

3 PERIODICO

3 Periodico S.r.l. Ingegneria - Piazza Castelnuovo n° 42 - 90141 Palermo
+39 091 5076934 - www.3periodico.it - info@3periodico.it - P.IVA e CF 05882310823



COMUNE DI PARTANNA

PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI
"ADEGUAMENTO SISMICO DELL'EDIFICIO COMUNALE DI VIA XX SETTEMBRE, ORDINANZA CAPO
DIPARTIMENTO DELLA PROTEZIONE CIVILE DEL 09 MAGGIO N. 344 ART. 2, COMMA 1, LETTERA b).
PREVENZIONE DEL RISCHIO SISMICO IN SICILIA E ADOZIONE DEL PROGRAMMA DI INTERVENTO"
CUP: I33B18000300002

Elaborato	Relazione generale strutturale		Nr. 3.1
Scala		Formato tavola	A4

Rev	Data	Descrizione	Emesso	Verificato	Approvato
00	12/12/2019	Emissione	Ing. Gaspere Biondo	Ing. Paolo Gesani	Ing. Girolamo Lattuca

Il RUP IL RUP Il Responsabile Unico del Procedimento, attesta la validazione del presente progetto, ai sensi degli art. 52, 53, 54 e 55 del DPR 207/2010 ed esprime parere favorevole ai sensi dell'art. 5 della L.R. n° 12/2011 modificato ai sensi dell'art. 26 comma 8 del D.Lgs. 50/2016.  Geom. Angelo Secchia 	Il direttore tecnico  	Il progettista  
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Sommario

1	DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA	2
2	DESCRIZIONE DELLE CARATTERISTICHE GEOLOGICHE DEL SITO	2
3	INFORMAZIONI GENERALI SULL'ANALISI SVOLTA.....	3
3.1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	3
3.2	REFERENZE TECNICHE (CAP. 12 D.M. 17.01.2018)	3
3.3	MISURA DELLA SICUREZZA	4
3.4	MODELLI DI CALCOLO	4
4	AZIONI SULLA COSTRUZIONE	6
4.1	AZIONI AMBIENTALI E NATURALI	6
4.2	DESTINAZIONE D'USO E SOVRACCARICHI PER LE AZIONI ANTROPICHE	7
4.3	AZIONE SISMICA	8
4.4	AZIONI DOVUTE AL VENTO.....	8
4.5	AZIONI DOVUTE ALLA TEMPERATURA	9
4.6	NEVE	9
4.7	AZIONI ANTROPICHE E PESI PROPRI	9
4.8	COMBINAZIONI DI CALCOLO.....	9
4.9	COMBINAZIONI DELLE AZIONI SULLA COSTRUZIONE	10
5	TOLLERANZE	11
6	DURABILITÀ	11
7	PRESTAZIONI ATTESE AL COLLAUDO	11
8	VERIFICA GIUNTO SISMICO EDIFICIO NON CALCOLATO.....	11
9	TIPO ANALISI SVOLTA	13
10	ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO	15
11	VALIDAZIONE DEI CODICI	16
12	PRESENTAZIONE SINTETICA DEI RISULTATI.....	16
13	INFORMAZIONI SULL' ELABORAZIONE.....	19
14	GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITA'	20

RELAZIONE GENERALE

Per una immediata comprensione delle condizioni sismiche, si riporta il seguente:

RIEPILOGO PARAMETRI SISMICI

Vita Nominale	50
Classe d'Uso	3
Categoria del Suolo	B
Categoria Topografica	1
Latitudine del sito oggetto di edificazione	37.72687
Longitudine del sito oggetto di edificazione	12.89258

1 DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA

L'edificio è stato edificato negli anni '50 del secolo scorso, prima del grave sisma del 1968, che ha colpito tutta la Valle del Belice. L'immobile nasce come scuola, ma oggi è adibito a sede di alcuni uffici comunali. Si tratta di un edificio a pianta pressoché rettangolare, con una sporgenza sul lato est ed una corte interna sul lato ovest.

L'immobile si sviluppa su 3 livelli fuori terra, tutti di identica impronta e dimensione. La superficie lorda dei piani è di circa 600 m², e l'interpiano di 4,10 m tra piano terra e primo livello e di 3,95 per gli altri 2 livelli. L'altezza complessiva dell'intero corpo di fabbrica è di circa 12,25 m per un volume totale di circa 7.500,00 m³. Il vano scala si trova sull'angolo sud-ovest dell'edificio e collega i piani sui 3 livelli consentendo l'accesso ad un lungo corridoio a forma di L che disimpegna tutti gli ambienti.

Il piano terra, ad oggi, ospita gli uffici del giudice di pace oltre agli uffici del centro per l'impiego.

Il primo ed il secondo piano ospitano gli uffici tecnici comunali.

La copertura dell'edificio è piana ed è perimetrata da un muretto di altezza variabile, dai 120 ai 140 cm, in base al massetto delle pendenze.

2 DESCRIZIONE DELLE CARATTERISTICHE GEOLOGICHE DEL SITO

Per quanto concerne gli aspetti geologici e geomorfologici dell'area di studio si è fatto riferimento principalmente alla relazione geologica redatta dal Dott. Geol. Giuseppe Bommarito, il quale è stato incarico del Comune di Partanna.

Dal punto di vista topografico essa ricade nella tavoletta in scala 1:25.000, II S.E. (Partanna) del F. 257 della carta d'Italia edita dall'I.G.M.

“...Dal punto di vista morfologico questo settore si presenta collinare ed è caratterizzato dalla presenza di una scarpata disposta lungo direttrici E-O, che taglia trasversalmente il territorio e lo suddividono in diverse superfici terrazzate, caratterizzate da valori di pendenza che, misurati su base topografica, solo raramente e localmente si discostano dai 5 – 6 gradi. Sostanzialmente l'area non presenta anomalie morfologiche di rilevante interesse. All'interno dei luoghi in studio, inoltre, non sono state rilevate, almeno per l'intervallo investigato, cavità tali da impedire o limitare i lavori di progetto. In considerazione delle caratteristiche tecniche dei terreni unitamente ai valori di pendenza su cui giacciono, l'area rimane caratterizzata da buone condizioni di stabilità.

I depositi superficiali possiedono caratteristiche granulometriche e strutturali tali da far ipotizzare al suo interno l'assenza di un circuito idrico importante. Lo studio di pozzi, sondaggi e fronti di scavo fa

escludere per il tratto investigato una totale assenza di acqua, eccetto l'acqua capillare contenuta nelle argille più o meno sabbiose. L'assetto idrografico è caratterizzato dall'assenza di corsi d'acqua superficiali importanti, sono stati osservati solo rigagnoli di scarsa entità che si attivano solo nel caso di intense precipitazioni, tali comunque, da non interferire con ciò che si andrà a realizzare. Per quanto riguarda la possibilità di rischi idrogeologici va detto che l'area di stretto interesse ed il suo immediato intorno, oggetto dell'inserimento del manufatto, non risultano inserite nelle zone con fattore di rischio idrogeologico R1 – R2 – R3 – R4 e sito di attenzione, della legge 267/98, D.A. 198/41 del 04.07.2000 del "Piano Straordinario per l'Assetto Idrogeologico", D.P.R.S. 4 luglio 2007, D.P.R.S. 16 luglio 2007 e successivi aggiornamenti e modifiche.

Per ricostruire la successione stratigrafica, e ricavare le caratteristiche fisico meccaniche dei terreni in esame sono stati osservati i fronti di scavo di altre costruzioni e sono stati effettuati tre sondaggi a carotaggio fino a una profondità di 15 m. Si è provveduto inoltre ad indagare con quattro sondaggi geofisici (MASW) la parte superficiale dell'area in studio per qualche decina di metri. Dall'alto verso il basso sono state osservate le seguenti litologie:

Superficie alterata:

- Terreno composto in prevalenza da materiale detritico di varia natura, di colore tendente al giallo. Il passaggio allo strato sottostante non avviene in modo netto ma si riscontra una alterazione dell'arenaria sottostante. In alcuni punti lo spessore di questo intervallo può raggiungere 1,00m.

Calcarenite:

- Calcarenite da mediamente a debolmente cementata di colore ocre giallo. Il grado di cementazione è talmente variabile da presentare strati decimetrici di calcareniti compatte passanti a sabbie debolmente cementate con lenti di Argille grigie. Lo spessore di detto intervallo stratigrafico è difficilmente valutabile poiché si tratta di lenti con spessori variabili.

Per la determinazione della resistenza al taglio, sono stati utilizzati appositi pockets, è stato eseguito tre sondaggi geognostici con prelievo di campioni indisturbati, pertanto i calcoli e le verifiche geotecniche dovranno essere fatte dando i seguenti parametri:

Limo sabbioso di colore marrone tabacco (da 1,00m a 5,00m):

Peso di volume $\gamma = 17,75 \text{ kN/m}^3$

Coesione non drenata $C = 9,19 \text{ kPa}$

Angolo di attrito $\phi = 30^\circ$

Calcarenite da mediamente a debolmente cementata (da 5,00m a 15m):

Peso di volume $\gamma = 20,47 \text{ kN/m}^3$

Coesione non drenata $C = 7,5 \text{ kPa}$

Angolo di attrito $\phi = 40^\circ$

L'esatta individuazione del sito è riportata nei grafici di progetto.

3 INFORMAZIONI GENERALI SULL'ANALISI SVOLTA

3.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- D.M 17/01/2018 - Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni;
Circ. Ministero Infrastrutture e Trasporti 21 gennaio 2019, n. 7 Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018;

3.2 REFERENZE TECNICHE (Cap. 12 D.M. 17.01.2018)

- UNI ENV 1992-1-1 - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
UNI EN 206-1/2001 - Calcestruzzo. Specificazioni, prestazioni, produzione e conformità.

UNI EN 1993-1-1 - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
UNI EN 1995-1 – Costruzioni in legno
UNI EN 1998-1 – Azioni sismiche e regole sulle costruzioni
UNI EN 1998-5 – Fondazioni ed opere di sostegno

3.3 MISURA DELLA SICUREZZA

Il metodo di verifica della sicurezza adottato è quello degli Stati Limite (SL) che prevede due insiemi di verifiche rispettivamente per gli stati limite ultimi S.L.U. e gli stati limite di esercizio S.L.E..

La sicurezza viene quindi garantita progettando i vari elementi resistenti in modo da assicurare che la loro resistenza di calcolo sia sempre maggiore delle corrispondente domanda in termini di azioni 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 e successive modifiche ed integrazioni.

In particolare si è verificata:

- la sicurezza nei riguardi degli stati limite ultimi (S.L.U.) 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 (S.L.E.) 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 (S.L.D.) causato da azioni sismiche con opportuni periodi di ritorno definiti di concerto al committente ed alle norme vigenti per le costruzioni in zona sismica;
 - robustezza nei confronti di opportune azioni accidentali in modo da evitare danni sproporzionati in caso di incendi, urti, esplosioni, errori umani;
- Per quanto riguarda le fasi costruttive intermedie la struttura non risulta cimentata in maniera più gravosa della fase finale.

3.4 MODELLI DI CALCOLO

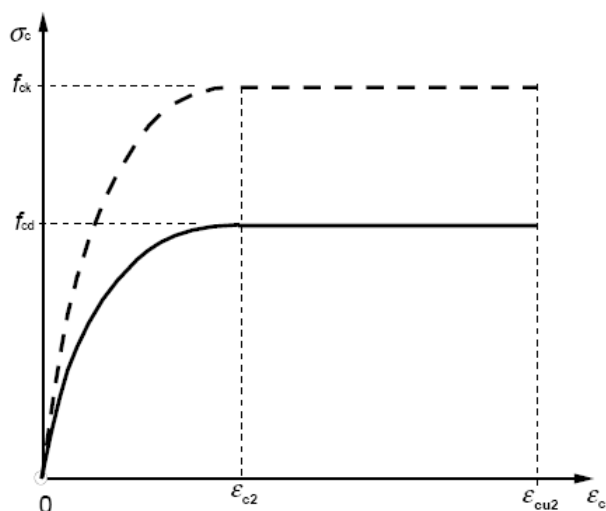
Si sono utilizzati come modelli di calcolo quelli esplicitamente richiamati nel D.M. 17/01/2018.

Per quanto riguarda le azioni sismiche ed in particolare per la determinazione del fattore di struttura, dei dettagli costruttivi e le prestazioni sia agli S.L.U. che allo S.L.D. si fa riferimento al D.M. 17/01/18 e alla circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 21

gennaio 2019, n. 7 la quale è stata utilizzata come norma di dettaglio.

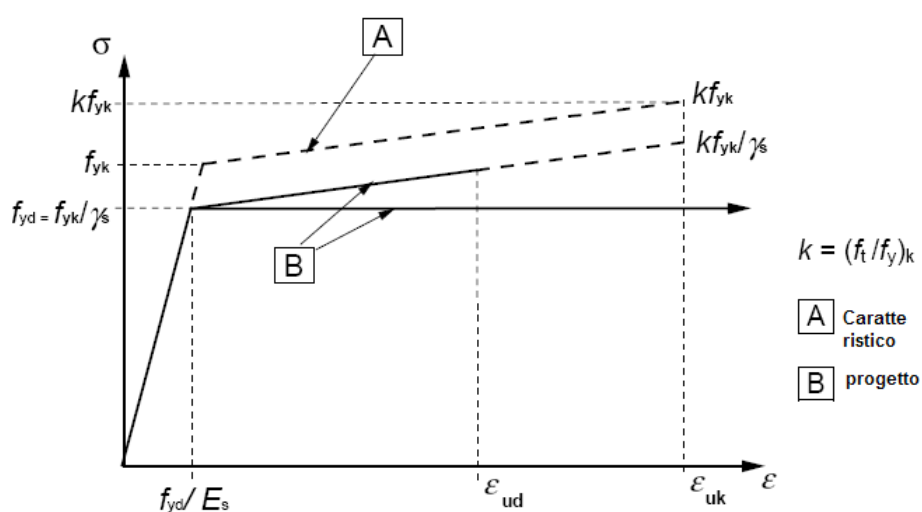
La definizione quantitativa delle prestazioni e le verifiche sono riportati nel fascicolo delle elaborazioni numeriche allegate.

Per le verifiche sezionali i legami utilizzati sono:



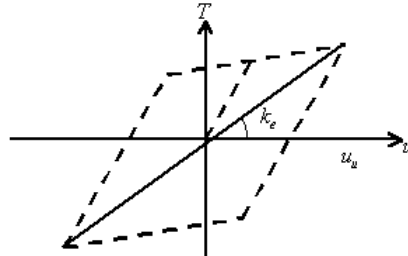
Legame costitutivo di progetto parabola-rettangolo per il calcestruzzo.

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



Legame costitutivo di progetto elastico perfettamente plastico o incrudente a duttilità limitata per l'acciaio.

- 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 per gli isolatori.

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

4 AZIONI SULLA COSTRUZIONE

4.1 AZIONI AMBIENTALI E NATURALI

Si è concordato con il committente che le prestazioni attese nei confronti delle azioni sismiche siano 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 (S.L.O.)
- Stato Limite di Danno (S.L.D.)

Gli stati limite ultimi sono:

- Stato Limite di salvaguardia della Vita (S.L.V.)
- Stato Limite di prevenzione del Collasso (S.L.C.)

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

Relazione Generale

del D.M. 17/01/2018 § 3.2.3. sono stati definiti i seguenti termini:

- Vita Nominale del fabbricato;
- Classe d'Uso del fabbricato;
- Categoria del Suolo;
- Coefficiente Topografico;
- Latitudine e Longitudine del sito oggetto di edificazione.

Si è inoltre concordato che le verifiche delle prestazioni saranno effettuate per le azioni derivanti dalla neve, dal vento e dalla temperatura secondo quanto previsto dal cap. 3 del D.M. 17/01/18 e dalla Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 21 gennaio 2019 n. 7 per un periodo di ritorno coerente alla classe della struttura ed alla sua vita utile.

4.2 DESTINAZIONE D'USO E SOVRACCARICHI PER LE 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/m²]
- 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

Tabella S.1.1.1 Valori dei carichi d'uso per le diverse categorie di edifici				
Categ.	Ambienti	q_k [kN/m ²]	Q_k [kN]	H_k [kN/m]
A	4.2.1.1.1.1.1 <u>Ambienti ad uso residenziale</u>			
	Aree per attività domestiche e residenziali; sono compresi in questa categoria i locali di abitazione e relativi servizi, gli alberghi (ad esclusione delle aree soggette ad affollamento), camere di degenza di ospedali	2,00	2,00	1,00
	Scale comuni, balconi, ballatoi	4,00	4,00	2,00
B	4.2.1.1.1.1.2 <u>Uffici</u>			
	Cat. B1 – Uffici non aperti al pubblico	2,00	2,00	1,00
	Cat. B2 – Uffici aperti al pubblico	3,00	2,00	1,00
	Scale comuni, balconi, ballatoi	4,00	4,00	2,00
C	4.2.1.1.1.1.3 <u>Ambienti suscettibili di affollamento</u>			
	Cat. C1 Aree con tavoli, quali scuole, caffè, ristoranti, sale per banchetti, lettura e ricevimento	3,00	3,00	1,00
	Cat. C2 Aree con posti a sedere fissi, quali chiese, teatri, cinema, sale per conferenze e attesa, aule universitarie e aule magne	4,00	4,00	2,00
	Cat. C3 Ambienti privi di ostacoli al movimento delle persone, quali musei, sale per esposizioni, aree d'accesso a uffici, ad alberghi e ospedali, ad atri di stazioni ferroviarie	5,00	5,00	3,00
	Cat. C4. Aree con possibile svolgimento di attività fisiche, quali sale da ballo, palestre, palcoscenici	5,00	5,00	3,00
	Cat. C5. Aree suscettibili di grandi affollamenti, quali edifici per eventi pubblici, sale da concerto, palazzetti per lo sport e relative tribune, gradinate e piattaforme ferroviarie	5,00	5,00	3,00
	Scale comuni, balconi, ballatoi	Secondo categoria d'uso servita, con le seguenti limitazioni		
	≥4,00	≥4,00	≥2,00	
D	4.2.1.1.1.1.4 <u>Ambienti ad uso commerciale</u>			
	Cat. D1 Negozi	4,00	4,00	2,00
	Cat. D2 Centri commerciali, mercati, grandi magazzini	5,00	5,00	2,00
	Scale comuni, balconi, ballatoi	Secondo categoria d'uso servita		
E	Aree per immagazzinamento e uso commerciale ed uso industriale			
	Cat. E1 Aree per accumulo di merci e relative aree d'accesso, quali biblioteche, archivi, magazzini, depositi, laboratori manifatturieri	≥ 6,00	7,00	1,00*

Relazione Generale

	Cat. E2 Ambienti ad uso industriale	da valutarsi caso per caso		
F – G	Rimesse e aree per traffico di veicoli (esclusi i ponti)			
	Cat. F Rimesse, aree per traffico, parcheggio e sosta di veicoli leggeri (peso a pieno carico fino a 30 kN)	2,50	2 x 10,00	1,00**
	Cat. G Aree per traffico e parcheggio di veicoli medi (peso a pieno carico compreso fra 30 kN e 160 kN), quali rampe d'accesso, zone di carico e scarico merci	da valutarsi caso per caso e comunque non minori di		
		5,00	2 x 50,00	1,00**
4.2.1.1.1.1.5 <u>Coperture</u>				
H-I-K	Cat. H Coperture accessibili per sola manutenzione e riparazione	0,50	1,20	1,00
	Cat. I Coperture praticabili di ambienti di categoria d'uso compresa fra A e D	secondo categoria di appartenenza		
	Cat. K Coperture per usi speciali, quali impianti, eliporti	da valutarsi caso per caso		
* 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 N.T.C. 2018. In presenza di carichi verticali concentrati Q_k essi sono stati applicati su impronte di carico appropriate all'utilizzo ed alla forma dello orizzontamento.

In particolare si considera una forma dell'impronta di carico quadrata pari a 50 x 50 mm, salvo che per le rimesse ed i parcheggi, per i quali i carichi si sono applicano su due impronte di 200 x 200 mm, distanti assialmente di 1,80 m.

4.3 AZIONE SISMICA

Ai fini delle N.T.C. 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 N.T.C. 2018, per tutti i siti considerati, sono forniti i valori dei precedenti parametri di pericolosità sismica necessari per la determinazione delle azioni sismiche.

4.4 AZIONI DOVUTE AL VENTO

Le azioni del vento sono state determinate in conformità al §3.3 del D.M. 17/01/18 e della Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 21 gennaio 2019 n. 7. 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.

4.5 AZIONI DOVUTE ALLA TEMPERATURA

E' stato tenuto conto delle variazioni giornaliere e stagionali della temperatura esterna, irraggiamento solare e convezione comportano variazioni della distribuzione di temperatura nei singoli elementi strutturali, con un delta di temperatura di 15° C.

Nel calcolo delle azioni termiche, si è tenuto conto di più fattori, quali le condizioni climatiche del sito, l'esposizione, la massa complessiva della struttura, la eventuale presenza di elementi non strutturali isolanti, le temperature dell'aria esterne (Cfr. § 3.5.2), dell'aria interna (Cfr. § 3.5.3) e la distribuzione della temperatura negli elementi strutturali (Cfr § 3.5.4) viene assunta in conformità ai dettami delle N.T.C. 2018.

4.6 NEVE

Il carico provocato dalla neve sulle coperture, ove presente, è stato valutato mediante la seguente espressione di normativa:

$$q_s = \mu_i \cdot q_{sk} \cdot C_E \cdot C_t \quad (\text{Cfr. §3.3.7})$$

in cui si ha:

q_s = carico neve sulla copertura;

μ_i = coefficiente di forma della copertura, fornito al (Cfr. § 3.4.5);

q_{sk} = valore caratteristico di riferimento del carico neve al suolo [kN/m²], fornito al (Cfr. § 3.4.2) delle N.T.C. 2018

per un periodo di ritorno di 50 anni;

C_E = coefficiente di esposizione di cui al (Cfr. § 3.4.3);

C_t = coefficiente termico di cui al (Cfr. § 3.4.4).

4.7 AZIONI ANTROPICHE E PESI PROPRI

Nel caso delle spinte del terrapieno sulle pareti di cantinato (ove questo fosse presente), in sede di valutazione di tali carichi, (a condizione che non ci sia grossa variabilità dei parametri geotecnici dei vari strati così come individuati nella relazione geologica), è stata adottata una sola tipologia di terreno ai soli fini della definizione dei lati di spinta e/o di eventuali sovraccarichi.

4.8 COMBINAZIONI DI CALCOLO

Le combinazioni di calcolo considerate sono quelle previste dal D.M. 17/01/2018 per i vari stati limite e per le varie azioni e tipologie costruttive.

In particolare, ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni per cui si rimanda al § 2.5.3 delle N.T.C. 2018. Queste sono:

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (S.L.U.) (2.5.1);
- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (S.L.E.) 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 (S.L.E.) reversibili (2.5.3);
- Combinazione quasi permanente (S.L.E.), 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 S.L.E., 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 γ_{Gi} e γ_{Qj} sono dati in § 2.6.1, Tab. 2.6.I.

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 N.T.C. 2018.

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

I valori dei coefficienti ψ_{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.

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

4.9 COMBINAZIONI DELLE AZIONI SULLA COSTRUZIONE

Le azioni definite come al § 2.5.1 delle N.T.C. 2018 sono state combinate in accordo a quanto definito al § 2.5.3. applicando i coefficienti di combinazione come di seguito definiti:

Categoria/Azione variabile	ψ_{0i}	ψ_{1i}	ψ_{2i}
Categoria A Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso ≤ 30 kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso > 30 kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H Coperture	0,0	0,0	0,0
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota > 1000 m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

Tabella 2.5.I – Valori dei coefficienti di combinazione

I valori dei coefficienti parziali di sicurezza γ_{Gi} e γ_{Qj} utilizzati nelle calcolazioni sono dati nelle N.T.C. 2018 in § 2.6.1, Tab. 2.6.I.

5 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 1992-1991-EN206 - EN 1992-2005:

– Copriferro –5 mm (EC2 4.4.1.3)

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

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

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

Per i valori intermedi interpolare linearmente.

6 DURABILITÀ

Per garantire la durabilità della struttura sono state prese in considerazioni opportuni stati limite di esercizio (S.L.E.) 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"

D.M. 17/01/2018 e relative Istruzioni.

7 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 azioni pari a quelle di esercizio.

8 VERIFICA GIUNTO SISMICO EDIFICIO NON CALCOLATO

L'edificio in oggetto verrà realizzato in adiacenza ad un altro esistente. La distanza tra costruzioni contigue deve essere tale da evitare fenomeni di martellamento e comunque non può essere inferiore alla somma degli spostamenti massimi determinati per lo SLV, calcolati per ciascuna costruzione secondo il § 7.3.3 (analisi lineare) o il § 7.3.4 (analisi non lineare) e tenendo conto, laddove significativo, dello spostamento relativo delle fondazioni delle due costruzioni contigue, secondo

Relazione Generale

quanto indicato ai §§ 3.2.4.1, 3.2.4.2 e 7.3.5; La distanza tra due punti di costruzioni che si fronteggiano non potrà in ogni caso essere inferiore a 1/100 della quota dei punti considerati, misurata dallo spiccatto della fondazione o dalla sommità della struttura scatolare rigida di cui al § 7.2.1, moltiplicata per $2agS/g \leq 1$. Qualora non si possano eseguire calcoli specifici, lo spostamento massimo di una costruzione non isolata alla base può essere stimato in 1/100 della sua altezza, misurata come sopra, moltiplicata per agS/g ; in questo caso, la distanza tra costruzioni contigue non potrà essere inferiore alla somma degli spostamenti massimi di ciascuna di esse.

La determinazione di tali valori dello spostamento si ricava dalla seguente formula:

$$d_E = \mu_d * d_{Ee} \quad [7.3.8 \text{ N.T.C. 2018}]$$

dove:

d_{Ee} = Spostamenti massimi ottenuti dall'analisi sismica allo SLV

$$\mu_d = q \text{ se } T_1 > T_c \quad [7.3.9 \text{ N.T.C. 2018}]$$

$$\mu_d = 1 + (q-1) * T_c / T_1 \text{ se } T_1 < T_c \quad [7.3.9 \text{ N.T.C. 2018}]$$

$$\text{e comunque in ogni caso } \mu_d \leq 5 * q - 4 \quad [7.3.9 \text{ N.T.C. 2018}]$$

Nel caso in esame si ha:

Direzione:	X
Nodo:	763
Combinazione:	SLV
d_{Ee} :	5,21 [cm]
T_1 :	0,29 [sec.]
T_c :	0,42 [sec.]
q:	1
μ_d :	1,00000
$d_{E1} = \mu_d * d_{Ee} =$	5,21 [cm]

H:	900 [cm]	Altezza del punto di massimo spostamento
a_g/g :	0,1630	
S_S :	1,240	Amplificazione stratigrafica [Tab. 3.2.IV NTC2018]
S_T :	1	Amplificazione topografica [Tab. 3.2.V NTC2018]
$S = S_S * S_T$:	1,240	
$d_{E2} = (H/100) * (a_g * S/g) =$	1,819 [cm]	

$$\text{Giunto min.} = d_{E1} + d_{E2} = 7,029 \text{ [cm]}$$

$$\text{Giunto di progetto} = 15,0 \text{ [cm]}$$

VERIFICATO

9 Tipo Analisi svolta

- Tipo di analisi e motivazione

L'analisi per le combinazioni delle azioni permanenti e variabili è stata condotta in regime elastico lineare.

Per quanto riguarda le azioni simiche, tenendo conto che per tali azioni si vogliono determinare le prestazioni in termini di capacità in spostamento e di danno per i vari stati limite previsti dalla norma si è reso necessario effettuare un insieme di analisi statiche non lineari incrementali modellando esplicitamente le caratteristiche non lineari degli elementi strutturali.

- Metodo di risoluzione 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.

Nel modello sono stati tenuti in conto i disassamenti tra i vari elementi strutturali schematizzandoli come vincoli cinematici rigidi. La presenza di eventuali orizzontamenti e' stata tenuta in conto o con vincoli cinematici rigidi o con modellazione della soletta con elementi SHELL. I vincoli tra i vari elementi strutturali e quelli con il terreno sono stati modellati in maniera congruente al reale comportamento strutturale.

In particolare, il modello di calcolo ha tenuto conto dell'interazione suolo-struttura schematizzando le fondazioni superficiali (con elementi plinto, trave o piastra) come elementi su suolo elastico alla Winkler.

I legami costitutivi utilizzati nelle analisi globali finalizzate al calcolo delle sollecitazioni sono del tipo elastico lineare.

- Metodo di verifica sezionale

Le verifiche sono state condotte con il metodo degli stati limite (SLU e SLE) utilizzando i coefficienti parziali della normativa di cui al DM 17/01/2018.

Per le verifiche sezionali degli elementi in c.a. ed acciaio sono stati utilizzati i seguenti legami:

Legame parabola rettangolo per il cls

Legame elastico perfettamente plastico o incrudente a duttilità limitata per l'acciaio

- Combinazioni di carico adottate

Le combinazioni di calcolo considerate sono quelle previste dal DM 17/01/2018 per i vari stati limite e per le varie azioni e tipologie costruttive. In particolare, ai fini delle verifiche degli stati limite, sono state considerate le combinazioni delle azioni di cui al § 2.5.3 delle NTC 2018, per i seguenti casi di carico:

SLO	SI
SLD	SI
SLV	SI
SLC	SI

- Motivazione delle combinazioni e dei percorsi di carico

Il sottoscritto progettista ha verificato che le combinazioni prese in considerazione per il calcolo sono sufficienti a garantire il soddisfacimento delle prestazioni sia per gli stati limite ultimi che per gli stati limite di esercizio.

Le combinazioni considerate ai fini del progetto tengono infatti in conto le azioni derivanti dai pesi propri, dai carichi permanenti, dalle azioni variabili, dalle azioni termiche e dalle azioni sismiche combinate utilizzando i coefficienti parziali previsti dalle NTC 2018 per le prestazioni di SLU ed SLE.

In particolare per le azioni sismiche si sono considerati i percorsi di carico di tipo affine come descritti precedentemente. Tale insieme di percorsi di carico risultano scelti in modo da avere informazioni adeguate sulla risposta non lineare della struttura in tutte le direzioni ed in tutte le condizioni, ovvero sia nello stato integro che nello stato finale vicino al collasso.

10 Origine e Caratteristiche dei codici di calcolo

Produttore	S.T.S. srl
Titolo	CDSWin
Versione	Rel. 2019
Nro Licenza	16954

Ragione sociale completa del produttore del software:

S.T.S. s.r.l. Software Tecnico Scientifico S.r.l.

Via Tre Torri n°11 – Complesso Tre Torri

95030 Sant'Agata li Battiati (CT).

- ***Affidabilità dei codici utilizzati***

L'affidabilità del codice utilizzato e la sua idoneità al caso in esame, è stata attentamente 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.

La S.T.S. s.r.l., a riprova dell'affidabilità dei risultati ottenuti, fornisce direttamente on-line i test sui casi prova liberamente consultabili all'indirizzo:

<http://www.stsweb.it/area-utenti/test-validazione.html>

11 Validazione dei codici

L' opera in esame non e' di importanza tale da necessitare un calcolo indipendente eseguito con altro software da altro calcolista

12 Presentazione sintetica dei risultati

Una sintesi del comportamento della struttura e' consegnata nelle tabelle di sintesi dei risultati, riportate in appresso, e nelle rappresentazioni grafiche allegate in coda alla presente relazione in cui sono rappresentate le principali grandezze (deformate, sollecitazioni, etc..) per le parti piu' sollecitate della struttura in esame.

Tabellina Riassuntiva delle % Massa Eccitata

Il numero dei modi di vibrare considerato (9) ha permesso di mobilitare le seguenti percentuali delle masse della struttura, per le varie direzioni:

DIREZIONE	% MASSA
X	100
Y	100

Tabellina riassuntiva delle verifiche SLU

Tipo di Elemento	Non Verif/Totale	STATUS
Travi c.a. Fondazione	0 su 0	NON PRESENTI
Travi c.a. Elevazione	0 su 0	NON PRESENTI
Pilastrini in c.a.	0 su 0	NON PRESENTI
Shell in c.a.	0 su 0	NON PRESENTI
Piastre in c.a.	0 su 0	NON PRESENTI
Aste in Acciaio	0 su 1	VERIFICATO
Aste in Legno	0 su 0	NON PRESENTI
Zattera Plinti	0 su 0	NON PRESENTI
Pali/Micropali (Plinti)	0 su 0	NON PRESENTI
Micropali (Travi/Piastre)	0 su 0	NON PRESENTI
Tipologie		NON PRESENTI

Tabellina riassuntiva delle verifiche SLE

Tipo di Elemento	Non Verif/Totale	STATUS
Travi c.a. Fondazione	0 su 0	NON PRESENTI
Travi c.a. Elevazione	0 su 0	NON PRESENTI
Pilastrini in c.a.	0 su 0	NON PRESENTI
Shell in c.a.	0 su 0	NON PRESENTI
Piastre in c.a.	0 su 0	NON PRESENTI
Aste in Acciaio	0 su 1	VERIFICATO
Aste in Legno	0 su 0	NON PRESENTI
Zattera Plinti	0 su 0	NON PRESENTI
Pali	0 su 0	NON PRESENTI

Tabellina riassuntiva delle PushOver

Numero PushOver	PgaSLO/Pga81%	PgaSLD/Pga63%	PgaSLV/Pga10%	PgaSLC/Pga5%
-----------------	---------------	---------------	---------------	--------------

Relazione Generale

1	1.976	1.949	1.252	0
2	1.221	1.224	1.636	0
3	1.116	1.108	1.053	0
4	1.334	1.359	1.105	0
5	2.445	2.403	1.28	0
6	1.476	1.501	1.579	0
7	1.334	1.335	1.262	0
8	1.716	1.753	1.514	0
9	1.444	1.46	1.272	0
10	1.698	1.737	1.636	0
11	1.03	1.013	1.02	0
12	1.526	1.531	1.133	0
13	1.854	1.873	1.26	0
14	2.079	2.129	1.636	0
15	1.221	1.217	1.222	0
16	1.952	1.974	1.568	0
17	1.652	1.675	1.321	0
18	1.585	1.638	1.636	0
19	1.585	1.546	1.154	0
20	1.015	1.005	1.022	0
21	2.029	2.08	1.357	0
22	1.928	1.998	1.636	0
23	1.92	1.884	1.488	0
24	1.234	1.262	1.286	0
25	1.143	1.136	1.331	0
26	2.065	2.05	1.636	0
27	1.424	1.394	1.139	0
28	1.074	1.087	1.036	0
29	1.434	1.465	1.366	0
30	2.517	2.486	1.636	0
31	1.707	1.679	1.405	0
32	1.358	1.382	1.28	0
Min. PgaSL/Pga%	1.015	1.005	1.02	0

Tabellina riassuntiva verifiche Murature

Tipo Verifica	Non Verif/Totale	Coeff. Sicur. Minimi	STATUS
Maschi – Statiche	40 su 279		NON VERIFICATO
Maschi – Sisma Ortog.	0 su 279	2.6	VERIFICATO

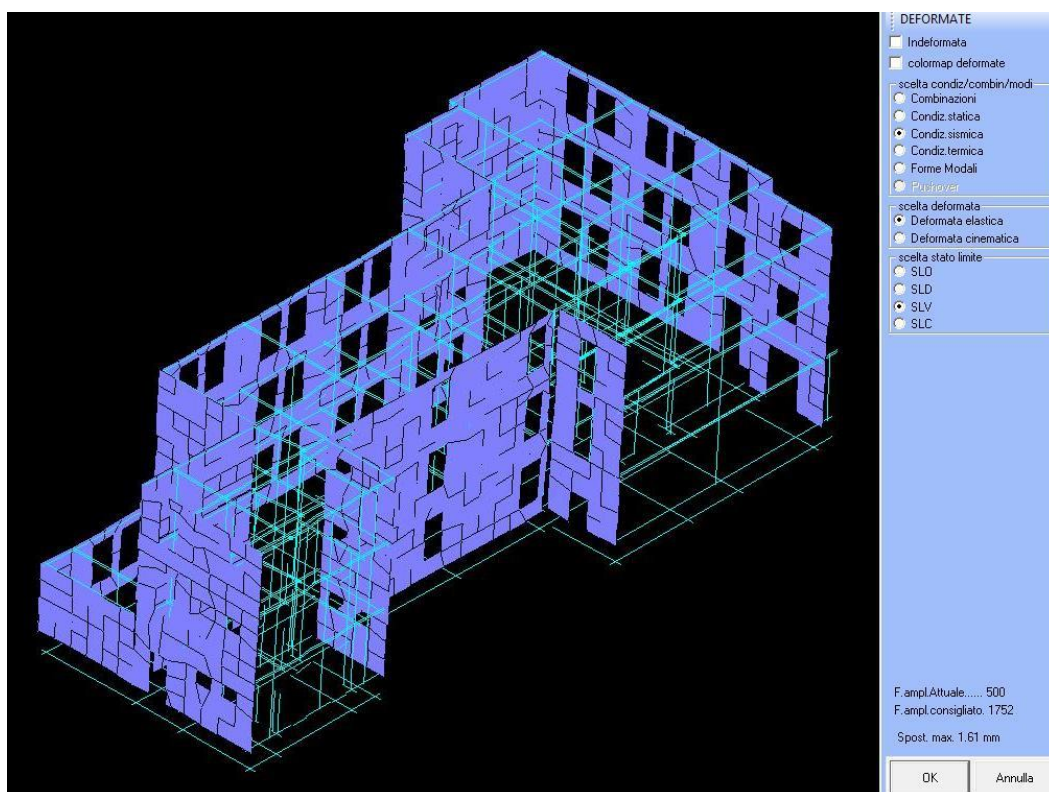
Tabellina riassuntiva della portanza

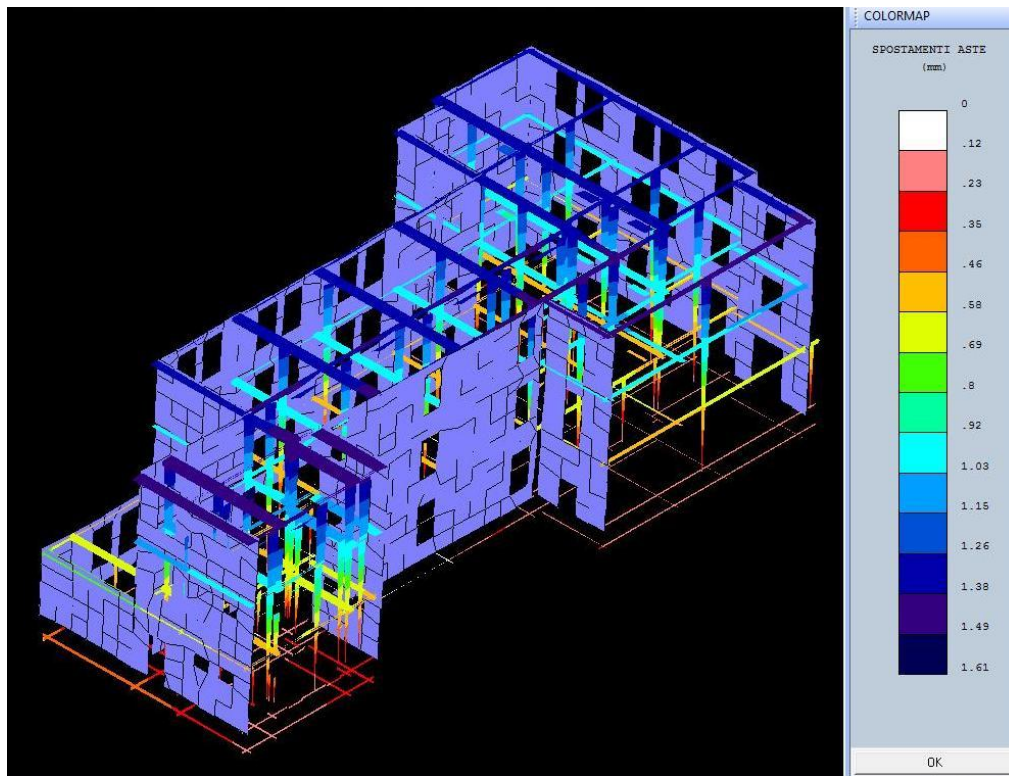
	VALORE	STATUS
Sigma Terreno Massima (kg/cm ²)	2.5	
Coeff. di Sicurezza Portanza Globale	1.07	VERIFICATO

Relazione Generale

Coeff. di Sicurezza Scorrimento	1.61	VERIFICATO
Cedimento Elastico Massimo (cm)	1.87	
Cedimento Edometrico Massimo (cm)	1.77	

Con l'intervento progettuale la modellazione e la successiva simulazione e verifica a sisma hanno confermato che la soluzione tecnologica adottata va a ridurre lo spostamento dell'edificio in caso di sisma a **1,61mm**, come indicato nella deformata riportata in fig. 7, con un conseguente notevole vantaggio per le pareti interne che nella condizione pregressa avrebbero dovuto assorbire in contro spinta le forze di piano indotte.





Deformate colormap

13 Informazioni sull' elaborazione

Il software e' dotato di propri filtri e controlli di autodiagnostica che intervengono sia durante la fase di definizione del modello sia durante la fase di calcolo vero e proprio.

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

- Filtri per la congruenza geometrica del modello generato
- Controlli a priori sulla presenza di elementi non connessi, interferenze, mesh non congruenti o non adeguate.

Filtri sulla precisione numerica ottenuta, controlli su labilita' o eventuali mal condizionamenti delle matrici, con 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.

Rappresentazioni grafiche di post-processo che consentono di evidenziare eventuali anomalie sfuggite all' autodiagnostica automatica.

In aggiunta ai controlli presenti nel software si sono svolti appositi calcoli su schemi semplificati, che si riportano nel seguito, che hanno consentito di riscontrare la correttezza della modellazione effettuata per la struttura in esame.

14 Giudizio motivato di accettabilit 

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

Le funzioni di visualizzazione ed interrogazione sul modello hanno consentito di controllare sia la coerenza geometrica che la adeguatezza delle azioni applicate rispetto alla realt  fisica.

Inoltre la visualizzazione ed interrogazione dei risultati ottenuti dall'analisi quali: sollecitazioni, tensioni, deformazioni, spostamenti e reazioni vincolari, hanno permesso un immediato controllo di tali valori con i risultati ottenuti mediante schemi semplificati della struttura stessa.

Si   inoltre riscontrato che le reazioni vincolari sono in equilibrio con i carichi applicati, e che i valori dei taglianti di base delle azioni sismiche sono confrontabili con gli omologhi valori ottenuti da modelli SDOF semplificati.

Sono state inoltre individuate un numero di travi ritenute significative e, per tali elementi, e' stata effettuata una apposita verifica a flessione e taglio.

Le sollecitazioni fornite dal solutore per tali travi, per le combinazioni di carico indicate nel tabulato di verifica del CDSWin, sono state validate effettuando gli equilibri alla rotazione e traslazione delle dette travi, secondo quanto meglio descritto nel calcolo semplificato, allegato alla presente relazione.

Si sono infine eseguite le verifiche di tali travi con metodologie semplificate e, confrontandole con le analoghe verifiche prodotte in automatico dal programma, si e' potuto riscontrare la congruenza di tali risultati con i valori riportati dal software.

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

Da quanto sopra esposto si puo' quindi affermare che il calcolo e' andato a buon fine e che il modello di calcolo utilizzato e' risultato essere rappresentativo della realt  fisica, anche in funzione delle modalit  e sequenze costruttive.