

S.p.A.

DIREZIONE CENTRALE PROGRAMMAZIONE PROGETTAZIONE

PA 12/09

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO - NORD EUROPA

ITINERARIO AGRIGENTO - CALTANISSETTA - A19

S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE"

AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001

Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19

PROGETTO ESECUTIVO

Contraente Generale:



IMPIANTI TECNOLOGICI

DOCUMENTI GENERALI

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE - CABINA ELETTRICA K4-K5

Codice Unico Progetto (CUP) : F91B09000070001

Codice Elaborato:

PA12_09 - E 0 0 0 I S 2 0 0 I S 0 1 K C L 0 0 4 A

Scala: --

F																			
E																			
D																			
C																			
B																			
A	Aprile 2011	EMISSIONE				R. TARSÌ	G. MONORCHIO	M. LITI	P. PAGLINI										
REV.	DATA	DESCRIZIONE				REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	AUTORIZZATO										
Responsabile del procedimento:		Ing. MAURIZIO ARAMINI																	

Il Progettista:



Il Consulente Specialista:



Il Geologo:



Il Coordinatore per la sicurezza in fase di progetto:



Il Direttore dei lavori:



	<p style="text-align: center;">CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO – CALTANISSETTA – A19 S.S. N. 640 DI PORTO EMPEDOCLE AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5/11/2001 DAL KM 44+400 ALLO SVINCOLO CON L'A19 PROGETTO ESECUTIVO</p>	<p style="text-align: center;">Rev. 0</p>
	<p style="text-align: center;">RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE – CABINA ELETTRICA K4-K5</p>	<p style="text-align: center;">Pag. 1 di 17</p>

INDICE

1	PREMESSA	2
2	DESCRIZIONE DELLE STRUTTURE.....	2
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	2
4	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI IMPIEGATI.....	3
4.1	Caratterizzazione geotecnica.....	4
5	DESCRIZIONE CODICE DI CALCOLO	4
6	VALIDAZIONE DEL CALCOLO-INFORMAZIONI SULL'ELABORAZIONE, ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI	5
7	METODO DI ANALISI E CRITERI DI VERIFICA.....	5
8	AZIONI SULLA STRUTTURA	6
8.1	Carichi agenti	7
8.2	Casi di carico	7
9	AZIONI VERIFICA STRUTTURA CABINA ELETTRICA	9

	<p style="text-align: center;">CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO – CALTANISSETTA – A19 S.S. N. 640 DI PORTO EMPEDOCLE AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5/11/2001 DAL KM 44+400 ALLO SVINCOLO CON L'A19 PROGETTO ESECUTIVO</p>	<p style="text-align: center;">Rev. 0</p>
	<p style="text-align: center;">RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE – CABINA ELETTRICA K4-K5</p>	<p style="text-align: center;">Pag. 2 di 17</p>

1 Premessa

La presente relazione ha come oggetto la descrizione, il calcolo e la verifica della struttura in c.a.o. gettata in opera relativa alla cabina elettrica di Tipo 2 nell'ambito dell' ammodernamento e adeguamento alla cat. B del D.M. 5.11.2001, dal Km. 44+400 allo svincolo col la A 19, della S.S. N° 640 di "Porto Empedocle".

2 Descrizione delle strutture

La progettazione esecutiva, riguarderà sostanzialmente la realizzazione di una struttura in c.a.o. costituita da una fondazione di tipo diretto, pilastri e travi di copertura.

3 Normativa di riferimento

Il calcolo delle strutture è stato eseguito nell'osservanza delle normative che attualmente disciplinano, la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere in c.a.o., c.a.p. e in carpenteria metallica, in particolare:

- **Legge N.1086 del 05/11/1971** – “Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica”;
- **Decreto Ministero dei LL.PP. del 16/01/1996** – “Norme tecniche relative ai «Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e dei sovraccarichi»”;
- **Circolare Ministero dei LL.PP. del 04/07/1996 n. 156AA.GG/STC** – “Istruzioni per l'applicazione delle “Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e dei sovraccarichi” (D.M. del 16/01/1996);
- **Decreto Ministero dei LL.PP. del 09/01/1996** – “Norme tecniche per il calcolo l'esecuzione e il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche”;
- **Circolare Ministero dei LL.PP. del 15/10/1996 n. 252** – “Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche” (D.M. del 09/01/1996);
- **D.M. 11/03/1988** – “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”;
- **Circolare ministeriale LL.PP. del 24/09/88 n.30483** - Istruzioni per l'applicazione delle “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione” (D.M. del 11/03/88).

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO – CALTANISSETTA – A19 S.S. N. 640 DI PORTO EMPEDOCLE AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5/11/2001 DAL KM 44+400 ALLO SVINCOLO CON L'A19 PROGETTO ESECUTIVO	Rev. 0
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE – CABINA ELETTICA K4-K5	Pag. 3 di 17

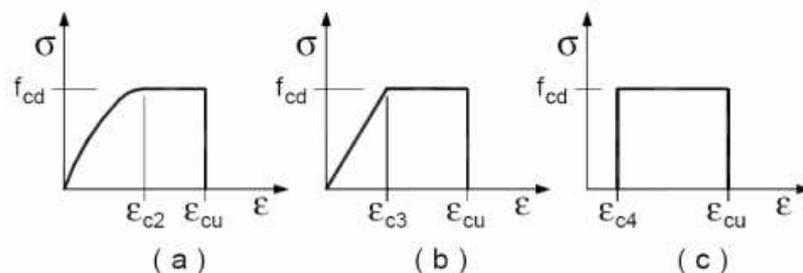
- *D.M. 14.01.2008 (nuove norme tecniche per le costruzioni)*
- *Circolare 02 febbraio 2009 n. 617/C.S.LL.PP.*

4 Caratteristiche dei materiali impiegati

Per la realizzazione dell'opera in oggetto saranno impiegati i seguenti materiali, di cui si riportano nell'ordine le proprietà meccaniche adottate nel calcolo elastico e le resistenze di calcolo per le verifiche di sicurezza:

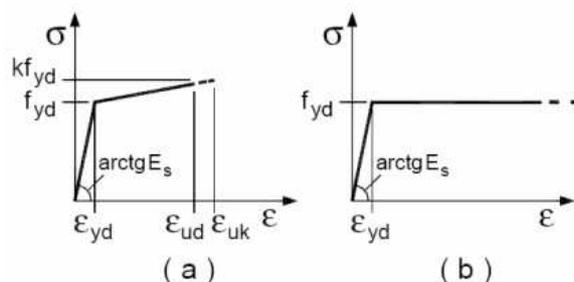
Descrizione	Modulo E	ν	Dilataz. term.	γ
	MPa		1/°C	kg/mc
C28/35	3.37E04	0.13	1e-005	2500.0
Acciaio	2E06	0.30	1e-005	7850

I diagrammi costitutivi del calcestruzzo e dell'acciaio per calcestruzzo sono stati adottati in conformità alle indicazioni riportate al punto 4.1.2.1.2.2 del D.M. 14 gennaio 2008; in particolare per le verifiche delle sezioni in calcestruzzo armato è stato adottato il modello di calcestruzzo riportato in a) della figura seguente



Diagrammi di calcolo tensione/deformazione del calcestruzzo

ed il modello di acciaio riportato in a) o b) della figura seguente



Diagrammi di calcolo tensione/deformazione dell'acciaio per calcestruzzo.

La resistenza di calcolo è data da f_{yk}/γ_f . Il coefficiente di sicurezza è γ_f .

Tutti i materiali impiegati dovranno essere comunque verificati con opportune prove di laboratorio secondo le prescrizioni della vigente Normativa. Riguardo ai coefficienti di sicurezza

	<p style="text-align: center;">CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO – CALTANISSETTA – A19 S.S. N. 640 DI PORTO EMPEDOCLE AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5/11/2001 DAL KM 44+400 ALLO SVINCOLO CON L'A19 PROGETTO ESECUTIVO</p>	<p style="text-align: center;">Rev. 0</p>
	<p style="text-align: center;">RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE – CABINA ELETTRICA K4-K5</p>	<p style="text-align: center;">Pag. 4 di 17</p>

parziali, alle deformazioni del calcestruzzo e dell'acciaio per modello incrudente si faccia riferimento ai criteri di progetto e verifica nella sezione "Verifica Elementi Strutturali".

4.1 Caratterizzazione geotecnica

In funzione di quanto desunto dalle indagini geologiche/geotecniche effettuate sarà considerato, in modo cautelativo, un valore della capacità portante ammissibile del terreno in cui sorgeranno le opere di cui al par. 2, pari a $\sigma = 1.0 \text{ Kg/cm}^2$. Costante di sottofondo $K1 = 7.2 \text{ [kgf/cm]} = 72 \text{ (N/cm)}$.

5 Descrizione codice di calcolo

Il modello di calcolo assunto è di tipo spaziale e l'analisi condotta è una Analisi Elastica Lineare, esso è fondamentalemente definito dalla posizione dei nodi collegati da elementi di tipo Beam o elementi di tipo shell a comportamento sia flessionale che membranale, l'elemento finito shell utilizzato è anche in grado di esprimere una rigidità rotazionale in direzione ortogonale al piano dello shell.

L'analisi sismica utilizzata è l'analisi modale con Combinazione Quadratica Completa degli effetti del sisma. Il modello è stato analizzato sia per le combinazioni dei carichi verticali sia per le combinazioni di carico verticale e sisma. Un particolare chiarimento richiede la definizione delle masse nell'analisi sismica. Pur avendo considerato il modello con impalcati rigidi non si rende necessario calcolare il modello con la metodologia del MASTER-SLAVE, in quanto gli impalcati rigidi sono stati modellati con elementi di tipo shell a comportamento membranale in corrispondenza dei campi di solaio. Per ottenere tale modellazione il programma inserisce in automatico elementi di tipo shell a comportamento membranale in corrispondenza del campo di solaio intercluso tra una maglia di travi, la loro rigidità membranale è sufficientemente alta da rendere il campo di solaio rigido nel proprio piano, ma tale da non mal condizionare la matrice di rigidità della struttura. Qualora una maglia di travi non è collegata da solaio lo shell non viene inserito rendendo tale campo libero di deformarsi con il solo vincolo dato dalle travi. La loro rigidità flessionale è trascurabile rispetto a quella degli elementi che contornano il campo, per cui lo shell impone un vincolo orizzontale solo nel piano dell'impalcato tra i nodi collegati, quindi non è necessario definire preventivamente definire il centro di massa e momento d'inerzia delle masse, questo perché le masse sono trasferite direttamente nei nodi del modello (modello Lumped Mass) dal codice di calcolo, il metodo per calcolare le masse nei nodi può essere quello per aree di influenza, ma questa richiederebbe l'intervento diretto dell'operatore; il codice di calcolo utilizza una metodologia leggermente più raffinata per tener conto del fatto che su un elemento il carico portato non è uniforme, quindi il codice di calcolo considera i carichi presenti sull'asta che sono stati indicati come quelli che contribuiscono alla formazione della massa e calcola le reazioni di incastro perfetto verticali, tali reazioni divise per l'accelerazione di gravità g danno il contributo dell'elemento alla massa del nodo, sommando i contributi di tutti gli elementi che convergono nel nodo si ottiene la massa complessiva nel nodo; per gli elementi shell invece si utilizza il metodo delle aree di influenza ossia in ognuno dei 3 oppure 4 nodi che definiscono lo shell si assegna $1/3$ oppure $1/4$ del peso dello shell e $1/3$ oppure $1/4$ dell'eventuale carico variabile ridotto, sommando su tutti gli shell che convergono nel nodo si ottiene la massa da assegnare al nodo.

	<p style="text-align: center;">CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO – CALTANISSETTA – A19 S.S. N. 640 DI PORTO EMPEDOCLE AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5/11/2001 DAL KM 44+400 ALLO SVINCOLO CON L'A19 PROGETTO ESECUTIVO</p>	Rev. 0
	<p style="text-align: center;">RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE – CABINA ELETTRICA K4-K5</p>	Pag. 5 di 17

6 Validazione del calcolo-informazioni sull'elaborazione, accettabilità dei risultati

Di seguito si riportano alcuni dati significativi del calcolo in base ai quali si ritiene che il codice di calcolo è affidabile ed i risultati accettati dal progettista.

Valutando a mano il peso complessivo della struttura è possibile determinare la massa sismica moltiplicandola per il valore dello spettro corrispondente al periodo fondamentale si dovrebbe trovare un tagliante vicino a quello di calcolo, analogamente moltiplicando i vari pesi per i relativi coefficienti di combinazione si dovrebbe trovare un valore pressochè uguale a alle reazioni verticali totali (reazioni dei nodi + reazioni del terreno).

Sono stati confrontati i dati scaturiti dal presente calcolo con quelli che vengono fuori dal calcolo effettuato con il sistema delle tensioni ammissibili, sono state effettuate verifiche di equilibrio tra reazioni vincolari e carichi applicati e comparazioni tra i risultati.

La valutazione sulla correttezza dei dati in ingresso e sulla accuratezza dei risultati è stata effettuata sia mediante le visualizzazioni grafiche del post processore sia mediante il controllo dei tabulati numerici. La verifica che la soluzione ottenuta non sia viziata da errori di tipo numerico, legati all'algoritmo risolutivo ed alle caratteristiche dell'elaboratore, è stata effettuata considerando che il numero di cifre significative utilizzate nei procedimenti numerici è 16, e che all'interno della matrice di rigidezza il rapporto tra il pivot massimo e minimo è: 0.000000e+000. Tale valore è accettabile quando risulta minore di 10 elevato al numero di cifre significative. Nel caso dell'elaborazione in oggetto si ha:

$$\text{Max/Min}=0.000000\text{e}+000 < 1.000000\text{e}+016$$

Pertanto i risultati si ritengono accettabili per quanto riguarda la correttezza del calcolo automatico.

7 Metodo di analisi e criteri di verifica

Di seguito si riportano alcuni dati significativi del calcolo in base ai quali si ritiene che il codice di calcolo è affidabile ed i risultati accettati dal progettista.

Il calcolo delle azioni sismiche è stato eseguito in analisi dinamica modale, considerando il comportamento della struttura in regime elastico lineare. La masse sono applicate nei nodi del modello queste vengono generate attraverso i carichi agenti sulle membrature che collegano i nodi come la massa relativa alla azione di incastro perfetto del carico considerato. La risposta massima di una generica caratteristica E, conseguente alla sovrapposizione dei modi, è valutata con la tecnica della combinazione probabilistica definita CQC (Complete Quadratic Combination - Combinazione Quadratica Completa):

$$E = \sqrt{\sum_{i,j=1,n} \rho_{ij} \cdot E_i \cdot E_j}$$

con:

$$\rho_{ij} = \frac{8\xi^2 \cdot (1 + \beta_{ij}) \cdot \beta_{ij}^{\frac{3}{2}}}{(1 - \beta_{ij}^2)^2 + 4\xi^2 \cdot \beta_{ij} \cdot (1 + \beta_{ij}^2)} \quad \beta_{ij} = \frac{\omega_i}{\omega_j}$$

	<p style="text-align: center;">CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO – CALTANISSETTA – A19 S.S. N. 640 DI PORTO EMPEDOCLE AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5/11/2001 DAL KM 44+400 ALLO SVINCOLO CON L'A19 PROGETTO ESECUTIVO</p>	<p style="text-align: center;">Rev. 0</p>
	<p style="text-align: center;">RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE – CABINA ELETTRICA K4-K5</p>	<p style="text-align: center;">Pag. 6 di 17</p>

dove:

n è il numero di modi di vibrazione considerati;

ξ è il coefficiente di smorzamento viscoso equivalente espresso in percentuale;

β_{ij} è il rapporto tra le frequenze di ciascuna coppia $i-j$ di modi di vibrazione.

Le sollecitazioni derivanti da tali azioni sono state calcolate per varie posizioni dei baricentri delle masse e composte secondo combinazioni di posizioni prestabilite, come riportato in seguito, il risultato di tali combinazioni sono state composte poi con quelle derivanti da carichi non sismici secondo le varie combinazioni di carico probabilistiche. Per tener conto della eccentricità accidentale delle masse si sono considerate varie posizioni delle masse ad ogni impalcato modificando la posizione del baricentro di una distanza, rispetto alla posizione originaria, come percentuale della dimensione della struttura nella direzione considerata. Le azioni risultanti dai calcoli per le varie posizioni delle masse, in fase di verifica vengono combinati al fine di ottenere le azioni più sfavorevoli; di seguito vengono riportate sia le posizioni che le combinazioni delle masse, le due tabelle vanno lette nel seguente modo:

- la prima indica la percentuale delle dimensione della struttura secondo cui viene spostato il baricentro ad ogni impalcato la percentuale è assegnata nelle due direzioni ortogonali secondo cui agisce il sisma, per ognuna di tali posizioni è eseguito un calcolo modale della struttura;
- la seconda tabella è usata in fase di verifica per la valutazione dell'azione sismica nel seguente modo l'effetto del sisma in una direzione è combinato con quello ortogonale di un'altra posizione con i fattori specificati nelle due colonne.

Si è considerato un numero di modi di vibrazione sufficiente ad eccitare almeno l'85% della massa sismica in ogni posizione delle masse, di seguito si riportano i risultati salienti dell'analisi modale sia per il calcolo allo Stato Limite Ultimo che per quello di Esercizio.

8 Azioni sulla struttura

I calcoli e le verifiche sono condotti con il metodo semiprobabilistico degli stati limite secondo le indicazioni del D.M. 14 gennaio 2008. I carichi agenti sui solai, derivanti dall'analisi dei carichi, vengono assegnati alle aste in modo automatico in relazione all'influenza delle diverse aree di carico. I carichi dovuti ai tamponamenti, sia sulle travi di fondazione che su quelle di piano, sono schematizzati come carichi lineari agenti esclusivamente sulle aste. In presenza di platee il tamponamento è inserito considerando delle speciali aste (aste a sezione nulla) che hanno la sola funzione di riportare il carico su di esse agente nei nodi degli elementi della platea ad esse collegati. Su tutti gli elementi strutturali è inoltre possibile applicare direttamente ulteriori azioni concentrate e/o distribuite. Le azioni introdotte direttamente sono combinate con le altre (carichi permanenti, accidentali e sisma) mediante le combinazioni di carico di seguito descritte; da esse si ottengono i valori probabilistici da impiegare successivamente nelle verifiche.

I solai, oltre a generare le condizioni di carico per carichi fissi e variabili, generano anche altre condizioni di carico che derivano dal carico accidentale moltiplicati per i relativi coefficienti da utilizzare per le varie combinazioni di carico e per la determinazione delle masse sismiche.

	<p style="text-align: center;">CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO – CALTANISSETTA – A19 S.S. N. 640 DI PORTO EMPEDOCLE AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5/11/2001 DAL KM 44+400 ALLO SVINCOLO CON L'A19 PROGETTO ESECUTIVO</p>	<p style="text-align: center;">Rev. 0</p>
	<p style="text-align: center;">RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE – CABINA ELETTRICA K4-K5</p>	<p style="text-align: center;">Pag. 7 di 17</p>

8.1 Carichi agenti

Si riportano di seguito i carichi agenti sia sulla platea di fondazione dei locali tecnici.

Pesi propri, permanenti portati:

- permanente portato copertura locali tecnici.....350 kg/m².

Accidentali:

- copertura.....150 kg/m².

8.2 Casi di carico

Definite la strutture, i carichi sono stati applicati e raggruppati, in prima fase in opportune “condizioni di carico” poi a loro volta combinate tra loro a generare i “Casi di Carico”.

Condizione di carico 1 – Peso proprio fondazione

I carichi relativi ai pesi propri strutturali della fondazione, sono stati applicati rispettivamente agli elementi in esame, in relazione alla loro effettiva sezione.

Condizione di carico 2 – Permanente portato

Nella presente condizione, compare l’incidenza di carico a metro quadro, derivante dai pannelli portanti prefabbricati della cabina elettrica.

Condizione di carico 3 – Peso proprio copertura

Nella soletta di copertura, è stato previsto il relativo peso proprio e il permanente portato.

Condizione di carico 4 – Sovraccarico locali tecnici

Sulla fondazione, è stato previsto il relativo sovraccarico accidentale derivante dai macchinari elettrici posti all’interno della cabina.

Condizione di carico 5 – Sovraccarico accidentale copertura (neve)

Nella soletta di copertura, è stato previsto il relativo carico neve.

➤ Strutture in elevazione

Condizione di carico 1 – Peso proprio struttura

I carichi relativi ai pesi propri strutturali della fondazione e delle strutture in elevazione (setti, soletta copertura), sono stati applicati rispettivamente agli elementi in esame, in relazione alla loro effettiva sezione.

Condizione di carico 2 – Permanente portato

Nella presente condizione, compare l’incidenza di carico a metro quadro, derivante dai carichi permanenti.

	<p align="center">CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO – CALTANISSETTA – A19 S.S. N. 640 DI PORTO EMPEDOCLE AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5/11/2001 DAL KM 44+400 ALLO SVINCOLO CON L'A19 PROGETTO ESECUTIVO</p>	Rev. 0
	<p align="center">RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE – CABINA ELETTRICA K4-K5</p>	Pag. 8 di 17

Condizione di carico 3 – Sovraccarico accidentale

Sulla fondazione, è stato previsto il relativo sovraccarico accidentale derivante dai macchinari elettrici.

Condizione di carico 5 – Sovraccarico accidentale copertura (neve)

Nella soletta di copertura, è stato previsto il relativo carico neve.

Condizione di carico 6 – Sovraccarico accidentale (vento)

Ai setti perimetrali, sono stati applicate gli effetti del vento lungo una direzione X (telaio piano ZX), che generano pressioni e depressioni a seconda della parete investita.

Le condizioni di carico sopra elencate sono state quindi combinate tra loro individuando i seguenti casi di carico:

Scenari di calcolo

Scenario : SetComb1NT

Combinazione	Sisma	Spettro	F.Sisma	α	Cond.Carico	Fatt. cv.	Attiva	Massa	Fattore m.
1) SLU									
					Peso Proprio	1.4	Si	Si	1
					QP Solai	1.4	Si	Si	1
					QV Solai	1.5	Si	No	1
					QV Solai Ridotti	1	No	No	1
					QV Masse Solai	1	No	Si	1
					Tamponamenti	1.4	Si	Si	1
2) SLE rara	SLE Rara								
					Peso Proprio	1	Si	Si	1
					QP Solai	1	Si	Si	1
					QV Solai	1	Si	No	1
					QV Solai Ridotti	1	No	No	1
					QV Masse Solai	1	No	Si	1
					Tamponamenti	1	Si	Si	1
3) SLE freq.	SLE Freq.								
					Peso Proprio	1	Si	Si	1
					QP Solai	1	Si	Si	1
					QV Solai	0.5	Si	No	1
					QV Solai Ridotti	1	No	No	1
					QV Masse Solai	1	No	Si	1
					Tamponamenti	1	Si	Si	1
4) SLE q.perm.	SLE Q.Perm.								
					Peso Proprio	1	Si	Si	1
					QP Solai	1	Si	Si	1
					QV Solai	0.3	Si	No	1
					QV Solai Ridotti	1	No	No	1
					QV Masse Solai	1	No	Si	1

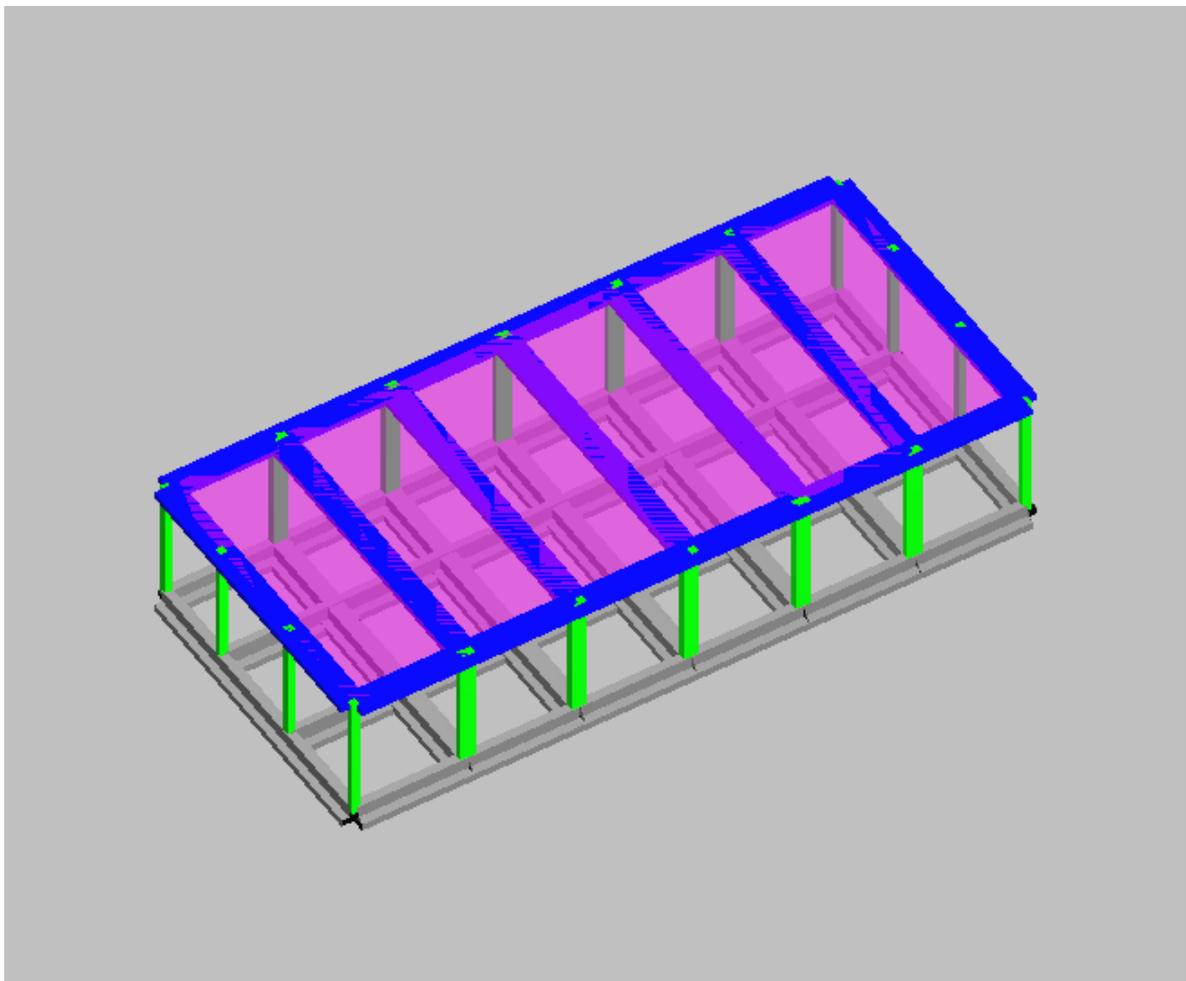
	<p align="center">CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO – CALTANISSETTA – A19 S.S. N. 640 DI PORTO EMPEDOCLE AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5/11/2001 DAL KM 44+400 ALLO SVINCOLO CON L'A19 PROGETTO ESECUTIVO</p>	Rev. 0
	<p align="center">RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE – CABINA ELETTRICA K4-K5</p>	Pag. 9 di 17

Combinazione	Sisma	Spettro	F.Sisma	α	Cond.Carico	Fatt. cv.	Attiva	Massa	Fattore m.
					Tamponamenti	1	Si	Si	1
5) Sisma X	Modale	Spettro	1	0					
					Peso Proprio	1	Si	Si	1
					QP Solai	1	Si	Si	1
					QV Solai	1	No	No	1
					QV Solai Ridotti	1	Si	No	1
					QV Masse Solai	1	No	Si	1
					Tamponamenti	1	Si	Si	1
6) Sisma Y	Modale	Spettro	1	9 0					
					Peso Proprio	1	Si	Si	1
					QP Solai	1	Si	Si	1
					QV Solai	1	No	No	1
					QV Solai Ridotti	1	Si	No	1
					QV Masse Solai	1	No	Si	1
					Tamponamenti	1	Si	Si	1

9 Azioni Verifica struttura cabina elettrica

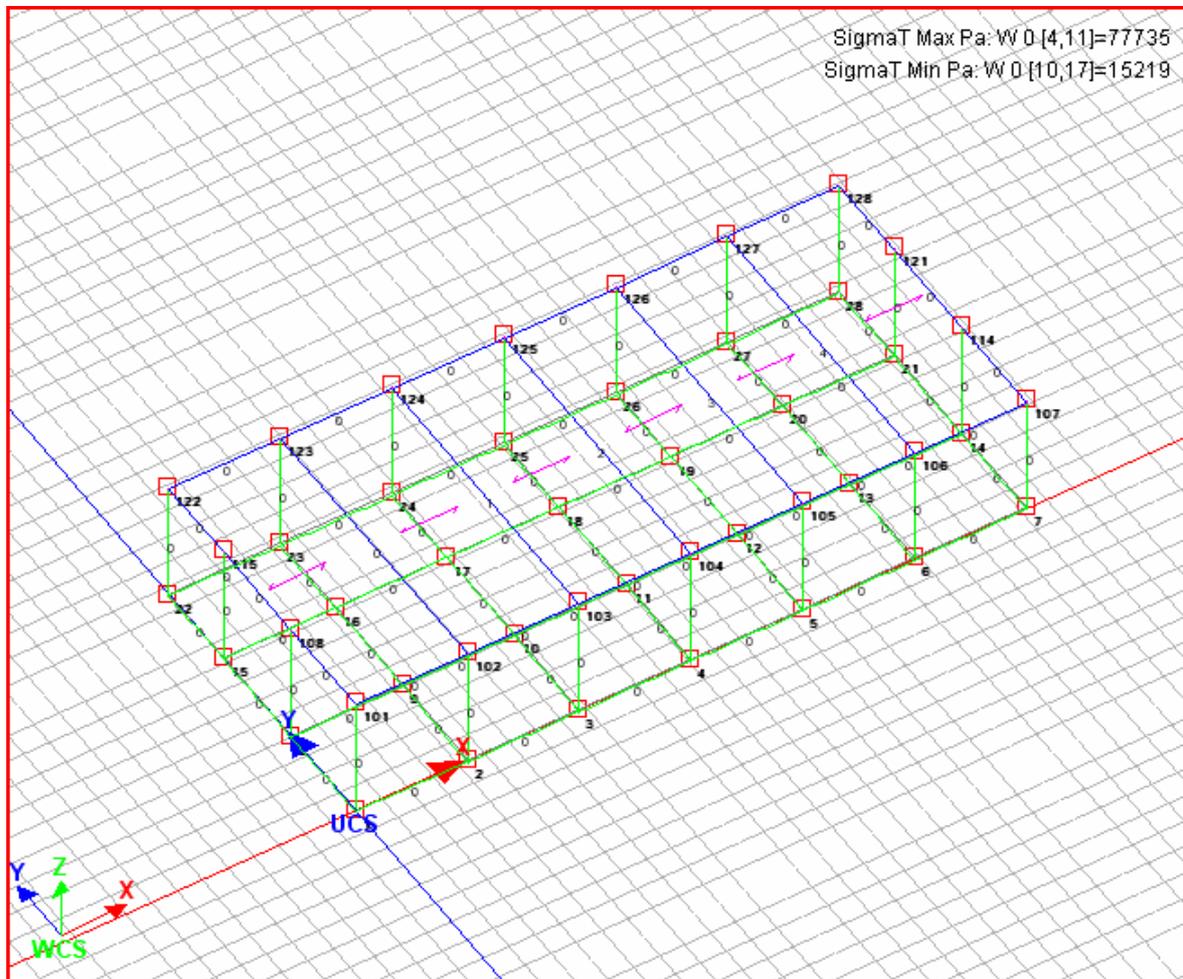
I calcoli e le verifiche sono condotti con il metodo semiprobabilistico degli stati limite secondo le indicazioni del D.M. 14 gennaio 2008.

	<p style="text-align: center;">CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO – CALTANISSETTA – A19 S.S. N. 640 DI PORTO EMPEDOCLE AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5/11/2001 DAL KM 44+400 ALLO SVINCOLO CON L'A19 PROGETTO ESECUTIVO</p>	<p style="text-align: center;">Rev. 0</p>
	<p style="text-align: center;">RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE – CABINA ELETTRICA K4-K5</p>	<p style="text-align: center;">Pag. 10 di 17</p>



Modellazione tridimensionale struttura in c.a.

	CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO – CALTANISSETTA – A19 S.S. N. 640 DI PORTO EMPEDOCLE AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5/11/2001 DAL KM 44+400 ALLO SVINCOLO CON L'A19 PROGETTO ESECUTIVO	Rev. 0
	RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE – CABINA ELETTRICA K4-K5	Pag. 11 di 17



Andamento pressioni contatto travi-terreno

Risultati Analisi Dinamica - Massime tensioni sul terreno aste

Asta	N.in.	N.fin.	0/5	1/5	2/5	3/5	4/5	5/5
			Pa	Pa	Pa	Pa	Pa	Pa
0	1	8	31260(0)	28827(0)	26966(0)	25666(0)	24772(0)	23993(0)
0	15	16	26499(0)	23194(0)	20094(0)	17390(0)	15155(0)	14097(1)
0	16	17	14097(1)	13606(5-II)	13379(5-II)	13365(5-II)	13526(5-II)	13801(5-II)
0	15	22	24351(0)	25200(0)	26113(0)	27270(0)	28776(0)	30659(0)
0	14	21	29420(0)	28897(0)	28531(0)	28487(0)	28780(0)	29278(0)
0	17	24	15319(0)	18941(0)	23621(0)	29309(0)	35906(0)	43222(0)
0	13	14	17654(0)	18431(0)	19829(0)	21801(0)	24232(0)	26897(0)
0	17	18	13801(5-II)	13678(5-II)	13620(5-II)	13651(5-II)	13768(5-II)	13943(5-II)
0	1	2	32230(0)	34404(0)	37293(0)	40918(0)	44955(0)	48683(0)
0	13	20	16294(0)	14299(0)	13412(0)	13629(0)	14983(0)	17543(0)
0	12	13	16514(0)	16244(0)	16146(0)	16299(0)	16778(0)	17654(0)

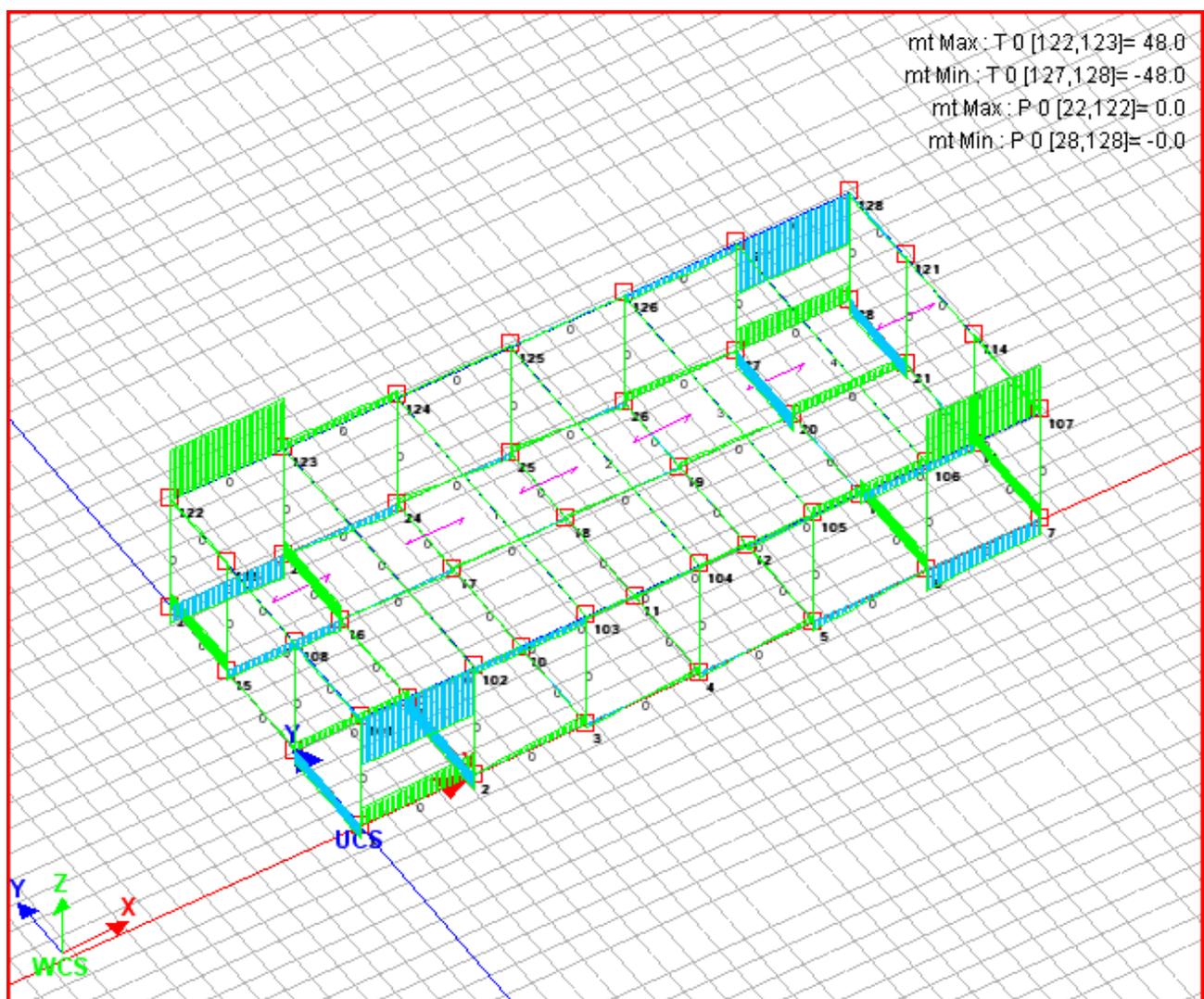
CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO – CALTANISSETTA – A19 S.S. N. 640 DI PORTO EMPEDOCLE AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5/11/2001 DAL KM 44+400 ALLO SVINCOLO CON L'A19 PROGETTO ESECUTIVO		Rev. 0
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE – CABINA ELETTRICA K4-K5		Pag. 12 di 17

Asta	N.in.	N.fin.	0/5	1/5	2/5	3/5	4/5	5/5
0	18	25	15480(0)	19064(0)	23696(0)	29340(0)	35905(0)	43210(0)
0	12	19	13549(0)	11316(0)	10366(0)	10669(0)	12261(0)	15243(0)
0	11	12	16713(0)	16542(0)	16424(0)	16374(0)	16401(0)	16514(0)
0	27	28	38988(5-I)	36442(5-I)	34108(5-I)	32469(5-I)	31678(5-I)	31566(5-I)
0	18	19	13943(5-II)	13788(5-II)	13685(5-II)	13670(5-II)	13751(5-II)	13905(5-II)
0	2	9	42113(0)	34464(0)	27684(0)	21988(0)	17444(0)	14039(0)
0	11	18	13798(0)	11574(0)	10624(0)	10922(0)	12508(0)	15480(0)
0	19	26	15243(0)	18845(0)	23502(0)	29166(0)	35738(0)	43025(0)
0	10	11	16514(0)	16401(0)	16374(0)	16424(0)	16542(0)	16713(0)
0	10	17	13613(0)	11380(0)	10431(0)	10736(0)	12332(0)	15319(0)
0	19	20	13905(5-II)	13676(5-II)	13558(5-II)	13619(5-II)	13898(5-II)	14407(5-II)
0	9	10	17654(0)	16778(0)	16299(0)	16146(0)	16244(0)	16514(0)
0	9	16	14039(0)	12194(0)	11413(0)	11693(0)	13071(0)	15614(0)
0	2	3	48683(0)	48892(0)	49076(0)	49820(0)	51188(0)	52717(0)
0	20	27	17543(0)	20152(0)	23688(0)	28103(0)	33295(0)	39074(0)
0	8	9	26897(0)	24232(0)	21801(0)	19829(0)	18431(0)	17654(0)
0	20	21	14407(5-II)	15155(0)	17390(0)	20094(0)	23194(0)	26499(0)
0	8	15	23993(0)	23801(0)	23646(0)	23699(0)	23978(0)	24351(0)
0	26	27	41174(5-I)	39884(5-I)	38951(5-I)	38648(5-I)	38838(5-I)	38988(5-I)
0	7	14	29169(0)	28204(0)	27798(0)	27971(0)	28597(0)	29420(0)
0	21	28	29278(0)	28632(0)	28104(0)	27851(0)	27955(0)	28423(0)
0	3	10	43585(0)	35250(0)	27920(0)	21829(0)	17058(0)	13613(0)
0	6	7	48683(0)	44955(0)	40918(0)	37293(0)	34404(0)	32230(0)
0	6	13	39459(0)	32817(0)	27013(0)	22281(0)	18707(0)	16294(0)
0	22	23	30086(5-I)	30443(5-I)	31516(5-I)	33343(5-I)	35649(5-I)	37826(5-I)
0	5	6	52717(0)	51188(0)	49820(0)	49076(0)	48892(0)	48683(0)
0	23	24	37826(5-I)	37494(5-I)	37447(5-I)	37997(5-I)	39069(5-I)	40193(5-I)
0	5	12	43389(0)	35086(0)	27784(0)	21719(0)	16972(0)	13549(0)
0	25	26	40815(5-I)	39830(5-I)	39286(5-I)	39476(5-I)	40283(5-I)	41174(5-I)
0	3	4	52717(0)	51615(0)	50793(0)	50802(0)	51654(0)	52823(0)
0	4	5	52823(0)	51654(0)	50802(0)	50793(0)	51615(0)	52717(0)
0	24	25	40193(5-I)	39272(5-I)	38773(5-I)	39001(5-I)	39852(5-I)	40815(5-I)

	CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO – CALTANISSETTA – A19 S.S. N. 640 DI PORTO EMPEDOCLE AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5/11/2001 DAL KM 44+400 ALLO SVINCOLO CON L'A19 PROGETTO ESECUTIVO	Rev. 0
	RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE – CABINA ELETTICA K4-K5	Pag. 13 di 17

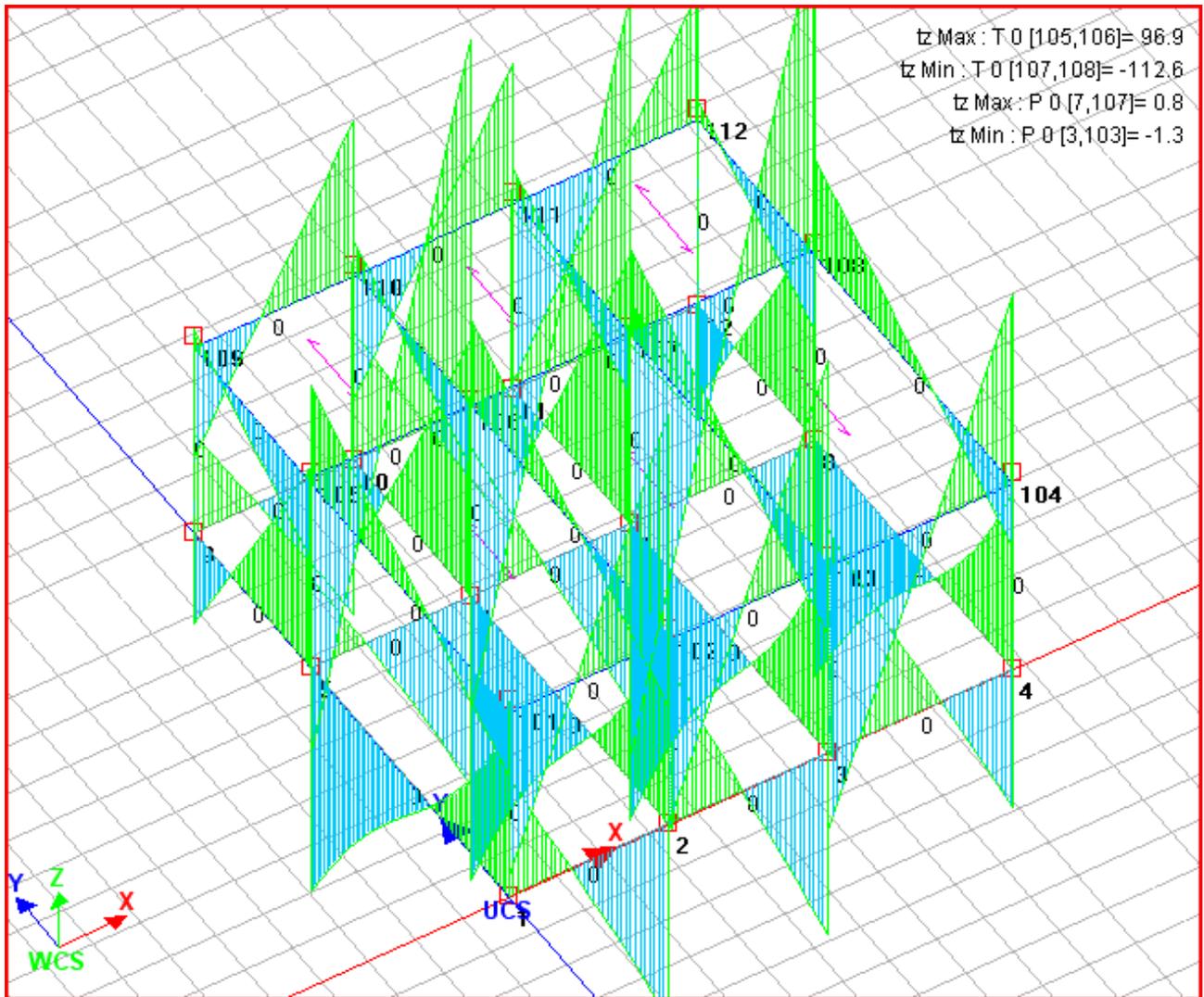
Asta	N.in.	N.fin.	0/5	1/5	2/5	3/5	4/5	5/5
0	4	11	43563(0)	35238(0)	27947(0)	21910(0)	17198(0)	13798(0)
0	16	23	15614(0)	19146(0)	23592(0)	28915(0)	35026(0)	41748(0)

Nell'ultima colonna della tabella di cui sopra sono riportati i valori delle tensione sul espressi in Pascal (Pa). Con un equivalente valore massimo, espresso in kg/cmq, pari a 0,792 e minimo pari a 0,155. La fondazione sarà realizzata come una platea le cui nervature saranno costituite dalle travi di cui al calcolo di verifica.



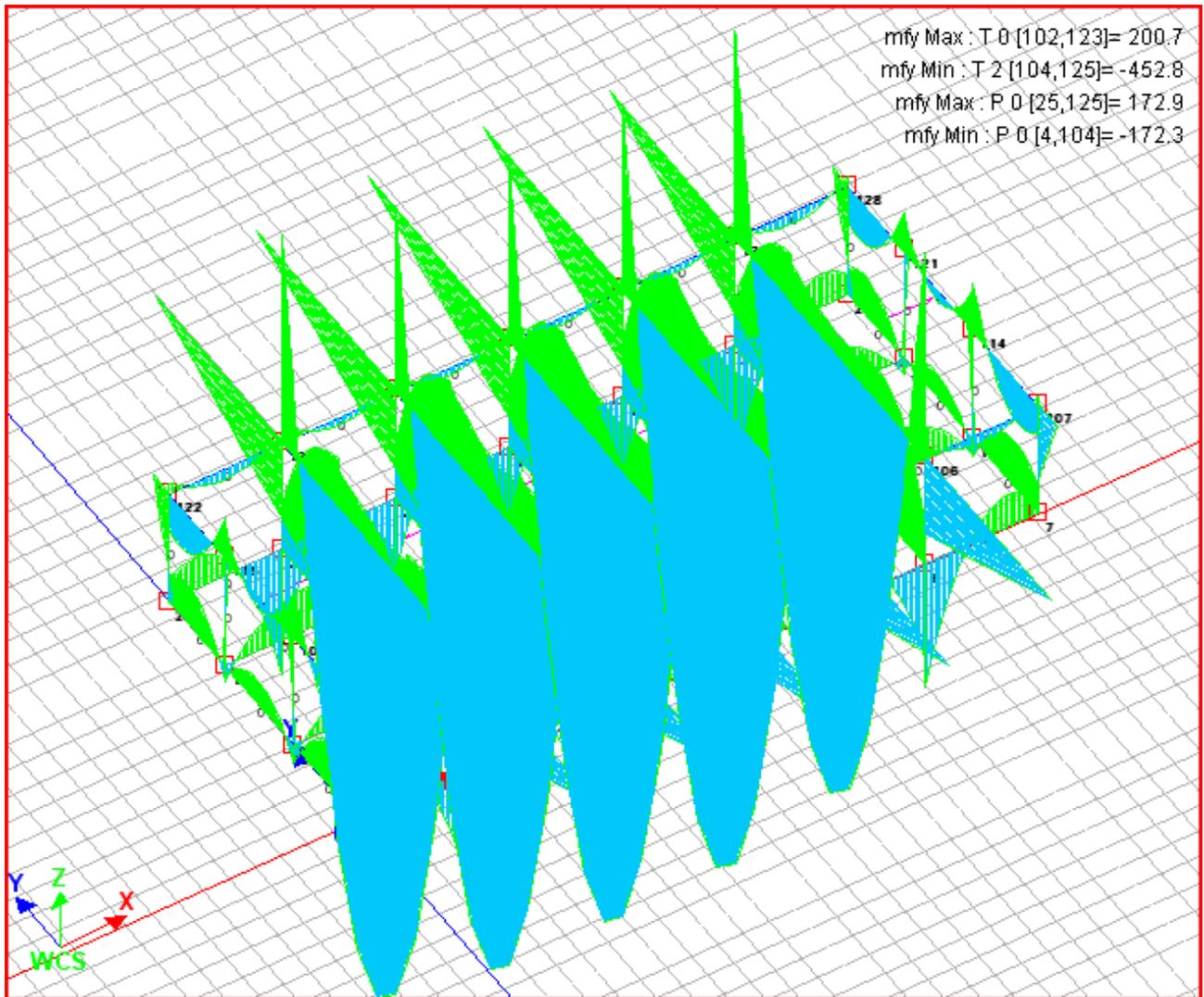
Andamento momento torcente struttura

	<p style="text-align: center;">CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO – CALTANISSETTA – A19 S.S. N. 640 DI PORTO EMPEDOCLE AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5/11/2001 DAL KM 44+400 ALLO SVINCOLO CON L'A19 PROGETTO ESECUTIVO</p>	<p style="text-align: center;">Rev. 0</p>
	<p style="text-align: center;">RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE – CABINA ELETTICA K4-K5</p>	<p style="text-align: center;">Pag. 14 di 17</p>



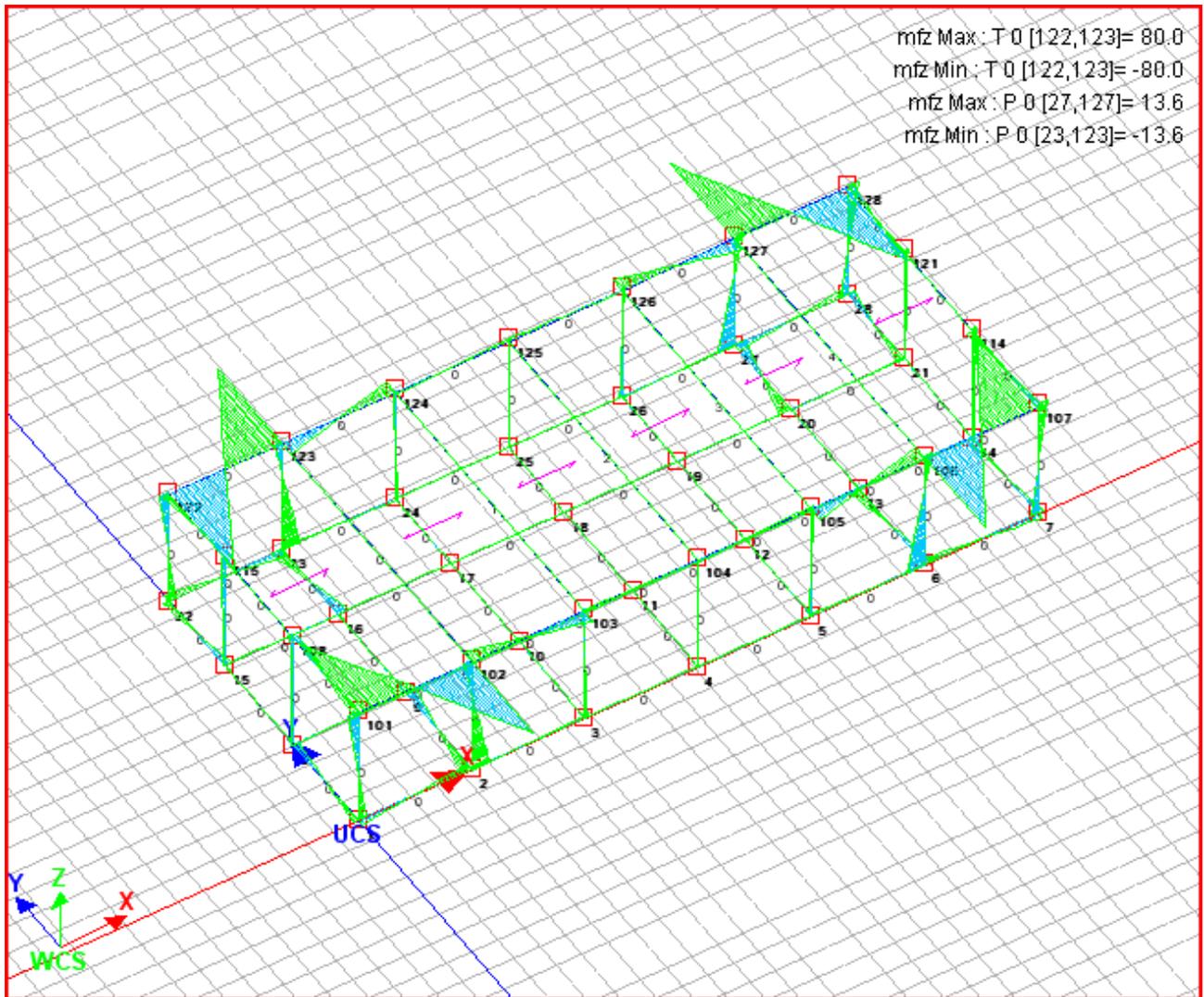
Andamento taglio struttura

	<p align="center">CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO – CALTANISSETTA – A19 S.S. N. 640 DI PORTO EMPEDOCLE AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5/11/2001 DAL KM 44+400 ALLO SVINCOLO CON L'A19 PROGETTO ESECUTIVO</p>	<p align="center">Rev. 0</p>
	<p align="center">RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE – CABINA ELETTRICA K4-K5</p>	<p align="center">Pag. 15 di 17</p>



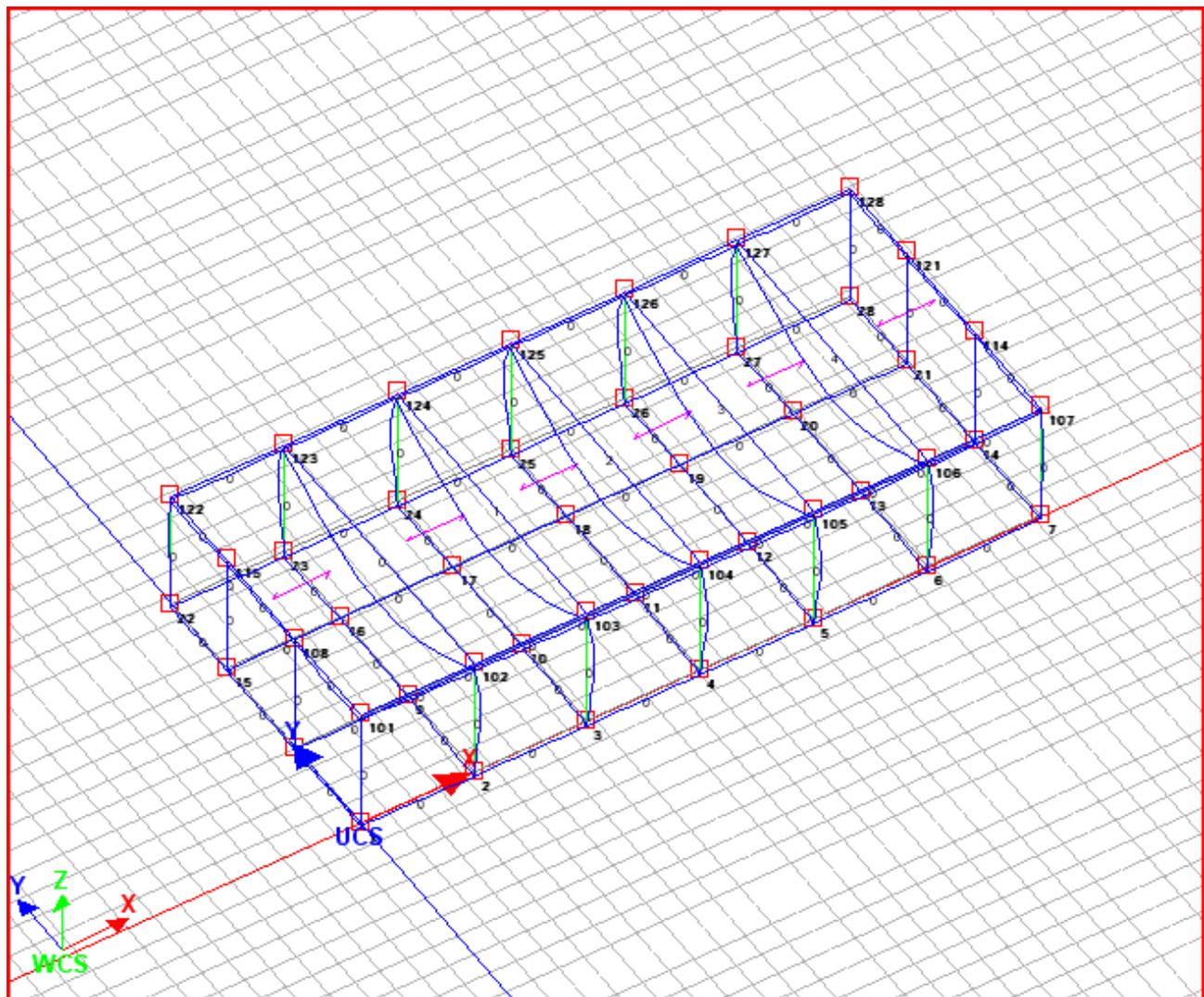
Andamento momento flettente struttura

	<p style="text-align: center;">CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO – CALTANISSETTA – A19 S.S. N. 640 DI PORTO EMPEDOCLE AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5/11/2001 DAL KM 44+400 ALLO SVINCOLO CON L'A19 PROGETTO ESECUTIVO</p>	<p style="text-align: center;">Rev. 0</p>
	<p style="text-align: center;">RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE – CABINA ELETTRICA K4-K5</p>	<p style="text-align: center;">Pag. 16 di 17</p>



Andamento momento flettente lungo l'asse z

	<p style="text-align: center;">CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO – CALTANISSETTA – A19 S.S. N. 640 DI PORTO EMPEDOCLE AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5/11/2001 DAL KM 44+400 ALLO SVINCOLO CON L'A19 PROGETTO ESECUTIVO</p>	<p style="text-align: center;">Rev. 0</p>
	<p style="text-align: center;">RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE – CABINA ELETTRICA K4-K5</p>	<p style="text-align: center;">Pag. 17 di 17</p>



Schema delle deformazioni della struttura

Le tabelle di cui sopra si riferiscono all'andamento del momento flettente, del taglio e dello sforzo normale nella sulla struttura che sono così riassunti

$$Mf_{Yx} = \text{kNm} - 452,980$$

$$T_z = \text{kN} - 112,6$$

$$0 \quad N = \text{kN} - 257,00$$

Per quanto riguarda le armature degli elementi strutturali si rimanda alle verifiche contenute nel fascicolo dei calcoli ed agli esecutivi di progetto.