

**CHIESA della CONVERSIONE di S. PAOLO**  
sita nel Comune di Ferrara - Località Porporana  
via Martelli n. 315  
elenco Beni culturali n. ord. 2080

Legale rappresentante: don GRAZIANO DONÀ

**SISMA IN EMILIA-ROMAGNA**  
**INTERVENTI DI RIPARAZIONE DEL DANNO**  
**CON RAFFORZAMENTO LOCALE**  
**PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO**

Oggetto:

- Piano di manutenzione per le strutture

Numero:

REL S03

Scala:

Data:

Dicembre 2017

Tecnici:

- per la parte architettonica

Arch. Cristina Nagliati  
via Bartolino da Novara n. 1/A - Ferrara  
cel. 328.46.28.450 - fax 0532.18.60.840

Arch. Gian Paolo Rubin  
via Ravenna n. 703/A - Ferrara  
cel. 329.62.56.319 - telefax 0532.76.33.47

- per la parte strutturale

Ing. Denis Zanetti  
via Mulinetto n. 35 - Ferrara  
Tel. 0535.76.51.17 - fax 0532.76.95.13



PROGETTO:

INTERVENTI DI RIPARAZIONE DEI DANNI DA SISMA PER LA  
CHIESA DELLA COVERSIONE DI SAN PAOLO IN LOCALITA'  
PORPORANA

OGGETTO:

PIANO DI MANUTENZIONE  
PER LE STRUTTURE

COMMITTENTE:

CURIA ARCIVESCOVILE DI FERRARA

PROGETTISTA DELLE STRUTTURE:

Ing. DENIS ZANETTI

COLLABORATORE:

Ing. CHIARA FORESTI

# PIANO DI MANUTENZIONE

(Art.40 D.P.R. n°554/99)

*Il piano di manutenzione è il documento complementare al progetto esecutivo che prevede, pianifica e programma, tenendo conto degli elaborati progettuali esecutivi effettivamente realizzati, l'attività di manutenzione dell'intervento al fine di mantenerne nel tempo la funzionalità, le caratteristiche di qualità, l'efficienza ed il valore economico. Esso è composto dal manuale d'uso, dal manuale di manutenzione e dal programma di manutenzione.*

*Riferimenti normativi:*

- o Regolamento di attuazione (DPR 207/2010) art.38, legge quadro in materia di lavori pubblici (L.N. 163/2006)
- o Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14 Gennaio 2008 e Circolare Esplicativa n° 617, 2 Febbraio 2009).

## PREMESSA

Il presente piano di manutenzione riguarda gli interventi da eseguire per la riparazione del danno (con interventi locali) della Chiesa della Conversione di San Paolo in località Ravalle. Si riporta a seguire la descrizione sintetica.

## INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE DELLA FACCIATA (TAV. S01-S02-S03)

La stabilizzazione della facciata avverrà a due livelli:

1. Collegamento attraverso catene longitudinali;
2. Collegamento alla quota del coperto mediante reticolare di falda.

### Collegamento alla quota del coperto.

Si prevede la messa in opera di catene longitudinali con capochiave a paletto posizionate alla quota del cornicione interno della Chiesa

Le catene saranno realizzate con tondi  $\Phi 24$  in acciaio S275 zincato a caldo e dotate di capochiave di lunghezza 50 cm.

### Collegamento alla quota del coperto.

Si prevede la messa in opera di una reticolare di falda in corrispondenza della prima campata finalizzata a stabilizzare la facciata e contrastare il ribaltamento.

## INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE DELLA FACCIATA (TAV. S01-S02)

Oltre alle catene longitudinali, di prevedo catene di stabilizzazione trasversali alla navata.

I presidi verranno realizzati con n°5 tondi  $\Phi 24$  in acciaio S275 zincato a caldo e dotate di capochiave di lunghezza 50 cm, di dimensione variabile in funzione della larghezza della chiesa.

## INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE DEI PINNACOLI (TAV.S04)

Si prevede la stabilizzazione dei tre pinnacoli di facciata mediante "post-compressione" ovvero imprimendo uno sforzo normale in grado di migliorarne il livello di sicurezza. Tale obiettivo viene perseguito mediante l'inserimento di barre verticali inghisate nella muratura e successivamente poste in trazione mediante tesatura con piastra di ripartizione per giungere ai valori di sforzo normale necessari sulla base delle verifiche analitiche.

Le fasi operative dell'intervento sono le seguenti:

- Riparazione della muratura perimetrale;
- Smontaggio degli elementi lapidei o in muratura posti sulla sommità del pinnacolo;
- Esecuzione della perforazione perfettamente rettilinea con sonda diamantata con funzionamento a sola rotazione (diametro 40 mm);
- Inserimento all'interno dei fori, immediatamente dopo la perforazione, di tubi in plastica specifici per posa di ancoraggi ad iniezione controllata con calza;
- Inserimento della barra  $\square 16$  in acciaio INOX AISI 304 ad alta resistenza;
- Iniezione a bassa pressione della malta di un bulbo di ancoraggio di lunghezza definita negli elaborati strutturali mediante appositi dispositivi di iniezione previa verifica della perfetta ortogonalità della catena;
- A maturazione del bulbo, messa in opera della piastra di ripartizione ed esecuzione della tesatura sino ai valori di trazione indicati dalla DL;
- Reinstallazione degli elementi lapidei sommitali e verifica della presenza di perni o elementi metallici o realizzazione di fori per l'installazione.



Si prevede l'installazione di barre tipo SBOS 16/304 avente diametro nominale 16 mm in acciaio inossidabile AISI 304 (A2) ad alta resistenza ( $f_u$  750 N/mm<sup>2</sup> –  $f_y$  650 N/mm<sup>2</sup>) con filettatura cilindrica a passo grosso parziale alle estremità, ottenuta per rullatura, da barra di sezione circolare maggiore. La barra viene inghisata con malta tipo Presstec a base cementizia, composta da leganti idraulici che uniti ad aggregati selezionati di opportuna granulometria e additivi, consente di ottenere, dopo l'impasto con acqua, una miscela con elevata fluidità e iniettabilità, a ritiro controllato e con elevate resistenze meccaniche. La particolare formulazione, studiata per l'impiego in manufatti in muratura storica e la ridotta porosità della malta indurita attraverso un basso rapporto acqua/legante (0,24 %) e alla modalità di iniezione in pressione all'interno della calza, garantiscono una buona capacità di resistere all'attacco solfatico, come attesta l'esito al Saggio di Anstett. Per il caso specifico si ritiene ammissibile l'utilizzo di una malta cementizia a seguito delle seguenti considerazioni:

- Da indagini e campi prova, le malte a base di calce hanno, per il caso specifico, caratteristiche prestazionali assai modeste;
- Le eventuali problematiche di compatibilità con i materiali che compongono il substrato esistente, sono superate considerando l'effetto di confinamento della calza in poliestere che evita dispersioni all'interno della muratura;
- Il problema legato alla penetrazione dei solfati nei pori, è ovviato grazie all'utilizzo in pressione ed al basso rapporto acqua/legante che creano all'interno della calza un bulbo di malta a bassissima porosità.

#### INTERVENTI DI RIPARAZIONE DEL DANNO E DI RINFORZO DELLE MURATURE

Il quadro fessurativo alquanto esteso richiede interventi di consolidamento delle murature che verranno eseguiti con tecniche differenziate a seconda dell'entità del danno e della tipologia costruttiva dell'elemento strutturale su cui si interviene, come riportato nella descrizione a seguire.

- Interventi di cuci-scuci da realizzarsi con mattoni di recupero o aventi caratteristiche geometriche e meccaniche simili a quelle esistenti e malta di calce idraulica, dove la lesione è spessore rilevante. Tale

intervento non potrà essere utilizzato in corrispondenza di tracce di valore testimoniale che dovranno essere preservate;

- Interventi con iniezioni di malta di calce idraulica (tipo ALBARIA o equivalenti) in corrispondenza di archi o dove la lesione appare meno grave.

Le indicazioni riportate sono da intendersi unicamente principi generali: sarà necessario procedere alla rimozione degli intonaci ed alla verifica della tessitura nonché della gravità del quadro fessurativo per individuare in via definitiva la tecnica da adottarsi.

#### INTERVENTI IN COPERTURA

Si prevedono limitati interventi in copertura finalizzati a sostituire gli elementi secondari fortemente degradati principalmente in corrispondenza dell'attacco con la facciata.

Si prevede una sezione minima 16x16 cm.

## DATI DELL'INTERVENTO

Progettista per le opere architettoniche	Arch. Gian Paolo Rubin Arch. Cristina Nagliati
Progettista per le opere strutturali	Ing. Denis Zanetti Collaboratore: Ing. Chiara Foresti
LOCALIZZAZIONE STRUTTURE:	Comune di Ferrara – loc. Porporana
PRINCIPALE DESTINAZIONE D'USO:	Edificio di culto
VITA NOMINALE	50 anni
CLASSI UNITA', ELEMENTI TECNOLOGICI E COMPONENTI	
	Murature in laterizio
	Consolidamenti con barre inghisate in resina
	Strutture metalliche di irrigidimento

### 1. MANUALE D'USO

COMPONENTE:		MURATURA IN LATERIZIO
DESCRIZIONE:		
<p>Il paramento murario è realizzato in muratura faccia a vista e blocchi in laterizio pieni, secondo il tradizionale modo di costruire della zona di ubicazione. Si tratta di blocchi realizzati a mano e dunque caratterizzati da una forte eterogeneità come le colorazioni dei mattoni stessi testimoniano. Complessivamente le malte costituiscono l'elemento di maggior criticità che contribuisce alla riduzione delle proprietà meccaniche della muratura.</p>		
MODALITA' D'USO CORRETTO:		
<p>Effettuare controlli visivi per verificare lo stato della muratura e la presenza di eventuali anomalie. In particolare si verifichi la presenza di deformazioni o cedimenti del paramento murario o distacchi in corrispondenza dei martelli murari.</p>		
CONTROLLI		
DESCRIZIONE	FREQUENZE	ANOMALIE
Controllo del paramento murario e dello stato dei corsi di malta. Controllo di eventuali anomalie. In caso di dissesti verificarne l'origine, l'entità e l'opera di consolidamento da effettuarsi.	Annuale	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alveolizzazione;</li> <li>• Crosta;</li> <li>• Decolorazione;</li> <li>• Deposito superficiale;</li> <li>• Disgregazione;</li> <li>• Distacco paramento – contrafforti;</li> <li>• Efflorescenze;</li> <li>• Erosione superficiale;</li> <li>• Esfoliazione;</li> <li>• Fessurazione;</li> </ul>



		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Penetrazione e risalita umidità;</li> <li>• Pitting;</li> <li>• Polverizzazione;</li> <li>• Presenza di vegetazione e patine biologiche;</li> <li>• Rigonfiamento.</li> </ul>
<b>DESCRIZIONE DELLE ANOMALIE:</b>		
ALVEOLIZZAZIONE	Degradazione che si manifesta con la formazione di cavità di forme e dimensioni variabili. Gli alveoli sono spesso interconnessi e hanno distribuzione non uniforme;	
ASSENZA DI MALTA	Assenza di malta nei giunti di muratura;	
CROSTA	Deposito superficiale di spessore variabile, duro e fragile, generalmente di colore nero;	
DECOLORAZIONE	Alterazione cromatica della superficie	
DEPOSITO SUPERFICIALE	Accumulo di pulviscolo atmosferico o di altri materiali estranei, di spessore variabile, poco coerente e poco aderente alla superficie di rivestimento.	
DISGREGAZIONE	Decoesione caratterizzata da distacco di granuli o cristalli sotto minime sollecitazioni meccaniche	
DISTACCO PARAMENTI REALIZZATI IN FASI SUCCESSIVE	Mancanza di corretta ammorsatura tra paramenti realizzati in fasi successive.	
EFFLORESCENZA	Formazione di sostanze, generalmente di colore biancastro e di aspetto cristallino o polverulento o filamentoso, sulla superficie del manufatto. Nel caso di efflorescenze saline, la cristallizzazione può talvolta avvenire all'interno del materiale provocando spesso il distacco delle parti più superficiali: il fenomeno prende allora il nome di criptoefflorescenza o subefflorescenza.	
EROSIONE SUPERFICIALE	Asportazione di materiale dalla superficie dovuta a processi di diversa natura. Quando sono note le cause di degrado, possono essere utilizzati anche termini come erosione per abrasione (cause meccaniche), erosione per corrosione (cause chimiche e biologiche), erosione per usura (cause antropiche).	
FESSURAZIONI	Presenza di lesioni singole o ramificate che possono interessare l'intero spessore.	
PENETRAZIONE DI UMIDITÀ	Comparsa di macchie di umidità dovute all'assorbimento di acqua o alla risalita capillare	
PITTING	Degradazione puntiforme che si manifesta attraverso la formazione di fori ciechi, numerosi e ravvicinati. I fori hanno forma tendenzialmente cilindrica con diametro massimo di pochi millimetri.	
PRESENZA DI VEGETAZIONE	Presenza di vegetazione caratterizzata dalla formazione di licheni, muschi e piante lungo le superfici.	
RIGONFIAMENTO	Variazione della sagoma che interessa l'intero spessore del materiale e che si manifesta soprattutto in elementi lastriformi.	

<b>COMPONENTE:</b>	BARRE INGHISATE IN RESINA E CATENE METALLICHE
<b>DESCRIZIONE:</b>	
Catene metalliche con piastra di ripartizione esterna e barre di connessione metallica	
<b>MODALITA' D'USO CORRETTO:</b>	
Per le catene: la tiranteria metallica deve risultare costantemente tesa e le sollecitazioni cui è	

sottoposta devono essere unicamente di trazione.		
<b>CONTROLLI:</b>		
<b>DESCRIZIONE</b>	<b>FREQUENZE</b>	<b>ANOMALIE</b>
Per garantire la funzionalità del sistema si prevedono controlli a vista da parte di personale specializzato.	Ogni 2 anni	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deterioramento per esposizione agli agenti atmosferici delle piastre esterne;</li> <li>• Allentamento della ferramenta;</li> <li>• Rottura conica della muratura.</li> </ul>

<b>COMPONENTE:</b>		<b>STRUTTURE METALLICHE DI IRRIGIDIMENTO</b>
<b>DESCRIZIONE:</b>		
Reticolare di falda.		
<b>MODALITA' D'USO CORRETTO:</b>		
I profili in acciaio che conformano le intelaiature sono dimensionati per assorbire le azioni sismiche conseguenti al sisma, non potranno dunque essere applicati altri carichi, anche di carattere statico, se non autorizzati dal progettista previa idonea verifica di sicurezza sia in campo statico che in campo sismico.		
<b>CONTROLLI</b>		
<b>DESCRIZIONE</b>	<b>FREQUENZE</b>	<b>ANOMALIE</b>
Per garantire la funzionalità del sistema si prevedono controlli a vista da parte di personale specializzato.	Ogni 5 anni	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Corrosione – decadimento degli elementi metallici a causa della combinazione con sostanze presenti nell'ambiente (ossigeno, acqua, anidride carbonica..)</li> <li>• Deformazioni e spostamenti dovuti a cause esterne che alterano la normale configurazione dell'elemento.</li> <li>• Imbozzamento – deformazione degli elementi che si localizzano in prossimità dell'ala e/o dell'anima.</li> <li>• Snervamento, deformazione che si può verificare quando, all'aumentare del carico viene meno il comportamento perfettamente elastico dell'acciaio</li> <li>• Allentamento della ferramenta presente nelle unioni.</li> </ul>

## 2. MANUALE DI MANUTENZIONE E PROGRAMMA DI MANUTENZIONE

Il manuale di manutenzione si riferisce alla manutenzione delle parti più importanti dell'intervento. Esso contiene il livello minimo accettabile delle prestazioni, le anomalie riscontrabili, le manutenzioni eseguibili direttamente dall'utente e quelle che non lo sono. Il programma di manutenzione fissa delle manutenzioni e dei controlli da eseguire in seguito a scadenze preventivamente fissate.

COMPONENTE:	MURATURA IN LATERIZIO
DESCRIZIONE:	
Il paramento murario è realizzato in muratura faccia a vista e blocchi in laterizio pieni, secondo il tradizionale modo di costruire della zona di ubicazione. Si tratta di blocchi realizzati a mano e dunque caratterizzati da una forte eterogeneità come le colorazioni dei mattoni stessi testimoniano. Complessivamente le malte costituiscono l'elemento di maggior criticità che contribuisce alla riduzione delle proprietà meccaniche della muratura.	
TIPO DI CONTROLLO	
A vista	
PERIODICITA' DEL CONTROLLO E OPERATORE	
Annuale, effettuata dall'utente	
INTERVENTI	
DESCRIZIONE	FREQUENZA
Pulizia della facciata e reintegro dei giunti. In particolare: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rimuovere manualmente eventuali elementi vegetali infestanti;</li> <li>• In caso di patina biologica rimuovere i depositi organici ed i muschi mediante cicli di lavaggio con acqua e spazzole di saggina;</li> <li>• In caso di fenomeni di disgregazione per efflorescenza provvedere al consolidamento delle superfici murarie mediante l'impiego di prodotti riaggreganti aventi base di acido siliceo con applicazione a pennello;</li> <li>• In caso di assenza di malta nei giunti provvedere ad applicare prodotti consolidanti mediante stilatura con malta di grassello di calce, additivi polimerici e sabbia;</li> <li>• Sostituzione degli elementi usurati o rovinati con elementi analoghi di caratteristiche fisiche, cromatiche e dimensionali rispetto a quelli esistenti con la tecnica del "cuci-scuci"</li> </ul>	Ad occorrenza – Eseguita da ditta specializzata

COMPONENTE:	BARRE INGHISATE IN RESINA E CATENE METALLICHE
DESCRIZIONE:	
Catene metalliche con piastra di ripartizione esterna e barre di connessione metallica.	
TIPO DI CONTROLLO	



Controllo a vista	
PERIODICITA' DEL CONTROLLO E OPERATORE	
Annuale, effettuata dall'utente	
INTERVENTI	
DESCRIZIONE	FREQUENZA
<ul style="list-style-type: none"> <li>INTERVENTO PER ANOMALIE DA CORROSIONE</li> </ul> Descrizione: Opere di rimozione delle parti ammalorate e della ruggine. Ripristino delle sezioni metallica corrosa con vernici anticorrosive, malte, trattamenti specifici o anche attraverso l'uso di idonei passivanti per la protezione dell'acciaio. Verifica dello stato di fatto del trattamento superficiale di zincatura. Esecutore: Ditta specializzata <ul style="list-style-type: none"> <li>TESATURA (SOLO PER LE CATENE)</li> </ul> Descrizione: Verifica della tesatura e regolazione operando sulle teste delle catene. Esecutore: Ditta specializzata	

COMPONENTE:	STRUTTURE METALLICHE DI IRRIGIDIMENTO
DESCRIZIONE:	
Reticolare di falda di stabilizzazione.	
TIPO DI CONTROLLO	
Controllo a vista	
PERIODICITA' DEL CONTROLLO E OPERATORE	
Annuale, effettuata dall'utente	
INTERVENTI	
DESCRIZIONE	FREQUENZA
<ul style="list-style-type: none"> <li>INTERVENTO PER ANOMALIE DA CORROSIONE</li> </ul> Descrizione: Opere di rimozione delle parti ammalorate e della ruggine. Ripristino delle sezioni metallica corrosa con vernici anticorrosive, malte, trattamenti specifici o anche attraverso l'uso di idonei passivanti per la protezione dell'acciaio. Verifica dello stato di fatto del trattamento superficiale di zincatura. Esecutore: Ditta specializzata <ul style="list-style-type: none"> <li>RIMOZIONE DELLE OSSIDAZIONI</li> </ul> Descrizione: Rimozione di eventuali ossidazioni che interessano gli elementi portanti o le unioni saldate o imbullonate. Esecutore: Ditta specializzata <ul style="list-style-type: none"> <li>RINFORZO ELEMENTO IMBOZZATO O DEFORMATO</li> </ul> Descrizione: Realizzazione di interventi di rinforzo strutturale dell'elemento mediante aumento di sezione o sostituzione di parti da connettere rispettivamente con resina o saldature. Esecutore: Ditta specializzata <ul style="list-style-type: none"> <li>RIPARAZIONE E CONTROLLO DELLE UNIONI SALDATE O IMBULLONATE</li> </ul> Descrizione: Gli interventi sulle unioni saldate possono essere di rimozione delle saldature difettose e realizzazione di nuove, eliminazione dei punti di corrosione. Per le unioni imbullonate occorrerà eseguire la verifica della giusta tenuta di serraggio. Per la corretta messa in opera di collegamenti imbullonati occorrerà fare 4 tipi di verifica: <ul style="list-style-type: none"> <li>Verifica di resistenza a taglio o a tranciamento;</li> <li>Verifica della pressione del foro o a rifollamento;</li> <li>Verifica a rottura per trazione della piastra o a strappamento.</li> </ul> Il ripristino potrà essere eseguito mediante serraggio con chiave	Ad occorrenza – Eseguita da ditta specializzata

<p>dinamometrica e sostituzione di eventuali elementi corrosi o degradati con altri di analoghe caratteristiche. Esecutore: Ditta specializzata</p>	
---	--



