



La presente copia, composta di n. 20 fogli,
è conforme all'originale emesso da questo Ufficio.
IL SEGRETARIO

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
PROVVEDITORATO INTERREGIONALE PER LE OPERE PUBBLICHE
per il Lazio, l'Abruzzo e la Sardegna

COMITATO TECNICO AMMINISTRATIVO
Sede coordinata dell'Aquila

Adunanza del 05/04/ 2013

Voto n. 123

Argomento:

**Lavori di consolidamento e restauro della
chiesa di S.Domenico.**

Progetto definitivo del consolidamento.

Importo complessivo €. 11.370.000,00.

Importo lavori di consolidamento

€. 4.929.331,45.

Importo oneri di progettazione esecutiva

€. 50.000,00

Importo a base di gara €. 4.979.331,45

IL COMITATO

VISTA la nota con la quale il Provveditore
chiede il parere del Comitato Tecnico
Amministrativo, ai sensi dell'art. 10 del D.P.R.
3.12.2008, n. 211;

VISTI gli atti stessi;

CONSIDERATO che ricorrono le condizioni
previste per quanto riguarda la presenza dei
componenti del Comitato;

UDITA la Commissione relatrice:
Clementi, Basso, Kirova, Galeota

Premesse

L'edificio oggetto del presente studio è sito all'Aquila in Piazza Angioina, su cui prospetta il fronte principale, orientato a sud est. Il fronte opposto, a nord ovest, affaccia



invece su via Barete. Il terreno su cui è fondata la città dell'Aquila si presenta semi-compatto in superficie e sufficientemente compatto in profondità (presenza di brecce e rocce di calcare). Questa tipologia di sottosuolo contribuisce ad una maggiore amplificazione delle onde sismiche. Nella zona in cui si trova la chiesa di San Domenico il terreno superficiale è costituito da brecce; immediatamente sotto si hanno depositi lacustri compatti, complessi ghiaiosi, ed al di sotto un grande strato di roccia calcarea. La compattezza del terreno in profondità contribuisce ad una maggiore amplificazione delle onde sismiche, tanto che proprio questa zona viene inserita nella *Carta della Microzonazione sismica di livello 3* come "Zona suscettibile di amplificazioni locali".

La chiesa di San Domenico è un edificio a tre navate, presenta un ampio transetto e termina in cinque absidi di cui tre poligonali e due a pianta rettangolare. L'edificio ha dimensioni piuttosto grandi, ha un fronte di 29,5 metri una lunghezza di 73,5 metri ed un'altezza, dallo zero di rilievo, pari a 22 metri. La chiesa è costituita da una struttura prevalentemente longitudinale a croce latina e presenta due ingressi: quello principale, con grande portale romanico e due rosoni circolari, quello secondario, posto sul braccio destro del transetto, con portale ogivale in pietra decorata e finestra sovrastante. L'edificio presenta un'architettura appartenente al periodo gotico angioino Duecentesco per quanto riguarda il corpo absidale ed il transetto ed appartenente al Trecento-Quattrocento per quanto riguarda il pediccroce ed il fronte principale. Il sisma del 1703 colpì anche San Domenico provocando molti danni. La soluzione scelta per la ricostruzione, fu quella di un ampio spazio basilicale ritmato da due serie parallele di arcate arricchite da paraste corinzie e da un'alta trabeazione superiore.

Lo spazio superiore della navata centrale è molto slanciato ed è coperto da volte a botte lunettata in incannucciata, alternate ad archi in muratura. Le navate che corrono lateralmente, sono coperte, invece, da volte a vela in mattoni. La facciata principale della chiesa è rimasta incompiuta e la parte superiore, ancora allo stato grezzo, è opera di un rifacimento settecentesco. Il corpo trasversale sporge rispetto al corpo longitudinale della chiesa e le sue testate presentano un portale di ispirazione gotico - francese. Il prospetto posteriore è articolato in cinque parti e la zona absidale è di forma semi-ottagonale ornata da bifore.

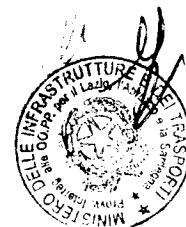
Tecniche murarie ed analisi dei prospetti della chiesa

L'apparato murario del convento fu eseguito interamente in *opus aquilano*, l'edificio chiesastico, invece, fu realizzato in pietra conca sui lati esterni rivolti alla città, ossia le absidi, il lato orientale del transetto del pediccroce e la facciata principale. L'intero impianto chiesastico insiste su un basamento costituito da blocchi di riuso, con funzione di regolarizzazione della superficie di appoggio, di altezza variabile: quasi nulla verso il convento e massima verso est dove si pone il pediccroce ed a nord dove si trovano le absidi.

La chiesa di San Domenico costituisce un caso particolare nel panorama dell'architettura religiosa aquilana medioevale sia per la tipologia dei materiali sia per la loro accurata lavorazione. Le architetture aquilane in genere, infatti, anche per quanto riguarda le chiese più importanti come Collemaggio, furono realizzate non in pietra conca ma utilizzando quella particolare tecnica costruttiva di tessitura a filari più o meno regolari di selci o blocchetti lapidei, battezzata dal Gavini *apparecchio aquilano*.

Il prospetto principale

PROVVEDITORATO INTERREGIONALE PER LE OO.PP.
PER IL LAZIO, L'ABRUZZO E LA SARDEGNA
SEDE COORDINATA DI L'AQUILA
COMITATO TECNICO AMMINISTRATIVO
Per copia conforme



La facciata che contiene l'ingresso principale, ampia circa trenta metri, presenta nella parte inferiore una cortina in pietra da taglio molto levigata; nella parte superiore presenta invece una parete in muratura grezza in pietra appena sbazzata, al centro della quale si inserisce un'apertura rettangolare. La realizzazione della facciata venne interrotta probabilmente per mancanza di finanziamenti da parte di re Carlo II.

Il Prospetto est

La fiancata orientale presenta una parete in pietra da taglio in continuità con quella della facciata principale e risulta ritmata da monofore ogivali di origine medievale. Nella porzione superiore del fianco corre una ricca cornice di gronda ad arcatelle ogivali eseguite anche in pietra rosa con peducci a svariati motivi decorativi. Percorrendo la facciata laterale, in corrispondenza dell'angolo formato dalla sporgenza del transetto la cortina in pietra cede il posto ad una muratura incerta; in questo punto probabilmente aggettava un corpo quadrato o poligonale, riconoscibile sulla pianta del 1622 dell'Antonelli. Di seguito si pone il transetto il cui ordine superiore di facciata presenta al centro un grande finestrone a sesto acuto dalla centina a listature alternate di bianco e di rosa. L'ordine inferiore, invece, si tripartisce mediante due colonnine intermedie a sezione poligonale, che dalla zoccolatura arrivano alla cornice divisoria. Nel centro si pone un ampio portale elevato su una scalinata che rimanda chiaramente all'architettura gotica-agiolina.

In questo ingresso, infatti, si possono riconoscere un misto di caratteri locali fedelmente osservati misti a caratteri e forme più libere provenienti quasi certamente dalla Francia angioina. Le arcate sono a sesto acuto, prediletto nella Provenza, da dove Carlo II aveva portato i disegni. Nella Chiesa di San Domenico vediamo, quindi, coordinati insieme elementi provenienti dalle due scuole, quella aquilana e quella francese, dando vita ad un complesso molto vivace all'interno dello schema usuale.

Il Prospetto Ovest

La testata occidentale del transetto ha l'ordine inferiore costituito da un semplice rivestimento parietale a filari di selci; l'ordine superiore è oggi ricoperto da intonaco, ma vi si riconoscono ancora i conci in pietra rosa posti nell'area sinistra di uno dei due finestroni che, come detto, si individuano sulla pianta dell'Antonelli. Al centro della testata si apre un altro ricco portale d'ingresso, dal pronunciato sesto acuto e di un disegno architettonico chiaramente proto-gotico.

Questo transetto era originariamente rivestito in tradizionale paramento ad apparecchio aquilano di filari di selci contrariamente al resto della costruzione realizzata tutta in pietra conca. Lo si può dedurre dalla presenza di porzioni murarie a ricorsi di selci che si notano ancora sul secondo ordine della testata occidentale in questione e sulle fiancate rifatte.

Prospetto Posteriore

Il corpo absidale si articola in un movimentato congegno di volumi ottagonali con volumi cubici. I primi sono sottolineati da contrafforti agli spigoli, a differenza dei secondi, e montati in aggetti progressivi. L'abside si eleva al di sopra dell'intero corpo ed è caratterizzata da tre acute bifore di cui soltanto quella di mezzo è intatta. Le bifore presentano nel loro apparato decorativo delle striature cromatiche bianche e rosa.

PROVVEDITORATO INTERREGIONALE PER LE OO.PP.
PER IL LAZIO, L'ABRUZZO E LA SARDEGNA
SEDE COORDINATA DI L'AQUILA
COMITATO TECNICO AMMINISTRATIVO
Papocchia conforme



PROGETTO DI MESSA IN SICUREZZA DELLA CHIESA DOPO IL TERREMOTO DEL 6/04/2009

Le strutture della chiesa di San Domenico dopo il terremoto del 6 aprile 2009 versavano in uno stato di gravità tale da richiedere un immediato intervento di provvisoria messa in sicurezza che è stato prontamente attuato al fine di scongiurare la progressione del danno.

Le aree esterne alla chiesa

Immediatamente dopo l'avvento del terremoto c'era massima urgenza di interventi veloci e che consentissero successivamente interventi più mirati e ragionati, ma che soprattutto garantissero la sicurezza della struttura ed impedissero ulteriori rotazioni e scorrimenti dovuti alle lesioni già presenti sulle murature. L'intervento che maggiormente avrebbe potuto rispondere a tali esigenze era l'inserimento di puntelli lignei alla base degli speroni e dei contrafforti, con azione di "confinamento" delle parti basse al fine di evitare il progredire della sconnessione o l'espulsione dei conci lapidei, sia della testata del transetto Sud, che della zona retrostante l'abside. Accanto a questo intervento di urgenza, sono state immediatamente pulite tutte le lesioni e schiumate con poliuretano espanso.

Opere provvisionali: ponteggi e passerelle di ispezione

Le opere provvisionali utilizzate nel progetto di messa in sicurezza sono state pensate e progettate non come dei semplici ponteggi interni e/o esterni alla Chiesa atti ad agevolare la visitabilità in sicurezza di un edificio altrimenti non agibile, ma anche con funzione di sostegno e soprattutto in modo tale da renderle funzionali all'ispezione ed al futuro svolgimento delle opere di consolidamento strutturale.

E' stato inizialmente realizzato un alto ponteggio sul fronte principale che rendesse sicuro l'accesso dal portale principale e che desse accesso al contempo al sottotetto dal vano creatosi con il crollo della tamponatura del timpano. Proprio in questo spazio è stata posta una passerella in tavole di legno, ancorata agli arconi interessati, alle volte in camera a canne ed al cordolo che corre sotto la copertura lungo il perimetro dell'intero edificio, mediante cavi di acciaio. Questa passerella ha consentito di ispezionare l'estradosso delle volte percorrendole al di sopra ed arrivando sino all'incrocio con le strutture voltate in muratura del transetto.

All'interno della chiesa è stato allestito un ponteggio, che dalla quota di calpestio arrivava fino all'intradosso delle volte della navata centrale, permettendo la percorribilità in sicurezza dell'intera chiesa a più livelli; nelle navate laterali, invece, non è stato realizzato un ponteggio a tutta altezza ma singole centine in profilati tubolari di metallo a sostegno degli archi che si alternano alle volte a vela presenti. Nell'area del transetto e dell'abside sono state realizzate due tipologie diverse di ponteggio: nell'ala destra del transetto, il ponteggio realizzato consente, non solo l'ispezione delle volte in muratura dall'estradosso ed apre le porte ad eventuali interventi di consolidamento, ma anche determina un ottimo sostegno per la volta in muratura in pericolo di crollo; il ponteggio nell'abside ha funzione di sostegno delle strutture e lascia spazio al suo utilizzo anche per l'esecuzione delle opere di consolidamento.

Le navate della chiesa

In corrispondenza della navata centrale gli interventi di messa in sicurezza si sono tradotti principalmente nel trattamento delle lesioni profonde mediante l'inserimento al



loro interno di schiuma di poliuretano espanso e nell'inserimento di tirantature di sicurezza ancorate ai pilastri di sostegno degli archi mediante collarini in acciaio.

Il sistema di ancoraggio adottato per il tirante di acciaio permette un sicuro funzionamento e nello stesso tempo non compromette con perforazioni la struttura sulla quale si innesta, garantendo inoltre la completa reversibilità dell'intervento.

Un altro intervento qui effettuato è la centinatura in profilati tubolari in acciaio posti a sostegno degli archi delle navate laterali lesionati in chiave. La centinatura è un intervento anch'esso reversibile e provvisorio, in attesa di un vero e proprio intervento di consolidamento della struttura dell'arco.

La posa del ponteggio nella navata principale a tutta altezza è servito non solo alla percorrenza degli operai in sicurezza, ma anche per intervenire sugli archi in muratura che sorreggono le volte in camera canna, consolidandoli mediante l'inserimento all'intradosso di fasce in fibra di carbonio.

La facciata principale

Nella parte superiore della navata centrale della chiesa gli interventi si sono tradotti nell'urgente fasciatura della porzione superiore della facciata mediante fasce in poliesteri per bloccare il meccanismo di ribaltamento del timpano. Esse sono state poste al di sopra di una struttura metallica in tubo/giunto realizzata in facciata su opportuni distanziatori che tendono le fasce perimetrali di cerchiatura. In seguito sono stati inseriti nuovi tiranti al di sotto delle volte in camera canna. La tipologia di tirante scelta per la messa in sicurezza è molto particolare perché costituita da un capochiave a barra in acciaio 30x15 mm. L=300 mm, basculante a gravità.

Questo sistema di capochiave consente di inserire direttamente dall'interno - senza necessità di ponteggi esterni - il tirante con il capo chiave orizzontale e di bloccarlo, tirando nel verso opposto, una volta che il capo chiave è tornato verticale.

Il transetto e l'abside della chiesa

Gli interventi nell'area del transetto e nell'abside riguardano soprattutto interventi di cerchiatura della parte inferiore e superiore dell'abside ed anche di quella inferiore e superiore della facciata destra del transetto. La parte inferiore dell'abside è stata cerchiata mediante doppia fasciatura in poliesteri che corre intorno anche al perimetro esterno senza soluzione di continuità, grazie ad appositi distanziatori metallici posti tra i contrafforti. La parte superiore dell'abside è, invece, cerchiata con cavi in acciaio ancorati alla muratura e mediante barrotti filettati di bloccaggio inseriti all'interno della struttura muraria stessa. La parte superiore del transetto è, infine, cerchiata mediante fasce di poliesteri tenute in tensione mediante distanziatori in legno.

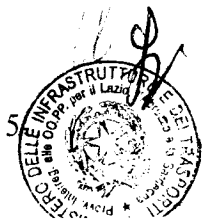
Il coro

La porzione summitale del coro è stata cerchiata mediante fascia in poliesteri, ancorata alla muratura alle estremità, sfruttando la presenza di buche puntaie.

Anche la parte inferiore del coro è stata oggetto di fasciatura mediante inserimento, tra i contrafforti, di uno strato costituito da tavolato sovrapposto ed inchiodato; in corrispondenza di ogni strato di tavolato è stato applicato un doppio strato di fasce di poliesteri, ancorate ai due contrafforti laterali.

CAMPAGNA DIAGNOSTICA

PROVVEDITORATO INTERREGIONALE PER LE OO.PP.
PER IL LAZIO, L'ABRUZZO E LA SARDEGNA
SEDE COORDINATA DI L'AQUILA
COMITATO TECNICO AMMINISTRATIVO
Per copia conforme



Il progetto definitivo in argomento si pone in diretta continuità con quanto presentato nell'ambito del progetto preliminare generale, con l'obiettivo di approfondire ed ampliare le proposte progettuali avanzate in precedenza e pertanto si avvale dei risultati della campagna diagnostica, individuata durante le prime operazioni di messa in sicurezza, ed attualmente portata a termine per la gran parte delle prove previste.

Nei casi in cui non sia stato possibile eseguire le indagini, gli interventi di consolidamento proposti sono basati sulla tipologia costruttiva ipotizzata; di conseguenza questi andranno confermati nella successiva fase di progettazione esecutiva, od in corso d'opera.

Contestualmente alla definizione degli interventi di messa in sicurezza, sopra descritti in maniera sintetica ed alla redazione del richiamato progetto preliminare generale, è stata delineata ed eseguita una campagna diagnostica finalizzata alla definizione delle successive fasi di progettazione ed alla conferma ed approfondimento delle informazioni strutturali desunte sulla base dei rilievi effettuati.

Per quanto attiene le metodologie di indagini da eseguire sull'edificio sono state selezionate prove volte a caratterizzare le tipologie degli elementi strutturali principali, le loro caratteristiche meccaniche e chimico fisiche, la presenza di discontinuità strutturali e/o di vuoti.

Inoltre i risultati emersi da tali prove, oltre a consentire un affinamento del livello di progettazione nella attuale fase progettuale, hanno permesso la determinazione dei parametri fondamentali per una buona schematizzazione della struttura tramite modellazione numerica agli elementi finiti.

Prove con martinetti piatti, singoli e doppi

Al fine di individuare la tensione locale di compressione e le caratteristiche di resistenza a rottura e deformabilità della muratura (modulo elastico), nelle zone ritenute più significative, sono state effettuate 2 prove con martinetto piatto singolo e 6 prove con martinetto piatto singolo e doppio, i cui risultati dimostrano uno stato delle murature generalmente soddisfacente in relazione alla tipologia muraria di riferimento. Le prove, localizzate in maniera distribuita tra i differenti elementi strutturali ed aree della Chiesa, pilastri e setti perimetrali, hanno rilevato un buon comportamento delle murature indagate.

Indagini endoscopiche

Con lo scopo di definire la tipologia della sezione muraria, evidenziando l'eventuale presenza di cavità o lesioni interne, sono state effettuate n° 10 indagini endoscopiche ubicate nei seguenti punti:

- n° 1 sulla parete esterna della navata laterale destra;
- n° 1 nella muratura di facciata del transetto sinistro;
- n° 1 nel pilone destro della zona absidale;
- n° 1 nel pilone sinistro di della zona centrale del transetto;
- n° 2 in corrispondenza della muratura di facciata;
- n° 4 in 2 piloni della navata nelle due direzioni ortogonali.

Prove soniche

Sono state effettuate n° 16 prove soniche dirette e 2 tomografie soniche, per indagare puntualmente le caratteristiche delle murature mediante la misura delle velocità di propagazione delle onde meccaniche (effettuate in corrispondenza delle indagini

endoscopiche). Le prove soniche hanno anche loro indicato dati di velocità generalmente "accettabili" e comunque in linea con i parametri emergenti dall'analisi delle murature in pietra tipiche del territorio aquilano. Alcune eccezioni riscontratesi su alcune prove in facciata o su alcuni pilastri, possono attribuirsi alla presenza di discontinuità locali, od a cattiva fattura muraria.

Indagini sui calcestruzzi

In aggiunta alle prove sopra esposte, sono previste ulteriori indagini sulle strutture in calcestruzzo, in particolare sulle capriate poste a copertura del transetto e della navata centrale:

- indagini pachometriche a mezzo pachometro transistorizzato a riluttanza magnetica per la rilevazione, dei ferri d'armatura, del loro diametro e dello spessore del copriferro;
- n. 30 indagini ultrasoniche dirette, finalizzate alla determinazione dei seguenti fattori: presenza di difetti (microfessure, bolle d'aria, discontinuità, etc.), danni provocati dal gelo o incendio, inclusione di corpi estranei, resistenza a compressione del cls, modulo elastico statico e dinamico, omogeneità del materiale;
- n. 120 indagini sclerometriche volte alla valutazione della resistenza caratteristica a compressione Rck del calcestruzzo a mezzo di prove di misura della durezza superficiale del getto mediante sclerometro manuale o elettronico.

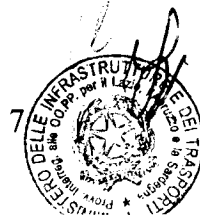
Monitoraggio

Parallelamente alla campagna di indagini è stato installato un sistema di monitoraggio consistente nel posizionamento di sensori atti a rilevare la progressione del quadro fessurativo in atto: sono stati infatti applicati n° 12 fessurimetri, in corrispondenza delle lesioni più significative e n° 4 inclinometri in corrispondenza degli elementi strutturali verticali che hanno subito fenomeni di rotazione. È stato inoltre previsto il controllo dinamico del manufatto tramite l'apposizione di 3 sensori di tipo accelerometrico. Il monitoraggio in questione è ancora in corso.

Il quadro economico relativo all'intervento di messa in sicurezza, approvato con D.P. 2808 del 21/04/2011 è il seguente:

A	LAVORI al netto del ribasso del 13%		654.952,78
	di cui per oneri di sicurezza	35.595,26	
B	SOMME A DISPOSIZIONE		
1	Spese tecniche	192.652,25	
2	rilievi	42.840,00	
3	Modellazione matematica	108.456,19	
4	Campagna diagnostica	91.152,48	
5	monitoraggio	123.771,00	
6	Ex art.92	14.950,00	
7	imprevisti	75.354,65	
8	Ex art.17 dpr 554/99	78.572,00	
9	Opere in economia	50.000,00	

PROVVEDITORATO INTERREGIONALE PER LE OO.PP.
PER IL LAZIO, L'ABRUZZO E LA SARDEGNA
SEDE COORDINATA DI L'AQUILA
COMITATO TECNICO AMMINISTRATIVO
Per copia conforme



10	Iva 10% sui lavori	65.495,28	
11	Economia da ribasso	101.803,37	
	In uno		945.047,22
	TOTALE		1.600.000,00

Sul presente impegno di spesa sono in corso di accertamento le relative economie.

PROGETTO DI CONSOLIDAMENTO STRUTTURALE

- Premessa

Di seguito si riepilogano brevemente i principali danni subiti dalla Chiesa a seguito dell'evento tellurico al fine di porli in relazione con gli interventi proposti.

RIBALTAMENTO DELLA FACCIATA PRINCIPALE

La facciata principale è stata interessata da un fenomeno di ribaltamento con formazione di lesioni diagonali in adiacenza alle aperture ed collasso della porzione summitale del timpano, conclusosi con il crollo locale dello stesso e la perdita di materiale.

NAVATE CENTRALE E LATERALI

Le strutture murarie relative alle navate non presentavano danni sostanziali, a differenza delle strutture voltate a loro copertura. La volta in incannucciata in prossimità della facciata è crollata a causa dell'implosione di alcune porzioni lapidee del timpano. Particolarmente gravi risultavano i danni presenti sulle volte e sugli arconi delle navate laterali, segnati da profonde lesioni in chiave.

TRANSETTO

I danni maggiormente significativi hanno interessato i due bracci del transetto ed in particolare la facciata di quello destro. Su questo ultimo si è innescato un meccanismo di ribaltamento, che ha generato l'insorgenza di profonde lesioni inclinate, con sconnesione dei conci del paramento esterno. Il terremoto ha provocato il crollo quasi completo delle volte a botte di copertura dei citati bracci e nella porzione residua si manifesta il meccanismo tipico di collasso delle strutture ad arco.

ABSIDE

Anche in corrispondenza dell'abside rileviamo la presenza di un meccanismo di ribaltamento, riscontrabile tanto a livello delle pareti che presentano lesioni ad andamento verticale in prossimità degli spigoli, quanto sulla volta di copertura. Sono visibili anche fenomeni di schiacciamento sui contrafforti esterni, sull'abside vera e propria e sulle cappelle laterali, con sconnesione del paramento esterno lapideo.

In generale, le ipotesi di progetto si sono basate sulla volontà di aumentare la resistenza dei vari elementi strutturali costituenti il complesso, proponendo, allo stesso tempo, un migliore collegamento tra di essi al fine di sanare i dissesti attuali (in particolare i fenomeni di distacco) e garantire – in futuro - un miglior comportamento globale della struttura.

Di seguito si descrivono gli interventi previsti suddivisi per categorie, iniziando da quelli di carattere generale, da effettuarsi in maniera diffusa sulla gran parte degli elementi strutturali della Chiesa.

Interventi di consolidamento generali

In relazione a quanto realizzato fino ad oggi con gli interventi di provvisoria messa in sicurezza, il progettista propone un progetto di consolidamento generale con la finalità

PROVVEDITORATO INTERREGIONALE PER LE OO.PP.
PER IL LAZIO, L'ABRUZZO E LA SARDEGNA
SEDE COORDINATA DI L'AQUILA
COMITATO TECNICO AMMINISTRATIVO

Per copia conforme



di sanare i dissesti riscontrati e garantire un miglior comportamento strutturale d'insieme del manufatto.

In generale, si prevedono alcuni interventi di consolidamento diffusi sulle murature finalizzati al miglioramento delle caratteristiche meccaniche ed alla risarcitura delle lesioni che si sono manifestate, estesi in tutte le aree del manufatto; si riportano di seguito le descrizioni delle fasi operative sintetiche.

- Rigenerazione mediante iniezioni di miscele consolidanti

La rigenerazione delle murature verrà effettuata in maniera differente in base alla porzione muraria interessata dall'intervento: nella zona absidale e nell'ala destra del transetto verrà realizzata mediante percolazione di miscele leganti tipo Limepor IZ8, a base di calce idraulica naturale NHL a stabilità volumetrica e priva di alcali e sali, compatibile con il supporto, da eseguirsi dall'alto in fori verticali con maglia da definirsi a seguito di apposito campo prova. La scelta di tale metodologia di intervento deriva dalla possibile presenza di decorazioni poste sotto l'intonaco, nella porzione muraria interna.

Nelle rimanenti strutture murarie della chiesa si effettuerà una rigenerazione di tipo tradizionale, mediante iniezioni di miscela a base calce a stabilità volumetrica, tipo Mape-Antique I, mediante 4 fori ϕ 25mm al m² da eseguirsi dall'esterno, o dall'interno, a seconda dei casi e del tipo di muratura presente, secondo quanto indicato negli elaborati grafici, cui si rimanda. Il criterio conduttore è rappresentato dalla presenza, o meno, di un paramento esterno di pregio, dalla eventuale presenza di superfici affrescate o di apparati decorativi interni, quali altari decorati od altro.

FASI ESECUTIVE

1. Rimozione dell'intonaco ove ancora presente;
2. esecuzione dei fori (ϕ 25mm) in corrispondenza dei giunti con interasse circa 70cm, sfruttando cavità naturali del materiale, lesioni o lacune già esistenti;
3. posizionamento e sigillatura degli ugelli, dei giunti aperti e delle possibili altre vie d'uscita della miscela mediante stuccatura con malta reversibile;
4. lavaggio dei fori con acqua a bassa pressione, fino a rifiuto;
5. filtraggio della boiaccia per eliminazione di eventuali grumi;
6. iniezioni continue della miscela (individuata attraverso opportune prove di immissione su aree campione);
7. controlli da effettuarsi dopo le 24 e 48 ore successive.

La profondità e lo schema di immissione varia in funzione dello spessore delle murature: nel caso di $s < 90$ cm si propone uno schema semplice (2 fori al mq) con profondità pari a circa 2/3 dello spessore murario, nei casi di $s > 90$ cm l'intervento andrà invece effettuato o da entrambe le facce della parete o mediante uno schema "doppio" (4 fori al mq) con profondità alternate di 2/3 ed 1/3 dello spessore murario (cfr. part. 1, Tav. 4C).

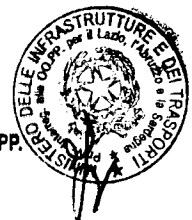
- Risarcitura delle lesioni

In funzione dell'entità delle lesioni rilevate, si procederà mediante un semplice intervento di risarcitura tramite iniezioni di miscele consolidanti, oppure, laddove la frattura fosse di maggiore consistenza e vada ad interessare l'intera sezione muraria, si provvederà ad intervenire mediante tecnica del cuci-scuci secondo le modalità di seguito descritte per entrambe le metodologie.

Risarcitura

FASI ESECUTIVE

PROVVEDITORATO INTERREGIONALE PER LE OO.PP.
PER IL LAZIO, L'ABRUZZO E LA SARDEGNA
SEDE COORDINATA DI L'AQUILA
COMITATO TECNICO AMMINISTRATIVO
Per copia conforme



1. Pulitura meccanica eseguita manualmente al fine di eliminare dalle fessure le parti degradate, deboli e distaccate, fino ad incontrare la superficie sana;
2. lavaggio della fessura con aria compressa e bagnatura con acqua di lavaggio fino a saturazione;
3. stuccatura con malta idraulica a stabilità volumetrica; per le lesioni più profonde è prevista la rinzeppatura con frammenti di inerte e successivo intasamento con malta strutturale;
4. eventuale inserimento di tubetti ed iniezione di miscela a bassa pressione di malta idraulica a base di calce a stabilità volumetrica addizionata con fluidificante di tipo reoplastico.

Cuci-scuci

FASI ESECUTIVE

1. Rimozione della porzione muraria adiacente alla lesione fino a giungere alla porzione sana;
2. realizzazione della congiunzione dei lembi della lesione con ammorsature d'attesa;
3. ricostruzione della muratura opportunamente ammorsata a quella esistente con materiale di recupero, integrato con nuovi elementi aventi caratteristiche analoghe a quelli esistenti ed utilizzo di malta idraulica a stabilità volumetrica compatibile con il supporto;
4. forzata della nuova muratura con la vecchia mediante l'inserimento di cunei di legno da sostituire nei bordi superiori e limitrofi a ritiro avvenuto, con malta compatibile con il supporto a stabilità volumetrica;
6. le riprese verranno stuccate esternamente con miscela compatibile con il supporto, previa scarnitura e pulitura dei giunti. Seguirà la pulitura con acqua nebulizzata. (cfr. part. 2, Tav. 4C).

- Miglioramento della connessione tra i paramenti murari

L'intervento ha lo scopo di garantire una migliore connessione tra i paramenti esterni e la struttura muraria interna, lungo il perimetro della chiesa. La metodologia dell'intervento e la tipologia di barre da inserire varia a seconda dell'area in oggetto. In corrispondenza della zona absidale verranno usate barre in fibra di vetro tipo Kimitech TONDO V, di ridotto diametro, pari a 6mm, in fori altrettanto contenuti, ϕ 8, iniettate con resine sintetiche tipo Kimitech. Queste saranno inserite dall'esterno del paramento murario in corrispondenza dei giunti di malta, al fine di non danneggiare il paramento lapideo. La scelta di effettuare dette spillature dall'esterno è scaturita dalla possibile presenza di affreschi sulla superficie muraria interna. Per le due murature interne laterali all'abside le barre andranno inserite da un lato piuttosto che dall'altro.

In corrispondenza delle altre murature della chiesa si procederà con l'inserimento di barre in fibra di carbonio tipo Kimitech TONDO C, ϕ 8, in foro ϕ 10, sempre iniettate con resine sintetiche tipo Kimitech. Le barre, come detto, verranno inserite prevalentemente dall'interno del paramento murario, salvo in concomitanza di situazioni particolari come ad esempio in prossimità dei due altari decorati presenti nelle due cappelle delle navate laterali, adiacenti al transetto (cfr. part. 6, Tav. 4C).

- Ricostruzione delle porzioni di muratura crollate

Le porzioni di muratura di tamponamento delle pareti parzialmente crollate o distrutte, saranno ricostruite mediante materiali analoghi agli originali, onde garantire la continuità materica, sia sotto il profilo storico-estetico, che sotto quello strutturale, ottenendo la massima integrazione tra elementi esistenti e di nuovo inserimento. In



prossimità delle zone di ammorsatura tra le parti reintegrate e quelle in posto si provvederà, ove necessario, all'inserimento di cuciture armate di collegamento, finalizzate al conseguimento di un miglioramento della connessione tra le due zone limitrofe, garantendo la massima continuità strutturale e resistenza nei confronti di eventuali futuri episodi sismici.

Particolare cura andrà posta nell'esecuzione della ricostruzione del timpano crollato e nella tamponatura delle bucatore medievali. Di entrambi gli interventi si dirà più avanti, nei successivi paragrafi.

In aggiunta alle operatività sopra descritte, di carattere generale, si prevedono una serie di interventi, finalizzati al miglioramento delle caratteristiche strutturali dei vari elementi presenti, di seguito illustrati e suddivisi per aree in funzione delle varie tipologie strutturali e/o architettoniche, scaturiti da un'attenta e scrupolosa analisi dello stato di fatto, avvalorata dai risultati della campagna diagnostica.

Interventi sul transetto

Come esposto nei paragrafi precedenti, le strutture del transetto, in particolare il braccio sud, risultano essere quelle maggiormente colpite dal sisma, presentando crolli sostanziali delle volte in mattoni e movimenti con profondi distacchi di murature.

Al fine di migliorare le caratteristiche meccaniche della muratura si prevede, dapprima, un intervento di rigenerazione mediante percolazione di miscele leganti a base di calce idraulica naturale NHL tipo Limepor IZ8 a stabilità volumetrica e priva di alcali e di sali, compatibile con il supporto, da effettuarsi dall'alto.

In corrispondenza del transetto e dell'abside, al fine di ricostituire l'unità strutturale venuta meno, garantendo una migliore connessione tra gli elementi verticali, si propone l'inserimento di un sistema di tirantature metalliche $\varnothing 30$ mm in fori $\varnothing 50$ mm, sigillati con malta a base calce a stabilità volumetrica, ad una quota intermedia (in corrispondenza della prima cornice al di sopra dei capitelli prima dell'imposta degli arconi), all'interno dei setti murari trasversali e longitudinali dei due bracci del transetto (4b, 12b). Tali elementi andranno ancorati alle murature esterne mediante paletto metallico ed ove ciò non fosse possibile, come ad esempio in corrispondenza dei piloni di imposta dell'arco trionfale dell'abside, si ricorrerà all'utilizzo di idonei fialoidi.

Al fine di rendere il sistema più efficace, si prevede di estendere l'intervento di cerchiatura anche lungo le murature perimetrali dell'abside in modo tale da garantire una "cucitura" globale dell'area transetto-abside ed assicurare una migliore risposta strutturale ad eventuali future azioni dinamiche. Inoltre, a completamento dell'intervento, con lo scopo di garantire un'adeguata rigidità trasversale nei confronti di eventuali sollecitazioni sismiche, si prevede l'inserimento di cuciture armate nelle murature ortogonali alle due facciate del transetto, mediante barre $\varnothing 20$ mm in fori $\varnothing 40$ mm sigillati con miscela a stabilità volumetrica, opportunamente inclinate (circa 15°) con lunghezza e interasse variabile, disposte in modo tale da interessare interamente i setti in questione senza intercettare le aperture ivi presenti.

Allo scopo di incrementare la resistenza delle pareti longitudinali del transetto, particolarmente sollecitate, si prevede l'inserimento di una fitta sequenza di tiranti, tipo Dywidag $\varnothing 18$ mm, interasse di 50 cm, disposti orizzontalmente ed ancorati alla muratura mediante piastre di ripartizione e posti in tensione dall'esterno mediante chiave dinamometrica.

PROVVEDITORATO INTERREGIONALE PER LE OO.PP.
PER IL LAZIO, L'ABRUZZO E LA SARDEGNA
SEDE COORDINATA DI L'AQUILA
COMITATO TECNICO AMMINISTRATIVO
Per copia conforme



In particolare le piastre esterne sono di tipo singolo, mentre l'ancoraggio interno è costituito da un piatto unico che funge da bloccaggio per tutta la serie di tiranti. Questo sistema di tirantature è concentrato nella parte inferiore delle pareti, a partire dall'imposta degli archi delle navate laterali e procedendo verso il basso.

La facciata del transetto sud, fortemente danneggiata e già oggetto di interventi di provvisoria messa in sicurezza, una volta garantita l'ammorsatura con le murature trasversali, sarà interessata dalla risarcitura delle lesioni passanti presenti mediante tecnica del cuci-scuci, avendo cura di assicurare l'ammorsatura con le porzioni perimetrali preesistenti, e dall'inserimento, lungo tutta la facciata, di barre in fibra di carbonio tipo Kimitech TONDO C di lunghezza 70 cm-100cm e diametro ϕ 8mm in foro ϕ 10mm, iniettate con resine sintetiche tipo Kimitech, con funzione di collegamento trasversale tra i paramenti murari, secondo quanto già descritto al punto 4.1. Le barre, poste ad un interasse di circa 50 cm, saranno inserite dall'interno del paramento murario con funzione di collegamento ed avranno lo scopo di garantire una migliore aderenza tra paramento lapideo e nucleo interno della muratura, attualmente venuta meno.

Andrà inoltre ripristinato l'arco parzialmente crollato dell'apertura posta nella parte alta della facciata mediante materiale, tecnica e caratteristiche analoghe alle porzioni preesistenti, completando l'intervento con tecnica del cuci scuci nelle aree perimetrali interessate da crolli parziali, secondo le modalità di cui ai precedenti punti.

La volta di copertura in mattoni del braccio destro, fortemente lesionata, avvalendosi di quanto già effettuato durante la fase di messa in sicurezza, sarà oggetto di un intervento di consolidamento dall'estradosso realizzando una cappa collaborante costituita da un sistema tricomponente tipo Tectoria COCCIOFORTE, composto da un mix di calce idraulica naturale NHL, cocchiopesto e fibre, ancorata alla struttura muraria portante mediante profilati metallici a C 50x100.

I vantaggi dell'uso di questo sistema sono:

- facilità di posa (l'impasto, a consistenza terra umida, va posato, steso e leggermente compattato, con riprese pressoché inesistenti, garantendo omogeneità e monoliticità dello spessore riportato).
- la cappa deve essere semplicemente connessa ai muri perimetrali. Nel resto della superficie ricoperta, il funzionamento collaborante può essere affidato all'aderenza della resina sul supporto, il sistema tricomponente offre resistenza sia a compressione e flessione che a trazione, dunque non è necessario posizionare reti metalliche né inghisare i relativi connettori, senza alterare l'integrità della volta;
- rapidità di entrata in funzione grazie al raggiungimento delle meccaniche in soli 7 giorni;
- ridotto incremento dei carichi grazie ad un basso peso specifico (1,6 Kg/dmc);
- basso modulo elastico associato ad una ottima resistenza a compressione e flessione;
- elevata permeabilità;
- effetto estetico gradevole grazie al cocchiopesto con cui è realizzato, reversibilità dell'intervento previo trattamento termico.

PROVVEDITORATO INTERREGIONALE PER LE OO.PP.
PER IL LAZIO, L'ABRUZZO E LA SARDEGNA
SEDE COORDINATA DI L'AQUILA
COMITATO TECNICO AMMINISTRATIVO
Per copia conforme



Relativamente alle parti interamente crollate del braccio sinistro del transetto e di parte di quello destro, in prossimità della facciata, si era inizialmente pensato, in un primo momento, di procedere con la ricostruzione integrale di tali mancanze, mediante utilizzo di materiali e tecniche costruttive analoghi a quelle preesistenti. Successivamente, in considerazione della consistenza delle lacune da reintegrare, si è ritenuto opportuno ricorrere ad un sistema differente di ricostruzione, di tipo reversibile, che riproponesse forme e volumi perduti attraverso l'utilizzo di tecniche moderne di controsoffittatura. In particolare, le superfici voltate saranno ricostruite con pannelli di cartongesso fissati su di una struttura portante leggera in profilati di lamiera.

La struttura avrà la medesima curvatura ed il medesimo aspetto, salvo delle differenze cromatiche leggermente percepibili da lontano, da quella esistente, residua dal terremoto. La nuova volta sarà ancorata anche alle nuove capriate metalliche soprastanti, mediante idonei pendagli verticali.

Analogamente a quanto previsto per il consolidamento della volta preesistente, si propone l'inserimento di un sistema di pendagliature di ancoraggio alle strutture di copertura metalliche di nuova realizzazione in modo tale da contenere il rischio di eventuali crolli sotto l'azione di future azioni dinamiche.

In queste zone di nuova realizzazione, andrà ripristinato l'apparato decorativo preesistente, sulla base di quello presente nelle porzioni superstiti e del materiale d'archivio, avendo cura di rendere riconoscibile l'intervento.

Infine, per quanto riguarda gli arconi posti tra le volte di copertura, presenti nel braccio destro del transetto, se ne prevede il consolidamento mediante realizzazione di soparco utilizzando lo stesso materiale descritto per il consolidamento delle volte in muratura, cioè il sistema tricomponente tipo Tectoria COCCIOFORTE composto da un mix di calce idraulica naturale NHL, cocciopesto e fibre, ancorata alla struttura muraria portante mediante profilati metallici a C 50x100.

Interventi sull'abside

Così come previsto per le murature del transetto al fine di migliorare le caratteristiche meccaniche della muratura, si prevede un intervento di rigenerazione della muratura mediante percolazione di miscele leganti a base di calce idraulica naturale NHL tipo Limepor IZ8 a stabilità volumetrica e priva di alcali e di sali, compatibile con il supporto, da effettuarsi dall'alto.

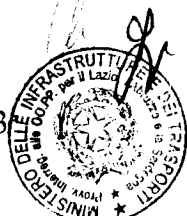
Le murature perimetrali della zona absidale saranno interessate da un sistema di tirantature in grado di ristabilire l'unità strutturale venuta meno tra i vari componenti ed assicurare un miglior comportamento strutturale d'insieme (sistema transetto-abside) con le stesse modalità sopra descritte.

Inoltre, considerate le profonde lesioni rilevate sulla muratura esterna in corrispondenza dei contrafforti, al fine di ricucire i distacchi formati tra le strutture contigue, si prevede un intervento diffuso di risarcitura mediante tecnica del cuci-scuci, seguita dall'inserimento di imperniature metalliche sovrapposte $\Phi 16$ in foro $\Phi 30$ mm, in numero di tre per contrafforte, opportunamente disposte, alternate, con differente inclinazione ed interasse di circa 150 cm, in modo tale da garantire un'adequata cucitura.

Per quanto riguarda le volte, sia quella posta a copertura dell'abside, sia quelle delle due cappelle adiacenti poste a quota inferiore, andranno consolidate in analogia con le volte in muratura del transetto e delle navate laterali mediante un intervento di

PROVVEDITORATO INTERREGIONALE PER LE OO.PP.
PER IL LAZIO, L'ABRUZZO E LA SARDEGNA
SEDE COORDINATA DI L'AQUILA
COMITATO TECNICO AMMINISTRATIVO
Periodo conforma

13



consolidamento dall'estradosso con realizzazione di una cappa collaborante costituita dal più volte descritto sistema tricomponente tipo Tectoria COCCIOFORTE, ancorata alla struttura muraria portante mediante profilati metallici a C 50x100, analogamente a quanto descritto precedentemente per il transetto.

Interventi sulle navate laterali

Per quanto riguarda le strutture verticali delle navate, si prevedono gli interventi di consolidamento generali di cui al punto 4.1; in particolare, verrà realizzata una rigenerazione di tipo tradizionale mediante iniezioni di miscela a base calce a stabilità volumetrica, tipo Mape-Antique I, mediante 4 fori \varnothing 25mm al m² da eseguirsi dall'esterno o dall'interno, a seconda dei casi e del tipo di muratura, come già specificato.

Le volte di copertura, presumibilmente in mattoni pieni, andranno consolidate, in analogia con quanto previsto per le volte di copertura del transetto, cui si rimanda, mediante realizzazione di cappa collaborante costituita da sistema tricomponente, ancorata alla struttura muraria portante mediante profilati metallici a C 50x100.

Anche gli archi posti a separazione delle campate andranno consolidati in analogia con gli arconi del transetto, mediante esecuzione di soprarco, utilizzando lo stesso materiale descritto per il consolidamento delle volte in muratura.

Si prevede, inoltre, la verifica dei tiranti posti durante la fase di messa in sicurezza, in modo tale da renderli definitivi e la successiva sostituzione dei dispositivi di ancoraggio con capochiavi a paletto.

Interventi sulla navata centrale

- Consolidamento delle volte in incannucciata

Durante la fase di provvisoria messa in sicurezza, nella navata centrale sono state realizzate alcune opere provvisorie per consentire l'esecuzione degli interventi previsti e l'ispezione dell'estradosso delle volte di copertura in incannucciata; mediante l'ausilio delle opere provvisorie ancora in opera, si procederà quindi con un'attenta analisi dello stato di conservazione delle volte stesse per poter procedere poi con un eventuale intervento di consolidamento mediante applicazione a spruzzo di idonei prodotti e di fasce in fibra di lino all'estradosso.

L'intervento mira a consolidare la struttura lignea delle volte in camera canne, attraverso l'applicazione di fasce unidirezionali in fibra di lino.

Si prevederà inoltre un sistema di ancoraggio delle volte in incannucciata alle nuove capriate di copertura mediante dei tiranti non in tensione nello stato di quiete, ma che in caso di sisma contribuiscano, attivandosi, al sostegno delle volte.

I vantaggi dell'uso di fibre di lino su un supporto ligneo sono: la biocompatibilità e naturalezza; l'elevata resistenza a trazione; la leggerezza; l'adattabilità a sagome complesse (curve, angoli e raccordi); il trascurabile incremento di spessore; l'Impregnabilità sia con resine polimeriche che con malte naturali.

Si prevede, inoltre, la verifica dei tiranti posti durante la fase di messa in sicurezza, in modo tale da renderli definitivi e la successiva sostituzione dei dispositivi di ancoraggio con capochiavi a paletto.

- Ricostruzione delle volte in incannucciata

Per quanto riguarda invece la porzione di volta crollata, a copertura della prima campata, verrà ricostruita con materiale e tipologia analoghi a quelli preesistenti - avendo cura di rendere riconoscibile l'intervento - previo consolidamento della struttura



linea di sostegno con eventuale sostituzione degli elementi in grave stato di degrado; in particolare, la porzione immediatamente a contatto con la facciata, andrà ricostruita con pannelli ammortizzanti in modo tale da attutire eventuali azioni dinamiche.

L'intervento mira alla ricostruzione della volta in camera canne con tecniche tradizionali, prevedendone la pulitura, il trattamento con prodotti biocidi specifici per il legno e il consolidamento con resine o collanti naturali compatibili con il legno.

Intervento sui pilastri della navata

Allo scopo di aumentarne la resistenza, ripristinandone mediante i connettori trasversali l'unità strutturale, i piloni posti a separazione della navata centrale da quelle laterali, andranno consolidati mediante cerchiatura con tessuto unidirezionale in fibra metallica ad elevata resistenza, tipo Mapewrap S, applicato con malta a base di leganti idraulici ed eco-pozzolana, tipo Planitop HDM restauro e fissato alla muratura mediante connettori in fibra di acciaio ed angolari in acciaio. La cerchiatura è da considerarsi continua a partire da sotto il livello di calpestio fino ad arrivare ad un terzo circa del pilastro. L'intervento andrà eseguito ponendo in opera le fasce in tessuto, di larghezza pari a 30 cm, presagomate, intorno al pilastro. L'ancoraggio dei nastri avverrà in corrispondenza della parte centrale dei lati della croce, tramite fiocchi in corda in fibra di acciaio ad alta resistenza, preventivamente predisposti tra una fascia e l'altra. Come ulteriore sistema di bloccaggio in corrispondenza degli angoli interni del pilastro cruciforme vengono inseriti dei profili angolari ad L, ancorati alla struttura muraria interna mediante ancoraggi meccanici. Al fine di non rendere visibili i profili angolari verrà predisposto un idoneo scasso di alloggiamento che verrà accompagnato in parte con l'apposizione delle fasce, in parte con la finitura finale dell'intonaco (cfr. part.13, Tav. 4C).

Tamponatura delle aperture

L'intervento proposto, pur riscontrando e tenendo in considerazione la presenza di importanti segni risalenti alla fase gotica della Chiesa, quali le finestre trilobate, segue il criterio di volere rispettare il carattere prevalente dell'edificio odierno, definito dalla spazialità classica degli interventi settecenteschi.

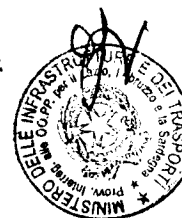
In ragione di quanto detto, all'interno è stata ripristinata la continuità della parete, avendo cura di segnalare sulla superficie, mediante semplice incisione sull'intonaco, l'andamento del profilo delle bucatore emerse in seguito al sisma. All'esterno, invece, la bucatore resterà visibile così come in precedenza, con la sola differenza che l'intonaco di finitura in calce e pozzolana andrà lasciato al grezzo.

Interventi sulla facciata principale

Per quanto riguarda le strutture verticali della facciata, si prevedono gli interventi di consolidamento generali di cui al precedente punto 4.1; in particolare, come previsto per le murature del transetto, dell'abside e delle navate, al fine di migliorarne le caratteristiche meccaniche, si prevede un intervento di rigenerazione delle murature mediante iniezioni di miscela a base calce a stabilità volumetrica, tipo Mape-Antique I, mediante 4 fori ϕ 25mm al m² da effettuarsi dall'interno.

Le scosse sismiche hanno provocato il ribaltamento della muratura del timpano di facciata e la relativa espulsione di materiale, con conseguente crollo della relativa porzione di muratura. Se ne prevede pertanto la ricostruzione con muratura di recupero – ove possibile - integrata con elementi di nuova realizzazione aventi caratteristiche chimico-fisiche e meccaniche analoghe a quelli originali, avendo cura sia di realizzare

PROVVEDITORATO INTERREGIONALE PER LE OO.PP.
PER IL LAZIO, L'ABRUZZO E LA SARDEGNA
SEDE COORDINATA DI L'AQUILA
COMITATO TECNICO AMMINISTRATIVO
Per *SH* conforme



opportune ammorsature con la muratura preesistente sottostante mediante tecnica del cuci-scuci, sia di realizzare opportuni ancoraggi alla struttura di copertura metallica di nuova realizzazione mediante inserimento di barre di acciaio ϕ 16 all'interno della lamiera grecata del pacchetto di copertura, una ogni 60 cm. Tale sistema di ancoraggio contrasterà l'ingenerarsi di ulteriori eventuali fenomeni di ribaltamento in caso di sollecitazioni dinamiche future.

Al fine di garantire un'efficace ammorsatura della muratura di facciata con le murature ad essa ortogonali delle navate, si prevede la realizzazione delle seguenti cuciture armate di collegamento su più livelli sovrapposti:

1. Nella porzione inferiore, n°4 imperniature di collegamento con le pareti delle navate laterali (3 a destra 1c, 2c, 3c + 1 a sinistra 10c) Φ 20mm in fori Φ 40 mm sigillati con miscela a stabilità volumetrica, aventi un interasse di circa 3m, di lunghezza pari a circa 10 m ed inclinate di circa 15° rispetto all'orizzontale;
2. Nella porzione intermedia n° 2 (1 per lato 4c e 9c) tirafondi Φ 30mm in fori Φ 50 mm ancorati mediante piastra in acciaio, inclinati, passanti attraverso le murature ortogonali e diretti in fondazione;
3. Nella porzione superiore, n° 4 (2 per lato 11c, 13c, 14c, 16c)) imperniature di collegamento con le pareti della navata centrale Φ 20mm in fori Φ 40 mm sigillati con miscela a stabilità volumetrica, aventi un interasse di circa 3 m, lunghezza 10 m ed inclinate di circa 15° rispetto all'orizzontale.

Per garantire una migliore ammorsatura dei piloni alla struttura della facciata principale si prevede:

1. L'inserimento di una serie di cuciture armate Φ 16mm in fori Φ 30 mm inclinate rispetto al piano verticale di circa 45°;
2. L'inserimento di n°4 tirafondi (5c, 6c, 7c, 8c) Φ 30mm in fori Φ 50 mm ancorati mediante piastra in acciaio, inclinati e passanti attraverso i piloni e diretti in fondazione.

Infine, a completamento dell'intervento, con lo scopo di aumentare la resistenza nel piano stesso della facciata, si inserisce di una coppia di imperniature simmetriche Φ 20mm in fori Φ 40 mm (12c, 15c) sigillate con miscela a stabilità volumetrica, opportunamente inclinate nel piano (circa 45°), aventi lunghezza pari a 5 m circa.

Interventi in copertura

Allo stato attuale, mediante le opere provvisorie realizzate durante la fase di messa in sicurezza, è stato possibile ispezionare gran parte della struttura di copertura della navata centrale, che risulta costituita da travetti in laterizi forati armati; sulla base dei saggi effettuati sul calcestruzzo e sull'armatura presente nei travetti stessi, in parte in condizioni di degrado, si considera una struttura non in grado di garantire le condizioni di sicurezza necessarie, per cui si propone un intervento di rifacimento integrale della copertura stessa mediante nuova struttura metallica.

La nuova struttura metallica di sostegno della copertura della navata centrale sarà costituita da capriate realizzate con profilati metallici, con interasse 2,50 m (posizionate, per ogni campata, due in corrispondenza degli arconi sottostanti ed altre due all'interno della campata stessa). La prima capriata di sostegno della copertura sarà posta a ridosso della muratura del timpano ricostruito, che verrà ad essa ancorato, come già specificato, mediante inserimento di barre di acciaio saldate all'interno della lamiera grecata del pacchetto di copertura.

PROVVEDITORATO INTERREGIONALE PER LE OO.PP.
PER IL LAZIO, L'ABRUZZO E LA SARDEGNA
SEDE COORDINATA DI L'AQUILA
COMITATO TECNICO AMMINISTRATIVO
Per *Giulia Bonfante*

16



La capriata sarà ancorata ad un cordolo di nuova realizzazione in muratura armata, costituito dall'alternanza di due strati di mattoni e di uno di materiale composito SRG (Steel Reinforced Grout) costituito da fili di acciaio UHTSS ad elevata resistenza, che correrà lungo la sommità della navata centrale.

Anche la nuova struttura di sostegno della copertura delle navate laterali sarà realizzata in acciaio.

La trave sarà ancorata da un lato al cordolo in c.a., probabilmente esistente, e dall'altro ad un nuovo cordolo in muratura armata, analogo a quello sopra descritto per la copertura della navata centrale. La tipologia dell'ancoraggio in prossimità della muratura interna andrà definito nella successiva fase di progettazione esecutiva, non essendo ad oggi noto lo stato di fatto.

Il nuovo pacchetto di copertura sarà costituito da pannello isolante su lamiera grecata tipo HI-BOND A55/P600, membrana bituminosa, successiva guaina ed infine lo strato di allettamento e coppi di recupero o di nuovi elementi aventi caratteristiche analoghe a quelli esistenti.

La copertura del transetto e della cupola evidenzia fenomeni di degrado e richiederebbe una bonifica delle barre di armatura, con successiva ricostruzione localizzata del copriferro. La porzione di tetto posto a copertura del braccio sinistro del transetto, visibile dall'intradosso grazie al crollo della volta, mette in luce l'assenza di elementi longitudinali di collegamento tra i colmi delle capriate stesse. Andrebbero quindi inseriti opportuni elementi di collegamento, per esempio con profili metallici. Anche le pignatte in laterizio possono presentare fenomeni di sfondellamento e richiederebbero una verifica esaustiva con eventuale bonifica localizzata. Per questo insieme di motivi ed anche per uniformità di intervento, si è ritenuto opportuno sostituire integralmente anche questa porzione di copertura con capriate metalliche analoghe a quelle già descritte per la copertura della navata centrale.

Anche in questo caso il cordolo esistente di c.a. sarà sostituito da un nuovo cordolo di muratura armata, dello stesso tipo di quello già descritto in precedenza.

Considerato

- che l'intervento di riparazione della chiesa è finanziato con delibera CIPE n.82 del 2009 per €. 1.600.000,00 per quanto attiene la messa in sicurezza e per €. 11.370.000,00 per le opere di recupero;
- che il prof. Rocchi ha redatto un progetto di consolidamento dell'importo di €. 5.599.810,71, di cui €. 350.000,00 per oneri di sicurezza, che risulta regolarmente redatto e sufficientemente descrittivo;
- che le scelte progettuali sono supportate da una campagna diagnostica, da modellazioni matematiche statiche e dinamiche per verifiche sismiche locali e globali ai sensi delle normative vigenti,
- che il comportamento dell'edificio messo in sicurezza è controllato da una sistema di monitoraggio che ha recentemente evidenziato un lieve movimento in atto nella zona del transetto;
- che sul progetto di consolidamento in argomento la Soprintendenza BAP ha espresso parere favorevole con prescrizioni relative alla eccessiva invasività di taluni interventi;
- che il progetto, a seguito del parere della Soprintendenza, è stato rivisto e sostanzialmente adeguato alle prescrizioni formulate con riduzione dei collegamenti tra paramenti murari, la eliminazione delle tamponature delle

PROVVEDITORATO INTERREGIONALE PER LE OO.PP.
PER IL LAZIO, L'ABRUZZO E LA SARDEGNA
SEDE COORDINATA DI L'AQUILA
COMITATO TECNICO AMMINISTRATIVO
Per copia conforme

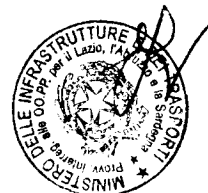


aperture medievali mentre per quanto attiene l'inserimento di tirafondi ancorati alla facciata principale e passanti attraverso i primi pilastri il progettista ha ritenuto che, come per altro suggerito dalla stessa Soprintendenza, si possano valutare soluzioni alternative in fase esecutiva.

- che a seguito delle variazioni apportate al progetto l'importo dei lavori è stato ridotto ad €. 4.929.331,45.
- il quadro economico è stato definito come segue:

A	LAVORI		
	Opere di consolidamento	4.929.331,45	
	di cui oneri per la sicurezza	250.000,00	
	Oneri progettazione esecutiva	50.000,00	
	Importo d'appalto		4.979.331,45
B	SOMME A DISPOSIZIONE		
1	Spese tecniche comp. iva	511.000,00	
2	Opere di restauro e impiantistiche compreso iva	4.500.000,00	
3	Imprevisti e lavori in economia compreso iva	500.000,00	
4	art.92 comma 7 bis, spese pubblicazione, restauri opere d'arte, monitoraggio, compreso iva	283.148,78	
5	Art.92	98.586,63	
10	Iva 10% sui lavori	497.933,15	
	In uno		6.380.668,55
	TOTALE		11.370.000,00

- che il progetto attiene esclusivamente le opere di consolidamento dell'edificio chiesastico. Non sono previste opere di restauro degli apparati decorativi e di finitura varia, né opere impiantistiche per le quali dovrà essere redatto apposito progetto;
- che il capitolato speciale d'appalto prevede ai sensi dell'art.53 del d.lg. 163/2006 l'affidamento della progettazione esecutiva e l'esecuzione a misura delle opere classificate nella categoria prevalente di opere di restauro e manutenzione di beni sottoposti a tutela ai sensi delle disposizioni in materia di beni culturali e ambientali "OG2";
- che il citato capitolato fissa in € 4.979.331,45 l'importo a base di gara di cui €. 4.929.331,45 per lavori e oneri di sicurezza e €. 50.000,00 per corrispettivo della progettazione esecutiva;
- che il tempo utile per l'esecuzione dei lavori è fissato in 400 giorni naturali e consecutivi mentre il tempo utile per la redazione della progettazione esecutiva in 45 giorni; le rispettive penali per ogni giorno di ritardo sono fissate in 0,05% dell'importo netto contrattuale e degli oneri progettuali;
- che la contiguità delle strutture della chiesa con il convento, oggi sede della Corte dei Conti, il tempo trascorso dal sisma e dalla realizzazione delle provvisorie opere di messa in sicurezza, i lievi movimenti in atto delle murature del transetto, non riconducibili a variazioni termiche, segnalati dal monitoraggio impongono una certa urgenza nella esecuzione delle opere, o quantomeno



urgenza nella realizzazione delle opere di consolidamento strutturale al fine di assicurare in modo definitivo e permanente l'assetto strutturale dell'intero complesso conventuale a garanzia e salvaguardia dei contigui ambienti conventuali adibiti ad uffici; si ritiene perciò che in relazione all'urgenza di procedere con gli interventi di consolidamento, si possa valutare l'opportunità di affidare le opere progettate, rinviando le opere di restauro e impiantistiche, delle quali dovrà intanto redigersi la relativa progettazione, successivamente alla esecuzione dei lavori di consolidamento;

- che si possa procedere all'affidamento dei lavori mediante gara aperta con il criterio del prezzo più basso con previsione nel bando dell'esclusione automatica delle offerte anomale ai sensi dell'art. 253 comma 20 bis del Dlgs. 163/2006.
- considerato inoltre che la situazione sismostratigrafica del sottosuolo nell'area del complesso di S. Domenico è decisamente più complessa di quanto evidenziato dalla semplice classificazione in categorie di sottosuolo che considera solo i primi 30 metri di profondità. Dall'insieme delle informazioni ad oggi disponibili da altre indagini eseguite nel centro storico dell'Aquila (in particolare dalle indagini profonde eseguiti in piazza Duomo ed in altri siti tra piazza Duomo e S. Domenico) e come confermato puntualmente dalle indagini appositamente eseguite nell'area del complesso di Santa Teresa adiacente la chiesa di S. Domenico, il sottosuolo del centro storico dell'Aquila nel quale ricade il sito di interesse è costituito da uno spesso strato di breccie con velocità delle onde di taglio V_s elevate, sovrastanti oltre 200 m di depositi limosi lacustri caratterizzati da velocità V_s più basse. I depositi limosi lacustri sono posti al di sopra del bedrock carbonatico, il cui tetto si trova ad oltre 300 m di profondità dal piano campagna. Ne consegue un'inversione della velocità delle onde di taglio V_s nel passaggio dai limi lacustri alle breccie, i cui effetti non sono tenuti in conto con l'approccio semplificato delle NTC 2008. Pertanto per una determinazione più accurata delle azioni sismiche di progetto è raccomandabile l'esecuzione di una specifica analisi di risposta sismica locale, in luogo della procedura semplificata basata sugli spettri elastici di risposta definiti a partire dalle categorie di sottosuolo. Le stesse Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14.01.2008) al paragrafo C7.11.3.1 della Circolare specificano che per categorie speciali di sottosuolo, per determinati sistemi geotecnici o si intenda aumentare il grado di accuratezza nella previsione dei fenomeni di amplificazione, le azioni sismiche da considerare nella progettazione possono essere determinate mediante più rigorose analisi di risposta sismica locale.
- che, pertanto, una maggior accuratezza nella valutazione dei fenomeni di amplificazione potrà essere raggiunta nella fase di progettazione esecutiva ponendo i relativi oneri a carico dell'impresa aggiudicataria.

Tutto ciò premesso e considerato,

il Comitato Tecnico Amministrativo

all'unanimità esprime parere favorevole all'approvazione del progetto di consolidamento strutturale della chiesa di S. Domenico nel quadro economico precedentemente riportato, con le osservazioni e prescrizioni sopra espresse

PROVVEDITORATO INTERREGIONALE PER LE OO.PP.
PER IL LAZIO, L'ABRUZZO E LA SARDEGNA
SEDE COORDINATA DI L'AQUILA
COMITATO TECNICO AMMINISTRATIVO
Per *[firma]* conforme



LA COMMISSIONE RELATRICE

Clementi
Carlo Clementi

Basso
Roberto Basso

Kirova
Yana Kirova

Galeota
Enrico Galeota

II SEGRETARIO
Valter Zetti
Valter Zetti

IL PRESIDENTE
dott. ing. Donato Carlea
Donato Carlea

PROVVEDITORATO INTERREGIONALE PER LE OO.PP.
PER IL LAZIO, L'ABRUZZO E LA SARDEGNA
SEDE COORDINATA DI L'AQUILA
COMITATO TECNICO AMMINISTRATIVO
Per copia conforme

