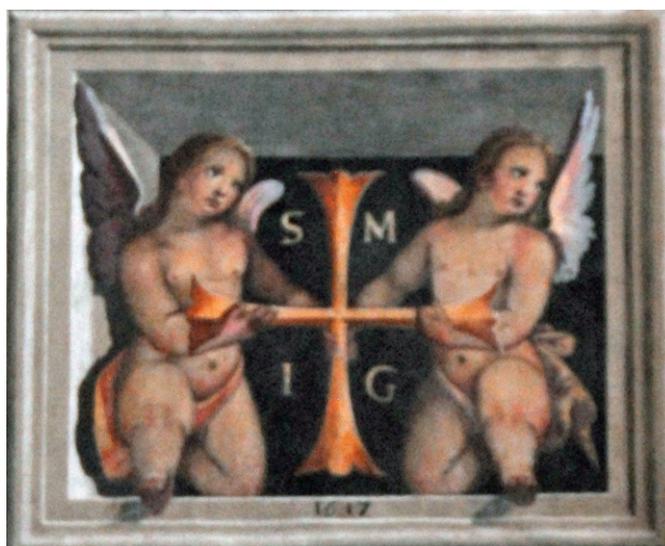


MINISTERO PER I BENI E LE ATTIVITA'  
CULTURALI ED IL TURISMO

SEGRETARIATO REGIONALE BENI CULTURALI  
E PAESAGGISTICI DELLA TOSCANA - FIRENZE

SOPRINTENDENZA BELLE ARTI E PAESAGGIO DELLE  
PROVINCIE DI SIENA GROSSETO E AREZZO - AREZZO

AREZZO  
SANTA MARIA IN GRADI



QAUDERNI DEL CANTIERE

RESTAURO DELLA FACCIATA PRINCIPALE

### **Inquadramento storico architettonico**

La chiesa di Santa Maria in Gradi è un importante esempio architettonico sia del tessuto urbano di Arezzo sia dell'attività artistica dell'Ammannati. Il progetto è del 1591 poco prima della morte di Bartolomeo Ammannati (Settignano, 15 giugno 1511 - Firenze, 13 aprile 1592). Dalla documentazione d'archivio pubblicata dal Vadoz (in "La chiesa di Santa Maria in Grado di Arezzo" in "Il Vasari" n.3 1929), risulta che nel 1591 venne pagato il maestro Francesco per il modellino fatto "dal legnaiolo del Sig. Ammannato" e nel 1611 gli scalpellini Matteo ed Alessandro Betti riscossero per i lavori del pavimento della chiesa.

Da questo è facile capire anche la velocità realizzativa della fabbrica, attestata anche da "il libro della fabbrica" e dai libri mastri del monastero, il primo ricco di dettagli e particolari dell'evoluzione costruttiva, il secondo riporta i gli importi spesi.

L'impianto planimetrico della chiesa è a navata unica con cappelle laterali senza transetto "una planimetria di chiesa ormai affermata nell'estetica della Controriforma. La chiesa aretina esprime, in forma più matura lo stesso concetto del San Giovannino, solo che in quest'opera l'Ammannati si muove con maggiore libertà ed il risultato rivela una chiarezza che non si riscontra nella chiesa fiorentina, Santa Maria in

Gradi nasce da una mediazione più profonda che si



*catasto Leopoldino*

risolve in una sicura originalità." (Fossi "Bartolomeo Ammannati Architetto" Cava dei Tirreni 1967).

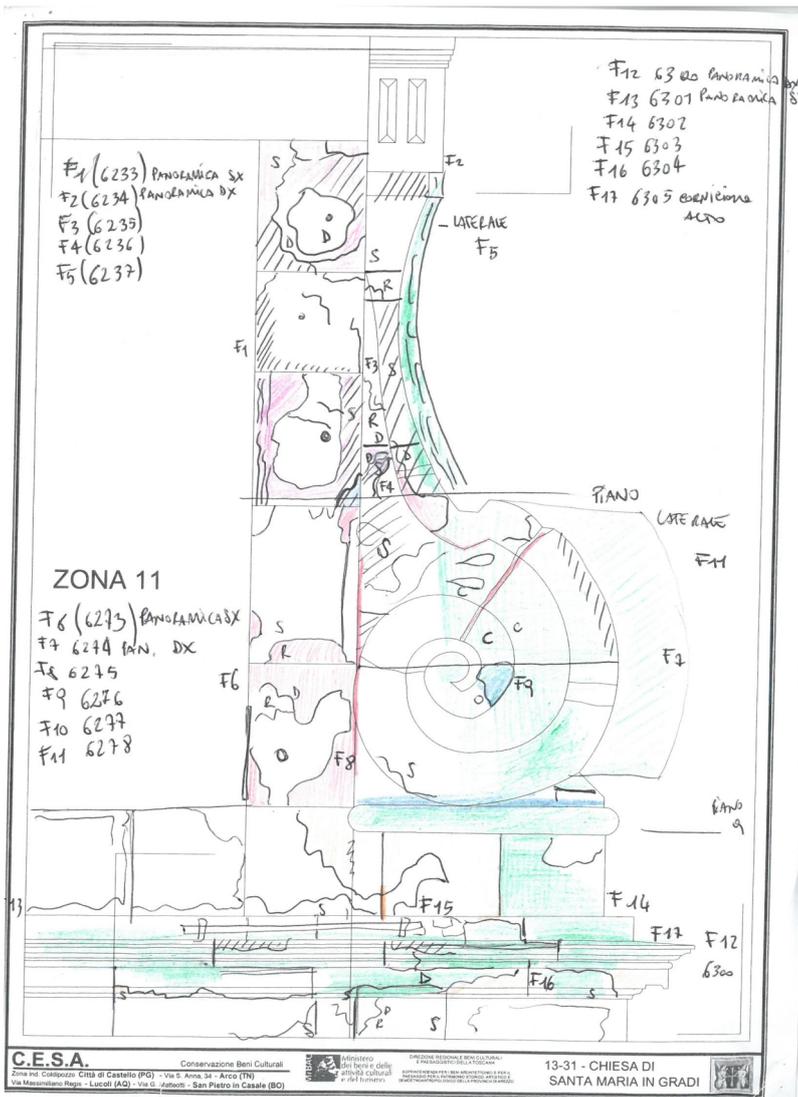


stato di fatto prima dell'intervento è visibile il ponteggio di protezione dalla caduta del materiale lapideo

Il Salmi ed il Fossi definiscono la facciata meno interessante definendola "una massiccia muraglia con soverchianti bugnati contro l'intonaco candido" (M. SALMI "Civiltà artistica in terra Aretina" Novara 1971), quest'affermazione dopo la visione ravvicinata è sicuramente da rivedere. Le partiture architettoniche originali sono di pregevole fattura, il panneggio delle volute è di una qualità notevole il cui splendore che si apprezza ora più che mai a restauro ultimato .

**Approfondimento conoscitivo a cantiere aperto:**

L'intervento ha come oggetto il restauro della facciata della chiesa, sia degli elementi lapidei che



Carta di Venezia.

La mappatura ha messo in evidenza le seguenti patologie:

polverizzazione, mancanza, scagliatura, patina biologica, elementi metallici, erosione, distacco, rigonfiamenti, croste nere e ricostruzioni in malte cementizie.

La facciata, presentava un diffuso attacco biologico soprattutto nelle volute, dove erano presenti anche vegetazioni con apparati radicali fortemente adesi sia ai supporti lapidei che alla murature.

Il fenomeno dell'erosione era molto diffuso su tutta la superficie, soprattutto sulle zone aggettanti e sulla parte basamentale del bugnato.

Perdite di materia delle parti aggettanti della facciata non sono state integrate, la scelta progettuale era quella di rispettare egualmente l'istanza storica alla stessa stregua di quella estetica.

Le fasi storiche e soprattutto gli interventi che l'hanno interessata, sono indissolubilmente legati al degrado, la visione nel dettaglio ha

individuato tre fasi salienti dell'edificio:

- Costruzione
- Intervento del 1938

foglio di cantiere per l'aggiornamento delle mappature poi riportate su cad degli intonaci. Il progetto aveva tenuto in considerazione tutte le tipologie di degrado presenti, ma lo stato di conservazione delle superfici era di una tale complessità da richiedere un'ulteriore approfondimento a cantiere aperto dove era possibile verificare discontinuità, patologie e fasi costruttive.

Dettagliando i punti della fase:

1. Numerazione dei conci e quadrettatura della superficie per il rilievo fotografico
2. Rilievo fotografico del prima
3. Aggiornamento della mappatura del degrado secondo i dettami della norma UNI 11182:2006 per l'individuazioni delle patologie presenti

In tutte le fasi di cantiere è stata redatto un dettagliato registro di cantiere in modo da appuntare registrare tutte le lavorazioni, come previsto nell'articolo 16 della

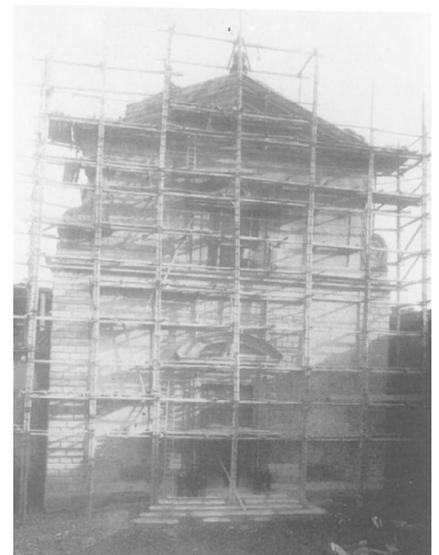


foto del cantiere durante i lavori del 1938



*dettaglio del capochiave in corrispondenza del cornicione*

- Restauro degli anni '80

Nei restauri del 1938 e degli anni '80 sono stati sostituiti elementi in pietra in avanzato stato di degrado, questo ha avuto riscontro durante le mappature.

La sequenza temporale è stata individuata confrontando :

- Lavorazioni del materiale lapideo
  - Composizione dei ricorsi tra gli elementi

Dall'osservazione sono emerse le seguenti conclusioni

Ascrivibili al restauro del 1980 sono, lo stemma del portale con gli stipiti e gli architravi, diverse bugne del cantonale, e gli intonaci a calce delle specchiature. L'intervento del 1939 sicuramente ha interessato la posa delle catene posta al primo cornicione, i capochiave sono dietro gli elementi in pietra del primo cornicione datando la loro posa.

La facciata presenta un vistoso fuori piombo nella parte centrale, tanto da creare un arco con le spalle in corrispondenza dei tiranti.

Gli elementi costituenti i tiranti sono trafilati con angoli irregolari, questo ci fa ipotizzarne la realizzazione tra le due guerre e non sicuramente all'epoca della

costruzione, ed essendo il capochiave posto dietro il cornicione e gli elementi lapidei sono realizzati in modo da accogliere il tirante, questo induce a ipotizzare la sostituzione del cornicione del primo livello durante il restauro del 1938.

All'estradosso superiore il cornicione presenta una rigatura grossolana uniforme su tutto il cornicione, la stessa che troviamo all'estradosso del cornicione superiore sotto il manto dei coppi, questo parallelismo ci conduce ad affermare che il sistema dei cornicioni è databile al 1938, anche se di questo intervento non c'è documentazione.

La mappatura, ha messo in evidenza molteplici situazioni di mancanze del tessuto lapideo con conseguente scagliatura, esfoliazione e decoesione superficiale della pietra.

La fase conoscitiva è stata accompagnata da una dettagliata documentazione fotografica di rilievo, con lo scopo di testimoniare in maniera puntuale lo stato preintervento della facciata, permettendo così, alle restauratrici, una visione 1:1 dello stato di conservazione del materiale lapideo.

Le foto sono referenziate mediante un reticolo che ha diviso la facciata in zone, ogni singolo concio è stato



Il fissaggio delle scaglie è stato effettuato con dei ponticelli in resina con il solo scopo di non perdere materiale lapideo.

Contemporaneamente è stato applicata una mano di silicato di etile diluito in White Spirit in concentrazioni variabili dal 1% al 5% a secondo delle patologie presenti.

#### **Applicazione biocida.**

L'attacco biologico era diffuso su gran parte della superficie, le situazioni maggiormente infestate erano le parti laterali del cornicione e le volute, qui il trattamento è stato ripetuto per 3 cicli con alte concentrazioni di principio

numerato in modo da poter individuare le lavorazioni *rimozione dei depositi dopo l'applicazione di biocida* significative, prima, durante e dopo .

La documentazione del restauro è una fase fondamentale e “[..] le fotografie del monumento, poi di mano in mano le fotografie dei principali periodi del lavoro, e finalmente le fotografie del lavoro compiuto. [...]” questo già si raccomandava al V congresso degli ingegneri ed architetti italiani nel 1883 al punto 6°.

#### **Intervento di restauro**

##### **Rimozione di tutti i depositi incoerenti**

I restauratori hanno rimosso tutti i depositi di particellato atmosferico e depositi incoerenti con l'uso di pennelli morbidi e microaspiratori, avendo cura di non intaccare i supporti lapidei.

Fase di preconsolidamento delle superfici.

Il preconsolidamento è l'operazione propedeutica a tutte le altre fasi lavorative, questo ha permesso di fissare sia le scaglie che le zone a forte polverizzazione.

attivo.

Il biocida utilizzato è un sale quaternario di ammonio (PREVENTOL) diluito in concentrazioni variabili dal 2% 5% 7% , l'applicazione è avvenuta nel seguente



*fasi di incollaggio degli elementi distaccati*  
1) cauta rimozione della scaglia - 2) pulitura degli elementi di contatto  
3) applicazione della resina - 4) ricollocazione del pezzo



modo:

- Applicazione del biocida opportunamente diluito
  - Lasciato agire 24 h
  - Risciacquo della superficie con l'uso di nebulizzatori manuali ed eventualmente spazzolini morbidi di saggina/naylon
  - Rimozione meccanica delle patine più tenaci con l'uso di bisturi (n°4 a lama 20)

I cicli sono stati ripetuti fino alla completa rimozione dell'attacco. In alcuni casi, l'apparato radicale, penetrato tra i ricorsi di malta, è stato rimosso, oltre all'azione dei cicli di biocida, utilizzando microscalpelli in concomitanza a delle iniezioni di sale quaternario per ottenere un'estirpazione profonda.

### Incollaggi



*bagno consolidante in soluzione di silicato di etile al 15% in white spirit*

La pittura era la stessa di tutta la superficie come meglio dettagliato nel paragrafo successivo.

Gli elementi lapidei che alla prima ricognizione sono stati considerati non adesi o in pericolo di distacco, sono stati rimossi e collocati in appositi contenitori vicino alla sua posizione originaria, previa numerazione dei pezzi, per garantire la rintracciabilità degli elementi.

Il pezzo ha subito un ciclo di trattamento specifico:

- Rimozione e numerazione del pezzo
  - Pulitura con microaeroabrasivi
  - Bagno in soluzione consolidante
  - Riadesione del pezzo con pernetti in materiale composito



*perforazione del pezzo  
perforazione della matrice*



*tamponatura a solvente  
ricarica di resina sui perni*



*inserimenti dei perni in composito  
ricollocazione del pezzo nella sua sede*





la scaglia di grandi dimensioni della voluta sinistra il materiale usato come ponte è stucco epossidico, è stato posizionato solo al centro per evitare il "bagno consolidante" e una tecnica di

consolidamento per immersione che aumenta il tono statico della matrice lapidea, si tiene in immersione il pezzo per 24 ore in una soluzione di silicato di etile diluito in white spirit in concentrazione variabile dal 5% al 15% a seconda del degrado dell'elemento, previa campionatura preliminare al fine di controllare il viraggio del colore.

I perni in materiale composito avevano diametri e caratteristiche diverse a seconda del volume dell'elemento, i materiali utilizzati sono stati barre in aramide d. 4 mm, elementi pultrusi in carbonio spessore 1,2 mm larghezza variabile da 3 a 12 mm. Le fasi dell'imperneatura sono:

- Perforazione a sola rotazione del pezzo e della matrice
  - Soffiatura dei fori
  - Inserimento a secco dei perni e verifica della corretta rimessa in sede dell'elemento
  - Inghisaggio dei perni sul pezzo staccato con resina epossidica
  - Inserimento di resina epossidica nei fori della matrice e sulle parti di contatto facendo particolare attenzione ad evitare qualsiasi

fuoriuscita di resina

- Bendaggio/puntellazione provvisoria fino alla completa catalizzazione della resina

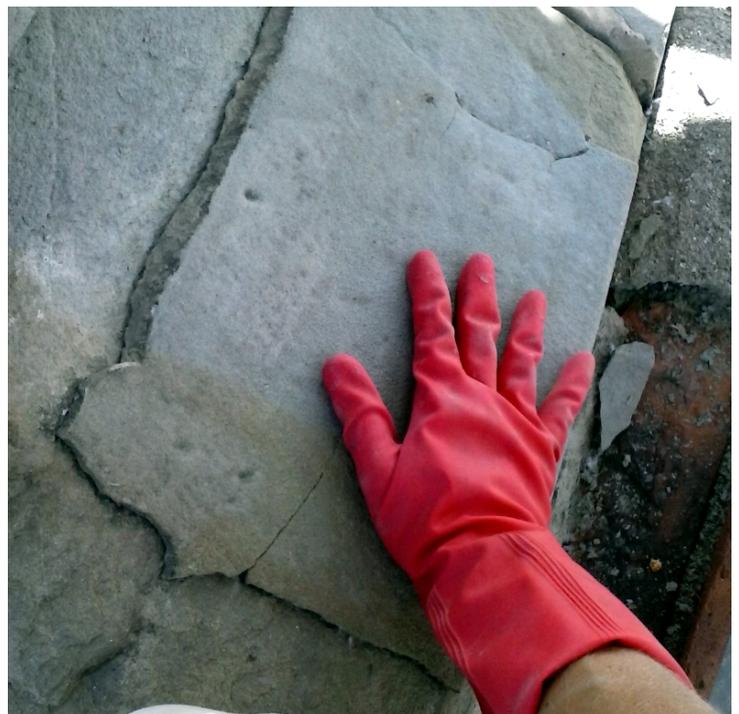
L'esfoliazione orizzontale degli elementi è stata risolta con la tecnica del fiocco in fibra di vetro, questa patologia era presente sul cornicione del primo e del secondo livello, le fasi lavorative sono state esecuzione di fori a sola rotazione, soffiatura del foro, inserimento del tessuto in fibra di vetro, colatura di resina epossidica fluida e successiva sfiocatura sull'estradosso; questo ha permesso di solidarizzare gli elementi lapidei in senso verticale senza intaccare le superfici di prospetto.

Sugli elementi in modanato della finestra centrale, che avevano solo delle grappe

metalliche, per migliorare il sistema di ancoraggio è stata utilizzata la tecnica della sfiocatura.

A differenza del caso precedente, l'impregnazione della fibra è stata eseguita in due tempi differenti, prima sulla parete poi sull'elemento modanato.

### **Consolidamento delle esfoliazioni e delle discontinuità**



incollaggio della scaglia nella posizione originaria, importante notare la cura e l'attenzione alla posizione dei bordi

Il degrado ha evidenziato fenomeni di esfoliazione e distacchi individuabili sia mediante la ricognizione visiva sia dopo una verifica puntuale tramite battitura manuale di tutta la superficie.

Questa operazione è stata sicuramente la più delicata



*stuccatura preliminare per il successivo riempimento della scaglia con malta da iniezione*

e complessa in quanto affidata alla sensibilità/professionalità degli operatori, che hanno individuato le zone di distacco con la successiva verifica della corretta adesione.

Le restauratrici hanno effettuato consolidamenti degli strati profondi, al fine di ottenere un collegamento materico tra le "foglie" di materiale lapideo, con un riempimento dei vuoti con idonee malte idrauliche.

Fasi operative:

- accurata battitura manuale delle superfici con perimetrazione delle zone dove si riscontrava discontinuità.
- esecuzione di fori a sola rotazione del diametro variabile da 2-4 mm e soffiatura con aria essiccata
- lavaggio e umidificazione con soluzione di alcool denaturato ed acqua

demineralizzata nelle proporzioni di 50-50

- iniezione manuale di malta adesiva a presa idraulica additivata con resine acrilica (PLM M-), il ciclo è stato ripetuto sino alla completa saturazione degli strati di sedime, per

aumentare la fluidità del prodotto consolidante, è stata effettuata una diluizione in acqua demineralizzata in proporzioni variabili dal

20% al 50%.

### **Pulitura**

La pulitura della superficie è stata preceduta da una campagna estesa di saggi che ha tenuto in considerazione tutti i degradi presenti, i tempi di esposizione le metodologie possibili, sono state individuate le zone più rappresentative per meglio avrebbero garantito l'effetto estetico complessivo richiesto in sede di progetto.

Le metodologie utilizzate sono:

- nebulizzazione a pressione controllata



*pulitura laser*



Questo ha permesso di focalizzare le metodologie più abrasive di pulitura solo in zone specifiche di sporco più tenace, quest'approccio metodologico ha garantito la conservazione della matrice lapidea.

Il laser è stato utilizzato

*pulitura con microsabbiatrice intervento su superfici poco lavorate*

- laser
- aereo abrasiva con inerti variabili per granulometria e tipologia
- meccanica bisturi

le disomogeneità della facciata ha richiesto l'uso combinato delle metodologie in quanto l'obiettivo progettuale era quello della



*pulitura con microsabbiatrice su zone molto lavorate, in queste zone si è utilizzato ugelli più fini e pressioni di esercizio più basse per seguire meglio il modanato architettonico*

in corrispondenza del cornicione e sulla conchiglia sopra all'architrave della cornice centrale. In entrambe i casi, delle tenaci macchie scure si sarebbero pulite soltanto tramite l'abrasione delle zone circostanti.

Il laser ha permesso di operare in maniera selettiva, in quanto il



*pulitura a bisturi*

conservazione delle patine originarie.

La pulitura a nebulizzazione manuale, è stata estesa a tutta la superficie dopo il trattamento biocida, consentendo l'ammorbidimento delle situazioni di sporco più tenace.

diverso assorbimento ottico della radiazione da parte dei materiali, a secondo del loro colore consente la rimozione dello strato di alterazione con l'assoluto rispetto del substrato più chiaro.

Lo *Smart clean* è un laser allo stato solido eccitato da



*impermeature in materiale composito:  
realizzate con barrette in fibra di vetro o carbonio inghisate con  
resina epossidica in pasta*



tenaci.

L'uso del carbonato di calcio, che ha una componente salata, ha richiesto un ulteriore lavaggio della facciata per la rimozione di qualsiasi residuo che avrebbe impedito il corretto processo di presa delle malte.

Al termine di questa operazione si è eseguito un secondo rilievo fotografico per testimoniare il grado di pulitura raggiunto.

### **Impermeature**

Valutando i forti distacchi, e i vuoti in corrispondenza dei conci dei cantonali dal supporto murario, la restauratrice ha eseguito dei fori con trapano a sola rotazione con inserimento di barre in fibra di vetro e

successiva iniezione di resina epossidica fluida, previa soffiatura del foro con aria essiccata.

L'operatore ha effettuato i fori, facendo massima attenzione al tessuto lapideo, cercando di diminuire al minimo le vibrazioni, con punte a diametro variabile da 8 mm a 12 mm a secondo della dimensioni e spessore dell'elemento.

L'iniezione è stata effettuata in maniera pneumatica con cannotti del diametro d. 8mm, la pressione di

lampada flash, con un sistema di raffreddamento a circolazione di acqua, il laser è Nd:YAG ad impulso intermedio (20 ms) questo consente di ridurre il rischio di effetti collaterali di tipo meccanico o termico. La pulitura aereo abrasiva con inerti di granulometria variabile è stata utilizzata nelle zone dove la presenza di depositi medio/coerenti, la pressione di esercizio è stata tarata previa campionatura preliminare e variava da 0,5 a 1,5 atm.

Gli inerti utilizzati sono stati:

- carbonato di calcio
- ossido di alluminio

il carbonato di calcio di granulometria 6nm è stato più estesamente utilizzato in quanto meno abrasivo dell'ossido di alluminio.

L'ossido di alluminio è stata utilizzata solamente in presenza di croste particolarmente spesse e



*chiodature dei bugnato  
da osservare la presenza di 2 tubicini uno per l'iniezione uno per lo spurgo  
dell'aria in modo da permettere un riempimento omogeneo*



*microstuccatura delle superfici lapidee fasi operative 1) applicazione delle malte  
2) schiacciamento della malta con la spatola a foglia di olivo 3) spugatura della stuccatura*



- 1 calce
- 3/4 inerte nero ebano
- 3/4 inerte giallo mori
- 1/2 inerte verde alpi
- 1/2 sabbia di fiume
- malta base verde:
- 1+ 1/2 calce
- 1+1/4 inerte giallo mori
- 1 inerte verde alpi
- 1+1/4 inerte nero ebano
- 1/8 ossido giallo fiore
- 1/16 ossido nero ferro
- 1+1/2 sabbia di fiume
- malta base gialla:
- 1 calce
- 1+1/2 inerte giallo mori
- 1/4 inerte nero ebano
- 1/2 inerte verde alpi
- 1/4 ossido giallo fiore
- 1/2 sabbia di fiume

iniezione è stata di 1 atm, nei fori sono state posizionati due cannotti uno per l'iniezione e l'altro per lo sfiato per garantire la completa saturazione dei vuoti.

Le stuccature profonde preventive aveva lo scopo evitare percolamenti di resina eventuali piccole fuoriuscite sono state immediatamente tamponate con una pulitura a base solvente.

A completa catalizzazione del prodotto consolidante (resina epossidica fluida), avvenuta in circa 5 gg, sono state rimosse le cannucce da iniezione.

### **Stuccature e Microstuccature**

La ricognizione di dettaglio sulla superficie ha permesso di individuare le principali coloriture e toni che caratterizzavano la facciata.

Le cromie individuate a seguito delle prove sono 3, particolare attenzione è stata rivolta alla curva granulometrica degli inerti per garantire lo stesso effetto materico.

Le malte di riferimento sono:

-malta base grigia:

Le innumerevoli sfumature che caratterizzano la pietra arenaria della chiesa di Santa Maria in Gradi, hanno richiesto al restauratore un'ulteriore taratura cromatica, inserendo pigmenti in polvere per raggiungere la perfetta cromia, simile al supporto lapideo

circostante.

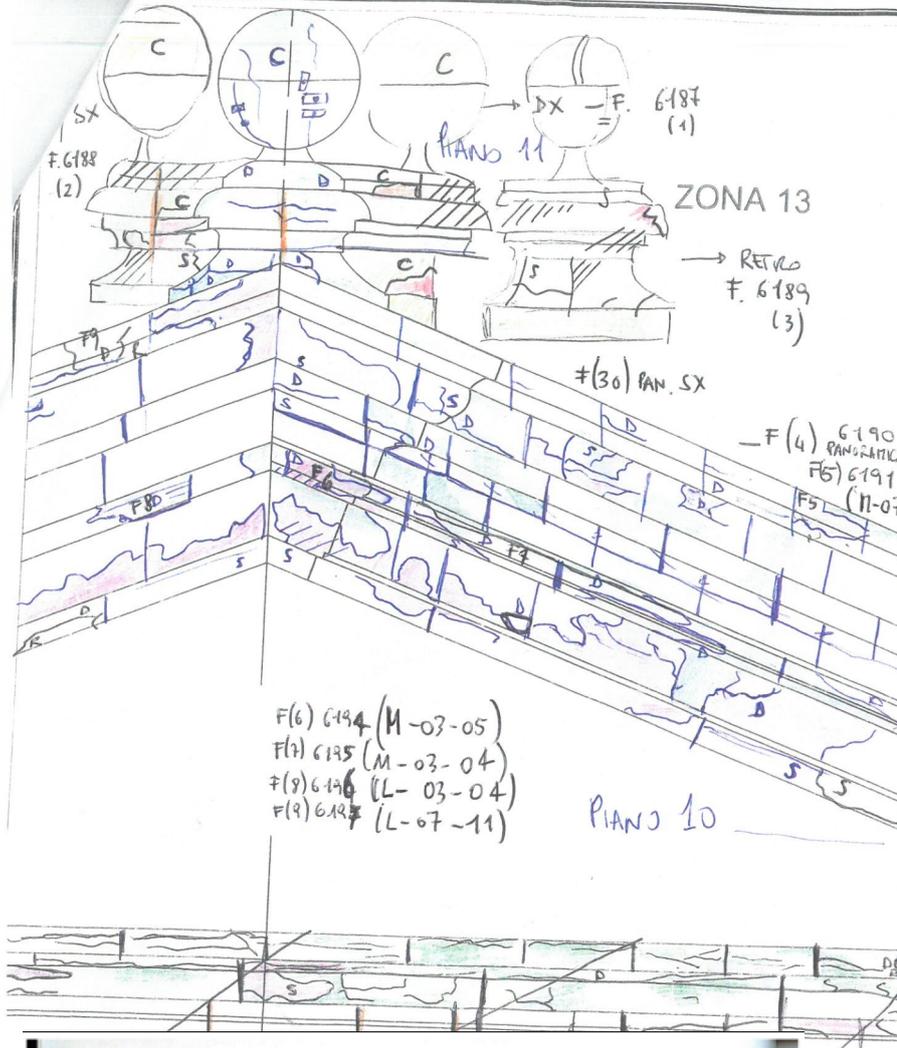
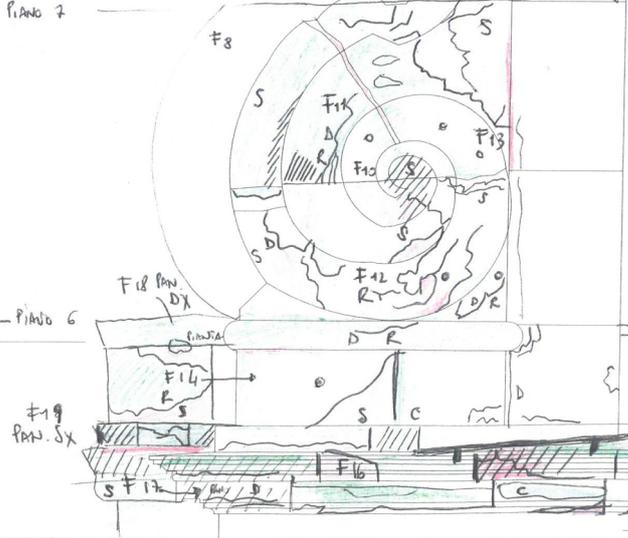
Le microstuccature sono state eseguite in zone di lesione delle superficie o in zone mancanti del tessuto



*concio appena dopo la stuccatura si riesce a percepire la quantità di microstuccature necessarie*

- F1 6239 PANORAMICA SX
- F2 6240 PANORAMICA LATERALE
- F3 6241 (4-04-01)
- F4 6242 } G
- F5 6243 } G
- F7 6244
- F8 6265 PANORAMICA SX
- F9 6266 PANORAMICA DX
- F10 6267 (4)
- F11 6268 (4)
- F12 6269 (4)
- F13 6270 (4)
- F14 6279 DANOE SX
- F15 6280 PAN. DX
- F16 6281 (F-04-02)
- F17 6282
- F18 6283 PAN. DX
- F19 6284 PAN. SX

**ZONA 9**



le documentazioni di cantiere che venivano giornalmente redatte dal personale sopra mappature e documentazione per il rilievo fotografico sotto - registro di cantiere con le annotazioni dei ricettari e dell'evoluzione del cantiere

DATA	Annotazioni Speciali e Generali
19/06/14	<p>① MALTA VERDE (7D) : 1+1/4 GIALLO 1 CAUCE            1/4 SABBIA            1/2 GRIGIO            1/8 VERDE            1/8 TERRA OMBRA            1/8 OCCA AVANA PIGMENTO</p> <p>* (A PUNTA DI NERO SU A COPRESTIA)</p> <p>② MALTA GIAMA (7A) : 1+1/2 SABBIA GIAMA 1 CAUCE            1/4 SABBIA            1/4 GRIGIO            1/8 VERDE            1/4 OCCA AVANA            1/8 TERRA OMBRA            (AGGIUNTA TERRO O. BACIATA A COPRESTIA)</p> <p>È DA OSSERVARE CHE DA QUESTE TEE MATTE SI RICUPERANO POI CON L'AGGIUNTA DI PIGMENTI LE TONALITÀ MOLTEPLICI PRESENTI NELL'INTERA FACCIATA.</p>
23/06/14	<p>IL GEOMETRA MASSIMO FIUPI È ASSISTENTE, EFFETTUANO UNA VISITA IN CANTIERE PER VERIFICA PROVE MAGA.            DA TALE INCONTRO, LE TEE MATTE BASE SCELTE RIVOLTA BUONE MA SI STABILISCE L'INCONTRO CON L'ARCH. D. GIRO A MERCOLEDÌ 25/06, PER IL QUANTO DEFINITIVO.            - ESECUZIONE DEL BAGNO IN PROBLEM PO AL 15%. SU FRAMMENTO LATERO DISTACCATO DALLA STIPINE (BASE) DELLA FINESTRA A RISCHIO DEL CORRIDOIO.            LA PISA NEL LIQUIDO HA DURATA DI 24 h.</p>

DATA	Annotazioni Speciali e Generali
14/07/14	<p>È PRESENTE IN CANTIERE L'OPERAI NICOLA BELLI INCARICATO DI EFFETTUARE I PERNI CON CARTE E CERA LIQUIDA PER CANTONALI.</p>
16/07/14	<p>SOPRAVVIGILIO DELL'ARCHITETTO E ADESSO ANGELO SIENKOWSKI L. CARLINI, LA QUARE MATTE IN EVIDENZA ALCUNE CORREZIONI DA EFFETTUARE: CHIUSURA INTERNA CANTONALI, APPLICAZIONE TAVOLE PARAPARE AL PIANO OS E CONTROLLO ETERNAMENTO AN'ACCENSIONE DELLA UCE A NEON PORTA NEL CORRIDOIO ANTECE PONTE L'ENTRATA DELLA CHIESA.</p>
18/07/14	<p>Scheda lavoro di con. assist. Filippo:            Presenti con i rappresentanti + operai Belli Valutazione dei problemi per l'interurbato con i ferri nei cantonali, chiedere di concerto con il ingegnere e l'interurbato e la tipologia di base da usare.            Ulteriori considerazioni sull'eventuale intervento di consolidamento della "palla" muraria.            per [signature]</p>
22/07/14	<p>SOPRAVVIGILIO DELL'ARCHITETTO AL CONTROLLO SIEKOWSKI L. CARLINI, CON ASSISTENTE FILIPI, PER VERIFICARE CHE LE OPERAZIONI EVIDENZIATE NELLO SCORSO SOPRAVVIGILIO IN ALCUNE AREE DEL PONTICCHIO HANNO STATE OPPORTUNAMENTE EFFETTUATE. IL CONTROLLO HA ADOPTO UNO POSTIVO.</p>



*applicazione del silicato di etile a nebulizzazione*

lapideo per consentire il corretto deflusso delle acque meteoriche, per evitare l'innescarsi del ciclo gelo e disgelo.

L'applicazione è stata eseguita con spatole metalliche su superfici vaporizzate con acqua, la malta è stata applicata spingendo il più possibile all'interno delle fessure o crepe (in alcuni casi dove lo spazio da colmare risultava abbondante si sono effettuate delle sigillature a più riprese con granuometrie decrescenti dall'interno verso l'esterno), dopo 1 ora dall'applicazione, quando la malta inizia la presa, i restauratori procedono alla lavatura e/o tamponatura dell'intonaco con spugne e acqua demineralizzata. Le parti che hanno richiesto più attenzione sono state il timpano, per le molteplici sfumature ed il cornicione marcapiano per le forte lesioni e mancanze. Il timpano del portale ed il marcapiano avevano all'estradosso una guaina bituminosa saldata a fiamma, la guaina è stata rimossa insieme a tutte le macchie di catrame.

#### **Consolidamento finale**

Per il consolidamento è stato applicato il silicato di

etile a concentrazioni variabili, dal 15 al 30%, la tecnica utilizzata è stata quella del bagnato su bagnato.

Dettagliando le fasi operative:

- nebulizzazione di solo White spirit su tutta la superficie lapidea
  - applicazione del silicato in soluzione al 15% in White Spirit
  - applicazione del silicato in soluzione al 30% in White Spirit

questa tecnica garantisce la perfetta impregnazione della superficie favorendo l'azione del silicato di etile. Le condizioni climatiche sono un elemento fondamentale per la riuscita dell'applicazione con temperatura media superiore ai 12° ed una umidità relativa non superiore al 20%.

Al termine di questa operazione, si è provveduto a effettuare il terzo ciclo di rilievo fotografico.

#### **Lavori complementari**

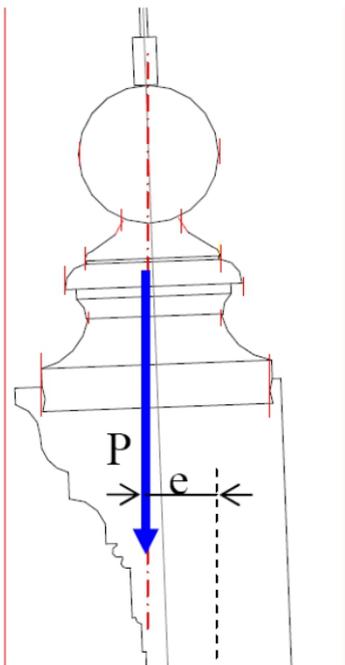
L'architettura della facciata presentava altre problematiche di carattere tecnico esecutivo:

- collegamento del sistema sfera croce
- bonifica della copertura del timpano
- protezione delle parti aggettanti

### Collegamento sistema sfera/croce

(a cura del prof. ing. Giovanni CANGI)

La ricognizione tecnica effettuata a cantiere aperto ha evidenziato un fuoripiombo del pinnacolo e dell'intera facciata, che solo per l'aspetto destava preoccupazioni, considerato



Profilo e particolari del pinnacolo e del globo di travertino sovrastante effetto di azioni ortogonali circa il 4%

riconoscere come causa principale del dissesto osservato.

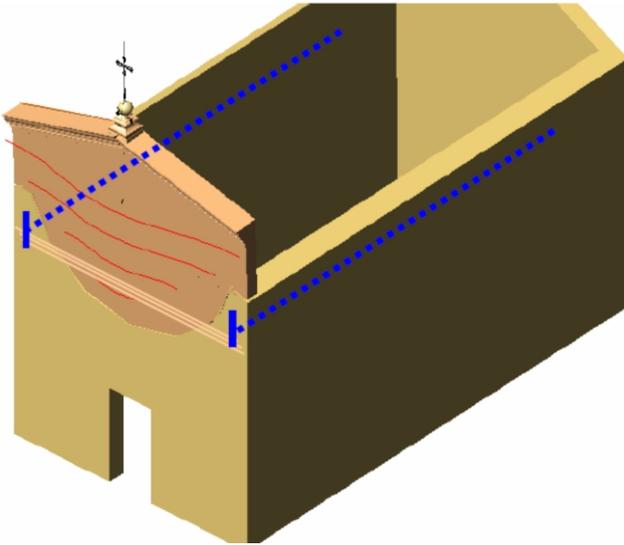
A parziale conforto di tutto questo è stato considerato che l'inclinazione della facciata, stimata attraverso il rilievo in circa il 4%-5%, è un fenomeno datato, manifestatosi da tempo in conseguenza di eventi sismici storici, che non sembra mostrare una evoluzione preoccupante. Questo grazie anche a provvedimenti antisismici e di riparazione messi in atto in seguito ad eventi calamitosi in relazione al danno osservato, che hanno permesso di "congelare" e stabilizzare la struttura nella configurazione deformata, nell'impossibilità di ripristinare l'assetto

che l'elemento decorativo assume rilevanza per la massa significativa e per la posizione in quota, che ne accentuava il senso di pericolosità. A questa condizione si aggiunge il rischio sismico e l'eventuale



la sfera in travertino dopo la microstuccatura del basamento e prima dell'intervento di consolidamento originario.

In particolare i tiranti di trattenuta inseriti a livello del cornicione di facciata e la correzione apportata al pinnacolo sommitale su cui si appoggia il globo di travertino, sollevato per cercare di ripiombarlo, dimostrano che in passato si era tentato di ridurre l'inclinazione, evidentemente senza successo. Tuttavia i tiranti posti in corrispondenza delle pareti laterali hanno modificato il cinematismo di ribaltamento nel trattenere i cantonali, lasciando però libero il tratto centrale della facciata, dove attualmente si manifesta un sensibile rigonfiamento che coinvolge il fronte sommitale. Stante la situazione si è ritenuto comunque di



Cinematismo di ribaltamento attivato in facciata corretto dall'azione di trattenuta dei tiranti disposti in corrispondenza dei cantonali alla quota del cornicione intermedio. Effetto di rigonfiamento al centro della parete trattenuta



fenomeno che lo ha attivato, con la consapevolezza che l'intervento effettuato va considerato come intervento localizzato, finalizzato esclusivamente a migliorare le condizioni di vincolo e di stabilità dell'elemento decorativo, senza pretesa di risolvere in alcun modo problematiche strutturali di altra portata,



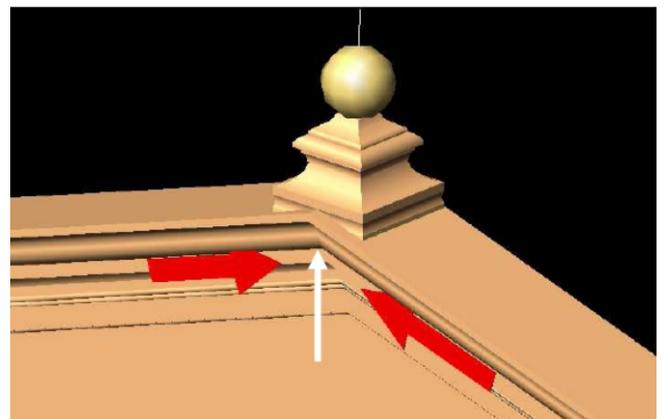
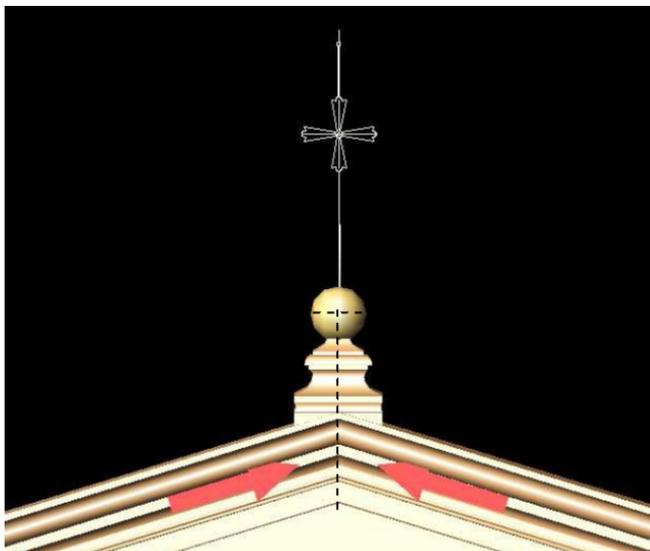
che interessano la facciata e la chiesa nel suo complesso, per le quali dovranno essere effettuate analisi specifiche e studiati interventi appropriati.

### Configurazione statica e condizioni di stabilità del pinnacolo sommitale

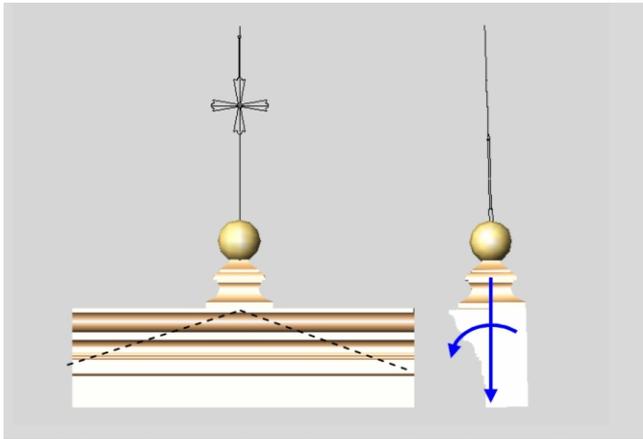
Il pinnacolo presenta un basamento dalla forma troncopiramidale realizzato in pietra arenaria modanata, dal quale emerge il massiccio globo di travertino costituito da due semifere sezionate sul piano equatoriale e riaccoppiate.

In questo modo è stato possibile vincolare la parte inferiore al basamento alla muratura d'imposta, mentre quella superiore funge da elemento di finitura su cui è stata fissata la croce in ferro battuto.

Il globo appare ben collegato alla base e non mostra segni evidenti di distacco, tuttavia si presenta disgregato in più parti e ricomposto

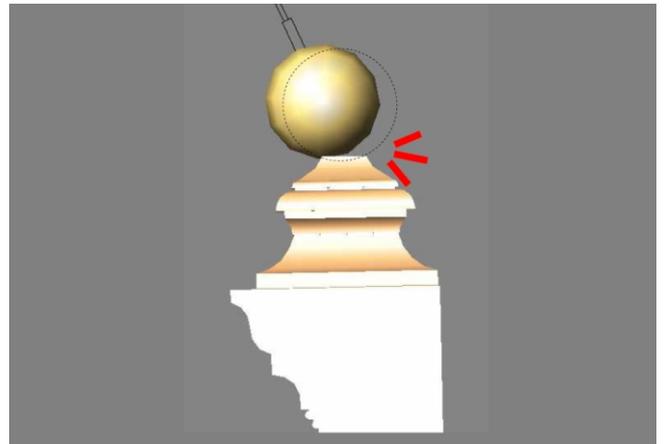


Pinnacolo impostato per metà sulla parete e per metà "in falso" sopra il cornicione, in grado di sostenerlo comunque per forma



*Il pinnacolo appoggiato sullo sporto di gronda creerebbe problemi reali nell'ipotesi di coronamento piano*

nella sua geometria con l'inserimento di vari elementi metallici di trattenuta. Le caratteristiche dei metalli e il tipo di lavorazione sembrano riconducibili ad interventi settecenteschi. Il profilo del pinnacolo (fig. 01) evidenzia l'elemento che per metà circa della sua base si appoggia sulla parete e per l'altra metà in falso sullo sporto del cornicione, con una configurazione che appare alquanto precaria. In realtà il cornicione di coronamento funziona per forma, come una incavallatura in grado di conferire alla struttura una elevata capacità portante e altrettanta stabilità.



*Ipotesi di svettamento del globo lapideo distaccato dal basamento*

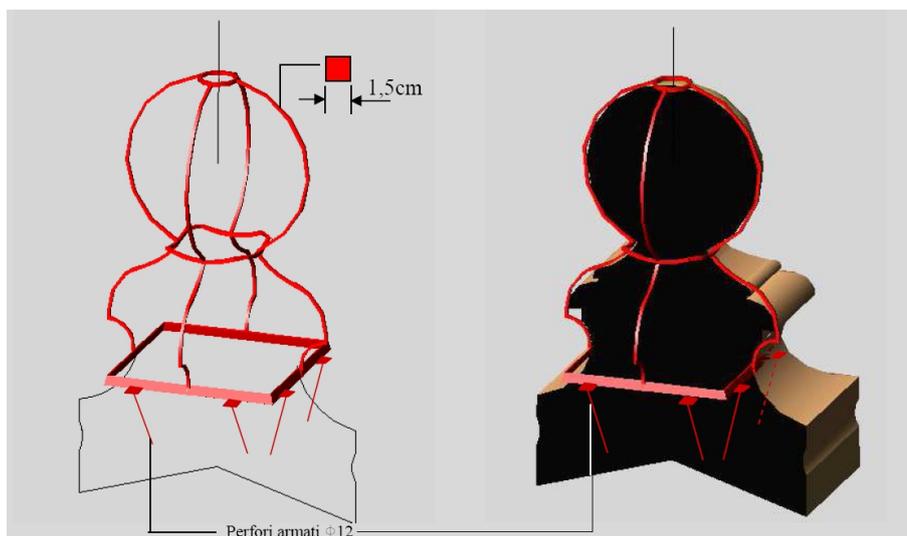
sono servite anche per questo scopo, non secondario.

Il problema pertanto non era dovuto all'appoggio in falso, quanto al fuoripiombo di facciata che trascina il pinnacolo. Semmai un fattore di rischio era costituito dal fatto che il baricentro del pinnacolo si colloca in posizione eccentrica, esattamente a filo della facciata (fig. 01), dove induce un momento statico ribaltante in testa alla parete. L'assetto strutturale del timpano permette comunque di smorzare l'effetto del momento applicato in testa.

L'elemento debole è stato individuato nel punto

di connessione del basamento con il globo di pietra, esposto a rischi di svettamento sotto l'effetto del sisma.

Il pericolo era che l'elemento si poteva distaccare a causa del "colpo di frusta" trasmesso dalla facciata, pertanto il criterio seguito per il miglioramento delle condizioni di vincolo dell'elemento sommitale si è basato sul potenziamento del sistema di



*Sistema di fissaggio del globo lapideo mediante fasciature metalliche fissate al basamento mediante perfori armati*

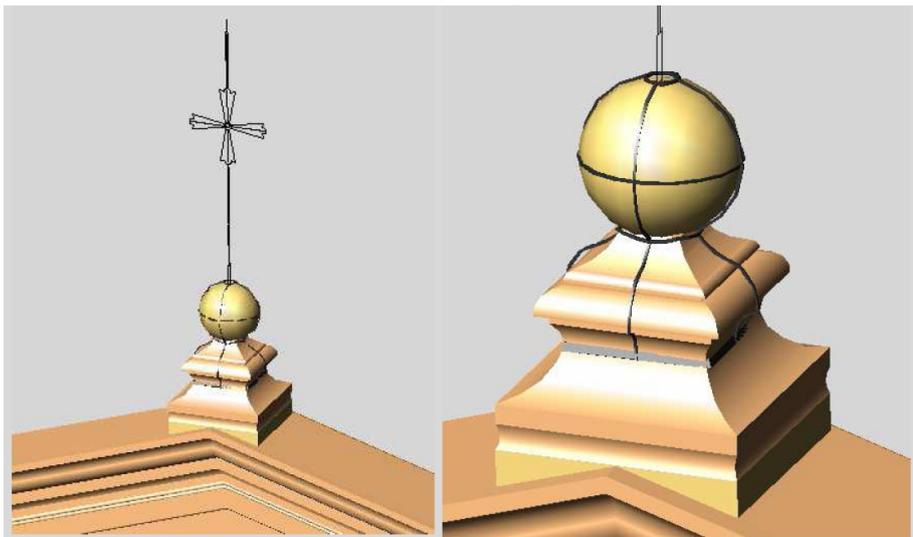
La percezione del pericolo è accentuata a causa di questa particolarità costruttiva, sebbene non vi siano reali motivi di preoccupazione per questo aspetto, se il cornicione viene mantenuto in condizioni ottimali. Le opere di restauro in atto

connessione a livello dell'attacco fra la sfera e il basamento.

#### **Intervento**

In base alle analisi effettuate sullo stato di dissesto della struttura sommitale e dalla parete

*Vista assonometria del sistema di collegamento fra il basamento e il globo di travertino ottenuto mediante la creazione di una gabbia metallica costituita da telai uniti trasversalmente a più livelli*



*intervento di consolidamento completato*  
di facciata su cui si imposta si è effettuato un intervento minimale, che prevedeva il potenziamento del vincolo di trattenuta del globo realizzato attraverso la disposizione di una gabbia metallica aderente alla struttura lapidea, costituita da due telai mediani in ferro battuto con elementi di sezione quadrata, sagomati secondo le modanature della base e del globo stesso. In questo modo si intendeva solidarizzare il globo alla base, senza impedire quei piccoli movimenti che la struttura potrà subire in condizioni di sicurezza anche nella configurazione attuale, creando tuttavia le condizioni per trattenere il pesante elemento sferico in caso di distacco.

La protesi metallica così concepita costituisce pertanto un'armatura di protezione che ha il pregio di non alterare il funzionamento meccanico della struttura esistente e senza conseguenze per la facciata, che potrebbe risentire negativamente di un eccessivo irrigidimento della struttura sommitale.

### **bonifica delle coperture del timpano**

Il timpano della facciata è costituito da lastre massello lavorate superiormente a scalpello sormontate da massetto debolmente armato con manto di copertura in tegole e coppi, il degrado del laterizio non garantiva più la tenuta e favoriva l'ingresso delle acque meteoriche.

L'intervento si è articolato nelle seguenti fasi:

- rimozione completa del manto con cernita ed accatastamento degli elementi in laterizio riutilizzabili
- rimozione del massetto degradato sino al raggiungimento del vivo della superficie lapidea estradossale
- posa della rete in FRP ancorata agli elementi



*'estradosso del timpano sono rileggibili le pietre costituenti il cornicione sommitale*



*laterizio e piombo nella zona del timpano in pietra*

- rasatura con malta fibrorinforzata in modo da contenere gli spessori
- posa della guaina ardesiata
- montaggio dei coppi

### **Protezione delle parti aggettanti**

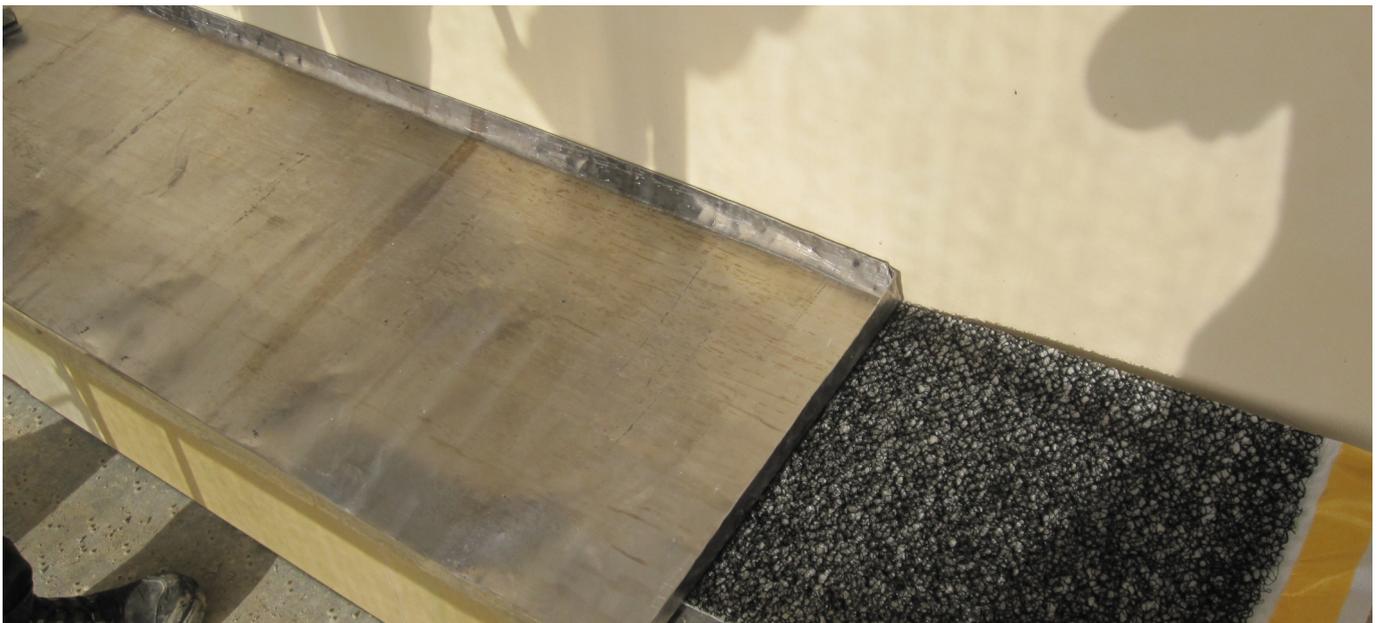
Il cornicione e le emergenze architettoniche sono

della giunzione è di 25 mm, questa tecnica è conosciuta e riportata nelle letterature specifiche già dal 1899.

La doppia aggraffatura consente una perfetta tenuta all'acqua anche in presenza di pendenze minime del 5%, la chiusura delle giunzioni nel caso della Chiesa è stata fatta tutta manualmente, per specifica scelta progettuale, per garantire la tolleranza "artigianale" che meglio si adegua all'ornato della facciata.

Le operazioni per la posa sono:

- montaggio del materassino antirumore con la duplice funzione di tensionamento della lastra e garanzia di micro ventilazione per ridurre fenomeni di condensa
  - montaggio delle linguette in inox fissate al supporto lapideo, per i cornicioni marcapiano è stato montato anche un profilo di aggancio opportunamente sagomato



*fasi di montaggio del piombo*

*1) tappetino traspirante tendilamiera 2) lastra di piombio prima della aggraffatura*

state protette con lastre in piombo sagomate in opera.

L'uso del piombo ha permesso di adeguarsi alle forme plastiche dell'architettura senza invasività ottico/visiva, garantendo allo stesso tempo protezione e corretto ruscellamento delle acque meteoriche.

La tecnica utilizzata è quella dell'aggraffatura doppia, il sistema prende la sua denominazione dal tipo di giunzione longitudinale della lastre affiancate, l'altezza

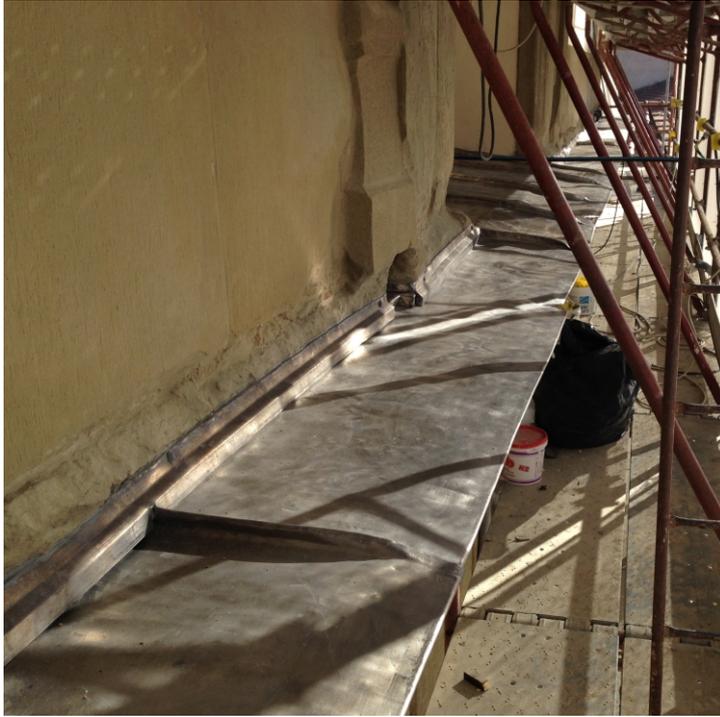
- posa delle lastre in piombo e aggraffatura in corrispondenza delle lamelle

Il fissaggio delle lastre mediante le linguette avviene in modo indiretto, le quantità di linguette è stabilito dalla norma DIN 1055 parte 4, e garantisce la tenuta al vento ed ai fenomeni di slittamento.

Le lastre sono state tutte preventivamente preparate in officina, i bordi delle lastre hanno altezze differenti



*dopo il restaruo*



*il cornicione marcapiano del primo livello completato*  
35 mm a sinistra e 45 mm a destra, si posiziona la

lastra in corrispondenza della linguetta e si è proceduto al ripiegamento del bordo più alto su quello più basso e quindi si è effettuato il secondo ripiegamento (da qui doppia aggraffatura).

Questo garantisce la perfetta tenuta all'acqua, la lavorazione è stata conclusa con la battitura manuale per il perfetto adattamento della lastra all'oggetto, in questa fase si è potuto apprezzare tutta la manualità e bravura degli operatori.

Visto che l'oggetto non superava i 60 70 cm la



*sopralluogo in cantiere*  
BURECA arch. Agostino (soprintendente) GRIFO arch Donatella (D.L.)  
PATANIA geom. Alberto - FILIPPI geom. Massimo (Assistenti alla D.L.)

lunghezza delle lastre è stata adattata alle emergenze della facciata, cercando di garantire la simmetria che è la componente essenziale del palinsesto architettonico.

Il materiale utilizzato è piombo ecologico di prima fusione dello spessore di 20 mm.

a cura di  
**NICOLA FALCINI**  
direttore tecnico CESA

**IRENE URBANI**  
restauratrice CESA

[info@cesabeniculturali.it](mailto:info@cesabeniculturali.it)

CHIESA DI SANTA MARIA IN GRADI -Lavori di  
restauro della facciata principale  
**MINISTERO PER I BENI E LE ATTIVITA'  
CULTURALI E DEL TURISMO**  
**Segretariato Regionale per i Beni Culturali e  
Paesaggistici dell'Umbria**  
SEGRETARIO arch. Paola GRIFONI  
**Soprintendenza Belle arti e paesaggio delle  
province di Siena Grosseto e Arezzo**  
SOPRINTENDENTE arch. Anna DI BENE  
R.U.P. arch. Mauro ABATUCCI  
PROGETTO : arch. Mauro ABATUCCI  
DIREZIONE DEI LAVORI : arch. Donatella GRIFO  
COLLABORATORI: geom. Massimo FILIPPI  
geom. Alberto PATANIA  
COORDINATORE IN FASE DI PROG/ESEC.: arch. Lorenza CARLINI  
CONSULENTE STRUTTURE: ing. Giovanni CANGI  
IMPRESA: **C.E.S.A. di Falcini Enzo** - Città di Castello (PG)  
DIRETTORE DI CANTIERE: arch. Nicola FALCINI  
CAPO CANTIERE: dott.ssa Irene URBANI

**SCHEDA CANTIERE**