



**COMUNE DI FANO**  
**PROVINCIA DI PESARO E URBINO**



**ISTITUTO COMPRENSIVO  
"MATTEO NUTI"**

**PROGETTO  
ESECUTIVO**



**STUDIO DI INGEGNERIA  
SCIAMANNA**

**DOTT. ING. SERGIO SCIAMANNA**

**VIA LAGO TRASIMENO N° 6 - 61045 PERGOLA PU**

TEL / FAX: 0721 736763 E-MAIL: [sciamanna@tin.it](mailto:sciamanna@tin.it)  
CELL: +39 335 5622292 Pec: [sergio.sciamanna@ingpec.eu](mailto:sergio.sciamanna@ingpec.eu)  
P.IVA: 00995720414 [www.studioingegneriasciamanna.it](http://www.studioingegneriasciamanna.it)

**IL TECNICO**  
Dott. Ing. Sergio Sciamanna

Oggetto:

**PROGETTO DI ADEGUAMENTO SISMICO  
DELL'ISTITUTO COMPRENSIVO "MATTEO NUTI" DI FANO  
IN VIA REDIPUGLIA N.5**

Elaborato:

**Progetto strutturale:  
- Particolari costruttivi.**

**S18**

Febbraio 2017

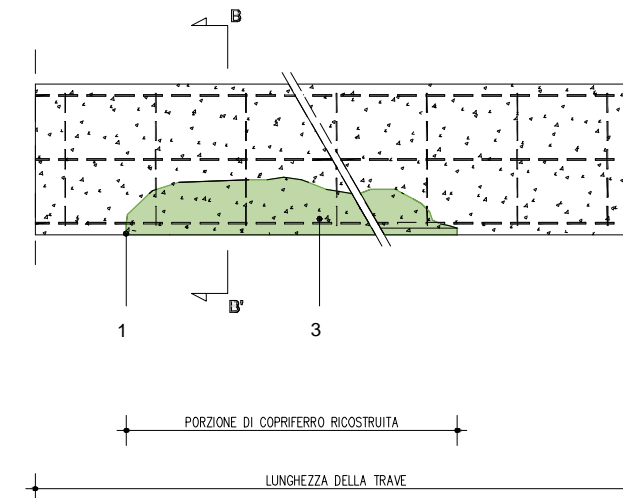
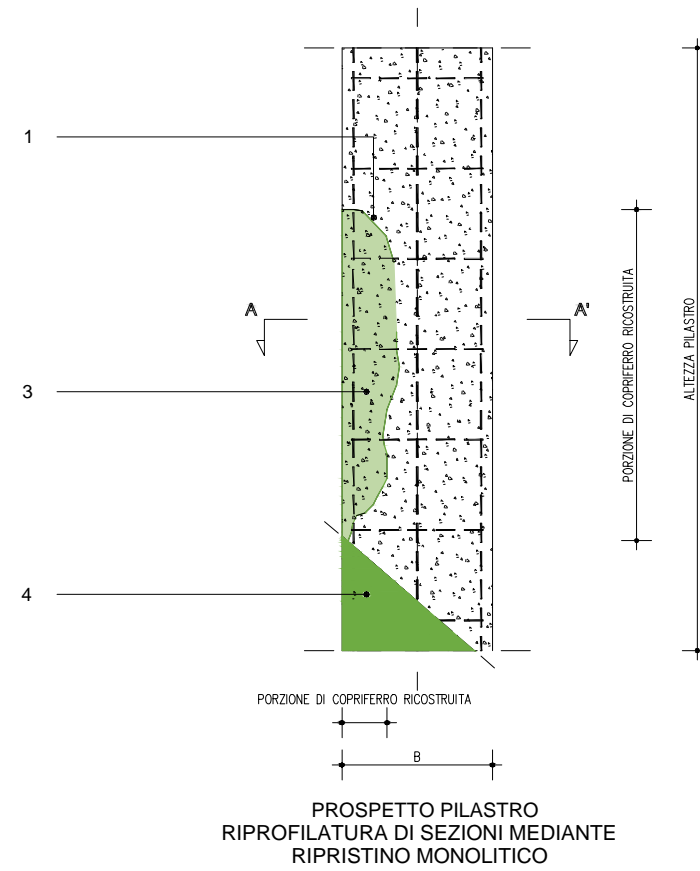
# LAVORAZIONE: AN2

Riprofilatura mediante ripristino monolitico di sezioni in C.A. con trattamento delle armature con malta minerale strutturale tixotropica certificata EN 1504.

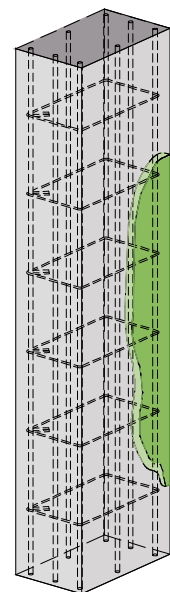
- PREPARAZIONE DEL SUBSTRATO:** irruvidire il substrato in calcestruzzo (asperità di almeno 5 mm) mediante scarifica meccanica o idrodemolizione. Asportazione in profondità dell'eventuale calcestruzzo ammalorato fino al raggiungimento dello strato di calcestruzzo con caratteristiche di buona solidità e comunque non carbonatato. Rimozione della ruggine dai ferri d'armatura mediante spazzolatura (manuale o meccanica) o sabbiatura. Pulizia del substrato per eliminare qualsiasi residuo di polvere, grasso, oli e altre sostanze contaminanti con aria compressa o idropulitrice. Bagnatura a rifiuto fino ad ottenere un substrato saturo, ma privo di acqua liquida in superficie.
- ARMATURA INTEGRATIVA:** eventuale inserimento di adeguata armatura integrativa, sia longitudinale che di contenimento trasversale, opportunamente calcolata e verificata da tecnico professionista abilitato. Le armature dovranno essere ancorate al supporto esistente, opportunamente distanziate dal supporto e si dovrà garantire un copriferro adeguato in funzione della classe di esposizione.
- RIPROFILATURA/RIPRISTINO MONOLITICO DEL COPRIFERRO E TRATTAMENTO DEI FERRI DI ARMATURA:** applicazione della malta minerale strutturale tixotropica, utilizzata sia per la protezione dei ferri, che per il ripristino volumetrico del calcestruzzo mancante, che per la rasatura finale. La ricostruzione del calcestruzzo può avvenire manualmente (a cazzuola) o mediante idonea macchina spruzzatrice, su fondo saturo ma privo di acqua liquida in superficie, nel rispetto delle corrette tecniche applicative.
- PROTEZIONE E DECORAZIONE:** protezione e decorazione delle superfici mediante idropittura (dopo 5 ore).



ESEMPIO RENDERIZZATO



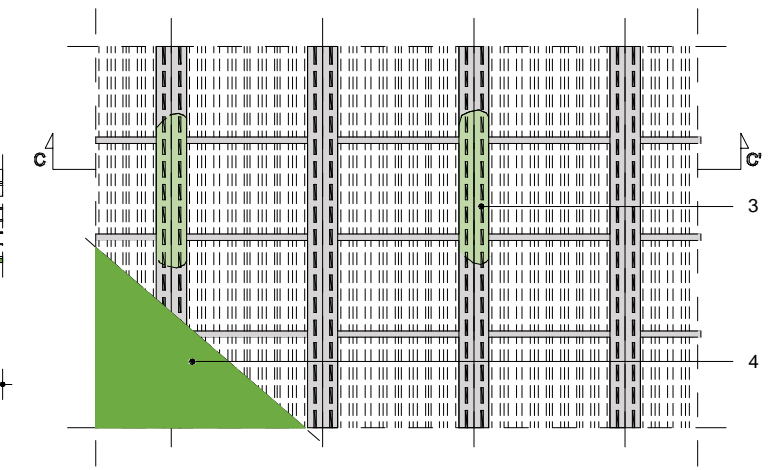
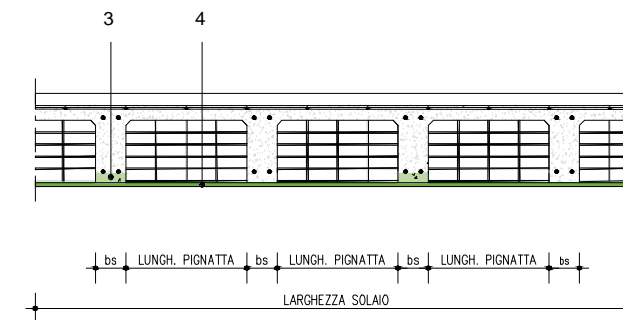
0 m 0,25 m 0,5 m 1 m



ASSONOMETRIA  
RIPRISTINO DEL COPRIFERRO DEL PILASTRO



0 m 0,25 m 0,5 m 1 m



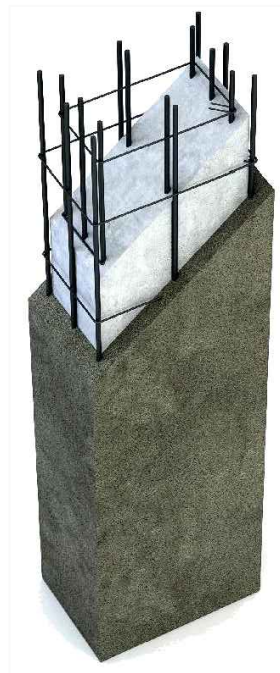
Per riporti a spessore su superfici estese si richiede l'applicazione di un'armatura (rete elettrosaldata o tondino) ancorata al supporto mediante tassellatura.  
Porre attenzione affinché la geomalta riempia tutte le cavità e inglobi perfettamente i ferri di armatura. Curare la stagionatura umida delle superfici per almeno 24 ore.  
Qualora necessario, prevedere armatura longitudinale e trasversale integrativa, che va opportunamente calcolata e verificata dal tecnico progettista.  
Le barre di armatura dovranno essere opportunamente distanziate dal supporto e si dovrà garantire un copriferro minimo di 10 mm e comunque dimensionato a seconda della classe di esposizione.

Il D.M. 14.01.2008 stabilisce univocamente i criteri generali di progettazione, di esecuzione e di collaudo degli interventi di ripristino che attengono alle costruzioni esistenti (Capitolo 8); in particolare, richiede che gli interventi sulle costruzioni esistenti devono essere effettuati ricorrendo all'impiego di "Materiali e prodotti per uso strutturale" le cui proprietà vengono stabilite nel Capitolo 11. In accordo con quanto contenuto in suddetto capitolo, i materiali per il ripristino di strutture esistenti in calcestruzzo devono essere identificati e qualificati secondo la serie di Norme EN 1504. Pertanto, la ricostruzione volumetrica per il ripristino del copriferro del calcestruzzo armato avverrà mediante applicazione di malta premiscelata tixotropica, strutturale di Classe R4 in accordo alla EN 1504 - 3 ("Riparazione strutturale e non strutturale"), per applicazione a spruzzo o manuale, nello spessore massimo di 35-40 mm (spessori superiori dovranno essere eseguiti in più strati). Il prodotto deve essere inoltre rispondente ai principi definiti dalla EN 1504 - 9 ("Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture in calcestruzzo: definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità. Principi generali per l'uso dei prodotti e dei sistemi").

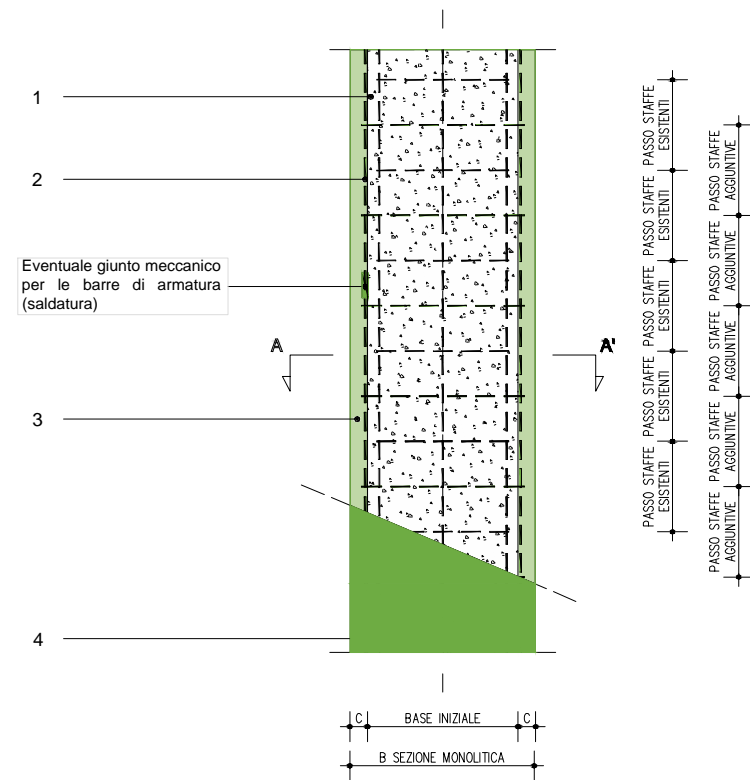
# LAVORAZIONE: AN3

Rinforzo mediante ricostruzione volumetrica monolitica, con aumento di sezione e armatura integrativa con getto collaborante di malta minerale strutturale colabile certificata EN 1504

- PREPARAZIONE DEL SUBSTRATO:** irruvidimento del substrato in calcestruzzo (asperità di almeno 5 mm) mediante scarifica meccanica o idrodemolizione, provvedendo all'asportazione in profondità dell'eventuale calcestruzzo ammalorato fino al raggiungimento dello strato di calcestruzzo con caratteristiche di buona solidità, omogeneità e comunque non carbonatato. Rimozione della ruggine dai ferri d'armatura mediante spazzolatura (manuale o meccanica) o sabbatura. Pulizia del substrato per eliminare qualsiasi residuo di polvere, grasso, oli e altre sostanze contaminanti, con aria compressa o idropulitrice. Bagnatura a rifiuto fino ad ottenere un substrato saturo, ma privo di acqua liquida in superficie. Per riporti a spessore su superfici estese si richiede l'applicazione di un'armatura metallica di contrasto ancorata al supporto mediante tassellatura.
- ARMATURA INTEGRATIVA:** inserimento di una adeguata armatura integrativa, sia longitudinale che di contenimento trasversale e di contrasto, opportunamente calcolata e verificata da tecnico professionista abilitato. Le armature dovranno essere ancorate al supporto esistente, opportunamente distanziate dal supporto e si dovrà garantire un copriferro adeguato in funzione della classe di esposizione.
- RICOSTRUZIONE VOLUMETRICA MONOLITICA CON GETTO COLLABORANTE E TRATTAMENTO DEI FERRI DI ARMATURA:** applicazione di malta minerale premiscelata strutturale per collaggio (a mano o mediante pompa) in casseri sigillati e trattati con disarante, favorendo la fuoriuscita dell'aria, in spessori non inferiori a 10 mm, nel rispetto delle corrette tecniche applicative. Per spessori importanti, confezionare un betoncino aggiungendo del ghiaietto lavato e selezionato in curva granulometrica 6-10 mm (conforme alla en 12620) nella misura del 30% sul peso della suddetta malta. Curare la stagionatura umida delle superfici nelle prime 24 ore.
- PROTEZIONE E DECORAZIONE:** protezione e decorazione delle superfici mediante idropittura.

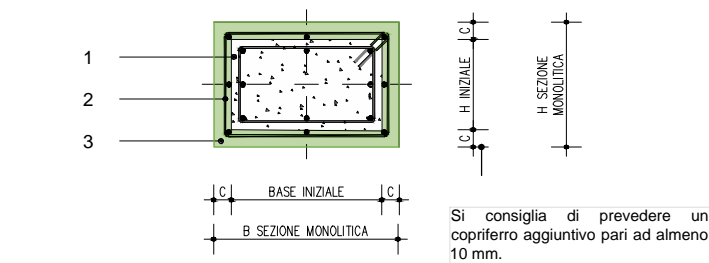


ESEMPIO RENDERIZZATO

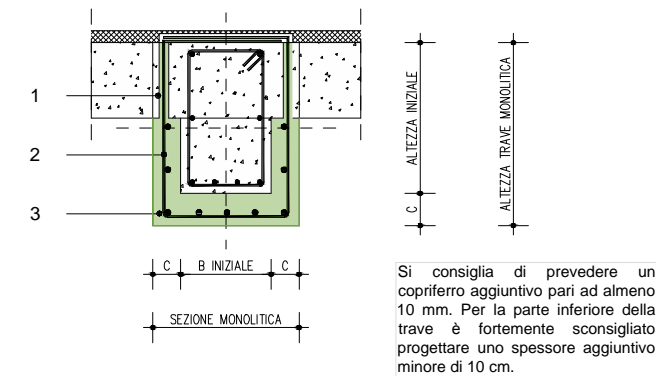


PROSPETTO PILASTRO  
RINFORZO MEDIANTE RICOSTRUZIONE VOLUMETRICA  
MONOLITICA DELLA SEZIONE DEL PILASTRO CON MALTA MINERALE

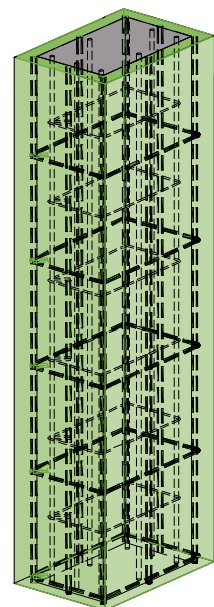
0 m 0,25 m 0,5 m 1 m



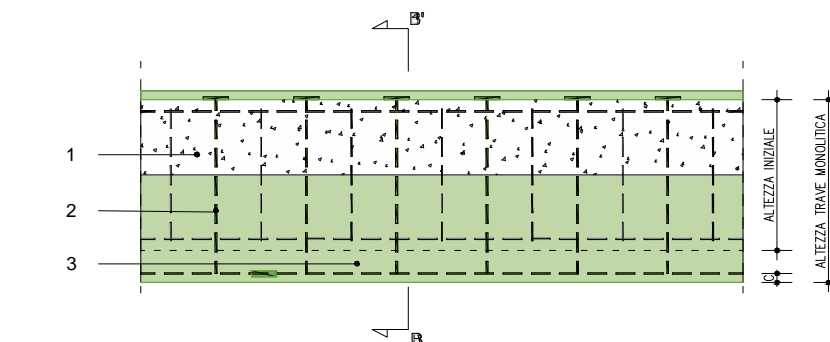
SEZIONE A-A'  
RINFORZO MEDIANTE RICOSTRUZIONE VOLUMETRICA  
MONOLITICA DELLA SEZIONE DEL PILASTRO CON MALTA MINERALE



SEZIONE B-B'  
RINFORZO MEDIANTE RICOSTRUZIONE VOLUMETRICA  
MONOLITICA DELLA SEZIONE DELLA TRAVE CON MALTA MINERALE



ASSONOMETRIA  
RINGROSSO DELLA SEZIONE DEL PILASTRO



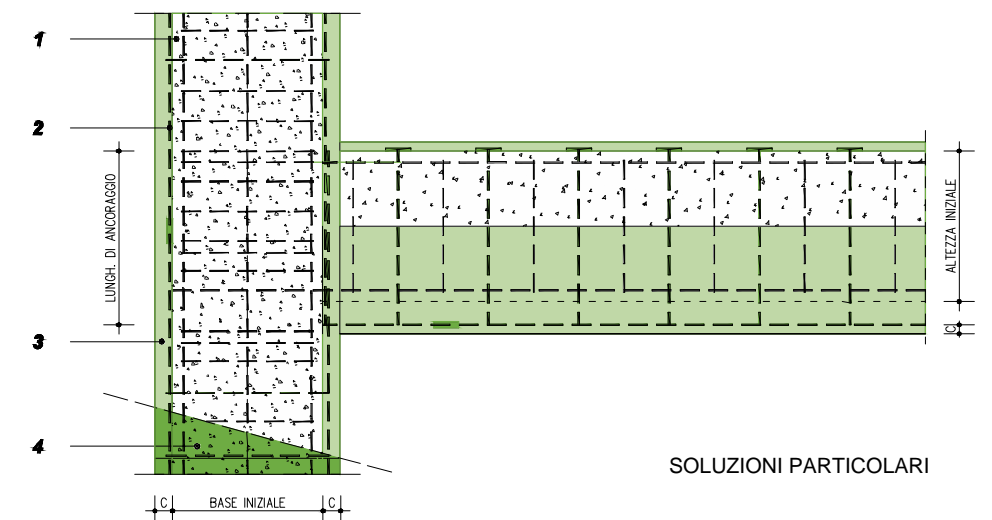
PROSPETTO TRAVE  
RINFORZO MEDIANTE RICOSTRUZIONE VOLUMETRICA  
MONOLITICA DELLA SEZIONE DEL PILASTRO CON MALTA MINERALE

0 m 0,25 m 0,5 m 1 m

L'armatura longitudinale e trasversale integrativa va opportunamente calcolata e verificata dal tecnico progettista, ponendo attenzione a distanziarle adeguatamente dal supporto.

Nel caso che la camicia collaborante non avvolga completamente l'elemento, è necessario mettere a nudo le armature nelle facce non incamiciate, e collegare a queste ultime le armature delle facce incamiciate. (Circolare 617/2009 Istruzione per l'applicazione delle Norme Tecniche §C8A.7.1)  
Lo spessore delle camicie deve essere tale da consentire il posizionamento di armature longitudinali e trasversali con un copriferro adeguato. (Circolare 617/2009 Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche §C8A.7.1)

Durante la messa in opera è consigliabile accertarsi che il nuovo getto non presenti vuoti che potrebbero compromettere l'intervento di rinforzo.



SOLUZIONI PARTICOLARI

Ai pilastri o pareti possono essere applicate camicie in c.a. per conseguire tutti o alcuni dei seguenti obiettivi:

- aumento della capacità portante verticale;
- aumento della resistenza a flessione/taglio;
- aumento della capacità deformativa;
- miglioramento dell'efficienza delle giunzioni per sovrapposizione;

[...]

Ai fini della valutazione della resistenza e della deformabilità di elementi incamiciati sono accettabili le seguenti ipotesi semplificative:

- l'elemento incamiciato si comporta monoliticamente, con piena aderenza tra il calcestruzzo vecchio e nuovo;
  - si trascura il fatto che il carico assiale è applicato alla sola porzione preesistente dell'elemento, e si considera che esso agisca sull'intera sezione incamiciata;
  - le proprietà meccaniche del calcestruzzo della camicia si considerano estese all'intera sezione se le differenze tra i due materiali non sono eccessive.
- (Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008)



# LAVORAZIONE: AN5

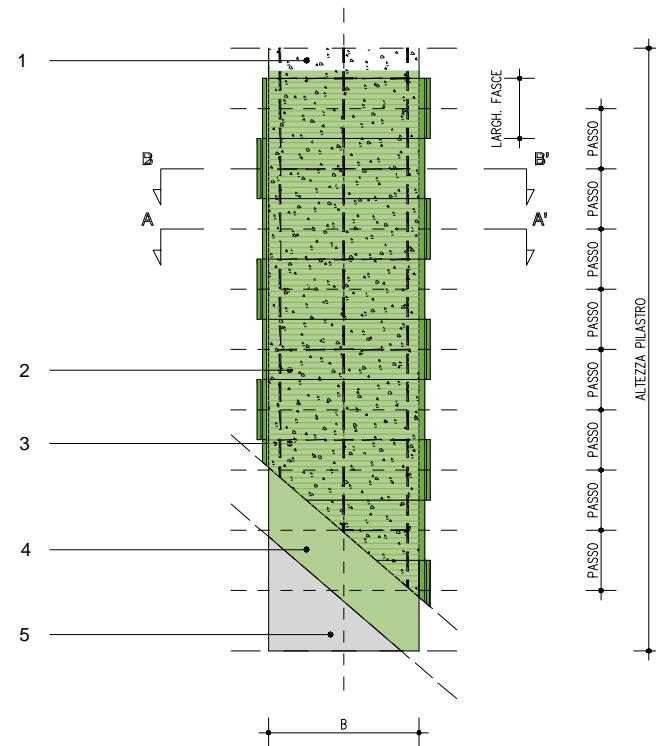
Rinforzo di pilastri mediante placcaggio di confinamento con tessuti in fibra di acciaio galvanizzato UHTSS con malta minerale strutturale premiscelata tixotropica certificata EN 1504.

- PREPARAZIONE DEL SUBSTRATO: eventuale rimozione in profondità di calcestruzzo ammalorato (asperità di almeno 5 mm). Eventuale rimozione di ruggine dai ferri d'armatura. Pulizia del substrato da residui di polvere, grasso, oli e altre sostanze contaminanti. Bagnare il supporto fino a che sia saturo, ma privo di acqua in superficie.
  - Dopo aver accertato la qualità del substrato ed aver eventualmente provveduto al ripristino del calcestruzzo ammalorato ed al trattamento delle barre metalliche, può essere opportuno ricorrere ad un ulteriore provvedimento di sabbatura a carico della superficie interessata dal rinforzo. [...]
  - Nel caso in cui si operi su una superficie di calcestruzzo che non necessiti di ripristino, ma che sia di qualità scadente, è opportuno valutare la possibilità di applicare su di essa un consolidante.
  - [...] In generale, è necessario verificare che sulla superficie di applicazione del rinforzo non siano presenti polveri, grassi, idrocarburi e tensioattivi. (CNR - DT 200 R1/2012 § 4.8.1.3.)
- STESURA SUL SUPPORTO DI UNO SPESSORE MINIMO DI 3-5 MM DI MALTA PREMISCELATA STRUTTURALE TIXOTROPICA, PER INGLOBARE IL TESSUTO DI RINFORZO.
- TESSUTO DI RINFORZO IN FIBRA DI ACCIAIO GALVANIZZATO DISPOSTO IN FASCE PARALLELE PERPENDICOLARI ALL'ASSE DELL'ELEMENTO.
 

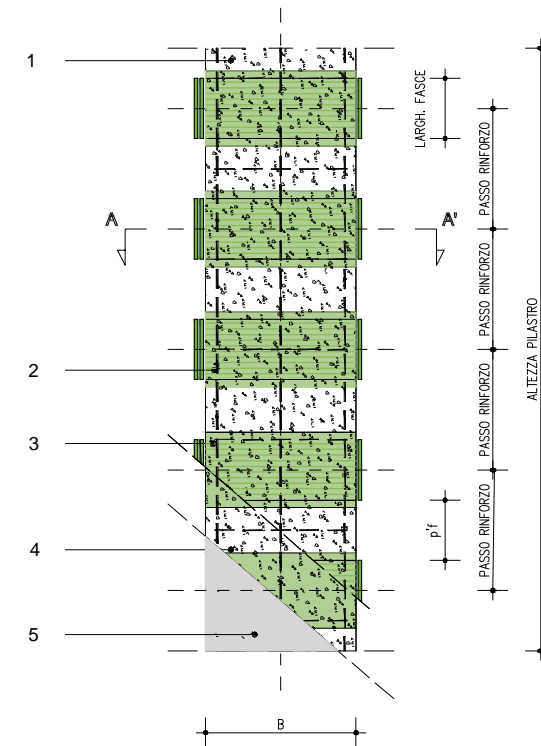
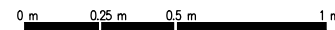
Per ottenere un efficace confinamento è buona norma disporre le fibre del composito in direzione perpendicolare all'asse dell'elemento.  
Nel caso di disposizione ad elica, l'efficacia del confinamento va opportunamente valutata (CNR - DT 200 R1/2012 § 4.5.2.)  
Nel caso di fasciatura discontinua è opportuno che la distanza netta fra le strisce rispetti la limitazione  $p'f \leq d_{min} / 2$  (CNR - DT 200 R1/2012 § 4.5.2.1.)
- RASATURA FINALE PROTETTIVA CON LA MALTA SUDDETTA PER UNO SPESSORE DI 2-3 mm PER INGLOBARE IL RINFORZO E CHIUDERE EVENTUALI VUOTI.
- EVENTUALE INTONACO DA DEMOLIRE E RICOSTRUIRE DOPO L'INTERVENTO DI RINFORZO.



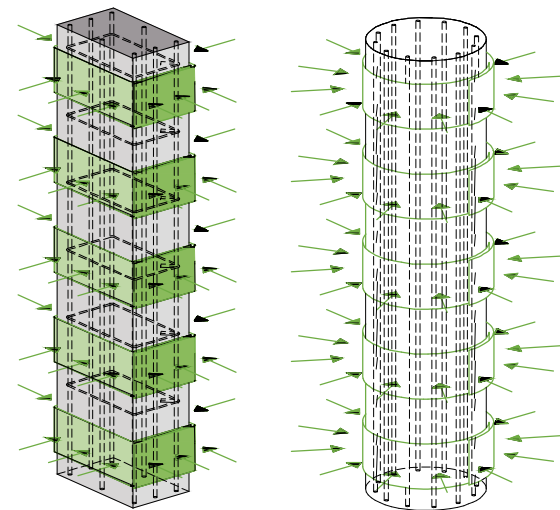
ESEMPIO RENDERIZZATO



PROSPETTO  
CONFINAMENTO DEL PILASTRO MEDIANTE FASCIATURA CONTINUA CON FIBRA DI RINFORZO IN ACCIAIO GALVANIZZATO



PROSPETTO  
CONFINAMENTO DEL PILASTRO MEDIANTE FASCIATURA DISCONTINUA CON FIBRA DI RINFORZO IN ACCIAIO GALVANIZZATO



VISTA ASSONOMETRICA  
CONFINAMENTO DEL PILASTRO

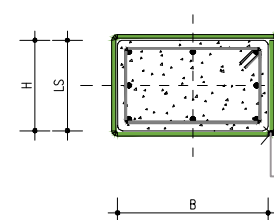
Il confinamento con FRP di elementi a sezione quadrata o rettangolare produce incrementi solo marginali della resistenza a compressione. Ne consegue che applicazioni di questo genere devono essere attentamente vagliate ed analizzate.

[...] si può ritenere, con buona approssimazione, che l'area di calcestruzzo effettivamente confinata sia solo un'aliquota di quella complessiva. La motivazione di tale comportamento è da attribuirsi all'"effetto arco" che si manifesta all'interno della sezione; tale effetto dipende dal valore del raggio di arrotondamento degli spigoli,  $r_c$  (§4.8.2.2.).

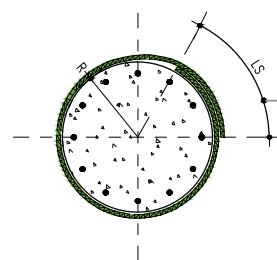
[...] In assenza di adeguate prove sperimentali, che ne comprovino al contrario l'efficacia, non va considerato l'effetto del confinamento su sezioni rettangolari per le quali  $b/h > 2$ , ovvero  $\max(b, h) > 900$  mm. (CNR - DT 200 R1/2012 § 4.5.2.1.2.)

L'intervento di confinamento con FRP risulta particolarmente efficace se adottato su elementi a sezione circolare soggetti a compressione centrata o con piccola eccentricità.

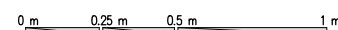
In presenza di fibre disposte in direzione trasversale all'asse longitudinale dell'elemento, il sistema di rinforzo induce sulla superficie di contatto una pressione laterale pressoché uniforme, che si oppone all'espansione radiale dell'elemento compresso. (CNR - DT 200 R1/2012 § 4.5.2.1.1.)



SEZIONE RETTANGOLARE A-A'  
CONFINAMENTO DEL PILASTRO MEDIANTE FASCIATURA CONTINUA O DISCONTINUA

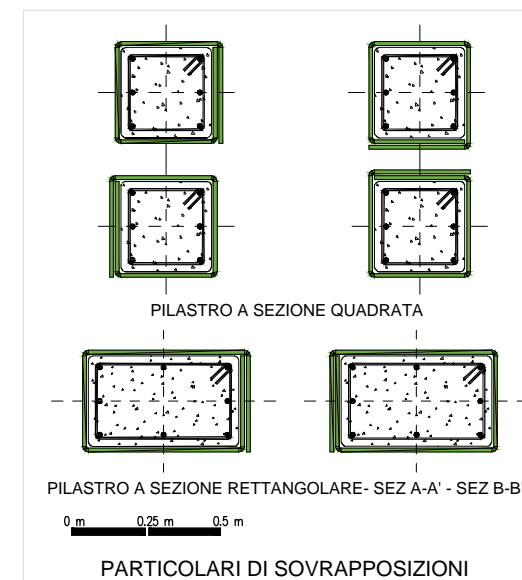


SEZIONE CIRCOLARE A-A'  
CONFINAMENTO DEL PILASTRO MEDIANTE FASCIATURA CONTINUA O DISCONTINUA



Negli interventi di rinforzo a taglio, torsione e confinamento è opportuno procedere ad un preventivo arrotondamento degli spigoli degli elementi rinforzati, allo scopo di evitare pericolose concentrazioni di tensione ivi localizzate, che potrebbero provocare una rottura prematura del composito. Il raggio di curvatura, dell'arrotondamento deve essere almeno pari a 20 mm. (CNR - DT 200 R1/2012 § 4.8.2.2.)

Deve essere prevista una lunghezza di ancoraggio almeno pari a 200 mm. In alternativa, è possibile l'impiego di connettori meccanici. (CNR - DT 200 R1/2012 § 4.8.2.2.)



Un adeguato confinamento degli elementi di c.a. può determinare un miglioramento delle prestazioni dell'elemento strutturale, consentendo di incrementare:

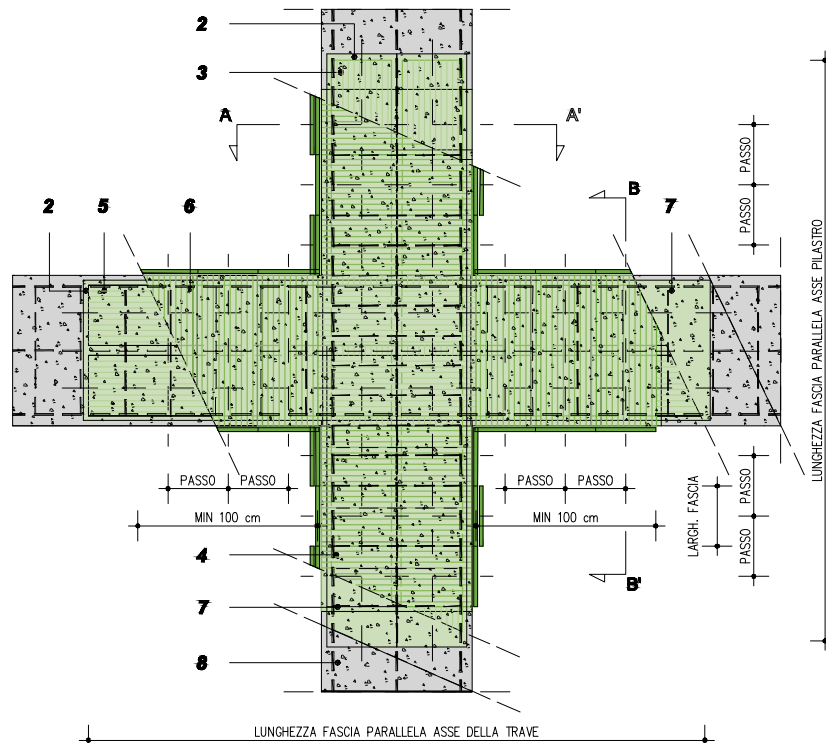
- la resistenza ultima e la corrispondente deformazione ultima di elementi sollecitati da sforzo normale centrato o con piccola eccentricità;
- la duttilità e, congiuntamente all'impiego di rinforzi longitudinali (§ 4.2.2.4 e Appendice F), la resistenza ultima di elementi pressoinflessi.

(2) Il confinamento di elementi di c.a. può essere realizzato con tessuti o lamine di FRP disposti sul contorno in modo da costituire una fasciatura esterna continua o discontinua.

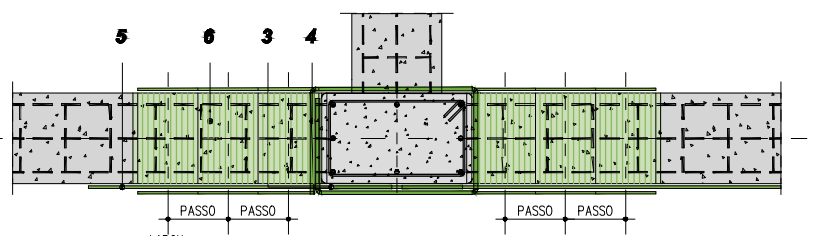
(3)P L'incremento della resistenza a compressione e della corrispondente deformazione ultima del calcestruzzo confinato con FRP dipendono dalla pressione di confinamento applicata. Quest'ultima è funzione della rigidità del sistema di rinforzo e della forma della sezione trasversale dell'elemento confinato.

[...] (5)P Un sistema confinante realizzato con FRP (elastico fino a rottura), a differenza di uno realizzato con acciaio (elasto-plastico), esercita una pressione laterale strettamente crescente all'aumentare della dilatazione trasversale dell'elemento confinato. (CNR - DT 200 R1/2012 § 4.5.1.)

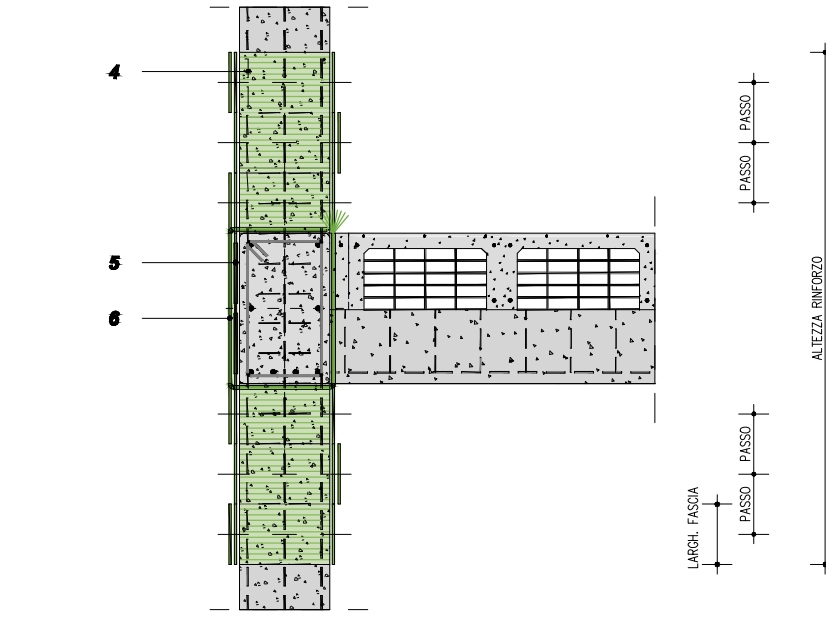




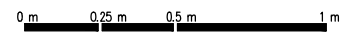
PROSPETTO  
RINFORZO DEL NODO TRAVE PILASTRO A TRE VIE (DI FACCIATA)  
MEDIANTE TESSUTO DI RINFORZO IN ACCIAIO GALVANIZZATO



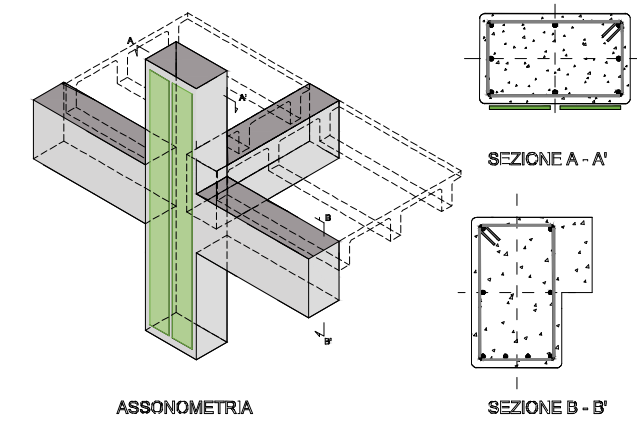
SEZIONE A-A'  
RINFORZO DEL NODO TRAVE PILASTRO A TRE VIE (DI FACCIATA)  
MEDIANTE TESSUTO DI RINFORZO IN ACCIAIO GALVANIZZATO



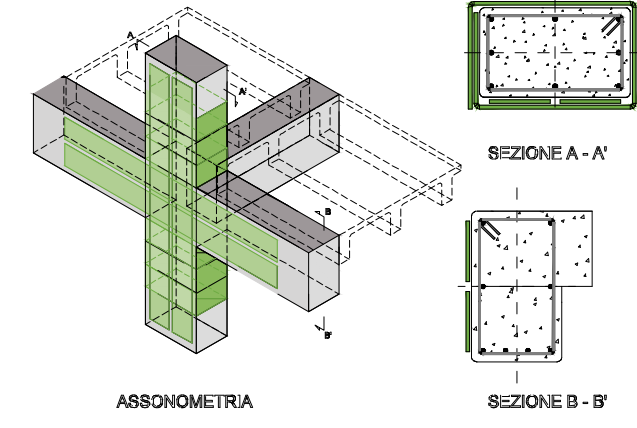
SEZIONE B-B'  
RINFORZO DEL NODO TRAVE PILASTRO A TRE VIE (DI FACCIATA)  
MEDIANTE TESSUTO DI RINFORZO IN ACCIAIO GALVANIZZATO



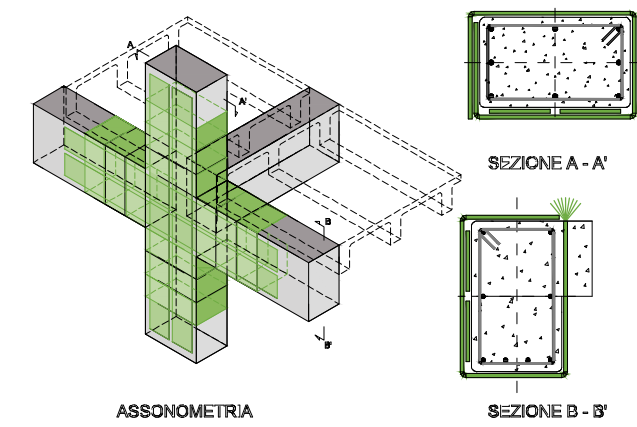
**FASE I: RINFORZO A FLESSIONE DEL PILASTRO**



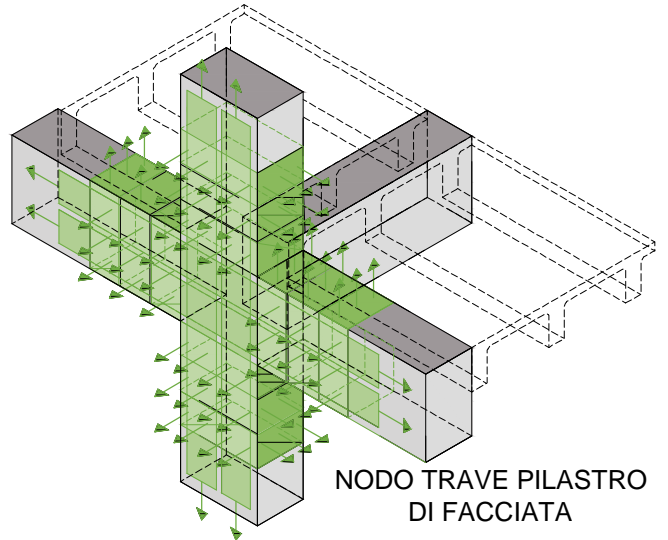
**FASE II: RINFORZO LONGITUDINALE DELLA TRAVE E CONFINAMENTO DEL PILASTRO**



**FASE III: RINFORZO A TAGLIO DELLA TRAVE**

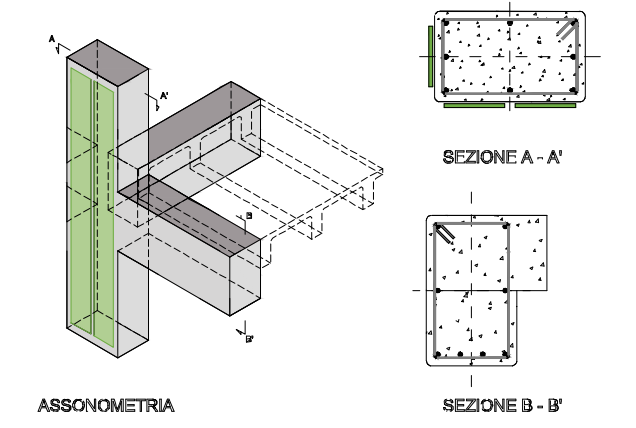


RINFORZO DI NODO A TRE VIE

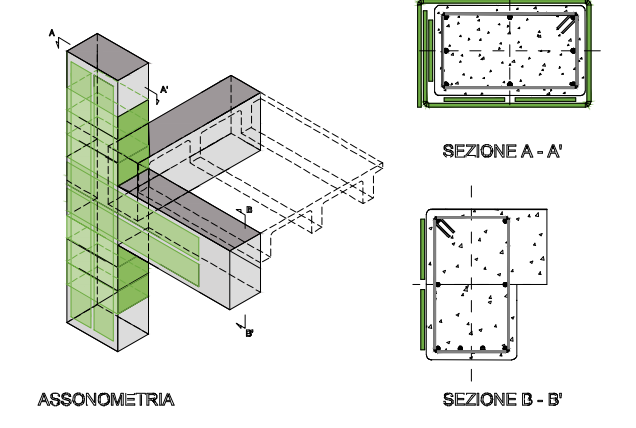


NODO TRAVE PILASTRO  
DI FACCIATA

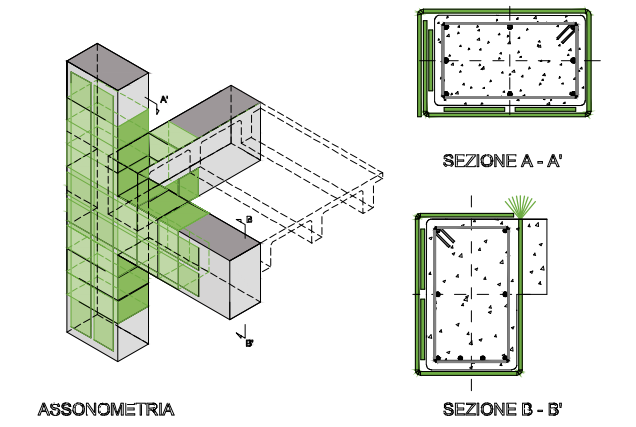
**FASE I: RINFORZO A FLESSIONE DEL PILASTRO**



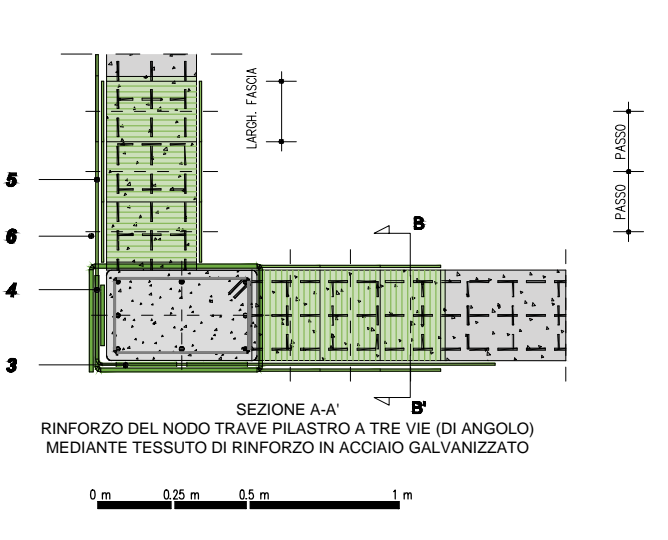
**FASE II: RINFORZO LONGITUDINALE DELLA TRAVE E CONFINAMENTO DEL PILASTRO**



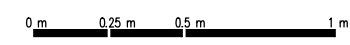
**FASE III: RINFORZO A TAGLIO DELLA TRAVE**



RINFORZO DEL NODO TRAVE PILASTRO A TRE VIE (DI ANGOLO)



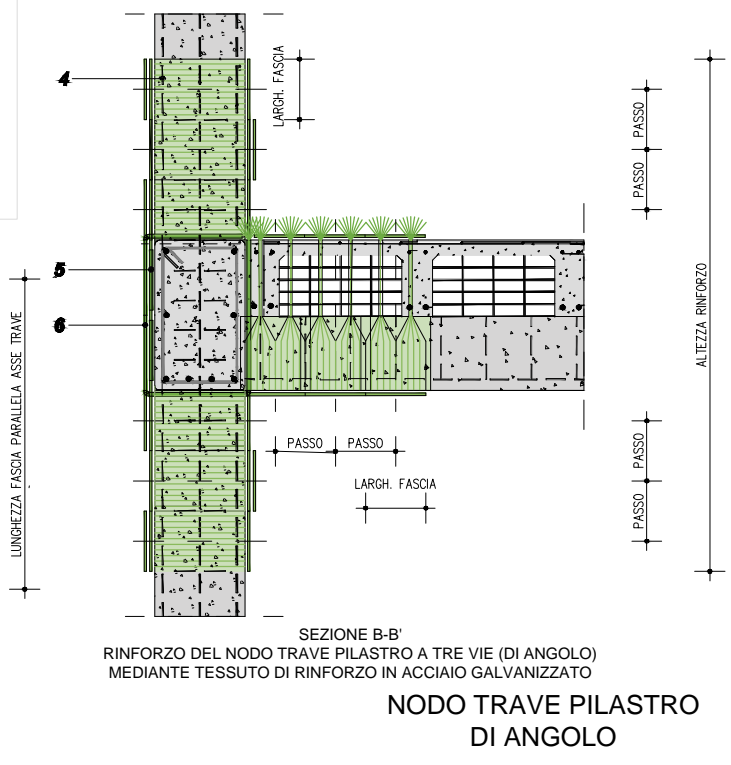
SEZIONE A-A'  
RINFORZO DEL NODO TRAVE PILASTRO A TRE VIE (DI ANGOLO)  
MEDIANTE TESSUTO DI RINFORZO IN ACCIAIO GALVANIZZATO



# LAVORAZIONE: AN7

Rinforzo di nodi trave-pilastro mediante placcaggio di confinamento con tessuti in fibra di acciaio galvanizzata UHTSS con malta minerale strutturale tixotropica certificata EN 1504.

- PREPARAZIONE DEL SUBSTRATO:** in caso di supporti non degradati, irruvidimento della superficie, pulizia e rimozione di polveri e olii che possano compromettere l'adesione del sistema, mediante aria compressa o idropulitrice. In caso di supporto evidentemente degradato, non planare o danneggiato da eventi gravi: rimozione in profondità del calcestruzzo ammalorato mediante scarifica meccanica o idrodemolizione, avendo cura di irruvidire il substrato con asperità di almeno 5 mm; rimozione di ruggine dai ferri d'armatura mediante spazzolatura (manuale o meccanica) o sabbatura; ricostruzione monolitica o rasatura della sezione mediante la malta premiscelata tixotropica. Prima dell'applicazione del sistema di rinforzo provvedere sempre alla stondatura degli spigoli con raggio di curvatura minimo di 20 mm.
- Dopo aver accertato la qualità del substrato ed aver eventualmente provveduto al ripristino del calcestruzzo ammalorato ed al trattamento delle barre metalliche, può essere opportuno ricorrere ad un ulteriore provvedimento di sabbatura a carico della superficie interessata dal rinforzo. [...]
- Nel caso in cui si operi su una superficie di calcestruzzo che non necessiti di ripristino, ma che sia di qualità scadente, è opportuno valutare la possibilità di applicare su di essa un consolidante.
- [...] In generale, è necessario verificare che sulla superficie di applicazione del rinforzo non siano presenti polveri, grassi, idrocarburi e tensioattivi. (CNR - DT 200 R1/2012 § 4.8.1.3.)
- APPLICAZIONE DI UNA PRIMA MANO DI MALTA PREMISCELATA TIXOTROPICA,** garantendo sul supporto una quantità di materiale sufficiente (spessore minimo 3 - 5 mm) per regolarizzarlo e per applicare ed inglobare il tessuto di rinforzo. prevedere la posa dei successivi strati di tessuto sulla matrice ancora fresca.
- PRIMO STRATO DI TESSUTO DI RINFORZO IN FIBRA D'ACCIAIO GALVANIZZATO** DISPOSTO IN FASCE PARALLELE ALL'ASSE DEL PILASTRO
- SECONDO STRATO DI TESSUTO DI RINFORZO IN FIBRA D'ACCIAIO GALVANIZZATO** DISPOSTO IN FASCE PERPENDICOLARI ALL'ASSE DEL PILASTRO (CONFINAMENTO DEL PILASTRO).
- TERZO STRATO DI TESSUTO DI RINFORZO IN FIBRA D'ACCIAIO GALVANIZZATO** DISPOSTO IN FASCE PARALLELE ALL'ASSE DELLA TRAVE.
- QUARTO STRATO DI TESSUTO DI RINFORZO IN FIBRA D'ACCIAIO GALVANIZZATO** DISPOSTO IN FASCE PERPENDICOLARI ALL'ASSE DELLA TRAVE (RINFORZO A TAGLIO) PONENDO ATTENZIONE ALL'EVENTUALE PRESENZA DI SOLAI.
- RASATURA FINALE PROTETTIVA** (SPESSORE 2 - 3 mm), sempre realizzata con la suddetta malta, al fine di inglobare totalmente il rinforzo e chiudere eventuali vuoti sottostanti ed agendo fresco su fresco.
- EVENTUALE INTONACO DA RIMUOVERE E RICOSTRUIRE DOPO L'INTERVENTO** DI RINFORZO.

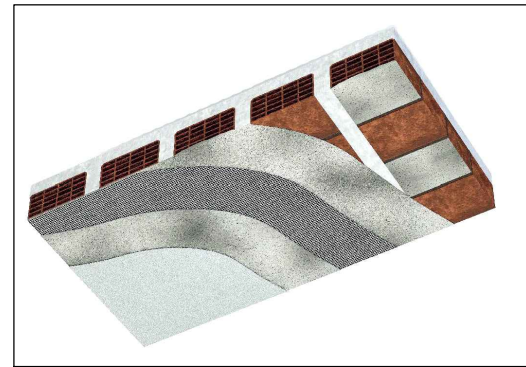


SEZIONE B-B'  
RINFORZO DEL NODO TRAVE PILASTRO A TRE VIE (DI ANGOLO)  
MEDIANTE TESSUTO DI RINFORZO IN ACCIAIO GALVANIZZATO

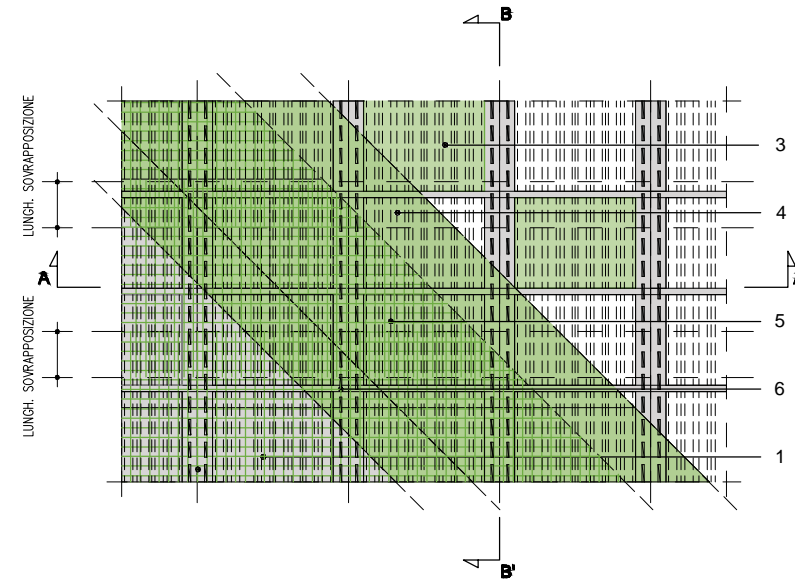
NODO TRAVE PILASTRO  
DI ANGOLO



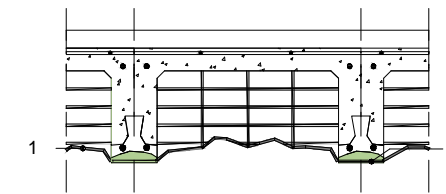
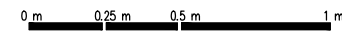
# LAVORAZIONE: AN10



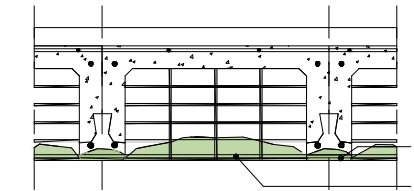
ESEMPIO RENDERIZZATO



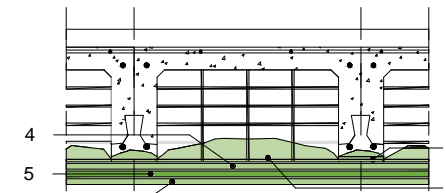
PIANTA C - C'  
CONSOLIDAMENTO DI SOLAI IN LATEROCEMENTO CON PROBLEMI DI SFONDELLAMENTO MEDIANTE RETE IN FIBRA DI BASALTO E ACCIAIO INOX E INTONACO STRUTTURALE



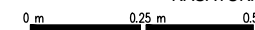
FASE 1 - 2  
PREPARAZIONE DEI SUPPORTI E RICOSTRUZIONE E RIPROFILATURA DEI TRAVETTI DANNEGGIATI



FASE 3  
RICOSTRUZIONE DEL PROFILO INTRADOSSALE DEL SOLAIO

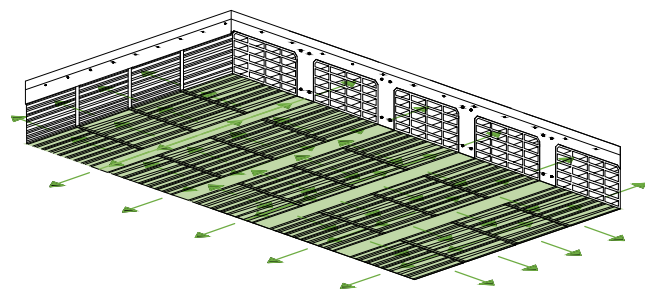


FASE 4-5  
APPLICAZIONE DEL SISTEMA DI RINFORZO E RASATURA FINALE

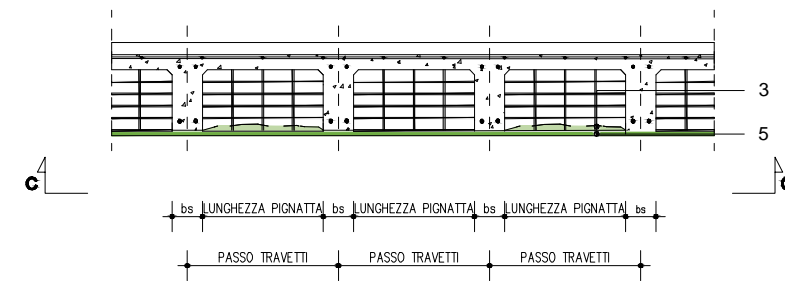


Consolidamento di solai in laterocemento con problemi di sfondellamento mediante rete in fibra di basalto e acciaio inox intonato strutturale certificato EN 998 a base di pura calce idraulica naturale NHL 3.5.

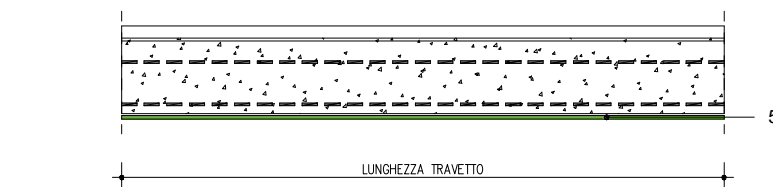
- 1 PREPARAZIONE DEL SUBSTRATO: rimozione di eventuali strati di intonaco ammalorati o decoesi dal supporto e di eventuali porzioni di cartelle di laterizio danneggiate o in procinto di imminente rottura
- 2 RICOSTRUZIONE E RIPROFILATURA DEI TRAVETTI DANNEGGIATI O AMMALORATI MEDIANTE MALTA PREMISCELATA STRUTTURALE TIXOTROPICA ED EVENTUALMENTE RINFORZATI MEDIANTE TESSUTI DI RINFORZO IN ACCIAIO GALVANIZZATO. PULIZIA DEL SUBSTRATO: eliminazione dei residui di polvere, grasso, oli e altre sostanze contaminanti con aria compressa o spazzolatura energica, rimozione di eventuali pitture al fine di garantire su tutta la superficie oggetto di intervento un supporto coeso.
- 3 RICOSTRUZIONE DEL PROFILO INTRADOSSALE DEL SOLAIO: realizzazione del profilo piano del solaio con riempimento delle cartelle danneggiate o rimosse di laterizio mediante posa di opportuni spessori di pannelli termoisolanti in eps incollati alle cartelle di laterizio con apposito adesivo. L'applicazione deve garantire il riempimento di tutte le cavità e la realizzazione di un piano di posa complanare con l'intradosso dei travetti.
- 4 APPLICAZIONE DEL SISTEMA DI RINFORZO: stesura di una prima mano di calce, garantendo sul supporto una quantità di materiale sufficiente (spessore primo strato circa 4-6 mm) per applicare ed inglobare la rete di rinforzo.
- 5 APPLICAZIONE, SULLA MATRICE ANCORA FRESCA, DELLA RETE IN FIBRA DI BASALTO E ACCIAIO INOX GARANTENDO IL COMPLETO INGLOBAMENTO DELLA STESSA NELLO STRATO DI MATRICE. IL RINFORZO DEVE ESSERE APPLICATO IN MANIERA DIFFUSA SU TUTTA LA SUPERFICIE INTERESSATA DALLO SFONDELLAMENTO E COMUNQUE SU TUTTA QUELLA COMPRESA FRA DUE TRAVETTI, AVENDO CURA DI DEBORDARE DI ALMENO 10 cm, OLTRE IL PROFILO DEGLI STESSI. NEI PUNTI DI GIUNZIONE LONGITUDINALE, SOVRAPPORRE DUE STRATI DI RETE PER ALMENO 30 cm (Ls).
- 6 RASATURA FINALE PROTETTIVA (SPESSORE MEDIO 3-4 mm), REALIZZATA CON CALCE , AL FINE DI INGLOBARE TOTALMENTE IL RINFORZO.



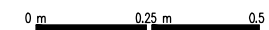
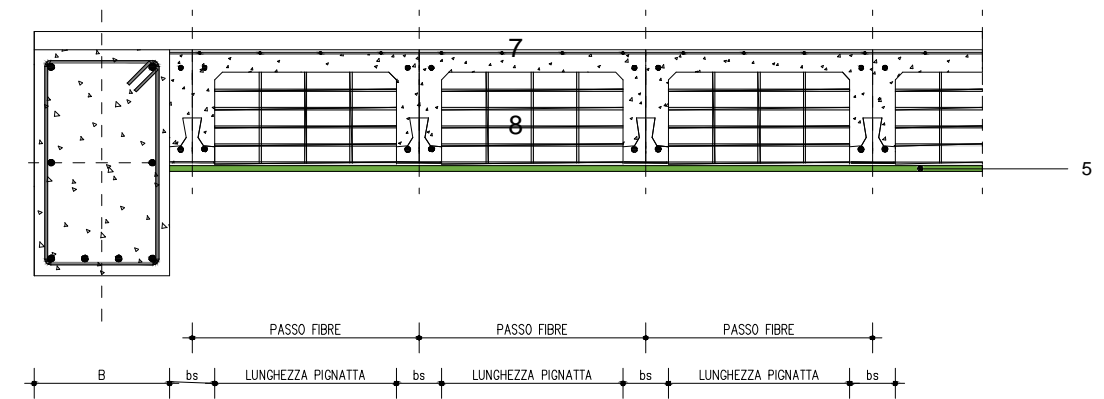
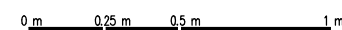
ASSONOMETRIA  
RINFORZO ANTISFONDELLAMENTO DEL SOLAIO



SEZIONE A - A'  
CONSOLIDAMENTO DI SOLAI IN LATEROCEMENTO CON PROBLEMI DI SFONDELLAMENTO MEDIANTE RETE IN FIBRA DI BASALTO E ACCIAIO INOX ED INTONACO STRUTTURALE



SEZIONE B - B'  
CONSOLIDAMENTO DI SOLAI IN LATEROCEMENTO CON PROBLEMI DI SFONDELLAMENTO MEDIANTE RETE IN FIBRA DI BASALTO E ACCIAIO INOX ED INTONACO STRUTTURALE



RINFORZO TRAVE E SOLAIO

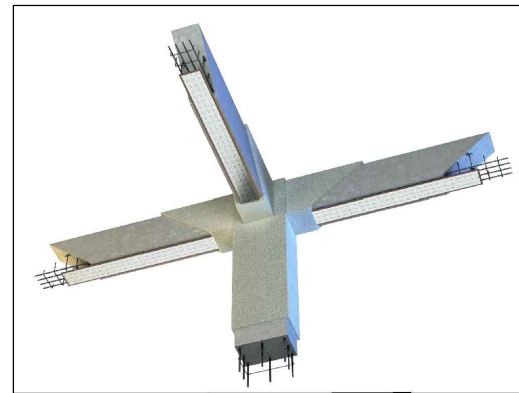
Ai solai, oltre al compito di garantire la resistenza ai carichi verticali, è richiesta anche rigidezza nel proprio piano al fine di distribuire correttamente le azioni orizzontali tra le strutture verticali. Il progettista deve verificare che le caratteristiche dei materiali, delle sezioni resistenti nonché i rapporti dimensionali tra le varie parti siano coerenti con tali aspettative. A tale scopo deve verificare che:

1. le deformazioni risultino compatibili con le condizioni di esercizio del solaio e degli elementi costruttivi ed impiantistici ad esso collegati;
2. vi sia, in base alle resistenze meccaniche dei materiali, un rapporto adeguato tra la sezione delle armature di acciaio, la larghezza delle nervature in conglomerato cementizio, il loro interasse e lo spessore della soletta di completamento in modo che sia assicurata la rigidezza nel piano e che sia evitato il pericolo di effetti secondari indesiderati.

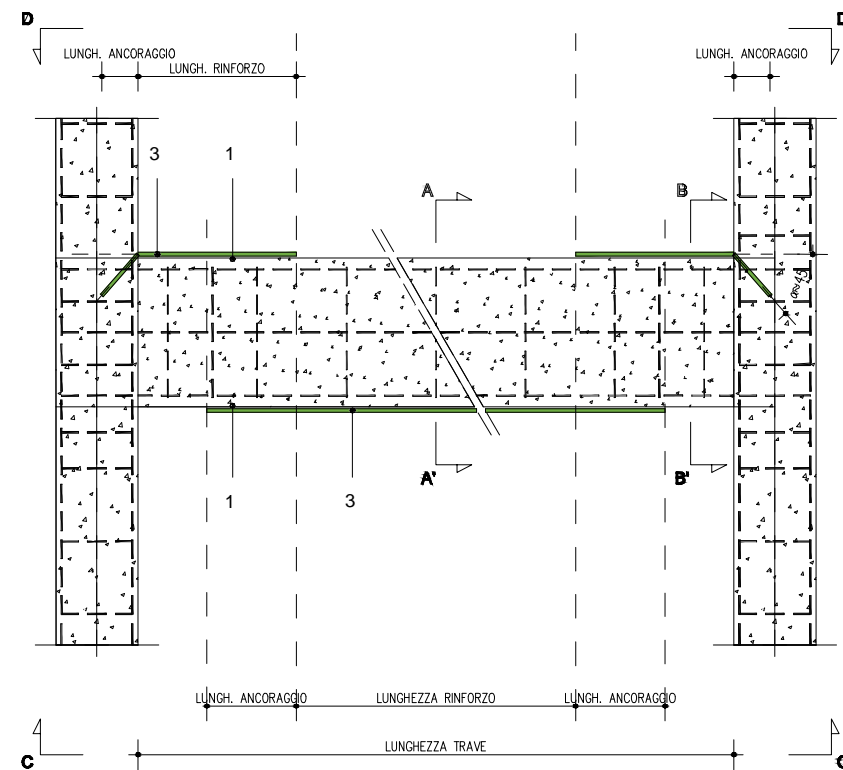
(Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008 § 4.1.9)

# LAVORAZIONE: AN12

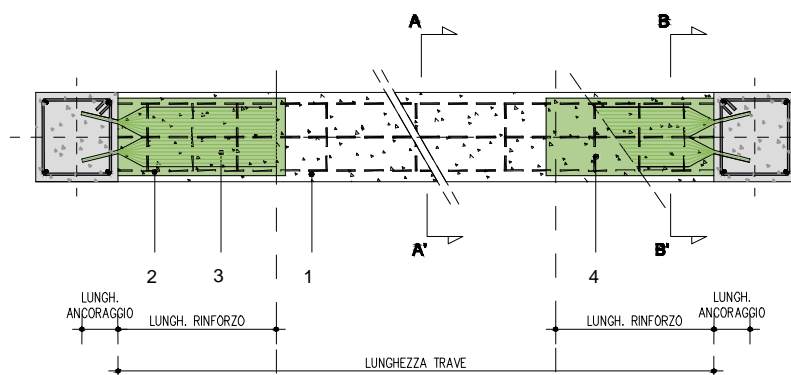
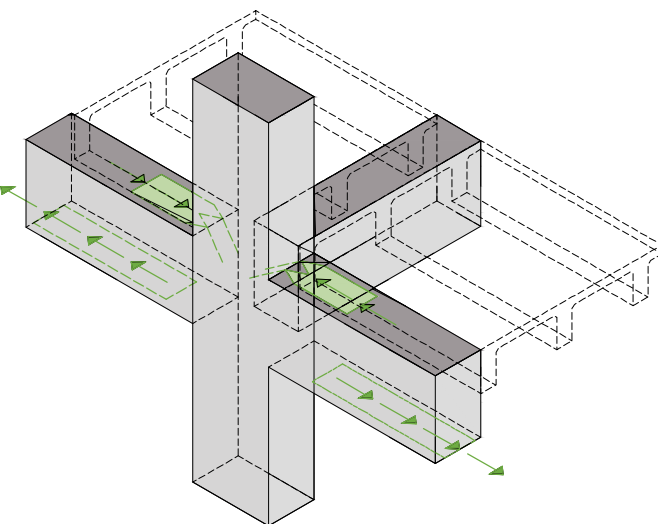
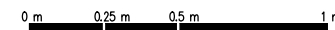
Rinforzo a flessione di travi mediante placcaggio con tessuti in fibra di acciaio galvanizzato UHTSS con malta minerale strutturale tixotropica certificata EN 1504



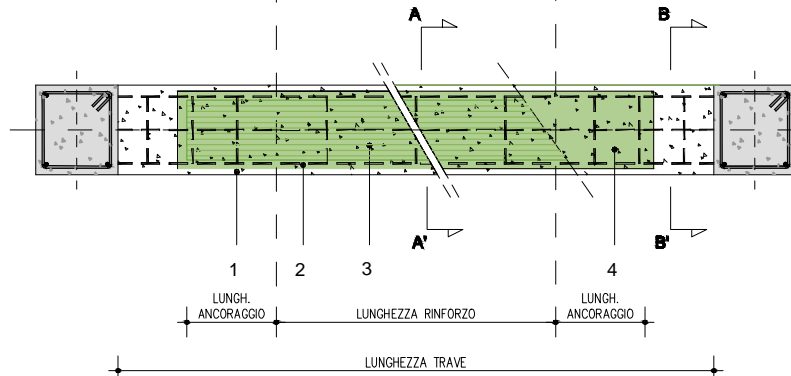
ESEMPIO RENDERIZZATO



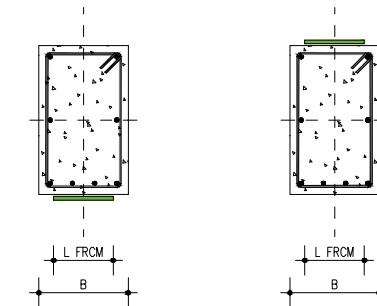
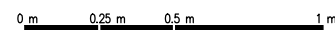
PROSPETTO  
RINFORZO A FLESSIONE DELLA TRAVE MEDIANTE PLACCAGGIO  
ESTRADOSSALE - INTRADOSSALE



PIANTA D - D'  
RINFORZO A FLESSIONE DELLA TRAVE MEDIANTE  
PLACCAGGIO ESTRADOSSALE



PIANTA C - C'  
RINFORZO A FLESSIONE DELLA TRAVE MEDIANTE  
PLACCAGGIO INTRADOSSALE



SEZIONE A - A' SEZIONE B - B'

RINFORZO A FLESSIONE DELLA TRAVE MEDIANTE  
PLACCAGGIO ESTRADOSSALE - INTRADOSSALE



CONFINAMENTO DEL PILASTRO

RINFORZO DELLA TRAVE

Nota bene: la normativa CNR-DT R1/2012, al paragrafo 4.8.1.1, sottolinea che la resistenza media a compressione del calcestruzzo non deve essere inferiore a 15 N/mm<sup>2</sup> nel caso del rinforzo per aderenza. Questa soluzione è idonea per classi di resistenza del calcestruzzo fino a C25/C30.

**NOTE**

- PREPARAZIONE DEL SUBSTRATO: Irruvimento della superficie e pulizia e rimozione di polveri e olii che compromettono l'adesione del sistema, mediante aria compressa o idropulitrice. In caso di supporto degradato, non planare o danneggiato:
  - rimozione in profondità del calcestruzzo ammorato mediante scarifica meccanica o idrodemolizione, avendo cura di irruvidire il substrato con asperità di almeno 5 mm;
  - rimozione di ruggine dai ferri d'armatura mediante spazzolatura (manuale o meccanica) o sabbiatura;
  - ricostruzione monolitica o rasatura della sezione mediante la malta premiscelata strutturale tixotropica.

- Dopo aver accertato la qualità del substrato ed aver provveduto al ripristino del calcestruzzo ammorato ed al trattamento delle barre metalliche, può essere opportuno ricorrere ad un ulteriore provvedimento di sabbiatura a carico della superficie interessata dal rinforzo. [...]
- Nel caso in cui si operi su una superficie di calcestruzzo che non necessiti di ripristino, ma che sia di qualità scadente, è opportuno valutare la possibilità di applicare su di essa un consolidante.
- [...] In generale, è necessario verificare che sulla superficie di applicazione del rinforzo non siano presenti polveri, grassi, idrocarburi e tensioattivi. (CNR - DT 200 R1/2012 § 4.8.1.3.)

- STESURA DI UNA PRIMA MANO DELLA MALTA SUDETTA, GARANTENDO SUL SUPPORTO UNA QUANTITÀ DI MATERIALE SUFFICIENTE (SPESSORE MINIMO 3 - 5 mm) PER REGOLARIZZARLO E PER APPLICARE ED INGLOBARE IL TESSUTO DI RINFORZO. PREVEDERE LA POSA DEI SUCCESSIVI STRATI DI TESSUTO SULLA MATRICE ANCORA FRESCA.

- APPLICAZIONE DEL SISTEMA DI RINFORZO. realizzazione di una fascia di rinforzo longitudinale sulla trave in c.a. oggetto dell'intervento mediante applicazione, sulla matrice ancora fresca, di tessuto in fibra di acciaio galvanizzato di rinforzo, garantendo il perfetto inglobamento del nastro nello strato di matrice. Nei punti di giunzione longitudinale, sovrapporre due strati di tessuto in fibra di acciaio per almeno 30 cm.

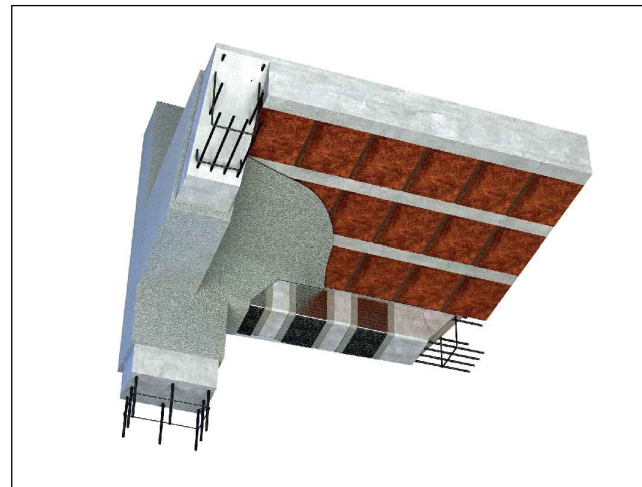
Deve essere prevista una lunghezza di ancoraggio almeno pari a 200 mm. In alternativa, è possibile l'impiego di connettori meccanici. (CNR - DT 200 R1/2012 § 4.8.2.2.)

- RASATURA FINALE PROTETTIVA (SPESSORE 2 - 3 mm), REALIZZATA CON GEOLITE®, AL FINE DI INGLOBARE TOTALMENTE IL RINFORZO E CHIUDERE EVENTUALI VUOTI SOTTOSTANTI ED AVENDO CURA DI AGIRE FRESCO SU FRESCO. QUALORA IL SISTEMA DI RINFORZO VENGA INSTALLATO IN AMBIENTI PARTICOLARMENTE AGGRESSIVI, SI CONSIGLIA L'APPLICAZIONE FINALE DELLA GEOPITTURA GEOLITE MICROSILICATO®, DA ESTENDERE, POSSIBILMENTE, ANCHE NELLE ZONE NON RINFORZATE

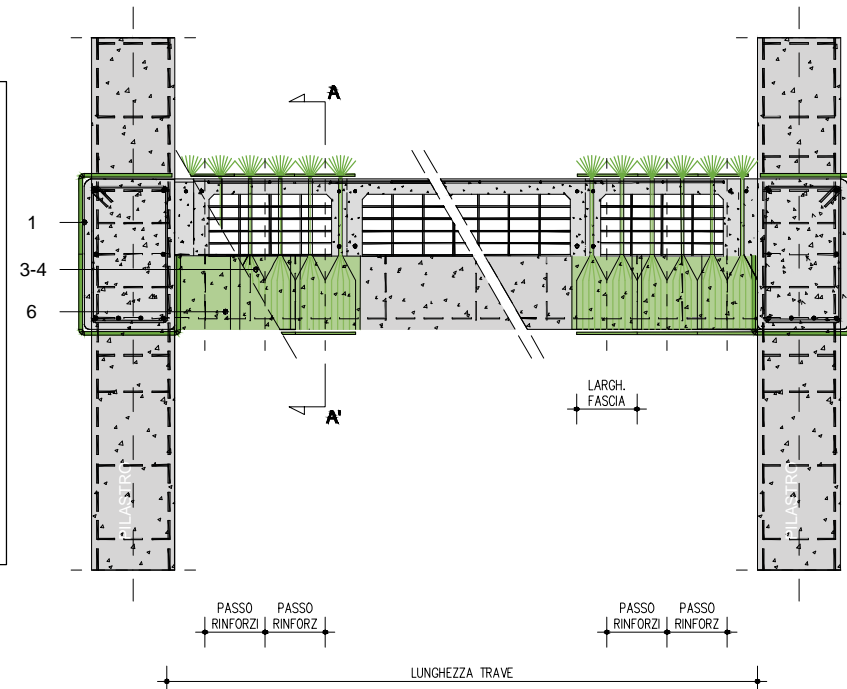
- Il rinforzo a flessione si rende necessario per elementi strutturali soggetti ad un momento flettente di progetto maggiore della corrispondente resistenza. A scopo esemplificativo, di seguito è trattato il caso di flessione retta, che si verifica ad esempio quando l'asse di sollecitazione coincide con un asse di simmetria della sezione trasversale dell'elemento rinforzato.
- Il rinforzo a flessione con materiali compositi può essere realizzato applicando al lembo teso dell'elemento da rinforzare una o più lamine preformate, ovvero uno o più strati di tessuto impregnati in situ. (CNR - DT 200 R1/2012 § 4.2.1.)

# LAVORAZIONE: AN14

Rinforzo a taglio di travi mediante placcaggio con tessuti in fibra di acciaio galvanizzato uhss con malta minerale strutturale tixotropica certificata in 1504.

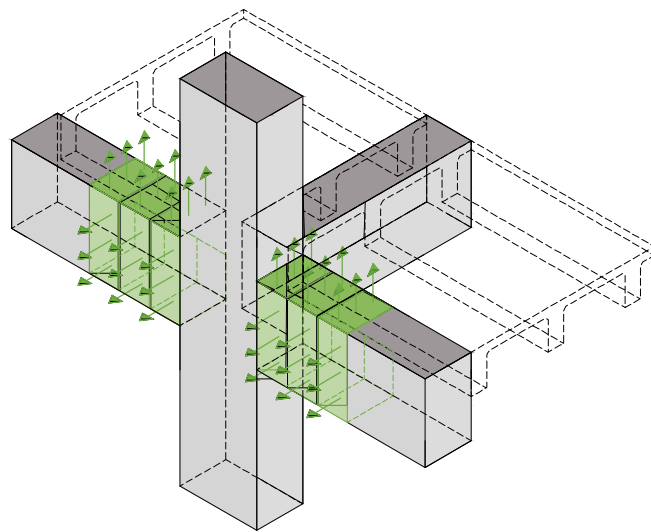


ESEMPIO RENDERIZZATO



PROSPETTO RINFORZO A TAGLIO DELLA TRAVE MEDIANTE PLACCAGGIO CONTINUO

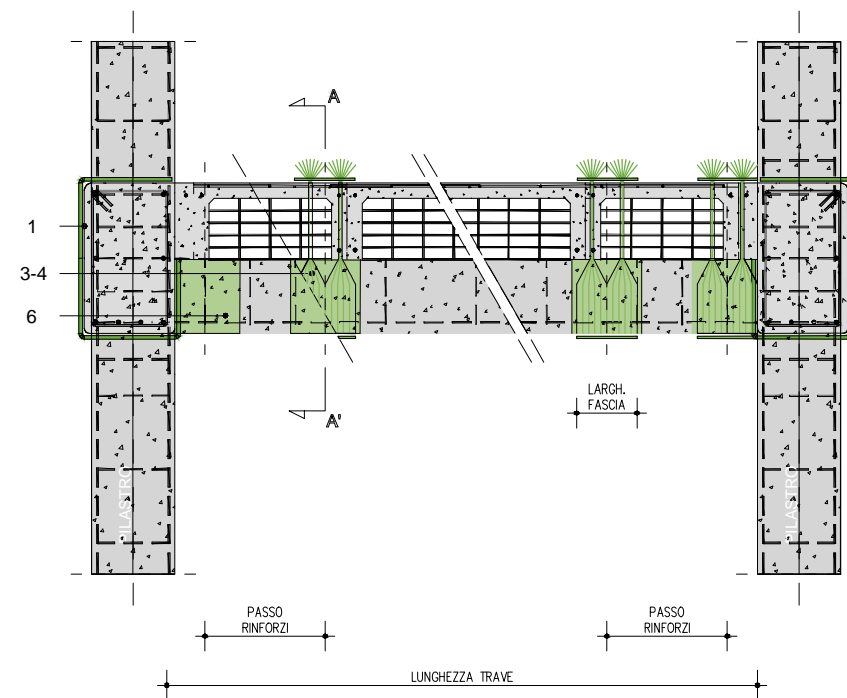
0 m 0,25 m 0,5 m 1 m



ASSONOMETRIA RINFORZO A TAGLIO DELLA TRAVE

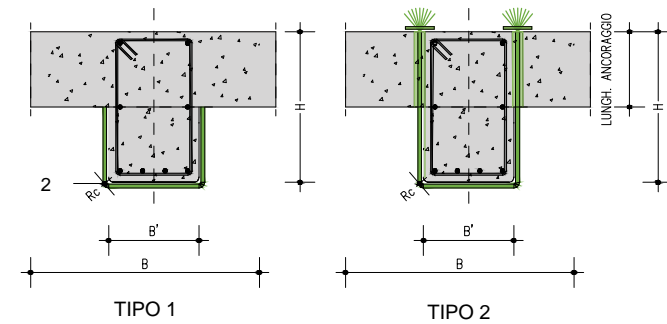
Nota bene: la normativa CNR-DT R1/2012, al paragrafo 4.8.1.1, sottolinea che la resistenza media a compressione del calcestruzzo non deve essere inferiore a 15 N/mm<sup>2</sup> nel caso del rinforzo per aderenza. Questa soluzione è idonea per classi di resistenza del calcestruzzo fino a C25/C30.

**NOTE**

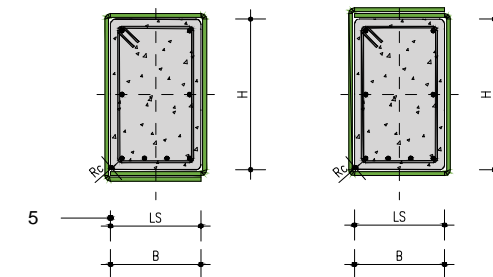


PROSPETTO RINFORZO A TAGLIO DELLA TRAVE MEDIANTE PLACCAGGIO DISCONTINUO

0 m 0,25 m 0,5 m 1 m

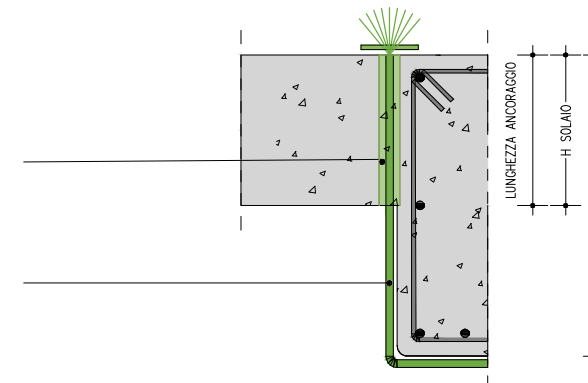


TIPO 1 TIPO 2 SEZIONE A - A' DISPOSIZIONE DEL RINFORZO A TAGLIO AD U



In sezioni consecutive si consiglia di invertire la posizione della lunghezza di sovrapposizione per ottimizzare l'ancoraggio del sistema di rinforzo.

0 m 0,25 m 0,5 m



- PREPARAZIONE DEL SUBSTRATO: irrividimento della superficie, pulizia e rimozione di polveri e oli che possano compromettere l'adesione del sistema, mediante aria compressa o idropulitrice. in caso di supporto degradato:
  - rimozione del calcestruzzo ammalorato mediante scarifica meccanica o idrodemolizione, avendo cura di irrividire il substrato con asperità di almeno 5 mm;
  - rimozione di ruggine dai ferri d'armatura, mediante spazzolatura (manuale o meccanica) o sabbiatura;
  - ricostruzione monolitica o rasatura della sezione mediante la malta premiscelata.

- Dopo aver accettato la qualità del substrato e aver provveduto al ripristino del calcestruzzo ammalorato ed al trattamento delle barre metalliche, può essere opportuno ricorrere ad un ulteriore provvedimento di sabbiatura a carico della superficie interessata dal rinforzo. [...]
- Nel caso in cui si operi su una superficie di calcestruzzo che non necessiti di ripristino, ma che sia di qualità scadente, è opportuno valutare la possibilità di applicare su di essa un consolidante.
- [...] In generale, è necessario verificare che sulla superficie di applicazione del rinforzo non siano presenti polveri, grassi, idrocarburi e tensioattivi. (CNR - DT 200 R1/2012 § 4.8.1.3.)

- ARROTONDAMENTO DEGLI SPIGOLI R<sub>c</sub>

Negli interventi di rinforzo a taglio, torsione e confinamento è opportuno procedere ad un preventivo arrotondamento degli spigoli degli elementi rinforzati, allo scopo di evitare pericolose concentrazioni di tensione ivi localizzate, che potrebbero provocare una rottura prematura del composito. Il raggio di curvatura, dell'arrotondamento deve essere almeno pari a 20 mm. (CNR - DT 200 R1/2012 § 4.8.2.2.)

- APPLICAZIONE DI UNA PRIMA MANO DELLA MALTA SUDETTA, GARANTENDO SUL SUPPORTO UNA QUANTITÀ DI MATERIALE SUFFICIENTE (SPESSORE MINIMO 3 - 5 mm) PER APPLICARE ED INGLOBARE IL TESSUTO DI RINFORZO. IN CASO DI STRATI SUCCESSIVI AL PRIMO, PROCEDERE CON LA POSA DEL SECONDO STRATO DI FIBRA SULLO STRATO DI MATRICE ANCORA FRESCA

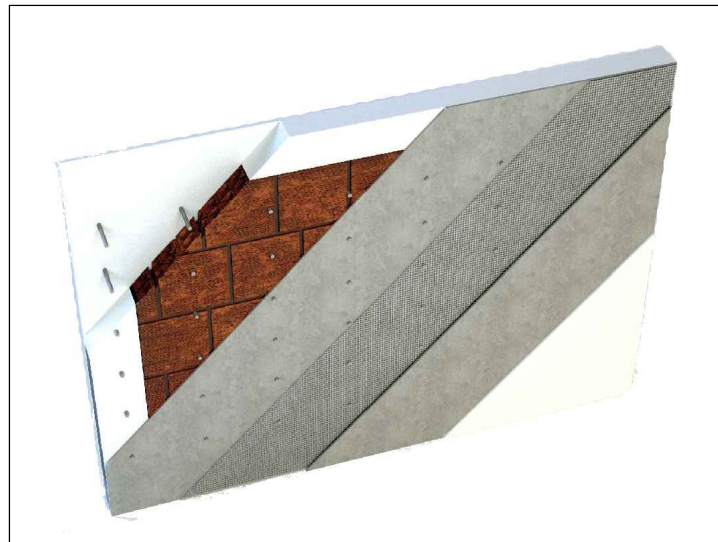
- APPLICAZIONE DEL SISTEMA DI RINFORZO. APPLICAZIONE, SULLA MATRICE ANCORA FRESCA, DEL TESSUTO IN FIBRA D'ACCIAIO GALVANIZZATO (PRESAGOMATO IN FUNZIONE DELLA GEOMETRIA DELL'ELEMENTO STRUTTURALE MEDIANTE L'IMPIEGO DELLA PIEGATRICE APPOSITA), GARANTENDO IL PERFETTO INGLOBAMENTO DEL NASTRO NELLO STRATO DI MATRICE.

Nel caso di sistemi di rinforzi ad U su sezioni rettangolari o a T, è possibile migliorare le condizioni di vincolo delle estremità libere dei compositi (non avvolte completamente attorno agli angoli delle sezioni), ad esempio mediante l'applicazione di barre, lamine o strisce di FRP. In tale eventualità, se è dimostrata l'efficacia del vincolo offerto dai suddetti dispositivi, il comportamento del sistema di rinforzo ad U può considerarsi equivalente a quello del rinforzo in avvolgimento. (CNR - DT 200 R1/2012 § 4.3.2.)

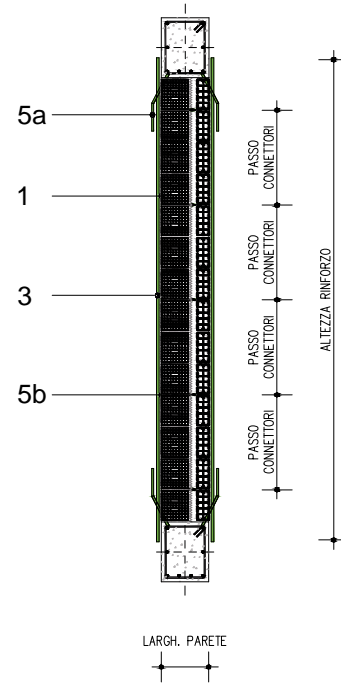
- LUNGHEZZA DI SOVRAPPOSIZIONE L<sub>s</sub>

- RASATURA FINALE PROTETTIVA (SPESSORE 2 - 3 mm), REALIZZATA CON LA MALTA PREMISCELATA SUDETTA, AL FINE DI INGLOBARE TOTALMENTE IL RINFORZO E CHIUDERE EVENTUALI VUOTI SOTTOSTANTI, AGENDO FRESCO SU FRESCO.



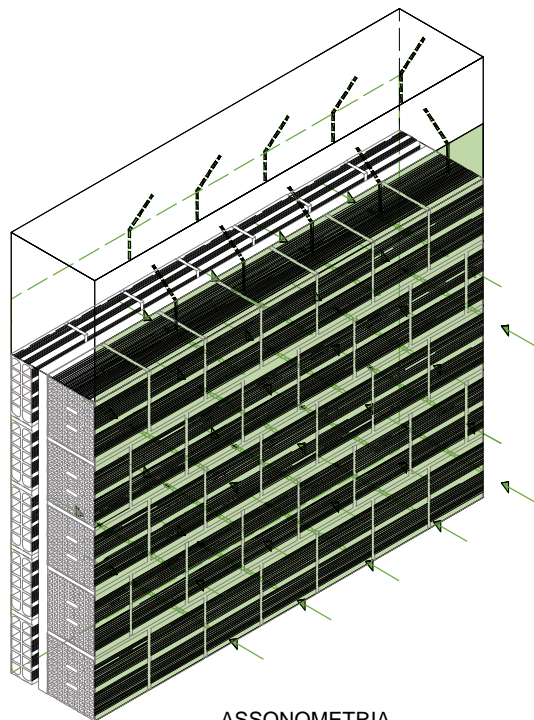


ESEMPIO RENDERIZZATO

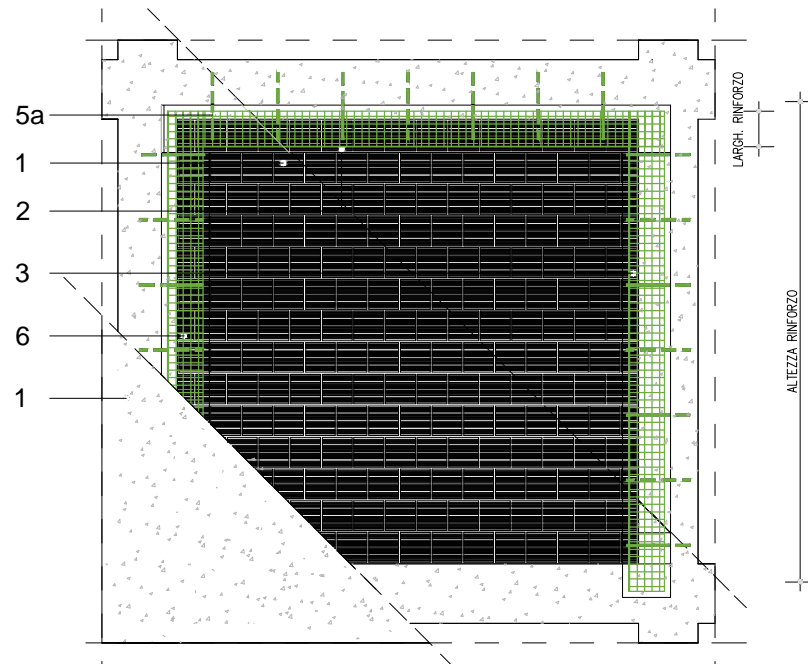


SEZIONE A-A'  
RINFORZO DELLA TAMPINATURA TRAMITE RETE DI RINFORZO IN ACCIAIO INOX

0 m 0,25 m 0,5 m 1 m

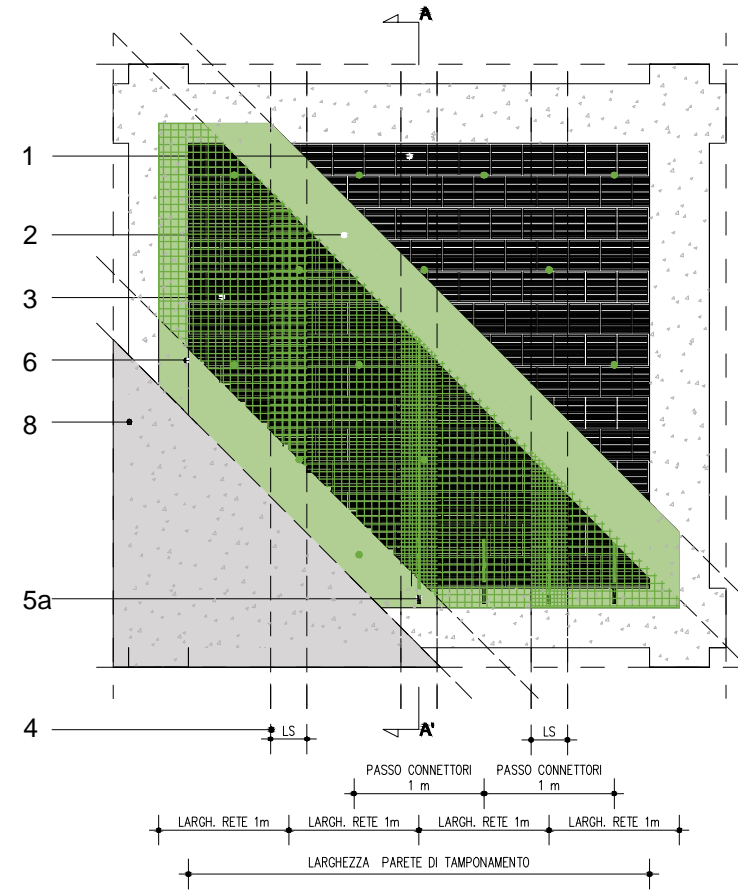


ASSONOMETRIA  
RINFORZO DELLA TAMPINATURA TRAMITE RETE DI RINFORZO IN ACCIAIO INOX

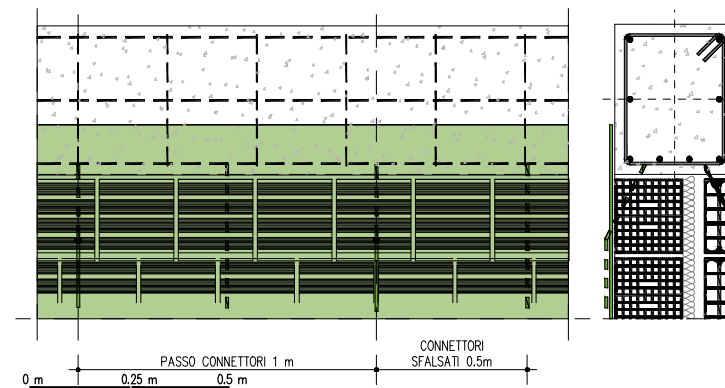


PROSPETTO  
RINFORZO DELLA TAMPINATURA TRAMITE RETE DI RINFORZO IN ACCIAIO INOX

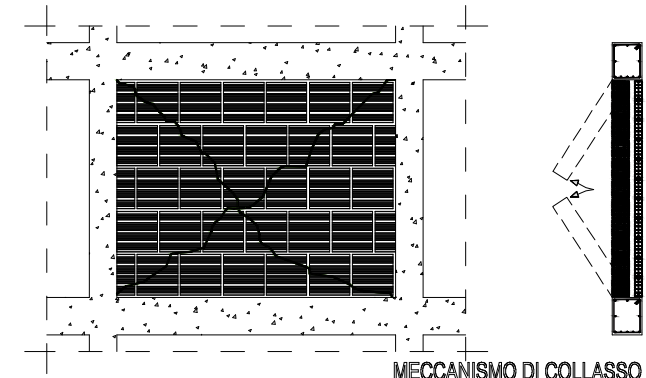
0 m 0,25 m 0,5 m 1 m



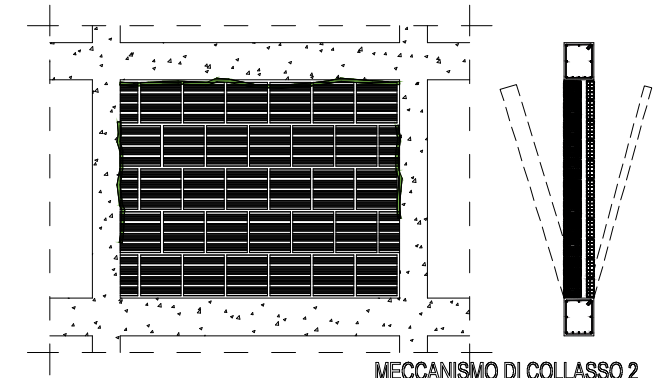
PROSPETTO  
RINFORZO DELLA TAMPINATURA TRAMITE RETE DI RINFORZO IN ACCIAIO INOX



DETTAGLIO DI ANCORAGGIO ALLA TRAVE CON BARRE IN ACCIAIO



MECCANISMO DI COLLASSO 1



MECCANISMO DI COLLASSO 2

## LAVORAZIONE: AN18

Intervento di antibaltamento delle tamponature mediante collegamento delle stesse a travi e pilastri in c.a. con intonaco strutturale certificato EN 998 a base di pura calce NHL 3,5, rete biassiale in fibra di basalto e acciaio inox e barre elicoidali certificate EN 845 in acciaio inox AISI 316.

- 1 PREPARAZIONE DEL SUBSTRATO: demolizione e rimozione dell'intonaco esistente e di tutte le parti incoerenti. Provvedere alla rimozione della polvere dai supporti effettuando un lavaggio con acqua a bassa pressione di tutte le superfici interessate
- 2 APPLICARE UN PRIMO STRATO DI INTONACO COSTITUITO DA CALCE FINO PER UNO SPESSORE DI CIRCA 5-6 mm
- 3 INSTALLAZIONE RETE DI RINFORZO IN ACCIAIO INOX
- 4 LUNGHEZZA DI SOVRAPPOSIZIONE DELLA RETE IN FIBRA NATURALE DI BASALTO ED ACCIAIO INOX
- 5a BARRE ELICOIDALI IN ACCIAIO INSERITE A SECCO
- 5b BARRE ELICOIDALI IN ACCIAIO INSERITE A SECCO PER CUCIRE LA TAMPONATURA
- 6 APPLICAZIONE DI UN SECONDO STRATO DI INTONACO COSTITUITO DA CALCE FINO ALLO SPESSORE DESIDERATO.
- 7 TERMINATA L'APPLICAZIONE SI PROCEDERA' ALLA STAGGIATURA E ALLA RIFINITURA CON FRATTAZZO DI SPUGNA, CURANDO LA STAGIONATURA UMIDA DELLE SUPERFICI PER ALMENO 24 ORE.
- 8 COMPLETARE IL CICLO DELL'INTONACO DI RINFORZO MEDIANTE RASANTI E IDROPITTURA.