



REGIONE BASILICATA COMUNE DI MATERA



PARCO della MURGIA MATERANA

Ente di Gestione del Parco Storico Naturale
delle Chiese Rupestri del Materano



PROGETTO DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DELL'EX CASELLO DI "PARCO DEI MONACI"

-PROGETTO ESECUTIVO-

allegato

elaborato

SD

RELAZIONE SUI MATERIALI

scala

1:50 - 1:20

codice progetto

cup

OTTOBRE 2019

IL PROGETTISTA:

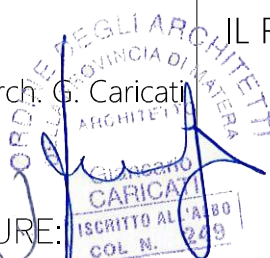
IL R.U.P.

Arch. G. Caricati

IL CONSULENTE DELLE STRUTTURE:

Ing. E. Lunalbi

P. A. M. Virgintino



RELAZIONE SULLA QUALITA' E SULLA DOSATURA DEI MATERIALI IMPIEGATI

(N.T.C. D.M. Infrastrutture 17/01/2018, D.P.R. n.380/2001, L.R. n.38/1997)

Titolo del progetto: **RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DELL'EX
CASELLO DI "PARCO DEI MONACI"**

Ubicazione: **COMUNE DI MATERA – PARCO DEI MONACI**

Opere: **OPERE DI CONSOLIDAMENTO E MIGLIORAMENTO SISMICO**

Committente: **ENTE PARCO ARCHEOLOGICO STORICO E NATURALE
DELLE CHIESE RUPESTRI DEL MATERANO**

SOMMARIO

1. PREMESSA.....	3
2. MATERIALI PER USO STRUTTURALE.....	4
2.1 Calcestruzzi	5
2.2 Acciai	5
2.2.1 Acciai per cemento armato.....	6
2.2.2 Acciai per strutture metalliche	7
2.3 Legno lamellare	8

1. Premessa

Il fabbricato in oggetto ha una struttura in muratura ordinaria. Le murature portanti sono in conci di tufo con spessore di circa 50 cm. al primo livello e di circa 40 cm. al secondo livello ed in copertura. Le fondazioni esistenti sono realizzate con un semplice allargamento della sezione di base delle murature, le quali poggiano direttamente sul terreno di sedime.

Gli orizzontamenti intermedi sono costituiti da solai in putrelle tipo IPN 140, con interasse di circa 70 cm. e volteerane in blocchi forati di laterizio.

Le strutture di copertura sono costituite da una struttura principale composta da arcarecci in legno massello di sezione 20x20 cm. (circa), e da una struttura secondaria composta da correnti in legno, posta trasversalmente alla prima, con sezione di circa 6x6 cm.

Gli interventi previsti sono volti all'incremento di resistenza dei setti murari, al miglioramento della capacità portante delle fondazioni e al ripristino delle strutture di interpiano e di copertura. In sintesi gli interventi proposti sono i seguenti:

- 1) Allargamento della base fondale esistente mediante sottofondazioni in calcestruzzo armato.
- 2) Consolidamento delle murature esistenti in conci di tufo e listellature di laterizio con iniezioni di miscela a base di calce idraulica naturale NHL 3.5.
- 3) Ricucitura delle lesioni più importanti mediante la tecnica del "scuci – cuci".
- 4) Rinforzo a pressoflessione e taglio dei maschi murari mediante placcaggio con fasce di tessuto in acciaio ad alta resistenza e legante a base di calce idraulica naturale NHL 3.5.
- 5) Rinforzo dei solai intermedi, mediante soletta collaborante e connettori saldati alle putrelle esistenti.
- 6) Realizzazione di un nuovo solaio di sottotetto con profilati metallici HEA 140 e sovrastante lamiera grecata collaborante (tipo Metecno) con soletta in calcestruzzo e rete elettrosaldata.
- 7) Rifacimento delle coperture con struttura principale costituita da travi in legno lamellare GL22h di sezione 20x20 e sovrastante struttura secondaria in correnti e tavolato in legno massiccio.

Muratura esistente

Le murature esistenti sono in blocchi di calcarenite (tufo calcareo) e giunti in malta di calce.

Per quanto riguarda la determinazione delle caratteristiche meccaniche, sono state effettuate indagini in situ limitate, pertanto il livello di conoscenza da attribuire ai materiali è LC1. Il corrispondente fattore di confidenza è $FC = 1,35$. I parametri meccanici di riferimento sono desunti dalla tabella C8A.2.1 delle NTC 2018.

Muratura in blocchi di tufo calcareo squadrati e malta di calce:

- Resistenza caratteristica a compressione dei blocchi:	$f_{bk} = 30$	daN/cm ²
- Resistenza caratteristica a compressione dei blocchi in direzione orizzontale nel piano del muro:	$f_{bk_0} = 6$	daN/cm ²
- Categoria dei blocchi:	II	
- Resistenza media a compressione della malta:	$f_m = 25$	daN/cm ²
- Resistenza media a compressione della muratura:	$f_m = 24$	daN/cm ²
- Resistenza a taglio medio della muratura:	$f_{v0} = 1.20$	daN/cm ²
- Resistenza media a comp. della muratura in direzione orizzontale:	$f_{hk} = 12$	daN/cm ²
- Modulo di elasticità normale:	$E = 14500$	daN/cm ²
- Modulo di elasticità tangenziale:	$G = 4500$	daN/cm ²
- Peso specifico della muratura:	$w = 1600$	daN/m ³

Muratura consolidata

La muratura esistente che non sarà oggetto di demolizione sarà consolidata con iniezioni di miscele leganti e con stilatura dei giunti di malta. In virtù di tale consolidamento le caratteristiche meccaniche della muratura risulteranno migliorate. La maggiorazione delle proprietà meccaniche di progetto viene fatta secondo la tabella C8A.2.2 delle NTC 2018.

Muratura in blocchi di tufo calcareo squadrati e malta di calce iniettata con miscele leganti a base di calce idraulica naturale NHL 3.5:

- Resistenza caratteristica a compressione dei blocchi:	$f_{bk} = 30$	daN/cm ²
- Resistenza caratteristica a compressione dei blocchi in direzione orizzontale nel piano del muro:	$f_{bk_{\perp}} = 6$	daN/cm ²
- Categoria dei blocchi:	II	
- Resistenza media a compressione della malta:	$f_m = 25$	daN/cm ²
- Resistenza media a compressione della muratura:	$f_m = 36$	daN/cm ²
- Resistenza a taglio medio della muratura:	$f_{v0} = 1.80$	daN/cm ²
- Resistenza media a comp. della muratura in direzione orizzontale:	$f_h = 18$	daN/cm ²
- Modulo di elasticità normale:	$E = 25380$	daN/cm ²
- Modulo di elasticità tangenziale:	$G = 8100$	daN/cm ²
- Peso specifico della muratura:	$w = 1600$	daN/m ³

2. Materiali per uso strutturale

I materiali ed i prodotti per uso strutturale, utilizzati nelle opere in progetto, devono rispondere ai requisiti indicati nel seguito.

I materiali e prodotti per uso strutturale devono essere:

- ♦ identificati univocamente a cura del produttore, secondo le procedure applicabili;
- ♦ qualificati sotto la responsabilità del produttore, secondo le procedure applicabili;
- ♦ accettati dal Direttore dei lavori mediante acquisizione e verifica della documentazione di qualificazione, nonché mediante eventuali prove sperimentali di accettazione.

In particolare, per quanto attiene l'identificazione e la qualificazione, possono configurarsi i seguenti casi:

- ♦ materiali e prodotti per uso strutturale per i quali sia disponibile una norma europea armonizzata il cui riferimento sia pubblicato su GUUE. Al termine del periodo di coesistenza il loro impiego nelle opere è possibile soltanto se in possesso della Marcatura CE, prevista dalla Direttiva 89/106/CEE "Prodotti da costruzione" (CPD), recepita in Italia dal DPR 21/04/1993, n.246, così come modificato dal DPR 10/12/1997, n. 499;
- ♦ materiali e prodotti per uso strutturale per i quali non sia disponibile una norma armonizzata ovvero la stessa ricada nel periodo di coesistenza, per i quali sia invece prevista la qualificazione con le modalità e le procedure indicate nelle presenti norme. E' fatto salvo il caso in cui, nel periodo di coesistenza della specifica norma armonizzata, il produttore abbia volontariamente optato per la Marcatura CE;
- ♦ materiali e prodotti per uso strutturale innovativi o comunque non citati dalle norme vigenti (D.M. 14 gennaio 2008) e non ricadenti in una delle tipologie A) o B). In tali casi il produttore potrà pervenire alla Marcatura CE in conformità a Benestare Tecnici Europei (ETA), ovvero, in alternativa, dovrà essere in possesso di un Certificato di Idoneità Tecnica all'Impiego rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale sulla base di Linee Guida approvate dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Ad eccezione di quelli in possesso di Marcatura CE, possono essere impiegati materiali o prodotti conformi ad altre specifiche tecniche qualora dette specifiche garantiscano un livello di sicurezza equivalente a quello previsto nelle presenti norme. Tale equivalenza può essere accertata attraverso procedure all'uopo stabilite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, sentito lo stesso Consiglio Superiore.

Per i materiali e prodotti recanti la Marcatura CE sarà onere del Direttore dei Lavori, in fase di accettazione, accertarsi del possesso della marcatura stessa e richiedere ad ogni fornitore, per ogni diverso prodotto, il Certificato ovvero Dichiarazione di Conformità alla parte armonizzata della specifica norma europea ovvero allo specifico Benestare Tecnico Europeo, per quanto applicabile. Sarà inoltre onere del Direttore dei Lavori verificare che tali prodotti rientrino nelle tipologie, classi e/o famiglie previsti nella detta documentazione.

Per i prodotti non recanti la Marcatura CE, il Direttore dei Lavori dovrà accertarsi del possesso e del regime di validità dell'Attestato di Qualificazione (caso B) o del Certificato di Idoneità Tecnica all'impiego (caso C) rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Premesso questo e:

Visto il D. Min. Infrastrutture 17 gennaio 2018 "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni" al cap. n.10 "Redazione dei progetti strutturali esecutivi e delle relazioni di calcolo" al par. n.1 "Caratteristiche generali"

Visto il D. Min. Infrastrutture 17 gennaio 2018 "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni" **al cap. n.11** "Materiali e prodotti per uso strutturale"

Visto la Circolare 2 febbraio 2009 del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici **"Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008"** ai capitoli n.10 e n.11 sui medesimi argomenti.

Vista la norma UNI EN 206-1 2006

SI PRESCRIVONO I SEGUENTI MATERIALI

2.1 Calcestruzzi

Vista la relazione tecnica e la relazione di calcolo, si richiedono le seguenti caratteristiche per il calcestruzzo per strutture armate preconfezionato o confezionato in opera:

Calcestruzzo C 25/30

Classe di resistenza a compressione	C25/30
Controllo di accettazione (D.M.14/01/2008 par.11.2.5)	tipo A
Resistenza caratteristica cubica a compressione R _{ck} .	30 N/mm ²
Copriferro minimo nominale	35 mm.
Classe di esposizione	XC2
Classe di consistenza	S5 (slump ≥ 220)
Massimo rapporto acqua/cemento	A/C ≤ 0,60
Tipo/classe di cemento	CEM I – CE 42,5 R
Contenuto minimo di cemento	3,00 kN/m ³
Diametro massimo inerte	D _{max} 32 mm
Diametro minimo inerte	D _{min} 5 mm
Contenuto massimo di cloruri nel calcestruzzo	Cl 0,20
Copriferro minimo	40 mm

Le suddette caratteristiche saranno conformi alle seguenti norme:

- ✓ D.Min.Infrastrutture 14/01/2008 N.N.T.C.;
- ✓ UNI 8520-1:2005 (Aggregati provenienti da riciclo);
- ✓ UNI 8520-2:2005 (Aggregati provenienti da riciclo);
- ✓ UNI EN 12620 (Aggregati);
- ✓ UNI EN 13055-1 (Aggregati leggeri);
- ✓ UNI EN 934-2:2009 (Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione - Parte 2: Additivi per calcestruzzo - Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura);
- ✓ UNI EN 1008:2003 (Acqua di impasto);
- ✓ UNI EN 1744 (Prove per determinare le proprietà chimiche degli aggregati);
- ✓ UNI EN 993 (Metodi di prova per prodotti refrattari formati densi);
- ✓ UNI EN 13670-1:2001 (Esecuzione di strutture in calcestruzzo - Requisiti comuni);
- ✓ UNI 8981 (Durabilità delle opere e manufatti di calcestruzzo);
- ✓ UNI EN 197 (Leganti idraulici).

2.2 Acciai

Le norme vigenti prevedono tre forme di controllo obbligatorie:

- ✓ in stabilimento di produzione, da eseguirsi sui lotti di produzione;
- ✓ nei centri di trasformazione, da eseguirsi sulle forniture;
- ✓ di accettazione in cantiere, da eseguirsi sui lotti di spedizione.

A tale riguardo le norme definiscono:

Lotti di produzione: si riferiscono a produzione continua, ordinata cronologicamente mediante apposizione di contrassegni al prodotto finito (rotolo finito, bobina di trefolo, fascio di barre, ecc.). Un lotto di produzione deve avere valori delle grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione) e può essere compreso tra 30 e 120 tonnellate.

Forniture: sono lotti formati da massimo 90 t, costituiti da prodotti aventi valori delle grandezze nominali omogenee.

Lotti di spedizione: sono lotti formati da massimo 30 t, spediti in un'unica volta, costituiti da prodotti aventi valori delle grandezze nominali omogenee.

Tutte le forniture di acciaio, devono essere marcate CE o accompagnate dalla copia dell'attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale. L'attestato può essere utilizzato senza limitazione di tempo. Il riferimento a tale attestato deve essere riportato sul documento di trasporto. Le forniture effettuate da un commerciante intermedio devono essere accompagnate da copia dei documenti rilasciati dal Produttore e completati con il riferimento al documento di trasporto del commerciante stesso. Il Direttore dei Lavori prima della messa in opera, è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del produttore.

2.2.1 Acciai per cemento armato

Si prevede l'impiego di acciai saldabili qualificati e controllati secondo quanto riportato nel D.M. 14 gennaio 2008 ai punti 11.3.1.2 e 11.3.2.11.

Acciaio per cemento armato B450C

Vista la relazione di calcolo e il D.M. 14 gennaio 2008, si richiede l'impiego di acciaio per cemento armato B450C, caratterizzato dai seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura da utilizzare nei calcoli:

$f_{y,nom}$	450 N/mm ²
$f_{t,nom}$	540 N/mm ²

E deve rispettare i requisiti indicati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE	REQUISITI	FRATTILE (%)
Tensione caratteristica di snervamento f_{yk}	$\geq f_{y,nom}$	5,0
Tensione caratteristica di rottura f_{tk}	$\geq f_{t,nom}$	5,0
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,15$ $< 1,35$	10,0
$(f_y/f_{y,nom})_k$	$\leq 1,25$	10,0
Allungamento $(A_{gT})_k$	$\geq 7,5 \%$	10,0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90° e successivo raddrizzamento senza cricche:		
$\varnothing < 12 \text{ mm}$	4 \varnothing	
$12 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 16 \text{ mm}$	5 \varnothing	
$16 \text{ mm} < \varnothing < 25 \text{ mm}$	8 \varnothing	
$25 \text{ mm} < \varnothing \leq 40 \text{ mm}$	10 \varnothing	

Le suddette caratteristiche saranno conformi alle seguenti norme:

- ✓ D.Min.Infrastrutture 14/01/2008 N.N.T.C.;
- ✓ UNI EN ISO 15630-1:2004 (accertamento delle proprietà meccaniche);
- ✓ UNI EN ISO 7438:2005 (Materiali metallici-Prova di piegamento).

Il campionamento e le prove saranno condotte secondo:

- ✓ D.Min.Infrastrutture 14/01/2008 N.N.T.C.
- ✓ UNI EN 10080:2005 (Acciaio d'armatura per calcestruzzo - Acciaio d'armatura saldabile - Generalità).

2.2.2 Acciai per strutture metalliche

Per la realizzazione di strutture metalliche e di strutture composte si utilizzano acciai conformi alle norme armonizzate della serie UNI EN 10025 - 2 (per i laminati), UNI EN 10210 (per i tubi senza saldatura) e UNI EN 10219-1 (per i tubi saldati), recanti la Marcatura CE.

In sede di progettazione si possono assumere convenzionalmente i seguenti valori nominali delle proprietà del materiale:

modulo elastico	E	210.000 N/mm ²
modulo di elasticità trasversale	G	$E / [2 (1 + \nu)]$ N/mm ²
coefficiente di Poisson	ν	0,3
coefficiente di espansione termica lineare (T<100°C)	α	12 x 10 ⁻⁶ per °C-1
densità	ρ	7.850 daN/m ³

Acciaio laminato S235

Vista la relazione tecnica e la relazione di calcolo si richiedono le seguenti caratteristiche e i seguenti formati:

LAMINATI A CALDO CON PROFILI A SEZIONE APERTA

NORMA QUALITÀ ACCIAIO	SPESSORE NOMINALE DELL'ELEMENTO			
	t < 40mm		40mm < t < 80mm	
	f_{yk} (N/mm ²)	f_{tk} (N/mm ²)	f_{yk} (N/mm ²)	f_{tk} (N/mm ²)
UNI EN 10210-1				
S 2355	235	360	215	360

Le suddette caratteristiche saranno conformi alle seguenti norme:

- ✓ D.Min.Infrastrutture 14/01/2008 N.N.T.C.;
- ✓ UNI EN 10025:2005 (acciai laminati);
- ✓ UNI EN 10210 (tubi senza saldatura);
- ✓ UNI EN 10219-1 (tubi saldati).

Il campionamento e le prove saranno condotte secondo:

- ✓ D.Min.Infrastrutture 14/01/2008 N.N.T.C.;
- ✓ UNI EN ISO 377:1999 (accertamento delle caratteristiche meccaniche);
- ✓ UNI 552:1986 (prelievo dei saggi);
- ✓ EN 10002-1:2004 (preparazione campioni);
- ✓ UNI EN 10045-1:1992 (modalità di prova).

Bulloni

Vista la relazione tecnica e la relazione di calcolo si richiedono le seguenti caratteristiche per le giunzioni bullonate:

VITI E BARRE FILETTATE	Classe	8.8
Tensione di snervamento	f_{yb}	640 N/mm ²
Tensione di rottura	f_{tb}	800 N/mm ²
DADI	Classe	8
ROSETTE	Cat.	C

Le suddette caratteristiche saranno conformi alle seguenti norme:

- ✓ D.Min.Infrastrutture 14/01/2008 N.N.T.C. par. 11.3.4.6;
- ✓ UNI EN ISO 4016:2002 (vite a testa esagonale con gambo parzialmente filettato cat.C);
- ✓ UNI 5592:1968 (dadi esagonali normali con filettatura metrica ISO a passo grosso e a passo fine cat.C);
- ✓ UNI EN ISO 898-1:2001 (caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento di acciaio, viti e viti prigioniere);
- ✓ UNI 7091:2001 (rondelle piane serie normale cat.C);
- ✓ UNI EN 1011:2005 (esecuzione delle saldature).

2.3 Legno lamellare

Per la realizzazione della pergola si impiegheranno elementi strutturali di legno lamellare a sezione rettangolare conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 14080, recanti la marcatura CE.

Le caratteristiche meccaniche del legno strutturale devono risultare non inferiori ai seguenti valori:

GL 22 H EN14080

- E: modulo di elasticità longitudinale:.....	10.500	[daN/cm ²]
- G: modulo di elasticità tangenziale:	5.400	[daN/cm ²]
- Coefficiente di Poisson:	0,25	
- Peso specifico del materiale:	370	[daN/m ³]
- $f_{m,k}$ resistenza caratteristica per flessione:.....	220	[daN/cm ²]
- $f_{t,0,k}$ resistenza caratteristica per trazione parallela alle fibre:	176	[daN/cm ²]
- $f_{t,90,k}$ resistenza caratteristica per trazione ortogonale alle fibre:	5	[daN/cm ²]
- $f_{c,0,k}$ resistenza caratteristica per compressione parallela alle fibre:	220	[daN/cm ²]
- $f_{c,90,k}$ resistenza caratteristica per compressione ortogonale alle fibre:	25	[daN/cm ²]
- $f_{v,k}$ resistenza caratteristica a taglio:	35	[daN/cm ²]
- $E_{0,05}$ modulo di elasticità parallelo alla fibratura 5-percentile:.....	8.800	[daN/cm ²]
- $G_{0,05}$ modulo di elasticità tangenziale parallelo alla fibratura 5-percentile:.....	5.400	[daN/cm ²]

Matera Ottobre 2019