

IPROGETTI

Società tra Professionisti / Coop A.R.L.

CASE HISTORY



RUREGOLD

Leca

soluzioni leggere e isolanti

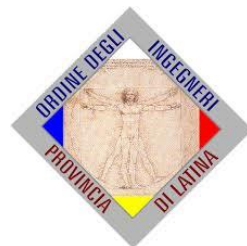
Laterlite



CentroStorico

Soluzioni per ristrutturare

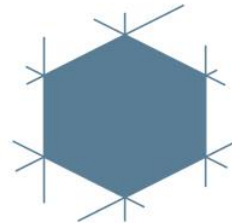
Leca



SEMINARIO Il Consolidamento Statico ed
Antisismico degli Edifici Esistenti

14 NOVEMBRE 2019

ORDINE INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI LATINA
Piazza Angelo Celli, 3 04100 Latina LT



IPROGETTI

Società tra Professionisti / Coop A.R.L.

Qualche esperienza applicativa

Rinforzo solai ammalorati

Intonaci armati

Catene in FRCC

Soluzioni miste FRCC e CLS

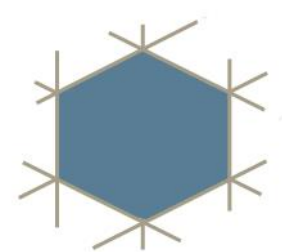
Microcalcestruzzi

Acciaio ad alta resistenza



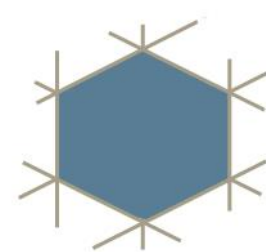
RUREGOLD

INNOVATION & SAFETY FOR BUILDING



RINFORZO DEI SOLAI MEDIANTE L'UTILIZZO DI UN SISTEMA IN FRCM (DI RUREGOLD XS)

Il ripristino della sezione resistente dei travetti è stata eseguito mediante la ricostruzione dei travetti con idonee malte cementizie e l'applicazione di un sistema di **rinforzo FRCM** costituita da matrice cementizia e fasce di fibra in **PBO** dotate di **certificazione di prodotto n. 3265 secondo AC 434**, conforme alla linea guida **ACI 549 statunitense**. L'applicazione di tali norme in Italia ha accolto il **parere favorevole del CSLP**, come da protocollo n. 31/2017, sulla qualificazione e progettazione degli interventi con i materiali FRCM ed in **ossequio al capitolo 12 delle NTC del 17.01.2018**



Incrementare la capacità di resistenza a flessione dei travetti

Calcolo delle sollecitazioni del solaio

Sollecitazioni solaio luce netta massima 4.35 m (luce di calcolo 4.80 m)

Momento massimo mezzeria

$$M_g = - (g_1 + g_2) \times 1.30 \times l^2 / 8 = - (305 + 200) \times 1.30 \times 4.80^2 / 8 = - 1963 \text{ kgm}$$

$$M_q = - (q_a + q_n) \times 1.50 \times l^2 / 8 = - (50 + 48) \times 1.50 \times 4.80^2 / 8 = - 423 \text{ kgm}$$

$$M_{tot} = 1936 \text{ kgm} + 423 \text{ kgm} = 2359 \text{ kgm}$$

Per singolo travetto risulta essere:

$$M_{tot} = 2359 \text{ kgm} \times 0.40 \text{ m} = 944 \text{ kgm}$$

Taglio massimo

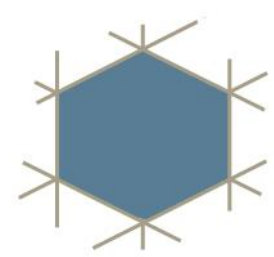
$$V_g = - (g_1 + g_2) \times 1.30 \times l / 2 = - (305 + 200) \times 1.30 \times 4.80 / 2 = 1576 \text{ kg}$$

$$V_q = - (q_a + q_n) \times 1.50 \times l / 2 = - (50 + 48) \times 1.50 \times 4.80 / 2 = 353 \text{ kg}$$

$$V_{tot} = 1576 \text{ kg} + 353 \text{ kg} = 1929 \text{ kg}$$

Per singolo travetto risulta essere:

$$V_{tot} = 1929 \text{ kgm} \times 0.40 \text{ m} = 772 \text{ kg}$$



DESCRIZIONE DEL MODELLO

Si esegue una verifica di elementi monodimensionali in c.a. soggetti a sistema di rinforzo strutturale FRCM con rete in PBO.

verifiche allo stato limite ultimo per flessione e per taglio passando per la sicurezza nei confronti del distacco dal supporto.

Esamineremo i dati relativi

ai criteri di verifica, alla geometria, nonché i risultati relativi alle analisi effettuate.

Sia il calcolo delle sollecitazioni resistenti che quello delle tensioni, viene condotto con riferimento agli effettivi legami costitutivi usati e quindi **sempre in condizioni non lineari** anche in considerazione del fatto che il rinforzo degli elementi strutturali avviene spesso su elementi che hanno già nella fase “pre-rinforzo” uno stato di sollecitazione tale da **non rendere accettabile** l’ipotesi di materiali con **comportamento elastico lineare.**

Riferimenti Legislativi:

- Norme Tecniche sulle Costruzioni - D.M. 17 gennaio 2018
- Eurocodice 2 [UNI ENV 1992-1-1] “Progettazione delle strutture di calcestruzzo Parte 1-1: regole generali e regole degli edifici.
- Documento tecnico CNR DT 215/2018
- ACI 549.4R-13 “Guide to design and construction of externally bonded Fabric Reinforced Cementitious Matrix (FRCM) Systems For repair and strengthening concrete and masonry structures”
- American Concrete Institute - December 2013.

Materiali

In questa slide sono descritte le caratteristiche meccaniche di tutti i materiali che compongono la sezione oggetto di verifica.

Fibra Longitudinale in PBO

- Tipo

: Ruregold XS

CARATTERISTICHE TECNICHE DELLA FIBRA IN PBO

- Resistenza a trazione : 5800,00 Mpa Acciaio 450,00 Mpa
- Modulo Elastico : 270.000,00 Mpa Acciaio 210.000,00 Mpa
- Densità di fibra : 1.56 g/cmc
- Allungamento a rottura : 2.15 % Acciaio 1%

CARATTERISTICHE DELLA RETE UNIDIREZIONALE Ruregold XS

- Peso delle fibre di PBO nella rete : 105,00 g/mq
- Spessore equivalente di tessuto secco in direzione dell'ordito : 0,0670 mm
- Spessore equivalente di tessuto secco in direzione della trama : 0 mm

CARATTERISTICHE DELLA MATRICE INORGANICA RUREGOLD MX CALCESTRUZZO

- Consistenza (UNI EN 13395-1) : 175 mm
- Peso specifico malta fresca (EN 1015-6) : 1.80 (+- 0.05) g/cc
- Acqua di impasto per 100 Kg di RUREGOLD MX CLS : 26-28 litri
- Resa : 1,4 Kg/mq/mm
- Resistenza a compressione (UNI EN 196-1) : 40 Mpa CLS da 25 Mpa
- Resistenza a flessione (UNI EN 196-1) : 4 Mpa
- Modulo elastico secante (UNI EN 13412) : 12500.00 MPa

PARAMETRI GENERALI Ruregold XS

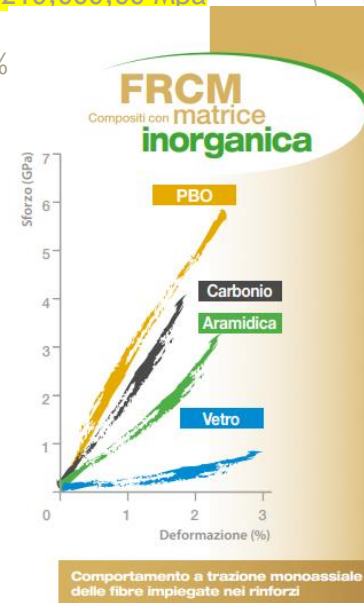
- Fattore di conversione ambientale

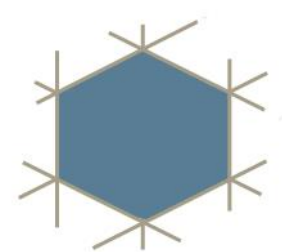
η_a : 0.90

La Tabella 3-1 del CNR DT 215/2018 suggerisce, per alcuni tipi di materiale e condizioni di esposizione, i valori da stime conservative basate sulla durabilità in funzione dell'aggressività ambientale.

- Fattore di conversione per effetti di lunga durata

hl: 1.00





Caratteristiche dei Materiali

Calcestruzzo

- Classe
- **Fattore di Confidenza**
- Res. carat. cubica a compressione del cls
- Res. carat. cilindrica a compressione del cls
- Fattore di sicurezza parziale per le proprietà dei materiali
- Deformazione caratteristica al limite elastico
- Deformazione di compressione ultima nel calcestruzzo
- Valore di calcolo della res. a compr. cilindrica

		: C16/20
		F.C. : 1.35 (+ cautelativo)
	Rck	: 20.00 N/mm ²
fck		: 16.00 N/mm ²
	gc	: 16.00
eck		: 2,00 ° / ° °
	ecu	: 3,50 ° / ° °
fcd		: 6.72 N/mm ²

Barre per Armatura

- Classe
- **Fattore di Confidenza**
- Tensione di rottura dell'armatura ordinaria
- Tensione di snerv. dell'armatura ordinaria
- Coefficiente di sicurezza parziale
- Tensione di progetto
- Modulo di elasticità normale
- Deformazione al limite elastico
- Deformazione ultima

		: UTENTE
		F.C. : 1.35
ft		: 540.00 N/mm ²
fy		: 320.00 N/mm ²
g		: 1.15
fd		: 206.12 N/mm ²
Es		: 210000 N/mm ²
eyd		: 1,30 ° / ° °
esu		: 7.5%

GEOMETRIA

- Lunghezza netta della trave
- Larghezza appoggio iniziale
- Larghezza appoggio finale

L		: 4350 mm
		: 400 mm
		: 400 mm

Cls Sezione a "T"

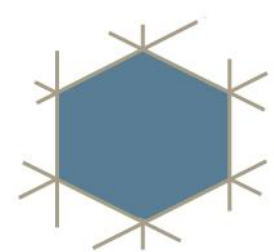
- altezza sezione
- larghezza sezione
- altezza ala 1
- altezza ala 2
- sporgenza ali

H		: 210 mm
B		: 120 mm
H1		: 50 mm
H1		: 50 mm
B1		: 400 mm

Barre di Armatura

- Lunghezza Tratto Iniziale a armatura costante
- Lunghezza Tratto Mediano a armatura costante
- Lunghezza Tratto Finale a armatura costante

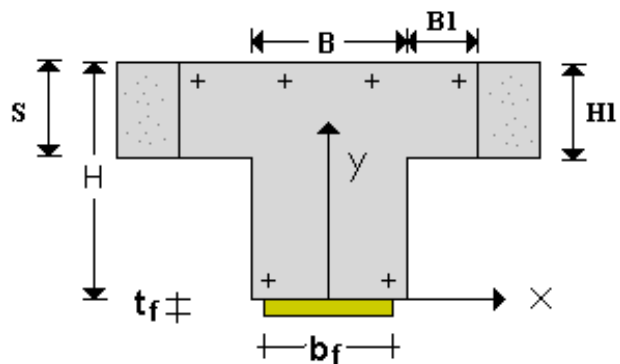
Li		: 1200 mm
Lm		: 1950 mm
Lf		: 1200 mm



Sistema FRCM (Rinforzo a flessione)

- Larghezza fascia
- Spessore nominale della rete
- Numero delle reti
- Numero strati

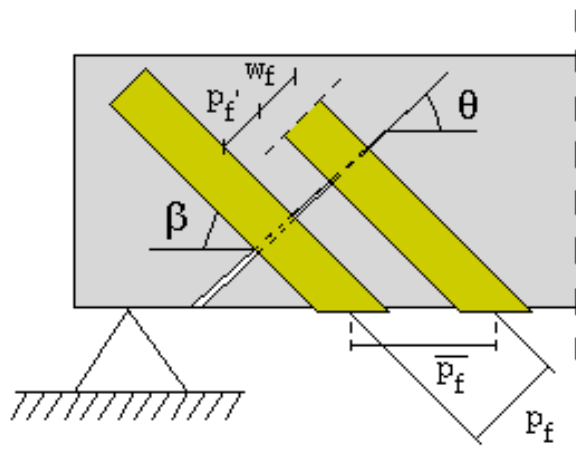
b_f : 100 mm
 t_f : 0.067 mm
 : 1
 : 1

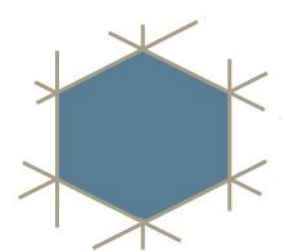


FRCM (Rinforzo a Taglio)

- Numero strati
- Larghezza fascia
- Numero delle reti
- Spessore nominale della rete
- Inclinazione fibra

: 1
 w_f : 100 mm
 : 2
 t_f : 0.067 mm
 b : 60.0 deg





Dati generali

Delaminazione

Rinforzi a flessione (longitudinali) tipo Ruregold XS

- Lunghezza di ancoraggio ottimale RUREGOLD
- Lunghezza di ancoraggio ottimale UTENTE
- Tensione di progetto del rinforzo di estremità
- Tensione di progetto del rinforzo intermedio
- Deformazione di progetto della fibra (delam. intermedia)

le : 100 mm
le : 150.00 mm
ffdd : 799.20 Nmm²
ffdd,2 : 3996.00 Nmm²
efdd : 1.48 perc.

Rinforzi a taglio (trasversali) tipo Ruregold XS

- Lunghezza di ancoraggio ottimale RUREGOLD
- Lunghezza di ancoraggio ottimale UTENTE
- Tensione di progetto del rinforzo di estremità
- Tensione di progetto del rinforzo intermedio
- Deformazione di progetto della fibra (delam. intermedia)

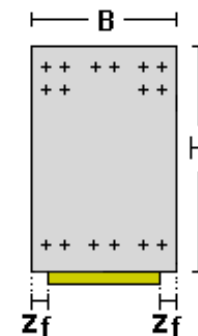
le : 100 mm
le : 150.00 mm
ffdd : 799.20 Nmm²
ffdd,2 : 3996.00 Nmm²
efdd : 1.48 perc.

Generale

- Zona franca

zf : 10 mm

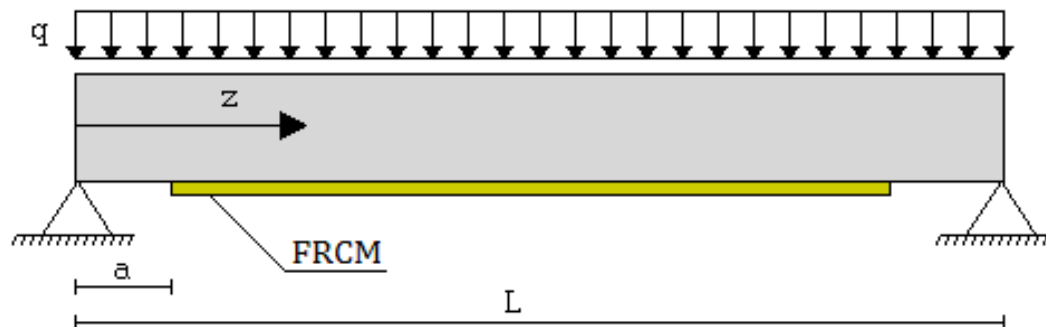
zf : distanza marginale compresa tra la parte finale di incollaggio della fibra e l'estremità della sezione in c.a. trasversale (per lato).

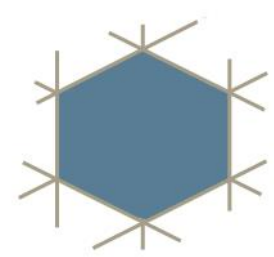


- Distacco iniziale a : 50 mm

- Distacco finale a : 50 mm

a : distanza compresa tra l'estremità della trave e l'estremità del rinforzo a flessione.





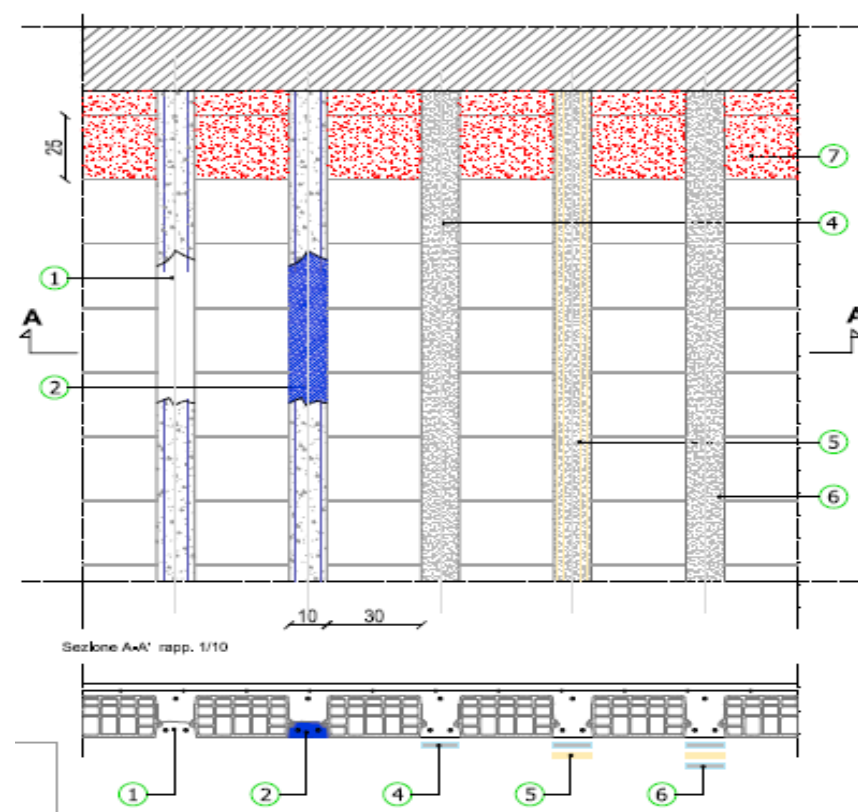
Verifiche Flessionali (SLU)

Il rinforzo a flessione si rende necessario in elementi strutturali soggetti ad un momento flettente di progetto maggiore al corrispondente valore della resistenza ultima.

Il rinforzo a flessione con materiali compositi viene eseguito applicando una o più lamine, ovvero uno o più strati di tessuto al lembo teso dell'elemento da rinforzare.

Il dimensionamento del rinforzo FRCM viene eseguito garantendo che il momento sollecitante di progetto, M_{Sd} , e quello resistente della sezione rinforzata, M_{Rd} , soddisfino la disequazione:

$$M_{Sd} \leq M_{Rd}.$$



Fasi di cantiere

- 1 Asportazione dell'eventuale calcestruzzo ammalorato e rimozione della ruggine dai ferri d'armatura mediante spazzolatura.
- 2 Preparazione del substrato: pulizia e rimozione di polveri che possano compromettere l'adesione del sistema, mediante aria compressa o idropulitrice.
- 3 Ripristino dei ferri mediante trattamento di passivazione con l'applicazione di due mani di un prodotto bicomponente a base cementizio-polimerica e ripristino della sezione del CLS con malta premiscelata tixotropica monocomponente fibrorinforzata con fibre di polipropilene.
- 4 Applicazione del primo strato di matrice inorganica per circa 3-4 mm all'intradosso su tutta la lunghezza dei travetti.
- 5 Annegare in rapida successione con la malta ancora fresca la rete in fibra di PBO con le fibre parallele all'asse longitudinale del travetto. La rete andrà stesa con cura esercitando una certa pressione al fine di permettere alla malta sottostante di penetrare attraverso la maglia. Nei punti di giunzione prevedere una sovrapposizione non inferiore a 5 cm per garantire la continuità del rinforzo.
- 6 Ricoprire il tutto con un'altra mano di malta inorganica per circa 3-4 mm.
- 7 Rinforzo a taglio all'appoggio mediante rimozione di una fila di pignatte e successivo getto di calcestruzzo per la realizzazione di una fascia piena di minimo 25 cm.

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

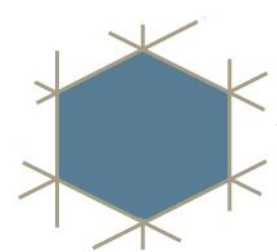
MALTA A MATRICE INORGANICA DI NATURA POZZOLANICA

RESISTENZA A COMPRESSIONE A 28 gg (EN 12190):	≥40 MPa
RESISTENZA A FLESSIONE A 28 gg (EN 196-1):	≥4 MPa
MODULO ELASTICO A 28 gg (EN 13412):	≥7 GPa

RETE IN FIBRA DI PBO (poliparafenilenbenzobisoxazolo)

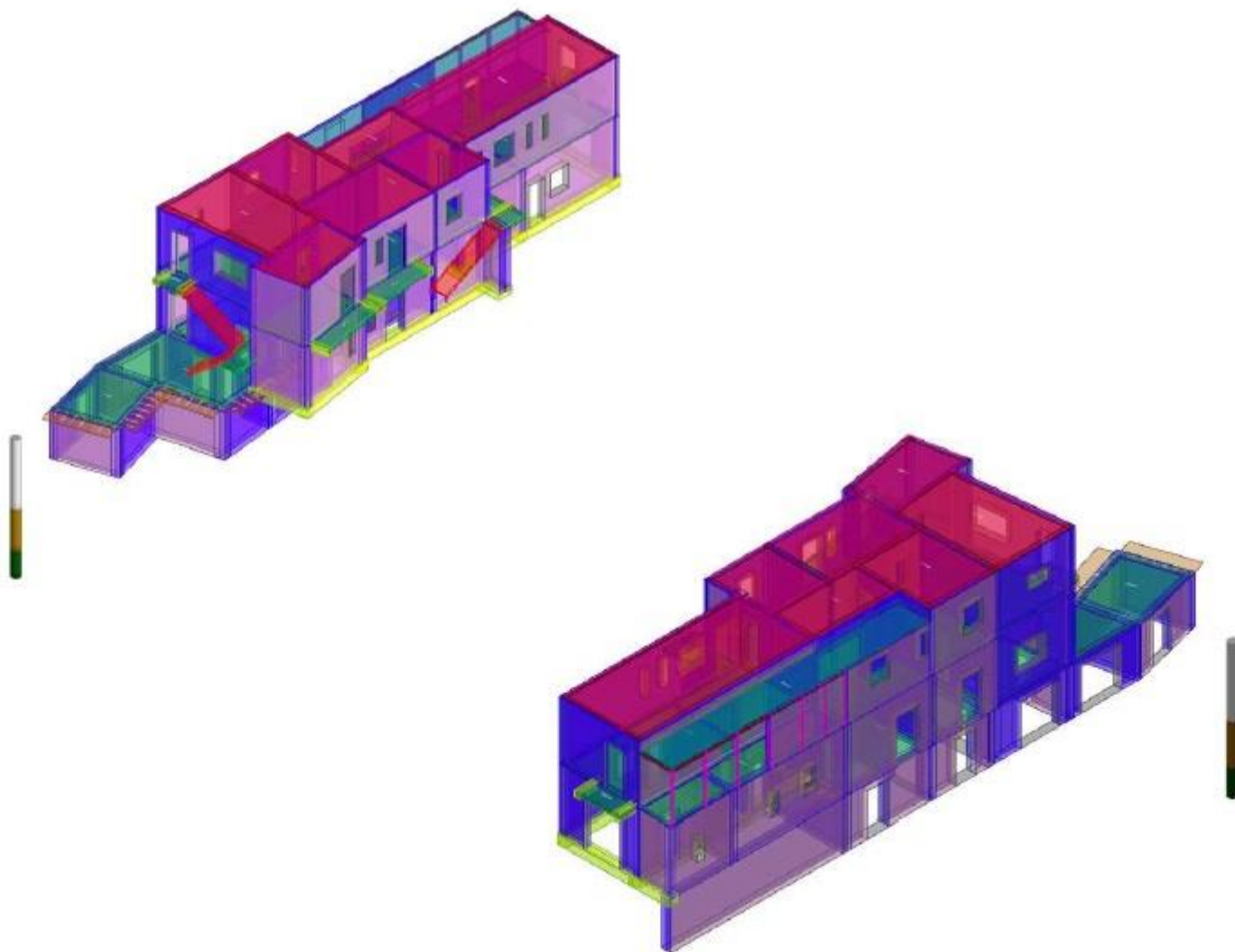
DENSITA' DI FIBRA:	1,56 g/cmc
RESISTENZA A TRAZIONE:	5,8 GPa
MODULO ELASTICO:	270 GPa
ALLUNGAMENTO A ROTTURA:	2,50%

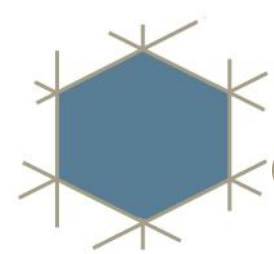




Miglioramento Sismico di un edificio in Muratura

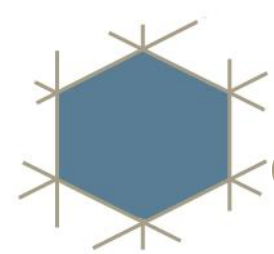
n° di piani 3 di cui uno parzialmente interrato





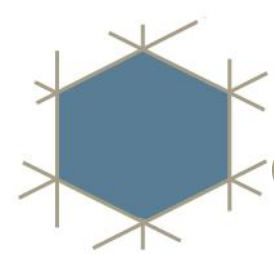
Quadro fessurativo a seguito dell'evento sismico del 21 Agosto 2017





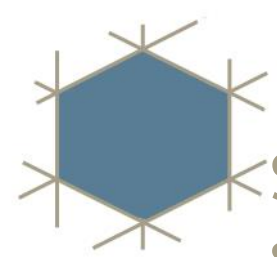
Quadro fessurativo a seguito dell'evento sismico del 21 Agosto 2017





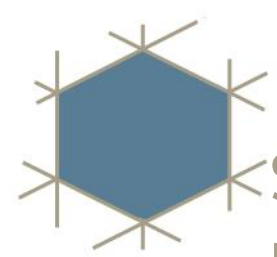
Quadro fessurativo a seguito dell'evento sismico del 21 Agosto 2017





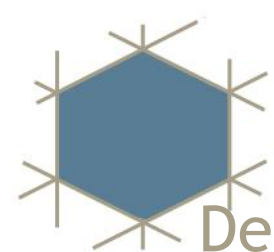
Spicconature propedeutiche alle verifiche eseguite a seguito dell'evento sismico del 21 Agosto 2017





Spicconature propedeutiche alle verifiche al fine di
provvedere ad una corretta modellazione del fabbricato





Descrizione del fabbricato

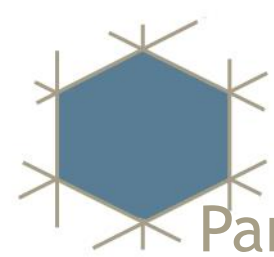
Per il piano seminterrato e piano terra, con una struttura portante verticale, costituita da **elementi di tufo** (in parte in blocchi squadrati, in parte in conci irregolari) misti a malta cementizia, di spessore compreso tra 60 e 40 cm

per il piano primo, con una struttura portante verticale, costituita da elementi di **cellublock** (lapilcemento) da 30 cm misti a malta cementizia, con solai piano latero cementizi armati.

L'edificio è caratterizzato da una forma in pianta contenuta all'interno di un rettangolo, con lati di dimensione 26,00 m per 9,50 m, tranne che al piano seminterrato in cui è presente un locale eccedente la predetta sagoma, di dimensione pari a 3,75 mx 3.85 m.

Classificazione dell'intervento

L'intervento è classificato come “miglioramento” dell'intero complesso strutturale, così come definito dal paragrafo 8.4.2 delle NTC 2008



Parametri di calcolo

Per le verifiche dei manufatti sono stati considerati i seguenti parametri per il calcolo:

tipo di costruzione = 2 (Opera ordinaria)

zona sismica = II° (Comune di Casamicciola Terme, Zona sismica = II, $a_g = 0,25$ g, Latitudine 40.7484 Longitudine 13.9101)

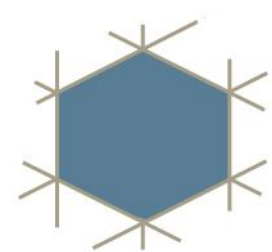
classe d'uso del fabbricato = II (Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti)

categoria del suolo = C

categoria topografica = T1

analisi strutturale del fabbricato = statica non lineare

classe di duttilità = non dissipativa



Caratteristiche del codice di calcolo impiegato

Il calcolo è stato eseguito con l'ausilio SISMICAD,

Le verifiche degli elementi strutturali sono state effettuate col metodo degli stati limiti ultimi (SLU) e di esercizio (SLE) così come previsto dalle *Norme Tecniche per le Costruzioni* di cui al D.M. 14.01.2008 e secondo la Circ. Min. 617/09.

Materiali

Per la muratura il blocchi di tufo (Tipo 1) con **LC3**, sono stati considerati i seguenti parametri:

f_m = valore medio tabella = 19 kg/cmq

E = valore medio tabella = 10 800 kg/cmq (fessurata = 5400 kg/cmq)

t_0 = valore medio tabella = 0.35 kg/cmq

G = valore medio tabella = 3 600 kg/cmq (fessurata = 1800 kg/cmq)

w = 1600 kg/mc

Per la muratura presente classificata come Muratura in blocchi di calcestruzzo semipieni (**foratura < 45%**) Con **LC1** a cui corrisponde **FC = 1.35**, sono stati considerati i seguenti parametri:

f_m = valore minimo tabella = 30 kg/cmq/1.35 = 22.22 kg/cmq

τ_0 = valore minimo tabella = 1.8 kg/cmq/1.35 = 1.33 kg/cmq

E = valore medio tabella = 29600 kg/cmq/1.35 = 21900 k/cmq

G = valore medio tabella = 7400 MPa/1.35 = 5480 kg/cmq

w = 1600 kg/mc

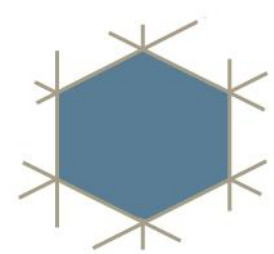
Per il calcestruzzo non sono state effettuate prove di carotaggio diretto, in quanto le strutture sismoresistenti sono in muratura. Per gli elementi in c.a. quali solai e cordoli di piani è stato considerato un calcestruzzo di classe C20/25, con applicazione del FC=1.35 corrispondente ad un LC1, per cui le proprietà meccaniche da considerare sono:

Tensione limite di calcolo: $f_{cd} = a_{cc} \times f_{cm} / (g_c \times FC) = 0.85 \times 250 \times 0.83 / (1.5 \times 1.35) = 87$ kg/cmq

Modulo elastico di calcolo $E_d = E / FC = 2850005 / 1.35 = 211\ 000$ kg/cmq

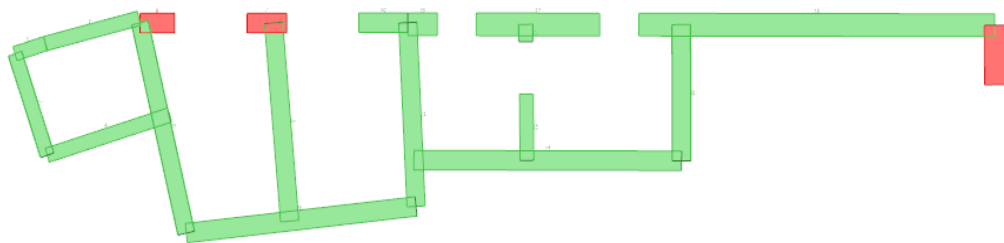
Terreno di fondazione

I parametri geotecnici del terreno di fondazione sono stati desunti da una prova penetrometrica pesante, come dalla allegata relazione geologica, che ha fornito la seguente caratterizzazione:

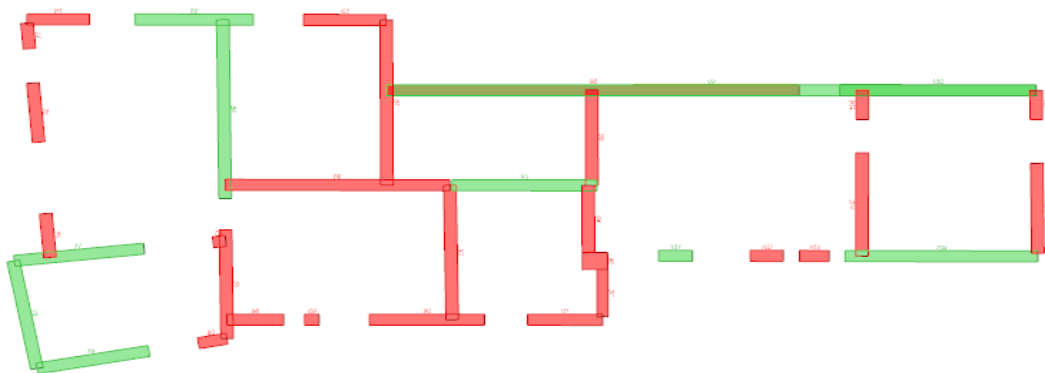


Miglioramento Sismico di un edificio in Muratura

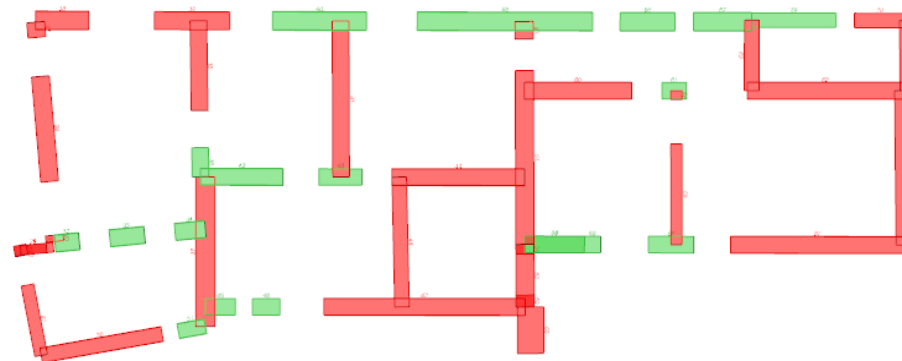
Eseguiti i saggi Verifiche Ante Operam
Piano Seminterrato

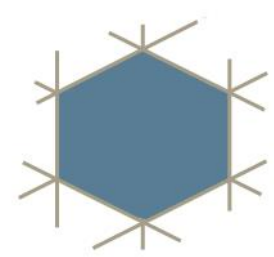


Piano Primo



Piano intermedio

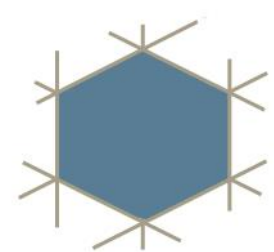




Miglioramento Sismico di un edificio in Muratura

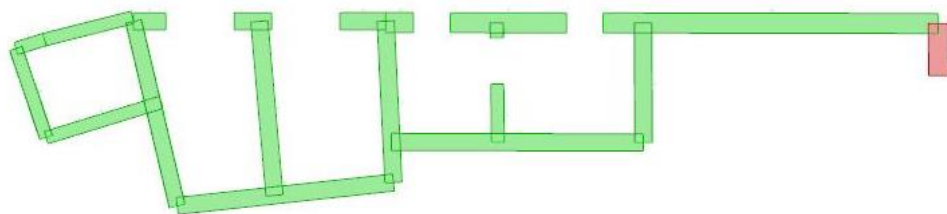
Si riporta di seguito il calcolo dettagliato delle caratteristiche meccaniche della muratura in tufo consolidata. (circolare esplicativa ntc 2008) Per tale tipologia di muratura e per il livello di conoscenza LC3 le proprietà meccaniche sono:

Resistenza media a compressione:	$f_m = 19 \text{ kg/cmq} \times 2 \times 1.5 = 57 \text{ kg/cmq}$
Resistenza media a taglio	$t_0 = 0.35 \text{ kg/cmq} \times 2 \times 1.5 = 1.05 \text{ kg/cmq}$
Modulo di elasticità normale	$E = 10\,800 \text{ kg/cmq} \times 2 = 21\,600 \text{ kg/cmq}$
Modulo di elasticità tangenziale	$G = 3600 \text{ kg/cmq} \times 2 = 7200 \text{ kg/cmq}$
Peso specifico della muratura	$w = 1600 \text{ kg/mc}$

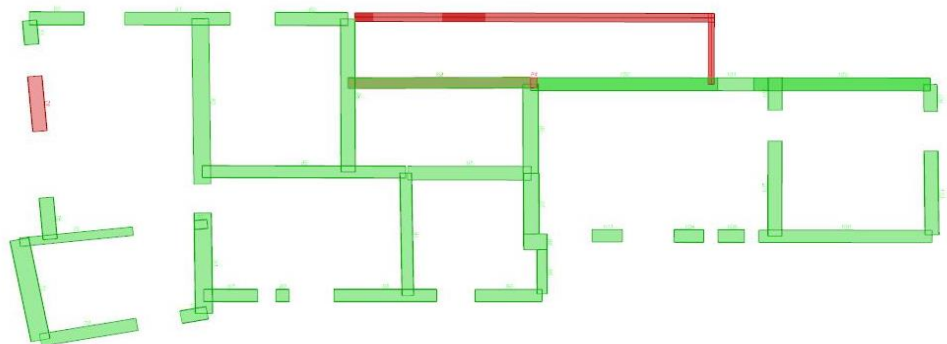


Miglioramento Sismico di un edificio in Muratura

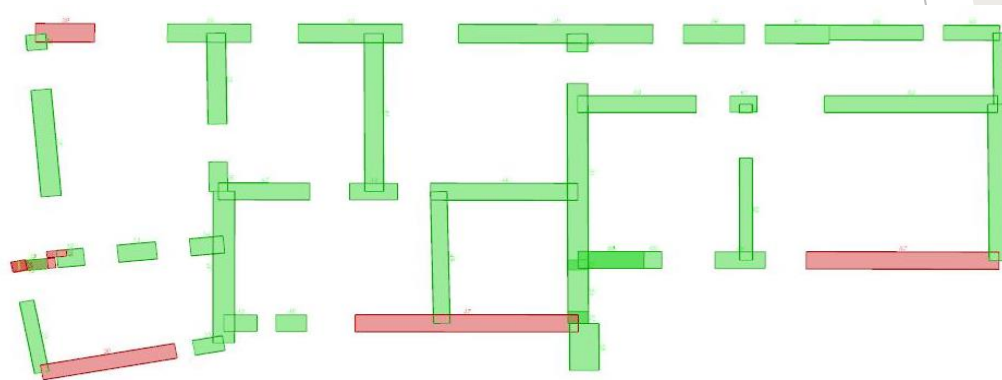
Verifiche Post Operam Piano Seminterrato

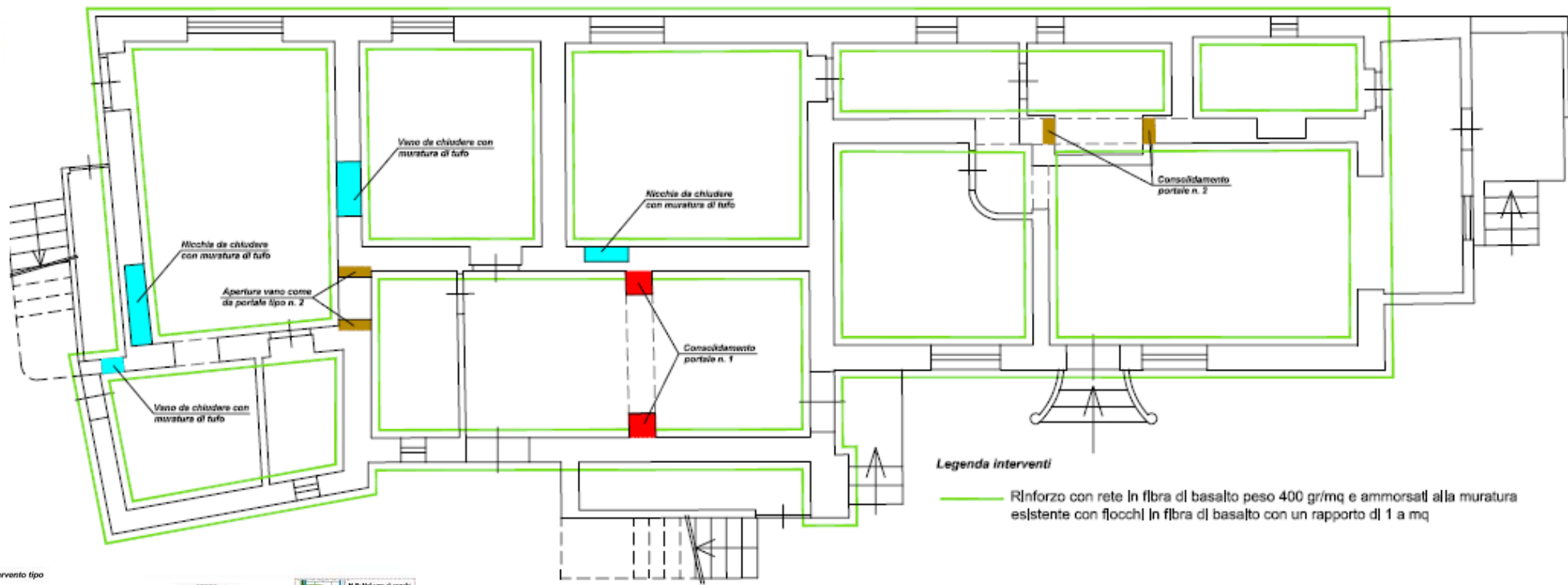


Piano Primo

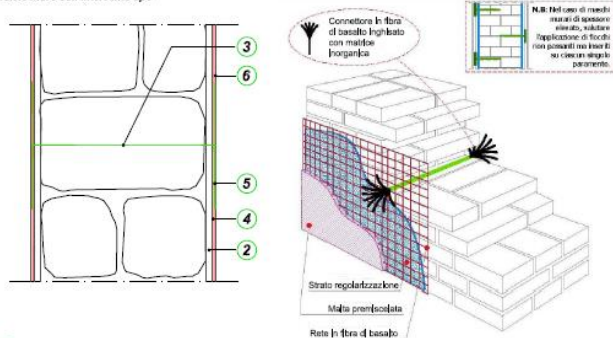


Piano intermedio





Stralcio muro con intervento tipo



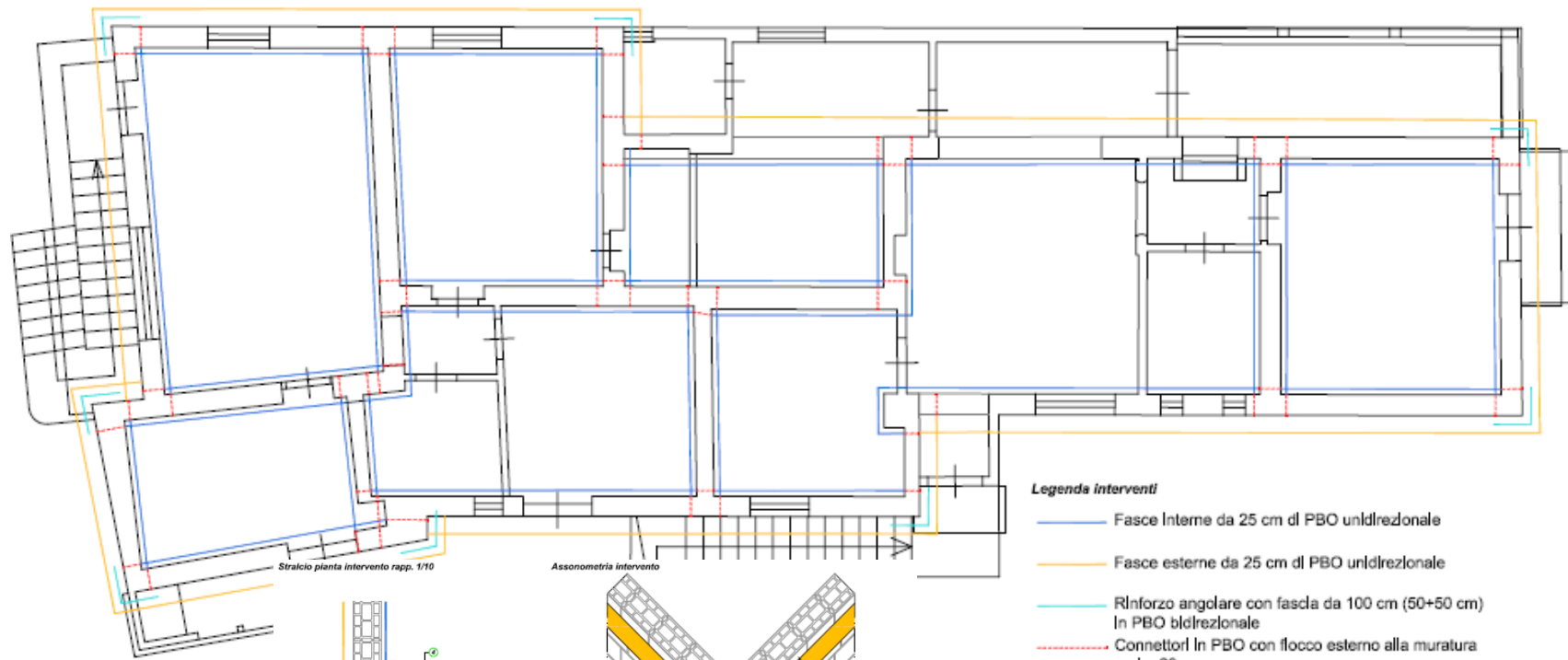
1. Asportazione dell'intonaco esistente
2. Preparazione del substrato pulito e rimozione di polveri che possano compromettere l'adesione del sistema, mediante alla compressa o idropulitrice e applicazione di uno strato di malta premiscelata ad elevata possibilità di regolamentazione pari a 17,5 cm.
3. Perforazione della muratura ed inserimento del connettore in fibra di basalto diametro 12 mm inglobato con malta inorganica.
4. Applicazione di uno strato di malta, pari a 1,5/2 cm, premiscelata a base di legante idraulico ad alta pozionalità ed applicazione di uno strato della rete in fibra di basalto sulla malta fresca.
5. Silbo del connettore precedentemente predisposto facendo aderire le fibre alla superficie con uno strato di malta inorganica fino al disassamento della fibra.
6. Applicazione di uno strato di malta, pari a 6,6/7 cm, premiscelata a base di legante idraulico ad alta pozionalità a ricoprimento della rete e completamento dell'intervento.

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	
MALTA PREMISCELATA	
RESISTENZA A COMPRESSIONE A 28 GIORNI (EN 12618)	24/26 MPa (R4 a R5)
RESISTENZA A TRAZIONE A 28 GIORNI (EN 12618)	2,1/2,3 MPa (R3 a R4)
MODULO ELASTICO (EN 12618)	13.000 MPa
RETE IN FIBRA DI BASALTO	
SPESORE DEL FILAMMINTO	2,07 mm (R3)
RESISTENZA A TRAZIONE	2.100 MPa
MODULO ELASTICO (EN 12618)	2.200 MPa
CONNETTORE IN FIBRA DI BASALTO	
SPESORE DEL FILAMMINTO	2,07 mm (R3)
RESISTENZA A TRAZIONE	2.100 MPa
MODULO ELASTICO (EN 12618)	2.200 MPa
MALTA INORGANICA PER RINFORZO CONNETTORI	
RESISTENZA A COMPRESSIONE (EN 12618)	40,0 MPa
RESISTENZA A TRAZIONE (EN 12618)	6,0 MPa
MODULO ELASTICO (EN 12618)	13.000 MPa

Piano Rialzato intonaco armato ed interventi di migliorameto con portali e tamponature portanti

Piano Primo Fasce in PBO in sostituzione delle catene metalliche e rinforzi angolari

Pianta primo piano con individuazione degli interventi da fare rapp. 1/50



Legenda interventi

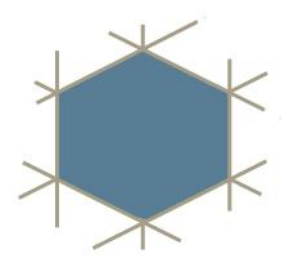
- Fasce interne da 25 cm di PBO unidirezionale
- Fasce esterne da 25 cm di PBO unidirezionale
- Rinforzo angolare con fascia da 100 cm (50+50 cm) in PBO bidirezionale
- Connettori in PBO con fiocco esterno alla muratura pari a 20 cm

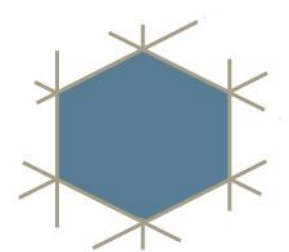
- 1 Asportazione dell'intonaco esistente nelle fasce oggetto d'intervento
- 2 Preparazione del substrato pulito e rimozione di polveri che possano compromettere l'adesione del sistema, mediante sabbia compressa o limpulvisce e applicazione di uno strato di malta premiscelata ad elevata pozzolonicità di regolarizzazione pari a 1/1,5 cm.
- 3 Consolidamento cantonale mediante applicazione di un primo strato di malta forata e pozzolonica per uno spessore di 4 mm ed applicazione di uno strato della rete bidirezionale da 100 cm in PBO sulla malta fresca.
- 4 Cordatura di piano di fasce interne ed esterne mediante l'applicazione di uno strato di malta e malta forata e pozzolonica per uno spessore di 4 mm ed applicazione di uno strato della rete unidirezionale in PBO sulla malta fresca.
- 5 Perforazione della muratura ed inserimento del connettore in PBO diametro 8 mm inglobato con malta forata e pozzolonica e successivo sfilacciamento del connettore facendo aderire le fibre all'oculo alla superficie e ricoprendolo con la malta forata.
- 6 Applicazione di uno strato di malta e malta forata e pozzolonica per uno spessore di 4 mm a ricompletamento della rete e completamento dell'intervento.

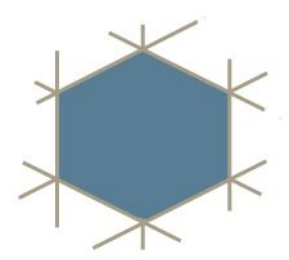
Legenda fasce

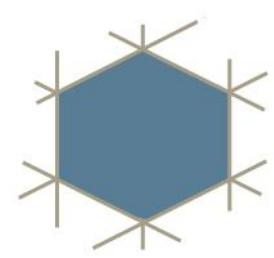
- Cordatura di piano con rete unidirezionale in PBO
- Consolidamento cantonale con rete bidirezionale in PBO

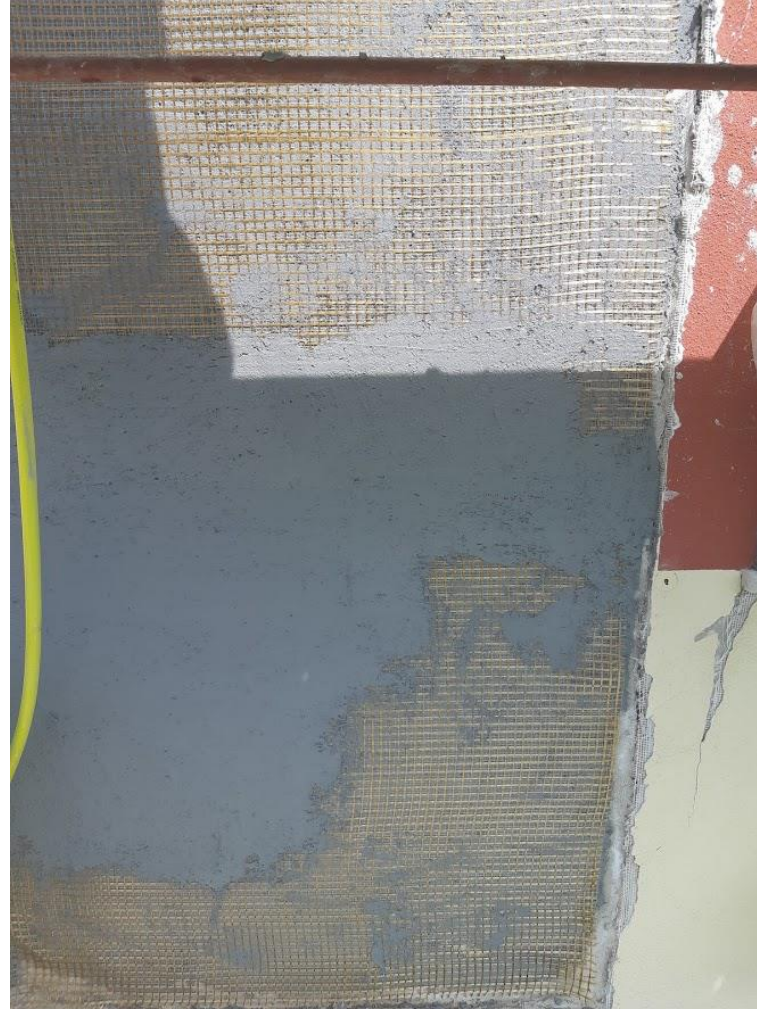
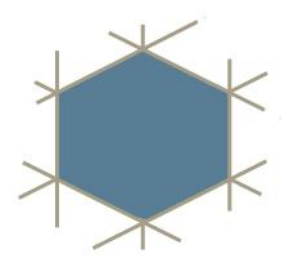
CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	
MALTA A MATRICE INORGANICA DI NATURA POZZOLONICA	
RESISTENZA A COMPRESIONE A 28 GIORNI (EN 12607)	≥ 20 MPa
RESISTENZA A TENSIONE A 28 GIORNI (EN 12607)	≥ 2 MPa
MODULO ELASTICO A 28 GIORNI (EN 12607)	≥ 15.000 MPa
RETE IN FIBRA DI PBO (polibenzozotiofur)	
RESISTENZA A TENSIONE	1.500 MPa
MODULO ELASTICO	130 GPa
ALLUNGAMENTO A ROTTURA	1,5%
CONNETTORI IN FIBRA DI PBO	
TENSIONE DI ROTTURA A TRAZIONE	4.000 MPa
RESISTENZA A COMPRESIONE A 28 GIORNI (EN 12607)	≥ 20 MPa
RESISTENZA A TENSIONE A 28 GIORNI (EN 12607)	≥ 2 MPa
MODULO ELASTICO A 28 GIORNI (EN 12607)	≥ 15.000 MPa

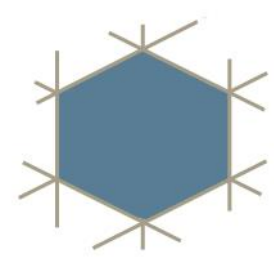












Minimi indicatori di rischio per la struttura ante-opera

I valori sono valutati sulla base delle curve di capacità effettivamente svolte.

Il tabulato tiene conto delle esclusioni operate con il comando 'Preferenze curva'.

Stato limite di salvaguardia della vita:

Minimo indicatore in termini di periodo di ritorno IR, TR = 0.397

Minimo indicatore in termini di PGA IR, PGA = 0.312

Minimi indicatori di rischio per la struttura post-opera

I valori sono valutati sulla base delle curve di capacità effettivamente svolte.

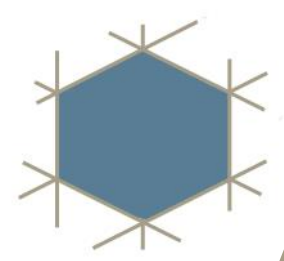
Il tabulato tiene conto delle esclusioni operate con il comando 'Preferenze curva'.

Stato limite di salvaguardia della vita:

Minimo indicatore in termini di periodo di ritorno IR, TR = 0.854

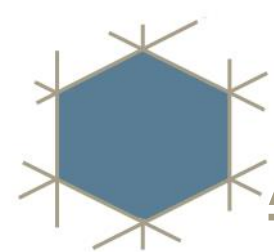
Minimo indicatore in termini di PGA IR, PGA = 0.838

Pertanto è possibile quantificare l'intervento di miglioramento della struttura che, rispetto allo stato limite ultimo, risulta essere pari al 46% (0,838-0,312) in termini di PGA e pari al 44% (0,854-0,397) in termini di TR



Altre applicazioni -Rinforzo arco in muratura

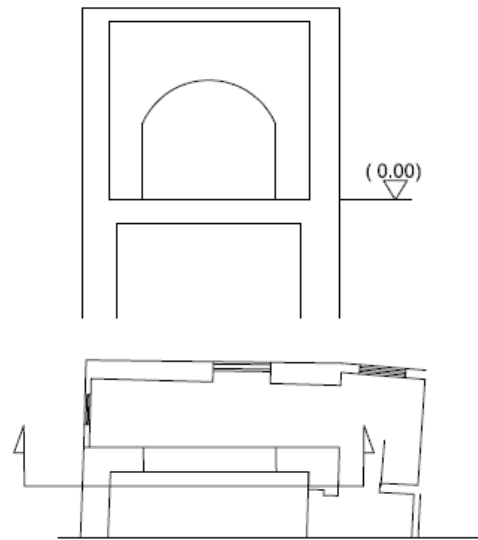




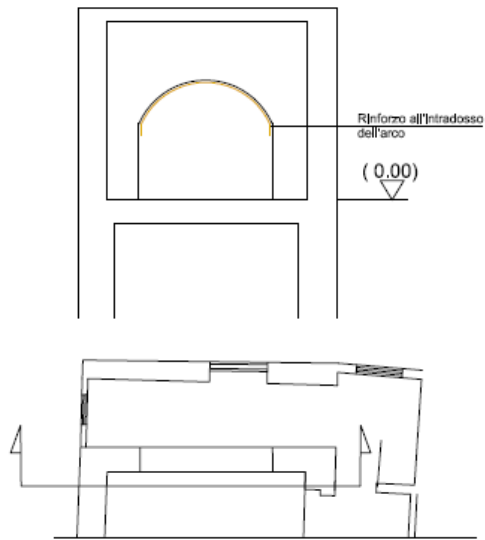
Altre applicazioni Rinforzo Arco in Muratura

Esecutivo consolidamento arco rapp. 1/100

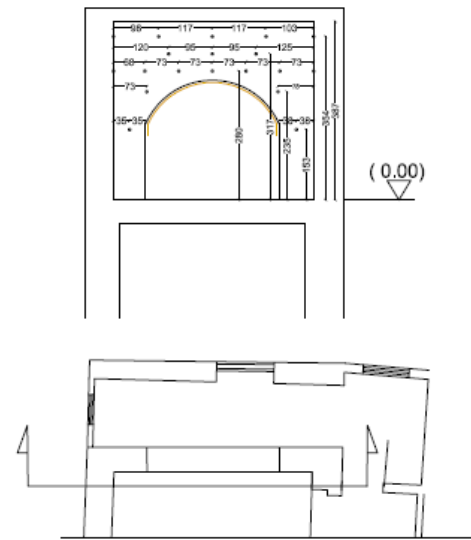
Rilievo



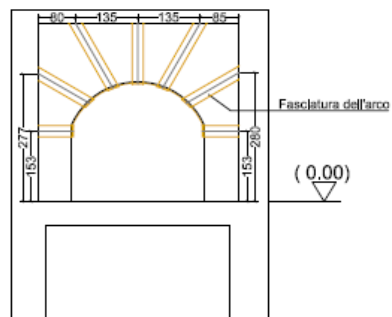
1° Fase - Consolidamento dell'arco all'intradosso



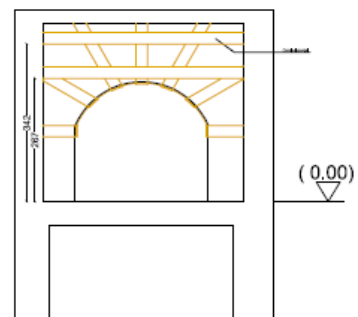
2° Fase - Perforazione e posa in opera dei connettori



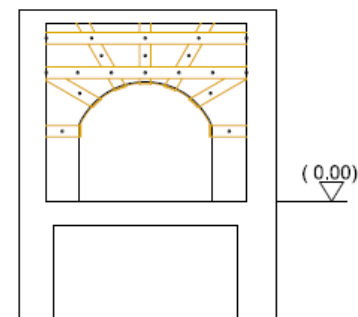
3° Fase - Fasciatura dell'arco

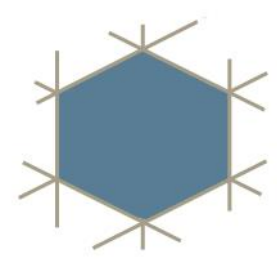


4° Fase - Corsi orizzontali



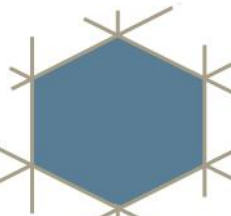
5° Fase - Sflocco dei connettori precedentemente predisposti





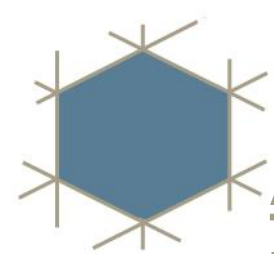
Altre applicazioni





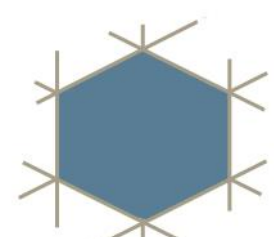
Lavoro Ultimato





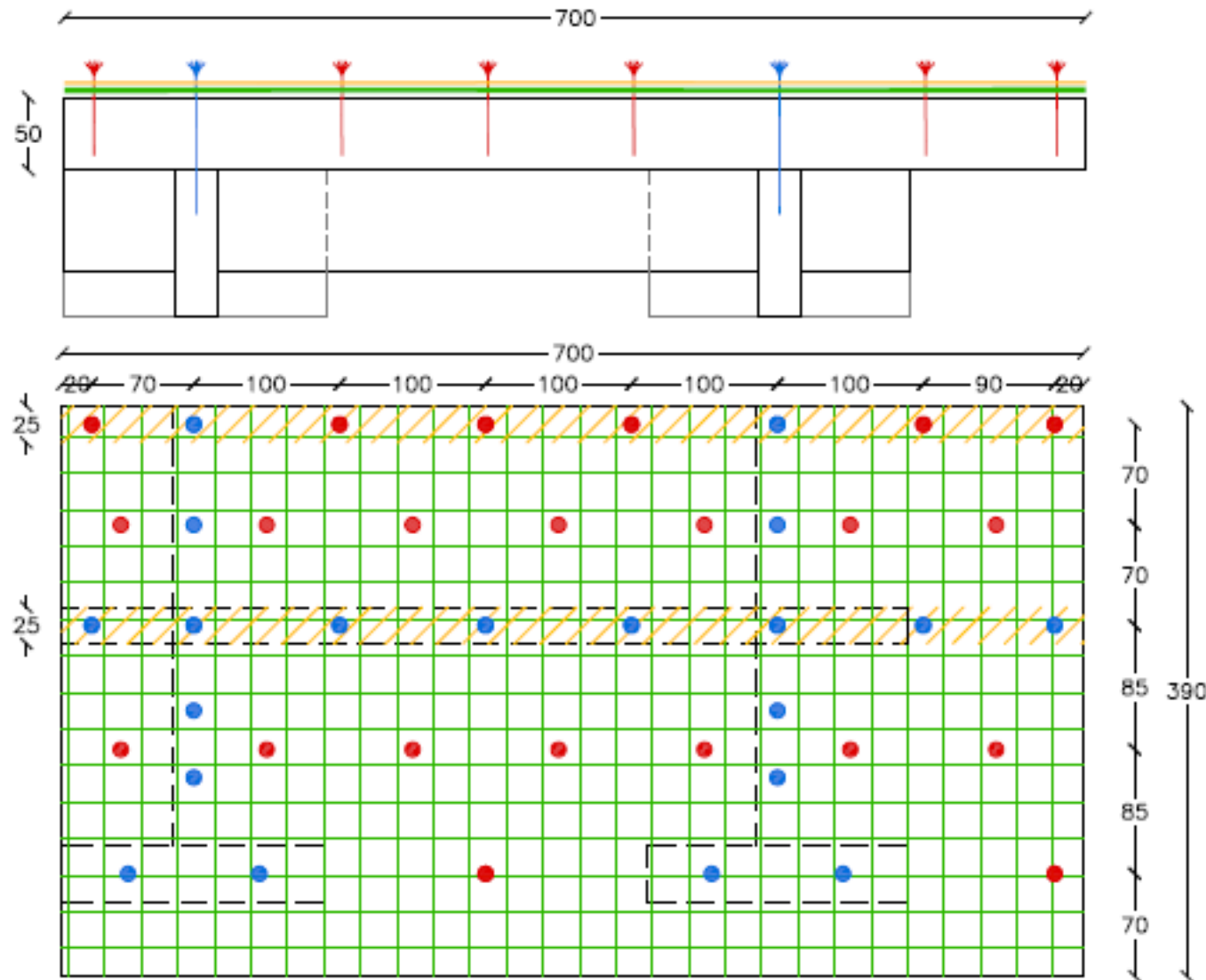
Altre applicazioni Rinforzo Muro Sostegno con tecnica mista





Altre applicazioni Rinforzo Muro Sostegno con tecnica mista

Planta del muro da consolidare con relativi contrafforti rapp. 1/50

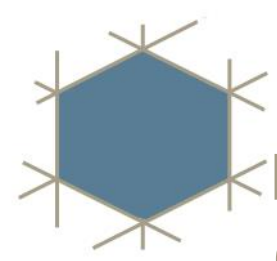


 Rinforzo con rete in fibra di basalto peso 400 gr/mq

 Catene da 25 cm di PBO unidirezionale

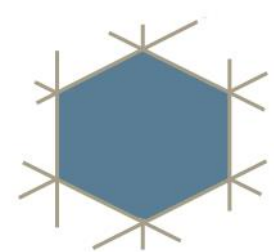
 Focchi in fibra di basalto ancorati al contrafforte in c.a.

 Focchi in fibra di basalto ancorati alla muratura



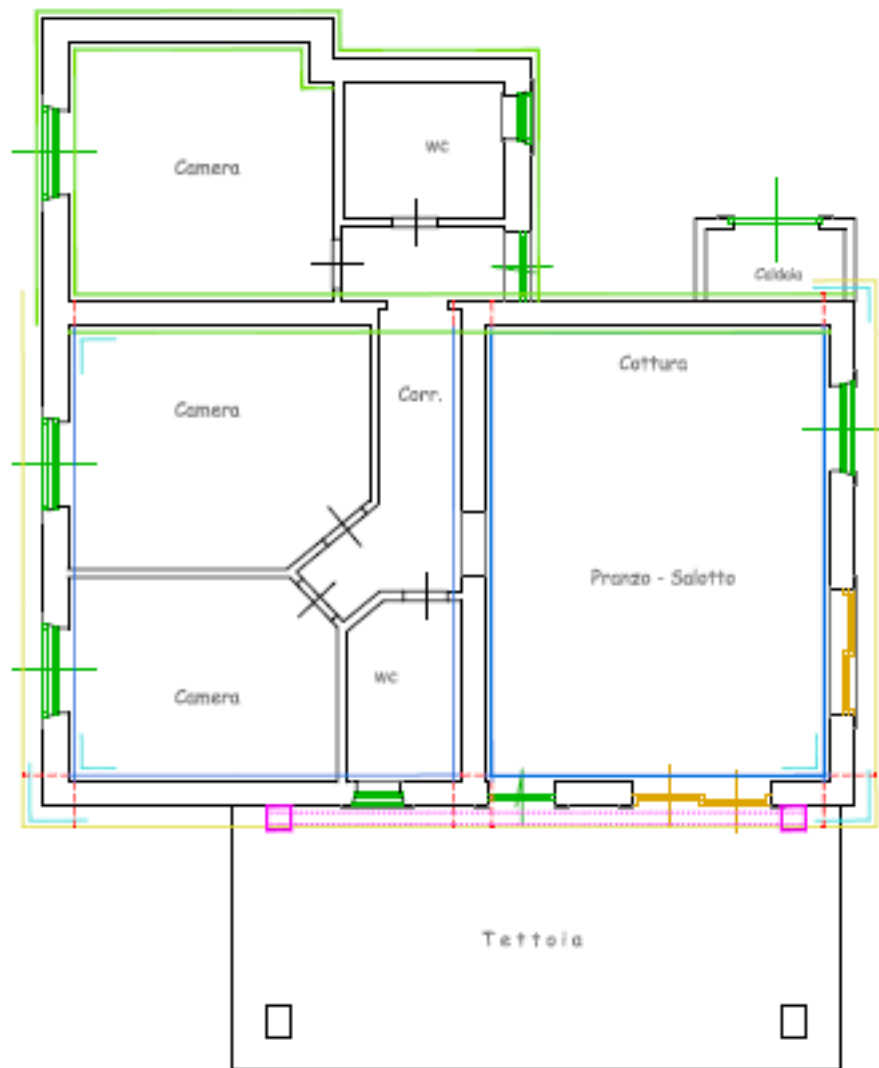
Fabbricato ad un solo Livello in muratura di lapilcemento
(Celloblock)



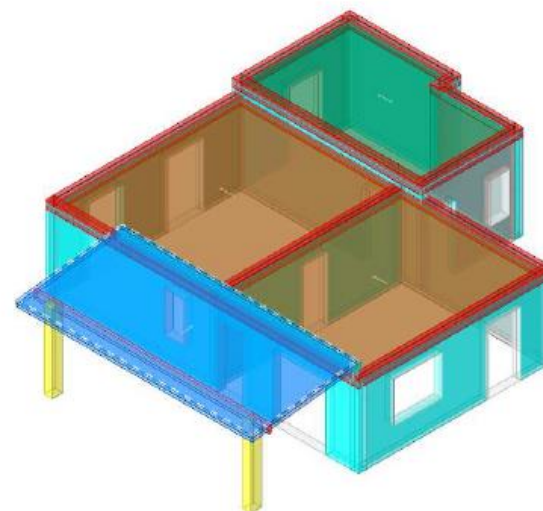


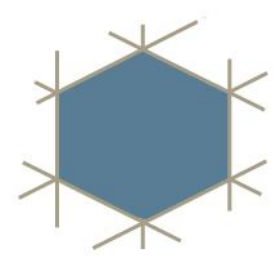
Fabbricato ad un solo Livello in muratura di lapilcemento
(Celloblock)

Pianta con interventi ipotizzati



Viste tridimensionali della struttura





Fabbricato ad un solo Livello in muratura di lapilcemento (Celloblock)

Modello tridimensionale a telaio equivalente

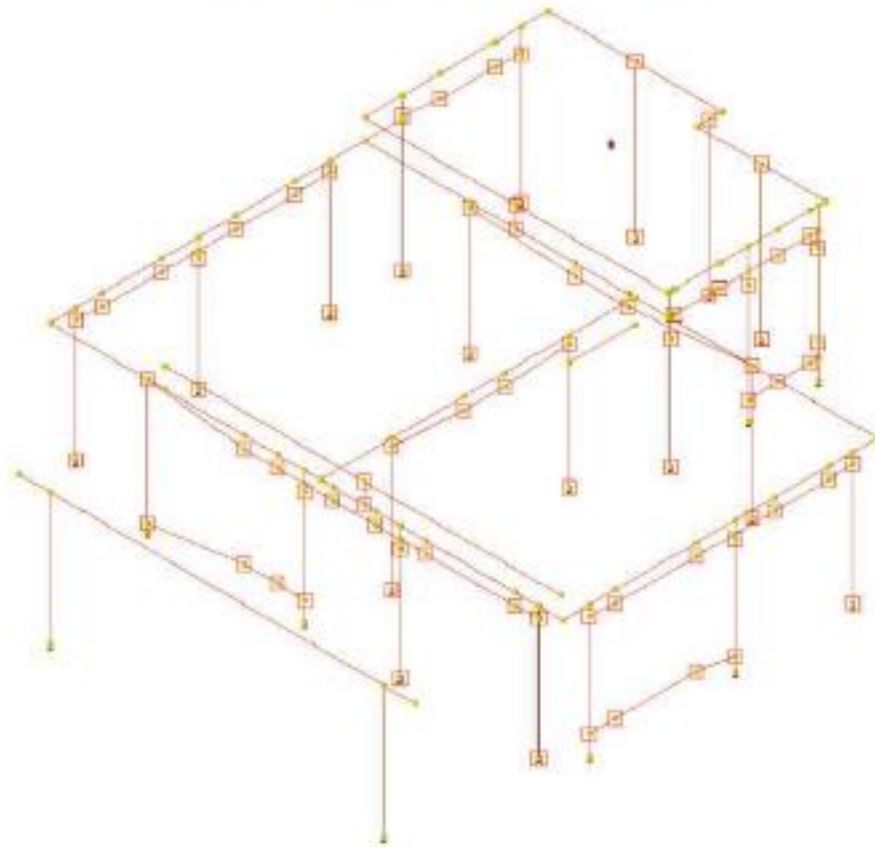


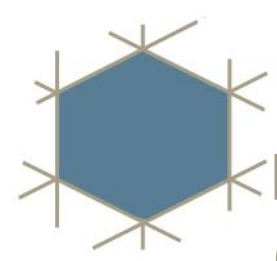
tabella C8B.1 della Circ. Min. 617/09:

Tipologia di muratura	f_m (N/cm ²)	τ_0 (N/cm ²)	E (N/mm ²)	G (N/mm ²)	w (kN/m ³)
	Min-max	min-max	min-max	min-max	
Muratura in blocchi di calcestruzzo semipieni (foratura < 45%)	300 440	18,0 24,0	2400 3520	600 880	14

- f_m = valore minimo tabella = 30 kg/cm²/1.35 = 22 kg/cm²
- τ_0 = valore minimo tabella = 1.8 kg/cm²/1.35 = 1.33 kg/cm²
- E = valore medio tabella = 29600 kg/cm²/1.35 = 21900 kg/cm²
- G = valore medio tabella = 7400 kg/cm²/1.35 = 5400 kg/cm²
- w = 1400 kg/mc

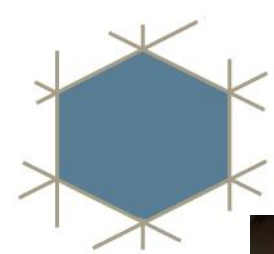
La tabella C8A.2.2 della Circ. Min. 617/09 indica i coefficienti correttivi da applicare alle proprietà meccaniche della muratura

Tipologia di muratura	Malta buona	Giunti sottili (<10 mm)	Ricorsi o listature	Connessione trasversale	Nucleo scadente e/o ampio	Iniezione di miscele leganti	Intonaco armato *
Muratura a blocchi lapidei squadriati	1,2	1,2	-	1,2	0,7	1,2	1,2



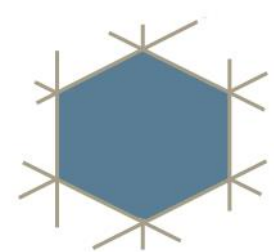
Fabbricato ad un solo Livello in muratura di lapilcemento
(Celloblock)





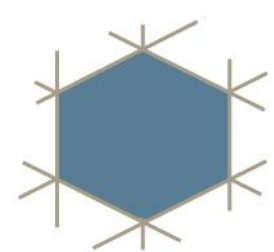
Fabbricato ad un solo Livello in muratura di lapilcimento
(Celloblock)





Fabbricato ad un solo Livello in muratura di lapilcimento
(Celloblock)





Fabbricato ad un solo Livello in muratura di lapilcemento (Celloblock)

ANTE INTERVENTO

Minimi indicatori di rischio per la struttura

I valori sono valutati sulla base delle curve di capacità effettivamente svolte.

Il tabulato tiene conto delle esclusioni operate con il comando 'Preferenze curva'.

Stato limite di salvaguardia della vita:

Minimo indicatore in termini di periodo di ritorno IR,TR = 0.896

Minimo indicatore in termini di PGA IR,PGA = 0.884

Stato limite di danno:

Minimo indicatore in termini di periodo di ritorno IR,TR = 2.254

Minimo indicatore in termini di PGA IR,PGA = 2.834

POST INTERVENTO

Minimi indicatori di rischio per la struttura

I valori sono valutati sulla base delle curve di capacità effettivamente svolte.

Il tabulato tiene conto delle esclusioni operate con il comando 'Preferenze curva'.

Stato limite di salvaguardia della vita:

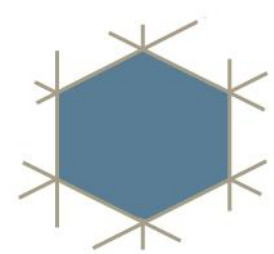
Minimo indicatore in termini di periodo di ritorno IR,TR = 1.441

Minimo indicatore in termini di PGA IR,PGA = 1.307

Stato limite di danno:

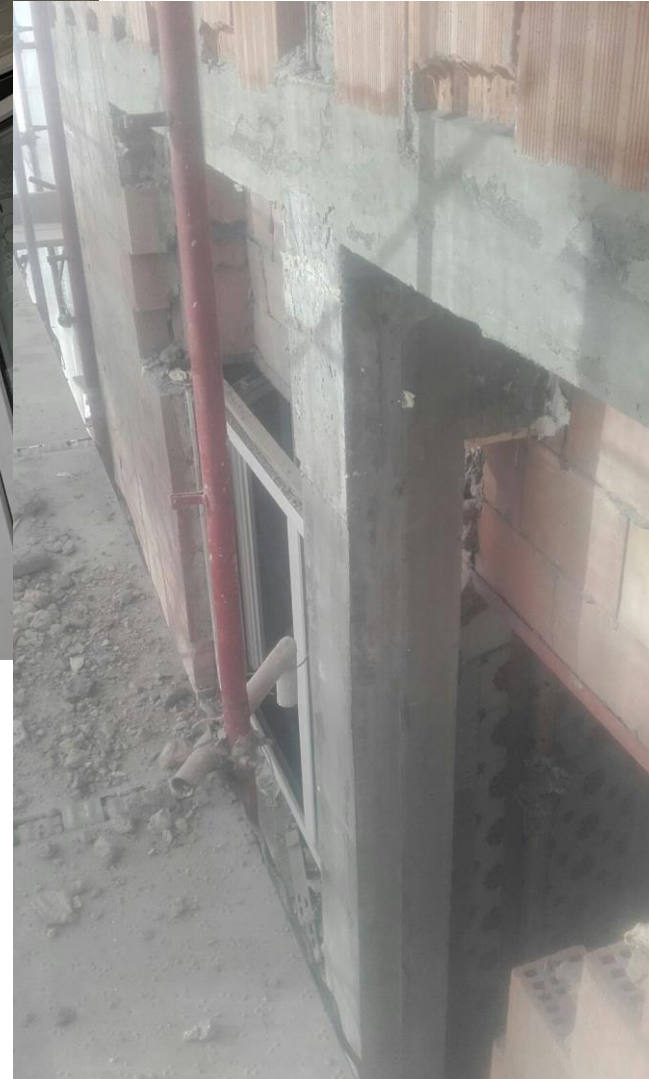
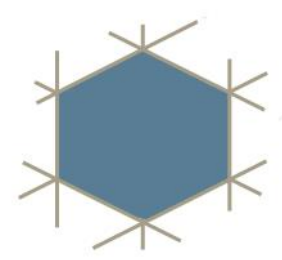
Minimo indicatore in termini di periodo di ritorno IR,TR = 2.272

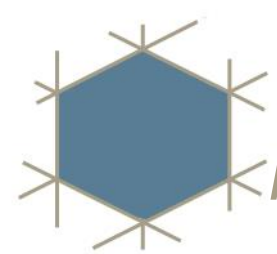
Minimo indicatore in termini di PGA IR,PGA = 2.86



Fabbricato in C.A. degli anni 60 rinforzato con microcalcestruzzi additivati con fibre d'acciaio

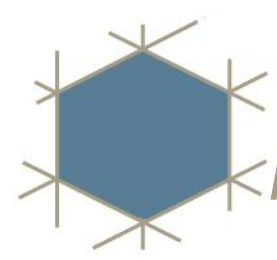






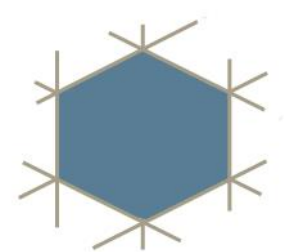
Muratura in pietra informe e Volta in Battuto di lapillo





Muratura in pietra informe e Volta in Battuto di lapillo





Rinforzo pilastro



Concludendo:

Ruregold e Iprogetti mettono a disposizione del professionista soluzioni di rinforzo in FRP ed FRCM calcolati come interventi locali o come verifica sismica dell'intero.

Le progettazioni verranno realizzate nel rispetto della normativa vigente al fine della necessaria autorizzazione sismica per poter accedere al Sisma Bonus e ai contributi per la ricostruzione .

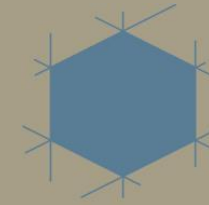
Riguardo alla certificazione dei materiali compositi FRP ed FRCM RUREDIL fornisce in entrambi i casi sistemi dotati di certificazione idonea per l'impiego come rinforzi di opere strutturali.

Grazie!

[Iprogettistp.com](http://iprogettistp.com)

Rocco.Diiorio@iprogettistp.com

Mob +39 3926706934



IPROGETTI
TECNICAL PARTNER



RUREGOLD
INNOVATION & SAFETY FOR BUILDING