



PROVINCIA DI VENEZIA
COMUNE DI VENEZIA



Agenzia per la Coesione Territoriale



FSC

Fondo per lo Sviluppo
e la Coesione

PATTO PER LO SVILUPPO PER LA CITTA' DI VENEZIA

Delibera CIPE 56/2016 (17A02404) G.U.n.79 del 4.4.2017

Fondo per lo Sviluppo e la Coesione FSC 32014-2020

C.I.14251 - 3.2.1 - CULTURA E TURISMO - RIQUALIFICAZIONE FUNZIONALE
PALAZZO DUCALE: INTERVENTI DI RIPRISTINO DELLE FACCIATE
INTERNE ED ESTERNE E DELLE RIVE D'ACQUA

PROGETTO DEFINITIVO

COMUNE DI VENEZIA

AREA LAVORI PUBBLICI, VIABILITA'
E TRASPORTI
Settore Edilizia Comunale Centro Storico e
Isole e Pronto Intervento
Servizio Musei EBA

DIRIGENTE

Arch. Silvia Loreto

RESPONSABILE UNICO DEL
PROCEDIMENTO:

Arch. Stefania Liguori

CAPOGRUPPO COORDINATORE:

Arch. Alberto Torsello
Via A. Cappelletto 4/A, 30172 VENEZIA MESTRE
tel. 0415491711 fax 0415491712
e-mail: info@taarchitettura.com

GRUPPO DI PROGETTAZIONE:

PROGETTO ARCHITETTONICO E DI RESTAURO



TA S.r.l.

Arch. Alberto Torsello
Via Cappelletto 4/A, Venezia Mestre (VE)
tel. 041 5491711 - fax 041 5491712
e-mail: info@taarchitettura.com

RESTAURATORE DI BENI CULTURALI



MARTINA SERAFIN

SERES di Martina Serafin S.a.S.
Cannaregio 4887, 30121 Venezia
tel. 041 5226456 - fax 041 5226456
e-mail: martina@seres.it

PROGETTO STRUTTURALE

Prof. Ing. Roberto Di Marco

Via Fagarè 15, Roma
tel. 06 37516589 - fax 06 3720725
e-mail: ing.rdimarco@gmail.com



BOARETTO E ASSOCIATI S.r.l.

Ing. Luca Boaretto
con
Ing. Mattia Ongarato
Ing. Stefania Boaretto
Via Ospedale 9, 30174 Mestre (VE)
tel. 041 5321503 - fax 041 8871210
e-mail: info@boarettoeassociati.it

PROGETTO E COORDINAMENTO SICUREZZA

Arch. Anna Buzzacchi

San Polo 2962, 30125 Venezia (VE)
tel. 0415491711
e-mail: a.buzzacchi@taarchitettura.com

TIPO ELABORATO	
A	ELABORATO DESCRITTIVO
B	ELABORATO GRAFICO
C	COMPUTO METRICO ESTIMATIVO/ELENCO PREZZI
D	CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO
E	ALTRO

REVISIONI

N°	Descrizione	Data
1	PROGETTO DEFINITIVO	30/04/2021
2	/	/
3	/	/

NOME FILE

PD_REST_PR_A_1_00

Codice Redattore:

CR 0
ID CODIFICA INTERNA

Codice Capogruppo:

CC 0
ID CODIFICA INTERNA

REDATTO

M.VECE/A.PREZIOSO

VERIFICATO

M.SERAFIN

DESCRIZIONE ALLEGATO

PROGETTO DI RESTAURO

TAVOLA

PR.A.1.00

RELAZIONE SPECIALISTICA OPERE DI RESTAURO

SCALA

-

DATA

30/04/2021

RELAZIONE SPECIALISTICA OPERE DI RESTAURO

INDICE

	Pag.	
1	04	INTRODUZIONE
1.1	05	Documentazione grafica
1.2	10	Approccio metodologico
1.3	16	Obiettivi e scelte progettuali
2	19	TECNICA ESECUTIVA
2.1	20	Premessa
2.2	21	Materiali
2.2.1	31	Pietra d'Istria
2.2.2	32	Biancone
2.2.3	33	Marmo rosso di Verona
2.2.4	33	Marmi colorati
2.2.5	35	Serramenti e vetro piombato a rullo
2.3	37	Tecnica di costruzione
2.3.1	37	Struttura degli elementi
2.3.2	41	Reti di sicurezza
3	46	STATO DI CONSERVAZIONE
3.1	48	Premessa
3.2	49	Lo stato di conservazione
3.2.1	49	Mattonellato
3.2.2	61	Elementi sommitali
3.2.3	72	Bifore gotiche del prospetto G



4	PROPOSTA DI INTERVENTO	77
4.1	Obiettivi e scelte progettuali	78
4.1.1	Prodotti proposti	80
4.2	Protocolli operativi	84
4.2.1	Protocolli operativi sugli elementi lapidei	85
4.2.2	Protocolli operativi su serramenti e vetro piombato	123
5	TABELLE	144

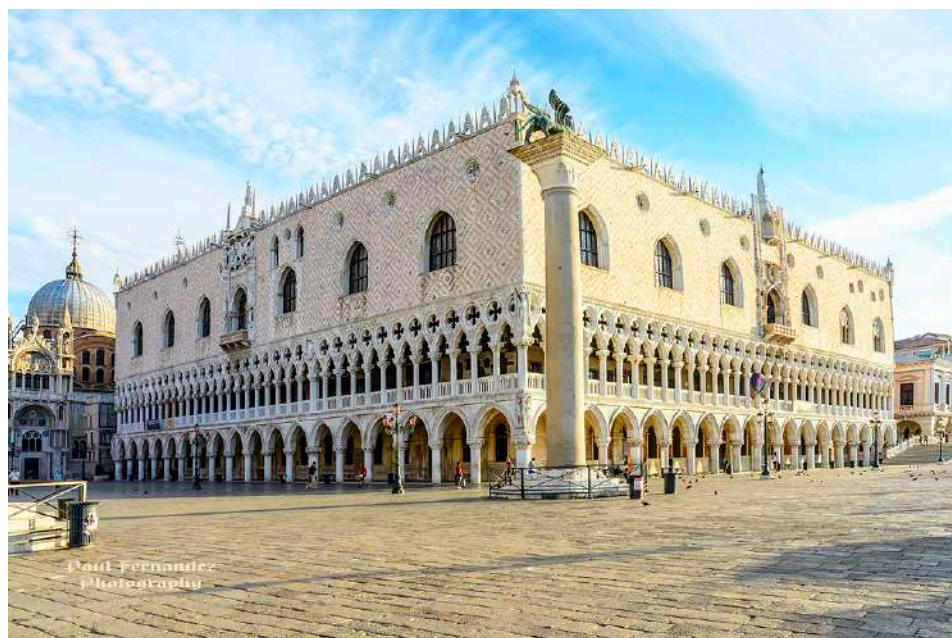


1 INTRODUZIONE

Il progetto di restauro riguarda gli interventi conservativi da effettuare sulle facciate di Palazzo Ducale. Il famosissimo e monumentale Palazzo Ducale è situato in Piazza San Marco nel sestiere di San Marco, tra l'omonima piazzetta e il molo di Palazzo Ducale, contigualmente alla basilica di San Marco.



4



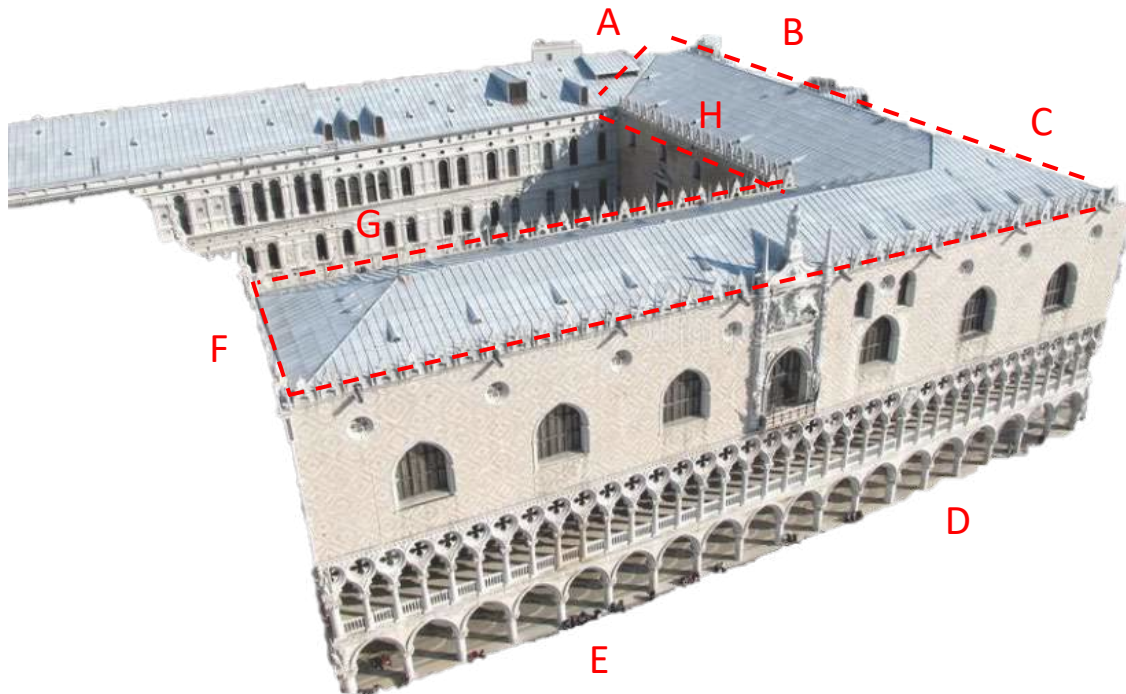
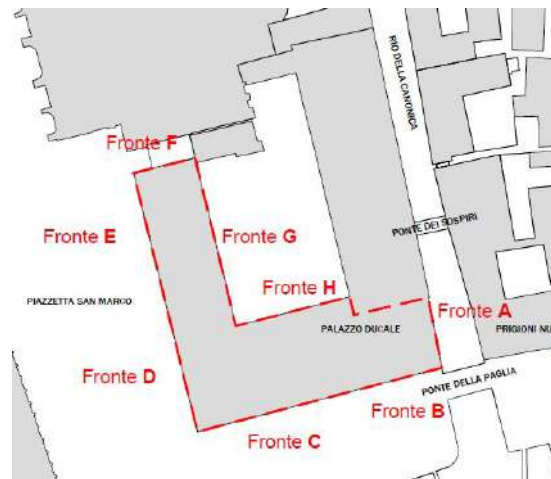
Dati cartografici ©2020 G



R.T.P. : TA SRL (capogruppo mandataria) con Boaretto e Associati SRL (mandante), SERES di Martina Serafin SAS (mandante), Ing. Di Marco Roberto (mandante)

1.1 DOCUMENTAZIONE GRAFICA

Le facciate interessate dal restauro sono state definite con una lettera dell'alfabeto, ognuna delle quali rappresenterà un prospetto: A B C D E F G H.



Si riportano le foto per ogni prospetto:

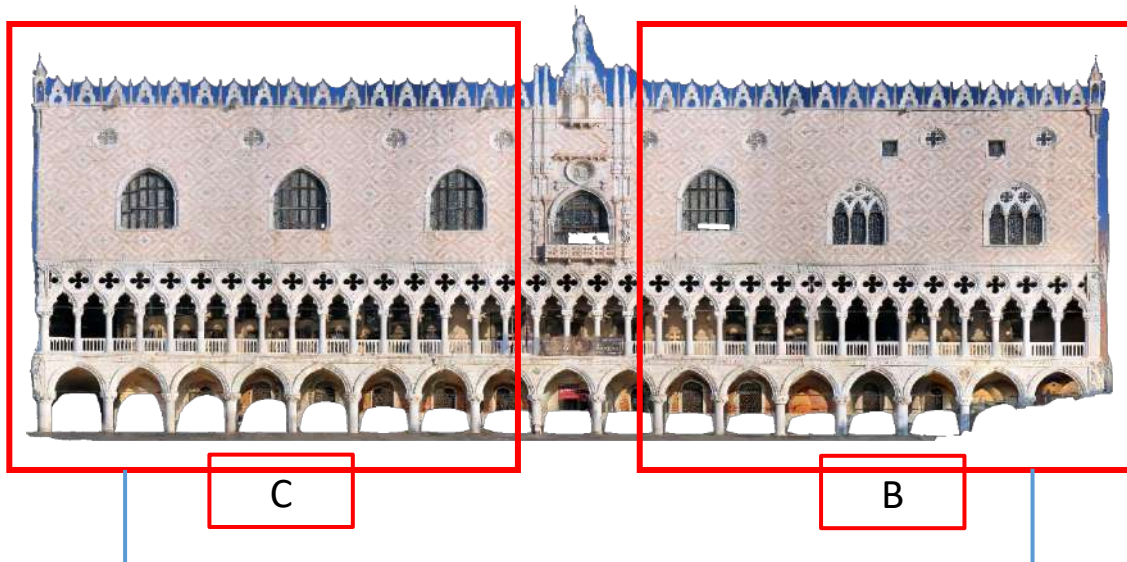
PROSPETTO A_ *Orientamento Est*



6

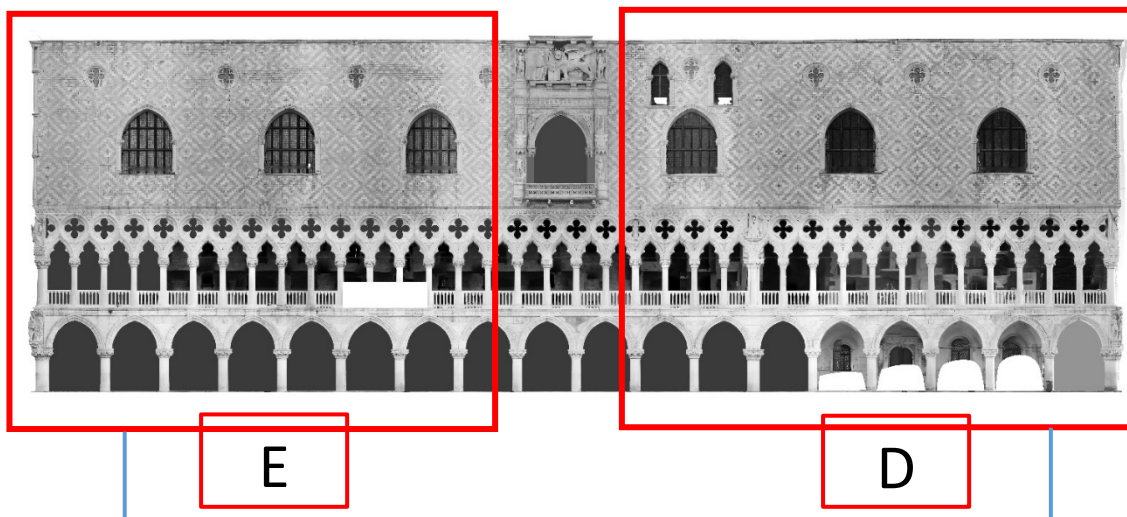


PROSPETTO B e C _ *Orientamento Sud*



7

PROSPETTO D e E _ *Orientamento Ovest*



PROSPETTO F _ *Orientamento Nord*



PROSPETTO G _ Orientamento Ovest corte interna



9

PROSPETTO H _ Orientamento Sud corte interna



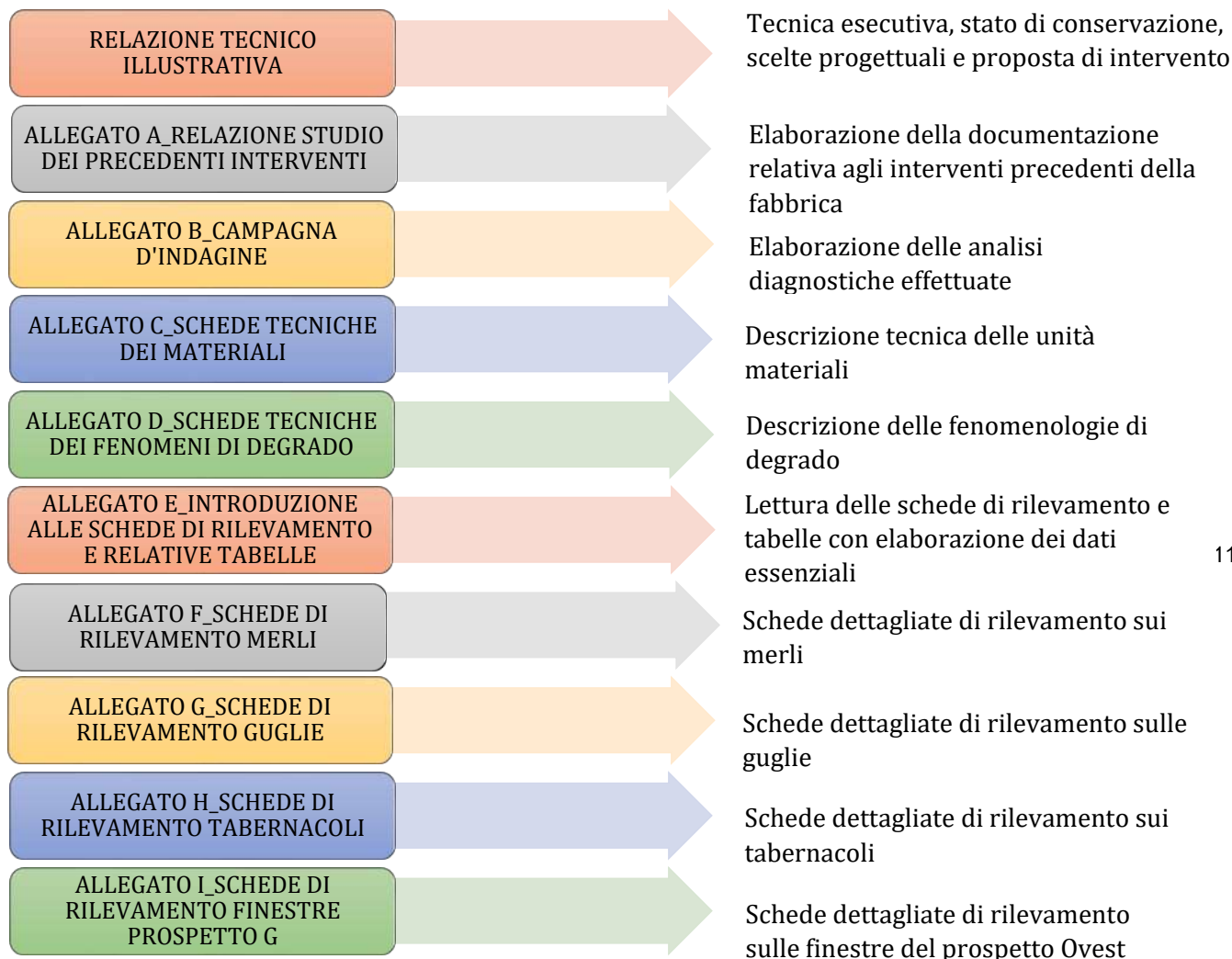
1.2 APPROCCIO METODOLOGICO

L'individuazione di una metodologia per la redazione di un progetto di restauro è il primo passo per comprendere quale approccio avere nei confronti del manufatto con il quale abbiamo a che fare. L'approccio metodologico che abbiamo applicato alla nostra relazione è quello di un restauro critico che consiste nell'effettuare una vera e propria lettura del monumento, il quale è da conservare nella sua stratificazione storica tra materia e immagine. Questo approccio tende a preservare il maggior numero di informazioni che il bene stesso fornisce rispettandolo nella sua interezza e rendendolo leggibile, inoltre tutto ciò si avvicina a quanto definito dalle attuali normative. Il progetto di restauro non ha dei veri e propri protocolli da seguire ma la situazione va ogni volta valutata caso per caso, infatti come scelta di progetto è stato effettuato un intenso lavoro di studio e lettura dell'opera nel suo sistema costruttivo, materico e storico in relazione a tutti gli interventi che ha subito nel corso degli anni.



IL PROGETTO

Il progetto di restauro è composto da più elaborati ognuno dei quali affronta in maniera approfondita uno specifico argomento:



11



La prima operazione effettuata per redigere tutto l'operato è stata l'inquadramento dei manufatti oggetto della relazione che sono riconducibili a tali elementi:

	AREA DI INTERESSE	ELEMENTI COINVOLTI
1	Coronamento del tetto	134 merli con pigne 128 guglie con pigne 4 tabernacoli
2	Facciate principali	Oltre 1800 mq di Mattonellato lapideo
3	Cornice di gronda perimetrale	Oltre 200 ml di cornice e 22 doccioni
4	Bifore gotiche del prospetto Ovest	5 bifore con cornici lapidee e serramenti con vetri piombati a rullo

L'intero progetto di restauro è stato basato sullo studio di informazioni di diverso tipo, alcune derivanti da fonti documentali sui precedenti interventi svolti tra il 2007 e il 2018, altre invece ricavate dalla campagna di indagini, invasive e no. Tali informazioni hanno fatto parte dello studio preliminare, il quale ha permesso di studiare l'oggetto di intervento riguardo le tecniche esecutive e lo stato di conservazione sia dei materiali originali che dei prodotti ed elementi ammessi in precedenti interventi. Lo studio preliminare è stato quindi effettuato con i seguenti mezzi:

- Analisi autoptica
- Fonti documentali di precedenti interventi, di cui si veda l'elaborato "***Allegato A Relazione studio degli interventi precedenti***"
- Documentazione fotografica professionale dei seguenti elementi:
 - o Foto generali dei prospetti A, B-C, D-E, F, G, H
 - o Foto di dettaglio degli elementi sommitali (effettuate sfruttando la linea vita sul tetto).
- Indagini invasive di laboratorio con prelievo di campioni seguendo la campagna di indagini prevista.



In seguito all'analisi preliminare si è proceduto con la dettagliata descrizione della tecnica esecutiva. Questa è stata studiata sotto diversi aspetti: la tipologia degli elementi coinvolti nell'intervento, la loro composizione materica, localizzazione e dimensione attraverso descrizioni tecnico – illustrative e schede tecniche dei materiali.

La tecnica esecutiva è accompagnata dallo stato di conservazione di ogni elemento che a seconda della posizione, della natura morfologica, del materiale e dagli interventi che ha subito negli anni presenta fenomeni di degrado differenti e più o meno preoccupanti, descritti nelle schede tecniche dei fenomeni di degrado allegate alla relazione di restauro. Per l'analisi dello stato di conservazione, considerata la dimensione degli elementi sommitali presenti sul coronamento del tetto che risultano eccessivamente piccoli in proporzione alle facciate, si è scelto di non riportare la mappatura del degrado del coronamento nelle tavole delle facciate. Si è scelto tuttavia, per un maggiore livello di approfondimento sugli elementi sommitali, di redigere delle schede di rilevamento create *ad hoc* per ogni elemento sommitale (134 merli, 128 guglie e 4 tabernacoli). Le schede saranno divise per prospetto (A, B-C, D-E, F, G, H) e per tipologia di elemento sommitale (merli, guglie e tabernacoli). Ogni scheda conterrà le seguenti informazioni:

13

- DATA DI RILEVAMENTO
- DIMENSIONI DELL'ELEMENTO
- DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA
- DATI IDENTIFICATIVI
- LOCALIZZAZIONE IN FACCIATA
- TECNICA ESECUTIVA
- STATO DI CONSERVAZIONE
- MAPPATURA DELLO STATO DI CONSERVAZIONE
- INTERVENTI PRECEDENTI

PROGETTO FUNZIONALE		SEZIONE	N. 052
TECNICA DI RILEVAMENTO		SEZIONE	MESELE
SPAZIO RILEVAMENTO			
TECNICHE A) Tipo rilevamento (m) = 2,2 B) Livello rilevamento (m) = 1,2 C) Data rilevamento = 03/05/2021		FOTOGRAFIE D) DESCRIZIONE E) DESCRIZIONE F) DESCRIZIONE	
DATI IDENTIFICATIVI G) DESCRIZIONE H) DESCRIZIONE I) DESCRIZIONE		LOCALIZZAZIONE J) DESCRIZIONE K) DESCRIZIONE L) DESCRIZIONE	
TECNICA ESECUTIVA			
STATO DI CONSERVAZIONE			
INTERVENTI PRECEDENTI			

PROGETTO FUNZIONALE		SEZIONE	N. 052
TECNICA DI RILEVAMENTO		SEZIONE	MESELE
SPAZIO RILEVAMENTO			
TECNICHE A) Tipo rilevamento (m) = 2,2 B) Livello rilevamento (m) = 1,2 C) Data rilevamento = 03/05/2021		FOTOGRAFIE D) DESCRIZIONE E) DESCRIZIONE F) DESCRIZIONE	
DATI IDENTIFICATIVI G) DESCRIZIONE H) DESCRIZIONE I) DESCRIZIONE		LOCALIZZAZIONE J) DESCRIZIONE K) DESCRIZIONE L) DESCRIZIONE	
TECNICA ESECUTIVA			
STATO DI CONSERVAZIONE			
INTERVENTI PRECEDENTI			

Esempio scheda di rilevamento di un merlo



Queste fasi preliminari di analisi della tecnica esecutiva e stato di conservazione hanno quindi portato, insieme allo studio degli interventi precedenti e delle loro alterazioni nel tempo, alla redazione della proposta di intervento. Questa è stata descritta nella relazione tecnico esecutiva in cui sono spiegate le scelte progettuali relative soprattutto ai metodi e ai prodotti da utilizzare, ma in maniera approfondita nelle schede tecniche degli interventi operativi, in cui ogni operazione prevista è accuratamente spiegata. Si è cercato di affrontare ogni aspetto in maniera adeguata e completa per redigere tale relazione. È stato svolto un intenso lavoro di ricerca ed elaborazione di documenti storici, libri di testo e relazioni di interventi pregressi creando per ogni oggetto una sua anamnesi. Inoltre, l'oggetto in sé è stato idealmente scomposto dal punto di vista materico per analizzare ogni sua parte materiale e la sua tecnica di costruzione, il tutto supportato da una campagna di indagine effettuata da personale diagnostico specializzato



Ponteggio montato a regola d'arte per il cantiere pilota



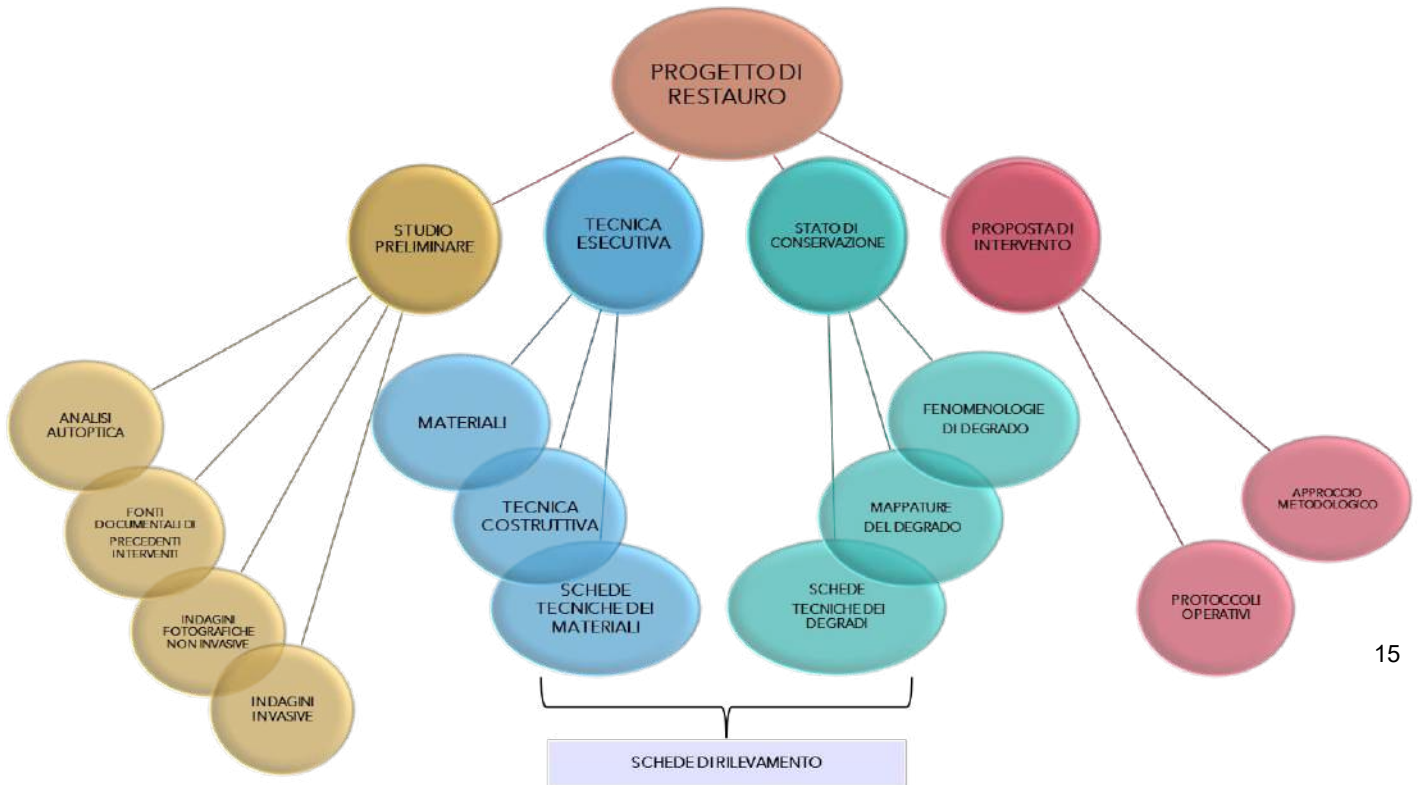
Operatore specializzato mentre esegue un prelievo avvalendosi della linea vita sulla copertura della facciata sud, fronte Bacino di S.Marco, dicembre 2020.

Tutte queste informazioni rielaborate hanno quindi permesso la scrittura di un'ipotesi di intervento correlata dai protocolli operativi previsti per ogni azione di intervento.

Tutto ciò descritto sopra è il contenuto del progetto di restauro che si può semplificare dividendolo in tre parti: un capitolo di studio dell'oggetto di intervento analizzando i materiali che lo compongono e la sua tecnica esecutiva, un'approfondita analisi dello stato di conservazione correlata di documentazione fotografica ed infine, un blocco che contiene le scelte progettuali di intervento e i protocolli operativi.



Il tutto è riassumibile in una mappa concettuale:



1.3 OBIETTIVI E SCELTE PROGETTUALI

L' intervento di restauro, di tipo rigorosamente conservativo, sarà eseguito nel rispetto della teoria del minimo intervento, si dovrà svolgere con manodopera specializzata nella conservazione dei beni architettonici, con l'ausilio di materiali specifici delle migliori qualità presenti in commercio.

L' obiettivo principale sarà quello di garantire la sicurezza, preservando oltre che il bene materiale e le sue caratteristiche estetiche anche quelle chimico-fisiche e strutturali.

Come già detto in precedenza i quattro punti di pertinenza dell'intervento sono:

- **Gli elementi sommitali (134 merli, 128 guglie e 4 tabernacoli e cornice di gronda)** in Pietra d'Istria, Biancone e marmo Rosso di Verona;
- **Mattonellato di facciata** in Pietra d'Istria, marmo Rosso di Verona e diversi marmi antichi policromi.
- **Finestre del prospetto G (n.5)** in legno e vetri piombati con cornici in d'Istria, marmo Rosso di Verona.

16

Presentando l'edificio molteplici tipologie di supporti si è pensato ad un metodo per programmare il progetto in maniera più chiara e semplice possibile ai fini della lettura. In seguito al preliminare studio dei materiali e del loro stato di conservazione, descritto nei capitoli precedenti, si è potuto constatare che vi sono pochi materiali che accomunano molti elementi. Inoltre, sono presenti materiali che possono essere raggruppati all'interno di una stessa categoria, essendo il loro supporto materico lo stesso, come ad esempio gli elementi lapidei. Con il fine di andare a proporre interventi puntuali adeguati si è scelto di individuare le fasi operative a seconda di due fondamentali aspetti che caratterizzano ogni elemento:

- **Il materiale** (lapideo, ligneo, vitreo, ecc.) e i materiali aggiunti in precedenti interventi.
- **Lo stato di conservazione** dell'elemento e dei materiali aggiunti in precedenti interventi.

Le informazioni in nostro possesso che ci hanno guidato verso un progetto di intervento sono soprattutto quelle di studio preliminare, che è consistito in:



- **Studio delle fonti documentali sui precedenti interventi;**
- **Studio visivo e fotografico dello stato di conservazione;**
- **Campagna di analisi diagnostica preliminare.**

Le casistiche sono state identificate in base allo stato di conservazione attuale di ciascun elemento preso in esame e suddivise in tre categorie: stato di conservazione buono, mediocre o pessimo, al quale corrisponderà rispettivamente un intervento di tipo manutentivo, un restauro conservativo o, nel caso estremo in cui le condizioni dell'elemento siano talmente gravi da aver compromesso la conservazione del bene e non possa essere ripristinato, la sua sostituzione. Si vuole sottolineare, inoltre, che gli elementi si trovano ad un'altezza tale che, nel momento in cui la loro stabilità ed integrità materica fosse compromessa, potrebbero rappresentare, nel caso di una loro caduta o di parte di essi, un pericolo per i passanti. L'individuazione dei protocolli operativi veri e propri avverrà quindi su due livelli: il primo a seconda del tipo di supporto materico e il secondo in base al suo stato di conservazione. Si avrà quindi la seguente suddivisione:

17

- **PROTOCOLLI OPERATIVI SUGLI ELEMENTI LAPIDEI**
 - PROTOCOLLI OPERATIVI DI MANUTENZIONE
 - PROTOCOLLI OPERATIVI DI RESTAURO CONSERVATIVO
 - PROTOCOLLI OPERATIVI DI SOSTITUZIONE CON NUOVO ELEMENTO

- **PROTOCOLLI OPERATIVI SUI SERRAMENTI E VETRI PIOMBATI A RULLO**

Per capire che tipo di intervento subirà ogni elemento si riporterà una tabella dove ogni elemento oggetto di intervento verrà classificato a seconda del suo stato di conservazione, che potrà quindi essere buono, mediocre o pessimo. In base a questo parametro si potrà scegliere come intervenire su di esso come previsto nella seguente tabella:



STATO DI CONSERVAZIONE	INTERVENTO
<input type="checkbox"/> BUONO	<input type="checkbox"/> MANUTENZIONE
<input type="checkbox"/> MEDIOCRE	<input type="checkbox"/> RESTAURO CONSERVATIVO
<input type="checkbox"/> PESSIMO	<input type="checkbox"/> SOSTITUZIONE CON NUOVO ELEMENTO



2. TECNICA ESECUTIVA

2.1 PREMESSA

L'elaborazione di questa relazione è il frutto di uno studio autoptico di tutti gli elementi d'interesse. Lo studio è avvenuto tramite documentazione fotografica e l'osservazione diretta di una porzione di edificio, quest'ultima è stata possibile grazie al ponteggio installato per il cantiere pilota. Si ricorda infatti che parte del lavoro svolto su Palazzo Ducale è una approfondita campagna di indagini.

Il seguente capitolo in merito alla tecnica esecutiva sarà quindi l'insieme delle analisi effettuate da Arcadia Ricerche e Geostudi e lo studio della documentazione fotografica di ogni elemento.

Di seguito si riportano delle tabelle riassuntive che inquadrano gli oggetti di intervento:

<i>OGGETTO</i>	Rivestimento di facciata
<i>TECNICA ESECUTIVA</i>	Mattonellato
<i>LOCALIZZAZIONE</i>	Facciata Sud Facciata Ovest
<i>SUPERFICIE</i>	circa 1800 MQ

<i>OGGETTO</i>	Elementi sommitali
<i>TECNICA ESECUTIVA</i>	Merli, guglie, tabernacoli e cornice di gronda
<i>LOCALIZZAZIONE:</i>	Tutte le facciate
<i>SUPERFICIE</i>	134 merli 128 guglie 4 tabernacoli Oltre 200 ML cornice di gronda

<i>OGGETTO</i>	Finestre
<i>TECNICA ESECUTIVA</i>	Bifore gotiche
<i>LOCALIZZAZIONE</i>	Facciata ovest corte interna
<i>SUPERFICIE</i>	5 finestre



2.2 I MATERIALI

Una fase importante di studio è l'analisi delle unità materiali che compongono l'oggetto del restauro. Conoscere la materia permette di comprendere al meglio la natura dei fenomeni di degrado e di scegliere con maggior coerenza e compatibilità gli interventi di restauro. Di seguito si riporterà una tabella delle unità materiali individuate sui punti di nostra competenza che è stato possibile osservare ed analizzare approfondendo ogni unità in paragrafi descrittivi.

TABELLA ELEMENTI E MATERIALI

	AREA DI INTERESSE	ELEMENTI COINVOLTI	UNITA' MATERIALI
1	Elementi sommitali	134 merli con pigne	Pietra d'Istria Biancone Rosso di Verona
		128 guglie con pigne	Rosso di Verona Pietra d'Istria
		4 tabernacoli	Pietra d'Istria Rosso di Verona
2	Facciate principali	Oltre 1800 mq di Mattonellato lapideo	Pietra d'Istria Rosso di Verona Marmi antichi
3	Cornice di gronda	Oltre 200 ml di cornice e 22 doccioni	Pietra d'Istria
4	Bifore gotiche del prospetto Ovest	5 bifore con Cornici lapidee e serramento	Pietra d'Istria Rosso di Verona Serramenti in legno e vetro piombato

21



1. ELEMENTI SOMMITALI



Tutto il coronamento di Palazzo Ducale è caratterizzato dall'alternanza di guglie in Rosso di Verona con una pigna in Pietra d'Istria sulla cima e merli in Pietra d'Istria e Biancone con pigne in rosso di Verona a decorarne le sommità. Il gioco di alternanza dei due materiali ben distinti e riconoscibili è stato impiegato anche nella realizzazione dei 4 tabernacoli, i quali svettano ai quattro angoli del palazzo la cui sommità è decorata



- **MERLI**: per mezzo di analisi autoptica è stato possibile differenziare i merli per tipologia, ne sono state individuate nello specifico due: una monolitica ed una composita, entrambe decorate da un motivo floreale scolpito.



MERLO MONOLITICO



MERLO COMPOSITO

Il merlo definito monolitico è un blocco unico di pietra calcarea dalla colorazione chiara che non presenta graffe o staffe di alcun tipo e potrebbe essere considerato un elemento originale della fabbrica. Mentre il merlo composito risulta essere l'insieme di più elementi in pietra calcarea chiara impernati e legati tra loro da staffe in piombo, i quali ad analisi visiva sono indubbiamente il risultato di interventi precedenti.

- **GUGLIE**: sono tutte realizzate in blocchi di Marmo Rosso di Verona con motivi aggettanti scolpiti a fogliame. Già ad una prima osservazione si nota la differenza tra gli elementi originali e quelli sostituiti che si presentano con una decorazione scolpita differente e la guglia stessa non è levigata. Inoltre, grazie all'analisi dei materiali raccolti sugli interventi precedenti è stato possibile osservare tre tipi di pianta differente di guglia: pianta 1 corrisponde alle guglie più "antiche" dalla circonferenza ridotta il cui retro è perfettamente piatto e liscio, la pianta 2 risulta invece più tondeggiante con una circonferenza maggiore, infine la pianta 3 corrisponde ad una



tipologia di guglia più recente che ritorna ad avere una circonferenza più ridotta ma ha comunque una forma differente rispetto all'originale. Queste distinzioni hanno permesso di comprendere che qualsiasi altro elemento caratterizzato da una pianta differente dalla tipologia 1 è un elemento sostituito.



PIANTA 1



PIANTA 2



PIANTA 3

- **TABERNACOLI:** come per merli e guglie anche i tabernacoli sono stati distinti per la loro originalità o meno. Grazie alle fonti storiche è stato possibile identificare il tabernacolo Sud_Est come non originario in quanto risulta essere sostituito durante l'intervento effettuato da Forcellini alla fine dell'800. I tre tabernacoli restanti sono invece ritenuti originali della fabbrica se non per tutte le parti almeno per la maggior parte, due dei quali sono stati oggetto di restauro mentre il tabernacolo Nord Ovest ad oggi risulta aver mai subito interventi di restauro. I tabernacoli sono caratterizzati da una parte sommitale in pietra d'Istria e Rosso di Verona, sorretta da quattro colonne in marmo dalla colorazione chiara e struttura microcristallina, decorati da capitelli a fogliame in Rosso di Verona. Lungo il mattonellato i tabernacoli presentano un'altra struttura a colonne in marmi colorati.

24





TABERNAICOLO SUD_EST



TABERNAICOLO SUD_OVEST



TABERNAICOLO NORD_OVEST



TABERNAICOLO NORD_EST

2. **CORNICE DI GRONDA:** L'intero perimetro sommitale del palazzo è una cornice di gronda realizzata in Pietra d'Istria con doccioni posti secondo una certa simmetria per lo scolo dell'acqua. Particolare e problematica è la chiusura del doccione sul lato Est della facciata Sud che dà sul Bacino di San Marco, in quanto l'acqua che si accumula nella gronda, non avendo modo di scorrere



giù dal doccione, straripa dalla gronda stessa scorrendo sulla porzione di facciata interessata causando fenomenologie del degrado pericolose per lo stato di conservazione della facciata stessa.



3. **MATTONELLATO DI FACCIATA:** Palazzo Ducale ha due facciate principali, una che dà sul Bacino di San Marco e l'altra sulla Piazzetta. La parte superiore delle facciate, sopra le logge, è realizzata da mattoni in rosso di Verona, Pietra d'Istria ed altri marmi antichi di riuso, collocati in modo tale da ricreare una decorazione reticolata a formare un disegno geometrico ben identificabile



27



come un disegno a losanghe. Le mattonelle misurano 20cm per 18 cm di profondità. Anche la facciata collocata sopra la Porta della Carta presenta la stessa decorazione a mattonellato.

- **Cornici in pietra delle finestre di facciata:**



28

Le finestre nelle facciate B,C,D,E ed F. sono in pietra d'Istria, di stile gotico con arco ad ogiva e con cornici più o meno elaborate, alcune sono trifore altre monofore. Quelle dell'ultimo livello, inoltre sono circolari, con cornice a dentelli piramidali, mentre le finestre ad ogiva presentano cornici a dentelli sfalsati



4. **BIFORE GOTICHE DEL PROSPETTO G:** Si tratta di cinque finestre a bifora presenti sulla facciata Ovest di Palazzo Ducale.



29

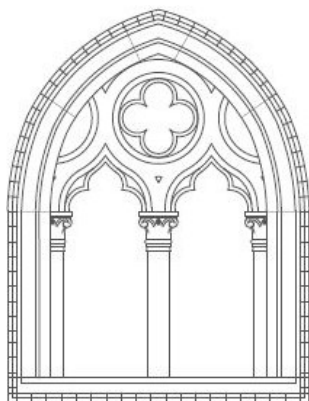


La finestra è composta da una cornice a sesto acuto in pietra d'Istria, decorata da una fila di dentelli sul perimetro esterno. All'interno è visibile la tipica bifora gotica realizzata verticalmente in due aperture divise da una colonnina con un capitello decorato su cui poggiano i due archi a sesto acuto con decorazione trilobata. L'intera superficie interna è tamponata da vetro piombato. Tutte le finestre presentano un'alternanza di Rosso di Verona e Pietra d'Istria, laddove il capitello della colonna centrale e le colonne laterali sono realizzate in Marmo Rosso di Verona, così in contrapposizione sono in Pietra d'Istria la colonna centrale ed i capitelli laterali.

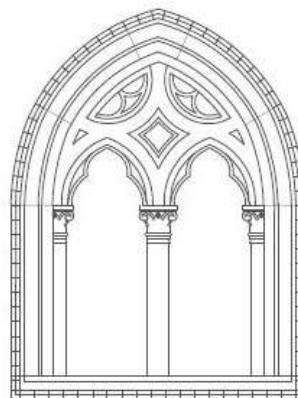
Inoltre, un ulteriore gioco di alternanza è dato da due tipologie di decorazione del rosone che si può presentare a fiore oppure scomposto.



Eccetto una delle finestre, tutte presentano una rete collocata per motivi di sicurezza. L'accesso a tali finestre non è consentito dall'interno della fabbrica, in quanto sono collocate tra il tetto e la capriata.



TIPO A Rosone a fiore



TIPO B Rosone **scomposto**

Dagli elementi elencati sopra sono state ricavate due unità materiali che saranno sviluppate in maniera più approfondita. Gli elementi lapidei saranno un'unica categoria che racchiuderà in sé i differenti litotipi presenti che di seguito verranno approfonditi con maggior dettaglio.

30

TABELLA UNITA' MATERIALI

SCHEDA	CODICE	UNITA' MATERIALE
M.01	EL.01	PIETRA D'ISTRIA
		BIANCONE
		ROSSO DI VERONA
		MARMI ANTICHI
M.02	SR.01	SERRAMENTI E VETRI PIOMBATI A RULLO

LA DESCRIZIONE TECNICA DEI MATERIALI PRESENTI NELLA TABELLA È CONSULTABILE NELL'ALLEGATO C SCHEDE TECNICHE DEI MATERIALI.



2.2.1 PIETRA D'ISTRIA

Le sommità di Palazzo Ducale e le facciate sono decorate soprattutto da Pietra d'Istria, impiegata per la realizzazione di merli, pigne, tabernacoli, la cornice di gronda e il mattonellato.



MERLO



PIGNA



TABERNACOLO



CORNICE DI GRONDA



MATTONELLATO

La pietra d'Istria, conosciuta anche come pietra di Orsera, è una roccia sedimentaria calcarea di scogliera proveniente dalla penisola istriana nel mar Adriatico. Questa pietra è strettamente legata all'urbanizzazione di Venezia, infatti è stata ampiamente utilizzata dall'annessione alla Repubblica di Venezia delle città istriane nel 1267-1335 fino alla fine del XVIII secolo. Il suo ampio impiego in una città come Venezia è indubbiamente legato alle caratteristiche della pietra, la quale presenta una struttura compatta dall'alta densità e dalla bassa porosità, condizioni che limitano la risalita di acqua e che conferiscono un'ottima resistenza alla corrosione salina oltre che alla compressione. Subisce però un



processo di degradazione molto comune alle rocce a composizione carbonatica, ovvero è soggetto a fenomeni di alterazione in seguito al processo di solfatazione che si innesca in presenza dell'anidride solforosa contenuta nell'aria inquinata. La colorazione della Pietra d'Istria subisce una variazione, appena estratta presenta una colorazione che va dall'avorio al grigio perla con sfumature che variano dal beige scuro al verde chiaro. Quando la pietra viene esposta agli agenti atmosferici assume un colore uniforme grigio pallido che con il tempo imbianca in seguito alla deposizione superficiale di calcite solubilizzata dall'azione del dilavamento e della solfatazione, ecco perché la Pietra d'Istria appare così bianca.

2.2.2 BIANCONE

Associato alla Pietra d'Istria si trova spesso il Biancone, un calcare marnoso a grana fine con presenza di stiloliti, molto compatto, dalla colorazione chiara molto simile alla Pietra d'Istria; inoltre, presenta le stesse caratteristiche di durezza, bassa porosità e resistenza agli agenti atmosferici. Su Palazzo Ducale il biancone è stato impiegato per la realizzazione di parti di merli o merli interi. Il biancone viene estratto dalla cava della Lessinia nelle Prealpi Venete ma ne esistono di differenti varietà come il Biancone dell'Altopiano di Asiago che presenta maggiori magrosità sulla superficie per la sua natura sedimentaria, a volte con presenza anche di microfossili e ammoniti.

32



MERLO IN BIANCONE



2.2.3 MARMO ROSSO DI VERONA

Il Rosso di Verona è un materiale di ampio impiego e molto conosciuto per il suo rendimento a livello ornamentale. Sulle sommità di Palazzo Ducale è stato ampiamente impiegato in contrasto con la Pietra d'Istria, grazie alla sua colorazione rossa, per le guglie, alcune pigne, il mattonellato sulle facciate e i tabernacoli.



Questo materiale dal punto di vista morfologico è un calcare nodulare marnoso, di origine sedimentaria ed appartenente alla categoria dei rossi ammonitici. La sua composizione, data da una matrice argillosa con fossili di ammoniti e belemniti al suo interno, la rende fragile all'esposizione agli agenti atmosferici in quanto il letto d'argilla viene facilmente eroso dal vento e dallo scorrimento dell'acqua lasciando esposti i fossili ed evidenziando le stratificazioni del materiale stesso, causando così la formazione di fessurazioni e distacchi di materia più o meno gravi. L'estrazione del Rosso di Verona nel nostro territorio avviene soprattutto dalla cava dei Monti Lessini ma esistono molte tipologie che variano in base alla colorazione e al tenore di carbonato al suo interno. Storicamente è giunto a Venezia dapprima come materiale di spoglio durante il periodo medievale e poi come materiale di cava intono al XVI sec.

33

2.2.4 MARMI COLORATI

Il mattonellato delle facciate è realizzato "a losanghe" con un'alternanza di mattoni in Pietra d'Istria, Rosso di Verona e, a rompere questa uniformità cromatica, la presenza di croci costituite da piccole lastre quadrate di marmi colorati. Ad osservazione autoptica spiccano marmi antichi di diversi litotipi; non è certo una novità che Venezia si sia arricchita di fastosi marmi colorati di riuso e Palazzo Ducale non fa eccezione, solo sul mattonellato della facciata Sud sono presenti almeno una decina di marmi differenti come Proconnesio, Nero Assoluto, Alabastro, Cipollino Verde etc.



Marmi colorati sono individuabili anche nella parte inferiore dei tabernacoli che decorano gli angoli delle facciate.

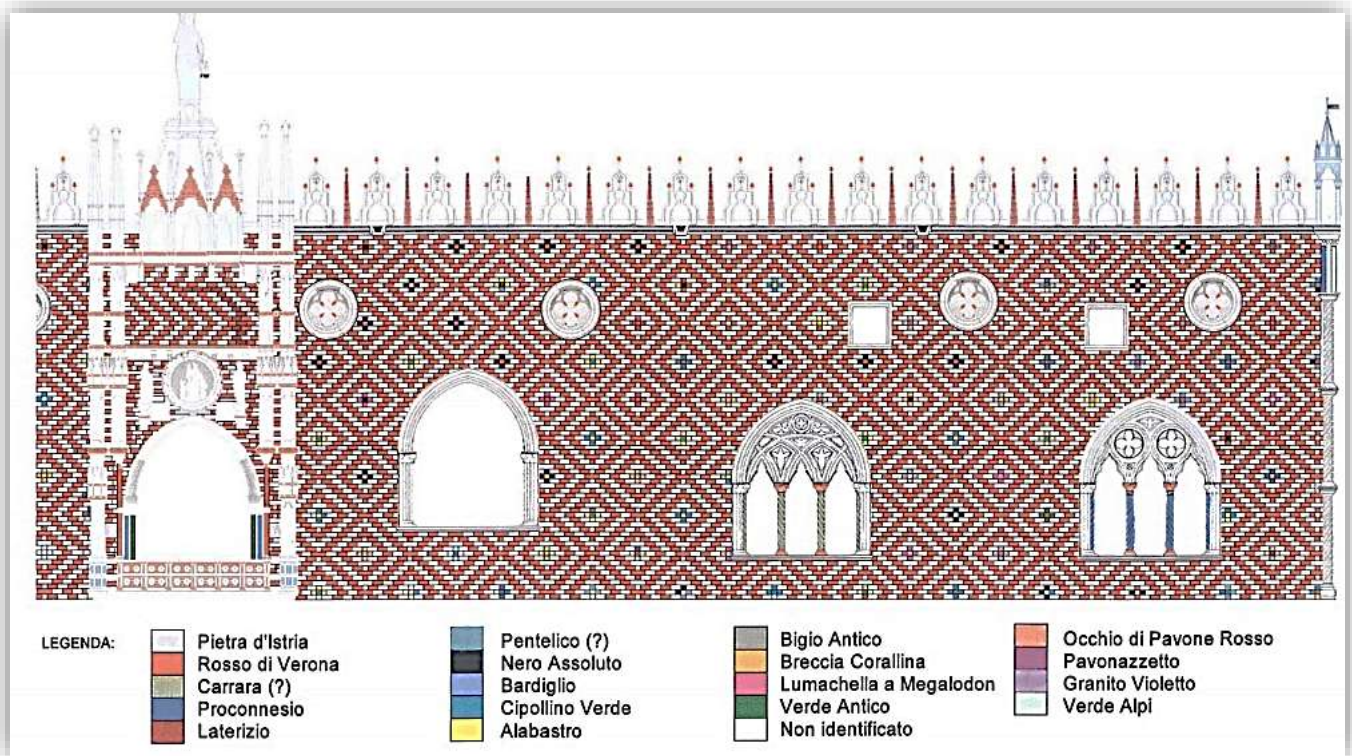


34

MARMO ANTICO SU MATTONELLATO e MARMI COLORATI COLONNE TABERNACOLI

Si riporta di seguito un'immagine, tratta da "Palazzo Ducale storia e restauri" Ed. Arsenale 2004 a cura di Giandomenico Romanelli, con il rilievo e l'identificazione di tutti i marmi antichi rilevati sulla facciata Sud che dà sul Bacino di San Marco.

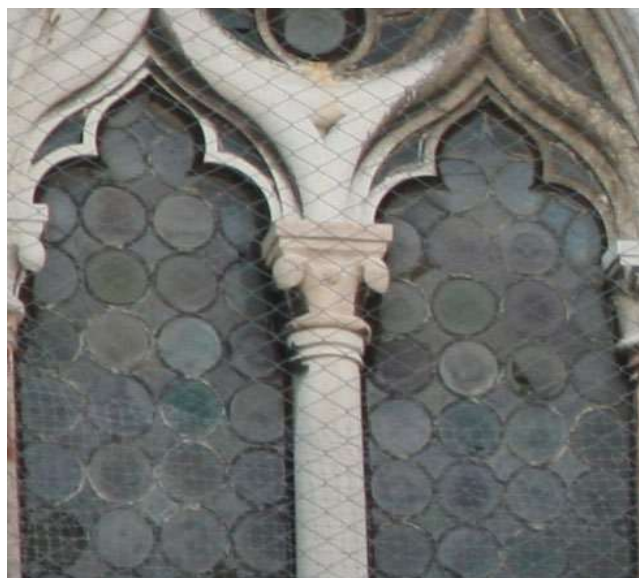




35

2.2.5 SERRAMENTI E VETRO PIOMBATO A RULLO

Le vetrate delle finestre a bifora sono tipiche del gotico veneziano, sono infatti realizzate con la tecnica a piombo, ovvero l'impiego di profili in piombo saldati, e a rullo.



Il rullo è una tessera di vetro dalla forma circolare che viene creata soffiando la massa di vetro fuso fino ad ottenere una piccola sfera, successivamente schiacciata per ottenere la forma desiderata. Queste tessere non tagliate, che nascono perfettamente circolari, vengono poi unite tra loro grazie alla tecnica di legatura con trafilati di piombo. Nel caso delle vetrate di Palazzo Ducale, i rulli delle finestre paiono di diverse colorazioni ma sempre con una elevata trasparenza. Inoltre, la sovrapposizione dei rulli risulta essere stata realizzata sfalsata, dove i rulli sono disposti in modo alternato occupando lo spazio disponibile tra i due sovrastanti e sottostanti; in questo modo unendo i centri di quattro rulli vicini si ottiene un rombo. Tra un rullo e l'altro lo spazio che resta è stato riempito con vetro soffiato colorato e tagliato con precisione nella forma adatta.



2.3 TECNICA DI COSTRUZIONE

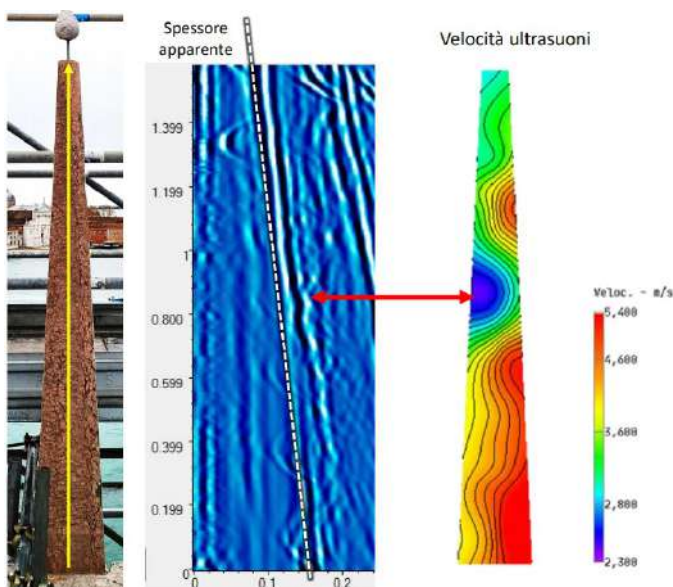
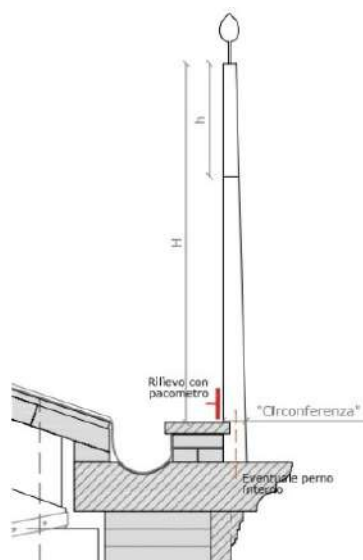
Oltre alla parte materica e visibile degli elementi presi in esame visti nel capitolo precedente, è importante anche comprendere come questi oggetti siano stati realizzati e come essi siano attualmente ancorati. Questo capitolo riporta solo le informazioni generali in merito alla tecnica di costruzione degli elementi, un lavoro molto più tecnico e dettagliato è consultabile negli elaborati specifici di dettaglio.

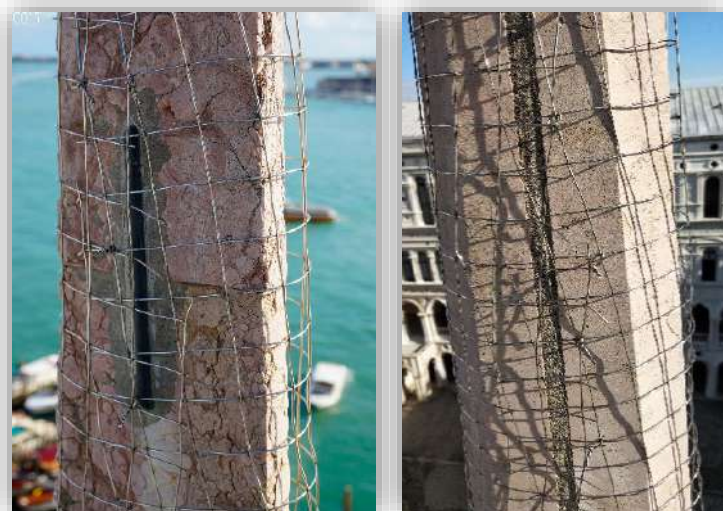
2.3.1 STRUTTURA DEGLI ELEMENTI

STRUTTURA DELLA GUGLIA

Le guglie, ad eccezione degli elementi che hanno avuto necessità di aggiunte o sostituzioni di parti, sono realizzate in unico blocco monolite in marmo Rosso di Verona. Sono elementi tronco-piramidali a base poligonale. Grazie allo studio dei documenti precedenti e delle attuali indagini è stato possibile individuare un perno interno che ancora la guglia alla cornice di gronda, ma non siamo a conoscenza né delle misure né dello stato di conservazione di questo perno.

37





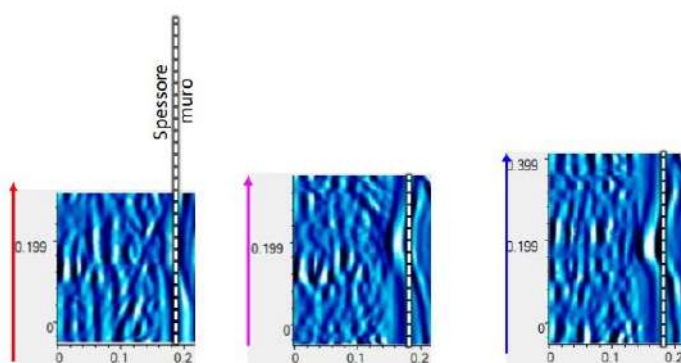
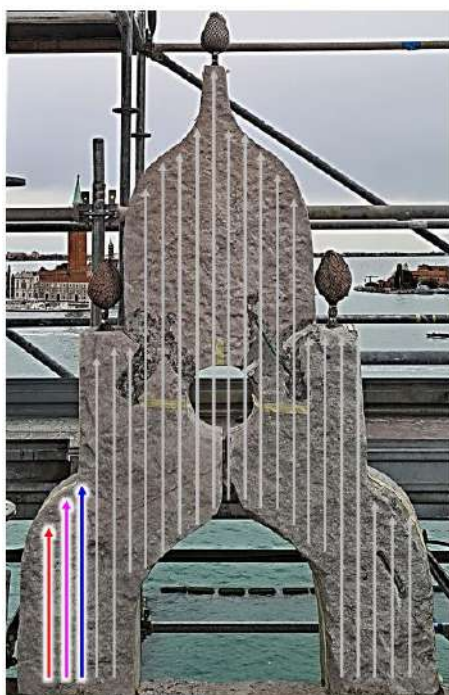
Inoltre, alcune delle guglie sostituite in interventi precedenti presentano un perno, posto sul retro lungo tutta l'altezza della guglia, inghisato in malta cementizia.

La pigna collocata in cima alla guglia è anch'essa fissata per mezzo di un perno che fuori esce dal centro della sommità della guglia.

STRUTTURA DEL MERLO

Grazie alle analisi effettuate con lo strumento Georadar, è stato possibile osservare nel dettaglio la struttura interna del merlo preso in esame. Si rileva dalle immagini date dallo strumento, la presenza di due perni in corrispondenza delle due gambe del merlo che agganciano l'intera struttura alla cornice di gronda. Si rilevano inoltre i perni inseriti per sostenere e tenere uniti i pezzi composti.

38



Come per le guglie, anche qui le pigne risultano ancorate grazie ad un perno in lega di rame inserito al centro delle sommità del merlo.

STRUTTURA DEL MATTONELLATO

Il mattonellato esterno, visibile sulle due facciate principali, è realizzato con veri e propri conci di pietra dalle dimensioni variabili intorno ai 20 cm con una profondità che varia dai 5 ai 25 cm circa. I conci di maggior spessore corrispondono ai corsi in pietra d'Istria che sono disposti ad intervalli regolari garantendo l'ancoraggio del mattonellato al retrostante corpo della muratura. Ogni mattonella è legata alle altre per mezzo di una malta la cui colorazione accompagna l'elemento che ha vicino. La fantasia geometrica a losanghe che decora le facciate è caratterizzata dalla presenza di ulteriori mattonelle dalla forma quadrata che riportano uno schema a croce ripetuto.

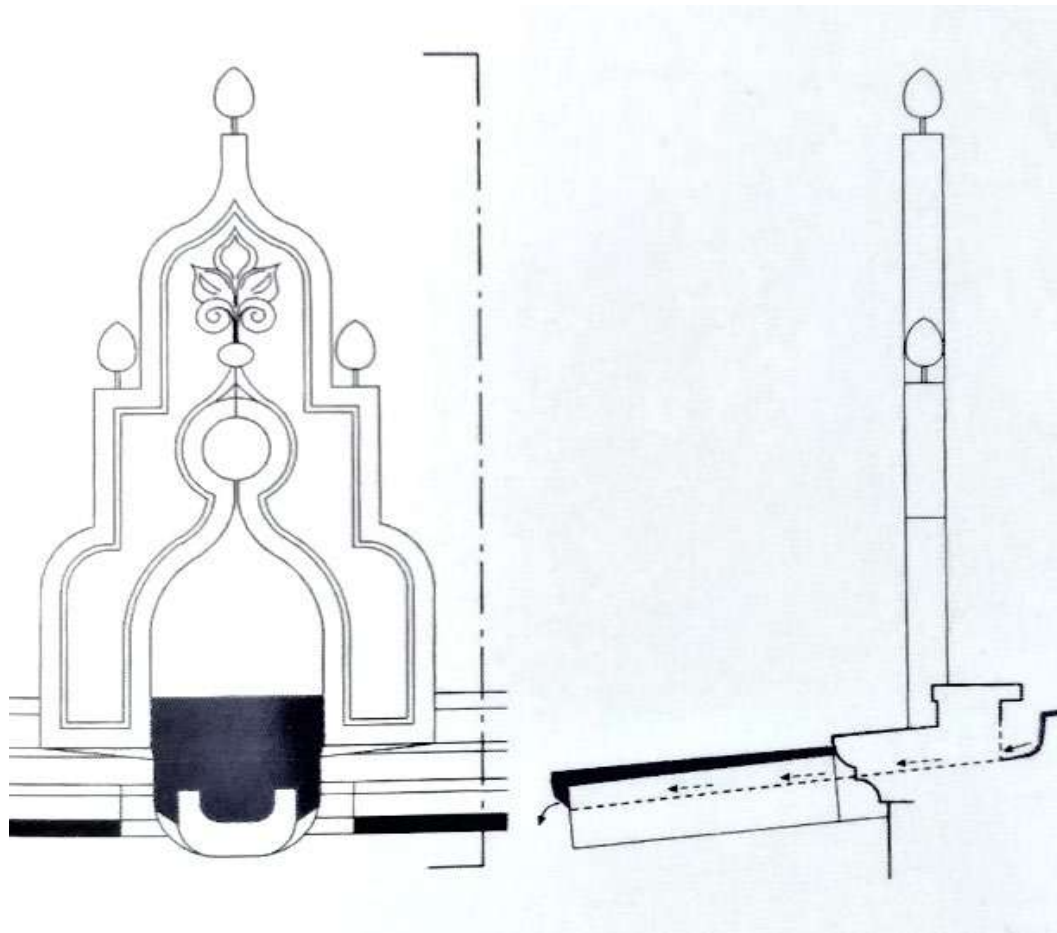
Osservando le immagini ottenute dall'analisi del Georadar è stato possibile individuare la muratura in laterizio posta dietro. Particolare è stato il rilevamento della posizione dei diatoni, elementi inseriti trasversalmente allo spessore della muratura allo scopo di collegarne i paramenti e consolidare le strutture, i quali sembrano avere una collocazione sparsa e casuale, fattore che rende ancor più stabile la struttura.

39



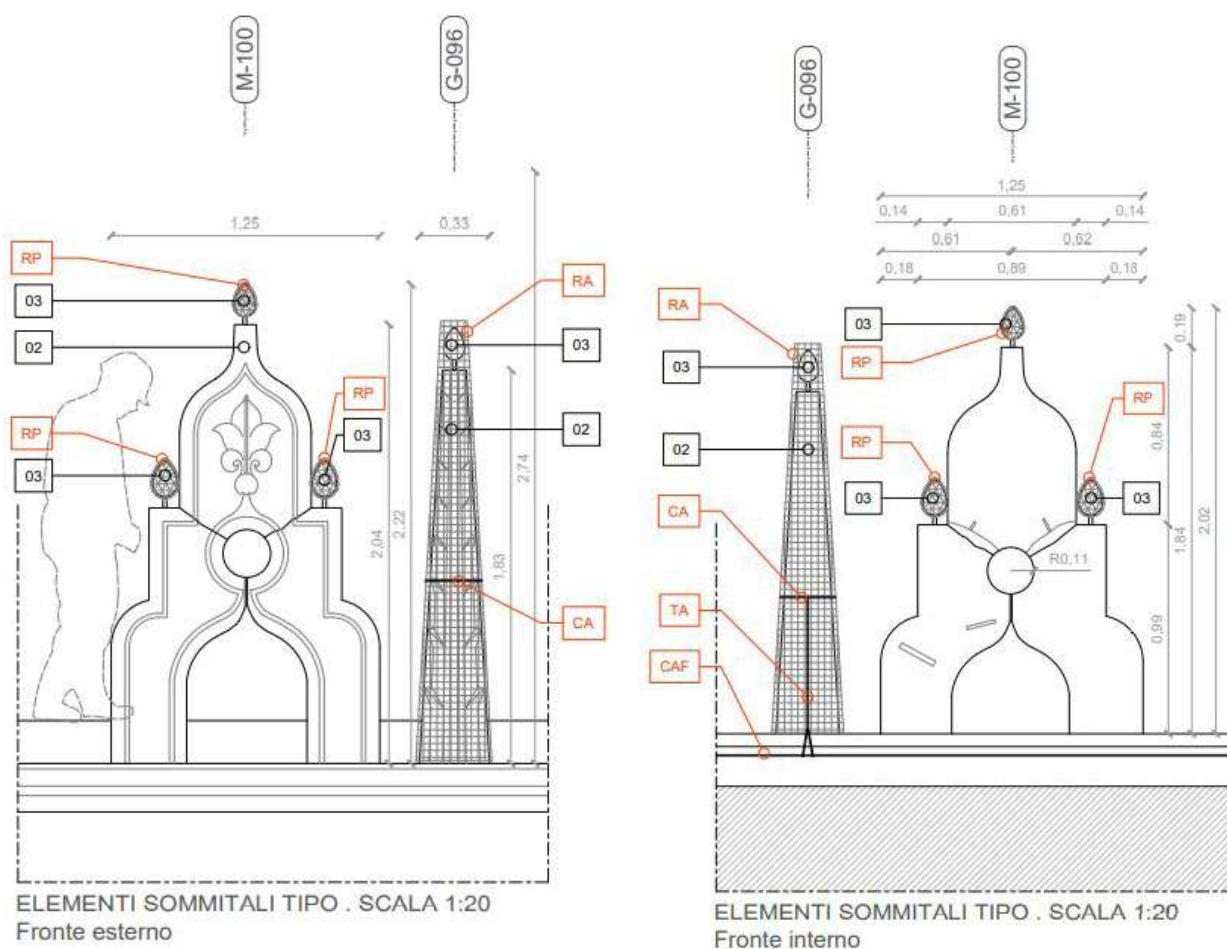
STRUTTURA DELLA CORNICE DI GRONDA

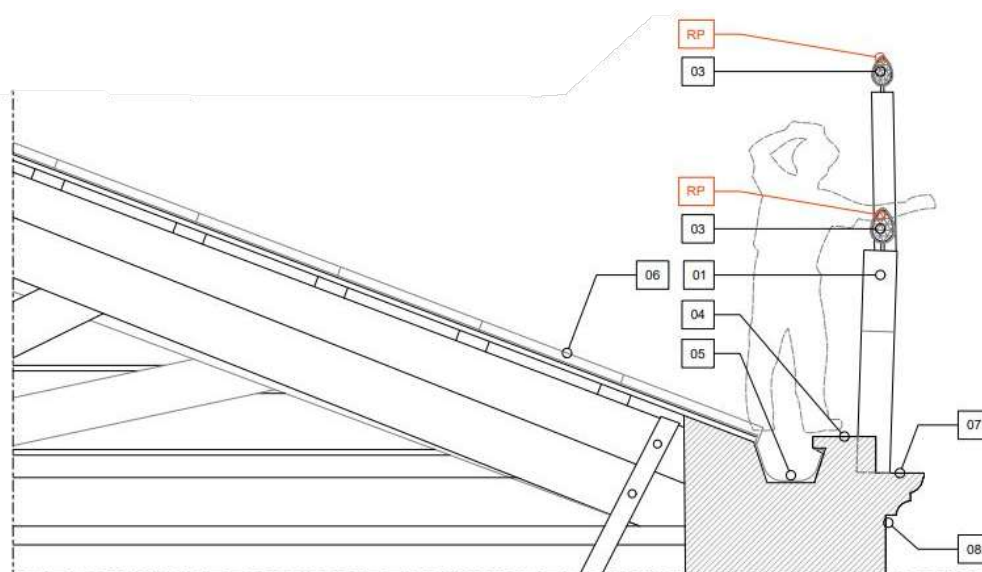
La cornice di gronda è realizzata in pietra d'Istria e presenta una grondaia rivestita in piombo che scarica le acque meteoriche in 15 doccioni che sporgono all'esterno.



2.3.2 RETI DI SICUREZZA

Dal punto di vista strutturale si ritiene necessario dedicare un paragrafo alle reti che sono state installate in seguito agli interventi di restauro svolti tra il 2008 e il 2014. Le reti presenti hanno l'obiettivo di tenere in sicurezza gli elementi nel caso di perdita di frammenti o nel caso di caduta dell'elemento stesso. Di seguito si riporta un elaborato grafico che evidenzia la collocazione delle reti sugli elementi sommitali:





ELEMENTI SOMMITALI TIPO . SCALA 1:20

Sezione di dettaglio del cornicione di gronda con innesto degli elementi sommitali
oggetto di verifiche

LEGENDA:

- 01 - Merlo, elemento lapideo composito in pietra calcarea bianca
- 02 - Guglia in pietra rossa di Verona
- 03 - elemento decorativo in pietra con fissaggio con perno metallico
- 04 - cornice di gronda, elementi in pietra calcarea bianca
- 05 - canale di gronda con rivestimento metallico in lamiera di piombo
- 06 - copertura in lastre di piombo aggraffate
- 07 - cornice di gronda esterna in conci di pietra calcarea bianca
- 08 - lamierino metallico con funzioni di gocciolatoio

ELEMENTI DI MESSA IN SICUREZZA PROVVISORI:

- RP - rete in materiale plastico di contenimento delle scaglie lapidee distaccate
- RA - rete in acciaio inox AISI 316L di contenimento delle scaglie lapidee distaccate
- CA - cordino d'acciaio inox AISI 316L - sistema anticaduta dell'elemento guglia
- TA - tirante d'acciaio inox AISI 316L - sistema anticaduta dell'elemento guglia
- CAF - cordino di fissaggio a muro in acciaio inox AISI 316L - sistema anticaduta dell'elemento guglia

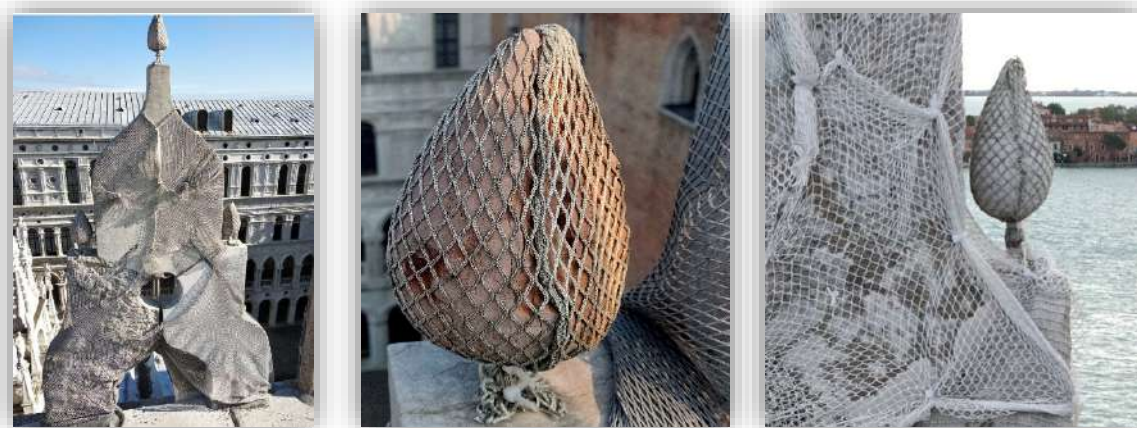
42

RETI DI SICUREZZA IN POLIPROPILENE PER MERLI E PIGNE

Sulle pigne e su porzioni di elementi lapidei di merli o tabernacoli con fenomeni di decoesione è presente la rete in polipropilene. Si tratta di reti di colore bianco a maglia quadrata di 10mm di lato e filo intrecciato di 1mm di diametro. Le reti sono legate per mezzo di fascette da cablaggio di colore bianco e agganciate a eventuali perni, se presenti, per evitare che scivolino in basso. La parte bassa delle reti è legata con un filo sempre in polipropilene al cavo in acciaio che corre all'interno della cornice di gronda. Nello specifico, per la protezione di pigne, sono state impiegate reti tubolari chiuse



in sommità; poi infilate con una calza e fissate sul perno di sostegno. Onde evitare che la rete si sfilii è stata apposta una fascetta sul perno metallico di supporto della pigna, allo scopo di impedire lo scivolamento di quelle poste a fissaggio della rete. Tali reti sono spesso strappate e non più funzionali, soprattutto quando si trovano su elementi di grandi dimensioni dei merli.



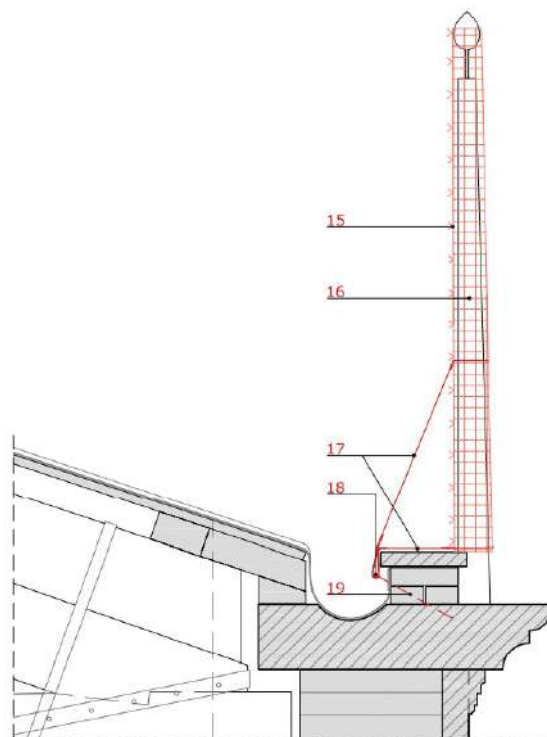
RETI DI SICUREZZA IN ACCIAIO PER LE GUGLIE SOMMITALI

43

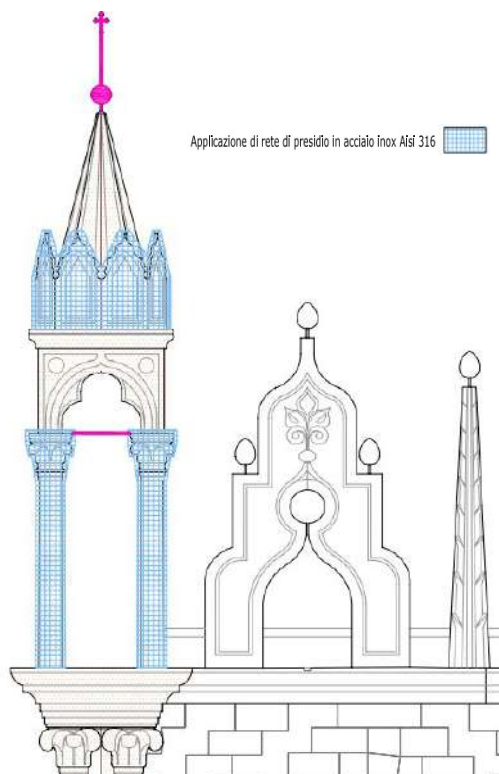
Queste reti sono state realizzate in acciaio inox Aisi 316 con maglia di 2,4 x 2,4 cm e filo di diametro 1 mm cucita per mezzo di filo in acciaio inox Aisi 316 elettrosaldato, ancorato al sistema di tenuta posizionato sulla cornice di coronamento con due perni inghisati in resina epossidica, uno alla base e uno a 1/3 dell'altezza della guglia. La rete è dotata di un sistema di passivazione che ha funzione antiriflesso e si ritiene di facile rimozione.



- 15- Cucitura della rete in acciaio mediante filo in acciaio inox $\Phi 1\text{mm}$
- 16- Rete in acciaio inox $\Phi 1\text{mm}$, maglia $2.4 \times 2.4 \text{ cm}$
- 17- Cavi e morsetti in acciaio inox $\Phi 2\text{mm}$ per legare la rete al cavo sulla cornice di gronda
- 18- Cavo in acciaio $\Phi 5\text{mm}$ di ritenuta delle reti delle guglie
- 19- Perno in acciaio inox $\Phi 8\text{mm}$ e golfara femmina per l'ancoraggio del cavo in acciaio



44



RETI DI SICUREZZA IN ACCIAIO PER I TABERNACOLI

I tabernacoli Sud Est e Sud Ovest sono stati oggetto di messa in sicurezza per mezzo di rete in acciaio contenitiva. Nel dettaglio gli elementi in Rosso di Verona sono stati rivestiti con una rete di maglia quadrata di $25,4 \text{ mm}$ di lato formata da un filo di diametro $1,4 \text{ mm}$ in acciaio inox Aisi 316. La rete è stata avvolta attorno agli elementi mantenendo la maggior aderenza possibile ed è stata legata mediante cuciture eseguite con lo stesso filo in acciaio inox Aisi 316. Con questo sistema sono state rivestite le velette superiori, i capitelli e le colonne di entrambi i tabernacoli.







RETI DI SICUREZZA IN ACCIAIO PER LE BIFORE GOTICHE

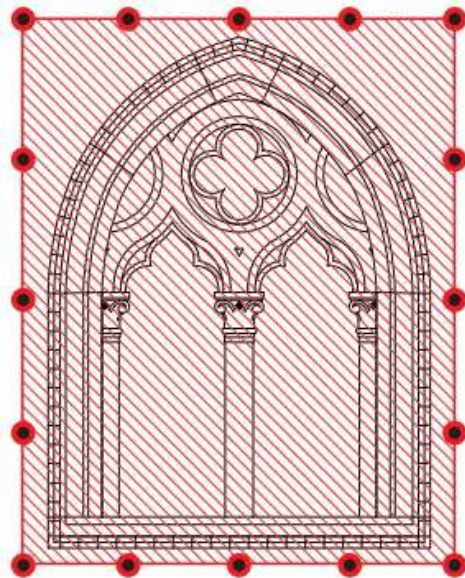
Sulla facciata Ovest del cortile interno della fabbrica sono state messe in sicurezza quattro finestre a bifora con il posizionamento di reti contenitive di forma rettangolare provvisorie dalle dimensioni 2,35 ml x 2,91 ml. Le reti in acciaio sono state doppiate con reti in polipropilene a maglia rettangolare 24 mm x 27 mm. Il sistema di fissaggio delle pezzature al paramento in mattoni è garantito dall'utilizzo di tasselli a pressione, marca Fisher, di 0,8 mm x 100 mm con viti e placche di tenuta in acciaio inox.

45

Specifiche tecniche della rete: rete metallica Rete Rombo G45/2 ordita in filo d'acciaio armonico di diametro 2 mm con resistenza unitaria del filo elementare di 1770 N/mm² (UNI ISO 2408) e resistenza unitaria del filo di 5.5 kN, protetto mediante rivestimento in lega Zn-Al secondo UNI EN 10264-2, ordito in modo da ottenere una sequenza di maglie romboidali di dimensione ca. 95 mm x 47 mm che hanno, in senso longitudinale, una resistenza a trazione non inferiore a 85 kN/m e sviluppano uno spessore di circa 3 mm.



-  rete contenitiva in acciaio
-  punti di ancoraggio della rete alla muratura



3. STATO DI CONSERVAZIONE



M043

3.1 PREMESSA

Lo stato di conservazione è l'indice delle condizioni in cui verte il bene culturale preso in esame. Viene effettuata una vera e propria lettura dell'oggetto descrivendo la presenza di fenomenologie del degrado e di alterazione che lo interessano, dalle più lievi a quelle più gravi. Le informazioni in nostro possesso, che ci hanno guidato verso la ricostruzione della storia e dello stato attuale degli elementi, sono state soprattutto quelle di studio preliminare:

- **Studio delle fonti documentali sui precedenti interventi;**
- **Studio visivo e fotografico dello stato di conservazione;**
- **Campagna di analisi diagnostica preliminare.**

Di seguito sarà riportato, in maniera descrittiva, lo stato di conservazione per ogni elemento oggetto di questa relazione correlato da documentazione fotografica. Sarà inoltre possibile leggere il dettaglio di ogni fenomeno di degrado individuato durante l'analisi autoptica degli elementi consultando l'***ALLEGATO D Schede tecniche dei fenomeni di degrado.***

48



3.2 LO STATO DI CONSERVAZIONE

IL MATTONELLATO



49

Le facciate in mattonellato lapideo realizzate con Pietra d'Istria, Biancone, Rosso di Verona e marmi policromi antichi sono: la facciata sud (prospetti B-C), la facciata ovest (prospetti C-D) e la facciata nord (prospetto F).

Degradi presenti: *Crosta nera, degradazione differenziale, deposito superficiale, disgregazione, distacco, efflorescenza, erosione, esfoliazione, fessurazione/fratturazione, microfratture, macchie, mancanze, patina biologica, scagliatura, presenza di vegetazione superiore, malte di allettamento decoese; precedenti interventi non più funzionali o non idonei.*

Uno dei principali degradi che affligge l'intero rivestimento lapideo in mattonelle è la presenza di acqua, che nelle sue varie forme e vie, porta a fenomeni di degrado più o meno gravi. L'analisi autoptica delle facciate giustifica l'individuazione di un processo di degrado particolarmente accentuato nelle porzioni di facciata maggiormente sottoposte al dilavamento ed al ristagno d'acqua piovana. Tali zone si concentrano nella porzione sommitale sottostante al cornicione di gronda e nelle porzioni di facciata sottostanti i davanzali delle finestre grandi. Tale fenomeno di degrado si configura come diretta conseguenza della mancata impermeabilizzazione dei giunti fra i conci, delle fessurazioni e fratture degli stessi.



Il degrado causato dalla presenza di **sali solubili** è dovuto a processi di solubilizzazione-cristallizzazione, idratazione-disidratazione e assorbimento igroscopico. L'inizio del fenomeno è dato dall'acqua assorbita dal materiale che si muove all'interno di una struttura porosa e trascina con sé i sali disciolti in essa, dopodiché a seconda di come l'acqua evapora si assisterà a due fenomeni distinti: se l'evaporazione dell'acqua è lenta i sali ricristallizzano producendo efflorescenze sulla superficie del materiale, se invece l'evaporazione si verifica in modo veloce la cristallizzazione avviene all'interno della porosità, tuttavia nel caso delle facciate in mattonellato questo fenomeno è scarsamente presente, se non sulle malte di allettamento. Ben più presente è, al contrario, la presenza di sub-efflorescenze dove l'accrescimento dei cristalli avviene all'interno del materiale generando delle tensioni sulle pareti dei pori tali da portare a danni di natura strutturale, fratturazioni, disgregazioni, macchie e distacchi.

La **disgregazione** è da intendere come decoesione con caduta del materiale sotto forma di polvere o minutissimi frammenti. Il fenomeno della disgregazione ha colpito gli elementi lapidei che hanno risentito maggiormente dell'azione dell'acqua piovana e per infiltrazioni. Infatti, si nota come, nelle aree più umide della facciata in mattonellato diverse mattonelle, sia in pietra calcarea bianca che in marmo rosso di Verona o altri marmi policromi antichi presentino una perdita di compattezza e aggregazione; talvolta il materiale risulta quasi polverizzato. Ciò può portare al distacco di granuli o materia sotto minime sollecitazioni meccaniche, causate dall' evaporazione, e quindi, cristallizzazione dei Sali solubili trasportati dall' acqua che penetra all'interno del materiale.

50

Anche la presenza di **macchie**, cioè variazioni cromatiche localizzate della superficie, è correlata raramente alla presenza di determinati componenti naturali del materiale, ma principalmente alla presenza di acqua all'interno degli elementi lapidei. Altri tipi di macchie più localizzate sono, invece, causate dagli elementi metallici presenti che, per **ossidazione**, hanno macchiato la superficie circostante.

La **degradazione differenziale** è individuabile laddove ci sono elementi lapidei dalla tessitura eterogenea e dalle proprietà anisotrope come calcari nodulari e brecce. Nel nostro caso questa problematica è localizzata, infatti, soprattutto gli elementi realizzati in marmo Rosso di Verona, infatti, i quali subiscono questo fenomeno a causa proprio della loro natura compositiva, data da una matrice argillosa con fossili al suo interno, che li rende più fragili all'esposizione agli agenti atmosferici. Il letto d'argilla viene facilmente eroso dal vento e dallo scorrimento dell'acqua lasciando esposti i fossili ed evidenziando le stratificazioni del materiale stesso, causando così la formazione di fessurazioni e distacchi di materia più o meno gravi. Questo tipo di degrado evidenzia la tessitura



o struttura dalla diversa consunzione dei componenti dovuta agli agenti atmosferici. Nel nostro caso si tratta soprattutto dell'azione dell'acqua che degrada le superfici lapidee e marmoree per scorrimento o infiltrazione.

Anche il **distacco** di mattonelle è causato principalmente dalla decoesione e spesso dalla totale mancanza delle malte di allettamento, a sua volta dovuto ad agenti atmosferici come la presenza di acqua e gli sbalzi termici.

Si vuole evidenziare come, una delle aree più problematiche del mattonellato è quella sottostante al primo doccia da destra della facciata sud, lato Bacino di San Marco. Questo, infatti, risulta chiuso interamente, in epoche passate, con malta cementizia. La malta, impedendo totalmente la via di scolo all'acqua, fa sì che questa fuoriesca colando sulla facciata in mattonellato. L'acqua, negli anni è penetrata all'interno della muratura interna, creando, oltre che un danno ai materiali lapidei di rivestimento, anche danni strutturali piuttosto gravi, che si ripercuotono anche in superficie sul mattonellato di rivestimento.

Il **quadro fessurativo** delle facciate in mattonellato si sviluppa soprattutto sotto i cornicioni e in aree più localizzate come l'angolo nord del prospetto D, sulla facciata rivolta verso il campanile di San Marco (già monitorata dallo IUAV nel periodo 2011-2016), o alcune altre linee fessurative significative in prossimità dell'angolo sud del prospetto D. Sul prospetto E, invece, sempre relativo alla facciata ovest, le fratture si concentrano in particolare in prossimità delle grandi aperture e dello spigolo nord (anche queste già monitorate dallo IUAV tra il 2011 e il 2016). Le fessurazioni sono causate in generale da movimenti naturali o indotti a livello strutturale dell'edificio, assestamento dei materiali costitutivi, da rigonfiamento per umidità o per danni causati dall'incompatibilità dei prodotti e tecniche di restauro precedenti o dal loro degrado. A volte possono essere causati dalla spinta dovuta al rigonfiamento di perni o staffe metalliche. L'acqua gioca invece un ruolo fondamentale anche nello sviluppo delle **microfratture**.

La patina biologica, caratterizzata da uno strato sottile ed omogeneo costituito da microrganismi biodeteriogeni è diffusa su tutta la superficie esterna, ma in modo particolarmente evidente nelle aree esposte agli agenti atmosferici che sono protagonisti attivi nell'attecchimento e proliferazione dei biodeteriogeni, cioè la presenza di acqua unita alla poca ventilazione e dove si ha scorrimento di acqua ma non dilavamento, come spesso accade la facciata nord (prospetto F) ne è maggiormente colpita. A seconda dell'esposizione alla luce solare, infatti, la patina varia di colore in quanto i microrganismi che la compongono hanno la capacità di proteggersi dalle radiazioni solari:



se direttamente esposti assumono una colorazione nera, se non esposti alla diretta luce solare si presentano verdi. La problematica principale della presenza di biodeteriogeni sulla superficie dei materiali è la loro capacità di compiere processi di biotrasformazione della materia. Inoltre, evidente è la patina presente sulla quasi totalità della **malta di allettamento** che risulta **decoesa** e talvolta polverizzata.

Un' altro fenomeno, estremamente localizzato e poco diffuso, che possiamo riscontrare negli interstizi della pietra fessurata ma soprattutto sulle malte di allettamento è la presenza di individui erbacei, arbustivi o arborei di piccole dimensioni. Tuttavia, la loro presenza non incide negativamente solo le malte ma anche gli elementi lapidei del mattonellato; la crescita di **vegetazione superiore** in zone vicine ad elementi lapidei è infatti un fenomeno il cui sviluppo può causare pericolose tensioni di tipo meccanico, che possono portare a fessurazioni e, nei casi più gravi, alla caduta di materiale.

Un fenomeno puntuale e localizzato è quello delle **mancanze**, di interi elementi. Più presente sugli elementi in rosso di Verona, più fragile del calcare bianco, è la mancanza dell'intera porzione superficiale di questi elementi (situazione già sottolineata dalle indagini effettuate nel 2013 e in parte messe in sicurezza con la rimozione di porzioni lapidee di dimensioni significative).

52

Anche **scagliatura** ed **esfoliazione** caratterizzano diversi elementi del mattonellato. Come spesso accade sugli elementi posti in esterno, il fenomeno si sviluppa in maniera estremamente localizzata. Le scaglie, che vanno a distaccarsi dall' elemento, in maniera totale o parziale, hanno forma irregolare e spessore consistente e disomogeneo. Questo fenomeno è maggiormente presente sugli elementi in pietra calcarea bianca, mentre le mattonelle in Rosso di Verona, subiscono maggiormente il fenomeno di degradazione differenziale, a causa delle differenti composizioni chimiche del tipo di pietra.

Vista la continua esposizione degli elementi, un fenomeno particolarmente diffuso è quello dell'**erosione**, cioè l'asportazione di materiale dalla superficie che nella maggior parte dei casi si presenta compatta. Degrado presente su tutte le facciate. La conseguenza dell'erosione è spesso il distacco dei materiali e la loro disgregazione con conseguente caduta di materiale.

Fenomeno localizzato laddove gli elementi lapidei non siano interessati da dilavamento delle acque meteoriche, cioè principalmente sulle aree in cui la ventilazione è scarsa come nella facciata nord, è la **crosta nera**, di spessore variabile, generalmente dura, distinguibile dalle parti sottostanti per le caratteristiche morfologiche e spesso per il colore; può distaccarsi anche spontaneamente dal



substrato che, in genere, si presenta disgregato e/o polverulento. La crosta nera è composta da agglomerati solidi e particelle semisolide generalmente di formazione sottile, il cui spessore può aumentare nelle aree maggiormente protette. Le incrostazioni sono tenute insieme da una matrice gessosa che ingloba particelle di varia natura, come particolato atmosferico, ossalati, sostanze bituminose e carboniose, frammenti di calcite di origine primaria derivanti dalla dissoluzione di CaCO_3 e successiva riprecipitazione. Questo fenomeno di degrado, oltre ad essere esteticamente fastidioso data la colorazione grigio/nerastra, sul materiale lapideo porta ad un degrado vero e proprio sul substrato sottostante in quanto la trasformazione della calcite in gesso e la formazione di nuovi cristalli creano forti tensioni provocando la decoesione della pietra ed il conseguente distacco.

L'intera superficie è interessata da un leggero strato di **deposito superficiale**, più presente sulla facciata nord, che su quella ovest o sud. Ha spessore variabile e generalmente scarsa coerenza e aderenza al materiale sottostante. Il deposito superficiale è costituito prevalentemente da polvere e da depositi incoerenti volatili. Le superfici esterne sono destinate a ricoprirsì di sostanze più o meno coerenti come polvere, microrganismi, guano, sporco e prodotti inquinanti. Questo fenomeno può essere aggravato dalla condensa che favorisce l'adesione della polvere, in quanto l'acqua evaporando causa un'aggregazione dei granelli formando deboli concrezioni con grumi di diverse dimensioni.

53

Infine, si è riscontrata la presenza di malte cementizie, resine e altri tipi di integrazioni non idonee o stuccature realizzate in **precedenti interventi** che non svolgono più efficientemente la loro funzione principale di chiusura delle discontinuità presenti negli elementi lapidei.

Per quanto riguarda le **cornici delle finestre sui prospetti B, C, D, E, ed F**, si sottolinea che, durante la campagna di indagini eseguita in fase 1, con i ponteggi mobili si è potuta eseguire un'analisi autoptica di verifica ed è risultato che, seppur in generale siano ben conservate alcune di queste fossero in stato di conservazione non ottimale. Ad esempio la cornice della prima finestra circolare sul prospetto C, lato bacino di San Marco, era interessata da un dentello distaccato ed in pericolo di caduta, che è stato accuratamente rimosso per la sicurezza di esso e dei passanti al di sotto e verrà successivamente riposizionato a regola d'arte. Infine anche la cornice alla base del mattonellato e al di sopra dei rosoni a fiore del porticato del piano nobile, è, talvolta, stato integrato con una pietra più tenera e friabile della pietra d'Istria, che in corrispondenza di alcuni spigoli si trova disgregata e in stato di polverizzazione e scagliatura. (Si veda la documentazione fotografica dei fenomeni di degrado sotto riportata)





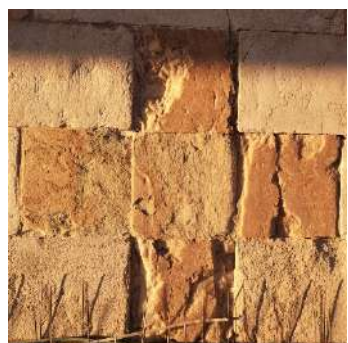
CROSTA NERA



**DEGRADAZIONE
DIFFERENZIALE**



DEPOSITO SUPERFICIALE



DISGREGAZIONE



DISTACCO



EFFLORESCENZA



EROSIONE



ESFOLIAZIONE



FESSURAZIONE/FRATTURAZIONE





MICROFRATTURE



MACCHIA



MANCANZA



PATINA BIOLOGICA



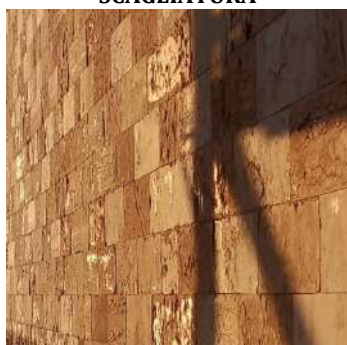
SCAGLIATURA



PRESENZA DI VEGETAZIONE



DECOESIONE DELLE MALTE DI ALLETTAMENTO



PRECEDENTI INTERVENTI NON PIÙ FUNZIONALI O NON IDONEI

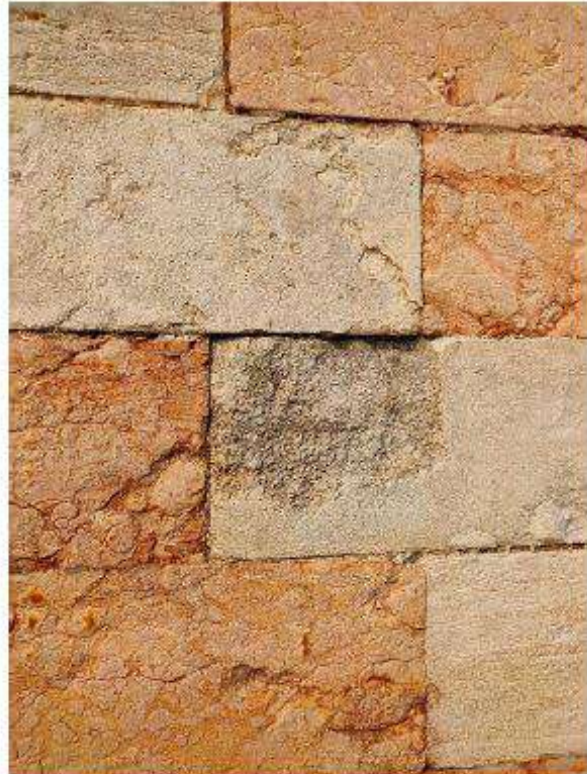




DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA DEI FENOMENI DI DEGRADE SUL MATTONELLATO









DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA DEI FENOMENI DI DEGRADO SUI MARMI DI FACCIATA



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA DEI FENOMENI DI DEGRADO SULLE CORNICI DELLE FINESTRE



ELEMENTI SOMMITALI



Gli elementi sommitali sono presenti su tutte le facciate oggetto di intervento (prospetti A, B-C, D-E, F, G, H) e sono costituiti da merli, guglie, tabernacoli e la cornice di gronda.

61

Degradi presenti: *alterazione cromatica; crosta nera; degradazione differenziale; deposito superficiale; distacco; erosione; fessurazione/fratturazione; macchie; mancanze; ossidazione degli elementi metallici; patina biologica; precedenti interventi non più funzionali o non idonei; scagliatura e presenza di vegetazione superiore.*

La **precarietà statica** di alcuni elementi sommitali è sicuramente il fenomeno di degrado più preoccupante, soprattutto per quanto riguarda i merli e le guglie che, oltre ad essere elementi aggettanti rispetto alla facciata, hanno un peso ed un'altezza tale (i merli raggiungono i 2,3 metri e le guglie i 2 metri) da rappresentare, in alcuni casi, un pericolo per la sicurezza, non solo per il bene stesso, ma anche per i passanti.

Questo è causato soprattutto dal fatto che la maggior parte degli elementi sommitali sono stati, nei secoli, sostituiti, interamente o parzialmente in **precedenti interventi**. I merli e le guglie, infatti, come già descritto nella tecnica esecutiva, sono elementi monoliti solo in minima parte, in quanto moltissimi sono composti da più elementi che spesso presentano anche tassellature lapidee, impernate o incollate con resina epossidica e piombatura durante vecchi restauri. Purtroppo, vi sono perni di ancoraggio e malte di giunzione che non sono più in grado di svolgere la loro funzione a causa del loro pessimo stato di conservazione o della loro natura materica non idonea e non



compatibile chimicamente con la materia lapidea originale. Questo causa **distacchi e disconnessione tra elementi**. Le malte non idonee che abbiamo rilevato sono soprattutto malte cementizie, ricoperte spesso da patina biologica e resine. Queste sono presenti sia sotto forma di stuccatura di riempimento, laddove vi siano elementi compositi o perni e arpesi di ancoraggio tra le diverse porzioni lapidee, sia come stuccatura di chiusura alla base, dove l'elemento si appoggia al cornicione perimetrale.

Inoltre, molte delle guglie, sono soggette ad una forte **degradazione differenziale**, che in alcuni casi ne compromette, appunto, l'integrità. Soprattutto gli elementi realizzati in marmo Rosso di Verona, infatti, subiscono questo fenomeno a causa proprio della composizione chimica di questo materiale, data da una matrice argillosa con fossili al suo interno, che lo rende più fragile all'esposizione agli agenti atmosferici. Il letto d'argilla viene facilmente eroso dal vento e dallo scorrimento dell'acqua lasciando esposti i fossili ed evidenziando le stratificazioni del materiale stesso, causando così la formazione di fessurazioni e distacchi di materia più o meno gravi. Il fenomeno di degrado differenziale riscontrato, quindi, non si trova solo sulle guglie, ma anche su quelle pigne di merli e parti dei tabernacoli realizzati in marmo Rosso di Verona. Talvolta, ritroviamo questo fenomeno anche su elementi in Pietra d' Istria e Biancone che hanno in evidenza gli strati di sedimentazione, anche se, in generale, la natura di questi materiali è piuttosto, compatta, caratterizzata da alta densità e bassa porosità, caratteristiche che infatti ne limitano l'assorbimento di acqua. La degradazione differenziale provoca quindi la perdita di materiale dalla superficie che ne evidenzia l'eterogeneità della tessitura.

62

La pietra calcarea bianca di cui sono composti merli, cornice di gronda perimetrale, doccioni, tabernacoli e la maggior parte delle pigne, subisce, invece, il fenomeno di **scagliatura**, ovvero la presenza di parti di forma irregolare, dette scaglie, generalmente situate in corrispondenza di soluzioni di continuità del materiale originario. Le scaglie, costituite generalmente da materiale in apparenza inalterato, hanno forma irregolare e spessore consistente e disomogeneo e la causa della loro formazione è dovuta principalmente agenti atmosferici a cui sono esposti costantemente.

Il fenomeno di degradazione differenziale, insieme a quello di scagliatura, è favorito anche dall'assenza di protettivo che è stata riscontrata durante le analisi chimiche eseguite da Arcadia Ricerche Srl, nella fase 0 del nostro intervento.

Vista la continua esposizione degli elementi, un fenomeno particolarmente diffuso è quello dell'**erosione**, cioè l'asportazione di materiale dalla superficie che nella maggior parte dei casi si



presenta compatta. Degrado presente su tutte le facciate. La conseguenza dell'erosione è spesso il distacco dei materiali e la loro disgregazione con conseguente caduta di materiale. Questo fenomeno è reso evidente dallo 'smussamento' di tutti gli spigoli che caratterizzavano lo scolpito originale degli elementi lapidei e che oggi, con le continue sollecitazioni da parte del vento, si sono arrotondati, portando, nei casi più gravi a vere e proprie mancanze.

Vi è anche la presenza di **fessurazioni e microfrazture** che, se in genere sono provocate da movimenti naturali o indotti a livello strutturale dell'edificio, assestamento dei materiali costitutivi, in questo caso sono causate principalmente dalle spinte e tensioni create dal vento o per danni causati dall' incompatibilità dei prodotti e tecniche di restauro precedenti o dal loro degrado, come ad esempio la tensione creata dal rigonfiamento di perni o staffe metalliche ossidate. Anche l'acqua gioca un ruolo fondamentale nello sviluppo delle **microfratture**.

Alcuni elementi presentano mancanze di parti, soprattutto le guglie, che in alcuni casi risultano 'mozzate' e private della parte sommitale, o le pigne, che a volte sono assenti, sia su alcune guglie che su alcuni merli. Mancanze di piccole dimensioni sono invece causate, come già detto, dalla continua esposizione agli agenti atmosferici.

63

Per quanto riguarda sempre gli elementi in Pietra calcarea bianca (Pietra d'Istria e Biancone) è stato riscontrato in molti elementi il fenomeno di **alterazione cromatica**, molto comune nelle rocce carbonatiche. Si tratta di un'a variazione naturale a carico dei componenti del materiale e dei parametri che definiscono il colore, causata dalla solfatazione che si innesca nel materiale in presenza di anidride solforosa contenuta nell'aria inquinata. Si tratta di una modificazione che non implica necessariamente un peggioramento delle caratteristiche di resistenza del materiale ma solo un cambiamento di alcuni dei parametri che ne influenzano unicamente la percezione visiva. Talvolta questo fenomeno è causato invece da prodotti di restauro stesi in epoche passate sulle superfici che hanno reagito alle condizioni termoisometriche dell'ambiente e al passare del tempo.

La patina biologica, caratterizzata da uno strato sottile ed omogeneo costituito da microrganismi biodeteriogeni è localizzata nelle aree più riparate dagli agenti atmosferici, dove la presenza di acqua unita alla poca ventilazione e scarsa luce favorisce la crescita dei microrganismi. Questo accade unicamente negli interstizi di fessurazioni e scagliature. A seconda dell'esposizione alla luce solare, infatti, la patina varia di colore in quanto i microrganismi che la compongono hanno la capacità di proteggersi dalle radiazioni solari: se direttamente esposti assumono una colorazione nera, se non esposti alla diretta luce solare si presentano verdi. La problematica principale della presenza di



biodeteriogeni sulla superficie dei materiali è la loro capacità di compiere processi di biotrasformazione della materia. Inoltre, evidente è la patina presente su la quasi totalità della malta a base cementizia e non usata nelle stuccature di vecchi interventi precedenti, che spesso sono più umidi a causa della maggiore igroscopicità rispetto alla pietra.

Anche la presenza di **macchie**, cioè variazioni cromatiche localizzate della superficie, è correlate raramente alla presenza di determinati componenti naturali del materiale, ma principalmente alla presenza di acqua all'interno della malta. Altri tipi di macchie più localizzate sono, invece, causate dagli elementi metallici presenti che, per **ossidazione**, hanno macchiato la superficie circostante degli elementi lapidei.

Relativamente ridotto è il fenomeno di **crosta nera** sugli elementi sommitali; questo è dovuto al fatto che i depositi superficiali non riescono ad intaccare il materiale lapideo perché la loro permanenza su di esso è limitata grazie all'azione del vento. Tale fenomeno è più presente su parti del cornicione e dei doccioni, laddove questi non sono interessati da dilavamento delle acque meteoriche. La crosta nera è composta da agglomerati solidi e particelle semisolide generalmente di formazione sottile, il cui spessore può aumentare nelle aree maggiormente protette. Questo fenomeno di degrado, oltre ad essere esteticamente fastidioso data la colorazione grigio/nerastra, sul materiale lapideo porta ad un degrado vero e proprio sul substrato sottostante in quanto la trasformazione della calcite in gesso e la formazione di nuovi cristalli creano forti tensioni provocando il decoesione della pietra ed il conseguente distacco.

64

Un' altro fenomeno, estremamente localizzato e poco diffuso, che possiamo riscontrare negli interstizi della pietra fessurata ma soprattutto sulle malte di allettamento è la presenza di individui erbacei, arbustivi o arborei di piccole dimensioni. La crescita di **vegetazione superiore** in zone vicine ad elementi lapidei è infatti un fenomeno il cui sviluppo può causare pericolose tensioni di tipo meccanico, che possono portare a fessurazioni e, nei casi più gravi, alla caduta di materiale.

Infine, vista la continua esposizione agli agenti atmosferici provenienti da tutte le direzioni le superfici degli elementi sommitali presentano un leggerissimo strato di **deposito superficiale**, con spessore variabile e generalmente scarsa coerenza e aderenza al materiale sottostante. Il deposito superficiale è costituito prevalentemente da polvere e da depositi incoerenti volatili. Le superfici esterne sono destinate a ricoprirsi di sostanze più o meno coerenti come polvere, microrganismi, guano, sporco e prodotti inquinanti. Questo fenomeno può essere aggravato dalla condensa che



favorisce l'adesione della polvere, in quanto l'acqua evaporando causa un'aggregazione dei granelli formando deboli concrezioni con grumi di diverse dimensioni.

Tutti gli elementi metallici, sia quelli di decorazione, come le sfere o le bandiere presenti sui tabernacoli, che quelle strutturali, come perni e arpesi originali o di restauro, sono soggetti ad una forte **ossidazione** che, oltre ad indebolire il materiale e diventare pericoloso in caso strutturale, rappresenta la causa maggiore delle macchie sulla superficie lapidea adiacente a questi.

(Si veda la documentazione fotografica dei fenomeni di degrado sotto riportata)

Gli elementi sommitali presentano degradi differenti in base all' esposizione, alla composizione materica e ai precedenti interventi subiti. Mentre i quattro tabernacoli e la cornice di gronda sono in stato di conservazione buono o mediocre, il discorso è differente per merli e guglie.

Sotto, merli e guglie in buono stato di conservazione:





**UN MERLO E UNA GUGLIA
IN STATO DI
CONSERVAZIONE**

BUONO

- SUBIRÀ UN
INTERVENTO DI
MANUTENZIONE



**UN MERLO E UNA GUGLIA
IN STATO DI
CONSERVAZIONE**

MEDIOCRE

- SUBIRÀ UN
INTERVENTO DI
RESTAURO
CONSERVATIVO















**UN MERLO E UNA GUGLIA
IN STATO DI
CONSERVAZIONE**

PESSIMO

- SUBIRÀ LA
SOSTITUZIONE CON
NUOVO ELEMENTO



		
ALTERAZIONE CROMATICA	CROSTA NERA	DEGRADAZIONE DIFFERENZIALE
		
DEPOSITO SUPERFICIALE	DISGREGAZIONE	DISTACCO
		
EROSIONE	FESSURAZIONE/FRATTURAZIONE	MACCHIA
		
MANCANZA	OSSIDAZIONE METALLI	PATINA BIOLOGICA



		
SCAGLIATURA	PRESENZA DI VEGETAZIONE	PRECEDENTI INTERVENTI NON PIÙ FUNZIONALI O NON IDONEI

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA DEI FENOMENI DI DEGRADO SUI MERLI





DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA DEI FENOMENI DI DEGRADO SULLE GUGLIE





BIFORE GOTICHE DEL PROSPETTO G



Le bifore gotiche in questione sono cinque e ci si riferisce alle finestre dell'ultimo piano esposte sulla facciata della corte interna orientata ad Ovest (prospetto G).

Degradati presenti: *alterazione cromatica; crosta nera; degradazione differenziale; deposito superficiale; deformazione; disgregazione; distacco; erosione; fessurazione/fratturazione; mancanze; ossidazione degli elementi metallici; scagliatura e presenza di vegetazione superiore.*

72

LA CORNICE LAPIDEA E GLI ELEMENTI LAPIDEI INTERNI

Gli elementi lapidei che costituiscono le finestre gotiche, sia come cornice che colonne ed elementi decorativi interni sono attualmente tenuti in sicurezza da una rete metallica, eccetto per la prima finestra a destra della facciata. Ad osservazione autoptica si riscontra un maggior **deposito** di polveri, visibile per la colorazione scura, sulle parti interne non aggettanti della cornice, in alcuni casi si riscontra la presenza di **crosta nera**, soprattutto in corrispondenza dell'interno dell'arco superiore in Pietra d'Istria e della parte interna delle colonnine addossate al vetro; le croste nere sono il prodotto del deposito di particolato atmosferico e calcite secondaria di cristallizzazione proveniente dalla pietra e dai cristalli di gesso. Inoltre, vista l'esposizione agli agenti atmosferici, si presentano fenomeni di **erosione** superficiale causati dall'azione meccanica di particelle solide trasportate dal vento che nei casi più spinti ha portato alla **disgregazione**. Ad osservazione autoptica su alcune cornici sono evidenti **distacchi** e **scagliature** di frammenti in Pietra d'Istria. Sulle parti piane della finestra è osservabile la **presenza di vegetazione**, nello specifico di piante superiori, causate



soprattutto dalla posizione orizzontale dell'elemento che funge da ottimo substrato biorecettivo grazie al ristagno di acqua.

Per quanto riguarda gli elementi in marmo Rosso di Verona, vista l'esposizione agli agenti atmosferici, presentano in maniera accentuata il fenomeno della **degradazione differenziale**. Questo fenomeno si manifesta con la perdita di materiale dalla superficie che evidenzia l'eterogeneità della tessitura e della struttura. Nelle aree maggiormente colpite da questo fenomeno per la maggior esposizione agli agenti atmosferici sono visibili **distacchi** di frammenti più o meno grandi della matrice fino alla presenza di vere e proprie **mancanze** sulle colonnine laterali. Inoltre, numerose sono le **fessurazioni e fratturazioni** che interessano questo materiale. (Si veda la documentazione fotografica dei fenomeni di degrado sotto riportata)



I SERRAMENTI E I VETRI PIOMBATI A RULLO

I serramenti della fabbrica appartengono al periodo gotico, tipico veneziano ben intuibile dalla figura architettonica a bifora e le vetrate piombate a rullo. È possibile rilevare un'opacizzazione dei rulli e, in alcuni casi, **alterazione cromatica** degli stessi. Dal punto di vista tessiturale sono osservabili **fessurazioni e fratturazioni** su alcune bolle visibili come capillari. Alcune parti risultano **mancanti** a causa della rottura del vetro.






I vetri piombati hanno una serie di sistemi di ritenuta, quali i traversi metallici per legare con filo di rame le piombature, quest'ultime risultano corrose e ruvide a causa dell'**ossidazione** del metallo stesso. Inoltre, si osservano **deformazioni** localizzate proprio della struttura metallica con la variazione della sagoma in piombo.

(Si veda la documentazione fotografica dei fenomeni di degrado sotto riportata)



ELEMENTI LAPIDEI		
		
CROSTA NERA	DEGRADAZIONE DIFFERENZIALE	DEPOSITO SUPERFICIALE
		
DISTACCO	EROSIONE	FESSURAZIONE/FRATTURAZIONE
		
MANCANZA	PRESENZA DI VEGETAZIONE	SCAGLIATURA



SERRAMENTI E VETRI PIOMBATI		
		
ALTERAZIONE CROMATICA	DEFORMAZIONE	FESSURAZIONE/FRATTURAZIONE
		
MANCANZA	OSSIDAZIONE	

75

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA DEI FENOMENI DI DEGRADE SULLE BIFORE





4. PROPOSTA DI INTERVENTO



4.1 OBIETTIVI E SCELTE PROGETTUALI

L'intervento di restauro, di tipo rigorosamente conservativo sarà nel rispetto della teoria del minimo intervento, si dovrà svolgere con manodopera specializzata nella conservazione dei beni architettonici, con l'ausilio di materiali specifici delle migliori qualità presenti in commercio.

L'obiettivo principale sarà quello di garantire la sicurezza, preservando oltre che il bene materiale e le sue caratteristiche estetiche anche quelle chimico-fisiche e strutturali.

Come già detto in precedenza i quattro punti di pertinenza dell'intervento sono:

- **Gli elementi sommitali (134 merli, 129 guglie e 4 tabernacoli e cornice di gronda)** in Pietra d'Istria, Biancone e marmo Rosso di Verona;
- **Mattonellato di facciata** in Pietra d'Istria, marmo Rosso di Verona e diversi marmi antichi policromi.
- **Finestre del prospetto G (n.5)** in legno e vetri piombati con cornici in d'Istria, marmo Rosso di Verona.
- **Gronda intasata**, in Pietra d'Istria.

78

Presentando l'edificio molteplici tipologie di supporti si è pensato a un metodo per programmare il progetto in maniera più chiara e semplice possibile ai fini della lettura. In seguito al preliminare studio dei materiali e del loro stato di conservazione, descritto nei capitoli precedenti, si è potuto constatare che vi sono pochi materiali che accomunano molti elementi. Inoltre, sono presenti materiali che possono essere raggruppati all'interno di una stessa categoria, essendo il loro supporto materico lo stesso, come ad esempio gli elementi lapidei. Con il fine di andare a proporre interventi puntuali adeguati si è scelto di individuare le fasi operative a seconda di due fondamentali aspetti che caratterizzano ogni elemento:

- **Il materiale** (lapideo, ligneo, vitreo, ecc.) e i materiali aggiunti in precedenti interventi.
- **Lo stato di conservazione** dell'elemento e dei materiali aggiunti in precedenti interventi.

Le informazioni in nostro possesso e che ci hanno guidato verso un progetto di intervento sono soprattutto quelle di studio preliminare, che è consistito in:

- **Studio delle fonti documentali sui precedenti interventi**
- **Studio visivo e fotografico dello stato di conservazione**
- **Campagna di analisi diagnostica preliminare.**



Le casistiche sono state identificate in base allo stato di conservazione attuale di ciascun elemento preso in esame e suddivise in tre categorie: stato di conservazione buono, mediocre o pessimo, al quale corrisponderà rispettivamente un intervento di tipo manutentivo, un restauro conservativo o, nel caso estremo in cui le condizioni dell'elemento siano talmente gravi da aver compromesso la conservazione del bene e non possa essere ripristinato, la sua sostituzione.

L'individuazione dei protocolli operativi veri e propri, nel paragrafo successivo, avverrà quindi su due livelli: il primo a seconda del tipo di supporto materico e il secondo in base al suo stato di conservazione. Si avrà quindi la seguente suddivisione:

➤ **PROTOCOLLI OPERATIVI SUGLI ELEMENTI LAPIDEI**

- PROTOCOLLI OPERATIVI DI MANUTENZIONE
- PROTOCOLLI OPERATIVI DI RESTAURO CONSERVATIVO
- PROTOCOLLI OPERATIVI DI SOSTITUZIONE CON NUOVO ELEMENTO

79

➤ **PROTOCOLLI OPERATIVI SUI SERRAMENTI E VETRI PIOMBATI A RULLO**

Per capire che tipo di intervento subirà ogni elemento si riporterà una tabella dove ogni elemento oggetto di intervento verrà classificato a seconda del suo stato di conservazione, che potrà quindi essere buono, mediocre o pessimo. In base a questo parametro si potrà scegliere come intervenire su di esso come previsto nella seguente tabella:

STATO DI CONSERVAZIONE	INTERVENTO
<input type="checkbox"/> BUONO	<input type="checkbox"/> MANUTENZIONE
<input type="checkbox"/> MEDIOCRE	<input type="checkbox"/> RESTAURO CONSERVATIVO
<input type="checkbox"/> PESSIMO	<input type="checkbox"/> SOSTITUZIONE CON NUOVO ELEMENTO



4.1.1 PRODOTTI PROPOSTI

Durante la fase di studio della fabbrica, abbiamo, come prima cosa, analizzato i più recenti interventi di restauro che hanno coinvolto il Palazzo Ducale tra gli anni 50 del '900, ai tempi di Egle Trincanato e il 2014 (si veda l'**ALLEGATO A_ Relazione studio degli interventi precedenti**). Questo elaborato ci ha permesso di valutare gli interventi da proporre, avendo la consapevolezza dei prodotti applicati.

Dallo studio di questi interventi è emersa l'applicazione di prodotti volti al consolidamento della struttura e matrice lapidea per restituire stabilità ai materiali e garantirne la protezione. Alcuni dei prodotti impiegati sono il **LEDAN**, **LEDAN ADRANAL**, **CALCE IDRULICA**, resine epossidiche tipo **ETOBOND 6066** o **EUROSTAC** e tra i protettivi e consolidanti principalmente troviamo resine acril-siliconiche e silossani, come **ACRISIL 201**, **SILO 112** e **HYDROPHASE PLUS**. Sarà fondamentale comprendere se questi prodotti sono ancora presenti sui materiali, grazie alle indagini diagnostiche, in modo da evitare l'uso di prodotti non compatibili con i residui presenti che potrebbero limitare l'uso di sostanze a base acquosa.

80

Nella nostra proposta di intervento verranno suggeriti prodotti innovativi che affiancheranno le tradizionali metodologie di intervento, alla ricerca della miglior soluzione per garantire la conservazione degli elementi. Per raggiungere questo obiettivo saranno impiegati prodotti che soddisfino il più possibile i seguenti requisiti:

- affinità alla composizione chimica del materiale;
- aumento della traspirabilità e resistenza all'umidità;
- assenza di alterazione nel tempo ed elevata durabilità;
- assenza di alterazioni o modifiche nella composizione chimico-fisica del materiale;
- compatibilità con altri prodotti usati in futuri restauri senza causare alterazioni dal punto di vista chimico.

Sulla base dei parametri precedentemente elencati si propone di verificare in situ diversi prodotti: tra gli inorganici valuteremo ad esempio i nanotecnologici. Si tratta nello specifico di dispersioni di nanoparticelle come le Nano silici (SiO_2), particelle di biossido di silicio in dispersione acquosa di dimensioni microscopiche inferiori ai 100 nm, da applicare sulle superfici da proteggere e consolidare. Queste nano particelle possono essere additivate con alcol per ottenere un ulteriore abbassamento della tensione superficiale e garantire una maggiore veicolazione; una volta penetrate nella struttura porosa di un materiale reagiscono sia con i gruppi idrossili presenti sulle



superfici lapidee sia tra loro stesse, formando dei polimeri di silice. Grazie a questa capacità, le nano silici risultano particolarmente indicate per pietre naturali di composizione silicatica, come il Marmo Rosso di Verona, ed impiegabili con buoni risultati anche su materiali come la Pietra d'Istria dalla composizione mista calcarea senza creare alcun tipo di alterazione con la matrice originaria. Inoltre, promettono una buona durabilità nel tempo.

I prodotti scelti saranno quindi adeguatamente testati in situ nelle prime fasi di lavoro in modo da poter scegliere i prodotti più adeguati. Verranno esaminati di seguito i parametri che guideranno nella scelta del prodotto da testare ed impiegare tra gli adesivi, i consolidanti ed i protettivi:

ADESIVI:

È necessario un prodotto con elevata resistenza meccanica, di natura inorganica e resistente all'attacco biodeteriogeno per rispondere all'umidità presente.

Seguendo queste linee guida possono essere prese in esame le seguenti classi: acrilici, poliesteri ed epossidiche.

CONSOLIDANTI:

Il consolidamento è un'azione che si rende necessaria quando il danno causato dal degrado è tale da richiedere il ripristino delle caratteristiche strutturali del materiale.

▪ *Viscosità*

Un fattore molto importante è quello della viscosità in quanto l'obiettivo del prodotto consolidante è quello di penetrare attraverso la superficie degradata fino a raggiungere la pietra sana cercando di non creare discontinuità. Un materiale ad alta viscosità penetra con facilità nei primi strati superficiali ma farà fatica a procedere negli strati più profondi. I prodotti più adatti allo scopo possono essere il silicato di etile e gli alcossisilani.

▪ *Permeabilità*

La matrice lapidea è caratterizzata da una sua specifica porosità, ovvero presenta nella sua massa spazi vuoti di varie dimensioni. Occludere del tutto la porosità del materiale lapideo è dannoso ed ecco perché è necessario che il consolidante non alteri in modo eccessivo il parametro della permeabilità, cioè che lasci la pietra libera di "respirare".

▪ *Estetica*



Un prodotto consolidante non deve modificare l'aspetto dell'elemento lapideo sul quale viene applicato, come il colore e l'opacità.

▪ **Resistenza meccanica**

È il parametro che il prodotto consolidante deve ripristinare che si basa su tre tipi di forze: i ponti minerali, le forze elettrostatiche e i blocchi meccanici.

Oltre ai già citati prodotti organici valuteremo inoltre prodotti inorganici, tra cui le nanosilici.

PROTETTIVI:

Il trattamento protettivo sulle superfici lapidee viene eseguito su supporti perfettamente puliti, asciutti e privi d'umidità, esenti da sali solubili. Inoltre, il trattamento dovrà essere eseguito ad una temperatura di almeno 10°C con un massimo di 20°C, al fine di evitare una brusca evaporazione dei solventi utilizzati. Si propone allo scopo un prodotto silossanico. I silossani si sono imposti come idrorepellenti per le loro proprietà caratteristiche:

- Conferiscono *elevata idrorepellenza* con una alterazione della permeabilità minima, spesso impercettibile ad occhio nudo;
- sono *incolori* ed in generale *non alterano la tonalità della pietra*;
- sono stabili all'*irraggiamento* e agli *agenti metereologici*;
- non presentano problemi di *tossicità* per l'operatore.

82

Durante la prima fase dei lavori si effettueranno test con differenti prodotti, organici e no, a diverse concentrazioni allo scopo di individuare il più efficace.

IL ROMAN CEMENT:

Si propone, quindi, l'utilizzo di questo prodotto, in aggiunta a polveri di marmo, per l'integrazione di fessurazioni o lacune sulla pietra, laddove queste fossero lacunose, o non più funzionali e quindi necessitino una rimozione meccanica ed una successiva reintegrazione. Ad esempio, sul cornicione, sarà possibile usarlo anche, in aggiunta a graniglia per il lettino che copre la cornice esterna del coronamento.

Il Roman Cement, anche noto come "cemento naturale", è un legante idraulico naturale fabbricato con un'unica materia prima, senza aggiunta di additivi. È il prodotto della cottura a bassa temperatura di calcare argilloso di composizione regolare ed è caratterizzato da presa rapida ed



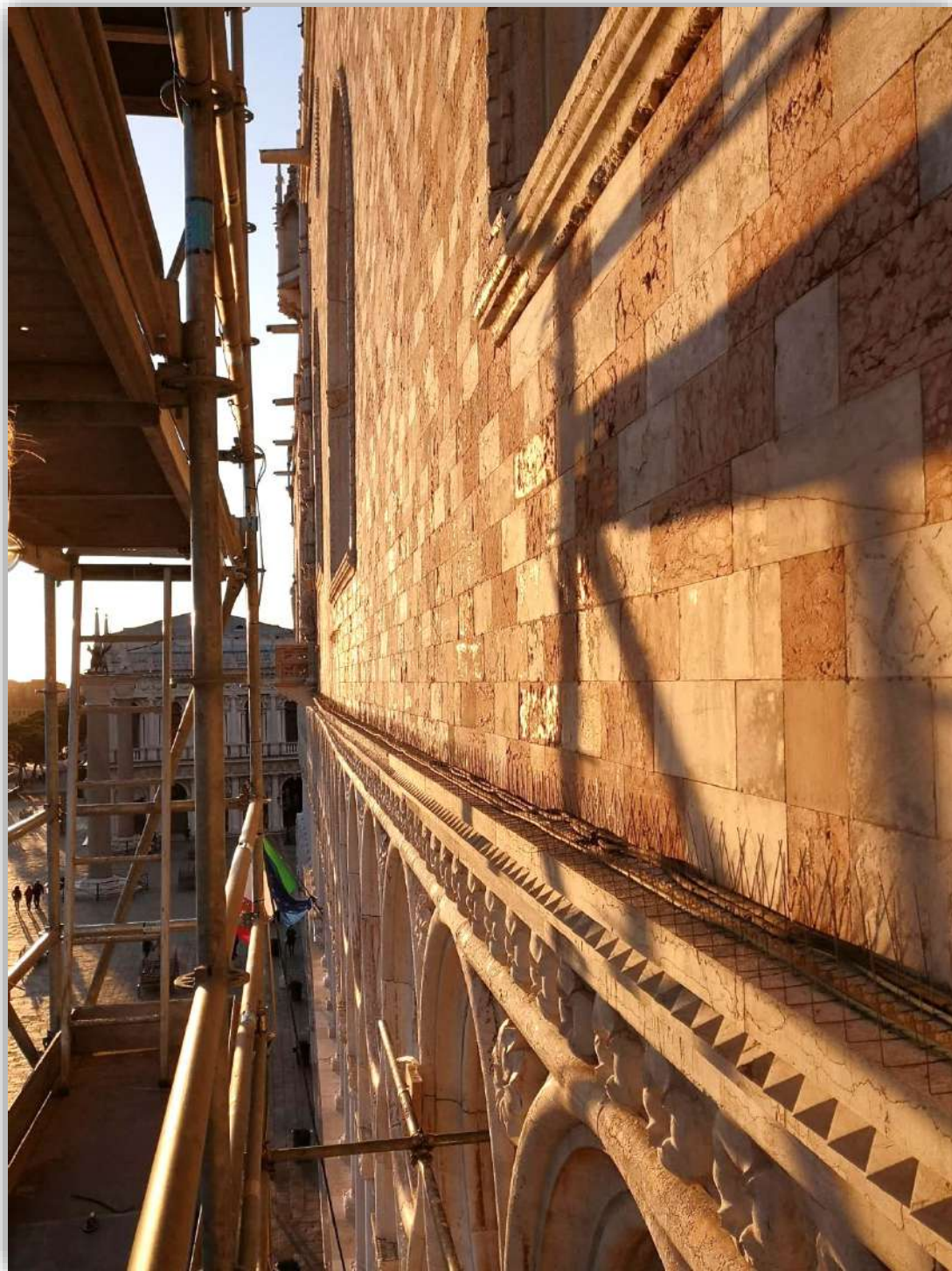
eccellenti resistenze meccaniche. Scoperto in Inghilterra alla fine del Settecento, è un materiale che appartiene alla tradizione costruttiva europea. E' dunque un materiale "storico" a tutti gli effetti, che nulla ha in comune con i cementi moderni artificiali tipo Portland. La composizione chimico-mineralogica del Roman Cement è molto vicina a una calce idraulica naturale e lo rende pertanto assolutamente adatto per lavori di recupero di edifici storici e di bioedilizia. Il Roman Cement può essere pertanto considerato una calce idraulica naturale ad elevate resistenze meccaniche.

Vantaggi:

- 100% naturale, privo di additivi
- Compatibile con materiali storici
- Ottima traspirabilità
- Tempi di presa regolabili
- Basso modulo elastico
- Resistenze iniziali elevate
- Accelera i tempi di presa della calce
- Resistenza a acque aggressive e in ambienti marini
- Presa idraulica molto rapida
- Capacità di impermeabilizzazione
- Rimozione immediata dei casseri
- Eccellente durabilità



4.2 PROTOCOLLI OPERATIVI



84



4.2.1 PROTOCOLLI OPERATIVI SUGLI ELEMENTI LAPIDEI



Gli elementi lapidei inseriti nella unità materiale ELEMENTI LAPIDEI (EL.01) sono:

85

N. INTERVENTO	COD. INTERVENTO	DESCRIZIONE
I.00	CP.01	CAMPIONATURE PRELIMINARI
I.01	MS.01	MESSA IN SICUREZZA
I.02	SM.01	SMONTAGGIO E RIMONTAGGIO ELEMENTI SOMMITALI
I.03	PL.01	SPOLVERATURA / PULITURA A SECCO
I.04	AS.01	ASPORTAZIONE DI SALI SOLUBILI
I.05	DB.01	DISERBO E DISINFESTAZIONE
I.06	PL.02	PULITURA CHIMICA
I.07	RM.01	RIMOZIONE DI INTERVENTI PRECEDENTI NON IDONEI
I.08	CN.01	CONSOLIDAMENTO
I.09	CN.02	CONSOLIDAMENTO IN PROFONDITA'
I.10	CN.03	CONSOLIDAMENTO CON PERNI
I.11	TM.01	TRATTAMENTO DEGLI ELEMENTI METALLICI
I.12	IN.01	INTEGRAZIONE MATERICA -STUCCATURA
I.13	IN.02	RIFACIMENTO DI PARTI MANCANTI
I.14	SN.01	SOSTITUZIONE CON NUOVO ELEMENTO
I.15	SP.01	STESURA PROTETTIVO



STATO DI CONSERVAZIONE	INTERVENTO
<input type="checkbox"/> BUONO	<input type="checkbox"/> MANUTENZIONE
<input type="checkbox"/> MEDIOCRE	<input type="checkbox"/> RESTAURO CONSERVATIVO
<input type="checkbox"/> PESSIMO	<input type="checkbox"/> SOSTITUZIONE CON NUOVO ELEMENTO

PROTOCOLLI OPERATIVI DI MANUTENZIONE

- I.00 – CP.01 - CAMPIONATURE PRELIMINARI
- I.01 – MS.01 - MESSA IN SICUREZZA
- I.03 – PL.01 - PULITURA DAI DEPOSITI SUPERFICIALI
- I.04 – AS.01 - ASPORTAZIONE EVENTUALE DI SALI SOLIBILI
- I.05 – DB.01 - DISERBO E DISINFESTAZIONE BIOLOGICA
- I.09 – IN.01 - INTEGRAZIONE MATERICA
- I.11 – TM.01 - TRATTAMENTO DEGLI ELEMENTI METALLICI

PROTOCOLLI OPERATIVI DI RESTAURO CONSERVATIVO

- I.00 – CP.01 - CAMPIONATURE PRELIMINARI
- I.01 – MS.01 - MESSA IN SICUREZZA
- I.02 – SM.01 - SMONTAGGIO E RIMONTAGGIO ELEMENTI SOMMITALI
- I.03 – PL.01 - PULITURA DAI DEPOSITI SUPERFICIALI
- I.04 – AS.01 - ASPORTAZIONE EVENTUALE DI SALI SOLIBILI
- I.05 – DB.01 - DISERBO E DISINFESTAZIONE BIOLOGICA
- I.06 – RM.01 - RIMOZIONE DI INTERVENTI PRECEDENTI NON IDONEI
- I.07 – PL.02 - PULITURA CHIMICA
- I.08 – CN.01 - CONSOLIDAMENTO
- I.09 – CN.02 - CONSOLIDAMENTO IN PROFONDITÀ
- I.10 – CN.03 - CONSOLIDAMENTO CON PERNI
- I.11 – TM.01 - TRATTAMENTO DEGLI ELEMENTI METALLICI
- I.12 – IN.01 - INTEGRAZIONE MATERICA - STUCCATURA
- I.13 – IN.02 - RIFACIMENTO PARTI MANCANTI
- I.14 – SN.01 - EVENTUALE SOSTITUZIONE CON NUOVO ELEMENTO

PROTOCOLLI OPERATIVI DI SOSTITUZIONE CON NUOVO ELEMENTO

- I.00 – CM.01 - CAMPIONATURE PRELIMINARI
- I.02 – SM.01 - SMONTAGGIO E RIMONTAGGIO ELEMENTI SOMMITALI
- I.14 – SN.01 - EVENTUALE SOSTITUZIONE CON NUOVO ELEMENTO
- I.15 – SP.01 - STESURA PROTETTIVO



4.2.1.1 DESCRIZIONE DEI PROTOCOLLI OPERATIVI

Tutte le possibilità considerate nel seguente progetto di intervento andranno comunque valutate in seguito ad un'attenta analisi delle superficie e del loro stato di conservazione, e in presenza di risultati ottenuti da test chimici che possano indagare la natura dei materiali e il loro degrado al giorno d'oggi. Si specifica quindi che le opzioni suggerite sono frutto dell'osservazione autoptica, delle informazioni ricavate dalle fonti relative ai precedenti interventi e alle indagini preliminari svolte nella campagna di indagini.

In particolare, si ricorda che le indagini preliminari da noi effettuate sono:

INDAGINI NON INVASIVE FOTOGRAFICHE PROFESSIONALI

- Foto generali dei prospetti A, B-C, D-E, F, G, H
 - Foto di dettaglio degli elementi sommitali.
- (sfruttando la linea vita sulla copertura - 2019)

87

INDAGINI INVASIVE E NO DI LABORATORIO CON PRELIEVO CAMPIONI

- sulla porzione del prospetto sud che ha riguardato la fase 0 del cantiere pilota nel dicembre 2020 e su altri elementi coinvolti in Fase 1; di cui si veda il resoconto fatto nell' *Allegato B_*
CAMPAGNA D'INDAGINE

Di seguito saranno riportate quindi le operazioni previste che andranno attribuite ad ogni singolo elemento in base al suo stato di conservazione, e quindi ad una casistica.



○ **CAMPIONATURE PRELIMINARI (I.00-CP.01)**

Esecuzione di saggi e campionature relativi alle diverse fasi dell'intervento. Intervento finalizzato a determinare le migliori soluzioni sia per quanto riguarda le metodologie sia per la scelta dei materiali da utilizzare.

La diagnosi, preliminare ad ogni intervento, è necessaria per procedere all'individuazione del materiale costitutivo del substrato oggetto dell'intervento e del fenomeno di degrado in atto, in quanto solo la conoscenza delle caratteristiche chimico-fisiche consentirà di operare nell'ambito metodologico con materiali idonei alla salvaguardia dei principi che regolano gli interventi di restauro. Per conoscere le indagini conoscitive preliminari già svolte si rimanda all' **Allegato B_ CAMPAGNA D'INDAGINE**.

Le scelte di intervento si basano su una questione principale: la salvaguardia dell'opera e della patina, ossia l'individuazione delle alterazioni spontanee della materia e la distinzione di queste ultime da quelle dovute ai fattori di degrado e alle sostanze sovrapposte all'originale; ciò consente di individuare il corretto livello di intervento nei casi di disomogeneità e di affrontare legittimamente la rimozione dello sporco e dei materiali utilizzati in precedenti interventi che si presentino alterati o che abbiano una natura non idonea e/o non compatibile con gli originali.

Le decisioni saranno affrontate partendo da una conoscenza preventiva approfondita supportata dalle analisi scientifiche.

Questo intervento sarà basato su una serie di dati oggettivi quali: il tipo di sostanza da eliminare, la sua estensione quantitativa sulla superficie ed in profondità, lo stato di conservazione.

Operazioni preliminari:

- > Ispezione del supporto
- > Rimozione depositi superficiali localizzati
- > Campioni con le diverse fasi dell'intervento

Intervento generale:

Esecuzione di saggi relativi alle diverse fasi dell'intervento utilizzando materiali e metodologie diverse al fine di trovare le migliori soluzioni per un restauro a regola d'arte.

L'operazione è propedeutica alle successive operazioni di pulitura, consolidamento, stuccatura, protezione e verranno utilizzati materiali con caratteristiche tecniche differenti per individuare le



metodologie più opportune rispetto ai materiali e alle diverse tipologie di degradi presenti sulle facciate.

Quindi, in base ai comportamenti dei materiali, ai risultati delle soluzioni e alle tecniche operative adottate nei vari test, verranno scelti gli interventi più idonei per procedere con il restauro.

Le scelte saranno prese con la Direzione Lavori e i tecnici della Soprintendenza competente.

Linee guida per la scelta di metodi e prodotti di pulitura:

- > Scelta dell'area ove effettuare la prova di pulitura;
- > Pulitura a secco per la rimozione dei materiali incoerenti quali polveri, mediante l'uso di pennelli morbidi;
- > Rimozione meccanica mediante bisturi e/o spatole delle sostanze soprammesse non compatibili con l'originale;
- > Rimozione mediante solubilizzazione del materiale da asportare, con l'utilizzo di un pennello, una spugna o a "tampone" con un batuffolo di cotone imbevuto di solvente, partendo da quello più blando (acqua) e passando gradualmente a solventi aventi maggiore potere solubile. Sono stati privilegiati prodotti con i seguenti requisiti: inerzia al substrato e facilità di rimozione;
- > Pulitura con solventi e supportanti: il metodo consiste nell'utilizzo di un materiale di supporto quali: carta giapponese (il criterio di scelta del solvente da utilizzare come da punto sopra) o supportanti in gel. Il metodo ad impacco consente di fare aderire maggiormente alla superficie la sostanza solvente allo scopo di sciogliere o rigonfiare eventuali sostanze soprammesse non compatibili o alterate con l'invecchiamento e di avere una pulitura più omogenea, inoltre questo tipo di pulitura inibisce l'assorbimento delle sostanze utilizzate all'interno della materia.

89

Linee guida per la scelta di metodi e prodotti di protezione:

Per quanto riguarda la fase di protezione, soprattutto per gli elementi sommitali ed in particolar modo per quelli in marmo Rosso di Verona, si propone di testare in questa fase preliminare diversi tipi di protettivo, in diverse percentuali di diluizione, sia di tipo inorganico che organico, si propone, tra gli altri prodotti di testare anche le nano silici.

Questo test va effettuato tenendo conto del fatto che le indagini fatte hanno rilevato su alcuni elementi sommitali tracce di sostanze organiche di natura acrilica (vedi ***Allegato B_CAMPAGNA DI INDAGINE***).



Le fasi della campagna di indagini purtroppo si sono svolte durante mesi freddi, quando le condizioni termoigrometriche ambientali non erano favorevoli allo svolgimento di tale test, infatti si è qui a ricordare che il protettivo prevede un'applicazione a temperature non inferiori ai 10°C. Per questi motivi, si propone di eseguire tale analisi sperimentale durante la prima fase dei lavori in quanto sarà possibile lavorare alle condizioni ambientali idonee.

Va ricordato che le guglie in Rosso di Verona sono al momento ingabbiate in una rete metallica elettrosaldata per tutta la loro altezza, che dovrebbe preventivamente essere rimossa per la stesura del protettivo.

Linee guida per la scelta di metodi e prodotti di disinfestazione biologica:

Il processo sarà suddiviso in due fasi:

- Scelta del prodotto mediante una campionatura sul campo: sulla base dei dati noti e quindi dei risultati delle analisi di laboratorio svolti nella campagna precedente si testeranno prodotti con un adeguato spettro di azione;
- Controllo dell'efficacia e di eventuali alterazioni: l'osservazione sarà svolta sulla superficie pulita con particolare attenzione all'attività microbica.

90

Si propone una campionatura dei prodotti biocida, si prediligeranno i prodotti a basso impatto ambientale come ad esempio il MossBuster, rispetto a quelli tradizionali. Allo stato attuale dell'arte i trattamenti biocidi utilizzati in ambiente esterno sono sostanzialmente di tipo chimico-meccanico, ed interessano molecole biocide con spettro di azione più o meno ampio, dotati di un'efficacia e durabilità nel tempo spesso limitate.

Di seguito si riporta una tabella di confronto pubblicata in recenti studi in cui si riportano i principali prodotti impiegati nel campo del restauro ed un prodotto sperimentale:



NOME COMMERCIALE	PRINCIPIO ATTIVO	DURATA DELL'EFFETTO BIOCIDA
NEW DES	Benzalconio cloruro	6-12 mesi
BIOTIN R	3-iodo-2-propinil-butil-carbammato e tributile stagno ossido	6-12 mesi
BIOTIN T	3-iodiopropinil-N-butilcarbammato-2-N-ottil-4-isotiazolin-3-one e 2-2-ossidietanolo	6-12 mesi
MOSSBUSTER	Miscela di oli essenziali e tensioattivi	24 mesi

Alla luce di queste considerazioni, si riportano di seguito i prodotti selezionati e le formulazioni sperimentali a basso impatto ambientale che si considera possano avere una buona efficacia per le superfici del monumento.

91

I prodotti selezionati vengono di seguito descritti per le loro caratteristiche e confrontati in una tabella riassuntiva.

P1) PRODOTTO BIOCIDA ALGOCHENE

Realizzare un tassello per testare un prodotto in solvente ad effetto residuale per comprendere se questo sistema può, nel tempo, disattivare o limitare l'attività degli organismi biodeteriogeni ed evitare futuri attecchimenti senza dover intervenire meccanicamente, lasciando così la biomassa. Il test ci permette inoltre di comprendere se avviene un cambiamento cromatico significativo nel corso del tempo. La scelta del prodotto Algochene al 3% in white spirit è consigliata per la sua capacità di penetrare nel materiale per mezzo di solvente con azione preventiva. Il suo principio attivo è simile all'OIT (ottilisotiazolinone) presente nel Biotin R ma più stabile chimicamente, fattore importante per evitare variazioni cromatiche del materiale trattato.

P2) PRODOTTO BIOCIDA BIOTIN T

Effettuare più tasselli per testare il prodotto biocida a diverse concentrazioni e con differenti tempi di applicazione. La finalità di questi test è verificare che tipo di livello di pulitura e inattivazione si può raggiungere con le differenti metodologie di applicazione.



La scelta del prodotto Biotin T è consigliata per la sua efficacia nel devitalizzare gli organismi grazie al suo principio attivo Benzalconio Cloruro (BAC), un sale di ammonio quaternario, associato in minima parte all'OIT. Il BAC permette di diluire la soluzione in acqua senza l'uso di solventi garantendo comunque una penetrazione ottimale. È un prodotto ampiamente usato e conosciuto sia in letteratura che dal punto di vista applicativo.

P3) PRODOTTO BIOCIDA BIOTIN R

Il Biotin R è un prodotto a base solvente il cui principio attivo risulta particolarmente efficace per funghi, alghe, attinomiceti, licheni. La sua scarsa solubilità in acqua lo rende particolarmente indicato per situazioni di forte esposizione al dilavamento; per contro presenta una tossicità alta. Come per gli altri prodotti, sarà necessario effettuare più tasselli per testare il prodotto biocida a diverse concentrazioni e con differenti tempi di applicazione.

P4) PRODOTTO BIOCIDA A BASE DI OLI ESSENZIALI MOSTBUSTER

Rimanendo sempre nel campo di prodotti immessi sul mercato, sono stati sviluppati prodotti a base di oli essenziali come il Moss & Algae Remover (Mossbuster- olio essenziale di origano) da applicare in soluzione acquosa in diluizione 1:4. Studi e test sperimentali recenti dimostrano una migliore selettività e attività biocida dall'unione di due tipi di oli essenziali: il timo e l'origano. Il prodotto è stato anche utilizzato con ottimi risultati nel cantiere presso la Tomba Brion di Carlo Scarpa a San Vito di Altivole, in cui il fenomeno di attacco biologico era fortemente presente.

Di seguito si riporta anche uno schema descrittivo della fase di rimozione delle patine biologiche di alterazione a seguito dell'applicazione dei biocidi. L'azione pulente e la fase di rimozione del microorganismo sarà estremamente limitata, eventualmente anche senza utilizzo di acqua ma solo con metodi meccanici molto blandi, quali spazzole a setola di durezza variabile e metodi meccanici di precisione in modo da eseguire una pulitura blanda, selettiva e controllata.

L'obiettivo dell'intervento di pulitura sarà una buona efficacia del trattamento biocida ed al tempo stesso una scarsa azione pulente in modo da non determinare particolari variazioni estetiche e cromatiche alle superfici.



Prodotto applicato	Metodologia applicativa	Efficacia (da scheda tecnica)	Fase di rimozione	Durata	Vantaggi e limiti
P1	Tal quale A pennello o spruzzo	Funghi, alghe, batteri, licheni	La fase di rimozione della patina biologica sarà effettuata con gradualità e selettività	12	Prodotti di collaudata validità la cui efficacia risulta buona ma limitata nel tempo. Hanno impatto sull'operatore e l'ambiente
P2	Diluizione in acqua al 3% A pennello o a spruzzo	Funghi, alghe, batteri, licheni		12	
P3	Diluizione in solventi (Alcol o white spirit) al 3% A pennello o spruzzo	Funghi, alghe, attinomiceti, licheni		12	
P4	Diluizione 1:4 in acqua A pennello o spruzzo	Funghi, alghe, batteri, licheni, muffe, muschi		24	Prodotti sperimentali a basso o nullo impatto ambientale e sull'operatore. Da letteratura svolgono ottima azione antimicrobica e durevole nel tempo



Fase di rimozione delle patine biologiche di alterazione a seguito dell'applicazione dei biocidi:

<i>Biocida</i>	Modalità di rimozione delle patine biologiche
<i>P1 Algochene</i>	a. Controllo dell'efficacia
<i>P2 Biotin T</i>	b. Controllo dell'efficacia, leggera rimozione con pennelli e spazzole morbidi a secco senza ausilio di acqua
<i>P3 Biotin R</i>	c. Controllo dell'efficacia, rimozione con pennelli e spazzole morbidi con ausilio di acqua
<i>P4 Moss & Algae Remover</i>	



○ **MESSA IN SICUREZZA (I.01-MS.01)**

Intervento necessario quando fenomeni di degrado rilevanti o in rapida evoluzione impongono l'immediata protezione dei materiali per evitare perdite di parti in precaria stabilità o in disgregazione, prima di ogni altra azione.

Si propone la fase di preconsolidamento sulle superfici lapidee particolarmente degradate che non permettono di eseguire le operazioni di pulitura o consolidamento in perfetta sicurezza per i materiali. Il prodotto sarà scelto in seguito a test da eseguirsi nelle fasi preliminari di cantiere (si veda ***Campionature preliminari***).

La fase di preconsolidamento sarà necessaria quando fenomeni di degrado rilevanti o in rapida evoluzione impongono l'immediata protezione dei materiali per evitare perdite di parti in precaria stabilità o in disgregazione, prima di ogni altro intervento previsto.

Si interverrà quindi su tutti quei materiali compromessi da gravi fenomenologie del degrado. Le operazioni sono quindi propedeutiche alle successive operazioni di pulitura intervenendo su situazioni che presentano scagliatura, fratture, frammenti in procinto di caduta e aree decoese.

95

Operazioni preliminari generiche:

Indagine di tutto l'apparato decorativo lapideo per poter scegliere l'intervento adeguato. Si procederà quindi indagando e saggiando le superfici, intervenendo ove possibile.

Applicazione bendaggi di sostegno e protezione nei casi di fratturazione, fessurazione e scagliatura per consentire il successivo consolidamento in situazioni di sicurezza con resina acrilica in dispersione.

Operazioni preliminari sugli elementi sommitali:

Ricordiamo che tutte le guglie in Rosso di Verona sono inglobate in una rete metallica tubolare in acciaio inox aisi 316 come descritto nel capitolo Tecnica esecutiva e che le pigne dei merli e molte porzioni di questi ultimi e parti dei tabernacoli presentano invece una rete flessibile in polipropilene di colore bianco, entrambe applicate durante la messa in sicurezza eseguita nell'intervento del 2008. Per permettere le operazioni di messa in sicurezza e preconsolidamento programmate sugli elementi sommitali, quindi, si procederà preventivamente alla loro rimozione, che sarà temporanea, per le reti in acciaio che si sono rivelate una buona soluzione per le guglie, e definitiva per le reti in polipropilene, che invece hanno dimostrato nel tempo la loro scarsa durabilità e facilità ad essere



strappate dagli agenti atmosferici, ne verranno quindi procurate di nuove di simile fattura ma resistenza maggiore.

Intervento su elementi in precaria stabilità statica:

Gli elementi in precaria stabilità statica, dove necessario, saranno oggetto di sostegno meccanico mediante idonee opere provvisorie, come puntelli. Si procederà poi al loro consolidamento mediante inserimento di barre o arpesi, effettuando delle saldature per mezzo di malte adesive con stuccatura delle connessioni supportato, se necessario, da iniezioni di malte consolidanti.

Intervento su elementi disconnessi e distaccati:

I manufatti disconnessi verranno messi in sicurezza mediante applicazione di bendaggi di sostegno e protezione, per consentire il successivo consolidamento, mentre i frammenti in procinto di caduta verranno asportati, numerati e accuratamente conservati in apposito spazio, per essere successivamente rimessi in opera, in attesa del restauro.

Nel caso dei distacchi di frammenti di grandi dimensioni e peso si procederà con il loro ricollocamento nella sede originaria per mezzo di perni in acciaio inox e/o fibra di vetro zigrinato e resine epossidiche fluide o semifluide. Questo tipo di resine garantisce una maggiore sicurezza all'ancoraggio degli stessi.

Nel caso dei distacchi di frammenti di dimensioni e peso tali da non poter essere fatti riaderire con la sola malta idraulica o la nanosilice additivata a inerti, si procederà al consolidamento di questi per mezzo di adesivi idonei, scelti in fase di campionatura, che garantiscano la tenuta delle porzioni distaccate. (*si veda CONSOLIDAMENTO*).

Intervento su elementi con scagliatura e decoesione:

Preliminarmente all'operazione di protezione nei fenomeni di scagliatura, ove possibile, si deve procedere con la rimozione dei depositi superficiali incoerenti con pennellini morbidi e aspiratore per polveri.

Eventuale stuccatura di riempimento delle fessurazioni o distacchi più evidenti con malta a base di calce idraulica naturale (tipo Lafarge) e inerti di tipologia e granulometria scelte (carbonato di calcio di idonea pezzatura) e/ o nanosilici impiegate come legante, addittivate a polvere di marmo impalpabile o carbonato di calcio veicolata con soluzioni idroalcoliche.



Si procederà quindi alla riadesione al supporto e incollaggio di scaglie di peso e dimensione molto limitati di materiale lapideo mediante iniezioni di prodotto consolidante a base di biossido di silicio (SiO₂ - dispersione colloidale di nano particelle di silice in acqua), veicolato con soluzione idroalcolica ed eventuale aggiunta di inerti ventilati.

Eventuale ristabilimento parziale della coesione delle parti decoese mediante impregnazione per mezzo di pennelli o siringhe eseguendo la colatura del prodotto consolidante, da definire in base alla materia da consolidare. Usualmente ci si rivolge all'impiego di prodotti inorganici compatibili con la natura della pietra come il silicato di etile o nanosilice in dispersione acquosa.



○ **SMONTAGGIO E RIMONTAGGIO DI ELEMENTI SOMMITALI (I.02-SM.01)**

Eventuale smontaggio e rimontaggio di elementi sommitali lapidei (unicamente merli e guglie) per necessità causate dal' instabilità strutturale dell'elemento stesso o per l'eventuale sostituzione dell'intero elemento.

I casi in cui potrebbe essere necessario lo smontaggio di interi elementi lapidei o porzioni di essi sono i seguenti:

1. Instabilità strutturale dell'elemento stesso per un restauro strutturale.
2. Se l'elemento si presenterà in uno stato di conservazione pessima e non più recuperabile attraverso un restauro, l'elemento dovrà essere smontato e sostituito con uno nuovo (si veda **Sostituzione con nuovo elemento**).

Protocolli operativi:

Tutti gli interventi di seguito descritti avverranno con la presenza di ponteggio che arrivi sino all' altezza degli elementi sommitali scelti, prevede di smontare accuratamente l'elemento in pietra. Saranno predisposti piani di lavoro in loco con tutti i materiali necessari di consumo ed un adeguato spazio di manovra per svolgere ogni fase di lavoro prevista in tutta sicurezza, con l'impiego di adeguati D.P.I previsti da normativa vigente e di ogni altro onere necessario per lo svolgimento del lavoro a regola d'arte. Sarà inoltre installato un argano in prossimità dell'elemento per facilitarne la movimentazione. Tutte le attività saranno effettuate alla presenza di un restauratore qualificato nel settore lapideo e di un tecnico della SABP.

98

A - Smontaggio dell'elemento lapideo:

Lo smontaggio dovrà essere effettuato prestando particolare attenzione a non danneggiare l'elemento in pietra ed eventuali elementi circostanti. L'elemento, libero da eventuali protezioni, potrà essere accuratamente indagato e saggiato per mezzo di analisi autoptica da un restauratore esperto per verificarne lo stato di conservazione. Se ritenuto necessario saranno effettuati interventi di preconsolidamento in vista delle operazioni di smontaggio e imballaggio.

In seguito al ristabilimento della coesione dell'elemento sommitale, si procederà alla protezione delle superfici adiacenti a quella da smontare e alla protezione dell'elemento stesso con interposizione di strati ammortizzanti come tessuto non tessuto.

Nel caso specifico dello smontaggio di un merlo, si vuole precisare che in corso d'opera , sarà valutato l'eventuale smontaggio delle parti da cui è composto per mezzo della rimozione delle graffe



e degli arpesi che tengono ancorati tra loro i diversi elementi lapidei. Questa operazione verrà eseguita soltanto nel caso in cui non sarà possibile sollevare e rimuovere l'elemento nella sua interezza dal piano di ancoraggio. Al termine dell'indagine l'elemento sarà ripristinato nella sua interezza impiegando nuove graffe idonee al rimontaggio del merlo.

Si procede con l'imballaggio, da effettuare accuratamente, dell'elemento; saranno inseriti puntelli per sostenere provvisoriamente la struttura inserendo strati ammortizzanti tra il metallo e le superfici di appoggio. Ad elemento imballato e puntellato sarà possibile proseguire con il lievo accurato delle copertine in pietra della cornice. L'operazione sarà eseguita con mezzi idonei e garantendo la massima sicurezza degli elementi adiacenti già accuratamente protetti.

Si procederà con l'imbragatura dell'elemento per mezzo di apposite cinghie dall'adeguata resistenza collegate ad un sistema di sollevamento dalla portata adeguata. Per la precisione verrà impiegato un argano, con peso stimato pari a circa 800 kg, che possa sollevare l'elemento in sicurezza e appoggiarlo sul mezzo di appoggio o di trasporto precedentemente scelto e predisposto correttamente; in questo modo, previa rimozione del sistema di puntellazione, verrà eseguito il sollevamento e l'elemento sarà posizionato su pannelli rigidi composti da tavole di legno e strati di polistirene espanso estruso. La porzione di cornice, oggetto di intervento, sarà accuratamente protetta con idonei teli impermeabili fino al ripristino di tutta la struttura. L'elemento collocato su apposito piano di lavoro sarà oggetto di smontaggio per la verifica e il rilievo del collegamento tra i vari elementi che lo costituiscono, inoltre sarà svolta una ulteriore verifica dello stato di conservazione della pietra da parte di un restauratore specializzato. Tutte le informazioni che saranno raccolte dovranno essere documentate con relazione, allegati fotografici, rilievo geometrico di dettaglio di tutti gli elementi di collegamento e restituzione grafica dell'elemento indagato.

99

B- Rimontaggio /installazione dell'elemento lapideo:

L'elemento, in seguito alle operazioni di risanamento della struttura o ad eventuale sostituzione e trasporto di un nuovo elemento da riposizionare potrà essere ricollocato. Si proseguirà quindi con il rimontaggio dell'elemento sul banco da lavoro in un unico blocco, se è stato previsto uno smontaggio in parti per effettuare le analisi correttamente, con l'uso di idonei mezzi di ancoraggio come da originale. Si procede poi con l'imbracatura dell'elemento sommitale rispettando le stesse condizioni descritte precedentemente per garantirne il sollevamento in piena sicurezza assicurando l'integrità dell'elemento. Si prosegue inoltre alla rimozione del telo protettivo impermeabile della cornice precedentemente esposta per la rimozione dell'elemento. In seguito, si provvede al sollevamento e



alla riposa in opera per mezzo dell'argano. La rimozione dell'imbracatura verrà eseguita soltanto al termine del riposizionamento dell'elemento. L'elemento riposizionato correttamente nell'alloggiamento originario permetterà il ricollocamento delle copertine in pietra ripristinando il sistema di posa esistente. Si proseguirà con eventuali piombature o letti di malta prodotta in cantiere a seconda della loro tecnica originaria e in accordo con la Sovrintendenza competente. I frammenti che erano stati eventualmente, precedentemente rimossi dagli elementi originali a causa del loro distacco, saranno consolidati mediante l'uso di prodotti idonei. Si procederà poi con l'esecuzione di eventuali stuccature, se necessarie, per il ripristino totale dell'elemento lapideo come già eseguito durante la campagna di indagini per la fase 2, svoltasi nel marzo del 2021 (si veda allegato B_Campagna d'indagine). L'integrazione dovrà essere realizzata con una malta, stesa nel numero di strati necessari a garantire la giusta aderenza, con composizione idonea e di giusta traspirabilità. I coefficienti di dilatazione termica e di resistenza meccanica dovranno essere simili, per quanto possibile, a quelli dei materiali esistenti così da poter garantire un comportamento simile. La formulazione della malta da realizzare dovrà presentare le caratteristiche tecnologiche idonee tra rapporto aggregato-legante, granulometria inerte e il tipo di legante. Si eseguirà l'inumidimento delle aree da stuccare tramite pennello imbevuto d'acqua o mediante l'uso di un semplice nebulizzatore manuale. L'operazione consiste nell'applicazione di un impasto idoneo e nella successiva lavorazione dello stesso con idonee spatole al fine di ottenere la superficie desiderata, si termina poi con l'asportazione dello stucco in eccesso con tamponi in cotone e spugne morbide. Infine, verranno riabilitate le misure di sicurezza preventivamente rimosse. Si potrà usare, per le integrazioni anche il Roman cement, detto anche cemento naturale che consiste in una calce dalle elevate proprietà meccaniche (si veda paragrafo 4.1.1. per l'approfondimento sul Roman Cement).

100



○ **PULITURA DAI DEPOSITI SUPERFICIALI (I.03-PL.01)**

Tale operazione verrà eseguita per tutte le unità materiali che presentino deposito superficiale o materiale estraneo scarsamente adeso alla superficie.

Intervento finalizzato alla rimozione dei materiali incoerenti per visualizzare meglio lo stato di conservazione delle superfici e propedeutico all'intervento di restauro. Pulitura generale delle superfici interessate da un deposito superficiale diffuso al fine di rimuovere tutti i depositi incoerenti o poco coerenti presenti.

Intervento:

Pulitura mediante l'utilizzo di pennelli a setola morbida e, quando necessario, coadiuvata dall'utilizzo di un aspiratore di polveri.

In presenza di depositi più coerenti di sostanze soprammesse e non compatibili con l'originale, la rimozione sarà eseguita meccanicamente con l'utilizzo di bisturi e spatoline o eventualmente martello e scalpello.

Le superfici, ove possibile, verranno trattate con un generale lavaggio mediante sistema di vaporizzazione di acqua a bassa pressione (max. 3 atmosfere) e temperatura di azione nell'intervallo di 30-40°C, coadiuvato da una leggera spazzolatura con spazzole/spazzolini morbidi, pennelli o spugne.

L'operazione consentirà di asportare materiale scarsamente aderente depositato sull'intera superficie.

Questa operazione di pulitura consentirà di procedere alle successive lavorazioni, permettendo al contempo una adeguata valutazione delle effettive situazioni di croste nere, distacchi, fessurazioni.

I manufatti lapidei che non presentano particolare materiale superficiale aderente verranno trattati andranno trattati con semplici lavaggi di acqua deionizzata con l'aggiunta di un tensioattivo al 2/3% e un lavaggio finale accurato.



○ **ASPORTAZIONE DI SALI SOLUBILI (I.04-AS.01)**

Le zone interessate dalla presenza di sali solubili dovranno essere opportunamente trattate con ripetuti impacchi di acqua deionizzata su fogli di carta giapponese e/o polpa di carta e/o sepiolite, in strati molto sottili, previa anteposizione di fogli di carta giapponese per superfici non in ottimale stato di conservazione.

L'impacco acquoso consisterà nell'applicazione, direttamente sulla superficie (preventivamente umidificata con acqua distillata o deionizzata) di fogli di carta giapponese, oppure di polpa di carta (fibra lunga 600-1000 m) e/o sepiolite. La preparazione dell'eventuale impacco avverrà manualmente imbevendo con acqua deionizzata o distillata il materiale assorbente fino a che questo non assumerà una consistenza tale da consentire la sua applicazione, con l'ausilio di spatole, o, più semplicemente con le stesse mani in spessori variabili a seconda dei casi. La permanenza dell'impacco o del foglio di carta giapponese sulla superficie sarà fino a completa asciugatura. La rimozione della poltiglia potrà essere eseguita quando questa, una volta asciutta, formerà una crosta squamosa ed incoerente tale da distaccarsi dal supporto poiché non più aderente alla superficie. I frammenti di pasta cadranno da soli o potranno essere rimossi con facilità aiutandosi con pennello o spatola. L'intervento sarà ripetuto per più cicli fino ad una sufficiente rimozione di Sali solubili che potrà essere verificata mediante lettura della conducibilità elettrica degli impacchi.

102



○ **DISERBO E DISINFESTAZIONE BIOLOGICA (I.05-DB.01)**

Per la rimozione della patina biologica e delle vegetazioni superiori si eseguirà un trattamento che sarà svolto propedeuticamente all'intervento di restauro e ripetuto fino a completa inattivazione dell'attacco biologico e alla fine dei lavori come prevenzione nelle parti più colpite dal suddetto degrado.

Operazioni preliminari:

Si avrà cura di proteggere i serramenti e gli infissi con teli di polietilene e di predisporre un sistema di raccolta delle acque reflue.

Intervento rimozione piante superiori:

Trattamento diserbante localizzato multispettrale a basso impatto ambientale. Verrà utilizzato un prodotto accuratamente scelto per l'eliminazione delle piante superiori. Nel caso di arbusti l'applicazione di prodotto diserbante avviene per via fogliare ed eventualmente radicale tramite iniezioni. Il prodotto verrà lasciato agire per almeno una settimana e ripetuto in caso di precipitazioni meteoriche o comunque fino a eliminazione dell'infestazione. Ad essiccamento avvenuto ci sarà la rimozione delle piante superiori con l'asportazione del terriccio e delle radici tra i concii mediante mezzi meccanici come bisturi a lama fissa e spatole metalliche.

103

Intervento rimozione patine biologiche:

L'operazione sarà eseguita in seguito ai test preliminari (vedi scheda campionature).

Rimozione della patina biologica mediante un trattamento che sarà propedeutico all'intervento di restauro e ripetuto fino a completa inattivazione dell'attacco biologico e alla fine dei lavori (dove necessario) come prevenzione nelle parti più colpite dal suddetto degrado.

Si procederà con l'applicazione a pennello e/o a spruzzo di una soluzione biocida.

Per le patine più resistenti le aree verranno trattate con impacchi localizzati: il biocida verrà applicato mediante supportanti in gel con applicazioni ripetute quanto necessario e poi successiva spazzolatura con spazzolini in nylon, al fine di rimuovere anche meccanicamente tutti i residui aderenti al substrato.

Il risciacquo finale sarà effettuato con acqua applicata con irroratori manuali e leggera spazzolatura con spazzole e spazzolini in nylon, al fine di rimuovere anche meccanicamente tutti i residui aderenti al substrato.



○ **RIMOZIONE DI INTERVENTI PRECEDENTI NON IDONEI (I.06-RM.01)**

In corso d'opera saranno attentamente valutati tutti quegli elementi non originali, come inserti e stuccature, valutandone l'effettiva efficacia e stabilità. Nel caso in cui questi, anche se a base cementizia, risultino in buono stato di conservazione e non interagiscono negativamente con le superfici attigue, o siano storicizzati, saranno mantenute e, se necessario, consolidate o integrate con uno stucco idoneo di colore e composizione.

Nel caso delle integrazioni cementizie, in particolare sul cornicione del prospetto F e sui merli, a copertura di arpesi metallici, si vuole ricordare che, nella maggior parte dei casi, si tratta di un intervento storicizzato eseguito durante i lavori di restauro degli anni 50 del '900, eseguiti sotto la direzione dell'arch. Egle Renata Trincanato (Si veda la documentazione fotografica dell'allegato *A_Relazione_precedenti_interventi*); pertanto tali integrazioni dovranno essere mantenute, a meno che non vi siano problemi relativi alla loro funzionalità, quindi alla perdita delle loro caratteristiche fisico-chimiche e meccaniche. Al contrario se risultassero non idonei o alteratosi nel tempo e non più rispondente alle loro funzioni meccaniche e/o estetiche, si eseguirà la loro asportazione con mezzi meccanici e sostituiti con stuccature od elementi compatibili con l'originale per garantire la conservazione della materia originale. La rimozione delle stuccature sarà valutata da un punto di vista critico, in funzione della rilevanza estetica, storica e conservativa.

104

Le integrazioni da rimuovere potranno consistere, ad esempio, in materiale gessoso, malta cementizia o con additivi resinosi o composti resinosi aggiunti in interventi precedenti che possono interagire negativamente con i materiali costitutivi originali. In alcuni casi la fragilità del materiale, dovuto allo stato di conservazione, rende necessaria una certa attenzione e cautela nella fase di rimozione di materiali soprammessi, onde evitare di asportare la materia originale. Nel caso in cui gli elementi presentino uno stato conservativo compromesso, si eseguirà tale operazione solo dopo una messa in sicurezza con preconsolidamento delle parti disgregate o distaccate (si veda intervento di messa in sicurezza).

Intervento generale:

Rimozione accurata delle esistenti stuccature non compatibili con il supporto o degradate mediante scalpelli di piccole dimensioni e bisturi a lama fissa. Si farà particolare attenzione a non incidere o graffiare i bordi con la punta dello scalpello o con il bisturi. Dove necessario si potrà ammorbidire lo stucco da eliminare con degli impacchi localizzati mediante un impasto formato da polpa di carta o



cotone idrofilo imbevuto di sola acqua distillata. In presenza di malte ritenute incongrue, non originali e/o fatiscenti si procederà alla loro rimozione mediante azione meccanico-manuale.

Intervento specifico di ripristino del doccione intasato:

Come evidenziato nello stato di conservazione, il primo doccione da destra della facciata sud, lato Bacino di San Marco, risulta chiuso in epoche passate con malta cementizia. Questa occlude totalmente la via di scolo dell'acqua, che fuoriesce colando sulla facciata in mattonellato. L'acqua, negli anni è penetrata all'interno della muratura creando, oltre che un danno ai materiali lapidei di rivestimento, anche danni strutturali piuttosto gravi.

Si ritiene perciò necessario ripristinare la via di scolo rimuovendo la malta non idonea inserita all'interno del doccione attraverso mezzi meccanici, con l'ausilio di scalpelli e martelli, previa messa in sicurezza dell'elemento in Pietra d'Istria.

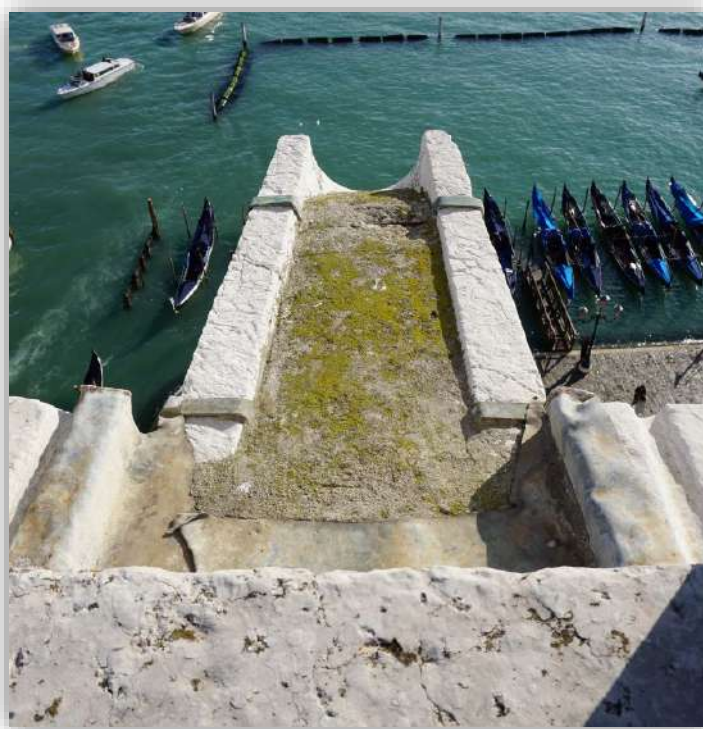


Foto della gronda intasata, sulla facciata sud, scattata durante la campagna di indagini del cantiere pilota, in fase 0. E' evidente come la malta cementizi cui è stata riempita occluda totalmente lo scolo dell'acqua.



Foto esemplificativa di un doccione funzionante del prospetto .



○ **PULITURA CHIMICA (I.07-PL.02)**

Pulitura chimica delle superfici mediante lavaggio con prodotti idonei per asportazione di depositi coerenti e no.

In presenza di macchie particolarmente resistenti, depositi di materiale organico concrezionato, resine alterate si potranno applicare a tampone soluzioni pulenti mediante solventi idonei o sapone tensioattivo; i materiali più idonei, i tempi di applicazione e le diluizioni verranno valutati a seguito di campionature preliminari (vedi scheda CAMPIONATURE).

Qualsiasi residuo della lavorazione dovrà essere accuratamente rimosso.

Intervento con carbonato/bicarbonato d'ammonio

Sugli elementi lapidei è possibile rifinire la pulitura con applicazione di impacchi con fogli di carta assorbente o di polpa di cellulosa e/o sepiolite e bicarbonato di ammonio a pH controllato, per poter rimuovere materiali superficiali aderenti. I tempi di applicazione, le tipologie di supportante e le concentrazioni degli impacchi verranno definiti durante le campionature. Successivamente agli impacchi verrà fatto un accurato lavaggio finale per l'asportazione dei residui con acqua, spugne e spazzolatura morbida.

107

Intervento per la rimozione di croste nere e macchie coerenti

Parziale abbassamento meccanico delle croste dendritiche con bisturi a lama fissa e/o mobile, facendo attenzione a non andare a contatto con la superficie lapidea.

L'abbassamento delle croste carboniose verrà eseguito mediante pulitura con applicazione di impacchi di polpa di cellulosa e/o sepiolite e bicarbonato o carbonato di ammonio ripetuti in maniera localizzata quanto necessario. La pulitura ad impacco potrà essere coadiuvata con sistema di vaporizzazione di acqua a bassa pressione (massimo 3 atmosfere) e temperatura di azione nell'intervallo di 30-40°C, e spazzolatura manuale con spazzolini morbidi o, in spessori più elevati, con bisturi.

Nei casi di uso localizzato, in presenza di Solfati e Carbonati, verrà aggiunto nella soluzione pulente un prodotto chelante in opportune percentuali, con l'accortezza di mantenere la miscela a pH 7 onde evitare il possibile rischio di interazione col supporto. Ogni ciclo di pulitura sarà accompagnato da un lavaggio abbondante con acqua mediante spazzole in teflon.



Infine, la rimozione o assorbimento di ossidi metallici presenti sulla superficie avverrà mediante applicazione di sostanze complessanti a tampone, pennello o impacco, con successivo accurato lavaggio finale.



○ **CONSOLIDAMENTO (I.08-CN.01)**

Solitamente in seguito all'operazione di pulitura si interviene con quella del consolidamento. I prodotti consolidanti saranno scelti in base alle caratteristiche fisico-chimiche dei materiali originali in modo da non modificarne le proprietà, e che non costituiscano una causa di degrado di tipo chimico alla materia originale né al momento della messa in opera né in tempi successivi. *La scelta del consolidante avverrà inoltre in seguito alle campionature preliminari effettuate in situ e ad un'adeguata analisi dei materiali e del loro stato di conservazione in fase di cantiere.*

Si valuteranno prodotti acrilico-siliconici e a base di silicato di etile, in base alle caratteristiche dei litotipi. I prodotti applicati dovranno avere le seguenti caratteristiche: bassa viscosità per consentire la penetrazione nel materiale trattato, buone caratteristiche meccaniche, buona idrorepellenza e sufficiente resistenza agli agenti atmosferici ed infine, eccellente resistenza all'ingiallimento dovuto all'esposizione ai raggi UV.

Intervento su elementi disconnessi e distaccati di piccole dimensioni:

Riadesione di scaglie e frammenti di peso e dimensioni limitate mediante resina epossidica.

I manufatti disconnessi precedentemente bendati e quelli precedentemente asportati perché a rischio di caduta durante la fase di messa in sicurezza saranno fatti riaderire creazione di piccoli ponti in resina epossidica fluida o semifluida. Questo tipo di resine garantisce una maggiore sicurezza all'ancoraggio degli stessi. Successivamente avverrà la saturazione del distacco mediante infiltrazione di malta idraulica.

Nel caso dei distacchi di frammenti di dimensioni e peso tali da non poter essere fatti riaderire con la sola malta idraulica o la nanosilice additivata a inerti, si procederà al consolidamento di questi per mezzo di adesivi idonei, scelti in fase di campionatura, che garantiscano la tenuta delle porzioni distaccate.

Intervento su elementi disconnessi e distaccati di grandi dimensioni:

Nel caso dei distacchi di frammenti di grandi dimensioni e peso si procederà con il loro ricollocamento nella sede originaria per mezzo di perni in acciaio inox e/o fibra di vetro zigrinato fino ad una lunghezza massima di 15 cm e resine epossidiche fluide o semifluide. Come descritto nella scheda ***consolidamento con perni***



Intervento su elementi con scagliatura e decoesione:

Preliminarmente all'operazione di protezione nei fenomeni di scagliatura, ove possibile, si deve procedere con la rimozione dei depositi superficiali incoerenti con pennellini morbidi e aspiratore per polveri.

Eventuale stuccatura di riempimento delle fessurazioni o distacchi più evidenti con malta a base di calce idraulica naturale (tipo Lafarge) e inerti di tipologia e granulometria scelte (carbonato di calcio di idonea pezzatura) e/o nanosilici impiegate come legante, additivate a polvere di marmo impalpabile o carbonato di calcio e veicolata con soluzioni idroalcoliche.

Si procederà quindi alla riadesione al supporto e incollaggio di scaglie di peso e dimensione molto limitati di materiale lapideo mediante iniezioni di prodotto consolidante a base di biossido di silicio (SiO₂ - dispersione colloidale di nano particelle di silice in acqua), veicolato con soluzione idroalcolica ed eventuale aggiunta di inerti ventilati.

Eventuale ristabilimento parziale della coesione delle parti decoese mediante impregnazione per mezzo di pennelli o siringhe eseguendo la colatura del prodotto consolidante, da definire in base alla materia da consolidare. Usualmente ci si rivolge all'impiego di prodotti inorganici compatibili con la natura della pietra come il silicato di etile o nanosilice in dispersione acquosa.

110

Nel caso specifico di aree particolarmente pulverulente, soprattutto sul Marmo Rosso di Verona, è possibile procedere con un pretrattamento, eseguibile sia ad iniezione che a pennello, con Silicato di Etile in quanto è un prodotto molto affine alle matrici argillose dei calcari nodulari.

L'operazione sarà eseguita in particolare sugli elementi in Rosso di Verona in quanto risentono maggiormente del fenomeno di degradazione differenziale a causa della loro morfologia.

Consolidamento con nanosilici

La procedura di intervento è tal quale alle operazioni di pre-consolidamento mediante impregnazione. Le parti consolidate dovranno mantenere le stesse caratteristiche dei materiali lapidei originali non trattati per evitare disomogeneità di bagnabilità, traspirabilità, diffusione differenziata del vapore acqueo ed alterazioni superficiali.

Le parti disgregate che si presentano pulverulente, onde evitare ulteriori perdite di materiale, dovranno essere pre-consolidate mediante applicazione di un consolidante inorganico come il silicato di etile scegliendo la tecnica di applicazione migliore a seconda dello stato: a spruzzo, a



pennello o per colatura. Nel caso in cui, dopo il trattamento, il supporto rimanesse bagnato o si presentassero raccolte in insenature si dovrà procedere a rimuovere l'eccedenza con l'ausilio di tamponi asciutti o inumiditi con alcool isopropilico. Solitamente sarà sufficiente un solo ciclo di applicazione, ma se necessario sarà possibile ripetere il trattamento dopo almeno tre settimane. Prima di eseguire qualsiasi altra operazione si deve aspettare non meno di 7 giorni onde evitare la possibile formazione di patine biancastre, sempre tenendo conto dei parametri ambientali per la buona riuscita del ciclo. Per il fissaggio dei bordi particolarmente decoesi, prima di procedere con il consolidamento, applicazione localizzata di un prodotto a base di nano-silice applicato per imbibizione con l'ausilio di siringhe.

La scelta del consolidante avverrà in seguito alle campionature preliminari e ad una adeguata analisi dei materiali e del loro stato di conservazione in fase di cantiere e dovrà rispondere alle caratteristiche descritte nel paragrafo PRODOTTI INORGANICI. I test per le campionature saranno effettuati valutando differenti prodotti, ognuno impiegato a diverse diluizioni come, ad esempio, Nano Estel o Silcol 30.



○ **CONSOLIDAMENTO IN PROFONDITA' (I.09-CN.02)**

Consolidamento in profondità con malte idrauliche pozzolaniche e specifici additivi per migliorare l'adesione in situazioni di distacco profondo.

Questo tipo di consolidamento sarà impiegato per il riempimento degli eventuali vuoti presenti sulle facciate in mattonellato. L'intervento sarà eseguito per mezzo di siringhe e strumenti che veicoleranno la malta idraulica realizzata in cantiere.

Si suggerisce l'impiego di malte idrauliche pozzolaniche e specifici additivi per migliorare l'adesione in situazioni di distacco.

Nel caso specifico di aree particolarmente pulverulente, soprattutto sul Marmo Rosso di Verona, è possibile procedere con un pretrattamento, eseguibile sia ad iniezione che a pennello, con Silicato di Etilo in quanto è un prodotto molto affine alle matrici argillose dei calcari nodulari.

L'intervento sarà eseguito per mezzo di siringhe e strumenti che veicoleranno la malta idraulica.

Si suggerisce l'impiego di malte idrauliche pozzolaniche e specifici additivi per migliorare l'adesione in situazioni di distacco. Nel caso specifico di aree particolarmente pulverulente, soprattutto sul Marmo Rosso di Verona, è possibile procedere con un pretrattamento, eseguibile sia ad iniezione che a pennello, con Silicato di Etilo in quanto è un prodotto molto affine alle matrici argillose dei calcari nodulari.

112

Intervento

Preliminare all'intervento è la valutazione dell'interesse del reticolo d'iniezione. Si procederà quindi alla stuccatura lungo la fratturazione esistente nell'area di consolidamento e all'esecuzione di fori con trapano manuale, ogni 20-30 cm lungo tutta lesione. I fori devono essere realizzati con andamento leggermente inclinato per favorire la percolazione della malta. Le aree da consolidare andranno preventivamente pulite e sigillate al fine di evitare ogni uscita di prodotto una volta iniettato. Durante l'operazione di iniezione delle malte in profondità nelle facciate andranno monitorate le pareti interne per controllare che, se le fratture presenti sul mattonellato dovessero ripercuotersi anche su tutto lo spessore della muratura, la malta non prosegua dall'esterno sino ad arrivare alle pareti interne.



○ **CONSOLIDAMENTO CON PERNI (I.10-CN.03)**

Consolidamento delle fratture e delle zone disconnesse.

Operazione volta a rinforzare e rendere stabile la struttura stessa dell'oggetto. Consolidamento statico, dove necessario, degli elementi fratturati, mediante inserimento di barre in acciaio inox AISI 316L o in fibra di vetro corrugato, inglobati con resina epossidica bicomponente.

Riposizionamento nelle sedi originali dei frammenti lapidei distaccati o in procinto di caduta di materiale lapideo, rimossi precedentemente, assicurati, previa accurata pulitura delle interfacce con idoneo solvente, con resine epossidiche bicomponenti, dove necessario coadiuvate dall'inserimento di barre filettate in acciaio INOX AISI 316L o in fibra di vetro corrugato fino ad una lunghezza massima di 15 cm, con l'accortezza di far fuoriuscire prima la polvere accumulatasi nella cavità.

Le misure dei perni e il loro diametro saranno valutati in base alle dimensioni e dal peso dell'elemento lapideo da consolidare.

113

Intervento

Preparazione dei fori con un idoneo trapano elettrico avendo cura di non creare eccessive virazioni, si parte da una punta perforante con un diametro da 4 mm per poi procedere con diametri maggiori per allargare il foro evitando vibrazioni che potrebbero risultare dannose per la pietra.

Accurata pulizia del foro di alloggiamento mediante aria compressa; inserimento del perno inglobato con resina epossidica semifluida caricata o in pasta avendo cura di riempire completamente la cavità. Attento riposizionamento del frammento nella sede originale previa accurata pulizia delle interfacce. Asportazione del prodotto in eccesso.

Nel caso sia necessario intervenire con arpesi, sempre in acciaio INOX AISI 316, l'ancoraggio alla pietra avverrà per mezzo di piombo fuso (piombatura).

In seguito, all' inserimento dei perni si procederà con la stuccatura dei fori (si veda ***Integrazione materica***)



○ **TRATTAMENTO DEGLI ELEMENTI METALLICI (I.11-TM.01)**

Gli elementi metallici possono essere arpesi, perni, ganci e altri elementi metallici presenti a supporto o decorazione degli elementi lapidei.

Si tratta principalmente un trattamento degli elementi metallici presenti per l'arresto dell'ossidazione.

Gli elementi metallici andranno accuratamente puliti mediante pulizia manuale effettuata con raschietti, spazzole metalliche od altri simili attrezzi e sarà accuratamente controllata per accertare che la pulizia sia completa e che risultino asportate la ruggine, i residui vari ed in genere ogni corpo estraneo. Particolare attenzione sarà posta in corrispondenza delle giunzioni, delle chiodature, degli angoli e delle cavità. Se necessario, la pulitura sarà coadiuvata da carteggiatura, uso di sverniciatore o da micro-sabbatura controllata. La pulitura si completerà con la sgrassatura mediante energico lavaggio con idonei solventi (ad es. acetone).

La protezione degli elementi sarà fornita mediante l'applicazione di un convertitore di ruggine, o inibitore di corrosione, steso a pennello. Infine, sarà effettuata la verniciatura con vernice antiruggine effetto metallo nudo.

Inoltre, si terrà necessaria la sostituzione di tutti quegli elementi non più funzionali ed eccessivamente ammalorati con altri elementi della stessa dimensione e misura in acciaio inox aisi 316L previo levo degli stessi.

114

Trattamento degli elementi in lega di rame:

Gli elementi in questione sono visibili sui quattro tabernacoli d'angolo della copertura. Sono infatti presenti, sfere e bandiere in lega di rame. Queste saranno trattate con lavaggi ripetuti di acqua demineralizzata con controllo della salinità fino a completa rimozione dei sali solubili. Successivamente verranno accuratamente puliti con soluzione acquose di acqua demineralizzata additivate a chelanti e/o tensioattivi e/o alcool.

Le stucature delle discontinuità saranno eseguite a base di resine epossidiche bicomponenti eventualmente pigmentate precedentemente. Le superfici metalliche pulite verranno trattate con inibitore di corrosione ed infine, protette mediante stesura a pennello di idonea vernice, da decidere dopo le opportune campionature.



○ **INTEGRAZIONE MATERICA – STUCCATURA (I.12-IN.01)**

Intervento finalizzato a ricreare la corretta unità di immagine e chiudere le possibili vie di accesso delle polveri nel pieno rispetto dell'originale, le esigenze estetiche e di lettura filologica dell'opera.

L'obiettivo è ripristinare la continuità di livelli diversi in presenza di fratture e fessure o mancanze e restituire l'unità di lettura cromatica dell'opera.

L'integrazione dovrà essere realizzata con una malta, stesa nel numero di strati necessari a garantire la giusta aderenza, con composizione idonea e di giusta traspirabilità. I coefficienti di dilatazione termica e di resistenza meccanica dovranno essere simili, per quanto possibile, a quelli dei materiali esistenti così da poter garantire un comportamento simile. La formulazione della malta da realizzare dovrà presentare le caratteristiche tecnologiche idonee tra rapporto aggregato-legante, granulometria inerte e il tipo di legante.

Operazioni preliminari

Prima di procedere con l'integrazione la superficie dovrà essere preparata e pulita, quindi priva di sali e/o residui delle precedenti lavorazioni, in modo da consentire la totale aderenza della nuova malta sul supporto. Successivamente si passerà alla preparazione della malta in cantiere che dovrà essere fatta in contenitori puliti privi di residui di sostanze che potrebbero alterare la natura dell'impasto, avendo cura di dosare sapientemente la quantità d'acqua. Il dosaggio degli ingredienti sarà fatto evitando metodi di misurazione troppo approssimativi, in modo da riuscire ad ottenere formulati aventi sempre le caratteristiche richieste. Gli impasti, a base di grassello di calce lungamente stagionato e/o calce Lafarge e sabbie scelte, avranno una granulometria degli inerti grossa-medio-fine per le stuccature di sottofondo e medio-fine per le finali.

Intervento

Si eseguirà l'inumidimento delle aree da stuccare, eccetto le zone sensibili all'acqua, del supporto tramite pennello imbevuto d'acqua o mediante l'uso di un semplice nebulizzatore manuale. L'operazione consiste nell'applicazione di un impasto idoneo e nella successiva lavorazione dello stesso con idonee spatole al fine di ottenere la superficie desiderata o per mezzo di modine per ricreare modanature articolate. Infine, pulitura con l'asportazione dello stucco in eccesso con tamponcini in cotone e spugne morbide.



Microstuccatura con malta nei casi di esfoliazione, microfratturazione, microfessurazione, scagliatura, pitting, per impedire o rallentare l'accesso dell'acqua piovana e/o dell'umidità atmosferica all'interno della pietra degradata; operazione eseguibile su tutti i tipi di pietra

Si propone, inoltre, l'utilizzo di Roman Cement, in aggiunta a polveri di marmo, per l'integrazione di fessurazioni o lacune sulla pietra, laddove queste fossero lacunose, o non più funzionali e quindi necessitino una rimozione meccanica ed una successiva reintegrazione. Ad esempio, sul cornicione, sarà possibile usarlo anche, in aggiunta a graniglia per il lettino che copre la cornice esterna del coronamento. Per la descrizione del Roman Cement si veda il paragrafo 4.1.1



○ **RIFACIMENTO DI PARTI MANCANTI (I.13-IN.02)**

Risarcimento delle mancanze e degli elementi non più recuperabili come da originale.

Nel caso in cui lo stato di fatto sia estremamente degradato e non permette il recupero mediante stuccatura, si interverrà con il risarcimento delle parti mancanti tridimensionali.

Si realizzeranno inserti della medesima estrazione della materia originale e, ove questo non risulti possibile, si utilizzerà un materiale il più possibile affine a quello antico al fine di ridurre l'interferenza visiva.

Le ricostruzioni potranno essere ripristinate secondo due modalità di intervento:

Rifacimento di porzioni con tassellatura

Si realizzeranno inserti della medesima estrazione della materia originale e, ove questo non risulti possibile, si utilizzerà un materiale il più possibile affine a quello antico al fine di ridurre l'interferenza visiva. L'intervento consisterà nella fornitura e posa in opera degli elementi ricostruiti per mezzo di perni *affogati* in resina epossidica. Le giunzioni saranno stuccate con idonea malta dalla composizione e dal colore simili all'originale.

117

Rifacimento di porzioni con resine sintetiche

Se non sarà possibile recuperare il materiale originale per poter effettuare il rifacimento si potrà eventualmente procedere, con l'autorizzazione della soprintendenza competente, alla ricostruzione degli elementi per mezzo di una resina sintetica. E' possibile usare una resina come la resina epossidica, additivata da inerti di vario colore e granulometria che permettono di rendere l'inserto compatibile esteticamente con il materiale originale. L'intervento prevede la creazione di un calco con materiale siliconico della parte da ricostruire. Una volta realizzato lo stampo si colerà in esso la resina epossidica additivata da polvere di marmo o inerti compatibili con la materia originale prevedendo l'inserimento di perni per l'ancoraggio alla materia originale. Una volta che la resina ha polimerizzato si prosegue con l'inserimento dell'inserto realizzato.

Integrazione delle pigne mancanti sugli elementi sommitali

Per ripristinare le pigne che risultano mancanti è possibile impiegare gli elementi nuovi presenti nel deposito di Palazzo Ducale, infatti, risulta che nel sottotetto siano presenti 20 pigne. Qual ora non siano utilizzabili saranno realizzate ad hoc con materiali uguali o simili agli originali. Verranno poi



collocate nella loro posizione originaria e fissate per mezzo di un perno metallico, seguendo il protocollo descritto nella scheda *sostituzione con nuovo elemento lapideo*.

La scelta nell'eseguire questo tipo di intervento è data dall'obiettivo di mantenere una "integrità estetica", fattore molto importante per la fruibilità di un edificio come Palazzo Ducale. Infatti, la fabbrica è sempre stata oggetto di sostituzione ed integrazione degli elementi per garantire la conservazione della fabbrica nella sua interezza.



○ **SOSTITUZIONE CON NUOVO ELEMENTO LAPIDEO (I.14-SN.03)**

Nel caso in cui lo stato di fatto sia estremamente compromesso da non poter essere recuperato e l'instabilità dell'elemento sia tale da rappresentare un pericolo per il bene stesso e per cose o persone, si propone la sostituzione dell'intero elemento.

Operazioni preliminari:

Preventivamente andrà smontato l'elemento in pessimo stato di conservazione da sostituire con le modalità descritte nella scheda - **Smontaggio e rimontaggio di elementi sommitali**

La scelta di sostituire alcuni elementi deriva soprattutto da una questione di sicurezza, non solo per il bene stesso ma per i passanti, in quanto la scarsa coesione e soprattutto la carente integrità strutturale potrebbe essere causa di caduta di materiale dall'alto.

Inoltre, nel corso degli anni sono già state fatte sostituzioni totali o parziali di elementi lapidei sommitali, questo perché risulta evidente che nella fabbrica di Palazzo Ducale l'integrità estetica giochi un ruolo fondamentale nella fruizione del bene stesso.

119

Sostituzione con nuovi elementi lapidei:

Una volta smontato l'elemento e analizzata la sua tecnica interna e di ancoraggio, ci si appoggerà a dei marmisti esperti per il rifacimento dell'elemento realizzato con la stessa estrazione della materia originale, per lo più Pietra d'Istria, Biancone e marmo rosso di Verona e, ove questo non risulti possibile, utilizzando un materiale il più possibile affine a quello antico al fine di ridurre l'interferenza visiva. L'elemento dovrà avere forma e dimensioni identiche a quelle dell'originale.

Si sottolinea che nel sottotetto vi è l'accatastamento di diversi elementi sommitali: 20 pigne, 17 guglie, 2 merli e un laterale di un merlo. Sarà nostra cura verificare che siano antichi o di recente fattura e in stato di conservazione sufficiente da poter essere ripristinati prima di produrne di nuovi.

Si propone, inoltre, l'eventuale musealizzazione di quegli elementi che saranno rimossi e sostituiti. Questo permetterebbe una sua conservazione nel tempo in ambienti idonei e renderebbe fruibile al pubblico quegli elementi sommitali che normalmente non potrebbero essere apprezzati a causa della loro collocazione.







○ **STESURA PROTETTIVO (I.15-SP.01)**

Il trattamento protettivo dovrà essere eseguito su supporti perfettamente puliti, asciutti, privi d'umidità ed esenti da sali solubili. Inoltre, dovrà essere eseguito a temperature a partire dai 5 gradi con un massimo di 35°C.

Il prodotto deve consentire:

- un'elevata profondità di penetrazione
- una significativa riduzione dell'assorbimento dell'acqua
- ottima permeabilità al vapore d'acqua
- assenza di effetti filmogeni
- assenza di variazioni cromatiche e ingiallimenti nel tempo
- ottima durata del trattamento

La scelta del protettivo avverrà in seguito alle campionature preliminari e ad un'adeguata analisi dei materiali e del loro stato di conservazione in fase di cantiere.

Trattamento con un protettivo idrorepellente con resine a base di silicati (silossani) resistente ai raggi UV e non traslucido. Il protettivo impedisce il passaggio dell'acqua liquida, riduce almeno del 50% il passaggio del vapore acqueo. Il trattamento protettivo delle superfici si esegue su supporti perfettamente puliti, asciutti, privi d'umidità, esenti da sali solubili. L'applicazione si esegue irrorando le superfici dall'alto verso il basso, in maniera uniforme ed abbondante fino a completa saturazione del supporto tramite pennello. Sarà sempre opportuno, a trattamento avvenuto, provvedere ad un controllo (cadenzato nel tempo) mirato a controllare la riuscita dell'intervento così da verificarne l'effettiva efficacia.

121

Trattamento con prodotto silossanico

L'applicazione si effettuerà stendendo il prodotto protettivo sulle superfici dall'alto verso il basso in maniera uniforme fino a saturazione del supporto. Le mani da applicare dipenderanno dalla capacità di assorbimento. Di norma i prodotti potranno essere applicati a spruzzo, tramite l'utilizzo di apposite apparecchiature in grado di vaporizzare il liquido messo in pressione manualmente, a pennello morbido avendo cura di stendere uniformemente il prodotto su tutta la superficie.



Trattamento con prodotto Nano tecnologico

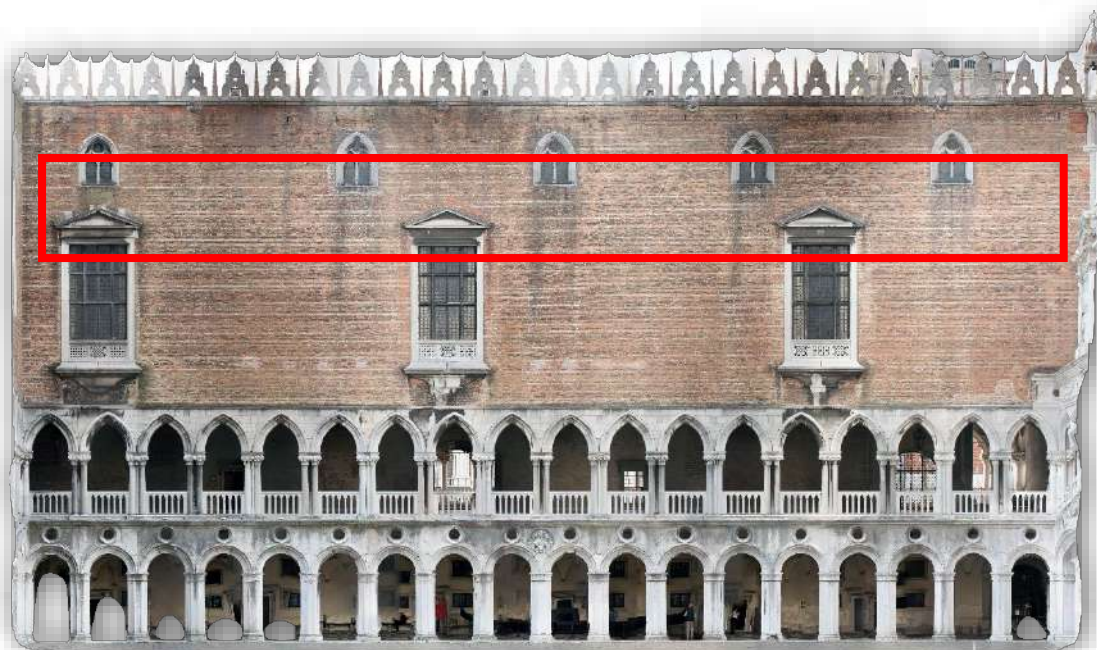
Una delle opzioni da valutare e testare sarà sicuramente l'uso di un prodotto nanotecnologico a base di microparticelle di silice. Si tratta di una dispersione acquosa concentrata di nanoparticelle di silice funzionalizzata, capace di impartire un effetto protettivo ad elevata idrorepellenza, in grado di penetrare nella porosità dei materiali e creare legami stabili con i gruppi idrossidi presenti. Si tratta quindi di un protettivo nanotecnologico in grado di agire anche su superfici particolarmente abrase senza formare alcun film superficiale né alterazioni cromatiche. Inoltre, ha un'ottima durabilità nel tempo ed è particolarmente indicato per la protezione di materiali a base silicea e di interesse storico artistico e permetterebbe di rallentare eventuali futuri attacchi da parte di microrganismi.

Si applicherà quindi il prodotto sulla superficie pulita ed asciutta, libera da attacchi biologici e con temperature ambientali comprese tra i 5°C e i 35°C. In seguito alle consuete prove e campionature per la verifica del corretto funzionamento del prodotto sulle superfici si procederà all' applicazione del prodotto non diluito, in quanto trattandosi di un materiale molto assorbente e ad alta porosità come il tufo, con uno stato di degrado piuttosto avanzato in diverse aree, l'azione idrorepellente avrà più efficacia. A causa della fragilità di alcuni materiali e delle sue diverse condizioni di conservazione verranno fatte dei test anche con il prodotto diluito in acqua demineralizzata fino ad un massimo di 1:1. L'applicazione potrà avvenire a pennello o a spruzzo. L'efficacia sarà verificata dopo 48 h lasciando asciugare la superficie in questo lasso di tempo senza mai bagnarla.

122



4.2.2 PROTOCOLLI OPERATIVI SUGLI ELEMENTI IN LEGNO E VETRO PIOMBATO



123

Gli elementi considerati sono gli infissi delle bifore della facciata G, che affaccia sulla corte interna del palazzo.

Il progetto di restauro sui serramenti è rivolto ai serramenti e ai vetri piombati a rullo. Di seguito saranno descritti nel dettaglio gli interventi operativi previsti sui serramenti di pregio, delle cinque bifore presenti nell' ultimo livello della facciata G di Palazzo Ducale, rivolta verso la corte interna.

Come già sottolineato per le parti lapidee, il progetto che segue è indicativo e realizzato solo in seguito ad una analisi autoptica e sarà rivisto in corso d'opera non appena sarà possibile accedere da vicino e studiare le metodologie, le tempistiche, le sostanze e le attrezzature da adottare per ogni fase.



4.2.2.1 DESCRIZIONE DEGLI ELEMENTI OPERATIVI SUI SERRAMENTI E VETRO PIOMBATO A RULLO

CODICE INTERVENTO	DESCRIZIONE
SR - I.00	SMONTAGGIO, TRASPORTO E RIMONTAGGIO
SR - I.01	RESTAURO DEI MATERIALI LIGNEI - PULITURA, SVERNICIATURA, CARTEGGIATURA, NUOVA VERNICIATURA.
SR - I.02	RESTAURO DEI MATERIALI LIGNEI - REVISIONI PARTI AMMALORATE, INCALMI E SOSTITUZIONI; STUCCATURA.
SR - I.03	RESTAURO DEGLI ELEMENTI IN METALLO – EVENTUALE SMONTAGGIO PULITURA, PROTEZIONE E RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITÀ
SR - I.04	RESTAURO DEI VETRI PIOMBATI
SR - I.05	SOSTITUZIONE DEI VETRI ROTTI NON PIÙ FUNZIONALI
SR - I.06	STUCCATURA DELLE CORNICI LAPIDEE E DELLE FUGHE PERIMETRALI DEGLI INFISSI



○ **INTERVENTO I.00: SMONTAGGIO, TRASPORTO E RIMONTAGGIO**

La prima operazione da effettuare è lo smontaggio delle reti di sicurezza poste davanti le finestre, fissate sulla muratura in laterizio con elementi a pressione.

Verifica del corretto funzionamento del serramento (apertura/chiusura) e sua registrazione prima dello smontaggio delle parti mobili; controllo dei materiali che costituiscono l'anta ed il telaio ed i loro trattamenti preservanti ed i rivestimenti; controllo dei vetri, delle guarnizioni di tenuta e/o sigillanti, e degli accessori; controllo delle sue caratteristiche costruttive, in particolare dimensioni delle sezioni resistenti, conformazione dei giunti, delle connessioni realizzate meccanicamente (viti, bulloni, ganci ecc.) o per aderenza (colle, adesivi ecc.) e, in ogni caso, delle parti costruttive che direttamente influiscono sulla resistenza meccanica, tenuta all'acqua, all'aria, al vento.

Segnatura delle singole finestre nelle varie parti (telaio, ante, vetri, ferramenta) con il codice così come da abaco per il successivo rimontaggio.

Svincolo delle finestre complete di telaio e vetrate mediante accurato smontaggio e posa a terra delle parti mobili; lievo del vetro esistente mediante rimozione dello stucco e del profilo fermavetro; smontaggio di maniglie e ferramenta; eventuale smontaggio anche del telaio.

125

Tutte le operazioni di smontaggio devono essere eseguite con la massima cura, facendo attenzione a non rovinare o danneggiare le parti che compongono il serramento, a meno che non se sia previsto lo smaltimento. Lo spostamento dei serramenti, anche per piccoli tratti, deve sempre essere effettuato sollevandoli completamente dal suolo al fine di non compromettere l'integrità del profilo e dell'intera finestra, proteggendoli opportunamente con imballi di nylon, tessuto non tessuto, pluriball.

Dopo le operazioni di conservazione e restauro per il singolo serramento, come descritto negli interventi successivi, questo dovrà essere riposto in opera: se il telaio esistente è rimasto installato e opportunamente restaurato, le ante con i relativi vetri e le ferramenta andranno riposizionate in opera, verificandone il perfetto montaggio con registrazione dei cardini e delle chiusure, ponendo particolare attenzione al buon funzionamento (apertura/chiusura) del serramento stesso.

All'atto della consegna in cantiere e per tutto il tempo che precede l'installazione, i manufatti devono essere conservati in ambienti protetti e asciutti, al riparo da eventi meteorologici, lontani da fonti di calore e dall'irraggiamento solare diretto, ad una temperatura di circa 15°- 20° C e con umidità percentuale attorno al 50%-70%.



I manufatti non devono essere accatastati l'uno sull'altro, né vanno gravati di peso alcuno, al fine di evitare deformazioni o il prodursi di impronte dovute all'imballaggio, o ammaccature o fenomeni di blocking della vernice.

Nella fase di rimontaggio degli infissi le forze agenti sul serramento durante il normale utilizzo devono essere trasferite al corpo dell'edificio in maniera efficace e sicura; gli elementi di fissaggio nel telaio devono quindi essere realizzati in modo tale che venga garantita la funzionalità, salvaguardando la sicurezza degli utenti. La tipologia di fissaggio da utilizzare deve essere scelta in funzione di dimensioni, tipologia e peso del serramento nonché sulla base della geometria del telaio e della situazione costruttiva.

Per tener conto della dilatazione lineare dei materiali del telaio, è necessario rispettare gli interessi nel fissaggio previsti dalla normativa. Il serramento deve essere fissato lungo tutto il suo perimetro. I lavori successivi, come l'impermeabilizzazione del giunto, non devono essere compromessi dal posizionamento degli spessori portanti. Schiume poliuretatiche, adesivi o altri materiali simili, allo stato attuale della tecnica, non possono essere considerati come elementi di fissaggio. Il fissaggio deve essere esclusivamente di tipo meccanico.

126

Nell'impiego di tasselli e viti devono essere osservate le indicazioni dei produttori relativamente ai materiali usati nella costruzione delle pareti, alla profondità di trapanatura, alla distanza dei margini, ecc.

Ultime operazioni a completamento della posa rimangono la finitura interna ed esterna del giunto con sigillante siliconico per l'intero perimetro telaio. Il sigillante in eccesso viene asportato con spatola e/o spessore vetro rifinendo esteticamente il cordolo.

A conclusione dell'intervento dovrà essere verificato:

- il funzionamento dei meccanismi di chiusura delle ante;
- il non devono verificarsi chiusure o aperture spontanee dell'anta dovute alla posa fuori piombo;
- il controllo della misura di battuta in sormonto dell'anta sul telaio su tutto il perimetro apribile del serramento ed eventuale correzione agendo sulla regolazione della ferramenta o sulla spinta dei sotto spessori di vetraggio;
- il funzionamento degli accessori.
- che le guarnizioni di battuta dell'anta sormontino al telaio di 8 mm;



- che la ferramenta funzioni correttamente in tutte le posizioni (chiusura, apertura ad anta, apertura a ribalta).

La facilità dei movimenti può essere migliorata dall'applicazione di grasso o di olio sulla ferramenta o dalla registrazione della stessa.

Allo scopo di evitare il logoramento della ferramenta bisogna ingrassare od oliare tutti i componenti della ferramenta rilevanti ai fini della funzionalità e della sicurezza.

I vetri potranno essere puliti con un panno morbido, non filamentoso e non abrasivo (es. pelle di daino, una spugna pulita, morbida, non abrasiva o una spazzola lavavetri con bordo di gomma).

Di solito per la pulizia è sufficiente utilizzare acqua pulita. Si possono anche impiegare detergenti neutri per vetri tradizionali, non abrasivi e non aggressivi (verificare sempre le avvertenze d'uso riportate a lato del flacone del detergente scelto).



○ **INTERVENTO I.01: RESTAURO DEGLI ELEMENTI LIGNEI - PULITURA, SVERNICIATURA, CARTEGGIATURA, NUOVA VERNICIATURA.**

Lo scopo dell'intervento sarà la rimozione, dalla superficie lignea, di vecchie vernici o pellicole protettive degradate (per le quali non sarà possibile operare un'eventuale ripresa) tramite l'applicazione di un prodotto decapante generalmente costituito da miscele solventi addizionate con ritardanti dell'evaporazione presenti sia sotto forma di gel sia come liquidi.

Adeguata preparazione del supporto realizzata mediante pulitura sgrassante al fine di rimuovere ogni traccia di sostanze incoerenti, unti, grassi ecc.; successiva carteggiatura e preparazione del supporto per la verniciatura o trattamento protettivo della superficie.

ASPORTAZIONE DELLA VERNICE PER MEZZO DI SOLVENTI

Prima di procedere con questo tipo d'operazione sarà opportuno assicurarsi del reale stato conservativo del materiale ovvero, accertarsi che non siano presenti parti fragili facilmente danneggiabili o asportabili, inoltre si dovrà provvedere alla rimozione di tutte le parti metalliche, come serrature, borchie e cerniere, al fine di evitarne il danneggiamento da parte del solvente; inoltre si potranno già togliere precedenti stuccature non aderenti al supporto. In riferimento alle prove eseguite preventivamente su tasselli di materiale campione capaci di definire i tempi e i modi d'applicazione, si procederà con la stesura a pennello, a spazzola o con spatole del prodotto sulla superficie in uno strato sottile e uniforme allo scopo di riuscire ad ammorbidire la pellicola di rivestimento. Passato il tempo d'attesa (che potrà variare da 1 a 20 ore in relazione ai singoli casi poiché dipenderà dallo spessore degli strati di vernice presenti, dalla temperatura ambientale e dal tipo di pellicola da rimuovere), quando la vernice sarà morbida e sollevata dal supporto, si rimuoverà ricorrendo all'uso di spatole e/o raschietti facendo cura, di non danneggiare il supporto asportandone parti corticali in fase di decoesione. Nei punti difficili come intagli, modanature minute o fessurazioni la pittura potrà essere rimossa aiutandosi con spazzolini o punteruoli. L'intervento potrà e sarà ripetuto se specificamente indicato dalla D.L.. terminate le operazioni di raschiatura, al fine di ovviare l'asciugatura dei residui di prodotto rimasti sul materiale, sarà effettuato l'immediato lavaggio manuale della parte trattata con e soluzioni detergenti (ad es. soluzione blanda di soda calcinata ovvero soluzione ammoniacale diluita al 2% in acqua) evitando di risciacquare la superficie con

128



l'acqua poiché lesiva per il materiale (rigonfiamento delle fibre). Al termine della pulitura si controllerà lo stato del supporto ligneo accertando l'eventuale rimanenza di residui di sverniciatura.

In alternativa potranno essere utilizzati sverniciatori in pasta la cui procedura operativa sarà molto simile a quella adottata per quelli in gel: facendo uso di una spatola si applicherà la pasta stesa in strati più o meno sottili (1,5-3 mm) in ragione al numero di strati di vernice o dello sporco presente, nel caso in cui le condizioni atmosferiche od ambientali dovessero far asciugare troppo velocemente l'impasto sarà conveniente mantenere umida la superficie mediante l'aiuto di panni bagnati o fogli di polietilene così da ritardare l'evaporazione del solvente e di conseguenza consentire la corretta reazione. Avvenuta la reazione sarà necessario asportare il prodotto con spatola o pennello a setola dura, dopodiché si potranno eliminare gli ultimi residui con spugna inumidita.

CARTEGGIATURA

La levigatura o carteggiatura consisterà nell'asportazione manuale meccanica di un sottile strato di materiale (0,2-1 mm) qualora questo si presentasse seriamente compromesso, mentre con l'operazione di lamatura si opererà una levigatura totale dello strato di vernice o pellicola presente riportando "al vivo" la superficie lignea. Previa esecuzione di tasselli di prova su modeste porzioni dell'elemento oggetto di intervento, la procedura prevedrà un'operazione di sgrossatura eseguita con l'ausilio di carta abrasiva di grana semi-grossa (40- 80 grani al cm²) atta a rimuovere i depositi incrostati e le eventuali macchie o patine presenti nonché livellerà la superficie in prossimità di movimenti degli elementi lignei. Eseguiti questi primi passaggi si passerà a quelli operati con grana sempre più fine (80-120 grana media grossa, 150-200 grana media; oltre i 320 grana fine) così da eliminare gli eventuali segni lasciati dalla sgrossatura iniziale. La carta dovrà essere avvolta su appositi tamponi o in alternativa su pezzi di legno (per i passaggi con grana fine sarà consigliabile utilizzare legno tenero come ad es. legno di balza) o sughero di dimensioni tali da poter essere correttamente e comodamente impugnati. Questa procedura potrà essere eseguita a umido o a secco. Quella ad umido si utilizzerà, generalmente, su vernici grasse o su lacche sintetiche, presenterà il vantaggio di non produrre polveri ma al termine della procedura sarà necessario attendere l'asciugatura della superficie, inoltre la carta tenderà ad impastarsi con la vernice: questo "fenomeno" potrà essere ovviato immergendo ripetutamente la carta in acqua pulita o passandovi del sapone di Marsiglia neutro. La levigatura a secco risulterà un'operazione altrettanto veloce ma presenterà l'inconveniente della polvere, che dovrà, successivamente, essere asportata con l'ausilio

129



di spazzole o scopini di saggina o, con idonea aspirapolvere. Al termine della procedura sarà consigliabile eliminare i residui legnosi, vetrosi e di ogni altra natura eseguendo un passaggio con straccio, o spugna, leggermente umidi o soffiatura con aria.

- Si sottolinea che la carteggiatura non verrà eseguita sui portoni lignei a doppia anta di pregio, presenti negli interni, i quali subiranno solo un leggero intervento di pulitura per mezzo di solventi organici, previo test di solubilità, ed eventuale integrazione di parti lacunose, come descritto nel paragrafo di Stuccatura nella scheda I.02.

TRATTAMENTO CON SOSTANZE ANTITARLO, ANTIMUFFA E ANTIFUNGO

La superficie lignea in oggetto dovrà essere priva di macroscopiche anomalie che potrebbero provocare l'insorgenza di degradi a trattamento ultimato (marcescenze, parti mancanti ecc.) e priva di residui di precedenti vernici, cere grassi e polveri, che dovranno essere rimossi secondo le tecniche esplicitate nella scheda precedente, inerente alla pulitura degli elementi lignei.

Prima di effettuare il trattamento la superficie dovrà essere puntualmente ispezionata in maniera puntuale ricorrendo a strumenti come punteruolo, scalpello e martello al fine di saggiare la consistenza del legno e individuare le zone, eventualmente, attaccate dagli insetti o funghi; se necessario si potrà ricorrere all'uso della lente d'ingrandimento per osservare gli eventuali fori di sfarfallamento e il rosime riscontrati (elementi in grado di rivelare la specie d'insetto e se l'attacco è ancora attivo); attraverso l'igrometro elettrico da legno sarà possibile misurare il contenuto d'umidità in modo da poter determinare se esiste o è in atto un attacco fungicida. È opportuno precisare che l'attacco da parte di insetti non sempre necessiterà di trattamento poiché alcuni di essi non depositano larve all'interno del materiale, perciò, quando di queste specie (ad. es. i Siricidi) si riscontreranno i fori di sfarfallamento significa che la fuoriuscita è già avvenuta; inoltre occorre tenere conto della datazione del materiale, se l'attacco si riscontra su strutture molto antiche (oltre un secolo) spesse volte non risulterà più attivo (è il caso ad. es. dei Cerambicidi che se attivi presenteranno dei fori di sfarfallamento dai margini netti e il rosime chiaro). Eseguito, l'eventuale, consolidamento della superficie (stuccature, sostituzioni parziali ecc.) si potrà eseguire la procedura.

130

Il prodotto utilizzato per la disinfestazione dovrà presentare un bassissimo grado di tossicità, non dovrà formare una pellicola superficiale, produrre alterazioni cromatiche e dovrà consentire l'eventuale applicazione di una successiva verniciatura. L'applicazione del prodotto potrà essere fatta a pennello o a spruzzo (in questo caso l'operatore dovrà ricorrere alle opportune protezioni per



gli occhi e per le vie respiratorie) in modo da garantire una copertura uniforme della superficie; a tale riguardo potranno essere applicate più mani relazionandosi allo specifico prodotto utilizzato. Ad essiccazione del prodotto avvenuta (in media 4-6 ore) la parte trattata dovrà essere carteggiata (nel senso della venatura del legno ricorrendo all'uso di carta abrasiva di grana 100, 120) al fine di eliminare le eventuali, fibre legnose rialzate durante l'applicazione del prodotto. Nel caso in cui all'interno del materiale si dovesse riscontrare la presenza d'insetti si dovrà procedere alla disinfestazione puntuale.

Operazione di disinfestazione mediante l'utilizzo di un prodotto antitarlo a base di permetrina. L'applicazione avviene per impregnazione a pennello e per iniezione direttamente all'interno dei fori di sfarfallamento.

STUCCATURA

Prima di procedere con la verniciatura o il trattamento protettivo si procederà alla stuccatura di piccole fessurazioni, qualora gli elementi non necessitassero di interventi più generali; la procedura di stuccatura è descritta nella successiva scheda I.02.

131

APPLICAZIONE DI SISTEMI PROTETTIVI PER IL LEGNO IN ESTERNI

La linea generale l'appaltatore ha l'obbligo di eseguire i campioni così come prescriverà la D.L., cui sono demandate anche la scelta dei colori e le modalità di esecuzione, nonché ripeterli con le varianti richieste fino ad ottenere l'approvazione dell'Appaltante prima di iniziare le opere.

I lavori da pittore non dovranno essere eseguiti con temperature minori di 10°C e maggiori di 40°C, né con umidità relative superiori all'85%. I lavori da pittore non dovranno essere eseguiti all'esterno con tempo piovoso, nebbioso od in presenza di vento.

Nella preparazione delle superfici l'Appaltatore dovrà tener conto di ogni condizione di tempo e di luogo, della struttura e natura dei sopporti, della particolarità delle superfici da ricoprire, adattandovi le preliminari preparazioni ed adottando quegli speciali accorgimenti suggeriti dalle specifiche condizioni in cui si devono eseguire i lavori. Nelle tinteggiature ovvero verniciature dovrà essere posta cura che le superfici da trattare siano pulite, esenti da ruggine, ossidazioni, scorie, calamina, macchie di sostanze grasse od untuose, residui vari ed in genere da qualsiasi materiale e corpo



estraneo. Dovrà essere posta la massima attenzione ed ogni cura affinché le superfici verniciate non presentino mai degradamenti dipendenti da distacchi di lembi del prodotto verniciato in conseguenza di aderenza delle varie superfici tra loro, come ad esempio tra i telai fissi di porte, finestre, infissi in genere ecc. e comunque in corrispondenza di battentature e simili.

Dovrà pertanto essere cura dell'Appaltatore adottare ogni cautela affinché non si verifichino degradamenti dovuti ad aderenza delle superfici verniciate.

Le opere eseguite dovranno essere protette da correnti d'aria, dall'acqua, dal sole e dalla polvere finché non risultino bene essiccate.

L'Appaltatore dovrà adottare, a sua cura e spese, ogni precauzione per evitare spruzzi di tinte, pitture, vernici o smalti sulle opere già eseguite. Le opere di tinteggiatura e/o verniciatura eseguite non dovranno presentare i fenomeni o difetti di seguito riportati:

- affioramento: fenomeno dovuto alla separazione differenziata di pigmenti nello strato superficiale, che può presentarsi sotto forma di viraggio totale delle tinte, di fiammeggiamenti o di chiazze;
- annebbiamento: per opalescenza sulla superficie della pellicola, in conseguenza dell'ambiente freddo ed umido in cui si è operato;
- appiccicosità: per presentarsi la pellicola attaccaticcia così da sembrare non essiccata, fenomeno da attribuirsi a cause diverse;
- asportazione durante la carteggiatura: dovuta a carteggiatura eseguita prima dell'indurimento del prodotto verniciante, a turapori troppo grasso, oppure ad impiego di carte abrasive non idonee;
- attaccatura: sovrapposizioni marginali di uno strato di prodotto verniciante ad altro strato di precedente fresca applicazione;
- bollicine: difetto temporaneo o permanente del prodotto verniciante che trattiene nella pellicola bolle d'aria, vapori, solventi, o prodotti di reazione;
- bordatura: accumulo del prodotto verniciante sul bordo della superficie verniciata, dovuto alle stesse cause specificate per la "colatura";
- buccia d'arancia: aspetto simile alla buccia dell'arancia, dovuto ad inadatta pressione d'aria nella pistola spruzzatrice, oppure a difetti del prodotto verniciante;



- calo: assorbimento del prodotto verniciante da parte del supporto, che si verifica sopra i fondi porosi durante la fase di essiccamento, oppure contrazione di volume che si verifica dopo la fase di essiccamento provocando disuguaglianze nell'aspetto;
- chiazzatura: comparsa sulla superficie di zone di colore o brillantezza diversi, dovute al raffreddamento del prodotto verniciante non ancora essiccato, a supporto non pulito, a schizzi di liquidi durante l'essiccamento;
- colatura: scorrimento dello strato del prodotto verniciante con formazione di accumuli irregolari quali gocce, festoni, sacche, bordature, sovrapposizioni con particolare riguardo agli spigoli ed angoli; da attribuirsi a qualità di solvente non idonea, a solvente in quantità inadeguata, ad imperfetta applicazione, a difetti del prodotto verniciante;
- cordonature: per il rilevarsi delle pennellature sulla pellicola dovute ad impiego di prodotti vernicianti aventi eccessiva densità, a fuori polvere troppo rapido, ad imperfetta applicazione od all'impiego di pennelli non idonei;
- fori di spillo: superficie cosparsa di piccoli fori, fenomeno dovuto a varie cause;
- fragilità: dovuta alla composizione del prodotto verniciante od a supporto poroso non adeguatamente preparato;
- imbiancatura dei pori: fenomeno che si presenta nei legni porosi, trattati o no con turapori, sotto forma di striature o macchie biancastre;
- ingiallimento: dovuto alla qualità del prodotto verniciante, alla natura dei pigmenti, alle resine fortemente colorate;
- opacizzazione: perdita di brillantezza della superficie, dipendente dalla qualità del prodotto verniciante, dalla presenza di pigmenti opacizzanti, da fondo troppo poroso, da imperfetta applicazione;
- pelle di coccodrillo; sollevamento del contorno della pellicola già spaccatasi in grandi lembi; forma di spellamento e screpolamento dovuto principalmente ad applicazione di strati nuovi sopra i vecchi, non più perfettamente aderenti;
- pennellature: segni del pennello dovuti all'applicazione di una successiva mano mentre la mano precedente ancora non risulta essiccata, oppure dovuti alla natura del prodotto verniciante;



- pieghe a zampe di gallina: difetto della pellicola che si presenta sotto forma di piccole screpolature simili ad impronte di zampe di gallina;
- puntinature: difetto che si manifesta con la presenza di granuli superficiali e dovuto a cattiva qualità del prodotto verniciante;
- raggrinzamento: corrugamento dello strato superficiale dovuto ad eccessivo spessore della mano applicata con viscosità troppo elevata, ad improvvisi abbassamenti di temperatura nel corso dell'applicazione e durante l'essiccamento;
- retinamento: minutissime screpolature della pellicola che si intrecciano fra loro, in dipendenza principalmente della natura del prodotto verniciante, o di freddo eccessivo durante l'applicazione;
- rinvenimento del legno: sollevamento delle fibre del legno per inadeguata preparazione del supporto;
- vescicamento: bolle e vesciche sulla superficie della pellicola, dovute ad evaporazione ritardata delle umidità sottostanti o dei solventi, a supporto non pulito, ad eccessivo calore, alla diretta esposizione al sole durante l'essiccamento, od a troppo rapida essiccazione dello strato superficiale.

134

VERNICIATURA

Il trattamento dovrà, necessariamente, essere preceduto da un'adeguata preparazione del supporto realizzata mediante pulitura sgrassante al fine di rimuovere, ogni traccia di sostanze incoerenti, unti, grassi ecc.

Prima dell'esecuzione del trattamento protettivo dovranno essere eseguite eventuali lavorazioni di ripristino di parti mancanti o, eccessivamente degradate. Eseguite le operazioni preliminari, si applicherà, tramite pennello a setola morbida o minirulli, il primo strato di pittura, trasparente o pigmentata, eventualmente diluita (ad es. con ragia minerale); particolare attenzione dovrà essere fatta nel coprire uniformemente il supporto e nell'evitare di lasciare colature di materiale. Quando lo strato di fondo sarà asciutto al tatto (circa 24 ore), ma non completamente essiccato, si procederà ad eseguire la mano di finitura che secondo le indicazioni di progetto, potrà essere brillante o satinata.

La verniciatura dovrà avvenire con temperatura ambiente (+5°C, +30°C con U.R. inferiore al 70%), in assenza di vento; le superfici lignee trattate dovranno essere bene asciutte, inoltre, dovranno



essere protette da pioggia battente ed umidità fino a completa essiccazione (almeno 5-6 giorni) del prodotto applicato.

PROTEZIONE

La salvaguardia del legno, dall'attacco di funghi o insetti, dovrà garantire la buona conservazione del materiale nel tempo; la protezione del legno avverrà mediante l'utilizzo di sostanze chimiche che lo renderanno tossico garantendone così la repellenza all'aggressione da parte di funghi, organismi marini e insetti. I protettivi da utilizzare saranno di vario tipo e potranno essere impiegati in base alla tipologia, l'esposizione e l'esercizio del manufatto da proteggere. Saranno, in ogni caso, da evitare applicazioni di prodotto in forti spessori, in quanto lo scopo dovrà essere quello di proteggere il legno e non isolarlo dall'ambiente.

I prodotti capaci di preservare i materiali lignei potranno essere; composti chimici semplici o miscele di diversi formulati come ad esempio, le sostanze sintetiche in solventi organici.



○ **INTERVENTO I.02: RESTAURO DEI MATERIALI LIGNEI - REVISIONI PARTI
AMMALORATE, INCALMI E SOSTITUZIONI, STUCCATURA**

Le operazioni di ripristino dovranno, per questo, essere pianificate puntualmente cercando, dove sarà possibile, di ponderare sia l'aspetto tecnico che quello conservativo in modo da tenere in debito conto dei limiti imposti dalla valenza storica intrinseca nel manufatto e, allo stesso tempo riuscire a restituire l'efficienza strutturale venuta meno. Il ripristino di parti mancanti contribuisce a dare durevolezza al manufatto, proteggendolo ed aiutandolo a conservarsi nel tempo.

CONSOLIDAMENTO CON RESINA ACRILICA

Stesura di resina acrilica nelle parti depolimerizzate per consolidare la struttura lignea degradata. Dovrà essere effettuata a tampone e con forza così da assicurare la perfetta otturazione dei pori. Il prodotto dovrà essere applicato prima nel senso trasversale alla fibra del legno e poi nel senso longitudinale. Subito dopo l'applicazione la superficie trattata dovrà essere ripulita con un panno per eliminare ogni eccesso del prodotto e per ottenere una migliore penetrazione del prodotto stesso.

136

STUCCATURA

La procedura prevedrà il riempimento di fori, fessure ed altre soluzioni di continuità d'elementi lignei appartenenti a serramenti o elementi secondari (portoni, finestre) con stucco, steso a spatola, composto con impasti diversi.

Previe eventuali operazioni preliminari di pulitura da eseguire secondo le prescrizioni di progetto (sverniciatura con aria calda, pulitura manuale ecc.) la procedura prevedrà la spolveratura, con un pennello morbido, della fessura e il successivo trattamento con tampone imbevuto d'alcool denaturato al fine di eliminare velocemente l'umidità così da favorire l'adesione dell'impasto prescelto. Passato il tempo necessario (di norma fino ad esaurimento dell'odore di alcool) affinché il supporto sia asciutto si passerà a riempire il vuoto con lo stucco prescelto. Questa operazione potrà avvenire con l'ausilio di piccole spatole o bacchette (od altri strumenti ritenuti idonei) premendo bene e passando più volte in tutte le direzioni, in modo da avere la certezza di una perfetta otturazione del foro. Generalmente lo stucco tenderà, se pur in minima parte, a ritirarsi durante



l'essiccazione, pertanto si rivelerà utile applicare una quantità sovrabbondante o, più correttamente, ripetere l'operazione dopo

l'essiccazione della parte più profonda. In seguito ad un'essiccazione adeguata dello strato superficiale di stucco, comunque entro le 12 ore successive, si potrà procedere alla carteggiatura manuale con grana media (120-180) al fine di eliminare l'eccesso di prodotto. Per agevolare la completa essiccazione dell'impasto si potrà trattare la superficie d'intervento con tampone imbevuto d'alcool denaturato. L'operazione di levigatura finale potrà essere facilitata regolando la percentuale del legante degli impasti in modo da avere uno stucco resistente ma allo stesso tempo carteggiabile. Nel caso d'interventi rivolti alla "ricostruzione" di spigoli o porzioni vive, sarà vantaggioso mettere in opera uno stucco più denso con l'aggiunta di resina acrilica o utilizzando preparati epossidici.

Le ricette per confezionare stucchi sono svariate in ragione al tipo di legno, e alla fessurazione da riempire, in linea generale si potrà utilizzare un impasto composto da un legante organico (polimero sintetico come ad es. le resine acriliche) e da un inerte (con funzione di antiritiro e di colorante) costituito da polvere di legno o microfibre. All'interno di questo impasto potranno essere inseriti, in percentuali non superiori al 5%, eventuali pigmenti al fine di avvicinare la tonalità cromatica originale. Nel caso di stuccature d'elementi strutturali, si potranno utilizzare leganti a base di polimeri sintetici (le resine più utilizzate sono quelle epossidiche o poliuretatiche in ragione al tipo di stuccatura da eseguire) opportunamente caricati con polvere di segatura o fillers allo scopo di migliorare la resistenza a compressione e ridurre il volume di resina impiegato così da contenere lo sviluppo di calore al momento della reazione esotermica. L'impasto dovrà avere una consistenza tissotropica e sarà applicato per, eventuali, strati successivi con spatola (tempo di presa a 23°C ca. 6-8 h, tempo d'indurimento completo ca. 5-7 giorni). Le resine utilizzate dovranno essere compatibili con il legno, pertanto dovranno presentare un'elasticità tale da sostenere variazioni dimensionali imposte dagli sbalzi termici e modulo elastico simile a quello del legno.

137

Nel caso in cui le dimensioni delle lacune saranno tali da non rendere conveniente operare per mezzo di una stuccatura, si dovrà intervenire attraverso la procedura della tassellatura.

Le stuccature meno evidenti, per eliminare limitatissime e consentite difettose formazioni del sopporto, dovranno essere eseguite con stucco sintetico o con uno stucco a base di polvere di larice e resina acrilica.

TASSELLATURA



R.T.P. : TA SRL (capogruppo mandataria) con Boaretto e Associati SRL (mandante), SERES di Martina Serafin SAS (mandante), Ing. Di Marco Roberto (mandante)

Revisione, rimozione di parti in legno ammalorate, ricostruzione a tassello (incalmo), mediante inserti della stessa forma, dimensione ed essenza dell'originale, opportunamente stagionati e trattati; particolare cura dovrà essere posta nell'andamento delle venature (nello stesso verso dell'originale), e nella funzionalità delle maschiature.

Sostituzione dei gocciolatoi presenti sia per le ante che ne sono prive. Fornitura e posa in opera di gocciolatoio per l'allontanamento delle acque meteoriche, nella stessa essenza utilizzata per i serramenti, di morfologia adeguata e comunque sottoposto all'approvazione della Direzione Lavori. Il gocciolatoio dovrà essere posizionato sul lato esterno delle ante, e in presenza di doppio serramento, solo su quello esterno.

CARTEGGIATURA DI LIVELLAMENTO

La carteggiatura di livellamento dovrà essere effettuata ad umido con carte abrasive dei numeri 180-220, con apposite ed idonee emulsioni, oppure con carte abrasive autolubrificanti degli stessi numeri 180-220, e senza impiego di acqua; ad operazione ultimata si dovrà procedere alla asportazione, con segatura di abete, di ogni eccesso di liquidi e componenti oleosi della carteggiatura e quindi alla pulizia della superficie con stracci e con soffiatura d'aria al fine di eliminare il materiale eccedente e favorire l'adesione della nuova pitturazione.

138



○ **INTERVENTO I.03: RESTAURO DEGLI ELEMENTI IN METALLO - EVENTUALE SMONTAGGIO, PULITURA, PROTEZIONE E RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITÀ**

L'intervento prevede il trattamento di elementi in ferro ossidati mediante asportazione di vernici e ruggine, applicazione di prodotto convertitore di ruggine e di vernice protettiva trasparente. Gli elementi metallici fortemente ammalorati o non più idonei potranno essere rimossi con la stuccatura della sede dell'elemento stesso. Si precisa che i ganci ferma finestra in ferro vanno mantenuti, adeguatamente trattati e ripristinati laddove mancanti. Si prevede l'eventuale inserimento di elementi in acciaio inox di rinforzo, ad esempio squadrette o simili, bruniti o comunque raccordati cromaticamente alla ferramenta originale, secondo le disposizioni della Direzioni Lavori.

La pulizia manuale dovrà essere effettuata con raschietti, spazzole metalliche od altri simili attrezzi; dovrà essere eseguita con ogni scrupolo ed essere accuratamente controllata per accertare che la pulizia sia completa e che risultino asportate la ruggine, la calamina in fase di distacco, i residui vari ed in genere ogni corpo estraneo. Particolare attenzione dovrà essere posta in corrispondenza delle giunzioni, delle chiodature, degli angoli e delle cavità.

139

La sgrassatura dovrà sempre completare ogni trattamento di preparazione e sarà eseguita mediante energico lavaggio con idonei solventi.

La sverniciatura dovrà essere eseguita quando sia necessario eliminare vecchi strati di pitture, vernici o smalti applicati sopra un supporto che non sia stato inizialmente preparato in modo idoneo; altrimenti si dovrà procedere ad una nuova preparazione. Per la sverniciatura dovranno essere impiegati idonei preparati che, ammorbidendo la pellicola, ne consentano la facile asportazione a grandi lembi e strisce. Gli angoli, gli spigoli, gli incavi ecc. dovranno essere raschiati e ripuliti con la massima cura. La superficie sverniciata dovrà essere ripulita da ogni residuo mediante spazzole metalliche, spatole e quindi lavata con idonei solventi.



○ **INTERVENTO I.04: RESTAURO DEI VETRI PIOMBATI**

La messa in sicurezza delle vetrate da smontare avverrà mediante ponticelli in garza fissati con resina acrilica reversibile.

Si prevede la slegatura parziale dei profili in piombo nelle aree delle vetrate più sconnesse dove i profili esistenti non sono più coerenti con la loro funzione e la rilegatura con nuovi profili della medesima dimensione e forma.

Lo svincolo delle finestre complete di telaio e vetrate verrà eseguito mediante accurato smontaggio e posa a terra delle parti mobili e trasporto nel laboratorio di restauro.

La pulitura degli elementi in ferro di sostegno alle vetrate sarà eseguita mediante raschiatura a truschino e spazzola metallica prevedendo la successiva protezione con specifico antiruggine e vernice tipo ferro anticato.

La formazione dei telai di sostegno alla vetrata sarà eseguita con tondino di acciaio inox di forma e dimensione analoghe all'originale. Il trattamento finale sarà eseguito con vernice tipo ferro anticato o brunitura e la pulitura delle superfici dei singoli vetri potrà avvenire con una soluzione idrica a base di tensioattivo.

140

Si prevede infine la stuccatura dei profili in piombo e la lucidatura dei vetri.

Per i vetri rotti o da sostituire perché in stato di conservazione tale da non poter essere restaurati si veda il punto successivo I.05.



○ **INTERVENTO I.05: SOSTITUZIONE DEI VETRI ROTTI, MANCANTI O NON FUNZIONALI**

I vetri a rullo che risultano irrimediabilmente danneggiati o mancanti saranno ripristinati con la sostituzione di nuovi elementi eseguiti a regola d'arte da manodopera specializzata per ridare integrità alla struttura e all'immagine stessa delle vetrate.



○ **INTERVENTO I.06: STUCCATURA DELLE CORNICI LAPIDEE E DELLE FUGHE PERIMETRALI DEGLI INFISSI**

Le maggiori fessurazioni presenti sulle cornici delle finestre possibili causa di infiltrazioni all'interno dell'edificio, andranno riprese con stucature di malta, di composizione simile a quella del supporto.

L'integrazione dovrà essere realizzata con una malta idonea al litotipo originale compatibile con il supporto, stesa nel numero di strati necessari a garantire la giusta aderenza, con composizione idonea e giusta traspirabilità; i coefficienti di dilatazione termica e di resistenza meccanica dovranno essere simili, per quanto possibile, a quelli dei materiali esistenti così da poter garantire lo stesso comportamento alle diverse sollecitazioni.

La formulazione della malta per realizzare il nuovo intonaco dovrà presentare le caratteristiche tecnologiche dell'intonaco rimasto sulla superficie, ovvero dall'analisi della rimanenza si dovranno dedurre le varie stratificazioni, i diversi componenti e in che modo sono stati combinati tra loro: rapporto aggregato-legante, granulometria inerte e il tipo di legante. Prima di procedere con l'integrazione la superficie dovrà essere preparata, essendo sufficientemente asciutta (esente da fenomeni d'umidità) e pulita (priva di sali e/o patine) in modo da consentire la totale aderenza della nuova malta sul supporto; dopodiché, si eseguirà l'inumidimento del supporto tramite pennello imbevuto d'acqua o mediante l'uso di un semplice nebulizzatore manuale. Al fine di garantire la corretta realizzazione dell'impasto dovranno essere presi degli accorgimenti sul modo di dosare e amalgamare i diversi componenti.

La preparazione della malta in cantiere dovrà essere fatta in contenitori puliti privi di residui di sostanze che potrebbero alterare la natura dell'impasto, avendo cura di dosare sapientemente la quantità d'acqua; il dosaggio degli ingredienti dovrà essere fatto con estrema cura e precisione, evitando metodi di misurazione troppo approssimativi, in modo da riuscire ad ottenere formulati aventi sempre le caratteristiche richieste; la quantificazione in cantiere potrà avvenire prendendo come riferimento un'unità di volume identificata in un contenitore facilmente reperibile in sito.

Gli impasti, a base di grassello di calce lungamente stagionato, calce idraulica (tipo Lafarge) e sabbie scelte, avranno una granulometria degli inerti medio-fine e verranno, nell'ultimo strato, lisciati con una spugna.

La stuccatura di sigillatura delle fughe perimetrali tra serramento e spallette in pietra o in intonaco sarà realizzata previo riempimento dello spessore con materiale idoneo e successiva finitura con



impasto a base di calce e inerti, con cromia e granulometria adeguate al materiale originale circostante.



TABELLE



In chiusura alla relazione tecnico illustrativa verrà di seguito esposto un lavoro, svolto per mezzo di tabelle, che mette in relazione tutti gli elementi affrontati nel dettaglio nei capitoli precedenti:

- unità materiali (capitolo 2)
- stato di conservazione (capitolo 3)
- interventi proposti (capitolo 4)

Inoltre, le tabelle permettono di rivedere in maniera chiara e sintetica le unità sopra esposte. La dicitura “Schede” presente nelle tabelle si riferisce al numero della scheda di dettaglio consultabile negli allegati:

- Allegato C Schede tecniche dei materiali
- Allegato D Schede tecniche dei degradi



ESEMPI DI DICITURA E RELATIVA SCHEDA

Unità materiale: M.02 SR.01

Degrado: D.01 AC

Cod. Materiale SR.01	SCHEDE DEI MATERIALI		Scheda n. M.02
SERRAMENTI E VETRO PIOMBATO A RULLO			
Si tratta dei serramenti di cinque finestre gotiche della facciata Ovest che affaccia sulla corte interna di Palazzo Ducale.			
Riferimento Tavole	Fenomeni di degrado	Interventi	
Prospetto G	D.01 AC Alterazione cromatica D.04 DF Deformazione D.10 - FF Fratturazione/ fessurazione D.12 MN Mancanza D.13 O8 Ossidazione	I.01 CI.01 Campioni d'intervento I.16_PC.01 Intervento su serramenti e vetri piombati a rullo	
Descrizione e stato di conservazione			
Le finestre presenti sul prospetto G, facciata interna Ovest, sono realizzate con infissi metallici e vetrate piombate a rullo. Questa tipologia è tipica del periodo gotico veneziano, la tecnica a rullo è molto particolare e prevede la realizzazione di sfere di vetro schiacciato e posizionate in sovrapposizione. Le vetrate presentano differenti colori in trasparenza che si sono opacizzati nel tempo. Le piombature che avvolgono i rulli risultano anch'essi soggetti a fenomeni di degrado. Eccezion fatta per una finestra, tutte le altre presentano una rete di sicurezza.			
Documentazione fotografica			
			

Cod. Degrado AC	SCHEDE DEI DEGRADI		Scheda n. D.01
ALTERAZIONE CROMATICA			
Variazione naturale a carico dei componenti del materiale e dei parametri che definiscono il colore. E generalmente estesa a tutto il materiale interessato, nel caso l'alterazione si manifesti in modo localizzato è preferibile utilizzare il termine macchia.			
Riferimento Tavole	Documentazione fotografica		
			
Materiali			
M.01_EL.01 Elementi lapidei			
M.02_SR.01 Serramenti e vetri piombati a rullo			
Localizzazione			
Fenomeno localizzato sulle vetrate piombate a rullo e su alcuni elementi del coronamento			
Descrizione			
L'alterazione cromatica si manifesta attraverso la variazione di uno o più parametri che definiscono il colore; si tratta di una modificazione che non implica necessariamente un peggioramento delle caratteristiche di resistenza del materiale ma solo un cambiamento di alcuni dei parametri che influenzano unicamente la percezione visiva.			
<i>Elementi lapidei:</i> Per quanto riguarda gli elementi lapidei, questo tipo di alterazione è visibile in particolare su rocce calcaree bianche come Pietra d'Istria e Biancone. È stato infatti riscontrato in molti elementi il fenomeno di alterazione cromatica, molto comune nelle rocce carbonatiche. Si tratta di una variazione naturale a carico dei componenti del materiale e dei parametri che definiscono il colore, causata dalla solfatazione che si innescava nel materiale in presenza di anidride solforosa contenuta nell'aria inquinata. Questa modificazione non risulta dannosa per la conservazione del materiale viene perciò definita con il termine "alterazione".			
<i>Serramenti e vetri piombati a rullo:</i> le vetrate piombate a rullo delle cinque finestre a bifora gotiche, presenti sulla facciata Ovest del cortile interno, presentano una opacizzazione dei rulli con perdita di lucentezza ed inoltre, si osserva una modifica della colorazione di alcuni di essi causata probabilmente dall'esposizione agli agenti atmosferici.			



TABELLA UNITÀ MATERIALI

SCHEDA	CODICE	MATERIALE
M01	EL.01	ELEMENTI LAPIDEI
M.02	SR.01	SERRAMENTI E VETRI PIOMBATI A RULLO

TABELLA DEGRADI

SCHEDA	CODICE	DEGRADO
D.01	AC	ALTERAZIONE CROMATICA
D.02	CR	CROSTE NERE
D.03	DD	DEGRADAZIONE DIFFERENZIALE
D.04	DF	DEFORMAZIONE
D.05	DG	DISGREGAZIONE
D.06	DS	DEPOSITO SUPERFICIALE
D.07	DT	DISTACCO
D.08	EF	EFFLORESCENZE SALINE
D.09	ER	EROSIONE/ABRASIONE
D.10	FF	FESSURAZIONI/FRATTURAZIONI
D.11	MC	MACCHIA
D.12	MN	MANCANZA
D.13	OS	OSSIDAZIONE
D.14	PB	PATINA BIOLOGICA
D.15	PV	PRESENZA DI VEGETAZIONE
D.16	SC	SCAGLIATURA/ESFOLIAZIONE

147



INTERVENTI SU ELEMENTI LAPIDEI

- CORONAMENTO
- MATTONELLATO
- CORNICI FINESTRE
- CORNICIONE/DOCCIONI

COD. INTERVENTO	DESCRIZIONE
I.00- CP.01	CAMPIONATURE PRELIMINARI
I.01- MS.01	MESSA IN SICUREZZA
I.02- SM.01	SMONTAGGIO E RIMONTAGGIO ELEMENTI SOMMITALI
I.03- PL.01	SPOLVERATURA / PULITURA A SECCO
I.04- AS.01	ASPORTAZIONE DI SALI SOLUBILI
I.05- DB.01	DISERBO E DISINFESTAZIONE
I.06-PL.02	PULITURA CHIMICA
I.07-RM.01	RIMOZIONE DI INTERVENTI PRECEDENTI NON IDONEI
I.08-CN.01	CONSOLIDAMENTO
I.09-CN.02	CONSOLIDAMENTO IN PROFONDITA'
I.10-CN.03	CONSOLIDAMENTO CON PERNI
I.11-TM.01	TRATTAMENTO DEGLI ELEMENTI METALLICI
I.12-IN.01	INTEGRAZIONE MATERICA -STUCCATURA
I.13-IN.02	RIFACIMENTO DI PARTI MANCANTI
I.14-SN.01	SOSTITUZIONE CON NUOVO ELEMENTO
I.15-SP.01	STESURA PROTETTIVO

148



INTERVENTI SU SERRAMENTI IN VETRO PIOMBATO A RULLO

- BIFORE PROSPETTO G

COD. INTERVENTO	DESCRIZIONE
SR - I.00	SMONTAGGIO, TRASPORTO E RIMONTAGGIO
SR - I.01	RESTAURO DEI MATERIALI LIGNEI - PULITURA, SVERNICIATURA, CARTEGGIATURA, NUOVA VERNICIATURA.
SR - I.02	RESTAURO DEI MATERIALI LIGNEI - REVISIONI PARTI AMMALORATE, INCALMI E SOSTITUZIONI; STUCCATURA.
SR - I.03	RESTAURO DEGLI ELEMENTI IN METALLO – EVENTUALE SMONTAGGIO, PULITURA, PROTEZIONE E RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITÀ
SR - I.04	RESTAURO DEI VETRI PIOMBATI
SR - I.05	SOSTITUZIONE DEI VETRI ROTTI NON PIÙ FUNZIONALI
SR - I.06	STUCCATURA DELLE CORNICI LAPIDEE E DELLE FUGHE PERIMETRALI DEGLI INFISSI

149

