



PROVINCIA DEI FRATI MINORI
 DI CALABRIA E BASILICATA

Via E. Borelli, 35 Catanzaro



COMUNE DI BISIGNANO

Provincia di Cosenza

PROGETTO ESECUTIVO

RECUPERO, RESTAURO E MIGLIORAMENTO
 SISMICO DELLA CHIESA DELLA RIFORMA, XIII sec.
 PIAZZALE DELLA RIFORMA
 SANTUARIO SANT'UMILE IN BISIGNANO (CS)

1° LOTTO FUNZIONALE

COMMITTENTE PROVINCIA DEI FRATI MINORI DI CALABRIA E BASILICATA
 IL PROVINCIALE FRA FABIO OCCHIUTO

PROGETTISTI:

ARCH. ANTONIO MALIVINDI
 ING. FRANCESCO NUCERA
 GEOL. CARMINE MALIVINDI

COLLABORATORI

ARCH. ALFONSO GRILLO
 ARCH. CATERINA MESSINA
 ARCH. MARIA ROSA RIZZO
 ING. ANTONIO CONDELLO
 ING. BIODINO MERCURI
 GEOL. SALVATORE MAIONE

RUP: ARCH. ANTONIO MALIVINDI



B O L L I

PROGETTISTI

arch. A. Malivindi
 ing. F. Nucera
 geol. C. Malivindi

COMMITTENTE

Rappresen. Legale
 Fra Giuseppe Maiolo

Il Provinciale
 Fra Fabio Occhiuto

PS
 TAVOLA

PROGETTO STRUTTURALE
 RELAZIONE SUI MATERIALI

DATA

NOVEMBRE 2017

ELABORATO

PROGETTO S

33 PS7

Sommario

PREMESSA	2
NORMATIVA DI RIFERIMENTO	2
MALTE/RESINE PER ANCORAGGI STRUTTURALI.....	2
ACCIAIO	2
BARRE FILETTATE E BULLONI	3
PANNELLI IN OSB PER COPERTURA	4
LEGNO PER IMPIEGO STRUTTURALE	4
ACCIAIO PER CATENE	5
CORDOLO IN MURATURA	5
INTONACO ARMATO CON RETE IN GFRP	5
RINFORZO MURATURE MEDIANTE RISTILATURA ARMATA	6
INIEZIONI CON MISCELE LEGANTI.....	7

PREMESSA

Il progetto concerne l'Intervento strutturale di miglioramento antisismico della Chiesa della Riforma, XIII sec Piazzale della Riforma Santuario Sant'Umile in Bisignao sito in nel comune di Bisignano (CS).

Le caratteristiche e le qualità dei materiali che devono essere impiegati nella realizzazione degli interventi strutturali sono di seguito indicate.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Nella redazione del progetto e nello sviluppo delle analisi vengono rispettate le seguenti normative tecniche:

- **Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 14 gennaio 2008** - Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (Supplemento Ordinario n. 30 alla Gazzetta Ufficiale n. 29 del 4 febbraio 2008).
- **Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 2 febbraio 2009 n. 617** – Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (Supplemento Ordinario n. 27 alla Gazzetta Ufficiale n. 47 del 26 febbraio 2009).
- **Regolamento CPR 305/11**

MALTE/RESINE PER ANCORAGGI STRUTTURALI

Gli ancoraggi strutturali devono essere realizzati con prodotti provvisti MARCATURA CE specifici per l'impiego su murature previa approvazione del direttore dei lavori strutturali.

Il sistema d'ancoraggio deve essere compatibile con i carichi di progetto, con riferimento a tutte le specifiche tecniche riportate nei disegni esecutivi degli interventi di rinforzo (diametro del foro, lunghezze di ancoraggio, resistenza meccanica, ecc...).

ACCIAIO

ACCIAIO PER ELEMENTI METALLICI (CONNESSIONI, PIASTRA CAPOCHIAVE)

Per la realizzazione delle strutture metalliche si dovranno utilizzare acciai conformi alle norme armonizzate della serie UNI EN 10025 (per i laminati), recanti la marcatura CE, cui si applica il sistema di attestazione della conformità 2+, e per i quali si rimanda a quanto specificato nel capitolo 11 del NTC 2008. I valori della tensione di snervamento f_{yk} e della tensione di rottura f_{tk} adottati

nelle verifiche quali valori caratteristici sono specificati nel paragrafo § 11.3.4.1 delle vigenti norme e di seguito riportati.

UNI EN 10025-2, 10210, 10219-1.

Si utilizza:

- acciaio tipo **S275** cui corrisponde una tensione di snervamento $f_{yk} = 275$ MPa tensione di rottura $f_{tk} = 430$ MPa e modulo di elasticità normale: $E = 210000$ N/mm²

Considerata la temperatura di servizio e lo spessore degli elementi d'acciaio si prescrive un acciaio di qualità pari o superiore a JR.

Saldature

I procedimenti di saldatura e i materiali di apporto devono essere conformi ai requisiti di cui al § 11.3.4 delle vigenti norme. Per l'omologazione degli elettrodi da impiegare nella saldatura ad arco può farsi utile riferimento alla norme UNI 5132:1974.

Per gli altri procedimenti di saldatura devono essere impiegati i fili, flussi o gas di cui alle prove di qualifica del procedimento.

La saldatura degli acciai dovrà avvenire con uno dei procedimenti all'arco elettrico codificati secondo la norma UNI EN ISO 4063:2001. È ammesso l'uso di procedimenti diversi purché sostenuti da adeguata documentazione teorica e sperimentale.

Norme tecniche da rispettare:

- UNI EN ISO **3834**:2006 - Sistema Gestione per la Saldatura – UNI EN ISO **9001**:2008;
- UNI EN **15614** - Qualifica procedimenti di saldatura

Certificazione delle procedure di saldatura (WPQR) e di saldatori (WQ) secondo le normative nazionali e europee

- UNI EN **9606/1**:2007 Prove di qualificazione dei saldatori per Acciaio.

BARRE FILETTATE E BULLONI

Le barre filettate/bulloni per collegamenti di forza devono essere conformi ai requisiti di cui al § 11.3.4 delle vigenti norme. In particolare si prescrive che:

- essere conformi per caratteristiche dimensionali alle norme UNI EN ISO 4016:2002 e UNI 5592:1968.
- in riferimento alle classi indicate nella norma UNI EN ISO 898-1:2001 si specifica che la vite sarà di classe 8.8.
- in riferimento alle classi indicate nella norma UNI EN ISO 898-1:2001 si specifica che il dado sarà di classe 8

-zincatura

I valori della tensione di snervamento f_{yb} e della tensione di rottura f_{tb} dei bulloni, da adottare nelle verifiche quali valori caratteristici sono specificati nella seguente tabella:

f_{yb}	649 N/mm ²
f_{tb}	800 N/mm ²

PANNELLI IN OSB PER COPERTURA

I solai di copertura saranno realizzati in OSB/3 in conformità alla EN300, le cui principali caratteristiche sono di seguito riportate

	OSB/2 e OSB/3		
Spessore [mm]	>6-10	>10-18	>18-25
ρ_k [kg/m ³]	550	550	550
$f_{m,k}$ [N/mm ²]	0	18,0	16,4
	90	9,0	8,2
$f_{t,k}$ [N/mm ²]	0	9,9	9,4
	90	7,2	7,0
$f_{c,k}$ [N/mm ²]	0	15,9	15,4
	90	12,9	12,7
$f_{v,k}$ [N/mm ²]	6,8	6,8	6,8
$f_{r,k}$ [N/mm ²]	1,0	1,0	1,0
E_m [N/mm ²]	0	4930	4930
	90	1980	1980
$E_{t,c}$ [N/mm ²]	0	3800	3800
	90	3000	3000
G_v [N/mm ²]	1080	1080	1080
G_r [N/mm ²]	50	50	50

Tab. 1: Valori caratteristici dei pannelli di tipo OSB/2 e OSB/3 fabbricati secondo UNI EN 300

LEGNO PER IMPIEGO STRUTTURALE

Il legno strutturale da utilizzare è legno lamellare di conifera omogeneo (EN1194) GL 24 h le cui caratteristiche meccaniche sono riepilogate nella seguente tabella:

$f_{m,g,k}$ [Mpa]	$f_{t,0,g,k}$ [Mpa]	$f_{t,90,g,k}$ [Mpa]	$f_{c,0,g,k}$ [Mpa]	$f_{c,90,g,k}$ [Mpa]	$f_{v,g,k}$ [Mpa]	$E_{0,g,medio}$ [Mpa]	$E_{0,g,0.5}$ [Mpa]	$E_{90,g,medio}$ [Mpa]	G_{medio} [Mpa]	γ_k [kN/m ³]
24.00	16.50	0.40	24.00	2.70	2.70	11600.00	9400.00	390.00	720.00	3.73

ACCIAIO PER CATENE

Il materiale per la realizzazione del tirante sarà in lega di acciaio **INOX AUSTENITICA** del tipo **AISI304**.

CORDOLO IN MURATURA

Il cordolo sarà da realizzarsi in muratura di mattoni pieni e rete G-FRP dello spessore superiore ad una testa con mattoni pieni comuni con malta di calce idraulica e sabbia.

Mattoni pieni UNI:

- Resistenza media a compressione nella direzione dei carichi verticali 18 Mpa
- Resistenza media a compressione nella direzione ortogonale ai carichi verticali 2.2 Mpa

Malta a prestazione garantita:

- Resistenza a compressione 20 Mpa (Classe M20).

INTONACO ARMATO CON RETE IN GFRP

Rete preformata in materiale composito fibrorinforzato G.F.R.P. (Glass Fiber Reinforced Polymer) per consolidamento strutturale di pavimentazioni, solai, volte e murature in calcestruzzo, mattoni, pietra, tufo, calcare, a maglia quadra monolitica dimensione 33x33 mm costituita da fibra di vetro AR (Alcalino Resistente) con contenuto di zirconio pari o superiore al 16%, e resina termoindurente di tipo vinilestere-epossidico, tessitura con ordito a torcitura multipla e trama piatta inserita fra le fibre di ordito, spessore medio 3 mm, avente n. 30 barre/metro/lato, rigidità assiale a trazione EA 230 kN, sezione nominale della singola barra 10 mm², resistenza a trazione della singola barra 3,5 kN, allungamento a rottura 1,5%; completa di angolare e connettori in materiale fibrorinforzato F.R.P 4/mq ed ancorante chimico vinilestere

Malta premiscelata a base di calce, fibrorinforzata e idrofugata, ad alta traspirabilità, resistenza a compressione 13 N/mm² e modulo elastico < 10 Gpa per la realizzazione di intonaci armati interni ed esterni, per elevazioni di murature e per riparazioni localizzate, per il rinforzo strutturale di paramenti murari, volte, elementi in muratura miste o a sacco, in mattone, pietra e sasso. (conforme norma EN998)

Fasi di applicazione:

1. Rimozione dell'intonaco pre-esistente e della malta dai giunti tra gli elementi di muratura (10-15 mm in profondità), da entrambe le facce del pannello ed eventualmente ricostruzione di parti murature mancanti o particolarmente danneggiate;

2. Lavaggio e bagnatura della superficie a saturazione, applicazione di un primo strato di rinaffo, esecuzione dei fori con trapano a rotazione e applicazione della rete in GFRP su un lato verificando che non sia aderente alla parete;
3. Pulizia del foro per mezzo di getto ad aria in pressione e inserimento del connettore in GFRP di lunghezza pari allo spessore della muratura;
4. Posa della rete in GFRP sull'altro lato del paramento murario assicurando che non sia aderente alla muratura;
5. Taglio della parte eccedente del connettore in GFRP, se necessario, con dischi diamantati per laterizio;
6. Inserimento nel foro del secondo connettore in GFRP creando una sovrapposizione di almeno 10-15 cm;
7. Iniezione di resina epossidica tixotropica per solidarizzare i connettori;
8. Applicazione dei fazzoletti di ripartizione
9. Applicazione di un nuovo strato di intonaco di malta mantenendo la rete in mezzera a tale spessore. L'intonaco ha uno spessore di circa 30 mm per lato

Note:

- a) Nelle zone di sovrapposizione dei connettori il foro deve avere un diametro di almeno 24 mm mentre è sufficiente un foro di diametro 14-18mm laddove il connettore è singolo;
- b) La messa in opera della rete può essere eseguita srotolando il rotolo dal basso verso l'alto o viceversa, tra il ponteggio e la muratura;
- c) Per garantire la continuità meccanica, la rete in GFRP deve essere sovrapposta per circa 15-20 cm;
- d) Le operazioni di posa del sistema devono essere condotte da personale esperto e devono rispettare le indicazioni riportate nella scheda tecnica dei singoli prodotti.

RINFORZO MURATURE MEDIANTE RISTILATURA ARMATA

Consolidamento di pareti in pietrame di media-piccola pezzatura, aventi una delle facce "a vista", mediante tecnica ristilatura armata, con applicazione di intonaco armato e armatura sottofuga.

Tale tecnica prevede:

- 1 - applicazione sulla faccia da intonacare, in precedenza ripulita, di rete in materiale composito fibrorinforzato F.R.P. (Fiber Reinforced Polymer) maglia 33x 33 costituita da fibra di vetro AR (Alcalino Resistente) con contenuto di zirconio pari o superiore al 16% e resina termoindurente di tipo vinilestere-epossidico, rapporto in peso fibra/resina pari a 65/35%; spessore medio 3 mm,avente modulo elastico a trazione medio N/mm² 23'000, sezione della singola barra mm² 10, resistenza a trazione della singola barra kN 3,5 e allungamento a rottura 1,5%; materiale riciclabile in conformità ai protocolli CSI;
- 2 - applicazione sulla faccia da mantenere "a vista" di trefolo metallico in acciaio inox a 49 fili, diametro minimo 3 mm, da annegare da annegare nella malta di ristilatura premiscelata tissotropica a base di calce idraulica NHL, seguendo i corsi precedentemente individuati e predisposti già debitamente scarificati e ripuliti, a formare una maglia di circa 50x50 cm, secondo la tecnica "Reticolatus";
- 3 - inserimento in perfori, da eseguire in numero non inferiore a 5/m², di idonei connettori costituiti da barra in acciaio inox di diametro 10 mm, e lunghezza opportuna in relazione allo spessore

murario, completi di sistema di aggancio ai trefoli sul lato a vista e fazzoletti di ripartizione sul lato opposto;

4 - stilatura della "faccia a vista" della muratura con idonea malta, da eseguirsi con idonei strumenti metallici secondo le indicazioni della D.L. ed applicazione sul lato opposto di intonaco a base di calce idraulica, premiscelato per applicazioni strutturali, di spessore 3 cm con rifinitura a frattazzo.

INIEZIONI CON MISCELE LEGANTI

Consolidamento di strutture murarie caotiche ed incoerenti con perforazioni ed iniezioni di miscele di materiali in sospensione, da eseguirsi nel seguente modo: a) pulizia e messa a vivo dei conci con spazzola a fili di acciaio; b) scarnitura profonda dei giunti evitando accuratamente la scalpellatura degli stessi, la loro preparazione secondo le indicazioni della D.L.; c) esecuzione di un reticolo di iniezioni di circa 4 al mq realizzate con trapano elettrico e/o sonda a sola rotazione, perforazioni del diametro di mm 20 nel paramento murario; d) fissaggio dei bocchigli con malta di speciale miscela inorganica a basso contenuto di sali idrosolubili esclusivamente a base di inerti selezionati e di calce idraulica naturale NHL5 premiscelata conforme alla UNI EN 459-1, resistente ai solfati, adatta al consolidamento di murature in pietra o mattone pieno mediante iniezione di malta di calce idraulica naturale a fluidità controllata in relazione alla granulometria massima dell'inerte contenuto, caratterizzata da elevata fluidità e stabilità, ottenuta dalla cottura a basse temperature di calcari argillosi (marna naturale), avente come principale costituente mineralogico il silicato bi-calcico, priva di alluminato e silicato tricalcico, da impastare solo ed esclusivamente con acqua in ragione di circa 150 a 250 gr al kg di prodotto secco in relazione alla dimensione massima dell'inerte contenuto; e) imbibizione con acqua al fine di inumidire le cavità da iniettare; F) iniezione a bassa pressione di materiali in sospensione con pompe di speciale miscela inorganica a basso contenuto di sali idrosolubili esclusivamente a base di calce idraulica naturale NHL5 premiscelata conforme alla UNI EN 459-1, resistente ai solfati, adatta al consolidamento di murature in pietra o mattone pieno mediante iniezione, caratterizzata da elevata fluidità e stabilità, ottenuta dalla cottura a basse temperature di calcari argillosi (marna naturale), avente come principale costituente mineralogico il silicato bi-calcico, privo di alluminato e silicato tricalcico, da impastare solo ed esclusivamente con acqua in ragione di circa 6 litri per sacco da 25 Kg con dosaggio minimo di kg 100 a mc di miscela, e/o secondo l'ordine di iniezione indicato dalla D.L.; g) asportazione dei bocchigli di iniezione e della malta di fissaggio. Sono compresi gli oneri per la sigillatura con malta di calce idraulica naturale NHL 5 premiscelata a basso contenuto di sali idrosolubili e conforme alla UNI EN 459-1 ed inerte con granulometria da 0 a 2 mm, di classe MQ,5 (UNI EN 998-2) di resistenza a compressione, massa volumica pari a 1700 ÷ 1800 Kg/mc , pH > 10,5 e classe A1 di reazione al fuoco, l'eventuale pulizia delle superfici percolate mediante spazzolatura prima dell'essiccazione del materiale d'iniezione, il controllo dei prospetti e la tamponatura di eventuali falle durante le operazioni di iniezione.