

Restauro Architettonico

prof. Raffaele AMORE

È oggetto di restauro - disciplina avente complessa definizione - tutto ciò in cui si riconosce un valore che si intende rendere ancora leggibile per coloro che ci seguiranno; ne segue che la disciplina indaga sulle persone e il frutto del loro lavoro.

Appunti di Riccardo Maria Polidoro
riccardo.polidoro.org

⚠ Si restaura solo la materia dell'opera d'arte/architettura, supporto fisico dell'arte/valore da tramandare!

La definizione di Bene Culturale (apparente antinomia che sottolinea come detti prodotti/attività siano "economicamente" apprezzabili ma culturali, non materiali, contenuti da oggetti materiali) della commissione Franceschini - Papaldo definisce in maniera sufficientemente dettagliata ciò che può essere oggetto di restauro:

Qualunque testimonianza materiale avente valore di civiltà

⚠ Il restauro è strettamente legato alla funzione dell'oggetto di architettura, che deve essere prevalentemente affidata alla comunità, non direttamente al turismo!

Definizioni

Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio (CBCP; 2004)

Nel diritto latino, gli articoli di una legge sono organizzati secondo ordine di importanza decrescente; un buon legislatore persegue sempre detta consuetudine.

Art. 2 → Patrimonio Culturale

Il patrimonio culturale è costituito dai beni culturali e dai beni paesaggistici.

Sono beni culturali le cose immobili e mobili che [...] presentano interesse artistico, storico, archeologico, etnoantropologico, archivistico e bibliografico e le altre cose individuate dalla legge o in base alla legge quali testimonianze aventi valore di civiltà.

Sono beni paesaggistici gli immobili e le aree indicati all'Art. 134, costituenti espressione dei valori storici, culturali, naturalistici, morfologici ed estetici del territorio e gli altri beni individuati dalla legge o in base alla legge [non più solo vedutistico-naturali, ma anche dovuti alla interazione uomo-natura, come i terrazzamenti della costiera amalfitana].

Art. 3 → Tutela del Patrimonio Culturale

La tutela consiste nell'esercizio delle funzioni e nella disciplina delle attività dirette, sulla base di un'adeguata attività conoscitiva [punto di partenza!], ad individuare i beni costituenti il patrimonio culturale ed a garantire la protezione e la conservazione [fini della tutela → si definisce lo "spazio di manovra"] per fini di pubblica fruizione.

Sez. II

Art. 29 → Conservazione *

1. La conservazione del patrimonio culturale è assicurata mediante una coerente, coordinata e programmata attività di studio, prevenzione, manutenzione e restauro [secondo l'ordine gerarchico, in legislatura il restauro coincide con l'extrema ratio, preferendo innanzitutto la PREVENZIONE].
2. Per prevenzione si intende il complesso delle attività idonee a limitare le situazioni di rischio connesse al bene culturale nel suo contesto [nello specifico per ciò che attiene ai beni culturali].
3. Per manutenzione si intende il complesso delle attività e degli interventi destinati al controllo delle condizioni del bene culturale e al mantenimento dell'integrità, dell'efficienza funzionale e dell'identità del bene e delle sue parti.

4. Per restauro si intende l'intervento diretto sul bene attraverso un complesso di operazioni finalizzate alla integrità materiale ed al recupero [da intendersi come "restituzione" alla vita della comunità] del bene medesimo, alla protezione ed alla trasmissione dei suoi valori culturali.
Nel caso di beni immobili situati nelle zone dichiarate a rischio sismico in base alla normativa vigente, il restauro comprende gli interventi di miglioramento strutturale.

Ricordando la massima kantiana L'occhio innocente è cieco, che sottintende come chi non conosce non ha gli strumenti per capire e deve porsi degli interrogativi per imparare a conoscere attraverso lo studio, risulta evidente la necessità di definire un metodo, ovvero un sistema di operazioni controllabili e ripetibili che consentano di sviluppare un complesso processo di conoscenza e una successiva fase progettuale.

Tutto si basa sulla fase della conoscenza, basata sull'interpretazione di ciascun dato - materiale o immateriale - del bene architettonico da restaurare.

↳ Valori, Storia... Non fisico!

Dato materiale

Principe dei dati materiali di un prodotto di architettura è, per l'appunto, il materiale. I materiali utilizzati in edilizia possono essere classificati in due macrocategorie:

- Naturali: materiali utilizzati nello stato in cui sono stati cavati;
- Artificiali: materiali realizzati tramite lavorazioni di tipo industriale.

Nel napoletano, in virtù della presenza di più complessi vulcanici (Campi Flegrei, Vesuvio), il 97-98% dei materiali utilizzati nel costruito sono materiali naturali di origine eruttiva, con una minore aliquota di rocce calcaree ed altri materiali trasportati nell'area a seguito di importazioni e commercio.

Si distinguono i seguenti materiali:

<u>Somma Vesuviana</u>	<u>Campi Flegrei</u>
Lava vesuviana ("pietrarsa");	Tufi grigio (più antico e compatto, presente tra Caserta e Nola);
Pietrarsa vesuviana (utilizzato per i basoli stradali);	Lave trachitiche (ad esempio compongono le colonne a Donnaregina, cavate a Sottano);
Ferruggine (rossiccia, non più in commercio).	Piperno (presenta venature verdastre interne che ne determinano una direzione preferenziale di rottura, richiedendo una posa con venature orizzontali in caso di necessità di resistenza);
	Tufi giallo stratificato;
	Tufi giallo caotico;
	Tufi verde.

Materiali Campani

Nella fase della conoscenza è importante conoscere i materiali e le tecniche con cui si realizza un edificio (al di là degli aspetti critici propri del Restauro architettonico, comprendere la composizione di un'architettura consente di capire come intervenire contro il degrado ed i dissesti).

Una volta compresa la natura del materiale e della relativa posa in opera, nel caso di murature se ne definisce il indice di qualità muraria (obiettivo finale della valutazione strutturale di una muratura per valutarne l'integrità e modellarla accuratamente in un'analisi fem); altro aspetto fondamentale da tenere in considerazione è il trattamento archeologico delle murature, ovvero un'analisi di cosa è stato fatto prima e quali sono gli interventi attuati nel corso degli anni (consolidamenti e/o modifiche funzionali), da intersecare sempre con una valutazione dei dati storici ed archivistici.

Può capitare nella fase di studio di imbattersi in murature apparentemente uniformi ma caratterizzate dall'uso di più materiali visivamente simili: è il caso di Castel Nuovo (piperno, trachiti, tufo grigio) o del MANN (piperno e tufo grigio).

Le differenze tra i materiali - prevalentemente d'interesse in relazione al comportamento meccanico - possono essere visualizzate solo con un'osservazione tattile (diversa grana), valutazione dei dati storico-archivistici (ad esempio Castel Nuovo è stato restaurato nel 1934, sostituendo gli elementi degradati in piperno con blocchi in tufo grigio) e analisi geologiche su frammenti del materiale.

Un altro metodo di identificazione dei materiali dipende dalla comprensione delle forme di degrado: alcune modalità di degrado esistono maggiormente su determinati materiali, consentendone il riconoscimento (nel caso del piperno si ha un'elevata sensibilità all'aerosol marino).

È importante ~~se~~ considerare nel Documento di Indirizzo alla Progettazione - affidato al RUP per valutare i costi e i tempi del progetto all'interno del piano di programmazione biennale e triennale - le analisi e le spese relative alle indagini sull'edificio (materiali, forme di degrado...).

Nella pratica attuale dette analisi si fanno in corso d'opera, ma ciò implica che molti progetti di restauro sono condotti senza conoscere i materiali che compongono l'opera.

L'attività vulcanica nel napoletano non ha prodotto solo materiali solidi ma anche materiali in forma sciolta, ovvero che si disgregano in acqua:

- Sabbie vulcaniche: primeggia per notorietà la pozzolana, discenti da rocce piroclastiche cristallizzate a seguito di un raffreddamento immediato, che conferisce idraulicità alle malte nelle reazioni di presa e indurimento; non è dunque propriamente un inerte, ha permesso la costruzione di porti a Roma;
- Pomice: molto porose e con superficie scabra;
- Lapilli: piccole pomice (pumicee e lapidee) più scabre;
- Polvere di Ischia: rosa, deriva dalla Solfatarà ed è stata utilizzata per malte a presa rapida, impiegate soprattutto per gli apparati decorativi;
- Bianchetto: sabbia bianca silicea derivante dalla Solfatarà.

Un buon restauro ha tra i suoi obiettivi un rapido allontanamento delle acque, con un attento progetto di recupero/ristrutturazione/ridisegno di pluviali

Avere una tessitura muraria a vista consente di conoscere il materiale, non è però possibile avere altre informazioni (spessore, tipologia di muratura, ammorsamenti...)

Nel Duomo di Milano, realizzato nelle forme attuali nell'Ottocento, i contrafforti ed i rampanti non sono mai stati ideati con una funzione portante: le azioni orizzontali sono affidate principalmente alle catene. La muratura, realizzata in un marmo (con molte impurità) del bergamasco, appare molto solida in virtù del materiale ma ha una tessitura caotica con venature molto variabili; non è possibile dunque comprendere se la muratura ha buone proprietà meccaniche (se non la si studia in profondità).

→ Molto leggeri, aventi superficie e caratteristiche non molto differenti da quelle della pozzolana; sono stati utilizzati per massi impermeabilizzati tramite battiture, lastre solari, massetti per solai in legno...

Materiali laterizi: usati anche in Campania pur essendovi poca argilla, le applicazioni classiche sono ridotte ad interventi di necessità (maggiore resistenza e regolarità nella muratura), ad esempio in consolidamenti.

- Mattoni crudi: storicamente i primi a svilupparsi, presentano come principale problema la suscettibilità al dilavamento: a seguito di un'esondazione del Tevere che impattò Ostia provocando molti crolli, a Roma fu emanata una legge che vietava l'uso del materiale. Le mura antiche della città di Gela, essendo presente del petrolio nel terreno, sono realizzate con terra ricca di idrocarburi, dunque meno suscettibile al dilavamento. I mattoni crudi sono ancora usate nelle zone più aride del pianeta.
- Mattoni cotti: Molto usati in epoca romana, in cui si assiste ad una significativa evoluzione delle tecniche edilizie (particolarmente per ciò che riguarda la muratura delle pietre in cantiere, essendo le prime colonne in pietra greche tipicamente monolitiche e le costruzioni realizzate con blocchi massicci)

Legno: utilizzato nelle prime fasi di colonizzazione greca o di realizzazione del castrum; in Giappone e in Cina l'uso è invece più preponderante nella tradizione costruttiva.

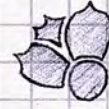
Particolarmente di rilievo in Europa è la tecnologia del muro a **graticcio**, utilizzati già in epoca romana (ve n'è un esempio a vista ad Ercolano), sono poi caduti in disuso salvo che per le mura alla beneventana - usate per traversature, ma nel tempo possono acquisire funzione portante.

In area mitteleuropea la tecnologia è ancora molto presente negli anni '50.

In Campania, la nomenclatura degli elementi lignei secondari usati in edilizia deriva da termini dialettali:

- Pali: legnami tondi, $\phi < 30\text{ cm}$
- Abetelle: pali di diametro 12-30 cm, lunghi fino a 20 m
- Travi
- Travicelli
- Tavole
- Sostacchini

In epoca romana anche le colonne iniziano ad essere realizzate in laterizio:



La tessitura veniva poi stuccata ed intonacata.

Gli archi su via Anticaglia sono alla base di contrafforti esterni realizzati in risposta a dissesti conseguenti ad un evento sismico (non sono interamente in mattoni)

Le case a graticcio, anche a Pompei, sono spesso a sbalzo su elementi lignei orizzontali (travi) che poggiavano su basamenti lapidei.

Gli elementi lignei, in assenza di muratura, sono tipicamente legati a incastro.

Un cantiere di restauro può determinare molti problemi e complessità, significativi per l'organizzazione del cantiere.

Materiali metallici: Il ferro dolce, noto sin da tempi antichi, è stato sempre usato con elevata parsimonia (interriata, ringhiere, catene... non ha funzioni portanti, viene utilizzato solo per fini specifici).

Con lo sviluppo della ghisa, inizia una sfida per la realizzazione di ponti; con lo sviluppo del ferro dolce a livello di produzione industriale si realizza la Torre Eiffel; con l'acciaio si arriva alle moderne costruzioni.

L'utilizzo intensivo del ferro dolce nel Regno di Napoli inizia nell'800 con la realizzazione dello stabilimento metallurgico di Pietrarsa (con ferro cavato dalla Calabria); le principali applicazioni a Napoli sono la cassa armonica di Enrico Alvino alla villa comunale e la Galleria Umberto I.

Il materiale viene utilizzato principalmente nell'Ottocento e con poche applicazioni (a differenza di altri paesi come Francia, Germania o Stati Uniti).

Dopo l'epoca romana, in Campania si preferisce l'utilizzo dei materiali lapidei a quelli lignei; il materiale vegetale non è più utilizzato per il telaio strutturale e rientra nelle funzioni secondarie (solai, coperture, arcotravi...).

Occorre porre particolare attenzione alla presenza di materiali metallici, soprattutto nello studio di tetti e coperture: essendo molto costosi, nelle applicazioni tradizionali il loro utilizzo era strettamente legato a precise necessità.

La storia dell'utilizzo del metallo in età moderna ha una parentesi tutta campana:

1842 → Nascono le **officine siderurgiche di Pietrarsa** - tra le prime ²⁻³ in Italia, antecedente all'industrializzazione postunitaria che ha portato alla realizzazione dell'ILVA di Bagnoli - vicina al molo del Granatello in cui veniva consegnata la materia prima (cavata in Calabria).

Con la ghisa di Pietrarsa saranno realizzate numerose opere come la funicolare del Vesuvio, la cassa armonica di Enrico Alvino nella Villa Comunale di Napoli, la Galleria Umberto I (1892).

Leganti

La malta è un elemento legante utilizzato per le murature che non sono realizzate a secco né legate da elementi metallici; essa contribuisce anche sensibilmente alla resistenza del materiale.

Nell'antichità venivano prevalentemente impiegati due tipi di leganti:

- Gesso: si ri-idrata facilmente, il che porta ad espansione e rottura; ha però una presa estremamente rapida, veniva applicato per stucchi e altre opere che richiedevano elevata plasticità.
- Calce aerea: prodotto della cottura di pietre calcaree (la cui purezza implica migliori caratteristiche meccaniche, il che ha portato alla distruzione di numerosi marmi antichi nel Medio Evo), condotta in appositi forni - detti calchere, a forma di pozzo - molto presenti nell'ex foro della città bassa di Cuma (sommerso da "lavè" alluvionali per 2-3m) o nello stadio di Antonino Pio a Pozzuoli (con strutture per la produzione della malta sugli spalti!)
Raffaello tratterà del fenomeno nella sua celebre lettera a Leone X.
Le calchere, con tecnologia costruttiva sostanzialmente invariata dai tempi di Vitruvio ed impiegata persino in Austria, richiedevano la presenza di addetti al controllo del fumo (sicurezza e produzione) e dei fumi (il cui colore è indicatore del completamento del processo).
L'operazione di spegnimento della calce è inoltre molto rischiosa in ragione della forte esotermicità della reazione; difatti i principali incidenti sul lavoro - eccettuata la caduta dall'alto - fino alla industrializzazione del lavoro erano legati al fenomeno.
A Napoli, la calce era prodotta in prossimità del convento di San Pietro Martire, in quanto i calcari erano importati via mare dalla Penisola Sorrentina; la cosiddetta zona del mandacchio include la odierna università a Porta di Massa (DSU).
Oggi lo spegnimento della calce è solo industriale (prima veniva condotto in cantiere!), salvo alcuni casi come in Tunisia in cui il procedimento è semi-industriale e porta alla vendita del materiale in cestelli di vimini.
La calce, sotto in acqua, viene poi agitata da smarre per consentire una migliore idratazione.

Con la scoperta del cemento come legante idraulico ad elevata resistenza si è ritenuto di avere un materiale foriere di grandi innovazioni nel campo delle murature e del restauro - soprattutto negli anni '70 - per poi scoprire l'insorgenza di problemi legati a:

- Peso specifico del materiale considerevole;
- Composizione chimica caratterizzata da sali che, complice la migrazione fisiologica di acqua nelle murature, determina fenomeni di degrado accelerati nei conci lapidei (la calce invece presenta compatibilità chimica, fisica e meccanica con la muratura).

Il criterio di compatibilità chimica, fisica e meccanica dei materiali è un concetto di recente istituzione nel campo del restauro; prima si tendeva a piegare i monumenti ai nuovi materiali (anche se già negli anni '30 si era riscontrato il fenomeno di accelerazione del degrado dovuto all'utilizzo di malte di cemento!), oggi invece si tende - salvo casi eccezionali - ad utilizzare elementi e tecnologie costruttive tradizionali, al punto da avere aziende che producono linee specializzate per il restauro e certificate (il mercato è normato!) in modo tale da consentire la valutazione della compatibilità dei materiali. Nel Parco Archeologico di Pompei ad esempio inizialmente si utilizzavano malte bastarde (misto cemento-calce), oggi si utilizzano pozzolana e calce tradizionale, con procedimenti tradizionali.

Gli edifici in muratura, soprattutto se in tufo, hanno una buona duttilità interna e non collassano subito!

Edifici

Una struttura è composta da parti, ciascuna con due caratteristiche specifiche:

- Essere essenziale e indispensabile per formare l'insieme fabbricato;
 - Essere collegata alle altre parti.
- Ogni parte assolve un compito ed è collegata alle altre; la verifica dei collegamenti costituisce la prima parte dell'analisi di un edificio esistente (NTC), soprattutto in caso di vulnerabilità sismica!

Come è noto, le forze applicate a una struttura producono reazioni nei vincoli, deformazioni e tensioni; purché la struttura resista è necessario che:

- Le varie parti dell'edificio siano solidali tra loro e ben collegate al suolo;
- Le tensioni interne siano minori in ogni punto della tensione di rottura;
- L'equilibrio tra le varie forze agenti (interne ed esterne) sia stabile per ogni parte strutturale oltre che per tutto l'insieme.

Un'alterazione dell'equilibrio elastico implica naturalmente nella struttura la ricerca di un nuovo equilibrio; nella nuova configurazione se in alcuni punti viene superata la tensione di rottura possono verificarsi fratture, lesioni, deformazioni; un non superamento della tensione di rottura porta ad una nuova configurazione non desumibile dall'osservazione; lo stesso si verifica a seguito dell'installazione di cappotti termici e intonaci armati: **se le lesioni non sono visibili, l'edificio "non parla"!**

Più appropriato di lesione

Fessurazione: interruzione del tessuto
Deformazione: modifica della geometria del tessuto } La loro presenza consente di comprendere la dinamica dell'edificio in risposta agli eventi, dunque le possibili modalità di intervento.

! Fondamentale nel restauro è il principio del minimo intervento: la conservazione dell'esistente è il principale obiettivo, dunque occorre assicurarsi di aver condotto un intervento di minima invasività; dall'osservazione e l'analisi dell'edificio si definiscono linee metodologiche che informano il progetto → **analisi e progetto sono interrelati!**

Nel caso in cui si ha a che fare con una costruzione difettosa — ovvero con problemi già in fase costruttiva — il dissesto si verifica durante o poco dopo la realizzazione della struttura; gli edifici ben realizzati invece possono avere problemi dovuti ad azioni accidentali (sisma, vento, ...).

Murature

Strutture portanti verticali costituite da materiali naturali o artificiali, cementati da malta.
Sorreggono, oltre al proprio peso, eventuali carichi aggiuntivi e tutelano ambienti dagli agenti atmosferici.

Storia delle murature

La storia dell'evoluzione delle murature non è lineare, varia nel tempo e nello spazio in base a materiali, tecniche, etc.

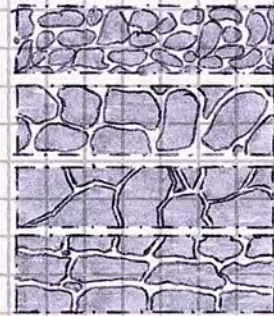
Neolitico: nasce il sistema trilitico con il Dolmen, tra i primi esempi di costruzione in pietra.

Area mediterranea: si sviluppano già nel **VI sec. a.C.** le mura ciclopiche, tra i primi esempi di muri, realizzate con massi grandi (ritenuti più resistenti).

Con la realizzazione di strumenti per la lavorazione delle pietre si sviluppano i primi esempi di opera poligonale, in cui la continuità del tessuto murario è garantita dalla lavorazione di pietre la cui geometria intrinseca era selezionata in base all'andamento del filare sottostante.

Nei millenni l'opera poligonale si affina e si sviluppa in quattro forme:

1. elementi poco e per nulla lavorati (muretti a secco);
2. elementi più lavorati, con maggiore incastro;
3. incastri grossolani e perfetti con forme variabili;
4. corsi orizzontali o pseudo-orizzontali nella tessitura.



Grecia: si realizzano strutture megalitiche perfettamente parallelepipede, a secco o legate con zanche e grappe di ancoraggio in piombo (colato in fori utilizzati anche per rendere più semplice la movimentazione dei blocchi nella posa).

riccardo.polidoro.org

Operazione di cavatura di blocchi per il Partenone:

- Il mastro seleziona una zona in cui cavare in ragione della presenza di fenditure;
- Cavatura e spostamento del blocco sbalzato per separarlo dal fronte di cava;
- Sgrossatura del blocco;
- Ribaltamento di 180° ;
- Ulteriore lavorazione;
- Trasporto (Buoi, corde di canapa, pietrisca bagnato o oleato, leve per il sollevamento su pendii, ...);
- Caricamento su un carro tramite apposita rampa (a quota coincidente col pianale);
- Trasporto all'Acropoli, con cunei per bloccare la discesa e tiro a mano del carro in salita;
- Lavorazione a piede di fabbrica con scalpellini sotto la direzione dell'architetto;
- Sollevamento con macchine apposite (derivanti da applicazioni navali).

⚠ Nei primi tempi le colonne erano monolitiche; per la posa in opera degli elementi sommitali prima della macchina da sollevamento si realizzava un riempimento di terreno; nell'ultima fase di decorazione - condotta dall'alto verso il basso - il terreno veniva gradualmente asportato.

Roma: si assorbe l'esperienza dei popoli incontrati per migliorare le proprie tecniche; in ambito costruttivo si parte dall'esperienza greca per poi innervarla:

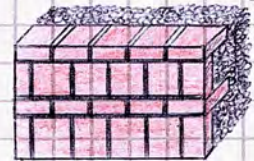
- Isodomo greco;
- Isodomo greco con diaconi ed ortostati (elementi lapidei di collegamento);
- Manipolazione della tecnica: elementi lapidei più ridotti con tessiture varie;
- Muratura a sacco: nucleo realizzato con malta, ritenuta più resistente, mantenendo l'apparecchio murario in testa; in realtà, il minor ingranamento tra le pareti implica una minor resistenza globale. Si osserva dunque la non linearità della Storia della evoluzione delle murature.
- Murature di getto in malta e materiali incoerenti ispirate a murature gettate antiche in fango (opus caementicium).
- Opus reticulatum: frammenti di pietre e altri materiali legati da malta così da formare un'unica amalgama di grande solidità e durata in virtù della perfetta coesione; il paramento esterno era solitamente più nobile, con l'opus reticulatum costituito da cubilia in tutto - cunei a testa quadrata intessi nel nucleo con un'inclinazione a 45° che determinano un motivo ornamentale reticolato.



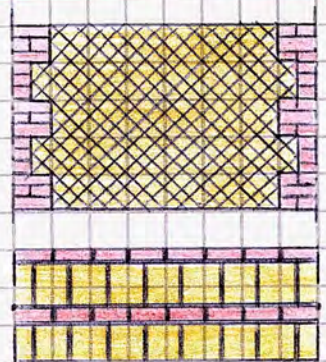
Cubilia

• Evoluzioni tecnologiche di varia specie, tra cui si segnalano:

- Elementi in laterizio con riseghe misti a opus reticulatum;
- Opere listate in cui si alternano filari di pietre più tenere e più rigide (tutto-laterizi), con le seconde che fungono da "catene" murarie offrendo un miglior ingranamento (si ricorda che in epoca romana il laterizio era a base quadrata, la dimensione è stata poi ridotta nel tempo fino al mattone UNI).
- Opus latericium (essiccati al sole) e testaceum (cotti in fornace)



Muratura a sacco



Nel restauro è importante capire ciò che non è visibile, conducendo suggi (con trapano ed endoscopia, ad esempio) su punti specifici; la prova è semplice da effettuare, l'atto della scelta dei punti è invece più complesso e richiede un attento esame, risultante anche dall'interazione e intersezione con informazioni storiche e tecniche.

La ricerca nel Restauro è di 3 tipi:

- Storica
- Archivistica
- Su campo

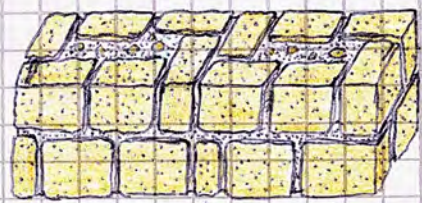
⚠ È pressoché impossibile trovare un monumento non restaurato negli ultimi 2000 anni: a Pompeii si possono osservare murature con cantonali di consolidamento fatti alla maniera antica ma con malte di cemento (scure) ⇒ bisogna avere sempre un approccio critico verso l'oggetto di studio!

Tecniche costruttive in area campana

Le tessiture murarie a Napoli sono tipicamente di due tipi:

- Tutto a singola filare (ad esempio per reziozioni);
- Tutto a più filari, esternamente regolare ma con malta e materiali di risulta al suo interno (65-70 cm; 1,00-1,10 m)
- Laterizi, lavorati secondo la regola più tipica: blocchi squadrati di dimensione non standardizzata; nel tempo nascono predilezioni dimensionali locali.

Il rassetto è l'operazione di presa della malta, in cui essa si riduce in volume



Muratura di tutto a due filari

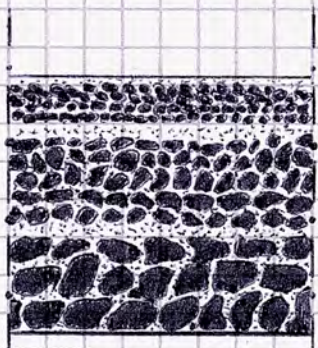


3 filari

⚠ Mai fidarsi di una parete intonacata! Potrebbe essere composta da materiali e tessiture differenti, anche in zone in cui le murature sono realizzate quasi sempre con lo stesso materiale.

Il tutto, materiale di facile curatura che ben si presta anche a lavorazioni successive, è di difficilissima manutenzione logia!

Muratura di recinzione della reggia di Portici: atto fondativo della reggia stessa (prima delimitazione, realizzata negli anni '30 del '700 su volontà di Re Carlo di Borbone), che sorge in prossimità di un approdo fuori dalla città di Napoli su terreni acquistati da "patrizi" locali.

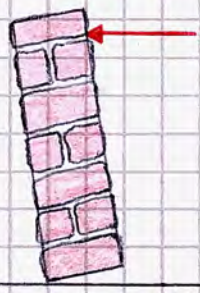


Il muro di recinzione, oltre a delimitare la proprietà, consente di detenere la selvaggina per la realizzazione di un parco da caccia. La tessitura muraria è incerta e realizzata per cantieri, con ricorsi orizzontali in malta che determinano la fine della cingola giornata di posa: ogni operaio realizzava 2m di muratura per un'altezza di 60-70cm; la tecnica denuncia quindi uno schema di organizzazione del cantiere e del lavoro tipica del '700. La muratura, realizzata in lave trachitiche, non ha un buon comportamento rispetto alle sollecitazioni nel piano, danneggiandosi maggiormente rispetto a strutture più antiche in caso di sisma.

Negli anni '90 iniziano gli studi sulla qualità delle murature; essendo presenti tecniche molto diverse, in un primo momento si si occupa della catalogazione delle stesse - importante in tal senso il catalogo di Giuntre per le tipologie di murature di Ortigia (Siracusa), in materiale calcareo ma con tessiture molto eterogenee pur se con ricorsi orizzontali a cantiere, diatori ed altri elementi "archetipici". L'indice di qualità delle murature diventa un parametro fondamentale, recepito anche dalle NTC.

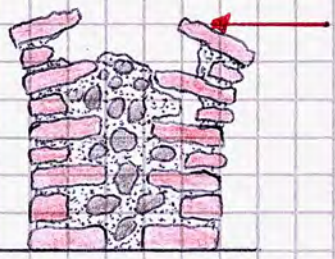
Le murature hanno scarsa resistenza a trazione (dipendente dalla qualità della muratura), hanno però un buon comportamento a carichi verticali - anche se male apparecchiati, in quanto prima dell'ottimizzazione tecnologica si tendeva ad un elevato sovradimensionamento.

Il discriminante nella valutazione della qualità delle murature dipende dalla loro risposta a sforzi non convenzionali (orizzontali):



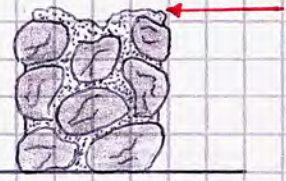
Comportamento Monolitico buona qualità

Con l'azione orizzontale il muro tende a ribaltarsi senza rompersi, formando una cerniera plastica.



Comportamento intermedio media qualità

Parziale disgregazione dello apparecchio murario.



Disgregazione caotica pessima qualità

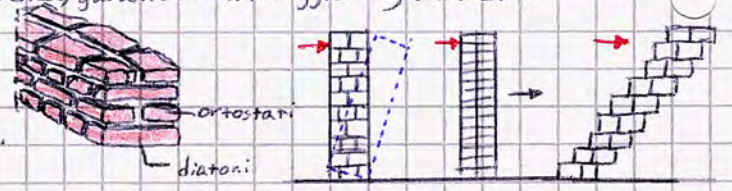
La muratura cede nel piano a causa di collassi nella malta.

Detta distinzione deriva dall'osservazione empirica di danni post sisma (sin dal terremoto di Lisbona di inizi '700), con importanti trattazioni di Rondelet.

Una muratura è ben costruita se è fatta secondo le regole dell'arte (RdA), insieme di regole costruttive di carattere empirico:

- Qualità dell'apparecchio murario (più che la qualità della pietra, è rilevante la sua apparecchiatura, soprattutto per quanto riguarda la presenza di ortostati e diatori, elementi più grandi che collegano la muratura nel piano e tra le due fasce per garantire maggior resistenza a ribaltamento e fessurazioni.
- Filari orizzontali
- Giunti verticali sfalsati
- Pietre squadrate di dimensioni adeguate;
- Malta di buone caratteristiche meccaniche;
- Buona resistenza propria degli elementi lapidei.

il peso aumenta l'aderenza, garantendo un maggior ingranamento.



Nell'ultimo schema di p.8 si osserva come un'erronea apparecchiatura muraria può portare ad un comportamento sismico della muratura simile a quello di due pareti menefilare accostate, con scorrimento dei conci nel piano.

Edifici in muratura e azioni sismiche

Un sisma è un'accelerazione imposta al piede di una struttura essa viene trasmessa ai singoli piani producendo sollecitazioni orizzontali proporzionali alle relative masse.

In ogni area geografica esiste uno specifico sisma atteso - ovvero uno specifico valore di accelerazione - rispetto cui progettare edifici di una determinata vita utile.

Riprendendo la categorizzazione qualitativa delle murature:

- Muratura monolitica: disgregazione con interruzione del solido murario e cinematismi a blocco rigido;
- Muratura intermedia: comportamento intermedio (soluzioni tecnologiche varie e complesse);
- Muratura di scarsa qualità: disgregazione caotica con fessurazioni diffuse e distacco dei paramenti.

Rondelet definisce e classifica i meccanismi di collasso delle murature:

Meccanismi fuori dal piano (I modo)

Buona muratura
intervento di più semplice
risoluzione

- Ribaltamento
 - semplice
 - parziale
 - composto

- Flessione
 - verticale
 - orizzontale

Meccanismi nel piano (II modo)

Murature più scadenti

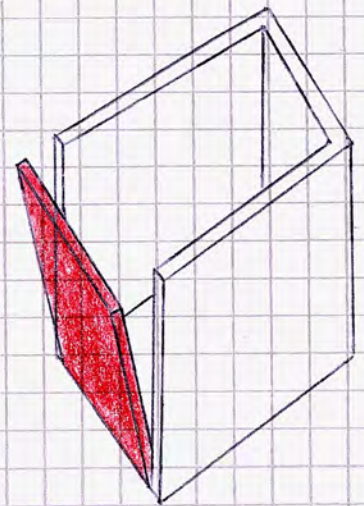
- Rottura a taglio con lesioni diagonali;

• ...

Soluzioni raramente efficaci e contemporaneamente compatibili con gli intenti del restauro.

Ribaltamento semplice: comportamento a lastra con cerniera plastica all'interno.
Possibili cause:

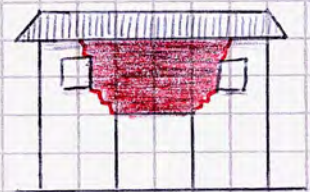
- Snellezza del paramento murario;
- Inefficace collegamento delle strutture orizzontali (causa più frequente, anche l'orditura del solaio è positiva perché ha un funzionamento a catena)
- Mancanza di presidi in sommità (cordoli, non necessariamente in CLS soprattutto se la muratura non è di qualità);
- Mancanza di ammassamento con le pareti di spina.



Ribaltamento parziale: tipico di pareti pluripiano, interrotte da un solaio. Interessante tematica di restauro è la ricostruzione a seguito della caduta della parete, oltre al rilievo strutturale a valle del cinematismo.

Cause:

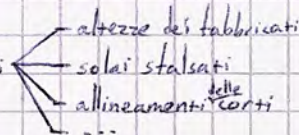
- Elevata snellezza;
- Discontinuità costruttiva;
- Buon collegamento delle strutture orizzontali;
- Mancanza di presidi in sommità;
- Mancanza di ammassamenti nelle pareti di spina.

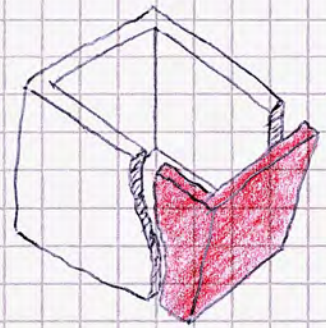


Ribaltamento composto: dipende dalla specifica geometria dell'edificio e dell'aggregato urbano:

• Edificio isolato: problemi di più semplice individuazione;

• Edificio in cortina:

Influenze tra edifici diversi: 



È importante comprendere l'interazione tra edificio e contesto, si lavora per aggregati (fino agli anni '90 invece si estraeva il singolo edificio).

- Cause:
- Elevata snellezza
 - Inefficacia dei collegamenti;
 - Assenza di presidi in sommità;
 - Buon ammortamento delle parti di spina.

La geometria del cuneo ribaltato è funzione di:

- Dimensione e posizione delle aperture (anche interne);
- Qualità della muratura.

Si osserva dunque che oltre ai motivi tecnici anche la geometria dei setti è importante e può provocare dei problemi statici.

Flessione verticale: tipico problema delle chiese trecentesche napoletane, realizzate con conci di tufo di 25 cm di profondità in apparecchi murari abbastanza alti, con poca malta e pochi diafani ed un nucleo più irregolare.

- Cause:
- Vincolo efficace in sommità (presidio);
 - Snellezza elevata (alta lunghezza di libera inflessione);
 - Inefficace collegamento alle strutture orizzontali.

Negli edifici possono esserci diverse discontinuità murarie dovute a molteplici cause possibili:

- Costruzione in tempi diversi;
- maestranze diverse (anche sincrona);
- sopraelevazione;
- intervento precedente di restauro o con solidamento con altri materiali.

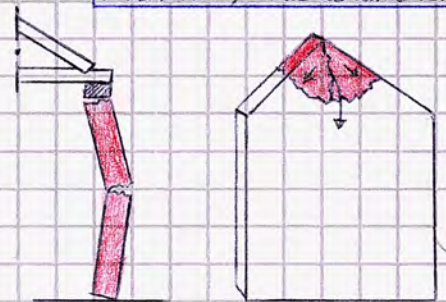
Oltre all'osservazione diretta e sperimentale in sito è importante condurre un'analisi storica.

A Napoli, molte fonti utili sono custodite nell'Archivio del Banco di Napoli, con numerosi documenti di prova di pagamenti che includono informazioni su committenti, esecutori (architetti, operai...) o, in alcuni casi, modalità di esecuzione, date o altri riferimenti, anche ad altre fonti.

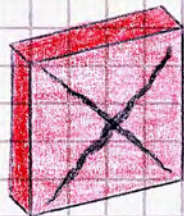
Flessione orizzontale: altro fenomeno frequente nelle chiese, dovuto a:

- Assenza di vincoli efficaci in sommità;
- Assenza di collegamenti con le pareti di spina;
- Elevata luce delle pareti.

Meccanismi nel piano: tipici di pareti aventi ridotte capacità portanti, insorgono a seguito di eventi sismici o altre azioni orizzontali.



Flessione Verticale



Prove sulle strutture murarie parzialmente distruttive

Consultare la pubblicazione Reluis per le prove non distruttive

1. Carataggi e microcarataggi: si preleva un elemento in muratura, consentendo di valutare la tessitura e l'apparechiatura della parete, la natura del nucleo e per fare analisi ponderali, ad esempio con prove di compressione.
La prova, essendo distruttiva, è raramente fattibile su beni architettonici.
2. Saggio: si rimuove una ridotta porzione di intonaco, osservando visivamente i paramenti esterni e le dimensioni in prospettiva del concio; da un'intersezione con i dati storici è possibile ottenere maggiori informazioni; in alternativa un singolo saggio non consente di estendere le conoscenze acquisite a tutto l'edificio.
In alternativa, l'analisi storica condotta a monte può contribuire a definire i punti in cui conviene effettuare saggi!
3. Endoscopia: usata come derivazione di tecnologie mediche, prevede di realizzare un piccolo foro ($\Phi 20-36$) in cui far entrare una cannula dotata di fibra ottica all'interno.
A partire dal baroscopio - prima applicazione con asta rigida - si è passati a sonde mobili dei video-endoscopi moderni; obiettivo è sempre l'osservazione dell'interno della parete.
Essendo un'indagine puntuale, bisogna selezionare accuratamente dove fare la prova, minimizzando la entità del danno e selezionando al contempo un punto rappresentativo (scelta a valle di risultati di ricerche storiche, archivistiche e campagne di osservazione diretta).
4. Martinetti piatti: la prova consente di controllare lo stato tensionale e la deformabilità delle murature; la lettura dello stato di sollecitazione nella muratura è ottenuta associando una pressione impressa nel martinetto.
Impiegando due martinetti piatti si possono valutare le caratteristiche di deformabilità della parete; se abbinati ad un martinetto idraulico è anche possibile definire la resistenza a taglio della muratura e la resistenza a scorcimento dei corsi di malta.
⚠ La prova viene condotta solo dopo aver effettuato un'analisi dei carichi ed una previsione dello stato di sollecitazione delle murature applicando le tecniche di studio e modellazione proprie della Scienza e della Tecnica delle Costruzioni.
Poiché i dischi che incidono la muratura e consentono l'apposizione dei martinetti sono di 24-25 cm, si hanno informazioni solo su detta aliquota di spessore. Il procedimento della prova è il seguente:

Martinetto singolo

- Misure situate: si incollano - con collante - delle barre a distanza costante, solitamente a cavallo di un giunto orizzontale; si misura la distanza tra due barre in più momenti temporali con un deformometro, avente precisione di $0,001$ mm.
- Sega a disco rotante: si incide il giunto orizzontale (di più facile incisione e con minor rischi di rottura dell'elemento lapideo o delle sonde).
- Inserimento del martinetto piatto: si attende l'abbassamento della muratura conducendo misure cadenzate sulle sonde fino al raggiungimento di un valore stabile (1 misura ogni 10 minuti).
- Esecuzione: si imprime dell'olio in pressione nel martinetto per ristabilire la posizione originaria della muratura effettuando cicli di pompaggio alternati a misurazioni fino al raggiungimento e stabilizzazione della misura originaria.
- Lettura dei dati: da una relazione tra pressione e stato di sollecitazione si comprendono le condizioni di esercizio della parete.

Martinetto doppio

Consente di isolare parte della muratura, incidendola in due zone allineate lungo la verticale; aumentando la pressione in ciascun martinetto è possibile valutare la resistenza a taglio e a compressione della muratura.

Le prove qui elencate sono tutte garantite da norme UNI e relativi protocolli.

5. Termografia edile: visualizzazione grafica bidimensionale della misura dell'irraggiamento nel campo dell'infrarosso (ogni corpo emette radiazioni secondo la legge di Stefan-Boltzmann) con termocamere sensibili a lunghezze d'onda tra $0,9\mu\text{m}$ e $1,4\mu\text{m}$.

Per una misura efficace, è importante che la parete sia in fase di rilascio del calore; a questo proposito si distingue tra due differenti termografie:

- Attiva: riscaldamento delle pareti con apposite lampade; raggiunta la stabilizzazione del gradiente di temperatura si effettua la misura.
- Passiva: condotta in una fase naturale di rilascio di calore, ad esempio di sera a seguito dell'irraggiamento diretto del sole.

La tecnologia sostanzialmente restituisce una fotografia in falso colore delle pareti in funzione delle temperature, consentendo la lettura di materiali differenti (diverso rilascio).

⚠ Non ha senso condurre termografie su murature a faccia vista; è difficile che la prova consenta di leggere distacchi nell'intonaco in quanto sarebbe necessario un distacco tale da rendere visibile la deformazione; è possibile capire quali parti della muratura sono affette da umidità ma non è possibile quantificarla; si può delineare il fronte di risalita, ma l'umidità in senso assoluto è misurabile con un semplice termometro.

In ogni caso, il vero problema non riguarda l'esecuzione della prova, ma la scelta del punto in cui farla!

Problemi nelle murature

Schiacciamento: legato ad un eccessivo carico, è un fenomeno prodromico al crollo; poiché le costruzioni erano di norma molto sovra dimensionate e ridondanti di norma il fenomeno si verifica a seguito di interventi come sopraelevazioni (molto spesso), sostituzioni di solai in legno con solai in acciaio (il carico aumenta ed è più concentrato; interventi di questo tipo a regola d'arte richiedono l'installazione di cuscinetti in mattoni).

Una parete di norma ha due dimensioni molto maggiori della terza; poiché il fenomeno induce fessurazioni verticali le murature soggette a schiacciamento si comportano come se avessero solo una dimensione molto maggiore delle altre due, il che induce evidenti problemi di pressoflessione (la parete si comporta come una serie di pilastri slegati).



Fase iniziale



Stato limite

Se si osservano lesioni orizzontali nei giunti di malta, la malta è meno resistente dei conci di pietra.

L'unico intervento possibile in questi casi è la sostituzione della parete o - in campi meno attinenti all'ambito del restauro - il placare la muratura apponendo strati successivi.

Di norma, la sostituzione muraria va condotta con una

muratura simile a quella esistente (in virtù del principio di compatibilità chimico-fisico-meccanica dei materiali) e solo previa attenta analisi dell'edificio nel suo complesso, in maniera tale da poter comprendere la causa del fenomeno e le conseguenti modalità di intervento: un progetto di restauro o comunque di recupero è efficace esclusivamente se ha per oggetto la causa alla base del fenomeno (altrimenti la nuova muratura non resisterebbe!).

Una prima soluzione di emergenza è dare una prima stabilizzazione dei livelli superiori puntellando il solaio.

Come detto, l'unica soluzione possibile è la sostituzione muraria; il problema è come attuarla: a Pompei ad esempio si realizzavano catenelle di mattoni in luogo dei conci, intervento valido solo se le lesioni non sono significative o tali da attirare altri cinemurismi.

In un intervento di sostituzione muraria va sempre data particolare attenzione alla compatibilità tra materiali, eventualmente adottando una soluzione listata o comunque mista con laterizi per aumentare leggermente le caratteristiche meccaniche facendo particolare attenzione agli ammassamenti.

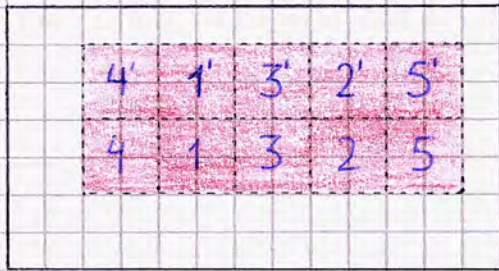
L'intervento, da progettare e disegnare, va condotto per componenti per limitare instabilizzazioni.

In una muratura, l'insorgenza di problemi locali è spesso sintomo di trasferimenti di carichi da altri livelli, da cui la necessità di porre attenzione all'edificio nel suo complesso.

La prima operazione tecnica da condurre è sempre l'indagine e la ricerca sulle ragioni alla base dello schiacciamento - lavori maldestri, nuove aperture, sovrapposizioni... se il fenomeno è recente, la causa è da indagarsi in tempi recenti, al più è una sommatoria di più eventi - comunque associata al posizionamento in emergenza di puntelli.

L'operazione di sostruzione muraria con interventi di sneci e cuci a cantieri alternati richiede una consecutio di operazioni specifiche da condursi con elevate precauzioni, soprattutto se l'edificio è in uso (secondo procedure molto meno lineari per ciò che attiene l'organizzazione del cantiere); ad esempio, il pannello murario a valle dell'intervento deve essere integro, dunque ben ammassato di lati e sulla sua sommità (la base del pannello è ammassata di per sé con la successione delle fasi costruttive); occorre parallelamente poter definire il quantitativo di materiale da sostituire ed opporsi alla probabile eccessiva contrazione dei tempi all'opera dell'impresa, che potrebbe indebolire la struttura e causare danni.

L'intervento di sostruzione muraria va condotto con murature analoghe anche sul piano meccanico per limitare una distribuzione di forze non uniforme.



In una qualsiasi operazione di restauro infatti non bisogna mai fermarsi all'individuazione dell'intervento da dover effettuare; bisogna anche indicare come va condotto!

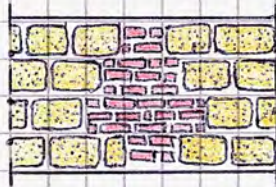
Poiché un operaio lavora in base alle istruzioni ed ai programmi del progetto, è fondamentale conoscere l'operatività del singolo lavoratore in maniera tale da poter ripartire il lavoro di sneci-cuci e consolidamento a fine giornata del cantiere: nota l'operatività giornaliera si divide l'area interessata da sostruzione in più regioni (cantiere) da sostituire secondo un ordine alternato per ogni fascia orizzontale così da non indebolire

sempre la stessa zona e da consentire un efficace indurimento della malta.

L'intervento di restauro è sempre graduale e a scacchiera per minimizzare i danni!

Nel caso di un intervento in prossimità di finestre, si attua la sostruzione prima sotto le aperture così da definire una muratura con più ammassamenti e maggiormente ingranata che può collaborare meglio con i maschi a fine intervento.

Catenella di mattoni: semplice ripristino della continuità muraria a seguito di fessurazioni (di causa nota); a Napoli di norma si utilizzano laterizi in luogo del tufo (più adattabili alla tessitura muraria).



Oltre al principio di compatibilità chimico-fisico-meccanica, in un buon intervento di restauro sono fondamentali i concetti di:

- **Minimo intervento:** oltre al concetto "filosofico", implica una minor sostituzione degli elementi originali.
- **Reversibilità:** in questi casi solitamente in alternativa allo sneci e cuci si utilizzano esoscheletri ed endoscheletri (soprattutto per sorreggere coperture a seguito di un crollo parziale delle pareti).
- **Distinguibilità:** l'intervento ricontigura l'architettura nella sua interezza, deve essere distinguibile e visualizzabile.

Interventi

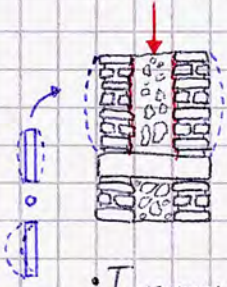
Al giorno d'oggi il restauro è dotato di un mercato certificato, con prodotti appositamente studiati per varie esigenze (MAPEI, Keracoll, Sica, Fassa-Bortolan...); esistono spesso più possibili soluzioni ad ogni problema.

Riparazione di lesioni in murature a faccia vista: solitamente, in aggiunta alla catenella di mattoni si può prevedere un sistema di rinforzo a secco con barre eliocoidali (funzionanti in murature ben appaiechiate).

Intonaco con rete: l'aderenza tra intonaco e parete consente la trasmissione dei carichi alla rete, ripristinando la continuità muraria. Bisogna essere attenti nel garantire uniformità nel trasferimento di carichi per prevenire l'insorgenza di nuove lesioni.

Diatoni: la loro presenza a monte consente di coinvolgere entrambe le facce di una parete, limitando la tendenza delle murature - soprattutto a sacco - di sponciare a seguito dell'applicazione di un carico verticale (nelle murature a sacco ciò determina lesioni alle interfacce tra i conci e il nucleo). In sua assenza, classici interventi sono votati ad un metodo alternativo di introduzione del collegamento:

Fino a circa 50 anni fa non esistevano prodotti commerciali per il restauro, richiedendo solo soluzioni ad hoc; nel tempo varie aziende si sono occupate di sviluppare prodotti rispettosi del principio di compatibilità e che richiamano le tecniche tradizionali.

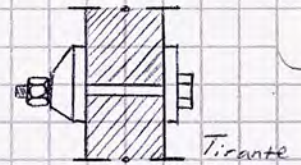


• Sluci e cuci con inserimento di diatoni;

• Tirante antiespulsivo: elemento meccanico in metallo, utile per problematiche più gravi perché troppo distinguibile, è usato per le pareti a forte spessore;

• Interventi alternativi: un esempio è il Mapewrap fiocco, intervento compatibile con murature aventi buone caratteristiche in quanto consiste nell'inserimento di una treccia in filamenti di carbonio o fibra di vetro in un foro passante nella muratura (poi cementato con resine e sabbia), utilizzando le fibre sporgenti come elementi di capochiave, annegati in malta e intonaco.

⚠ Costituisce un presidio passivo, non può essere pre-teso.



Nel tempo può capitare che la malta perda il proprio potere legante (a seguito di infiltrazioni, per dilavamento o perché la malta era di bassa qualità), polverizzandosi nel tempo.

Il fenomeno è stato ricorrente nella storia delle costruzioni napoletane dopo l'epoca romana (in cui le malte erano statisticamente migliori) ed è particolarmente delicato, essendo i carichi trasferiti solo nei punti di contatto tra conci e determinando una resistenza a trazione della parete effettivamente nulla.

Detta problematica ha condotto alla delineazione del principale intervento di recupero degli anni '80, in cui si elabora un metodo per inserire malta nelle murature attraverso un miscelatore connesso ad un compressore (tecnologia utilizzata anche per un consolidamento alla base della torre di Pisa che, complice l'asportazione di terreno e l'iniezione di malta cementizia, ha provocato un aumento dell'accelerazione di rotazione).

La tecnologia, studiata già negli anni '20, prevede di praticare dei fori nella parete (adatti e progettati) leggermente inclinati verso il basso e in cui iniettare una miscela (di sola legante e acqua a causa della difficile iniezione di una malta vera e propria per attrito) in pressione; negli anni '80 è stata impiegata con il cemento, che avvolge le pietre in assenza di compatibilità chimica (sali presenti) e meccanica (peso proprio maggiore), acuendo il degrado a seguito della filtrazione d'acqua nella parete (determinando varie efflorescenze) e assoggettando la parete ad un maggior carico.

Oggi l'intervento è condotto con boiacca di ~~cemento~~ calce, con maggior compatibilità con i materiali tradizionali.

A causa della sua applicazione indiscriminata negli anni '80, l'intervento è oggi demonizzato anche se molto valido laddove necessario.

• Effettuare l'intervento solo se necessario;

• Compatibile;

• Non reversibile;

• Non distinguibile;

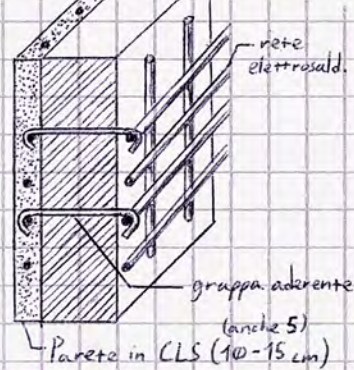
• Attenzione alla pulizia dei fori, da condursi con acqua (per limitare l'assorbimento nella muratura dell'acqua di impasto).

Murature con comportamento del secondo modo (Rondelet)

Negli anni '60 e '70 nasce l'idea di rinforzare le pareti con strati esterni in calcestruzzo armato, con eventuali grappe aderenti passanti. L'intervento, dall'ottimo comportamento meccanico, è da ritenersi di breve durata attesa la non compatibilità dei materiali; l'intervento inoltre non è reversibile e non conserva la natura del muro stesso.

Successivamente, la MAPEI ha elaborato un intonaco armato in cui la rete si collega direttamente alla parete con tasselli o elementi passanti, determinando un intonaco duttile che blocca i cinatismi, realizzato con malte compatibili ad alta capacità di resistenza e aderenza.

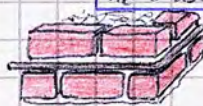
La rete, in materiale plastico per non incidere nei processi di degrado (ultimamente anche in canapa per sostenibilità), è efficace con appena 5mm di intonaco spessore. L'intervento, utile per murature non aventi comportamento monolitico, sacrifica il rivestimento originario.



In pareti di laterizio è anche possibile attuare una rivestitura armata dei giunti orizzontali di malta, inserendo barre di acciaio in luogo dei giunti.

Detto intervento è utile anche per realizzare cordoli sommitali negli edifici (è stato molto utilizzato dopo il terremoto di Reggio Emilia).

Dal punto di vista tecnico, il Restauro Architettonico è una disciplina semplice: una volta noto il problema sono note le possibili soluzioni; problema è il minimo intervento e la scelta della destinazione d'uso dell'edificio una volta restaurato.

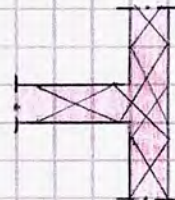


La cordolatura di piano può essere anche realizzata in FRP con fasce avvolgenti.

Nel caso di problemi legati a una mancanza di collegamenti col muro di spina, mentre in passato si effettuavano interventi di cuoi e stacci con elementi infissi in legno (catene in area mitteleuropea), attualmente si conducono perforazioni armate, in cui si intiggono barre di B450L $\phi 14-20$ legate con boiacca di cemento.

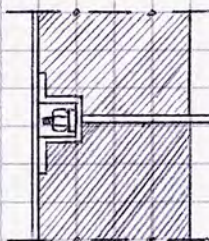
L'intervento risolve la tendenza al ribaltamento se ogni singola parete ha già comportamento monolitico; presenta inoltre delle evidenti criticità:

- Cemento
 - Dimensione delle barre
 - Snaturamento della muratura
- Molto usato negli anni '70, soprattutto nei monumenti.



Al Nord Europa, in cui le pareti sono più sottili e in laterizio, si utilizzano catene il cui capochiave è spesso visibile in facciata; le catene fungono da presidi passivi contro eventuali sforzi orizzontali, impedendo rotazioni o fessurazioni in murature con comportamento del primo modo.

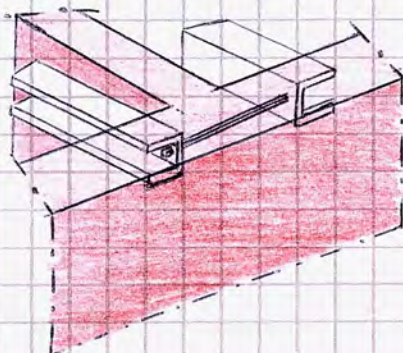
Negli anni '90 inizia l'uso di presidi attivi, come i trefoli; principali problematiche sono la manutenzione e le cadute di tensione negli stessi.



A fianco, la tecnologia utilizzata al Palazzo di Capodimonte (16-17 m), edificio di complessa gestazione dovuta all'improvvisa donazione della Collezione Farnese.

Gli edifici tipicamente soggetti a maggiori difficoltà statiche sono quelli realizzati in un periodo molto lungo.

Un'altra idea interessante è quella di accuffare le teste delle travi di solaio (soprattutto se in acciaio) per fungere da catene.



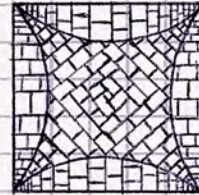
Archi e Volte

Le strutture ad arco (Archi e volte) sono una costante dell'Architettura: hanno consentito una grande evoluzione soprattutto a Roma, con grandi coperture ad arco. La Campania è molto ricca di archi e volte, spesso nell'approccio all'edificio c'è un problema nello studio conoscitivo sulla genesi e la forma dell'opera.

Il restauro prevede di studiare in che materiale è fatta la struttura, come si trasmettono le forze: è elementare considerare che l'arco - e per estensione le volte - lavora bene solo se interamente compresso.

Volte stellate: affermatesi nella tradizione pugliese e del materano, sono realizzate con pietre stereometriche (di dimensione attentamente valutata).

Nella stessa area esistono - un esempio è in prossimità della piazza principale di Matera - volte a vela ribassate dotate di "costoloni" cilindrici privi di archi di collegamento, dunque di dubbia funzione statica (come per la volta della Sala dei Baroni di Castel Nuovo).



Volta a crociera stellata

Scarica sui 4 pilastri

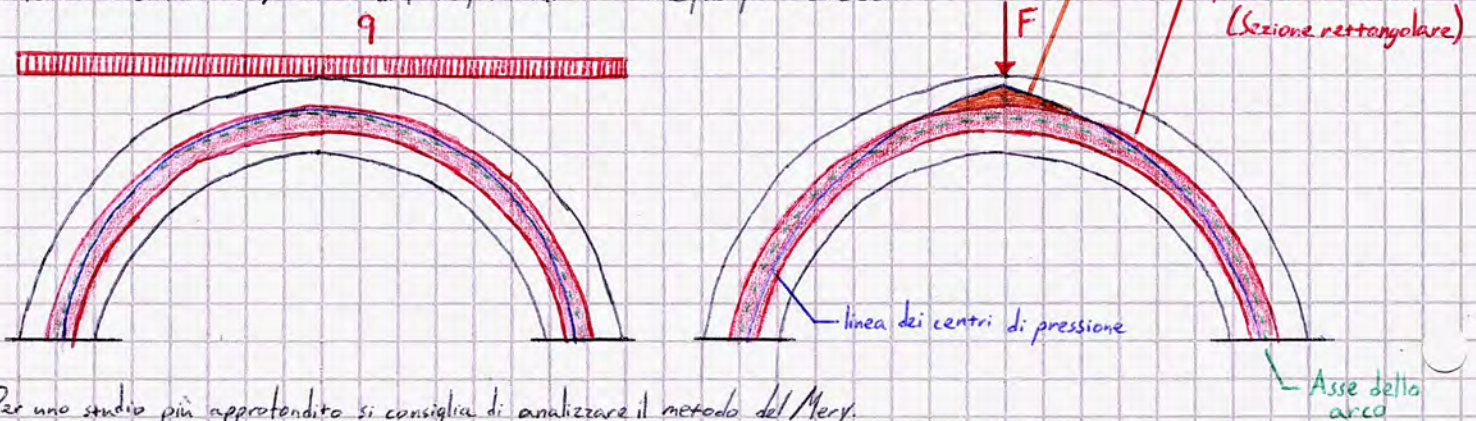
⚠ Il tema dell'illuminazione in un progetto di restauro deve essere condotto attentamente per non snaturare l'architettura; ciò può rivelarsi anche molto complesso.

Nelle aree in cui la tradizione costruttiva prevede l'uso di tuffo o altre pietre friabili, le volte sono di getto o realizzate con pietre recuperate, dunque con molta malta e una tessitura spesso caotica pur se con un'apparecchiatura all'incirca a cerchi concentrici.

In numerose occasioni si ha inoltre a che fare con finte volte, in legno o incannucciate, che nascondono una carena ed un sistema strutturale a telaio.

Funzionamento di un arco

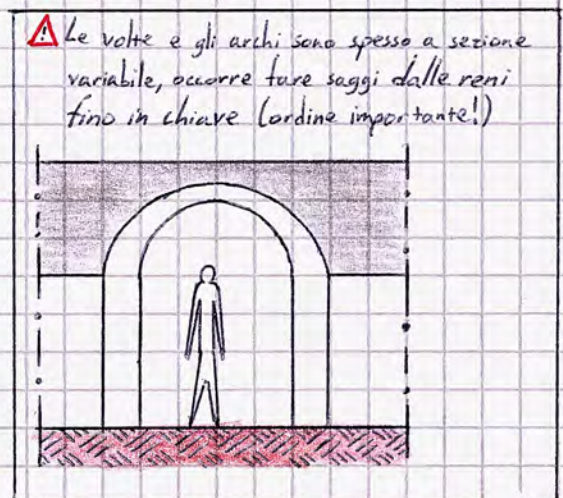
Come riscontrabile negli schemi seguenti, un arco lavora bene se soggetto ad un carico distribuito uniforme o simmetrico; nel caso di forze puntuali la sezione può parzializzarsi.



Per uno studio più approfondito si consiglia di analizzare il metodo del Merc.

Le principali cause di dissesto delle strutture ad arco (anche le volte) sono:

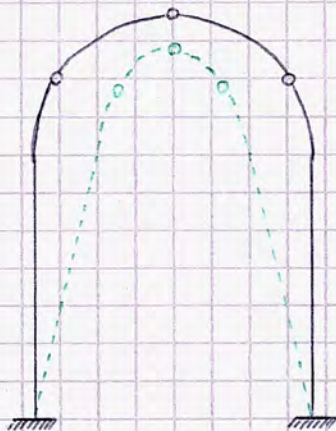
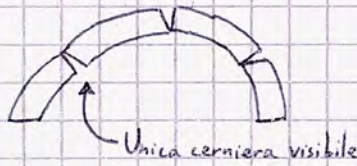
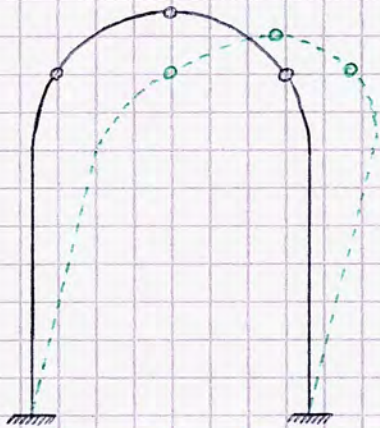
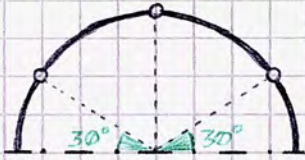
- Rassetto: nella fase di presa della malta bisogna mantenere la centinatura per qualche giorno (strutture ex novo);
- Insufficienza della sezione: con le trasformazioni e sopraelevazioni in un edificio, la sezione di progetto può diventare insufficiente e portare a schiacciamento.
- Schiacciamento della muratura: la soluzione èOMPAGNARE l'apertura o fare un sopraarco/sottoarco (aumentare la sezione, meglio se indipendente)
- Cedimento del piano di impianto: dovuto allo spostamento/cedimento di uno dei piedritti, frequente nei pilastri d'angolo (che per ovviare a ciò erano solitamente ringrossati).



* Rotazione dei sostegni murari: come il caso precedente, è legato alla rotazione di un piedritto.

Gli ultimi due meccanismi sono tra i più frequenti; soprattutto in caso di archi in sequenza (l'ultimo arco non ha altri archi a contrasto).

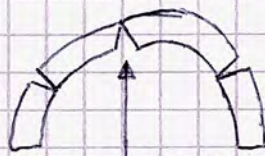
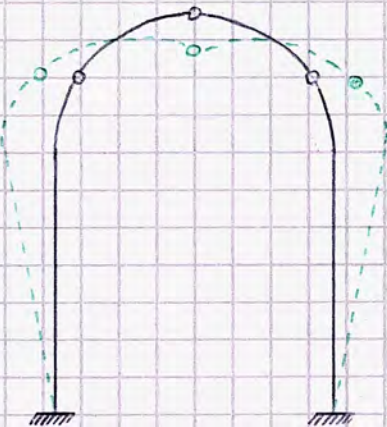
In base al metodo di Mery, un arco entra in crisi se forma tre cerniere plastiche: la prima in mezzogioco, le altre alle reni?



Il problema è analogo per le volte:

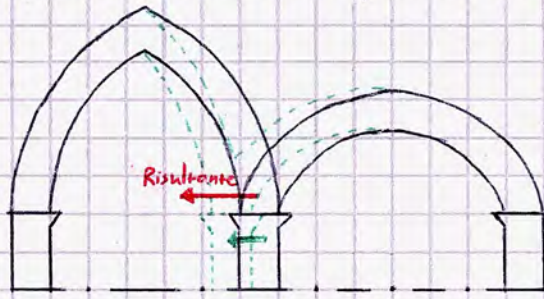
In caso di traslazione orizzontale del piedritto, il pavimento si imbarca.

Nelle volte quindi è importante capire cosa succede al livello superiore.

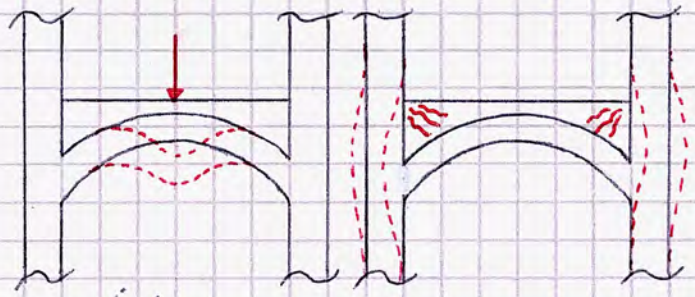


Ambigua: è anche la lesione di inipiente schiacciamento, bisogna comprendere se l'arco in chiave si abbassa.

Altro problema significativo è comprendere come l'arco si intertaccia con gli elementi circostanti:

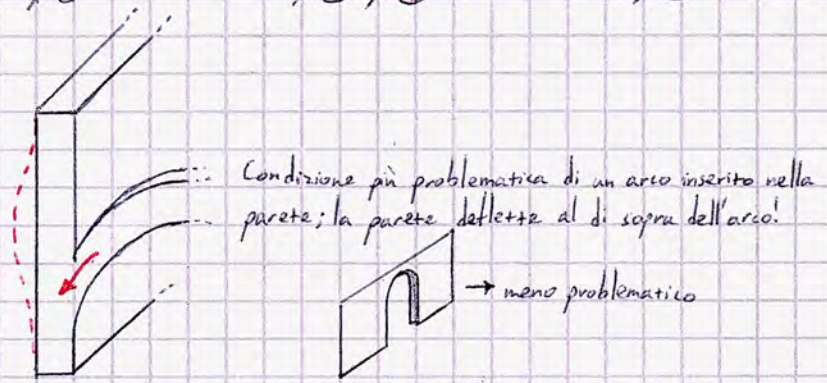


Prevale l'azione orizzontale dell'arco ribassato su quella gotico, tendendo a ribaltare il predritto



Gli interventi possibili sono di due tipi:

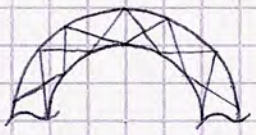
- Contrafforti: utilizzati già in epoca romana, col Gotico verranno ridotti al minimo fino a tramutarsi in archi rampanti, in cui le azioni ribaltanti sono contrastate puntualmente.



- Catene: dovrebbero essere applicate all'incirca alle reni dell'arco; più spesso si impostano in prossimità dei predritti o all'estradosso (annegate nel solaio) per motivi architettonici. Prescindono dagli stili, essendo state applicate in diverse fasi storiche.

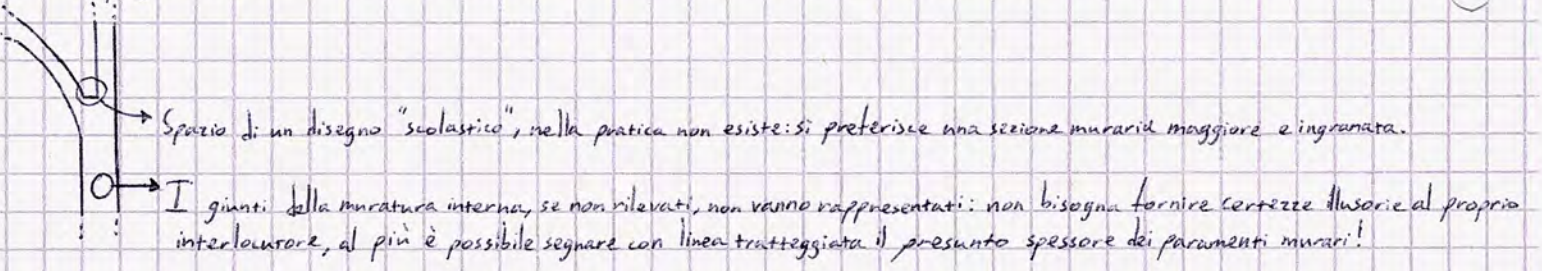
Come in altre applicazioni di restauro, anche nelle strutture ad arco bisogna innanzitutto comprendere la causa della lesione, poi ripristinare la continuità muraria con cunei (in metallo o in pietra di solito) anche se la zona lesionata è solitamente soggetta a trazione: la continuità è una condizione sempre fondamentale negli archi.

Negli anni '80, essendo lo studio degli archi molto limitato, sono stati effettuati degli interventi molto massicci - solitamente perorazioni armate - che cambiano il funzionamento strutturale dell'elemento.



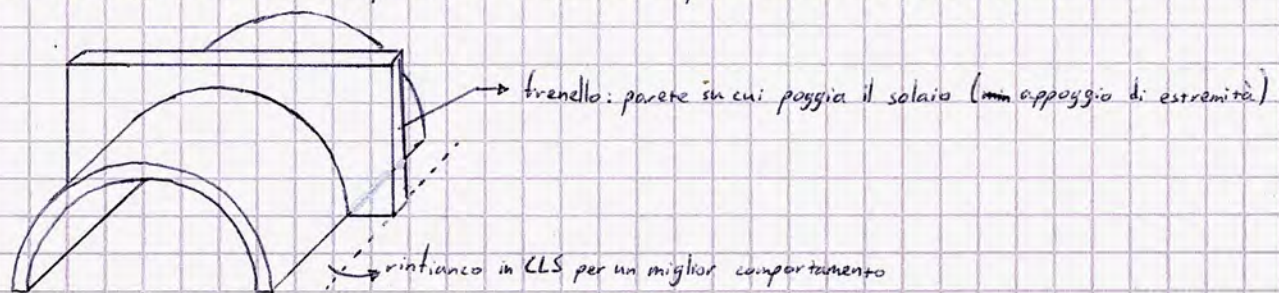
Oggi utilizzato solo in casi estremi, presenta barre che lavorano per attrito incrementando la rigidità dell'elemento: gli elementi lapidei sono soggetti ad altri sforzi e sono in grado di resistere a trazione, dunque cambia il modello strutturale (l'intervento è differente dalla funzione precedente).

Un buon progetto di restauro è tale se lo sono le sezioni, che vanno studiate accuratamente:



Nel caso di interventi che richiedono lo svuotamento del riempimento che sovrasta una volta, essendo le strutture ad arco simmetriche e richiedendo carichi simmetrici bisogna rimuovere il carico in maniera graduale e simmetrica. Analogamente, le puntellature possono essere garantite solo tramite centine, non con puntelli in chiave.

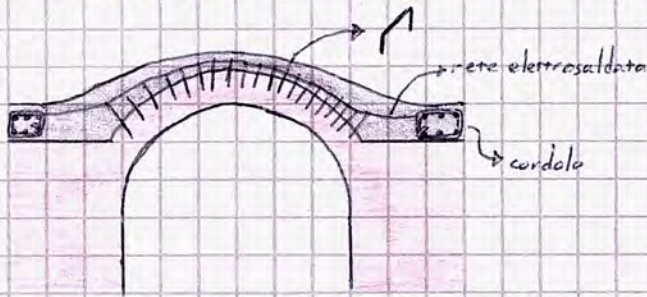
Gli svuotamenti sono solitamente effettuati per una sostituzione dell'impulcato con un solaio su trenelli:



Negli interventi di rinforzo sulle volte, in casi di particolare crisi - pur essendo negli anni '70-'80 un'applicazione d'ordine - è possibile aumentare la capacità di carico attraverso una **cappa estradossata in CLS-A** con chiudature che si inseriscono nella volta (frequentemente con ferri piegati) che limitano le possibilità di formazione di una cerniera plastica all'estradosso.

La tecnologia è utile per volte massicce, altrimenti si rischia un'aderenza cedevole nel tempo che può provocare la caduta degli elementi lapidei dell'intradosso.

In aggiunta/alternativa alla cappa armata è anche possibile prevedere delle fasce di acciaio annegate nella volta o nel suo estradosso; esse devono logicamente essere disposte in maniera conforme alla genesi dell'arco o della volta, dunque del trasferimento delle forze.

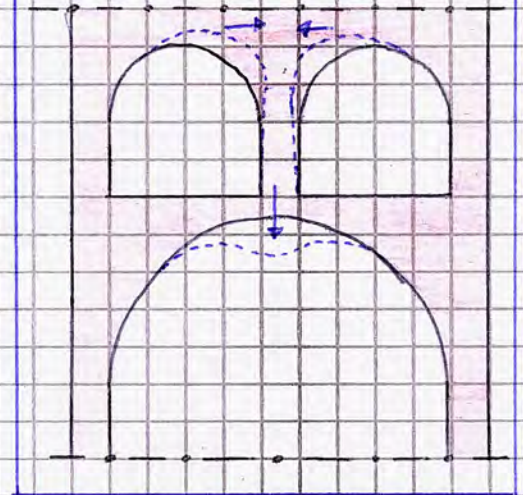


Al giorno d'oggi per evitare l'attivazione di cerniere plastiche si tende ad utilizzare materiali fibrorinforzati a matrice epossidica (FRP, con fibre di vetro, carbonio o di tipo aramidico) caratterizzati da un'elevata resistenza a trazione.

È importante verificare che la membrana non si distacchi (dunque la qualità dell'incollaggio) e la disposizione degli elementi di rinforzo, che devono seguire la trasmissione degli sforzi nella volta (per una crociera ad esempio si parla di diagonali e angoli).

La tecnologia, introdotta negli anni '90 dopo il sisma di Perugia, Assisi ecc., segue il periodo di nuova applicazione delle catene (lungo la direzione delle spinte); la scelta tecnologica segue al periodo di applicazione di presidi attivi, come i trafilati secondo la tecnologia più antica e classica pur se sugli estradossi, dunque non a vista. Lo FRP ha come principali vantaggi la facilità d'uso e la parziale reversibilità, essendo removibile con solventi; bisogna però essere particolarmente attenti alle modalità di applicazione.

Se una stanza a un livello superiore viene frazionata con un muro che sorregge sulla mezzera di un arco:

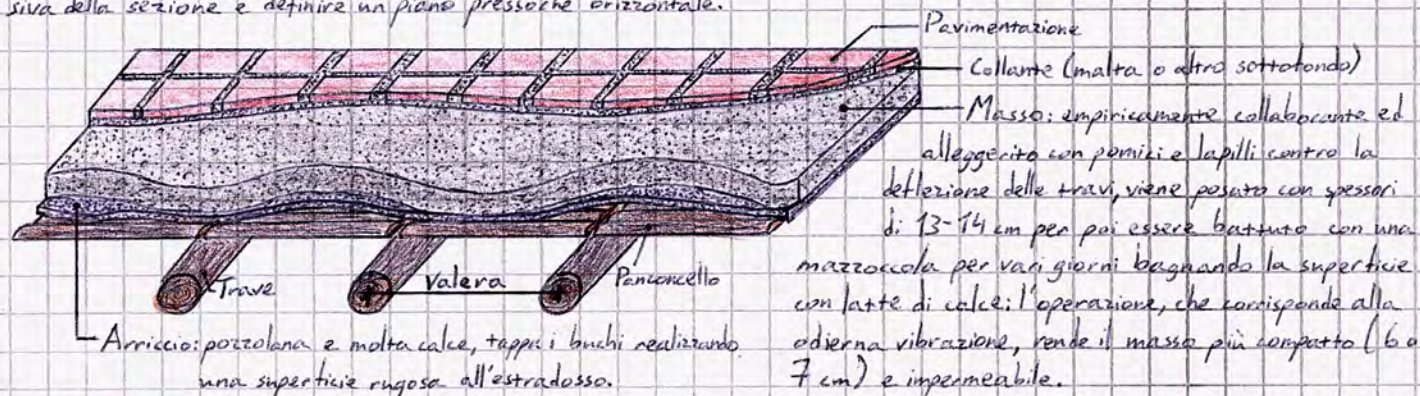


Le prime strutture in legno erano considerate punti deboli delle strutture fino ai restauri del secondo dopoguerra; negli anni '70 e '80 invece si comprende che è importante conservare anche queste, essendo espressione di tecnologie costruttive: nel dopoguerra molti restauratori sostituiscono solai e coperture in legno, essendo il materiale poco noto in un'epoca che tendeva verso l'uso di Acciaio e CLS.

Solai

Elemento costruttivo fortemente dipendente dal contesto in cui viene realizzato, essendo fortemente dipendente dai materiali disponibili, dalla tecnologia costruttiva tradizionalmente affermata e dalle disponibilità economiche.

Nel napoletano, la tipologia più diffusa è il **soffitto a travi e panconcelli**, in cui le travi sono costituite da tronchi appena scortecciati, poco lavorati, messi in opera con orientazione alternata per compensare la rastremazione progressiva della sezione e definire un piano pressoché orizzontale.



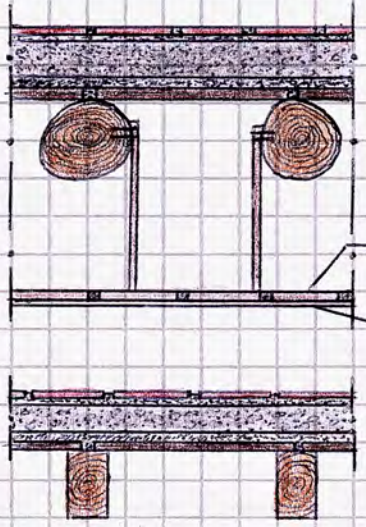
Ariccio: pozzolana e malta calce, tappi i buchi realizzando una superficie rugosa all'estradosso.

Panconcello: non è un tavolato ma un "mezzo" tronco, tagliato ed appoggiato sulle travi.

Le travi, che per l'appunto sono tronchi appena sartecciati, presentano un intarsse (valera) che nell'evoluzione dei solai si avvicina asintoticamente a 70-80 cm; la manualistica napoletana definisce come essenza prevalente in queste applicazioni il castagno, in realtà è sempre opportuno condurre un campionamento: a Pompei i solai sono in cipresso, mentre le capriate della chiesa di Donnaregina sono in abete bianco, materiale poco utilizzato nell'edilizia locale, soprattutto nelle coperture. Nell'approccio al materiale è fondamentale consultare le norme UNI in materia: il legno in presenza di carichi di lunga durata ha un'elevata capacità di dilatazione plastica, ovvero di rilassamento nel tempo.

Per un solaio tradizionale è estremamente importante comprendere due caratteristiche:

- Connessione con le pareti:
- Elementi a sbalzo che riducono la lunghezza di libera inflessione del solaio (gattoni, puntoni, ...);
- Dormienti: elementi più resistenti rispetto alla muratura per resistere e distribuire i carichi concentrati dovuti allo scarico del solaio, solitamente in laterizi o legno di quercia.
- Presidi contro l'umidità: il tutto è un materiale fortemente igroscopico, con un contenuto d'acqua fisiologica relativamente elevato e in cui l'acqua migra di frequente; il legno è un materiale estremamente suscettibile ai cicli di imbibizione e asciugatura, portando a fenomeni di marcescenza o di infezione da fungo (che non si attivano se il legno è sempre asciutto/bagnato); per ovviare a ciò si tende a ricoprire le estremità delle travi con catrame vegetale (detto catrame di Norvegia nei documenti storici).



Come visibile nello schema a fianco, i solai in legno solitamente non sono in vista, venivano coperti da controsoffittature o false volte.

Graticcio di legno

Tela (inta) o incartata, intonacata, ricoperta di latte di calce (igiene) e decorata.

Solaio su tavolato con travi lignee rettangolari, più presente in area beneventana o nel Centro-Nord.

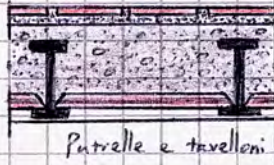
In alcuni rari casi sono presenti in area campana tecnologie tipiche di altre regioni: è il caso dei mulini fatti lungo l'acquedotto carolino per varie protoindustrie - principalmente cerealicole - su iniziativa vanvitelliana (nel '700 però Watt inventa la macchina a vapore) coinvolgendo anche importanti architetti, tra cui il luganese Pietro Bianchi che, complice la presenza di maestranze del Nord volute da Vanvitelli, definisce una struttura interna intelaiata lignea - con travi dotate di staffature metalliche per farle funzionare come catene - con un solaio a secco con tripla orditura (tavolato - travi - travoni) e privo di massa (lo stesso edificio, in un intervento di ampliamento di 500 anni successivo, presenterà solai realizzati secondo la tecnica tradizionale).

Con la commercializzazione dei profili in acciaio, conseguenza dell'industrializzazione si deroga a Pietrarsa e poi a Bagnoli (con il noto programma per l'industrializzazione del Mezzogiorno del 1904 di Francesco Saverio Nitti), si afferma il solaio in putrelle e spaccatelle di tute; complice l'elevata disponibilità di materiale (la prima legge che impedisce la cavatura del tute è del 1925) e di manodopera (dovuta a un fenomeno sociale conseguente ad una dilagante disoccupazione, che definirà una prassi fino agli anni '70 portando persino all'istituzione di programmi di formazione su iniziativa della cassa del Mezzogiorno), gli edifici in CLS saranno poco realizzati fino al secondo dopoguerra (pur esistendo esempi napoletani di fine '800!); molti degli edifici di Corso Umberto I e del Vomero sono in muratura.

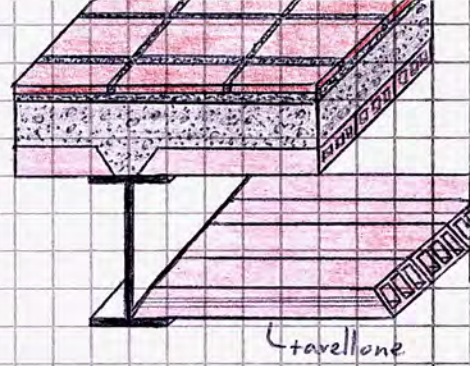
In rari casi (come nel murattiano Corso Secordigliano) alle spaccatelle si preferiscono mattoni di argilla nessi di taglio (□□□□); dal 1923-24 si affermano le volte in laterizio forato. Solo a partire dagli anni '50-'60 si afferma il solaio a putrelle e tavelloni.



Spaccatelle di Tufa



Puntelle e travelloni



Solaio a puntelle e travelloni con camera d'aria

travellone

Tetti lignei

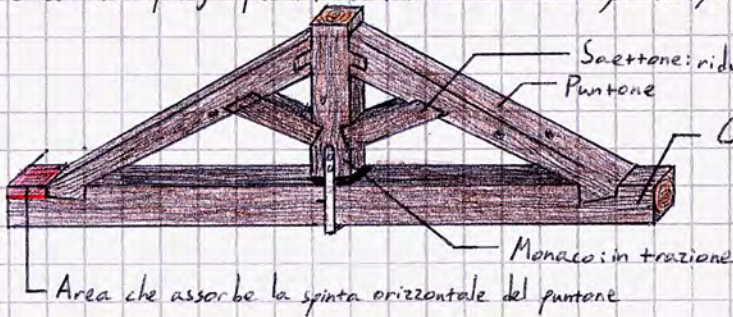
Nei cantieri medioevali le figure che si occupavano di volte o di tetti erano considerate seconde solo ai capomastri: le principali miniature dell'epoca che raffigurano cantieri - in testi manualistici e non - raffigurano la posa in opera dei tetti. L'equilibrio delle capriate sarà poi studiato da Leonardo da Vinci, e Palladio rappresenterà varie tipologie di capriata.

Quando si incontra una tecnologia non solita o ignota conviene sempre consultare la manualistica dell'epoca.

In area inglese, la SPAB (fondata da Morris e tutt'ora esistente) produce dei manuali tecnici nell'Ottocento in cui vengono riprodotte le tipiche forme delle case medioevali, la cui tipologia era ancora presente ed utilizzata per nuove realizzazioni (oggi sono presenti nella campagna), in cui si vedono sistemi di copertura con strutture fortemente iperstatiche (come anche in Francia).

L'area napoletana invece è caratterizzata dalla prevalenza di capriate isostatiche, che quindi scaricano unicamente carichi verticali sulle murature su cui poggiano.

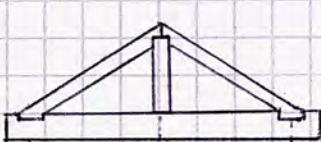
Una delle tipologie più diffuse nell'area è la capriata palladiana semplice, così declinata in area campana:



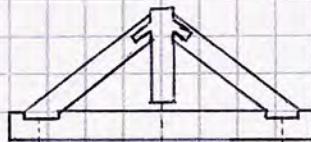
Questa tipologia di capriata collassa per svergolamento, principalmente a seguito di forti carichi da vento.

Tra le molte varianti esistenti, la capriata più nota in area napoletana presenta giunzioni ottenute principalmente con incastri legno-legno, relegando il ferro a sporadiche applicazioni tranne che per la statta sottostante il monaco (sospeso sulla catena) che funge da presidio di controllo: la statta è legata al monaco e avvolge la catena senza toccarla; se la catena poggia su di essa si comprende visivamente che la catena sta inflettendo, il che implica uno stato tensionale di compressione e dunque una probabile crisi dell'attacco puntone-catena, che a sua volta può determinare la presenza di spinte orizzontali sulle murature.

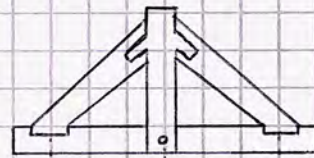
Esistono più modelli di funzionamento delle capriate:



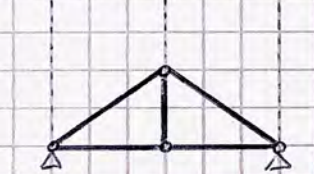
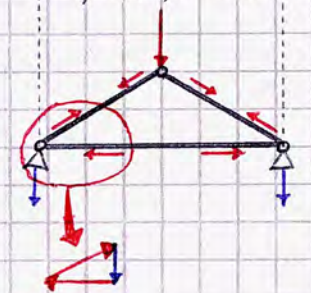
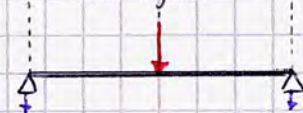
Modello inglese



Capriata palladiana



Monaco connesso a catena



In questo terzo caso, la capriata collassa per rottura della catena in corrispondenza del monaco e del puntone in corrispondenza della saetta.

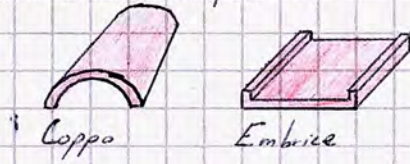
Si osserva che al variare della capriata cambia - anche radicalmente - lo schema statico!

Una delle operazioni più delicate nell'analisi di una capriata esistente è proprio l'interpretazione dello schema statico: si rischia di fare calcoli non congruenti con l'edificio effettivamente esistente.

Essendo il nodo puntone - catena particolarmente delicato perché più suscettibile di attacco dell'umidità, frequentemente si trova un accumulo di elementi irrigidenti nelle sue prossimità, soprattutto nel caso di capriate più antiche.

Sopra le capriate si realizza un graticciato ligneo con il passo finale di 28-30 cm per consentire la posa di tegole, tradizionalmente composte da:

- Coppi e controcoppi
- Coppi ed embrici



L'evoluzione delle capriate si verificò in Francia con le capriate Polonceau in ghisa con copertura in legno; una era presente nella stazione della funicolare di Chiaia a Napoli.

Essendo elementi costruttivi molto pesanti, possono deformare anche gravemente le strutture secondarie.

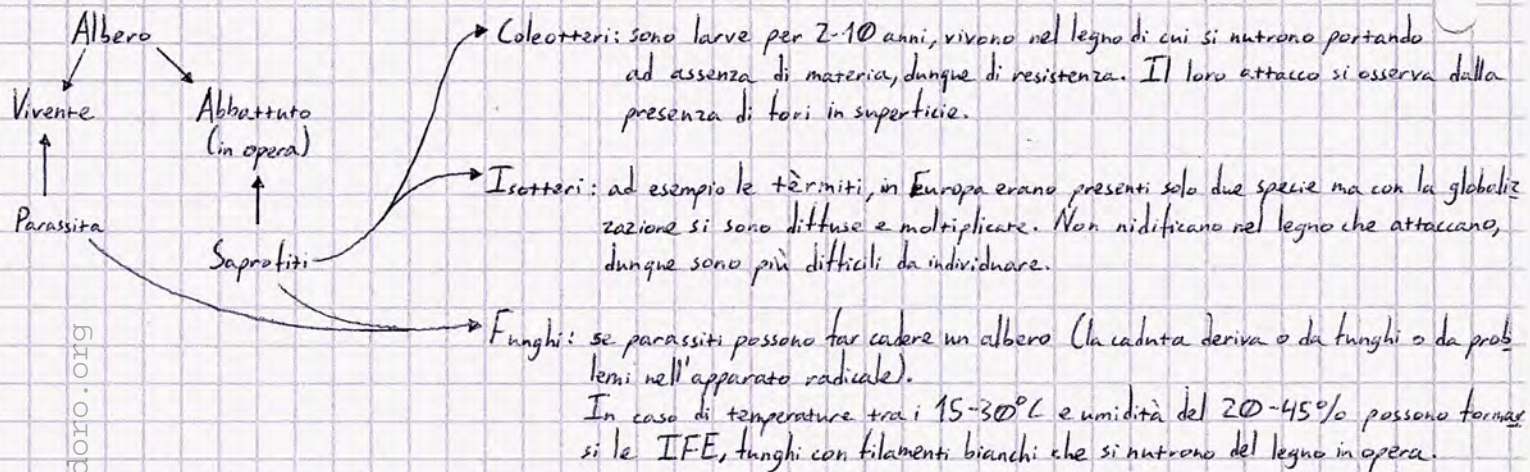
Per meglio valutare la conservazione del legno occorre comprenderne le cause di degrado:

- Fuoco (genesì elementare);
- Umidità;
- Organismi xilofagi: la sporcizia insieme a particolari condizioni di umidità e temperatura favorisce la crescita di funghi e altri microrganismi oppure la nidificazione di insetti.

Per lo studio delle principali patologie del legno è rilevante comprendere lo stato dell'arte in materia; un buon punto di partenza è la consultazione delle norme UNI EN, che consentono di orientarsi al meglio.

Il legno è un materiale organico biodegradabile, naturalmente predisposto al degrado da agenti biologici (insetti e funghi); la sua biodegradabilità in opera è favorita da:

- Condizioni ambientali (temperatura/umidità);
- Specie di appartenenza del legno (amidi/zuccheri);
- Condizioni fisiche delle superfici (irregolarità, micro o macrofessurazioni).



Nei segni che i primi controlli su un sottotetto sono temperatura e umidità: i costruttori antichi tendevano a realizzare piccoli fori in facciata, allineati così da areare l'ambiente e mantenere un microclima costante nell'anno.

L'infezione dei legni in opera - detta carie - può essere bianca o bruna.

Le analisi da condurre sul legno prevedono un primo campionamento con il succhiello di Pressler per caratterizzarne l'essenza ed una valutazione della sua densità con un penetrometro.


Per operare su un legno già in opera — non certificato come i materiali moderni — occorre effettuare più operazioni: il campionamento e la definizione dell'essenza non consentono di determinarne le caratteristiche meccaniche in virtù della presenza di nodi, variazioni macroscopiche di diametro, fenomeni di tessitura...

Ad esempio, l'attacco di agenti xilofagi può essere valutato "bussando" sul legno — per comprendere se è lecito ipotizzare una perdita di resistenza e consistenza — insieme ad una osservazione visiva di eventuali fori di starfallamento.

Più di frequente le indagini tipiche sul legno vanno condotte con degli strumenti di cui è fondamentale la taratura con campioni analoghi:

- Penetrometro: trapano abbinato ad un resistograph, strumento che misura la resistenza a foratura del legno da cui si valuta la densità del materiale.
- Prova ultrasonica: con emittente e ricevente, valuta la velocità di attraversamento di un'onda (maggiore se il materiale è denso);
- Sclerometro: analogo a quello utilizzato per valutare la durezza superficiale del calcestruzzo, misura l'approfondimento di un chiodo sparato nel legno da cui valuta la durezza (si è più inclini all'errore su travi a superficie curve).

Dette prove — di cui le prime due sono correlabili — consentono valutazioni qualitative su dove il materiale presenta più problemi; per ottenere risultati soddisfacenti bisogna confrontare le analisi in sito con prove effettuate su un campione attuale della medesima essenza lignea, con una geometria analoga a quella in sito (sezione; la lunghezza deve semplicemente essere compatibile con le analisi) e condizioni di esercizio (ad es. umidità) parimenti analoghe; da un confronto con il materiale al nuovo si comprende l'effettivo deperimento del materiale.

Nel caso di un solaio con deflessione eccessiva, già nelle applicazioni tradizionali si tendeva ad inserire una trave ortogonale all'orditura prevalente (sarcinale); oggi si impiegano travi in acciaio — eventualmente collegate a squadretta con 5 bulloni  — rompitratta. In tutti i casi è fondamentale garantire l'adesione tra i rompitratta e le travi, solitamente garantita tramite cunei in legno.

Nel caso di problemi che interessano una sola trave, ad esempio a seguito di perdite idriche, si preferisce lavorare all'intradosso — dopo aver puntellato il solaio — incravattando la trave ed affiancandola con due nuove travi che poggiano indipendentemente dalla prima (la marcescenza solitamente interessa gli appoggi); dette travi possono essere in acciaio o legno lamellare, nel secondo caso se la trave preesistente è ancora dotata di resistenza si possono legare le tre travi con viti o simili presidi.

Se non è possibile intervenire all'intradosso (decorazioni, ad es.), è ammissibile annegare una trave nel masso per incravattare l'elemento preesistente purché si abbia cura delle condizioni all'appoggio.

Una tecnologia di miglioramento strutturale delle travi in legno prevedeva — negli anni '50 e '60 — di inserire dei ferri nel legno secondo le stesse geometrie delle armature nelle travi in CLS; la tecnologia è oggi poco usata.

Particolarmente frequente nel miglioramento strutturale è l'intervento estradossale, inserendo doppi tavolati (se possibile) o solette armate (ancorate anche alle pareti e franco); negli anni '80 l'intervento più frequente era il secondo, prevedendo negli interventi più attenti dei calcestruzzi alleggeriti come l'ECA14000 (14 kN/m³); in ogni caso questa tecnologia punta a far lavorare la soletta e scaricare le travi.



Nel caso di problemi nella valera, si tende a prevedere strutture — solitamente intradossali e in acciaio — che interpretano il carico e lo trasportano alle travi.

Un altro intervento di rinforzo frequente prevede di vincolare le pareti attraverso il solaio ancorando il secondo alle prime tramite stutte annegate nel masso o stutte piastriformi vincolate al tavolato, anche su solai tra loro adiacenti (frequentemente orditi a scacchiera, da cui deriva la forma tendenzialmente quadrata delle stanze).

I problemi strutturali nel legno possono riassumersi in:

- Deformazione elastica di lungo periodo: può essere eccessiva e determinare problemi di abitabilità, con lesioni agli estradossi e un appoggio non uniforme per gli arredi.
- Incendio: occorre verificare la riduzione della sezione resistente.
- Agenti xilofagi: oltre a verificare la sezione bisogna aggiungere materiale se mancante.

In ambito fiorentino, dove le travi lignee sono tendenzialmente quadrate, viene elaborato il brevetto Tamponi che prevede un sistema legno-legno di rinforzo.

L'effettiva novità tecnologica prevede l'applicazione di connettori (a piolo  o a cuneo , hanno diverse modalità di calcolo) che rendono collaboranti soletta e travi; i connettori sono più fitti in prossimità dell'appoggio della trave e si annegano nella soletta armata; sono in grado di aumentare la capacità portante del solaio anche del 40-50%.

Per migliorare la qualità tridimensionale delle strutture lignee - soprattutto in copertura - si tende ad aggiungere elementi di acciaio per aumentare la resistenza a sollecitazioni particolari (ad esempio a sisma); si ragiona principalmente sugli agganci e le unioni inserendo viti e piastre per aumentarne la qualità in ottica preventiva.

Nelle strutture lignee spingenti, oltre all'introduzione di catene si tende ad inserire elementi in acciaio simili a controventi di piano che collegano più capriate per evitare il ribaltamento del timpano e ripartire le sollecitazioni applicate.

Il Restauro dalla Rivoluzione Francese a Viollet Le Duc

Come riportato negli appunti di teoria e storia del Restauro, la prima fase - valle della Rivoluzione Francese è iconoclasta: nel 1793 David propone alla Convenzione Nazionale un Monumento alla gloria del popolo in un piedistallo costituito dalle rovine dei monumenti distrutti nei moti, simbolo della vittoria sul potere preconstituito; nello stesso periodo però nascono i primi movimenti "innovativi": il vescovo costituzionalista Henri Gregoire afferma che i barbari e gli schiavi detestano le scienze e distruggono i monumenti d'arte, gli uomini liberi li amano e li conservano.

Nel tempo, l'atteggiamento verso i monumenti cambia pur se ancora con legami di tipo ideologico: non essendo mai esistito un vero e proprio Stato francese (esistevano le monarchie francesi, aventi confini anche molto variabili nel tempo) si punta a ricercare un valore avente carattere identitario ritrovato nei manufatti e nella Storia medioevale; nei monumenti si riconosce un valore nazionale, politico ed ideologico, particolarmente se di epoca medioevale, periodo in cui si ritiene che la Francia moderna tenda le proprie radici.

Uno dei primi personaggi che contribuì in questo senso è Alexandre Lenoir, custode del *Dépôt des Monuments des Arts* nei locali dei Petits Augustins; non esistendo ancora una Storia dell'Arte seguirà ideali di ricostruzione e musealizzazione dei reperti rinvenuti commettendo diversi errori.

Quatremere de Quincy, architetto neoclassico, fornisce una delle prime definizioni di Restauro (in cui si legge ancora l'influenza di pratiche comuni del passato, in particolare seicentesche) e una importante riflessione sul rapporto tra un'opera e il luogo in cui essa viene custodita; è inoltre uno dei principali detrattori dell'operazione di Lenoir.

Scrive un importante manuale dell'Ottocento, immediatamente tradotto in italiano ed utilizzato nelle Scuole di Ponti e Strade, il *Dizionario Storico di Architettura*, in cui alla voce "Restauro" figura:

Ritornare a una cosa le parti guaste e quelle che mancano o per vecchiezza o per altro accidente.

Quatremere de Quincy però distingue tra scultura e architettura in quanto il Restauro scultoreo richiede un contributo creativo suscettibile di errori di interpretazione dell'opera, mentre il Restauro architettonico, essendo gli edifici composti da moduli, possono essere ricostruiti; detto principio è ancora un tema di dibattito: sapere come è fatta un'opera spesso induce a pensare di poterla ricostruire!

Nel tempo la definizione di Restauro viene da lui affinata: in riferimento al Restauro archeologico inizia a smorzare la sua definizione affermando che è accettabile un intervento di ricostruzione se è tale natura da non poter indurre chiechessia in errore; si legge in nuce un importante presupposto per il principio di distinguibilità.

Nel 1842 afferma che se i monumenti antichi fossero stati mantenuti nel tempo si sarebbero conservati senza richiedere interventi di restauro; la sua idea di manutenzione è però da intendersi anche in chiave sostitutiva; per quanto riguarda il Restauro invece:

Basterà riportare insieme le parti mancanti, converrà lasciare nella massa i loro dettagli, di maniera che l'osservatore possa distinguere l'opera antica e quella riportata per completare l'insieme.

In questa definizione si legge una possibile applicazione del principio di distinguibilità attraverso la semplificazione delle forme. Circa il rapporto tra opere d'arte e sito, scrive una lettera al generale Miranda contro la deontestualizzazione delle opere d'arte dovuta alla loro asportazione dal sito per cui sono state concepite.

Tutti i metodi presentati sono validi solo se esiste materia; in sua assenza o si modificano le condizioni di appoggio o si ripristina la materia, ad esempio tramite protesi.

In questo caso la difficoltà è nel garantire un'unione solidale tra il vecchio e il nuovo materiale, come nel caso di calettature e impenetrabilità per collegamenti legno-legno; è sempre fondamentale l'attenzione alle unioni.

In tutti i casi di intervento bisogna assicurarsi che la struttura sia scarica (puntelli), bisogna attendere l'effettivo trasferimento dei carichi (presa/indurimento) e caricare lentamente la struttura; si determinano quindi dei problemi costruttivi.

Per gli architetti neoclassici le strutture sono composte da moduli seriali e ripetibili, senza tener conto della possibilità di stratificazioni.

Nella Francia del 1830-40 intanto sorge un nuovo aspetto legato ai primi problemi sociali dovuti all'industrializzazione, in cui si sviluppa un'idea nostalgica, idillica e idealizzata del passato; non si pensa al valore intrinseco dei monumenti ma al fatto che essi si consumano nel tempo: si ritiene che i monumenti descrivono i grandi avvenimenti della Storia, nasce in questo momento la dizione *la falce distruttrice del tempo*, in cui il tempo è visto come un'entità che consuma tutto irrimediabilmente ed inesorabilmente.

In questo contesto si diffondono le teorie di Alphonse Napoleon Didron, che afferma che in un Restauro non bisogna mai aggiungere e non si può sopprimere in alcun modo l'esistente (oggi entrambe le posizioni vengono accettate con le dovute eccezioni) e che come intervento è meglio consolidare che riparare, riparare che restaurare, restaurare che ritare, ritare che abbellire: in ciò si leggono i presupposti per il criterio del minimo intervento (che oggi è strettamente associato alle modalità effettive di realizzazione dell'intervento, che devono essere indicate).

Numerosi pensatori dell'epoca - tra cui Victor Hugo - rievocano in un certo senso il pensiero di Henri Gregoice, affermando che la conservazione dei monumenti antichi è un dovere etico per collegarsi alla propria Storia; nasce una volontà di conservazione contrapposta agli interessi della speculazione edilizia; Hugo in particolare afferma:

Ci sono due cose in un edificio: il suo uso - che appartiene al proprietario - e la sua bellezza, che appartiene a tutti: distruggere la bellezza è un eccesso dei propri diritti.

Nasce quindi un conflitto tra la proprietà privata e l'interesse collettivo, e con esso i fondamenti per la regolamentazione giuridica della tutela, da cui deriverà il concetto di vincolo (in quest'epoca erano già stati emanati alcuni editti sulla tutela in Italia, come l'editto Pacca o simili atti nel regno borbonico dovuti alla riscoperta di Pompei ed Ercolano e delle relative evidenze classiche).

Le istituzioni francesi cambiano registro: il monumento nazionale che ha contribuito a fondere la Francia-Stato (elemento identitario e nazionalistico) diventa monumento storico; l'ideologia passa in secondo piano perché il monumento viene visto come testimonianza della Storia, va conservato per motivi di Storia e di scienza in qualità di testimonianza di ciò che è accaduto.

Presso il Ministero degli Interni nascono dei funzionari che si occupano di definire i monumenti attraverso un censimento dei beni; gli Ispettori Generali viaggiano per la Francia, individuano i monumenti, definiscono i problemi statici o di degrado e propongono interventi possibili per la conservazione: lo Stato francese assume direttamente l'onere della conservazione.

Tra i vari Ispettori, si segnalano:

Ludovic Vitet: documenta meticolosamente le fabbriche visitate e le relative problematiche di conservazione; nel 1831 scrive al Ministero degli Interni denunciando come ad una maturità nella sensibilità verso i monumenti non corrisponda un approccio scientifico al Restauro che consenta di individuare i modi per prevenire o arrestare il degrado; da ciò nascerà l'idea di formare tecnici specializzati in materia, di cui Viollet Le Duc rappresenterà il primo esponente, avendo inventato la metodologia operativa del Restauro.

16 anni dopo la lettera, progredendo negli studi archeologici Vitet inizia a fornire delle indicazioni per il Restauro, affermando che ~~il Restauro deve raggiungere un accordo, ovvero la consonanza tra le parti di una fabbrica, attraverso interventi di completamento e sostituzione~~ il principale metodo di Restauro è quello di passare inosservati (è il 1847, nel 1842 era stato pubblicato il libro di Quatremere de Quincy in Italia...).

Prosper Mérimée succede a Vitet come ispettore ma persegue un differente (nuovo?) ideale di Restauro, sostenendo che il Restauro deve raggiungere un accordo, ovvero la consonanza tra le parti di una fabbrica, attraverso interventi di completamento e sostituzione.

L'unione delle visioni di Vitet e Mérimée inquadra il Restauro stilistico; non a caso entrambi chiamano Viollet Le Duc al Ministero, con cui parleranno di svariati temi di architettura; con Vitet forse Viollet Le Duc si confronta proprio sul problema degli interventi sull'architettura nel Restauro.

A 21 anni Viollet Le Duc viene mandato in Borgogna per intervenire alla Madeleine di Vézelay (a seguito di inezie nel cantiere di Le Blanc, che aveva dubbi sul come intervenire), progetto con cui convenzionalmente nasce la metodologia del Restauro: in 15 giorni Viollet Le Duc realizza il progetto di massima, in 40 giorni definisce il tutto ed avvia i lavori; l'edificio è molto stratificato, dunque il progettista realizza molti disegni tecnici ed altrettanti in bella copia (da inviare al ministero per i finanziamenti), attua diverse operazioni proprie della pratica professionale attuale.

- Misura dell'edificio e schizzi;
- Riporta le tracce del degrado nei disegni in bella copia;
- Individua l'ossatura portante combinando il rilievo allo studio tecnologico-costruttivo di edifici coevi nell'area;
- Rappresenta le capriate e le altezze dei singoli conci per comprendere come sono fatte le murature;
- Realizza disegni strutturali occupandosi anche di definire le centinature, rappresentando come bisogna condurre gli interventi, non solo quali interventi effettuare;
- Effettua saggi;
- Studia diversi aspetti figurativi;
- Studia le stratificazioni dell'edificio;
- Rappresenta la dinamica degli interventi di scuci e cucii previsti;
- ...

Al di là degli esiti, Viollet Le Duc inventa la metodologia del Restauro modernamente inteso, con il medesimo percorso conoscitivo alla base della pratica professionale attuale.

La commissione NorMal

De Martino

A valle dell'alluvione di Firenze del 1966, nasce un movimento all'interno del CNR, dell'Istituto Centrale per il Restauro (ICR) e altri enti votato alla definizione di un linguaggio comune per la definizione di forme di alterazione e degrado nei materiali lapidei: il moto internazionale di volontari nella città fiorentina aveva infatti comportato notevoli difficoltà nella comunicazione tra attori di nazionalità diverse, in una situazione evidentemente emergenziale.

Nel 1978 viene quindi nominata la commissione **NOR**mativa **MATER**iali **LAP**idei per definire le forme di alterazione nei materiali lapidei (anche per gli elementi decorativi: la commissione ha obiettivi universali), l'efficacia degli interventi, le raccomandazioni...

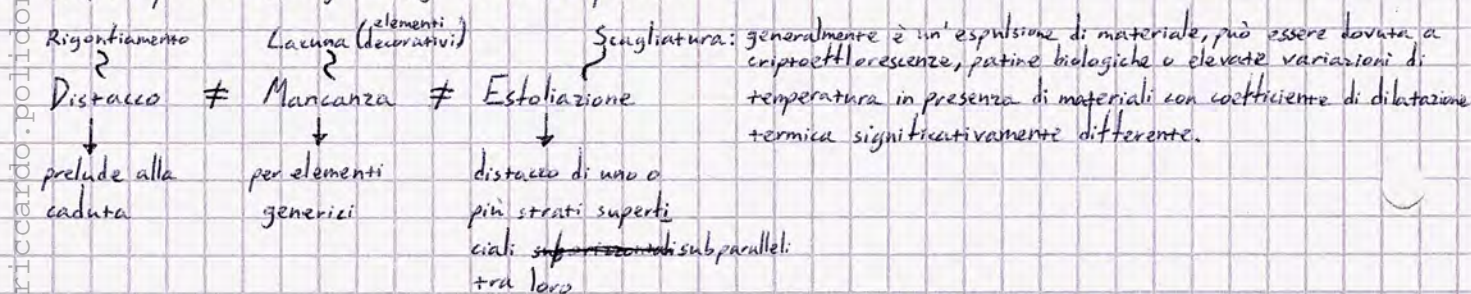
La Commissione si occupa di definire termini specializzati sui problemi legati ai materiali lapidei in maniera estremamente interdisciplinare (includendo nozioni di Chimica, Fisica, Biologia, Storia, Archivistica, ...), mirando agli oggetti di interesse storico e artistico (ex. L. 39/1939) riguardando documenti, architetture, monumenti, tessuti, metalli, sculture, arti figurative... Nasce una corrente votata a ridurre il margine di errore negli interventi sui materiali più disparati.

Le **Raccomandazioni NorMal 1/1988** rappresentano il primo documento che definisce le alterazioni e le degradazioni dei materiali lapidei; nella sua prima sezione sono incluse delle definizioni, tra cui:

- Materiali lapidei;
- Alterazioni: modificazioni nel materiale che non implicano necessariamente un peggioramento delle sue caratteristiche;
- Degradazioni: modifiche al materiale che implicano un peggioramento delle sue caratteristiche.

Nella normativa sono poi introdotti dei simboli grafici convenzionali in una apposita tabella, così da risolvere il problema del lessico attraverso una norma sull'uso dei simboli. I simboli grafici sono identificati come Letraset XXX, R41 X etc. dai nomi delle case produttrici dei retini o dei simboli; nel caso di fessurazioni invece si utilizzava il pennino 0,8 (prescindendo dalla scala).

Il lessico così costruito è però intrappolato ai materiali lapidei: poiché i fenomeni di degrado assumono declinazioni differenti a scala regionale, le indicazioni NorMal rischiano di essere troppo generiche. Rimandando alla norma per una lettura più approfondita, si riportano di seguito degli schemi esemplificativi.



Crosta \neq Incrostazione

↓
Più essere legata a interventi precedenti

↓
Frequentemente di natura biologica

La Norma detinisce anche gli interventi conservativi, articolati in tre fasi (le tre fasi non vanno intese come rigorosamente cronologiche: intonaci molto fragili richiedono ad esempio un preconsolidamento; allo stesso modo, per poter intervenire su certe parti di un'opera può essere necessario effettuare una preliminare operazione di protezione di altre porzioni dell'opera stessa, presumibilmente suscettibili a danni collaterali o

comunque di particolare sensibilità e vulnerabilità):

- Pulitura: rimozione **irreversibile** di quanto è ritenuto dannoso per il materiale lapideo, oltre ad eventuali depositi (essendo irreversibile, sono necessarie elevate precauzioni!);
- Consolidamento;
- Protezione.

Pulitura

Una buona pulitura deve essere:

- Selettiva;
- Sufficientemente lenta (così da essere graduabile, consentendo di valutare progressivamente il risultato);
- Non deve produrre microfratture e forti abrasioni sulla pietra;
- Non deve lasciare materiali residui dannosi per la pietra;
- Deve avere un costo commisurato al valore storico-artistico del manufatto.

Metodi di pulitura:

- Acqua nebulizzata (l'acqua agisce come solvente, raggiunge la superficie in fase di ricaduta);
- Impacchi acquosi con materiali assorbenti (l'acqua è a contatto con l'opera per più tempo, non è possibile un controllo visivo progressivo perché l'operazione richiede il ricoprimento del manufatto);
- Soluzioni o sospensioni acquose ad azione solvente (preparati chimici, rigorosamente a pH neutro);
- Metodi meccanici (bisturi, spatole, etc.);
- Pulitura a laser (raggiunge temperature di 4000-5000°C);
- Puliture enzimatiche.

Prima di effettuare l'intervento si possono condurre dei saggi di pulitura in parti poco visibili del manufatto, se non dei saggi stratigrafici per piccole campionature.

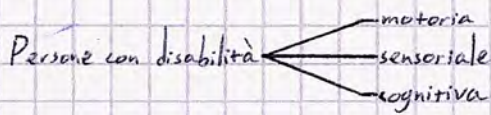
Conservazione e Accessibilità

Veronese

Il progetto di Restauro dal punto di vista dell'adeguamento alle norme attuali è una problematica ingente, che richiede valutazioni di tipo culturale (gli edifici del passato vanno usati nel presente): nella compatibilità tra rispetto dei valori storico-architettonici e il rispetto delle normative, quale è preponderante? In ciò sono utili gli approcci del Restauro critico, che prevede l'attività architettonica nella risignificazione dell'edificio, ha un ruolo preponderante.

Tra le questioni più importanti rientra la normativa legata all'accessibilità, incentrata su come le persone devono fruire l'edificio: fino a qualche anno fa la problematica era essenzialmente legata al superamento delle barriere architettoniche, ora invece si parla di **universal design**: l'obiettivo è quello di consentire a tutti la fruizione dell'edificio nel miglior modo possibile (ricordiamo ad esempio il concetto di **disabilità temporanea**; bisogna guardare a tutte le esigenze), seguendo l'idea di progettare una fruizione quanto più ampliata possibile.

L'origine del dibattito nel Restauro in Italia nel merito inizia nel 1965, con la conferenza internazionale sulle barriere architettoniche di Stresa (su spinta dell'UNESCO, internazionale), legato sia alle barriere fisiche (gradini) che materiche (breccioline). Su questa scia, nel 1998 viene pubblicato un numero monografico della rivista TEMA (tempo-materia-architettura, rivista di Restauro non più attiva) che si apre con la citazione «La pura contemplazione non appartiene all'Architettura» (A. Bellini)



Negli anni cambia anche il termine: oggi si utilizza "persone con disabilità"

Riferimenti normativi

L. 13/1989: Disposizioni per favorire il superamento e l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici privati, prima legge in materia, si incentra sul tema delle barriere architettoniche.

D.M. 236/1989: Regole tecniche, prescrizioni per garantire accessibilità, adattabilità e visitabilità degli edifici privati e pubblici.

L. 104/1992: Legge quadro per l'assistenza, l'integrazione sociale e i diritti delle persone handicappate (malgrado i termini della norma, cambia l'approccio).

D.P.R. 503/1996: Regole recanti norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche in edifici, spazi e servizi pubblici.

Accessibilità: possibilità, anche per persone con ridotta o impedita capacità motoria o sensoriale, di raggiungere l'edificio e le sue singole unità immobiliari e ambientali, di entrarvi agevolmente e di fruire gli spazi e le attrezzature in condizioni di adeguata sicurezza e autonomia (D.M. 236/89, Art. 2).

Visitabilità: possibilità, anche da parte di persone con ridotta o impedita capacità motoria o sensoriale, di accedere agli spazi di relazione e almeno un servizio igienico di ogni unità immobiliare; il soddisfacimento deve essere consentito in:

- Sale e luoghi per riunioni, spettacoli e ristorazione;
- Strutture ricettive;
- Luoghi di culto

Si osserva che la visitabilità è una condizione più tenue rispetto alla accessibilità.

Nei riferimenti normativi introdotti sono presenti diversi requisiti prestazionali demandati al progetto, tra cui si cita:

- Superamento di dislivelli: fino a 2,40 m di dislivello è possibile utilizzare una rampa, oltre è necessario un ascensore o una piattaforma. La rampa deve rispettare i seguenti criteri:

La stabilizzazione dei prati e dei battuti, realizzata con sottotondo e calce che cementificano il materiale incoerente (es. brecciolini), consente di rendere percorribili le superfici!

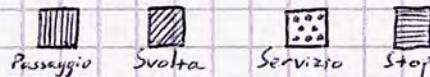
- Pendenza massima: 8%;
- Cordolo laterale (battitura) di altezza minima 10 cm;
- Larghezza minima di 150 cm (passaggio di 2 sedie a rotelle);
- Un pianerottolo di lunghezza 150 cm ogni 10 m di sviluppo longitudinale.

L'ascensore deve rispettare delle misure minime:

- Piattaforma di almeno 1,40 m x 1,40 m;
- Ingresso minimo di 75 cm;
- Se l'ascensore ha due porte a 90°, almeno un lato dev'essere di 2,20 m per consentire la manovra.

- Bagni: con indicazioni normative note;

- Pavimentazione: celebre è il sistema Rogers:



Nel 2008 il Ministero dei Beni Culturali emana delle linee guida per il superamento delle barriere architettoniche in luoghi di interesse culturale, con esempi di varie soluzioni progettuali incentrate sul concetto che il progetto rende accessibile un edificio alle persone, che in quanto tali hanno gli stessi diritti.

D.P.R. 503/1996: applica anche delle deroghe per gli edifici vincolati che non possono soddisfare i requisiti di accessibilità, ammettendo il ricorso ad opere provvisorie o in subordine con attrezzature d'ausilio e apparecchi mobili non stabilmente ancorati alle strutture edilizie.

Tra i migliori interventi in Italia in termini di accessibilità è il Restauo dei Mercati Traianei del 2002, con elementi *stair & ramp* (stair è ramp, entrambi in un elemento: tutti accedono allo stesso modo), in un percorso organico e unitario.

L'accessibilità cognitiva può essere garantita con app e ricostruzioni grafiche e colorimetriche per far comprendere la morfologia del luogo da visitare.

La normativa in materia di Beni Culturali e il Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio

Le leggi sui Beni Culturali, abrogate e riunite in un primo Testo Unico nel 1999, sono oggi raccolte nel Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio (d.lgs. 42/2004), riguardanti tutti i beni, dal rinvenimento all'edilizio.

Breve storia della tutela in Italia

La tutela in Italia nasce nel 1909 (esiste una prima legge del 1902, ma è di poca efficacia) con la L. 364: i Savoia prima dell'Unità erano a governo di uno dei pochi stati sulla Penisola ancora privo di leggi in materia, poiché esse avrebbero limitato la proprietà privata.

Nel 1939, in pieno regime, il ministro Bottai emana due importanti leggi nazionali: la L.n. 1089, sulle cose di interesse storico e artistico, e la L.n. 1497 sulle bellezze naturali e panoramiche, rimaste in vigore per 60 anni.

Nel 1948, tra gli 11 principi fondamentali della Costituzione (che regolano i rapporti tra persone) figura l'Articolo 9, che sancisce il ruolo dello Stato nella tutela del paesaggio e del patrimonio storico-artistico (prima nazione a farlo). A seguito di altre fasi, tutto confluisce nel d.lgs. 42/2004.

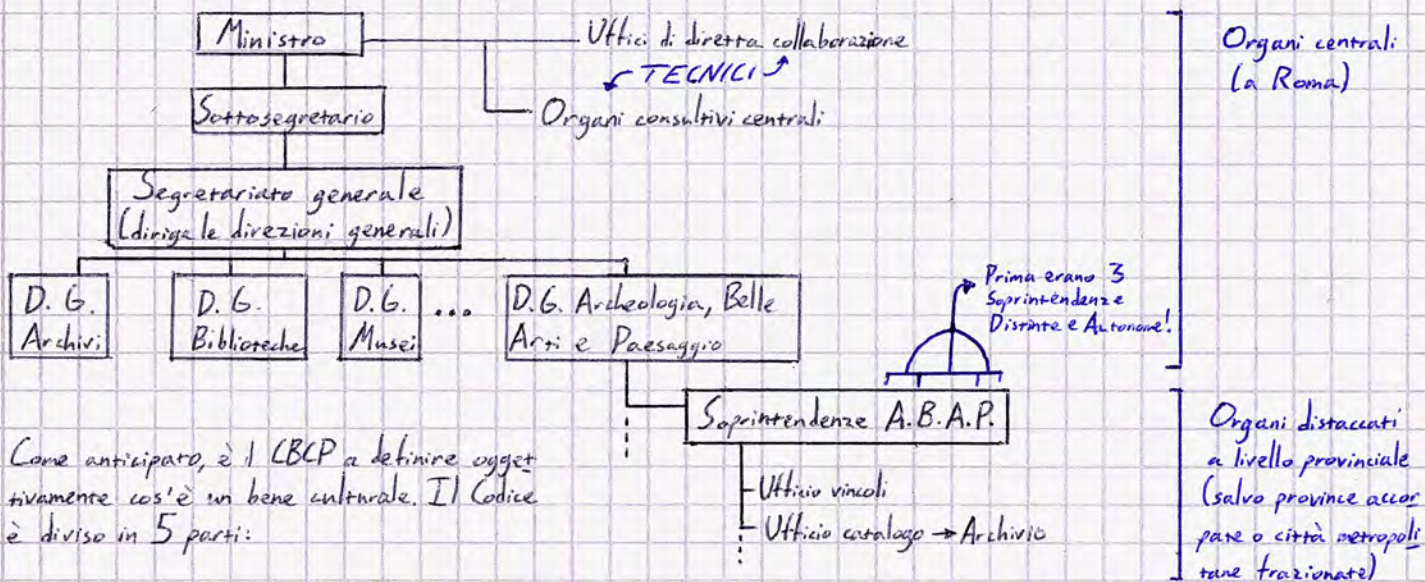
L. 1089/39 Art. 1: Sono soggette alla presente legge tutte le cose mobili e immobili che presentano interesse artistico, storico, archeologico, etnografico

↳ il "BENE" culturale nasce in ambito internazionale con la convenzione dell'Aja del 1954, sulla difesa dei beni culturali in caso di guerra. Si parla di beni, e non cose, perché vi si riconosce un VALORE.

A livello nazionale, l'Italia è il primo paese a dare una definizione legislativa di Bene Culturale con la Commissione Franceschini del 1964, il cui testo di legge non fu approvato per motivi politici ma che all'Art. 1 definisce come bene culturale tutto ciò che costituisce una testimonianza materiale avente valore di civiltà (richiama

Brandi nella matericità: ci si occupa della parte materiale di un'opera, non della sua arte); viene seguita dalla Commissione Papaldo, che all'Art. 1 richiama la L.n. 1089 affermando che le "cose..." sono beni culturali.

Nel 1975, avendo i Beni Culturali acquisito maggior valore, dalle richieste di maggior tutela nasce il Ministero dei Beni Culturali e Ambientali, che acquisisce le funzioni di tutela delle direzioni antichità e belle arti etc. del Ministero della Pubblica Istruzione. Il Ministero cambia nome negli anni (MIBAC, tenendo conto delle attività culturali come il cinema, poi MIBACT, oggi Ministero della Cultura) ma non struttura:



Come anticipato, è il CBCP a definire oggettivamente cos'è un bene culturale. Il Codice è diviso in 5 parti:

1. Disposizioni generali
 2. Beni Culturali
 3. Beni Paesaggistici
 4. Sanzioni
 5. Disposizioni transitorie, abrogazioni e entrata in vigore
- ↳ Nella stessa legge: hanno lo stesso valore e le stesse modalità di tutela.
- ↳ PENALI (1-4a) e amministrative

II (BCP (d.lgs. 42/2004): Articoli estratti

Art. 1: In attuazione dell' Art. 9 Cost., la Repubblica tutela e valorizza il patrimonio culturale.

Art. 2: Il patrimonio culturale è costituito dai beni culturali e dai beni paesaggistici (nasce la definizione di patrimonio culturale)

Art. 3: La tutela è l'esercizio delle funzioni sulla base di un'attività conoscitiva per l'individuazione dei beni costituenti il patrimonio culturale. (È una prerogativa Statale, così come il Restauro di un bene vincolato)

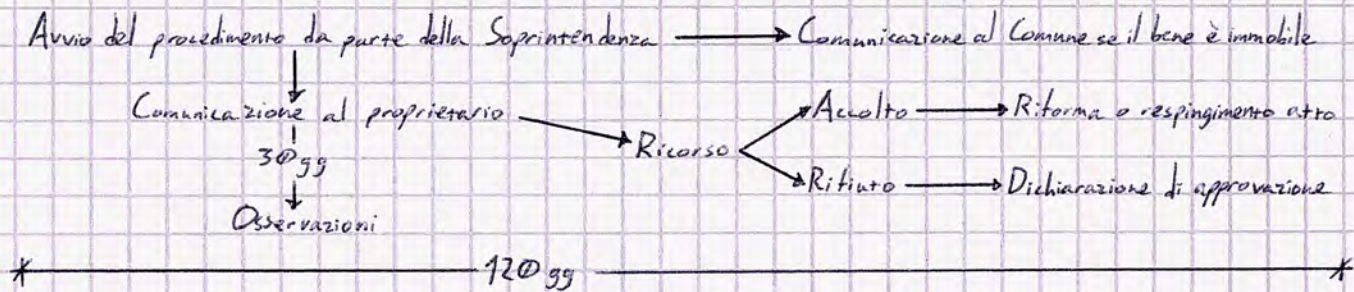
Art. 6: La valorizzazione è l'esercizio delle funzioni necessarie a promuovere la conoscenza del patrimonio culturale e per assicurarne la migliore utilizzazione e fruizione pubblica.

Art. 10: Beni culturali:

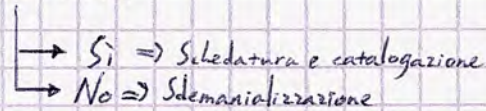
- 1) Tutte le cose mobili o immobili ... (L. 1089) appartenenti allo Stato, alle regioni, alle province, a enti pubblici territoriali nonché a ogni ente o istituto pubblico e a persone giuridiche senza fini di lucro... [con interesse storico, artistico, etnoantropologico];
- 2) Raccolte di musei, documenti, librerie dello Stato;
- 3) Tutte le cose... (L. 1089) non appartenenti allo Stato [L. J], con interesse storico, artistico, etnoantropologico se interviene la dichiarazione prevista all' Art. 13.

Salvo le disposizioni sul diritto d'autore, NON sono Beni Culturali le opere di un autore vivente o la cui esecuzione non supera i 50 anni per le cose mobili e i 70 anni per quelle immobili (fino al 2011 il limite era unitariamente fissato a 50 anni!)

Art. 13: Dichiarazione di interesse culturale (vincolo)



Art. 12: Verifica di interesse culturale (attuata dallo Stato sui propri beni, ad esempio a seguito di rinvenimenti: tutto ciò che è sotto il piano campagna è dello Stato)



Art. 45: Prescrizioni di tutela indiretta: relative a edifici intorno a un monumento, non vincolati direttamente ma soggetti ad alcune prescrizioni.

Art. 18: Il Ministero assolve alle funzioni di vigilanza

Art. 19: Ispezione: i Soprintendenti possono disporre con preavviso di almeno 5 giorni (salvo urgenze) => un Bene Culturale privato resta tale ma è soggetto a controlli!

Art. 20: Interventi vietati: limitati a lavori e interventi possibili; ~~senza~~ l'esecuzione di lavori di qualunque genere è subordinata all'autorizzazione della Soprintendenza.

Il procedimento è:



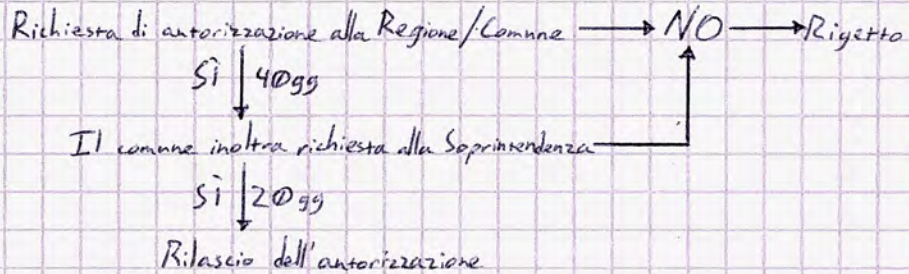
Art. 29: Il Restauro è un intervento diretto sul bene attraverso un complesso di operazioni finalizzate all'integrità materiale e al recupero del bene medesimo, alla protezione ed alla trasmissione dei suoi valori culturali (l'Art. in generale tratta di conservazione, definendo gli interventi possibili).

I Beni Paesaggistici sono definiti specularmente:

Art. 136: definisce i beni paesaggistici come beni immobili aventi valore paesaggistico (anche ville non classificate come beni culturali o nuclei e centri storici).
Ciò che è oggetto di vincolo paesaggistico sono vincolati nel loro aspetto esteriore, non interno (dentro si ha libertà di azione)

Art. 142: appone un vincolo paesaggistico *ope legis*, come ~~vincolo~~ ^{entro} 300 m dalla linea di Lattigia

⚠ La richiesta di autorizzazione paesaggistica va inoltrata alla Regione, con una propria commissione paesaggistica (anche se spesso si delega tale funzione al singolo comune); si avvia il seguente iter:



30.05.2024 - Fine

Prostano Architettonico

proff. Raffaele Amore

Luigi Veronese

Gianluigi De Martino

18.06.24 - 28