

Comune di Ferrara  
Provincia di Ferrara

Arcidiocesi di Ferrara-Comacchio

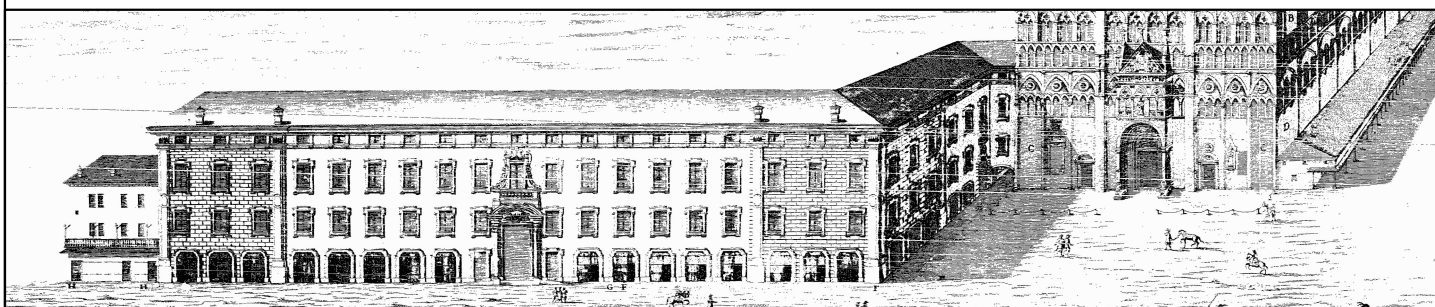


## PALAZZO ARCIVESCOVILE DELL'ARCIDIOCESI DI FERRARA-COMACCHIO

Corso Martiri della Libertà, n. 77, Ferrara

### PROGETTO ESECUTIVO:

Riparazione e rafforzamento locale post sisma  
Ord. 120 del 11 ottobre 2013 e s.m.i.



## RELAZIONE CON ILLUSTRAZIONE DEI PRINCIPALI INTERVENTI STRUTTURALI CON SPECIFICHE TECNICHE RELATIVE

PROPRIETÀ: Arcidiocesi di Ferrara-Comacchio, Corso Martiri della Libertà 77, Ferrara

RUP:

Ing. Nicola Gambetti

PROGETTO ESECUTIVO:

Coordinatore generale: arch. Benedetta Caglioti

Il Direttore Ufficio

Tecnico Diocesano:

Ing. Don Stefano Zanella

Progetto architettonico:

arch. Benedetta Caglioti

Progetto strutturale e

coordinamento della sicurezza:

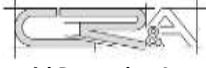
Ing. Alessio Colombi

Ing. Marco Roversi

Ing. Ottavia Vitarelli



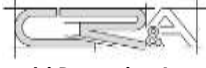
Colombi Roversi & Associati  
Studio di Ingegneria

|                                                                                                                                                            |          |                                                                                                       |                                        |           |                      |                  |  |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-----------|----------------------|------------------|--|--|
| <br><b>Colombi Roversi &amp; Associati</b><br><b>Studio di Ingegneria</b> | Comune   | <b>FERRARA</b>                                                                                        | Comm. n°                               |           | Revisioni            |                  |  |  |
|                                                                                                                                                            |          | <b>PALAZZO ARCIVESCOVILE</b>                                                                          | <b>CRA14001</b>                        |           | 0                    |                  |  |  |
|                                                                                                                                                            | Progetto | <b>RIPARAZIONE E RAFFORZAMENTO<br/>LOCALE STRUTTURALE POST SISMA</b><br><br><b>PROGETTO ESECUTIVO</b> | Doc. n°<br><br><b>CRA14001-R GEN S</b> |           |                      |                  |  |  |
| <b>RELAZIONE CON ILLUSTRAZIONE DEI PRINCIPALI INTERVENTI<br/>STRUTTURALI CON SPECIFICHE TECNICHE RELATIVE</b>                                              |          |                                                                                                       | Fg.                                    | Di        | Compilato            | Data             |  |  |
|                                                                                                                                                            |          |                                                                                                       | <b>2</b>                               | <b>12</b> | <b>O.V.&amp;A.C.</b> | <b>NOV. 2016</b> |  |  |

## Indice

|                                                       |          |
|-------------------------------------------------------|----------|
| 1.Introduzione .....                                  | <b>4</b> |
| 2. Descrizione del quadro fessurativo .....           | <b>5</b> |
| 3. Interventi strutturali di progetto esecutivo ..... | <b>6</b> |

|                                                                                                                                          |          |                                                                                                       |  |                 |           |                         |                  |  |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-----------------|-----------|-------------------------|------------------|--|--|
| <br>Colombi Roversi & Associati<br>Studio di Ingegneria | Comune   | <b>FERRARA</b>                                                                                        |  | Comm. n°        |           | Revisioni               |                  |  |  |
|                                                                                                                                          |          | <b>PALAZZO ARCIVESCOVILE</b>                                                                          |  | <b>CRA14001</b> |           | 0                       |                  |  |  |
|                                                                                                                                          | Progetto | <b>RIPARAZIONE E RAFFORZAMENTO<br/>LOCALE STRUTTURALE POST SISMA</b><br><br><b>PROGETTO ESECUTIVO</b> |  | Doc. n°         |           | <b>CRA14001-R GEN S</b> |                  |  |  |
| <b>RELAZIONE CON ILLUSTRAZIONE DEI PRINCIPALI INTERVENTI<br/>STRUTTURALI CON SPECIFICHE TECNICHE RELATIVE</b>                            |          |                                                                                                       |  | Fg.             | Di        | Compilato               | Data             |  |  |
|                                                                                                                                          |          |                                                                                                       |  | <b>3</b>        | <b>12</b> | <b>O.V.&amp;A.C.</b>    | <b>NOV. 2016</b> |  |  |

|                                                                                                                                                            |          |                                                                                                       |                                        |           |                      |                  |  |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-----------|----------------------|------------------|--|--|
| <br><b>Colombi Roversi &amp; Associati</b><br><b>Studio di Ingegneria</b> | Comune   | <b>FERRARA</b>                                                                                        | Comm. n°                               |           | Revisioni            |                  |  |  |
|                                                                                                                                                            |          | <b>PALAZZO ARCIVESCOVILE</b>                                                                          | <b>CRA14001</b>                        |           | 0                    |                  |  |  |
|                                                                                                                                                            | Progetto | <b>RIPARAZIONE E RAFFORZAMENTO<br/>LOCALE STRUTTURALE POST SISMA</b><br><br><b>PROGETTO ESECUTIVO</b> | Doc. n°<br><br><b>CRA14001-R GEN S</b> |           |                      |                  |  |  |
| <b>RELAZIONE CON ILLUSTRAZIONE DEI PRINCIPALI INTERVENTI<br/>STRUTTURALI CON SPECIFICHE TECNICHE RELATIVE</b>                                              |          |                                                                                                       | Fg.                                    | Di        | Compilato            | Data             |  |  |
|                                                                                                                                                            |          |                                                                                                       | <b>4</b>                               | <b>12</b> | <b>O.V.&amp;A.C.</b> | <b>NOV. 2016</b> |  |  |

## 1.Introduzione

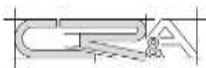
Il progetto strutturale esecutivo per la riparazione dei danni con rafforzamento locale post sisma del Palazzo Arcivescovile di Ferrara è stato redatto sulla base del progetto preliminare già consegnato e per il quale la Commissione Congiunta per l'esame preventivo dei progetti preliminari relativi agli edifici sottoposti alla tutela del D.Lgs. 42/2004 e s.m.i. ha espresso il parere "parzialmente favorevole con prescrizioni" n. CR 2015.0060682 del 21/12/2015.

All'interno del progetto esecutivo, pertanto, sono state recepite le osservazioni effettuate dalla Commissione, traducendole in elementi progettuali e di calcolo al fine di rispondere alle prescrizioni di cui al parere.

Gli interventi strutturali previsti nel progetto esecutivo, nel seguito descritti, sono mirati al ripristino dei danni subiti dal palazzo Arcivescovile a seguito del sisma del Maggio 2012 e alla necessaria realizzazione di un insieme diffuso di interventi di rafforzamento locale che tuttavia non modifichino in maniera sostanziale la risposta sismica globale dell'intero complesso in oggetto.

Il Palazzo è caratterizzato da una notevole complessità geometrica e costruttiva sia in pianta che in elevazione, e viene suddiviso dagli scriventi, sulla base delle tipologie costruttive e altezze differenti tra le quote dei solai tra i diversi corpi, in tre Unità Strutturali:

- La prima, quella principale, è costituita dal corpo avente forma rettangolare che affaccia su Corso Martiri della Libertà, ed ha il retro delimitato da una grande corte interna. Lateralmente, sono inoltre presenti due corti minori collegate da un lungo porticato.
- La seconda unità strutturale è costituita da un corpo di fabbrica che affaccia su via degli Adelardi, fronteggiando un lato longitudinale del Duomo di Ferrara, il lato opposto è delimitato dalla corte interna del complesso mentre i due restanti lati confinano uno con l'unità strutturale 1 e l'altro con altre unità strutturali appartenenti all'isolato.
- La terza, e ultima, unità strutturale ha un affaccio solo sul cortile interno del Palazzo, il prospetto opposto affacciante su una corte interna afferente ad altre unità strutturali appartenenti all'isolato ed i due rimanenti lati confinano uno con l'unità strutturale 1 e l'altro su un ulteriore corte interna.

|                                                                                                                                                            |          |                                                                                                       |                                        |           |                      |                  |  |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-----------|----------------------|------------------|--|--|
| <br><b>Colombi Roversi &amp; Associati</b><br><b>Studio di Ingegneria</b> | Comune   | <b>FERRARA</b>                                                                                        | Comm. n°                               |           | Revisioni            |                  |  |  |
|                                                                                                                                                            |          | <b>PALAZZO ARCIVESCOVILE</b>                                                                          | <b>CRA14001</b>                        |           | 0                    |                  |  |  |
|                                                                                                                                                            | Progetto | <b>RIPARAZIONE E RAFFORZAMENTO<br/>LOCALE STRUTTURALE POST SISMA</b><br><br><b>PROGETTO ESECUTIVO</b> | Doc. n°<br><br><b>CRA14001-R GEN S</b> |           |                      |                  |  |  |
| <b>RELAZIONE CON ILLUSTRAZIONE DEI PRINCIPALI INTERVENTI<br/>STRUTTURALI CON SPECIFICHE TECNICHE RELATIVE</b>                                              |          |                                                                                                       | Fg.                                    | Di        | Compilato            | Data             |  |  |
|                                                                                                                                                            |          |                                                                                                       | <b>5</b>                               | <b>12</b> | <b>O.V.&amp;A.C.</b> | <b>NOV. 2016</b> |  |  |

Il quadro fessurativo manifestatosi a seguito degli eventi sismici del maggio 2012, alla luce delle analisi eseguite, risulta abbastanza diffuso, soprattutto per quanto riguarda le volte in muratura presenti al piano nobile del corpo principale del Palazzo Arcivescovile. Il quadro di danneggiamento ha quindi guidato la definizione degli interventi strutturali previsti; il sisma ha inoltre messo in evidenza alcune vulnerabilità dell'edificio, rendendo quindi necessaria la messa in opera sia di interventi di riparazione delle lesioni sia di rimozione delle vulnerabilità stesse riscontrate.

Per i dettagli e le distribuzioni dei quadri fessurativi presenti si rimanda agli elaborati appositi.

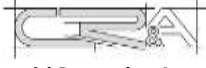
## **2. Descrizione del quadro fessurativo**

Rimandando agli elaborati grafici ed alla relazione apposita, contenenti una descrizione dettagliata del quadro fessurativo, al presente paragrafo viene fatto un riassunto delle lesioni strutturali manifestatesi nel Palazzo Arcivescovile.

Per quanto riguarda l'unità strutturale 1, si sono manifestate lesioni diagonali passanti e non, soprattutto a livello delle murature portanti del piano nobile. Quasi tutte le piattabande in mattoni dell'unità strutturale, ad ogni piano, hanno subito delle lesioni in chiave e/o alle estremità. Alcune colonne del piano terra hanno evidenziando lesioni verticali di schiacciamento lungo il loro sviluppo. Si sono manifestate alcune lesioni nelle volte a crociera del porticato, in chiave nelle volte a botte degli ambienti del primo piano e gravi lesioni diffuse sulle volte del piano nobile, sia per quanto riguarda quelle in arella che per quanto riguarda quelle di mattoni in foglio. Si è inoltre verificato uno scivolamento del manto di copertura e lo spostamento di alcuni elementi dell'orditura lignea del coperto.

Relativamente all'unità strutturale 2, le lesioni manifestatesi sono di entità inferiore rispetto a quelle dell'unità strutturale 1, ma se ne osserva una concentrazione soprattutto nelle piattabande delle finestre, anche queste in muratura, e sulle volte in arella presenti in tre stanze del piano nobile, in corrispondenza del confine con l'unità strutturale 1.

Infine, nell'unità strutturale 3, si sono aggravate alcune lesioni forse già in parte esistenti sulle volte in muratura presenti al piano terra. Vi sono diffuse lesioni, anche passanti, nelle murature, soprattutto al piano terra e al piano secondo, occupato dagli uffici della curia.

|                                                                                                                                                            |          |                                                                                                       |                                        |           |                      |                  |  |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-----------|----------------------|------------------|--|--|
| <br><b>Colombi Roversi &amp; Associati</b><br><b>Studio di Ingegneria</b> | Comune   | <b>FERRARA</b>                                                                                        | Comm. n°                               |           | Revisioni            |                  |  |  |
|                                                                                                                                                            |          | <b>PALAZZO ARCIVESCOVILE</b>                                                                          | <b>CRA14001</b>                        |           | 0                    |                  |  |  |
|                                                                                                                                                            | Progetto | <b>RIPARAZIONE E RAFFORZAMENTO<br/>LOCALE STRUTTURALE POST SISMA</b><br><br><b>PROGETTO ESECUTIVO</b> | Doc. n°<br><br><b>CRA14001-R GEN S</b> |           |                      |                  |  |  |
| <b>RELAZIONE CON ILLUSTRAZIONE DEI PRINCIPALI INTERVENTI<br/>STRUTTURALI CON SPECIFICHE TECNICHE RELATIVE</b>                                              |          |                                                                                                       | Fg.                                    | Di        | Compilato            | Data             |  |  |
|                                                                                                                                                            |          |                                                                                                       | <b>6</b>                               | <b>12</b> | <b>O.V.&amp;A.C.</b> | <b>NOV. 2016</b> |  |  |

### **3. Interventi strutturali di progetto esecutivo**

Gli interventi sono stati valutati alla luce dei sopralluoghi in sito, dell'analisi dello stato di fatto e del quadro fessurativo manifestatosi.

Si osserva che le tre unità strutturali in oggetto fanno parte di un isolato composto da edifici in aggregato; in particolare, ciascuna di esse confina con altri edifici appartenenti all'aggregato. Poiché gli interventi strutturali di progetto sono di tipo locale, non modificano in modo sostanziale il comportamento originale delle tre unità che compongono il Palazzo Arcivescovile e di conseguenza non modificheranno la reciproca interazione tra unità strutturali adiacenti.

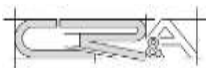
Stante l'impossibilità di operare sui pannelli murari portanti, diffusamente decorati ed affrescati, del piano nobile dell'Unità strutturale 1, se non con interventi localizzati e poco invasivi atti alla riparazione delle lesioni, si è deciso di prevedere interventi che interesseranno principalmente gli orizzontamenti del sottotetto presenti nel fabbricato. Tali interventi prevedono collegamenti di piano e connessioni diffuse alle murature portanti al fine di consentire un miglior funzionamento della struttura, soprattutto dal punto di vista della rimozione dei meccanismi locali delle murature.

Si specifica inoltre che, alcuni lavori di riparazione sono stati previsti anche nel corridoio di collegamento tra la U.I. 3 ed il quarto corpo di fabbrica affacciante sulla corte interna principale del complesso, ed in alcune stanze presenti al piano secondo di detto fabbricato, in quanto facenti parte delle proprietà della curia e direttamente collegate agli uffici presenti nella U.I.3.

Gli interventi previsti da progetto, che nel seguito verranno discussi e giustificati, riguardano:

#### **Unità strutturale 1**

- Interventi di riparazione delle lesioni mediante le tecniche di scuci-cuci (ove possibile, in quanto l'edificio ha molte pareti decorate con affreschi, soprattutto per quanto riguarda il piano nobile), iniezione delle lesioni con colli di miscela legante, riparazione delle lesioni con inserimento di cuneo in ferro e malta anti-ritiro e ristilatura dei giunti, dove necessario corredata da inserimento di barre nei giunti di malta. Tali interventi saranno eseguiti nel rispetto degli affreschi e delle decorazioni presenti; in particolare, per quanto riguarda la riparazione delle lesioni

|                                                                                                                                          |          |                                                                                                       |                                        |           |                      |                  |  |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-----------|----------------------|------------------|--|--|
| <br>Colombi Roversi & Associati<br>Studio di Ingegneria | Comune   | <b>FERRARA</b>                                                                                        | Comm. n°                               |           | Revisioni            |                  |  |  |
|                                                                                                                                          |          | <b>PALAZZO ARCIVESCOVILE</b>                                                                          | <b>CRA14001</b>                        |           | 0                    |                  |  |  |
|                                                                                                                                          | Progetto | <b>RIPARAZIONE E RAFFORZAMENTO<br/>LOCALE STRUTTURALE POST SISMA</b><br><br><b>PROGETTO ESECUTIVO</b> | Doc. n°<br><br><b>CRA14001-R GEN S</b> |           |                      |                  |  |  |
| <b>RELAZIONE CON ILLUSTRAZIONE DEI PRINCIPALI INTERVENTI<br/>STRUTTURALI CON SPECIFICHE TECNICHE RELATIVE</b>                            |          |                                                                                                       | Fg.                                    | Di        | Compilato            | Data             |  |  |
|                                                                                                                                          |          |                                                                                                       | <b>7</b>                               | <b>12</b> | <b>O.V.&amp;A.C.</b> | <b>NOV. 2016</b> |  |  |

con iniezione di miscela legante, ove previsto su pareti decorate, verrà eseguito evitando la bagnatura della superficie e utilizzando miscele apposite per la tutela degli ornamenti architettonici.

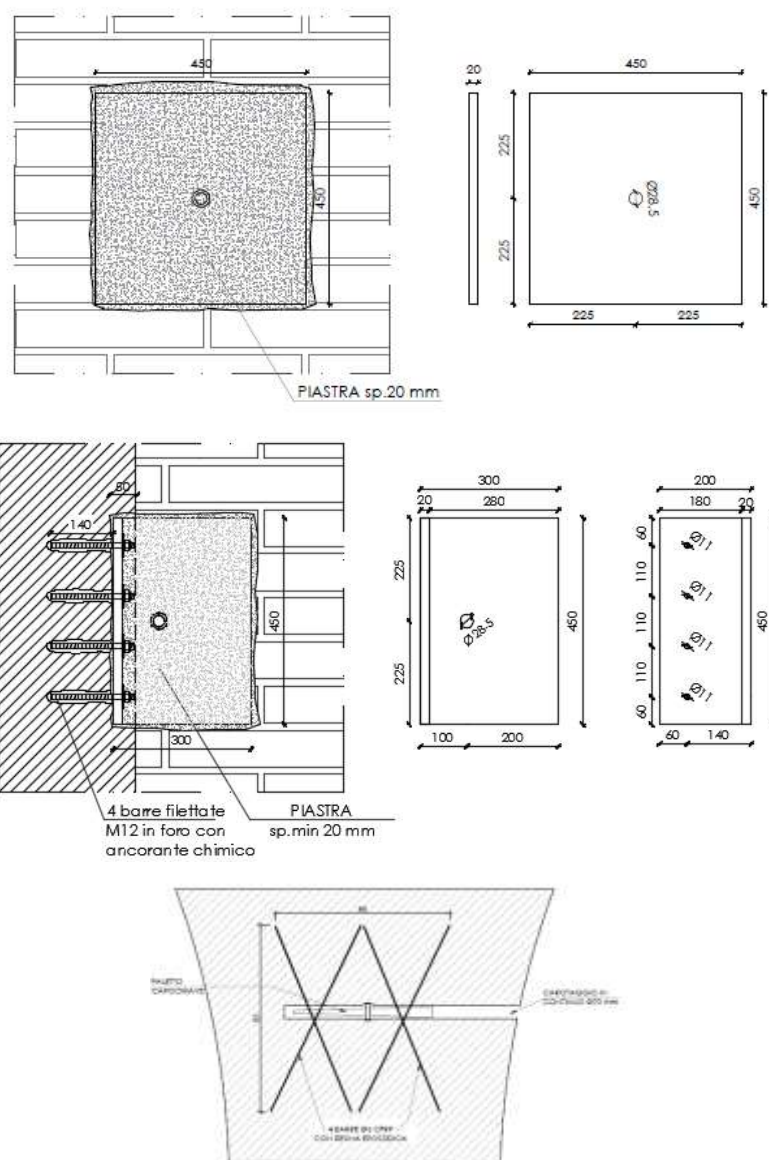
- Cerchiatura di colonne in pietra con piastre metalliche sagomate, in quanto si sono manifestate alcune lesioni di schiacciamento delle colonne al piano terra. La cerchiatura verrà realizzata inserendo piatti metallici calandrati a semicerchio, uniti a due a due attraverso piatti e barre passanti di collegamento. Tali piatti verranno posti alla base della colonna, al centro ed in sommità.



- Inserimento di catene metalliche nelle volte del porticato al fine di contrastare la spinta generata dagli archi che scaricano sulle colonne e sulle murature. Tale intervento è stato dettato dal quadro fessurativo presente nelle volte. Si è optato per inserire catene solo in direzione trasversale rispetto all'asse longitudinale del porticato in quanto, nell'altra direzione, la geometria della struttura fa sì che la spinta reciproca alle reni degli archi sia equilibrata dagli archi laterali. L'ancoraggio delle catene sarà eseguito, ove possibile, inserendo una piastra quadrata in nicchia od una piastra ad L, anch'essa nascosta in nicchia, con un

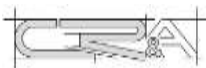
|                                                                                                                                          |          |                                                              |          |    |                  |           |  |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|--------------------------------------------------------------|----------|----|------------------|-----------|--|--|
| <br>Colombi Roversi & Associati<br>Studio di Ingegneria | Comune   | FERRARA                                                      | Comm. n° |    | Revisioni        |           |  |  |
|                                                                                                                                          | Progetto | PALAZZO ARCIVESCOVILE                                        | CRA14001 |    | 0                |           |  |  |
|                                                                                                                                          |          | RIPARAZIONE E RAFFORZAMENTO<br>LOCALE STRUTTURALE POST SISMA | Doc. n°  |    | CRA14001-R GEN S |           |  |  |
|                                                                                                                                          |          | PROGETTO ESECUTIVO                                           |          |    |                  |           |  |  |
| RELAZIONE CON ILLUSTRAZIONE DEI PRINCIPALI INTERVENTI<br>STRUTTURALI CON SPECIFICHE TECNICHE RELATIVE                                    |          |                                                              | Fg.      | Di | Compilato        | Data      |  |  |
|                                                                                                                                          |          |                                                              | 8        | 12 | O.V.&A.C.        | NOV. 2016 |  |  |

lato tassellato alla muratura con 4 barre filettate M12 in foro con ancorante chimico. Ove non eseguibile l'inserimento di una contropiastra o un capochiave, verrà eseguito il carotaggio nella muratura ed inserito un capochiave che andrà a intestarsi contro barre in FRP.

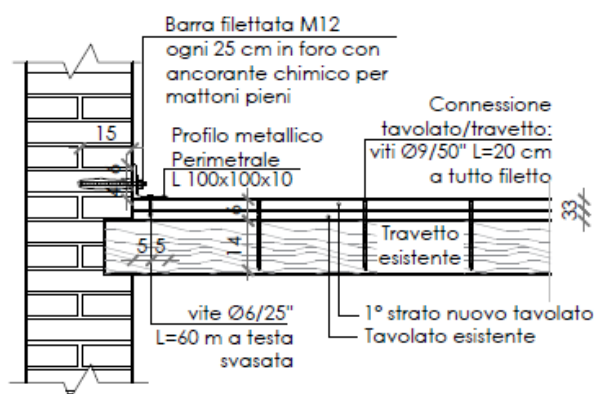


*Tipologie di fissaggio catene porticato*

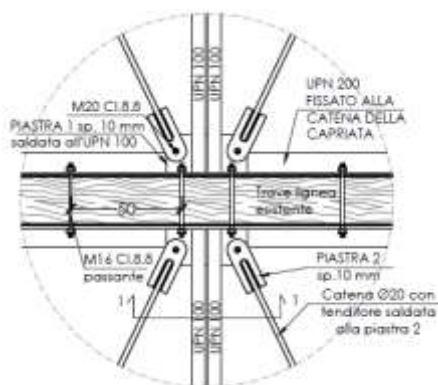


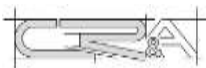
|                                                                                                                                          |          |                                                                                                       |                 |                         |                      |                  |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------|----------------------|------------------|--|
| <br>Colombi Roversi & Associati<br>Studio di Ingegneria | Comune   | <b>FERRARA</b>                                                                                        | Comm. n°        | Revisioni               |                      |                  |  |
|                                                                                                                                          |          | <b>PALAZZO ARCIVESCOVILE</b>                                                                          | <b>CRA14001</b> | 0                       |                      |                  |  |
|                                                                                                                                          | Progetto | <b>RIPARAZIONE E RAFFORZAMENTO<br/>LOCALE STRUTTURALE POST SISMA</b><br><br><b>PROGETTO ESECUTIVO</b> | Doc. n°         | <b>CRA14001-R GEN S</b> |                      |                  |  |
| <b>RELAZIONE CON ILLUSTRAZIONE DEI PRINCIPALI INTERVENTI<br/>STRUTTURALI CON SPECIFICHE TECNICHE RELATIVE</b>                            |          |                                                                                                       | Fg.             | Di                      | Compilato            | Data             |  |
|                                                                                                                                          |          |                                                                                                       | <b>9</b>        | <b>12</b>               | <b>O.V.&amp;A.C.</b> | <b>NOV. 2016</b> |  |

- inserimento di catene metalliche sommitali in corrispondenza delle catene delle capriate della torretta e raddoppio del tavolato dei due solai del 3° e 4° piano con relativo collegamento perimetrale alla muratura, al fine di evitare il cinematismo di ribaltamento delle murature perimetrali sulla copertura e la corte interna sottostante. Anche in questo caso le piastre delle catene saranno posizionate in nicchia, mentre il fissaggio perimetrale del tavolato verrà realizzato con un profilo ad L tassellato alla muratura con barre filettate M12 in foro con ancorante chimico a passo 25 cm.



- Inserimento di reticolare di piano/falda a livello delle catene delle capriate di copertura, al fine di evitare il manifestarsi del cinematismo di ribaltamento delle pareti. Le reticolari di piano saranno realizzate con profili UPN 200 perimetrali, tassellati alla muratura con barre filettate M12 in foro con ancorante chimico e affiancati alle catene delle capriate collegati reciprocamente da barre M16 passanti attraverso le travi lignee. Verranno inseriti doppi UPN 100 come rompitratta e catene  $\Phi 20$  come tiranti. Allo stesso modo, le reticolari di falda verranno realizzate con profili UPN 220 e rompitratta UPN120.

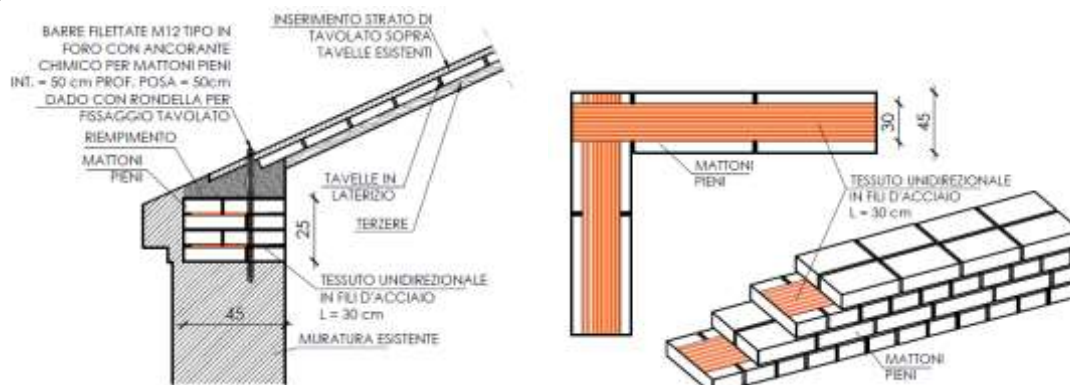


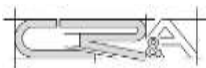
|                                                                                                                                          |          |                                                                                                  |                 |                         |                      |                  |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------|----------------------|------------------|--|
| <br>Colombi Roversi & Associati<br>Studio di Ingegneria | Comune   | <b>FERRARA</b>                                                                                   | Comm. n°        | Revisioni               |                      |                  |  |
|                                                                                                                                          |          | <b>PALAZZO ARCIVESCOVILE</b>                                                                     | <b>CRA14001</b> | 0                       |                      |                  |  |
|                                                                                                                                          | Progetto | <b>RIPARAZIONE E RAFFORZAMENTO<br/>LOCALE STRUTTURALE POST SISMA<br/><br/>PROGETTO ESECUTIVO</b> | Doc. n°         | <b>CRA14001-R GEN S</b> |                      |                  |  |
| <b>RELAZIONE CON ILLUSTRAZIONE DEI PRINCIPALI INTERVENTI<br/>STRUTTURALI CON SPECIFICHE TECNICHE RELATIVE</b>                            |          |                                                                                                  | Fg.             | Di                      | Compilato            | Data             |  |
|                                                                                                                                          |          |                                                                                                  | <b>10</b>       | <b>12</b>               | <b>O.V.&amp;A.C.</b> | <b>NOV. 2016</b> |  |

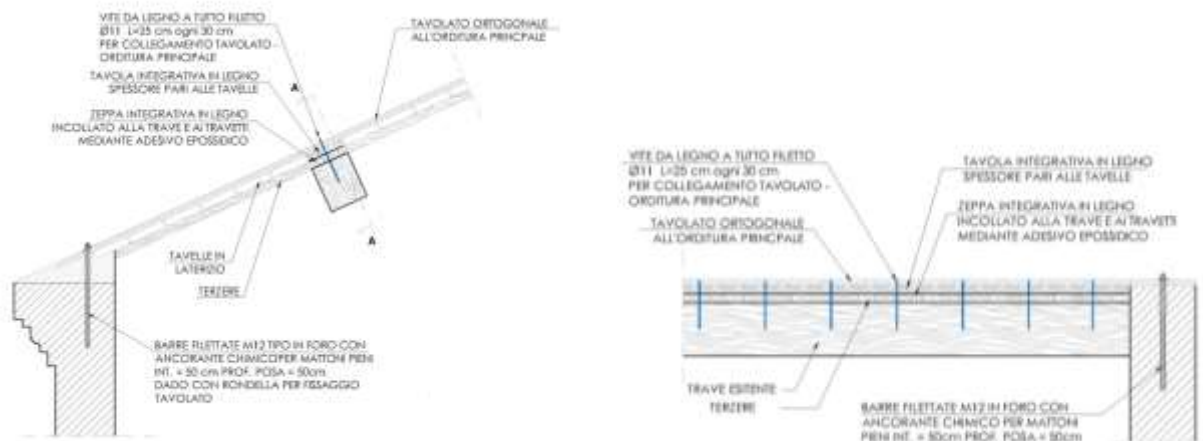
La scelta di unire gli UPN 200/220 con barre passanti anziché saldare piatti metallici attorno la catena, è stata dettata in primo luogo dalla diversità dei profili lignei esistenti, i quali hanno andamento della dimensione in sezione non costante. Se si fosse scelto di non forare l'orditura lignea ed usare i piatti metalli ci esterni, si sarebbe avuta la necessità di utilizzare profili metallici molto più grandi rispetto a quelli scelti (con conseguente aumento del costo dell'intervento). Inoltre in alcuni punti non sarebbe possibile inserire i piatti di collegamento degli UPN all'intradosso delle catene, per carenza di spazio tra catena e volta.

- Nelle zone di sottotetto in cui non è possibile realizzare le reticolari metalliche, è previsto l'inserimento di un secondo strato di tavolato, sopra quello esistente, collegato perimetralmente alle pareti in muratura con tasselli M12 a passo 30 cm in foro con ancorante chimico, al fine di trattenere il ribaltamento delle pareti stesse ed uniformare il più possibile l'intervento nell'unità strutturale in oggetto;
- Realizzazione di cordolo in muratura armata lungo il perimetro dei tre ambienti centrali dell'unità strutturale e contestuale inserimento di uno strato di tavolato sopra le tavelle esistenti collegato al cordolo armato con barre  $\Phi 12$  infisse verticalmente nella muratura a passo 50 cm in foro con ancorante chimico. Questo intervento serve a garantire un comportamento scatolare del nucleo centrale della struttura e ad evitare l'instaurarsi del cinematisimo di ribaltamento delle pareti perimetrali; tale intervento è anche funzionale all'uniformazione in copertura degli altri interventi, ovvero reticolari metalliche e raddoppio del tavolato.

Il cordolo armato verrà realizzato ricostruendo quattro corsi di mattoni in sommità alle pareti interessate dall'intervento, e interponendo nei giunti di malta un tessuto unidirezionale in fili d'acciaio ad alta resistenza. Per quanto riguarda l'inserimento del tavolato, questo verrà posto al di sopra delle tavelle esistenti e fissato all'orditura principale del coperto a mezzo di viti da legno  $\Phi 11$  lunghe 25 cm a passo 30 cm.



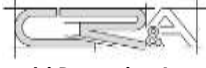
|                                                                                                                                          |          |                                                                                                  |                 |                         |                      |                  |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------|----------------------|------------------|--|
| <br>Colombi Roversi & Associati<br>Studio di Ingegneria | Comune   | <b>FERRARA</b>                                                                                   | Comm. n°        | Revisioni               |                      |                  |  |
|                                                                                                                                          |          | <b>PALAZZO ARCIVESCOVILE</b>                                                                     | <b>CRA14001</b> | 0                       |                      |                  |  |
|                                                                                                                                          | Progetto | <b>RIPARAZIONE E RAFFORZAMENTO<br/>LOCALE STRUTTURALE POST SISMA<br/><br/>PROGETTO ESECUTIVO</b> | Doc. n°         | <b>CRA14001-R GEN S</b> |                      |                  |  |
| <b>RELAZIONE CON ILLUSTRAZIONE DEI PRINCIPALI INTERVENTI<br/>STRUTTURALI CON SPECIFICHE TECNICHE RELATIVE</b>                            |          |                                                                                                  | Fg.             | Di                      | Compilato            | Data             |  |
|                                                                                                                                          |          |                                                                                                  | <b>11</b>       | <b>12</b>               | <b>O.V.&amp;A.C.</b> | <b>NOV. 2016</b> |  |



- A seguito del diffuso e grave quadro di danneggiamento manifestatosi sulle volte in muratura di mattoni in foglio, e data la dimensione estesa delle volte stesse, si è ritenuto opportuno prevedere un intervento consolidamento e rinforzo delle volte in muratura del piano secondo con lamine in FRP incollate con resine epossidiche;
- Consolidamento estradossale delle volte in canna e gesso;
- Solidarizzazione delle travi principali del coperto mediante barre filettate e resine epossidiche o viti da legno e consolidamento dei nodi delle capriate;
- Sostituzione di alcuni elementi lignei dell'orditura del coperto;
- Rimaneggiamento del manto di copertura.

## Unità strutturale 2

- Interventi di riparazione delle lesioni mediante le tecniche di scuci-cuci, iniezione delle lesioni con colli di miscela legante, riparazione delle lesioni con inserimento di cuneo in ferro e malta anti-ritiro e ristilatura dei giunti;
- Consolidamento estradossale delle volte in arella;
- Solidarizzazione delle travi principali del coperto mediante barre filettate e resine epossidiche o viti da legno e consolidamento dei nodi delle capriate;
- Sostituzione di alcuni elementi lignei dell'orditura del coperto;
- Inserimento di catene in copertura, al fine di evitare il possibile instaurarsi di cinematismi di ribaltamento;
- Rimaneggiamento del manto di copertura.

|                                                                                                                                                            |          |                                                                                                  |                                        |           |                      |                  |  |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-----------|----------------------|------------------|--|--|
| <br><b>Colombi Roversi &amp; Associati</b><br><b>Studio di Ingegneria</b> | Comune   | <b>FERRARA</b>                                                                                   | Comm. n°                               |           | Revisioni            |                  |  |  |
|                                                                                                                                                            |          | <b>PALAZZO ARCIVESCOVILE</b>                                                                     | <b>CRA14001</b>                        |           | 0                    |                  |  |  |
|                                                                                                                                                            | Progetto | <b>RIPARAZIONE E RAFFORZAMENTO<br/>LOCALE STRUTTURALE POST SISMA<br/><br/>PROGETTO ESECUTIVO</b> | Doc. n°<br><br><b>CRA14001-R GEN S</b> |           |                      |                  |  |  |
| <b>RELAZIONE CON ILLUSTRAZIONE DEI PRINCIPALI INTERVENTI<br/>STRUTTURALI CON SPECIFICHE TECNICHE RELATIVE</b>                                              |          |                                                                                                  | Fg.                                    | Di        | Compilato            | Data             |  |  |
|                                                                                                                                                            |          |                                                                                                  | <b>12</b>                              | <b>12</b> | <b>O.V.&amp;A.C.</b> | <b>NOV. 2016</b> |  |  |

### Unità strutturale 3

- Interventi di riparazione delle lesioni mediante le tecniche di scuci-cuci, iniezione delle lesioni con colli di miscela legante, riparazione delle lesioni con inserimento di cuneo in ferro e malta anti-ritiro e ristilatura dei giunti;
- Demolizione di controsoffitti in arella gravemente lesionati;
- Rinforzo anti-sfondellamento di solaio in latero cemento.