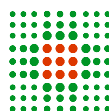


SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA
Azienda Unità Sanitaria Locale di Ferrara



SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA
Azienda Ospedaliero-Universitaria di Ferrara



SERVIZIO COMUNE TECNICO PATRIMONIALE
AZIENDA USL FERRARA
Via Cassoli 30
44100 Ferrara - tel. 0532 235800

FIRMA / VERIFICA / VALIDAZIONE

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO

Arch. Giovanni Peressotti

COMMITTENZA: AZIENDA UNITÀ SANITARIA LOCALE DI FERRARA

DIRETTORE GENERALE
Dr.ssa Monica Calamai

DIRETTORE SANITARIO
Dr. Emanuele Ciotti

DIRETTORE AMMINISTRATIVO
Dr.ssa Anna Gualandi

INTERVENTO

**OSPEDALE "F.LLI BORSELLI" - BONDENO (FE)
REALIZZAZIONE CASA DELLA SALUTE A BONDENO - SECONDA FASE**

INTERVENTO N°762 DELL'ALLEGATO C1 ALL'ORDINANZA RER N°10 DEL 25/03/2015

PROGETTAZIONE

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

PROGETTAZIONE EDILE-ARCHITETTONICA

ARCH. MARCO RIZZOLI
VIA ZACCHERINI ALVISI 3
40138 BOLOGNA
Tel. 051.0562611 - Fax 051.0544773
Email: info@studio-rizzoli.it

PROGETTAZIONE STRUTTURE

ING. ALDO BARBIERI - STUDIO ENARCO SRL
ING. FILIPPO LORETI - COLLABORATORE
VIA DEL RONDONO, 1
40122 BOLOGNA
Tel. 051.552892
Email: enarco@enarco.it

PROGETTAZIONE IMPIANTI MECCANICI ED ELETTRICI

ING. PAOLO TRAPELLA - STEP ENGINEERING srl
VIA PONTEGRADELLA, 87
44123 FERRARA
Tel. 0532 740050
Email: segreteria@studio-step.it

SICUREZZA

ARCH. ANTONELLA ZENI
CORSO ISONZO, 84
44121 FERRARA
Cell. 347.4508301
Email: antozen@libero.it

LIVELLO PROGETTUALE

PROGETTO ESECUTIVO

OGGETTO ELABORATO

**PROGETTO STRUTTURALE
RELAZIONE DI CALCOLO - CABINA ELETTRICA**

CODICE IMMOBILE

CP1P02

N. TAV.

PERS08

SCALA

DATA

30 GIUGNO 2021

FILE NAME

COPERTINA RS08.dwg

3				
2				
1				
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	REVISIONE

COMUNE DI BONDENO

PROGETTO DELLE STRUTTURE DELLA CASA DELLA SALUTE “F.LLI BORSELLI” A BONDENO (FE)

RELAZIONE DI CALCOLO DELLA CABINA ELETTRICA

Committente:

Azienda USL Ferrara

Progetto architettonico:

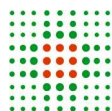
arch. Marco Rizzoli

Progetto delle strutture:

ing. Aldo Barbieri

via del Rondone n. 1 – 40122 Bologna

Bologna, 20/03/2019



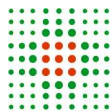
INDICE

NORMATIVA E RIFERIMENTI TECNICI UTILIZZATI.....	3
1. ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEGLI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE.....	4
1.1. Descrizione del contesto edilizio e delle caratteristiche del sito oggetto di intervento	4
1.2. Descrizione generale della struttura e della tipologia di intervento.....	5
1.3. Parametri di progetto e azioni sulla costruzione	6
2. DESCRIZIONE DEI MATERIALI IMPIEGATI.....	11
3. CRITERI DI PROGETTAZIONE E MODELLAZIONE	12
3.1. Metodologia di modellazione ed analisi	12
3.2. Principali combinazioni delle azioni	16
3.3. metodo di analisi e criteri di verifica	19
3.4. caratteristiche e affidabilità del codice di calcolo	20
3.5. Strutture di fondazione	22
4. SOLLECITAZIONI E VERIFICHE GLOBALI SLU-SLV E SLE-SLD	23
4.1. Involuppi delle sollecitazioni e verifiche globali SLU e SLV	23
4.2. Verifiche della deformabilità SLE e SLD	35
5. VERIFICHE DEI SOLAI SLU	36
6. MATERIALI IMPIEGATI E PRESCRIZIONI COSTRUTTIVE.....	38
6.1. Conglomerato Cementizio Armato.....	38
7. PIANO DI MANUTENZIONE DELL'OPERA.....	40
7.1. Strutture in c.c.a.	40
8. RELAZIONI SPECIALISTICHE SUI RISULTATI SPERIMENTALI	42
8.1. Relazione geologica sulle indagini, caratterizzazione e modellazione geologica del sito	42
8.2. Relazione geotecnica sulle indagini, caratterizzazione e modellazione del volume significativo di terreno.....	43
8.3. Relazione sulla modellazione sismica concernente la "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione	45



NORMATIVA E RIFERIMENTI TECNICI UTILIZZATI

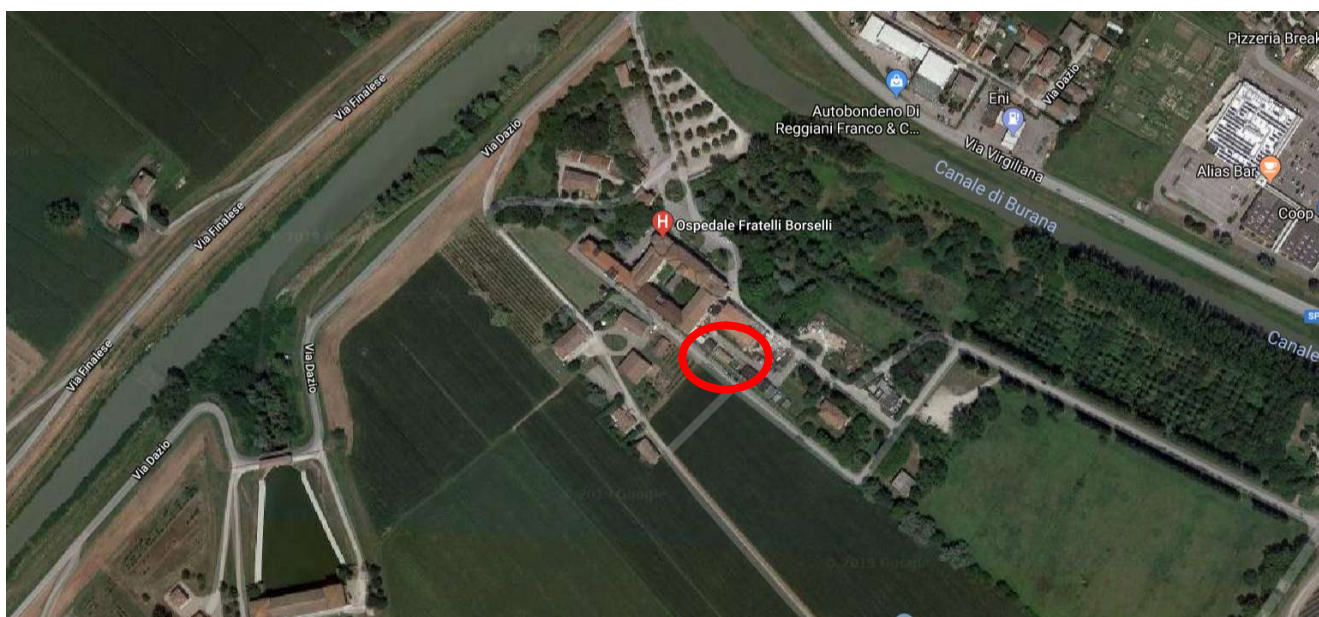
- **Legge 5 novembre 1971 n° 1086** - Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- **Legge 2 febbraio 1974 n° 64** – Provvedimenti per la costruzione con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- **Decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, n. 380** – Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia.
- Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 14 gennaio 2008 – **Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni** (pubblicato sul supplemento ordinario alla G.U. n. 29 del 4 febbraio 2008 – Serie generale).
- Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 2 febbraio 2009, n. 617 C.S.LL.PP. – **Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni»** (pubblicata sul supplemento ordinario alla G.U. n. 47 del 26 febbraio 2009 – Serie generale).
- **Classificazione sismica** dei Comuni italiani: ALLEGATO A all'Ordinanza P.C.M. 20 marzo 2003, n. 3274 (G.U. 08.05.2003, n. 105) – Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.
- **Ordinanza P.C.M. 3 maggio 2005, n. 3431 (G.U. 10.05.2005, n.85)** – Ulteriori modifiche ed integrazioni all'Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20 marzo 2003, recante "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica".
- Quadro normativo della Regione Emilia-Romagna in materia di norme per la riduzione del rischio sismico e dei relativi procedimenti amministrativi.

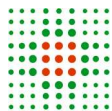


1. ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEGLI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE

1.1. DESCRIZIONE DEL CONTESTO EDILIZIO E DELLE CARATTERISTICHE DEL SITO OGGETTO DI INTERVENTO

La presente relazione tecnica riguarda i lavori di demolizione e ricostruzione della centrale termica, identificata negli elaborati grafici come "Fabbricato n° 17", ubicata all'interno dell'Ospedale F.lli Borselli di Bondeno (FE), risultata danneggiata in seguito degli eventi sismici del Maggio 2012. La struttura è identificata nell'immagine sotto riportata:

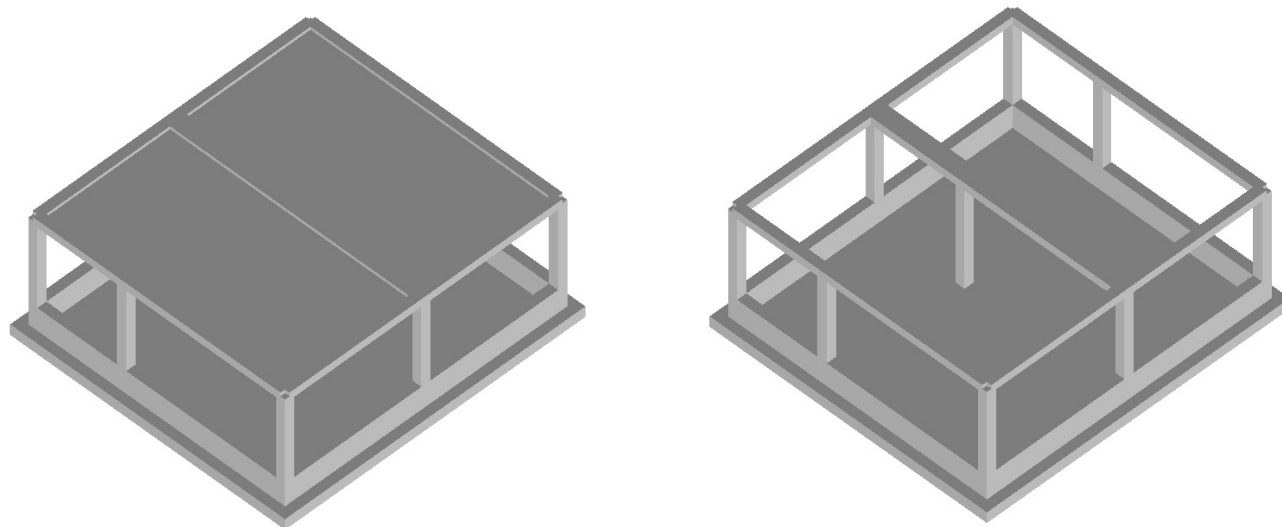




1.2. DESCRIZIONE GENERALE DELLA STRUTTURA E DELLA TIPOLOGIA DI INTERVENTO

L'intervento oggetto della presente pratica è una NUOVA COSTRUZIONE monopiano a pianta rettangolare di dimensioni circa 9x8 m con copertura piana e altezza pari a 2.9 m.

La struttura sarà costituita da un telaio con pilastri e travi in c.c.a., la copertura sarà costituita da solai tipo Predalles ad armatura lenta e getto integrativo $H=4+16+5=25$ cm. Le fondazioni saranno costituite da una platea di spessore 35 cm nervata superiormente lungo i bordi.



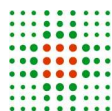
Ai sensi delle "Norme Tecniche per le Costruzioni", di cui al D.M. 14-01-2008, le opere strutturali di progetto si configurano come "NUOVA COSTRUZIONE".

1.2.1. CONDIZIONI D'USO E LIVELLI DI SICUREZZA DELLA COSTRUZIONE

L'unità immobiliare oggetto del presente intervento è compiutamente individuata e definita negli elaborati predisposti dal progettista architettonico.

Le parti oggetto di interventi strutturali sono compiutamente individuate e definite negli elaborati predisposti dallo scrivente progettista strutturale.

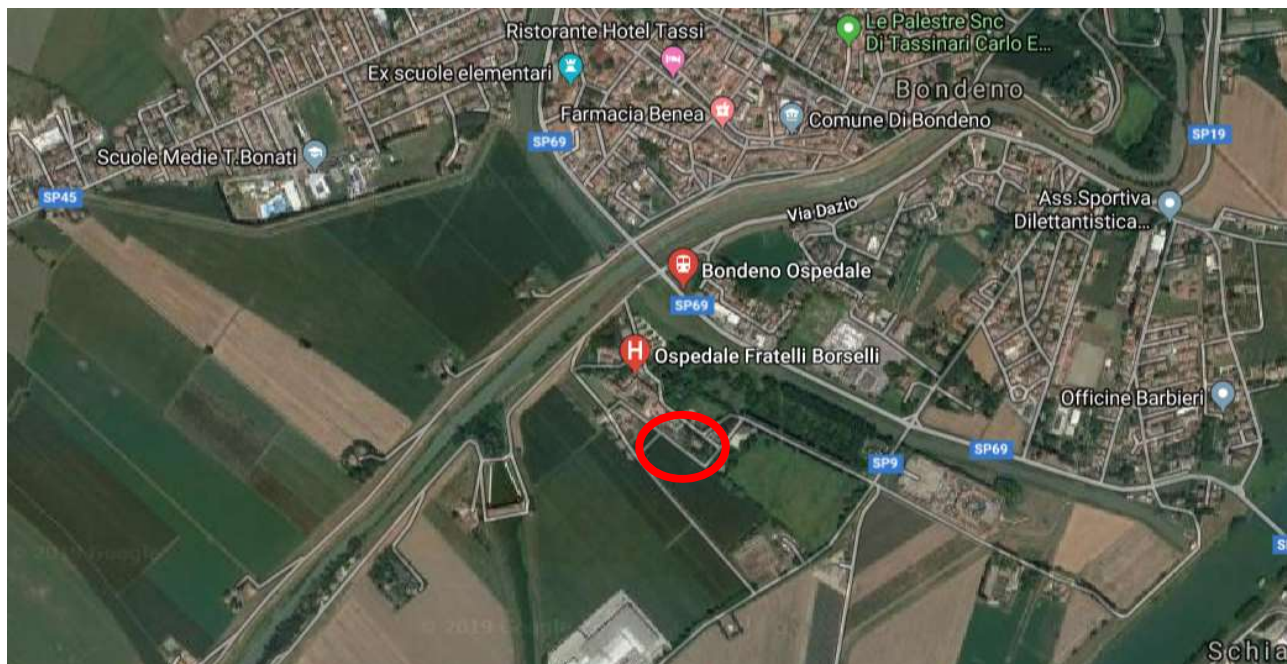
L'uso dell'unità immobiliare di nuova realizzazione è quello di civile abitazione.



1.3. PARAMETRI DI PROGETTO E AZIONI SULLA COSTRUZIONE

1.3.1. CLASSIFICAZIONE E PARAMETRI PER AZIONE SISMICA

Il Comune di Bondeno sul cui territorio viene realizzato l'intervento di progetto è classificato zona sismica ai sensi dell'Allegato A alla O.P.C.M. 20 marzo 2003, n. 3274.



In particolare, in accordo con la Committenza, i parametri assunti per progettazione sismica delle strutture secondo il D.M. 14/01/2008 sono i seguenti:

Località:	via Dazio, Bondeno (FE)
Latitudine:	44.8890 N
Longitudine:	11.4170 E
Zona sismica del sito:	2
Vita Nominale V_N:	100
Classe d'uso:	III
Categoria di sottosuolo:	D
Categoria topografica:	T1
Classe duttilità:	BASSA

Ai sensi dell'ALLEGATO A alle Norme Tecniche per le Costruzioni del 14 gennaio 2008, la pericolosità sismica su reticolo di riferimento è stata dedotta dai dati pubblicati sul sito <http://esse1.mi.ingv.it>.



Di seguito sono riportati i parametri di progetto e l'azione sismica inseriti all'interno del modello di calcolo.

Classe d' uso <input type="radio"/> I edifici di minor importanza per la sicurezza pubblica [edifici agricoli...] <input type="radio"/> II edifici ordinari <input checked="" type="radio"/> III edifici importanti in relazione alle conseguenze di un eventuale collasso (scuole, teatri...) <input type="radio"/> IV edifici la cui funzionalità ha importanza fondamentale per la protezione civile (ospedali, municipi...)			Pericolosità e zonazione pericolosità sismica agS per SLV: 0.332 Modalità di progettazione semplificata per zona 4 <input type="checkbox"/>					
			Strutture esistenti <input checked="" type="radio"/> LC1: conoscenza limitata <input type="radio"/> LC2: conoscenza adeguata <input type="radio"/> LC3: conoscenza accurata Fattore di confidenza FC: 1.35					
Categoria di suolo di fondazione <input type="radio"/> A formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi <input type="radio"/> B depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti <input type="radio"/> C depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate o di argille di media consistenza <input checked="" type="radio"/> D depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati o coesivi da poco a mediamente <input type="radio"/> E profili di terreno costituiti da stati superficiali alluvionali			Categoria topografica <input checked="" type="radio"/> T1 <input type="radio"/> T2 in sommità al pendio <input type="radio"/> T3 in cresta al rilievo con moderata pendenza <input type="radio"/> T4 in cresta al rilievo 100 quota relativa (%)					
			Per Analisi dinamiche - info 5 smorzamento (%) del suolo					
Parametri e fattori spettri								
S.L.	ag	eta	S	Fo	Fv	TB	TC	TD
SLO	0.060	1.0	1.800	2.500	0.829	0.220	0.661	1.842
SLD	0.078	1.0	1.800	2.570	0.967	0.220	0.661	1.911
SLV	0.204		1.629	2.520	1.536	0.220	0.661	2.416
SLC	0.253		1.464	2.470	1.676	0.224	0.673	2.611
Verticale per tutti:			1.000			0.050	0.150	1.000
Fattore di struttura q x-x q y-y q z-z Aiuto...			Edifici isolati periodo Tis Smorz. esi			Classe di duttilità <input type="radio"/> Alta <input checked="" type="radio"/> Bassa		
3.3 3.3 1.5			2.0 10.0					



Dati comuni per le analisi		Dati per analisi statica lineare e non lineare							
Quota spiccato [cm]	-110.0	Altezza edificio [cm]	410.0	<input type="radio"/> telai in acciaio <input type="radio"/> altri					
Contributo carichi in fondazione	<input type="checkbox"/>	Fatt. Lambda [0.85 - 1]	1.0	<input checked="" type="radio"/> telai in c.a. <input type="radio"/> utente					
Eccentricità aggiuntiva X:	5	Periodo T1 [primo modo]	0.216	dir. x-x	0.216	dir. y-y	0.216	dir. z-z	
Spost. relativo limite 1000/h	3	Sd (T1) - SLU	0.255	0.255	0.145	Se (T1) - SLD	0.355	0.355	0.052
Dati per analisi dinamica		opzione suggerita:							
N. modi	9	N. modi rigidi	0	Accelerazione uniforme [Fi=Fh] <input type="checkbox"/> NO					
Fattore per calcolo rigidezza secante	1	Eccentricità convenzionale con momenti Mz <input type="checkbox"/> NO							
		Usa spostamenti medi di piano per pushover <input type="checkbox"/> SI							
		Distrib. triangolare per pushover <input type="checkbox"/> SI							

1.3.2. CARICHI VERTICALI

I carichi permanenti strutturali e non strutturali sono stati definiti in base alle dimensioni geometriche e al peso per unità di volume dei materiali impiegati, ai sensi delle NTC08 punti 3.1.2 e 3.1.3.

I sovraccarichi sono stati definiti in base alla destinazione d'uso dell'opera, ai sensi delle NTC08 punto 3.1.4.

Si sono riportati i coefficienti adottati per la definizione delle combinazioni di carico così come definiti dalle NTC08, punto 2.5.2.

Si riportano i pesi per unità di volume dei materiali strutturali adoperati. Tali valori sono stati assunti pari o superiori a quelli suggeriti dalle NTC18, punto 3.1.2.

MATERIALI	PESO PER UNITA' DI VOLUME [kN/mc]
Calcestruzzo armato o ordinario	25.0

I carichi verticali dovuti a elementi trave o guscio verranno presi in considerazione automaticamente dal modello di calcolo in funzione delle dimensioni effettive degli elementi e del loro peso per unità di volume.

Di seguito sono riportati i soli carichi verticali agenti sugli impalcati.



1.3.2.1. Carichi P.T. (*agenti sulla fondazione*)

Carichi verticali P.T. – Ambienti ad uso abitazione			TOTALI
q_{G1}	Carichi permanenti strutturali - [kN/mq]		
	– Platea di fondazione h=35 cm		= 8.75
q_{G2}	Carichi permanenti non strutturali - [kN/mq]		
	– Vespaio Igloo h=60 cm	0.10	
	– Soletta in c.a. h=13 cm	3.25	
	– Sottofondo e pavimento h=5 cm	1.00	
	– Macchinari e impianti	3.00	= 6.35
q_k	Sovraccarico variabile di esercizio - [kN/mq]		
	– Locale tecnico accessibile per sola manutenzione (categoria non presente in normativa, quindi assimilato alla categoria H) $\Psi_{0j} = 0,7$; $\Psi_{1j} = 0,5$; $\Psi_{2j} = 0,3$	0.50	= 0.50

$$q_{TOT} = 17.10$$

1.3.2.2. Carichi dovuti ai tamponamenti esterni

PARETI TAMPONAMENTO ESTERNO			
N°strato	Spessore [cm]	Descrizione	[kN/mq]
1	1.5	Intonaco esterno	0.30
2	25.0	Blocchi di laterizio tipo Poroton	2.40
3	1.5	Intonaco interno	0.30

$$q_{TOT} = 3.00$$

Il tamponamento è alto 2.70 m per cui il carico a metro lineare sarà pari a:

$$q_{TOT,ml} = 3.00 * 2.70 = 8.1 \text{ kN/m}$$

1.3.2.3. Carichi Solaio Copertura

Carichi verticali copertura			TOTALI
q_{G1}	Carichi permanenti strutturali - [kN/mq] (*)		
	– Solaio tipo Pradellas h=4+16+5=25 cm	3.60	= 3.60
q_{G2}	Carichi permanenti non strutturali - [kN/mq]		
	– Manto di copertura, impermeabilizzazione	0.50	= 0.50
q_k	Sovraccarico variabile di esercizio - [kN/mq]		
	– Ambiente di categoria Neve (<1000 mslm)	0.80	= 0.80



	$\Psi_{0j} = 0,5$; $\Psi_{1j} = 0,3$; $\Psi_{2j} = 0,0$	
--	---	--

$$q_{TOT} = 4.90$$

(*) I carichi permanenti strutturali dovuti a elementi trave verranno presi in considerazione automaticamente dal modello di calcolo in funzione delle dimensioni effettive degli elementi e del loro peso per unità di volume.

CALCOLO CARICO NEVE CON ACCUMULO

Zona Neve = II

Ce (coeff. di esposizione al vento) = 1,00

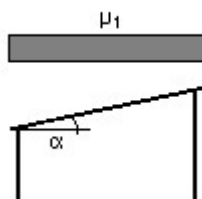
Valore caratteristico del carico al suolo ($q_{sk} C_e$) = 1,00 kN/mq

Copertura ad una falda:

Angolo di inclinazione della falda $\alpha = 0,0^\circ$

$\mu_1 = 0,80 \Rightarrow Q_1 = 0,80 \text{ kN/mq}$

Schema di carico:





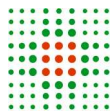
2. DESCRIZIONE DEI MATERIALI IMPIEGATI

I materiali impiegati per la realizzazione dell'intervento in oggetto sono compatibili con la funzionalità e sicurezza dell'opera.

Si riporta un breve elenco dei materiali impiegati:

COMPONENTE STRUTTURALE E MATERIALE	CLASSE
ELEVAZIONE in calcestruzzo armato	C28/35 - armatura B450C
FONDAZIONE in calcestruzzo armato	C25/30 - armatura B450C

Per una descrizione dettagliata delle caratteristiche meccaniche e per le prescrizioni dei materiali impiegati si rimanda al paragrafo *"RELAZIONE SUI MATERIALI"*.



3. CRITERI DI PROGETTAZIONE E MODELLAZIONE

3.1. METODOLOGIA DI MODELLAZIONE ED ANALISI

Il dimensionamento e le verifiche delle strutture in esame sono condotti con riferimento alle norme, ai metodi di calcolo e verifica ed alle azioni riportate in precedenza.

In generale gli schemi statici e i modelli di calcolo adottati sono rappresentativi del comportamento delle strutture o di situazioni limite conservative rispetto a tale comportamento.

Il metodo di valutazione della sicurezza adottato è quello semiprobabilistico agli stati limite, ai sensi delle NTC08; i criteri di calcolo e verifica sono quelli classici della Scienza e della Tecnica delle Costruzioni.

Per la determinazione complessiva dello stato di sollecitazione e per le verifiche degli elementi strutturali in esame, si è utilizzato un programma di calcolo agli elementi finiti operante in campo elastico lineare.

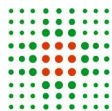
Il codice di calcolo adottato è ALGOR SUPERSAP prodotto dall'ALGOR INTERACTIVE SYSTEMS, Inc. Pittsburgh, PA, USA. Tale programma applica il metodo agli elementi finiti a strutture di forma qualunque, comunque caricate e vincolate, nell'ambito del comportamento lineare delle stesse. La risoluzione del sistema $Ku = F$ è condotta con l'algoritmo di Gauss modificato sulla matrice K globale suddivisa in blocchi.

L'introduzione dei dati è stata eseguita mediante il pre-processore PRO-SAP della ditta 2SI.

Le verifiche degli elementi sono state eseguite in automatico dal post-processore PRO-SAP della ditta 2SI, secondo i criteri di progetto impostati dallo scrivente progettista delle strutture.

I dati introdotti per la modellazione della struttura sono riportati nel tabulato allegato, in conformità con quanto riportato nelle relazioni del progetto strutturale. Presso lo scrivente resta a disposizione quanto non riportato.

I dati introdotti, le elaborazioni svolte e le verifiche eseguite dai codici di calcolo suddetti sono stati controllati e confrontati con calcoli matematici semplificati. Tali controlli hanno dato esiti positivi. Inoltre, sia per elementi particolari sia per il controllo della suddetta



modellazione, sono stati sviluppati specifici calcoli manuali, con riferimento a schemi statici rappresentativi del comportamento delle strutture o di situazioni limite conservative rispetto a tale comportamento.

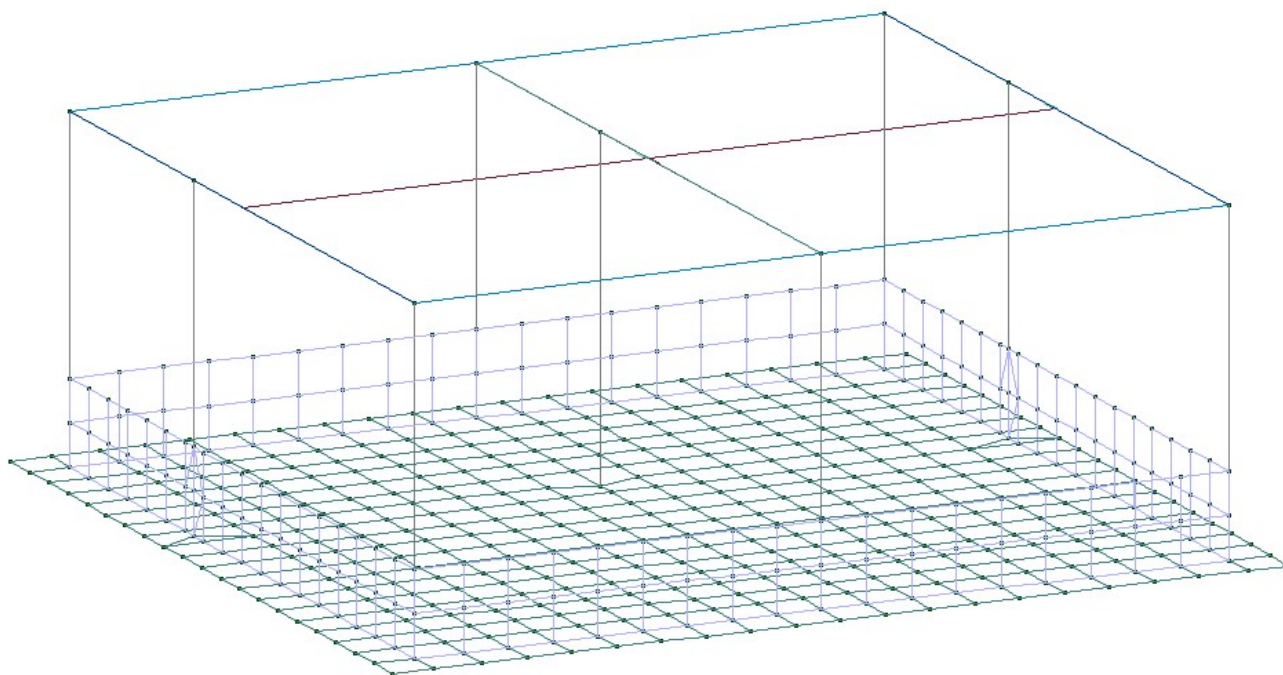
Sulla base delle analisi svolte, le verifiche prescritte dalle vigenti norme tecniche risultano soddisfatte.

3.1.1. MODELLAZIONE STRUTTURA

Il codice di calcolo di PRO-SAP utilizza per la modellazione nodi strutturali.

Ogni nodo è individuato dalle coordinate cartesiane nel sistema di riferimento globale (X Y Z) e possiede sei gradi di libertà, tre traslazioni e tre rotazioni.

Si riporta nell'immagine seguente il modello visualizzato in "fil di ferro" per mettere in evidenza i vincoli applicati ai nodi.





3.1.2. CLASSE DI DUTTILITÀ E FATTORE DI COMPORTAMENTO

La struttura è stata progettata in classe di duttilità CD"B".

Il fattore di comportamento q si è calcolato in accordo coi criteri indicati al §7.3.1 nelle NTC08 in funzione della classe di duttilità, della tipologia strutturale e della regolarità in pianta e in elevazione della struttura.

Opzioni di calcolo fattore di comportamento	
Differenzia il calcolo nelle direzioni x ed y	<input type="checkbox"/>
Definizione fattore in entrambe le direzioni	
Sistema costruttivo	
Calcestruzzo	<input checked="" type="radio"/>
Prefabbricato	<input type="radio"/>
Acciaio o composto acciaio-calcestruzzo	<input type="radio"/>
Legno	<input type="radio"/>
Muratura	<input type="radio"/>
Tipologia strutturale	
Strutture a telaio, a pareti accoppiate, miste	<input checked="" type="radio"/>
Fattore pareti $K_w =$	1.000
Strutture a pareti non accoppiate	<input type="radio"/>
Strutture deformabili torsionalmente	<input type="radio"/>
Strutture a pendolo inverso	<input type="radio"/>
Strutture a pendolo inverso intelaiate monopiano	<input type="radio"/>
Altre tipologie	<input type="radio"/>
Definizione rapporto $au/a1$	
Strutture a telaio di un piano	<input checked="" type="radio"/>
Strutture a telaio con più piani ed una sola campata	<input type="radio"/>
Strutture a telaio con più piani e più campate	<input type="radio"/>
Strutture con solo due pareti non accoppiate per direzione orizzontale	<input type="radio"/>
Altre strutture a pareti non accoppiate	<input type="radio"/>
Strutture a pareti accoppiate o miste equivalenti a pareti	<input type="radio"/>
Valore definito dall'utente	<input type="radio"/>

Caratteristiche costruzione	
Tipo di costruzione	Nuova
Costruzione regolare in pianta	<input checked="" type="checkbox"/>
Costruzione regolare in altezza	<input checked="" type="checkbox"/>
Fattore di regolarità $K_r =$	1.0
Capacità dissipativa	Classe di Duttilità Media (CD"B")
Parametri fattore in direzione x e y	
Sistema costruttivo	Calcestruzzo
Tipologia strutturale	Strutture a telaio, a pareti accoppiate, miste
Fattore pareti $K_w =$	1.000
Definizione rapporto $au/a1$	Valore come da normativa
Riferimento normativo $au/a1$	Strutture a telaio di un piano
Valore $au/a1 =$	1.100
Valore base fattore $q0 =$	3.300 (3.000 $au/a1$)
Fattore dissipativo $qd =$	3.300 ($q0 \times K_w \times K_r$)
Fattori di comportamento utilizzati	
Dissipativi	
$q_{SLU x} =$	3.300
$q_{SLU y} =$	3.300
$q_{SLU z} =$	1.500

$$q_{SLU x} = 3.3$$

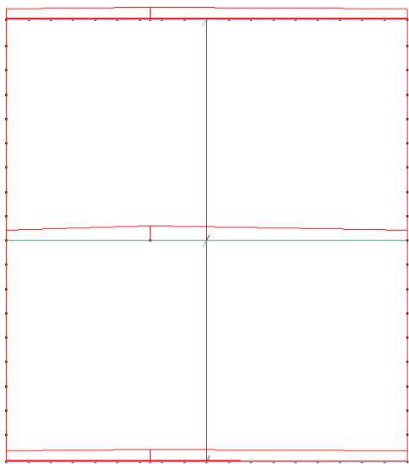
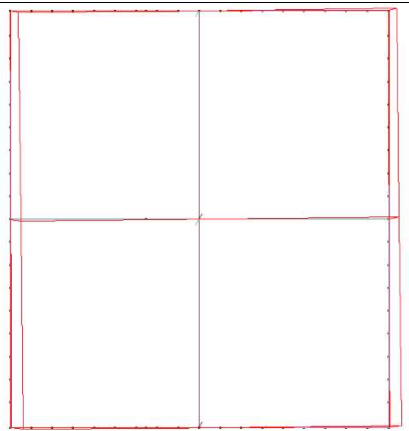
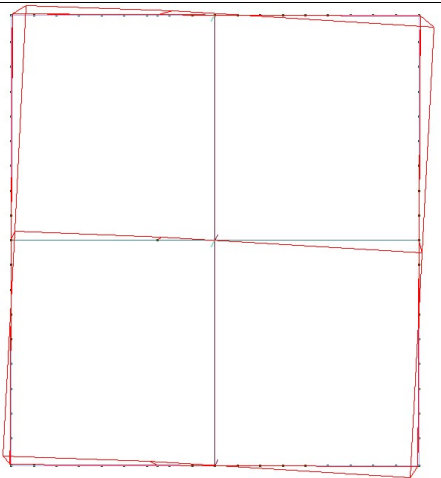
$$q_{SLU y} = 3.3$$

$$q_{SLU z} = 1.5$$



3.1.3. PRINCIPALI MODI DI VIBRARE

Si riportano di seguito i tre modi principali di vibrare della struttura.

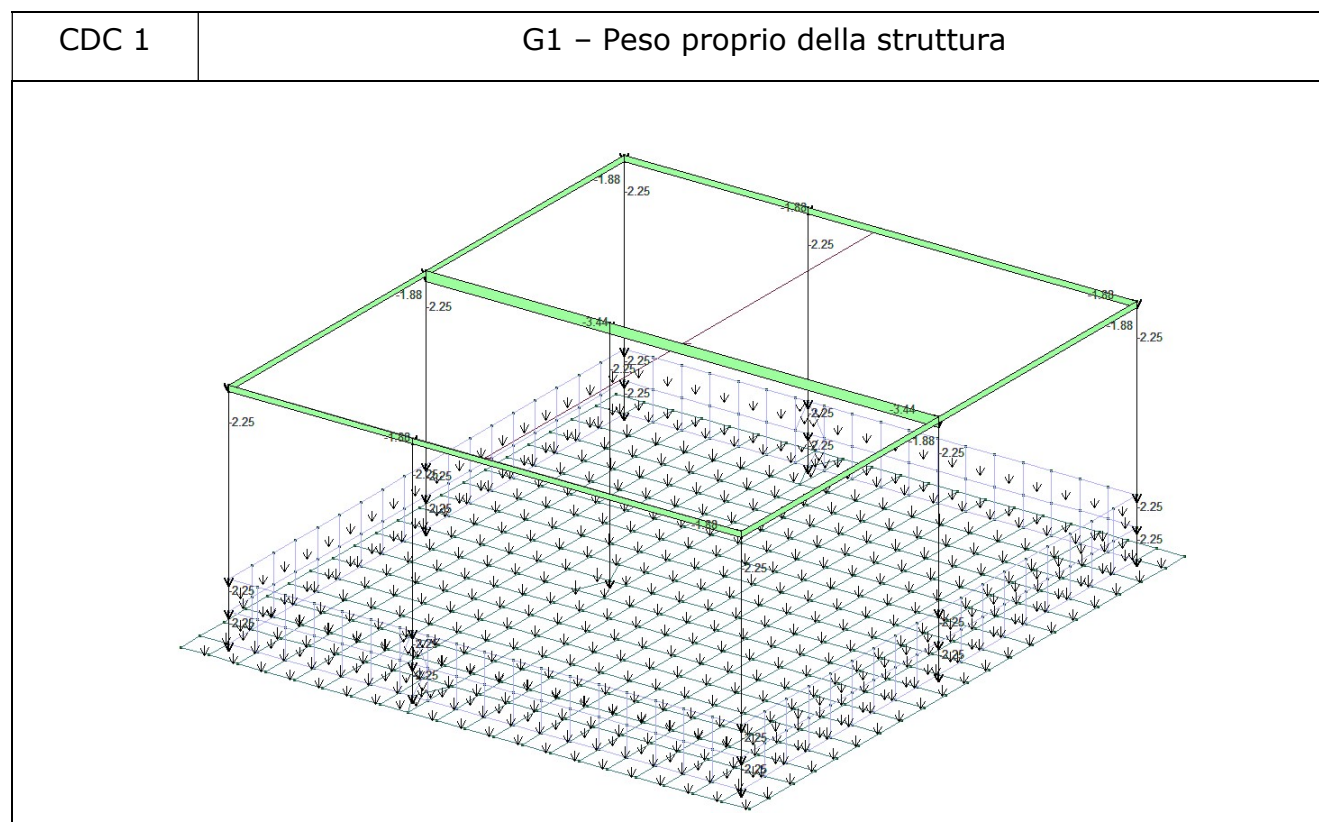
MODO I	$Frequenza f = 4.72 \text{ Hz}$	
MODO II	$Frequenza f = 5.29 \text{ Hz}$	
MODO III	$Frequenza f = 6.52 \text{ Hz}$	

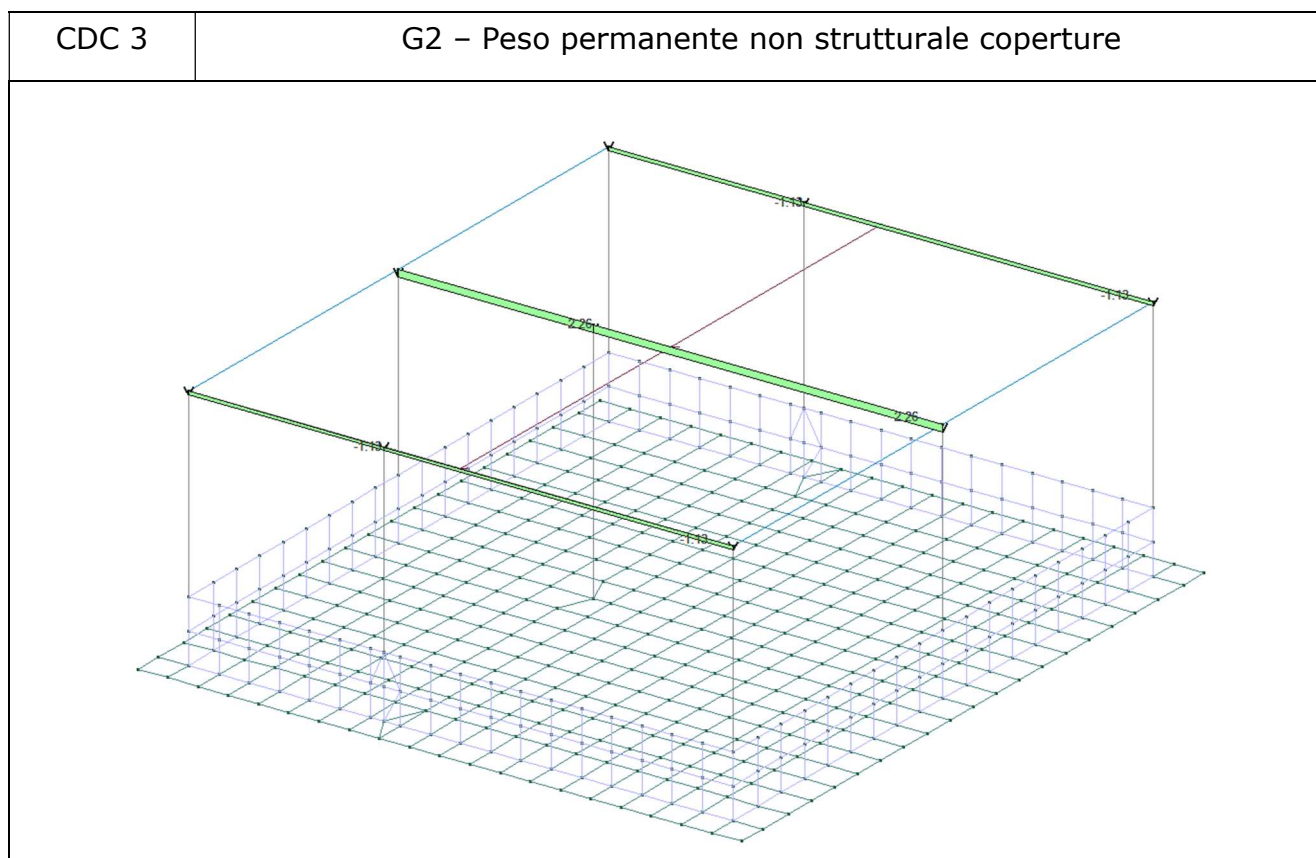
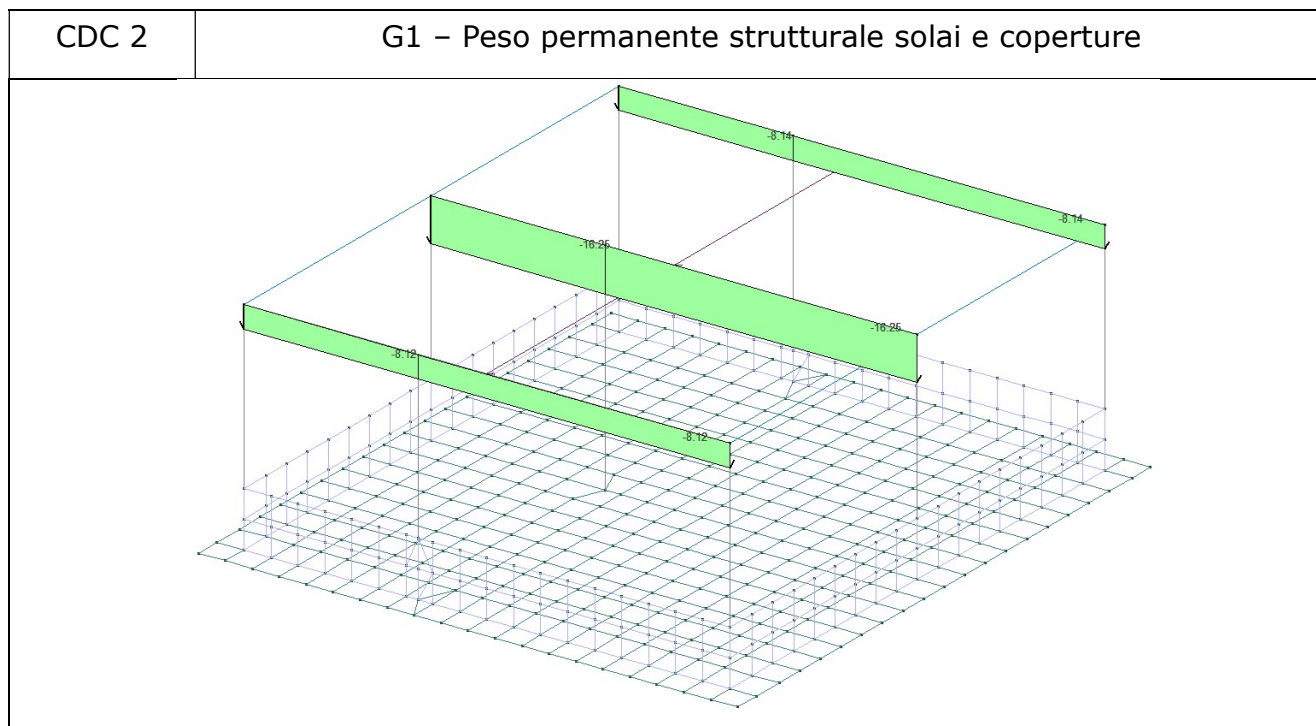
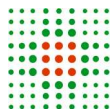


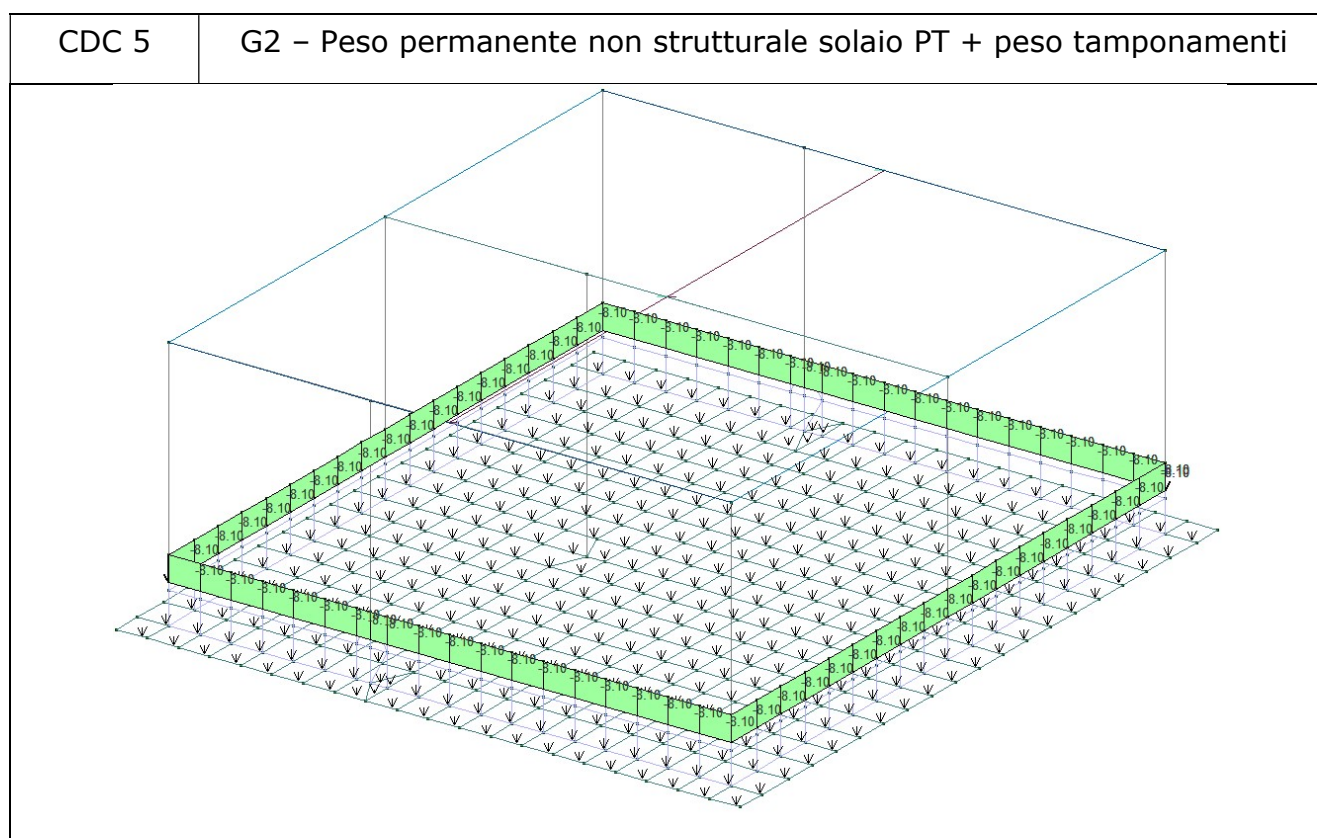
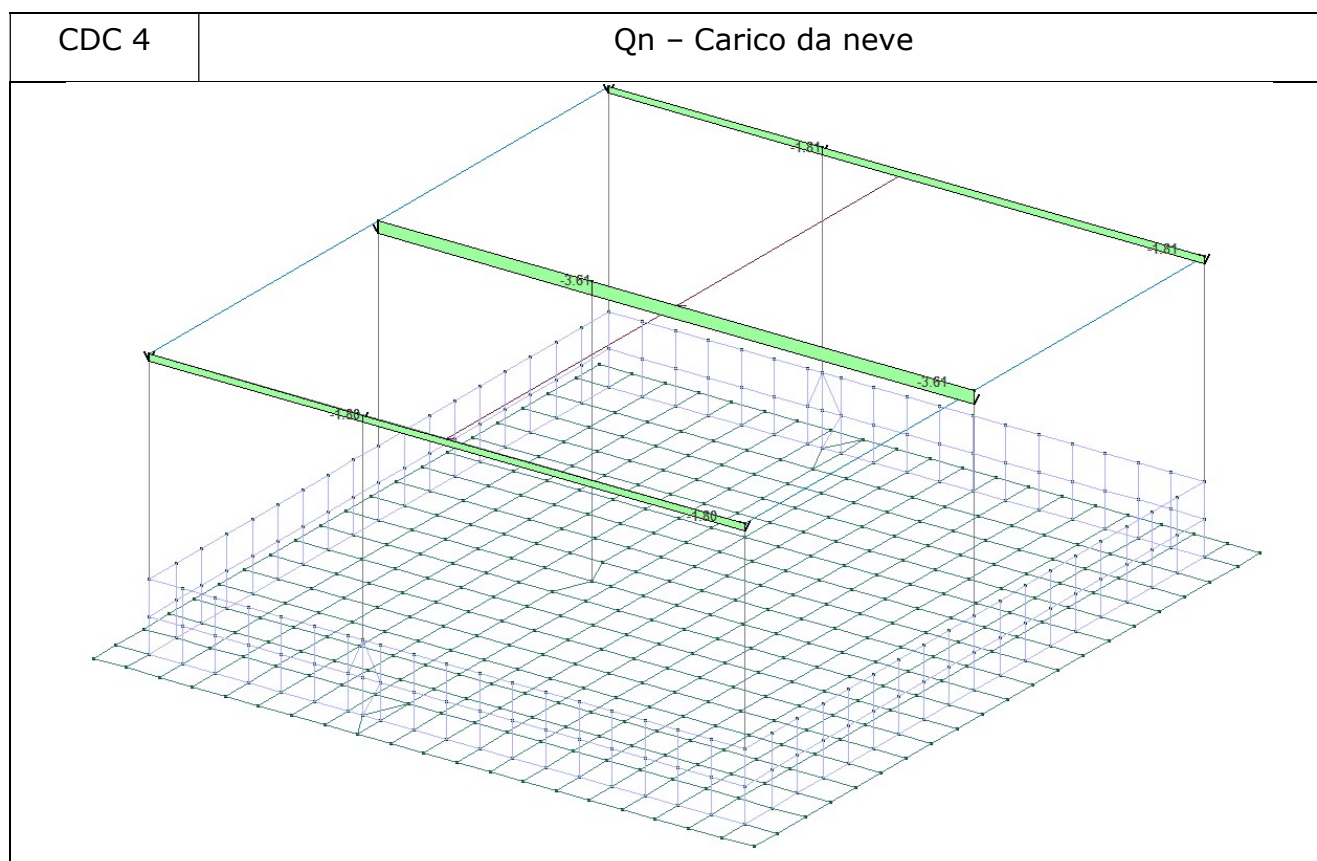
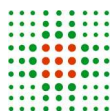
3.2. PRINCIPALI COMBINAZIONI DELLE AZIONI

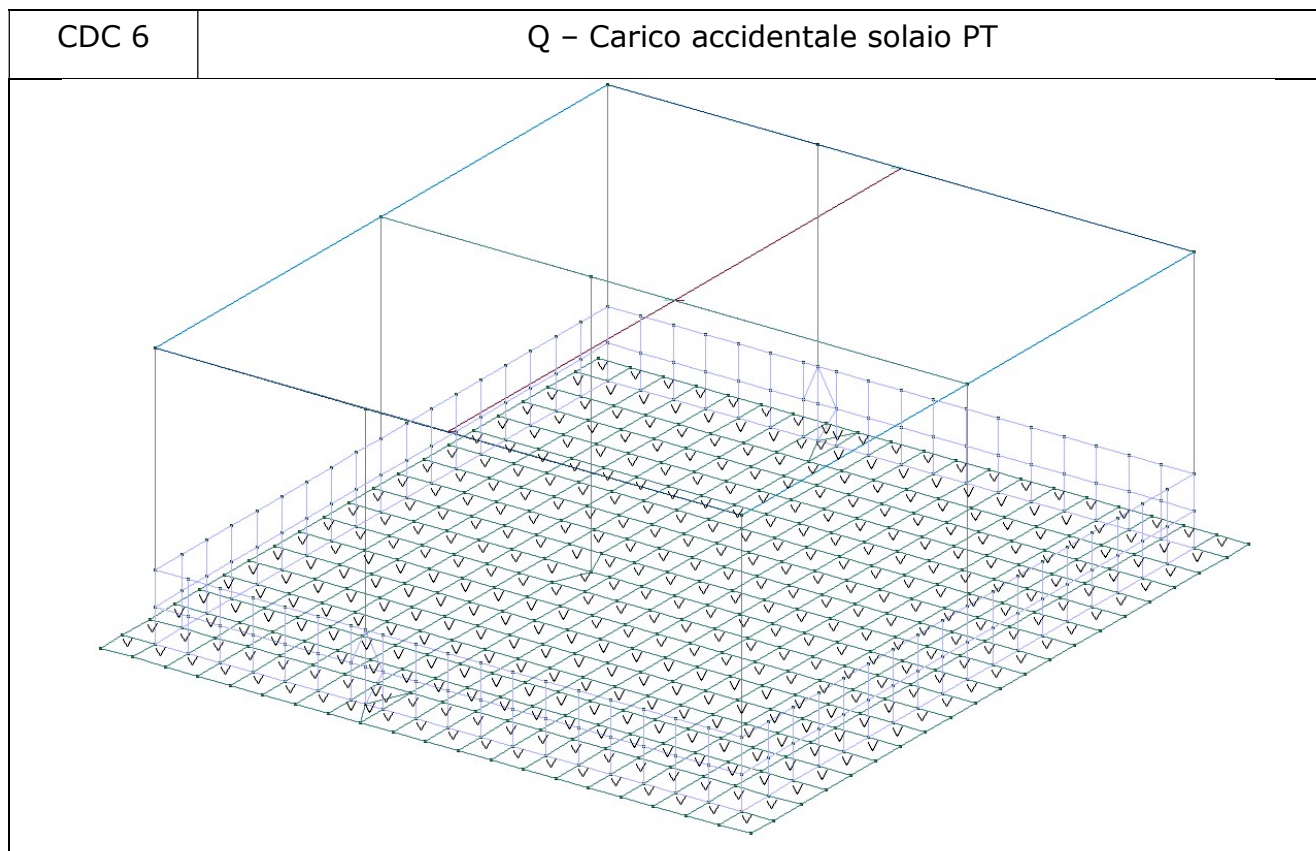
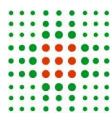
I criteri di verifica per gli SLU e gli SLE indagati sono quelli prescritti dalle NTC08 per le tipologie strutturali e destinazioni d'uso previste in progetto (rif. par. 2.5.3 del D.M. 14/01/08).

Nel seguito si riportano con delle immagini le condizioni di carico che sono state combinate tra loro.









I casi di carico n. 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 e 14 sono relativi al sisma.

3.3. METODO DI ANALISI E CRITERI DI VERIFICA

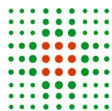
Per il presente progetto le analisi e le verifiche sono state svolte con ausilio di codici di calcolo e controllate dallo scrivente mediante l'ausilio di fogli elettronici o calcoli manuali.

Le azioni sismiche sono state introdotte mediante un'analisi dinamica lineare.

Il dimensionamento e le verifiche delle strutture in esame sono condotti con riferimento alle norme, ai metodi di calcolo e verifica ed alle azioni riportate in precedenza.

In generale gli schemi statici e il modello di calcolo adottato è rappresentativo del comportamento delle strutture o di situazioni limite conservative rispetto a tale comportamento.

Per i risultati principali inerenti alle sollecitazioni e alle verifiche di sicurezza si rimanda al paragrafo successivo.



3.4. CARATTERISTICHE E AFFIDABILITÀ DEL CODICE DI CALCOLO

▪ Informazioni sul codice di calcolo

L'affidabilità di tutti i codici di calcolo automatico ad elementi finiti utilizzati per le analisi strutturali e le relative verifiche è stata controllata e accertata dallo scrivente progettista delle opere strutturali, sulla base di un utilizzo critico e consapevole delle procedure di calcolo (confronto con altri metodi e procedure di calcolo, rapporti diretti con la software house per chiarimenti e approfondimenti, ecc.).

L'attendibilità dei risultati ottenuti con i modelli di calcolo ad elementi finiti predisposti per la progettazione e verifica delle strutture in esame è stata controllata e accertata dallo scrivente progettista delle opere strutturali, sulla base di controlli dei risultati salienti con metodi alternativi e semplificati (controlli sulle risultanti delle azioni applicate, verifiche di equilibrio tra reazioni vincolari e carichi applicati, comparazioni tra i risultati delle analisi e quelli di calcoli semplificati dello stato di sollecitazione dei principali elementi strutturali, controlli delle verifiche di resistenza e stabilità dei principali elementi strutturali, controlli delle verifiche inerenti la Gerarchia delle Resistenze, ecc.).

Per i suddetti controlli sono stati utilizzati sia calcoli manuali semplificati (con criteri maturati dalla lunga esperienza di progettazione di opere strutturali) sia fogli elettronici di calcolo predisposti dallo scrivente progettista.

▪ Tipo di analisi svolta

Si è svolta un'analisi DINAMICA MODALE.

Nel tabulato conservato presso lo scrivente sono inoltre riportate:

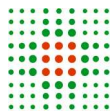
- il metodo adottato per la risoluzione del problema strutturale e le metodologie seguite per la verifica o per il progetto-verifica delle sezioni;
- i casi di carico definiti e le combinazioni di carico adottate.

▪ Origine e Caratteristiche dei Codici di Calcolo

Nel tabulato sono riportate l'origine e le caratteristiche dei codici di calcolo (titolo, autore, produttore, eventuale distributore, versione, estremi della licenza d'uso o di altra forma di autorizzazione all'uso, ecc.).

▪ Affidabilità dei codici utilizzati

Lo scrivente progettista ha esaminato preliminarmente il software utilizzato e la relativa documentazione, valutandone positivamente l'affidabilità e l'idoneità al caso specifico.



▪ Modalità di presentazione dei risultati

La presentazione dei risultati delle elaborazioni svolte riassume il comportamento della struttura; le caratteristiche delle opere progettate sono definite negli elaborati grafici di progetto.

Nei tabulati sono riportate, oltre ai dati di input e alle verifiche numeriche degli elementi strutturali, le più significative caratteristiche dello stato di deformazione e la rappresentazione grafica dei principali risultati. Presso lo scrivente resta a disposizione quanto non riportato.

▪ Informazioni generali sull'elaborazione e giudizio motivato di accettabilità dei risultati.

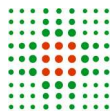
Sui risultati ottenuti con i codici di calcolo automatico sono stati svolti, con i criteri sopra riportati, l'esame e i controlli che hanno portato lo scrivente progettista a formulare una positiva valutazione di attendibilità dell'elaborazione svolta, dal punto di vista del corretto comportamento dei modelli. Presso lo scrivente restano a disposizione gli specifici controlli eseguiti.

▪ Modellazione della geometria e delle proprietà meccaniche

Per la geometria degli elementi strutturali e le proprietà meccaniche dei materiali si rimanda agli specifici paragrafi del tabulato allegato.

▪ Modellazione dei vincoli interni ed esterni

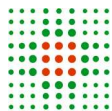
Per la definizione dei vincoli adottati si rimanda ai paragrafi relativi alla modellazione della struttura (nodi ed elementi trave) del tabulato.



3.5. STRUTTURE DI FONDAZIONE

La struttura di fondazione del fabbricato è costituita da una platea dello spessore di 35cm. Inoltre sono presenti sul perimetro esterno del fabbricato dei muretti alti 70 cm di spessore 30 cm di contenimento terra sui quali si innestano i pilastri. Si rimanda al paragrafo 4.1.5 della presente relazione per le sollecitazioni e verifiche sulla fondazione.

Le fondazioni di progetto trasmettono al terreno carichi compatibili alla tipologia di terreno. Si rimanda al paragrafo "*RELAZIONI SPECIALISTICHE SUI RISULTATI SPERIMENTALI*" per la caratterizzazione del terreno e le verifiche geotecniche.

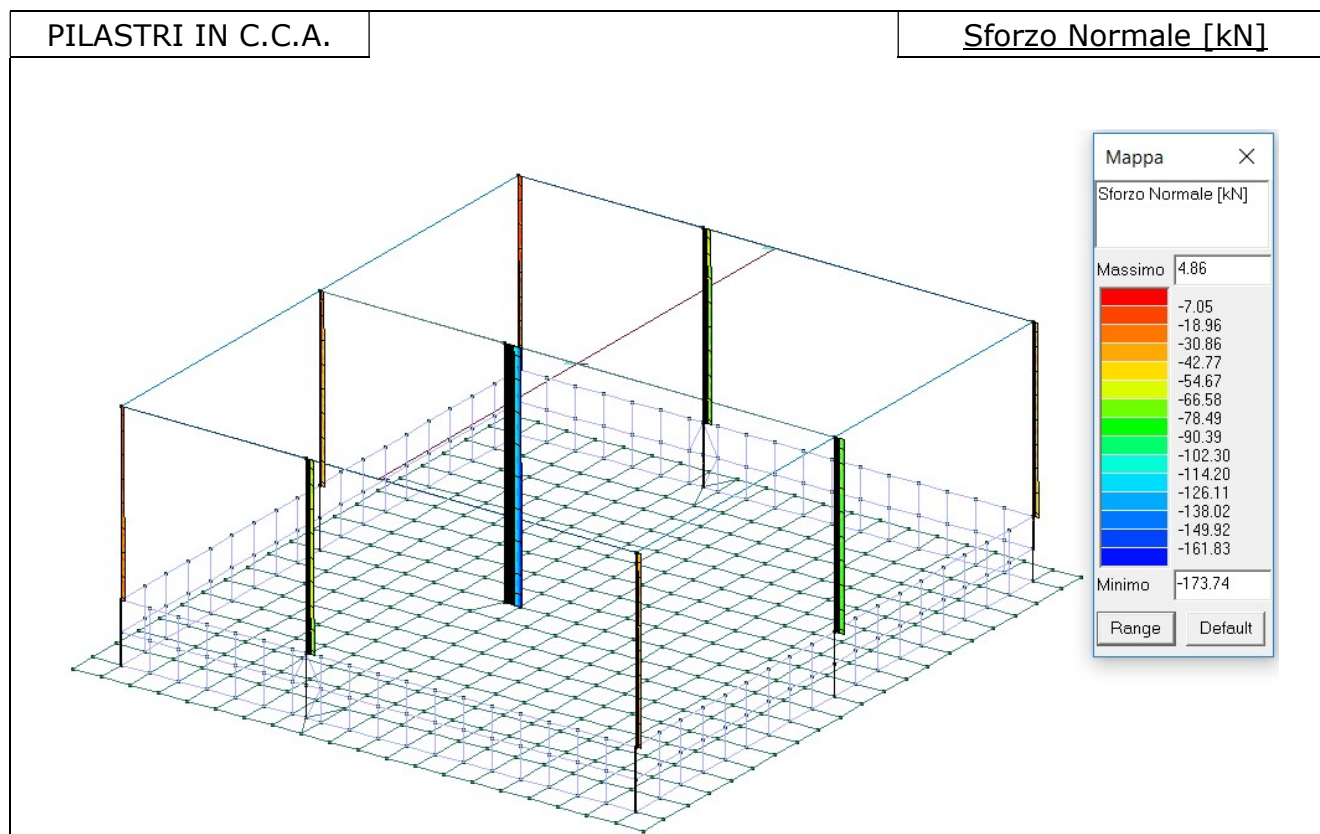


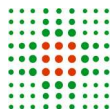
4. SOLLECITAZIONI E VERIFICHE GLOBALI SLU-SLV E SLE-SLD

Nel seguito si riportano le principali sollecitazioni e verifiche globali agli SLU-SLV e agli SLE-SLD.

4.1. INVILUPPI DELLE SOLLECITAZIONI E VERIFICHE GLOBALI SLU E SLV

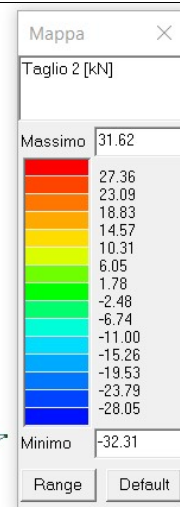
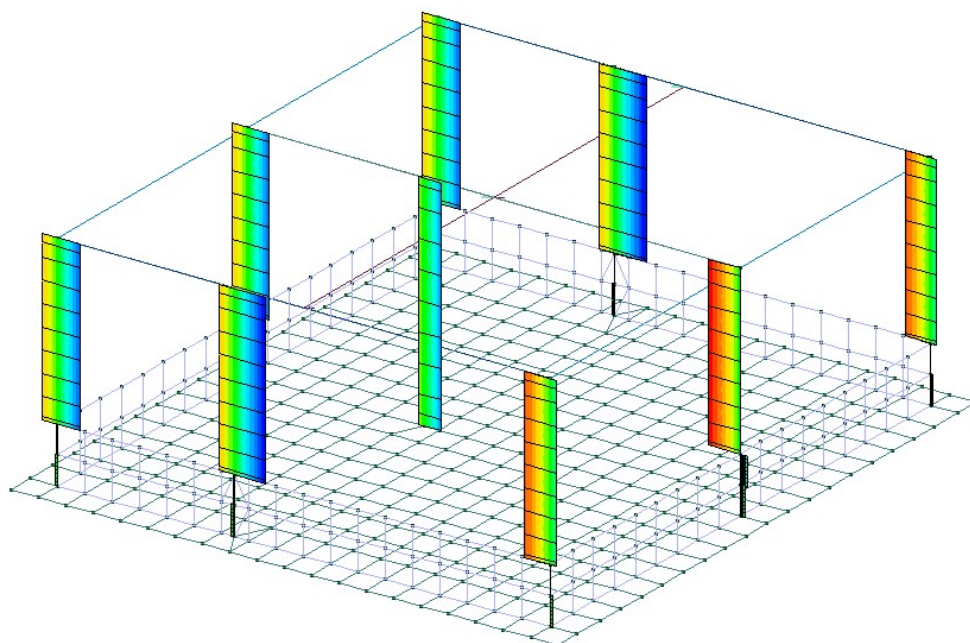
4.1.1. PILASTRI IN C.C.A. - INVILUPPI SOLLECITAZIONI:





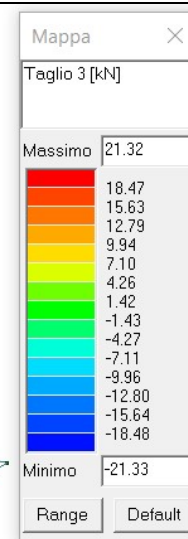
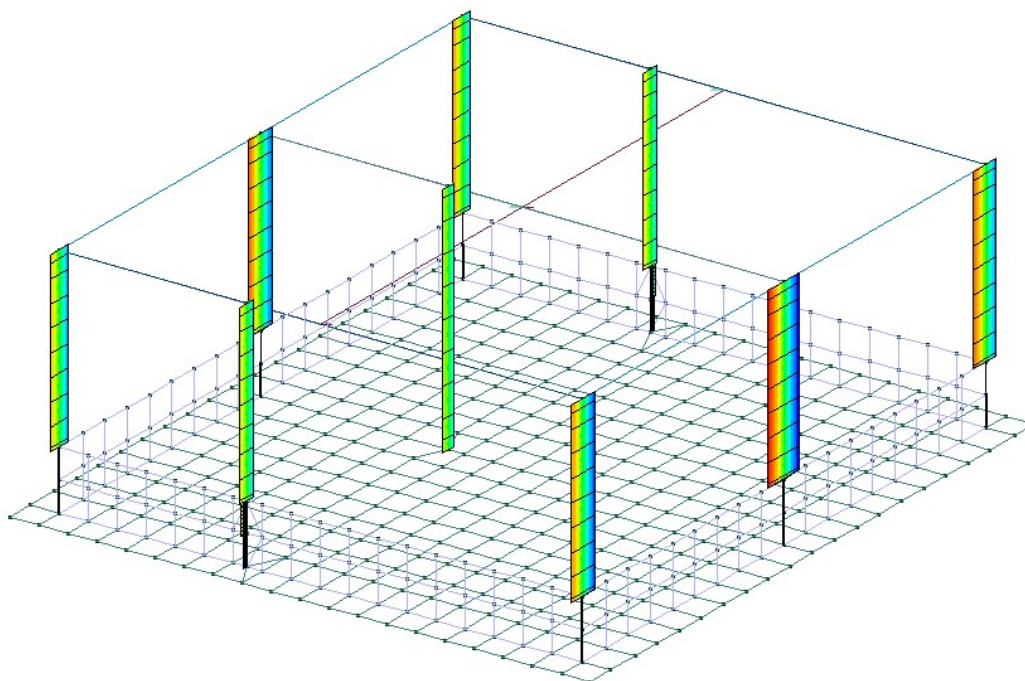
PILASTRI IN C.C.A.

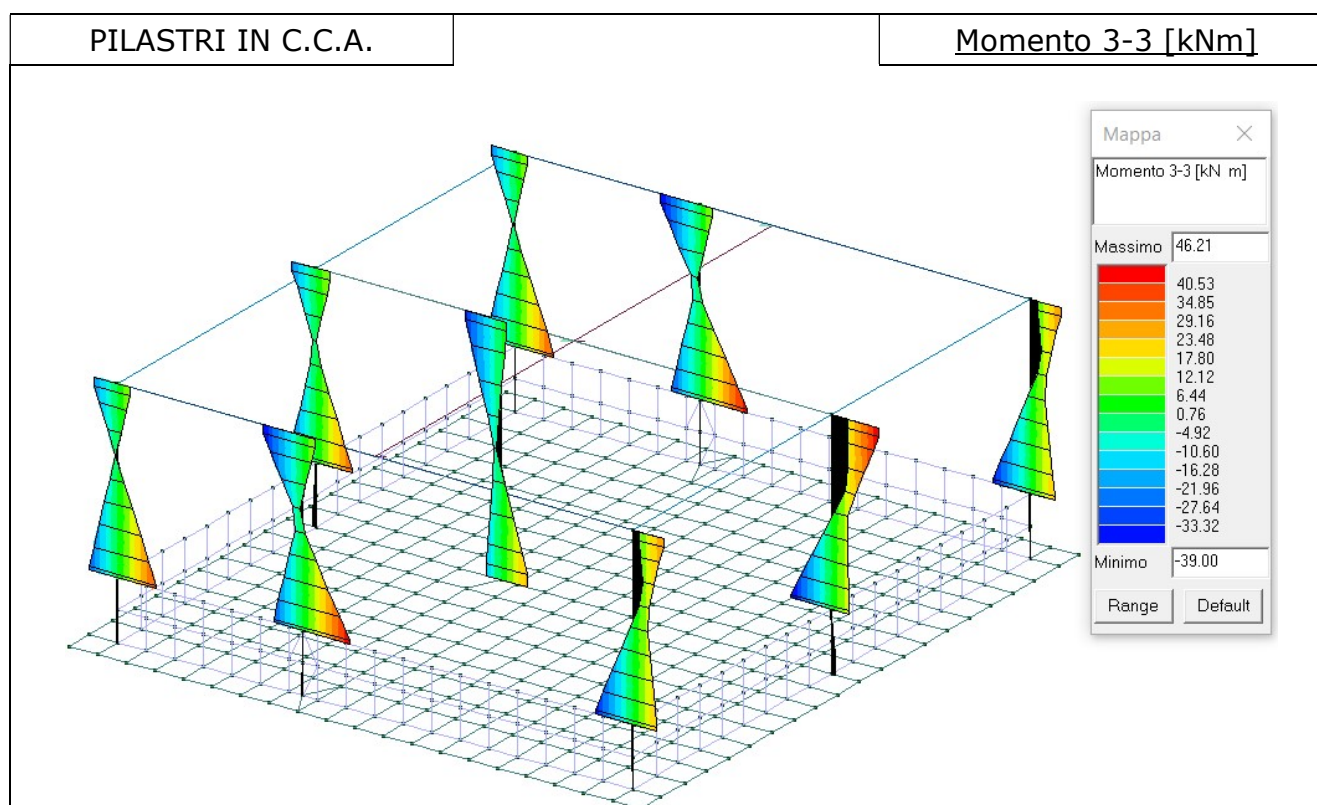
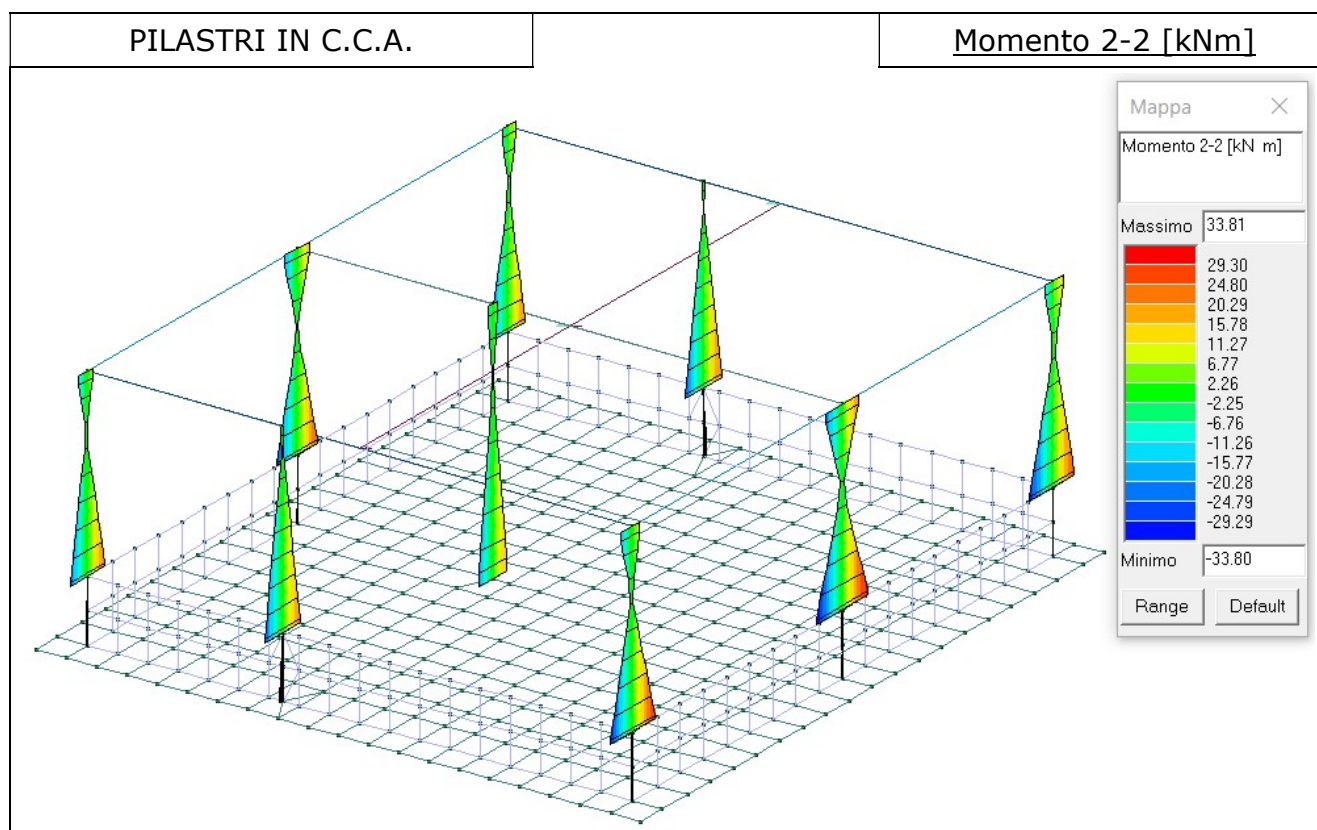
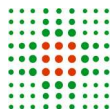
Taglio 2-2 [kN]

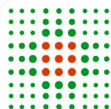


PILASTRI IN C.C.A.

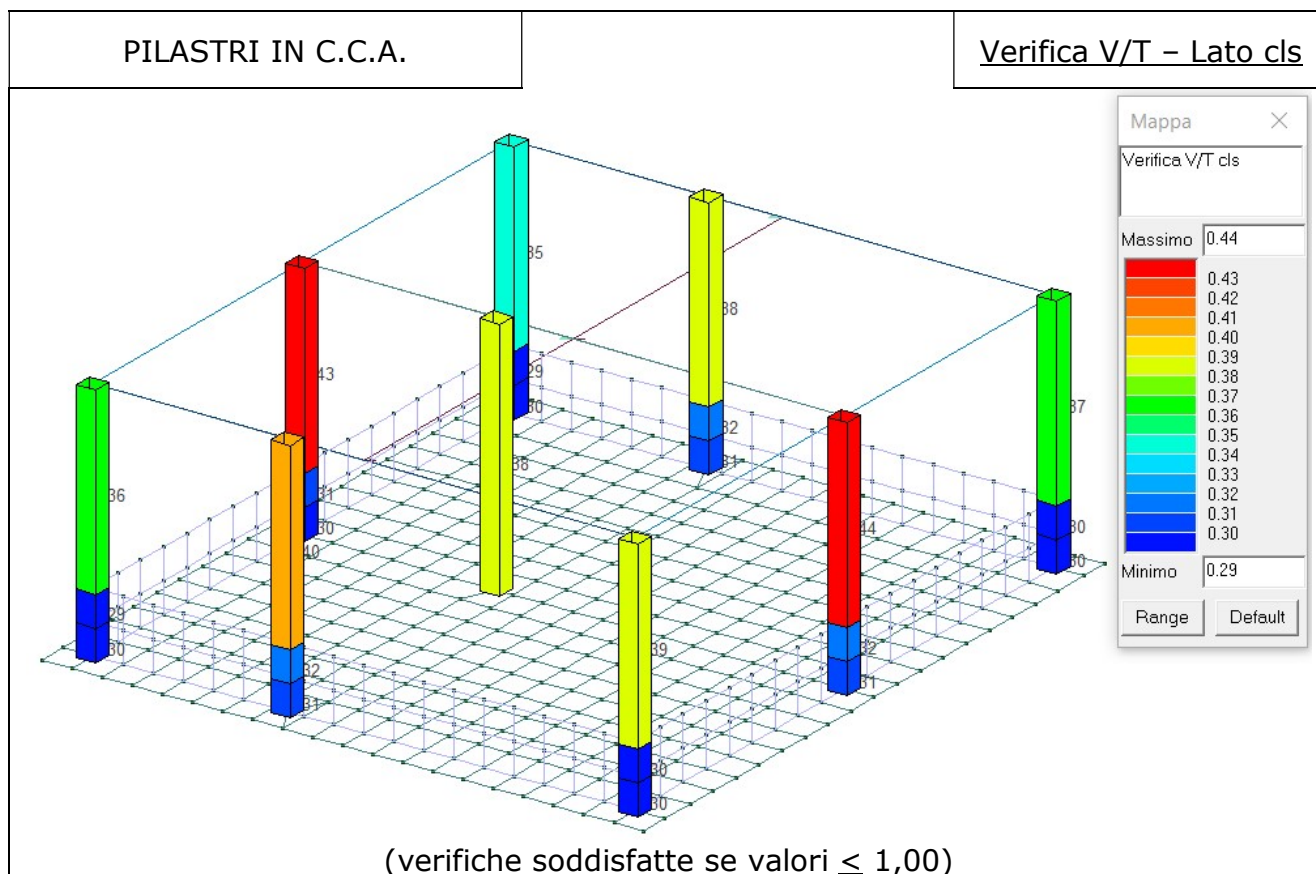
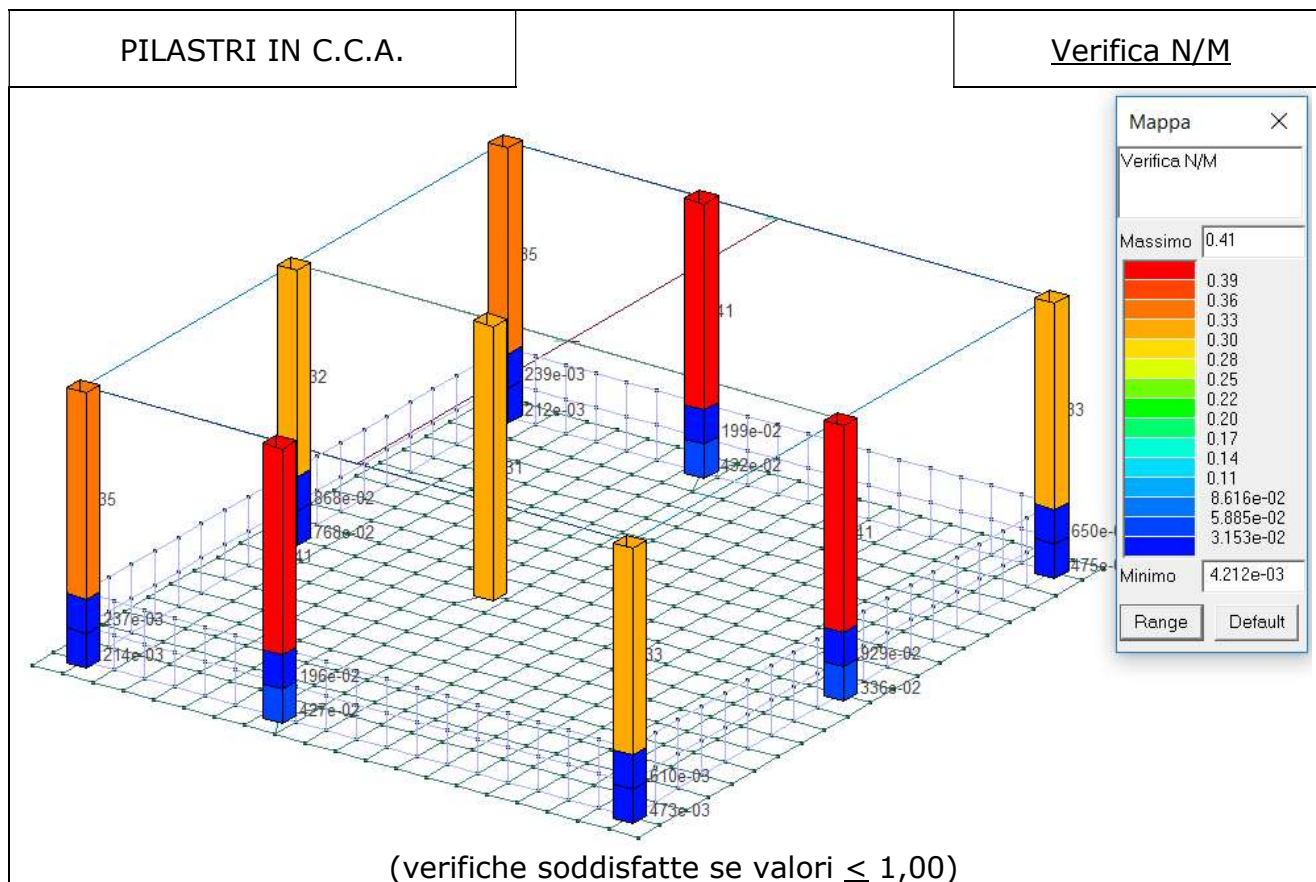
Taglio 3-3 [kN]

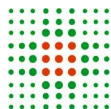






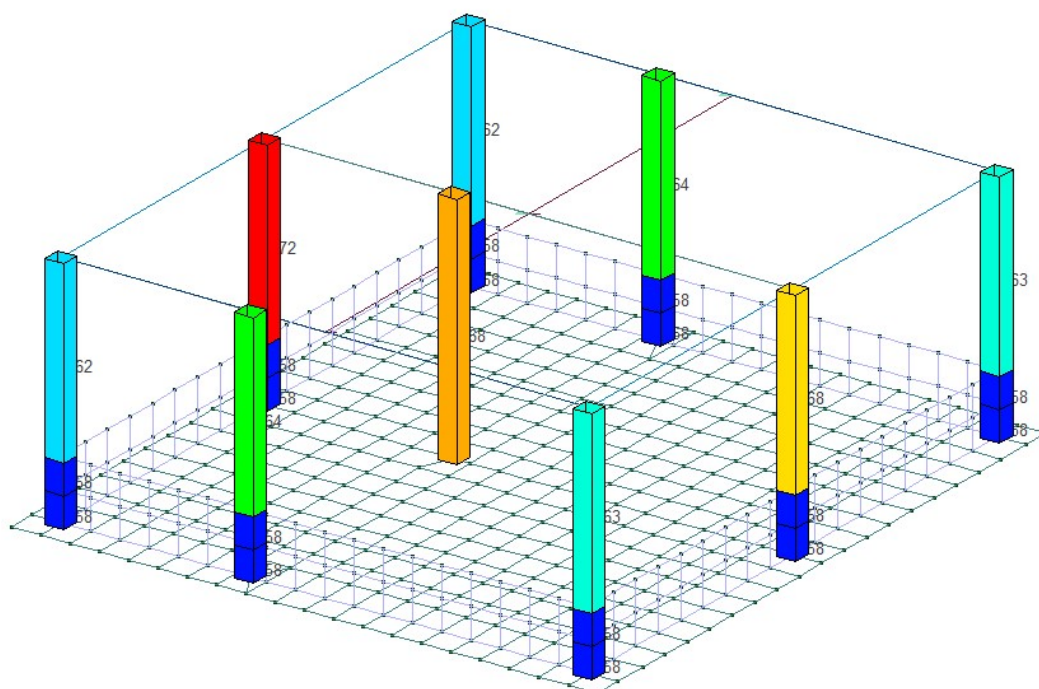
4.1.2. PILASTRI IN C.C.A. - VERIFICHE GLOBALI SLU E SLV:



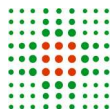


PILASTRI IN C.C.A.

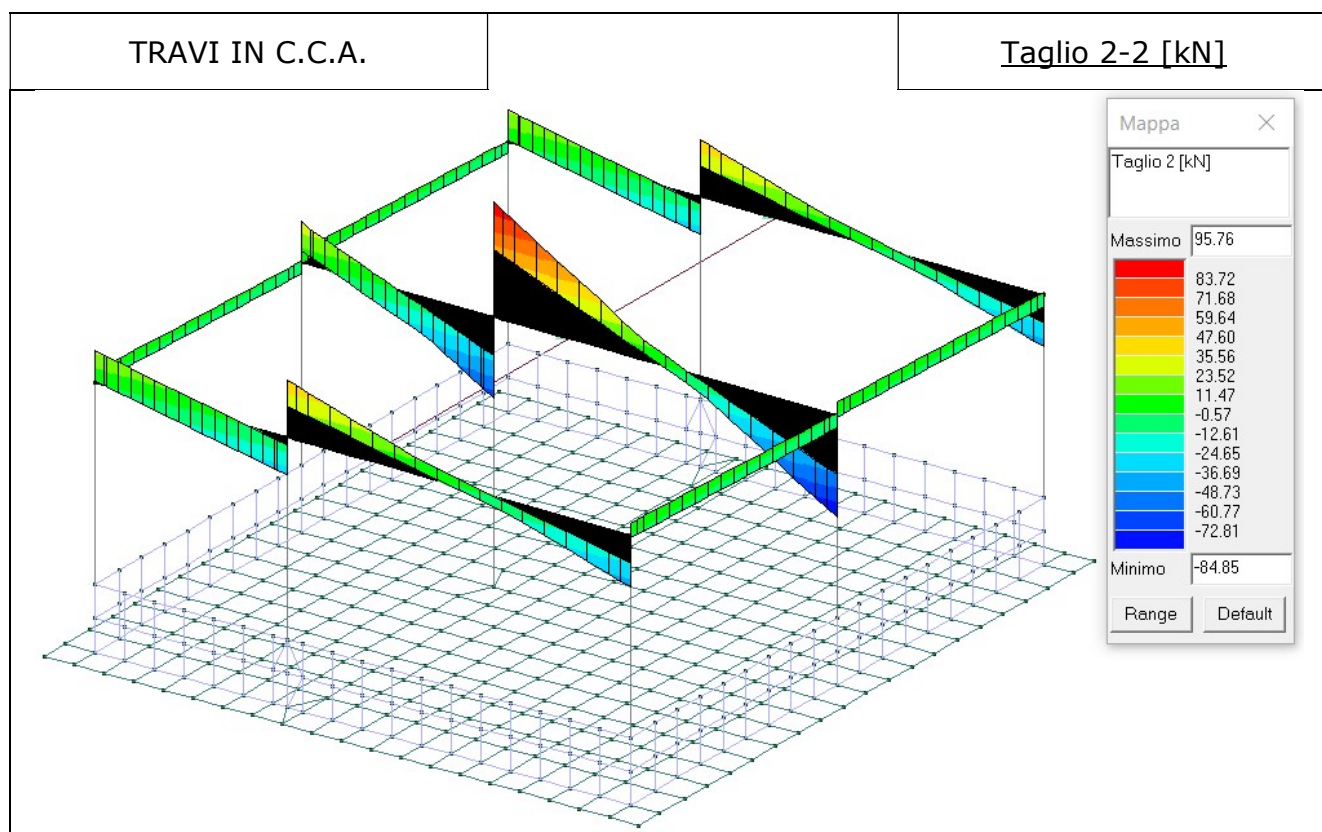
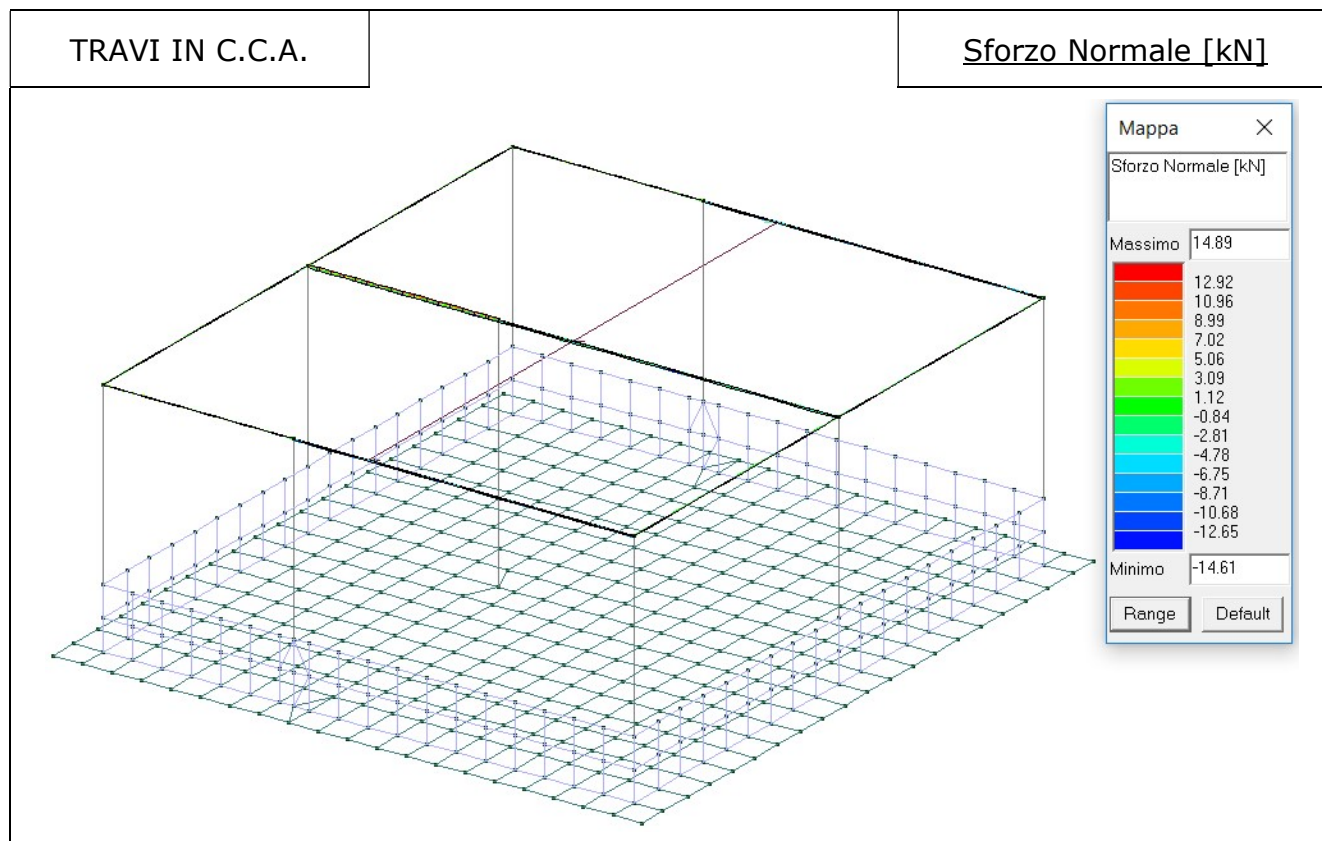
Verifica V/T – Lato acciaio



(verifiche soddisfatte se valori $\leq 1,00$)



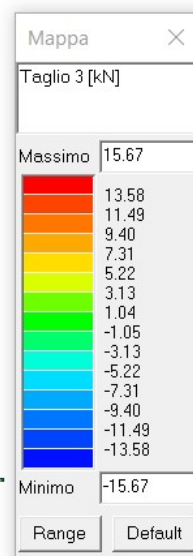
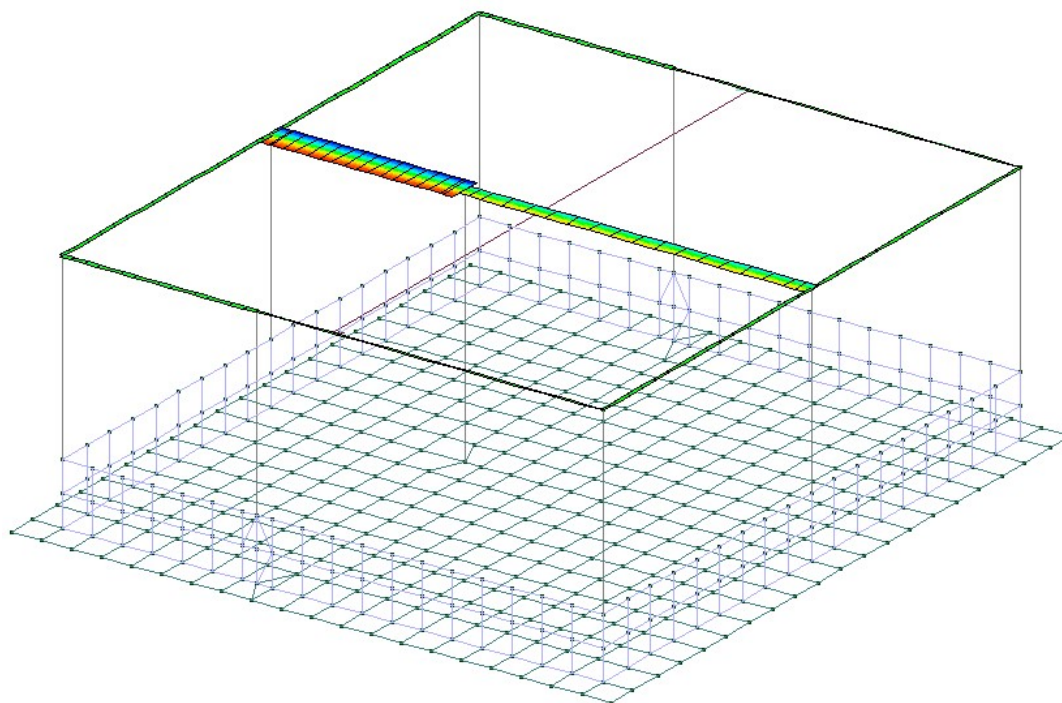
4.1.3. TRAVI IN C.C.A. - INVILUPPI SOLLECITAZIONI





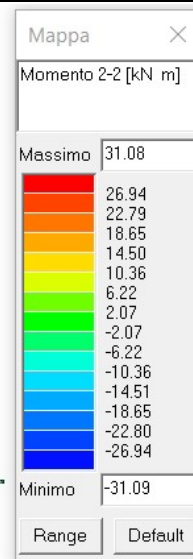
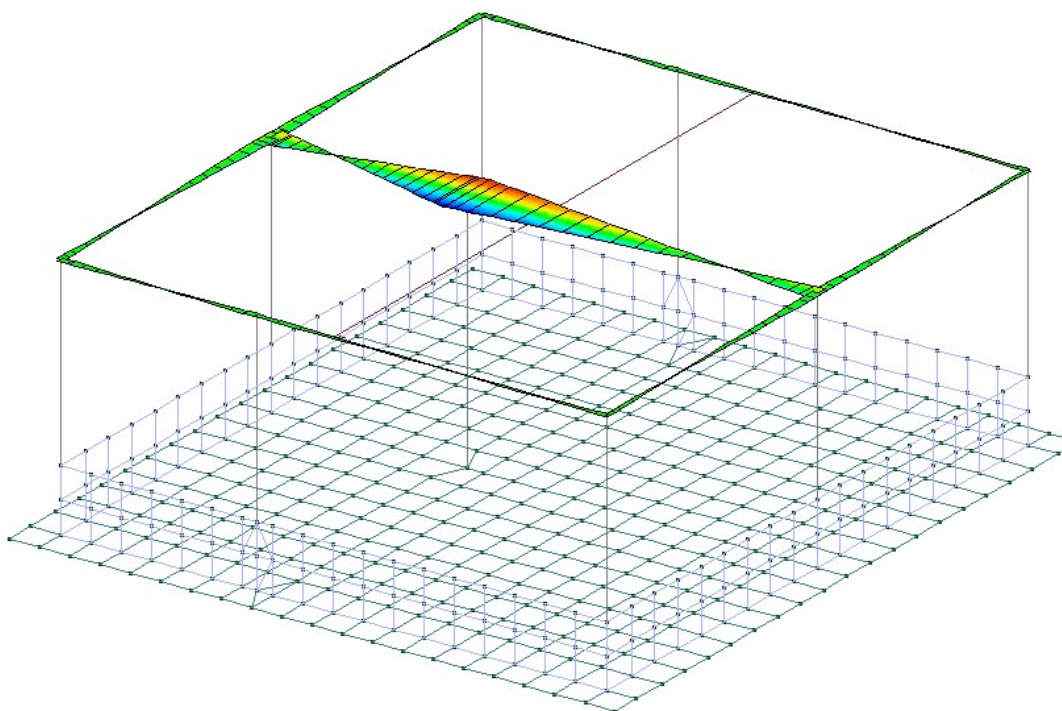
TRAVI IN C.C.A.

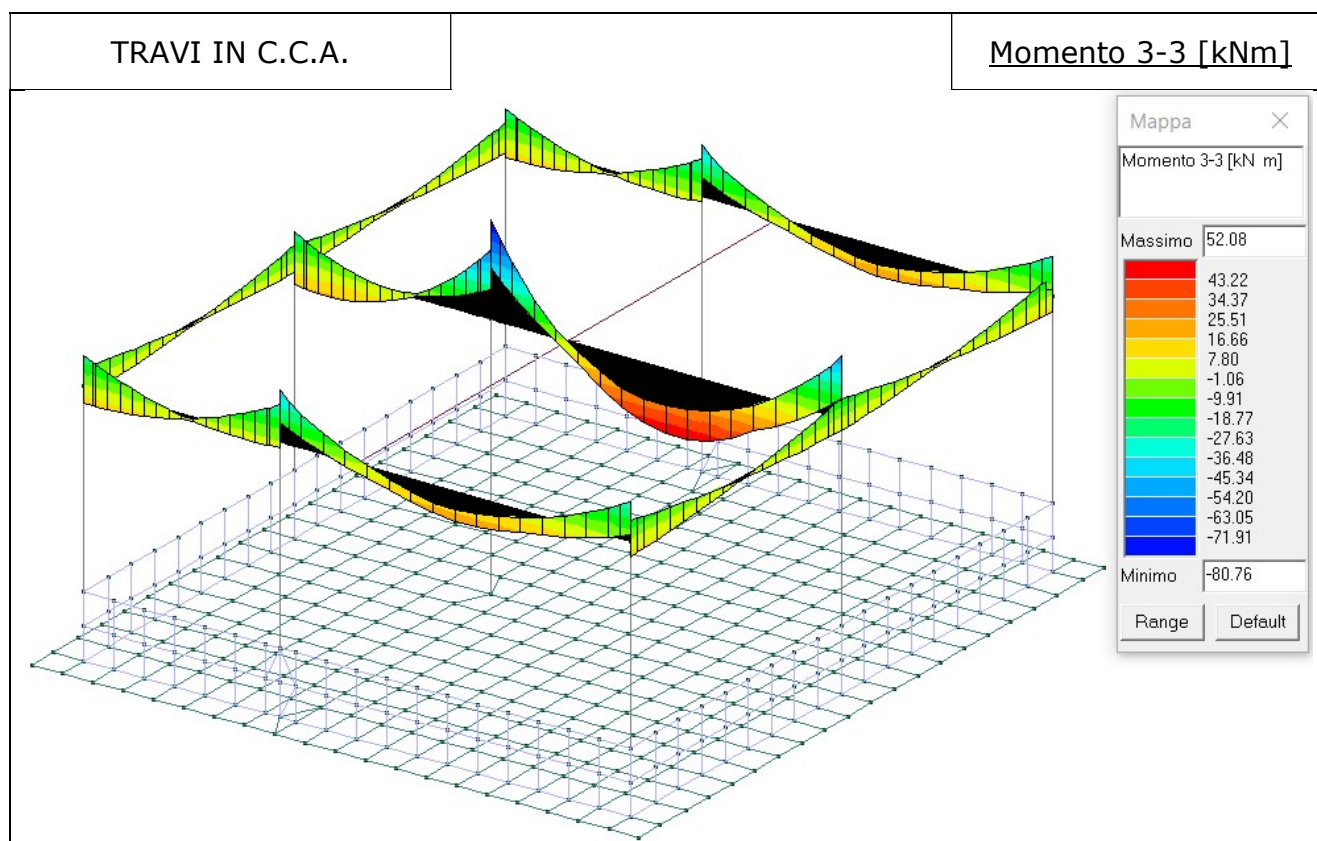
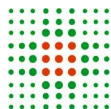
Taglio 3-3 [kN]



TRAVI IN C.C.A.

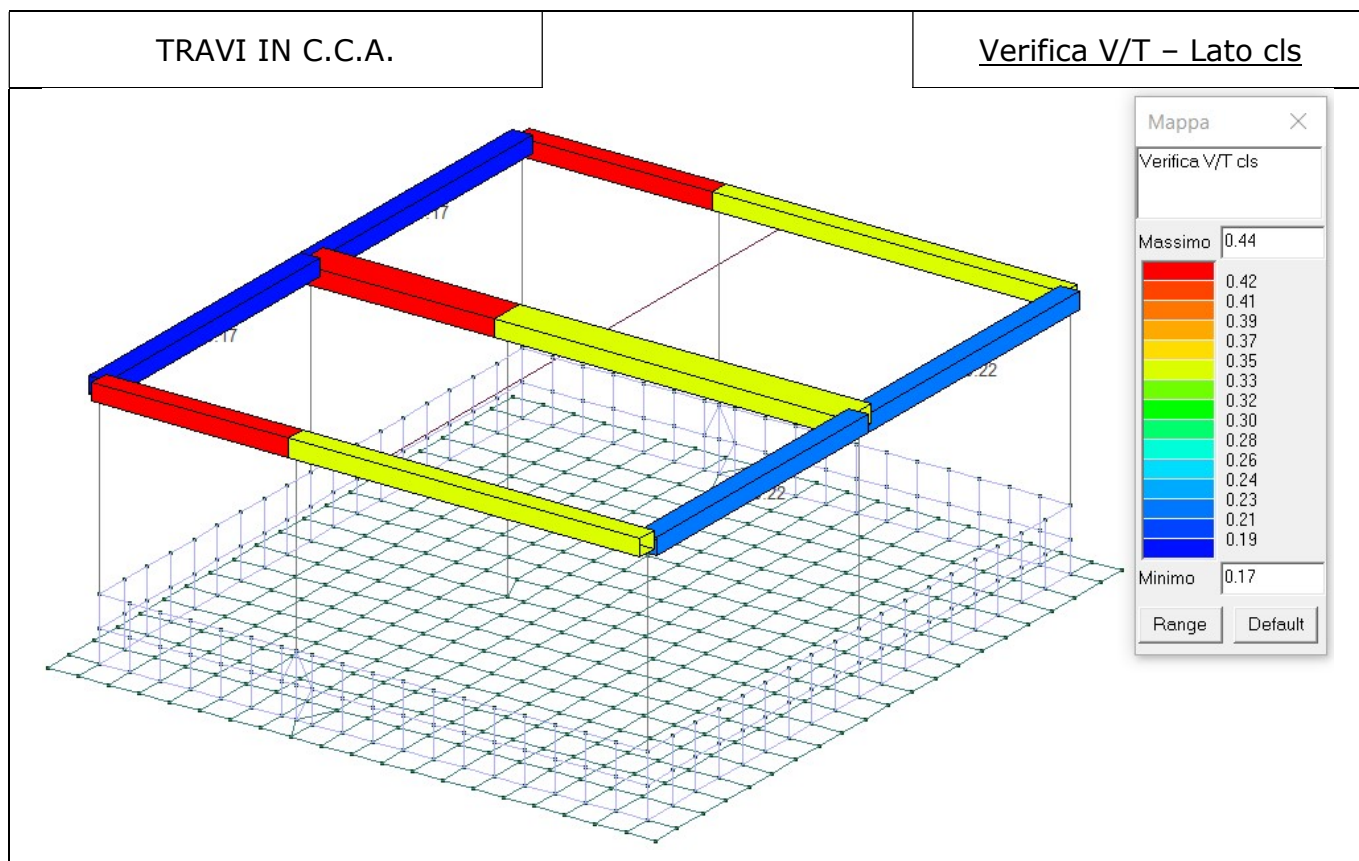
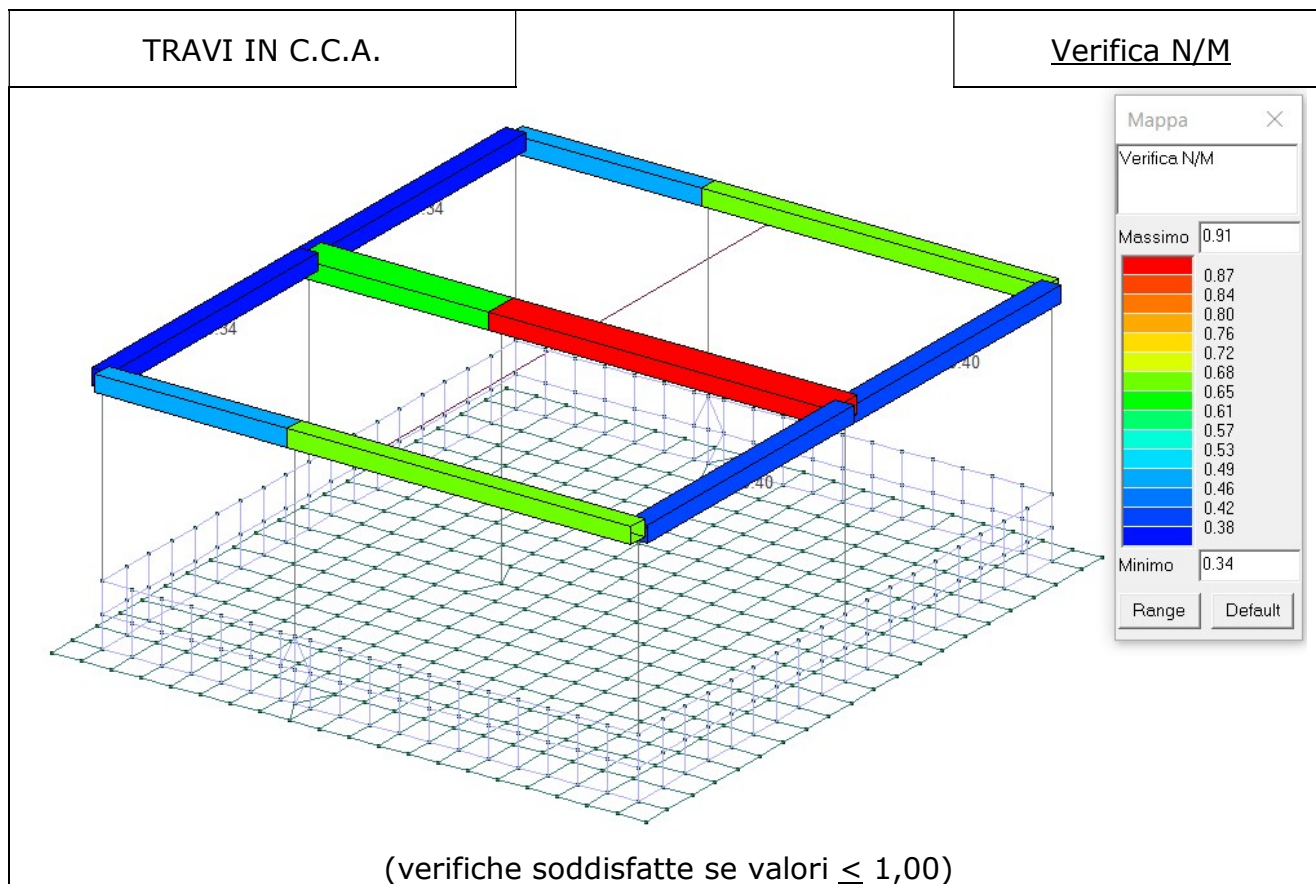
Momento 2-2 [kNm]

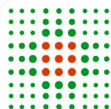






4.1.4. TRAVI IN C.C.A. - VERIFICHE GLOBALI SLU E SLV:

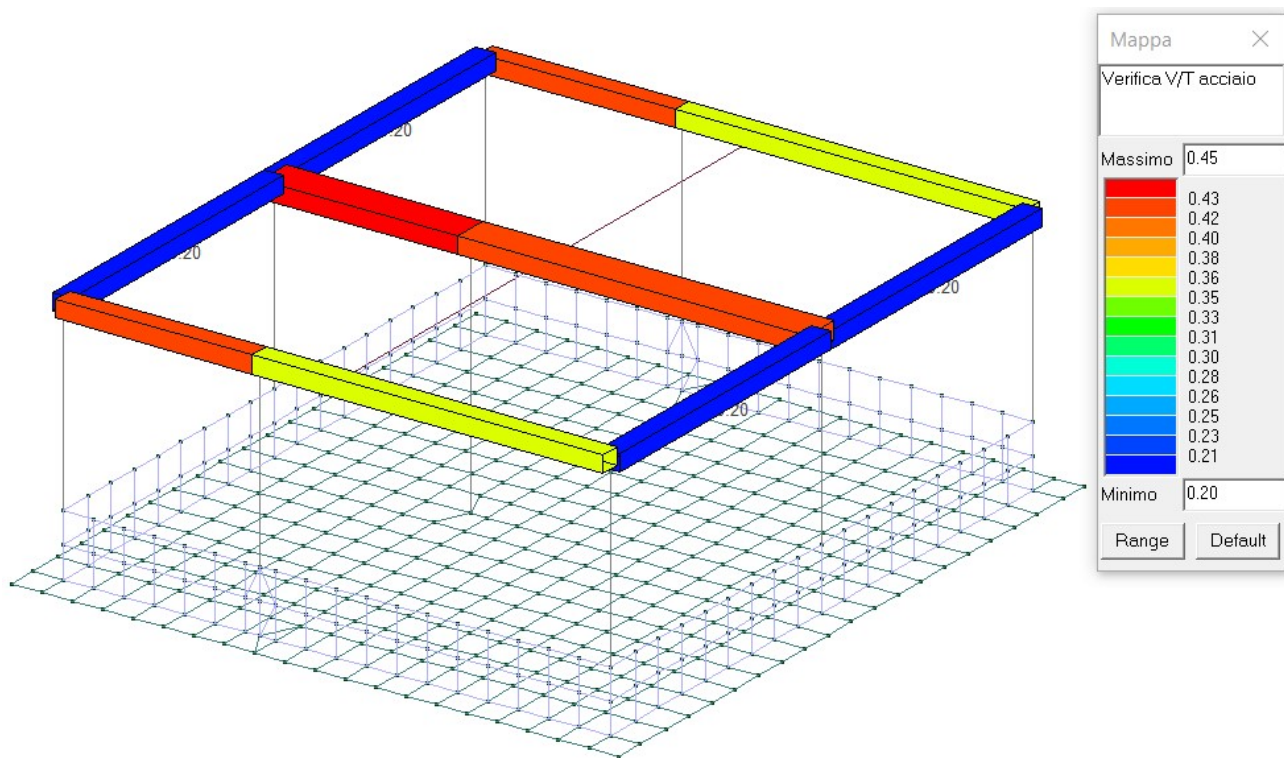




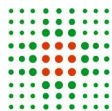
(verifiche soddisfatte se valori $\leq 1,00$)

TRAVI IN C.C.A.

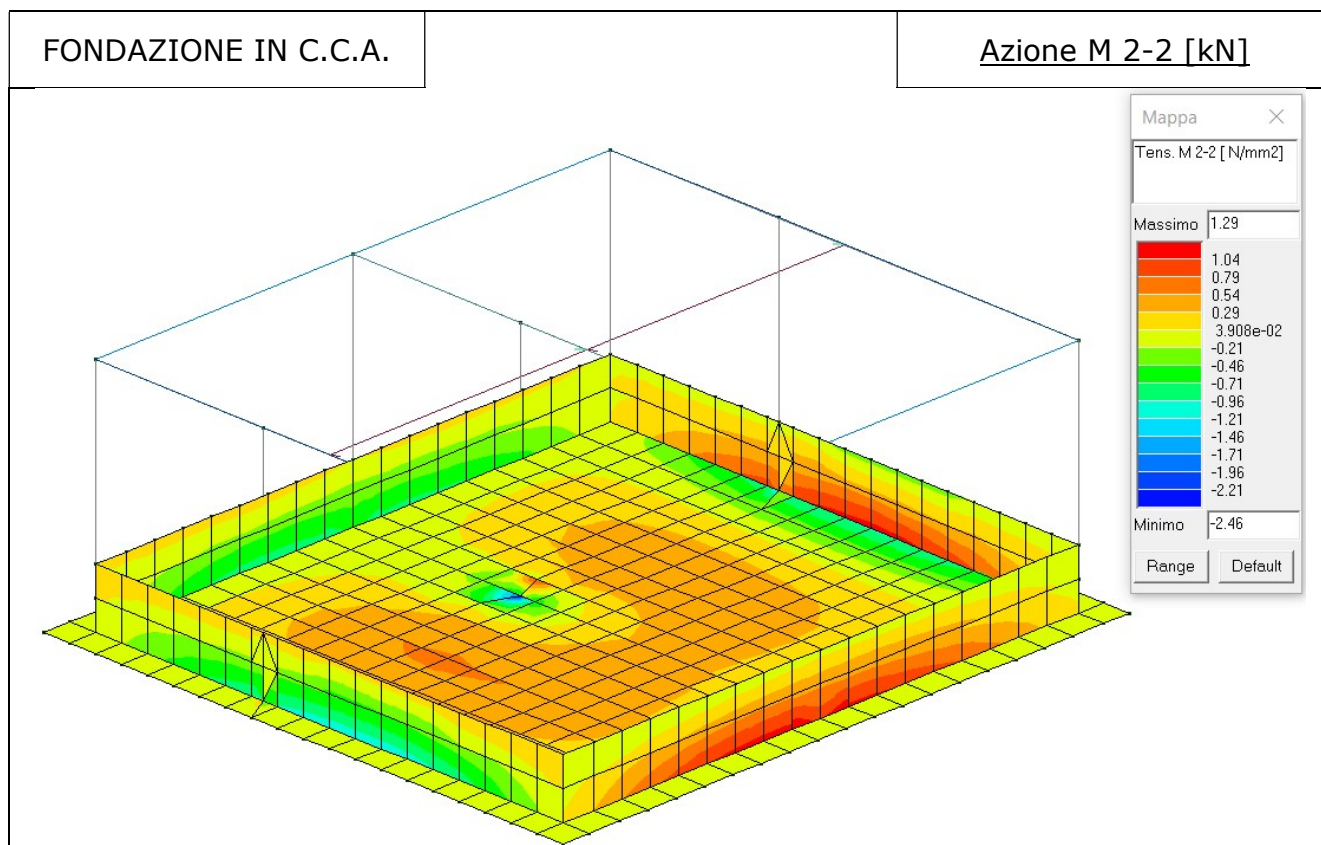
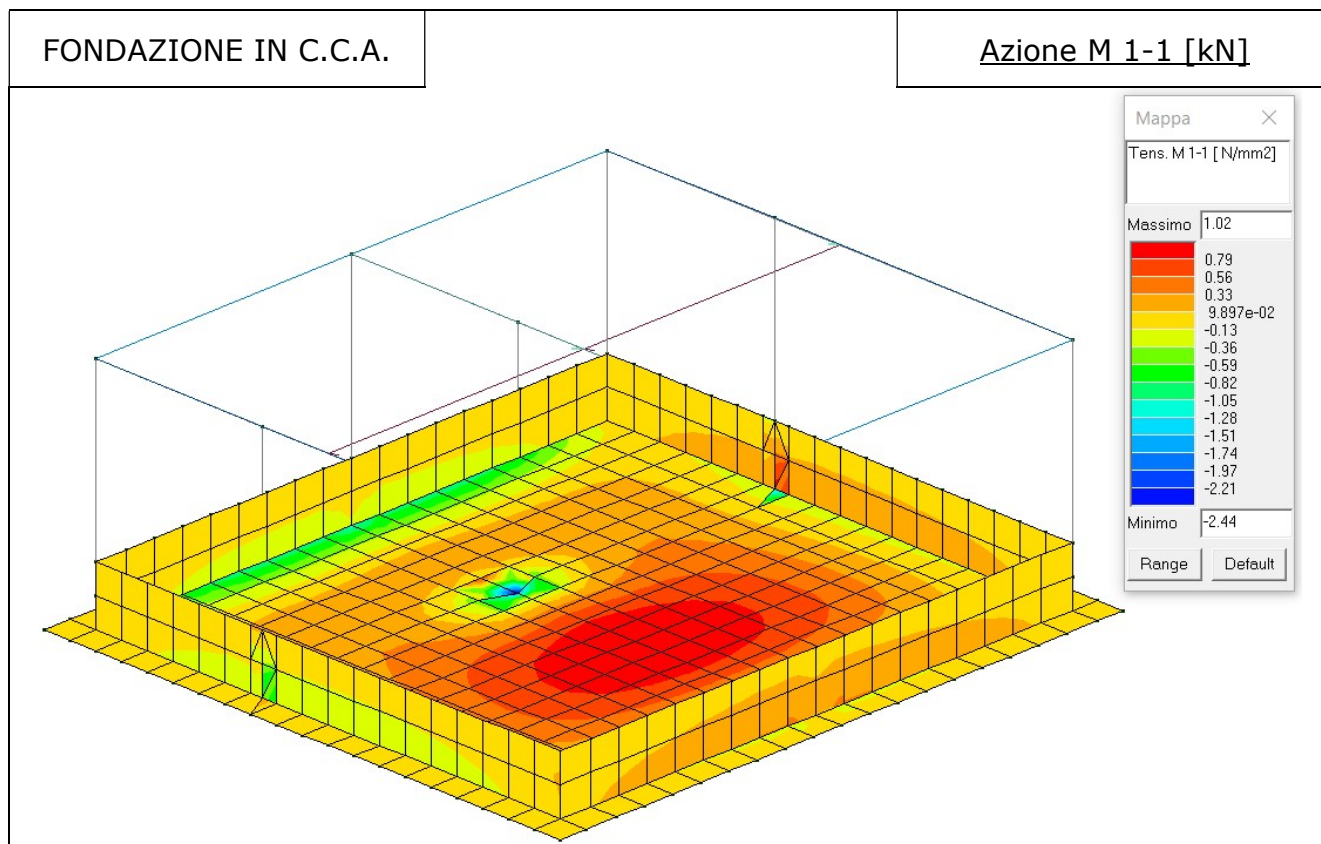
Verifica V/T – Lato acciaio

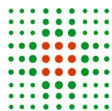


(verifiche soddisfatte se valori $\leq 1,00$)

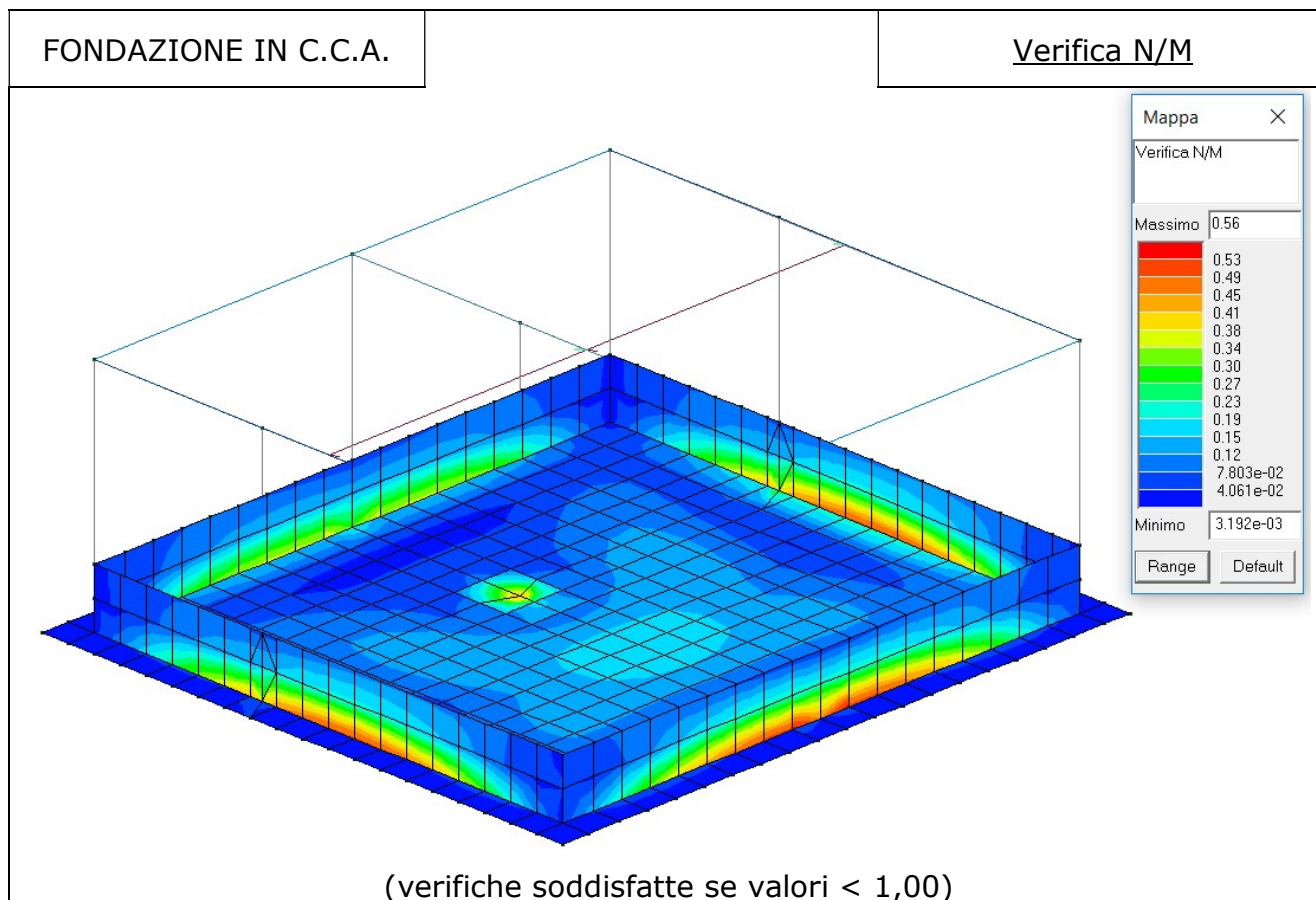


4.1.5. FONDAZIONE IN C.C.A. – SOLLECITAZIONI MAGGIORMENTE SIGNIFICATIVE SLU E SLV:





4.1.6. FONDAZIONE IN C.C.A. – VERIFICHE GLOBALI SLU E SLV:



4.2.1. VERIFICA DI RIGIDEZZA DEL TELAIO IN C.C.A. AI SENSI DELLE NTC08 - §7.3.6.1



5. VERIFICHE DEI SOLAI SLU

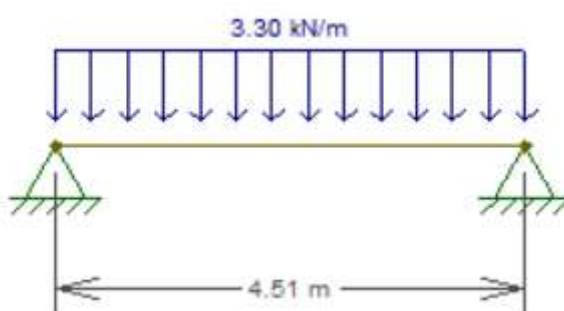
Nel seguito si riportano le sollecitazioni e le verifiche locali agli SLU dei solai.

Tutte le verifiche sono state condotte a favore di sicurezza nei confronti delle sollecitazioni più gravose a cui il solaio è sarà sottoposto.

Le verifiche risultano tutte soddisfatte.

5.1.1. VERIFICA SOLAIO DI COPERTURA

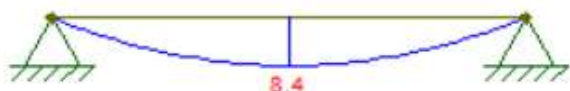
SCHEMA STATICO



$$Q = (\gamma_{G1} * G1 + \gamma_{G2} * G2 * \gamma_Q * Q) * i = (1.3 * 3.6 + 1.5 * 0.5 + 1.5 * 0.8) * 0.5 = 3.3 \text{ kN/m}$$

SOLLECITAZIONI

- MOMENTO

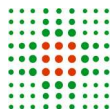


$$M_{Ed} = \frac{Q * L^2}{8} = \frac{3.3 * 4.51^2}{8} = 8.4 \text{ kNm}$$

- TAGLIO



$$V_{Ed} = \frac{Q * L}{2} = \frac{3.3 * 4.51}{2} = 7.4 \text{ kN}$$



RESISTENZE

Solaio Predalles armato inferiormente con 1Φ12 e privo di armature a taglio:

Titolo: _____

N° strati barre: 1 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	50	5
2	10	20

Sollecitazioni
S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
M_{Ed} 0 kNm
M_{yEd} 0 kNm

Materiali
B450C C30/37
ε_{su} 67,5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
f_{yd} 391,3 N/mm² ε_{cu} 3,5 ‰
E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 17 N/mm²
E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0,8
ε_{syd} 1,957 ‰ σ_{c,adm} 11,5 N/mm²
σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0,6933
τ_{c1} 2,029

P.to applicazione N
Centro Baricentro cls
Coord. [cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura
Lato acciaio - Acciaio snervato

M_{xRd} 9,6 kNm
σ_c -17 N/mm²
σ_s 391,3 N/mm²
ε_c 2,291 ‰
ε_s 67,5 ‰
d 22 cm
x 0,722 x/d 0,03282
δ 0,7

Tipo Sezione
Rettan.re Trapezi
a T Circolare
Rettangoli Coord.

Metodo di calcolo
S.L.U.+ S.L.U.-
Metodo n

Tipo flessione
Retta Deviata

N° rett. 100
Calcola MRd Dominio M-N
L₀ 0 cm Col. modello
☐ Precompresso

Elementi senza armatura a taglio
(rif. § 4.1.2.1.3.1 del DM 2008)

bw	100	mm
d	220	mm
γ _c	1,5	
C _{Rd,c}	0,1	
f _{ck}	30	N/mm ²
armatura sup. φ		mm
n. ferri		
armatura inf. φ	12	mm
n. ferri	1	
A _{sez}	71600	mm
ρ _x	0,005141	
ρ _l	0,005141	< 0,02
k	1,953463	< 2
v _{rd,c}	0,58	N/mm ²
v _{min}	0,52	N/mm ²
V_{Rd}	12,84	KN

$$M_{Rd} = 9.6 \text{ kNm}$$

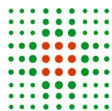
$$V_{Rd} = 12.8 \text{ kN}$$

VERIFICHE

- MOMENTO: $\frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} = \frac{8.4}{9.6} = 0.88 \leq 1$
- TAGLIO: $\frac{V_{Ed}}{V_{Rd}} = \frac{7.4}{12.8} = 0.58 \leq 1$

VERIFICA SODDISFATTA

VERIFICA SODDISFATTA



6. MATERIALI IMPIEGATI E PRESCRIZIONI COSTRUTTIVE

6.1. CONGLOMERATO CEMENTIZIO ARMATO

6.1.1.1. Calcestruzzo:

	Classe esposiz. ambientale	Classe di resistenza f_{ck}/R_{ck} [N/mm ²]	Classe di consistenza	Diametro max aggregati	Rapporto a/c	Coprif. Minimo [mm]
Magri di regolarizz.:	--	C12/15	--	--	--	--
Fondazioni:	XC2	C25/30	S4	32	0.60	30*
Elevazione: str. monod.:	XC3	C28/35	S4	32	0.55	30*
Solette e pareti:	XC3	C28/35	S4	19	0.55	30*

* salvo diversa indicazione per classe di resistenza al fuoco.

6.1.1.2. Armatura per c.c.a.: B450C

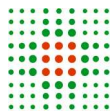
- Prescrizioni
- $1.15 \leq (f_t/f_y)_k < 1.35$
 - $(f_y/f_{yNOM})_k \leq 1.25$
 - Posa delle armature con distanziatori in plastica o fibrocemento

6.1.1. PRESCRIZIONI PER LA PROCEDURA DI POSA IN OPERA E PER I PROCESSI DI MATURAZIONE:

(Rif. UNI EN 13670-1:2001 e LINEE GUIDA PER LA MESSA IN OPERA DEL CLS STRUTTURALE)

Prescrizioni per la messa in opera del cls.:

- utilizzare aggregati non gelivi;
- verificare la corrispondenza al progetto della posizione delle casseforme e dei ferri d'armatura;
- verificare la posizione di eventuali inserti (giunti, water-stop, ecc.);
- verificare la corretta organizzazione ed esecuzione delle operazioni di getto, di protezione e di stagionatura del calcestruzzo;
- l'uso di additivi fluidificanti è consentito purché siano garantite le resistenze prescritte.



Prescrizioni nei confronti del ritiro del calcestruzzo:

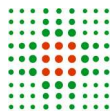
Per tutti i getti di elementi strutturali con dimensioni superiori a 30 ml, al fine di compensare gli effetti del ritiro del calcestruzzo dovranno essere messe in atto le seguenti prescrizioni:

Ritiro plastico (dal getto a fine presa):

- bagnare fino a saturazione le predalles e i casseri prima del getto;
- metodi di stagionatura del calcestruzzo da mettere in atto immediatamente dopo la compattazione del getto per almeno le 24 ore successive (i metodi sono in alternativa fra loro):
 - o bagnatura di tutte le superfici esposte all'aria (almeno ogni 30 minuti) con acqua nebulizzata;
 - o copertura della superficie con teli di plastica;
 - o copertura della superficie con teli (tessuto non tessuto o juta), precedentemente bagnati e da mantenere costantemente umidi;
 - o applicazione di prodotti stagionanti che formano una membrana protettiva (agenti di curing da rimuovere successivamente in corrispondenza di tutte le riprese di getto – pilastri, setti, pareti, solette, ...).

Ritiro igrometrico (dalla scasseratura in poi):

- adozione di una miscela di conglomerato cementizio con additivo antiritiro (tipo STABILMAC o EXPANCRETE) che garantisca un ritiro finale sulla struttura in c.c.a. non superiore a 0,01% (100 micron/m).



7. PIANO DI MANUTENZIONE DELL'OPERA

Il piano di manutenzione delle strutture ha lo scopo di prevedere, pianificare e programmare l'attività di manutenzione, al fine di mantenere nel tempo la funzionalità, le caratteristiche di qualità l'efficienza e il valore economico delle strutture di progetto.

Esso rappresenta lo strumento con cui l'utente si rapporta con le opere in esame, evitando comportamenti anomali che possano danneggiarne o comprometterne la durabilità e le caratteristiche e attuando interventi manutentori mediante impiego di metodologie confacenti a una gestione che coniughi economicità e durabilità del bene.

7.1. STRUTTURE IN C.C.A.

Descrizione e collocazione:

Vedasi elaborati grafici strutturali.

Livello minimo delle prestazioni:

Resistere ai carichi ed alle sollecitazioni previste in fase di progettazione.

Anomalie riscontrabili:

- efflorescenze e macchie,
- fessurazioni e crepe causate da ritiro plastico per essiccamento rapido,
- fessurazioni e crepe causate dalla penetrazione dell'acqua e dal fenomeno del suo gelo e disgelo,
- corrosione delle armature per carbonatazione o per cloruri,
- disgregazione del copriferro per azione espansiva dell'armatura ossidata,
- macchie per flusso di sali, polveri, inquinanti vari;
- presenza di quadro fessurativo che esuli dalle normali fessure dovute al ritiro, in quanto potenzialmente prodotto da fenomeni di dissesto dovuti a cedimenti differenziali.



7.1.1. CONTROLLI PERIODICI ED EVENTUALI INTERVENTI:

<u>Controlli</u>	<u>Periodicità</u>
Controllo visivo dell'opera di eventuali locali corrosioni dell'acciaio o di locali distacchi del copriferro.	Annuale
Controllo visivo di eventuali sistemi fessurativi che denunciino dissesti in atto.	Annuale

<u>Interventi eventuali</u>	<u>Risorse</u>
Ripristino dell'armatura metallica corrosa.	Vernici, malte e trattamenti specifici.
Pulizia, ripristino e consolidamento del calcestruzzo.	Malte antiritiro e trattamenti specifici.
In caso di sistemi fessurativi in evoluzione consultare un tecnico abilitato che ne determini le cause.	Tecnico incaricato.



8. RELAZIONI SPECIALISTICHE SUI RISULTATI SPERIMENTALI

8.1. RELAZIONE GEOLOGICA SULLE INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO

E' stata redatta una relazione geologica a firma del Dott. Geol. Anfrea Garbellini e datata 28 Novembre 2011 dal titolo:

"Verifiche di vulnerabilità sismica e indagini Diagnostiche sulle strutture murarie e in cemento Armato presso il complesso dell'ospedale f.lli Borselli di bondeno (FE)".

La relazione geologica riporta i risultati derivanti da n.2 prove penetrometriche statiche (CPT), una prova tomografica (HVSr) e una prova sismica attiva (MASW) eseguite all'interno dell'area del complesso ospedaliero.

In particolare la stratigrafia risulta essere la seguente:

Profondità (m)	Comportamento meccanico	Unità	Rp (kg/cm ²)		γ (ton/m ³)	Cu (kg/cm ²)		φ (°)		M (kg/cm ²)		OCR
			Rp range	Rp media		Cu range	Cu media	φ range	φ media	M range	M media	
0 - 0,6	Le caratteristiche geotecniche non sono significative											
0,6 - 1,3/1,6	granulare	A	50 - 110	56	1,7	-	-	32 - 34	33	150 - 300	168	-
1,3/1,6 - 3/4,2	granulare / coesivo	B	18 - 42	23	1,7 - 1,8	> 0,7	-	28 - 30	28	50 - 120	72	-
3/4,2 - 15,5/17,5	coesivo	C	8 - 18	13	1,89	0,4 - 0,65	0,53	-	-	30 - 60	44	1 - 4
15,5/17,5 - 19	granulare	D	25 - 90	43	1,91	-	-	28 - 35	30	70 - 300	108	-

Inoltre la relazione geologica riporta:

"La presenza d'acqua è stata rilevata nei fori di prova delle CPT alla profondità di 3.4 m (CPT2) e 4.3 m (CPT1). Nelle elaborazioni dei parametri geotecnici tutti i terreni sono stati considerati, cautelativamente, saturi d'acqua oltre le quote piezometriche rilevate."



8.2. RELAZIONE GEOTECNICA SULLE INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE DEL VOLUME SIGNIFICATIVO DI TERRENO

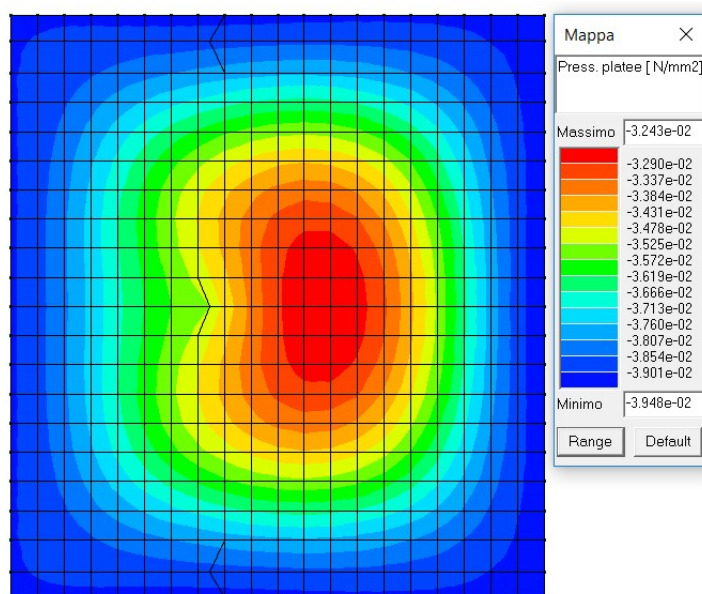
Si riporta il calcolo della portata del terreno utilizzando la formulazione di Brich-Hansen

ipotesi iniziali	Metodo di calcolo			stati limite
	Si desidera tenere in considerazione l'effetto stabilizzante dovuto alla resistenza a taglio mobilitabile lungo la superficie di scorrimento?			no
	Approccio da utilizzare nel caso di stati limite			2
parametri geotecnici del terreno (valori caratteristici)	ϕ'	28	=	0,488692191 rad
	c'_k	0	kPa	
	c_{uk}	400	kPa	
	γ	17	kN/m ³	
geometria della fondazione	B	9	m	larghezza
	D	1,2	m	profondità dal p. c.
	L	9,9	m	lunghezza
presenza di componente orizzontale H e verticale N	H	0	kN	componente orizzontale
	N	0	kN	componente verticale
	m	1,111		
calcolo dei fattori della formula di Brich-Hansen condizioni drenate	N_γ	16,717		
	S_γ	1,252		
	i_γ	1,000		
	b_γ	1,000		
	g_γ	1,000		
	q	20,400	kPa	
	N_q	14,720		
	S_q	1,252		
	d_q	1,000		
	i_q	1,000		
	b_q	1,000		
	g_q	1,000		
	c'	0,000	kPa	
	N_c	25,803		
	S_c	1,504		
	d_c	1,000		
	i_c	1,000		
	b_c	1,000		
	g_c	1,000		
calcolo dei fattori della formula di Brich-Hansen condizioni non drenate	q	20,400	kPa	
	c_u	400,000	kPa	
	N^0_c	5,142		
	S^0_c	1,182		
	d^0_c	1,053		
	i^0_c	1,000		
	b^0_c	1,000		
	g^0_c	1,000		



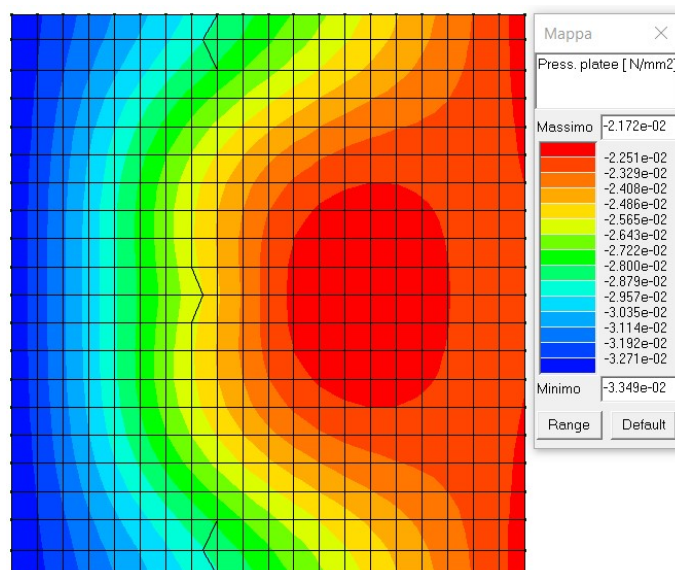
		NTC 2008	
		APPROCCIO 2	
		Rd	
		kPa	kg/cm ²
CONDIZIONI DRENATE		859,5	8,59
CONDIZIONI NON DRENATE		1122,0	11,22

Nelle immagini seguenti si riporta la pressione massima sul terreno che risulta essere minore della capacità resistente e pertanto le verifiche sono soddisfatte.



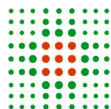
$$\text{Combinazione statica: } p_{terr} = 0,39 \frac{kg}{cmq} < p_{lim} 8,59 \frac{kg}{cmq}$$

VERIFICA SODDISFATTA



$$\text{Combinazione sismica: } p_{terr} = 0,33 \frac{kg}{cmq} < p_{lim} = 8,59 \frac{kg}{cmq}$$

VERIFICA SODDISFATTA



8.3. RELAZIONE SULLA MODELLAZIONE SISMICA CONCERNENTE LA “PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE” DEL SITO DI COSTRUZIONE

Si rimanda al paragrafo “*Parametri di progetto e azioni sulla costruzione*”.