il muro è di mattoni, si procede al suo disfacimento e rifacimento per ripristinare il piombo. Nel caso di murature mal eseguite in cui le sconnessioni sono dovute ad un imperfetto ammorsamento dei singoli elementi o a malte ammalorate e degradate, dopo aver rimosso la parte di muratura fessurata si ripristina la breccia con la tecnica dello scuci e cuci, utilizzando materiali affini di buona fattura, posati in opera con malte di calce aerea per tenere sotto controllo l'eccessivo ritiro.



### 4. Interventi di risarcitura localizzati – iniezioni di boiaccia di cemento

Nei muri a sacco riempiti di materiali incoerenti e da malte terrose deve essere attentamente valutata la possibilità di ricorrere alle iniezioni di boiaccia di cemento da inviare sotto pressione nelle intercapedini dei muri paralleli. L'uniformità del risultato si ottiene operando sul muro un numero di fori di iniezione uguale o superiore a sei per metro quadro. Gli interventi localizzati possono essere utilizzati se sono inseriti in un sistema generale di riorganizzazione della struttura e mai, comunque, quale unico modo di risarcitura e consolidamento della muratura.

### 5. Applicazione di rete elettrosaldata e betoncino

Questo sistema viene utilizzato per rafforzare murature sia in pietra che in mattoni o per interventi localizzati quali il rinforzo di zone d'angolo, ammorsamento di muri ortogonali, ammorsamento di solai e muri portanti. Il procedimento è il seguente: si toglie il vecchio intonaco mettendo a nudo la parete; si effettuano le perforazioni nella muratura con trivelle di almeno trentacinque millimetri, in numero da due a sei ogni metro quadro di parete; vengono pulite accuratamente con getto d'acqua le perforazioni, nelle quali si dispongono i ganci di armatura ad aderenza migliorata; si procede alla iniezione con miscela cementizia; viene applicata su una o su entrambe le facce della parete da consolidare la rete elettrosaldata con tondi da quattro millimetri di diametro e maglia da quindici centimetri, rivoltandola per almeno cinquanta centimetri in corrispondenza degli spigoli; si bagnano abbondantemente con acqua le superfici per applicare l'intonaco con malta cementizia o betoncino a spruzzo per uno spessore compreso da tre a cinque centimetri.

### 6. Intervento di reintegrazioni di murature in pietra o laterizi

Questa tecnica consiste nel sostituire o integrare parte di murature non finite o crollate con elementi di nuovo impiego, i quali dovranno essere affini a quelli in opera e legati con malte di calce aerea o idraulica. L'intervento si deve differenziare da quello originario per permetterne la lettura, intervenendo sulle superfici del materiale (una superficie in pietra martellinata può essere sostituita con una pietra lavorata con filo elicoidale).

### 7. Interventi di consolidamento e risarcitura della pietra

Sovente, sulle vecchie murature in pietra e mattoni a facciavista, si rende indispensabile consolidare lo stato dei giunti e procedere alla loro sigillatura con malte compatibili. Si dovrà provvedere ad una pulitura dei giunti, eliminando tutto il materiale terroso povero di calcina con cui era costituita la vecchia malta, ed eseguire la pulitura con getto d'acqua prima di effettuare la sigillatura con malta di calce aerea. Qualora lo spazio tra gli elementi sia eccessivo, la risarcitura dei giunti deve essere completata riempiendo i vuoti con scaglie di pietra affine a quelli in opera o con pezzi di laterizi, legati con malta di calce aerea.

L'impiego di sostanze protettive sulle facciate di paramenti in pietra e mattoni facciavista, utilizzato per rallentare il processo disgregativo delle superfici (al di là dell'aspetto estetico che è sempre discutibile), non dà risultati soddisfacenti perché questi materiali non risultano essere completamente idrorepellenti, pertanto l'azione di protezione non è del tutto efficace.

### 8. Interventi di consolidamento delle strutture lignee

L'aerazione dei sottotetti riveste una importanza fondamentale per la prevenzione e conservazione delle travi in legno perché, in ambienti umidi e poco aerati, si accelera il processo degenerativo delle fibre e la proliferazione di infestazioni termitiche, ma anche l'ossidazione della ferramenta utilizzata per tenere uniti i singoli elementi della struttura. Per tale scopo nei sottotetti venivano lasciate apposite finestrelle per mantenere gli ambienti perfettamente areati ed asciutti; sovente, nelle vecchie murature, sono ancora visibili delle fessure lasciate in corrispondenza delle testate delle travi, per preservare dai rischi descritti le parti in legno incassate nella muratura.

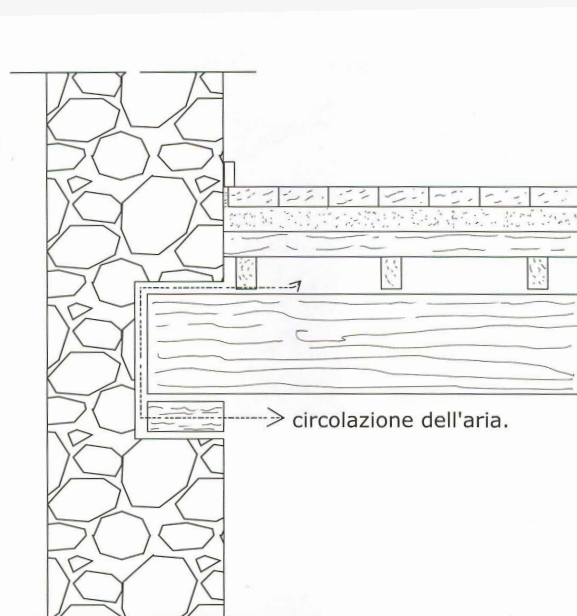
Quando, per ragioni diverse, le aperture e le fessure sono state sigillate, si è assistito ad un rapido e progressivo deterioramento di tetti e solai lignei antichi. In caso di intervento di ristrutturazione di travi in legno bisogna, in primo luogo, ripristinare le condizioni ambientali di aerazione e controllo dell'umidità degli ambienti che le ospitano, renderle ignifughe e preservarle da infestazioni termitiche.

#### *Irrigidimento di solai in legno*

I solai in legno sovente possono presentarsi instabili al passaggio di una persona per insufficiente rigidità dell'assito. Quando le travi principali sono in buone condizioni, l'irrigidimento di solai in legno può essere effettuato applicando uno strato di tavole da cm 4 in senso ortogonale a quello esistente, avendo cura di rendere solidale tra loro i due assiti mediante chiodatura. Il collegamento alle murature è realizzato con piattine ancorate al solaio e bloccate con un capochiave a piastra sulle pareti della muratura esterna.



Giunti tra gli elementi di pietra da stuccare con malta di calce aerea. I giunti, prima di procedere alla risarcitura debbono essere ripuliti dalle impurità.



Alloggiamento della testata di una trave in legno. Vano per la circolazione dell'aria.

Un altro sistema ampiamente impiegato per dare rigidità al solaio è realizzare una soletta in calcestruzzo armato con rete elettrosaldata ancorata alla muratura con cordoli in calcestruzzo armati. Al sistema appena descritto possono essere predisposti dei connettori a 45°, costituiti da viti speciali in acciaio, inseriti nella trave sottostante e sporgenti di 4 centimetri dal tavolato; i connettori, una volta inglobati nella soletta di calcestruzzo, rendono il solaio collaborante con le travi.

Molto importante è collegare tutte le strutture lignee tra di loro con delle staffe metalliche, perché tale operazione ne impedisce lo sfilamento in caso di terremoto o di cedimenti differenziati delle strutture murarie. In caso di rifacimento del tetto con travi in legno è opportuno predisporre sul perimetro del muro, all'altezza della gronda, un cordolo ligneo, perché rende il sistema tetto non spingente.

### LE MALTE

A conclusione del capitolo riguardante le tecniche di intervento sui fabbricati da ripristinare è necessario e importante, nella gestione generale di una buona operazione di recupero, utilizzare la malta più vicina possibile a quella di un tempo: nella fattispecie impiegando leganti a base di calce.

La calce, con molta probabilità, fu scoperta per caso: l'uomo preistorico, scavando il focolare in un terreno ricco di roccia calcarea, si accorse che, dopo alcune volte che il fuoco era stato acceso, le pietre diventavano polvere e che a contatto con l'acqua la polvere si solidificava in modo irreversibile, mantenendo nel tempo la consistenza. La calce quindi è un cementante: mescolata con acqua si innesca una reazione chimica irreversibile che porta al fenomeno della presa e dell'indurimento del materiale.

La calce aerea si ottiene attraverso la cottura del calcare puro (carbonato di calcio  $\text{CaCO}_3$ ) ad una temperatura di 850/950 gradi. La cottura del carbonato di calce a queste temperature provoca l'evaporazione dell'anidride carbonica ( $\text{CO}_2$ ) e la formazione della calce viva ( $\text{CaO}$ ).

Nel passato la calce viva, per essere utilizzata come cementante, doveva essere spenta con abbondante acqua in apposite fosse dette calcinai; solo dopo lo spegnimento si otteneva un prodotto plastico e lavorabile, il grassello di calce, da impiegare per confezionare le malte. Oggi lo spegnimento della calce viva in cantiere non avviene più perché l'industria fornisce il prodotto già pronto per l'uso, avente le stesse proprietà della calce di un tempo. Mescolando la calce spenta con sabbia e acqua si ottiene la malta. La calce è l'elemento collante; la sabbia costituisce l'ossatura, entra nella malta nella proporzione del 65-70%. La sabbia, a seconda delle dimensioni dei granuli, si divide in:

1. Sabbia molto grossa, da 1 a 7 mm, impiegata nei calcestruzzi;
2. Sabbia grossa, da 0,5 a 1 mm, da usare nelle malte da muro;
3. Sabbia media, da 0,2 a 0,5 mm, da usare negli intonaci;
4. Sabbia fine, da 0,1 mm, impiegata nelle lisciate per intonaco.

L'acqua deve essere pulita, priva di sostanze organiche o grassi.

Infine si vuole accennare alla malta bastarda, che può essere usata nelle ristrutturazioni di fabbricati con ottimi risultati sia tecnici che estetici.

Le malte bastarde sono quelle composte da due leganti, nella fattispecie due quantità di calce idrata e una di cemento Portland 325, sabbia e acqua, allo scopo di combinare i vantaggi di un tipo di legante con quelli dell'altro, in questo caso ai vantaggi della calce si associa la buona resistenza offerta dal cemento.