STUDIOBELLORA

Arch. Paolo BELLORA
Via Firenze 22 - 15121 Alessandria (AL)
Tel. +39 0131443542

COMUNE DI CASTELLETTO M.TO

Piazza Astori 1 - 15040 Castelletto M.to (AL)

OGGETTO

D.M. del 10.06.2022 - art 1 commi da 51 a 58 della Legge 160 del 27.12.2019 e art 28 comma 4 del D.L. 01.03.2022 convertito con modificazioni dalla Legge 34 del 27.04.2022 - Contributo per la spesa di progettazione definitiva ed esecutiva per interventi di messa in sicurezza per l'annualità 2022 - POS. 1582 - COD.ENTE 1010020500 - ALL 1) al D.M. del 10.06.2022

Affidamento diretto mediante R.D.O. M.E.P.A. nr 3094485 del 13.07.2022 del servizio di progettazione definitiva/esecutiva per le opere di:

MESSA IN SICUREZZA, RISTRUTTURAZIONE E RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA E SISMICA DI PALAZZO CAVALLI
CUP: J68I22000090001 - CIG: 93077462FC

TITOLO

CALCOLI ESECUTIVI delle STRUTTURE

DATA

19 maggio 2023

ELABORATO

5.01

COPROGETTISTI

Andrea Bellora Architekt
Zollikerstrasse 225 - 8008 Zürich
Tel. +41 078 404 28 01

Ing Silvano Carrea
Via Cavour 25 - 15061 Arquata Scrivia (AL)
Consulente Strutturale

Ing Diego SCALZI
Via Aspromonte 3 - 15121 Alessandria (AL)
Progetti impiantistici

A TERMINE DI LEGGE LO STUDIO SCRIVENTE SI RISERVA LA PROPRIETA' DEL PRESENTE DISEGNO E NE VIETA LA RIPRODUZIONE O LA COMUNICAZIONE A TERZI SENZA IL PROPRIO BENESTARE

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

INTERVENTO LOCALE



CASTELLETTO MONFERRATO Alessandria

Ing. Silvano Carrea
Via Cavour 25/28
15061 Arquata Scrivia (AL)
telef. 340 9285806
mail: carl.silv@libero.it
pec: silvano.carrea@ingpec.eu

1. Premessa

Il presente elaborato costituisce la relazione di calcolo strutturale, comprensiva di una descrizione generale dell'opera e dei criteri generali di analisi e verifica, in accordo con le prescrizioni contenute nel paragrafo 10.1 delle "Norme Tecniche" per le Costruzioni. Relativamente al progetto in oggetto il documento descrive in particolare le modalità operative di applicazione della normativa vigente. Le fasi di progetto, analisi, calcolo e verifica sono state svolte a "regola d'arte" dal progettista, secondo i dettami della scienza e tecnica delle costruzioni. Per verificare gli elementi strutturali e le sezioni sollecitate dalle azioni di modello ed al fine di garantire la sicurezza della costruzione è stato utilizzato il metodo agli stati limite, rispettando le prescrizioni previste dalle normative di riferimento elencate nel documento. Si riporta di seguito in proposito l'insieme delle verifiche strutturali, atte a garantire la resistenza ed il comportamento della struttura sia in condizioni di esercizio che sotto l'azione di eventi di carico straordinari. Secondo le indicazioni delle Norme Tecniche per le Costruzioni la relazione di calcolo riporta infine una sezione relativa alle analisi svolte con l'ausilio di codici di calcolo automatico, al fine di facilitare l'interpretazione e la verifica dei calcoli svolti e di consentire elaborazioni indipendenti da parte di soggetti diversi dal redattore del documento.

2. Descrizione dell’opera

Oggetto di questa analisi è una struttura costituita da un corpo di fabbrica, un piano interrato e due piani fuori terra.
La struttura portante è in calcestruzzo armato con elementi di copertura in legno. Gli elementi di fondazione sono realizzati in cemento armato e sono collegati fra loro. I solai degli impalcati sono realizzati in laterocemento. Le tamponature sono realizzate con elementi alleggeriti.

3 Dati generali

In questo paragrafo si riportano le caratteristiche generali relative all'opera, alla località di ubicazione ed i dati anagrafici dei soggetti coinvolti nell'intervento.

3.1 Caratteristiche

Nome Progetto:

Tipologia opera: Edificio residenziale

Tipologia di intervento: EDIFICIO ESISTENTE

Normativa di riferimento: Stati limite Norme Tecniche 2018

Tipo di analisi: SISMICA MODALE

Classe d'uso dell'edificio: CALSSE II

Numero di pratica:

Numero di variante:

3.2 Località

Descrizione area:

Comune: CASTELLETTO MONFERRATO

Provincia: Alessandria

Longitudine: 8,5656 °

Latitudine: 44,9821 °

Altitudine: 197

Indirizzo:

3.3 Dati per analisi sismica

Vita nominale della struttura: anni 50

Zona Sismica: 4

3.4 Soggetti coinvolti

Progettista strutture: INGEGNERE CARREA SILVANO

VIA CAVOUR 15061 Arquata Scrivia (AL)

Progettista opera:

Impresa:

Proprietà:

Progettista architettonico:

Direttore Lavori:

Committente:

Collaudatore:

4 Analisi storico critica

A seguito di una ricerca presso l'ufficio tecnico comunale è stato possibile recuperare alcune rilevanti informazioni circa il progetto degli elementi strutturali, in particolare le specifiche dei materiali impiegati nella realizzazione dell'opera.
Queste informazioni unite a quelle ricavate da un'intervista alla proprietà consento di avere un preciso quadro storico della struttura.

5 Rilievo

In data 16 Gennaio 2017 è stato effettuato un primo sopralluogo della struttura nel quale sono state rilevate le principali geometrie del fabbricato, gli ingombri volumetrici, la tipologia strutturale.
In data 24 Gennaio 2017 è stato effettuato un secondo sopralluogo che ha permesso di definire lo schema statico della struttura, i carichi applicati e da applicare, gli elementi secondari incidenti sul comportamento della struttura, le principali criticità che necessitano di una particolare attenzione.

6 Caratterizzazione meccanica dei materiali

In data 16 Gennaio 2017 è stato effettuato un primo sopralluogo della struttura nel quale sono state rilevate le principali geometrie del fabbricato, gli ingombri volumetrici, la tipologia strutturale.
In data 24 Gennaio 2017 è stato effettuato un secondo sopralluogo che ha permesso di definire lo schema statico della struttura, i carichi applicati e da applicare, gli elementi secondari incidenti sul comportamento della struttura, le principali criticità che necessitano di una particolare attenzione.

7 Livelli di conoscenza e fattori di confidenza

Il livello di conoscenza raggiunto per la struttura in esame a seguito delle analisi e delle valutazioni fino a qui descritte è:
LC1 - livello di conoscenza limitato
con riferimento a quanto indicato al capitolo C8.5.4 nella Circolare 7 del 21 Gennaio 2019 'Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al DM 17 Gennaio 2018'

7.1 Parametri per gli elementi in cemento armato

In funzione del livello di conoscenza raggiunto viene considerato un fattore correttivo delle capacità dei materiali in accordo alle prescizioni del capitolo C8A.1 nella Circolare 617 del 2009 'Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al DM 14 Gennaio 2008'.

FC calcestruzzo: 1
FC barre acciaio: 1

7.2 Parametri per gli elementi in muratura

In funzione del livello di conoscenza raggiunto viene considerato un fattore correttivo delle capacità dei materiali in accordo alle prescizioni del capitolo C8A.1 nella Circolare 617 del 2009 'Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al DM 14 Gennaio 2008'.

FC muratura: 1

Tirante

Metodo di calcolo e verifica

Le verifiche per la messa in opera di un tirante in un muro esistente qui di seguito riportate sono state condotte con la finalità di ripristinare attraverso un intervento locale un adeguato livello di sicurezza per la porzione di edificio interessata dall'intervento.

Le verifiche vengono condotte secondo quattro distinti criteri in accordo alle specifiche delle Norme Tecniche per le Costruzioni ai capitoli 8.7.1 e 8.7.4 e alla Circolare 7 del 2019.

- **Resistenza del tirante**. Il primo criterio riguarda il dimensionamento del tirante in funzione della trazione necessaria a mettere in sicurezza il meccanismo di instabilità:

$$T_{Rt} = A_t \, f_{yd}$$

con: A_t area della sezione del tirante

f_{yd} resistenza a trazione di calcolo del tirante

- **Resistenza della muratura a taglio, modo 1**. Questo criterio riguarda il dimensionamento del sistema capochiave/tirante valutando la resistenza massima offerta dalla muratura secondo un modello di rottura per distacco di un cuneo con linee di frattura inclinate a 45º

$$T_{Rv} = f_{vd} A_v = {f_{vk0}}/{(FC\,\gamma_m)}\; A_v$$

con: A_v area della superficie di muratura interessata dal distacco

f_{vd} resistenza a taglio di calcolo

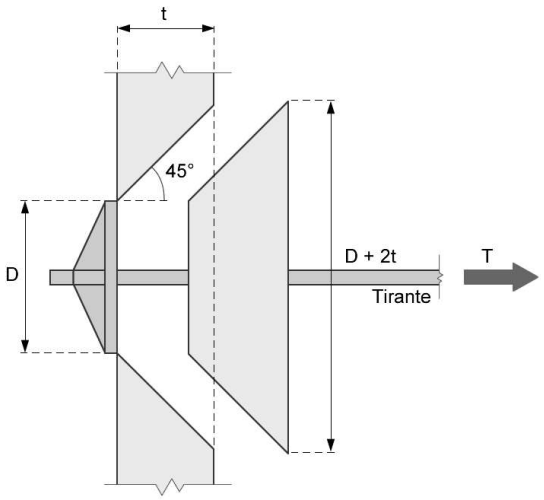
f_{vk0} resistenza a taglio in assenza di tensioni normali

n coefficiente di interazione dei carichi verticali

σ_0 tensione normale media dovuta ai carichi verticali

FC fattore di confidenza

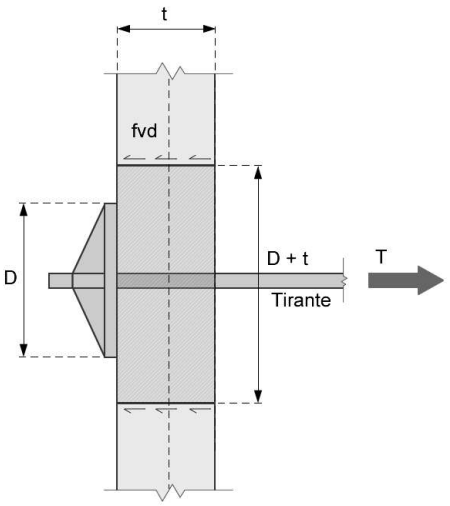
γ_m coefficiente parziale di sicurezza della muratura



- **Resistenza della muratura a taglio, modo 2**. In questo caso il dimensionamento del sistema capochiave/tirante viene confrontato con la resistenza massima offerta dalla muratura secondo un modello di rottura con linee di frattura mediane rispetto alle linee di frattura del modello con linee di frattura inclinate a 45º, in seguito questa verifica verrà citata come 'verifica a punzonamento' per una più immediata distinzione in questa relazione di calcolo.

$$T_{Rp} = f_{vd} A_v = {(f_{vk0} + n\,\sigma_0)}/{(FC\,\gamma_m)}\; A_v$$

con:		
	A_V	area della superficie di muratura interessata dal distacco
	f_{vd}	resistenza a taglio di calcolo
	f_{vk0}	resistenza a taglio in assenza di tensioni normali
	n	coefficiente di interazione dei carichi verticali
	σ_0	tensione normale media dovuta ai carichi verticali
	FC	fattore di confidenza
	γ_m	coefficiente parziale di sicurezza della muratura



- **Resistenza della muratura a schiacciamento**. Per questa verifica il sistema capochiave/tirante viene confrontato con la resistenza massima offerta dalla muratura all'azione di pressione della piastra del capochiave, nel caso di chiusura del tirante con un sistema a paletto tale verifica non viene considerata

$$T_{Rs} = f_{hd} A_s = {(f_{hm})}/{(FC\,\gamma_m)}\; A_s$$

con:		
	A_S	area della superficie di muratura interessata dallo schiacciamento
	f_{hd}	resistenza a compressione orizzontale di calcolo
	FC	fattore di confidenza
	γ_m	coefficiente parziale di sicurezza della muratura

- **Resistenza della piastra o del paletto**. Da ultimo viene verificata la resistenza del sistema di chiusura capochiave/tirante ovvero viene valutata la capacità della piastra combinando le azioni di flessione e taglio che si sviluppano per l'azione di trazione del tirante. Le due sollecitazioni vengono combinate e viene determinata la tensione che sviluppa in campo elastico nella sezione centrale della piastra, sezione che considera gli irrigiditori se presenti e che corrisponde al punto di innesto del tirante

$$M_{circ} = {T\,D}/{3\,\pi}$$

$$M_{rett} = {T\,\min(h_p; b_p)\sqrt{2}}/{12}$$

$$V = {T}/{2}$$

$$\sigma = {M\,y}/{I_x}$$

$$\tau = {V\,S}/{I_x b}$$

con:		
	M_{circ}	momento sollecitante nella piastra circolare

M_{rett}	momento sollecitante nella piastra rettangolare
h_p	altezza della piastra rettangolare
b_p	base della piastra rettangolare
V	taglio sollecitante la piastra
T	trazione trasmessa dal tirante
σ	sforzo di compressione che si sviluppa nella piastra
τ	tensione tangenziale che si sviluppa nella piastra

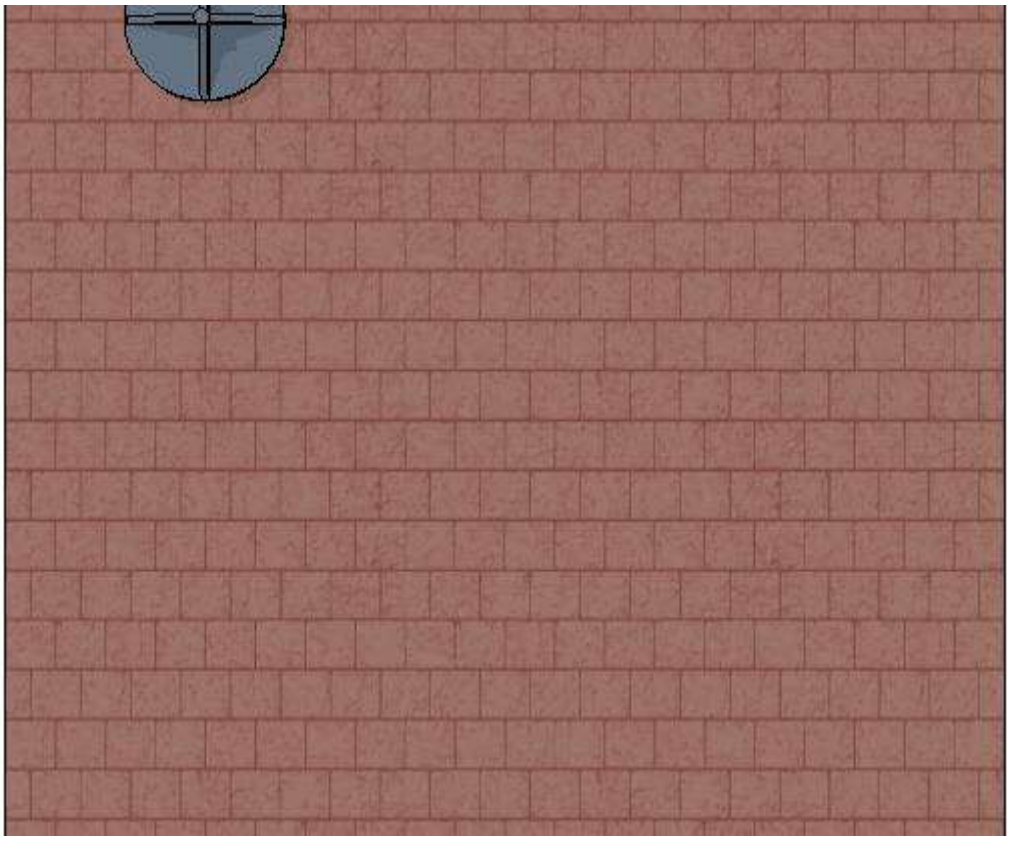
Geometrie

Qui di seguito vengono riportate le geometrie della parete e la posizione del tirante:

Parete			Tirante	
h_m	L_m	s_m	d_t	h_t
300	250	40	50	50

h_m	altezza della parete
L_m	larghezza della parete
s_m	spessore della parete
d_t	distanza del baricentro del tirante dal bordo sinistro della parete
h_t	distanza del baricentro del tirante dal bordo superiore della parete

Qui di seguito vengono riportate le geometrie e le caratteristiche del tirante e del capochiave secondo questo schema:



Tirante				
tipo	L_t	r	h	b
Circolare	400	2	-	-

tipo	tipologia di tirante (sezione circolare o rettangolare)
L_t	lunghezza del tirante
r	raggio della sezione, per sezione circolare
h	altezza della sezione, per sezione rettangolare
b	base della sezione, per sezione rettangolare

Capochiave							
tipo	s_p	r	h	b	s_{irr}	h_{irr}	θ
Circolare	2	20	-	-	2	5	-

tipo	tipologia di capochiave (circolare, rettangolare o paletto)
L_t	spessore della piastra o del paletto
r	raggio della piastra, per capochiave circolare

h	altezza della piastra, per capochiave rettangolare o a paletto
b	base della piastra, per capochiave rettangolare o a paletto
s_{irr}	spessore dell'irrigiditore, se presente
h_{irr}	altezza dell'irrigiditore, se presente, misurato nel punto di innesto del tirante
θ	inclinazione del paletto rispetto all'orizzontale

Carichi e materiali

Per l'analisi della cerchiatura viene considerato un carico verticale agente sulla sommità della parete e ridistribuito su tutta la lunghezza della parete, pari a

N = 2293,575 kg

L'azione sollecitante utilizzata per il dimensionamento del sistema tirante/capochiave è pari a

T = 152,91 kg

Le caratteristiche meccaniche dei materiali considerate nell'analisi sono riportate qui di seguito.

Parete

Descrizione

Nome:	**Mattoni pieni e malta di calce**	Tipologia del materiale: muratura
Tipo di muratura:	Esistente	
Descrizione:		

Tipologia e stato di conservazione

Tipologia di muratura:	Mattoni pieni e malta di calce	Livello di conoscenza:	LC 1

Interventi migliorativi

Intervento:

Caratteristiche muratura

Densità ρ: 18.000 N/m³		Resistenza media a compressione f_m:	2,600 N/mm²
Modulo Elastico E:	1.500 N/mm²	Resistenza media a taglio τ_0:	0,050 N/mm²
Modulo di elasticità tangenziale:	500 N/mm²	Resistenza di calcolo a compressione orizzontale media f_{hm}:	1,300 N/mm²

Per la muratura esistente viene considerato un Fattore di Confidenza

FC = 1

Tirante

Descrizione

Nome: **S 355**	Tipologia del materiale: acciaio per strutture metalliche
Descrizione:	

Caratteristiche dell'acciaio

Tensione caratteristica di snervamento f_{yk} : 3.618,76 kg/cm²	Tensione caratteristica di rottura f_{tk} : 5.198,78 kg/cm²
Modulo elastico E_s : 2.140.672,78 kg/cm²	Modulo di elasticità trasversale G : 823.335,69 kg/cm²
Coefficiente di Poisson ν : 0,30	Densità ρ : 7.850,00 kg/m³
Coefficiente di dilatazione termica lineare α_t : 1,2E-05	Tensione ammissibile σ_s : 2.400,00 kg/cm²

Capochiave

Descrizione

Nome: **S 355**

Tipologia del materiale: acciaio per strutture metalliche

Descrizione:

Caratteristiche dell’acciaio

Tensione caratteristica di snervamento f_{yk} : 3.618,76 kg/cm²

Tensione caratteristica di rottura f_{tk} : 5.198,78 kg/cm²

Modulo elastico E_s : 2.140.672,78 kg/cm²

Modulo di elasticità trasversale G : 823.335,69 kg/cm²

Coefficiente di Poisson ν : 0,30

Densità ρ : 7.850,00 kg/m³

Coefficiente di dilatazione termica lineare α_t : 1,2E-05

Tensione ammissibile σ_s : 2.400,00 kg/cm²

Verifiche

Secondo il metodo di calcolo precedentemente illustrato vengono qui riportate le caratteristiche del rinforzo analizzato e le opportune verifiche che vengono elencate per le distinte capacità del sistema parete/rinforzo.

Tirante

T_{Ed}	T_{Rt}	Verifica
kg	kg	
152,91	43309,17	OK

T_{Ed}	Trazione sollecitante
T_{Rt}	Trazione resistente del tirante
Verifica	Verifica a trazione del tirante

Muratura

T_{Ed}	T_{Rv}	Verifica I	T_{Rp}	Verifica II	T_{Rps}	Verifica III
kg	kg		kg		kg	
152,91	3149,11	OK	2561,95	OK	8326,34	OK

T_{Ed}	Trazione sollecitante
T_{Rv}	Resistenza a taglio della muratura
Verifica I	Verifica a taglio della muratura
T_{Rp}	Resistenza a punzonamento della muratura
Verifica II	Verifica a punzonamento della muratura
$V_{a,c}$	Resistenza a schiacciamento della muratura
Verifica III	Verifica a schiacciamento della muratura

Capochiave

M_{Ed}	V_{Ed}	I_x	σ_{id}	f_{yd}	Verifica
kg m	kg	kg/cm^4	kg/cm²	kg/cm²	
63663,98	76,46	200000	23,28	338,095238095238	OK

M_{Ed}	Momento sollecitante la piastra o il paletto
V_{Ed}	Taglio sollecitante la piastra o il paletto
I_x	Momento di inerzia della sezione di verifica del capochiave, la sezione considerata è quella di innesto del tirante
σ_{id}	Tensione ideale nel capochiave, calcolata secondo Von Myses
f_{yd}	Tensione di progetto della piastra o nel paletto
Verifica	Verifica della tensione nella piastra o nel paletto

VERIFICA SPEDITIVA PALIFICATA DI FONDAZIONE PLATEA AD USO LOCALE POLIFUNZIONALE

RIFERIMENTO PARAMETRI GEOTECNICI DI CUI ALL'ALLEGATA RELAZIONE GEOLOGICA

DATI

Diam	Perforazione mm 600
Armatura	10 diam 14 – staffe diam 10/15
Profondità di perforazione dal piano di campagna	12,0 m
Classe cls	C25/30
Acciaio	S275JR
Punto di applicazione di azione esterne sulla palificata	baricentro platea
Interasse pali	3,50 x 5,50 m

Sollecitazione all'intradosso platea di fondazione per combinazione di carico (azione applicate a baricentro platea)
Combinazione adottata SLU A1+M1+R3

Ipotesi di calcolo riconducibile analisi statica lineare (valori riferiti al palo singolo)

Azione verticale	22.000 daN
Azione Orizzontali Trascurabili	3.300 daN

Coefficienti parziali delle azioni 1,35 pesi propri
1,50 carichi permanenti
1,35 carichi variabili

Capacità portane assiale di ciascun palo determinata con le condizioni precedentemente 37.400 (ampiamente verificata)

NB
LE VERIFICHE DI DETTAGLIO SARANNO EFFETTUATE IN SEDE DI DENUNCIA SISMICA TIPICA PER COMUNE IN ZONA SISMICA 4 E QUINDI TRASCURABILE IMPATTO GLOBALE E STRUTTURALE

VERIFICA SPEDITIVA STRUTTURA SEMINTERRATA IN CLS CON TIPOLOGIA CHIUSA A CASSONE CON SOLETTA DEDICATA AD USO TERRAZZO PEDONALE

PER LA REALIZZAZIONE DI TALE STRUTTURA SI OMETTONO, IN QUESTA SEDE, LE VERIFICHE STRUTTURALI IN QUANTO SARA' ADOTTATA UNA TIPOLOGIA COSTRUTTIVA PREFABBRICATA COSTITUITA DA PARETI VERTICALI DOPPIA LASTRA CON GETTO INTEGRATIVO IN OPERA; SARA' PRODOTTO CERTIFICATO DI ORIGINE DI PRODUZIONE IN STABILIMENTO.
ANALOGAMENTE, PER QUANTO RIGURARDA GLI ORIZZONTAMENTI, SARANNO UTILIZZATE STRUTTURE PREFEBBRICATE DI TIPO ALVEOLARE PRECOMPRESSO (TIPO SPIROLL) DELLE QUALI SARANNO PRODOTTO CERTIFICATO DI ORIGINE DI PRODUZIONE IN STABILIMENTO.
LA FONDAZIONE SARA' DI TIPO A PLATEA RICONDUCIBILE ALLA PRECEDENTE TIPOLOGIA COSTRUTTIVA.

NB
LE VERIFICHE DI DETTAGLIO SARANNO EFFETTUATE IN SEDE DI DENUNCIA SISMICA TIPICA PER COMUNE IN ZONA SISMICA 4 E QUINDI TRASCURABILE IMPATTO GLOBALE E STRUTTURALE.