



SUPERFICI ESTERNE LA RICERCA E IL CANTIERE

di Cesare Feiffer

Il tema della conservazione delle superfici storiche ha impegnato in questi decenni un numero elevato di studiosi, ricercatori e tecnici di varia natura, ognuno con il taglio specialistico legato ai propri interessi, alla propria preparazione e alla propria cultura.

In molti si sono dedicati all'argomento che di per sè è vastissimo e spazia dall'analisi delle tecniche storiche, alle modalità d'invecchiamento e di degrado, fino alle metodiche d'intervento e alle diverse filosofie che spingono in una direzione piuttosto che in un'altra. La letteratura tecnica è cresciuta esponenzialmente e ha portato - è innegabile - sia ad una maggiore sensibilità e cultura degli operatori, sia ad un allargamento degli oggetti da tutelare, che oggi non sono più solo le pietre e i marmi, ma anche i cotti, gli intonaci, le pellicole pittoriche, ecc. tutto ciò che in pratica connota e caratterizza l'autenticità dell'opera sulle sue superfici fisiche.

Se si scorrono gli atti dei convegni, che sono moltissimi e di enorme spessore scientifico, le pubblicazioni del settore, le raccolte enciclopediche di studi sui materiali storici, i trattati sulle forme di degrado e le ricerche sulle caratteristiche del consolidamento, della pulitura o della protezione, emerge lo straordinario livello scientifico, l'approfondimento fantascientifico dei dettagli, delle tecnologie, dei percorsi di ricerca, ecc. La ricchezza di questa cultura specialistica è tale che pensare di raccogliere in una bibliografia il sapere degli ultimi vent'anni, relativamente al tema della conservazione delle superfici, sarebbe cosa assai ardua.

... Scarsa la letteratura su un problema determinante

Accanto a tanta scienza sono da rilevare un paio di aspetti affatto secondari per la professione dell'architetto restauratore. Il primo è che buona parte delle ricerche è costituita da approfondimenti monografici nei vari rami delle scienze e delle tecniche ed ha la caratteristica,

come tutte le ricerche specialistiche, di entrare all'interno dei problemi, di analizzarne e sviscerarne gli aspetti più minuti, più particolari, i dettagli più esasperati, ma di chiudersi, molto spesso, nel proprio universo; diventando sempre più specialistica, la ricerca è andata, com'è giusto, più in profondità nei problemi, ma ha trascurato, una visione più ampia, perdendo di vista l'architettura nel suo complesso o meglio le necessità della conservazione architettonica. In pratica si è sempre più ragionato in termini di "micron" piuttosto che di "metri quadri". Così, spesso, il restauratore degli affreschi, delle pietre, dei legni e dei metalli possiede metodi propri, filosofie indipendenti che possono essere anche diversi e contrari a quelli del restauro architettonico o, meglio, della conservazione. Qualche tempo fa ho già posto l'attenzione sui pericoli delle visioni settoriali dei problemi specialistici e di come questi rendano il progetto e il cantiere assolutamente ingovernabili perché, mancando un metodo comune, le scelte culturali diventano indipendenti e spesso incoerenti tra loro.

Il secondo aspetto riguarda la scarsità di contributi in quel settore particolare qual'è l'operatività della conservazione delle superfici e cioè quei problemi che stanno tra il progetto e il cantiere. In questo senso, poco trattati dalla letteratura sono sempre stati i temi della progettazione (cos'è la qualità di un progetto di conservazione, come si rappresenta, quali rapporti ci sono tra analisi e sintesi, quale analisi per quale sintesi, ecc.), quelli importantissimi delle fasi post-progetto e pre-cantiere (come si computano e si stimano le opere di conservazione, quali sono i capitolati da utilizzare, quali le specifiche tecniche, ecc) fino al cantiere vero e proprio (successione delle tecniche, rapporti tra tecniche e problemi della sicurezza, la stessa gestione dei S.A.L., ecc.)

Pochi studiosi sono riusciti a riassumere i risultati della ricerca su questi due temi di grande interesse per l'operatività, sintetizzandoli e fornendo in modo molto pragmatico indirizzi precisi per consentire ad altri, magari meno esperti, di non perdersi nell'iter operativo. Pochi sono i contributi che legano l'analisi alla sintesi, fornendo al lettore indirizzi concreti e di qualità su come procedere nelle varie situazioni che si presentano in un intervento di conservazione di una superficie architettonica. Una delle ragioni di tale arretratezza è legata al fatto che non molti tra gli studiosi hanno avuto esperienze nella gestione diretta di progetti di conservazione e di cantieri inerenti le superfici storiche; pochi hanno avuto realmente intense e numerose attività operative e di cantiere (in termini architettonici ed edilizi, di controllo e gestione di interi prospetti e non solo di limitati problemi relativi al singolo elemento decorativo). Pochi hanno verificato le loro pubblicazioni con i risultati quotidiani della loro professione di restauratore. Pochi hanno con-

frontato l'esito delle loro ricerche con decine di cantieri che la prassi quotidiana dovrebbe sottoporre ad uno studioso "operante" e pochi hanno messo a confronto i risultati raccolti nell'una e nell'altra strada. Pochissimi sono anche i testi che legano il progetto al capitolato speciale d'appalto e questo alle specifiche tecniche, argomento ignoto ai più. Molti sono gli studi, pochi però sono quelli che possiedono questa connotazione e scarsa è, quindi, la letteratura su un problema determinante come la prassi del "progetto e del cantiere di conservazione" che, bisogna ricordare, è un progetto particolare con specifici modi per condurre l'analisi e la diagnosi, con propri codici e metodologie di rappresentazione, con specifici e particolari strumenti capitolari, e con singolari tecniche d'intervento.

Lamentando queste carenze, e sottolineando tali lacune culturali, non voglio assolutamente negare l'avanzamento della scienza e della cultura di settore, tutt'altro! Noto solo la scarsa percentuale di quei lavori che, tenendo presenti le necessità della prassi della conservazione architettonica (e quindi sintesi progettuale e operatività di cantiere), suggeriscono all'operatore gli elementi essenziali e cioè: *quando, dove, quanto e come intervenire*.

Tra i pochi studiosi che dedicano la loro attività di studio e di ricerca alla diffusione di questo particolare sapere c'è sicuramente Paolo Gasparoli che, nella sua triplice figura di docente universitario, di libero professionista e direttore tecnico di un'impresa specializzata, ha fornito in questi anni un contributo determinante alla prassi del restauro.

Paolo ha già pubblicato notevoli studi che hanno riguardato il problema superficie storica, diagnosi e tecniche d'intervento. Le sue pubblicazioni uscite per i tipi di Alinea sono state: un *Manuale della qualità e procedure gestionali per la piccola e media impresa edile* (1996); *La manutenzione delle superfici edilizie* (1997); *La conservazione dei dipinti murali* (1999). Recentemente (ottobre 2002), sempre con la medesima casa editrice, ha pubblicato il suo quarto volume intitolato: *Le superfici esterne degli edifici: degradi, criteri di progetto e tecniche di manutenzione*.

Considerando molto importante (assieme ai precedenti) l'ultimo suo lavoro, ho voluto trattarlo nell'ambito dell'editoriale. Esso colma, a mio avviso, la

profonda lacuna della scarsa operatività della letteratura e quindi della debole incisività, nella prassi quotidiana, della scienza della conservazione delle superfici storiche. Il testo tratta con esemplare schematicità, ampiezza di documentazione e ricchezza di esemplificazioni i problemi dell'analisi, del degrado e dell'intervento delle superfici intonacate, di quelle lapidee, di quelle cementizie, di quelle rivestite con materiali di varia natura (legno, ceramica, ferro, ecc.) per finire con le coperture piane e inclinate. Opera ciclopica sicuramente, ma non è questa a mio avviso l'unica caratteristica del lavoro, quanto quella di coniugare ricerca specialistica e approfondita e gestione delle soluzioni a livello architettonico, senza perdersi in particolarismi ma mantenendo una visione architettonica dei problemi, con la volontà di fornire uno strumento operativo completo ai professionisti che operano nel settore.

Dalle dense pagine di indicazioni tecniche in fase di analisi, diagnosi e intervento nei confronti dei vari materiali, emerge tutta la ricchezza di esperienze dell'autore; di uno che ha condotto di persona l'impresa di restauro, affrontando i problemi tecnici e operativi che quotidianamente essa presenta, ma contemporaneamente si è trovato innumerevoli volte dall'altra parte, quella del D.L. ed è presente nelle aule dell'Università per travasare il suo sapere e le sue esperienze.

Peccato che di queste figure l'Università ne abbia pochissime e, quel che è peggio, non ne senta il bisogno, soprattutto nel nostro settore!

Gasparoli è un tecnologo e quindi, per scelta, né un restauratore né un conservatore. La tecnologia, tra coloro che s'interessano dei beni del passato, ha un suo preciso e ben definito spazio che per molti versi e in molte circostanze non è in contrasto con la cultura della conservazione e del restauro. Anzi, il lavoro di Gasparoli fa pensare che le relazioni e i rapporti tra i due mondi sarebbero più che mai ricchi e densi di prospettive per tutti se nell'Università si pensasse un po' meno in termini di micron.



La copertina dell'ultimo libro di Paolo Gasparoli, pubblicato da Alinea (2002)

... come la prassi del "progetto" e del cantiere di conservazione

Paolo Gasparoli

**LE SUPERFICI ESTERNE DEGLI EDIFICI
DEGRADI, CRITERI DI PROGETTO, TECNICHE DI MANUTENZIONE**

INDICE

Presentazione

(Valerio Di Battista)

Introduzione

1 ATTIVITÀ ANALITICHE, DIAGNOSI TECNICA, PATOLOGIE EDILIZIE

1.1 Degradi e patologie delle superfici edilizie

1.2 La diagnosi del degrado degli elementi tecnici

1.3 Fasi della diagnosi delle condizioni di degrado degli elementi tecnici

1.3.1 Rilievo preliminare

1.3.2 Prediagnosi delle condizioni di degrado degli elementi tecnici

1.3.2.1 Osservazione visiva a fini di prediagnosi tecnica

1.3.3 Diagnosi del degrado degli elementi tecnici

1.4 Selezione critica e cenni sui metodi di diagnosi strumentale per la valutazione del degrado degli elementi tecnici

1.4.1 Prove in situ

1.4.1.1 Termografia

1.4.1.2 Monitoraggio ambientale

1.4.1.3 Radiografia

1.4.1.4 Magnetometria

1.4.1.5 Ultrasuoni

1.4.1.6 Indagine sonica

1.4.1.7 Endoscopia

1.4.1.8 Misura del contenuto d'acqua

1.4.1.9 Pull-off

1.4.1.10 Sclerometria

1.4.1.11 Monitoraggio dei dissesti

1.4.2 Prove di laboratorio

1.4.2.1 Cromatografia ionica

1.4.2.2 Sezione lucida

1.4.2.3 Indagini mineralogico-petrografiche

1.4.2.4 Termogravimetria con curva differenziale

1.4.2.5 Prove meccaniche

Bibliografia

2 IL DEGRADO DELLE SUPERFICI EDILIZIE

2.1 Principali cause di degrado delle superfici edilizie

- 2.1.1 Considerazioni generali
- 2.1.2 L'inquinamento atmosferico
 - 2.1.2.1 *Azione dell'anidride carbonica sui materiali calcarei*
 - 2.1.2.2 *Azione dell'anidride solforica sui materiali calcarei*
 - 2.1.2.3 *Altri agenti inquinanti*
 - 2.1.2.4 *Depositi di particolato atmosferico (croste nere)*
- 2.1.3 Fenomeni di natura fisico-meccanica
 - 2.1.3.1 *Il gelo (crioclastismo)*
 - 2.1.3.2 *Gli sbalzi termici*
 - 2.1.3.3 *L'acqua e il vento*
- 2.1.4 Fenomeni di origine chimica
 - 2.1.4.1 *La cristallizzazione salina*
 - 2.1.4.1.a Solfati
 - 2.1.4.1.b Carbonati
 - 2.1.4.1.c Nitrati
 - 2.1.4.1.d Cloruri
 - 2.1.4.1.e Sali di vanadio
 - 2.1.4.1.f Sali di cromo
- 2.1.5 Fenomeni di origine biologica
 - 2.1.5.1 *Gli agenti biodeteriogeni*
 - 2.1.5.1.a Gli organismi autotrofi
 - 2.1.5.1.b Gli organismi eterotrofi
 - 2.1.5.1.c Animali e insetti
- 2.1.6 Morfologia degli elementi di facciata
- 2.1.7 Problemi di incompatibilità tecnologica
 - 2.1.7.1 *Incompatibilità di tipo chimico*
 - 2.1.7.2 *Incompatibilità di tipo fisico-meccanico*
 - 2.1.7.3 *Incompatibilità di tipo elettrochimico*

2.2 Il degrado delle superfici edilizie dovuto all'umidità

- 2.2.1 Considerazioni generali
- 2.2.2 I fenomeni legati all'umidità
- 2.2.3 Principali cause della presenza di umidità nei muri
 - 2.2.3.1 *L'umidità da risalita capillare*
 - 2.2.3.1.a Porosità dei materiali
 - 2.2.3.1.b Evaporazione superficiale
 - 2.2.3.1.c Vento ed esposizione al sole
 - 2.2.3.1.d Struttura dei materiali
 - 2.2.3.1.e Temperatura e concentrazione salina
 - 2.2.3.2 *Umidità di costruzione*
 - 2.2.3.3 *Umidità di condensazione*
 - 2.2.3.4 *Umidità da infiltrazioni*
 - 2.2.3.5 *Umidità accidentale*

- 2.3 Patologie dovute alla presenza di umidità**
 - 2.3.1 Cause fisico-meccaniche
 - 2.3.1.1 *Variazioni dimensionali*
 - 2.3.1.2 *Gelività*
 - 2.3.1.3 *Variazioni di conducibilità termica*
 - 2.3.1.4 *Pressione del vapore*
 - 2.3.2 Cause chimiche
 - 2.3.2.1 *Cristallizzazione*
 - 2.3.2.2 *Erosione alveolare*
 - 2.3.3 Cause biologiche
- 2.4 Metodi di rilevamento strumentale dell'umidità nelle murature**
 - 2.4.1 Parametri significativi per il rilevamento dell'umidità nelle murature
 - 2.4.1.1 *Contenuto di umidità*
 - 2.4.1.2 *Umidità fisiologica*
 - 2.4.1.3 *Eccesso di acqua*
 - 2.4.2 Metodi di misurazione dell'umidità
 - 2.4.2.1 *Metodi ponderali*
 - 2.4.2.2 *Misurazione con il carburo di calcio (metodo Hoescht)*
 - 2.4.2.3 *Apparecchi di misura elettronici (metodi conduttimetrici)*
 - 2.4.2.4 *Metodo a microonde*
 - 2.4.2.5 *Misure con radiazioni nucleari*
- 2.5 Lettura dei fenomeni umidi attraverso osservazione visiva**
- 2.6 Principali rimedi contro l'umidità**
 - 2.6.1 Metodi di sbarramento fisico, fisico-chimico, elettrosmotico nei confronti della risalita capillare
 - 2.6.1.1 *Riduzione della sezione capillare assorbente (metodo edilizio)*
 - 2.6.1.2 *Sbarramenti orizzontali con materiale anticapillare (metodo meccanico)*
 - 2.6.1.2.a Sistema del taglio con carotatrici
 - 2.6.1.2.b Sistema del taglio con la sega
 - 2.6.1.2.c Sistema del taglio con il filo
 - 2.6.1.3 *Procedure di completamento dei sistemi fisici di sbarramento orizzontale*
 - 2.6.1.4 *Barriere fisiche impermeabili inserite a pressione*
 - 2.6.2 Sbarramento orizzontale con iniezioni di formulati chimici
 - 2.6.2.1 *Iniezioni con effetto idrofobizzante*
 - 2.6.2.2 *Parametri generali dei formulati chimici*
 - 2.6.2.3 *Procedimenti di impregnazione*
 - 2.6.2.4 *Sistema SAF (sistema a fusione) un metodo chimico/fisico*
 - 2.6.3 Metodi passivi di allontanamento dell'acqua dalle murature
 - 2.6.3.1 *Impermeabilizzazione dei muri contro terra*
 - 2.6.3.2 *Drenaggi*
 - 2.6.3.3 *Intercapedini*

- 2.6.4 Metodi di evacuazione dell'acqua contenuta nelle pareti
 - 2.6.4.1 *Sifoni atmosferici*
 - 2.6.4.2 *Intonaci macroporosi (o deumidificanti)*
 - 2.6.4.3 *Prodotti antisale*
 - 2.6.4.4 *Elettrosmosi*
 - 2.6.6.4.a Elettrosmosi attiva
 - 2.6.6.4.b Elettrosmosi passiva
- 2.6.5 Difesa delle murature dall'umidità atmosferica e dalle condensazioni
 - 2.6.5.1 *I rivestimenti a cappotto*
 - 2.6.5.1.a I punti deboli del sistema
 - 2.6.5.1.b Patologie ricorrenti
 - 2.6.5.1.c La diffusione delle anomalie
 - 2.6.5.1.d Manutenzione dei rivestimenti a cappotto
 - 2.6.5.2 *Pareti ventilate*
 - 2.6.5.3 *Rivestimenti isolanti preassemblati (vètures)*

Bibliografia

3 LA MANUTENZIONE DEI MATERIALI LAPIDEI

3.1 Considerazioni generali

- 3.1.1 Pietra naturale: genesi composizione e caratteristiche
- 3.1.2 Caratteristiche di degrado dei materiali lapidei
 - 3.1.2.1 *Azioni fisico-meccaniche*
 - 3.1.2.2 *Azioni chimiche*
 - 3.1.2.2 *Azioni biologiche*
- 3.1.3 Pietra artificiale e cementi decorativi
 - 3.1.3.1 *Cementi decorativi*
 - 3.1.3.2 *Laterizi e cotto*

3.2 L'intervento di manutenzione dei materiali lapidei

- 3.2.1 Considerazioni generali
- 3.2.2 Preconsolidamento delle superfici degradate
- 3.2.3 Pulitura delle superfici
- 3.2.4 Analisi dei singoli metodi di pulitura e criteri di utilizzo
 - 3.2.4.1 *Metodi di pulitura sempre sconsigliati*
 - 3.2.4.1.a Sabbiatura
 - 3.2.4.1.b Idrosabbiatura
 - 3.2.4.1.c Pulitura con vapore saturo
 - 3.2.4.1.d Getti di acqua a forte pressione
 - 3.2.4.1.e Pulitura meccanica
 - 3.2.4.1.f Pulitura mediante acidi o basi forti
 - 3.2.4.2 *Metodi di pulitura consigliati per superfici edilizie in buono stato di conservazione*
 - 3.2.4.2 a Spray d'acqua a bassa e media pressione

- 3.2.4.2 b Aeroabrasivatura controllata
- 3.2.4.3 *Metodi di pulitura consigliati per superfici delicate o scolpite*
 - 3.2.4.3 a Acqua nebulizzata
 - 3.2.4.3 b Pulitura manuale
 - 3.2.4.3 c Microtrapani
 - 3.2.4.3 d Microsabbatura di precisione e microaerabrasivatura con sistema a vortice
 - 3.2.4.3 e Pulitura con ultrasuoni
 - 3.2.4.3 f Impacchi adsorbenti
 - 3.2.4.3 g Impacchi con soluzioni leggermente basiche
 - 3.2.4.3 h Pulitura laser
- 3.2.5 Particolari problemi di pulitura
 - 3.2.5.1 *Pulitura di macchie di ruggine e di sali di rame*
 - 3.2.5.2 *Estrazione di sali solubili*
 - 3.2.5.3 *Disinfestazione da biodeteriogeni*
- 3.2.6 Consolidamento e riagggregazione; criteri generali per la progettazione e l'esecuzione
 - 3.2.6.1 *Metodi di applicazione dei prodotti per il consolidamento*
 - 3.2.6.2 *Consolidanti organici ed inorganici*
 - 3.2.6.3 *Consolidanti inorganici*
 - 3.2.6.3 a Calce e bicarbonato di calcio
 - 3.2.6.3 b Idrossido di bario (barite)
 - 3.2.6.3 c Alluminato di potassio
 - 3.2.6.3 d Consolidanti a base di silicio
 - 3.2.6.4 *Consolidanti organici*
 - 3.2.6.4 a Resine acriliche
 - 3.2.6.4 b Resine fluorurate
 - 3.2.6.4 c Resine epossidiche
 - 3.2.6.4 d Resine poliuretatiche
- 3.2.7 Stuccature e sigillature, incollaggi e imperniature
- 3.2.8 La protezione delle superfici
 - 3.2.8.1 *Protettivi organici*
 - 3.2.8.2 *Tecnologia e prestazioni dei protettivi anticrittina*

Bibliografia

4 INTONACI E INTONACATURE

4.1 Considerazioni generali

4.2 Funzioni dell'intonaco

4.3 Stratificazione funzionale

4.3.1 Tipologia degli strati funzionali

4.3.1.1 *Strato di aderenza (rinzaffo)*

4.3.1.2 *Strato di impermeabilizzazione (corpo, arriccio)*

4.3.1.3 *Strato di finitura (stabilitura)*

4.3.1.4 *Intonaci monostrato*

4.4 Leganti, aggregati, additivi

4.4.1 Leganti

4.4.1.1 *Leganti idraulici*

4.4.1.2 *Leganti aerei*

4.4.2 Aggregati

4.4.2.1 *Aggregati idraulicizzanti*

4.4.3 Additivi

4.5 Malte

4.5.1 Classificazione in base alla modalità di produzione

4.5.2 Classificazione in base al tipo di legante

4.5.2.1 *Malte aeree*

4.5.2.2 *Malte idrauliche*

4.5.2.3 *Malte composte o bastarde*

4.5.2.4 *Intonaci in argilla*

4.5.3 Classificazione in base alla prestazione

4.6 Principali cause di degrado degli intonaci

4.6.1 Considerazioni generali

4.6.2 Distacchi dal supporto

4.6.3 Lettura e interpretazione dei quadri fessurativi

4.6.3.1 *Fessurazioni dovute a problemi strutturali*

4.6.3.2 *Fessurazioni dovute ad incompatibilità tra gli strati*

4.6.3.3 *Fessurazioni dovute a fenomeni di ritiro*

4.6.3.4 *Fessurazioni dovute a movimenti per dilatazioni termiche*

4.7 Criteri generali per la scelta delle malte da intonaco

4.7.1 Compatibilità tra intonaco e supporto

4.7.2 Compatibilità tra gli strati

4.7.3 Requisiti di aspetto

4.8 Criteri di applicazione degli intonaci

4.8.1 Preparazione dei supporti

4.8.2 Dosaggio e preparazione degli impasti

4.8.3 Applicazione degli strati

4.8.3.1 *Strato di fondo (o di aderenza)*

4.8.3.2 *Strato di arriccio (o di impermeabilizzazione)*

4.8.3.3 *Strato di finitura (o stabilitura)*

4.8.3.4 *Finiture lisce*

4.8.4 Criteri di progetto

4.9 Tecniche di manutenzione e integrazione degli intonaci esistenti

4.9.1 La pulitura delle superfici intonacate

4.9.2 Consolidamento in profondità

4.9.3 Consolidamento e riagggregazione corticale

4.9.4 Integrazione delle lacune

Bibliografia

5 LA MANUTENZIONE DEL CALCESTRUZZO ARMATO

5.1 Considerazioni generali

5.2 Analisi dei componenti

5.2.1 Il cemento

- 5.2.1.1 Cemento portland*
- 5.2.1.2 Cemento pozzolanico*
- 5.2.1.3 Cemento d'altoforno*
- 5.2.1.4 Cemento alluminoso*
- 5.2.1.5 Cemento ferrico*
- 5.2.1.6 Cemento bianco*

5.2.2 L'acqua

5.2.3 Gli aggregati

- 5.2.3.1 Sabbia*
- 5.2.3.2 Ghiaia e pietrisco*
- 5.2.3.3 Gli aggiuntivi*

5.2.4 Gli additivi

5.2.5 I ferri

5.3 Il degrado del calcestruzzo

5.3.1 La durabilità di un materiale “eterno” ad invecchiamento precoce

5.3.2 Fattori che influenzano la durabilità del c.a.

- 5.3.2.1 Permeabilità*
- 5.3.2.2 Lavorabilità*
- 5.3.2.3 Tecniche di gettata del calcestruzzo*
- 5.3.2.4 Essiccazione ed umidità*

5.3.3 Cause intrinseche di degrado del c.a.

- 5.3.3.1 Materiali non conformi*
- 5.3.3.2 Errori più comuni nel confezionamento dei calcestruzzi*
- 5.3.3.3 Errori più comuni in fase esecutiva*

5.3.4 Cause esterne di degrado

- 5.3.4.1 Agenti aggressivi*
- 5.3.4.2 Cause fisiche*
 - 5.3.4.2.a Gelo e disgelo*
 - 5.3.4.2.b Incendio*
 - 5.3.4.2.c Il ritiro*
 - 5.3.4.2.d La deformazione viscosa*
- 5.3.4.3 Cause meccaniche*
- 5.3.4.4 Cause di natura organica*
 - 5.3.4.4.a Efflorescenze saline*
 - 5.3.4.4.b Vegetazione*

5.3.5 La corrosione dei ferri

- 5.3.5.1 Carbonatazione*

- 5.3.5.2 *Attacco da cloruri*
- 5.3.5.3 *Altri fattori di corrosione*
- 5.3.5.4 *Modalità di prevenzione*

5.4 Indagini diagnostiche

- 5.4.1 Ispezione visiva
- 5.4.2 Indagini strumentali per la determinazione dello stato di degrado del calcestruzzo
 - 5.4.2.1 *Analisi delle resistenze del calcestruzzo*
 - 5.4.2.2 *Analisi della omogeneità del calcestruzzo*
 - 5.4.2.3 *Analisi chimiche*
 - 5.4.2.4 *Indagine magnetometrica*
 - 5.4.2.5 *Indagini sullo stato di conservazione delle armature*

5.5 Metodologie di intervento per la manutenzione del c.a.

- 5.5.1 Criteri generali per il progetto di manutenzione del calcestruzzo armato
- 5.5.2 Preparazione dei supporti
- 5.5.3 Ripristino della continuità delle armature e passivazione dei ferri
- 5.5.4 Tecniche per la ricostruzione volumetrica del cls
 - 5.5.4.1 *La ricostruzione volumetrica*
 - 5.5.4.2 *Trattamento e sigillatura di fessurazioni e fenditure*
- 5.5.5 La protezione
 - 5.5.5.1 *Intonaci e rivestimenti cementizi*
 - 5.5.5.2 *Pitturazioni a base di polimeri*
 - 5.5.5.3 *Protezione con idrorepellenti*

Bibliografia

6 LA COLORITURA DEI PROSPETTI

6.1 Considerazioni generali

6.2 Problemi di metodo nel progetto del colore sulle superfici storiche

6.3 Prodotti e mezzi tecnologici per la coloritura dei prospetti

- 6.3.1 I prodotti vernicianti
 - 6.3.1.1 *Mezzi tradizionali*
 - 6.3.1.1.a Mezzi tradizionali per coloriture di supporti murari
 - 6.3.1.1.b Mezzi tradizionali per coloriture di supporti in legno e ferro
 - 6.3.1.2 *Mezzi moderni*
 - 6.3.1.2.a Mezzi moderni per coloriture di supporti murari
 - 6.3.1.2.b Tipo
 - 6.3.1.2.c Composizione

- 6.3.1.2.d Funzione
- 6.3.1.3 *Mezzi tradizionali modificati*
 - 6.3.1.3.a Mezzi tradizionali modificati per coloriture di supporti murari
 - 6.3.1.3.b Mezzi tradizionali modificati per coloriture di supporti in legno e ferro
- 6.3.2 Le pitture murali per esterno
 - 6.3.2.1 *Tinte alla calce*
 - 6.3.2.2 *Pitture cementizie*
 - 6.3.2.3 *Pitture a base di silicato di potassio*
 - 6.3.2.4 *Biancone a colla e tempere*
 - 6.3.2.5 *Pitture a base di resine sintetiche*
- 6.3.3 Vernici
- 6.3.4 Informazione tecnica e scheda di identificazione dei prodotti vernicianti
- 6.4 Cause del deterioramento delle pitture**
 - 6.4.1 Considerazioni generali
 - 6.4.2 Temperatura e raggi ultravioletti
 - 6.4.3 Umidità e inquinanti atmosferici
 - 6.4.4 Errori di applicazione
- 6.5 Tecniche e cicli di lavorazione**
 - 6.5.1 Criteri generali per la progettazione e l'esecuzione
 - 6.5.2 La preparazione dei supporti
 - 6.5.3 Stratificazione funzionale
 - 6.5.4 Tecniche di pitturazione
 - 6.5.4.1 *Applicazione a pennello*
 - 6.5.4.2 *Applicazione a rullo*
 - 6.5.4.3 *Applicazione a spruzzo*
 - 6.5.5 Cicli di pitturazione
 - 6.5.5.1 *Pitturazioni di supporti murari*
 - 6.5.5.2 *Pitturazione e protezione di supporti in legno*
 - 6.5.5.3 *Pitturazione e protezione di supporti in metallo*

Bibliografia

7 RIVESTIMENTI

- 7.1 Rivestimenti ceramici**
 - 7.1.1 I materiali ceramici
 - 7.1.1.1 *Grès rosso*
 - 7.1.1.2 *Grès d'impasto*
 - 7.1.1.3 *Clinker*
 - 7.1.1.4 *Tessere vetrose*
 - 7.1.2 Materiali per la posa

- 7.1.2.1 *Le malte cementizie*
 - 7.1.2.2 *Le colle o adesivi*
 - 7.1.2.3 *Caratteristiche degli adesivi a base cementizia*
 - 7.1.2.4 *Caratteristiche degli adesivi a base di resine sintetiche*
 - 7.1.3 **Materiali per la realizzazione delle fughe e dei giunti di dilatazione**
 - 7.1.3.1 *Caratteristiche dei sigillanti a base cementizia*
 - 7.1.3.2 *Caratteristiche dei sigillanti a base di resine sintetiche*
 - 7.1.4 **Caratteristiche e criteri di posa in opera**
 - 7.1.4.1 *Posa in opera*
 - 7.1.4.1.a Scelta del tipo di rivestimento
 - 7.1.4.1.b Preparazione del supporto
 - 7.1.4.1.c Strato di adesione e stesura del collante
 - 7.1.4.1.d Posa delle piastrelle
 - 7.1.5 **Caratteristiche di degrado dei rivestimenti ceramici**
 - 7.1.5.1 *Cause di distacco degli strati*
 - 7.1.5.2 *Azione termica dinamica sulle piastrelle*
 - 7.1.5.3 *Sollecitazioni a fatica indotte dalle azioni termiche*
 - 7.1.5.4 *Deformazioni plastiche della struttura*
 - 7.1.6 **I giunti di dilatazione per nuove realizzazioni**
 - 7.1.7 **Metodi e tecniche di manutenzione**
 - 7.1.7.1 *Intervento manutentivo*
 - 7.1.7.2 *Intervento di ricopertura e messa in sicurezza*
 - 7.1.7.3 *Intervento di riqualificazione*
- 7.2 I rivestimenti in lastre**
- 7.2.1 **Diagnosi delle condizioni di degrado**
 - 7.2.2 **Sistemi di messa in sicurezza di lastre di rivestimento mediante ancoranti strutturali**
 - 7.2.2.1 *Ancoranti meccanici*
 - 7.2.2.2 *Ancoranti chimici*
 - 7.2.3 **Resistenza di un ancorante**
 - 7.2.4 **Caricabilità**
 - 7.2.5 **Messa in sicurezza di rivestimenti lapidei in lastre**

Bibliografia

8 LE COPERTURE

8.1 Coperture continue

- 8.1.1 **Soluzioni conformi**
- 8.1.2 **Criteri generali per la progettazione e la realizzazione**
 - 8.1.2.1 *Elemento portante*
 - 8.1.2.2 *Elemento di tenuta*

- 8.1.2.3 *Strato di protezione*
- 8.1.2.4 *Strato di pendenza e smaltimento delle acque meteoriche*
- 8.1.2.5 *I risvolti*
- 8.1.3 Posa in opera dell'elemento di tenuta
- 8.1.4 Degrado delle coperture continue
 - 8.1.4.1 *Degrado dell'elemento di tenuta*
 - 8.1.4.2 *Infiltrazioni e stillicidi negli ambienti sottostanti*
 - 8.1.4.3 *Accumuli di acqua stagnante*
 - 8.1.4.4 *Condensazioni superficiali e interstiziali*
- 8.1.5 Interventi di manutenzione
- 8.2 Coperture discontinue**
 - 8.2.1 Soluzioni conformi
 - 8.2.2 Criteri generali per la progettazione e la realizzazione
 - 8.2.2.1 *Elemento di tenuta*
 - 8.2.2.2 *Elementi portanti*
 - 8.2.2.3 *Strato di ventilazione*
 - 8.2.2.4 *Elemento termoisolante*
 - 8.2.2.5 *Strato di pendenza*
 - 8.2.2.6 *Smaltimento delle acque meteoriche*
 - 8.2.3 Posa in opera dell'elemento di tenuta
 - 8.2.4 Degrado delle coperture discontinue
 - 8.2.4.1 *Degrado dell'elemento di tenuta*
 - 8.2.4.2 *Infiltrazioni e stillicidi negli ambienti sottostanti*
 - 8.2.4.3 *Dislocazione degli elementi di tenuta*
 - 8.2.4.4 *Il problema neve*
 - 8.2.4.5 *Fenomeni di condensazione*
 - 8.2.4.6 *Degrado degli elementi di supporto*
 - 8.2.5 Interventi di manutenzione
- 8.3 Aggetti**
 - 8.3.1 Criteri generali per la progettazione e la realizzazione
 - 8.3.1.1 *Tenuta all'acqua*
 - 8.3.1.2 *Ringhiere e parapetti*
 - 8.3.1.3 *Soglie*
 - 8.3.1.4 *Sistemi di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche*
 - 8.3.2 Fenomeni di degrado
 - 8.3.2.1 *Pavimentazioni*
 - 8.3.2.2 *Orizzontamenti*
 - 8.3.2.3 *Ringhiere e parapetti*
 - 8.3.3 Interventi di manutenzione
 - 8.3.3.1 *Ringhiere e parapetti*
 - 8.3.3.2 *Pavimentazioni*
 - 8.3.3.3 *Parti strutturali*

Bibliografia