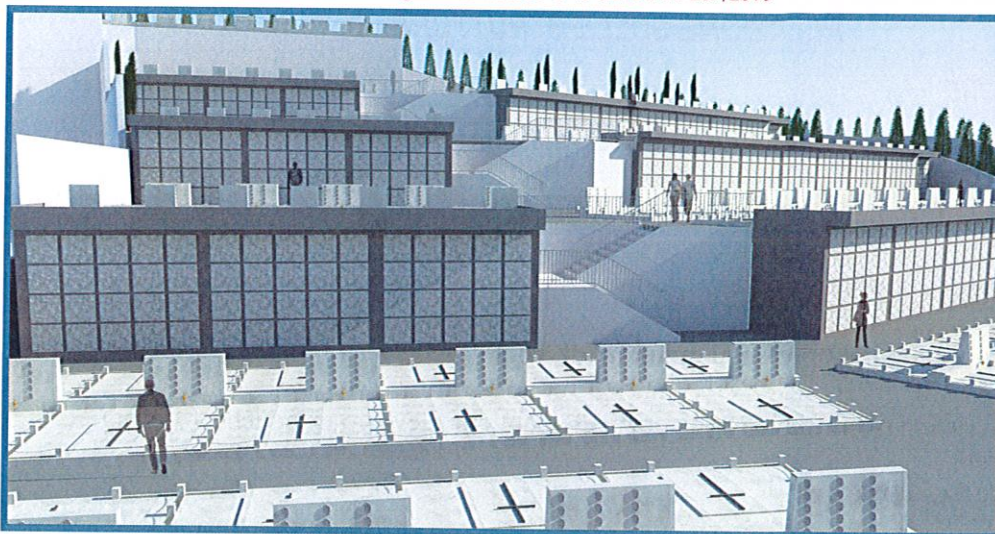


# PROGETTO ESECUTIVO

ai sensi degli articoli da 33 a 43 del D.P.R. 207/2010



## IL CONCESSIONARIO

Service  
Termini Imerese Srl  
Amm. Unica  
Luigi Carrino  
Service  
Termini Imerese Srl  
Amministratore Unico  
Luigi Carrino

## I PROGETTISTI



Ing. Vincenzo Caputo  
Caserta n° 3358

Ing. Domenico Porfidia  
Ord. Ing. Caserta n° 2652

Ing. Mario Perri  
Ord. Ing. Caserta n° 4326

TAV  
S.1

## RELAZIONE SULLE STRUTTURE

CONTRATTO PER L'AMPLIAMENTO CIMITERO E GESTIONE DEL NUOVO  
E VECCHIO CIMITERO DEL COMUNE DI TERMINI IMERESE

(Contratto di concessione del 27 Settembre 2012 – Rep. n. 10829 – Racc. n. 31)

GENNAIO  
2019



COMUNE DI TERMINI IMERESE  
Provincia di Palermo



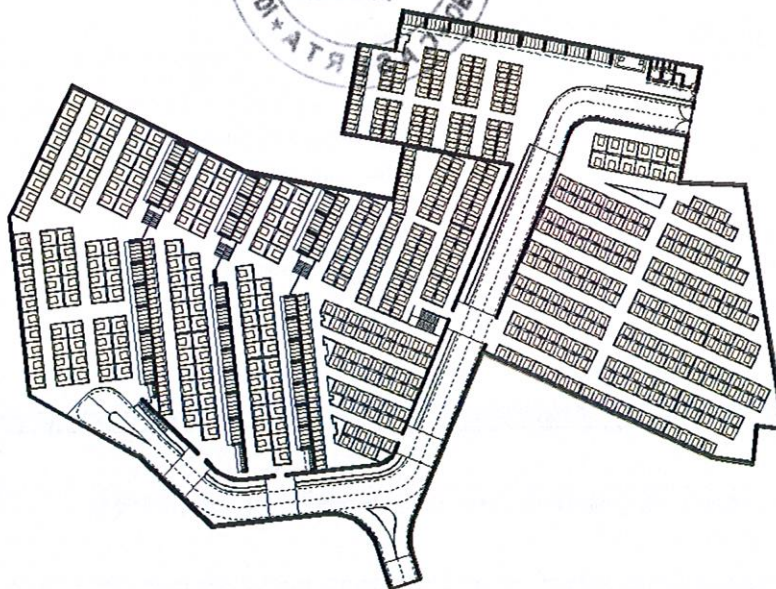


## RELAZIONE SULLE STRUTTURE

### 1. INTRODUZIONE

Il progetto definitivo prevede opere in conglomerato cementizio armato per l'ampliamento del cimitero comunale di Termini Imerese (Pa). Nel presente elaborato, previsto dal D.P.R. 207/2010 artt. 33 e 37, vengono illustrati i criteri e le modalità di calcolo che ne consentano una agevole lettura e verificabilità. Inoltre, per ogni manufatto, verrà precisata la tipologia di fondazione utilizzata, le caratteristiche e le dimensioni degli elementi in elevazione nonché le proprietà dei materiali.

Il progetto è stato redatto in conformità all'Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni approvate con il decreto del Ministero delle Infrastrutture del 17/01/2018 e relativa circolare esplicativa del 24/07/2018; in particolare la seguente *relazione tecnica e di calcolo strutturale* è redatta con riferimento ai capitoli 2, 3, 7 e 10 del D.M.2018 ed alle istruzioni applicative di cui ai capitoli C2, C3, C7 e C10 della Circolare esplicativa del 24/07/2018.



*Planimetria generale ampliamento cimiteriale*

### 2. MATERIALI DA UTILIZZARE

I manufatti a farsi saranno in conglomerato cementizio armato gettato in opera con calcestruzzo classe C28/35 ed acciaio B450C.

Le proprietà fisico-meccaniche dei materiali assunte alla base del calcolo risultano:



### **CARATTERISTICHE MECCANICHE**

1. Conglomerato cementizio C28/35;
2. Acciaio ad aderenza migliorata B450C.

### **QUALITA' (punto 11.2.9 delle NTC)**

I materiali da impiegare per il confezionamento del conglomerato cementizio devono essere:

- cemento d'altoforno o pozzolanico della classe 425;
- ghiaia naturale o proveniente dalla frantumazione di elementi di dimensioni maggiori, deve essere non geliva e non scistosa, scevra da sostanze estranee, da parti friabili, polverulenti o terrosi e comunque non dannosi;
- gli inerti andranno dilavati con acqua dolce qualora sia necessario eliminare le materie nocive;
- il diametro dei granuli sarà scelto in funzione delle dimensioni delle opere da seguire;
- l'acqua per gli impasti deve essere limpida e non deve contenere sali in percentuale dannosa, né essere aggressiva, il pH deve essere compreso fra 6 ed 8, il limite di torpidità non deve superare l'1,2% e non deve contenere solfati o cloruri in percentuale superiore all'1%;
- per la sabbia valgono le medesime prescrizioni date per la ghiaia.

### **VALORI DELLE CARATTERISTICHE**

Le resistenze di calcolo per i materiali in esame sono:

#### **Conglomerato cementizio $R_{ck}$ 350**

- |                              |        |
|------------------------------|--------|
| • Classe di calcestruzzo     | C28/35 |
| • Classe di consistenza      | S4     |
| • Diametro massimo aggregati | mm25   |
| • Classe di esposizione      | XC2    |
| • Copriferro                 | mm25   |



• Peso specifico	2500 daN/m <sup>3</sup>
• E <sub>cm</sub>	299619 daN/cm <sup>2</sup>
• f <sub>ck</sub>	280 daN/cm <sup>2</sup>
• f <sub>cd</sub>	158 daN/cm <sup>2</sup>
• Coeff. Poisson	0.2
• α	10x10 <sup>-6</sup> °C <sup>-1</sup>

#### Acciaio B450C

• E	2100000 daN/cm <sup>2</sup>
• Peso specifico	7850 daN/m <sup>3</sup>
• f <sub>tk</sub>	4500 daN/cm <sup>2</sup>
• f <sub>yk</sub>	4500 daN/cm <sup>2</sup>
• f <sub>yd</sub>	3913 daN/cm <sup>2</sup>

### 3. DESCRIZIONE DELLE OPERE

Il progetto architettonico prevede l'ampliamento del cimitero comunale di Termini Imerese (Pa);

in particolare i manufatti a farsi sono distinti come:

1. *sepoltura semplice;*
2. *sepoltura doppia;*
3. *sepoltura gentilizia;*
4. *colombari;*
5. *colombari abbinati a sepoltura semplice;*
6. *ossario/cinerario;*
7. *ossario/cinerario comune;*
8. *servizi cimiteriali e controllo accessi;*
9. *blocco scala;*





10. muro di cinta;

11. opere di ritenuta.

La tipologia costruttiva della struttura portante principale dell'opera è in **conglomerato cementizio armato** mentre la tipologia strutturale sismo-resistente è a **telai o setti**. La destinazione d'uso di progetto è **opere cimiteriali**, la tipologia di costruzione è **isolata** e di tipo **ordinario** (con riferimento alla Tab. 2.4.1 Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale) pertanto la vita nominale  $V_N \geq 50$  anni.

Si evidenzia che solo per la tipologia 4) colombari saranno utilizzati loculi autoportanti, il cui peso è stato considerato come sovraccarico.

Entrando nel dettaglio i manufatti interrati (**tipologie 1-2-3**) hanno fondazioni di tipo dirette continue a platea dello spessore di cm 30 attestantisi a -4,25m dalla sistemazione finale armata con maglia  $\phi 12/20$ . Le strutture in elevazione sono setti di 20 cm armati con maglia  $\phi 12/20$ ; le piastre intermedie a quota -3,15m , -2,35m, -1,55m, -0,75m sono di 10cm armate con solo una maglia inferiore  $\phi 12/20$  mentre la piastra di copertura di 15 cm a quota +0,10m è armata con maglia  $\phi 8/20$ .

I manufatti **tipologia 4** sono fuori terra, hanno fondazioni di tipo dirette continue a platea dello spessore di cm 30 attestantisi a -0,40m dalla sistemazione finale ed armate con maglia  $\phi 12/20$  e travi di nervatura 40x60cm armate con ferri longitudinali 4+4 $\phi 16$  e staffe  $\phi 8/15$ . Le strutture in elevazione sono pilastri 30x40cm; la copertura è a solaio in latero cemento 20+5cm con travi 30x40 cm, 40x25 cm.

I manufatti individuati con la **tipologia 5** saranno realizzati in corrispondenza dei salti di quota; in particolare i colombari saranno realizzati a valle mentre la sepoltura semplice sarà realizzata a monte. I manufatti avranno fondazioni di tipo dirette continue a platea dello spessore di cm 30 attestantisi a -4,37m dalla sistemazione finale armata con maglia  $\phi 12/20$ . Le strutture in elevazione sono setti di 20 cm armati con maglia  $\phi 12/20$ ; mentre la copertura è a piastra dallo



spessore di 15cm armata con maglia  $\phi 12/2$ . I loculi saranno gettati in opera con piastra di cm 13 armate con solo una maglia inferiore  $\phi 12/20$ .

I manufatti **tipologia 6** sono fuori terra, hanno fondazioni di tipo dirette continue a platea dello spessore di cm 30 attestantisi a -0,40m dalla sistemazione finale ed armate con maglia  $\phi 12/20$  e travi di nervatura 40x60cm armate con ferri longitudinali 4+4 $\phi 16$  e staffe  $\phi 8/15$ . Le strutture in elevazione sono setti di 30cm e 20cm armati con maglia  $\phi 12/20$ ; la copertura è a solaio in latero cemento 16+5 cm con travi 105x21 cm.

Il manufatto individuato con la **tipologia 7** sarà realizzato in prossimità dell'ingresso e sarà completamente interrato. Il manufatto avrà fondazioni di tipo dirette continue a platea dello spessore di cm 25 attestantisi a -2,95m dalla sistemazione finale armata con maglia  $\phi 12/20$ . Le strutture in elevazione sono setti di 20 cm armati con maglia  $\phi 12/20$ ; mentre la copertura è a piastra dallo spessore di 15cm armata con maglia  $\phi 12/20$ .

Il manufatto **tipologia 8** è fuori terra, ha fondazioni di tipo dirette continue a platea dello spessore di cm 25 attestantisi a -0,30m dalla sistemazione finale ed armate con maglia  $\phi 12/20$  e travi di nervatura 40x60 cm armate con ferri longitudinali 4+4 $\phi 16$  e staffe  $\phi 8/15$ . Le strutture in elevazione sono pilastri 25x40cm; la copertura è a solaio in latero cemento 16+5cm con travi 25x40 cm, 40x21 cm.

Il manufatto **tipologia 9** ha fondazioni di tipo dirette continue a platea dello spessore di cm 25 attestantisi a -0,30m dalla sistemazione finale ed armate con maglia  $\phi 12/20$  e travi di nervatura 40x60 cm armate con ferri longitudinali 4+4 $\phi 16$  e staffe  $\phi 8/15$ . Le strutture in elevazione sono setti di 20cm armati con maglia  $\phi 12/20$ ; le solette delle scale sono dello spessore di 15 cm armate con maglia  $\phi 12/20$  mentre i gradini sono riportati ed in calcestruzzo debolmente armato.

Il manufatto **tipologia 10** ha fondazioni di tipo dirette continue a trave continua 80x30cm attestantisi a -0,80m dalla sistemazione finale, armata con maglia 7+7 $\phi 16$  con staffe  $\phi 8/12$ . Le





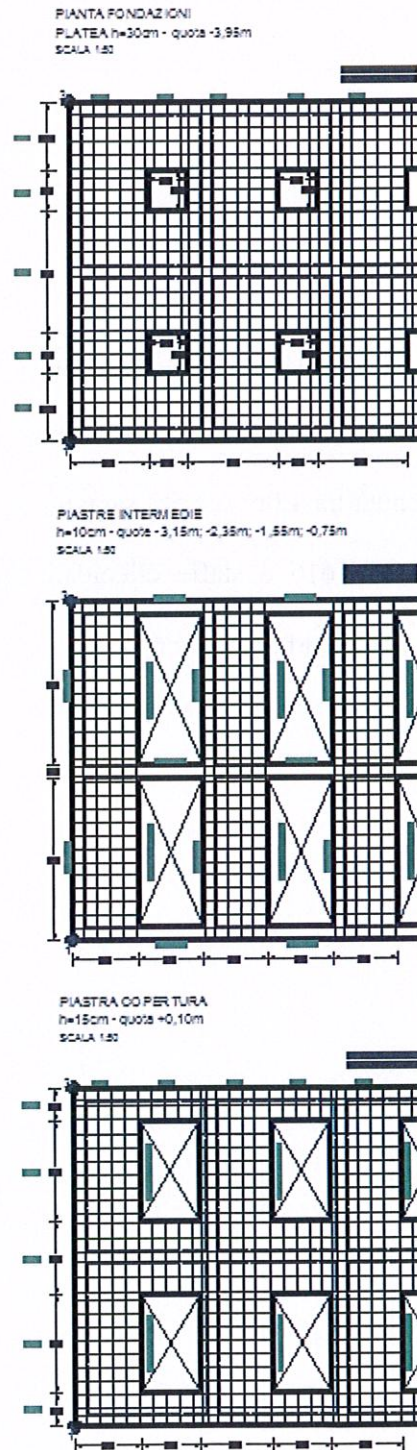
strutture in elevazione sono in blocchi di lapil-cemento 25x40x25cm con interposti pilastrini 25x25cm ad interasse 4,25m e sovrastante trave 25x25cm.

Infine le opere di ritenuta (**tipologia 11**) sono suddivise in tre tipologie:

- per altezza di ritenuta tra 3,5m e 5,5m saranno realizzate palificate  $D=0,80m$   $i=0,90m$   $L=12,0m$  armate con  $20\phi 16$  e staffe elicoidali  $\phi 8/30$ ; la trave di coronamento sarà  $80x80cm$  armata con  $6+6\phi 16$  con  $2\phi 16$  a torsione e staffe  $\phi 8/20$ ;
- per altezza di ritenuta tra 2,5m e 3,5m saranno realizzate palificate  $D=0,60m$   $i=0,70m$   $L=9,0m$  armate con  $12\phi 16$  e staffe elicoidali  $\phi 8/30$ ; la trave di coronamento sarà  $60x80cm$  armata con  $5+5\phi 16$  con  $2\phi 16$  a torsione e staffe  $\phi 8/20$ ;
- per altezza di ritenuta tra 1,0m e 2,5m saranno realizzate palificate  $D=0,60m$   $i=1,20m$   $L=6,5m$  armate con  $9\phi 16$  e staffe elicoidali  $\phi 8/30$ ; la trave di coronamento sarà  $60x80cm$  armata con  $5+5\phi 16$  e staffe  $\phi 8/20$ .



*Sepoltura semplice (tipologia 1)*

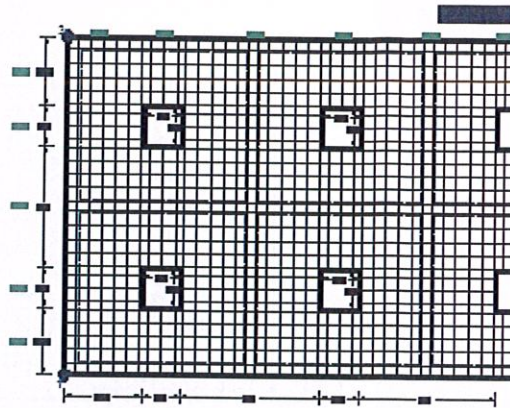




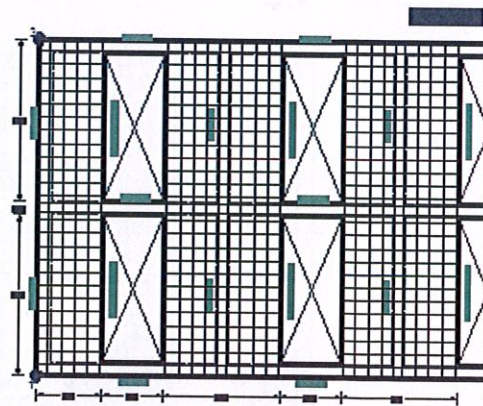


*Sepoltura doppia (tipologia 2)*

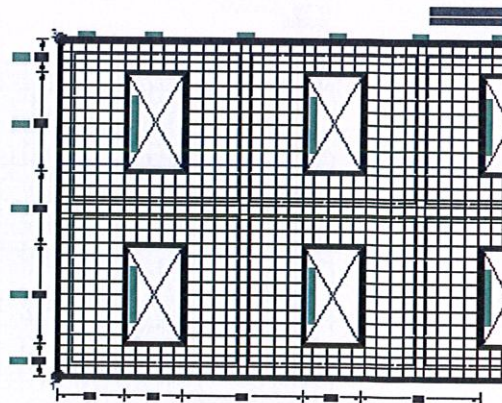
PIANTA FONDAZIONI  
PLATEA h=30cm - quota -3,95m  
SCALA 1:50



PIASTRE INTERMEDIE  
h=10cm - quote -3,15m; -2,35m; -1,55m; -0,75m  
SCALA 1:50



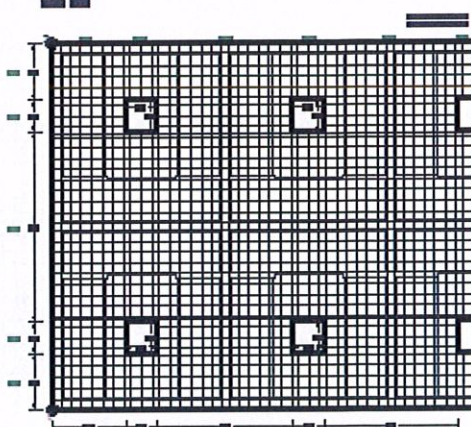
PIASTRA COPERTURA  
h=15cm - quota +0,10m  
SCALA 1:50



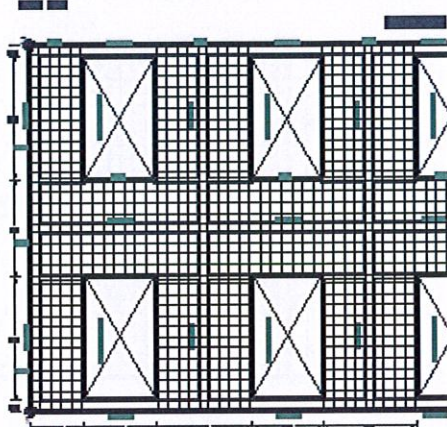


*Sepoltura gentilizia (tipologia 3)*

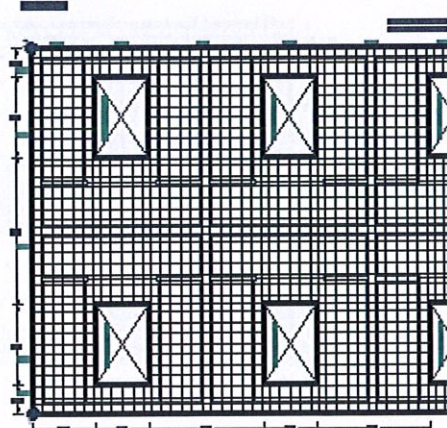
PIANTA FONDAZIONE  
PIASTRA h=30cm - quota -2,25m



PIASTRA INTERVISO  
h=10cm - quote -2,15m -2,25m -1,25m -0,75m



PIASTRA COPERTURA  
h=15cm - quota +0,10m

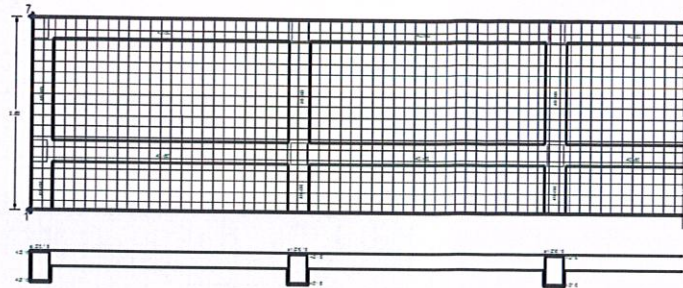




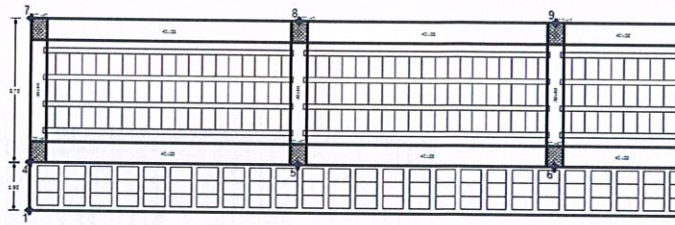


**Colombari (tipologia 4)**

PIANTA FONDAZIONI  
PLATEA h=90cm - quota -0,10m  
SCALA 1:50

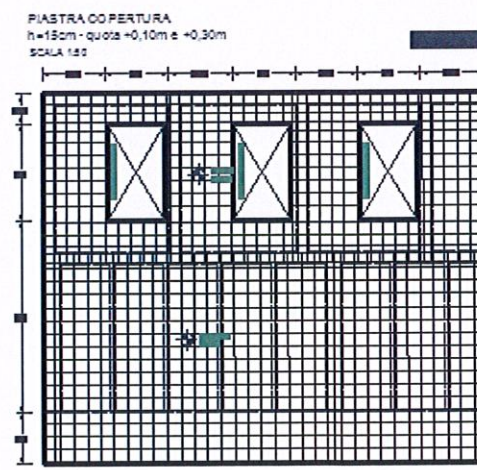
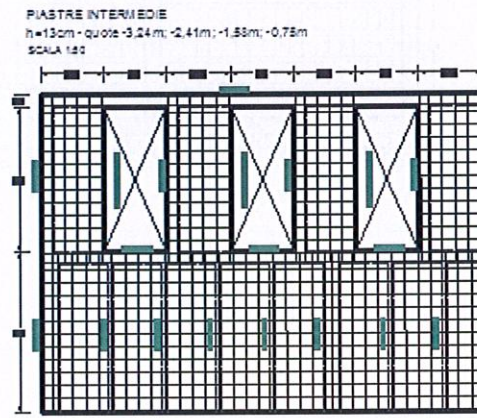
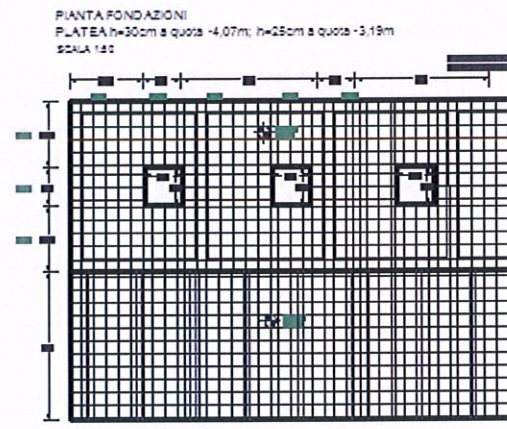


CARPENTERIA COPERTURA  
h=20+5cm - quota +3,54m  
SCALA 1:50





*colombari abbinati a sepoltura semplice (tipologia 5)*

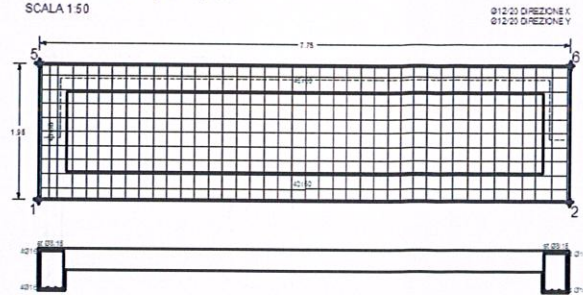




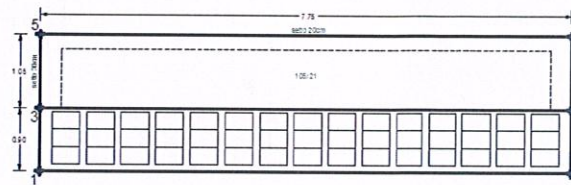


Ossario/cinerario (tipologia 6)

PIANTA FONDAZIONI  
PLATEA h=30cm - quota -0,10m  
SCALA 1:50

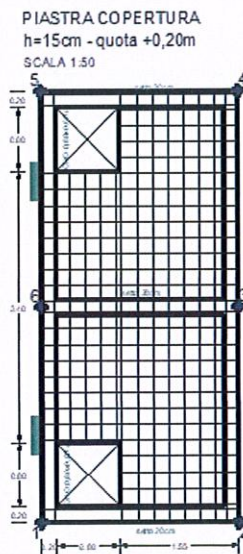
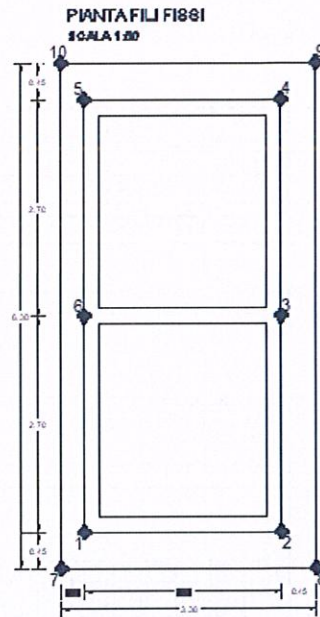


CARPENTERIA COPERTURA  
h=16+5cm - quota +3,50m  
SCALA 1:50





*Ossario/cinerario comune (tipologia 7)*

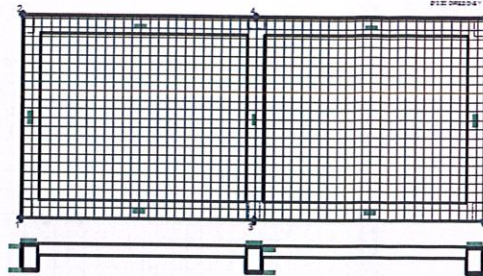




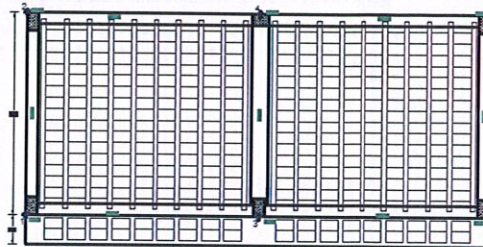


*servizi cimiteriali e controllo accessi (tipologia 8)*

PIANTA FONDAZIONI  
PLATEA h=25cm - quota -0,05m  
NERVATURA 40x20 cm  
SCALA 1:50



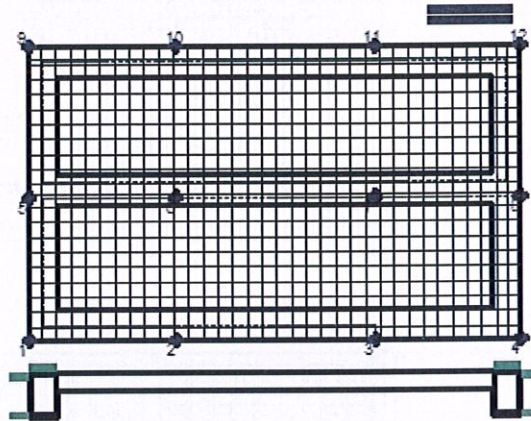
PIANTA COPERTURA  
SOLAIO LATERO CEMENTIZIO h=21cm - quota +3,25m  
SCALA 1:50



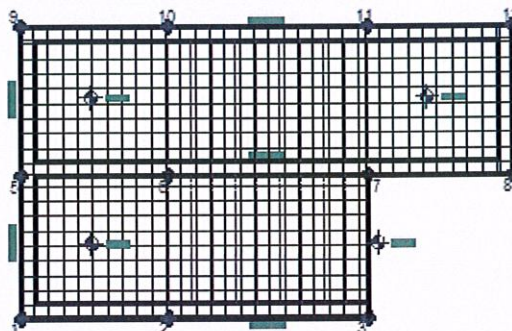


**blocco scala (tipologia 9)**

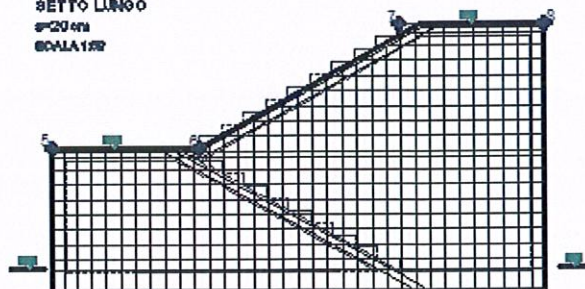
PIANTA FONDAZIONI  
PLATEA h=25cm - quota -0,05m  
SCALA 1:50



CARPENTERIA ELEVAZIONE  
PIASTRE 15cm E SETTI 20cm  
SCALA 1:50



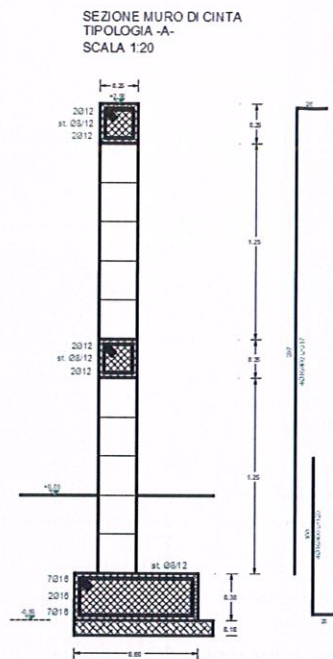
SETTO LUNGO  
s=20cm  
SCALA 1:50



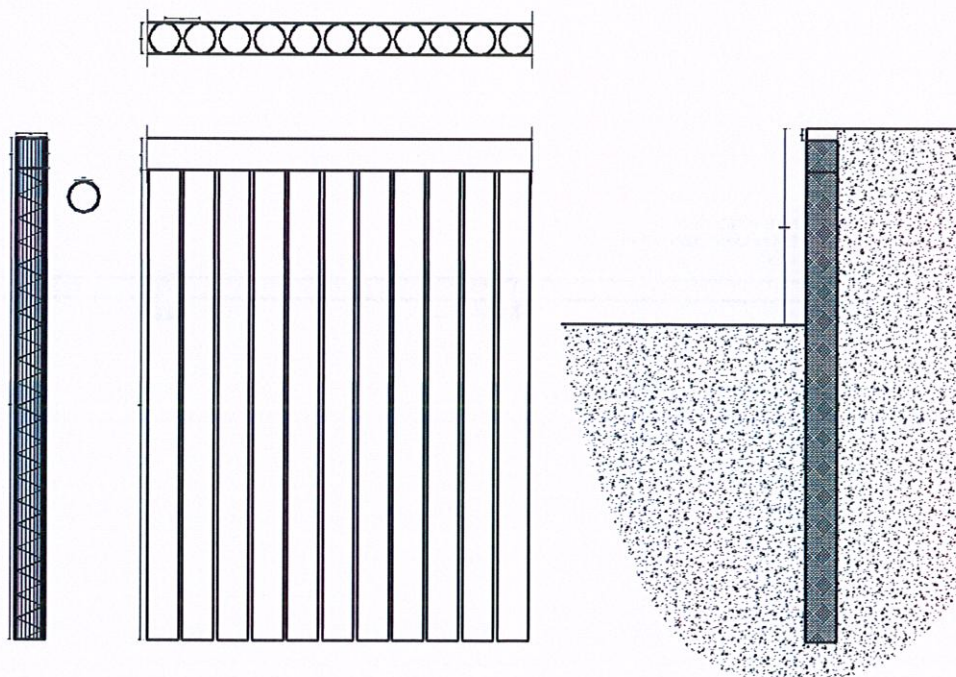




*muro di cinta (tipologia 10)*



*opere di ritenuta (tipologia 11)*



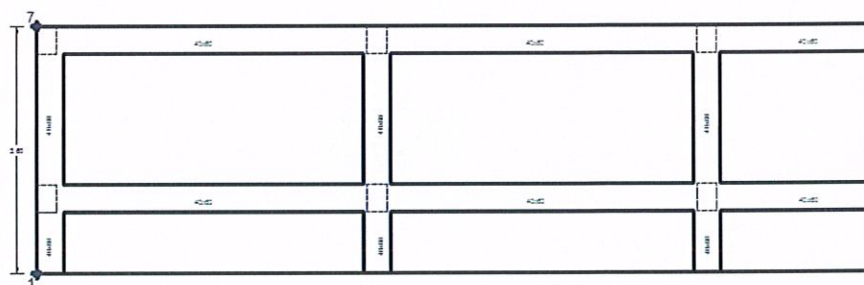


• **SCHEMA DI POSA DEI LOCULI PREFABBRICATI**

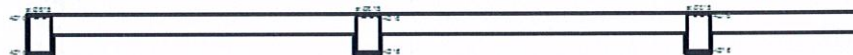
Come illustrato di seguito, i loculi prefabbricati sono stati considerati solo come sovraccarico sulle platee in quanto gli stessi sono autoportanti; si riportano di seguito le varie fasi di posa in opera per i soli colombari in quanto i rimanenti sono gettati in opera:

FASE 1: REALIZZAZIONE FONDAZIONI

PIANTA FONDAZIONI  
PLATEA h=30cm - quota -0,10m  
SCALA 1:50



SEZIONE FONDAZIONI  
PLATEA h=30cm - quota -0,10m  
SCALA 1:50



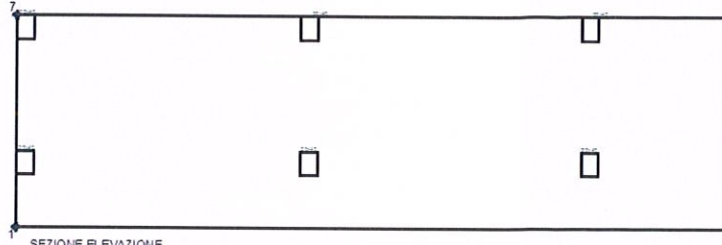




FASE 2: REALIZZAZIONE PILASTRI

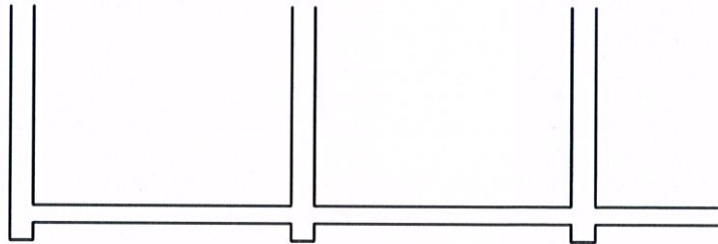
PIANTA ELEVAZIONE

SCALA 1:50



SEZIONE ELEVAZIONE

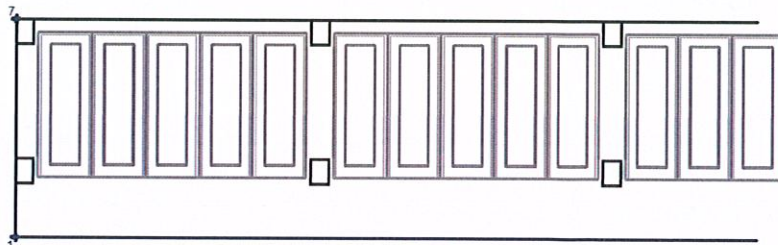
SCALA 1:50



FASE 3: POSA LOCULI DI BASE

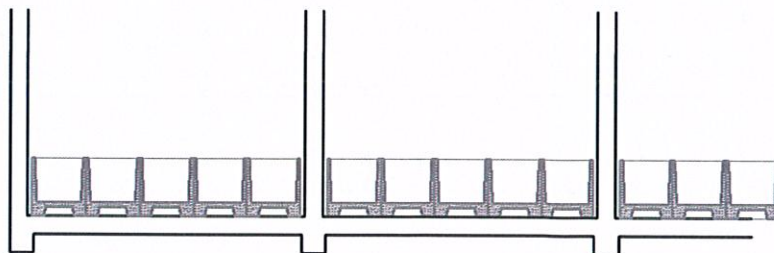
PIANTA ELEVAZIONE

SCALA 1:50



SEZIONE ELEVAZIONE

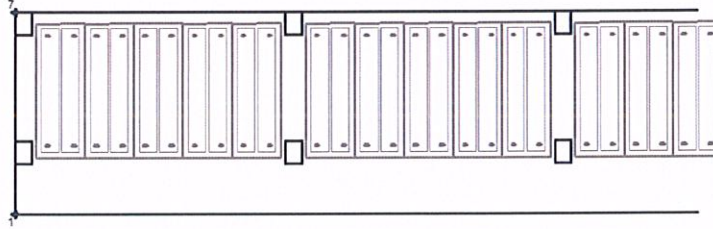
SCALA 1:50



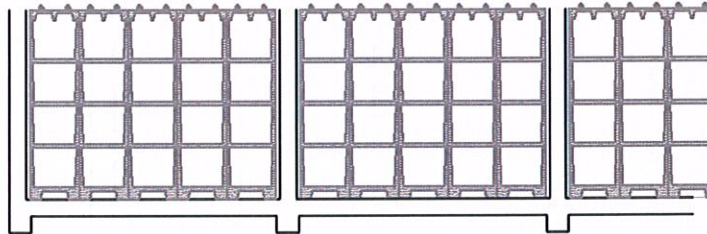


FASE 4. POSA LOCUI INTERMEDI E DI CHIUSURA

PIANTA ELEVAZIONE  
SCALA 1:50

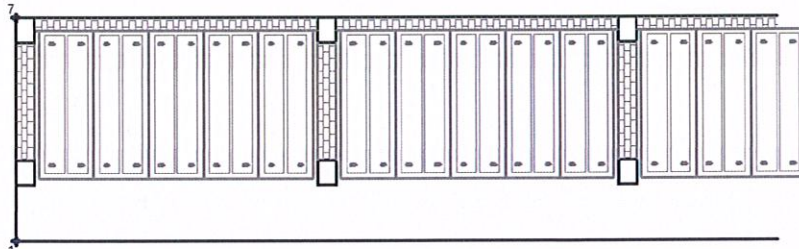


SEZIONE ELEVAZIONE  
SCALA 1:50

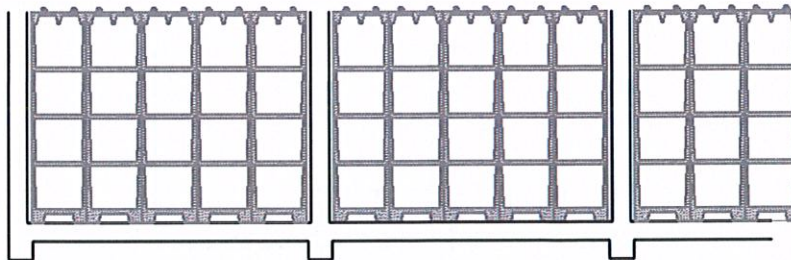


FASE 5. REALIZZAZIONE MURATURA

PIANTA ELEVAZIONE  
SCALA 1:50



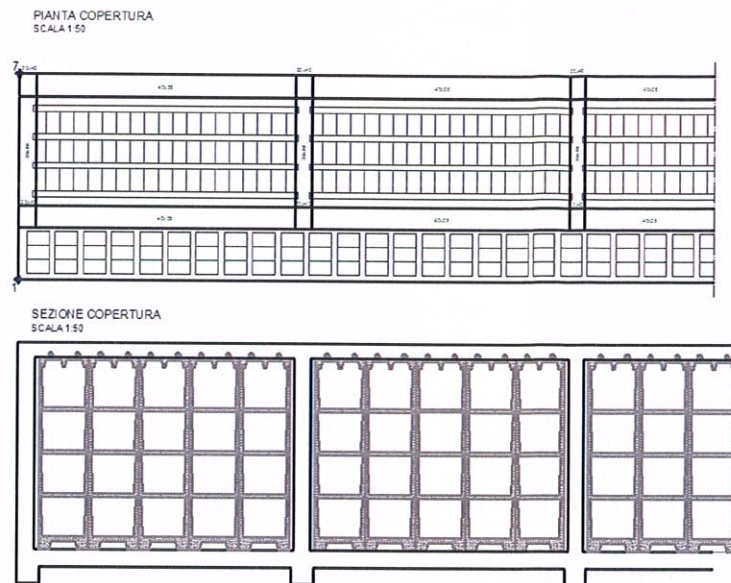
SEZIONE ELEVAZIONE  
SCALA 1:50







FASE 6. REALIZZAZIONE SOLAIO COPERTURA



#### 4. ANALISI DEI CARICHI

##### Solaio 16+5 cm ( analisi per 1m<sup>2</sup> )

Soletta	$1.00 \cdot 1.00 \cdot 0.05 \cdot 2500$	=125 daN/m <sup>2</sup>
Travetti	$2 \cdot (0.10 \cdot 0.16 \cdot 1.00 \cdot 2500)$	=80 daN/m <sup>2</sup>
Pignatte	$2 \cdot (0.16 \cdot 0.40 \cdot 1.00 \cdot 800)$	=102 daN/m <sup>2</sup>
Sottofondo	$1.00 \cdot 1.00 \cdot 0.03 \cdot 2100$	=63 daN/m <sup>2</sup>
Impermeabilizzazione		=10 daN/m <sup>2</sup>
Intonaco	$1.00 \cdot 1.00 \cdot 30$	=30 daN/m <sup>2</sup>
		Peso totale $\cong$ 410 daN/m <sup>2</sup>

##### Solaio 20+5 cm ( analisi per 1m<sup>2</sup> )

Soletta	$1.00 \cdot 1.00 \cdot 0.05 \cdot 2500$	=125 daN/m <sup>2</sup>
Travetti	$2 \cdot (0.10 \cdot 0.20 \cdot 1.00 \cdot 2500)$	=100 daN/m <sup>2</sup>
Pignatte	$2 \cdot (0.20 \cdot 0.40 \cdot 1.00 \cdot 800)$	=128 daN/m <sup>2</sup>
Sottofondo	$1.00 \cdot 1.00 \cdot 0.03 \cdot 2100$	=63 daN/m <sup>2</sup>
Impermeabilizzazione		=10 daN/m <sup>2</sup>
Intonaco	$1.00 \cdot 1.00 \cdot 30$	=30 daN/m <sup>2</sup>
		Peso totale $\cong$ 460 daN/m <sup>2</sup>



Per le tompagnature esterne si assumerà un carico di 290 daN/m<sup>2</sup>

#### Sovraccarichi accidentali

Platea	=200 daN/m <sup>2</sup>
Soletta loculi	=250 daN/m <sup>2</sup>
Carico loculi frontali su quattro file	=2600 daN/m <sup>2</sup>
Copertura	=200 daN/m <sup>2</sup>

Relativamente ai manufatti 1-2-3-5-7-10, completamente interrati, è stata considerata anche la spinta del terreno sulle pareti (schematizzato a vantaggio di sicurezza con  $\varphi=25^\circ$  e  $\gamma=19$  kN/m<sup>3</sup>) ed un carico distribuito  $q=10$  kN/m<sup>2</sup>.

#### 5. IPOTESI PROGETTUALI

Il modello strutturale di calcolo **non tiene conto degli elementi strutturali secondari** e di quelli non strutturali autoportanti (nella fattispecie i soli tompagni e tramezzature); pertanto sono rappresentati unicamente in termini di massa senza considerare il loro contributo alla rigidezza e alla resistenza del sistema strutturale in quanto sarà realizzato un giunto di cm 5 tra i laterizi e gli elementi in c.c.a. da riempire con schiuma poliuretanic monocomponente.

Gli orizzontamenti sono **infinitamente rigidi nel proprio piano**; l'altezza massima di progetto tiene conto dalle capacità resistenti e deformative della struttura in c.c.a. inoltre non ha limitazioni in funzione della larghezza stradale in quanto interna da edificare mentre la distanza di progetto tra costruzioni contigue è tale da evitare fenomeni di martellamento ( $d \gg cm10$ ).

La vita nominale  $V_N \geq 50$  anni, la classe d'uso è **II** con coefficiente  $C_U$  **1,0** pertanto  $V_R = V_N \times C_U = 50$  anni  $\geq 35$  anni.

Le coordinate geografiche del sito sono **longitudine 13,688818 e latitudine 37,988124**.





## 6. CARATTERISTICHE PLANO ALTIMETRICHE DELLA COSTRUZIONE

Un manufatto è **regolare in pianta** quando sono rispettate le seguenti condizioni:

- a) la configurazione in pianta è compatta e approssimativamente simmetrica rispetto a due direzioni ortogonali, in relazione alla distribuzione di masse e rigidzze;
- b) il rapporto tra i lati di un rettangolo in cui la costruzione risulta inscritta è  $< 4$ ;
- c) nessuna dimensione di eventuali rientri o sporgenze supera il 25 % della dimensione totale della costruzione nella corrispondente direzione;
- d) gli orizzontamenti possono essere considerati infinitamente rigidi nel loro piano rispetto agli elementi verticali e sufficientemente resistenti.

Il manufatto è **regolare in altezza** quando sono rispettate le seguenti condizioni:

- e) tutti i sistemi resistenti verticali (quali telai) si estendono per tutta l'altezza della costruzione;
- f) massa e rigidzza rimangono costanti dalla base alla sommità della costruzione;
- g) nelle strutture intelaiate progettate in CD "B" il rapporto tra resistenza effettiva e resistenza richiesta dal calcolo non è significativamente diverso per orizzontamenti diversi;
- h) non vi sono restringimenti della sezione orizzontale della costruzione.

In particolare, per ogni tipologia risulta:

<i>Tipologia</i>	<i>Regolare in pianta</i>	<i>Regolare in altezza</i>
sepoltura semplice	NO	SI
sepoltura doppia	NO	SI
sepoltura gentilizia	NO	SI
colombari	NO	SI
colombari abbinati a sepoltura semplice	NO	NO
Ossario/cinerario	NO	SI



ossario/cinerario comune	SI	SI
servizi cimiteriali e controllo accessi	SI	SI
blocco scala	SI	NO
muro di cinta	NO	SI

## 7. AZIONI DI CALCOLO E FATTORI DI STRUTTURA

Le combinazioni delle azioni utilizzate per il calcolo agli stati limite, conformi al § 3.2.4 e § 2.5.3 del D.M. 2018, sono:

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU) (2.5.1);
- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni ammissibili di cui al § 2.7(2.5.2)
- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili (2.5.3)
- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine(2.5.4)
- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E (v. § 3.2 form. 2.5.5):
- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto Ad (v. § 3.6 form. 2.5.6):

Nelle combinazioni per SLE, si intende che vengono omessi i carichi  $Q_{kj}$  che danno un contributo favorevole ai fini delle verifiche e, se del caso, i carichi  $G_2$ .

Altre combinazioni sono da considerare in funzione di specifici aspetti (p. es. fatica, ecc.). Nelle formule sopra riportate il simbolo + vuol dire "combinato con".





I valori dei coefficienti parziali di sicurezza  $\gamma_{Gi}$  e  $\gamma_{Qj}$  sono dati in § 2.6.1, Tab. 2.6.I

Per le combinazioni sismiche:

Nel caso delle costruzioni civili e industriali le verifiche agli stati limite ultimi o di esercizio devono essere effettuate per la combinazione dell'azione sismica con le altre azioni già fornita in § 2.5.3 form. 3.2.16 delle NTC 2018.

Gli effetti dell'azione sismica saranno valutati tenendo conto delle masse associate ai carichi gravitazionali (form. 3.2.17).

I valori dei coefficienti  $\Psi_{2j}$  sono riportati nella Tabella 2.5.I

La struttura deve essere progettata così che il degrado nel corso della sua vita nominale, purché si adotti la normale manutenzione ordinaria, non pregiudichi le sue prestazioni in termini di resistenza, stabilità e funzionalità, portandole al di sotto del livello richiesto dalle presenti norme.

Le misure di protezione contro l'eccessivo degrado devono essere stabilite con riferimento alle previste condizioni ambientali.

La protezione contro l'eccessivo degrado deve essere ottenuta attraverso un'opportuna scelta dei dettagli, dei materiali e delle dimensioni strutturali, con l'eventuale applicazione di sostanze o ricoprimenti protettivi, nonché con l'adozione di altre misure di protezione attiva o passiva.

Nome Combinazione	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
PESO PROPRIO	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
SOVRACCARICO PERMAN.	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Var.Amb.affol.	1.50	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
Var.Nev.q<1000	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Var.Coperture	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Corr. Tors. dir. 0	0.00	1.00	-1.00	1.00	-1.00	1.00	-1.00	1.00	-1.00	-1.00	1.00	-1.00	1.00	-1.00	1.00	-1.00	1.00
Corr. Tors. dir. 90	0.00	0.30	0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.30	0.30	0.30
SISMA DIREZ. GRD 0	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00
SISMA DIREZ. GRD 90	0.00	0.30	0.30	0.30	0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.30



Nome Combinazione	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
PESO PROPRIO	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
SOVRACCARICO PERMAN.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Var.Amb.affol.	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
Var.Nev.q<1000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Var.Coperture	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Corr. Tors. dir. 0	0.30	-0.30	0.30	-0.30	0.30	-0.30	0.30	-0.30	-0.30	0.30	-0.30	0.30	-0.30	0.30	-0.30	0.30
Corr. Tors. dir. 90	1.00	1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	1.00	1.00
SISMA DIREZ. GRD 0	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.30
SISMA DIREZ. GRD 90	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00

La componente verticale dell'azione sismica non è stata considerata in quanto non rientra tra le casistiche contemplate al § 7.2.1.

Il comportamento strutturale assunto per **stati limite ultimo** è di tipo **dissipativo** con livello di capacità dissipativa bassa mentre per **stati limite di esercizio** è di tipo **non dissipativo**; si evidenzia che le fondazioni hanno comportamento non dissipativo indipendentemente dallo stato limite preso in considerazione.

## 8. METODI DI ANALISI E CRITERI DI VERIFICA

L'analisi svolta è del tipo **dinamico lineare** e risulta idonea in funzione del comportamento strutturale § 7.3.2 (riportato al paragrafo precedente).

In conformità al § 7.2.6 è stata considerata una eccentricità accidentale in ogni direzione pari al 5% della dimensione dell'edificio lungo direzione considerata.

Gli elementi strutturali sono stati verificati in termini sia di resistenza che di duttilità e capacità di deformazione allo S.L.V.

### **Prestazioni attese – classe della costruzione – vita d'esercizio – modelli di calcolo**

Le norme precisano che la sicurezza e le prestazioni di una struttura o di una parte di essa devono essere valutate in relazione all'insieme degli stati limite che verosimilmente si possono verificare durante la vita normale.





Prescrivono inoltre che debba essere assicurata una robustezza nei confronti di azioni eccezionali.

Le prestazioni della struttura e la vita nominale sono riportati nei successivi tabulati di calcolo della struttura

La sicurezza e le prestazioni saranno garantite verificando gli opportuni stati limite definiti di concerto al Committente in funzione dell'utilizzo della struttura, della sua vita nominale e di quanto stabilito dalle norme di cui al D.M. 17.01.2018.

In particolare si è verificata :

- la sicurezza nei riguardi degli stati limite ultimi (SLU) che possono provocare eccessive deformazioni permanenti, crolli parziali o globali, dissesti, che possono compromettere l'incolumità delle persone e/o la perdita di beni, provocare danni ambientali e sociali, mettere fuori servizio l'opera. Per le verifiche sono stati utilizzati i coefficienti parziali relativi alle azioni ed alle resistenze dei materiali in accordo a quanto previsto dal D.M. 17.01.2018 per i vari tipi di materiale. I valori utilizzati sono riportati nel fascicolo delle elaborazioni numeriche allegate.
- la sicurezza nei riguardi degli stati limite di esercizio (SLE) che possono limitare nell'uso e nella durata l'utilizzo della struttura per le azioni di esercizio. In particolare di concerto con il committente e coerentemente alle norme tecniche si sono definiti i limiti riportati nell'allegato fascicolo delle calcolazioni.
- la sicurezza nei riguardi dello stato limite del danno (SLD) causato da azioni sismiche con opportuni periodi di ritorno definiti di concerto al committente ed alle norme vigenti per le costruzioni in zona sismica

Per quanto riguarda le fasi costruttive intermedie la struttura non risulta cimentata in maniera più gravosa della fase finale.



## 9. COMBINAZIONI DELLE AZIONI SULLA COSTRUZIONE

Le azioni definite come al § 2.5.1 delle NTC 2018 sono state combinate in accordo a quanto definito al § 2.5.3. applicando i coefficienti di combinazione come definiti da norma.

I valori dei coefficienti parziali di sicurezza  $\gamma_{Gi}$  e  $\gamma_{Qj}$  utilizzati nelle calcolazioni sono dati nelle NTC 2018 in § 2.6.1, Tab. 2.6.I

## 10. AZIONI AMBIENTALI E NATURALI

Le prestazioni attese nei confronti delle azioni sismiche saranno verificate agli stati limite, sia di esercizio che ultimi individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti.

Gli stati limite di esercizio sono:

- Stato Limite di Operatività (SLO)
- Stato Limite di Danno (SLD)

Gli stati limite ultimi sono:

- Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV)
- Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC)

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{VR}$ , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono riportate nella successiva tabella:

Stati Limite $P_{VR}$ :		Probabilità di superamento nel periodo di riferimento $V_R$
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Per la definizione delle forme spettrali (spettri elastici e spettri di progetto), in conformità ai dettami del D.M. 17 gennaio 2018 § 3.2.3. sono stati definiti i seguenti termini:

- Vita Nominale





- Classe d'Uso;
- Categoria del suolo;
- Coefficiente Topografico;
- Latitudine e longitudine del sito oggetto di edificazione

Tali valori sono stati utilizzati da apposita procedura informatizzata sviluppata dalla STS s.r.l., che, a partire dalle coordinate del sito oggetto di intervento, fornisce i parametri di pericolosità sismica da considerare ai fini del calcolo strutturale, riportati nei tabulati di calcolo.

Si è inoltre concordato le verifiche delle prestazioni saranno effettuate per le azioni derivanti dalla neve, dal vento e dalla temperatura secondo quanto previsto al cap. 3 del D.M. 17.01.18 e della Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 24/07/2018 per un periodo di ritorno coerente alla classe della struttura ed alla sua vita utile.

#### **11. DESTINAZIONE D'USO E SOVRACCARICHI VARIABILI DOVUTO ALLE AZIONI ANTROPICHE**

Per la determinazione dell'entità e della distribuzione spaziale e temporale dei sovraccarichi variabili si farà riferimento alla tabella del D.M. 17.01.2018 in funzione della destinazione d'uso.

I carichi variabili comprendono i carichi legati alla destinazione d'uso dell'opera; i modelli di tali azioni possono essere costituiti da:

- carichi verticali uniformemente distribuiti  $q_k$  [kN/m<sup>2</sup>]
- carichi verticali concentrati  $Q_k$  [kN]
- carichi orizzontali lineari  $H_k$  [kN/m]



Tabella 3.1.II - Valori dei carichi d'esercizio per le diverse categorie di edifici

Cat.	Ambienti	$q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$Q_k$ [kN]	$H_k$ [kN/m]
A	<b>Ambienti ad uso residenziale.</b> Sono compresi in questa categoria i locali di abitazione e relativi servizi, gli alberghi (ad esclusione delle aree suscettibili di affollamento)	2,00	2,00	1,00
B	<b>Uffici.</b> Cat. B1 Uffici non aperti al pubblico Cat. B2 Uffici aperti al pubblico	2,00 3,00	2,00 2,00	1,00 1,00
C	<b>Ambienti suscettibili di affollamento</b> Cat. C1 Ospedali, ristoranti, caffè, banche, scuola Cat. C2 Balconi, ballatoi e scale comuni, sale convegni, cinema, teatri, chiese, tribune con posti fissi Cat. C3 Ambienti privi di ostacoli per il libero movimento delle persone, quali musei, sale per esposizioni, stazioni ferroviarie, sale da ballo, palestre, tribune libere, edifici per eventi pubblici, sale da concerto, palazzetti per lo sport e relative tribune	3,00 4,00 5,00	2,00 4,00 5,00	1,00 2,00 3,00
D	<b>Ambienti ad uso commerciale.</b> Cat. D1 Negozi Cat. D2 Centri commerciali, mercati, grandi magazzini, librerie...	4,00 5,00	4,00 5,00	2,00 2,00
E	<b>Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale.</b> Cat. E1 Biblioteche, archivi, magazzini, depositi, laboratori manifatturieri Cat. E2 Ambienti ad uso industriale, da valutarsi caso per caso	$\geq 6,00$ —	6,00 —	1,00* —
F-G	<b>Rimesse e parcheggi.</b> Cat. F Rimesse e parcheggi per il transito di automezzi di peso a pieno carico fino a 30 kN Cat. G Rimesse e parcheggi per transito di automezzi di peso a pieno carico superiore a 30 kN: da valutarsi caso per caso	2,50 —	2 x 10,00 —	1,00** —
H	<b>Coperture e sottotetti</b> Cat. H1 Coperture e sottotetti accessibili per sola manutenzione Cat. H2 Coperture praticabili Cat. H3 Coperture speciali (impianti, eliporti, altri) da valutarsi caso per caso	0,50 — —	1,20 — —	1,00 — —
* non comprende le azioni orizzontali eventualmente esercitate dai materiali immagazzinati ** per i soli parapetti o partizioni nelle zone pedonali. Le azioni sulle barriere esercitate dagli automezzi dovranno essere valutate caso per caso				

I valori nominali e/o caratteristici  $q_k$ ,  $Q_k$  ed  $H_k$  di riferimento sono riportati nella Tab.

3.1.II. delle NTC 2018.

## 12. MODELLI DI CALCOLO

Si sono utilizzati come modelli di calcolo quelli esplicitamente richiamati nel D.M. 17.01.2018

ed in particolare:

- analisi elastica lineare per il calcolo delle sollecitazioni derivanti da carichi statici;
- analisi statica modale con spettri di progetto per il calcolo delle sollecitazioni di progetto dovute all'azione sismica;





- verifiche sezionali agli s.l.u. per le sezioni in c.a. utilizzando il legame parabola rettangolo per il calcestruzzo ed il legame elastoplastico incrudente a duttilità limitata per l'acciaio;
- verifiche plastiche per le sezioni in acciaio di classe 1 e 2 e tensionali per quelle di classe 3.

Per quanto riguarda le azioni sismiche ed in particolare per la determinazione del fattore di struttura, dei dettagli costruttivi e le prestazioni sia agli SLU che allo SLD si fa riferimento al D.M. 17.01.18 e alla circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 24/07/2018 la quale è stata utilizzata come norma di dettaglio.

La definizione quantitativa delle prestazioni e le verifiche sono riportati nel fascicolo delle elaborazioni numeriche allegate.

### **13. TOLLERANZE**

Nelle calcolazioni si è fatto riferimento ai valori nominali delle grandezze geometriche ipotizzando che le tolleranze ammesse in fase di realizzazione siano conformi alle euronorme EN 1992-1-1 - EN 206 - EN 1992-2-1:

Copriferro            -5 mm (EC2 4.4.1.3)

Per dimensioni     $\leq 150 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$

Per dimensioni     $= 400 \text{ mm} \pm 15 \text{ mm}$

Per dimensioni     $\geq 2500 \text{ mm} \pm 30 \text{ mm}$

Per i valori intermedi interpolare linearmente.

### **14. DURABILITÀ**

Per garantire la durabilità della struttura sono state prese in considerazione opportuni stati limite di esercizio (SLE) in funzione dell'uso e dell'ambiente in cui la struttura dovrà vivere limitando sia gli stati tensionali che nel caso delle opere in calcestruzzo anche l'ampiezza delle



fessure. La definizione quantitativa delle prestazioni, la classe di esposizione e le verifiche sono riportati nel fascicolo delle elaborazioni numeriche allegate.

Inoltre per garantire la durabilità, così come tutte le prestazioni attese, è necessario che si ponga adeguata cura sia nell'esecuzione che nella manutenzione e gestione della struttura e si utilizzino tutti gli accorgimenti utili alla conservazione delle caratteristiche fisiche e dinamiche dei materiali e delle strutture. La qualità dei materiali e le dimensioni degli elementi sono coerenti con tali obiettivi.

Durante le fasi di costruzione il direttore dei lavori implementerà severe procedure di controllo sulla qualità dei materiali, sulle metodologie di lavorazione e sulla conformità delle opere eseguite al progetto esecutivo nonché alle prescrizioni contenute nelle "Norme Tecniche per le Costruzioni" DM 17.01.2018. e relative Istruzioni.

#### ***Criteria adottati per la schematizzazione della struttura***

La struttura è stata modellata con il metodo degli elementi finiti utilizzando vari elementi di libreria specializzati per schematizzare i vari elementi strutturali.

In particolare le travi ed i pilastri sono schematizzati con elementi trave a due nodi deformabili assialmente, a flessione e taglio utilizzando funzioni di forma cubiche di Hermite.

Tale modello finito ha la caratteristica di fornire la soluzione esatta in campo elastico lineare per cui non necessita di ulteriore suddivisioni interne degli elementi strutturali.

Gli elementi finiti a due nodi possono essere utilizzati in analisi di tipo non lineare potendo modellare non linearità sia di tipo geometrico che meccanico con i seguenti modelli :

- Matrice geometrica per gli effetti del II° ordine;
- Non linearità meccanica per comportamento assiale solo resistente a trazione o compressione.





Per gli elementi strutturali bidimensionali quali pareti a taglio, setti, nuclei irrigidenti, piastre o superfici generiche viene utilizzato un modello finito a 3 o 4 nodi di tipo shell che modella sia il comportamento membranale (lastra) che flessionale (piastra).

Tale elemento finito di tipo isoparametrico viene modellato con funzioni di forma di tipo polinomiale che rappresentano una soluzione congruente ma non esatta nello spirito del metodo FEM.

Per questo tipo di elementi finiti la precisione dei risultati ottenuti dipenderà quindi dalla forma e densità della MESH, si ricorda che il calcolo agli elementi finiti è per sua natura un calcolo approssimato.

Il metodo è efficiente per il calcolo degli spostamenti nodali ed è sempre rispettoso dell'equilibrio a livello nodale con le azioni esterne.

La precisione nel calcolo delle tensioni è inferiore a quella ottenuta nel calcolo degli spostamenti, inoltre è fortemente dipendente dalla mesh.

Le verifiche saranno effettuate sia direttamente sullo stato tensionale ottenuto, per le azioni di tipo statico e di esercizio, mentre per le azioni dovute al sisma ed in genere per le azioni che provocano elevata domanda di deformazione anelastica, sulle risultanti (forze e momenti) agenti globalmente su una sezione dell'oggetto strutturale (muro a taglio, trave accoppiamento, etc..)

Nel modello vengono tenuti in conto i disassamenti tra i vari elementi strutturali schematizzandoli come vincoli cinematici rigidi.

La presenza di eventuali orizzontamenti sono tenuti in conto o con vincoli cinematici rigidi o modellando la soletta con elementi SHELL.

L'analisi delle sollecitazioni viene condotta in fase elastica lineare tenendo conto eventualmente degli effetti del secondo ordine.

Le sollecitazioni derivanti dalle azioni sismiche possono essere ottenute sia da analisi statiche equivalenti che da analisi dinamiche modali.

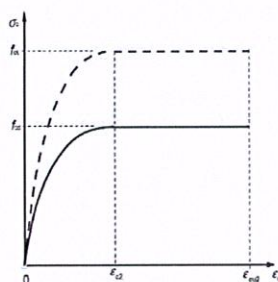
I vincoli tra i vari elementi strutturali e con il terreno sono modellati in maniera congruente al reale comportamento strutturale, in particolare per le connessioni tra aste in acciaio o legno.

Nel caso di fondazioni profonde i pali vengono modellati sia per le azioni verticali che trasversali modellando il terreno alla winkler in funzione del modulo di reazione orizzontale.

I legami costitutivi utilizzati nelle analisi globali finalizzate al calcolo delle sollecitazioni sono elastico lineari.

Per le verifiche sezionali i legami utilizzati sono:

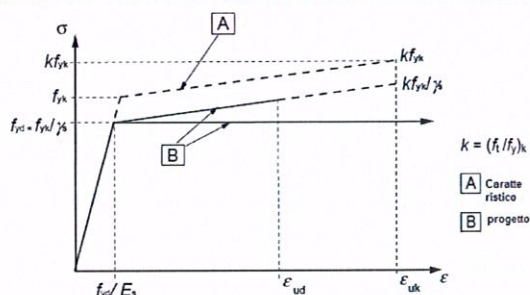
### LEGAME PARABOLA RETTANGOLO PER IL CALCESTRUZZO



Legame costitutivo di progetto del calcestruzzo

Il valore  $\epsilon_{cu2}$  nel caso di analisi non lineari sarà valutato in funzione dell'effettivo grado di confinamento esercitato dalle staffe sul nucleo di calcestruzzo.

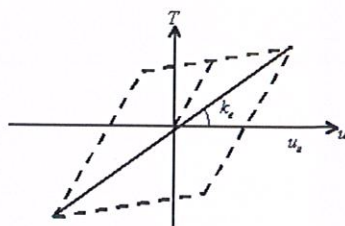
### LEGAME ELASTICO PREFETTAMENTE PLASTICO O INCRUDENTE PER L'ACCIAIO



Legame costitutivo di progetto acciaio per c.a.

- legame rigido plastico per le sezioni in acciaio di classe 1 e 2 e elastico lineare per quelle di classe 3 e 4
- legame elastico lineare per le sezioni in legno
- legame elasto-viscoso per gli isolatori





Legame costitutivo isolatori

Il modello di calcolo utilizzato risulta rappresentativo della realtà fisica per la configurazione finale anche in funzione delle modalità e sequenze costruttive.

## 15. AZIONI SULLA COSTRUZIONE

### AZIONE SISMICA

Ai fini delle NTC 2018 l'azione sismica è caratterizzata da 3 componenti traslazionali, due orizzontali contrassegnate da X ed Y ed una verticale contrassegnata da Z, da considerare tra di loro indipendenti.

Le componenti possono essere descritte, in funzione del tipo di analisi adottata, mediante una delle seguenti rappresentazioni:

- accelerazione massima attesa in superficie;
- accelerazione massima e relativo spettro di risposta attesi in superficie;
- accelerogramma.

l'azione in superficie è stata assunta come agente su tali piani.

Le due componenti ortogonali indipendenti che descrivono il moto orizzontale sono caratterizzate dallo stesso spettro di risposta. L'accelerazione massima e lo spettro di risposta della componente verticale attesa in superficie sono determinati sulla base dell'accelerazione massima e dello spettro di risposta delle due componenti orizzontali.

In allegato alle NTC, per tutti i siti considerati, sono forniti i valori dei precedenti parametri di pericolosità sismica necessari per la determinazione delle azioni sismiche.



### AZIONI DOVUTE AL VENTO

Le azioni del vento sono state determinate in conformità al §3.3 del DM 17.01.18 e della Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 24/07/2018.

Si precisa che tali azioni hanno valenza significativa in caso di strutture di elevata snellezza e con determinate caratteristiche tipologiche come ad esempio le strutture in acciaio.

### AZIONI DOVUTE ALLA TEMPERATURA

Variazioni giornaliere e stagionali della temperatura esterna, irraggiamento solare e convezione comportano variazioni della distribuzione di temperatura nei singoli elementi strutturali.

La severità delle azioni termiche è in generale influenzata da più fattori, quali le condizioni climatiche del sito, l'esposizione, la massa complessiva della struttura e la eventuale presenza di elementi non strutturali isolanti.

Le temperature dell'aria esterne § 3.5.2, dell'aria interna § 3.5.3 e la distribuzione della temperatura negli elementi strutturali § 3.5.4 viene assunta in conformità ai dettami delle NTC 2018.

### NEVE

Il carico provocato dalla neve sulle coperture sarà valutato mediante la seguente espressione:

$$q_s = \mu_i * q_{sk} * C_E * C_t$$

dove:

$q_s$  è il carico neve sulla copertura fornito al § 3.4.2;

$\mu_i$  è il coefficiente di forma della copertura – per  $0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$  fornito al § 3.4.5  $\Rightarrow \mu_i = 0.8$

$q_{sk}$  è il valore caratteristico di riferimento del carico neve al suolo [ $\text{kN/m}^2$ ], per un periodo di ritorno di 50 anni – per Zona III ed  $a_s \leq 200$  m  $\Rightarrow q_{sk} = 0.60 \text{ kN/m}^2$

$C_E$  è il coefficiente di esposizione – per Topografia Normale di cui al § 3.4.3  $\Rightarrow C_E = 1.0$

$C_t$  è il coefficiente termico di cui al § 3.4.4  $\Rightarrow C_t = 1.0$

Da cui si ricava  $q_s = 0.48 \text{ kN/m}^2$  pertanto a vantaggio di sicurezza si assumerà  $q_s = 0.50 \text{ kN/m}^2$

### AZIONI ECCEZIONALI

Le azioni eccezionali, che si presentano in occasione di eventi quali incendi, esplosioni ed urti, solo in taluni casi vanno considerate nella progettazione, quando ciò è richiesto da specifiche





esigenze strutturali, la resistenza al fuoco, verrà determinata sulla base delle indicazioni di cui al § 3.6.1 delle NTC.

#### **AZIONI ANTROPICHE E PESI PROPRI**

Sulle pareti del semi-interrato non agiscono le spinte del terreno in quanto le opere di ritenuta in pali assolveranno a tale funzione. In sede di valutazione di tali carichi, poiché non c'è grossa variabilità dei parametri geotecnici dei vari strati così come individuati nella relazione geologica, si è adottato una tipologia di terreno ai soli fini della definizione del carico in fondazione.

#### **16. SOFTWARE UTILIZZATO**

Le analisi e le verifiche sono state condotte con il metodo degli stati limite (SLU ed SLE) utilizzando i coefficienti parziali della normativa di cui al DM 17.01.2018 come in dettaglio specificato negli allegati tabulati di calcolo.

L'analisi delle sollecitazioni è stata effettuata in campo elastico lineare, per l'analisi sismica si è effettuata una analisi statica modale.

SOFTWARE UTILIZZATO : CDSWin versione 2018 con licenza chiave n° 23592 e 23593 intestata alla Progeca s.r.l. prodotto dalla :  
S.T.S. s.r.l. Software Tecnico Scientifico S.r.l.  
Via Tre Torri n°11 – Compl. Tre Torri  
95030 Sant'Agata li Battiati (CT).

#### **CODICE DI CALCOLO, SOLUTORE E AFFIDABILITA' DEI RISULTATI**

Come previsto al punto 10.2 delle norme tecniche di cui al D.M. 17.01.2018 l'affidabilità del codice utilizzato è stata verificata sia effettuando il raffronto tra casi prova di cui si conoscono i risultati esatti sia esaminando le indicazioni, la documentazione ed i test forniti dal produttore stesso.

Si allega alla presente i test sui casi prova forniti dalla S.T.S. s.r.l. a riprova dell'affidabilità dei risultati ottenuti. La S.T.S. s.r.l. a riprova dell'affidabilità dei risultati ottenuti fornisce direttamente on-line i test sui casi prova (<http://www.stsweb.it/STSWeb/ITA/homepage.htm>).



Il software è inoltre dotato di filtri e controlli di autodiagnostica che agiscono a vari livelli sia della definizione del modello che del calcolo vero e proprio.

I controlli vengono visualizzati, sotto forma di tabulati, di videate a colori o finestre di messaggi.

In particolare il software è dotato dei seguenti filtri e controlli:

Filtri per la congruenza geometrica del modello di calcolo generato

Controlli a priori sulla presenza di elementi non connessi, interferenze, mesh non congruenti o non adeguate.

Filtri sulla precisione numerica ottenuta, controlli su eventuali mal condizionamenti delle matrici, verifica dell'indice di condizionamento.

Controlli sulla verifiche sezionali e sui limiti dimensionali per i vari elementi strutturali in funzione della normativa utilizzata.

Controlli e verifiche sugli esecutivi prodotti.

#### **VALUTAZIONE DEI RISULTATI E GIUDIZIO MOTIVATO SULLA LORO ACCETTABILITA'**

Il software utilizzato permette di modellare analiticamente il comportamento fisico della struttura utilizzando la libreria disponibile di elementi finiti.

Le funzioni di visualizzazione ed interrogazione sul modello permettono di controllare sia la coerenza geometrica che le azioni applicate rispetto alla realtà fisica.

Inoltre la visualizzazione ed interrogazione dei risultati ottenuti dall'analisi quali sollecitazioni, tensioni, deformazioni, spostamenti, reazioni vincolari hanno permesso un immediato controllo con i risultati ottenuti mediante schemi semplificati di cui è nota la soluzione in forma chiusa nell'ambito della Scienza delle Costruzioni.

Si è inoltre controllato che le reazioni vincolari diano valori in equilibrio con i carichi applicati, in particolare per i valori dei taglianti di base delle azioni sismiche si è provveduto a confrontarli con valori ottenuti da modelli SDOF semplificati.





Le sollecitazioni ottenute sulle travi per i carichi verticali direttamente agenti sono stati confrontati con semplici schemi a trave continua.

Per gli elementi inflessi di tipo bidimensionale si è provveduto a confrontare i valori ottenuti dall'analisi FEM con i valori di momento flettente ottenuti con gli schemi semplificati della Tecnica delle Costruzioni.

Si è inoltre verificato che tutte le funzioni di controllo ed autodiagnostica del software abbiano dato esito positivo.

### **17. PRESTAZIONI ATTESE AL COLLAUDO**

La struttura a collaudo dovrà essere conforme alle tolleranze dimensionali prescritte nella presente relazione, inoltre relativamente alle prestazioni attese esse dovranno essere quelle di cui al § 9 del D.M. 17.01.2018.

Ai fini della verifica delle prestazioni il collaudatore farà riferimento ai valori di tensioni, deformazioni e spostamenti desumibili dall'allegato fascicolo dei calcoli statici per il valore delle le azioni pari a quelle di esercizio.

*Capodrise, Gennaio 2019*

**Gruppo di progettazione**

*Ing. Vincenzo Caputo*

*Ing. Domenico Porfidia*

*Ing. Mario Perri*

