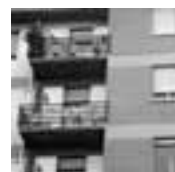


Prato

Piano
Regolatore
Generale

Regolamento Urbanistico

aprile 2001



Guida agli interventi sugli edifici

Comune di Prato

**Gruppo di progettazione incaricato
per l'istruttoria tecnica delle osservazioni
al Regolamento Urbanistico
(D.G.C. n. 1023 del 19/10/1999)**

Paolo M. Vannucchi
Giancarlo Naldoni
Riccardo Pecorario
Marco Mannori

Giuseppe Santoro

Daniela Campolmi
Riccardo Corti
Giovanni Nerini
Luciano Nardi

consulenti:
Raffaello Gisondi

Comune di Prato

Progetto del nuovo

Piano Regolatore Generale

Bernardo Secchi

Goffredo Serrini
Paola Viganò
Claudio Zagaglia

Patrizia Gabellini con
Stefania Fanfani,
struttura normativa

Michela Brachi
Stefania Rizzotti
Annacarla Secchi

Antonio Mugnai con
Luca Gentili
Stefano Bartolini
Anna Calocchi,
centro antico

Daniela Campolmi
Andrea Di Filippo
Marco Donati
Giovanni Orlandini
Patrizio Simoncini
Salvatore Torre

Cristiana Pesciullesi e
Emanuela Mollica,
analisi delle strutture edilizie

Eleonora Cappelletti
Laura Giraldi
Viviana Giusti
Vanda Guidi
Patrizia Iacono
Hubert Lionnez
Giuseppe Mangini
Pierluigi Perri
Enrico Piccirilli
Sara Russo
Sofia Russo
Antonio Salzano
Eleonora Zilianti

Livia Piperno,
analisi quantitative

Daniele Rallo con
Sergio Dinale
Ezio Miceli,
analisi della fattibilità

Daniele Rallo con
Sergio dinale
Aldo Molinari
Massimo Mastromarino,
traffico e trasporto pubblico

consulenti:

Lino Barone con
Ignazio Lutri
Massimo Attias
Stefano Compiani
David Pozzi,
ambiente e paesaggio

Alberto Tomei
geologia e idrogeologia

Indice

- 1. Oggetto della guida**
- 2. Il patrimonio edilizio esistente**
 - 2.1 Edifici in muratura
 - 2.2 Edifici con struttura in cemento armato
 - 2.2.1 La durabilità delle strutture
 - 2.2.2 Fessurazione, degrado e dissesto nelle strutture
- 3. Il rilievo geometrico e strutturale degli edifici**
 - 3.1 Il rilievo dei singoli elementi strutturali
- 4. Indicazioni di intervento: edifici in muratura**
 - 4.1 Elementi strutturali
 - 4.1.1 Strutture di fondazione
 - 4.1.2 Strutture verticali: continue
 - 4.1.3 Strutture verticali: puntiformi
 - 4.1.4 Strutture orizzontali: solai e balconi
 - 4.1.5 Strutture orizzontali: volte
 - 4.1.6 Strutture di copertura: a falde inclinate
 - 4.1.7 Strutture di copertura: piane
 - 4.1.8 Strutture di collegamento verticale: scale
 - 4.1.9 Strutture di collegamento verticale: vani ascensore e montacarichi
 - 4.2 Elementi tecnici e di finitura
 - 4.2.1 Pareti non portanti
 - 4.2.2 Soffittature in piano o a volte
 - 4.2.3 Pensiline
 - 4.2.4 Superfici parietali esterne: intonaci e coloriture
 - 4.2.5 Superfici parietali esterne: pietre
 - 4.2.6 Elementi decorativi: basamenti, marcapiani, marcadavanzali, concetti d'angolo
 - 4.2.7 Elementi decorativi: cornici ed architravi
 - 4.2.8 Infissi: finestre e portefinestre
 - 4.2.9 Infissi: porte e portoni
 - 4.2.10 Infissi: sistemi di oscuramento
 - 4.3 Elementi non strutturali della copertura
 - 4.4 Impianti tecnici
 - 4.5 Sistemi di protezione
- 5. Indicazioni di intervento: edifici con struttura in cemento armato**
 - 5.1 Elementi che influenzano la durabilità del manufatto
 - 5.2 Manutenzione, consolidamento e adeguamento
 - 5.3 Criteri generali
 - 5.4 Interventi sui singoli elementi:
 - 5.4.1 Fondazione e basamento
 - 5.4.2 Pilastrini
 - 5.4.3 Travi
 - 5.4.4 Pareti
 - 5.4.5 Solai
 - 5.4.6 Scale
 - 5.4.7 Elementi a sbalzo
 - 5.4.8 Aperture

Allegato n.1: scheda interventi sugli edifici

1. Oggetto della guida

La Guida agli interventi è parte integrante delle Norme Tecniche di Attuazione del Piano Regolatore del Comune di Prato.

I contenuti della Guida rivestono un carattere orientativo e di indirizzo per gli interventi: le proposte progettuali dovranno adeguatamente motivare e giustificare soluzioni diverse da quelle indicate nella Guida.

La compilazione della scheda di cui all'allegato n°1 della presente Guida è obbligatoria unicamente per gli interventi riguardanti edifici o complessi di edifici soggetti a Restauro (re), per quelli soggetti a vincolo in conformità al D.L. 490 del 29/10/99 e per quelli inseriti nell'elenco di cui all'art. 120 delle Norme Regolamento Urbanistico. Essa contiene una serie di indicazioni e suggerimenti in merito all'utilizzo di materiali e di tecniche costruttive per gli interventi sugli edifici esistenti appartenenti ai sub-sistemi R1, R2, R3, R4, R5 e ai sub-sistemi L1, L2, L4, con esclusione degli edifici con tipologia e destinazione industriale.

La Guida fornisce sia criteri generali sia criteri specifici per le singole categorie di edifici (in muratura e in cemento armato) che per i singoli elementi costruttivi.

La Guida indica inoltre alcuni criteri di base da seguire nella effettuazione dei rilievi geometrici e strutturali necessari alle operazioni di intervento sull'esistente.

Essa assume alcuni principi:

- utilità dell'intervento: si deve provare che l'intervento è necessario, in quanto migliora la fruibilità o accresce la sicurezza dell'edificio;
- corretto dimensionamento dell'intervento: esso deve garantire l'effetto progettato senza che si abbiano sprechi e inutili appesantimenti;
- qualità dei materiali impiegati: le caratteristiche dei materiali e la loro compatibilità con i materiali dell'edificio oggetto dei lavori devono essere note o verificate preliminarmente alla progettazione degli interventi;
- variabilità in corso d'opera: nel caso di incertezze nei dati preliminari è opportuno pianificare degli interventi la cui entità e modalità siano aggiornabili in corso d'opera in base all'acquisizione di differenti o ulteriori informazioni.

Sono considerati impropri i seguenti interventi:

- impiego diffuso di elementi o materiali consolidanti le cui caratteristiche meccaniche siano estranee a quelle degli elementi o materiali originari;
- l'impiego di elementi o materiali per i quali non sia nota la compatibilità con gli elementi o materiali originari;
- aumento consistente del peso proprio della struttura portante o dei sovraccarichi, con pregiudizio della resistenza di alcune parti o dell'intero fabbricato;
- inserimento di elementi costruttivi la cui rigidità, molto superiore a quella delle parti adiacenti, possa indurre effetti nocivi sulla stabilità

dell'intero edificio o di una sua parte, in caso di sollecitazioni di tipo dinamico.

2. Il patrimonio edilizio esistente

La Guida si occupa di tutti gli edifici all'interno dei sub-sistemi sopra elencati e degli spazi aperti esistenti.

Le indicazioni in merito alle tecniche di intervento riguardano parti specifiche del territorio, corrispondenti a quelle individuate nella tavola "dei sistemi e dei sub-sistemi" in scala 1:5000.

La Guida suddivide il patrimonio edilizio esistente in edifici in muratura e edifici con struttura in cemento armato.

2.1 Edifici in muratura

Allo stato attuale non si dispone per le strutture murarie di un condiviso modello di calcolo; ciò ha creato delle perplessità in merito alla possibilità di valutare e di garantire l'affidabilità statica dei fabbricati in muratura. Tuttavia già da molti anni si stanno svolgendo ricerche, in ambiti diversi e complementari, che hanno fornito alcuni parametri qualitativi di valutazione che potrebbero entrare nella rielaborazione della normativa. In particolare, l'esame critico dei siti danneggiati dal sisma, effettuato a partire dalla seconda metà del XVIII secolo, ha fornito indicazioni precise sulle vulnerabilità ricorrenti dei fabbricati in muratura, o di parte di essi, e sulle possibilità di riduzione delle vulnerabilità medesime.

Gli edifici delle città storiche del territorio italiano, con poche eccezioni, hanno subito e superato un certo numero di eventi sismici in seguito ai quali non hanno riportato danni tali da scongiurare l'ulteriore fruizione: per essi disponiamo pertanto di "sperimentazioni" i cui risultati sono estremamente attendibili. Inoltre nelle nostre città in muratura molti degli espedienti di riduzione del rischio sismico sono stati posti in opera già da tempo e hanno subito essi stessi la sperimentazione diretta del sisma; si pensi alla consuetudine ottocentesca di munire le scatole murarie di legamenti metallici.

La tutela dei fabbricati implica che si riconoscano, oltre che i valori architettonici o decorativi, i valori "strutturali" degli edifici costituenti le nostre città. Il riconoscimento del pregio tecnologico e strutturale di un fabbricato o di un insieme di fabbricati o di tutta una città è una parte essenziale nella valutazione della rilevanza culturale e storica di un sito. Inoltre la conoscenza delle tecniche costruttive e dei materiali impiegati permette di prevedere quale debba essere lo sforzo da spendere affinché si consegua l'adeguato grado di sicurezza. In generale ogni luogo è connotato da un sistema degli usi e delle regole che hanno governato l'edificazione dei fabbricati della città e che viene denominato la "regola d'arte", con una evidente accezione positiva, la quale deve essere compresa e recuperata nel prescrivere e promulgare gli interventi.

Nel caso in cui si dovesse riconoscere una insufficienza delle

consuetudini locali, si pone il problema della loro integrazione o sostituzione.

La Guida agli interventi mira a fornire indicazioni di intervento che si rifacciano alle regole generali del costruire proprie delle tecnologie del luogo, anche se non strettamente appartenenti al lessico locale, piuttosto che ad avallare la consuetudine di sostituire il funzionamento statico originario con l'uso di tecnologie moderne. In generale deve essere attentamente valutato l'impatto che tecnologie moderne possono avere nei confronti della salvaguardia statica di una parte o dell'intero fabbricato. Il ricorso a tecnologie tradizionali di intervento garantisce per lo più un corretto funzionamento dell'intero edificio.

Poiché una delle finalità principali della Guida è il mantenimento o il conferimento della sicurezza agli edifici, nello spirito delle normative vigenti, i criteri di intervento che essa contiene non sono necessariamente validi soltanto per le parti "storiche" della città, per le quali si pone l'obiettivo della conservazione, ma valgono anche per tutto l'edificato, entro e fuori le mura.

Nel caso di Prato, è stata condotta un'indagine delle tecnologie tradizionali sia all'interno della città murata, sia nei centri esterni. Sono state esaminate le patologie ricorrenti, in modo da mettere in luce eventuali vulnerabilità delle tecniche tradizionali ed eventuali cause storiche o ricorrenti di dissesto.

Attraverso queste due fasi, l'indagine conoscitiva e l'esame dei dissesti, estese ad ampi campioni del costruito, si è pervenuti a una valutazione della qualità costruttiva caratteristica del contesto pratese e alla individuazione degli interventi che possono eventualmente migliorarla, senza compromettere il funzionamento statico dell'edificio. Alcuni di questi interventi sono stati dedotti direttamente dal linguaggio costruttivo del luogo; altri sono esterni al lessico locale, fino alla adozione di tecnologie di intervento innovative.

L'analisi del costruito in muratura dell'area pratese ha messo in luce una predominante povertà per quanto riguarda gli elementi che costituiscono le murature (ciottoli, laterizi di mediocre qualità, malte spesso degradate). A questa carenza dei materiali si è generalmente supplito aumentando gli spessori delle murature, magari realizzando paramenti a sacco, anche se in questo caso la struttura può presentare una elevata vulnerabilità nel caso di azioni dinamiche. Viceversa, le tecnologie per la realizzazione degli orizzontamenti sono in generale buone, se si esclude una qualche vulnerabilità legata allo spessore estremamente ridotto di alcune volte (volte di mattoni in foglio).

I collegamenti tra murature distinte sono realizzati con una certa attenzione in corrispondenza dei cantonali, mentre si hanno delle discontinuità, all'interno di una stessa compagine muraria, tra parti realizzate con materiali diversi, sia per la disposizione delle aperture, sia per successivi rimaneggiamenti delle murature stesse.

La qualità del substrato fondale, unitamente alla diffusa presenza di

parti basamentali interrato (cantine non aerate che in molti casi sono state chiuse per problemi igienici), hanno prevenuto la formazione di dissesti imputabili a problemi di fondazione.

Il soddisfacente stato fondale, l'elevato spessore delle murature portanti e il buono stato generale degli orizzontamenti metallici e lignei consentono di affermare che tali interventi possano essere limitati al ripristino delle tecnologie originali, mettendo in atto le opere necessarie a migliorare la qualità costruttiva degli elementi costituenti il fabbricato (consolidamento delle murature, sostituzione di elementi particolarmente degradati degli orizzontamenti, messa in opera di accorgimenti per l'eliminazione delle cause di degrado,...) e la connessione della scatola muraria (tiranti metallici, bolzonatura delle travi dei solai, cordolature leggere in acciaio,...) senza praticare sostituzioni drastiche che potrebbero mettere in crisi una parte o l'intero fabbricato.

2.2. Edifici con struttura in cemento armato

Gli edifici in c.a. rappresentano una parte cospicua e importante del patrimonio culturale e architettonico e costituiscono un'ampia porzione dell'edilizia abitativa delle città italiane. Dopo un periodo caratterizzato da una illimitata fiducia nelle capacità statiche e di durabilità del materiale e da una enorme diffusione della tecnica costruttiva, si è dovuta constatare la necessità di operare la tutela del costruito in c.a. A differenza di quanto si può affermare a proposito di altre tecniche costruttive, nel caso dei manufatti in c.a. si ha una coincidenza tra costruzione e struttura, la quale costringe a valutare anche gli interventi di manutenzione come influenti sul corretto funzionamento strutturale dell'organismo; per questo motivo si è preferito il termine riparazione anziché manutenzione. Dalla coincidenza tra struttura e costruzione discende una scarsa flessibilità delle strutture in c.a., per rilevanti cambiamenti nella destinazione d'uso, in particolare nel caso degli edifici di civile abitazione; lo stravolgimento funzionale in questi casi determina quindi uno stravolgimento strutturale che entra in conflitto con il principio del rispetto dell'organismo costruttivo, fino alla perdita del requisito della sicurezza statica del manufatto.

2.2.1 La durabilità delle strutture in c.a.

Il professionista che intenda intraprendere l'esperienza della tutela dei manufatti in c.a. si trova a confrontarsi con esigenze culturali e operative del tutto nuove, legate alla necessità di interventi di riparazione sugli edifici "moderni". Né da queste stesse considerazioni può considerarsi estraneo chi progetti e realizzi ex novo un edificio in c.a.. Il concetto di durabilità di un edificio è un concetto relativamente moderno che investe la fase progettuale, ampliando la richiesta di capacità di previsione, di attenzione ai particolari e di sensibilità strutturale dei progettisti. Un buon progetto di un edificio in c.a., secondo questi criteri innovativi, non può più

discendere da operazioni di routine.

Trattando della durabilità e della tutela dei manufatti in c.a. si deve affrontare la questione del rispetto della regola d'arte. Infatti, una progettazione corretta sino nei particolari e il rispetto delle regole che sovrintendono a una buona esecuzione sono la prima garanzia di durabilità dell'opera; al contrario, negli ultimi anni, vari fattori hanno determinato una progressiva perdita di attenzione verso questi aspetti. Il risultato è stato una accelerazione dei processi di degrado e una crescente "sfiducia" nella possibilità di prolungare, con interventi posteriori alla costruzione, la vita statica di un edificio. Viceversa si può affermare che, salvo il caso di dissesti gravissimi dovuti a eventi straordinari quali il sisma, un edificio in c.a. può essere sempre recuperato e l'opportunità delle operazioni viene valutata in termini prevalentemente economici.

La ricerca ha fornito strumenti e tecnologie per affrontare il problema della riparazione e del consolidamento degli edifici in c.a., consentendo anche una corretta valutazione economica delle operazioni necessarie. Naturalmente ogni materiale e ogni tecnologia costruttiva sono caratterizzate da un ciclo di vita e allo stato attuale delle conoscenze la proposta del recupero delle costruzioni destinate a civile abitazione è economicamente valida nella gran parte dei casi in cui non si siano verificate alterazioni che abbiano compromesso in modo irreversibile i presupposti progettuali originari. In questo caso il recupero del manufatto attraverso operazioni di consolidamento o di adeguamento potrebbe comportare interventi estremamente onerosi, tali da sconsigliarne la realizzazione; può risultare conveniente allora abbattere e ricostruire l'edificio, anziché recuperarlo; tuttavia i danni che più comunemente si rilevano sull'edificato richiedono essenzialmente operazioni di riparazione. Nel caso degli edifici in c.a. dell'area pratese, il problema del degrado dei manufatti è accentuato da tre fattori: la qualità degli inerti, le modalità di realizzazione e l'aggressività dell'ambiente. Per quanto riguarda il primo aspetto, la qualità degli inerti locali usualmente impiegati, e in modo particolare della sabbia, è a detta degli operatori del settore edilizio scadente; ciò fa sì che si ottengano calcestruzzi con valori della resistenza caratteristica a compressione piuttosto modesti.

Il secondo aspetto è legato sia alla mancanza di informazioni sulla corretta esecuzione del calcestruzzo da parte di imprese non specializzate, che soprattutto negli ultimi anni si sono inserite nel mercato edilizio pratese, sia alla tendenza di economizzare sui materiali, per esempio riducendo la quantità di cemento o riducendo gli spessori dei copriferro. Infine, per quanto riguarda il terzo aspetto, la coesistenza di residenze e di attività produttive, tipica di grande parte dell'area urbana pratese, e l'intensità del traffico motorizzato provocano un elevato grado di aggressività dell'ambiente. Sebbene questo fattore di degrado, esogeno, produca danni facilmente riparabili con una manutenzione periodica, la sinergia

dell'aggressività dell'ambiente e della scarsa qualità del calcestruzzo e delle modalità di esecuzione fa sì che il livello di degrado dei manufatti dell'area pratese sia rilevante. E' infatti noto che in presenza di ambiente aggressivo si dovrebbero usare particolari precauzioni consistenti principalmente in un aumento del copriferro (fino a 4,5-5 centimetri) e nell'impiego di calcestruzzi a elevata resistenza caratteristica, in quanto essi forniscono una migliore resistenza al degrado; nessuna di queste due precauzioni sembra essere stata messa in atto nella maggior parte degli edifici dell'area pratese.

2.2.2 Fessurazione, degrado e dissesto nelle strutture

Negli edifici in c.a. si possono distinguere tre classi di patologie: fessurazione, degrado e dissesto. Nella prima classe rientrano tutti i tipi di fessurazioni e lesioni, derivanti dalle caratteristiche della tecnologia costruttiva; per esempio le fessurazioni dovute al ritiro, all'evaporazione troppo rapida, alla vibrazione eccessiva del getto, agli effetti termici, alla corrosione delle armature, ad assestamenti tra elementi di tamponamento e struttura portante. Questo genere di lesioni si presenta generalmente in forma piuttosto diffusa, anche se non è sempre agevole determinarne la causa. Si tratta di fessurazioni da considerarsi tipiche di una struttura in c.a., prevedibili già in fase di progettazione e di esecuzione. Esse non costituiscono necessariamente un segnale di pericolosità; tuttavia sono da tenere sotto controllo, in quanto in alcuni casi possono accrescersi fino a innescare fenomeni di ammaloramento degli elementi, con la compromissione della funzionalità e della statica dell'edificio. Per degrado si intendono le diverse tipologie di danno che provocano alterazioni fisiche o chimiche dei materiali impiegati. Sono causate per lo più da agenti esterni aggressivi e non; tra le patologie più comuni si rammentano la disgregazione del calcestruzzo e la corrosione delle armature. Anche in questo caso la causa può non essere facilmente individuabile e il degrado può essere agevolato da difetti di esecuzione dell'opera. Anche in questo caso è necessario intervenire tempestivamente con operazioni di riparazione, per evitare che il processo di degrado giunga a compromettere la fruibilità e la statica dell'edificio.

Con il termine dissesti si intendono tutti i danni interessanti la struttura, con diversi livelli di gravità: dalle lesioni diffuse fino a gravi compromissioni strutturali. Tra le cause si rammentano l'errata valutazione dei materiali e degli elementi tecnologici impiegati e dei carichi di progetto, gli errori di esecuzione e carenze di controllo, la mancanza di una conoscenza delle caratteristiche del substrato e gli eventi catastrofici.

Dal momento che i principali segni di fessurazione e di degrado sono comuni a tutti gli elementi strutturali in c.a., nelle voci relative a fondazioni, pilastri e travi, si descriveranno in modo dettagliato le sole tipologie di dissesto.

3. Il rilievo geometrico e strutturale degli edifici

Il rilievo è lo strumento attraverso il quale devono essere rappresentate le caratteristiche geometriche e strutturali di un edificio e dei suoi elementi costruttivi, la loro consistenza materica e il loro stato di conservazione. La correlazione tra il rilievo geometrico e quello strutturale, con il completamento di una dettagliata documentazione fotografica, rappresenta per il progettista un potente strumento di conoscenza del manufatto architettonico e del suo stato di conservazione, quindi di elaborazione diagnostica. Tale strumento risulta dunque indispensabile supporto per l'elaborazione di un corretto progetto di intervento sul patrimonio edilizio esistente. Per quanto riguarda il rilievo geometrico, gli elaborati prodotti devono evidenziare, oltre che le caratteristiche del fabbricato, quelle di tutti gli elementi decorativi presenti, utilizzando adeguate scale di rappresentazione.

Per quanto riguarda l'aspetto strutturale, il rilievo si articola in quattro punti fondamentali che sono: la classificazione dei materiali, la tipologia degli elementi strutturali, le modalità di esecuzione e il quadro dei dissesti. In particolare s'intende per classificazione dei materiali l'indicazione dettagliata dei tipi di materiale utilizzati per ogni singola tipologia costruttiva, indicandone, se note, anche le caratteristiche meccaniche. Per tipologia degli elementi strutturali s'intende l'individuazione delle tipologie costruttive con particolare attenzione per le modalità di assemblaggio dei singoli elementi costituenti l'insieme costruttivo, la regola che ne sovrintende l'aggregazione e le dimensioni caratteristiche sia parziali che totali. Per modalità di esecuzione s'intende la segnalazione del rispetto della regola d'arte nell'esecuzione dell'opera e di ogni parte di essa e, qualora questa non esistesse, l'individuazione delle principali carenze d'esecuzione. Infine per quadro dei dissesti s'intende il rilievo del degrado dei materiali e il rilievo del quadro fessurativo e deformativo, con individuazione, ove possibile, delle cause. Nell'affrontare quest'ultimo punto è importante individuare una probabile gerarchia all'interno delle tre classi di fenomeni: degrado materico, quadro fessurativo e deformazioni. Il rilievo del degrado dei materiali deve indicare la superficie interessata e il livello di compromissione dei materiali stessi; le probabili cause devono essere annotate. Con il termine lesione s'intende la presenza di soluzione di continuità nella massa; per rilievo di queste s'intende l'indicazione della posizione, delle dimensioni e dell'eventuale rapporto con altre lesioni (lesioni isolate o diffuse). E' poi necessario verificare la presenza di espulsione di materiale e la posizione reciproca dei lembi della frattura, per evidenziare possibili movimenti di rotazioni. Con il termine deformazione s'intende invece il fenomeno di alterazione della forma geometrica nella configurazione originaria (fuori piombo, inflessione degli orizzontamenti, cedimenti, spancamenti, deformazioni delle armature). Anche in questo caso il rilievo deve indicarne la posizione, la natura, l'entità.

Lo strumento d'indagine principale per effettuare il rilievo strutturale è rappresentato dall'osservazione diretta del manufatto, anche se in molti casi, in relazione alle caratteristiche dell'oggetto in esame, ciò non risulta esaustivo. E' necessario allora l'utilizzo di tecniche conoscitive, più o meno sofisticate in base alle esigenze del cantiere da approntare, preferibilmente non distruttive. Non è escluso comunque il ricorso a saggi diretti sul manufatto, quali asportazioni di intonaco, carotaggi, fori, la cui estensione, valutata dal progettista in relazione all'importanza dell'opera e alle necessità di indagine, non deve mai inficiare la resistenza strutturale dell'organismo costruttivo. La scelta del tipo di saggio e la sua localizzazione devono essere suggerite e giustificate da considerazioni specifiche per ogni singolo manufatto. Sono comunque da evitare campagne diffuse di saggi distruttivi.

Risulta inoltre fondamentale il ricorso a metodi di indagine indiretti come per esempio il recupero di documenti e relazioni esistenti sull'edificio stesso o di conoscenze già acquisite su edifici storicamente, tipologicamente o costruttivamente simili al manufatto su cui si interviene. In particolare per gli edifici di recente costruzione, quali gli edifici in cemento armato, è fondamentale la conoscenza degli elaborati e delle relazioni del progetto di costruzione.

3.1 Il rilievo dei singoli elementi strutturali

Il rilievo e l'indagine dovrà essere eseguita sui singoli elementi costituenti la struttura.

L'indagine sulle strutture di fondazione risulta tanto importante quanto spesso di difficile realizzazione. Nella maggior parte dei casi è necessario ricorrere a saggi fondali, sia sulla parte esterna che sulla parte interna delle murature perimetrali. E' importante individuare il tipo e le caratteristiche del terreno su cui poggiano le fondazioni, quindi le caratteristiche dimensionali e materiche, la qualità dell'esecuzione e lo stato di conservazione degli elementi di fondazione.

Risulta particolarmente importante segnalare la tipologia di fondazione, se continua o discontinua, la collocazione degli elementi fondali, se riscontrabile solo lungo le fasce perimetrali o anche sotto le strutture verticali portanti interne al perimetro dell'edificio e l'esistenza di cordoli di collegamento tra le fondazioni principali, la quota del piano di fondazione e lo spessore delle fondazioni stesse, in relazione anche alla presenza di locali interrati o seminterrati.

Per quanto riguarda il quadro dei dissesti è necessario individuare la presenza di lesioni, degrado del materiale e umidità, anche in relazione alle condizioni e allo stato di conservazione degli elementi verticali in prossimità delle fondazioni stesse. Si richiedono inoltre informazioni sulla presenza e sulle condizioni di sistemi di aerazione, quali vespai, scannafossi, gattaiolati o simili, e di sistemi di smaltimento delle acque sia piovane che fognarie.

L'indagine sulle strutture verticali portanti è spesso di semplice esecuzione e deve essere condotta in modo dettagliato, verificando per ogni singola porzione di manufatto le informazioni richieste. Nel caso di edifici in muratura per la valutazione dei materiali utilizzati, delle dimensioni e della consistenza degli elementi e delle modalità costruttive, se necessario, è possibile far ricorso a saggi superficiali o nello spessore di limitate dimensioni, quali per esempio la rimozione dell'intonaco.

Il rilievo deve indicare, in base all'esame delle strutture orizzontali (coperture, solai, volte, balconi, scale,...) quali dei muri di un edificio svolge funzione portante; deve indicare inoltre: le caratteristiche dei materiali utilizzati, che nel caso di strutture in muratura, sia in laterizio che in materiali lapidei, devono includere anche il tipo di malta; la tipologia, se continua o discontinua, e nel caso di elementi portanti di dimensioni molto diverse fra loro una classificazione o gerarchia strutturale, se individuabile - in particolare per gli edifici in muratura la tipologia degli elementi murari: a una o a più teste, a sacco, a paramenti accostati, la presenza di elementi di ingranamento, etc.; la modalità di esecuzione, se nel rispetto della regola d'arte; la qualità e l'entità degli elementi dell'indagine diagnostica, quali lesioni, localizzate o diffuse, fuori piombo, spancamenti, espulsione di materiale, presenza di umidità, forme di degrado superficiale o interno.

Nel caso di pilastri e colonne si deve accertare la costituzione effettiva dell'intera sezione, la presenza di lesioni denunciati schiacciamento e la possibilità di rilevanti eccentricità nei carichi.

Per le aperture, intese come soluzioni di continuità della cortina muraria, il rilievo strutturale deve indicare: la tipologia, con riferimento alle caratteristiche dimensionali (finestre, portefinestre, ...) e la loro posizione; la modalità esecutiva, con riferimento alla regola d'arte, indicando la modalità di realizzazione di stipiti, architrave e davanzale; il quadro dei dissesti, con particolare attenzione alla presenza di lesioni d'angolo a 45 gradi, di lesioni verticali in corrispondenza dei maschi murari e di lesioni dell'architrave o del davanzale (in prossimità della mezzeria).

Nel caso di strutture in c.a. rientrano in questa categoria i pilastri e i setti portanti. Nel quadro dei dissesti particolare attenzione deve essere posta ai punti di connessione con le travi, detti nodi, che in caso di cedimenti fondali o sollecitazioni sismiche possono risultare eccessivamente cementati.

Il rilievo delle strutture orizzontali quali i solai e i balconi, deve indicare: il materiale utilizzato sia nell'orditura portante che negli elementi dell'impalcato; la tipologia con riferimento alle comuni tipologie (in legno con tavolato o con piattelle, con struttura in acciaio - specificando il tipo di travi -, con voltine, a volterrane, con tavelle, in latero-cemento, ...), specificando le dimensioni dei singoli elementi dell'orditura e gli interassi; le modalità di esecuzione con riferimento alla regola d'arte, in relazione anche agli usi e ai caratteri

dell'area geografica d'intervento; il quadro dei dissesti con particolare attenzione per il degrado dei materiali, per la posizione e l'andamento delle lesioni (tra gli elementi dell'impalcato, negli elementi dell'orditura, ...) e per la presenza di deformazioni o cedimenti, anche localizzati.

Per quanto riguarda balconi e logge il rilievo strutturale dovrà anche specificare in dettaglio il sistema di collegamento alla parete muraria di appoggio e la presenza di dissesti in prossimità di questa zona.

Il rilievo delle strutture orizzontali a volta deve indicare: il materiale utilizzato, specificandone la pezzatura o dimensione e la modalità di utilizzo, se visibile, (apparecchiatura a coltello, a foglio ...); la tipologia con riferimento alle comuni tipologie (a botte, a crociera, a padiglione, ... e ribassata, a tutto sesto, ...), specificandone le dimensioni in pianta e lo spessore in chiave e alle reni, l'altezza alle imposte e in chiave, la presenza, la qualità e l'entità del riempimento; le modalità di esecuzione con riferimento alla regola d'arte, in relazione anche agli usi e ai caratteri dell'area geografica d'intervento - particolare attenzione deve essere posta nella verifica della qualità della connessione tra gli elementi dell'orditura principale del solaio e le murature perimetrali; il quadro dei dissesti con particolare attenzione per la posizione e l'andamento delle lesioni (in chiave, alle reni, lungo i costoloni, parallele alla linea d'imposta, ortogonali alla linea d'imposta,...) e per la presenza di deformazioni o cedimenti. Si deve verificare infine che le strutture di imposta siano in grado di assorbire la spinta delle volte.

Queste indicazioni non riguardano quegli elementi voltati di grandi dimensione, le cupole, le membrane e i gusci in c.a., elementi cioè che possono considerarsi "grandi" strutture e che necessitano quindi di un metodo di indagine specifico in relazione alle singole caratteristiche del manufatto stesso.

Per le strutture di copertura a falde inclinate il rilievo deve indicare: il materiale utilizzato sia nell'orditura portante che negli elementi dell'impalcato; la tipologia con riferimento alle comuni tipologie (in legno con tavolato o con piastrelle, con struttura in acciaio - specificando il tipo di travi -, in latero-cemento, a travetti di cemento prefabbricati, in laterizio armato, ...), specificando le dimensioni dei singoli elementi dell'orditura, gli interassi e il tipo di azione esercitata da questi sulla struttura sottostante (spingente o a spinta eliminata); le modalità di esecuzione con riferimento alla regola d'arte, in relazione anche agli usi e ai caratteri dell'area geografica d'intervento; il quadro dei dissesti con particolare attenzione per il degrado dei materiali, per la presenza di lesioni (tra gli elementi dell'impalcato, negli elementi dell'orditura, ...) e di deformazioni o cedimenti, anche localizzati.

Deve essere annotata la presenza di elementi che possono esercitare un'azione spingente sulle murature di ambito. Si deve inoltre segnalare la presenza di sistemi di coibentazione o impermeabilizzazione e la loro funzionalità.

Nel caso di coperture piane le indicazioni del rilievo strutturale sono

le stesse che per gli elementi di orizzontamento a solaio, avendo particolare cura di segnalare il degrado dovuto a umidità, a ristagno di acqua piovana o a errate modalità esecutive, anche dei particolari. Il rilievo delle strutture di collegamento verticale deve indicare: il materiale utilizzato per la realizzazione sia dei gradini e delle parti a vista che degli elementi portanti; la tipologia con riferimento alle comuni tipologie (a retta, a sbalzo, ...), con indicazioni specifiche sulla tipologia degli elementi portanti; le modalità di esecuzione con riferimento alla regola d'arte, in relazione anche agli usi e ai caratteri dell'area geografica d'intervento; il quadro dei dissesti con particolare attenzione per il degrado dei materiali utilizzati per i gradini, per la presenza di lesioni e di deformazioni o cedimenti. Deve essere annotata la presenza di elementi che possono esercitare un'azione spingente sulle murature di ambito.

4. Indicazioni di intervento: edifici in muratura

Gli interventi di seguito specificati riguardano gli edifici in muratura sia del centro antico che esterni al centro antico, appartenenti ai sottosistemi R1, R2, R3, R4, R5, R6, L1, L2 e L4 con esclusione degli edifici con tipologia e destinazione industriale.

Per gli interventi sugli "elementi strutturali" negli edifici in muratura, valgono le seguenti definizioni:

- sono considerati interventi senza alterazioni dell'organismo strutturale, tutti gli interventi che consistono nella demolizione di porzioni limitate di singoli elementi costruttivi verticali portanti o anche di interi elementi non portanti;
- sono considerati interventi con alterazioni "leggere" dell'organismo strutturale, tutti quegli interventi che riguardano porzioni limitate dell'organismo edilizio che non modifichino sostanzialmente il comportamento strutturale dell'edificio e che siano giustificati da variazioni delle condizioni del manufatto.
- sono considerati interventi con alterazioni "pesanti" dell'organismo strutturale, tutti quegli interventi (diffusi o puntuali) che trasformano sostanzialmente il comportamento statico dell'organismo edilizio e che in generale comportano l'introduzione di elementi il cui funzionamento strutturale differisce notevolmente da quello delle strutture in muratura (cemento e laterizio armati, intelaiature metalliche,...) Anche gli interventi indicati al punto precedente, se realizzati in modo esteso su gran parte delle strutture costituenti l'edificio sono da considerarsi alterazioni pesanti

4.1 Elementi strutturali

Gli interventi sugli elementi strutturali comprendono opere di riparazione, consolidamento, di rifacimento, di protezione e di costruzione e ricostruzione.

Tutti gli interventi sugli elementi strutturali devono seguire i seguenti criteri generali:

- negli interventi che non comportano alterazioni strutturali, dovrà

- essere accuratamente valutato l'impatto degli stessi sulle parti limitrofe e non dovrà essere modificata, se non in misura lieve, la distribuzione delle sollecitazioni nelle strutture rimanenti. E' sempre ammessa inoltre l'introduzione di tutti quegli accorgimenti che migliorano il comportamento statico dei singoli elementi costruttivi senza che venga alterato il comportamento statico dell'edificio;
- gli interventi che comportano alterazioni "leggere" strutturali, devono essere supportati da una verifica statica di massima sia dello "stato di fatto" che delle condizioni di esercizio di progetto e devono comunque essere preceduti da un dimensionamento degli elementi oggetto di intervento nelle condizioni di esercizio di progetto; nel caso degli orizzontamenti devono essere verificate anche le strutture portanti verticali;
- gli interventi che comportano alterazioni strutturali "pesanti" devono essere eseguiti nel rispetto della salvaguardia statica dell'intero fabbricato e di quelli ad esso contigui; essi devono essere preceduti da un dimensionamento delle strutture oggetto di intervento e da una verifica statica dell'intero edificio nelle condizioni di esercizio;
- nel caso di interventi che comportino sia alterazioni "leggere" che alterazioni "pesanti" su strutture orizzontali, di copertura e di collegamento verticale, la verifica statica nelle ipotesi di progetto deve estendersi alle murature di ambito;
- il rifacimento di compagini murarie di qualsiasi dimensione deve essere eseguito realizzando efficaci ammorsamenti con le murature contigue e ripristinando i collegamenti con gli altri elementi costruttivi (orizzontamenti, scale, tramezzi,...);
- le murature non devono in alcun caso essere indebolite con aperture o vuoti tecnici in corrispondenza di punti vulnerabili (cantonali, incroci,...);
- l'introduzione di elementi strutturali con rigidità diversa da quella degli elementi preesistenti deve essere effettuata previo accertamento della buona qualità delle murature portanti; nel caso in cui esse non avessero le adeguate caratteristiche meccaniche, ne deve essere realizzato il consolidamento;
- tutti gli elementi in c.a. devono essere dimensionati in base alle reali esigenze statiche e in base alle caratteristiche delle murature d'ambito, al fine di garantire che tali elementi non inneschino meccanismi di danno, in presenza di azioni dinamiche;
- tutte le parti dell'edificio e tutti gli elementi oggetto di intervento che comporti alterazioni strutturali "leggere" e/o "pesanti" devono comunque essere sottoposti alle necessarie opere di manutenzione;
- tutti gli interventi devono essere condotti con modalità e strumenti tali da non arrecare danni ad alcuna parte del fabbricato.

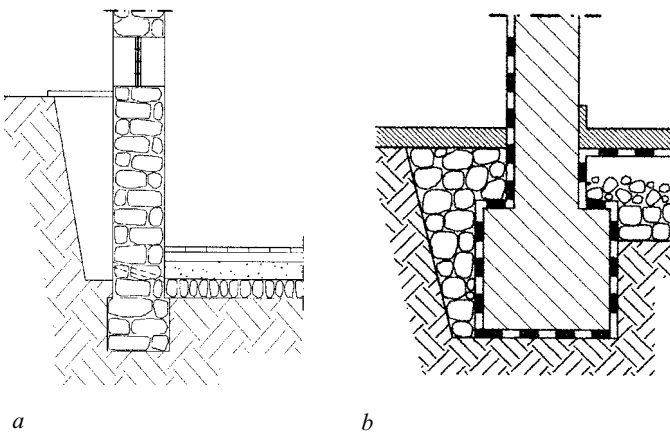
4.1.1 Strutture di fondazione

Le informazioni disponibili sulla natura del substrato all'interno del centro storico pratese inducono a ritenere che si abbia una sostanziale omogeneità: si tratta di un substrato costituito da depositi di varia

Strutture di fondazione

1. realizzazione di uno scannafosso ispezionabile (a) e di drenaggio ventilato dall'esterno (b)

1.



natura, con portanza discreta, accresciuta dalla presenza diffusa di materiale grossolano, legata alla vicinanza del Bisenzio. In alcuni casi si hanno acque superficiali. In generale la presenza di acqua anche a poca profondità può essere ascritta sia all'apporto continuo del Bisenzio, sia alle perdite delle reti di approvvigionamento e di smaltimento idrico. Fuori dal centro storico il substrato mantiene quasi ovunque le caratteristiche sopra descritte; in alcune zone si hanno falde quasi affioranti con un innalzamento del tenore di acqua nei primi strati del terreno. La presenza di strati rocciosi affioranti si rileva soltanto in zone molto ristrette a ridosso dei rilievi (per esempio Figline).

E' generalmente difficile acquisire informazioni sulla natura e la consistenza delle strutture di fondazione, senza l'ausilio di saggi fondali, tuttavia è stato possibile desumere alcune notizie dall'esame di cantieri nel centro storico pratese. Nel centro storico di Prato era diffusa la presenza di ambienti interrati, nella maggior parte dei casi assolutamente privi di areazione; il consistente degrado legato alla presenza di acqua, liquami e di umidità, fenomeno estremamente diffuso fino alla creazione della attuale rete fognaria, in alcuni casi ha imposto la chiusura di questi ambienti interrati. Gli edifici in muratura del centro storico pratese privi di ambienti interrati presentano generalmente fondazioni dirette continue, consistenti in sottomuri di larghezza di poco superiore a quella dei muri di spiccati e di profondità variabile. I muri di fondazione sono realizzati nella gran parte dei casi con una muratura di qualità scadente, contenente molti ciottoli di fume.

La presenza di cedimenti a livello fondale, evidenziata da alcune lesioni ad andamento inclinato, è documentabile soltanto in prossimità dei cantonali e può essere ascritta, oltre che alla insufficienza delle strutture di fondazione, alla elevata frequenza delle sollecitazioni dinamiche provocate del traffico di mezzi pesanti, le quali risultano amplificate dalla presenza di cavità, anche di grandi dimensioni, connesse al passaggio delle reti infrastrutturali. Altrove non sono riscontrabili dissesti chiaramente imputabili a problemi fondali, anche se in alcune zone del centro storico e in alcuni centri periferici la presenza di acque superficiali non smaltite provoca fenomeni di umidità di risalita e di acque percolanti, con il conseguente degrado della muratura di fondazione e di quella immediatamente soprastante.

Descrizione degli interventi

senza alterazioni strutturali:

Opere di riparazione e consolidamento:

- rinzaffature delle murature esistenti;

Opere di rifacimento:

- sostituzione localizzata di parti ammalorate con la tecnica del cuci-scuci;

Opere di protezione:

- realizzazione di vespai, scannafossi, intercapedini, drenaggi,... (Fig.1);
- creazione di piccole aperture per l'aerazione di eventuali locali interrati;
- realizzazione di sistemi per l'allontanamento delle acque piovane e di scolo;

con alterazioni "leggere" strutturali:

Opere di consolidamento:

- iniezioni di malta cementizia, anche a resistenza elevata, con esclusione di quelle modalità esecutive che danneggino le strutture esistenti, o di additivi le cui caratteristiche fisiche o meccaniche siano incompatibili con quelle della muratura esistente;
- allargamento della base fondale a mezzo di cordoli in c.a., previo dimensionamento delle sezioni resistenti, con adeguati collegamenti in c.a. o metallici tra i due cordoli (Figg.2-3-4);
- cordolatura di contenimento laterale e di sottofondazione in c.a. da realizzarsi a tratti limitati (cantieri fino a 1 metro) e previo dimensionamento delle sezioni in cls e delle armature (Figg.5-6);

- con alterazioni "pesanti" strutturali:

Opere di consolidamento:

- sottofondazione con pali ad attrito;
- collegamento tra le fondazioni esistenti con cordoli da realizzarsi in muratura di mattoni pieni o in c.a..

Sono considerati interventi impropri:

- inserimento all'interno della muratura di prodotti la cui compatibilità chimica, fisica e meccanica con i materiali originali non sia provata;
- iniezioni armate diffuse;
- incamicatura delle murature e delle fondazioni esistenti con pareti e cordolature in c.a.;
- aumento consistente del peso proprio della struttura portante con pregiudizio della resistenza locale o globale;
- sostituzione delle fondazioni in muratura con fondazioni in c.a..

4.1.2 Strutture verticali: continue

Per strutture verticali continue si intendono i muri portanti, eventualmente forati da porte e finestre; essi sostengono i solai, gli elementi di collegamento verticale, eventuali strutture in aggetto e le coperture. I muri portanti hanno spessori elevati (oltre i 40 centimetri), qualche volta rastremati in altezza; non è possibile in generale affermare che a uno spessore elevato corrisponda una muratura con buone caratteristiche statiche, le quali dipendono essenzialmente dalla qualità costruttiva. Una muratura di buona qualità dovrebbe infatti possedere i seguenti requisiti:

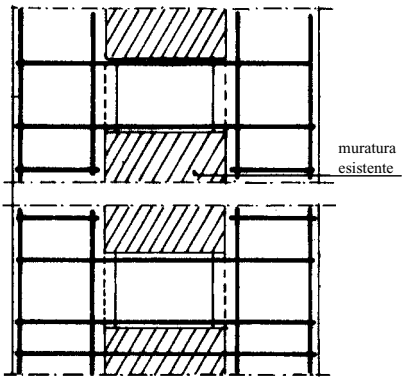
- la regolarità dei corsi orizzontali, ottenibile, anche per materiali

Strutture di fondazione

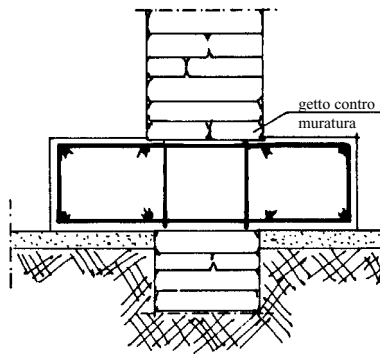
2-3-4. allargamento della base fondale con cordolo passante in c.a.

5-6. consolidamento delle fondazioni

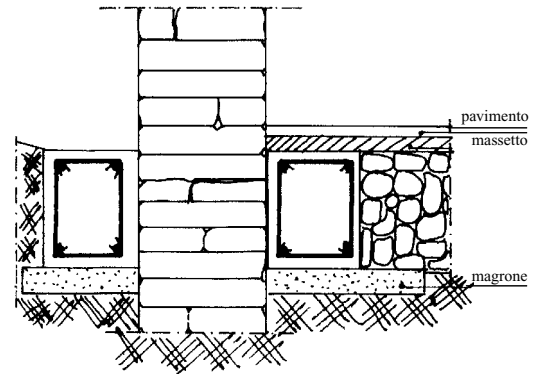
2.



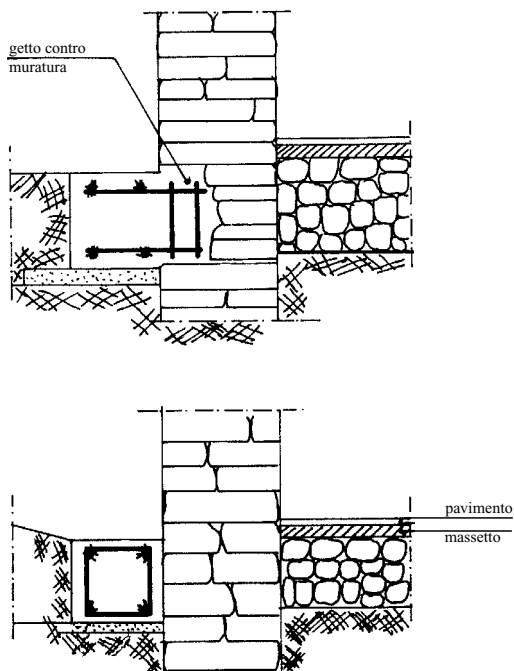
3.



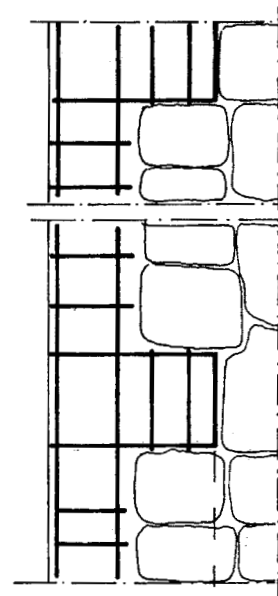
4.



5.



6.



Strutture verticali: continue

7. muratura mista con ciottoli di fiume, laterizi e pietrame sbizzato (Galciana)

8. muratura in conci di alberese (torre in via Garibaldi)

irregolari come i ciottoli di fiume, con la realizzazione di appositi ricorsi di mattoni o di pietre squadrate;

- l'ingranamento degli elementi sia nel piano del muro sia nel suo spessore, ottenibile mediante un opportuno sfalsamento nelle due direzioni;

- l'accurato ammorsamento tra muri distinti (connessioni nel piano, a T e a L), ottenibile con la realizzazione specifica di cantonali ed elementi di giunzione;

- l'accuratezza nella esecuzione della muratura in corrispondenza dei punti vulnerabili, quali le aperture o le zone di appoggio degli orizzontamenti.

La muratura pratese dell'edilizia minore non è in generale di buona qualità; è frequente l'uso di muratura mista con abbondanza di ciottoli di fiume (fig.7). Alla qualità scadente si è spesso ovviato realizzando murature di spessore elevato. Muri di spessore elevato sono generalmente realizzati a sacco con paramenti in muratura mista (circa 20 centimetri) e riempimento inerte (dai 20 centimetri in su).

L'assenza di leganti nel riempimento indebolisce considerevolmente la resistenza complessiva di un paramento murario realizzato a sacco, la cui resistenza è peraltro già di per sé bassa, proprio per la modalità di esecuzione. Solo alcuni edifici di maggior pregio architettonico sono realizzati in conci squadrate di alberese (fig.8), talvolta con la tecnica del sacco; l'alberese non è più impiegata da molto tempo, a causa della mancata reperibilità. La presenza sporadica di elementi lapidei di dimensioni inconsuete per la muratura comune pratese fa supporre che siano stati reimpiegati materiali provenienti dalla demolizione o da interventi su altri edifici. Alcuni edifici di realizzazione più recente sono talvolta costruiti con blocchetti di conglomerato. I cantonali sono realizzati con pietre piuttosto regolari, creando una discreta connessione tra i muri concorrenti nell'angolo (fig.9).

In corrispondenza degli appoggi di travi, capriate,... non sono generalmente posti elementi di ripartizione del carico.

La presenza di numerose lesioni ad andamento verticale, leggibili in facciata soprattutto in corrispondenza delle aperture, sembra attribuibile alla presenza di compagini murarie variamente composte e scarsamente ammorsate tra loro, forse derivanti da successivi rimaneggiamenti sul fabbricato (fig.10). Le lesioni sono comunque di modesta entità.

In molti casi le superfici murarie poste tra aperture sovrapposte sono realizzate, almeno per quanto riguarda il paramento esterno, con una muratura di soli mattoni, mentre i maschi murari sono costituiti da una muratura mista con prevalenza di ciottoli di fiume; l'assenza di ingranamento tra le due parti può innescare fessurazioni dovute alle diverse condizioni di sollecitazione (fig.11). Le malte sono generalmente di buona qualità, anche se in alcune parti delle fasce murarie a contatto con il terreno esse appaiono degradate. La qualità delle malte è peggiore negli edifici posteriori agli anni '20, per il progressivo abbandono della consuetudine di lavare la rena del

7.



8.



Strutture verticali: continue

9. cantonale con elementi lapidei di alberese

10. discontinuità nell'apparecchiatura muraria (via San Fabiano)

11. discontinuità nella muratura in corrispondenza di una finestra

12. degrado dei mattoni non rivestiti di intonaco (via Santa Trinita)

9.



10.



11.



12.



Strutture verticali: continue

13. eliminazione delle strutture portanti continue in muratura con realizzazione di pilastri in c.a. (via del Serraglio)

14. pulitura del giunto degradato e rinzaffatura di malta

Bisenzio. Se si escludono alcune lesioni inclinate in prossimità dei cantonali, probabilmente ascrivibili alle vibrazioni indotte dal traffico al terreno di fondazione, e le lesioni di discontinuità nella compagine muraria, le murature portanti del costruito in muratura pratese non rivelano preoccupanti segni di dissesto, mentre è molto diffuso il degrado delle murature, accelerato dalla mancanza di manutenzione; in particolare è carente il ripristino della protezione delle murature svolta dagli intonaci, i quali risultano sovente mancanti o fortemente compromessi. Si deve osservare altresì che i mattoni impiegati negli edifici antichi appaiono spesso di qualità scadente, con pietrisco nell'impasto, e, in assenza del rivestimento di intonaco, si presentano estremamente degradati (fig.12). Al piano terreno è frequente la destinazione artigianale o commerciale dei locali con aperture di grandi dimensioni ad architrave rettilineo. Alcune di queste grandi aperture sono state realizzate in epoca recente e in alcuni casi le murature continue del piano terreno sono state sostituite da telai in c.a. o in acciaio (fig.13).

Alcune aperture realizzate a strappo in murature preesistenti sono sormontate da lunghe pietre (pietra serena) con funzione di architrave.

Descrizione degli interventi

senza alterazioni strutturali

Opere di riparazione e consolidamento:

- rinzaffature di malta con eventuale stilatura dei giunti (Fig.14);
 - risarcitura di lesioni con malta cementizia antiritiro (Fig.15);
 - iniezioni di malta cementizia non armate, per il rinforzo localizzato della muratura (in corrispondenza dell'orditura principale degli orizzontamenti, alle spalle delle aperture, in corrispondenza dei capochiave dei tiranti,...);
 - ripresa della muratura in corrispondenza di vuoti tecnici (condotti, canne fumarie, impiantistica,...) o di aperture preesistenti, con muratura di mattoni pieni o di pietrame a conci regolari (comunque con tecnologie compatibili con la muratura esistente) (Fig.16);
- all'interno dei sub-sistemi R1 e L1 devono essere utilizzati i materiali originari.

Opere di rifacimento:

- rifacimento di porzioni limitate della muratura, in presenza di segni di degrado o di dissesto, utilizzando la tecnica del cuci-scuci (Fig.17), utilizzando muratura di mattoni pieni o di pietrame a conci regolari;
- all'interno dei sub-sistemi R1 e L1 devono essere utilizzati i materiali originari.

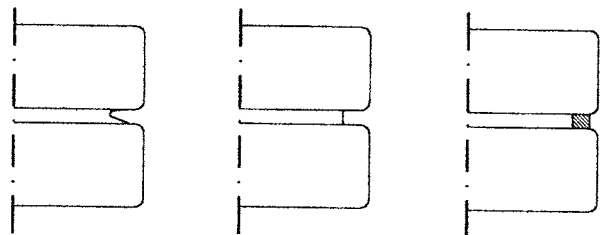
Opere di protezione:

- realizzazione di sistemi volti alla eliminazione dell'umidità (vespai, scannafossi, intercapedini, drenaggi,...);
- realizzazione di sistemi per l'allontanamento delle acque piovane e di scolo;

13.



14.



Strutture verticali: continue

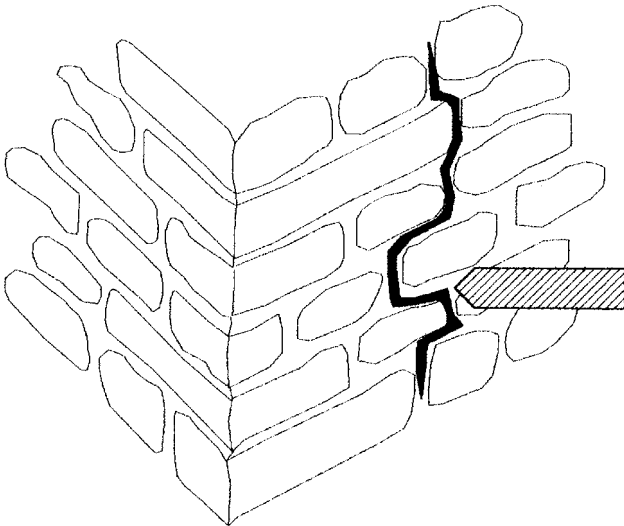
15. risarcitura di una lesione mediante iniezione di malta cementizia antiritiro

16. ripresa della muratura utilizzando mattoni pieni

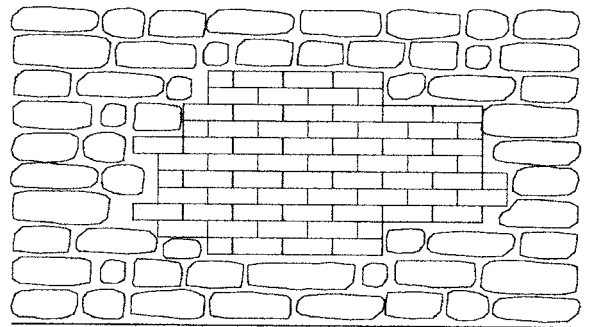
17. rifacimento della muratura utilizzando la tecnica del cuci-scuci

18. realizzazione di intonaco armato con rete elettrosaldata

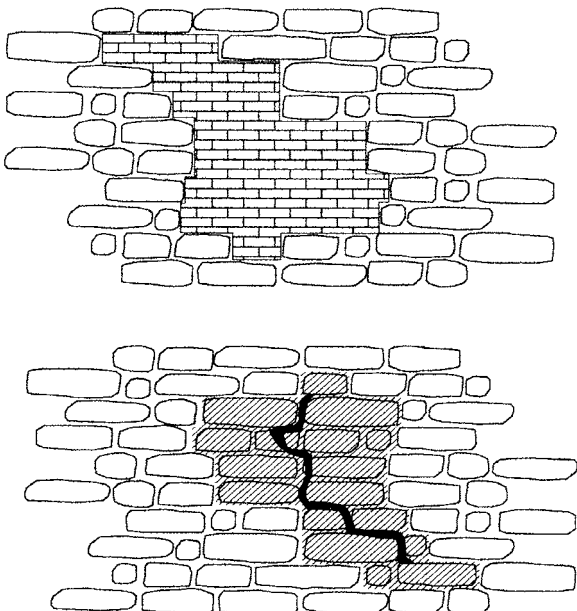
15.



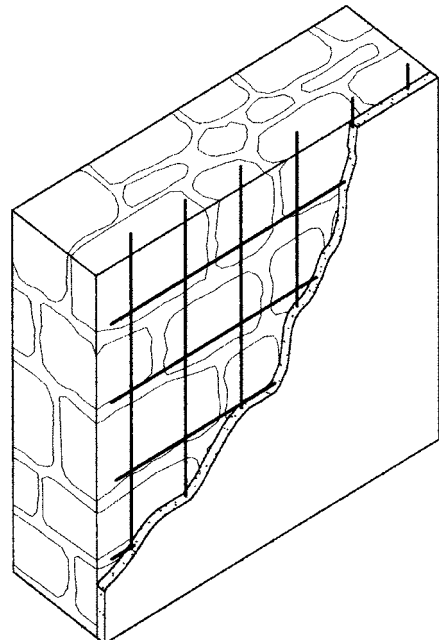
16.



17.



18.



Strutture verticali: continue

19. inserimento di elementi lapidei di dimensioni notevoli per il consolidamento di un cantonale

20. inserimento di tirantini in acciaio nella muratura per migliorare la connessione in corrispondenza di un incrocio tra muri maestri

- creazione di aperture di ridotte dimensioni per l'areazione di eventuali locali interrati.

Opere di modifica:

- creazione di aperture di dimensioni limitate per prese d'aria e porte e finestre interne;

con alterazioni "leggere" strutturali:

Opere di consolidamento:

- rinforzo delle pareti, utilizzando iniezioni di malta di calce o cementizia;

- rinforzo delle pareti, utilizzando incamiciature per mezzo di intonaco con spessore di almeno tre centimetri di malta cementizia, con armatura metallica (reti elettrosaldate) o reti plastiche, opportunamente collegate alla muratura esistente mediante elementi metallici (Fig.18);

- rinforzo della muratura dei cantonali e degli incroci attraverso l'inserimento di elementi di ammassamento in pietra o in laterizio (Fig.19); all'interno dei sub-sistemi R1 e L1 devono essere utilizzati i materiali originari;

- inserimento di elementi metallici (cravatte, grappe...) all'incrocio di muri maestri (Fig.20);

- inserimento di elementi metallici (catene) all'interno dei muri maestri, volti a incrementare la connessione della scatola muraria;

- inserimento di elementi in acciaio per il collegamento della scatola muraria, quali travi di bordo a rinforzo dell'orditura principale o cordolatura sull'intero perimetro (Fig.21);

- inserimento di elementi di collegamento della scatola muraria, nel rispetto delle tecnologie esistenti, quali cordoli in muratura armata;

- interventi relativi agli orizzontamenti delle categorie della manutenzione e del miglioramento statico (vedi Art....) volti a incrementare la connessione della scatola muraria e migliorare la distribuzione dei carichi;

- rinforzo della muratura di stipiti, architravi e davanzali attraverso l'inserimento di elementi di ammassamento in pietra o in laterizio; all'interno dei sub-sistemi R1 e L1 devono essere utilizzati i materiali originari;

- inserimento di architravi in acciaio o in legno.

Opere di rifacimento:

- rifacimento di parti anche estese di muratura ammalorata o interessata da fenomeni deformativi (fuoripiombo, spanciamento), utilizzando tecnologie tradizionali (muratura in mattoni pieni, pietrame a conci regolari, muratura mista listata); all'interno dei sub-sistemi R1 e L1 devono essere utilizzati i materiali originari.

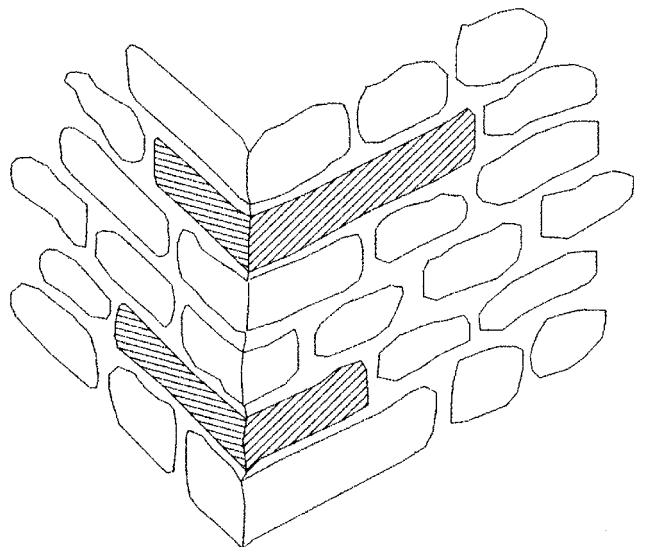
Opere di modifica

- apertura di vani;

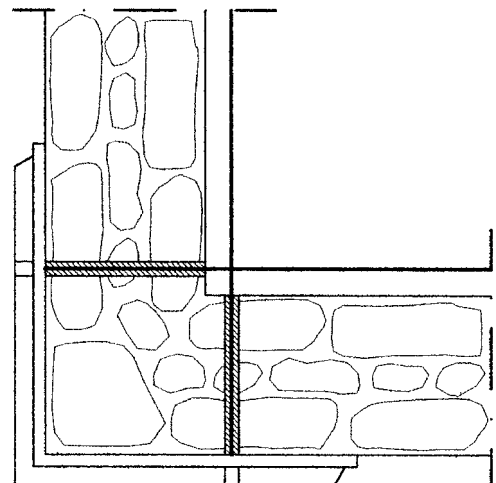
con alterazioni "pesanti" strutturali:

Opere di consolidamento:

19.



20.



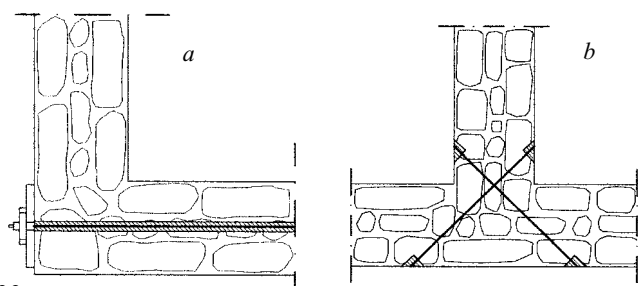
Strutture verticali: continue

21. *inserimento di catene in acciaio all'interno della muratura (a) o alla quota degli impalcati (b) per aumentare la connessione della scatola muraria*

Strutture verticali: puntiformi

22. *pilastrino in muratura con segni di ammaloramento (case nuove)*

21.



22.



- inserimento di elementi di collegamento della scatola muraria, con tecnologie diverse da quelle esistenti, quali cordoli in c.a. e in acciaio, con limitazione nelle dimensioni e nella rigidezza, in funzione delle caratteristiche di resistenza e di rigidezza delle murature sottostanti, previa verifica statica e dinamica volta ad accertare la correttezza dell'intervento; all'interno dei sub-sistemi R1 e L1, con esclusione degli interventi di adeguamento ai sensi del D.M. 24/01/1986, i cordoli devono essere realizzati in muratura armata o in acciaio;
- iniezioni armate su murature realizzate in pietra da taglio o in mattoni pieni, non a sacco e con limitazione della densità delle armature.

Sono considerati interventi impropri o da attuare, con opportune cautele, solo in casi particolari:

- inserimento all'interno della muratura di prodotti la cui compatibilità chimica, fisica e meccanica con i materiali originali non sia provata;
- iniezioni armate su murature non realizzate in pietra da taglio o in mattoni pieni;
- interruzione della continuità strutturale in prossimità di zone vulnerabili della scatola muraria;
- aumento consistente del peso proprio della struttura portante con pregiudizio della resistenza locale o globale;
- sostituzione di pareti in muratura con strutture portanti continue o puntiformi in c.a.;
- eliminazione diffusa degli elementi verticali portanti per realizzare grandi superfici libere;
- realizzazione di pareti in c.a. affiancate e collegate alle murature esistenti, finalizzate al rinforzo strutturale o alla destituzione della funzione strutturale delle murature esistenti.

4.1.3 Strutture verticali: puntiformi

Per strutture verticali puntiformi si intendono i pilastrini e le colonne. Essi possono essere realizzati in pietra da taglio o in muratura a sacco (fig.22). Non si tratta di una tipologia molto diffusa e caratterizza prevalentemente l'edilizia monumentale.

I problemi di questa tipologia costruttiva possono ricondursi a due categorie: l'insufficienza della sezione resistente in relazione alla entità dei carichi e la perdita di stabilità per la presenza di azioni orizzontali o di carichi con forte eccentricità.

Nel primo caso si hanno i segni caratteristici dello schiacciamento, ovvero lesioni concentrate o diffuse ed espulsione di materiale, soprattutto alla base dei pilastrini o delle colonne. Nel secondo caso si possono avere i segni dello schiacciamento, limitatamente a una porzione della sezione dell'elemento, e fenomeni deformativi, quali rotazioni e fuoripiombo.

Descrizione degli interventi

senza alterazioni strutturali:

Opere di riparazione e consolidamento:

- rinzaffature di malta con eventuale stilatura dei giunti;
- risarcitura di lesioni con malta cementizia;
- iniezioni non armate di malta cementizia, per il rinforzo localizzato della muratura;
- ripresa della muratura in corrispondenza di vuoti tecnici (impiantistica) con muratura di mattoni pieni o di pietrame a conci regolari (comunque con tecnologie compatibili con la muratura esistente); all'interno dei sub-sistemi R1 e L1 devono essere utilizzati i materiali originari.

Opere di rifacimento:

- rifacimento di porzioni limitate della muratura, in presenza di segni di degrado o di dissesto, utilizzando la tecnica del cuci-scuci; all'interno dei sub-sistemi R1 e L1 devono essere utilizzati i materiali originari.

Opere di protezione:

- realizzazione di intercapedini, drenaggi, vespai,...;
- realizzazione di sistemi per l'allontanamento delle acque piovane e di scolo;

con alterazioni "leggere" strutturali:

Opere di consolidamento:

- rinforzo degli elementi utilizzando iniezioni di malta cementizia;
- rinforzo degli elementi utilizzando incamiciature per mezzo di intonaco con spessore di almeno tre centimetri di malta cementizia, con armatura metallica (reti elettrosaldate) o reti plastiche, opportunamente collegato alla muratura esistente mediante elementi metallici;
- rinforzo degli elementi per mezzo di cerchiature metalliche (Fig.23).

Opere di sostituzione

- sostituzione degli elementi utilizzando le tecnologie originarie;

con alterazioni "pesanti" strutturali:

Opere di consolidamento:

- iniezioni armate su murature realizzate in pietra da taglio, non a sacco e con limitazione della densità delle armature.

Opere di sostituzione:

- sostituzione degli elementi utilizzando tecnologie diverse da quelle originarie; all'interno dei sub-sistemi R1 e L1 devono essere utilizzati i materiali e le tecnologie originari.

Sono considerati interventi impropri:

- inserimento all'interno della muratura di prodotti la cui compatibilità chimica, fisica e meccanica con i materiali originali non sia provata;
- iniezioni armate su murature non realizzate in pietra da taglio;
- incamiciatura del pilastro con pareti in c.a.;
- aumento consistente del peso proprio della struttura portante con pregiudizio della resistenza locale o globale.

Strutture verticali puntiformi

23. consolidamento di un pilastro in muratura mediante angolari e cerchiature metalliche

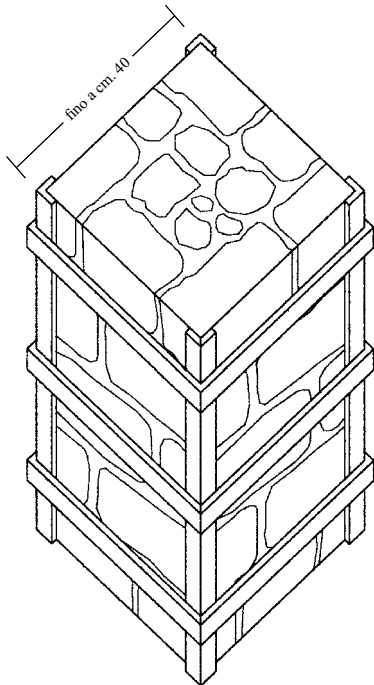
Strutture orizzontali: solai e balconi

24. solaio in legno con impalcato ligneo (tavolato)

25. solaio a voltine in mattoni con struttura in legno

26. solaio a voltine in mattoni con struttura in ferro e terminazione della voltina a padiglione

23.



24.



25.



26.



Strutture orizzontali: solai e balconi

27. balcone su false mensole con struttura portante in ferro (via Garibaldi)

28. terrazza con struttura a voltine in ferro e laterizio (piazza Mercatale)

4.1.4 Strutture orizzontali: solai e balconi

Gli orizzontamenti non voltati sono i più comuni nell'edilizia abitativa di Prato. Sono molto diffusi i solai realizzati in legno, generalmente con doppia orditura (travi e travetti) e con sovrapposizione di elementi laterizi o, in certi casi, di tavolato ancora in legno (fig. 24). Nella maggior parte dei casi l'orditura principale si svolge parallelamente al fronte dell'edificio, ma sono stati rinvenuti solai orditi in senso opposto. Le travi sono ben inserite nelle murature (per circa i due terzi dello spessore), ma raramente ne attraversano lo spessore. Non è consuetudine inserire elementi di distribuzione dei carichi tra le travi e le murature portanti.

Sono molto diffusi i solai a voltine, sia con funzione portante sia con funzione di controsoffittatura (Vedi). Quelle più vecchie possono avere struttura portante in legno (sezioni a T) e voltine in mattoni murati a foglio e sono generalmente piuttosto ribassate (fig.25). In epoche più recenti all'uso del legno si è definitivamente sostituito l'uso dei profilati in ferro. Esse sono state impiegate a tutti i livelli del fabbricato e possono essere ordite sia parallelamente sia normalmente al fronte dell'edificio. In alcuni casi le voltine sono caratterizzate da terminazioni a padiglione in corrispondenza dei muri portanti (fig.26).

Alcuni interventi eseguiti in epoca recente hanno sostituito i solai tradizionali con solai in acciaio, in laterocemento o in laterizio armato.

I solai si presentano in buone condizioni, se si escludono gli edifici privi di manutenzione, nei quali può ravvisarsi un degrado, anche cospicuo, delle strutture dei solai. Le voltine non presentano segni di dissesto.

Le tipologie prevalenti nel costruito storico pratese non prevedevano l'uso di balconi. Quando ci sono, essi sono realizzati con struttura portante in ferro (fig.27), (fig. 28), con lastre di pietra o tavelloni o con mensoloni di pietra serena sui quali sono posate le lastre ancora in pietra.

Le categorie di intervento strutturale possono rifarsi a quelle dei solai. Nel caso di realizzazione di nuovi balconi o elementi aggettanti devono essere verificate le murature portanti, anche nei confronti delle sollecitazioni torcenti.

Descrizione degli interventi

senza alterazioni strutturali:

Opere di riparazione e consolidamento:

- risarcitura di fessurazioni tra gli elementi dell'impalcato;
- consolidamento degli elementi dell'orditura portante o secondaria, nel rispetto delle tecnologie originarie;
- risanamento e protezione degli elementi lignei dell'orditura del solaio posti a contatto o inseriti nella muratura (trattamenti antimuffa

27



28.



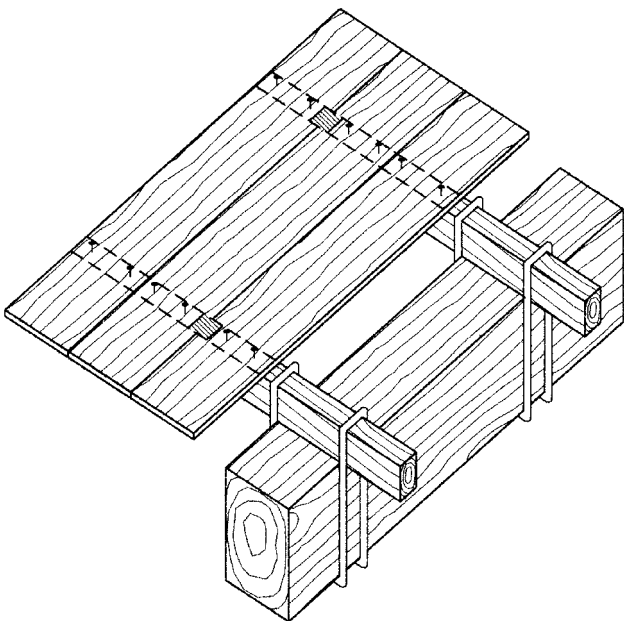
Strutture orizzontali: solai e balconi

29. chiodature e legature volte a migliorare la connessione tra gli elementi costituenti il solaio ligneo

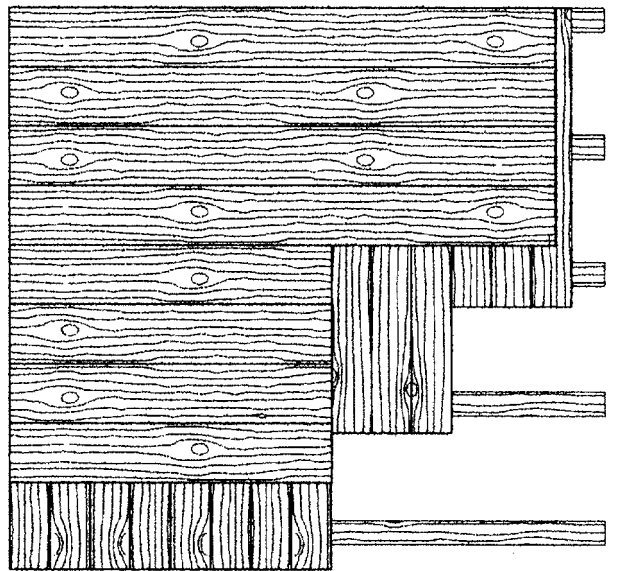
30. irrigidimento di un solaio mediante sovrapposizione di un tavolato incrociato (a) o di una soletta di calcestruzzo debolmente armato (b)

31. cordoli in cemento armato perimetrali di ancoraggio

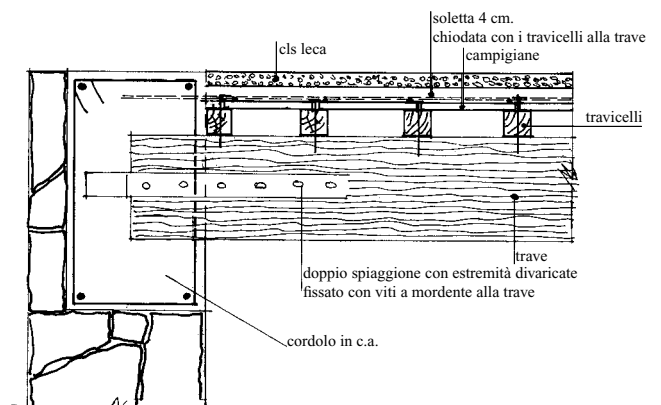
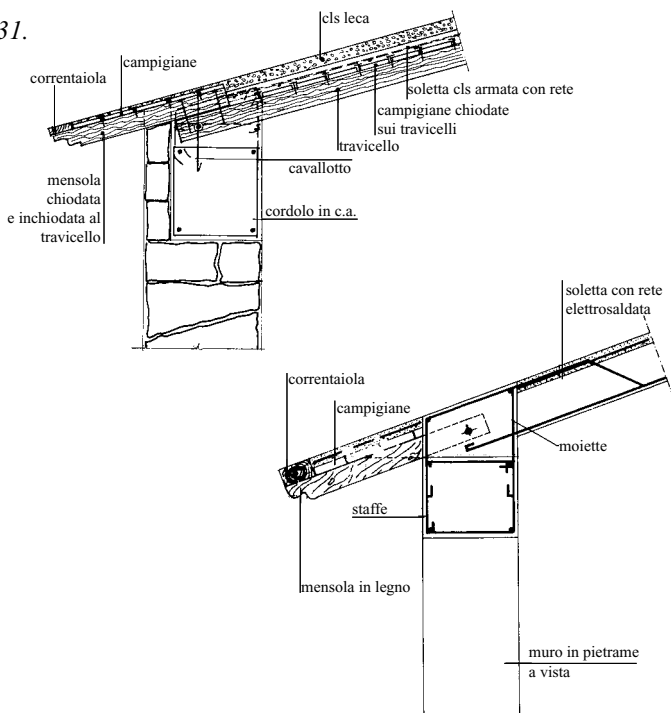
29.



30.



31.



e antimarcescenza, guaine protettive, aerazione del vano che accoglie la testa della trave,...);

- aumento del numero degli elementi dell'orditura secondaria, al fine di migliorare la distribuzione dei carichi e il comportamento statico dei singoli elementi dell'orditura e dell'intero solaio;

- irrigidimento per mezzo del miglioramento delle connessioni degli elementi costituenti le orditure principale e secondaria e l'impalcato (trasformazione dei vincoli di appoggio in vincoli di semiincastro) (Fig.29);

- irrigidimento per mezzo di tecniche leggere quali sovrapposizione di tavolato con orditura incrociata o di massetto debolmente armato (Fig.30);

- inserimento di elementi di distribuzione in corrispondenza dei punti di appoggio degli elementi dell'orditura principale sulle murature portanti;

- iniezione di malta cementizia nelle murature in corrispondenza dei punti di appoggio degli elementi dell'orditura principale;

- realizzazione di sistemi volti alla eliminazione dell'umidità.

Opere di sostituzione:

- sostituzione degli elementi costituenti l'impalcato, senza incremento del peso proprio; all'interno del sistema R1 devono essere utilizzati i materiali originari;

- sostituzione parziale degli elementi dell'orditura portante o secondaria, senza incremento del peso proprio; all'interno dei sub-sistemi R1 e L1 devono essere utilizzati i materiali e tecnologie originari;

con alterazioni "leggere" strutturali:

Opere di consolidamento:

- aumento del numero degli elementi dell'orditura principale, al fine di migliorare la distribuzione dei carichi sulle murature d'ambito e il comportamento statico dei singoli elementi dell'orditura;

- consolidamento diffuso degli elementi dell'orditura portante o secondaria, nel rispetto delle tecnologie originarie;

- inserimento di coda di rondine nella muratura portante (Figg. 32-33-34);

- iniezioni di malta cementizia nella muratura lungo tutto il perimetro del solaio;

- inserimento di elementi in acciaio per il collegamento della scatola muraria, quali travi di bordo a rinforzo dell'orditura principale o cordolatura sull'intero perimetro, a livello del solaio;

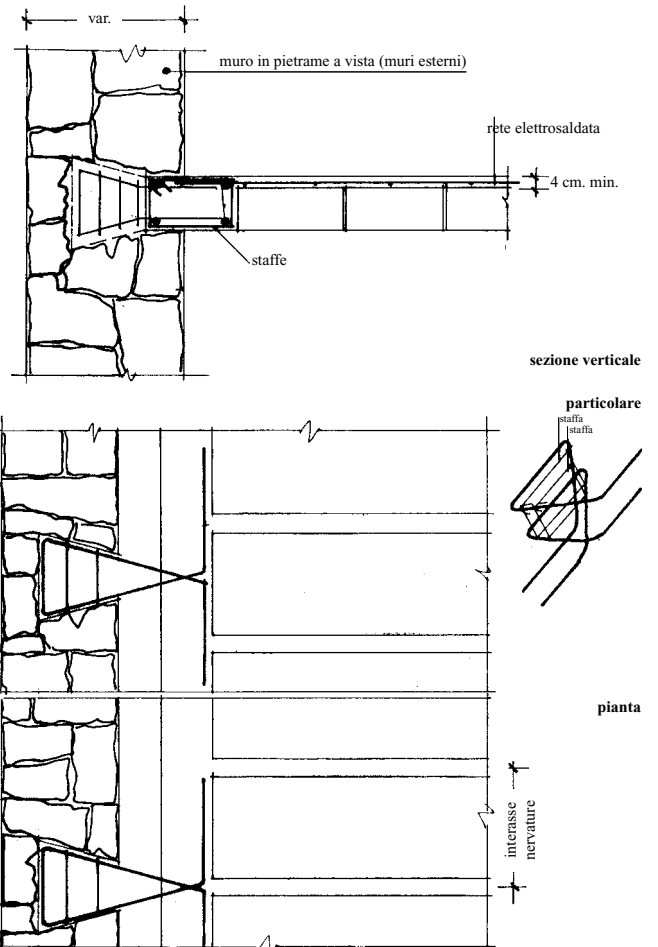
- inserimento di elementi di collegamento della scatola muraria, nel rispetto delle tecnologie esistenti, quali cordoli in muratura armata;

- rotazione della direzione dell'orditura principale, qualora essa migliori il comportamento statico e dinamico dell'edificio;

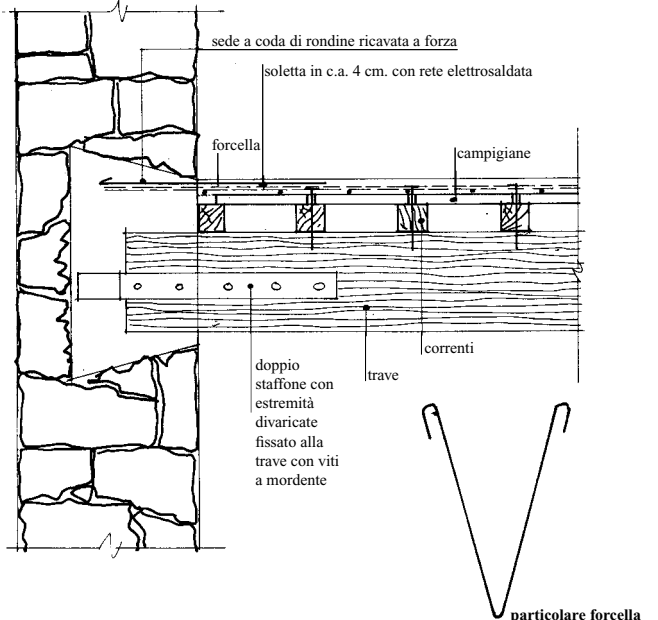
- modifica della posizione originaria degli elementi dell'orditura principale, qualora questi gravino su aperture esistenti;

- scarico del solaio esistente mediante la realizzazione di un nuovo

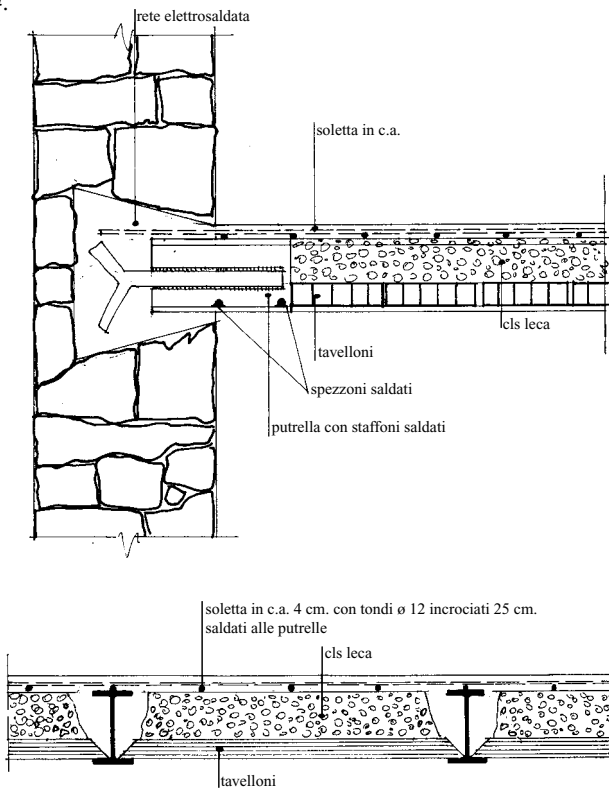
32.



33.



34.



solaio strutturale, qualora il solaio esistente abbia pregevoli caratteri architettonici.

Opere di sostituzione:

- sostituzione totale degli elementi dell'orditura principale o secondaria, con mantenimento delle tecnologie originarie;
- sostituzione degli elementi dell'orditura principale in legno con elementi in acciaio, senza modifica della distribuzione e della gerarchia;
- sostituzione della tipologia originaria con un solaio a struttura in acciaio e impalcato collaborante in calcestruzzo alleggerito, contenuto nello spessore dell'orditura principale, o sovrapposto a essa (con lamiera grecata, tavolato, tavelloni,...) (Fig.34);
- sostituzione della tipologia del solaio, con incremento del peso proprio inferiore al 20%; negli edifici appartenenti ai sub-sistemi R1 e L1 sono ammessi soltanto elementi dell'orditura principale in legno e in acciaio.

Opere di nuova realizzazione:

- introduzione di soppalchi, utilizzando strutture portanti in legno o acciaio;

con alterazioni "pesanti" strutturali:

Opere di consolidamento:

- inserimento di elementi di collegamento della scatola muraria, con tecnologie diverse da quelle esistenti, quali cordoli in c.a., con limitazione nelle dimensioni e nella rigidezza, in funzione delle caratteristiche di resistenza e di rigidezza delle murature sottostanti, previa verifica statica e dinamica volta ad accertare la correttezza dell'intervento; all'interno dei sub-sistemi R1 e L1, con esclusione degli interventi di adeguamento ai sensi del D.M. 24/01/1986, i cordoli devono essere realizzati in muratura armata o in acciaio.

Opere di sostituzione:

- sostituzione della tipologia originaria, anche con tecnologie diverse da quelle tradizionali, con esclusione degli edifici all'interno dei sub-sistemi R1 e L1;
- sostituzione di orizzontamenti non praticabili con solai praticabili, con aumento delle caratteristiche di resistenza, anche con tecnologie diverse da quelle originarie; per gli edifici all'interno dei sub-sistemi R1 e L1 è ammesso esclusivamente l'utilizzo di elementi dell'orditura principale in legno o acciaio.

Opere di nuova realizzazione:

- introduzione di nuovi orizzontamenti, anche con tecnologie diverse da quelle tradizionali; negli edifici appartenenti ai sub-sistemi R1 e L1 è ammesso esclusivamente l'utilizzo di elementi dell'orditura principale in legno o acciaio.

Sono considerati interventi impropri:

- l'impiego diffuso di elementi o materiali consolidanti con caratteristiche meccaniche estranee a quelle degli elementi originari;

35.



Strutture orizzontali: volte

36. ballatoio su volte (corte con accesso da via Garibaldi)

37. introduzione di tiranti metallici per l'eliminazione della spinta con catena nascosta

- l'aumento dei carichi inerti sugli orizzontamenti mirante al ripristino della sola fruibilità senza che sia effettuato il necessario consolidamento degli elementi strutturali;
- l'aumento consistente - oltre il 20% - del peso proprio della struttura, con pregiudizio della resistenza di alcune parti.

4.1.5 Strutture orizzontali: volte

Gli archi sono impiegati nell'edificato pratese per realizzare le aperture.

Le volte sono piuttosto comuni, specialmente per la copertura dei vani posti al piano terreno; in alcuni edifici di tono maggiore (edifici ecclesiastici, palazzi,...) le volte sono utilizzate anche ai piani superiori.

La tipologia più diffusa è costituita dalla volta a botte, eventualmente lunettata, più o meno ribassata, con generatrice perpendicolare al fronte, ma si hanno anche molte volte a crociera (fig. 35).

Le volte possono essere realizzate in pietra da taglio (edifici di maggior pregio architettonico), ma più spesso sono realizzate in laterizio, anche negli edifici con muratura in alberese, con mattoni murati a coltello (con spessori tra i 15 e i 30 centimetri) (fig. 36), o a foglio (con spessori inferiori ai 10 centimetri), generalmente con malta di gesso.

Il rinfianco e il riempimento sono per lo più costituiti da materiale inerte, spesso materiale di risulta del cantiere.

Non è diffuso l'uso di catene in ferro, anche perché la spinta delle volte è normalmente assorbita dagli edifici contigui.

Per le volte che non hanno funzione portante si veda la voce corrispondente.

Non sono stati ravvisati nelle murature in elevazione segni di dissesto imputabili alla presenza di elementi voltati. Alcune volte presentano modesti quadri fessurativi.

Tutti gli interventi di manutenzione, relativi al rinforzo e all'eliminazione delle spinte, devono essere preceduti da un dimensionamento di massima e da una verifica statica degli elementi oggetto di intervento nelle condizioni di esercizio. Inoltre è necessario verificare che gli interventi eseguiti su un singolo elemento non provochino danni nelle strutture adiacenti (presenza di strutture spingenti contigue,...).

Descrizione degli interventi

senza alterazioni strutturali:

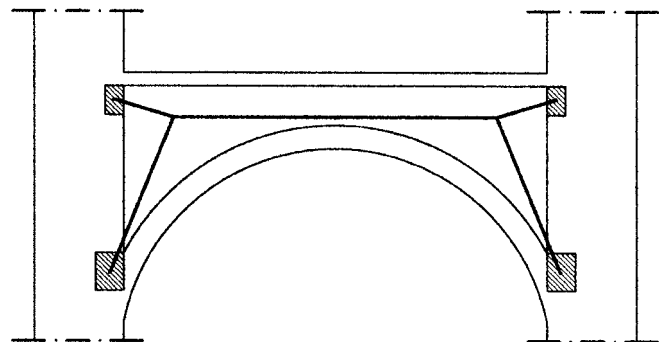
Opere di riparazione e consolidamento:

- rinzaffature di malta con eventuale stilatura dei giunti;
- iniezioni di malta cementizia;
- risarcitura di lesioni con malta cementizia antiritiro;
- ripristino degli elementi volti alla eliminazione delle spinte, qualora essi risultino inefficaci;
- introduzione di tiranti metallici in corrispondenza delle reni

36.



37.

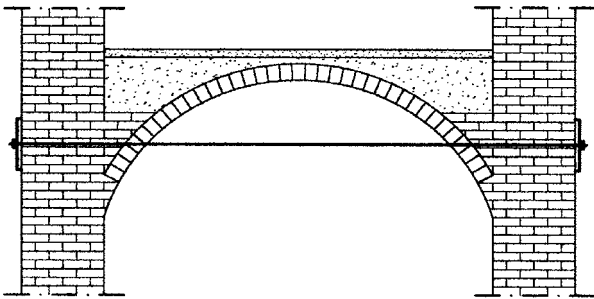


Strutture orizzontali: volte

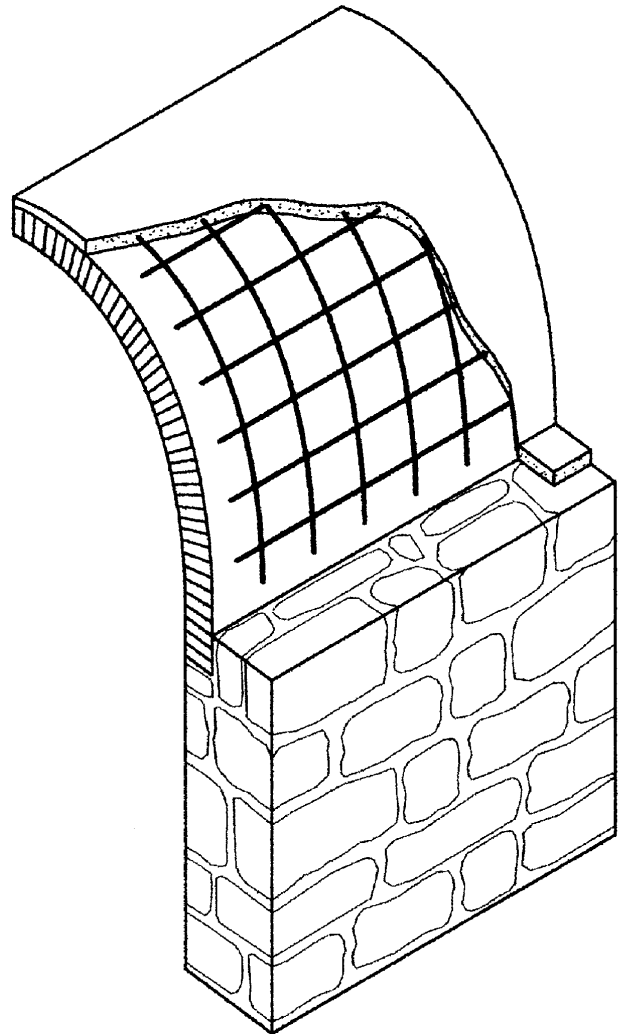
38. introduzione di tiranti metallici per l'eliminazione della spinta con catena a vista

39. consolidamento di una volta mediante sovrapposizione di uno strato di betoncino armato con rete elettrosaldata

38.a



39.



Strutture di copertura a falde inclinate

40. gronda con travetti in legno sovrapposti e impalcato in laterizio

41. gronda con laterizi aggettanti

finalizzata all'eliminazione della spinta e previo consolidamento della muratura in corrispondenza degli ancoraggi (Figg.37-38);

Opere di rifacimento:

- rifacimento di porzioni limitate della muratura, in presenza di segni di degrado o di dissesto, previo puntellamento della volta e delle strutture soprastanti; all'interno dei sub-sistemi R1 e L1 devono essere utilizzati i materiali originari.

Opere per l'eliminazione dell'umidità:

- realizzazione di sistemi volti alla eliminazione dell'umidità;

con alterazioni "leggere" strutturali:

Opere di consolidamento:

- rinforzo con sovrapposizione di uno strato sottile di malta cementizia armata (reti metalliche, reti polimeriche, fibre di acciaio, fibre di carbonio,...), adeguatamente collegato alla volta e alle murature perimetrali (Fig.39);

- interventi di alleggerimento estesi a tutti gli elementi del fabbricato.

Opere di rifacimento:

- rifacimento degli elementi con l'utilizzo di tecnologie originarie;

con alterazioni "pesanti" strutturali:

Opere di consolidamento:

- inserimento di solai portanti, con scarico totale della volta; per gli edifici all'interno dei sub-sistemi R1 e L1 è ammesso esclusivamente l'utilizzo di elementi dell'orditura principale in legno o acciaio.

Sono considerati interventi impropri:

-inserimento all'interno della muratura di prodotti la cui compatibilità chimica, fisica e meccanica con i materiali originali non sia provata;

- iniezioni armate;

- forature;

- indebolimento delle strutture verticali di imposta;

- aumento consistente del peso proprio della struttura portante con pregiudizio della resistenza locale o globale;

- aumento dei carichi permanenti gravanti sulle volte.

4.1.6 Strutture di copertura: a falde inclinate

La maggior parte degli edifici in muratura pretesi è conclusa da coperture a falde inclinate, a orditura principale parallela al fronte e orditura secondaria (travetti) che costituisce anche l'aggetto di gronda con caratteristiche mensole costituite da due o più ordini di travetti sovrapposti (fig. 40); questa tecnologia consente di avere aggetti di dimensioni notevoli, caratteristici soprattutto dell'edificato entro le mura.

Negli edifici di grandi dimensioni l'orditura principale può essere costituita da capriate in legno.

Nei fabbricati di angolo è frequente l'uso di coperture a padiglione, con travi inclinate che possono esercitare un'azione spingente sulle

40.



41.



Strutture di copertura a falde inclinate

42. gronda con travetti sagomati in c.a. e tavelloni (Galciana)

43-44. chiodature e legature metalliche per aumentare la connessione tra gli elementi costituenti la struttura della copertura

42.



murature in corrispondenza dei cantonali.

Anche le travi rompitratta che vengono impiegate per luci considerevoli possono esercitare una azione spingente sul muro di fronte dell'edificio.

Sopra la struttura lignea viene disposto un completamento in pianelle; in alcuni casi la fascia di gronda viene realizzata, tutta o in parte, con tavolato in legno.

Gli edifici più recenti possono avere la gronda realizzata con mattoni degradanti a formare l'aggetto (fig. 41).

Interventi recenti sulle coperture hanno sostituito la struttura in legno con una struttura in travetti di c.a. e laterizio.

In molti casi i travetti vengono prolungati oltre il filo dell'edificio a realizzare la struttura portante della gronda e sagomati in modo da riprodurre la morfologia dei travetti in legno (fig. 42).

Lo stato di conservazione delle coperture è strettamente legato allo stato di conservazione dell'intero edificio e, in particolare, alla cura nella manutenzione.

Le strutture, se non ammalorate, sono staticamente consistenti.

Descrizione degli interventi

senza alterazioni strutturali:

Opere di consolidamento:

- consolidamento localizzato degli elementi dell'orditura principale o secondaria, con mantenimento delle tecnologie originarie;

- risanamento e protezione degli elementi lignei posti a contatto o inseriti nella muratura (trattamenti antimuffa e antimarcescenza, guaine protettive, areazione del vano che accoglie la testa della trave,...);

- aumento del numero degli elementi dell'orditura secondaria, al fine di migliorare la distribuzione dei carichi e il comportamento statico dei singoli elementi dell'orditura e dell'intera copertura;

- irrigidimento per mezzo del miglioramento delle connessioni degli elementi costituenti le orditure principale e secondaria e l'impalcato (trasformazione dei vincoli di appoggio in vincoli di semiincastro) (Fig.43);

- inserimento di elementi di distribuzione in corrispondenza dei punti di appoggio degli elementi dell'orditura principale sulla muratura d'ambito;

- iniezioni di malta cementizia in corrispondenza dei punti di appoggio degli elementi dell'orditura principale sulla muratura d'ambito;

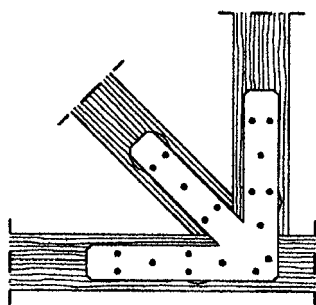
- eliminazione delle azioni spingenti per mezzo di catene, sia in legno che metalliche (Fig.45);

- miglioramento della funzione di collegamento delle parti della scatola muraria con l'introduzione di elementi metallici (grappe, tirafondi, tiranti, ...) di ancoraggio alla muratura perimetrale.

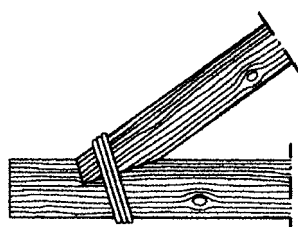
Opere di sostituzione:

- sostituzione parziale degli elementi dell'orditura principale o secondaria, con mantenimento delle tecnologie originarie.

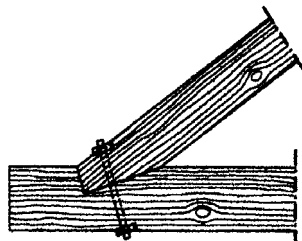
43.



44.



a



b

Opere di protezione:

- interventi di impermeabilizzazione e di isolamento termico che non comportino aumento di peso o alterazioni del funzionamento statico;
- risanamento o realizzazione di sistemi di smaltimento delle acque piovane;

con alterazioni “leggere” strutturali:

Opere di consolidamento:

- aumento del numero degli elementi dell’orditura principale, al fine di migliorare la distribuzione dei carichi sulle murature d’ambito e il comportamento statico dei singoli elementi dell’orditura;
- consolidamento diffuso degli elementi dell’orditura principale o secondaria, nel rispetto delle tecnologie originarie;
- iniezioni di malta cementizia nella muratura lungo tutto il perimetro del solaio;
- modifica della posizione originaria degli elementi dell’orditura principale, qualora questi gravino su aperture esistenti;
- inserimento di elementi in acciaio per il collegamento della scatola muraria, quali travi di bordo a rinforzo dell’orditura principale o cordolatura sull’intero perimetro, a livello del solaio;

Opere di sostituzione:

- sostituzione totale degli elementi dell’orditura principale o secondaria, con mantenimento delle tecnologie originarie;
- sostituzione delle tecnologie e dei materiali originari che comportino un incremento di carico inferiore al 20%; per gli edifici all’interno dei sub-sistemi R1 e L1 è ammesso esclusivamente l’utilizzo di elementi dell’orditura principale in legno o acciaio.

con alterazioni “pesanti” strutturali:

- inserimento di elementi di collegamento della scatola muraria, con tecnologie diverse da quelle esistenti, quali cordoli in c.a., con limitazione nelle dimensioni e nella rigidità, in funzione delle caratteristiche di resistenza e di rigidità delle murature sottostanti, previa verifica statica e dinamica volta ad accertare la correttezza dell’intervento (Fig.46); all’interno dei sub-sistemi R1 e L1, con esclusione degli interventi di adeguamento ai sensi del D.M. 24/01/1986, i cordoli devono essere realizzati in muratura armata o in acciaio;
- sostituzione della tipologia originaria; per gli edifici all’interno dei sub-sistemi R1 e L1 è ammesso esclusivamente l’utilizzo di elementi dell’orditura principale in legno o acciaio.

Sono considerati interventi impropri:

- inserimento all’interno della muratura di prodotti la cui compatibilità chimica, fisica e meccanica con i materiali originali non sia provata;
- l’aumento consistente del peso proprio della struttura, con pregiudizio della resistenza di alcune parti;
- l’inserimento di elementi orizzontali (orizzontamenti e cordoli in

c.a.), la cui rigidità risulti eccessiva rispetto a quella delle parti adiacenti.

4.1.7 Strutture di copertura: piane

Le coperture piane non sono molto comuni negli edifici in muratura dell’area pratese e vengono impiegate quasi esclusivamente in presenza di terrazze a tasca. Le tecnologie sono sostanzialmente le stesse dei solai (vedi 4.1.4)

Descrizione degli interventi

senza alterazioni strutturali:

Opere di consolidamento:

- consolidamento localizzato degli elementi dell’orditura principale o secondaria, nel rispetto delle tecnologie originarie;
- risanamento e protezione degli elementi lignei posti a contatto o inseriti nella muratura (trattamenti antimuffa e antimarcatura, guaine protettive, areazione del vano che accoglie la testa della trave,...);
- aumento del numero degli elementi dell’orditura secondaria, al fine di migliorare la distribuzione dei carichi sulle murature d’ambito e il comportamento statico dei singoli elementi dell’orditura;
- irrigidimento per mezzo del miglioramento delle connessioni degli elementi costituenti le orditure principale e secondaria e l’impalcato (trasformazione dei vincoli di appoggio in vincoli di semiincastro);
- inserimento di elementi di distribuzione in corrispondenza dei punti di appoggio degli elementi dell’orditura principale sulla muratura d’ambito;
- iniezioni di malta cementizia in corrispondenza dei punti di appoggio degli elementi dell’orditura principale sulla muratura d’ambito.

Opere di sostituzione:

- sostituzione degli elementi costituenti l’impalcato nel rispetto del comportamento statico, senza incremento sostanziale del peso proprio; all’interno dei sub-sistemi R1 e L1 devono essere utilizzati materiali e tecnologie originari;
- sostituzione parziale degli elementi dell’orditura principale o secondaria, senza incremento del peso proprio; all’interno dei sub-sistemi R1 e L1 devono essere utilizzati materiali e tecnologie originari.

Opere di protezione:

- interventi di impermeabilizzazione e di isolamento termico che non comportino aumento di peso o alterazioni del funzionamento statico;
- risanamento o realizzazione di sistemi di smaltimento delle acque piovane;

con alterazioni “leggere” strutturali:

Opere di consolidamento:

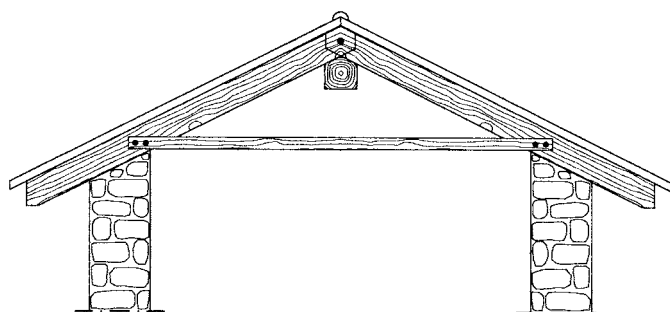
- aumento del numero degli elementi dell’orditura principale, al fine

Strutture di copertura a falde inclinate

45. eliminazione degli effetti spingenti mediante l'inserimento di una catena in legno

46. realizzazione di un cordolo in c.a. collegato alla struttura della copertura con cuciture metalliche

45.



di migliorare la distribuzione dei carichi sulle murature d'ambito e il comportamento statico dei singoli elementi dell'orditura;

- consolidamento diffuso degli elementi dell'orditura principale o secondaria, con mantenimento delle tecnologie originarie;
- iniezioni di malta cementizia nella muratura lungo tutto il perimetro del solaio;

- inserimento di elementi di collegamento della scatola muraria, nel rispetto delle tecnologie esistenti, quali cordoli in muratura armata;
- inserimento di elementi in acciaio per il collegamento della scatola muraria, quali travi di bordo a rinforzo dell'orditura principale o cordolatura sull'intero perimetro, a livello del solaio;
- rotazione della direzione dell'orditura principale, qualora essa migliori il comportamento statico e dinamico dell'edificio;
- modifica della posizione originaria degli elementi dell'orditura principale, qualora questi gravino su aperture esistenti.

Opere di sostituzione:

- sostituzione totale degli elementi dell'orditura principale o secondaria, con mantenimento delle tecnologie originarie;
- sostituzione degli elementi dell'orditura principale in legno con elementi in acciaio, senza modifica della distribuzione e della gerarchia;
- sostituzione della tipologia originaria con un solaio a struttura in acciaio e impalcato collaborante in calcestruzzo alleggerito, contenuto nello spessore dell'orditura principale, o sovrapposto a essa (con lamiera grecata, tavolato, tavelloni,...);

- sostituzione delle tecnologie e dei materiali originari che comporti un incremento di carico inferiore al 20%; per gli edifici all'interno dei sub-sistemi R1 e L1 è ammesso esclusivamente l'utilizzo di elementi dell'orditura principale in legno o acciaio;

con alterazioni "pesanti" strutturali:

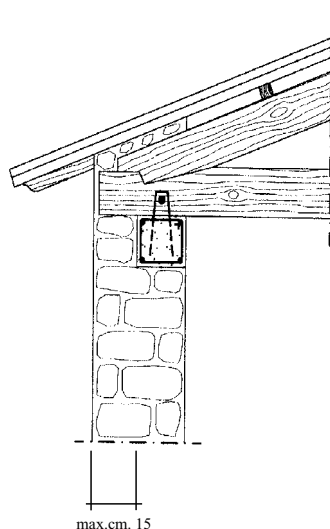
Opere di consolidamento:

- inserimento di elementi di collegamento della scatola muraria, con tecnologie diverse da quelle esistenti, quali cordoli in c.a., con limitazione nelle dimensioni e nella rigidità, in funzione delle caratteristiche di resistenza e di rigidità delle murature sottostanti, previa verifica statica e dinamica volta ad accertare la correttezza dell'intervento; all'interno dei sub-sistemi R1 e L1, con esclusione degli interventi di adeguamento ai sensi del D.M. 24/01/1986, i cordoli devono essere realizzati in muratura armata o in acciaio.

Opere di sostituzione:

- trasformazione da coperture non praticabili a coperture praticabili, con aumento delle caratteristiche di resistenza, anche per mezzo della sostituzione della tipologia originaria, previa verifica delle murature di ambito; per gli edifici all'interno dei sub-sistemi R1 e L1 è ammesso esclusivamente l'utilizzo di elementi dell'orditura principale in legno o acciaio;
- sostituzione della tipologia originaria; per gli edifici all'interno dei

46.



max.cm. 15

sub-sistemi R1 e L1 è ammesso esclusivamente l'utilizzo di elementi dell'orditura principale in legno o acciaio.

Sono considerati interventi impropri:

- inserimento all'interno della muratura di prodotti la cui compatibilità chimica, fisica e meccanica con i materiali originali non sia provata;
- l'aumento dei carichi inerti sugli orizzontamenti mirante al ripristino della sola fruibilità senza che sia effettuato il necessario consolidamento degli elementi strutturali.
- l'aumento consistente del peso proprio della struttura, con pregiudizio della resistenza di alcune parti;
- l'inserimento di elementi orizzontali (orizzontamenti e cordoli in c.a.), la cui rigidità risulti eccessiva rispetto a quella delle parti adiacenti.

4.1.8 Strutture di collegamento verticale: scale

Negli edifici in muratura le scale sono realizzate principalmente a retta o a sbalzo, con gradini in pietra (generalmente pietra serena di Carmignano) (fig. 47).

Negli edifici più rappresentativi, se il sottoscala resta aperto, l'intradosso della scala è rifinito con una volta rampante che non ha, in generale, alcuna funzione strutturale (fig. 48).

Descrizione degli interventi

senza alterazioni strutturali:

Opere di riparazione e consolidamento:

- riparazione e sostituzione di singoli elementi (gradini, pedate, alzate, ...) la cui funzionalità sia resa insufficiente da cause di degrado o di dissesto;
- sostituzione parziale degli elementi strutturali senza incremento del peso proprio; all'interno dei sub-sistemi R1 e L1 devono essere utilizzati materiali e tecnologie originarie.

con alterazioni "leggere" strutturali:

Opere di consolidamento:

- consolidamento anche diffuso degli elementi strutturali nel rispetto delle tecnologie originarie.

Opere di sostituzione:

- sostituzione di uno o più elementi di collegamento (rampe), estesa anche all'intero edificio, nel rispetto delle tecnologie e dei materiali originari;
- sostituzione di uno o più elementi di collegamento (rampe), con variazioni delle tecnologie e dei materiali originari; per gli edifici all'interno dei sub-sistemi R1 e L1 è ammesso solo l'uso di elementi in legno o in acciaio.

Opere di nuova realizzazione:

- inserimento di nuovi elementi di collegamento verticale interni alla

singola unità abitativa, previa verifica delle strutture; per gli edifici all'interno dei sub-sistemi R1 e L1 è ammesso solo l'uso di elementi in legno o in acciaio;

con alterazioni "pesanti" strutturali:

Opere di sostituzione:

- sostituzione di più elementi di collegamento (rampe), estesa anche all'intero edificio, con variazioni delle tecnologie e dei materiali originari.

Sono considerati interventi impropri:

- inserimento all'interno della muratura di prodotti la cui compatibilità chimica, fisica e meccanica con i materiali originali non sia provata;
- aumento consistente del peso proprio della struttura, con pregiudizio della resistenza di alcune parti.

4.1.9 Strutture di collegamento verticale: vani ascensori e montacarichi

L'inserimento di vani ascensori o montacarichi può essere realizzato ogni qualvolta ciò sia reso necessario da esigenze distributive o di adeguamento a norme esistenti, purché sia attentamente valutato l'impatto sugli elementi strutturali esistenti e sul terreno di fondazione, anche in presenza di azioni sismiche o connesse al funzionamento del meccanismo stesso. In ogni caso l'inserimento dei vani tecnici non deve compromettere il funzionamento statico del fabbricato o delle sue parti, comprese quelle adiacenti all'area dell'intervento.

"I problemi specifici per l'installazione di un ascensore in un intervento di recupero sono costituiti dallo spazio disponibile, spesso assai limitato, dal tipo di struttura dell'immobile e dalle caratteristiche degli ambienti nei quali va ad inserirsi ... è indispensabile una verifica diretta tra progettazione ed impiantistica disponibile standardizzata, assieme al controllo a monte dell'ammissibilità della soluzione nei confronti delle autorità di controllo ... I problemi che pone l'installazione di un ascensore in un edificio preesistente riguardano, oltre che quelli di ingombro, quelli di sostentamento e portata, di isolamento acustico e delle vibrazioni, di autoportanza delle colonne dell'ascensore. In definitiva le soluzioni che possono essere adottate, in relazione alle condizioni che si presentano, possono riassumersi in: impianti ricavabili nelle trombe delle scale; impianti ricavabili in vani appositi; impianti inseriti in aperti in ambienti; impianti ricavati all'esterno con colonne apposite; ingombro macchine nel sottotetto; ingombro macchine in fossa; ingombro macchine laterale; sistema a cavi;

Strutture di collegamento verticale: scale

47. scale con struttura portante in acciaio

48. scale con struttura portante mista con volte in muratura e in legno
(Case Nuove)

47.



sistema idraulico” (ERTAG. Tecnica e pratica del recupero, Ed. Alinea Firenze).

4.2 ELEMENTI TECNICI E DI FINITURA

Gli interventi sugli elementi tecnici e di finitura comprendono opere di pulizia, di protezione, ripristino e riparazione, consolidamento, rifacimento e realizzazione.

Tutti gli interventi sugli elementi tecnici e di finitura devono seguire i seguenti criteri generali:

- nel caso in cui sia prevista una variazione della distribuzione dei carichi, tale che pareti non portanti diventino portanti, anche con carichi ridotti in rapporto al peso proprio, valgono le indicazioni di intervento indicate per le strutture verticali continue (vedi 4.1.2);
- nel caso in cui sia prevista per la realizzazione di soffittature, una variazione della distribuzione dei carichi o l'introduzione di un elemento di orizzontamento portante, tali da comportare un aumento del peso sulle murature d'ambito, valgono le indicazioni di intervento indicate per gli orizzontamenti (vedi 4.1.4);
- negli edifici che si presentano intonacati o che presentano segni evidenti di una precedente intonacatura non è consentito ridurre le superfici parietali a faccia vista;
- la presenza di decorazione o di tracce di decorazione pittorica, anche se non giacenti su edifici vincolati ai sensi della legge 1089/39, comporta ugualmente la segnalazione alla competente Soprintendenza delle stesse;
- nel caso di intonaci realizzati con calci di tipo tradizionale deve prevalere un criterio di conservazione e di reintegrazione con materiali ad essi compatibili sempre che la persistenza di intonaci non ammalorati riguardi porzioni significative di superfici.

4.2.1 Pareti non portanti

Le pareti non portanti hanno generalmente spessori ridotti e sono realizzate prevalentemente in laterizio.

Anche le murature principali, costituenti la scatola muraria, possono non svolgere funzione portante.

Descrizione degli interventi

Opere di nuova realizzazione:

- costruzione, con adozione di tecnologie leggere, quali laterizi forati, pannelli di cartongesso, legno; in ogni caso dovrà essere effettuata la verifica statica degli orizzontamenti.

Opere di consolidamento:

- ripresa della muratura in corrispondenza di vuoti tecnici (condotti, canne fumarie, impiantistica,...) o di aperture, da effettuarsi con ammorsamenti con la muratura circostante;
- rifacimento di porzioni della muratura, in presenza di segni di

48.



degrado o di dissesto con adozione di tecnologie leggere, quali laterizi forati, pannelli di cartongesso, legno.

Opere di demolizione:

- eliminazione degli elementi non portanti che dovrà avvenire previa verifica statica degli orizzontamenti soprastanti e previa realizzazione delle necessarie architravature.

4.2.2 Soffittature in piano e a volte

Le controsoffittature sono realizzate con tecniche e materiali molto variabili.

Sono state rinvenute controsoffittature voltate in canne e gesso; esse in alcuni casi sono state ripristinate impiegando arcate di sagoma in legno e orditura in acciaio (reti) anziché in canna.

Sono diffusi i controsoffitti a voltine in mattoni, anche decorate, con struttura in legno o in ferro e, nella maggior parte dei casi, con terminazione a padiglione.

Sono presenti anche i controsoffitti con longarine metalliche e tavelloni.

Descrizione degli interventi

Opere di nuova realizzazione:

- costruzione, con adozione di tecnologie leggere, previa verifica delle murature d'ambito.

Opere di consolidamento:

- sostituzione degli elementi strutturali della soffittatura, da effettuarsi senza sostanziale incremento del peso proprio;
- consolidamento, locale o globale, da effettuarsi con sistemi e prodotti compatibili con i materiali originari.

4.2.3 Pensiline

Sulla porta di accesso di alcuni edifici sono presenti delle pensiline, di dimensioni generalmente modeste, in ghisa, ferro o acciaio.

La copertura è in vetro nella maggior parte dei casi, anche se, in seguito a successivi rimaneggiamenti, essa è stata talvolta sostituita con materiali plastici (onduline,...).

Descrizione degli interventi

Opere di protezione:

- protezione delle superfici da effettuarsi con sistemi e prodotti compatibili con i materiali originari.

Opere di consolidamento:

- sostituzione locale o globale, da effettuarsi nel rispetto dei materiali, della tipologia e delle tecnologie originarie.

Opere di rifacimento:

- sostituzione locale o globale, che comporti anche l'utilizzo di materiali, tipologie o tecnologie diverse da quelle originarie; per gli

edifici all'interno dei sub-sistemi R1 e L1 è ammesso solo l'uso di tecnologie e materiali originari.

4.2.4 Superfici parietali esterne: intonaci e coloriture

La maggior parte degli edifici all'interno delle mura urbane hanno una finitura superficiale delle pareti ad intonaco. Questo vale non solo per gli edifici residenziali e più poveri, ma anche per molti edifici specialistici e per i grandi complessi architettonici. In questi ultimi e negli edifici con il fronte sugli spazi pubblici più importanti, sono spesso presenti decorazioni parietali quali marcapiani, marcadavanzali, cornici ed oggetti. Queste decorazioni possono essere in pietra o anche realizzate con malte cementizie, lavorate ad imitazione della pietra o del marmo.

Anche gli edifici più antichi, con struttura portante in pietra, risultano quasi sempre intonacati. In questo caso si riscontra spesso la consuetudine di realizzare intonacature parziali, lasciando a vista alcuni elementi considerati di pregio quali archi, lesene, architravi, filari in pietra o in mattoni (fig. 49).

Gli intonaci più vecchi sono realizzati a calce (fig. 50), con coloriture ottenute con l'uso di terre naturali. Sono presenti anche intonaci parziali con acqua soprattutto con le tecniche ad imitazione della pietra e dei marmi. Negli ultimi decenni si è diffuso l'utilizzo di intonaci cementizi e di intonaci sintetici, in sostituzione di quelli originari a calce e l'impiego di finiture con coloriture a base di resine sintetiche.

Descrizione degli interventi

Opere di pulitura:

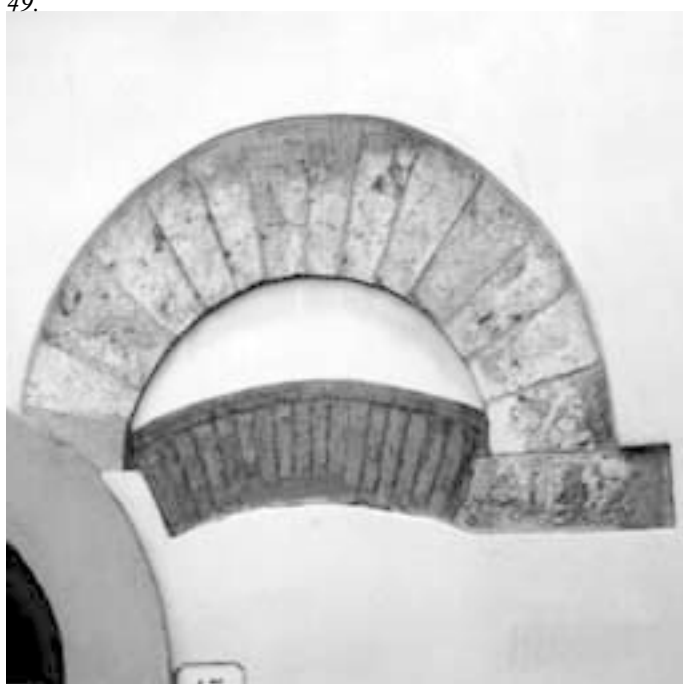
- puliture non aggressive con uso di acqua nebulizzata, o puliture parziali con acqua spray a bassa pressione.

Opere di ripristino:

- ripristino degli intonaci tradizionali, a calce e sabbia. Da effettuarsi in caso di rappezzature di parti ammalorate, previa rimozione delle parti degradate e successiva spazzolatura, ripasso dei giunti ed imbibitura del supporto con acqua deionizzata. La riformazione del corpo dovrà essere eseguita con materiali, granulometrie e tecniche analoghe a quelle originali, previa campionatura delle malte esistenti. Il ripristino degli intonaci tradizionale negli edifici storici antichi è consigliato anche in sostituzione di intonaci di recente costituzione realizzati con malte bastarde, ovvero con componenti cementizie;
- ripristino delle coloriture. Per le coloriture degli edifici antichi si suggerisce l'uso di tinte a base di calce e/o minerali (pitture ai silicati) con preferenze per le coloriture della tradizione pretese, previa verifica stratigrafica delle tinte esistenti privilegiando l'assetto storicizzato riferito all'ambiente. Per gli edifici storici moderni o di recente costruzione dovranno comunque rispettarsi le cromie

Superfici parietali esterne: intonaci e coloriture
49. parete intonacata con evidenziato alcuni elementi sottostanti, in
pietra e in mattoni
50. edificio con intonaco a calce degradato

49.



50.



originarie e ricercarsi un corretto rapporto con il contesto. In presenza di intonaci con malte bastarde possono essere impiegati sistemi di tinteggio additivati con polimeri, purché si usi esclusivamente prodotti con resine in dispersione acquosa ed elevata traspirabilità. Le cromie dovranno comunque rispettare o imitare i tipi preesistenti secondo quanto indicato.

Opere di rifacimento:

- rifacimento parziale o completo dell'intonaco, previa rimozione delle parti degradate e successiva spazzolatura, ripasso dei giunti ed imbibitura del supporto con acqua deionizzata. Per gli edifici storici antichi il rifacimento dell'intonaco dovrà essere eseguito con grassello di calce e sabbia, l'arriccio che conterrà come legante calce idraulica naturale non dovrà contenere sali solubili. Per gli edifici storici moderni o di recente costruzione non dovranno comunque usarsi malte ad alto contenuto cementizio. In caso di rifacimento parziale dovranno impiegarsi materiali, granulometrie e tecniche analoghe a quelle originali.

Per il piano terra è consentito, per il risanamento di risalite umide, l'uso di intonaci speciali e di trattamenti di finitura con sistemi di tinteggiatura idrorepellenti ad elevata traspirabilità con polimeri silossanici.

Nel rifacimento si dovrà avere cura di recuperare tutti gli elementi accessori (vecchi numeri civici, targhe, lapidi, ferri battuti) ritenuti parte integrante della evoluzione storica dell'edificio. Si avrà altresì cura di collocare i sistemi di rete (cavi elettrici e telefonici, condutture del gas ecc.) in modo non invasivo rispetto ai caratteri della facciata, evitando in ogni caso sovrapposizioni o rotture di cornici e riquadri, fasce decorative e bozzati;

- rifacimento della coloritura. Per la coloritura dei fronti edilizi ci si atterrà alle indicazioni sopra espresse, in caso di cambiamento cromatico rispetto al tipo preesistente, perché ritenuto di improprio rifacimento, si dovrà rispettare la tavolozza dei colori tradizionali e/o moderni rapportati al contesto urbano. L'uso dei materiali sarà subordinato alla verifica della natura del supporto e rapportato alla tipologia dell'edificio;

Opere di nuova realizzazione:

- nuovi intonaci. È consentita la realizzazione di nuovi intonaci, nel rispetto delle tecnologie originarie dell'edificio, per ricostituire cortina di rivestimento a quei fronti edilizi che sono stati "ridotti" a faccia vista da precedenti interventi di totale o parziale demolizione della superficie intonacata. Dovranno altresì intonacarsi quegli elementi strutturali, quali archi di scarico, piattabande in pietra, travi o altro che non fosse stato originariamente a vista, o comunque porzioni accessorie che sono state oggetto di decorticamento dell'intonaco in precedenti interventi. L'intonaco dovrà essere eseguito nel rispetto della tipologia edilizia. In presenza di edifici storici antichi si impiegheranno esclusivamente malte tradizionali (grassello di calce e sabbia) eventualmente pigmentate in pasta;

L'intonaco dovrà essere eseguito con malta per intonaco composta da leganti tradizionali (calce idraulica tradizionale o grassello di calce) e sabbia;

- nuova coloritura. Per la coloritura di edifici storici antichi si suggerisce l'uso di tinte a base di calce e/o minerali (pitture ai silicati). Opere di consolidamento

- iniezione di sostanze adesive nello spessore dell'intonaco. Il consolidante da impiegare deve avere qualità compatibili con quelle dell'intonaco preesistente. In generale dovrà avere resistenza e porosità simili a quella delle malte tradizionali, buona presa idraulica, basso ritiro e minimo contenuto possibile di sali solubili dannosi agli intonaci.

Sono sconsigliate le resine epossidiche, che risultano poco compatibili con i materiali tradizionali.

Se non diversamente realizzabile è consentito l'uso di soluzioni acriliche per il consolidamento superficiale di porzioni soggette a subflorescenze e l'uso di protettivi trasparenti quali resine acriliche o siliciche, per la protezione contro il dilavamento e la condensazione;

- operazioni di pulitura non aggressive e di rimozione del materiale accumulato sulle superfici;

- integrazione delle tinteggiature esistenti, anche in presenza di decorazioni pittoriche (finti bugnati, incorniciature di finestre, lesene, etc.) danneggiate, con il rispetto delle forme, dimensioni e tecniche pittoriche originarie.

L'intervento in questo caso dovrà riguardare l'intero modulo compositivo della facciata. Eventuali piccole riprese che si rendessero necessarie per riparazioni o stuccature dovranno comunque essere eseguite nel completo rispetto delle coloriture esistenti;

- nuova tinteggiatura. Si potrà procedere ad una nuova tinteggiatura solo per interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, in quest'ultimo caso anche per la realizzazione del ripristino cromatico dell'edificio in relazione ai caratteri del contesto. La scelta dei sistemi di pitturazione e tinteggiatura è da relazionarsi con la tipologia decorativa dell'edificio sul quale intervenire. Per gli edifici storici antichi, in relazione alla natura del supporto, si ricorrerà preferibilmente a tinteggiature tradizionali a velatura, da realizzarsi in latte di calce con sospensione di pigmenti minerali (terre naturali ed ossidi), eventualmente con aggiunta di una emulsione di resina acrilica in basse percentuali.

Sono considerati interventi impropri:

- utilizzare nel restauro o nel ripristino di intonaci tradizionali malta cementizia e malta a base di calce idraulica artificiale con accertata presenza di sali solubili
- utilizzare rivestimenti, o sovraintonaci, di tipo plastico di qualsiasi genere;
- evidenziare in facciata la presenza di elementi strutturali, quali archi

Superfici parietali esterne: pietre

51. superficie muraria in pietra senza la protezione dell'intonaco

Elementi decorativi: basamenti, marcapiani, marcadavanzali, conci d'angolo

52. lesena d'angolo con finitura ad intonaco

51.



52.



Elementi decorativi: cornici ed architravi

53. cornice architravata con finitura ad intonaco

54. cornice con arco a tutto sesto, con finitura ad intonaco

di scarico, piattabande in pietra, travi o altro che non fosse stato originariamente a vista. In quest'ultimo caso l'intervento dovrà essere regolato dalle competenze istituzionali;

- utilizzare le tinte a base di resine sintetiche in emulsione, non permeabili al vapore;
- eseguire intonaci di finitura 'falso rustico' (lacrimato, graffiato, a buccia d'arancia, etc) per fondi di facciata originariamente realizzati a finitura liscia. In ogni caso sono escluse finiture di zoccolature o balze di protezione con impiego di rivestimenti di tipo plastico;
- utilizzare pitture lavabili del tipo vinil-versatico;
- utilizzare tecniche a spatola, o rullo, che prevedono intonachini di tipo plastico, acrl-stitrolico in emulsione.

4.2.5 Superfici parietali esterne: pietre

Negli edifici più antichi, all'interno delle mura urbane, è frequente riscontrare strutture portanti in pietra o miste pietra e mattoni. Solo raramente la struttura è originariamente costruita per restare "a vista". Nella maggior parte dei casi infatti gli edifici risultano intonacati. (fig. 51). I tipi di pietra più diffusi risultano l'Alberese, utilizzata nelle varie tonalità (bianco, giallo, grigio), il serpentino verde e l'arenaria (grigia o gialla). E' utilizzata anche la pietra serena, anche se il suo uso più diffuso è nelle pavimentazioni, nei marciapiedi e negli elementi decorativi quali cornici, portali, davanzali, etc.

Descrizione degli interventi

Opere di pulitura:

- puliture non aggressive con uso di acqua nebulizzata (acqua spray a bassa pressione) da non utilizzare su superfici eccessivamente porose.

Sono considerati interventi impropri:

- pulire le superfici con spazzole metalliche, con metodi che utilizzino fiamma, acqua ad alta pressione, acido fluoridrico, acido cloridrico, acido fosforico, acido acetico, soda caustica;
- la sabbatura delle superfici lapidee;
- in generale tutti i metodi corrosivi od in grado di intaccare la superficie lapidea.

4.2.6 Elementi decorativi: basamenti, marcapiani, marcadavanzali, conci d'angolo

Negli edifici più rappresentativi sono spesso presenti degli elementi decorativi realizzati in pietra a conci o a lastre. Molto diffusa è anche la tecnica ad intonaco, con l'uso di malte bastarde, lavorate con finitura ad imitazione della pietra o del marmo. Con questa tecnica sono realizzati basamenti, cornici, marcadavanzali, marcapiani, finti bugnati (fig. 52). I basamenti rilevati a Prato sono in

53.



54.



Elementi decorativi: cornici ed architravi

55. cornice con arco a sesto ribassato e sopra luce ad "occhio di bue"

56. cornice con arco a tutto sesto e sopra luce rettangolare "incorniciato"

55.



larga parte realizzati con finitura ad intonaco, soprattutto negli edifici residenziali e in quelli più poveri ed hanno altezza variabile dai 60 ai 100 centimetri. Anche le fasce marcapiano e quelle marcadavanzale, così come i basamenti, sono per la maggior parte realizzate con finitura ad intonaco e solo negli edifici più importanti viene utilizzata la pietra faccia vista. Il marcadavanzale (più raramente il marcapiano) realizzato con le stesse tecniche degli altri elementi decorativi, viene spesso utilizzato come elemento di omogeneità, negli interventi di accorpamento di più unità edilizie.

Descrizione degli interventi

Opere di pulitura:

- puliture non aggressive con uso di acqua nebulizzata, o puliture parziali con acqua spray a bassa pressione sia su parti in pietra che su parti in intonaco.

Opere di consolidamento

- delle parti ad intonaco: iniezione di sostanze adesive nello spessore dell'intonaco. Il consolidante da impiegare deve avere qualità compatibili con quelle dell'intonaco preesistente. In generale dovrà avere resistenza e porosità simili a quella delle malte tradizionali, buona presa idraulica, basso ritiro e minimo contenuto possibile di sali solubili dannosi agli intonaci.

Sono sconsigliate le resine epossidiche, che risultano poco compatibili con i materiali tradizionali.

Se non diversamente realizzabile è consentito l'uso di soluzioni acriliche per il consolidamento superficiale di porzioni soggette a subfiorescenze e l'uso di protettivi trasparenti quali resine acriliche o siliciche, per la protezione contro il dilavamento e la condensazione;

Opere di ripristino e riparazione:

- delle parti ad intonaco: da effettuarsi previa demolizione delle parti degradate e successiva spazzolatura, ripasso dei giunti ed imbibitura del supporto con acqua. La riformazione del corpo dovrà essere eseguita con materiali, granulometrie e tecniche analoghe a quelle originali;

- delle parti in pietra o in mattoni: da effettuarsi con materiali simili agli originali, per dimensione, forma e colore.

- delle coloriture: per le coloriture, laddove siano necessarie, si suggerisce l'uso di tinte a base di calce e/o minerali.

Opere di rifacimento:

- delle parti ad intonaco: parziale o completo, previa demolizione delle parti degradate e successiva spazzolatura, ripasso dei giunti ed imbibitura del supporto con acqua.

Il rifacimento dell'intonaco dovrà essere eseguito con materiali, granulometrie e tecniche analoghe a quelle originali.

- delle parti in pietra: è consentita l'eventuale tassellatura e la sostituzione per parti dei singoli elementi, da effettuarsi con materiali

56.



simili agli originali, per dimensione, forma e colore.

- delle coloriture: per la coloritura si suggerisce l'uso di tinte a base di calce e/o minerali.

4.2.7 Elementi decorativi: cornici ed architravi

Le cornici e gli architravi, così come gli altri elementi decorativi, possono essere realizzati utilizzando conci o lastre di pietra con finitura a faccia vista, oppure utilizzando tecniche ad intonaco.

Il materiale lapideo più diffuso per la realizzazione di cornici ed architravi è la pietra serena (proveniente soprattutto da Carmignano). Sono comunque utilizzati anche altri tipi di pietra quali l'arenaria (prevalentemente quella gialla) e, in misura molto minore, la pietra forte ed il travertino.

E' molto diffuso, in particolare negli edifici seriali, l'uso di realizzare le cornici, gli architravi e gli archi dei portoni di ingresso, utilizzando malte bastarde, lavorate con finitura ad imitazione della pietra e del marmo; oppure con struttura in laterizio finita ad intonaco.

Le cornici possono essere architravate (fig.53), con elementi in pietra, oppure possono essere richiuse con un arco (fig. 54).

In quest'ultimo caso l'arco è realizzato con blocchi lapidei e solo raramente è in mattoni a faccia vista. Diffusa è anche la presenza di sopra luce al di sopra dell'arco o dell'architrave, protetti quasi sempre da una grata metallica (fig. 55) (fig. 56).

Descrizione degli interventi

Opere di pulitura:

- puliture non aggressive con uso di acqua nebulizzata, o puliture parziali con acqua spray a bassa pressione sia su parti in pietra che su parti in intonaco.

Opere di ripristino, consolidamento e riparazione:

- delle parti ad intonaco: da effettuarsi previa demolizione delle parti degradate e successiva spazzolatura, ripasso dei giunti ed imbibitura del supporto con acqua.

- delle parti in pietra o in mattoni: da effettuarsi con materiali simili agli originali, per dimensione, forma e colore.

- delle coloriture: per le coloriture, laddove siano necessarie, si suggerisce l'uso di tinte a base di calce e/o minerali.

Opere di rifacimento:

- delle parti ad intonaco: parziale o completo, previa demolizione delle parti degradate e successiva spazzolatura, ripasso dei giunti ed imbibitura del supporto con acqua. Il rifacimento dell'intonaco dovrà essere eseguito con materiali, granulometrie e tecniche analoghe a quelle originali.

- delle parti in pietra: è consentita l'eventuale tassellatura e la sostituzione per parti dei singoli elementi, da effettuarsi con materiali simili agli originali, per dimensione, forma e colore.

- delle coloriture: per la coloritura si suggerisce l'uso di tinte a base

Infissi: porte e portoni

57. porta del tipo intelaiato a due battenti con supraluce a tutto sesto e grata in ferro

58. porta del tipo intelaiato a due battenti con supraluce a tutto sesto e grata in ferro

59. portone a due battenti "sagomati" su grande apertura con cornice ad arco a sesto ribassato

60. portone a quattro battenti del tipo a doghe orizzontali con intelaiatura metallica. la forma dell'infisso non è coerente con quella dell'apertura

57.



58.



59.



60.



di calce e/o minerali.

4.2.8 Infissi: finestre e portefinestre

Le finestre e le portefinestre più diffuse sono quelle del tipo a due battenti, di forma rettangolare con lato più lungo verticale, con struttura in legno.

Le ante, di solito a battuta semplice, possono avere dei regoli orizzontali di ripartizione (solitamente tre) con funzione di fermavetro. Il telaio è sempre posizionato verso il filo interno del muro ed arretrato quindi rispetto al filo della facciata.

Negli ultimi decenni si è diffuso l'utilizzo di serramenti metallici, in sostituzione degli originari infissi in legno, oppure in aggiunta a questo come secondo infisso esterno di protezione.

In questo caso il telaio viene spesso montato a filo parete, con l'utilizzo di vetrate continue senza regoli di ripartizione. Un tale montaggio altera quasi sempre la percezione visiva delle aperture nel prospetto.

Descrizione degli interventi

Opere di pulitura, ripristino, consolidamento e riparazione:

- gli interventi dovranno essere eseguiti nel rispetto della forma, dei materiali e dei colori originari dei serramenti.

Gli interventi prevedono operazioni di abrasivatura delle superfici, sverniciatura, stuccatura e rasatura, eventuale sostituzione di parti ammalorate e degradate, trattamento con impregnanti, inserimento di guarnizioni.

Per la verniciatura degli infissi esterni dovranno essere utilizzate vernici opache, nei colori tradizionali, oppure vernici trasparenti opache lasciando le venature in vista.

Opere di sostituzione:

- nella sostituzione degli infissi dovranno essere mantenute invariate le forme ed i materiali del tipo utilizzato nella unità edilizia.

- è consentita la sostituzione di infissi metallici con infissi in legno del tipo tradizionale.

- l'uso di doppie finestre è consentito solo dove sia possibile realizzarle non a filo esterno della facciata. In questo caso si consiglia l'utilizzo del vetro camera.

Sono considerati interventi impropri:

- la ripartizione delle pannellature vetrate del tipo "all'inglese"; nei sub sistemi R1, R2 ed L1:

- l'uso di vetri a specchio;

- la sostituzione di grate di finestre e di sopra-luce in ferro se non effettuata con materiali e forme analoghe a quelle originarie.

4.2.9 Infissi: porte e portoni

Infissi: sistemi di oscuramento

61. persiana in legno a due battenti con stecche orizzontali, con i pannelli inferiori apribili verso l'esterno

62. persiana in legno del tipo scorrevole su doppi binari metallici esterni

63. persiana in legno del tipo scorrevole a scomparsa

64. persiana in legno del tipo scorrevole "appesa" e fascia in legno copri guide

61.



62.



63.



64.



Elementi non strutturali della copertura

65. dettaglio del “bicchiere” di raccordo tra il pluviale superiore e quello inferiore di scarico a terra

66. pluviale in materiale plastico e raccordo a gomito, incassato nella muratura

Le porte esterne ed i portoni di ingresso sono realizzate prevalentemente in legno. La struttura più diffusa è quella a due battenti con intelaiatura e specchiatura in legno massello (fig. 57) (fig. 58).

La forma più diffusa dei battenti è quella rettangolare, anche nei casi in cui l'apertura sia del tipo ad arco. In questo caso è presente un sopra-luce, solitamente a lunetta, che può anche non avere l'infisso ma semplicemente una grata di protezione.

In altri casi il battente segue la forma dell'apertura anche nella parte superiore (fig. 59), la quale può avere un arco a tutto sesto, a sesto ribassato o molto meno diffuso, a sesto acuto.

Nel rifacimento e nella sostituzione dei portoni originari o comunque più vecchi, sono state introdotti serramenti metallici (solitamente in alluminio). Questo in particolare per gli accessi e le vetrine dei negozi. In alcuni casi, il portone viene realizzato con telaio metallico, mentre la panatura viene realizzata in legno. Abbastanza diffusa è la realizzazione di pannellature con doghe in legno, verticali od orizzontali (fig. 60).

Descrizione degli interventi

Opere di pulitura, ripristino, consolidamento e riparazione:

- gli interventi dovranno essere eseguiti nel rispetto della forma, dei materiali e dei colori originari dei serramenti. Gli interventi prevedono operazioni di abrasivatura delle superfici, sverniciatura, stuccatura e rasatura, eventuale sostituzione di parti ammalorate e degradate, trattamento con impregnanti.

Per la verniciatura degli infissi esterni dovranno essere utilizzate vernici opache, nei colori tradizionali, oppure vernici trasparenti opache lasciando le venature in vista.

Opere di sostituzione:

- nella sostituzione delle porte e dei portoni dovranno essere mantenute invariate le forme ed i materiali del tipo utilizzato nella unità edilizia. E' consentita la sostituzione di porte e portoni con intelaiatura metallica, con infissi in legno del tipo tradizionale.
- le nuove vetrine se metalliche, dovranno essere realizzate con telaio posto a filo parete interna e dovrà essere mantenuto, se esistente, anche il portone ligneo.

Sono considerati interventi impropri:
nei sub sistemi R1, R2 ed L1:

- la nuova installazione di serrande metalliche, ad esclusione di quelle di sicurezza, dove se ne dimostri la inderogabile necessità;

4.2.10 Infissi: Sistemi esterni di oscuramento

Il sistema di oscuramento più diffuso a Prato è la persiana in legno, con stecche orizzontali, ribaltabile a due ante ed apribile

65.



66.



Elementi non strutturali della copertura

67. dettaglio dell'attacco del pluviale al canale di gronda e degli elementi di aggancio alla parete

68. dettaglio dell'attacco di un doppio pluviale al canale di gronda

67.



verticalmente verso l'esterno (fig. 61).

La coloritura prevalente delle persiane è del tipo a smalto color verde o in minore misura di colore grigio chiaro o marrone.

Negli edifici con funzione residenziale al piano terra, si trovano sovente persiane del tipo scorrevole, su doppie guide metalliche esterne (superiore ed inferiore) (fig. 62).

Una versione più recente di persiana scorrevole, prevede una sola guida esterna superiore che solitamente viene mascherata da una fascia in legno che altera però il disegno complessivo del prospetto (fig. 63).

Più raramente viene utilizzato anche il tipo di persiana "a scomparsa" all'interno di intercapedini murarie; questa costituisce senz'altro una soluzione molto elegante ma di complessa realizzazione (fig. 64).

Recentemente è diffuso l'utilizzo di persiane metalliche ad imitazione del modello in legno, sia nelle parti limitrofe e più recenti del centro antico che in quelle più antiche.

Un'altra alterazione, rispetto al modello originario, è rappresentata dall'utilizzo di "ferramenta" sovradimensionate rispetto alle sezioni degli infissi e solitamente evidenziati anche da una diversa coloritura. Nella versione "classica" della persiana pratese, le "ferramenta" sono invece di minore dimensione, incassate nel corpo dell'infisso e verniciate dello stesso colore della parte lignea.

Avvolgibili e serrande alla veneziana sono poco diffuse all'interno del centro antico e sono prevalentemente localizzate negli edifici più recenti.

68.



Descrizione degli interventi

Opere di pulitura, ripristino, consolidamento e riparazione:

- gli interventi dovranno essere eseguiti nel rispetto della forma, dei materiali e dei colori originari dei serramenti. Gli interventi prevedono operazioni di abrasivatura delle superfici, sverniciatura, stuccatura e rasatura, eventuale sostituzione di parti ammalorate e degradate, trattamento con impregnanti.

Per la verniciatura dei serramenti dovranno essere utilizzate vernici opache, nei colori tradizionali.

Opere di sostituzione:

- nella sostituzione di serramenti dovranno essere mantenute invariate le forme ed i materiali del tipo utilizzato nella unità edilizia. E' consentita la sostituzione dei serramenti metallici, con serramenti in legno del tipo tradizionale.

Sono considerati interventi impropri:

nei sub sistemi R1, R2 ed L1:

- l'uso di persiane avvolgibili se non previste originariamente nell'edificio;

- l'uso di veneziane esterne

4.3 Elementi non strutturali della copertura

Il manto di copertura tradizionale è quello realizzato con elementi in laterizio, quali tegole e coppi; meno diffuso l'uso di altri elementi quali le tegole marsigliesi o le portoghesi. In occasione del rifacimento dei manti si è diffusa la tendenza ad impermeabilizzare e coibentare lo strato sottostante le tegole, costituito con altri elementi in laterizio (mezzane). Questo tipo di intervento si è diffuso soprattutto a seguito delle normative per il contenimento energetico degli edifici. La realizzazione del "pacchetto" isolante crea a volte problemi nella realizzazione degli spessori della copertura che sovente vengono modificati rispetto agli originari.

I canali di gronda ed i pluviali sono generalmente realizzati in rame, più raramente in lamiera zincata.

Per collegare le varie parti delle tubazioni fra loro e con i canali di gronda, vengono utilizzati elementi di raccordo (bicchieri in rame o in lamiera zincata) fissati alle pareti da staffe metalliche (fig. 65). Negli anni più recenti sono stati utilizzati anche tubazioni e raccordi in materiale plastico (fig.66).

Il raccordo fra pluviale e canale di gronda è realizzato con l'uso di elementi angolari (raccordi a gomito) realizzati con lo stesso materiale e fissati alla parete mediante staffe metalliche (fig. 67) (fig.68).

Descrizione degli interventi

Opere di riparazione e di sostituzione parziale:

- nella riparazione del manto di copertura si dovrà avere cura di riutilizzare dove possibile i medesimi elementi in laterizio esistenti (coppi e tegole); nei sub-sistemi R1, R2 ed L1 è obbligatorio utilizzare materiale di recupero oppure, ove non possibile, inserire nuovi elementi alternati casualmente a quelli esistenti.
- la riparazione delle canne fumarie e dei camini, nei sub-sistemi R1, R2 ed L1, dovrà essere realizzata con materiali e forme simili agli originari;
- la riparazione e sostituzione dei canali di gronda e dei pluviali, nei sub-sistemi R1, R2 ed L1, dovrà essere realizzata con materiali e forme simili agli originari;

Opere di rifacimento e di sostituzione integrale:

- nel rifacimento del manto di copertura dovrà essere riproposta la tipologia esistente se corrispondente a quella tradizionale;
- nella ricostruzione dei camini all'interno dei sub-sistemi R1, R2 ed L1 dovranno essere conservate le forme ed i materiali originari;
- nel rifacimento e nella sostituzione dei canali di gronda e dei pluviali dovranno essere utilizzati, all'interno dei sub-sistemi R1, R2 ed L1,

elementi in rame nelle forme tradizionali;

- la realizzazione di nuove canne fumarie esterne è consentita soltanto nel caso di un intervento complessivo di restauro delle facciate;

Sono considerati interventi impropri:
nei sub sistemi R1, R2 ed L1:

- l'uso di canali di gronda e di pluviali in materiale plastico, in acciaio o in lamiera zincata non verniciata;
- l'uso di canali e di pluviali a sezione quadrata o rettangolare;
- la rimozione di tutti gli elementi tradizionali in metallo quali gocciolatoi, sifoni, raccordi, etc.;

4.4 Impianti tecnici

Gli impianti tecnici di comune realizzazione sono quello idraulico, elettrico, fognario, termico e di ventilazione. Durante l'installazione degli impianti tecnici vengono spesso realizzati incavi nelle murature per consentire il passaggio delle tubazioni o dei cavi. Questi vuoti, vengono in genere realizzati senza tenere conto delle eventuali vulnerabilità delle strutture murarie, provocando spesso danni più o meno gravi alle strutture portanti, in particolare quando eseguiti nelle vicinanze di una preesistente apertura o vicino ai nodi strutturali in edifici in muratura antica.

Descrizione degli interventi

Opere di riparazione, sostituzione ed integrazione:

- le tracce e i vuoti per l'inserimento degli impianti non devono essere realizzati in corrispondenza o in prossimità di punti vulnerabili del fabbricato, ovvero all'incrocio di muri, all'imposta di archi, nelle immediate vicinanze di aperture quali porte e finestre, nei pilastri, nelle volte, nelle immediate vicinanze degli appoggi delle strutture portanti degli orizzontamenti.
- le modalità per l'esecuzione delle opere necessarie alla collocazione degli impianti dovranno essere scelte di volta in volta in base alle caratteristiche statiche e allo stato generale dell'edificio. In particolare, negli edifici in muratura non devono essere impiegati strumenti che possano indurre vibrazioni eccessive nelle strutture adiacenti a quelle oggetto dell'intervento (per esempio i martelli pneumatici) e comunque devono essere poste in opera tutte le necessarie opere di presidio (puntellamenti, impalcature, architravature), provvisorie o permanenti, atte a prevenire l'insorgere di danni nelle strutture circostanti a quelle oggetto dell'intervento.
- nel caso in cui l'inserimento degli impianti richieda opere di rimozione o demolizione di parti, successivamente alla messa in opera degli impianti medesimi si dovrà provvedere alle opere di ripristino, realizzate in modo che la resistenza delle compagini murarie non sia compromessa.

Edifici con struttura in cemento armata

69. degrado dei balconi e delle travi di bordo di un edificio in cemento armato nella zona san paolo

70. degrado del pilastro con fuoriuscita delle staffe e dell'armatura longitudinale in un edificio nella zona San Paolo

69.



4.5 Sistemi di protezione

I sistemi di protezione degli edifici prevedono la realizzazione di opere di impermeabilizzazione dei solai di calpestio a contatto con il terreno e dei muri entro terra, quali vespai, scannafossi, intercapedini, drenaggi, creazione di piccole aperture di areazione (vedi 4.1.1; 4.1.2; 4.1.3); la realizzazione di opere per impermeabilizzare ed isolare termicamente ed acusticamente i solai, i terrazzi e le coperture piane ed inclinate (vedi 4.1.4; 4.1.5; 4.1.6; 4.1.7;)

Descrizione degli interventi

Opere di riparazione, di sostituzione e di realizzazione:

- per la protezione dall'umidità dal suolo sono previsti interventi quali la realizzazione di gattaiolati, drenaggi e vespai; per la protezione dall'umidità delle membrature murarie sono preferibili interventi quali la realizzazione di drenaggi e scannafossi. In generale si dovranno realizzare interventi reversibili e che non comportino alterazioni sulle strutture portanti dell'edificio.

Sono considerati interventi impropri:

- l'uso di metodi di isolamento che prevedono il taglio delle murature e l'inserimento di lamine impermeabili per l'intero spessore delle murature;
- in generale tutte le tecniche non reversibili;

5. Indicazioni di intervento: edifici con struttura in cemento armato

Gli interventi di seguito specificati riguardano gli edifici in c.a. appartenenti ai sub-sistemi R1, R2, R3, R4, R5, R6, L1, L2 e L4 con esclusione degli edifici con tipologia e destinazione industriale.

5.1 Elementi che influenzano la durabilità del manufatto

La premessa alla buona riuscita di un manufatto in c.a. è legata a una scrupolosa attenzione a precisi requisiti della progettazione e della messa in opera, oltre che alla corretta progettazione statica in funzione delle condizioni di esercizio. Essi devono essere rispettati anche nella esecuzione delle opere di manutenzione, consolidamento e adeguamento sui manufatti in c.a. e possono essere così riassunti:

- continuità dei sistemi strutturali (sufficiente lunghezza di ancoraggio delle armature, cura nelle riprese del getto, corretto dimensionamento dei nodi,...);
- attenta progettazione dei particolari costruttivi e accurati controlli nella fase di esecuzione (vincoli non miniaturizzati, geometria accurata, eliminazione di punti di ristagno di acqua,...);
- facilità di realizzazione (possibilità di effettuare il costipamento, facilità di realizzazione dei casseri,...);

70.



- cura nella scelta dei materiali (cemento, inerti e armature) per caratteristiche fisiche e meccaniche in base ai requisiti dell'opera e all'ambiente esterno;
- cura nella scelta della qualità dei componenti e nella confezione del calcestruzzo e cura nella messa in opera delle armature;
- previsione in fase di progetto delle operazioni di ispezione e controllo e di manutenzione;
- opportune opere di protezione delle superfici in calcestruzzo, adeguate alle condizioni di esercizio dell'opera.

La durabilità dei manufatti in c.a. è fortemente influenzata anche da agenti esterni all'opera che possono essere più o meno prevedibili al momento della realizzazione dell'opera stessa. Essi sono legati sia all'ambiente esterno, sia all'uso del manufatto e possono causare o accelerare il degrado dell'opera.

Tra i fattori dell'ambiente esterno si devono rammentare la qualità dell'aria e la presenza di particolari agenti aggressivi (cloruri, solfuri, anidride carbonica,...); tra i fattori connessi all'uso del manufatto, si rammenta la disattenzione alle usuali opere di manutenzione e, nei casi più gravi, l'uso improprio del manufatto stesso con conseguente variazione delle condizioni di esercizio rispetto a quelle previste in fase di progettazione, senza che vengano predisposte le necessarie operazioni di adeguamento.

5.2 Riparazione, consolidamento e adeguamento

Le operazioni che possono rendersi necessarie per la conservazione di un edificio in c.a. si raggruppano in tre grandi categorie: la riparazione, il consolidamento e l'adeguamento. S'intende:

- con il termine riparazione tutti gli interventi volti a ripristinare l'elemento strutturale nel suo stato originario e tutti gli interventi miranti, oltre che alla eliminazione del degrado, alla eliminazione delle cause di degrado dell'elemento stesso;
- con il termine consolidamento gli interventi sugli elementi strutturali volti a migliorarne le prestazioni statiche, qualora essi si siano rivelati insufficienti, per deficienze progettuali o esecutive;
- con il termine adeguamento gli interventi che mirano a fornire ulteriori capacità di resistenza all'intero fabbricato, nei confronti di azioni che non fossero state previste in sede di progetto (per esempio l'adeguamento antisismico).

La scelta della categoria opportuna degli interventi da effettuarsi sul manufatto in c.a. discende ovviamente da un attento esame delle manifestazioni e delle cause dei dissesti o delle insufficienze statiche cui si vuole ovviare. Prima di pianificare gli interventi, è pertanto necessario procedere a un'ispezione dell'edificio, volta a rilevare i segni di degrado e di dissesto e a un'indagine sulle condizioni ambientali e di uso presenti e future dell'edificio stesso.

Nel caso di Prato un esame dell'edificato abitativo in c.a. rivela segni di ammaloramento che interessano le strutture e le finiture (fig. 69). Generalmente essi non segnalano una sopravvenuta insufficienza

statica, la quale potrebbe darsi soltanto nel caso in cui eventi eccezionali quali terremoti, cedimenti del substrato geologico o variazioni della destinazione d'uso avessero interessato l'edificio; indicano piuttosto il degrado che molto spesso interessa i manufatti in c.a., legato principalmente all'invecchiamento, accelerato da ambienti aggressivi, e dalla disattenzione o dal risparmio nel dimensionamento delle parti "accessorie". In particolare il degrado delle opere in c.a. può essere incrementato dalla presenza di attività produttive all'interno del tessuto abitativo, oltre che dal traffico. L'ammaloramento del calcestruzzo armato può interessare inizialmente il solo conglomerato e giungere, dopo un periodo di tempo variabile a seconda delle condizioni, a compromettere la funzionalità statica delle armature (fig. 70).

La guida si propone di fornire una rassegna degli interventi di riparazione che possono essere adottati sugli edifici realizzati in c.a., elemento per elemento. Per quanto concerne gli interventi di adeguamento, essi rivestono generalmente carattere di eccezionalità nell'ambito dell'edilizia comune e pertanto non vengono trattati nella guida. I lavori di consolidamento sull'edificio devono essere preceduti da una verifica statica nella nuova configurazione e sono regolati dalla Normativa Tecnica vigente. Per quanto riguarda gli interventi di adeguamento, essi sono sottoposti a Norme Tecniche e la loro natura dipende in modo esatto dalle cause che ne richiedono l'esecuzione. Per essi si rimanda alla letteratura specialistica e alle Norme Tecniche vigenti. E' da sottolineare che una mancata manutenzione e riparazione delle strutture in c.a. comporta inevitabilmente una loro compromissione per quanto riguarda il funzionamento statico e che i lavori necessari a ripristinare la funzionalità statica di una struttura in c.a. sono oltremodo onerosi. Si rammenta infine che il degrado delle opere in c.a. in alcune zone del territorio pratese è accelerato dall'aggressività ambientale (traffico, fabbriche).

5.3 Criteri generali per gli interventi

Tutti gli interventi sulle opere in c.a. devono seguire le seguenti indicazioni:

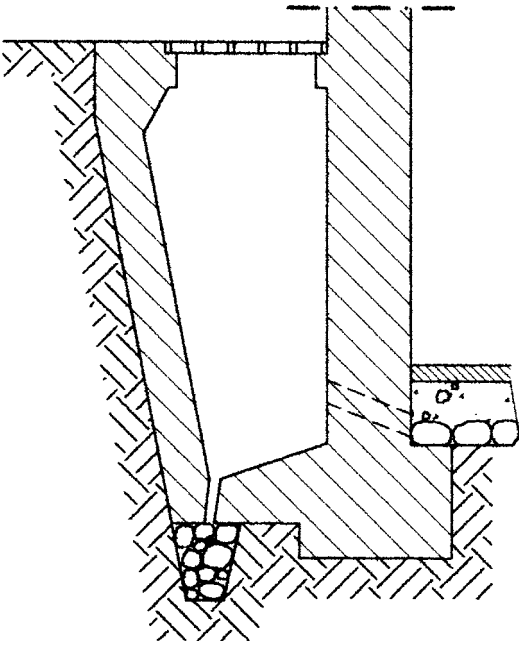
- tutte le operazioni devono essere precedute da un'accurata pulizia dell'elemento oggetto di intervento, in modo da rimuovere completamente il calcestruzzo degradato;
- nel caso in cui si effettuino integrazioni di calcestruzzo o di betoncino, le superfici esistenti devono essere accuratamente bagnate;
- deve essere effettuato un esame delle armature che dovessero essere non ricoperte dal calcestruzzo, in modo da verificarne la sezione effettivamente reagente;
- qualora le armature risultino efficienti, è necessario effettuare un trattamento antiossidante, preliminarmente agli interventi di integrazione della sezione in calcestruzzo;
- nel caso in cui le armature non siano più efficienti, è necessario predisporre la sostituzione;

Fondazioni e basamento

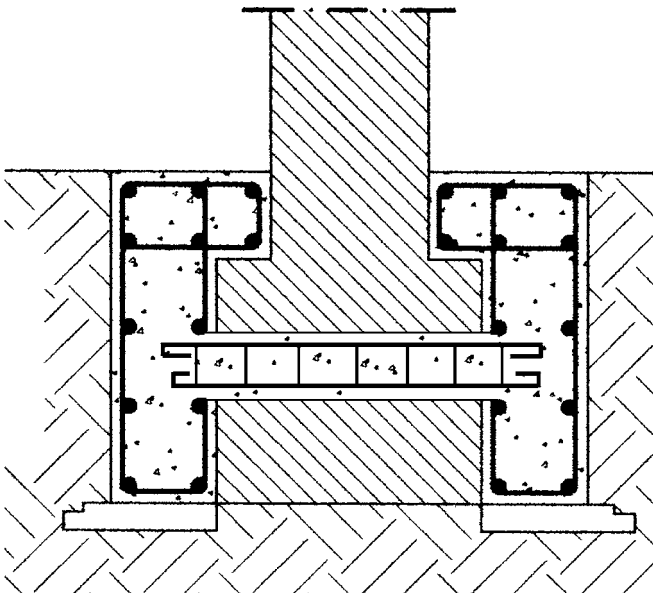
71. drenaggio e scannafosso ispezionabile con inserimento di strato drenante e strato di impermeabilizzazione

72. cordolatura per l'allargamento della fondazione

71.



72.



- nel caso in cui si inseriscano nuove armature, queste devono essere opportunamente ancorate nel getto di calcestruzzo e collegate alle armature esistenti in corrispondenza dei nodi.

I seguenti criteri di intervento integrano e specificano le disposizioni contenute negli articoli del Capo II "Tipi di Intervento".

5.4 Elementi strutturali

5.4.1 Fondazioni e basamento

La scelta della tipologia di fondazione deve essere opportunamente condotta in base alle caratteristiche del substrato e alla tipologia dell'edificio. I dissesti legati a carenze delle strutture fondali sono generalmente gravi e difficilmente eliminabili.

Il fattore principale di degrado delle fondazioni e della fascia immediatamente soprastante, ancora a contatto con il terreno, è costituito dalla umidità proveniente dal terreno stesso. Le più comuni cause dell'insorgere di questa forma di degrado sono legate all'assenza o alla carente esecuzione dei sistemi di areazione e di smaltimento delle acque (vespai, scannafossi, drenaggi,...). L'errata pendenza degli spazi a terra (marciapiedi, zoccolature,...) può dare luogo al ristagno di acqua in prossimità del basamento. In generale si può tuttavia affermare che il problema della protezione nei confronti della presenza di acqua nella zona delle fondazioni e dei basamenti non è stato trascurato da parte delle imprese costruttrici pratesi. A tale scopo è diffuso l'impiego di additivi impermeabilizzanti, la cui efficacia è comprovata da anni di utilizzo. Inoltre non sono stati rilevati problemi legati a eventuali cedimenti fondali ovvero a scarsa portanza del terreno, dal momento che tutta la zona di Prato è caratterizzata da un substrato geologico di buona capacità portante; essa è migliorata dalla presenza diffusa di materiale grossolano.

Interventi di riparazione

Qualora le strutture fondali si rivelino ammalorate indipendentemente dalla presenza di segni di dissesto nelle strutture soprastanti, esse possono essere oggetto di interventi di riparazione. Gli interventi per la riparazione delle strutture in c.a. di fondazione e di basamento sono:

- realizzazione di opere di volte all'eliminazione dell'umidità o allo smaltimento delle acque (vespai, scannafossi, drenaggi) (Fig. 71);
- protezione delle superfici in c.a. poste a contatto con il terreno, con opportuni rivestimenti (rivestimenti elastomerici,...);
- aumento dello spessore del copriferro, mediante realizzazione di uno strato di calcestruzzo o di betoncino, additivato con sostanze antiritiro;
- chiusura delle fessurazioni non attive con sigillatura in malta cementizia, con additivi antiritiro.

Interventi di consolidamento

Pilastrì

73. ripristino della sezione con impiego di conglomerato antiritiro

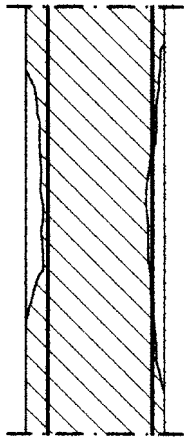
74. sigillatura di lesioni con conglomerato antiritiro

75. chiusura di fessurazioni "attive" con materiale plastico

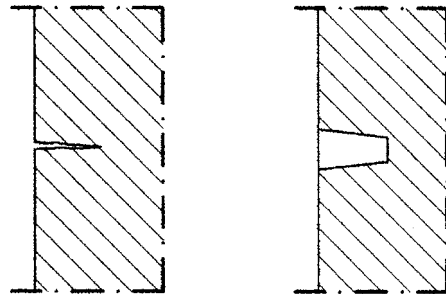
76. accoppiamento di nuovi elementi portanti al pilastro esistente

77. incamiciatura completa (a) e parziale (b) del pilastro

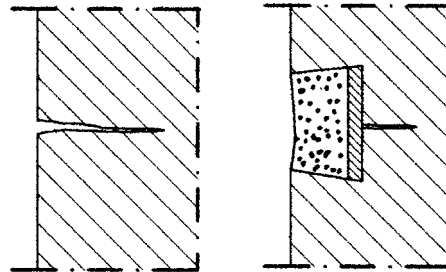
73.



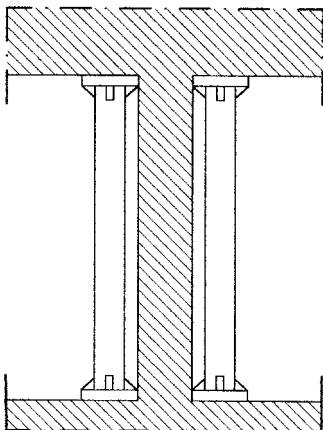
74.



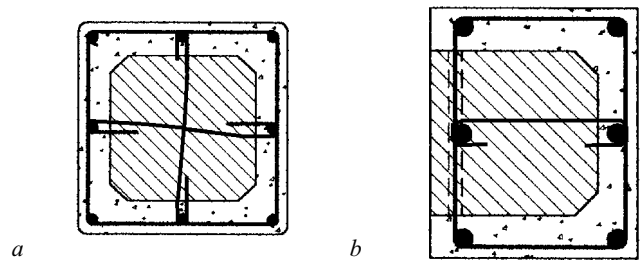
75.



76.



77.



Nel caso si rivelino segni di dissesto tali da fare ipotizzare la insufficienza delle fondazioni, è sempre necessario procedere alla esecuzione di saggi volti ad accertare la natura e la consistenza delle fondazioni, nonché la natura del substrato. Nel caso in cui si accerti che le fondazioni sono insufficienti, si procede al loro consolidamento. Gli interventi di consolidamento sono:

- rifacimento parziale, da realizzarsi a tratti e previo puntellamento delle parti di edificio interessate, avendo cura di creare i necessari collegamenti tra le strutture in elevazione e le nuove strutture fondali;
- ampliamento delle fondazioni esistenti mediante incamiciatura armata, opportunamente collegata alle strutture originarie ed estesa in parte alle strutture in elevazione, in modo da ripristinare la monoliticità (Fig. 72);
- inserimento di pali di sottofondazione, opportunamente collegati con le strutture esistenti e previo puntellamento delle strutture soprastanti, da realizzarsi utilizzando tecniche che non inducano forti vibrazioni nell'edificio;
- sostituzione delle armature, qualora risultino insufficienti ovvero siano degradate in modo da comprometterne la efficienza statica;
- realizzazione di elementi fondali di collegamento e di irrigidimento, quali cordoli in c.a. tra fondazioni esistenti, ovvero solette armate continue, da collegarsi in modo efficace alle strutture fondali esistenti;
- miglioramento delle caratteristiche meccaniche del substrato, mediante costipamento con iniezioni di calcestruzzo.

5.4.2 Pilastrì

I pilastrì sono soggetti principalmente a sollecitazioni di compressione e pressoflessione. Si distinguono due tipologie, i pilastrì con staffe semplici e i pilastrì cerchiati, con avvolgimento a spirale dell'armatura.

I principali dissesti che interessano questa tipologia strutturale, in ordine di gravità, si possono così riassumere:

- fessure superficiali per riprese di getto o interruzione dei ferri;
- fessure per schiacciamento;
- sgretolamento del calcestruzzo ed espulsione del copriferro;
- espulsioni di parte del nucleo con ingobbamento delle armature.

Interventi di riparazione

Qualora si constati la presenza di segni di fessurazioni o di degrado (piccole fessurazioni, scomparsa del copriferro senza compromissione delle armature, mancanza di esigue parti di calcestruzzo anche senza fuoriuscita delle armature) è necessario procedere agli adeguati interventi di riparazione. Questi sono:

- realizzazione di sistemi di smaltimento delle acque o di eliminazione dell'umidità (vespai, scannafossi, ...);
- protezione delle superfici con opportuni rivestimenti (rivestimenti elastomerici,...);

Pilastrì

78. affiancamento di un pilastro in c.a. al pilastro esistente con inserimento di tiranti di collegamento

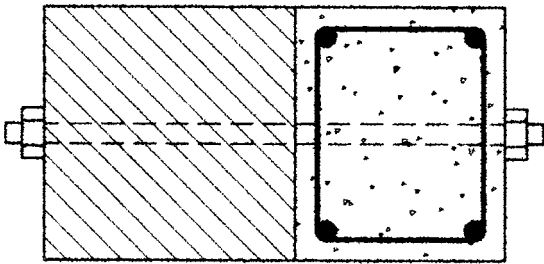
79. rinforzi metallici del pilastro con angolari e calastrelli (a sinistra) e con placcaggi incollati (a destra)

80. aggiunta di armatura longitudinale su parte dell'altezza del pilastro con creazione di bulbi di ancoraggio

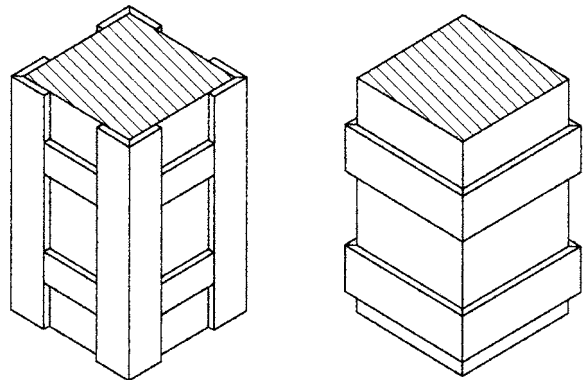
81. sostituzione di armatura ingobbata con integrazione del getto

82. aggiunta di staffatura a passo ridotto in prossimità del nodo con eventuale aggiunta di barre longitudinali

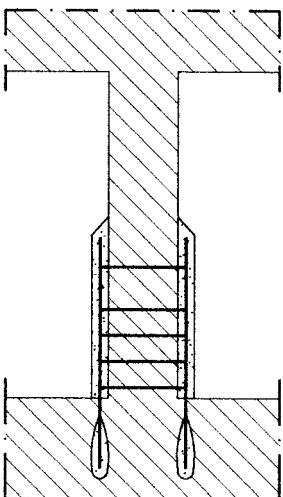
78.



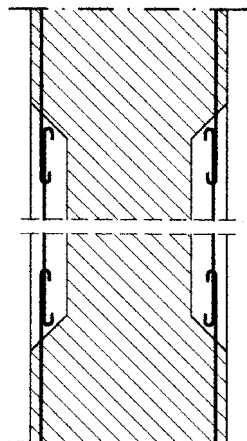
79.



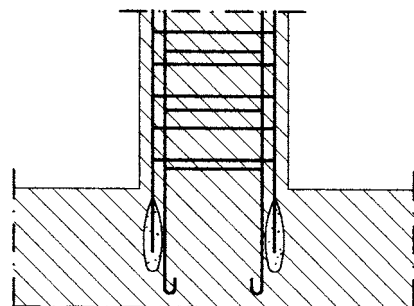
80.



81.



82.



Travi

83. aumento della sezione resistente a compressione con inserimento di chiodi sparati per garantire la connessione tra la parte esistente e quella aggiunta

- ripristino della sezione originale in calcestruzzo, mediante applicazione di malta cementizia o betoncino, additivato con sostanze antiritiro (Fig. 73);
- aumento dello spessore del copriferro, mediante realizzazione di uno strato di calcestruzzo o di betoncino, additivato con sostanze antiritiro;
- chiusura delle fessurazioni con sigillatura in malta cementizia, con additivi antiritiro. Sono da evitarsi chiusure con iniezioni di resine epossidiche, in quanto esse non garantiscono un buon comportamento al fuoco e divengono fragili a bassa temperatura (Fig. 74);
- chiusura delle lesioni con materiali elastici o plastici, previa rimozione di una parte del calcestruzzo attorno alla lesione (Fig. 75).

Interventi di consolidamento

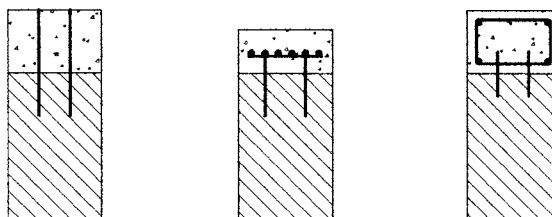
Nel caso si manifestino segni di dissesto tali da fare ipotizzare la sopravvenuta insufficienza delle strutture costituenti un pilastro, è necessario procedere alla valutazione dei carichi attualmente agenti su di esso. Nel caso in cui si accerti che le strutture sono insufficienti per l'entità dei carichi agenti, si procede al loro consolidamento, mediante opportuni interventi. Essi sono:

- rifacimento completo del pilastro, nelle dimensioni scaturite dal calcolo tenendo conto dei carichi effettivamente agenti, previo puntellamento delle strutture su di esso gravanti;
- accoppiamento di ulteriori elementi portanti, distinti dal pilastro stesso, opportunamente collegati con le strutture di orizzontamento, dimensionati in modo da scaricare in parte o completamente il pilastro ammalorato (Fig. 76);
- ampliamento della sezione resistente su tutta l'altezza mediante incamiciatura armata continua, opportunamente collegata alle strutture originarie (Fig. 77);
- ampliamento della sezione resistente su tutta l'altezza mediante pilastro contiguo armato, opportunamente collegato al pilastro esistente con barre filettate agli estremi, poste in leggera trazione, e con le strutture orizzontali (Fig. 78);
- rinforzo mediante placcaggio metallico, eventualmente protetto da uno strato di calcestruzzo adeguato, con collegamento dei nuovi elementi metallici alle strutture esistenti (Fig. 79);
- aggiunta di armatura longitudinale su parte dell'altezza con rivestimento in conglomerato antiritiro (Fig. 80);
- sostituzione localizzata dell'armatura, opportunamente ancorata nel pilastro, con rifacimento di parte del getto di calcestruzzo con malta antiritiro (Fig. 81);
- aggiunta di staffatura a passo molto ridotto in prossimità dei nodi con rifacimento del copriferro con malta antiritiro (Fig. 82).

5.4.3 Travi

Le travi sono prevalentemente soggette a sollecitazioni di flessione e taglio, cui si aggiunge in alcuni casi la sollecitazione di torsione.

83.



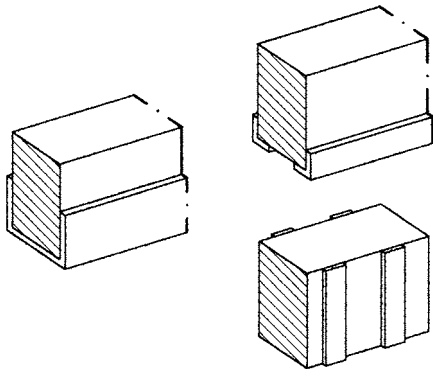
Travi

84. aumento della sezione resistente a trazione o a taglio con placcaggi metallici incollati con colle epossidiche

Pareti

85. riparazione di angoli di pareti di tamponamento con conglomerato antiritiro

84.



I principali dissesti possono essere così riassunti:

- lesioni superficiali normali all'asse dovute al ritiro o a stati di coazione;
- lesioni maggiori con segni di schiacciamento e possibile snervamento delle armature;
- lesioni diagonali, dovute a insufficiente armatura a taglio;
- espulsione del copriferro per schiacciamento.

Il collegamento tra le travi e i pilastri si indica come nodo. I nodi rivestono un'importanza primaria per il funzionamento strutturale di un edificio in c.a., in quanto ad essi è assegnata la funzione di garantire la continuità. La corretta progettazione e messa in opera delle armature e l'accurata realizzazione del getto costituiscono i fattori principali per un buon funzionamento di questi elementi.

Per quanto riguarda i dissesti, nei nodi interni con confinamento laterale si può avere scorrimento delle armature; in questo caso però la riparazione risulta di difficile esecuzione. In generale nei nodi si può verificare la rottura per carenza di staffature, con lesioni inclinate che compromettono, già in fase iniziale, il funzionamento del nodo.

Interventi di riparazione

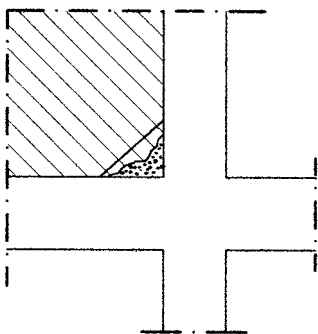
Qualora si constati la presenza di segni di fessurazione o degrado (piccole fessurazioni, scomparsa del copriferro senza compromissione delle armature, mancanza di esigue parti di calcestruzzo anche senza fuoriuscita delle armature) è necessario procedere agli adeguati interventi di riparazione. Questi sono:

- realizzazione di sistemi di smaltimento delle acque o di eliminazione dell'umidità (vespai, scannafossi, ...);
- protezione delle superfici con opportuni rivestimenti (rivestimenti elastomerici,...);
- ripristino della sezione originale in calcestruzzo, mediante applicazione di malta cementizia o betoncino, additivato con sostanze antiritiro;
- aumento dello spessore del copriferro, mediante realizzazione di uno strato di calcestruzzo o di betoncino, additivato con sostanze antiritiro;
- chiusura delle fessurazioni con sigillatura in malta cementizia, con additivi antiritiro. Sono da evitarsi chiusure con iniezioni di resine epossidiche, in quanto esse non garantiscono un buon comportamento al fuoco e divengono fragili a bassa temperatura;
- chiusura delle lesioni con materiali elastici o plastici, previa rimozione di una parte del calcestruzzo attorno alla lesione.

Interventi di consolidamento

Il consolidamento delle travi in c.a. è necessario in presenza di lesioni cospicue, sia ortogonali all'asse della trave, sia inclinate approssimativamente a 45°, soprattutto in prossimità dei nodi, in

85.



Pareti

86. rinforzo della parete con strati di conglomerato armato collegati alla parete stessa con cuciture metalliche

87-88. rifacimento parziale della parete a tutto spessore (a sinistra) e a spessore ridotto (a destra) con inserimento di nuove armature

presenza di inflessioni e nel caso in cui si accerti la loro insufficienza statica. Gli interventi di consolidamento sono:

- rifacimento, previo puntellamento delle strutture gravanti su di essa e con ripristino di un efficace collegamento con le strutture portanti verticali;
- aumento della sezione resistente mediante la sovrapposizione di calcestruzzo eventualmente armato (con rete o barre) con additivi antiritiro in corrispondenza del lembo compresso della trave (Fig. 83);
- aumento della sezione resistente mediante incamiciatura di malta antiritiro armata, con staffatura aggiuntiva, in corrispondenza del lembo teso della trave, realizzando un efficace collegamento con la trave medesima;
- rinforzo della sezione resistente a trazione o a taglio mediante il placcaggio con elementi metallici, eventualmente rivestiti con gunite (Fig. 84);
- aggiunta di armatura longitudinale su parte della luce con rivestimento in conglomerato antiritiro;
- aggiunta di staffatura a passo molto ridotto in prossimità dei nodi con rifacimento del copriferro con malta antiritiro;
- sostituzione localizzata dell'armatura, opportunamente ancorata nella trave, con rifacimento di parte del getto di calcestruzzo con malta antiritiro.

5.4.4 Pareti

Le pareti si distinguono in portanti e non portanti. In generale le prime sono armate, in calcestruzzo o laterizio, mentre le seconde svolgono funzione di tamponamento, collaborando con la struttura portante.

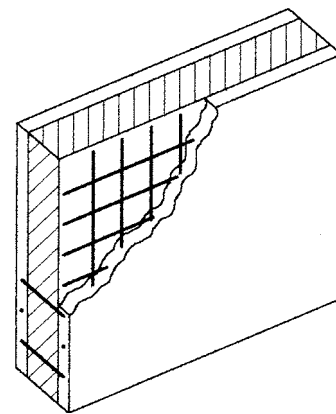
Le pareti in c.a. in generale sono soggette, come le travi e i pilastri, a fessurazione e degrado del copriferro e a degrado e snervamento dell'armatura. I principali dissesti sono:

- lesioni superficiali a 45° che, in caso di azioni dinamiche anche di lieve entità, possono amplificarsi, interessando l'armatura;
- schiacciamento lungo i bordi;
- lesioni orizzontali con schiacciamento di un lembo dovuto a rotazione di una porzione di parete per la presenza di carichi eccentrici.

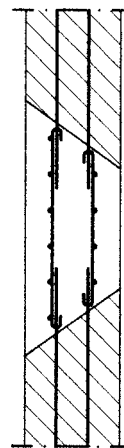
Per quanto riguarda le pareti esterne, queste possono presentare un degrado più o meno superficiale attribuibile all'errata scelta dei materiali, dei sistemi e delle tecniche costruttive in relazione all'ambiente. I segni di questa forma di degrado sono generalmente macchiature delle pareti esterne, presenza di condensa e di muffe, fenomeni che assieme a una cattiva qualità del calcestruzzo o alla presenza di microfessurazioni possono determinare il degrado del conglomerato e dell'armatura.

Le fasce di coronamento e le pareti particolarmente esposte alle acque meteoriche possono presentare più evidenti segni di degrado qualora non siano stati approntati idonei sistemi di protezione.

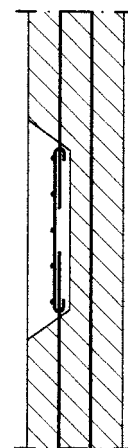
86.



87.



88.



Solai

89. getto di travetto armato in mezzzeria per incrementare la resistenza o la rigidità del solaio

90. sovrapposizione di una soletta armata su tutta la luce del solaio

89.

Strati di intonaco di notevole spessore, per realizzare risalti, modanature e altri elementi ornamentali, possono costituire punti di maggiore vulnerabilità sia per il ritiro che per distacchi parziali.

Interventi di riparazione

Qualora si constati la presenza di segni di fessurazione o degrado (piccole fessurazioni, scomparsa del copriferro senza compromissione delle armature, mancanza di esigue parti di calcestruzzo anche senza fuoriuscita delle armature) è necessario procedere agli adeguati interventi di riparazione. Questi sono:

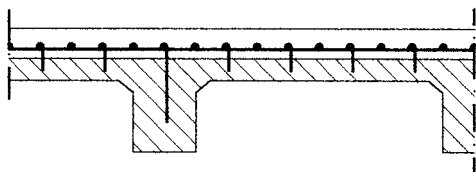
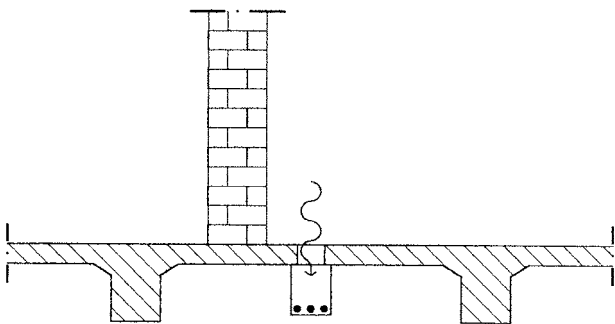
- realizzazione di sistemi di smaltimento delle acque o di eliminazione dell'umidità (vespai, scannafossi, ...);
- protezione delle pareti esterne mediante opportuni rivestimenti elastomerici o intonaci eseguiti a regola d'arte;
- ripristino delle sezioni originali in calcestruzzo, mediante applicazione di malta cementizia o betoncino, additivato con sostanze antiritiro;
- rifacimento dei bordi in corrispondenza degli angoli, senza rinforzi metallici (Fig. 85);
- aumento dello spessore del copriferro, mediante realizzazione di uno strato di calcestruzzo o di betoncino, additivato con sostanze antiritiro;
- chiusura delle fessurazioni con sigillatura in malta cementizia, con additivi antiritiro. Sono da evitarsi chiusure con iniezioni di resine epossidiche, in quanto esse non garantiscono un buon comportamento al fuoco e divengono fragili a bassa temperatura;
- chiusura delle lesioni con materiali elastici o plastici, previa rimozione di una parte del calcestruzzo attorno alla lesione.

Interventi di consolidamento

Nel caso in cui pareti aventi funzione portante presentino importanti segni di dissesto o il degrado sia giunto a compromettere la piena efficienza statica dell'elemento, si rendono necessari interventi di consolidamento; essi sono:

- rifacimento della parete, previo puntellamento delle strutture su di essa gravanti;
- eliminazione o riduzione della eventuale eccentricità dei carichi, mediante inserimento di elementi rigidi di distribuzione dei carichi medesimi;
- aumento della sezione resistente della parete mediante accostamento di strati di conglomerato antiritiro armato (reti elettrosaldate) adeguatamente collegati tra loro e con la parete originaria (Fig. 86);
- rifacimento di parte della parete, con inserimento di nuove armature opportunamente ancorate nella parete originaria e getto di calcestruzzo antiritiro (Fig. 87-88);
- rinforzo dei bordi in corrispondenza degli angoli mediante inserimento di angolari metallici opportunamente collegati alla parete

90.



e alle strutture contigue, eventualmente rivestiti con conglomerato antiritiro.

5.4.5 Solai

La tipologia più diffusa per la realizzazione dei solai prevede la messa in opera di elementi costituenti un'orditura portante, completati da elementi più o meno collaboranti. L'orditura principale può essere realizzata in laterizio armato, in calcestruzzo armato gettato in opera o prefabbricato.

Raramente questi elementi costruttivi risultano interessati da gravi dissesti.

Eventuali problemi di fruibilità possono essere determinati dalla eccessiva deformabilità della struttura (freccia elevata, oscillazioni e vibrazioni sotto carico di esercizio). Possono inoltre aversi fessurazioni denuncianti il distacco degli elementi dell'orditura dagli elementi di completamento e dai muri di ambito.

I solai di copertura, calpestabili e non calpestabili, possono essere interessati da problemi particolari di degrado. Una delle cause è l'inefficace impermeabilizzazione, intendendo con ciò l'assenza, l'errata progettazione o l'errata esecuzione del manto di impermeabilizzazione. Un'altra causa è costituita dall'errata progettazione o esecuzione delle pendenze per lo smaltimento delle acque. In entrambi i casi, la presenza di acque infiltrate o di ristagno provoca il degrado del calcestruzzo e, successivamente, delle armature.

Per elementi costruttivi esposti a forti escursioni termiche l'assenza di adeguati giunti di dilatazione può dare luogo a fessurazioni delle superfici impermeabilizzanti.

Interventi di riparazione

Qualora si constati la presenza di segni di fessurazione o degrado nelle strutture costituenti il solaio (piccole fessurazioni tra gli elementi dell'orditura o tra questa e le strutture di ambito, scomparsa del copriferro senza compromissione delle armature, mancanza di esigue parti di calcestruzzo anche senza fuoriuscita delle armature) è necessario procedere agli adeguati interventi di riparazione. Questi sono:

- realizzazione di sistemi di allontanamento delle acque meteoriche o di scolo;
- protezione mediante opportuni rivestimenti elastomerici o intonaci eseguiti a regola d'arte;
- ripristino delle sezioni originali in calcestruzzo, mediante applicazione di malta cementizia o betoncino, additivato con sostanze antiritiro;
- aumento dello spessore del copriferro, mediante realizzazione di uno strato di calcestruzzo o di betoncino, additivato con sostanze antiritiro;
- chiusura delle fessurazioni con sigillatura in malta cementizia, con

additivi antiritiro. Sono da evitarsi chiusure con iniezioni di resine epossidiche, in quanto esse non garantiscono un buon comportamento al fuoco e divengono fragili a bassa temperatura;

- chiusura delle lesioni con materiali elastici o plastici, previa rimozione di una parte del calcestruzzo attorno alla lesione.

Interventi di consolidamento

Nel caso in cui i solai rivelino segni di dissesto, o si intenda irrigidire il solaio per migliorarne la fruibilità, o ancora il degrado sia giunto a compromettere la piena efficienza statica dell'elemento, si rendono necessari interventi di consolidamento; essi sono:

- rifacimento del solaio della resistenza richiesta;
- inserimento di nervature, in mezzera o in prossimità delle strutture verticali, opportunamente collegate alle strutture portanti (Fig. 89);
- inserimento di collari in metallo all'incrocio dei solai con le strutture verticali;
- sovrapposizione di una soletta armata su tutta la luce o in corrispondenza dei tratti a momento negativo, opportunamente collegata alle strutture di ambito e al solaio esistente con elementi metallici puntuali (Fig. 90);
- realizzazione di uno strato di conglomerato armato all'intradosso del solaio su tutta la luce o in corrispondenza dei tratti a momento positivo, opportunamente collegato con tiranti metallici al solaio soprastante e alle strutture verticali.

5.4.6 Scale

Le scale si possono realizzare principalmente secondo due tipologie: con travi a ginocchio e gradini a sbalzo e con solettone rampante.

In generale questi elementi non presentano particolari forme di degrado; mentre per quanto riguarda i dissesti può essere abbastanza comune la presenza di lesioni ortogonali alla rampa in prossimità del pianerottolo, che per la tipologia a solettone rampante risultano più pericolose, in concomitanza con lo snervamento delle armature.

Interventi di riparazione

Qualora si constati la presenza di segni di fessurazione o degrado nelle strutture costituenti le scale (piccole fessurazioni tra gli elementi dell'orditura o tra questa e le strutture di ambito, scomparsa del copriferro senza compromissione delle armature, mancanza di esigue parti di calcestruzzo anche senza fuoriuscita delle armature), è necessario procedere agli interventi di riparazione; questi sono:

- realizzazione di sistemi di smaltimento delle acque o di eliminazione dell'umidità (vespai, scannafossi, ...);
- protezione delle superfici con opportuni rivestimenti (rivestimenti elastomerici,...);
- ripristino della sezione originale in calcestruzzo, mediante applicazione di malta cementizia o betoncino, additivato con sostanze

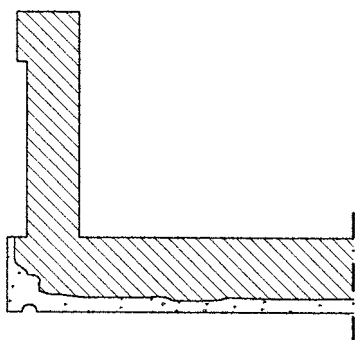
Elementi a sbalzo

91. protezione del calcestruzzo e rifacimento delle parti ammalorate

con aumento del copriferro utilizzando conglomerato antiritiro

92. rifacimento delle parti ammalorate con trattamento antiossidante delle parti metalliche accessorie

91.



antiritiro;

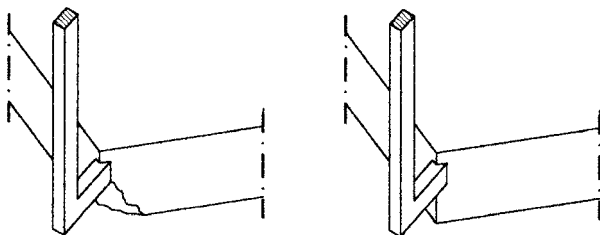
- aumento dello spessore del copriferro, mediante realizzazione di uno strato di calcestruzzo o di betoncino, additivato con sostanze antiritiro;
- chiusura delle fessurazioni con sigillatura in malta cementizia, con additivi antiritiro. Sono da evitarsi chiusure con iniezioni di resine epossidiche, in quanto esse non garantiscono un buon comportamento al fuoco e divengono fragili a bassa temperatura;
- chiusura delle lesioni con materiali elastici o plastici, previa rimozione di una parte del calcestruzzo attorno alla lesione;
- rifacimento degli attacchi con gli elementi complementari in metallo (corrimano, ringhiere,...).

Interventi di consolidamento

Nel caso in cui le strutture costituenti le scale rivelino segni di dissesto, o si intenda irrigidirle per migliorarne la fruibilità, riducendo le vibrazioni in esercizio, o qualora il degrado abbia compromesso l'efficienza statica dell'elemento, si rendono necessari interventi di consolidamento; essi sono:

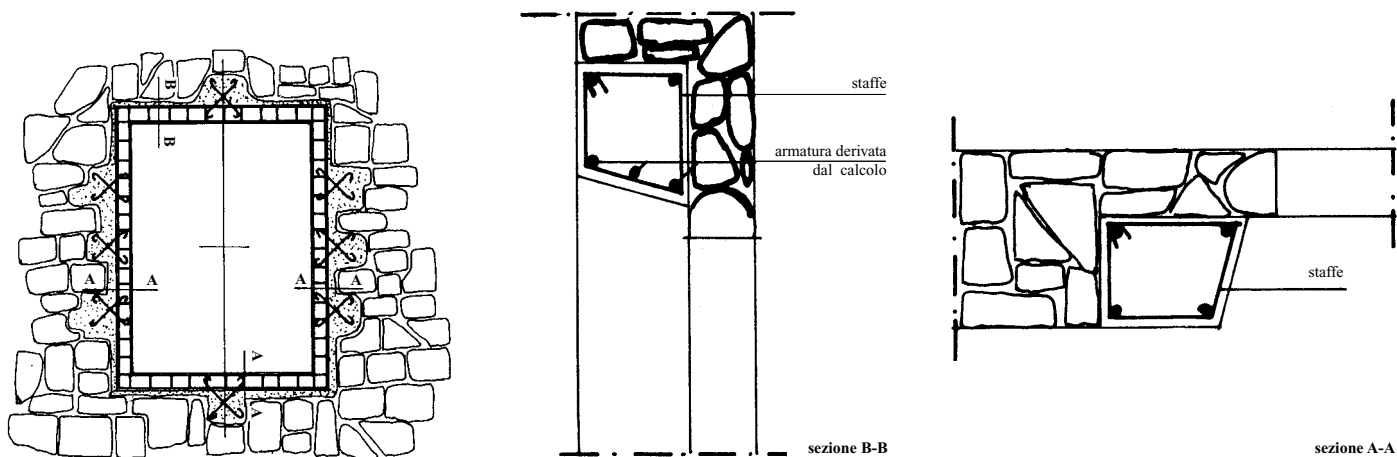
- rifacimento;
- inserimento di ulteriori elementi portanti rompitratta;
- sovrapposizione di una soletta armata su tutta la luce o in corrispondenza dei tratti a momento negativo, opportunamente collegata alle strutture di ambito e al solettone esistente con elementi metallici puntuali;
- realizzazione di uno strato di conglomerato armato all'intradosso del solettone su tutta la luce o in corrispondenza dei tratti più sollecitati, opportunamente collegato con tiranti metallici al solaio soprastante e alle strutture di ambito;
- aumento della sezione resistente mediante la sovrapposizione di calcestruzzo eventualmente armato (con rete o barre) con additivi antiritiro in corrispondenza del lembo compresso della trave;
- aumento della sezione resistente mediante incamiciatura di malta antiritiro armata, con staffatura aggiuntiva, in corrispondenza dei lembi tesi delle travi, realizzando un efficace collegamento con le travi medesime;
- rinforzo della sezione resistente a trazione o a taglio mediante il placcaggio con elementi metallici, eventualmente rivestiti con gunite;
- aggiunta di armatura longitudinale su parte della luce con rivestimento in conglomerato antiritiro;
- aggiunta di staffatura a passo molto ridotto in prossimità dei nodi con rifacimento del copriferro con malta antiritiro;
- sostituzione localizzata dell'armatura, opportunamente ancorata nella trave, con rifacimento di parte del getto di calcestruzzo con malta antiritiro.

92.



5.4.7 Elementi a sbalzo

Per elementi a sbalzo s'intendono balconi, gronde, fasce di sommità



e quanto altro, realizzato in c.a., risulti aggettante rispetto al corpo di fabbrica principale.

Gli elementi a sbalzo sono estremamente vulnerabili al degrado sia per la loro conformazione e collocazione, sia per errori di progettazione ed esecuzione. Tra essi si rammentano:

- l'assenza di accorgimenti costruttivi (spessore adeguato del copriferro, uso di conglomerati idonei, ...) resi necessari dalla esposizione agli agenti esterni;
 - l'errata scelta delle geometrie degli elementi in c.a. di arredo;
 - l'errata progettazione del sistema di raccolta e smaltimento delle acque;
 - l'assenza o errata progettazione dei gocciolatoi;
 - l'insufficiente o assente impermeabilizzazione delle superfici esposte;
 - collegamenti errati con le parti complementari in metallo e difficoltà di operare una adeguata periodica riparazione degli stessi.
- Alcuni dissesti che interessano le strutture in c.a. sono riconducibili alla errata valutazione degli effetti (azione torsionale, assestamenti, ...) indotti dagli elementi a sbalzo.

Interventi di riparazione

I segni di degrado che interessano le strutture a sbalzo negli edifici in c.a. sono molto frequenti e sono legati sia alla presenza di agenti aggressivi, sia alla mancanza di accorgimenti costruttivi, (l'aumento dello spessore del copriferro, la protezione delle superfici più esposte, accurati sistemi di allontanamento delle acque,...). Gli interventi di riparazione sono:

- realizzazione di sistemi di smaltimento delle acque o di eliminazione dell'umidità (vespai, scannafossi, ...);
- ripristino delle pendenze necessarie a favorire lo smaltimento delle acque piovane e di lavaggio;
- protezione delle parti più esposte all'azione di agenti aggressivi mediante opportuni rivestimenti elastomerici, intonaci eseguiti a regola d'arte, ovvero copertine in appositi materiali impermeabilizzanti;
- ripristino della sezione originale in calcestruzzo, mediante applicazione di malta cementizia o betoncino, additivato con sostanze antiritiro;
- aumento dello spessore del copriferro, mediante realizzazione di uno strato di calcestruzzo o di betoncino, additivato con sostanze antiritiro (Fig. 91);
- chiusura delle fessurazioni con sigillatura in malta cementizia, con additivi antiritiro. Sono da evitarsi chiusure con iniezioni di resine epossidiche, in quanto esse non garantiscono un buon comportamento al fuoco e divengono fragili a bassa temperatura;
- chiusura delle lesioni con materiali elastici o plastici, previa rimozione di una parte del calcestruzzo attorno alla lesione;

- rifacimento degli attacchi con gli elementi complementari in metallo (infissi, ringhiere,...) qualora essi risultino degradati, ovvero qualora si giudichi che le sezioni di attacco sono esigue e mal poste, curando di evitare il contatto tra le parti metalliche complementari e le armature (Fig. 92);
- trattamento periodico delle parti complementari in metallo.

Interventi di consolidamento

Nel caso in cui gli elementi a sbalzo (balconi, pensiline, fasce di gronda,...) rivelino segni di dissesto, ovvero qualora il degrado abbia compromesso l'efficienza statica dell'elemento, si rendono necessari interventi di consolidamento; essi sono:

- rifacimento degli elementi, nel rispetto delle Norme Tecniche vigenti;
- aumento della sezione resistente mediante la sovrapposizione di calcestruzzo eventualmente armato (con rete o barre) con additivi antiritiro;
- aumento della sezione resistente mediante incamiciatura di malta antiritiro armata, con staffatura aggiuntiva, realizzando un efficace collegamento con le strutture originarie per mezzo di cuciture;
- rinforzo della sezione resistente a trazione o a taglio mediante il placcaggio con elementi metallici, eventualmente rivestiti con gunite;
- aggiunta di armatura longitudinale su parte dello sbalzo con rivestimento in conglomerato antiritiro;
- aggiunta di staffatura a passo molto ridotto in prossimità delle sezioni di incastro con rifacimento del copriferro con malta antiritiro;
- sostituzione localizzata dell'armatura, opportunamente ancorata nelle strutture originarie, con rifacimento di parte del getto di calcestruzzo con malta antiritiro;
- sostituzione delle parti portate per conseguire un alleggerimento sulla struttura in c.a..

5.4.8 Aperture

All'interno dell'organismo costruttivo le aperture rappresentano punti particolarmente deboli nei confronti delle azioni di degrado.

Una corretta esecuzione delle aperture richiede la presenza di elementi di protezione e di rinforzo del bordo perimetrale (stipiti, davanzale, architrave), in assenza dei quali si possono manifestare fenomeni di degrado degli spigoli e delle superfici murarie sottostanti le aperture stesse.

Anche un'errata scelta delle tipologie degli infissi o un'errata messa in opera possono provocare forme di degrado superficiale.

Interventi di riparazione

I segni di degrado in corrispondenza di architravi, soglie e stipiti, sia per la vulnerabilità intrinseca degli spigoli vivi, sia per l'assenza di

accorgimenti per al loro protezione contro urti, agenti atmosferici,...., sia ancora per la errata scelta delle parti complementari (infissi, ringhiere,...) sono abbastanza frequenti. Gli interventi di riparazione sono:

- realizzazione di sistemi di eliminazione dell'umidità o di smaltimento delle acque meteoriche o di scolo (pluviali, caditoie, gocciolatoi,...);
- protezione mediante opportuni rivestimenti elastomerici, intonaci eseguiti a regola d'arte o copertine in appositi materiali impermeabilizzanti o angolari metallici rivestiti con malta cementizia antiritiro;
- ripristino delle sezioni originali, mediante applicazione di malta cementizia o betoncino, additivato con sostanze antiritiro;
- chiusura delle fessurazioni con sigillatura in malta cementizia, con additivi. Sono da evitarsi chiusure con iniezioni di resine epossidiche, in quanto esse non garantiscono un buon comportamento al fuoco e divengono fragili in presenza di basse temperature;
- rifacimento degli attacchi con gli elementi complementari in metallo (infissi, ringhiere,...) qualora essi risultino degradati o qualora si giudichi che le sezioni di attacco sono esigue e mal poste, curando di evitare il contatto tra le parti metalliche complementari e le armature;
- trattamento periodico delle parti complementari in metallo;
- sostituzione degli infissi esistenti, qualora essi siano causa di degrado.

Interventi di consolidamento

Generalmente non sono ravvisabili segni di dissesto degli elementi attorno alle aperture; per aperture delimitate da travi o pilastri, si rimanda alle voci specifiche. Nel caso in cui gli architravi o gli stipiti mostrassero segni di dissesto, si rimanda ancora alle prescrizioni fornite per travi e pilastri.

Nella Fig. 93 esempio di cerchiatura in cemento armato per la realizzazione di un' apertura o il consolidamento di una finestra esistente.

Allegato n. 1 - Scheda

SCHEDA GENERALE

Localizzazione dell'edificio

Comune Località via/piazza n°

Identificazione catastale

Foglio Particella sub Piano

Epoca di costruzione

anteriore al 1800

1800 - 1940

dopo il 1940

Caratteri generali dell'edificio

Piani fuori terra 1 ___ 2 ___ 3 ___ 4 ___ oltre ___

Scantinato NO ___ SI ___

Stato generale di conservazione Buono ___ Mediocre ___ Degradato ___

Oggetto dell'intervento

Fondazioni _____

Strutture verticali _____

Volte _____

Solai _____

Collegamenti verticali _____

Coperture _____

Altro

.....

FONDAZIONI

Materiali

Pietrame _____

Muratura mista con prevalenza di ciottoli _____

Muratura mista pietrame e laterizio _____

Mattoni _____

Calcestruzzo armat _____

Altro _____

Tipologia

Continue (lungo i muri perimetrali) _____

Discontinue _____

Altro _____

Dimensioni

Quota piano di fondazione _____ metri

Spessore _____ metri

Sistemi di areazione

NO _____

Scannafosso _____

SI _____

Vespaio _____

Altro..... _____

Sistemi di smaltimento delle acque

NO _____

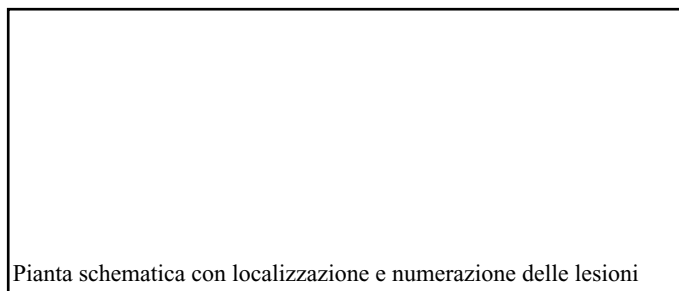
Drenaggio _____

SI _____

Canalizzazione _____

Altro..... _____

Classificazione dei dissesti



Pianta schematica con localizzazione e numerazione delle lesioni

Legenda ● lesione non passante ≠ lesione passante #lesioni diffuse

∩ spanciamento / fuoripiombo

Degrado Umidità NO _____ SI _____ localizzata _____

diffusa _____

STRUTTURE VERTICALI

Materiali

Pietrame _____

Muratura mista con prevalenza di ciottoli _____

Muratura mista pietrame e laterizio _____

Mattoni pieni _____

Mattoni forati _____

Altro _____

Tipologia

A sezione piena _____

A sacco _____

Altro _____

Dimensioni

Spessore _____ metri

Funzione Porta l'orditura principale di uno o più solai _____

Porta l'orditura secondaria di uno o più solai _____

Non portante _____

Altro _____

Ammorsamento tra muri distinti

NO _____

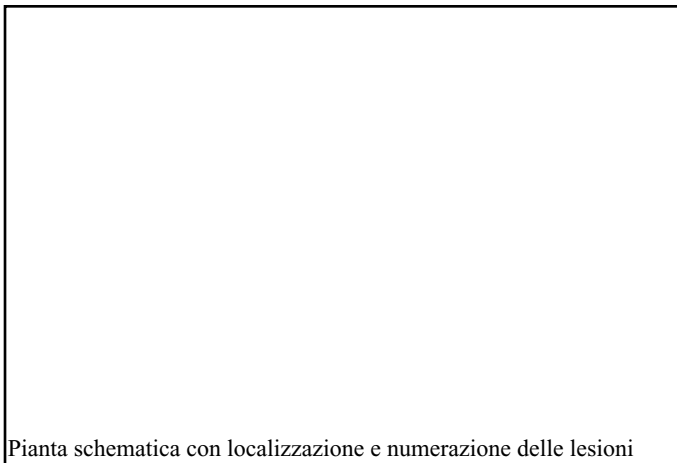
SI _____ in pietra _____

in legno _____

con elementi metallici _____

Segue STRUTTURE VERTICALI

Classificazione dei dissesti



Pianta schematica con localizzazione e numerazione delle lesioni

Legenda lesione non passante lesione passante lesioni diffuse
 spanciamiento fuoripiombo

Lesione n°	Ampiezza (mm)	Andamento (verticale/inclinato/...)
n°	_____	_____
n°	_____	_____
n°	_____	_____
n°	_____	_____
n°	_____	_____
n°	_____	_____
n°	_____	_____
n°	_____	_____
n°	_____	_____
n°	_____	_____

Degrado Umidità NO __ SI__ localizzata _____
diffusa _____
fascia alta _____
fascia bassa _____
Degrado della malta NO __ SI __
Degrado degli elementi NO __ SI __

VOLTE

Materiali Pietrame _____
Muratura mista pietrame e laterizio _____
Mattoni _____
Altro _____

Tipologia A botte _____
A crociera _____
A vela _____
A padiglione _____
Altro _____

Dimensioni Spessore _____ centimetri
Luce _____ metri
Freccia _____ metri

Funzione Portante _____
Non portante _____

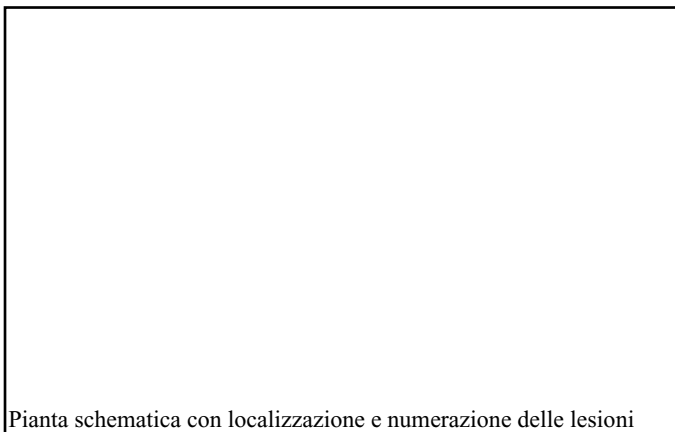
Riempimento Pesante (> 1600 Kg/mc) _____
Leggero (< 1600 Kg/mc) _____
Altro _____

Catene NO _____
SI _____ Tenditori NO __ SI __
Capochiavi NO __

Segue VOLTE

SOLAI

Classificazione dei dissesti



Pianta schematica con localizzazione e numerazione delle lesioni

Legenda ● lesione non passante ≠ lesione passante # lesioni diffuse

Lesione	n°	Ampiezza (mm)
	___	_____
	___	_____
	___	_____
	___	_____
	___	_____
	___	_____
	___	_____
	___	_____
	___	_____
	___	_____
	___	_____

Degrado

Umidità	NO ___ SI ___	localizzata ___ diffusa ___
Degrado della malta	NO ___ SI ___	
Degrado degli elementi	NO ___ SI ___	

Materiali delle orditure	Legno	___
	Acciaio / Ferro	___
	Laterizio armato	___
	Laterocemento	___
	Calcestruzzo armato	___
	Altro.....	___
Materiali dell'impalcato	Legno	___
	Acciaio / Ferro	___
	Laterizio	___
	Altro.....	___
Tipologia	A orditura semplice	___
	A doppia orditura	___
	A voltine	___
	Altro	___

Pavimentazione _____

Funzione

Portante	___
Non portante	___

Dimensioni

Spessore complessivo del solaio _____ cm.

Orditura principale dimensioni _____ cm. x cm.

luce _____ mt.

interasse _____ mt.

Catene	NO ___ SI ___
Cordoli	NO ___ SI ___
Elementi metallici di connessione	NO ___ SI ___

Classificazione dei dissesti

Lesioni nelle travi principali	NO ___ SI ___
Lesioni nell'impalcato	NO ___ SI ___
Lesioni nei muri	
sotto gli appoggi delle travi	NO ___ SI ___
Deformazioni apparenti	NO ___ SI ___
Umidità	NO ___ SI ___ localizzata ___ diffusa ___
Degrado degli elementi portanti	NO ___ SI ___

COPERTURE**SCALE**

Tipologia Piana
 A falde a capanna
 a padiglione
 altro.....

Manto Laterizio
 Ondulina
 Altro

Struttura Legno
 Acciaio / Ferro
 Laterocemento
 Calcestruzzo armato
 Altro

Impalcato Legno
 Laterizio
 Altro

Dimensioni Spessore complessivo copertura _____ cm.
 Orditura principale dim.i _____ cm. x cm.
 luce _____ mt.
 interasse _____ mt.

Catene NO SI

Cordoli NO SI

Elementi metallici di connessione NO SI

Classificazione dei dissesti

Lesioni nelle travi principali NO SI

Lesioni nell'impalcato NO SI

Lesioni nei muri

sotto gli appoggi delle travi NO SI

Deformazioni apparenti NO SI

Umidità NO SI localizzata
 diffusa

Degrado elementi portanti NO SI

Struttura portante Legno
 Acciaio / Ferro
 Pietra
 Laterizio
 Calcestruzzo armato
 Altro

Gradini Legno
 Acciaio / Ferro
 Pietra
 Laterizio
 Calcestruzzo armato
 Altro

Tipologia A retta
 A sbalzo
 Su volta portante
 Su travi inginocchiate
 Con soletta portante
 Altro

Classificazione dei dissesti

Lesioni nei gradini NO SI

Lesioni nella struttura portante NO SI

Distacchi dalle strutture d'ambito NO SI

Deformazioni apparenti NO SI

Umidità NO SI localizzata
 diffusa

Degrado di altra natura _____