



Stazione Appaltante
 Regione Siciliana
Comune di S.Stefano di Camastra
 Provincia di Messina



Procedura aperta ex art. 183 commi 1-14 d.lgs. 50/2016 s.m.i. per l'affidamento in project financing della concessione di lavori pubblici avente per oggetto la progettazione definitiva ed esecutiva, l'esecuzione dei lavori per la **REALIZZAZIONE DEL PORTO TURISTICO E DELLE OPERE CONNESSE NEL COMUNE DI SANTO STEFANO DI CAMASTRA** nonché della loro gestione economico-finanziaria

C.I.G.67535662F8

C.U.P.H21H07000030003

PROGETTO DEFINITIVO

Concessionario Individuato



Rappresentante legale: Cono Bruno

Via Campidoglio, 70 98076 Sant'Agata di Militello (ME)

Titolo elaborato

GUARDIOLA "2"

- RELAZIONE DI CALCOLO
- CALCOLI STATICI
- STRUTTURE SECONDARIE

Progettista indicato



Dott. Ing. Paolo Turbolente

Via Ajaccio, 14
00198 Roma



Amministratore Unico:
Prof. Ing. Vincenzo Cataliotti
Direttori tecnici:
Arch. Sebastiano Provenzano
Prof. Ing. Antonio Cataliotti
Via Vittorio Emanuele, 492
90134 Palermo

Elaborato

PD

REL

10.2.3 - G2

Scala

Data: Giugno 2017

1 Introduzione

1.1 Premessa

1.1.1 Cenni sulla casa produttrice del software

La relazione seguente riporta i dati relativi ai criteri di progettazione, alla geometria, alla meccanica della struttura descritta al relativo paragrafo, nonché i relativi risultati dei calcoli strutturali così come ricavati dal calcolatore elettronico tramite l'utilizzo del Software "FaTA-e" prodotto e distribuito da Stacec srl con sede in Bovalino (RC), e concesso in licenza al responsabile dei calcoli stessi.

FaTA-e è un programma sviluppato specificatamente per la progettazione e la verifica di edifici tridimensionali multipiano ed industriali realizzati con elementi strutturali in C.A., in Acciaio, in legno (massiccio e/o lamellare) o in muratura.

FaTA-e articola le operazioni di progetto secondo tre fasi distinte:

- 1) **preprocessore**: fase di Input dove viene definita e modellata interamente la struttura;
- 2) **solutore**: fase di elaborazione della struttura tramite un solutore agli elementi finiti;
- 3) **post-processore**: fase di verifica degli elementi, creazione degli elaborati grafici e della relazione di calcolo.

1.1.2 Descrizione dell'Opera da calcolare

Comune : SANTO STEFANO DI CAMASTRA

PROVINCIA : MESSINA

Oggetto : Calcolo delle strutture in C.A. perla realizzazione del blocco
GUARDIOLA 2 a servizio del porto turistico

Committente : Bruno Costruzione
Indirizzo :
Città :
PROVINCIA :
Telefono :

Progettista : Ing. Luciano Spurio
Indirizzo :
Città :
PROVINCIA :
Telefono :

Progettista Strutturale : Ing. Luciano Spurio
Indirizzo :
Città :
PROVINCIA :
Telefono :

Direttore dei Lavori : Ing. Luciano Spurio
Indirizzo :
Città :
PROVINCIA :
Telefono :

Nome File : GUARDIOLA 2

1.2 Riferimenti Legislativi.

Tutte le operazioni illustrate nel proseguito, relative all'analisi della struttura ed alle verifiche sugli elementi sono state effettuate in piena conformità alle seguenti norme:

Norme Tecniche C.N.R. 10011:

"Costruzioni di acciaio - Istruzione per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione."

Norme C.N.R. 10024:

"Analisi delle strutture mediante calcolatore elettronico: impostazione e redazione delle relazioni di calcolo."

Ordinanza del Presidente del Consiglio 3274 - 08/05/2003:

"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 del Presidente del Consiglio 3431 - 03/05/2005:

"Ulteriori modifiche ed integrazioni all'Ordinanza del Presidente del Consiglio 3274 - 08/05/2003."

UNI ENV 1992-1-1: Eurocodice 2:

"Progettazione delle strutture in calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici"

UNI ENV 1993-1-1: Eurocodice 3:

"Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici."

UNI ENV 1998-1-1: Eurocodice 8:

"Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture - Parte 1-1: Regole generali."

D.M. 14/01/2008:

"Norme tecniche per le costruzioni."

Circolare 617 del 02/02/2009:

"Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008."

1.3 Convenzioni, Unità di misura e simboli adottati.

Nei calcoli sono state utilizzate le seguenti unità:

- distanze	: cm
- forze, tagli, e sforzi normali	: daN
- coppie e momenti flettenti	: daNm
- carichi sulle aste	: daN/m
- carichi su superfici	: daN/m ²
- peso specifico	: daN/m ³
- tensioni e resistenze	: daN/m ²
- temperatura	: °C

I simboli adottati hanno il seguente significato:

q	: fattore di struttura;
R _{ck}	: Resistenza caratteristica cubica a compressione del calcestruzzo;
f _{ck}	: Resistenza caratteristica cilindrica a compressione del calcestruzzo;
E _c	: Modulo elastico secante del calcestruzzo;
E _{ct}	: Modulo elastico a trazione del calcestruzzo
f _{cd}	: Resistenza di calcolo del calcestruzzo;
f _{ctk,0.05}	: Resistenza caratteristica a trazione;
v	: Coefficiente di Poisson;
α _t	: Coefficiente di dilatazione termica;
ps	: peso specifico;
f _{yk}	: Resistenza caratteristica di snervamento dell'acciaio;
f _{tk}	: Resistenza caratteristica di rottura dell'acciaio;
f _d	: resistenza di calcolo dell'acciaio;
A	: Superficie della sezione trasversale;
J _x	: Momento di inerzia rispetto all'asse X;

J_y	: Momento di inerzia rispetto all'asse Y;
J_{xy}	: Momento di inerzia centrifugo rispetto agli assi X ed Y;
J_t	: Fattore torsionale;
N	: sforzo normale;
M_T	: Momento Torcente;
M_{XZ}	: Momento Flettente X-Z;
T_{XZ}	: Taglio X-Z;
M_{XY}	: Momento Flettente X-Y;
T_{XY}	: Taglio X-Y;
f	: Frequenza del modo i-esimo;
T	: Periodo del modo i-esimo;
Γ_x	: Fattore di partecipazione del modo i-esimo in direzione x;
Γ_y	: Fattore di partecipazione del modo i-esimo in direzione y;
Γ_z	: Fattore di partecipazione del modo i-esimo in direzione z;
N_{sd}	: Sforzo Normale sollecitante di calcolo;
M_{sdXZ}	: Momento Flettente X-Z sollecitante di calcolo;
M_{sdXY}	: Momento Flettente X-Y sollecitante di calcolo;
M_{tS}	: Momento Torcente sollecitante di calcolo;
V_{sdXZ}	: Taglio X-Z sollecitante di calcolo;
V_{sdXY}	: Taglio X-Y sollecitante di calcolo;
N_{Rd}	: Sforzo Normale resistente di calcolo;
M_{RdXZ}	: Momento Flettente X-Z resistente di calcolo;
M_{RdXY}	: Momento Flettente X-Y resistente di calcolo;
M_{tR}	: Momento Torcente resistente di calcolo;
V_{RdXZ}	: Taglio X-Z resistente di calcolo;
V_{RdXY}	: Taglio X-Y resistente di calcolo;
σ_c	: Tensioni del calcestruzzo;
σ_s	: Tensioni delle armature;
$\sigma_{c,lim}$: Tensioni limite del calcestruzzo;
$\sigma_{s,lim}$: Tensioni limite dell'acciaio;
f/l	: rapporto freccia/lunghezza;
f_{lim}	: valore limite del rapporto freccia/lunghezza;

2 Descrizione del Modello.

2.1 Modello assunto per il calcolo.

L'analisi numerica della struttura è stata condotta attraverso l'utilizzo del metodo degli elementi finiti ipotizzando un comportamento elastico-lineare.

Il metodo degli elementi finiti consiste nel sostituire il modello continuo della struttura con un modello discreto equivalente e di approssimare la funzione di spostamento con polinomio algebrico, definito in regioni (dette appunto elementi finiti) che sono delle funzioni interpolanti il valore di spostamento definito in punti discreti (detti nodi).

Gli elementi finiti utilizzabili ai fini della corretta modellazione della struttura verranno descritti di seguito.

Il modello di calcolo può essere articolato sulla base dell'ipotesi di impalcato rigido, in funzione della reale presenza di solai continui atti ad irrigidire tutto l'impalcato.

Tale ipotesi viene realizzata attraverso l'introduzione di adeguate relazioni cinematiche tra i gradi di libertà dei nodi costituenti l'impalcato stesso.

Il metodo di calcolo adottato, le combinazioni di carico, e le procedure di verifica saranno descritte di seguito.

Riferimento globale e locale.

La struttura viene definita utilizzando una terna di assi cartesiani formanti un sistema di riferimento levogiro, unico per tutti gli elementi e chiamato "globale". Localmente esiste un ulteriore sistema di riferimento, detto appunto "locale", utile alla definizione delle caratteristiche di rigidezza dei singoli elementi.

I due sistemi di riferimento sono correlati da una matrice, detta di rotazione.

Modellazione geometrica della struttura.

Il modello geometrico (mesh) della struttura è basato sull'utilizzo dei seguenti elementi:

- *Nodi*

Si definiscono nodi, entità geometriche determinate tramite le tre coordinate nel riferimento globale.

I nodi, nello spazio tridimensionale, posseggono tre gradi di libertà traslazionali e tre rotazionali.

Essi sono posizionati in modo da definire gli estremi degli elementi finiti e, di regola, in ogni discontinuità strutturale, di carico, di caratteristiche meccaniche, di campo di spostamento.

- *Vincoli e Molle*

I gradi di libertà possono essere vincolati, bloccando il cinematismo nella direzione voluta o assegnando "molle" applicate ai nodi tramite valori di rigidezza finiti.

Un vincolo assegna a priori un valore di spostamento nullo, e quindi la variabile corrispondente viene eliminata.

- *Vincoli interni*

Tali vincoli servono a definire le modalità di trasmissione degli sforzi dall'elemento finito ai nodi. Ciò viene associato al concetto di trasferimento della rigidezza.

Generalmente l'elemento considerato è rigidamente connesso ai nodi che lo definiscono, in modo da bloccare tutti i gradi di libertà relativi. E' possibile, comunque "rilasciare" le caratteristiche delle sollecitazioni, in modo da svincolare i gradi di libertà corrispondenti. Nel caso particolare, il modello utilizzato consente di svincolare le tre rotazioni intorno agli assi locali dell'asta.

- *Aste*

Si tratta di elementi finiti monodimensionali ad asse rettilineo delimitate da due nodi (i nodi di estremità).

Per questi elementi generalmente la funzione interpolante è quella del modello analitico per cui la mesh non influisce sensibilmente sulla convergenza.

Le aste sono dotate di rigidezza assiale, flessionale, e a taglio, secondo il modello classico della trave inflessa di Eulero-Bernoulli.

Alla singola asta è possibile associare una sezione costante per tutta la sua lunghezza.

- *Asta su suolo elastico*

Si tratta di elementi finiti monodimensionali ad asse rettilineo, di definizione simile alle aste. Sono utili a modellare travi di fondazione, considerate poggianti su suolo alla Winkler, e reagenti sia rispetto alle componenti traslazionali di cinematismo, sia rotazionali.

- *Lastra-Piastra*

Si tratta di elementi finiti bidimensionali, definiti da tre o quattro nodi, posti ai vertici rispettivamente di un triangolo o di un quadrilatero irregolare. La geometria reale dell'elemento viene ricondotta ad un triangolo rettangolo (elemento a tre nodi) o ad un quadrato definito nella trattazione isoparametrica.

L'elemento lastra-piastra non ha rigidezza per la rotazione intorno all'asse perpendicolare al suo piano e viene trattato secondo la teoria di Mindlin-Reissner. Nel modello considerato si tiene conto dell'accoppiamento tra azioni flessionali e membranali.

- *Forze e coppie concentrate*

Per la risoluzione statica della struttura, tutti i carichi applicati agli elementi vengono trasferiti ai nodi. Ciò avviene in automatico per il peso delle aste, delle piastre, delle pareti, dei pannelli di carico presenti sulle aste e per la distribuzione di carico applicate agli elementi bidimensionali.

Il modello di calcolo consente anche l'introduzione di forze e coppie ai nodi.

Le forze sono dirette lungo le tre direzioni del sistema di riferimento globale ed in entrambi i versi per ogni direzione.

Le coppie concentrate sono riferite ai tre assi del riferimento globale, in entrambi i versi di di rotazione di ciascun asse.

- *Carichi distribuiti*

Il modello di calcolo consente anche l'introduzione di carichi ripartiti sulle aste e di distribuzione di carico su piastre e pareti.

I carichi ripartiti sulle aste possono essere riferite sia al riferimento globale, sia al riferimento locale, lungo le tre direzioni ed in entrambe i versi. E' possibile anche introdurre carichi distribuiti torcenti agenti intorno all'asse dell'asta ed in entrambe i versi di rotazione.

Tutti i tipi di carico ripartito devono avere forma trapezia.

Sugli elementi bidimensionali, che fanno parte della mesh di piastre e pareti, è possibile assegnare una distribuzione uniforme, avente le caratteristiche di una pressione diretta ortogonalmente all'elemento.

- *Pannelli di carico*

Il pannello di carico è un concetto legato alla reale distribuzione di carichi gravanti sulle aste. Ne fanno parte: solai, balconi, scale.

Da tali pannelli, di forma irregolare come definiti dalla geometria dell'input, si passa alla quantificazione dei carichi trapezoidali ripartiti sulle aste. Per meglio simulare l'effetto dei pannelli, vengono generati in modo automatico anche dei carichi ripartiti torcenti, anch'essi di forma trapezia, relativi ai carichi distribuiti equivalenti al pannello.

- Sezioni

Le sezioni assegnabili alle aste sono definite attraverso le caratteristiche geometrico-elastiche, i moduli di resistenza plastici (sezioni in acciaio) ed il materiale.

Materiali.

I materiali, ai fini del calcolo delle sollecitazioni, sono considerati omogenei ed isotropi e sono definiti dalle seguenti caratteristiche: peso per unità di volume, modulo elastico, coefficiente di Poisson, coefficiente di dilatazione, e tutte le caratteristiche meccaniche, riepilogate in seguito, utili alle verifiche strutturali dettate dalla normativa.

Matrici di calcolo della struttura.

Dalla discretizzazione geometrica della struttura vengono definite le matrici utili a studiare il comportamento globale della struttura in esame.

- Matrice di rigidezza

Tale matrice viene costruita partendo dalla matrice di rigidezza espressa nel sistema di riferimento locale dell'elemento considerato. Attraverso un'operazione di trasformazione, mediante la matrice di rotazione, viene riferita al sistema di riferimento globale. L'ultima operazione consiste nell'"assemblaggio" delle singole matrici di ogni elemento, in modo da formare un'unica matrice relativa all'intera struttura.

- Matrice delle masse

La generazione della matrice globale è del tutto analoga a quella sopra descritta per la matrice di rigidezza. La matrice delle masse è di tipo "consistent" e considera l'effettiva distribuzione delle masse della struttura. Come definito dalla normativa, alle masse relative ai carichi permanenti, viene aggiunta un'aliquota delle masse equivalenti ai carichi d'esercizio.

2.2 Tipo di calcolo.

ANALISI ORIZZONTALE DINAMICA LINEARE

Il calcolo risolutivo della struttura è stato effettuato utilizzando un sistema di equazioni lineari (di dimensioni pari ai gradi di libertà), secondo la relazione:

$$\underline{u} = [\underline{K}]^{-1} \underline{F}$$

dove: \underline{F} = vettore dei carichi risultanti applicate ai nodi;
 \underline{u} = vettore dei cinematismi nodali;
 $[\underline{K}]$ = matrice di rigidezza globale.

Tale analisi è stata ripetuta per tutte le condizioni presenti sulla struttura, identificati dai vettori dei carichi relativi a:

- carichi permanenti;
- carichi d'esercizio;
- delta termico;
- torsioni accidentali;
- carichi utente;

I valori delle eccentricità accidentali per le torsioni sono i seguenti:

Imp. Reale	Torsioni Accidentali	
	e _x [cm]	e _y [cm]
1	20.0	16.3

Per ogni impalcato reale si riportano i dati relativi alle rigidezze e ai baricentri:

	Rigidezze	Centro Massa	Centro Rigidezza

Imp. Reale	Rig X [KN/cm]	Rig Y [KN/cm]	Rig. Tors. [KNcm]	X [cm]	Y [cm]	xR [cm]	yR [cm]
1	567	333	351857333	200.3	173.3	399.7	204.7

L'analisi sismica nella componente orizzontale è basata sulla teoria ed i concetti propri dell'analisi modale.

L'analisi modale consente di determinare le oscillazioni libere della struttura discretizzata.

Tali modi di vibrare sono legati agli autovalori e autovettori del sistema dinamico generalizzato, che può essere riassunto in:

$$[K] \{a\} = \omega^2 [M] \{a\}$$

dove: $[K]$ = matrice di rigidità globale
 $[M]$ = matrice delle masse globale
 $\{a\}$ = autovettori (forme modali)
 ω^2 = autovalori del sistema generalizzato

La frequenza (f) dei modi di vibrare è calcolata mediante la seguente formula:

$$f = \omega / 2\pi$$

Il periodo (T) è calcolato come:

$$T = 1 / f$$

I "fattori di partecipazione modali" possono essere calcolati mediante la seguente formula:

$$\Gamma_i = \phi_i^T [M] d$$

dove: ϕ_i = autovettori normalizzati relativi al modo i-esimo
 d = vettore di trascinarsi (o di direzione di entrata del sisma)

Per ogni direzione del sisma vengono scelti i modi efficaci al raggiungimento del valore imposto dalla normativa (85%). Il parametro di riferimento è il "fattore di partecipazione delle masse", la cui formulazione è:

$$\Lambda_{xi} = \Gamma_i^2 / M_{tot}$$

I cinematismi modali vengono calcolati come:

$$u = \phi_i \Gamma_i S_d(T_i) / \omega_i^2$$

dove: $S_d(T_i)$ = ordinata spettro di risposta orizzontale o verticale.
 ω^2 = autovalore del modo i-esimo

Gli effetti relativi ai modi di vibrare, vengono combinati utilizzando la combinazione quadratica completa (CQC):

$$E = \sqrt{(\sum_i \sum_j \rho_{ij} E_i E_j)}$$

dove: ρ_{ij} = $(8\xi^2 (1 + \beta_{ij}) \beta_{ij}^{3/2}) / ((1 - \beta_{ij}^2)^2 + 4\xi^2 \beta_{ij} (1 + \beta_{ij}^2) + 8\xi^2 \beta_{ij}^2)$ coefficiente di correlazione tra il modo i-esimo ed il modo j-esimo;
 ξ = coefficiente di smorzamento viscoso;
 β_{ij} = rapporto tra le frequenze di ciascuna coppia di modi (f_i / f_j)
 $E_i E_j$ = effetti considerati in valore assoluto.

La condizione "Torsione Accidentale" contiene il momento torcente generato dalla forza sismica di piano per l'eccentricità calcolata in funzione della dimensione massima dell'ingombro in pianta nella direzione ortogonale a quella considerata.(5%).

I modi di vibrare del calcolo in oggetto sono i seguenti:

Modo	Direzione X			Direzione Y		
	f [Hz]	T [s]	Δx %	f [Hz]	T [s]	Δy %
1	7.146	0.140	67.7	5.098	0.196	56.8
2	16.787	0.060	27.5	15.909	0.063	14.8
3	-	-	-	20.315	0.049	13.2
4	-	-	-	9.278	0.108	10.5
	Totale Δx ($\geq 85\%$)		95.2	Totale Δy ($\geq 85\%$)		95.3

2.3 Condizioni di carico valutate

Dati Condizioni.

Nella seguente tabella vengono riportati i dati per la definizione delle condizioni di carico:

Azione	Tipo	Durata
Car. perm. strutt. (Gk1)	C.Perm. (Gk)	Permanente
Car. perm. non strutt. (Gk2)	C.p. non str. (Gk2)	Permanente
Carichi d'esercizio (Qk)	C. Ese. (Qk)	Lunga
Δt	Carico termico	Breve
Torsione Accidentale X	Azione Sismica	Istantanea
Torsione Accidentale Y	Azione Sismica	Istantanea
Sisma X	Azione Sismica	Istantanea
Sisma Y	Azione Sismica	Istantanea
Sisma Z	Azione Sismica	Istantanea
Vento (+X)	Vento	Breve
Vento (-X)	Vento	Breve
Vento (+Y)	Vento	Breve
Vento (-Y)	Vento	Breve
Neve	Neve	Breve

Coefficienti di combinazione.

Nella seguente tabella vengono riportati i coefficienti di combinazione da normativa, relativi agli stati limite ultimi (SLV) e di danno (SLD):

Impalcato	Destinazione	Altre azioni			Delta termico		
		Ψ_{0i}	Ψ_{1i}	Ψ_{2i}	Ψ_{0i}	Ψ_{1i}	Ψ_{2i}
Fond.	A - Ambienti ad uso residenziale	0.7	0.5	0.3	0.6	0.5	0.0
Imp.1	A - Ambienti ad uso residenziale	0.7	0.5	0.3	0.6	0.5	0.0

Per balconi e scale verranno usati i coefficienti calcolati come i maggiori tra quelli relativi alla categoria di carico di piano ed i seguenti:

Cat.	Destinazione	Altre azioni			Delta termico		
		Ψ_{0i}	Ψ_{1i}	Ψ_{2i}	Ψ_{0i}	Ψ_{1i}	Ψ_{2i}
C2	Balconi, ballatoi e scale	0.7	0.7	0.6	0.6	0.5	0.0

Tutte le combinazioni sono da intendersi come somma dell'effetto considerato. Tali combinazioni vengono considerate sovrapponendo i diagrammi secondo la tecnica dell'involuppo.

Combinazioni per le verifiche allo Stato Limite di Salvaguardia della Vita

Le azioni di calcolo presenti sulla struttura e le relative combinazioni di carico nei riguardi degli stati limite di salvaguardia della vita essere riassunte nelle seguenti tabelle:

Comb.	Elementi della Struttura								
	Condizione								
	C. perm.(Gk1)	C. p. non str.(Gk2)	C. ese.(Qk)	Delta T(DT)	Tors. acc. X(Mx)	Tors. acc. Y(My)	Sisma X	Sisma Y	Sisma Z
1*	$\gamma G1ns$	$\gamma G2ns$	γQns	0	0	0	0	0	0
2*	$\gamma G1ns$	$\gamma G2ns$	γQns	$\Psi_{0i}\gamma Qns$	0	0	0	0	0
3*	$\gamma G1ns$	$\gamma G2ns$	γQns	$-\Psi_{0i}\gamma Qns$	0	0	0	0	0
4*	$\gamma G1ns$	$\gamma G2ns$	$\Psi_{0i}\gamma Qns$	γQns	0	0	0	0	0
5*	$\gamma G1ns$	$\gamma G2ns$	$\Psi_{0i}\gamma Qns$	$-\gamma Qns$	0	0	0	0	0

RELAZIONE DI CALCOLO - Bruno Costruzione

6	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	1	0	1	0.30	0
7	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	-1	0	1	0.30	0
8	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	1	0	1	-0.30	0
9	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	-1	0	1	-0.30	0
10	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	1	0	-1	0.30	0
11	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	-1	0	-1	0.30	0
12	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	1	0	-1	-0.30	0
13	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	-1	0	-1	-0.30	0
14	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	0	1	0.30	1	0
15	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	0	-1	0.30	1	0
16	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	0	1	-0.30	1	0
17	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	0	-1	-0.30	1	0
18	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	0	1	0.30	-1	0
19	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	0	-1	0.30	-1	0
20	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	0	1	-0.30	-1	0
21	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	0	-1	-0.30	-1	0
U1	1.30	1.50	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U2	1.30	1.50	1.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U3	1.30	1.50	1.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U4	1.30	1.50	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U5	1.30	1.50	1.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U6	1.30	1.50	1.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U7	1.30	1.50	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U8	1.30	1.50	1.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U9	1.30	1.50	1.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U10	1.30	1.50	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U11	1.30	1.50	1.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U12	1.30	1.50	1.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U13	1.30	1.50	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U14	1.30	1.50	1.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

*Combinazione fondamentale (par. 2.5.3, formula 2.5.1)

Comb.	Condizione				
	Vento (+X)	Vento (-X)	Vento (+Y)	Vento (-Y)	Neve
1*	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2*	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3*	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4*	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5*	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U1	0.90	0.00	0.00	0.00	0.75
U2	0.90	0.00	0.00	0.00	1.50
U3	1.50	0.00	0.00	0.00	0.75
U4	0.00	0.90	0.00	0.00	0.75
U5	0.00	0.90	0.00	0.00	1.50
U6	0.00	1.50	0.00	0.00	0.75
U7	0.00	0.00	0.90	0.00	0.75
U8	0.00	0.00	0.90	0.00	1.50
U9	0.00	0.00	1.50	0.00	0.75
U10	0.00	0.00	0.00	0.90	0.75
U11	0.00	0.00	0.00	0.90	1.50
U12	0.00	0.00	0.00	1.50	0.75
U13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75
U14	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50

*Combinazione fondamentale (par. 2.5.3, formula 2.5.1)

Elementi di fondazione A1									
Comb.	Condizione								
	C. perm.(Gk1)	C. p. non str.(Gk2)	C. ese.(Qk)	Delta T(DT)	Tors. acc. X(Mx)	Tors. acc. Y(My)	Sisma X	Sisma Y	Sisma Z
1*	$\gamma G1ns$	$\gamma G2ns$	γQns	0	0	0	0	0	0
2*	$\gamma G1ns$	$\gamma G2ns$	γQns	$\Psi 0\gamma Qns$	0	0	0	0	0
3*	$\gamma G1ns$	$\gamma G2ns$	γQns	$-\Psi 0\gamma Qns$	0	0	0	0	0
4*	$\gamma G1ns$	$\gamma G2ns$	$\Psi 0\gamma Qns$	γQns	0	0	0	0	0
5*	$\gamma G1ns$	$\gamma G2ns$	$\Psi 0\gamma Qns$	$-\gamma Qns$	0	0	0	0	0
6	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	1	0	1	0.30	0
7	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	-1	0	1	0.30	0
8	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	1	0	1	-0.30	0
9	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	-1	0	1	-0.30	0
10	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	1	0	-1	0.30	0
11	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	-1	0	-1	0.30	0
12	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	1	0	-1	-0.30	0
13	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	-1	0	-1	-0.30	0
14	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	0	1	0.30	1	0
15	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	0	-1	0.30	1	0
16	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	0	1	-0.30	1	0
17	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	0	-1	-0.30	1	0
18	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	0	1	0.30	-1	0
19	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	0	-1	0.30	-1	0
20	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	0	1	-0.30	-1	0
21	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	0	-1	-0.30	-1	0
U1	1.30	1.50	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U2	1.30	1.50	1.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U3	1.30	1.50	1.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U4	1.30	1.50	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U5	1.30	1.50	1.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U6	1.30	1.50	1.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U7	1.30	1.50	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U8	1.30	1.50	1.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U9	1.30	1.50	1.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U10	1.30	1.50	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U11	1.30	1.50	1.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U12	1.30	1.50	1.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U13	1.30	1.50	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U14	1.30	1.50	1.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

*Combinazione fondamentale (par. 2.5.3, formula 2.5.1)

Comb.	Condizione				
	Vento (+X)	Vento (-X)	Vento (+Y)	Vento (-Y)	Neve
1*	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2*	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3*	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4*	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5*	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U1	0.90	0.00	0.00	0.00	0.75
U2	0.90	0.00	0.00	0.00	1.50
U3	1.50	0.00	0.00	0.00	0.75
U4	0.00	0.90	0.00	0.00	0.75

U5	0.00	0.90	0.00	0.00	1.50
U6	0.00	1.50	0.00	0.00	0.75
U7	0.00	0.00	0.90	0.00	0.75
U8	0.00	0.00	0.90	0.00	1.50
U9	0.00	0.00	1.50	0.00	0.75
U10	0.00	0.00	0.00	0.90	0.75
U11	0.00	0.00	0.00	0.90	1.50
U12	0.00	0.00	0.00	1.50	0.75
U13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75
U14	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50

*Combinazione fondamentale (par. 2.5.3, formula 2.5.1)

Combinazioni per le verifiche allo Stato Limite di Danno

Le azioni di calcolo presenti sulla struttura e le relative combinazioni di carico nei riguardi degli stati limite di danno possono essere riassunte nelle seguenti tabelle:

Comb.	Elementi della Struttura								
	C. perm.(Gk1)	C. p. non str.(Gk2)	C. ese.(Qk)	Delta T(DT)	Tors. acc. X(Mx)	Tors. acc. Y(My)	Sisma X	Sisma Y	Sisma Z
1	$\gamma G1ns$	$\gamma G2ns$	γQns	0	0	0	0	0	0
2	$\gamma G1ns$	$\gamma G2ns$	γQns	$\Psi 0 \gamma Qns$	0	0	0	0	0
3	$\gamma G1ns$	$\gamma G2ns$	γQns	$-\Psi 0 \gamma Qns$	0	0	0	0	0
4	$\gamma G1ns$	$\gamma G2ns$	$\Psi 0 \gamma Qns$	γQns	0	0	0	0	0
5	$\gamma G1ns$	$\gamma G2ns$	$\Psi 0 \gamma Qns$	$-\gamma Qns$	0	0	0	0	0
6	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2 \gamma Qs$	0	1	0	1	0.30	0
7	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2 \gamma Qs$	0	-1	0	1	0.30	0
8	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2 \gamma Qs$	0	1	0	1	-0.30	0
9	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2 \gamma Qs$	0	-1	0	1	-0.30	0
10	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2 \gamma Qs$	0	1	0	-1	0.30	0
11	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2 \gamma Qs$	0	-1	0	-1	0.30	0
12	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2 \gamma Qs$	0	1	0	-1	-0.30	0
13	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2 \gamma Qs$	0	-1	0	-1	-0.30	0
14	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2 \gamma Qs$	0	0	1	0.30	1	0
15	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2 \gamma Qs$	0	0	-1	0.30	1	0
16	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2 \gamma Qs$	0	0	1	-0.30	1	0
17	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2 \gamma Qs$	0	0	-1	-0.30	1	0
18	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2 \gamma Qs$	0	0	1	0.30	-1	0
19	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2 \gamma Qs$	0	0	-1	0.30	-1	0
20	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2 \gamma Qs$	0	0	1	-0.30	-1	0
21	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2 \gamma Qs$	0	0	-1	-0.30	-1	0

Comb.	Condizione				
	Vento (+X)	Vento (-X)	Vento (+Y)	Vento (-Y)	Neve
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Elementi di fondazione A1									
Comb.	Condizione								
	C. perm.(Gk1)	C. p. non str.(Gk2)	C. ese.(Qk)	Delta T(DT)	Tors. acc. X(Mx)	Tors. acc. Y(My)	Sisma X	Sisma Y	Sisma Z
1	$\gamma G1ns$	$\gamma G2ns$	γQns	0	0	0	0	0	0
2	$\gamma G1ns$	$\gamma G2ns$	γQns	$\Psi 0\gamma Qns$	0	0	0	0	0
3	$\gamma G1ns$	$\gamma G2ns$	γQns	$-\Psi 0\gamma Qns$	0	0	0	0	0
4	$\gamma G1ns$	$\gamma G2ns$	$\Psi 0\gamma Qns$	γQns	0	0	0	0	0
5	$\gamma G1ns$	$\gamma G2ns$	$\Psi 0\gamma Qns$	$-\gamma Qns$	0	0	0	0	0
6	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	1	0	1	0.30	0
7	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	-1	0	1	0.30	0
8	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	1	0	1	-0.30	0
9	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	-1	0	1	-0.30	0
10	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	1	0	-1	0.30	0
11	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	-1	0	-1	0.30	0
12	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	1	0	-1	-0.30	0
13	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	-1	0	-1	-0.30	0
14	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	0	1	0.30	1	0
15	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	0	-1	0.30	1	0
16	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	0	1	-0.30	1	0
17	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	0	-1	-0.30	1	0
18	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	0	1	0.30	-1	0
19	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	0	-1	0.30	-1	0
20	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	0	1	-0.30	-1	0
21	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	0	-1	-0.30	-1	0

Comb.	Condizione				
	Vento (+X)	Vento (-X)	Vento (+Y)	Vento (-Y)	Neve
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

I coefficienti utilizzati assumono i seguenti valori:

ELEMENTO	SLV						SLD					
	$\gamma G1ns$	$\gamma G2ns$	γQns	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	γQs	$\gamma G1ns$	$\gamma G2ns$	γQns	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	γQs
ELEMENTO	1.3	1.5	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Fondazione A1	1.3	1.5	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

Combinazioni per le verifiche allo Stato limite di esercizio

Le azioni di calcolo presenti sulla struttura e le relative combinazioni di carico nei riguardi degli stati limite di esercizio possono essere riassunte nelle seguenti tabelle:

Combinazioni Caratteristiche:

Elementi della Struttura	
Comb.	Condizione

	C. perm.(Gk1)	C. p. non str.(Gk2)	C. ese.(Qk)	Delta T(DT)
1	γ_{G1ns}	γ_{G2ns}	γ_{Qns}	$\Psi_0\gamma_{Qns}$
2	γ_{G1ns}	γ_{G2ns}	γ_{Qns}	$-\Psi_0\gamma_{Qns}$
3	γ_{G1ns}	γ_{G2ns}	$\Psi_0\gamma_{Qns}$	γ_{Qns}
4	γ_{G1ns}	γ_{G2ns}	$\Psi_0\gamma_{Qns}$	$-\gamma_{Qns}$
U1	1.00	1.00	1.00	0.60
U2	1.00	1.00	0.70	1.00
U3	1.00	1.00	0.70	0.60
U4	1.00	1.00	0.70	0.60
U5	1.00	1.00	1.00	0.60
U6	1.00	1.00	0.70	1.00
U7	1.00	1.00	0.70	0.60
U8	1.00	1.00	0.70	0.60
U9	1.00	1.00	1.00	0.60
U10	1.00	1.00	0.70	1.00
U11	1.00	1.00	0.70	0.60
U12	1.00	1.00	0.70	0.60
U13	1.00	1.00	1.00	0.60
U14	1.00	1.00	0.70	1.00
U15	1.00	1.00	0.70	0.60
U16	1.00	1.00	0.70	0.60
U17	1.00	1.00	1.00	-0.60
U18	1.00	1.00	0.70	-1.00
U19	1.00	1.00	0.70	-0.60
U20	1.00	1.00	0.70	-0.60
U21	1.00	1.00	1.00	-0.60
U22	1.00	1.00	0.70	-1.00
U23	1.00	1.00	0.70	-0.60
U24	1.00	1.00	0.70	-0.60
U25	1.00	1.00	1.00	-0.60
U26	1.00	1.00	0.70	-1.00
U27	1.00	1.00	0.70	-0.60
U28	1.00	1.00	0.70	-0.60
U29	1.00	1.00	1.00	-0.60
U30	1.00	1.00	0.70	-1.00
U31	1.00	1.00	0.70	-0.60
U32	1.00	1.00	0.70	-0.60
U33	1.00	1.00	1.00	0.60
U34	1.00	1.00	0.70	1.00
U35	1.00	1.00	0.70	0.60
U36	1.00	1.00	1.00	-0.60
U37	1.00	1.00	0.70	-1.00
U38	1.00	1.00	0.70	-0.60

Comb.	Condizione				
	Vento (+X)	Vento (-X)	Vento (+Y)	Vento (-Y)	Neve
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U1	0.60	0.00	0.00	0.00	0.50
U2	0.60	0.00	0.00	0.00	0.50
U3	1.00	0.00	0.00	0.00	0.50
U4	0.60	0.00	0.00	0.00	1.00
U5	0.00	0.60	0.00	0.00	0.50
U6	0.00	0.60	0.00	0.00	0.50
U7	0.00	1.00	0.00	0.00	0.50
U8	0.00	0.60	0.00	0.00	1.00
U9	0.00	0.00	0.60	0.00	0.50
U10	0.00	0.00	0.60	0.00	0.50
U11	0.00	0.00	1.00	0.00	0.50
U12	0.00	0.00	0.60	0.00	1.00
U13	0.00	0.00	0.00	0.60	0.50
U14	0.00	0.00	0.00	0.60	0.50
U15	0.00	0.00	0.00	1.00	0.50
U16	0.00	0.00	0.00	0.60	1.00
U17	0.60	0.00	0.00	0.00	0.50
U18	0.60	0.00	0.00	0.00	0.50
U19	1.00	0.00	0.00	0.00	0.50
U20	0.60	0.00	0.00	0.00	1.00

U21	0.00	0.60	0.00	0.00	0.50
U22	0.00	0.60	0.00	0.00	0.50
U23	0.00	1.00	0.00	0.00	0.50
U24	0.00	0.60	0.00	0.00	1.00
U25	0.00	0.00	0.60	0.00	0.50
U26	0.00	0.00	0.60	0.00	0.50
U27	0.00	0.00	1.00	0.00	0.50
U28	0.00	0.00	0.60	0.00	1.00
U29	0.00	0.00	0.00	0.60	0.50
U30	0.00	0.00	0.00	0.60	0.50
U31	0.00	0.00	0.00	1.00	0.50
U32	0.00	0.00	0.00	0.60	1.00
U33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50
U34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50
U35	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
U36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50
U37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50
U38	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00

Elementi di fondazione A1				
Comb.	Condizione			
	C. perm.(Gk1)	C. p. non str.(Gk2)	C. ese.(Qk)	Delta T(DT)
1	$\gamma G1ns$	$\gamma G2ns$	γQns	$\Psi 0 \gamma Qns$
2	$\gamma G1ns$	$\gamma G2ns$	γQns	$-\Psi 0 \gamma Qns$
3	$\gamma G1ns$	$\gamma G2ns$	$\Psi 0 \gamma Qns$	γQns
4	$\gamma G1ns$	$\gamma G2ns$	$\Psi 0 \gamma Qns$	$-\gamma Qns$
U1	1.00	1.00	1.00	0.60
U2	1.00	1.00	0.70	1.00
U3	1.00	1.00	0.70	0.60
U4	1.00	1.00	0.70	0.60
U5	1.00	1.00	1.00	0.60
U6	1.00	1.00	0.70	1.00
U7	1.00	1.00	0.70	0.60
U8	1.00	1.00	0.70	0.60
U9	1.00	1.00	1.00	0.60
U10	1.00	1.00	0.70	1.00
U11	1.00	1.00	0.70	0.60
U12	1.00	1.00	0.70	0.60
U13	1.00	1.00	1.00	0.60
U14	1.00	1.00	0.70	1.00
U15	1.00	1.00	0.70	0.60
U16	1.00	1.00	0.70	0.60
U17	1.00	1.00	1.00	-0.60
U18	1.00	1.00	0.70	-1.00
U19	1.00	1.00	0.70	-0.60
U20	1.00	1.00	0.70	-0.60
U21	1.00	1.00	1.00	-0.60
U22	1.00	1.00	0.70	-1.00
U23	1.00	1.00	0.70	-0.60
U24	1.00	1.00	0.70	-0.60
U25	1.00	1.00	1.00	-0.60
U26	1.00	1.00	0.70	-1.00
U27	1.00	1.00	0.70	-0.60
U28	1.00	1.00	0.70	-0.60
U29	1.00	1.00	1.00	-0.60
U30	1.00	1.00	0.70	-1.00
U31	1.00	1.00	0.70	-0.60
U32	1.00	1.00	0.70	-0.60
U33	1.00	1.00	1.00	0.60
U34	1.00	1.00	0.70	1.00
U35	1.00	1.00	0.70	0.60
U36	1.00	1.00	1.00	-0.60
U37	1.00	1.00	0.70	-1.00
U38	1.00	1.00	0.70	-0.60

Comb.	Condizione				
	Vento (+X)	Vento (-X)	Vento (+Y)	Vento (-Y)	Neve
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U1	0.60	0.00	0.00	0.00	0.50
U2	0.60	0.00	0.00	0.00	0.50
U3	1.00	0.00	0.00	0.00	0.50
U4	0.60	0.00	0.00	0.00	1.00
U5	0.00	0.60	0.00	0.00	0.50
U6	0.00	0.60	0.00	0.00	0.50
U7	0.00	1.00	0.00	0.00	0.50
U8	0.00	0.60	0.00	0.00	1.00
U9	0.00	0.00	0.60	0.00	0.50
U10	0.00	0.00	0.60	0.00	0.50
U11	0.00	0.00	1.00	0.00	0.50
U12	0.00	0.00	0.60	0.00	1.00
U13	0.00	0.00	0.00	0.60	0.50
U14	0.00	0.00	0.00	0.60	0.50
U15	0.00	0.00	0.00	1.00	0.50
U16	0.00	0.00	0.00	0.60	1.00
U17	0.60	0.00	0.00	0.00	0.50
U18	0.60	0.00	0.00	0.00	0.50
U19	1.00	0.00	0.00	0.00	0.50
U20	0.60	0.00	0.00	0.00	1.00
U21	0.00	0.60	0.00	0.00	0.50
U22	0.00	0.60	0.00	0.00	0.50
U23	0.00	1.00	0.00	0.00	0.50
U24	0.00	0.60	0.00	0.00	1.00
U25	0.00	0.00	0.60	0.00	0.50
U26	0.00	0.00	0.60	0.00	0.50
U27	0.00	0.00	1.00	0.00	0.50
U28	0.00	0.00	0.60	0.00	1.00
U29	0.00	0.00	0.00	0.60	0.50
U30	0.00	0.00	0.00	0.60	0.50
U31	0.00	0.00	0.00	1.00	0.50
U32	0.00	0.00	0.00	0.60	1.00
U33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50
U34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50
U35	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
U36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50
U37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50
U38	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00

Combinazioni Frequenti:

Elementi della Struttura				
Comb.	Condizione			
	C. perm.(Gk1)	C. p. non str.(Gk2)	C. ese.(Qk)	Delta T(DT)
1	$\gamma G1ns$	$\gamma G2ns$	$\Psi 1\gamma Qns$	$\Psi 2\gamma Qns$
2	$\gamma G1ns$	$\gamma G2ns$	$\Psi 1\gamma Qns$	$-\Psi 2\gamma Qns$
3	$\gamma G1ns$	$\gamma G2ns$	$\Psi 2\gamma Qns$	$\Psi 1\gamma Qns$
4	$\gamma G1ns$	$\gamma G2ns$	$\Psi 2\gamma Qns$	$-\Psi 1\gamma Qns$
U1	1.00	1.00	0.30	0.00
U2	1.00	1.00	0.30	0.00
U3	1.00	1.00	0.30	0.00
U4	1.00	1.00	0.30	0.00
U5	1.00	1.00	0.30	0.00
U6	1.00	1.00	0.30	0.00

Comb.	Condizione				
	Vento (+X)	Vento (-X)	Vento (+Y)	Vento (-Y)	Neve
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U1	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00
U2	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00
U3	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00
U4	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00
U5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20
U6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20

Elementi di fondazione A1				
Comb.	Condizione			
	C. perm.(Gk1)	C. p. non str.(Gk2)	C. ese.(Qk)	Delta T(DT)
1	$\gamma G1ns$	$\gamma G2ns$	$\Psi 1\gamma Qns$	$\Psi 2\gamma Qns$
2	$\gamma G1ns$	$\gamma G2ns$	$\Psi 1\gamma Qns$	$-\Psi 2\gamma Qns$
3	$\gamma G1ns$	$\gamma G2ns$	$\Psi 2\gamma Qns$	$\Psi 1\gamma Qns$
4	$\gamma G1ns$	$\gamma G2ns$	$\Psi 2\gamma Qns$	$-\Psi 1\gamma Qns$
U1	1.00	1.00	0.30	0.00
U2	1.00	1.00	0.30	0.00
U3	1.00	1.00	0.30	0.00
U4	1.00	1.00	0.30	0.00
U5	1.00	1.00	0.30	0.00
U6	1.00	1.00	0.30	0.00

Comb.	Condizione				
	Vento (+X)	Vento (-X)	Vento (+Y)	Vento (-Y)	Neve
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U1	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00
U2	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00
U3	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00
U4	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00
U5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20
U6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20

Combinazioni quasi permanenti :

Elementi della Struttura				
Comb.	Condizione			
	C. perm.(Gk1)	C. p. non str.(Gk2)	C. ese.(Qk)	Delta T(DT)
1	$\gamma G1ns$	$\gamma G2ns$	$\Psi 2\gamma Qns$	$\Psi 2\gamma Qns$
2	$\gamma G1ns$	$\gamma G2ns$	$\Psi 2\gamma Qns$	$-\Psi 2\gamma Qns$

Comb.	Condizione				
	Vento (+X)	Vento (-X)	Vento (+Y)	Vento (-Y)	Neve
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Elementi di fondazione A1				
Comb.	Condizione			
	C. perm.(Gk1)	C. p. non str.(Gk2)	C. ese.(Qk)	Delta T(DT)
1	$\gamma G1ns$	$\gamma G2ns$	$\Psi 2\gamma Qns$	$\Psi 2\gamma Qns$
2	$\gamma G1ns$	$\gamma G2ns$	$\Psi 2\gamma Qns$	$-\Psi 2\gamma Qns$

Comb.	Condizione				
	Vento (+X)	Vento (-X)	Vento (+Y)	Vento (-Y)	Neve
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

I coefficienti utilizzati assumono i seguenti valori:

SLE	Caratteristiche														
	Caratteristiche					Frequenti					Q. Permanenti				
ELEMENTO	γGns	γQns	γI	γEG	γEQ	γGns	γQns	γI	γEG	γEQ	γGns	γQns	γI	γEG	γEQ
ELEMENTO	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Fondazione A1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

Tali combinazioni vengono considerate sovrapponendo i diagrammi secondo la tecnica dell'involuppo.

2.4 Procedura di Verifica degli elementi.

2.4.1 Elementi in C.A. .

Le Verifiche relative alle strutture in C.A. si possono riassumere, in funzione degli elementi considerati, nei seguenti tipi:

- Pilastri

Tali elementi vengono verificati utilizzando lo stato sollecitante completo nei riguardi di:

- PressoTensoFlessione Deviata
- Taglio
- Torsione
- Stabilità
- Stato tensionale

- Travi

Tali elementi vengono verificati utilizzando lo stato sollecitante completo nei riguardi di

- PressoTensoFlessione
- Taglio
- Torsione
- Deformabilità
- Stato tensionale
- Fessurazione

- Travi di fondazione

Tali elementi vengono verificati utilizzando lo stato sollecitante completo nei riguardi di

- PressoTensoFlessione
- Taglio
- Torsione
- Stato tensionale
- Fessurazione

Le singole verifiche vengono descritte qui di seguito:

- Flessione composta deviata

Le sollecitazioni che vengono considerate in tale verifica sono: Sforzo Normale, Momento Flettente X-Z, Momento Flettente X-Y.

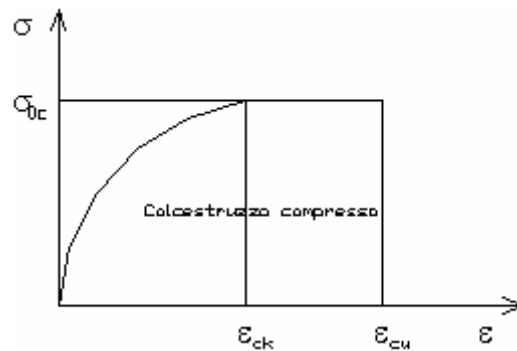
La verifica di resistenza è soddisfatta se la sollecitazione determinata dalla condizione considerata cade all'interno del dominio di sicurezza determinato, attraverso la conoscenza:

- del comportamento meccanico della sezione in esame;
- delle caratteristiche dei materiali di cui è composta;
- dei coefficienti di sicurezza forniti dalla normativa seguita.

Il calcolo è condotto nelle ipotesi che:

1. Le sezioni rimangano piane fino a rottura;
2. Ci sia perfetta aderenza fra acciaio e calcestruzzo;
3. Il calcestruzzo non abbia alcuna capacità di resistenza a trazione.

Il diagramma tensioni-deformazioni assunto per il calcestruzzo è di tipo parabola-rettangolo come indicato nella seguente figura:



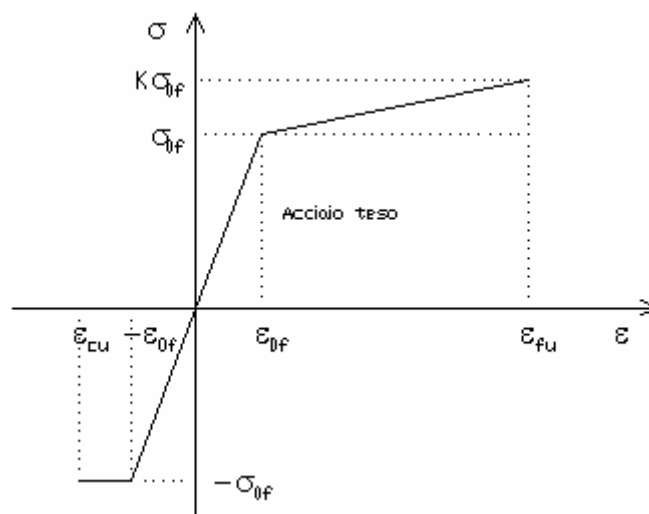
dove: ϵ_{ck} = deformazione caratteristica;
 ϵ_{cu} = deformazione ultima del calcestruzzo;
 σ_{0c} = resistenza di calcolo del calcestruzzo;

Le equazioni che descrivono il diagramma sono:

$$\epsilon < \epsilon_{ck} : \sigma(\epsilon) = 1000 \cdot \sigma_{0c} \cdot \epsilon \cdot (1 - 250 \cdot \epsilon);$$

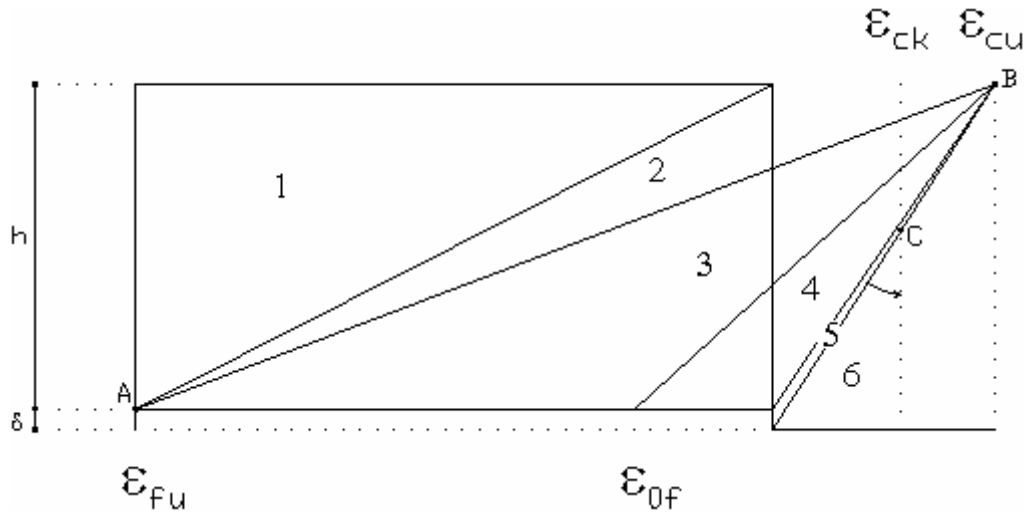
$$\epsilon_{ck} < \epsilon < \epsilon_{cu} : s(\sigma) = \sigma_{0c};$$

Il diagramma tensioni-deformazioni assunto per l'acciaio è indicato nella seguente figura:



dove: ϵ_{0f} = σ_{0f} / E ;
 E = Modulo di elasticità dell'acciaio;
 σ_{0f} = resistenza di calcolo dell'acciaio;
 k = rapporto di sovrarresistenza (se è pari ad 1 il comportamento è bilineare elastico-perfettamente plastico);
 f_{yk} = Resistenza caratteristica dell'acciaio
 γ_m = coefficiente di sicurezza dell'acciaio;
 ϵ_{fu} = deformazione ultima dell'acciaio;
 ϵ_{cu} = deformazione ultima del calcestruzzo;

Le limitazioni delle deformazioni unitarie per il conglomerato e per l'acciaio conducono a definire sei diversi campi (o regioni) nei quali potrà trovarsi la retta di deformazione specifica. Tali campi sono descritti nel seguente modo:



Campo 1 : è caratterizzato dall'allungamento massimo tollerabile per l'acciaio pari a ϵ_{fu} . Il diagramma delle deformazioni specifiche appartiene ad un fascio di rette passanti per il punto (A) mentre la distanza dall'asse neutro potrà variare da $-\infty$ a 0. È il caso di trazione semplice o con piccola eccentricità; la sezione risulta interamente tesa. La crisi si ha per cedimento dell'acciaio teso.

Campo 2 : è caratterizzato dall'allungamento massimo tollerabile per l'acciaio pari a ϵ_{fu} e dalla rotazione del diagramma attorno al punto (A). La deformazione specifica del calcestruzzo varia da 0 al valore massimo del calcestruzzo compresso (ϵ_{cu}) mentre la distanza dell'asse neutro dal lembo compresso può variare da 0 a $0.259h$. La sezione risulterà in parte tesa ed in parte compressa e quindi sarà sollecitata a flessione semplice o composta.

Campo 3 : è caratterizzato dall'accorciamento massimo del conglomerato pari a ϵ_{cu} . Le rette di deformazione appartengono ad un fascio passante per (B). La massima tensione del calcestruzzo in questa regione è pari a quella di rottura di calcolo mentre l'armatura è ancora deformata in campo plastico. La sezione risulterà in parte tesa ed in parte compressa e quindi sarà sollecitata a flessione semplice o composta.

Campo 4 : è caratterizzato dall'accorciamento massimo del conglomerato pari a ϵ_{cu} . Le rette di deformazione appartengono ad un fascio passante per (B). La massima tensione del calcestruzzo in questa regione è pari a quella di rottura di calcolo mentre l'armatura è sollecitata con tensioni inferiori allo snervamento e può risultare anche scarica. La sezione risulterà in parte tesa ed in parte compressa e quindi sarà sollecitata a flessione semplice o composta.

Campo 5 : è caratterizzato dall'accorciamento massimo del conglomerato pari a ϵ_{cu} . Le rette di deformazione appartengono ad un fascio passante per (B) mentre la distanza dell'asse neutro varia da h ad $h+d$. L'armatura in tale regione è sollecitata a compressione e pertanto tutta la sezione è compressa; è questo il caso della flessione composta.

Campo 6 : è caratterizzato dall'accorciamento massimo del conglomerato compresso che varia fra ϵ_{cu} e ϵ_{ck} . Le rette di deformazione specifica appartengono ad un fascio passante per (C) e la distanza dell'asse neutro varia fra 0 e $-\infty$. La distanza di (C) dal lembo superiore vale $3h/7$. La sezione risulta sollecitata a compressione semplice o composta.

- Taglio

Il calcolo del taglio viene eseguito secondo il metodo di Ritter-Morsch.

Per gli elementi in cui è richiesta la verifica a taglio, deve risultare:

$$V_{Sd} \leq \min[V_{Rsd}, V_{Rcd}]$$

dove:

- V_{Sd} : taglio sollecitante il calcolo;
- $V_{Rsd} = 0.9 d (A_{SW} / s) f_{yd} (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \sin\alpha$;
- $V_{Rcd} = 0.9 d b_w \alpha_c f'_{cd} (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$;
- d : altezza utile della sezione;
- A_{SW} : area dell'armatura trasversale;
- s : passo dell'armatura trasversale;;

f_{yd} : resistenza a snervamento dell'acciaio;
 b_w : larghezza minima della sezione lungo l'altezza efficace;

Il contributo delle armature a taglio è somma del contributo delle staffe e degli eventuali sagomati. In ogni caso l'aliquota massima che può essere affidata ai sagomati è il 50% dello sforzo di taglio massimo.

- Torsione

Il calcolo a torsione viene effettuato seguendo le prescrizioni dell'EC2 e del D.M. 14/01/2008.

Come previsto dalle suddette norme, la resistenza a torsione della sezione è calcolata sulla base di una sezione chiusa a pareti sottili. Le sezioni piene sono sostituite da sezioni equivalenti a pareti sottili. Le sezioni di forma complessa, come quella a "T", sono suddivise in una serie di sottosezioni, ciascuna delle quali modellata come sezione equivalente a parete sottile. La resistenza totale della sezione si ottiene sommando i contributi delle singole sottosezioni.

L'armatura a torsione è costituita da staffe chiuse combinate con una serie di barre longitudinali uniformemente distribuite su tutto il perimetro della sezione.

Le barre longitudinali sono sempre disposte sugli angoli della sezione.

Il momento torcente di calcolo deve soddisfare le seguenti condizioni:

$$T_{Sd} \leq T_{Rd1}$$

$$T_{Sd} \leq T_{Rd2}$$

dove:

T_{Sd} : Momento Torcente sollecitante di calcolo;

$T_{Rd1} = 2 v f_{cd} t A_k / (\cot\theta + \tan\theta)$;

$T_{Rd2} = 2 A_k (f_{ywd} A_{sw} / s) \cot\theta$;

$v = 0.7 (0.7 - f_{ck} / 200) \geq 0.35$;

f_{ck} : resistenza cilindrica caratteristica del calcestruzzo;

f_{cd} : resistenza cilindrica di calcolo del calcestruzzo;

t : spessore equivalente della parete calcolato come A / u . Tale valore deve essere non minore di due volte il copriferro;

A : area totale della sezione racchiusa nel perimetro esterno, comprese le aree delle cavità interne;

A_k : area compresa all'interno della linea media della sezione trasversale a pareti sottili, comprese le cavità interne;

u : perimetro esterno;

θ : angolo tra le bielle di calcestruzzo e l'asse longitudinale della trave;

f_{ywd} : tensione di snervamento di calcolo delle staffe;

A_{sw} : area della sezione trasversale delle barre usate come staffe;

s : passo delle staffe;

L'area aggiuntiva di acciaio longitudinale per torsione è data dalla seguente equazione:

$$A_{s1} f_{y1d} = (T_{Rd2} u_k / 2A_k) \cot\theta$$

dove:

A_{s1} : area aggiuntiva di acciaio longitudinale richiesta per la torsione;

f_{y1d} : tensione di snervamento di calcolo dell'armatura longitudinale A_{s1} ;

u_k : perimetro dell'area A_k .

- Stabilità

La verifica di instabilità degli elementi snelli in c.a. viene condotta attraverso un'analisi del secondo ordine che tiene in conto degli effetti flessionali dell'azione assiale sulla configurazione deformata degli elementi stessi.

Si sono assunti legami fra le azioni interne e le deformazioni che mettono in conto il comportamento non lineare dei materiali e si è trascurato il contributo del calcestruzzo teso.

Il valore limite della snellezza per ogni colonna è stato assunto pari a:

$$\lambda_{lim} = 15.4 C / \sqrt{v}$$

dove:

$$v = N_{ed} / (A_c f_{cd})$$

$$C = 1.7 - r_m$$

$r_m = M_{01} / M_{02}$ è il rapporto fra i momenti flettenti del primo ordine alle due estremità del pilastro, positivo se i due momenti sono discordi sulla trave ($|M_{02}| \geq |M_{01}|$).

La snellezza della colonna da confrontare con λ_{lim} è pari a:

$$\lambda = \lambda_0 / i$$

λ_0 è la lunghezza libera d'inflessione definita in base ai vincoli di estremità ed i il raggio d'inerzia della sezioni in calcestruzzo non fessurato.

Con riferimento al punto 4.1.2.1.7.3 del DM 2008 in aggiunta al momento sollecitante esterno viene sommata un'aliquota dovuta ad un'eccentricità dello sforzo normale pari a 1/300 dell'altezza della colonna (difetto di rettilineità).

In aggiunta viene considerata un'aliquota aggiuntiva che tenga conto dell'inflessione della colonna pari a $e2 := 0.222 e_{fy} l_0^2/h$.

- Stato tensionale

Tale verifica rientra nell'ambito della verifica di esercizio. Il calcolo delle tensioni si ottiene sfruttando le ipotesi tradizionali per il calcolo del cemento armato ordinario, e cioè:

1. assunzione dei materiali elastico lineari;
2. conservazione delle sezioni piane al crescere dei carichi;
3. perfetta aderenza tra acciaio e calcestruzzo;
4. resistenza nulla a trazione del calcestruzzo;

Inoltre può essere stabilito un coefficiente di omogeneizzazione diverso dal valore ordinario.

Le tensioni di esercizio si possono calcolare considerando le combinazioni di carico caratteristica, frequente e quasi permanente.

La verifica consiste nel confrontare le tensioni di calcolo con quelle limite dei materiali.

- Fessurazione

Poiché la fessurazione in strutture in cemento armato ordinario è quasi inevitabile, bisogna limitare tali entità in modo da non pregiudicare il corretto funzionamento della struttura.

La fessurazione può essere limitata assicurando un minimo di area di armatura longitudinale che può essere calcolata dalla seguente espressione:

$$A_s = k_c k f_{ct,eff} (A_{ct} / \sigma_s)$$

dove:

A_s : area di armatura nella zona tesa;

k_c : coefficiente che tiene conto del tipo di distribuzione delle tensioni nella sezione subito prima la fessurazione. Assume valore 0.4 per flessione senza compressione assiale, e 1 per trazione;

k : coefficiente che tiene conto degli effetti di tensioni auto-equilibrate non uniformi;

$f_{ct,eff}$: resistenza efficace a trazione della sezione al momento in cui si suppone insorgano le prime fessure. In mancanza di dati si utilizza il valore di 3 N/mm²;

A_{ct} : area del calcestruzzo in zona tesa subito prima della fessurazione;

σ_s : massima tensione ammessa nell'armatura subito dopo la formazione della fessura.

Il calcolo delle ampiezze delle fessure si effettua considerando anche la parte di calcestruzzo reagente a trazione utilizzando la seguente espressione:

$$W_k = \beta s_{rm} \epsilon_{sm}$$

W_k : ampiezza di calcolo delle fessure;

β : coefficiente di correlazione tra l'ampiezza media delle fessure e il valore di calcolo;

s_{rm} : distanza media finale tra le fessure;

ε_{sm} : deformazione che tiene conto, nella combinazione di carico considerata, degli effetti "tension stiffening", del ritiro;

La quantità ε_{sm} si ottiene dalla seguente espressione:

$$\varepsilon_{sm} = (\sigma_s / E_s) [1 - \beta_1 \beta_2 (\sigma_{sr} / \sigma_s)^2]$$

dove:

σ_s : tensione dell'acciaio teso calcolata a sezione fessurata;

E_s : modulo elastico dell'acciaio;

σ_{sr} : tensione dell'acciaio teso calcolata nella sezione per una condizione di carico che induce alla prima fessurazione;

β_1 : coefficiente di aderenza delle barre. Assume valore 0.5 per barre lisce e 1 per barre ad aderenza migliorata;

β_2 : coefficiente di durata dei carichi. Assume valore 0.5 per carichi di lunga durata o per molti cicli ripetuti e 1 per un singolo carico di breve durata.

La quantità s_{rm} si ottiene dalla seguente espressione:

$$s_{rm} = 50 + 0.25 k_1 k_2 (\phi / \rho_t)$$

dove:

k_1 : coefficiente di aderenza delle barre. Assume valore 1.6 per barre lisce e 0.8 per barre ad aderenza migliorata;

k_2 : coefficiente che tiene conto della forma del diagramma delle deformazioni. Assume valore 0.5 per flessione e 1 per trazione pura;

ϕ : diametro delle barre in mm. Se si utilizzano più diametri si utilizza il diametro medio.

La fessurazione causata dalle azioni tangenziali si considera contenuta in limiti accettabili se si adotta un passo delle staffe. Tale verifica non è necessaria in elementi in cui non è richiesta l'armatura a taglio.

- Verifiche a deformabilità

Per il calcolo della deformabilità di elementi inflessi si utilizza il metodo che pesa le curvature nelle due situazioni caratteristiche degli elementi in c.a. ("I" sezione integra; "II" sezione fessurata). A tale riguardo la curvatura in una generica sezione può essere valutata con la seguente relazione:

$$\theta = (1-\zeta) \theta_I + \zeta \theta_{II}$$

dove ζ rappresenta l'effetto irrigidente del calcestruzzo tra due fessure consecutive (tension stiffening):

$$\zeta = 1 - c(M_{cr}/M)^2$$

dove:

c : pari a 1 per carichi permanenti;

M_{cr} : momento di prima fessurazione;

M : momento sollecitante.

Per calcolare la freccia di un elemento, si divide in "n" conci uguali e si calcola la curvatura di ogni concio riferita alla coordinata x_i . La freccia relativa alla sezione x_j è pari a:

$$\delta_j = \varphi_A x_j - \sum (x_j - x_i) \theta_i \Delta x$$

dove:

φ_A : rotazione dell'estremo iniziale dell'elemento;

l : lunghezza dell'elemento;

Δx : lunghezza del concio;

θ_i : curvatura relativa al concio.

- Verifica dei nodi

I nodi strutturali vengono verificati nei riguardi di:

- Compressione, mediamente la seguente relazione:

$$V_{jbd} \leq \eta f_{cd} b_j h_{jc} \sqrt{(1 - v_d / \eta)}$$

dove:

- V_{jbd} : forza di taglio agente nel nodo
- $\eta = \alpha_j (1 - f_{ck} / 250) f_{ck}$ [MPa]
- α_j : coefficiente pari a 0.6 per nodi interni e 0.48 per nodi esterni
- b_j : larghezza del nodo
- h_{jc} : distanza tra le armature più esterne del pilastro
- v_d : forza assiale adimensionalizzata

- Trazione mediante le seguenti relazioni alternative:

$$A_{sh} f_{ywd} \geq \gamma_{Rd} (A_{s1} + A_{s2}) f_{yd} (1 - 0.8 v_d) \text{ per nodi interni}$$

$$A_{sh} f_{ywd} \geq \gamma_{Rd} A_{s2} f_{yd} (1 - 0.8 v_d) \text{ per nodi esterni}$$

dove:

- A_{sh} : area totale nel nodo
- f_{ywd}, f_{yd} : resistenza caratteristica a snervamento delle staffe e delle armature longitudinali
- γ_{Rd} : 1.2
- A_{s1}, A_{s2} : area armature superiore ed inferiore nel nodo.

- Particolari prescrizioni nell'ambito della gerarchia delle resistenze

Al fine di garantire la gerarchia delle resistenze per le strutture in c.a. sono state considerate alcune prescrizioni aggiuntive per il calcolo delle sollecitazioni di calcolo.

Per le travi, al fine di escludere la formazione di meccanismi inelastici dovuti al taglio, le sollecitazioni di taglio di calcolo vengono ottenute sommando i seguenti contributi:

1. sollecitazioni di taglio relative ai carichi gravitazionali agenti sulla trave, considerata incernierata agli estremi;
2. sollecitazioni di taglio corrispondenti alla formazione delle cernire plastiche nella trave e prodotte dai momenti resistenti delle due sezioni di plasticizzazione (generalmente quelle di estremità) amplificati del fattore di sovrarresistenza.

Il fattore di sovrarresistenza (γ_{Rd}) è assunto pari ad 1.20 per strutture in CD"A" e ad 1.00 per strutture in CD"B". Per ciascuna direzione e ciascun verso di applicazione delle azioni sismiche, si devono proteggere i pilastri dalla plasticizzazione prematura adottando opportuni momenti flettenti di calcolo.

Tale condizione di consegue qualora, verificando che la resistenza complessiva delle travi amplificata del fattore di sovrarresistenza, in accordo con la formula:

$$\Sigma M_{C,Rd} \geq \gamma_{Rd} \Sigma M_{b,Rd}$$

dove:

$\gamma_{Rd} = 1.30$ per le strutture in CD"A";

$\gamma_{Rd} = 1.10$ per le strutture in CD"B";

$M_{C,Rd}$ è il momento resistente del generico pilastro convergente nel nodo, calcolato per i livelli di sollecitazione assiale presenti nelle combinazioni sismiche delle azioni.

$M_{b,Rd}$ è il momento resistente della generica trave convergente nel nodo.

Per i pilastri, al fine di escludere la formazione di meccanismi inelastici dovuti al taglio, le sollecitazioni di taglio da utilizzare per le verifiche ed il dimensionamento delle armature si ottengono sommando i seguenti contributi:

1. sollecitazioni di taglio dovuto ai carichi gravitazionali;
2. sollecitazioni di taglio indotte dalla condizione di equilibrio del pilastro soggetto all'azione dei momenti resistenti nelle sezioni di estremità superiore ed inferiore secondo l'espressione:

$$V_{Ed} = \gamma_{Rd} (M_{C,Rd}^{Sup} + M_{C,Rd}^{Inf}) / 1_p$$

Il dimensionamento delle strutture di fondazione è stato eseguito assumendo come azioni in fondazione le resistenze degli elementi strutturali soprastanti secondo le indicazioni del punto 7.2.5. In particolare viene applicato un fattore di sovrarresistenza rispetto alle azioni resistenti trasferite dagli elementi soprastanti, pari a 1,1 in CD "B" e 1,3 in CD "A". In ogni caso i valori utilizzati non sono maggiori di quelle derivanti da una analisi elastica della struttura in elevazione eseguita con un fattore di struttura q pari a 1.

2.4.2 Verifica delle Travi SER.

Le travi SER sono travi miste interamente prefabbricate formate da un piatto e da un traliccio reticolare ambedue in acciaio e composti in fase d'opera con il calcestruzzo.

Le strutture miste acciaio-calcestruzzo presentano uno schema di funzionamento statico del tutto diverso dalle normali strutture in cemento armato. Infatti, le armature delle comuni opere in cemento armato non hanno autonoma portanza e prima del consolidamento del conglomerato cementizio non sono in grado di esplicare alcuna funzione, mentre le travi in acciaio, solidarizzate al calcestruzzo, sono strutture "finite" e esercizio collaborano alla resistenza del complesso come un unico materiale resistente.

Il comportamento statico delle travi SER è collegato ai tre diversi momenti in cui la trave metallica svolge la sua completa funzione strutturale:

FASE 1: sino al consolidamento del calcestruzzo, la trave si comporta come una travatura reticolare metallica con maglie triangolari e lo schema statico di riferimento è quello di una trave in semplice appoggio;

FASE 2: a getto solidificato, la trave è solidarizzata con le strutture portanti contigue (travi e pilastri) e lo schema statico è quello di una struttura mista intelaiata;

FASE 3: all'istante $t \Rightarrow \infty$ si manifestano le deformazioni nel calcestruzzo prodotte dal ritiro (indipendente dai carichi) e quelle prodotte dallo scorrimento viscoso o fluage (proporzionale solo ai carichi permanenti).

Fase 1

In questa fase la parte reagente è costituita dalla sola parte in carpenteria metallica prefabbricata. Il tipo di vincolo presente alle estremità dell'asta è un semplice appoggio mentre il criterio di verifica adottato è quello utilizzato per le comuni aste in acciaio.

a resistenza a taglio del traliccio viene valutata tramite il metodo dell'Anima Equivalente (*G.Ballio F.M.Mazzolani – Strutture in Acciaio - Hoepli*) il quale consente di utilizzare per le reticolari le formule relative alle travi a parete piena purché si definisca un'anima equivalente di sezione trasversale pari ad A_w determinata in modo che, sotto uno sforzo di taglio 'V', un pannello della trave a traliccio, di lunghezza L_0 e con modulo elastico tangenziale G , abbia una deformazione trasversale Y_v pari a :

$$Y_v = (V \cdot L_0) / (G \cdot A_w)$$

Ossia proprio pari a quella di una trave a parete piena equivalente.

Fase 2

Questa fase viene affrontata dividendo la trave in tre campi ed utilizzando delle procedure di verifica diverse in funzione del tratto esaminato.

Nei tratti di trave dove è perfettamente garantita la connessione tra reticolare, piatto e calcestruzzo ossia dove la trave può essere considerata composta ai fini delle indicazioni del DM2008 la resistenza a taglio viene assicurata unicamente dalla parte in acciaio della sezione mentre in prossimità delle sezioni di incastro alle colonne la sezione viene verificata come sezione in c.a.

Dunque il tratto iniziale e finale della trave, conseguentemente alla non connessione tra il traliccio e il pilastro in c.a. e all'unica azione resistente esercitata dai monconi aggiuntivi (gli unici ad avere adeguati ancoraggi), verranno verificate alla stregua di comuni sezioni in c.a.

Queste verifiche, ovviamente, non terranno minimamente in considerazione il contributo dell'acciaio da carpenteria utilizzato per la fase 1.

L'azione resistente al taglio sarà esercitata da staffe aggiuntive saldate opportunamente al piatto.

In questo caso la resistenza a taglio V_{Rd} viene valutata sulla base di una adeguata schematizzazione a traliccio. Gli elementi resistenti dell'ideale traliccio sono: le armature trasversali (staffe aggiuntive), le armature longitudinali (Monconi e correnti aggiuntivi), il corrente compresso di calcestruzzo e i puntoni d'anima inclinati.

Il valore dell'inclinazione θ dei puntoni d'anima di calcestruzzo rispetto all'asse della trave rispetta sempre il seguente limite:

$$1 \leq \text{ctg}\theta \leq 2.5$$

L'azione resistente alle sollecitazioni flessionali sarà esercitata dai monconi aggiuntivi e dal calcestruzzo reagente senza, ovviamente, non considerare il contributo dell'acciaio da carpenteria utilizzato per la fase 1.

Il tratto centrale della trave, al contrario, viene verificato secondo le procedure adottate per le sezioni composte acciaio calcestruzzo.

In particolare verrà adottato il "metodo della sezione omogeneizzata", introdotto dalla scuola americana ed oggi adottato da quasi tutte le normative, compresa quella italiana. Si riduce, dunque, la sezione composta in un'altra ideale costituita tutta in acciaio, nella quale le tensioni relative al conglomerato in corrispondenza di una generica fibra si ricaveranno da quelle ottenute per la sezione ideale di acciaio in corrispondenza della stessa fibra dividendo queste ultime per il rapporto dei moduli elastici dei due materiali.

Tale metodo è un'estensione alle travi composte acciaio-calcestruzzo della teoria classica del cemento armato ordinario.

Le ipotesi considerate nell'analisi (di tipo elastico – lineare) delle tensioni sono:

1. L'acciaio ed il calcestruzzo hanno legami costitutivi lineari;
2. Vale il principio delle sezioni piane;
3. Non ci sono scorrimenti relativi fra i due materiali lungo le superfici di contatto;
4. Il calcestruzzo teso è considerato non reagente;
5. È impedito il movimento relativo verticale tra la soletta di calcestruzzo e la trave in acciaio.

Per le verifiche, al fine di poter considerare la somma degli effetti derivanti dalle varie fasi, si è fatto riferimento allo "Stato limite ultimo ELASTICO" della sezione secondo il quale la resistenza ultima si verifica quando anche in un solo punto della sezione si ha il raggiungimento della resistenza di progetto nell'acciaio o nel calcestruzzo.

La resistenza a taglio viene assicurata unicamente dalla parte in acciaio della sezione. Tale parte viene valutata tramite il metodo dell'Anima Equivalente il quale suggerisce di utilizzare per le reticolari le formule relative alle travi a parete piena purché si definisca proprio un'anima equivalente di sezione A_w determinata in modo che, sotto uno sforzo di taglio 'V', un pannello della trave a traliccio di lunghezza L_0 abbia una deformazione trasversale pari a :

$$Y_v = (V \cdot L_0) / (G \cdot A_w)$$

ossia pari a quella di una trave a parete piena equivalente.

Fase 3

L'influenza della viscosità del calcestruzzo nei confronti delle sollecitazioni e deformazioni prodotte dai carichi permanenti è stata valutata mediante l'introduzione di un modulo elastico fittizio del calcestruzzo.

Lo stato tensionale conseguente alla viscosità del calcestruzzo per azioni di lunga durata vengono valutate a fenomeno di scorrimento esaurito ($t \rightarrow \infty$). Il calcolo viene, quindi, eseguito sostituendo il modulo elastico del calcestruzzo con un modulo elastico E_c^* ideale determinato tramite la formula seguente:

$$E_c^* = E_c / (1 + \varphi_\infty)$$

L'influenza del ritiro è stata determinata secondo il metodo di E. Morsh. Lo stato sollecitazionale viene calcolato a fenomeno esaurito ($t \rightarrow \infty$) tenendo conto del concomitante effetto viscoso sostituendo al modulo elastico E_c il modulo elastico ideale E_c^* .

Il metodo di E. Morsh considera le deformazioni da ritiro del calcestruzzo completamente impedita dalla trave metallica, per cui nella parte in cls si generano delle tensioni di trazioni la cui risultante N_c viene calcolata come segue:

$$N_c = \gamma_c \cdot E_c^* \cdot \varepsilon_{r,\infty} \cdot A_c$$

Dove

γ_c : è il coefficiente di parziale sicurezza da normativa per il calcestruzzo;

A_c : rappresenta l'area della parte della sezione in calcestruzzo;

$\varepsilon_{r,\infty}$: è un coefficiente che viene calcolato in funzione del tipo di calcestruzzo e dell'ambiente di stagionatura tramite la

seguinte tabella.

Condizioni Ambientali	$\varepsilon_{r,\infty}$	
	Calcestruzzi Normali	Calcestruzzi Leggeri
<i>Ambiente Secco</i>	325E-6	500E-6
<i>Altri Ambienti</i>	200E-6	300E-6

Con lo stesso criterio adottato per il ritiro vengono determinate le tensioni provocate dalle variazioni termiche differenziali tra parte in acciaio e in calcestruzzo della sezione.

In questo caso, però, verrà utilizzato il modulo elastico E_c del calcestruzzo e non quello ideale E_c^* mentre al posto del coefficiente $\varepsilon_{r,\infty}$ sarà utilizzato $\varepsilon_{Dt,\infty}$.

L'azione normale da variazione termica sarà dunque:

$$N_c = \gamma_c \cdot E_c \cdot \varepsilon_{\Delta t,\infty} \cdot A_c$$

Dove

$$\varepsilon_{\Delta t,\infty} : \alpha \cdot \Delta t$$

$$\alpha : 1 \cdot 10^{-5} / ^\circ\text{C}$$

In questa fase, conseguentemente alle azioni da ritiro, viscosità e variazione termica, saranno effettuate necessariamente anche le verifiche relative alle connessioni a taglio in grado di impedire lo scorrimento ed il distacco tra i due materiali componenti la sezione.

Si riportano schematicamente le varie fasi, azioni e verifiche da considerare nella progettazione.

Fase 1 (Sezione reagente costituita dalla sola parte in acciaio):

Fase relativa alla trave a reticolare in semplice appoggio.

Azioni considerate : 1) Peso Proprio della Trave SER
 2.a) Peso della Soletta Gettata
 2.b) Eventuali carichi aggiuntivi

Verifiche : 1) di Resistenza [1 + 2.a + 2.b]
 2) di Deformabilità

Se necessari saranno introdotti

Fase 2 (Sezione reagente omogeneizzata):

Azioni considerate : 3) Sovraccarichi Reagenti
 4) Sovraccarichi Accidentali

Verifiche : 1) di Resistenza [1 + 2.a + 2.b + 3 + 4]

Fase 3 (Sezione reagente omogeneizzata e fenomeni lenti):

Azioni considerate : 5) Viscosità
 6) Ritiro
 7) VARIAZIONE TERMICA

Verifiche : 1) di Resistenza [1 + 2.a + 2.b + 3 + 4 + 5 + 6 + 7]
 2) dei Dispositivi di connessione [3 + 4]

- Particolari prescrizioni per distribuzione irregolari di tamponamenti ed impianti

Nel caso di distribuzione fortemente irregolare in altezza di tamponamenti ed impianti, deve essere considerata la possibilità di forti concentrazioni di danno ai livelli caratterizzati da significativa riduzione del numero di tali elementi.

Questo requisito si intende soddisfatto incrementando le azioni di calcolo per gli elementi verticali (pilastri e pareti) dei livelli con riduzione dei tamponamenti come descritto nel paragrafo 7.2.3 del D.M. 14/01/2008. I fattori di sovrarresistenza utilizzati nel presente calcolo sono:

Impalcato	Fatt. Sovr.
1	1.00

3 Dati

3.1 Dati Generali

Numero Impalcati : 1
 Numero delle tipologie di sezioni trasversali usate : 2
 Numero delle tipologie di solaio utilizzate : 1

Impalcato	Quota assoluta min [cm]	Quota assoluta max [cm]	Quota relativa min [cm]	Quota relativa max [cm]	Numero Colonne	Numero Travi
Fond.	0.00	0.00	0.00	0.00	0	5
Imp.1	0.00	310.00	310.00	310.00	0	2

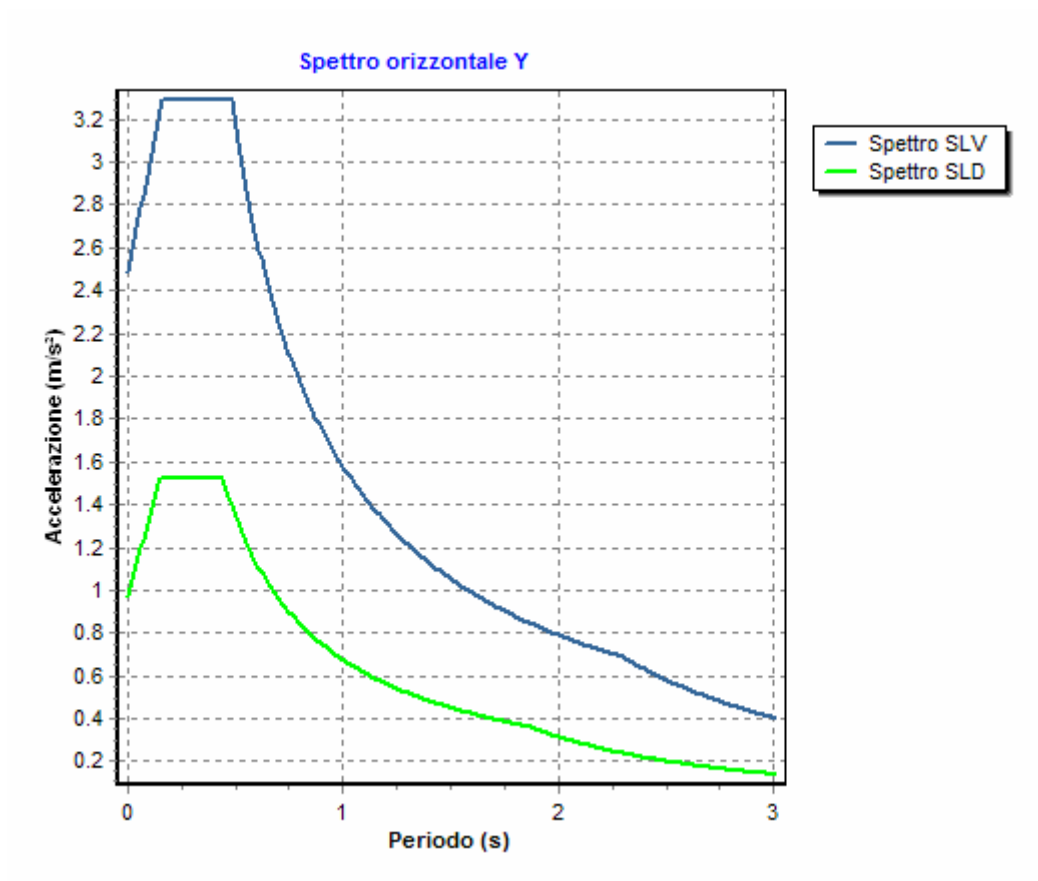
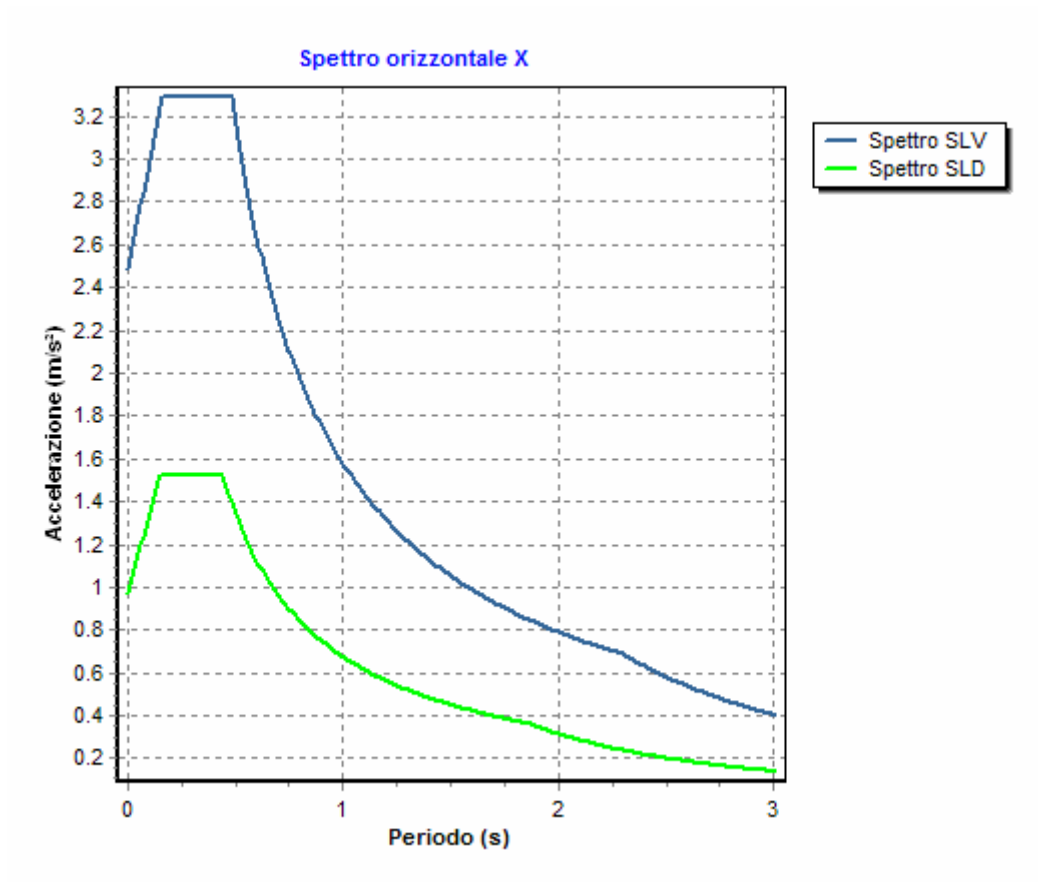
Coordinate (Datum WGS84) del sito : Latitudine = 38.0163° - Longitudine = 14.3551°
 Coordinate (Datum ED50) del sito : Latitudine = 38.0174° - Longitudine = 14.3560°

Numero punto	Latitudine [°]	Longitudine [°]
45634	38.0319	14.3137
45635	38.0314	14.3770
45856	37.9819	14.3131
45857	37.9814	14.3764

Zona sismica : SI
 Suolo di fondazione : C
 Vita nominale : 50
 Classe di duttilità : B
 Tipo di opera : Opere ordinarie
 Classe d'uso : II
 Vita di riferimento : 50
 Categoria topografica : T1
 Coefficiente smorzamento viscoso : 0.05

	Parametri dello spettro di risposta orizzontale							
	SLV		SLC		SLD		SLO	
Tempo di ritorno	475		975		50		30	
Accelerazione sismica	0.175		0.226		0.066		0.050	
Coefficiente Fo	2.395		2.455		2.357		2.359	
Periodo T _c *	0.311		0.317		0.275		0.261	
Coefficiente S _s	1.45		1.37		1.50		1.50	
Coefficiente di amplificazione topografica S _t	1.00		1.00		1.00		1.00	
Prodotto S _s · S _t	1.45		1.37		1.50		1.50	
Periodo T _B	0.16		0.16		0.15		0.14	
Periodo T _C	0.48		0.49		0.44		0.43	
Periodo T _D	2.30		2.50		1.86		1.80	
	x	y	x	y	x	y	x	y
Coefficiente η	0.552	0.552	1.000	1.000	*	*	*	*

* η pari a 1 per gli spostamenti e 2/3 per le sollecitazioni.



- FATTORI DI STRUTTURA -

Fattore di struttura in direzione x (qx) : 1.81

Calcolato considerando i seguenti parametri:

Tipo Struttura : C.A.
 Regolarità in elevazione : SI
 Regolarità in pianta : NO
 Kr : 1.00
 Tipologia Strutturale : Strutture a pareti non accoppiate
 Modalità di collasso : Strutture a pareti, miste equivalenti a pareti
 α_0 : 0.81
 Kw : 0.60

Fattore di struttura in direzione y (qy) : 1.81

Calcolato considerando i seguenti parametri:

Tipo Struttura : C.A.
 Regolarità in elevazione : SI
 Regolarità in pianta : NO
 Kr : 1.00
 Tipologia Strutturale : Strutture a pareti non accoppiate
 Modalità di collasso : Strutture a pareti, miste equivalenti a pareti
 α_0 : 0.81
 Kw : 0.60

Fattore di struttura in direzione z (qz) : 1.50

Modulo di Winkler traslazionale : 5.00 daN/cm³
 Modulo di Winkler tangenziale : 2.50 daN/cm³
 Delta Termico aste di elevazione : 15
 Delta Termico aste di fondazione : 10
 Modulo di omogeneizzazione (per SLE) : 15
 Classe di servizio per le strutture in legno : 1
 Copriferro Travi di Fondazione : 3.00 cm
 Copriferro Solai : 3.00 cm

3.2 Elenco e Caratteristiche dei materiali.

Nell'ambito del progetto si è fatto uso dei seguenti materiali divisi per categoria di appartenenza:

a - Calcestruzzo

Nome	Classe	Rck [daN/cm ²]	v	ps [daN/m ³]	α_t [1/°C]	Ec [daN/cm ²]	FC	$\gamma_{m,c}$	Ect/Ec	fck [daN/cm ²]	fcm [daN/cm ²]	fed SLU [daN/cm ²]	fedd SLU [daN/cm ²]	fed SLD [daN/cm ²]	fedd SLD [daN/cm ²]	fedk,0.05 [daN/cm ²]	fctm [daN/cm ²]	gc2 [%]	scu2 [%]
C25/30	C25/30	300	0.15	2500	1.0E-005	314758.1	-	1.50	0.50	250.0	-	141.7	12.0	212.5	18.0	18.0	25.6	2.00	3.50

b - Acciaio per C.A.

Nome	Tipo	γ_m	FC	Es [daN/cm ²]	fyk [daN/cm ²]	ftk [daN/cm ²]	fd SLU [daN/cm ²]	fd SLD [daN/cm ²]	fd SLE [daN/cm ²]	k	scud [%]
B450C	B450C	1.15	-	2100000.0	4500.0	5400.0	3913.0	4500.0	3913.0	1.00	10.00

3.3 Elenco e caratteristiche delle colonne stratigrafiche.

Nell'ambito del progetto si è fatto uso delle seguenti colonne stratigrafiche:

Caratteristiche delle colonne stratigrafiche:

- Colonna : nome della colonna stratigrafica;
 Filo : filo fisso al quale appartiene la colonna stratigrafica;
 Impalcato : Impalcato al quale appartiene la colonna stratigrafica;
 Falda : Presenza della falda;
 Prof. Falda : Profondità della falda (se è presente);
 Spicc. Fond. : Quota dell'estradosso della fondazione rispetto al piano campagna;
 No. Strati : Numero degli strati della colonna stratigrafica.
 RQD : (Rock Quality Designation)grado di fratturazione dell'ammasso roccioso in [0-1]

Filo	Colonna	Impalcato	Falda	Prof. Falda [cm]	Spicc. Fond. [cm]	No. Strati	RQD
1	Colonna 1	Fond.	Non Presente	-	0.00	1	-
2	Colonna 1	Fond.	Non Presente	-	0.00	1	-
3	Colonna 1	Fond.	Non Presente	-	0.00	1	-
4	Colonna 1	Fond.	Non Presente	-	0.00	1	-
5	Colonna 1	Fond.	Non Presente	-	0.00	1	-

Caratteristiche degli strati appartenenti alle colonne stratigrafiche:

- Colonna : nome della colonna stratigrafica;
 Strato : nome dello strato appartenente la colonna stratigrafica;
 Spess. : Spessore dello strato;
 Peso : Peso dell'unità di volume dello strato;
 Peso eff. : Peso dell'unità di volume efficace dello strato;
 NSPT : Numero di colpi medio misurato nello strato;
 Qc : Resistenza alla punta media misurata nello strato;
 ϕ : Angolo di attrito del terreno;
 C : Coesione drenata del terreno;
 Cu : Coesione non drenata del terreno;
 E : Modulo elastico del terreno;
 G : Modulo di taglio del terreno;
 ν_t : Coefficiente di Poisson;
 E_{ed} : Modulo Edometrico;
 OCR : Grado di sovraconsolidazione del terreno.

Colonna	Strato	Spess. [cm]	Peso [daN/m ³]	Peso eff. [daN/m ³]	NSPT	Qc [daN/cm ²]	ϕ [°]	C [daN/cm ²]	Cu [daN/cm ²]	E [daN/cm ²]	G [daN/cm ²]	ν_t [°]	E_{ed} [daN/cm ²]	OCR
Colonna 1	Strato1	2000.0	1800.0	800.0	10	15.00	30.0	0.30	0.70	200.00	100.00	0.35	80.00	1.00

3.4 Elenco dei carichi.

3.4.1 Pesì propri unitari - G1.

Impalcato	Solai [daN/m ²]	Balconi [daN/m ²]	Scale [daN/m ²]
Fond.	-	-	-
Imp.1	215	215	-

- Analisi dei Carichi -

Imp.1

Solai

Tipologia solaio prevalente: SPB_16/4/5.0(PLASTBAU METAL)

- Altezza travetto : 16.0 cm
 Larghezza travetto : 11 cm
 Interasse Travetti : 60 cm

Altezza soletina collaborante	5.0 cm
Volume cls per getto in opera	0.083 m ³ /m ²
Peso dell'unità di volume calcestruzzo armato	2500.0 daN/m ³
Peso Plastbau Metal	6.41 daN/m ²

Peso Proprio Solaio: 215 daN/m²

Balconi

Tipologia balcone prevalente: SPB_16/4/5.0(PLASTBAU METAL)

Altezza travetto	16.0 cm
Larghezza travetto	11 cm
Interasse Travetti	60 cm
Altezza soletina collaborante	5.0 cm
Volume cls per getto in opera	0.083 m ³ /m ²
Peso dell'unità di volume calcestruzzo armato	2500.0 daN/m ³
Peso Plastbau Metal	6.41 daN/m ²

Peso Proprio Solaio: 215 daN/m²

Tipologie balconi presenti:

- SUT_Bal CA15(Utente)

Peso Proprio Solaio: 375 daN/m²

3.4.2 Carichi Permanenti unitari - G2.

Impalcato	Solai [daN/m ²]	Balconi [daN/m ²]	Scale [daN/m ²]	Influenza Tramezzi [daN/m ²]	Tamponature [daN/m]
Fond.	150	150	150	120	732
Imp.1	150	150	150	0	0

- Analisi dei Carichi -

Fond.

Influenza Tramezzi

Il peso proprio degli elementi divisorii interni viene ragguagliato ad un carico permanente portato uniformemente distribuito come definito dal punto 3.1.3.1 - Elementi divisorii interni con $200 < G2 \leq 300$ daN/m² (DM 14/01/2008)

Imp.1

Solai

Tipologia solaio prevalente: Il carico permanente non strutturale G2 deriva dall'analisi della tipologia di solaio adottata in fase di progettazione e descritta nei relativi elaborati

Balconi

Tipologia balcone prevalente: Il carico permanente non strutturale G2 deriva dall'analisi della tipologia di balcone adottata in fase di progettazione e descritta nei relativi elaborati

3.4.3 Carichi Variabili unitari - Q.

Le intensità assunte per i carichi variabili verticali ripartiti sono riportate nella seguente tabella:

Impalcato	Carichi d'esercizio [daN/m ²]		
	Solai	Balconi	Scale
Fond.	200	400	550
Imp.1	100	400	550

3.4.4 Pesì Impalcati.

Ai fini della valutazione dei pesi "W" a livello dei vari impalcati, si tiene conto dei carichi di tipo G1 relativi agli elementi strutturali e dei carichi di tipo G2 relativi agli elementi non strutturali sommati ai sovraccarichi d'esercizio Qk moltiplicati per una aliquota Ψ_{2i} (determinata dalla destinazione d'uso dell'opera ai vari piani

$$W_i = G1_i + G2_i + \Psi_{2i} \cdot Q_{ki}$$

Dove il pedice "i" è il piano i-esimo della struttura.

Impalcato	Destinazione	Ψ_{2i}
Fond.	A - Ambienti ad uso residenziale	0.3
Imp.1	A - Ambienti ad uso residenziale	0.3

Per balconi e scale verranno usati i coefficienti calcolati come i maggiori tra quelli relativi alla categoria di carico di piano ed i seguenti:

Cat.	Destinazione	Ψ_{2i}
C2	Balconi, ballatoi e scale	0.6

Imp. Reale	G1 [daN]	G2 [daN]	$\Psi_2 \cdot Q_k$ [daN]	W (SLV-SLD) [daN]
0	11884.69	823.50	183.00	12891.19
1	14257.75	3033.78	1229.45	18520.98

3.4.5 Azione del Vento.

La velocità di riferimento del vento $v_b(T_R)$ riferita ad un generico periodo di ritorno T_R è data dall'espressione:

$$v_b(T_R) = \alpha_R(T_R) \cdot v_b$$

dove:

v_b è la velocità di riferimento del vento associata ad un periodo di ritorno di 50 anni;

α_R è un coefficiente ricavabile dall'espressione:

$$\alpha_R = 0.75((1 - 0.2 \ln[-\ln(1 - 1/T_R)])^n$$

dove: $n=0.5$

Nel caso in esame $T_R = 50$ anni

La pressione esterna del vento è data dall'espressione: $p_e = q_b \cdot C_e \cdot C_{pe} \cdot C_d$

La pressione interna del vento è data dall'espressione: $p_i = q_b \cdot C_e \cdot C_{pi} \cdot C_d$

$q_b = 49.00$ daN/mq è la pressione cinetica di riferimento valutata con l'espressione:

$$q_p = 0.1 \cdot (1/2 \cdot \rho \cdot (v_b(T_R))^2) \text{ in (daN/m}^2\text{)}$$

essendo:

$v_b(T_R)$ la velocità di riferimento del vento (in m/s);

ρ la densità dell'aria assunta pari a 1.25 daN/m³.

C_e = 1.63 è il coefficiente di esposizione.

C_{pe} : è il coefficiente di forma per la valutazione della pressione esterna.

C_{pi} : è il coefficiente di forma per la valutazione della pressione interna.

C_d = 1.00 è il coefficiente dinamico

L'azione tangente per unità di superficie parallela alla direzione del vento è data dall'espressione: $p_f = q_b \cdot C_e \cdot C_f$ essendo:

C_f = 0.01 il coefficiente d'attrito

Nel caso in esame la zona selezionata è la 4: **Sicilia e provincia di Reggio Calabria.**

Il fabbricato si trova sulla terraferma ad una distanza di 0.0 Km dalla costa e ad un'altezza di 7.00 mt sul livello del mare.

Il tipo di costruzione è :

Edificio a pianta rettangolare con copertura piana, a falda inclinata o curva.

La superficie della costruzione è **liscia**.

La classe di rugosità del terreno é la **A**: "Aree urbane in cui almeno il **15%** della superficie sia coperto da edifici la cui altezza media superi i **15 mt.**"

Il coefficiente di esposizione **C_e**, funzione dell'altezza della costruzione **z = 3.10 mt** sul suolo, della rugosità, della topografia del terreno, e dell'esposizione del sito ove sorge la costruzione, e' dato dalla formula:

$$C_e(z_{min}) = K_r^2 \cdot C_t \cdot \ln(z_{min}/z_0) \cdot [7 + C_t \cdot \ln(z_{min}/z_0)] \text{ valida per } z < z_{min}.$$

Dove: **K_r..... = 0.220;**

z₀..... = 0.300;

z_{min}... = 8.000;

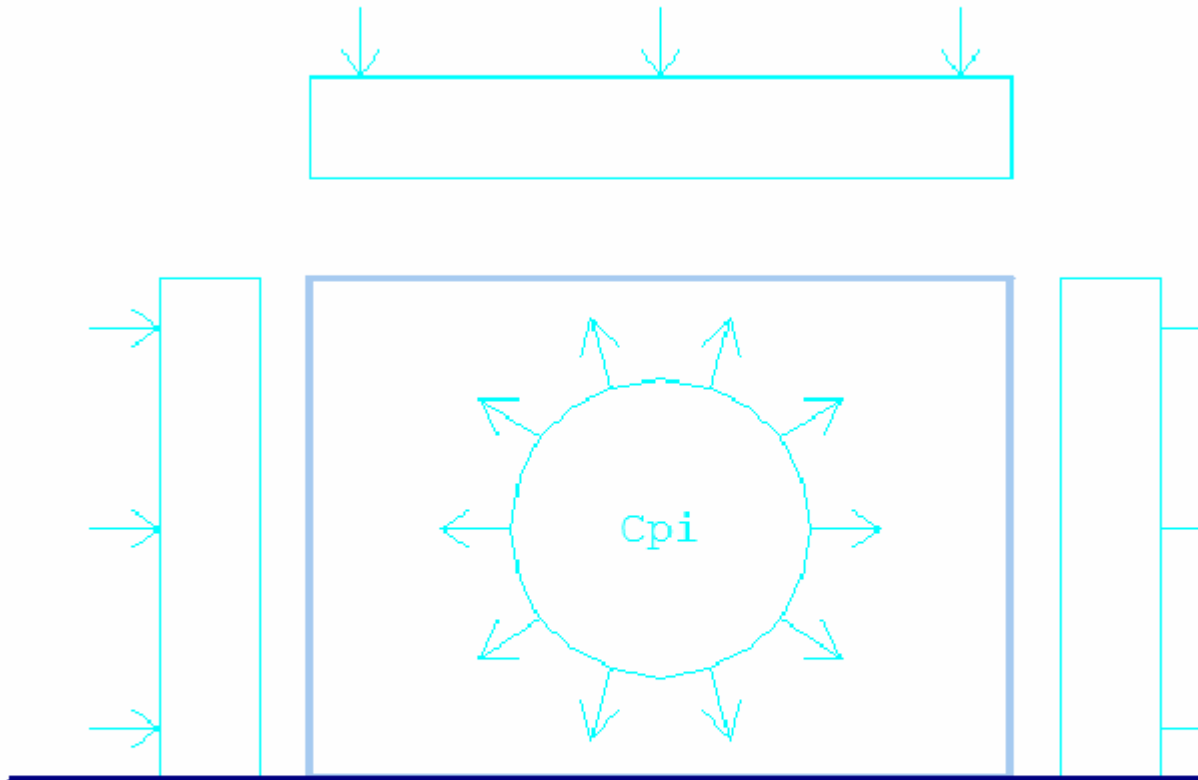
sono assegnati in funzione della categoria di esposizione del sito dove sorge la costruzione.

C_t..... = 1.000 è il coefficiente di topografia.

I coefficienti di forma sono stati ricavati, per una costruzione di tipo **con copertura a falde**, con un angolo pari a **0°**, **avente una parete con aperture di superficie < 33% di quella totale.**

Il coefficiente di forma **c_{pe}** viene riferito all'esterno del corpo di fabbrica; esso è positivo per pressione esterna >0 sulla superficie esterna, negativo per depressione (per pressione esterna <0).

Il coefficiente di forma **c_{pi}** viene riferito all'interno del corpo di fabbrica; esso è positivo per pressione interna >0 sulla superficie interna, negativo per depressione (per pressione interna <0).



- Struttura
- Pressioni

I valori delle pressioni esterna ed interna da applicare alle varie superfici sono riportati nella seguente tabella:

	C_{pe}	p_e [daN/m ²]	C_{pi}	P_i [daN/m ²]
Parete sopra vento	0.80	64.06	0.20	16.02
Falda sopra vento	-0.40	-32.03	0.20	16.02
Falda sottovento	-0.40	-32.03	0.20	16.02
Parete sottovento	-0.40	-32.03	0.20	16.02

L'azione tangente p_f parallela alla direzione del vento e' pari a 0.80 [daN/m²].

3.4.6 Carico della Neve.

FaTA e-version - Vers 30.3.4

Tale calcolo viene effettuato ai sensi di:

D.M. del 14 Gennaio 2008: "Norme tecniche per le costruzioni";

Circolare 2 febbraio 2009, n. 617.

Il carico neve sulle coperture è valutato con la seguente espressione:

$$q_s = \mu_i \cdot q_{sk} \cdot C_e \cdot C_t$$

Dove: **q_s** è il carico cercato;

μ_i è il coefficiente di forma della copertura;

q_{sk} è il valore di riferimento del carico neve al suolo riferito ad un periodo di ritorno di 50 anni.

C_e è il coefficiente di esposizione che viene utilizzato per modificare il carico neve in funzione delle caratteristiche dell'area in cui sorge l'opera;

C_t è il coefficiente termico;

C_e = 1.0 valido per topografia: Normale (Aree in cui non è presente una significativa rimozione di neve sulla costruzione prodotta dal vento, a causa del terreno, altre costruzioni o alberi).

C_t = 1.0

Il carico agisce in direzione verticale ed riferito alla proiezione orizzontale della superficie della copertura.

Il carico neve al suolo dipende dalle condizioni locali di clima e di esposizione considerata la variabilità delle precipitazioni nevose da zona a zona.

Per il calcolo di q_{sk} si è fatto riferimento alla seguente espressione :

$$q_{sk} = 60 \text{ daN/m}^2$$

valida per:

- Zona III (Agrigento, Avellino, Benevento, Brindisi, Cagliari, Caltanissetta, Carbonia-Iglesias, Caserta, Catania, Catanzaro, Cosenza, Crotone, Enna, Frosinone, Grosseto, L'Aquila, Latina, Lecce, Livorno, Matera, Medio Campidano, Messina, Napoli, Nuoro, Ogliastra, Olbia Tempio, Oristano, Palermo, Pisa, Potenza, Ragusa, Reggio Calabria, Rieti, Roma, Salerno, Sassari, Siena, Siracusa, Taranto, Terni, Trapani, Vibo Valentia, Viterbo);
- quota 'as' del suolo sul livello del mare ≤ 200m .

L'altezza sul livello del mare della costruzione è di **7 mt** per cui il valore di riferimento del carico neve al suolo (q_{sk}) è: **60.00 daN/m²**.

Si assume che la neve non sia impedita di scivolare.

Il tipo di copertura del fabbricato è : **Ad una falda**

con un angolo di **0** gradi sessagesimali.

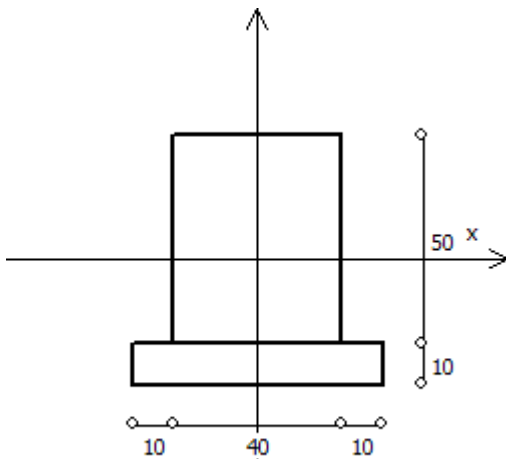
Il coefficiente di forma μ₁ vale **0.80**.

La condizione di carico da considerare è una, la quale deve essere utilizzata per i casi di carico con e senza vento.

$$\mu_1 \cdot q_{sk} \cdot C_e \cdot C_t = 48.00 \text{ daN/m}^2$$

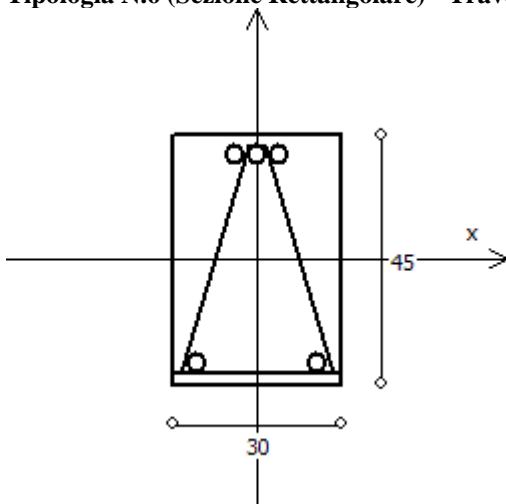
3.5 Elenco e Caratteristiche delle sezioni trasversali.

Tipologia N.1 (Sezione di Fondazione)



A	= 2000 cm ²
J _x	= 416667 cm ⁴
J _y	= 266667 cm ⁴
J _t	= 531627 cm ⁴
Materiale	= C25/30
Peso	= 500 daN/ml

Tipologia N.6 (Sezione Rettangolare) - Trave SER



Nome tipologia	= S.E.R.
Copriferro superiore	= 50 mm
Copriferro laterale	= 30 mm
Copriferro inferiore	= 10 mm
Numero Martelli	= 0
Acciaio Barre	= B450C
Acciaio Piatto	= S355
Acciaio Reticolare	= B450C
Cls	= C25/30
Acciaio Pioli	= S355
Spessore Piatto	= 5 mm

3.6 Geometria Strutturale.

3.6.1 Fili Fissi.

Numero : numerazione del filo fisso.
 Ascissa : coordinata X del filo fisso.
 Ordinata : coordinata Y del filo fisso.
 Angolo : angolo del filo fisso (in gradi);
 Tipo : tipo del filo fisso.

Numero	Ascissa [cm]	Ordinata [cm]	Quota [cm]	Angolo [°]	Tipo
1	0.00	0.00	0.00	0.00	7
2	190.00	0.00	0.00	0.00	7
3	400.00	0.00	0.00	0.00	9
4	0.00	325.00	0.00	0.00	1
5	400.00	325.00	0.00	0.00	3

3.6.2 Caratteristiche dei nodi.

I dati seguenti riportano tutte le caratteristiche relative ai nodi che definiscono la struttura ed in modo particolare:

Nodo : numerazione interna del nodo.
 Coordinate : coordinate del nodo secondo il sistema di riferimento globale cartesiano.
 Imp. : impalcato di appartenenza del nodo.
 Slave : nodo dipendente da un nodo MASTER definito nella tabella specifica;
 Vincoli : eventuali vincoli esterni del nodo in ognuna delle 6 direzioni:
 x : direzione X rispetto al sistema di riferimento globale;
 y : direzione Y rispetto al sistema di riferimento globale;
 z : direzione Z rispetto al sistema di riferimento globale;
 Rx : rotazione attorno all'asse X del sistema di riferimento globale;
 Ry : rotazione attorno all'asse Y del sistema di riferimento globale;
 Rz : rotazione attorno all'asse Z del sistema di riferimento globale;

Inoltre:

np : non presenza di vincoli;
 p : valore infinito della rigidezza;
 Kt : valore finito delle rigidezze traslazionali da leggere nella tabella specifica;
 Kr : valore finito delle rigidezze rotazionali da leggere nella tabella specifica;

Masse Nodali:

M : valore della massa traslazionale
 MIx : valore del momento d'inerzia della massa attorno all'asse X
 MIy : valore del momento d'inerzia della massa attorno all'asse Y
 MIz : valore del momento d'inerzia della massa attorno all'asse Z

Nodo	Coordinate [cm]			Impalcato	Slave	Vincoli					Masse Nodali				
	x	y	z			x	y	z	Rx	Ry	Rz	M [daNM]	MIx [daNM*cm ²]	MIy [daNM*cm ²]	MIz [daNM*cm ²]
1	400.0	10.0	0.0	Fond.	CR4	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
2	400.0	10.0	310.0	Imp.1	CR9	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
3	190.0	10.0	310.0	Imp.1	CR8	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
4	190.0	10.0	0.0	Fond.	CR3	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
5	390.0	325.0	0.0	Fond.	CR6	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
6	390.0	325.0	310.0	Imp.1	CR1 1	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
7	390.0	0.0	310.0	Imp.1	CR9	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
8	390.0	0.0	0.0	Fond.	CR4	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
9	400.0	315.0	0.0	Fond.	CR6	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
10	400.0	315.0	310.0	Imp.1	CR1 1	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
11	0.0	315.0	310.0	Imp.1	CR1 0	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
12	0.0	315.0	0.0	Fond.	CR5	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
13	400.0	10.0	77.5	Imp.1	CR1 2	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
14	400.0	10.0	155.0	Imp.1	CR1 3	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00

RELAZIONE DI CALCOLO - Bruno Costruzione

15	400.0	10.0	232.5	Imp.1	CR1 4	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
16	330.0	10.0	310.0	Imp.1	CR1 5	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
17	260.0	10.0	310.0	Imp.1	CR1 6	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
18	190.0	10.0	232.5	Imp.1	CR1 7	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
19	190.0	10.0	155.0	Imp.1	CR1 8	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
20	190.0	10.0	77.5	Imp.1	CR1 9	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
21	260.0	10.0	0.0	Imp.1	CR2 0	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
22	330.0	10.0	0.0	Imp.1	CR2 1	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
23	260.0	10.0	232.5	Imp.1	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
24	330.0	10.0	232.5	Imp.1	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
25	260.0	10.0	77.5	Imp.1	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
26	260.0	10.0	155.0	Imp.1	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
27	330.0	10.0	155.0	Imp.1	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
28	330.0	10.0	77.5	Imp.1	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
29	390.0	325.0	77.5	Imp.1	CR2 2	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
30	390.0	325.0	155.0	Imp.1	CR2 3	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
31	390.0	325.0	232.5	Imp.1	CR2 4	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
32	390.0	243.8	310.0	Imp.1	CR2 5	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
33	390.0	162.5	310.0	Imp.1	CR2 6	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
34	390.0	81.3	310.0	Imp.1	CR2 7	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
35	390.0	0.0	232.5	Imp.1	CR1 4	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
36	390.0	0.0	155.0	Imp.1	CR1 3	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
37	390.0	0.0	77.5	Imp.1	CR1 2	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
38	390.0	81.3	0.0	Imp.1	CR2 8	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
39	390.0	162.5	0.0	Imp.1	CR2 9	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
40	390.0	243.8	0.0	Imp.1	CR3 0	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
41	390.0	81.2	77.5	Imp.1	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
42	390.0	81.2	155.0	Imp.1	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
43	390.0	81.2	232.5	Imp.1	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
44	390.0	162.5	232.5	Imp.1	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
45	390.0	243.8	232.5	Imp.1	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
46	390.0	162.5	77.5	Imp.1	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
47	390.0	162.5	155.0	Imp.1	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
48	390.0	243.8	155.0	Imp.1	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
49	390.0	243.8	77.5	Imp.1	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
50	400.0	315.0	77.5	Imp.1	CR2 2	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
51	400.0	315.0	155.0	Imp.1	CR2 3	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
52	400.0	315.0	232.5	Imp.1	CR2 4	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
53	300.0	315.0	310.0	Imp.1	CR3 1	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
54	200.0	315.0	310.0	Imp.1	CR3 2	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
55	100.0	315.0	310.0	Imp.1	CR3 3	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
56	0.0	315.0	232.5	Imp.1	CR3 4	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
57	0.0	315.0	155.0	Imp.1	CR3 5	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
58	0.0	315.0	77.5	Imp.1	CR3 6	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
59	100.0	315.0	0.0	Imp.1	CR3	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00

					7										
60	200.0	315.0	0.0	Imp.1	CR3 8	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
61	300.0	315.0	0.0	Imp.1	CR3 9	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
62	100.0	315.0	77.5	Imp.1	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
63	100.0	315.0	155.0	Imp.1	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
64	100.0	315.0	232.5	Imp.1	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
65	200.0	315.0	232.5	Imp.1	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
66	300.0	315.0	232.5	Imp.1	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
67	200.0	315.0	77.5	Imp.1	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
68	200.0	315.0	155.0	Imp.1	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
69	300.0	315.0	155.0	Imp.1	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
70	300.0	315.0	77.5	Imp.1	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
71	40.0	20.0	-25.0	Fond.	CR2	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
72	190.0	20.0	-25.0	Fond.	CR3	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
73	20.0	40.0	-25.0	Fond.	CR2	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
74	20.0	285.0	-25.0	Fond.	CR5	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
75	360.0	20.0	-25.0	Fond.	CR4	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
76	380.0	285.0	-25.0	Fond.	CR6	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
77	380.0	40.0	-25.0	Fond.	CR4	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
78	360.0	305.0	-25.0	Fond.	CR6	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
79	40.0	305.0	-25.0	Fond.	CR5	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
80	190.0	15.0	287.5	Imp.1	CR8	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
81	30.0	15.0	287.5	Imp.1	CR7	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
82	15.0	305.0	287.5	Imp.1	CR1 0	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
83	15.0	30.0	287.5	Imp.1	CR7	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
84	260.0	20.0	-25.0	Fond.	CR2 0	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
85	330.0	20.0	-25.0	Fond.	CR2 1	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
86	380.0	243.8	-25.0	Fond.	CR3 0	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
87	380.0	162.5	-25.0	Fond.	CR2 9	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
88	380.0	81.3	-25.0	Fond.	CR2 8	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
89	300.0	305.0	-25.0	Fond.	CR3 9	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
90	200.0	305.0	-25.0	Fond.	CR3 8	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
91	100.0	305.0	-25.0	Fond.	CR3 7	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00

Tabella dei Nodi di Concio Rigido:

Nodo	Coordinate [cm]			Impalcato	Slave	Vincoli						Masse Nodali			
	x	y	z			x	y	z	Rx	Ry	Rz	M [daNm]	MIx [daNm*cm ²]	MIy [daNm*cm ²]	MIz [daNm*cm ²]
CR2	30.0	30.0	-25.0	Fond.	-	np	np	np	np	np	np	20.40	0.00	0.00	0.00
CR3	190.0	15.0	-12.5	Fond.	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
CR4	382.5	17.5	-12.5	Fond.	-	np	np	np	np	np	np	20.40	0.00	0.00	0.00
CR5	20.0	301.7	-16.7	Fond.	-	np	np	np	np	np	np	20.40	0.00	0.00	0.00
CR6	382.5	307.5	-12.5	Fond.	-	np	np	np	np	np	np	20.40	0.00	0.00	0.00
CR7	22.5	22.5	287.5	Imp.1	M1	np	np	np	np	np	np	10.33	0.00	0.00	0.00
CR8	190.0	12.5	298.8	Imp.1	M1	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
CR9	395.0	5.0	310.0	Imp.1	M1	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
CR10	7.5	310.0	298.8	Imp.1	M1	np	np	np	np	np	np	6.88	0.00	0.00	0.00
CR11	395.0	320.0	310.0	Imp.1	M1	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
CR12	395.0	5.0	77.5	Imp.1	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
CR13	395.0	5.0	155.0	Imp.1	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
CR14	395.0	5.0	232.5	Imp.1	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
CR15	330.0	10.0	310.0	Imp.1	M1	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
CR16	260.0	10.0	310.0	Imp.1	M1	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
CR17	190.0	10.0	232.5	Imp.1	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
CR18	190.0	10.0	155.0	Imp.1	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
CR19	190.0	10.0	77.5	Imp.1	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
CR20	260.0	15.0	-12.5	Fond.	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
CR21	330.0	15.0	-12.5	Fond.	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
CR22	395.0	320.0	77.5	Imp.1	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00

CR23	395.0	320.0	155.0	Imp.1	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
CR24	395.0	320.0	232.5	Imp.1	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
CR25	390.0	243.8	310.0	Imp.1	M1	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
CR26	390.0	162.5	310.0	Imp.1	M1	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
CR27	390.0	81.3	310.0	Imp.1	M1	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
CR28	385.0	81.3	-12.5	Fond.	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
CR29	385.0	162.5	-12.5	Fond.	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
CR30	385.0	243.8	-12.5	Fond.	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
CR31	300.0	315.0	310.0	Imp.1	M1	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
CR32	200.0	315.0	310.0	Imp.1	M1	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
CR33	100.0	315.0	310.0	Imp.1	M1	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
CR34	0.0	315.0	232.5	Imp.1	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
CR35	0.0	315.0	155.0	Imp.1	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
CR36	0.0	315.0	77.5	Imp.1	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
CR37	100.0	310.0	-12.5	Fond.	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
CR38	200.0	310.0	-12.5	Fond.	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
CR39	300.0	310.0	-12.5	Fond.	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00

Tabella dei Nodi Master:

Nodo	Tipo Nodo	Coordinate [cm]		
		x	y	z
M1	Impalcato Rigido	144.67	162.04	298.59

3.6.3 Caratteristiche delle aste.

La tabella seguente riporta tutte le caratteristiche relative alle aste della struttura ed in modo particolare la colonna:

- Asta : numerazione dell'asta
- Fili : fili fissi ai quali appartiene l'asta
- NI : nodo iniziale dell'asta
- NF : nodo finale dell'asta
- Tipo : funzione dell'asta
- Sez : sezione trasversale associata all'asta
- L : lunghezza teorica (nodo-nodo) dell'asta
- Imp. : impalcato di appartenenza dell'asta
- KwN : modulo di Winkler normale;
- KwT : modulo di Winkler tangenziale;

Asta	Fili	NI	NF	Tipo	Sez	L [cm]	Imp.	Kwn [daN/c m³]	Kwt [daN/c m³]	Vincoli interni											
										Estremo In.						Estremo Fin.					
										SpoX	SpoY	SpoZ	RotX	RotY	RotZ	SpoX	SpoY	SpoZ	RotX	RotY	RotZ
1	1, 2	71	72	Trave Fond.	1	150.00	Fond.	5.00	2.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2	1, 4	73	74	Trave Fond.	1	245.00	Fond.	5.00	2.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
3	2, 3	72	84	Trave Fond.	1	70.00	Fond.	5.00	2.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
4	2, 3	84	85	Trave Fond.	1	70.00	Fond.	5.00	2.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
5	2, 3	85	75	Trave Fond.	1	30.00	Fond.	5.00	2.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
6	5, 3	76	86	Trave Fond.	1	41.25	Fond.	5.00	2.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
7	5, 3	86	87	Trave Fond.	1	81.25	Fond.	5.00	2.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
8	5, 3	87	88	Trave Fond.	1	81.25	Fond.	5.00	2.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
9	5, 3	88	77	Trave Fond.	1	41.25	Fond.	5.00	2.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
10	5, 4	78	89	Trave Fond.	1	60.00	Fond.	5.00	2.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
11	5, 4	89	90	Trave Fond.	1	100.00	Fond.	5.00	2.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
12	5, 4	90	91	Trave Fond.	1	100.00	Fond.	5.00	2.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
13	5, 4	91	79	Trave Fond.	1	60.00	Fond.	5.00	2.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
14	2, 1	80	81	Trave Elev.	6	160.00	Imp.1	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
15	4, 1	82	83	Trave Elev.	6	275.00	Imp.1	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

3.6.4 Carichi distribuiti sugli elementi.

Carichi Locali Aste

- Asta : numero dell'asta come da paragrafo "Caratteristiche delle aste";
- Imp. : impalcato al quale appartiene l'asta;
- Fili : fili fissi ai quali appartiene l'asta;

C.C. : condizione di carico come da paragrafo "Condizioni di carico valutate";
 DLoc : direzione dei carichi secondo il sistema di riferimento locale dell'asta;
 in : valore del carico distribuito relativo al nodo iniziale come da paragrafo "Caratteristiche delle aste";
 fin : valore del carico distribuito relativo al nodo finale come da paragrafo "Caratteristiche delle aste".

Asta	Imp.	Fili	C.C.	DLoc X [daN/m]		DLoc Y [daN/m]		DLoc Z [daN/m]		Mom. Torcente [daNm/m]	
				in.	fin.	in.	fin.	in.	fin.	in.	fin.
15	Imp. 1	4, 1	Car. Perm. G1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-149.35	-465.78
			Car. Perm. G2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-244.89	-371.46
			Car. Eserc.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-159.31	-496.83

Carichi Globali Aste

Asta : numero dell'asta come da paragrafo "Caratteristiche delle aste";
 Imp. : impalcato al quale appartiene l'asta;
 Fili : fili fissi ai quali appartiene l'asta;
 C.C. : condizione di carico come da paragrafo "Condizioni di carico valutate";
 DGlob : direzione dei carichi secondo il sistema di riferimento globale dell'asta;
 in : valore del carico distribuito relativo al nodo iniziale come da paragrafo "Caratteristiche delle aste";
 fin : valore del carico distribuito relativo al nodo finale come da paragrafo "Caratteristiche delle aste".

Asta	Imp.	Fili	C.C.	DGlob X [daN/m]		DGlob Y [daN/m]		DGlob Z [daN/m]	
				in.	fin.	in.	fin.	in.	fin.
1	Fond.	1, 2	Car. Perm. G1	0.00	0.00	0.00	0.00	-500.00	-500.00
			Car. Perm. G2	0.00	0.00	0.00	0.00	-108.00	-108.00
			Car. Eserc.	0.00	0.00	0.00	0.00	-80.00	-80.00
2	Fond.	1, 4	Car. Perm. G1	0.00	0.00	0.00	0.00	-500.00	-500.00
			Car. Perm. G2	0.00	0.00	0.00	0.00	-108.00	-108.00
			Car. Eserc.	0.00	0.00	0.00	0.00	-80.00	-80.00
3	Fond.	2, 3	Car. Perm. G1	0.00	0.00	0.00	0.00	-500.00	-500.00
			Car. Perm. G2	0.00	0.00	0.00	0.00	-54.00	-54.00
			Car. Eserc.	0.00	0.00	0.00	0.00	-40.00	-40.00
4	Fond.	2, 3	Car. Perm. G1	0.00	0.00	0.00	0.00	-500.00	-500.00
			Car. Perm. G2	0.00	0.00	0.00	0.00	-54.00	-54.00
			Car. Eserc.	0.00	0.00	0.00	0.00	-40.00	-40.00
5	Fond.	2, 3	Car. Perm. G1	0.00	0.00	0.00	0.00	-500.00	-500.00
			Car. Perm. G2	0.00	0.00	0.00	0.00	-54.00	-54.00
			Car. Eserc.	0.00	0.00	0.00	0.00	-40.00	-40.00
6	Fond.	5, 3	Car. Perm. G1	0.00	0.00	0.00	0.00	-500.00	-500.00
			Car. Perm. G2	0.00	0.00	0.00	0.00	-54.00	-54.00
			Car. Eserc.	0.00	0.00	0.00	0.00	-40.00	-40.00
7	Fond.	5, 3	Car. Perm. G1	0.00	0.00	0.00	0.00	-500.00	-500.00
			Car. Perm. G2	0.00	0.00	0.00	0.00	-54.00	-54.00
			Car. Eserc.	0.00	0.00	0.00	0.00	-40.00	-40.00
8	Fond.	5, 3	Car. Perm. G1	0.00	0.00	0.00	0.00	-500.00	-500.00
			Car. Perm. G2	0.00	0.00	0.00	0.00	-54.00	-54.00
			Car. Eserc.	0.00	0.00	0.00	0.00	-40.00	-40.00
9	Fond.	5, 3	Car. Perm. G1	0.00	0.00	0.00	0.00	-500.00	-500.00
			Car. Perm. G2	0.00	0.00	0.00	0.00	-54.00	-54.00
			Car. Eserc.	0.00	0.00	0.00	0.00	-40.00	-40.00
10	Fond.	5, 4	Car. Perm. G1	0.00	0.00	0.00	0.00	-500.00	-500.00
			Car. Perm. G2	0.00	0.00	0.00	0.00	-54.00	-54.00
			Car. Eserc.	0.00	0.00	0.00	0.00	-40.00	-40.00
11	Fond.	5, 4	Car. Perm. G1	0.00	0.00	0.00	0.00	-500.00	-500.00
			Car. Perm. G2	0.00	0.00	0.00	0.00	-54.00	-54.00
			Car. Eserc.	0.00	0.00	0.00	0.00	-40.00	-40.00
12	Fond.	5, 4	Car. Perm. G1	0.00	0.00	0.00	0.00	-500.00	-500.00
			Car. Perm. G2	0.00	0.00	0.00	0.00	-54.00	-54.00
			Car. Eserc.	0.00	0.00	0.00	0.00	-40.00	-40.00
13	Fond.	5, 4	Car. Perm. G1	0.00	0.00	0.00	0.00	-500.00	-500.00
			Car. Perm. G2	0.00	0.00	0.00	0.00	-54.00	-54.00
			Car. Eserc.	0.00	0.00	0.00	0.00	-40.00	-40.00
14	Imp.1	2, 1	Car. Perm. G1	0.00	0.00	0.00	0.00	-582.60	-660.00
			Car. Perm. G2	0.00	0.00	0.00	0.00	-216.00	-270.00
			Car. Eserc.	0.00	0.00	0.00	0.00	-144.00	-180.00
			Neve	0.00	0.00	0.00	0.00	-54.72	-72.00
15	Imp.1	4, 1	Car. Perm. G1	0.00	0.00	0.00	0.00	-672.19	-928.54

			Car. Perm. G2	0.00	0.00	0.00	0.00	-342.72	-445.26
			Car. Eserc.	0.00	0.00	0.00	0.00	-387.00	-660.45

Carichi Locali lineari in testa alle Pareti

Parete : numero della piastra come da paragrafo "Caratteristiche delle pareti";
 Imp. : impalcato al quale appartiene la parete;
 Fili : fili fissi ai quali appartiene la parete;
 C.C. : condizione di carico come da paragrafo "Condizioni di carico valutate";
 DLoc : direzione dei carichi secondo il sistema di riferimento locale della parete;

Parete	Imp.	Fili	C.C.	DLoc X [daN/m]		DLoc Y [daN/m]		DLoc Z [daN/m]	
				in.	fin.	in.	fin.	in.	fin.
1	Imp.1	3-2	Car. perm. G1 in Testa	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Car. perm. G2 in Testa	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Car. eserc. in Testa	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	Imp.1	5-3	Car. perm. G1 in Testa	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Car. perm. G2 in Testa	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Car. eserc. in Testa	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	Imp.1	5-4	Car. perm. G1 in Testa	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Car. perm. G2 in Testa	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Car. eserc. in Testa	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Carichi Locali distribuiti sulle Pareti

Parete : numero della piastra come da paragrafo "Caratteristiche delle pareti";
 Imp. : impalcato al quale appartiene la parete;
 Fili : fili fissi ai quali appartiene la parete;
 C.C. : condizione di carico come da paragrafo "Condizioni di carico valutate";
 DLoc : direzione dei carichi secondo il sistema di riferimento locale della parete;

Parete	Imp.	Fili	C.C.	DLoc X [daN/m ²]		DLoc Y [daN/m ²]		DLoc Z [daN/m ²]	
				in.	fin.	in.	fin.	in.	fin.
1	Imp.1	3-2	Car. Perm. G1	0.00		0.00		0.00	
			Car. Perm. G2	0.00		0.00		0.00	
			Car. Eserc.	0.00		0.00		0.00	
2	Imp.1	5-3	Car. Perm. G1	0.00		0.00		0.00	
			Car. Perm. G2	0.00		0.00		0.00	
			Car. Eserc.	0.00		0.00		0.00	
3	Imp.1	5-4	Car. Perm. G1	0.00		0.00		0.00	
			Car. Perm. G2	0.00		0.00		0.00	
			Car. Eserc.	0.00		0.00		0.00	

Carichi Globali lineari in testa alle Pareti

Parete : numero della piastra come da paragrafo "Caratteristiche delle pareti";
 Imp. : impalcato al quale appartiene la parete;
 Fili : fili fissi ai quali appartiene la parete;
 C.C. : condizione di carico come da paragrafo "Condizioni di carico valutate";
 DGlob : direzione dei carichi secondo il sistema di riferimento globali della parete;

Parete	Imp.	Fili	C.C.	DGlob X [daN/m]		DGlob Y [daN/m]		DGlob Z [daN/m]	
				in.	fin.	in.	fin.	in.	fin.
1	Imp.1	3-2	Car. perm. G1 in Testa	0.00	0.00	0.00	0.00	-333.25	0.00
			Car. perm. G2 in Testa	0.00	0.00	0.00	0.00	-262.50	0.00
			Car. eserc. in Testa	0.00	0.00	0.00	0.00	-175.00	0.00
			Neve	0.00	0.00	0.00	0.00	-74.40	0.00
2	Imp.1	5-3	Car. perm. G1 in Testa	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Car. perm. G2 in Testa	0.00	0.00	0.00	0.00	-30.00	0.00
			Car. eserc. in Testa	0.00	0.00	0.00	0.00	-20.00	0.00
3	Imp.1	5-4	Car. perm. G1 in Testa	0.00	0.00	0.00	0.00	-305.30	0.00
			Car. perm. G2 in Testa	0.00	0.00	0.00	0.00	-243.00	0.00
			Car. eserc. in Testa	0.00	0.00	0.00	0.00	-162.00	0.00
			Neve	0.00	0.00	0.00	0.00	-68.16	0.00

Carichi Globali distribuiti sulle Pareti

- Parete : numero della piastra come da paragrafo "Caratteristiche delle pareti";
- Imp. : impalcato al quale appartiene la parete;
- Fili : fili fissi ai quali appartiene la parete;
- C.C. : condizione di carico come da paragrafo "Condizioni di carico valutate";
- DGlob : direzione dei carichi secondo il sistema di riferimento globale della parete;

Parete	Imp.	Fili	C.C.	DGlob X [daN/m ²]	DGlob Y [daN/m ²]	DGlob Z [daN/m ²]
1	Imp.1	3-2	Car. Perm. G1	0.00	0.00	-500.00
			Car. Perm. G2	0.00	0.00	0.00
			Car. Eserc.	0.00	0.00	0.00
2	Imp.1	5-3	Car. Perm. G1	0.00	0.00	-500.00
			Car. Perm. G2	0.00	0.00	0.00
			Car. Eserc.	0.00	0.00	0.00
			Vento (+X)	64.06	0.00	0.00
			Vento (-X)	64.06	0.00	0.00
			Vento (+Y)	64.06	0.00	0.00
3	Imp.1	5-4	Car. Perm. G1	0.00	0.00	-500.00
			Car. Perm. G2	0.00	0.00	0.00
			Car. Eserc.	0.00	0.00	0.00
			Vento (-Y)	64.06	0.00	0.00

3.6.5 Carichi termici sugli elementi.

Aste

- Asta : numero dell'asta come da 3.5.2
- Imp. : impalcato al quale appartiene l'asta
- Fili : fili fissi ai quali appartiene l'asta
- Δt : delta termico costante applicato all'elemento.
- Δt_{XY} : delta termico a farfalla nel piano XY applicato all'elemento.
- h XY : altezza di riferimento del delta termico nel piano XY applicato all'elemento.
- Δt_{XZ} : delta termico a farfalla nel piano XZ applicato all'elemento.
- h XZ : altezza di riferimento del delta termico nel piano XZ applicato all'elemento.

Asta	Imp.	Fili	Δt [°C]	Δt_{XY} [°C]	h XY [cm]	Δt_{XZ} [°C]	h XZ [cm]
1	Fond.	1, 2	10.0	0.0	40.0	0.0	60.0
2	Fond.	1, 4	10.0	0.0	40.0	0.0	60.0
3	Fond.	2, 3	10.0	0.0	40.0	0.0	60.0
4	Fond.	2, 3	10.0	0.0	40.0	0.0	60.0
5	Fond.	2, 3	10.0	0.0	40.0	0.0	60.0
6	Fond.	5, 3	10.0	0.0	40.0	0.0	60.0
7	Fond.	5, 3	10.0	0.0	40.0	0.0	60.0
8	Fond.	5, 3	10.0	0.0	40.0	0.0	60.0
9	Fond.	5, 3	10.0	0.0	40.0	0.0	60.0
10	Fond.	5, 4	10.0	0.0	40.0	0.0	60.0
11	Fond.	5, 4	10.0	0.0	40.0	0.0	60.0
12	Fond.	5, 4	10.0	0.0	40.0	0.0	60.0
13	Fond.	5, 4	10.0	0.0	40.0	0.0	60.0
14	Imp.1	2, 1	15.0	0.0	30.0	0.0	45.0
15	Imp.1	4, 1	15.0	0.0	30.0	0.0	45.0

Pareti

- Parete : numero della parete
- Imp. : impalcato al quale appartiene la parete
- Fili : fili fissi ai quali appartiene la parete
- Δt : salto termico applicato all'elemento.

Parete	Imp.	Fili	Δt [°C]
1	Imp.1	3-2	15.0

2	Imp.1	5-3	15.0
3	Imp.1	5-4	15.0

4 Risultati di Calcolo.

4.1 Tensioni sul Terreno.

I dati seguenti riportano i valori delle tensioni esercitate dalla fondazione sul terreno.

Asta/Piastra : numerazione interna dell'asta/piastra.

X : distanza dal nodo iniziale misurata lungo l'asse dell'asta/piastra.

Comb : combinazione di appartenenza del valore considerato nell'involuppo.

Tensioni (σ_T) : valore della tensione dovuta alla pressione dell'asta/piastra di fondazione:

Tabella 43.I

				Tensioni Terreno				
				SLV	SLD	SLE		
Asta	Imp.	Fili	X [cm]	A1	A1	Caratt.	Freq.	Q. Perm.
				σ_t [daN/cm ²]	σ_t [daN/cm ²]	σ_t [daN/cm ²]	σ_t [daN/cm ²]	σ_t [daN/cm ²]
1	Fond.	1-2	0.00	0.52(20)	0.36(20)	0.27(40)	0.24(1)	0.23(1)
			75.00	0.56(20)	0.43(20)	0.36(40)	0.33(1)	0.32(1)
			150.00	0.67(20)	0.52(20)	0.44(40)	0.41(1)	0.40(1)
2	Fond.	1-4	0.00	0.51(11)	0.35(11)	0.25(37)	0.22(1)	0.21(1)
			122.50	0.59(11)	0.44(11)	0.36(37)	0.33(1)	0.31(1)
			245.00	0.85(11)	0.65(11)	0.54(37)	0.48(1)	0.47(1)
3	Fond.	2-3	0.00	0.67(20)	0.52(20)	0.44(5)	0.41(1)	0.40(1)
			35.00	0.73(20)	0.57(20)	0.46(5)	0.43(1)	0.42(1)
			70.00	0.81(20)	0.62(20)	0.49(5)	0.46(1)	0.45(1)
4	Fond.	2-3	0.00	0.81(18)	0.62(18)	0.49(5)	0.46(3)	0.45(1)
			35.00	0.91(18)	0.67(18)	0.52(5)	0.48(3)	0.47(1)
			70.00	1.00(18)	0.73(18)	0.55(5)	0.51(3)	0.50(1)
5	Fond.	2-3	0.00	1.00(18)	0.73(18)	0.55(6)	0.51(3)	0.50(1)
			15.00	1.04(18)	0.75(18)	0.56(6)	0.52(3)	0.51(1)
			30.00	1.08(18)	0.78(18)	0.58(6)	0.54(3)	0.52(1)
6	Fond.	5-3	0.00	1.08(7)	0.82(7)	0.63(23)	0.60(4)	0.60(1) *
			20.63	1.05(7)	0.80(7)	0.62(23)	0.60(4)	0.59(1)
			41.25	1.02(7)	0.79(7)	0.62(23)	0.59(4)	0.58(1)
7	Fond.	5-3	0.00	1.02(8)	0.79(8)	0.62(5)	0.59(1)	0.58(1)
			40.63	0.96(8)	0.75(8)	0.60(5)	0.58(1)	0.57(1)
			81.25	0.93(8)	0.74(8)	0.60(5)	0.57(1)	0.56(1)
8	Fond.	5-3	0.00	0.93(8)	0.74(8)	0.60(6)	0.57(3)	0.56(1)
			40.63	0.95(8)	0.74(8)	0.59(6)	0.56(3)	0.55(1)
			81.25	0.98(8)	0.74(8)	0.59(6)	0.56(3)	0.54(1)
9	Fond.	5-3	0.00	0.98(18)	0.74(18)	0.59(6)	0.56(3)	0.54(1)
			20.63	1.02(18)	0.76(18)	0.59(6)	0.55(3)	0.54(1)
			41.25	1.08(18)	0.79(18)	0.60(6)	0.56(3)	0.53(1)
10	Fond.	5-4	0.00	1.11(15) *	0.83(15) *	0.63(21) *	0.60(4) *	0.59(1)
			30.00	1.06(15)	0.81(15)	0.63(21)	0.59(4)	0.58(1)
			60.00	1.02(15)	0.78(15)	0.62(21)	0.59(4)	0.58(1)
11	Fond.	5-4	0.00	1.02(15)	0.78(15)	0.62(40)	0.59(1)	0.58(1)
			50.00	0.96(15)	0.74(15)	0.61(40)	0.57(1)	0.56(1)
			100.00	0.89(15)	0.71(15)	0.60(40)	0.56(1)	0.55(1)
12	Fond.	5-4	0.00	0.89(17)	0.71(17)	0.60(40)	0.56(1)	0.55(1)
			50.00	0.88(17)	0.69(17)	0.59(40)	0.54(1)	0.53(1)
			100.00	0.87(17)	0.68(17)	0.58(40)	0.53(1)	0.52(1)
13	Fond.	5-4	0.00	0.87(17)	0.68(11)	0.58(37)	0.53(1)	0.52(1)
			30.00	0.87(17)	0.68(11)	0.58(37)	0.52(1)	0.51(1)
			60.00	0.88(17)	0.67(11)	0.57(37)	0.52(1)	0.50(1)

* valore massimo.

4.2 Verifiche Nodi.

4.3 Verifica Aste.

4.3.1 Travi di Elevazione.

4.3.1.1 Verifiche Travi SER.

IMPALCATO 1 - TRAVE 2 (A1) - 1 (A2)

Quota A1= 310.00 cm ; Quota A2= 310.00 cm
 Modulo elastico normale (E)= 314758 daN/cm²
 Luce= 147.50 cm; Peso Proprio= 348.75 daN/ml; Precarico= 112.66 daN/ml
 B= 30.00 cm; H= 45.00 cm; Copriferro Sup.= 5.00 cm

Appoggi rigidi= NO

Dir. Sup.= 3 Ø 16; Dir. Inf.= - - - Ø - - -; Traliccio= 2
 Reticolare di tipo uniforme per tutta la luce trave Ø 12 / 300

Freccia Montaggio [mm] = 0.01

ARMATURA AGGIUNTA DA CALCOLO STRETTAMENTE NECESSARIA

Nodo 2 (A1): Monc. Sup.= 2 Ø 18 / Monc. Inf.= 2 Ø 18.
 Nodo 1 (A2): Monc. Sup.= 2 Ø 18 / Monc. Inf.= 2 Ø 18.

ARMATURA AGGIUNTA OTTIMIZZATA

Nodo 2 (A1): Monc. Sup.= 2 Ø 18 / Monc. Inf.= 2 Ø 18.
 Nodo 1 (A2): Monc. Sup.= 2 Ø 18 / Monc. Inf.= 2 Ø 18.

Punti 4.1.6.1.1 e 7.4.6.2.1 N.T.C. 14/01/2008 RISPETTATI.

SEZIONE	M [daNm]	T [daN]	AfSup [cm ²]	AfInf [cm ²]	s _c [daN/cm ²]	s _p [daN/cm ²]	S _{asup} [daN/cm ²]	S _{ainf} [daN/cm ²]
Nodo 2 (A1)	10	4646	5.09	5.09	141	0	407	-3913
Nodo 2 (A1)	-6907	4646	5.09	5.09	129	0	-3913	1774
Campata	-4363	3834	6.03	0.00	0	0	0	0
Nodo 1 (A2)	10	2976	5.09	5.09	141	0	-3913	407
Nodo 1 (A2)	-2317	2976	5.09	5.09	129	0	1774	-3913

Al fine di escludere meccanismi inelastici dovuti al taglio, la verifica a taglio è stata svolta nel rispetto del punto 7.4.4.1.1 delle NTC di cui al DM 14/01/2008.

Verifica di Resistenza a Taglio [daN]		
	A1	A2
F _{Rd} (RET+CLS)	17918.7	17918.7
F _{Rd} (Staffe+RET+CLS)	17918.7	17918.7
F _{Rd} (RET)	-	-
T _{max}	11808.0	7923.4
FS	1.5	2.3
Staffe aggiuntive	6 Ø 8/50	6 Ø 8/50

Esito della verifica: POSITIVO

IMPALCATO 1 - TRAVE 4 (A1) - 1 (A2)

Quota A1= 310.00 cm ; Quota A2= 310.00 cm
 Modulo elastico normale (E)= 314758 daN/cm²
 Luce= 275.00 cm; Peso Proprio= 348.75 daN/ml; Precarico= 112.66 daN/ml
 B= 30.00 cm; H= 45.00 cm; Copriferro Sup.= 5.00 cm

Appoggi rigidi= NO

Dir. Sup.= 3 Ø 16; Dir. Inf.= - - - Ø - - -; Traliccio= 2
Reticolare di tipo uniforme per tutta la luce trave Ø 12 / 300

Freccia Montaggio [mm] = 0.07

ARMATURA AGGIUNTA DA CALCOLO STRETTAMENTE NECESSARIA

Nodo 4 (A1): Monc. Sup.= 2 Ø 18 / Monc. Inf.= 2 Ø 18.

Nodo 1 (A2): Monc. Sup.= 2 Ø 18 / Monc. Inf.= 2 Ø 18.

ARMATURA AGGIUNTA OTTIMIZZATA

Nodo 4 (A1): Monc. Sup.= 2 Ø 18 / Monc. Inf.= 2 Ø 18.

Nodo 1 (A2): Monc. Sup.= 2 Ø 18 / Monc. Inf.= 2 Ø 18.

Punti 4.1.6.1.1 e 7.4.6.2.1 N.T.C. 14/01/2008 RISPETTATI.

SEZIONE	M [daNm]	T [daN]	AfSup [cm ²]	AfInf [cm ²]	s _c [daN/cm ²]	s _p [daN/cm ²]	S _{asup} [daN/cm ²]	S _{ainf} [daN/cm ²]
Nodo 4 (A1)	638	4528	5.09	5.09	141	0	407	-3913
Nodo 4 (A1)	-2978	4528	5.09	5.09	129	0	-3913	1774
Campata	2101	2324	6.03	0.00	16	361	166	0
Campata	-26	2324	6.03	0.00	0	0	0	0
Nodo 1 (A2)	2135	-2243	5.09	5.09	141	0	-3913	407
Nodo 1 (A2)	-10	-2243	5.09	5.09	129	0	1774	-3913

Al fine di escludere meccanismi inelastici dovuti al taglio, la verifica a taglio è stata svolta nel rispetto del punto 7.4.4.1.1 delle NTC di cui al DM 14/01/2008.

Verifica di Resistenza a Taglio [daN]		
	A1	A2
F _{Rd} (RET+CLS)	17918.7	17918.7
F _{Rd} (Staffe+RET+CLS)	17918.7	17918.7
F _{Rd} (RET)	-	-
T _{max}	7813.0	4250.3
FS	2.3	4.2
Staffe aggiuntive	6 Ø 8/50	6 Ø 8/50

Esito della verifica: POSITIVO

4.3.1.1.1 Verifiche SLE - Deformabilità.

- Campata : campata alla quale appartengono le aste riportate;
- Asta : numerazione interna dell'asta;
- Imp. : impalcato al quale appartiene l'asta considerata;
- Fili : fili fissi ai quali appartiene l'asta considerata;
- Tipo Sez. : tipo di sezione dell'asta considerata;
- Cop : distanza tra la superficie esterna dell'armatura più prossima alla superficie del calcestruzzo e la superficie stessa del calcestruzzo;
- Comb : tipo di combinazione a cui la verifica è riferita;
- L_C : Lunghezza della Campata
- f/l : rapporto freccia/lunghezza;
- (f/l)_{lim} : valore limite del rapporto freccia/lunghezza;
- S : valore del coefficiente di sicurezza della sezione;
- Esito : Esito della verifica : V = VERIFICATA;
: NV = NON VERIFICATA;

Campata	Asta	Imp.	Fili	Tipo Sez.	Cop [cm]	Comb.	L _c [cm]	f/l	(f/l) _{lim}	S	Esito
1	14	1	2-1	6	3.0	Caratt.	175.00	0.00211	0.004	1.90	V

						Freq.	175.00	0.00211	0.004	1.90	V
						QPerm.	175.00	0.00211	0.004	1.90	V
2	15	1	4-1	6	3.0	Caratt.	300.00	0.00119	0.00200	1.68	V
						Freq.	300.00	0.00119	0.00200	1.68	V
						QPerm.	300.00	0.00119	0.00200	1.68	V

4.3.2 Verifiche Travi di Fondazione in C.A. .

Qui di seguito vengono riportate le tabelle riportanti i risultati delle verifiche relative alle travi di fondazione della struttura.

4.3.2.1 Verifiche SLV - Flessione Composta

- Camp : campata alla quale appartengono le aste riportate;
 Asta : numerazione interna dell'asta;
 Imp. : impalcato al quale appartiene l'asta considerata;
 Fili : fili fissi ai quali appartiene l'asta considerata;
 Tipo Sez. : tipo di sezione dell'asta considerata;
 εc2 : deformazione di contrazione del calcestruzzo al raggiungimento della massima tensione;
 εcu2 : deformazione ultima di contrazione del calcestruzzo;
 X : distanza dal nodo iniziale misurata lungo l'asse dell'asta
 Cop : distanza tra la superficie esterna dell'armatura più prossima alla superficie del calcestruzzo e la superficie stessa del calcestruzzo;
 A_{sup} : valore dell'area di armatura presente all'estradosso;
 A_{inf} : valore dell'area di armatura presente all'intradosso;
 A_{fl} : valore dell'area di armatura presente nella sezione;

Azioni Sollecitanti:

- N_{Sd} : Sforzo Normale Sollecitante;
 M_{SdXZ} : valore del Momento Flettente X-Z sollecitante di calcolo;
 M_{SdXY} : valore del Momento Flettente X-Y sollecitante di calcolo;

- εCls : deformazione massima del calcestruzzo compresso
 εacc : deformazione massima dell'armatura tesa

Azioni Resistenti:

- N_{Rd} : Sforzo Normale Resistente;
 M_{RdXZ} : valore del Momento Flettente X-Z resistente di calcolo;
 M_{RdXY} : valore del Momento Flettente X-Y resistente di calcolo;

- C : campo di rottura
 S : valore del coefficiente di sicurezza minimo della sezione;
 Esito : Esito della verifica : V = VERIFICATA;
 : NV = NON VERIFICATA;

Tabella 44.I

Camp	Asta	Imp.	Fili	Tipo Sez.	εc2 [%]	εcu2 [%]	X [cm]	Cop [cm]	A _{sup} [cm ²]	A _{inf} [cm ²]	A _{fl} [cm ²]	Azioni Sollecitanti			Azioni Resistenti			C	S	Esito		
												N _{Sd} [daN]	M _{SdXZ} [daNm]	M _{SdXY} [daNm]	N _{Rd} [daN]	M _{RdXZ} [daNm]	M _{RdXY} [daNm]					
3	1	Fond.	1-2	1	2.00	3.50	0	3.0	6.03	8.04	15.65	574	-1184	-	0.46	1.86	574	-5590	-	2	4.72	V
					2.00	3.50	131	3.0	6.03	8.04	15.65	1534	5133	-	0.61	1.86	1534	8554	-	2	1.67	V
					2.00	3.50	170	3.0	6.03	8.04	15.65	1674	6229	-	0.61	1.86	1673	8527	-	2	1.37	V
4	2	Fond.	1-4	1	2.00	3.50	0	3.0	4.02	4.02	9.61	366	-2245	-	0.42	1.86	366	-4429	-	2	1.97	V
					2.00	3.50	214	3.0	4.02	4.02	9.61	1905	-3928	-	0.39	1.86	1905	-4108	-	2	1.05	V
					2.00	3.50	285	3.0	6.03	6.03	13.63	2201	5007	-	0.53	1.86	2201	7244	-	2	1.45	V
5	3	Fond.	2-3	1	2.00	3.50	0	3.0	4.02	6.03	11.62	6908	4049	-	0.47	1.86	6907	6707	-	2	1.66	V
					2.00	3.50	21	3.0	4.02	6.03	11.62	6786	2887	-	0.47	1.86	6787	6732	-	2	2.33	V
					2.00	3.50	190	3.0	4.02	6.03	11.62	4754	-975	-	0.33	1.86	4754	-3923	-	2	4.03	V
6	6	Fond.	5-3	1	2.00	3.50	0	3.0	4.02	4.02	9.61	2644	-1153	-	0.31	1.86	2644	-2995	-	2	2.60	V
					2.00	3.50	214	3.0	4.02	4.02	9.61	3720	-663	-	0.28	1.86	3721	-2761	-	2	4.16	V
					2.00	3.50	285	3.0	4.02	4.02	9.61	3815	-1001	-	0.28	1.86	3815	-2740	-	2	2.74	V
7	10	Fond.	5-4	1	2.00	3.50	0	3.0	10.05	10.05	21.68	2775	-1215	-	0.63	1.86	2775	-10104	-	2	8.31	V
					2.00	3.50	160	3.0	10.05	10.05	21.68	3412	583	-	0.62	1.86	3411	9980	-	2	17.13	V
					2.00	3.50	360	3.0	10.05	10.05	21.68	4479	-777	-	0.60	1.86	4480	-9771	-	2	12.58	V

4.3.2.2 Verifiche SLV - Taglio

- Camp. : campata alla quale appartengono le aste riportate;
 Asta : numerazione interna dell'asta;
 Imp. : impalcato al quale appartiene l'asta considerata;
 Fili : fili fissi ai quali appartiene l'asta considerata;
 Tipo Sez. : tipo di sezione dell'asta considerata;
 Cop. : distanza tra la superficie esterna dell'armatura più prossima alla superficie del calcestruzzo e la superficie stessa del calcestruzzo;
 Blocco : Ini : tratto (iniziale) nel quale le staffe vengono mantenute costanti;
 Med : tratto (mediano) nel quale le staffe vengono mantenute costanti;
 Fin : tratto (finale) nel quale le staffe vengono mantenute costanti;
 cot(θ) : cotangente dell'angolo θ ;
 A_{Sag} : area del singolo sagomato;

Tagli Sollecitanti:

- V_{SdXZ} : valore del Taglio X-Z sollecitante di calcolo (calcolato per soddisfare $V_{Sd} = V_{(CV)} + V_{Ed}$;
 $V_{Ed} = \gamma_{Rd} (M_{C,Rd}^{Sup} + M_{C,Rd}^{Inf}) / 1_p$);
 V_{SdXY} : valore del Taglio X-Y sollecitante di calcolo (calcolato per soddisfare $V_{Sd} = V_{(CV)} + V_{Ed}$;
 $V_{Ed} = \gamma_{Rd} (M_{C,Rd}^{Sup} + M_{C,Rd}^{Inf}) / 1_p$);
 $\gamma_{Rd} = 1.0$;

Tagli Resistenti:

- V_{RdXZ} : valore del Taglio X-Z resistente di calcolo;
 V_{RdXY} : valore del Taglio X-Y resistente di calcolo;

- ϕ : diametro della staffa;
 N_{br} : numero di bracci di cui è composta la staffa;
 D_{Staffe} : interasse tra le staffe;
 L_{TR} : lunghezza dei tratti per cui si ha D_{staffe};
 S_{XY} : coefficiente di sicurezza relativo a V_{SdXY}
 S_{XZ} : coefficiente di sicurezza relativo a V_{SdXZ}
 Esito : Esito della verifica : V = VERIFICATA;
 : NV = NON VERIFICATA;
 : NV_min = Minimi di normativa non rispettati;

Tabella 45.I

Camp.	Asta	Imp.	Fili	Tipo Sez.	Cop. [cm]	Blocco	cot(θ)	A _{Sag} [cm ²]	Tagli Sollecitanti		Tagli Resistenti		ϕ [mm]	N _{br}	D _{Staffe} [cm]	L _{tr} [cm]	S _{XY}	S _{XZ}	Esito
									V _{SdXY} [daN]	V _{SdXZ} [daN]	V _{RdXY} [daN]	V _{RdXZ} [daN]							
3	1	Fond.	1-2	1	3.0	Ini	1.6	0.00	0	5607	-	29948	10	2	11	50	-	5.34	V
						Med	1.6	0.00	0	4772	-	13573	10	2	20	50	-	2.84	V
						fin	1.6	0.00	0	7480	-	29948	10	2	11	50	-	4.00	V
4	2	Fond.	1-4	1	3.0	Ini	1.6	0.00	0	3825	-	33118	10	2	11	50	-	8.66	V
						Med	1.6	0.00	0	4163	-	16749	10	2	20	145	-	4.02	V
						fin	1.6	0.00	0	5434	-	33117	10	2	11	50	-	6.09	V
5	3	Fond.	2-3	1	3.0	Ini	1.6	0.00	0	5887	-	33778	10	2	11	50	-	5.74	V
						Med	1.6	0.00	0	4926	-	17410	10	2	20	70	-	3.53	V
						fin	1.6	0.00	0	2627	-	35398	10	2	11	50	-	13.47	V
6	6	Fond.	5-3	1	3.0	Ini	1.6	0.00	0	1054	-	31626	10	2	11	50	-	30.00	V
						Med	1.6	0.00	0	1583	-	15762	10	2	20	145	-	9.96	V
						fin	1.6	0.00	0	1851	-	32613	10	2	11	50	-	17.62	V
7	10	Fond.	5-4	1	3.0	Ini	1.6	0.00	0	2222	-	33812	10	2	11	50	-	15.22	V
						Med	1.6	0.00	0	2942	-	11368	10	2	20	220	-	3.86	V
						fin	1.6	0.00	0	1205	-	27750	10	2	11	50	-	23.03	V

4.3.2.3 Verifiche SLV - Torsione.

- Campata : campata alla quale appartengono le aste riportate;
 Asta : numerazione interna dell'asta;
 Imp. : impalcato al quale appartiene l'asta considerata;
 Fili : fili fissi ai quali appartiene l'asta considerata;
 Tipo Sez. : tipo di sezione dell'asta considerata;
 Cop. : distanza tra la superficie esterna dell'armatura più prossima alla superficie del calcestruzzo e la superficie stessa del calcestruzzo;

cot(θ) : cotangente dell'angolo θ ;
 Blocco : Ini : tratto (iniziale) nel quale le staffe vengono mantenute costanti;
 Med : tratto (mediano) nel quale le staffe vengono mantenute costanti;
 Fin : tratto (finale) nel quale le staffe vengono mantenute costanti;

Aree ferro:

A_{Staffe} : valore dell'area delle staffe della sezione;
 A_{Long} : valore dell'area dell'armatura longitudinale disposta per torsione;

Momenti Torcenti:

M_{tS} : valore del Momento Torcente sollecitante di calcolo;
 M_{tR} : valore del Momento Torcente resistente di calcolo;

S : Coefficiente di sicurezza;

Tabella 46.I

Campata	Asta	Imp.	Fili	Tipo Sez.	Cop [cm]	cot(θ)	Blocco	Aree ferro		Momenti Torcenti		S	Esito
								A_{Staffe} [cm ²]	A_{Long} [cm ²]	M_{tS} [daNm]	M_{tR} [daNm]		
3	1	Fond.	1-2	1	3.0	1.6	Ini	0.14	6.65	2382	2384	1.00	V
							Med	0.25	6.65	2382	2384	1.00	V
							fin	0.14	6.65	2382	2385	1.00	V
4	2	Fond.	1-4	1	3.0	1.6	Ini	0.07	4.15	1207	1208	1.00	V
							Med	0.13	4.15	1207	1209	1.00	V
							fin	0.07	4.15	1207	1209	1.00	V
5	3	Fond.	2-3	1	3.0	1.6	Ini	0.06	3.62	962	963	1.00	V
							Med	0.10	3.62	962	963	1.00	V
							fin	0.02	3.62	361	361	1.00	V
6	6	Fond.	5-3	1	3.0	1.6	Ini	0.10	5.33	1760	1762	1.00	V
							Med	0.17	5.33	1573	1574	1.00	V
							fin	0.08	5.33	1394	1396	1.00	V
7	10	Fond.	5-4	1	3.0	1.6	Ini	0.06	8.39	950	950	1.00	V
							Med	0.34	8.39	3195	3199	1.00	V
							fin	0.19	8.39	3195	3199	1.00	V

4.3.2.4 Verifiche SLE - Stato Tensionale.

Camp : campata alla quale appartengono le aste riportate;
 Asta : numerazione interna dell'asta;
 Imp. : impalcato al quale appartiene l'asta considerata;
 Fili : fili fissi ai quali appartiene l'asta considerata;
 Tipo Sez. : tipo di sezione dell'asta considerata;
 Cop : distanza tra la superficie esterna dell'armatura più prossima alla superficie del calcestruzzo e la superficie stessa del calcestruzzo;
 Comb : tipo di combinazione a cui la verifica è riferita;
 X : distanza dal nodo iniziale misurata lungo l'asse dell'asta;

Azioni Sollecitanti:

N_{sd} : Sforzo Normale Sollecitante;
 M_{sdXZ} : valore del Momento Flettente X-Z sollecitante di calcolo;
 M_{sdXY} : valore del Momento Flettente X-Y sollecitante di calcolo;

Tensioni:

σ_c : tensioni d'esercizio del calcestruzzo;
 σ_s : tensioni d'esercizio dell'acciaio;

Tensioni Limite:

$\sigma_{c,lim}$: Tensioni limite del calcestruzzo;
 $\sigma_{s,lim}$: Tensioni limite dell'acciaio;

S : valore del coefficiente di sicurezza minimo della sezione;

Esito : Esito della verifica : V = VERIFICATA;
 : NV = NON VERIFICATA;

Tabella 47.I

	Azioni Sollecitanti	Tensioni	Tensioni Limite	
--	---------------------	----------	-----------------	--

Camp	Asta	Imp.	Fili	Tipo Sez.	Cop [cm]	Comb	X [cm]	N _{ed} [daN]	M _{dxz} [daNm]	M _{dsxy} [daNm]	σ _e [daN/cm ²]	σ _e [daN/cm ²]	σ _{e,lim} [daN/cm ²]	σ _{e,lim} [daN/cm ²]	S	Esito	
3	1	Fond.	1-2	1	3.0	Caratt.	0	291	-455	-	3.74	-206.01	150.00	3600.00	17.47	V	
							131	459	1738	-	13.54	-556.20	150.00	3600.00	6.47	V	
							170	462	2269	-	17.73	-717.66	150.00	3600.00	5.02	V	
							Q.Perm	0	-76	-362	-	3.10	-139.29	112.50	3600.00	25.84	V
							131	-132	1413	-	11.22	-422.14	112.50	3600.00	8.53	V	
							170	-140	1861	-	14.76	-557.92	112.50	3600.00	6.45	V	
4	2	Fond.	1-4	1	3.0	Caratt.	0	245	-768	-	8.16	-486.86	150.00	3600.00	7.39	V	
							214	220	-201	-	2.05	-146.58	150.00	3600.00	24.56	V	
							285	162	554	-	4.81	-235.29	150.00	3600.00	15.30	V	
							Q.Perm	0	-73	-612	-	6.60	-355.63	112.50	3600.00	10.12	V
							214	-149	-171	-	1.87	-84.20	112.50	3600.00	42.76	V	
							285	-160	450	-	4.02	-168.19	112.50	3600.00	21.40	V	
5	3	Fond.	2-3	1	3.0	Caratt.	0	3335	1666	-	13.18	-945.44	150.00	3600.00	3.81	V	
							21	3326	1164	-	8.20	-745.77	150.00	3600.00	4.83	V	
							190	3245	-673	-	3.71	-806.84	150.00	3600.00	4.46	V	
							Q.Perm	0	2436	1236	-	9.81	-698.04	112.50	3600.00	5.16	V
							21	2427	837	-	5.86	-539.41	112.50	3600.00	6.67	V	
							190	782	-83	-	0.00	-146.71	112.50	3600.00	24.54	V	
6	6	Fond.	5-3	1	3.0	Caratt.	0	1642	-796	-	7.52	-678.43	150.00	3600.00	5.31	V	
							214	2436	-460	-	1.75	-584.23	150.00	3600.00	6.16	V	
							285	2500	-679	-	5.02	-719.70	150.00	3600.00	5.00	V	
							Q.Perm	0	-1112	-235	-	2.30	-29.51	112.50	3600.00	48.95	V
							214	-346	-123	-	1.30	-34.22	112.50	3600.00	86.36	V	
							285	-347	-91	-	0.93	-17.50	112.50	3600.00	120.63	V	
7	10	Fond.	5-4	1	3.0	Caratt.	0	1738	-864	-	4.90	-295.25	150.00	3600.00	12.19	V	
							160	2207	433	-	0.99	-215.73	150.00	3600.00	16.69	V	
							360	3043	-524	-	0.47	-280.34	150.00	3600.00	12.84	V	
							Q.Perm	0	-1036	-235	-	1.78	22.06	112.50	3600.00	63.22	V
							160	-652	303	-	2.24	-45.60	112.50	3600.00	50.28	V	
							360	305	-52	-	0.04	-27.94	112.50	3600.00	128.84	V	

4.3.2.5 Verifiche SLE - Fessurazione.

- Camp : campata alla quale appartengono le aste riportate;
 Asta : numerazione interna dell'asta;
 Imp. : impalcato al quale appartiene l'asta considerata;
 Fili : fili fissi ai quali appartiene l'asta considerata;
 Tipo Sez. : tipo di sezione dell'asta considerata;
 Cop : distanza tra la superficie esterna dell'armatura più prossima alla superficie del calcestruzzo e la superficie stessa del calcestruzzo;
 Comb : tipo di combinazione a cui la verifica è riferita;
 X : distanza dal nodo iniziale misurata lungo l'asse dell'asta;
- Sollecitazione : M_{XZ} : valore del Momento Flettente X-Z sollecitante di calcolo;
 Fessura di calcolo: W_k : valore dell'apertura della fessura calcolata;
 Fessura max : W_{k,max} : valore della massima apertura ammissibile delle fessure;
- Esito : Esito della verifica : V = VERIFICATA;
 : NV = NON VERIFICATA;

Tabella 48.I

Camp	Asta	Imp.	Fili	Tipo Sez.	Cop [cm]	Comb	X [cm]	360 M _{XZ} [daNm]	Soll. W _k [mm]	Fess. di calc. W _k [mm]	Fessura max W _{k,max} [mm]	S	Esito
3	1	Fond.	1-2	1	3.0	Freq	0	-381	0.00	0.40	-	V	
							131	1497	0.00	0.40	-	V	
							170	1966	0.00	0.40	-	V	
							Q.Perm	0	-362	0.00	0.30	-	V
							131	1413	0.00	0.30	-	V	
							170	1861	0.00	0.30	-	V	
4	2	Fond.	1-4	1	3.0	Freq	0	-645	0.00	0.40	-	V	
							214	-178	0.00	0.40	-	V	
							285	476	0.00	0.40	-	V	
							Q.Perm	0	-612	0.00	0.30	-	V
							214	-171	0.00	0.30	-	V	
							285	450	0.00	0.30	-	V	
5	3	Fond.	2-3	1	3.0	Freq	0	1369	0.00	0.40	-	V	
							21	943	0.00	0.40	-	V	
							190	-372	0.00	0.40	-	V	
							Q.Perm	0	1236	0.00	0.30	-	V

							21	837	0.00	0.30	-	V
							190	-83	0.00	0.30	-	V
6	6	Fond.	5-3	1	3.0	Freq	0	-507	0.00	0.40	-	V
							214	-285	0.00	0.40	-	V
							285	-384	0.00	0.40	-	V
						Q.Perm	0	-235	0.00	0.30	-	V
							214	-123	0.00	0.30	-	V
							285	-91	0.00	0.30	-	V
7	10	Fond.	5-4	1	3.0	Freq	0	-533	0.00	0.40	-	V
							160	355	0.00	0.40	-	V
							360	-287	0.00	0.40	-	V
						Q.Perm	0	-235	0.00	0.30	-	V
							160	303	0.00	0.30	-	V
							360	-52	0.00	0.30	-	V

4.4 Verifica Stati Limite di Danno.

Involuppi dei Cinematismi nodali.

I dati seguenti riportano i valori dei Cinematismi nodali che definiscono la struttura ed in modo particolare:

Nodo : numerazione interna del nodo.
 X : distanza dal nodo iniziale misurata lungo l'asse dell'asta.

Cinematismi nodali : valore dello Sforzo Normale nel punto considerato:
 Vx : traslazione X rispetto al sistema di riferimento globale.
 Vy : traslazione Y rispetto al sistema di riferimento globale.
 Vz : Traslazione Z rispetto al sistema di riferimento globale.
 Rx : rotazione X rispetto al sistema di riferimento globale.
 Ry : rotazione Y rispetto al sistema di riferimento globale.
 Rz : rotazione Z rispetto al sistema di riferimento globale.
 Max : valore massimo (rispetto al sistema di riferimento globale) dell'involuppo.
 Min : valore minimo (rispetto al sistema di riferimento globale) dell'involuppo.
 CMax : combinazione massima di appartenenza del valore considerato nell'involuppo.
 CMin : combinazione minima di appartenenza del valore considerato nell'involuppo.

Tabella 49.I

STATO LIMITE DI DANNO												
Nodo	Vx [cm]		Vy [cm]		Vz [cm]		Rx [rad]		Ry [rad]		Rz [rad]	
	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min
1	0.031	-0.029	0.029	-0.026	-0.046	-0.171	3.5E-4	-2.7E-4	1.1E-4	-3.8E-4	9.3E-5	-1.1E-4
2	0.141	-0.058	0.131	-0.097	-0.045	-0.172	4.0E-4	-3.0E-4	1.2E-4	-3.9E-4	2.2E-4	-3.8E-4
3	0.134	-0.065	0.161	-0.162	-0.041	-0.139	2.5E-4	-5.4E-4	2.4E-3	-1.0E-3	2.2E-4	-3.8E-4
4	0.030	-0.027	0.027	-0.029	-0.050	-0.107	3.1E-4	-2.6E-4	2.2E-5	-3.8E-4	7.8E-5	-8.6E-5
5	0.033	-0.031	0.029	-0.026	-0.066	-0.178	3.7E-4	-2.5E-4	1.4E-4	-2.7E-4	9.4E-5	-9.2E-5
6	0.105	-0.070	0.132	-0.100	-0.061	-0.186	4.8E-4	-3.9E-4	3.8E-4	-4.4E-4	2.2E-4	-3.8E-4
7	0.143	-0.058	0.132	-0.100	-0.042	-0.171	4.0E-4	-3.0E-4	1.2E-4	-3.9E-4	2.2E-4	-3.8E-4
8	0.031	-0.029	0.029	-0.026	-0.043	-0.171	3.5E-4	-2.7E-4	1.1E-4	-3.8E-4	9.3E-5	-1.1E-4
9	0.032	-0.031	0.029	-0.026	-0.068	-0.176	3.7E-4	-2.5E-4	1.4E-4	-2.7E-4	9.4E-5	-9.2E-5
10	0.104	-0.068	0.131	-0.097	-0.061	-0.185	4.8E-4	-3.9E-4	3.8E-4	-4.4E-4	2.2E-4	-3.8E-4
11	0.099	-0.074	0.192	-0.232	-0.057	-0.168	8.4E-4	-2.0E-3	2.2E-3	-1.2E-3	2.2E-4	-3.8E-4
12	0.032	-0.030	0.040	-0.032	-0.056	-0.143	5.0E-4	2.0E-5	1.3E-4	-2.6E-4	1.0E-4	-9.8E-5
13	0.058	-0.035	0.053	-0.043	-0.045	-0.172	3.7E-4	-2.6E-4	1.1E-4	-3.8E-4	1.2E-4	-1.6E-4
14	0.086	-0.042	0.078	-0.060	-0.045	-0.172	3.6E-4	-2.6E-4	1.2E-4	-3.8E-4	1.5E-4	-2.3E-4
15	0.113	-0.050	0.104	-0.078	-0.045	-0.172	3.6E-4	-2.6E-4	1.2E-4	-3.8E-4	1.9E-4	-3.0E-4
16	0.141	-0.058	0.140	-0.117	-0.050	-0.149	3.7E-4	-3.1E-4	9.7E-9	-9.7E-9	2.2E-4	-3.8E-4
17	0.141	-0.058	0.150	-0.138	-0.050	-0.138	3.6E-4	-3.6E-4	3.1E-8	-3.1E-8	2.2E-4	-3.8E-4
18	0.114	-0.049	0.136	-0.129	-0.050	-0.125	5.3E-4	-5.1E-4	1.2E-8	-1.2E-8	2.9E-4	-3.6E-4
19	0.086	-0.042	0.097	-0.092	-0.053	-0.111	5.2E-4	-4.9E-4	6.5E-9	-6.5E-9	1.6E-4	-2.1E-4
20	0.058	-0.034	0.058	-0.056	-0.052	-0.109	5.2E-4	-4.7E-4	7.8E-9	-7.8E-9	8.5E-5	-1.2E-4
21	0.031	-0.028	0.028	-0.029	-0.053	-0.126	3.4E-4	-2.9E-4	9.6E-5	-3.8E-4	7.3E-5	-1.0E-4
22	0.031	-0.029	0.029	-0.027	-0.049	-0.149	3.5E-4	-2.8E-4	1.1E-4	-3.8E-4	8.5E-5	-1.1E-4
23	0.113	-0.050	0.122	-0.111	-0.054	-0.127	3.9E-4	-3.8E-4	9.4E-9	-9.4E-9	2.4E-4	-3.3E-4
24	0.113	-0.050	0.112	-0.094	-0.049	-0.149	3.8E-4	-3.2E-4	1.5E-8	-1.5E-8	2.0E-4	-3.0E-4
25	0.058	-0.034	0.056	-0.052	-0.053	-0.126	4.5E-4	-3.8E-4	1.2E-9	-1.2E-9	9.4E-5	-1.3E-4
26	0.086	-0.042	0.090	-0.081	-0.054	-0.127	4.9E-4	-4.3E-4	4.9E-9	-4.9E-9	1.6E-4	-2.2E-4
27	0.086	-0.042	0.084	-0.071	-0.049	-0.149	4.0E-4	-3.3E-4	5.2E-8	-5.2E-8	1.6E-4	-2.2E-4

28	0.058	-0.035	0.055	-0.048	-0.049	-0.149	4.0E-4	-3.2E-4	1.8E-9	-1.8E-9	9.8E-5	-1.4E-4
29	0.051	-0.040	0.054	-0.043	-0.066	-0.178	3.6E-4	-2.7E-4	1.6E-4	-2.6E-4	1.3E-4	-1.3E-4
30	0.068	-0.049	0.079	-0.062	-0.066	-0.179	3.6E-4	-2.6E-4	1.5E-4	-2.6E-4	1.6E-4	-2.0E-4
31	0.086	-0.059	0.105	-0.080	-0.066	-0.179	3.6E-4	-2.6E-4	1.6E-4	-2.6E-4	1.9E-4	-2.8E-4
32	0.103	-0.056	0.132	-0.100	-0.074	-0.165	4.5E-8	-4.5E-8	2.1E-4	-3.2E-4	2.2E-4	-3.8E-4
33	0.113	-0.054	0.132	-0.100	-0.077	-0.155	4.3E-8	-4.3E-8	1.1E-4	-3.0E-4	2.2E-4	-3.8E-4
34	0.128	-0.056	0.132	-0.100	-0.068	-0.153	1.5E-8	-1.5E-8	1.1E-4	-3.4E-4	2.2E-4	-3.8E-4
35	0.115	-0.050	0.105	-0.080	-0.042	-0.171	3.6E-4	-2.6E-4	1.2E-4	-3.8E-4	1.9E-4	-3.0E-4
36	0.087	-0.042	0.079	-0.062	-0.042	-0.171	3.6E-4	-2.6E-4	1.2E-4	-3.8E-4	1.5E-4	-2.3E-4
37	0.059	-0.035	0.053	-0.044	-0.042	-0.171	3.7E-4	-2.6E-4	1.1E-4	-3.8E-4	1.2E-4	-1.6E-4
38	0.028	-0.027	0.029	-0.026	-0.067	-0.153	3.5E-4	-2.7E-4	1.0E-4	-3.7E-4	1.0E-4	-1.0E-4
39	0.027	-0.025	0.029	-0.026	-0.077	-0.150	3.6E-4	-2.6E-4	1.0E-4	-3.3E-4	1.1E-4	-9.0E-5
40	0.030	-0.027	0.029	-0.026	-0.075	-0.160	3.6E-4	-2.5E-4	1.1E-4	-2.8E-4	1.1E-4	-9.2E-5
41	0.054	-0.034	0.053	-0.044	-0.068	-0.153	3.9E-8	-3.9E-8	1.1E-4	-3.5E-4	1.4E-4	-1.8E-4
42	0.079	-0.041	0.079	-0.062	-0.068	-0.153	2.9E-8	-2.9E-8	1.2E-4	-3.4E-4	1.6E-4	-2.4E-4
43	0.104	-0.048	0.105	-0.080	-0.068	-0.153	4.6E-8	-4.6E-8	1.2E-4	-3.4E-4	1.9E-4	-3.1E-4
44	0.092	-0.047	0.105	-0.080	-0.077	-0.151	5.9E-9	-5.9E-9	1.1E-4	-3.0E-4	1.9E-4	-3.1E-4
45	0.085	-0.049	0.105	-0.080	-0.076	-0.161	2.3E-8	-2.3E-8	1.1E-4	-2.6E-4	1.9E-4	-3.1E-4
46	0.049	-0.032	0.053	-0.043	-0.077	-0.151	2.2E-8	-2.2E-8	1.2E-4	-3.0E-4	1.4E-4	-1.8E-4
47	0.071	-0.039	0.079	-0.062	-0.077	-0.151	3.3E-8	-3.3E-8	1.2E-4	-3.0E-4	1.6E-4	-2.5E-4
48	0.066	-0.042	0.079	-0.062	-0.076	-0.161	1.9E-8	-1.9E-8	1.2E-4	-2.6E-4	1.5E-4	-2.4E-4
49	0.048	-0.035	0.054	-0.043	-0.075	-0.160	3.5E-8	-3.5E-8	1.3E-4	-2.6E-4	1.2E-4	-1.9E-4
50	0.050	-0.039	0.053	-0.043	-0.068	-0.176	3.6E-4	-2.7E-4	1.6E-4	-2.6E-4	1.3E-4	-1.3E-4
51	0.068	-0.049	0.078	-0.060	-0.068	-0.177	3.6E-4	-2.6E-4	1.5E-4	-2.6E-4	1.6E-4	-2.0E-4
52	0.086	-0.058	0.104	-0.078	-0.068	-0.177	3.6E-4	-2.6E-4	1.6E-4	-2.6E-4	1.9E-4	-2.8E-4
53	0.104	-0.068	0.144	-0.126	-0.072	-0.166	3.8E-4	-3.9E-4	8.5E-9	-8.5E-9	2.2E-4	-3.8E-4
54	0.104	-0.068	0.158	-0.155	-0.072	-0.160	3.8E-4	-5.5E-4	1.0E-8	-1.0E-8	2.2E-4	-3.8E-4
55	0.104	-0.068	0.175	-0.188	-0.065	-0.160	3.9E-4	-6.8E-4	1.5E-8	-1.5E-8	2.2E-4	-3.8E-4
56	0.085	-0.059	0.182	-0.169	-0.058	-0.153	5.8E-4	-9.4E-4	3.1E-8	-3.1E-8	4.0E-4	-3.8E-4
57	0.068	-0.049	0.134	-0.102	-0.057	-0.144	6.8E-4	-8.2E-4	3.1E-9	-3.1E-9	2.4E-4	-1.6E-4
58	0.050	-0.039	0.083	-0.050	-0.057	-0.144	6.9E-4	-5.7E-4	3.0E-8	-3.0E-8	1.3E-4	-4.4E-5
59	0.032	-0.030	0.033	-0.028	-0.069	-0.141	5.1E-4	-1.0E-4	1.4E-4	-2.6E-4	8.8E-5	-8.1E-5
60	0.032	-0.030	0.030	-0.026	-0.075	-0.146	4.8E-4	-1.8E-4	1.4E-4	-2.6E-4	7.5E-5	-8.7E-5
61	0.032	-0.031	0.029	-0.026	-0.072	-0.160	4.2E-4	-2.4E-4	1.4E-4	-2.7E-4	8.0E-5	-9.1E-5
62	0.050	-0.039	0.071	-0.046	-0.070	-0.142	5.5E-4	-4.4E-4	1.0E-8	-1.0E-8	1.4E-4	-7.2E-5
63	0.068	-0.049	0.113	-0.087	-0.070	-0.142	5.5E-4	-6.5E-4	1.9E-8	-1.9E-8	2.2E-4	-1.7E-4
64	0.085	-0.059	0.147	-0.137	-0.070	-0.148	3.7E-4	-6.7E-4	1.2E-8	-1.2E-8	2.7E-4	-3.1E-4
65	0.086	-0.058	0.129	-0.114	-0.076	-0.148	4.1E-4	-5.4E-4	3.1E-8	-3.1E-8	2.1E-4	-2.5E-4
66	0.086	-0.058	0.116	-0.097	-0.072	-0.161	3.9E-4	-3.9E-4	1.1E-8	-1.1E-8	2.0E-4	-2.5E-4
67	0.050	-0.039	0.064	-0.045	-0.076	-0.146	4.7E-4	-3.6E-4	2.2E-9	-2.2E-9	1.4E-4	-7.6E-5
68	0.068	-0.049	0.098	-0.076	-0.076	-0.146	4.3E-4	-4.9E-4	3.0E-8	-3.0E-8	1.9E-4	-1.5E-4
69	0.068	-0.049	0.087	-0.070	-0.072	-0.161	4.0E-4	-3.7E-4	3.7E-8	-3.7E-8	1.7E-4	-1.4E-4
70	0.050	-0.039	0.058	-0.045	-0.072	-0.161	4.0E-4	-3.2E-4	2.1E-8	-2.1E-8	1.5E-4	-8.2E-5
71	0.021	-0.027	0.027	-0.031	-0.018	-0.072	2.4E-4	3.3E-6	-1.4E-4	-3.3E-4	8.9E-5	-8.4E-5
72	0.022	-0.027	0.020	-0.024	-0.053	-0.105	3.1E-4	-2.6E-4	2.2E-5	-3.8E-4	7.8E-5	-8.6E-5
73	0.021	-0.027	0.028	-0.033	-0.015	-0.071	2.4E-4	3.3E-6	-1.4E-4	-3.3E-4	8.9E-5	-8.4E-5
74	0.025	-0.027	0.028	-0.033	-0.057	-0.129	5.0E-4	2.0E-5	1.3E-4	-2.6E-4	1.0E-4	-9.8E-5
75	0.022	-0.026	0.022	-0.022	-0.051	-0.156	3.5E-4	-2.7E-4	1.1E-4	-3.8E-4	9.3E-5	-1.1E-4
76	0.025	-0.027	0.022	-0.022	-0.074	-0.165	3.7E-4	-2.5E-4	1.4E-4	-2.7E-4	9.4E-5	-9.2E-5
77	0.021	-0.026	0.022	-0.022	-0.057	-0.157	3.5E-4	-2.7E-4	1.1E-4	-3.8E-4	9.3E-5	-1.1E-4
78	0.026	-0.028	0.021	-0.022	-0.072	-0.166	3.7E-4	-2.5E-4	1.4E-4	-2.7E-4	9.4E-5	-9.2E-5
79	0.026	-0.028	0.027	-0.031	-0.064	-0.135	5.0E-4	2.0E-5	1.3E-4	-2.6E-4	1.0E-4	-9.8E-5
80	0.147	-0.051	0.159	-0.155	-0.038	-0.140	2.5E-4	-5.4E-4	2.4E-3	-1.0E-3	2.2E-4	-3.8E-4
81	0.140	-0.058	0.190	-0.213	-0.028	-0.476	4.7E-4	-1.2E-3	3.0E-3	-5.3E-4	2.2E-4	-3.8E-4
82	0.109	-0.061	0.197	-0.211	-0.044	-0.177	8.4E-4	-2.0E-3	2.2E-3	-1.2E-3	2.2E-4	-3.8E-4
83	0.137	-0.057	0.193	-0.219	-0.027	-0.502	4.7E-4	-1.2E-3	3.0E-3	-5.3E-4	2.2E-4	-3.8E-4
84	0.022	-0.027	0.020	-0.023	-0.057	-0.123	3.4E-4	-2.9E-4	9.6E-5	-3.8E-4	7.3E-5	-1.0E-4
85	0.022	-0.027	0.021	-0.022	-0.053	-0.146	3.5E-4	-2.8E-4	1.1E-4	-3.8E-4	8.5E-5	-1.1E-4
86	0.023	-0.025	0.022	-0.022	-0.076	-0.157	3.6E-4	-2.5E-4	1.1E-4	-2.8E-4	1.1E-4	-9.2E-5
87	0.019	-0.023	0.022	-0.022	-0.078	-0.147	3.6E-4	-2.6E-4	1.0E-4	-3.3E-4	1.1E-4	-9.0E-5
88	0.020	-0.025	0.022	-0.022	-0.068	-0.149	3.5E-4	-2.7E-4	1.0E-4	-3.7E-4	1.0E-4	-1.0E-4
89	0.026	-0.028	0.020	-0.021	-0.074	-0.156	4.2E-4	-2.4E-4	1.4E-4	-2.7E-4	8.0E-5	-9.1E-5
90	0.026	-0.028	0.019	-0.022	-0.077	-0.141	4.8E-4	-1.8E-4	1.4E-4	-2.6E-4	7.5E-5	-8.7E-5
91	0.026	-0.028	0.022	-0.027	-0.070	-0.136	5.1E-4	-1.0E-4	1.4E-4	-2.6E-4	8.8E-5	-8.1E-5

Per edifici con il seguente tipo di elementi: tamponamenti collegati rigidamente, il controllo viene fatto tramite la seguente relazione:

$$d_r < 0.0050 h$$

dove:

d_r: spostamento relativo tra due impalcati consecutivi;

: altezza dell'impalcato;

Piano : piano considerato;
 ELEMENTO : tipo e numero dell'elemento considerato;
 drx : traslazione relativa X globale del piano considerato;
 dry : traslazione relativa Y globale del piano considerato;
 H : altezza del piano considerato;
 dlim : spostamento limite da normativa;
 Esito : esito della verifica;

Tabella 49.II

Piano	ELEMENTO	drx [cm]	dry [cm]	H [cm]	dlim [cm]	Esito
Imp.1	Parete 3-2	0.1104	0.1329	310.0000	1.5500	Verificato
	Parete 5-3	0.1101	0.1036	310.0000	1.5500	Verificato
	Parete 5-4	0.0720	0.1999	310.0000	1.5500	Verificato

4.5 Verifica Elementi Bidimensionali.

4.5.1 Verifica Pareti.

4.5.1.1 Verifica Pareti Non Dissipative.

Qui di seguito vengono tabellati i risultati delle verifiche delle pareti della struttura:

Verifica Resistenza massima a compressione sezione cls SLV.

Parete : numero della parete;
 Imp. : numero dell'impalcato al quale appartiene la parete;
 Fili : numero dei fili fissi ai quali appartiene la parete;
 sp : spessore della parete;
 Cop : distanza tra la superficie esterna dell'armatura più prossima alla superficie del calcestruzzo e la superficie stessa del calcestruzzo;
 Area Sezione : area della sezione trasversale;
 NEd : sforzo normale a compressione massimo di calcolo;
 NRd : resistenza massima a compressione della sezione di solo calcestruzzo;
 Esito : Esito della verifica : V = VERIFICATA;
 : NV = NON VERIFICATA;

Tabella 50.I

Parete	Imp.	Fili	Sp. [cm]	Cop [cm]	Area Sezione [cm ²]	NEd [daN]	NRd [daN]	Esito
1	Imp.1	3, 2	20.0	3.0	4200	-10035	-238000	V
2	Imp.1	5, 3	20.0	3.0	6500	-10572	-368333	V
3	Imp.1	5, 4	20.0	3.0	8000	-14725	-453333	V

Verifica di Resistenza a Flessione Composta SLV.

Parete : numero della parete;
 Imp. : numero dell'impalcato al quale appartiene la parete;
 Fili : numero dei fili fissi ai quali appartiene la parete;
 Dir : X : direzione del piano medio
 Y : direzione ortogonale al piano medio
 ec2 : deformazione di contrazione del calcestruzzo al raggiungimento della massima tensione;
 ecu2 : deformazione ultima di contrazione del calcestruzzo;
 Cop : distanza tra la superficie esterna dell'armatura più prossima alla superficie del calcestruzzo e la superficie stessa del calcestruzzo;
 ϕ : diametro delle barre di armatura verticale;
 D_{barre} : interasse tra le barre di armatura verticale;

Nsd : sforzo normale sollecitante di calcolo relativo alla combinazione di carico più gravosa;
 Msd : momento sollecitante di calcolo relativo alla combinazione di carico più gravosa;
 ϵ_{Cl} : deformazione massima del calcestruzzo compresso
 ϵ_{acc} : deformazione massima dell'armatura tesa
 NRd : Sforzo Normale resistente di calcolo;
 MRd : momento resistente di calcolo;
 S : Coefficiente di sicurezza;
 Esito : Esito della verifica : V = VERIFICATA;
 : NV = NON VERIFICATA;

Tabella 50.II

Parete	Imp.	Fili	Dir.	sc2 [%]	scu2 [%]	Cop [cm]	Armatura Verticale (Z.C.)		Armatura Verticale (Z.N.C.)		Caratteristiche di sollecitazione				S	Esito		
							ϕ [mm]	Dbarre [cm]	ϕ [mm]	Dbarre [cm]	Nsd [daN]	Msd [daNm]	ϵ_{cls} [%]	ϵ_{acc} [%]			Nrd [daN]	Mrd [daNm]
1	Imp.1	3, 2	X	2.00	3.50	3.0	-	-	10	20.0	-3900	11624	1.68	10.00	-3900	65955	5.67	V
			Y									-3900	3967	2.29	10.00	-3901	5998	1.51
2	Imp.1	5, 3	X	2.00	3.50	3.0	-	-	10	20.0	-1328	-5700	1.61	10.00	-1328	-150975	26.49	V
			Y									-1328	6589	2.22	10.00	-1331	8928	1.35
3	Imp.1	5, 4	X	2.00	3.50	3.0	-	-	10	20.0	-6538	13821	1.66	10.00	-6537	237664	17.20	V
			Y									-6538	10402	2.28	10.00	-6547	11381	1.09

Verifica di Resistenza a Taglio SLV

Parete : numero della parete;
 Imp. : numero dell'impalcato al quale appartiene la parete;
 Fili : numero dei fili fissi ai quali appartiene la parete;
 Cop : distanza tra la superficie esterna dell'armatura più prossima alla superficie del calcestruzzo e la superficie stessa del calcestruzzo;
 cot(θ) : cotangente dell'angolo θ ;
 ϕ : diametro delle barre di armatura orizzontale;
 D_{barre} : interasse tra le barre di armatura orizzontale;
 VSd : Taglio sollecitante di calcolo;
 VRd : Taglio resistente di calcolo;
 Esito : Esito della verifica : V = VERIFICATA;
 : NV = NON VERIFICATA;

Vedi tabella 50.III

Parete	Imp.	Fili	Cop [cm]	cot(θ)	Armatura orizzontale		Tagli		Esito
					ϕ	Dbarre [cm]	Vsd [daN]	VRd [daN]	
1	Imp.1	3, 2	3.0	2.5	10	25.0	3895	90720	V
2	Imp.1	5, 3	3.0	2.5	10	25.0	3725	140893	V
3	Imp.1	5, 4	3.0	2.5	10	25.0	4763	174666	V

Verifiche SLE - Stato Tensionale.

Parete : numero della parete;
 Imp. : numero dell'impalcato al quale appartiene la parete;
 Fili : numero dei fili fissi ai quali appartiene la parete;
 Cop : distanza tra la superficie esterna dell'armatura più prossima alla superficie del calcestruzzo e la superficie stessa del calcestruzzo;
 Comb : tipo di combinazione a cui la verifica è riferita;
 Azioni Sollecitanti:
 N_{sd} : Sforzo Normale Sollecitante;
 M_{sdXZ} : valore del Momento Flettente X-Z sollecitante di calcolo;
 M_{sdXY} : valore del Momento Flettente X-Y sollecitante di calcolo;
 Tensioni:
 σ_c : tensioni d'esercizio del calcestruzzo;
 σ_s : tensioni d'esercizio dell'acciaio;
 Tensioni Limite:
 $\sigma_{c,lim}$: Tensioni limite del calcestruzzo;
 $\sigma_{s,lim}$: Tensioni limite dell'acciaio;
 S : valore del coefficiente di sicurezza minimo della sezione;

Esito : Esito della verifica : V = VERIFICATA;
: NV = NON VERIFICATA;

Tabella 50.IV

Parete	Imp	Fili	Cop [cm]	Comb	Azioni Sollecitanti			Tensioni		Tensioni Limite		S	Esito
					N _{sd} [daN]	M _{sdXZ} [daNm]	M _{sdXY} [daNm]	σ _c [daN/cm ²]	σ _s [daN/cm ²]	σ _{c,lim} [daN/cm ²]	σ _{s,lim} [daN/cm ²]		
1	Imp.1	3, 2	3.0	Caratt.	8084	-5557.71	-2653.23	64.11	-2893.70	150.00	3600.00	1.24	V
				Q.Perm.	-4725	2950.42	-174.39	5.48	66.73	112.50	3600.00	20.54	V
2	Imp.1	5, 3	3.0	Caratt.	5423	-2463.83	-4424.25	54.67	-2569.05	150.00	3600.00	1.40	V
				Q.Perm.	-5950	-1012.56	268.52	2.44	27.68	112.50	3600.00	46.13	V
3	Imp.1	5, 4	3.0	Caratt.	11393	5965.93	7075.60	71.96	-3431.36	150.00	3600.00	1.05	V
				Q.Perm.	-10631	4724.14	-1351.28	13.26	-276.72	112.50	3600.00	8.48	V

Verifiche SLE - Fessurazione.

Parete : numero della parete;
 Imp. : numero dell'impalcato al quale appartiene la parete;
 Fili : numero dei fili fissi ai quali appartiene la parete;
 Cop : distanza tra la superficie esterna dell'armatura più prossima alla superficie del calcestruzzo e la superficie stessa del calcestruzzo;
 Comb : tipo di combinazione a cui la verifica è riferita;
 N_{sd} : Sforzo Normale Sollecitante;
 M_{sdXZ} : valore del Momento Flettente X-Z sollecitante di calcolo;
 M_{sdXY} : valore del Momento Flettente X-Y sollecitante di calcolo;
 W_{k,max} : valore della massima apertura ammissibile delle fessure;
 W_k : valore dell'apertura della fessura calcolata;
 S : valore del coefficiente di sicurezza minimo della sezione;
 Esito : Esito della verifica : V = VERIFICATA;
 : NV = NON VERIFICATA;

Tabella 50.V

Parete	Imp	Fili	Cop [cm]	Comb	N _{sd} [daN]	M _{sdXZ} [daNm]	M _{sdXY} [daNm]	W _{k,max} [mm]	W _k [mm]	S	Esito
1	Imp.1	3, 2	3.0	Freq.	-7187	4503	54	0.40	0.00	-	V
				Q.Perm.	-6967	4294	56	0.40	0.00	-	V
2	Imp.1	5, 3	3.0	Freq.	-5979	-1048	271	0.40	0.00	-	V
				Q.Perm.	-5950	-1013	269	0.40	0.00	-	V
3	Imp.1	5, 4	3.0	Freq.	-10930	5069	-1407	0.40	0.00	-	V
				Q.Perm.	-10631	4724	-1351	0.40	0.00	-	V

5 ALLEGATI.

5.1 ALLEGATO A (Verifica Solai e Balconi)

Descrizione del modello.

Modello e ipotesi di carico

La seguente relazione riguarda tutti i solai realizzati in cemento armato gettato in opera, a nervature parallele.

Il modello utilizzato per il calcolo delle caratteristiche della sollecitazione è quello della trave continua su più appoggi con eventuali sbalzi laterali.

Le ipotesi a cui si è fatto riferimento sono state:

- laterizi o blocchi in polistirene non collaboranti;
- nervature del solaio indipendenti tra loro;
- fascia di soletta collaborante con ogni nervatura di larghezza pari all'interasse;
- comportamento elastico-lineare della struttura.

Note le caratteristiche geometriche della sezione, i carichi permanenti e di esercizio agenti per ogni impalcato, sono stati ricavati i carichi relativi alla singola nervatura da utilizzare nel calcolo della struttura.

La risoluzione di ogni schema di carico teorico è stato eseguito con il metodo degli elementi finiti permettendo così l'analisi della struttura per le diverse condizioni di carico considerate. Per la verifica si è adottato il metodo agli stati limite.

Condizioni e combinazioni di carico.

Dallo studio delle linee di influenza della caratteristica flettente, si sono combinati i carichi ripartiti d'esercizio al fine di massimizzare le sollecitazioni di calcolo sia in campata che sugli appoggi. Si sono ricavate e quindi risolte più condizioni di carico.

Il calcolo delle azioni agenti sui solai viene effettuato con il metodo semiprobabilistico agli stati limite cumulando tra loro le azioni agenti sulla struttura nel modo più gravoso, combinando gli effetti dell'azione sismica con le altre azioni nel rispetto della normativa vigente.

I coefficienti di combinazione dei carichi permanenti e delle azioni variabili Q_{ki} , utilizzati nelle varie combinazioni sono correlati al tipo di calcolo che si sta effettuando, se agli stati limite ultimi o di esercizio, nel rispetto del punto 2.5.3 del DM 14/01/2008

In ogni condizione di carico i carichi permanenti vengono considerati agenti su tutte le campate. I carichi d'esercizio si considerano agenti una volta su tutte le campate e per le altre condizioni, agiranno solo su alcune di esse in modo da rendere massime le sollecitazioni in alcune determinate sezioni della trave continua.

Per i solai a trave continua il massimo momento flettente positivo in campata, è ricavato caricando "a scacchiera", carico d'esercizio agente su campate alterne. Il massimo momento negativo su ogni appoggio viene determinato caricando "a doppia scacchiera", campate adiacenti ad ogni appoggio e le altre alterne.

L'effetto dell'azione sismica verticale sugli sbalzi è stato calcolato considerando agenti su ogni elemento a mensola e solaio inclinato un carico sismico verticale pari ad un'aliquota dei carichi gravitazionali agenti. In funzione del periodo fondamentale di vibrazione dell'elemento si ricava l'ordinata dello spettro di progetto della componente verticale e quindi la frazione dei carichi gravitazionali considerati come azioni sismiche sugli sbalzi e sugli elementi di solaio inclinati.

Ciò ha comportato la risoluzione di ulteriori due condizioni di carico dovuti ai carichi sismici verticali simmetrici perché le azioni agenti hanno segno positivo nel primo e negativo nel secondo caso.

Cumulando le azioni di calcolo, agenti sulla struttura, si sono ottenute più condizioni di carico.

Le massime sollecitazioni di progetto, sono state ricavate da un involucro finale delle stesse condizioni.

Assimilando gli eventuali appoggi estremi, senza sbalzo, ad un incastro cedevole si è calcolato e quindi sommato all'involucro un momento negativo pari ad $M^* = (1/12 : 1/20) P l_{Asta}^2$, con P carico distribuito sull'asta. Questo momento fittizio si considera esteso per una lunghezza $l^* = (1/5 : 1/6) l_{Asta} = 1/6 l_{Asta}$. Per tenere conto dell'incremento di momento in campata, che può essere causato da perdita o riduzione di continuità sull'appoggio o da un cedimento dello stesso si è considerato un valore minimo del momento pari a:

$$M_{limite} = (Carico \cdot Luce^2) / 12$$

Procedure di verifica.

La verifica di resistenza di ogni sezione viene fatta con il metodo agli stati limite nei riguardi degli stati limite ultimi e per i solai di nuova costruzione anche degli stati limite di esercizio.

La resistenza della sezione è data dalle caratteristiche della sollecitazione che da sole o associate causano la rottura della sezione oppure la sua continua deformazione senza ulteriore incremento della sollecitazione stessa fino al valore ultimo della deformazione.

Per ogni sezione si determina il dominio di sicurezza in funzione delle caratteristiche geometriche della sezione, dal suo comportamento meccanico e delle caratteristiche dei materiali, come indicato al par. 2.4.1.

La generica sezione, soggetta ad una determinata combinazione di sollecitazioni di carico risulta verificata quando la condizione di carico risulta interna al dominio di sicurezza della stessa garantendo un coefficiente di sicurezza dettato dalla normativa.

La verifica a taglio è stata eseguita come indicato dalla normativa vigente.

Per gli elementi che non richiedono armatura a taglio, come le nervature del solaio, si è verificato che:

$$V_{Rd} \geq V_{Sd}$$

dove:

V_{sd} : taglio sollecitante di calcolo;

V_{Rd} è il valore di calcolo dello sforzo di taglio agente.

Con riferimento all'elemento fessurato da momento flettente, la resistenza a taglio si valuta con:

$$V_{Rd} = [0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c \cdot 0.15 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d \geq (v_{min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w d$$

con

$$k = 1 + (200 / d)^{1/2} \leq 2$$

$$v_{min} = 0.035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$$

e dove

d è l'altezza utile della sezione (in mm);
 $\rho_1 = A_{sl} / (b_w \cdot d)$ è il rapporto geometrico di armatura longitudinale (≤ 0.02);
 $\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c$ è la tensione media di compressione nella sezione ($\leq 0.2 f_{cd}$);
 b_w è la larghezza minima della sezione (in mm)

come specificato al par. "Procedure di Verifica degli elementi - Elementi in C.A." della presente relazione.

Per i solai di nuova costruzione le verifiche agli stati limite d'esercizio considerate vengono di seguito specificate.

La verifica dello stato tensionale, come già descritto al par. 2.4.1, viene eseguita sfruttando le ipotesi tradizionali per il calcolo del cemento armato ordinario: assunzione dei materiali elastico lineari; conservazione delle sezioni piane al crescere dei carichi; perfetta aderenza tra acciaio e calcestruzzo; resistenza nulla a trazione del calcestruzzo.

Le verifiche dello stato tensionale vengono eseguite considerando le combinazioni di carico caratteristica, frequente, e quasi permanente. La verifica consiste nel confrontare le tensioni di calcolo con quelle limite dei materiali.

Dovendo la struttura soddisfare delle esigenze di durabilità e di funzionalità, vengono eseguite le verifiche a fessurazione e di deformabilità della struttura della singola trave continua per non avere pregiudicato il corretto funzionamento della struttura.

Viene verificato che l'ampiezza massima delle fessure sia minore di quella di progetto.

Le espressioni utilizzate per la verifica a fessurazione, sono state già commentate dettagliatamente al par. 2.4.1 della presente relazione.

Sezione per sezione viene per prima cosa verificata la presenza dell'area minima di armatura, necessaria a limitare le fessure.

$$A_s = K_c K_{fct} A_{ct} / \sigma_s$$

Si effettua poi il calcolo dell'ampiezza delle fessure, considerando anche la parte di calcestruzzo reagente a trazione utilizzando la seguente relazione:

$$W_k = \beta S_{rm} \epsilon_{sm}$$

dove W_k : ampiezza di calcolo delle fessure;
 β : coefficiente di correlazione tra l'ampiezza media delle fessure ed il valore di calcolo;
 S_{rm} : distanza media finale tra le fessure;
 ϵ_{sm} : deformazione che tiene conto, nella combinazione di carico considerata, degli effetti "tension stiffening" del ritiro, etc.

Il valore di ϵ_{sm} si ricava dalla relazione:

$$\epsilon_{sm} = (\sigma_s / E_s) [1 - \beta_1 \beta_2 (\sigma_{sr} / \sigma_s)^2]$$

La distanza media finale delle fessure deriva dall'espressione:

$$s_{rm} = 50 + 0.25 k_1 k_2 (\phi / \rho_f)$$

Ulteriori verifiche vengono eseguite per il rispetto delle normative vigenti nei riguardi delle caratteristiche geometriche della sezione e dei valori di armatura minima richiesti sezione per sezione secondo la normativa in vigore.

Nelle tabelle successive vengono elencati i dati di progetto di ogni trave continua ed i risultati del calcolo, sollecitazioni di calcolo e tutte le verifiche.

Per quanto riguarda il calcolo della deformabilità dei solai si seguono le prescrizioni riportati nel punto 4.1.2.2.2 del DM 14/01/2008 e nel punto C4.1.2.2.2 nella circolare 617/2009.

- Legende -

- DATI GENERALI -

Tipo Sezione : tipologia solaio;
Ht : altezza travetto;
Ha : larghezza ala;
LuB : larghezza blocco;
Lt : larghezza travetto;

Hs : altezza solettina collaborante;
Mat. Cls : tipo di cls (vedi 3.2);
fcd : resistenza caratteristica di calcolo del calcestruzzo;
fctd : resistenza caratteristica a trazione di calcolo del calcestruzzo;
Mat. Barre : tipo di acciaio delle barre (vedi 3.2).
fyd : resistenza di calcolo dell'acciaio;

- DATI GEOMETRICI E CARICHI -

Asta : numerazione interna dell'asta;
Luce : lunghezza dell'asta proiettata sull'orizzontale;
Car. Perm. G1 : totale dei carichi permanenti strutturali;
Car. Perm. G2 : totale dei carichi permanenti non strutturali;
Car. Acc. : totale dei carichi d'esercizio;
Sisma Vert. : valore del carico sismico, se presente.

- DATI CARICHI RIPARTITI UTENTE -

Asta : numerazione interna dell'asta;
Luce : lunghezza dell'asta proiettata sull'orizzontale;
Nome Carico Utente : nome carico utente inserito;
Tipo Carico : tipologia di carico utente inserito;
Carichi ripartiti utente
Cx : carico ripartito utente lungo x;
Cy : carico ripartito utente lungo y;
Cz : carico ripartito utente lungo z;

- RISULTATI DI CALCOLO -

Asta : numerazione interna dell'asta;
X : distanza dal nodo iniziale misurata lungo l'asse dell'asta;
M : valore del Momento Flettente X-Z nel punto considerato;
max : valore massimo (rispetto al sistema di riferimento globale) dell'involuppo;
min : valore minimo (rispetto al sistema di riferimento globale) dell'involuppo;
N : valore dello Sforzo Normale nel punto considerato;
max : valore massimo (rispetto al sistema di riferimento globale) dell'involuppo;
min : valore minimo (rispetto al sistema di riferimento globale) dell'involuppo;
T : valore del Taglio X-Z nel punto considerato;
max : valore massimo (rispetto al sistema di riferimento globale) dell'involuppo;
min : valore minimo (rispetto al sistema di riferimento globale) dell'involuppo;
Vmax : Traslazione Z rispetto al sistema di riferimento globale.

- VERIFICHE DI SICUREZZA -

Verifiche a Presso TensoFlessione

Asta : numerazione interna dell'asta;
X : distanza dal nodo iniziale misurata lungo l'asse dell'asta;
M : valore del Momento Flettente X-Z nel punto considerato;
Azioni Sollecitanti:
- NSd : Sforzo Normale sollecitante;
- MSdXZ : Momento Flettente X-Z sollecitante di calcolo;
Azioni Resistenti:
- NRd : Sforzo Normale resistente;
- NRdXZ : Momento Flettente X-Z resistente di calcolo;
Cop : copriferro;
Aflsup : valore dell'area di armatura superiore presente nella sezione;
Aflinf : valore dell'area di armatura inferiore presente nella sezione;
S : Coefficiente di sicurezza minimo della sezione;
Esito:
- v : Verificato;

- NV : Non Verificato;

Verifiche a Taglio

Asta : numerazione interna dell'asta;
X : distanza dal nodo iniziale misurata lungo l'asse dell'asta;

Taglio Sollecitante:

- VSdXZ : Taglio X-Z sollecitante di calcolo;

Taglio Resistente:

- VRdXZ : Taglio X-Z resistente di calcolo;

S : Coefficiente di sicurezza;

Esito:

- v : Verificato;
- NV : Non Verificato;

- VERIFICHE DI ESERCIZIO -

Stato Tensionale

Asta : numerazione interna dell'asta;
X : distanza dal nodo iniziale misurata lungo l'asse dell'asta;
Comb : tipo di combinazione a cui la verifica è riferita;

Azioni Sollecitanti:

- NSd : Sforzo Normale Sollecitante;
- MSdXZ : Momento Flettente X-Z sollecitante di calcolo;

Tensioni:

- σ_c : tensioni d'esercizio del calcestruzzo;
- σ_s : tensioni d'esercizio dell'acciaio;
S : Coefficiente di sicurezza minimo della sezione;

Tensioni Limite:

- $\sigma_{c,lim}$: tensioni limite del calcestruzzo;
- $\sigma_{s,lim}$: tensioni limite dell'acciaio;

Esito:

- v : Verificato;
- NV : Non Verificato;

Fessurazione

Asta : numerazione interna dell'asta;
X : distanza dal nodo iniziale misurata lungo l'asse dell'asta;
Comb : tipo di combinazione a cui la verifica è riferita;
Sollecitazione : Mxz: Momento Flettente X-Z sollecitante di calcolo;
Fessura di calcolo : Wk: apertura della fessura calcolata;
Fessura max : Wk,max: massima apertura ammissibile delle fessure;
S : Coefficiente di sicurezza;

Esito:

- v : Verificato;
- NV : Non Verificato;

Deformabilità

Asta : numerazione interna dell'asta;
Comb : tipo di combinazione a cui la verifica è riferita;
Lc : lunghezza della campata;
f/l : rapporto freccia/lunghezza;
flim : valore limite del rapporto freccia/lunghezza;
S : Coefficiente di sicurezza;

Esito:

- v : Verificato;
- NV : Non Verificato;

Dati di Progetto.

Dati Generali

Analisi dei Carichi

- Tipologie in Plastbau

Nome Sezione	Ht [cm]	Ha [cm]	LaB [cm]	Lt [cm]	Hs [cm]	Mat. Cls	fcd [daN/cm ²]	fctd [daN/cm ²]	Mat. Barre	fyd [daN/cm ²]
SPB_16/4/5.0	16.00	4.00	60	11	5.00	C25/30	113.33	11.97	B450C	3913.04

5.1.1 Verifica Solai.

- IMP. : Imp.1

Destinazione d'uso	Ψ0i	Ψ1i	Ψ2i
Abitazione	0.7	0.5	0.3

- Trave Continua N° 1 - Nome Sezione: SPB_16/4/5.0

- DATI GEOMETRICI E CARICHI -

Asta	Luce [cm]	Car. Perm. G1 [daN/m ²]	Car. Perm. G2 [daN/m ²]	Car. Acc. [daN/m ²]	Sisma Vert. [daN/m ²]
1	305.00	215	150	100	0

- DATI CARICHI RIPARTITI UTENTE -

Asta	Luce [cm]	Nome Carico Utente	Tipo Carico	Carichi ripartiti utente		
				Cx [daN/m ²]	Cy [daN/m ²]	Cz [daN/m ²]
1	305.00	Neve	Neve	0.00	0.00	-48.00

- RISULTATI DI CALCOLO -

- INVILUPPI -

Inviluppo SLV

STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA								
		Sollecitazioni						Spost.
		M [daNm]		N [daN]		T [daN]		Vz max [cm]
Asta	X [cm]	max	min	max	min	max	min	
1	0.00	0.00	-265.89	0.00	0.00	590.38	0.00	0.00
	152.50	304.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	305.00	0.00	-265.89	0.00	0.00	0.00	-590.38	0.00

Inviluppo SLE

Stato Limite di Esercizio - Caratteristiche								
		Sollecitazioni						Spost.
		M [daNm]		N [daN]		T [daN]		Vz max [cm]
Asta	X [cm]	max	min	max	min	max	min	
1	0.00	0.00	-188.30	0.00	0.00	418.10	0.00	0.00
	152.50	113.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	305.00	0.00	-188.30	0.00	0.00	0.00	-418.10	0.00

Stato Limite di Esercizio - Frequenti								
---------------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--

		Sollecitazioni						Spost.
		M [daNm]		N [daN]		T [daN]		Vz max [cm]
Asta	X [cm]	max	min	max	min	max	min	
1	0.00	0.00	-171.20	0.00	0.00	380.13	0.00	0.00
	152.50	103.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	305.00	0.00	-171.20	0.00	0.00	0.00	-380.13	0.00

Stato Limite di Esercizio - Quasi Permanenti								
		Sollecitazioni						Spost.
		M [daNm]		N [daN]		T [daN]		Vz max [cm]
Asta	X [cm]	max	min	max	min	max	min	
1	0.00	0.00	-152.10	0.00	0.00	337.73	0.00	0.00
	152.50	91.86	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	305.00	0.00	-152.10	0.00	0.00	0.00	-337.73	0.00

- VERIFICHE DI SICUREZZA -

Verifiche a PressoTensoFlessione

		Azioni Sollecitanti		Azioni Resistenti						
Asta	X [cm]	NSd [daN]	MSdXZ [daNm]	NRd [daN]	MRdXZ [daNm]	Cop.[cm]	Afl _{sup} [cm ²]	Afl _{inf} [cm ²]	S	Esito
1	0.00	0.00	-265.89	0.13	-1390.00	3.00	2.26	1.13	5.23	V
	152.50	0.00	304.42	-0.76	1545.88	3.00	0.00	2.26	5.08	V
	305.00	0.00	-265.89	0.13	-1390.00	3.00	2.26	1.13	5.23	V

Verifiche a Taglio

Asta	X [cm]	VSdXZ [daN]	VRdXZ [daN]	S	Esito
1	0.00	590.38	1369.01	2.32	V
	152.50	0.00	1369.01	-	V
	305.00	590.38	1369.01	2.32	V

- VERIFICHE DI ESERCIZIO -

Stato Tensionale

			Azioni Sollecitanti		Tensioni		Tensioni Limite			
Asta	Comb	X [cm]	NSd [daN]	MSdXZ [daNm]	σc [daN/cm ²]	σs [daN/cm ²]	σc,lim [daN/cm ²]	σs,lim [daN/cm ²]	S	Esito
1	Caratteristica	0.00	0.00	-188.30	24.36	-538.46	150.00	3600.00	6.16	V
		152.50	0.00	113.72	5.71	-301.55	150.00	3600.00	11.94	V
		305.00	0.00	-188.30	24.36	-538.46	150.00	3600.00	6.16	V
1	Q. Perm.	0.00	0.00	-152.10	19.68	-434.95	112.50	3600.00	5.72	V
		152.50	0.00	91.86	4.61	-243.58	112.50	3600.00	14.78	V
		305.00	0.00	-152.10	19.68	-434.95	112.50	3600.00	5.72	V

Fessurazione

			Sollecitazione	Fessura di calcolo	Fessura max		
Asta	Comb	X [cm]	Mxz [daNm]	Wk [mm]	Wk,max [mm]	S	Esito
1	Freq.	0.00	0.00	0.00	0.40	-	V
		152.50	103.40	0.00	0.40	-	V
		305.00	0.00	0.00	0.40	-	V
1	Q. Perm.	0.00	0.00	0.00	0.30	-	V
		152.50	91.86	0.00	0.30	-	V
		305.00	0.00	0.00	0.30	-	V

Deformabilità

Asta	Comb	Lc [cm]	f/l	flim	S	Esito
1	Caratteristica	305.00	0.000100	0.00200	-	V
1	Freq.	305.00	0.000100	0.00200	-	V

1	Q. Perm.	305.00	0.000100	0.00200	-	V
---	----------	--------	----------	---------	---	---

5.2 ALLEGATO B - (Scheda Sintetica NTC).

DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA

Oggetto : Calcolo delle strutture in C.A. per la realizzazione del blocco
GUARDIOLA 2 a servizio del porto turistico

CRITERI GENERALI DI VERIFICA E RIFERIMENTI NORMATIVI

Normativa : D.M. 14/01/2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni"
Struttura : Nuova
Vita nominale : 50
Tipo di opera : Opere ordinarie
Classe d'uso : II
Vita di riferimento : 50
Approccio Verifiche GEO : Approccio 2

Analisi dei Carichi

Peso dei materiali strutturali:

a - Calcestruzzo

C25/30 - Peso Specifico 2500.00 daN/m³

Pesi propri unitari - G1:

Impalcato	Solai [daN/m ²]	Balconi [daN/m ²]	Scale [daN/m ²]
Fond.	-	-	-
Imp.1	215	215	-

- Analisi dei Carichi -

Imp.1

Solai

Tipologia solaio prevalente: SPB_16/4/5.0(PLASTBAU METAL)

Altezza travetto	16.0 cm
Larghezza travetto	11 cm
Interasse Travetti	60 cm
Altezza soletina collaborante	5.0 cm
Volume cls per getto in opera	0.083 m ³ /m ²
Peso dell'unita di volume calcestruzzo armato	2500.0 daN/m ³
Peso Plastbau Metal	6.41 daN/m ²

Peso Proprio Solaio: 215 daN/m²

Balconi

Tipologia balcone prevalente: SPB_16/4/5.0(PLASTBAU METAL)

Altezza travetto	16.0 cm
Larghezza travetto	11 cm
Interasse Travetti	60 cm
Altezza soletina collaborante	5.0 cm
Volume cls per getto in opera	0.083 m ³ /m ²
Peso dell'unita di volume calcestruzzo armato	2500.0 daN/m ³
Peso Plastbau Metal	6.41 daN/m ²

Peso Proprio Solaio: 215 daN/m²

Tipologie balconi presenti:

- SUT_Bal CA15(Utente)

Peso Proprio Solaio: 375 daN/m²

Carichi Permanenti - G2:

Impalcato	Solai [daN/m ²]	Balconi [daN/m ²]	Scale [daN/m ²]	Influenza Tramezzi [daN/m ²]	Tamponature [daN/m]
Fond.	150	150	150	120	732
Imp.1	150	150	150	0	0

- Analisi dei Carichi -

Fond.

Influenza Tramezzi

Il peso proprio degli elementi divisorii interni viene ragguagliato ad un carico permanente portato uniformemente distribuito come definito dal punto 3.1.3.1 - Elementi divisorii interni con $200 < G2 \leq 300$ daN/m² (DM 14/01/2008)

Imp.1

Solai

Tipologia solaio prevalente: Il carico permanente non strutturale G2 deriva dall'analisi della tipologia di solaio adottata in fase di progettazione e descritta nei relativi elaborati

Balconi

Tipologia balcone prevalente: Il carico permanente non strutturale G2 deriva dall'analisi della tipologia di balcone adottata in fase di progettazione e descritta nei relativi elaborati

Carichi Variabili - Q:

Le intensità assunte per i carichi variabili verticali ripartiti sono riportate nella seguente tabella:

Impalcato	Carichi d'esercizio [daN/m ²]		
	Solai	Balconi	Scale
Fond.	200	400	550
Imp.1	100	400	550

CLASSE DI DUTTILITA': B

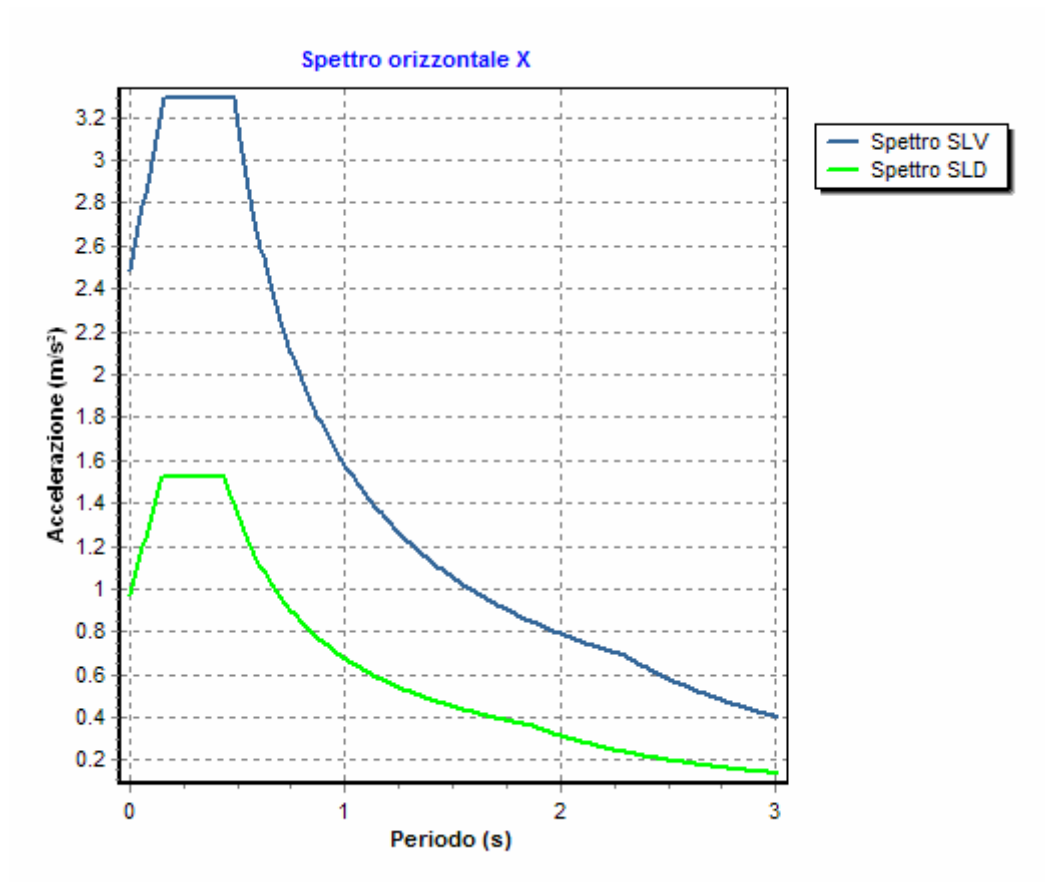
Azione Sismica

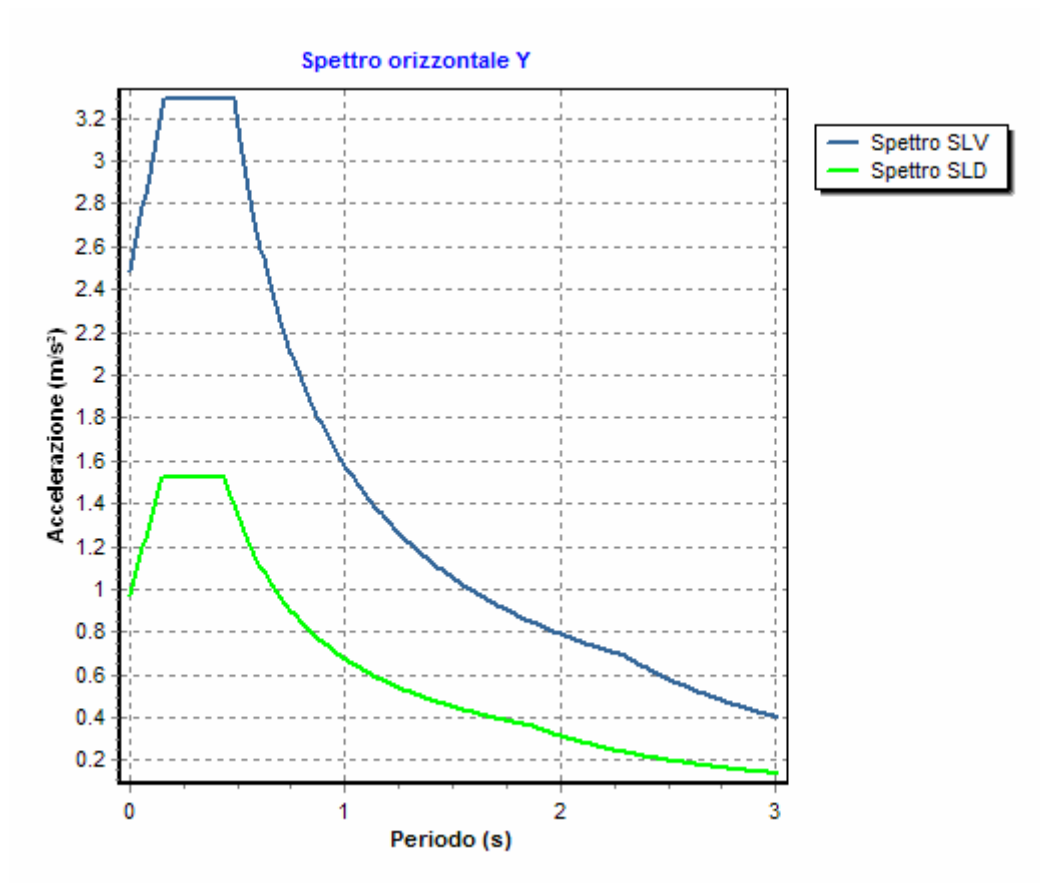
Comune : Santo Stefano di Camastra
 Latitudine : 38.0174°
 Longitudine : 14.3560°
 Suolo di fondazione : C
 Categoria topografica : T1
 Coeff. smorz. viscoso : 0.05

	Parametri dello spettro di risposta orizzontale			
	SLV	SLC	SLD	SLO
Tempo di ritorno	475	975	50	30
Accelerazione sismica	0.175	0.226	0.066	0.050
Coefficiente Fo	2.395	2.455	2.357	2.359
Periodo T _c *	0.311	0.317	0.275	0.261
Coefficiente S _s	1.45	1.37	1.50	1.50
Coefficiente di amplificazione topografica St	1.00	1.00	1.00	1.00
Prodotto S _s · St	1.45	1.37	1.50	1.50
Periodo T _B	0.16	0.16	0.15	0.14
Periodo T _C	0.48	0.49	0.44	0.43
Periodo T _D	2.30	2.50	1.86	1.80
	x	y	x	y

Coefficiente η	0.552	0.552	1.000	1.000	*	*	*	*
---------------------	-------	-------	-------	-------	---	---	---	---

* η pari a 1 per gli spostamenti e 2/3 per le sollecitazioni.





FATTORI DI STRUTTURA

Fattore di struttura in direzione x (qx) : 1.81

Calcolato considerando i seguenti parametri:

- Tipo Struttura : C.A.
- Regolarità in elevazione : SI
- Regolarità in pianta : NO
- Kr : 1.00
- Tipologia Strutturale : Strutture a pareti non accoppiate
- Modalità di collasso : Strutture a pareti, miste equivalenti a pareti
- α_0 : 0.81
- Kw : 0.60

Fattore di struttura in direzione y (qy) : 1.81

Calcolato considerando i seguenti parametri:

- Tipo Struttura : C.A.
- Regolarità in elevazione : SI
- Regolarità in pianta : NO
- Kr : 1.00
- Tipologia Strutturale : Strutture a pareti non accoppiate
- Modalità di collasso : Strutture a pareti, miste equivalenti a pareti
- α_0 : 0.81
- Kw : 0.60

Fattore di struttura in direzione z (qz) : 1.50

RIEPILOGO MODI DI VIBRARE

Periodo [s]	Gamma	Coeff. _{MasseX}	Coeff. _{MasseY}	Coeff. _{MasseZ}	Coeff. _{MasseRX}	Coeff. _{MasseRY}	Coeff. _{MasseRZ}
0.196	-4.27	0.51	56.84	0.00	2.78	0.03	6.47
0.140	4.66	67.71	0.73	0.20	0.00	2.07	0.02
0.108	1.83	0.19	10.47	0.10	0.23	0.44	37.87
0.063	-2.17	0.02	14.76	25.81	0.01	0.64	0.64
0.060	2.97	27.49	0.28	9.76	0.01	3.15	0.34
0.049	-2.06	1.41	13.24	10.66	4.61	0.03	0.00

VERIFICHE SLD : ESEGUITE
 Verifica spostamenti : ESEGUITA
 Valore limite drp : 0.0050
 Verifica resistenza : NON ESEGUITA

VERIFICHE SLO : NON ESEGUITE

MATERIALI

Materiale	Tipo	Classe	Normativa
C25/30	Calcestruzzo	C25/30	-
B450C	Acciaio per C.A.	B450C	-

TIPO DI ANALISI SVOLTA:

ANALISI ORIZZONTALE DINAMICA LINEARE

ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO

Titolo : FaTA e-version
 Autore : Stacec s.r.l.
 Produttore : Stacec s.r.l.
 Versione : 30.3.4
 Numero di licenza : S/1040-D/873
 Intestata a : Sicilferro Torrenovese Srl

5.3 ALLEGATO C - (Regolarità Strutturale)

Regolarità in pianta.

a) la configurazione in pianta è compatta e approssimativamente simmetrica rispetto a due direzioni ortogonali, in relazione alla distribuzione di masse e rigidezze:

Δ Rig X : distanza tra centro delle rigidezze e centro geometrico del piano in direzione X;
 Δ Rig Y : distanza tra centro delle rigidezze e centro geometrico del piano in direzione Y;
 Δ Masse X : distanza tra centro delle masse e centro geometrico del piano in direzione X;
 Δ Masse Y : distanza tra centro delle masse e centro geometrico del piano in direzione Y;
 Esito Rig : esito del controllo con il valore limite (10% dell'ingombro nelle due direzioni) per le rigidezze
 Esito Masse : esito del controllo con il valore limite (10% dell'ingombro nelle due direzioni) per le rigidezze

Piano Reale	Δ Rig X [cm]	Δ Rig Y [cm]	Δ Masse X [cm]	Δ Masse Y [cm]	Esito Rig	Esito Masse
PR 1	156.36	49.52	18.12	49.52	X = NV; Y = NV	X = NV; Y = V

Esito del punto a): NO

b) il rapporto tra i lati di un rettangolo in cui la costruzione risulta inscritta è inferiore a 4:

Il rapporto tra i lati del rettangolo risulta pari a: 1.23

Esito del punto b): SI

c) nessuna dimensione di eventuali rientri o sporgenze supera il 25% della dimensione totale della costruzione nella corrispondente direzione:

Δ Lx : Sporgenza o rientro massimo in direzione X);
 Δ Ly : Sporgenza o rientro massimo in direzione Y);

Sporgenze o rientri massimi		
Piano	Δ Lx [cm]	Δ Ly [cm]
Fond.	0.00	0.00
Imp.1	0.00	0.00

Valori Limite:

Direzione X: 100.00 [cm]

Direzione Y: 81.25 [cm]

Esito del punto c): SI

d) gli orizzontamenti possono essere considerati infinitamente rigidi nel loro piano rispetto agli elementi verticali e sufficientemente resistenti:

Esito del punto d): SI

Regolarità in altezza.

e) tutti i sistemi resistenti verticali (quali telai e pareti) si estendono per tutta l'altezza della costruzione:

Esito del punto e): SI

f) massa e rigidezza rimangono costanti o variano gradualmente, senza bruschi cambiamenti, dalla base alla sommità della costruzione (le variazioni di massa da un orizzontamento all'altro non superano il 25%, la rigidezza non si riduce da un orizzontamento a quello sovrastante più del 30% e non aumenta più del 10%); ai fini della rigidezza si possono considerare regolari in altezza strutture dotate di pareti o nuclei in c.a. o pareti e nuclei in muratura di sezione costante sull'altezza o di telai controventati in acciaio, ai quali sia affidato almeno il 50% dell'azione sismica alla base:

- Δ Masse : variazione massima rispetto al piano inferiore e superiore delle masse
- Δ Rig X : variazione massima rispetto al piano inferiore e superiore della rigidezza in direzione X
- Δ Rig Y : variazione massima rispetto al piano inferiore e superiore della rigidezza in direzione Y
- Δ Esito Masse : esito sul controllo della variazione delle masse
- Δ Esito Rig X : esito sul controllo della variazione delle rigidezze in direzione X
- Δ Esito Rig Y : esito sul controllo della variazione delle rigidezze in direzione Y

Piano Reale	Δ Masse [%]	Δ Rig X [%]	Δ Rig Y [%]	Esito Masse	Esito Rig X	Esito Rig Y
PR 1	0.00	0.00	0.00	SI	SI	SI

Esito del punto f): SI

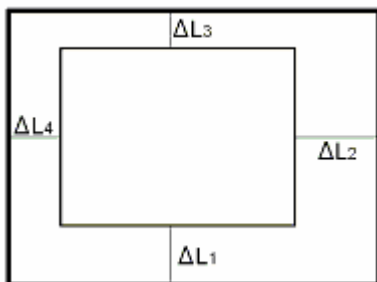
g) nelle strutture intelaiate progettate in CD "B" il rapporto tra resistenza effettiva e resistenza richiesta dal calcolo non è significativamente diverso per orizzontamenti diversi (il rapporto fra la resistenza effettiva e quella richiesta, calcolata ad un generico orizzontamento, non deve differire più del 20% dall'analogo rapporto determinato per un altro orizzontamento); può fare eccezione l'ultimo orizzontamento di strutture intelaiate di almeno tre orizzontamenti:

- Res. Eff : resistenza a taglio effettiva del piano
- Res. Rich. X : resistenza a taglio richiesta in direzione X
- Res. Rich. Y : resistenza a taglio richiesta in direzione Y
- Var. Rapp. : variazione massima del rapporto tra Res. Eff. e Res. Rich. per piano

Piano	Res. Eff [daN]	Res. Rich. X [daN]	Res. Rich. Y [daN]	Var. Rapp. [%]
Imp.1	165049.96	14724.45	4278.03	100.00

Esito del punto g): SI

h) eventuali restringimenti della sezione orizzontale della costruzione avvengono in modo graduale da un orizzontamento al successivo, rispettando i seguenti limiti: ad ogni orizzontamento il rientro non supera il 30% della dimensione corrispondente al primo orizzontamento, né il 20% della dimensione corrispondente all'orizzontamento immediatamente sottostante. Fa eccezione l'ultimo orizzontamento di costruzioni di almeno quattro piani per il quale non sono previste limitazioni di restringimento:



- Δ L1 : rientro rispetto al piano di confronto (segno negativo se rientro);
- Δ L2 : rientro rispetto al piano di confronto (segno negativo se rientro);
- Δ L3 : rientro rispetto al piano di confronto (segno negativo se rientro);
- Δ L4 : rientro rispetto al piano di confronto (segno negativo se rientro);

Rientri rispetto al piano inferiore						
Piano	Δ L1 [cm]	Δ L2 [cm]	Δ L3 [cm]	Δ L4 [cm]	Val Lim. X [cm]	Val Lim. Y [cm]
Fond.	0.00	0.00	0.00	0.00	400.00	325.00
Imp.1	0.00	0.00	0.00	0.00	400.00	325.00

Esito del punto h): SI

Tipologia strutturale.

- *strutture a pareti*, nelle quali la resistenza alle azioni sia verticali che orizzontali è affidata principalmente a pareti, singole o accoppiate, aventi resistenza a taglio alla base $\geq 65\%$ della resistenza a taglio totale.

Azione. Vert. : sforzo normale agente a carichi verticali (NG1+NG2+NQ)
 Res. Or. : resistenza orizzontale a taglio degli elementi

	Pilastrri		Pareti	
Piano	Res. Or. [daN]	Azione Vert. [daN]	Res. Or. [daN]	Azione Vert. [daN]
Imp.1	0.00	0.00	298031.26	24114.59

Rig. X : rigidezza di piano in direzione X
 Rig. Y : rigidezza di piano in direzione Y
 Jr : rigidezza torsionale di piano
 r/Ls : rapporto tra i raggi giratori delle rigidezze e delle masse

Piano Reale	Rig. X [daN/cm]	Rig. Y [daN/cm]	Jr [daNcm]	r/Ls
PR 1	56737.32	33294.87	3518573325 6.39	3.80

Calcolo parametri per non linearità (par. 7.3.1).

Le non linearità geometriche possono essere trascurate in base alla formula (7.3.2)

$$\theta = P d_r / V h \leq 0.1$$

I risultati per i vari piani sono i seguenti:

P : carico verticale totale della parte di struttura sovrastante l'orizzontamento in esame
 dx : spostamento orizzontale medio d'interpiano in direzione x
 dy : spostamento orizzontale medio d'interpiano in direzione y
 Vx : forza orizzontale totale in corrispondenza dell'orizzontamento in esame in direzione x
 Vy : forza orizzontale totale in corrispondenza dell'orizzontamento in esame in direzione y
 h : distanza tra l'orizzontamento in esame e quello immediatamente sottostante
 θ_x : coefficiente non linearità in direzione x
 θ_y : coefficiente non linearità in direzione y

Piano Reale	P [daN]	dx [cm]	dy [cm]	Vx [daN]	Vy [daN]	h [cm]	θ_x	θ_y
PR 0	0.00	---	---	0.00	0.00	---	---	---
PR 1	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.0	0.0000	0.0000

5.4 ALLEGATO D - (Pericolosità sismica di base)

Coordinate (Datum ED50) del sito : Latitudine = 38.0174° - Longitudine = 14.3560°

Identificativi e coordinate (Datum ED50) dei punti che includono il sito														
Punto	Lat. [°]	Long. [°]	SLV			SLC			SLD			SLO		
			Acc. sismica	Coeff. Fo	Periodo Tc*	Acc. sismica	Coeff. Fo	Periodo Tc*	Acc. sismica	Coeff. Fo	Periodo Tc*	Acc. sismica	Coeff. Fo	Periodo Tc*
45634	38.0319	14.3137	0.173	2.394	0.311	0.224	2.455	0.316	0.065	2.368	0.276	0.050	2.357	0.262
45635	38.0314	14.3770	0.176	2.398	0.312	0.227	2.458	0.317	0.066	2.365	0.277	0.051	2.361	0.262
45856	37.9819	14.3131	0.184	2.390	0.308	0.237	2.451	0.315	0.069	2.340	0.273	0.052	2.352	0.260
45857	37.9814	14.3764	0.185	2.396	0.309	0.238	2.455	0.316	0.069	2.344	0.274	0.053	2.362	0.260

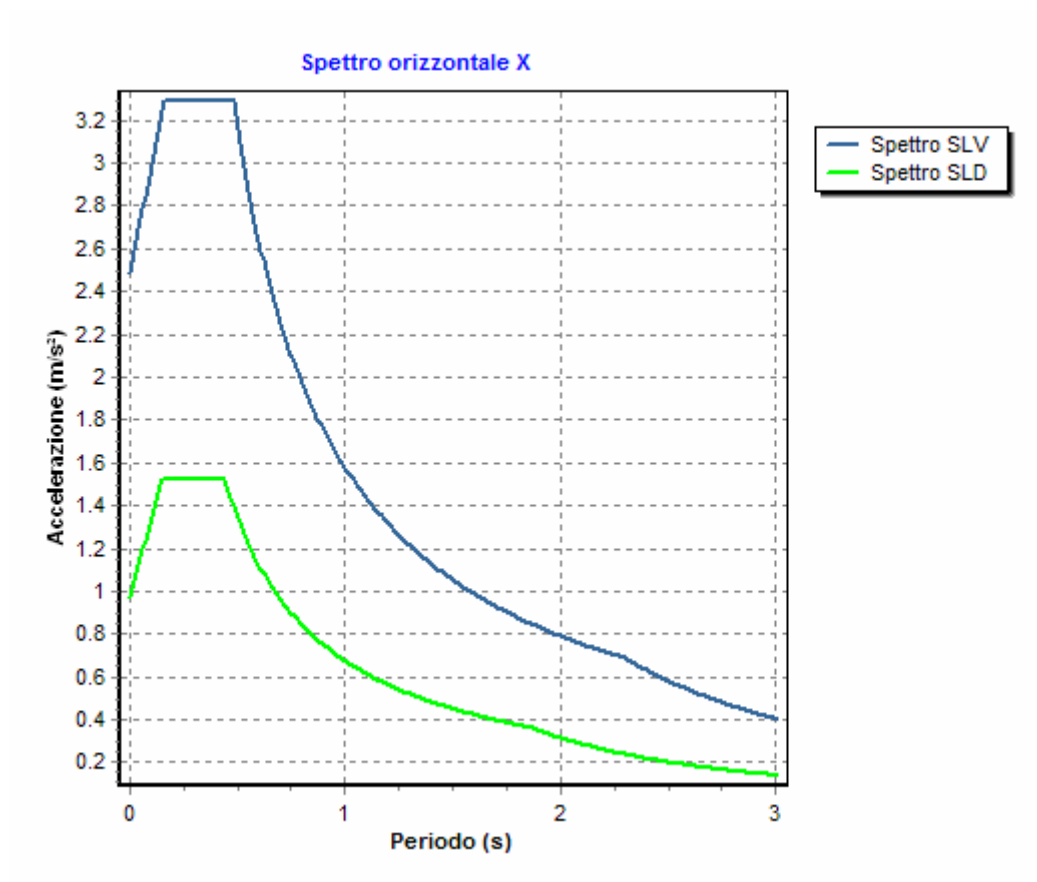
I valori dei parametri p (ag, Fo, Tc*) di interesse per la definizione dell'azione sismica di progetto sono stati calcolati come media pesata dei valori assunti da tali parametri nei quattro vertici della maglia elementare del *reticolo di riferimento* contenente il punto in esame, utilizzando come pesi gli inversi delle distanze tra il punto in questione ed i quattro vertici, attraverso la seguente espressione:

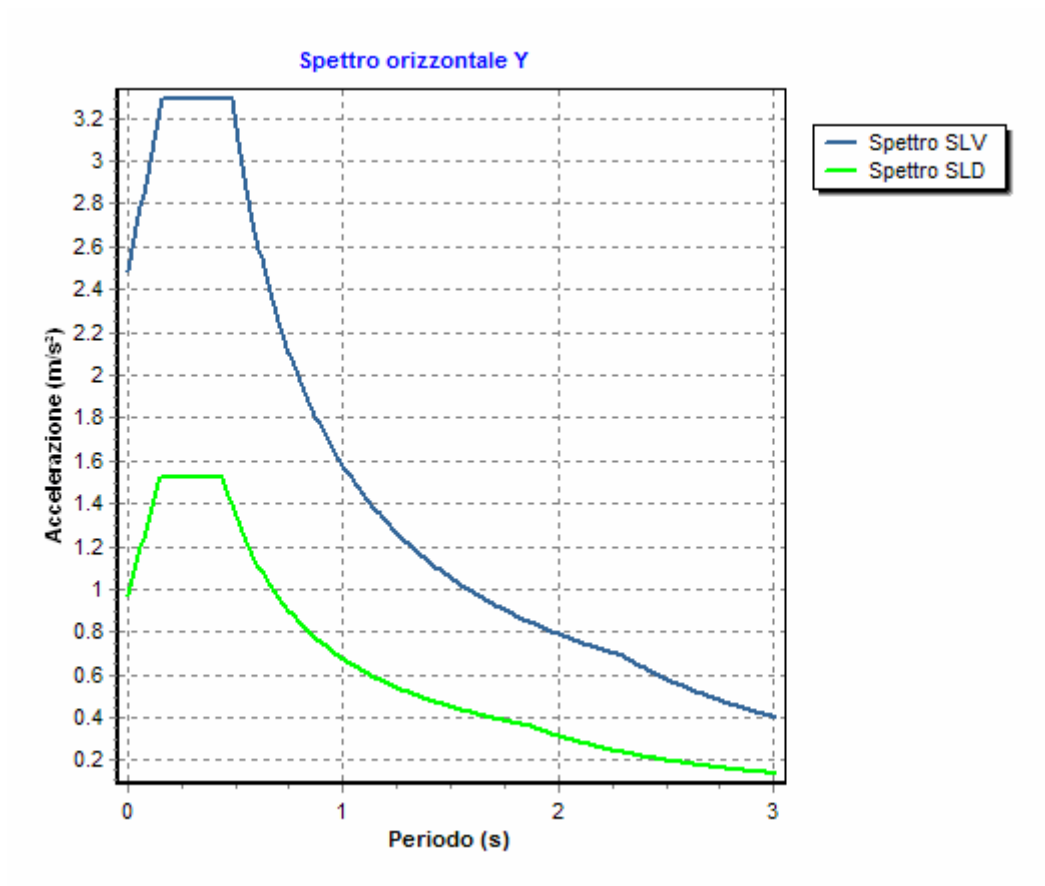
$$p = \sum_{(i=1..4)} [p_i / d_i] / \sum_{(i=1..4)} [1 / d_i]$$

nella quale:

- p : valore del parametro di interesse nel punto in esame;
- p_i : valore del parametro di interesse nell'i-esimo punto della maglia elementare contenente il punto in esame;
- d_i : è la distanza del punto in esame dall'i-esimo punto della maglia suddetta.

	Parametri dello spettro di risposta orizzontale			
	SLV	SLC	SLD	SLO
Tempo di ritorno	475	975	50	30
Accelerazione sismica	0.175	0.226	0.066	0.050
Coefficiente Fo	2.395	2.455	2.357	2.359
Periodo Tc*	0.311	0.317	0.275	0.261





6 RELAZIONE GEOTECNICA

6.1 DESCRIZIONE DELL'OPERA E DEGLI INTERVENTI.

Nella presente relazione vengono riportati i risultati delle elaborazioni a carattere geotecnico eseguite per le opere di fondazione da realizzare nell'ambito dei lavori di:

Calcolo delle strutture in C.A. per la realizzazione del blocco GUARDIOLA 2 a servizio del porto turistico

I risultati delle indagini effettuate, degli studi eseguiti e delle valutazioni geotecniche operate, parte integrante degli elaborati progettuali relativi ai lavori in oggetto, faranno riferimento per le caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione ai dati riportati nella Relazione geologico-tecnica redatta dal dott. geol.

TIPOLOGIA STRUTTURALE IN DIREZIONE X:

Strutture a telaio, a pareti accoppiate, miste

TIPOLOGIA STRUTTURALE IN DIREZIONE Y:

Strutture a telaio, a pareti accoppiate, miste

TIPOLOGIA FONDAZIONI:

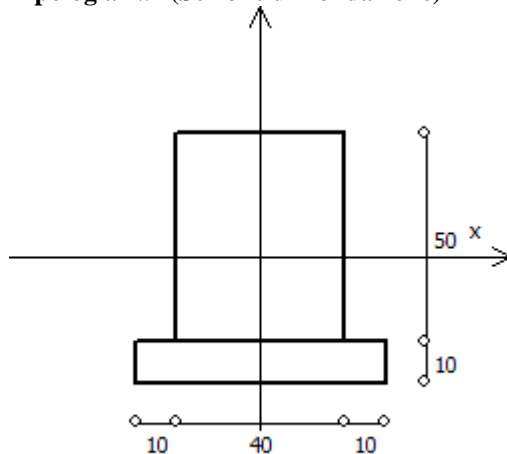
Fondazioni superficiali, quindi del tipo dirette, costituite da un reticolo di travi rovesce.

Descrizione delle tipologie di fondazione utilizzate.

Nell'ambito dei lavori in oggetto si sono utilizzate le seguenti tipologie di fondazione: travi rovesce, le cui dimensioni e la loro ubicazione vengono di seguito meglio descritte.

Descrizione delle tipologie di travi di fondazione utilizzate.

Tipologia N.1 (Sezione di Fondazione)



A	= 2000 cm ²
Jx	= 416667 cm ⁴
Jy	= 266667 cm ⁴
Jt	= 531627 cm ⁴
Materiale	= C25/30
Peso	= 500 daN/ml

Caratteristiche delle travi di fondazione con la loro ubicazione in pianta.

Asta : numerazione dell'asta;
 Fili : fili fissi ai quali appartiene l'asta;

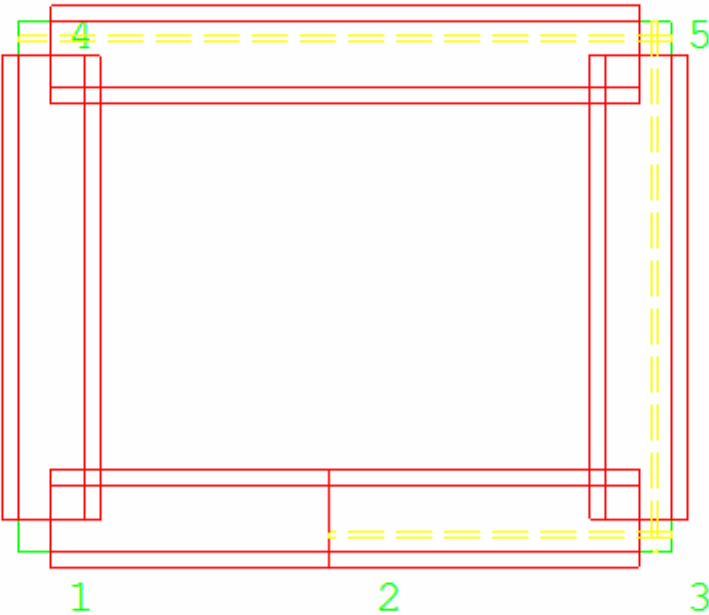
RELAZIONE DI CALCOLO - Bruno Costruzione

Nodo Iniziale : nodo iniziale dell'asta;
 Nodo Finale : nodo finale dell'asta;
 SEZIONE : sezione trasversale associata all'asta;
 L : lunghezza teorica (nodo-nodo) dell'asta;
 Impalcato : impalcato di appartenenza dell'asta;
 KwN : modulo di Winkler normale;
 KwT : modulo di Winkler tangenziale;

Asta	Fili	Nodo Iniziale	Nodo Finale	SEZIONE	L [cm]	Impalcato	KwN [daN/cm ³]	KwT [daN/cm ³]
1	1, 2	71	72	1	150.00	Fond.	5.00	2.50
2	1, 4	73	74	1	245.00	Fond.	5.00	2.50
3	2, 3	72	84	1	70.00	Fond.	5.00	2.50
4	2, 3	84	85	1	70.00	Fond.	5.00	2.50
5	2, 3	85	75	1	30.00	Fond.	5.00	2.50
6	5, 3	76	86	1	41.25	Fond.	5.00	2.50
7	5, 3	86	87	1	81.25	Fond.	5.00	2.50
8	5, 3	87	88	1	81.25	Fond.	5.00	2.50
9	5, 3	88	77	1	41.25	Fond.	5.00	2.50
10	5, 4	78	89	1	60.00	Fond.	5.00	2.50
11	5, 4	89	90	1	100.00	Fond.	5.00	2.50
12	5, 4	90	91	1	100.00	Fond.	5.00	2.50
13	5, 4	91	79	1	60.00	Fond.	5.00	2.50

Piante fondazioni.

Fond.



6.2 RELAZIONE GEOTECNICA (DM 14/01/2008 CAP. 6 e CIRCOLARE 617/2009 punto C6.2.2.5)

Problemi geotecnici e scelte tipologiche.

La caratterizzazione geotecnica dei terreni di fondazione compresi nel volume significativo, ovvero in quella parte di sottosuolo che viene influenzata direttamente o indirettamente dalle opere in oggetto, viene riportata in dettaglio nella relazione geologico-tecnica allegata.

Vengono di seguito indicati i parametri fondamentali per la valutazione della capacità portante del terreno di fondazione e le scelte tipologiche adottate per il dimensionamento delle opere di fondazione, non avendo riscontrato altre particolari problematiche di tipo geotecnico.

Al fine d'identificare la categoria di sottosuolo, tramite la conoscenza dello spessore e natura dei diversi strati che compongono il terreno sottostante il piano di posa delle fondazioni, per il dimensionamento strutturale e geotecnico delle stesse sono state effettuate delle indagini in sito ubicate nell'area oggetto dell'intervento.

L'area in esame è sostanzialmente pianeggiante, caratterizzata da un fattore di amplificazione topografico pari a T1, pertanto non si osservano variazioni di quota della superficie topografica degne di valutazioni particolari.

Descrizione del programma delle indagini e delle prove geotecniche.

Per definire la stratigrafia di progetto, dei terreni di sedime dei lavori in oggetto e per acquisire i parametri fisico-meccanici dei terreni in esame è stata condotta sull'area interessata dall'intervento di progetto una campagna di indagini.

Il programma delle indagini e delle prove con l'ubicazione delle stesse è stato definito a seguito di un attento sopralluogo dell'area in oggetto e risulta più ampiamente descritto nella relazione geologica allegata.

Caratterizzazione fisico meccanica dei terreni e definizione dei valori caratteristici dei parametri geotecnici.

- Caratteristiche litostratigrafiche

L'analisi dei risultati ottenuti dalle indagini per la caratterizzazione del suolo di fondazione sono meglio indicati nella relazione geologico-tecnica allegata. Per quanto riguarda l'aspetto geologico a seguito il rilevamento di un significativo intorno della zona in esame si è riscontrata la presenza delle seguenti successioni litostratigrafiche nelle relative sezioni geologiche (colonne stratigrafiche):

Filo : filo fisso al quale appartiene la colonna stratigrafica;
 Colonna : nome della colonna stratigrafica;
 Strato : nome dello strato appartenente la colonna stratigrafica;
 Descrizione : descrizione dello strato;

Filo	Colonna	Strato	Descrizione
1	Colonna 1	Strato1	Strato1

- Caratteristiche fisico meccaniche dei terreni di fondazione

Nell'ambito del progetto si è fatto uso delle seguenti colonne stratigrafiche:

Caratteristiche delle colonne stratigrafiche:

Colonna : nome della colonna stratigrafica;
 Filo : filo fisso al quale appartiene la colonna stratigrafica;
 Impalcato : Impalcato al quale appartiene la colonna stratigrafica;
 Falda : Presenza della falda;
 Prof. Falda : Profondità della falda (se è presente);
 Spicc. Fond. : Quota dell'estradosso della fondazione rispetto al piano campagna;
 No. Strati : Numero degli strati della colonna stratigrafica.
 RQD : (Rock Quality Designation) grado di fratturazione dell'ammasso roccioso in [0-1]

Filo	Colonna	Impalcato	Falda	Prof. Falda [cm]	Spicc. Fond. [cm]	No. Strati	RQD
1	Colonna 1	Fond.	Non Presente	-	0.00	1	-
2	Colonna 1	Fond.	Non Presente	-	0.00	1	-
3	Colonna 1	Fond.	Non Presente	-	0.00	1	-
4	Colonna 1	Fond.	Non Presente	-	0.00	1	-

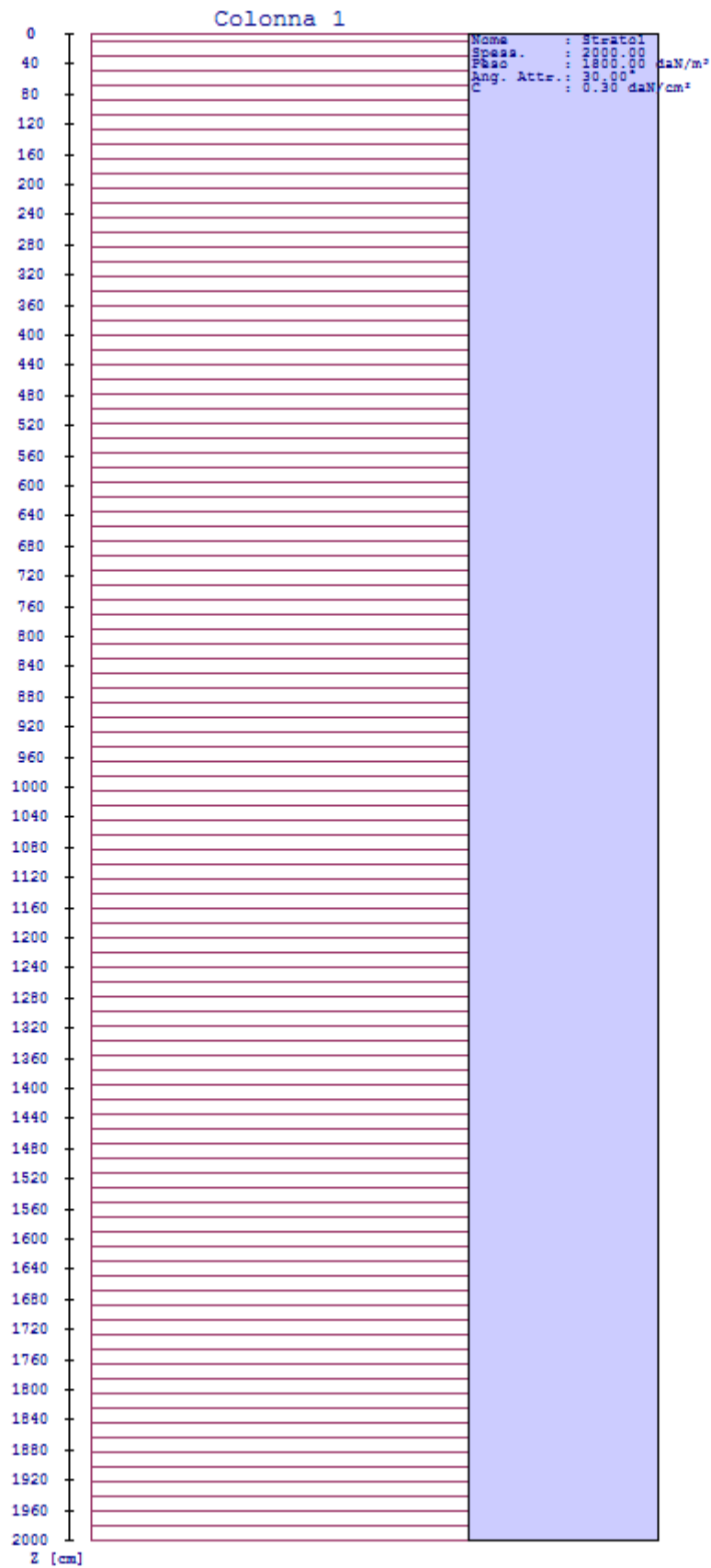
5	Colonna 1	Fond.	Non Presente	-	0.00	1	-
---	-----------	-------	--------------	---	------	---	---

Caratteristiche degli strati appartenenti alle colonne stratigrafiche:

- Colonna : nome della colonna stratigrafica;
 Strato : nome dello strato appartenente la colonna stratigrafica;
 Spess. : Spessore dello strato;
 Peso : Peso dell'unità di volume dello strato;
 Peso eff. : Peso dell'unità di volume efficace dello strato;
 NSPT : Numero di colpi medio misurato nello strato;
 Qc : Resistenza alla punta media misurata nello strato;
 ϕ : Angolo di attrito del terreno;
 C : Coesione drenata del terreno;
 Cu : Coesione non drenata del terreno;
 E : Modulo elastico del terreno;
 G : Modulo di taglio del terreno;
 ν_t : Coefficiente di Poisson;
 E_{ed} : Modulo Edometrico;
 OCR : Grado di sovraconsolidazione del terreno.

Colonna	Strato	Spess. [cm]	Peso [daN/m ³]	Peso eff. [daN/m ³]	NSP T	Qc [daN/cm ²]	ϕ [°]	C [daN/cm ²]	Cu [daN/cm ²]	E [daN/cm ²]	G [daN/cm ²]	ν_t [°]	E_{ed} [daN/cm ²]	OC R
Colonna 1	Strato1	2000.0	1800.0	800.0	10	15.00	30.0	0.30	0.70	200.00	100.00	0.35	80.00	1.00

- Sezioni Geologiche:



- Caratterizzazione sismica del suolo di fondazione:

La categoria assunta per il suolo di fondazione per il sito in oggetto è: C

Modelli geotecnici di sottosuolo e metodi di analisi.

L'interazione terreno struttura viene modellata applicando il modello di Winkler, il quale caratterizza il sottosuolo con una relazione lineare fra il cedimento in un punto della superficie limite e la pressione agente nello stesso punto, indipendentemente da altri carichi applicati in punti diversi. Si assume cioè che:

$$p = k_v w$$

dove K_v è detta costante di sottofondo o coefficiente di reazione del terreno e w è l'abbassamento della trave di fondazione tale da comprimere il terreno sottostante.

Il valore di tale coefficiente k adottato nel lavoro in oggetto ($k_v = 5.00 \text{ daN/cm}^3$), con riferimento ai dati geologico-geotecnici fornitici, è stato desunto da valori tabellati riportati in letteratura.

Tale modello viene esteso anche alla componente orizzontale dello spostamento, utilizzando un valore della costante orizzontale pari a $k_o = 2.50 \text{ daN/cm}^3$.

Le travi rovesce di fondazione vengono modellate utilizzando un elemento finito di tipo BEAM vincolato attraverso delle molle traslazionali e rotazionali diffuse atte a simulare l'interazione terreno-fondazione.

In pratica viene aggiunto alla matrice di rigidità elastica dell'asta il contributo delle molle ripartite sulle facce della fondazione. I valori di tali contributi sono calcolate computando i coefficienti funzione delle aree di contatto terreno-fondazione. Tutti i calcoli sono effettuati sulla base di cinematici unitari.

Questo elemento finito possiede 12 gradi di libertà in quanto i due nodi di estremità hanno 6 gradi di libertà ciascuno: 3 alla traslazione e 3 alla rotazione:

Verifiche della sicurezza e delle prestazioni: identificazione dei relativi stati limite (SLU).

Le verifiche della sicurezza in fondazione sono condotte nei riguardi dello stato limite ultimo e dello stato limite di esercizio. Le verifiche nei riguardi dello stato limite ultimo (SLU) previste dalla Normativa ed eseguite sono:

STR - raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali, compresi gli elementi di fondazione;

GEO - raggiungimento della resistenza del terreno interagente con la struttura con sviluppo di meccanismi di collasso dell'insieme terreno-struttura;

Verifiche STR: le verifiche di resistenza degli elementi strutturali di fondazione sono state eseguite contestualmente alla verifica degli elementi strutturali in elevazione. Le relative verifiche sono riportate nella relazione di calcolo allegata;

Verifiche GEO: le verifiche di resistenza del terreno interagente con la struttura sono condotte confrontando i valori di resistenza con quelli di progetto, secondo l'Approccio 2, come riportato nelle pagine seguenti.

Verifiche GEO: Approcci progettuali e valori di progetto dei parametri geotecnici.

TEORIA DI CALCOLO PER FONDAZIONI SUPERFICIALI.

Il calcolo è stato eseguito seguendo la teoria di Terzaghi, la quale tiene conto:

- della forma della fondazione;
- dell'effetto inerziale nella fondazione;
- dell'effetto cinematico del sottosuolo;

Si riportano di seguito le formule considerate nelle varie colonne stratigrafiche assegnate ai fili fissi:

Il carico limite si ottiene dalla seguente espressione:

$$q_{lim} = 0.5 \cdot B \cdot \gamma_2 \cdot N_{\gamma} \cdot s_{\gamma} \cdot z_{\gamma} \cdot e_{\gamma} \cdot k \cdot e_{\gamma i} + c \cdot N_c \cdot s_c \cdot z_c + (q + \gamma_1 \cdot D) \cdot N_q \cdot s_q \cdot z_q$$

Dove: **B** è il lato minore della fondazione.
D è la profondità del piano di posa della fondazione.
 γ_1 è il peso del terreno sopra il piano di posa della fondazione.
 γ_2 è il peso del terreno sotto il piano di posa della fondazione.
C è la coesione del terreno.
q è il carico uniformemente distribuito ai lati della fondazione.

Fattori di portanza Travi di fondazione.

Campata : campata alla quale appartengono le aste riportate;
Asta : numerazione interna dell'asta;
Fili : fili fissi ai quali appartiene l'asta considerata;
A1 : verifica della combinazione di carico A1;
Lt : verifica a lungo termine.

Fattori di carico limite														
			A1						A2					
			Lt			Bt			Lt			Bt		
Campata	Asta	Fili	Nc	Nq	N γ	Nc	Nq	N γ	Nc	Nq	N γ	Nc	Nq	N γ
3	1	1-2	37.16	22.46	19.73	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	2	1-4	37.16	22.46	19.73	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	3	2-3	37.16	22.46	19.73	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	6	5-3	37.16	22.46	19.73	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	10	5-4	37.16	22.46	19.73	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fattori di forma														
			A1						A2					
			Lt			Bt			Lt			Bt		
Campata	Asta	Fili	Sc	Sq	S γ	Sc	Sq	S γ	Sc	Sq	S γ	Sc	Sq	S γ
3	1	1-2	1.11	1.07	0.86	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	2	1-4	1.06	1.04	0.92	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	3	2-3	1.09	1.06	0.87	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	6	5-3	1.06	1.04	0.92	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	10	5-4	1.05	1.03	0.93	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fattori di portanza dell'effetto inerziale (Paolucci Pecker)														
			A1						A2					
			Lt			Bt			Lt			Bt		
Campata	Asta	Fili	Zc	Zq	Z γ	Zc	Zq	Z γ	Zc	Zq	Z γ	Zc	Zq	Z γ
3	1	1-2	0.98	0.96	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	2	1-4	0.98	0.96	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	3	2-3	0.98	0.96	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	6	5-3	0.98	0.96	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	10	5-4	0.98	0.96	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fattori di portanza dell'effetto cinematico (Maugeri-Cascone)											
			A1						A2		
			Lt								
Campata	Asta	Fili	eyk	eyi	eyk	eyi	eyk	eyi	eyk	eyi	
3	1	1-2	0.69	0.27	-	-	-	-	-	-	
4	2	1-4	0.69	0.27	-	-	-	-	-	-	
5	3	2-3	0.69	0.27	-	-	-	-	-	-	
6	6	5-3	0.69	0.27	-	-	-	-	-	-	
7	10	5-4	0.69	0.27	-	-	-	-	-	-	

VERIFICA CAPACITA' PORTANTE.

La verifica del sistema di fondazione relativo alla struttura in oggetto, è stata effettuata sulla base dei dati geologici e dei parametri geotecnici forniti, seguendo l'approccio di progetto relativo alla normativa di riferimento:

- (punti 6.4.2.1 del DM 14/01/2008 e 6.4.3 per fondazioni su pali del DM 14/01/2008)

A1 + M1 + R3

dove:

- Coefficienti parziali per le azioni

CARICHI	COEFFICIENTE PARZIALE	Comb. A1
PERMANENTI	γ_{G1ns}	1.3
PERMANENTI NON STRUTTURALI	γ_{G2ns}	1.5
VARIABILI	γ_{Qi}	1.5

- Coefficienti per i parametri geotecnici del terreno

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPL. IL COEFF. PARZIALE	Comb. M1
Tangente dell'angolo di attrito	$\tan\phi$	1.0
Coesione drenata del terreno	C	1.0
Coesione non drenata del terreno	C_u	1.0
Peso dell'unita di volume	γ	1.0

- Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati ultimi di fondazioni superficiali

VERIFICA	COEFFICIENTE PARZIALE R3
Capacità portante	$\gamma_R = 2.3$

Le verifiche vengono riassunte nelle successive tabelle.

Campata	Asta	Fili	Combinazione A1 - Lt						
			B [cm]	D [cm]	X [cm]	qlimd [daN/cm ²]	σt [daN/cm ²]	S	Esito
3	1	1-2	60.00	60.00	170.00	6.94	0.67	10.36	V
4	2	1-4	60.00	60.00	285.00	6.73	0.85	7.92	V
5	3	2-3	60.00	60.00	190.00	6.89	1.08	6.38	V
6	6	5-3	60.00	60.00	0.00	6.73	1.08	6.23	V
7	10	5-4	60.00	60.00	0.00	6.66	1.11	6.00	V

Verifiche allo Stato Limite di Danno per le fondazioni superficiali (7.11.5.3.1 del DM 14/01/2008).

Per l'analisi della sicurezza del complesso fondazione-terreno verranno condotte le verifiche nei confronti dello stato limite di danno.

In particolare, saranno valutati gli spostamenti permanenti indotti dal sisma, verificando che essi siano accettabili per la fondazione e siano compatibili con la funzionalità SLD dell'intera opera in oggetto.

Per determinare gli spostamenti permanenti post-sisma nel terreno si effettua un'analisi del sistema fondazione-terreno modellando il terreno con un sistema di molle con legame costitutivo Pressione-Spostamento di tipo iperbolico mediante la seguente relazione:

$$P(u) = \frac{u}{\frac{1}{E_s} + \frac{u}{P_u}}$$

dove:

P(u) = pressione di contatto;

u = cedimento del terreno;

E_s = rigidità tangente all'origine del terreno di fondazione valutato come u_e/p ovvero rapporto tra il cedimento elastico istantaneo e la pressione di contatto che lo provoca;

P_u = pressione ultima valutata per i valori caratteristici del terreno di fondazione;

Lo spostamento permanente U_{residuo} sarà quindi valutato dallo spostamento complessivo U_{sld} depurato della parte reversibile elastica:

$$U_{residuo} = U_{sld} - \frac{P_{sld}}{E_s}$$

Travi di fondazione.

Asta : numerazione interna dell'asta;

Fili : fili fissi ai quali appartiene l'asta considerata;

P_{sld} : pressione di contatto SLD;

P_{lim} : pressione ultima del terreno di fondazione;

U_{sld} : cedimento sld del terreno;

U_{sld_res}: cedimento residuo sld del terreno;

U_{Lim.} : cedimento residuo limite;

S : Coefficiente di sicurezza;

Esito : V = Verificato; NV = Non Verificato

Campata	Asta	Fili	P _{sld} [daN/cm ²]	P _{lim} [daN/cm ²]	U _{sld} [mm]	U _{sld_res} [mm]	U _{Lim.} [mm]	S	Esito
3	1	1-2	0.52	15.96	1.083	0.036	50.000	1407.33	V
4	2	1-4	0.65	15.48	1.347	0.056	50.000	889.91	V
5	3	2-3	0.78	15.85	1.638	0.080	50.000	621.26	V
6	6	5-3	0.82	15.48	1.738	0.092	50.000	541.49	V
7	10	5-4	0.83	15.32	1.756	0.095	50.000	525.47	V

Dall'analisi delle tabelle relative alle verifiche dei cedimenti SLD per le fondazioni superficiali si evince che i cedimenti permanenti massimi stimati risultano compatibili con la funzionalità dei lavori in oggetto e sensibilmente inferiori ai valori assunti come ammissibili per la letteratura tecnica.

Verifiche nei confronti degli stati limite di esercizio (SLE).

Gli stati limite di esercizio (punto 6.4.2.2 del DM 14/01/2008) investigati, si riferiscono al raggiungimento di valori critici dei cedimenti differenziali che possono compromettere la funzionalità dell'opera. Il calcolo dei cedimenti è stato eseguito per la combinazione di esercizio Rara, frequente, quasi permanente

Travi di fondazione.

Campata : campata alla quale appartengono le aste riportate;

Asta : numerazione interna dell'asta;

Fili : fili fissi ai quali appartiene l'asta considerata;

Comb. : tipo inviluppo;

Dist. : distanza tra i punti di massimo cedimento differenziale;

Istant. : cedimento istantaneo;

Consol. : cedimento di consolidamento;

Tot. : cedimento totale;

Diff. : cedimento differenziale;

Lim. : cedimento limite (4‰ x Dist.);

S : Coefficiente di sicurezza;

Esito : V = Verificato; NV = Non Verificato

Campa ta	As ta	Fili	Comb.	Dist. [cm]	Max			Min			Diff. [cm]	Lim. [cm]	S	Esito
					Istant. [cm]	Consol. [cm]	Tot. [cm]	Istant. [cm]	Consol. [cm]	Tot. [cm]				
3	1	1-2	Caratt.	150.0	-0.0874	-1.3195	-1.4069	-0.0530	-1.2132	-1.2662	0.1407	0.6000	4.27	V
			Freq.	150.0	-0.0811	-1.3000	-1.3811	-0.0471	-1.1948	-1.2419	0.1392	0.6000	4.31	V
			Q. Perm.	150.0	-0.0790	-1.2936	-1.3727	-0.0450	-1.1885	-1.2335	0.1392	0.6000	4.31	V
4	2	1-4	Caratt.	245.0	-0.1078	-1.4228	-1.5307	-0.0509	-1.2255	-1.2764	0.2543	0.9800	3.85	V
			Freq.	245.0	-0.0968	-1.3845	-1.4813	-0.0449	-1.2047	-1.2496	0.2317	0.9800	4.23	V
			Q. Perm.	245.0	-0.0930	-1.3716	-1.4646	-0.0428	-1.1975	-1.2403	0.2244	0.9800	4.37	V
5	3	2-3	Caratt.	170.0	-0.1162	-1.4189	-1.5352	-0.0874	-1.3273	-1.4148	0.1204	0.6800	5.65	V
			Freq.	170.0	-0.1073	-1.3907	-1.4980	-0.0811	-1.3073	-1.3884	0.1096	0.6800	6.20	V
			Q. Perm.	170.0	-0.1034	-1.3782	-1.4816	-0.0790	-1.3007	-1.3798	0.1019	0.6800	6.68	V
6	6	5-3	Caratt.	245.0	-0.1258	-1.4850	-1.6108	-0.1201	-1.4653	-1.5854	0.0254	0.9800	38.56	V
			Freq.	245.0	-0.1200	-1.4651	-1.5851	-0.1110	-1.4339	-1.5449	0.0402	0.9800	24.38	V
			Q. Perm.	245.0	-0.1191	-1.4617	-1.5808	-0.1069	-1.4197	-1.5266	0.0542	0.9800	18.09	V
7	10	5-4	Caratt.	320.0	-0.1262	-1.5022	-1.6283	-0.1136	-1.4570	-1.5705	0.0578	1.2800	22.14	V
			Freq.	320.0	-0.1202	-1.4808	-1.6010	-0.1032	-1.4198	-1.5230	0.0780	1.2800	16.41	V
			Q. Perm.	320.0	-0.1189	-1.4761	-1.5950	-0.0995	-1.4064	-1.5058	0.0892	1.2800	14.35	V

Dalle tabelle relative al cedimento differenziale limite delle fondazioni, si evince che i cedimenti differenziali massimi stimati risultano compatibili con la funzionalità dei lavori in oggetto.

7 RELAZIONE SULLE FONDAZIONI

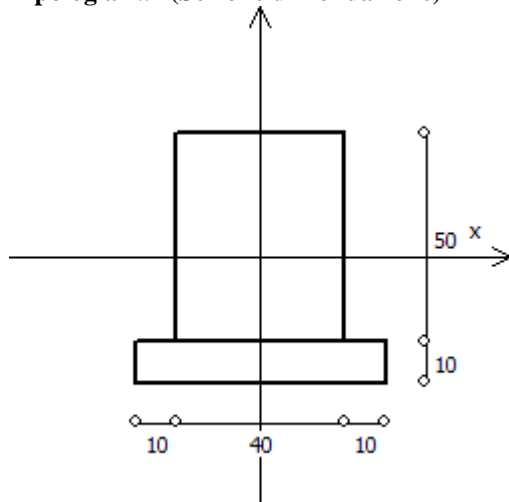
7.1 Strutture di fondazione e del suolo di fondazione.

Descrizione delle tipologie di fondazione utilizzate.

Nell'ambito dei lavori in oggetto si sono utilizzate le seguenti tipologie di fondazione: travi rovesce, le cui dimensioni e la loro ubicazione vengono di seguito meglio descritte.

Descrizione delle tipologie di travi di fondazione utilizzate.

Tipologia N.1 (Sezione di Fondazione)



A	= 2000 cm ²
J _x	= 416667 cm ⁴
J _y	= 266667 cm ⁴
J _t	= 531627 cm ⁴
Materiale	= C25/30
Peso	= 500 daN/ml

Caratteristiche delle travi di fondazione con la loro ubicazione in pianta.

Asta	: numerazione dell'asta;
Fili	: fili fissi ai quali appartiene l'asta;
Nodo Iniziale	: nodo iniziale dell'asta;
Nodo Finale	: nodo finale dell'asta;
SEZIONE	: sezione trasversale associata all'asta;
L	: lunghezza teorica (nodo-nodo) dell'asta;
Impalcato	: impalcato di appartenenza dell'asta;
K _{wN}	: modulo di Winkler normale;
K _{wT}	: modulo di Winkler tangenziale;

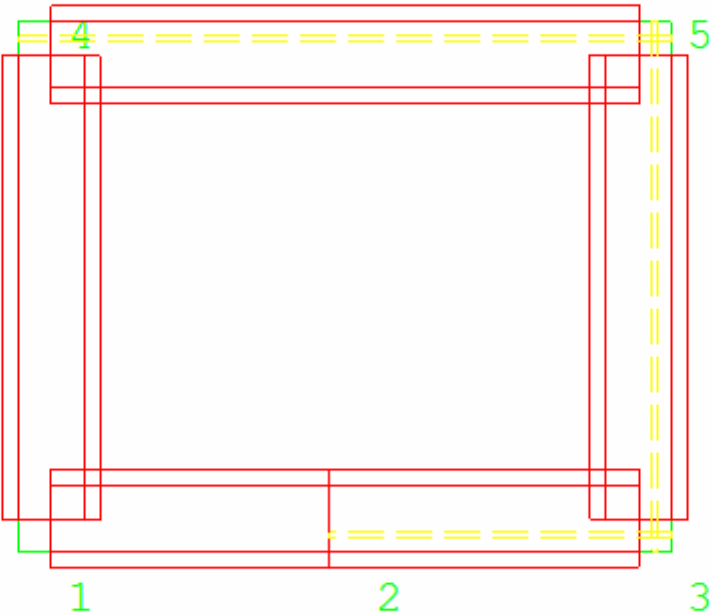
Asta	Fili	Nodo Iniziale	Nodo Finale	SEZIONE	L [cm]	Impalcato	K _{wN} [daN/cm ³]	K _{wT} [daN/cm ³]
1	1, 2	71	72	1	150.00	Fond.	5.00	2.50
2	1, 4	73	74	1	245.00	Fond.	5.00	2.50
3	2, 3	72	84	1	70.00	Fond.	5.00	2.50
4	2, 3	84	85	1	70.00	Fond.	5.00	2.50
5	2, 3	85	75	1	30.00	Fond.	5.00	2.50
6	5, 3	76	86	1	41.25	Fond.	5.00	2.50
7	5, 3	86	87	1	81.25	Fond.	5.00	2.50
8	5, 3	87	88	1	81.25	Fond.	5.00	2.50
9	5, 3	88	77	1	41.25	Fond.	5.00	2.50
10	5, 4	78	89	1	60.00	Fond.	5.00	2.50

RELAZIONE DI CALCOLO - Bruno Costruzione

11	5,4	89	90	1	100.00	Fond.	5.00	2.50
12	5,4	90	91	1	100.00	Fond.	5.00	2.50
13	5,4	91	79	1	60.00	Fond.	5.00	2.50

Piante fondazioni.

Fond.



7.6 Tensioni sul Terreno.

I dati seguenti riportano i valori delle tensioni esercitate dalla fondazione sul terreno.

- Asta/Piastra : numerazione interna dell'asta/piastra.
 X : distanza dal nodo iniziale misurata lungo l'asse dell'asta/piastra.
 Comb : combinazione di appartenenza del valore considerato nell'involuppo.
 Tensioni (σ_T) : valore della tensione dovuta alla pressione dell'asta/piastra di fondazione:

Tabella 51.I

				Tensioni Terreno				
				SLV	SLD	SLE		
				AI	AI	Caratt.	Freq.	Q. Perm.
Asta	Imp.	Fili	X [cm]	σ [daN/cm ²]	σ [daN/cm ²]	σ [daN/cm ²]	σ [daN/cm ²]	σ [daN/cm ²]
1	Fond.	1-2	0.00	0.52(20)	0.36(20)	0.27(40)	0.24(1)	0.23(1)
			75.00	0.56(20)	0.43(20)	0.36(40)	0.33(1)	0.32(1)
			150.00	0.67(20)	0.52(20)	0.44(40)	0.41(1)	0.40(1)
2	Fond.	1-4	0.00	0.51(11)	0.35(11)	0.25(37)	0.22(1)	0.21(1)
			122.50	0.59(11)	0.44(11)	0.36(37)	0.33(1)	0.31(1)
			245.00	0.85(11)	0.65(11)	0.54(37)	0.48(1)	0.47(1)
3	Fond.	2-3	0.00	0.67(20)	0.52(20)	0.44(5)	0.41(1)	0.40(1)
			35.00	0.73(20)	0.57(20)	0.46(5)	0.43(1)	0.42(1)
			70.00	0.81(20)	0.62(20)	0.49(5)	0.46(1)	0.45(1)
4	Fond.	2-3	0.00	0.81(18)	0.62(18)	0.49(5)	0.46(3)	0.45(1)
			35.00	0.91(18)	0.67(18)	0.52(5)	0.48(3)	0.47(1)
			70.00	1.00(18)	0.73(18)	0.55(5)	0.51(3)	0.50(1)
5	Fond.	2-3	0.00	1.00(18)	0.73(18)	0.55(6)	0.51(3)	0.50(1)
			15.00	1.04(18)	0.75(18)	0.56(6)	0.52(3)	0.51(1)
			30.00	1.08(18)	0.78(18)	0.58(6)	0.54(3)	0.52(1)
6	Fond.	5-3	0.00	1.08(7)	0.82(7)	0.63(23)	0.60(4)	0.60(1) *
			20.63	1.05(7)	0.80(7)	0.62(23)	0.60(4)	0.59(1)
			41.25	1.02(7)	0.79(7)	0.62(23)	0.59(4)	0.58(1)
7	Fond.	5-3	0.00	1.02(8)	0.79(8)	0.62(5)	0.59(1)	0.58(1)
			40.63	0.96(8)	0.75(8)	0.60(5)	0.58(1)	0.57(1)
			81.25	0.93(8)	0.74(8)	0.60(5)	0.57(1)	0.56(1)
8	Fond.	5-3	0.00	0.93(8)	0.74(8)	0.60(6)	0.57(3)	0.56(1)
			40.63	0.95(8)	0.74(8)	0.59(6)	0.56(3)	0.55(1)
			81.25	0.98(8)	0.74(8)	0.59(6)	0.56(3)	0.54(1)
9	Fond.	5-3	0.00	0.98(18)	0.74(18)	0.59(6)	0.56(3)	0.54(1)
			20.63	1.02(18)	0.76(18)	0.59(6)	0.55(3)	0.54(1)
			41.25	1.08(18)	0.79(18)	0.60(6)	0.56(3)	0.53(1)
10	Fond.	5-4	0.00	1.11(15) *	0.83(15) *	0.63(21) *	0.60(4) *	0.59(1)
			30.00	1.06(15)	0.81(15)	0.63(21)	0.59(4)	0.58(1)
			60.00	1.02(15)	0.78(15)	0.62(21)	0.59(4)	0.58(1)
11	Fond.	5-4	0.00	1.02(15)	0.78(15)	0.62(40)	0.59(1)	0.58(1)
			50.00	0.96(15)	0.74(15)	0.61(40)	0.57(1)	0.56(1)
			100.00	0.89(15)	0.71(15)	0.60(40)	0.56(1)	0.55(1)
12	Fond.	5-4	0.00	0.89(17)	0.71(17)	0.60(40)	0.56(1)	0.55(1)
			50.00	0.88(17)	0.69(17)	0.59(40)	0.54(1)	0.53(1)
			100.00	0.87(17)	0.68(17)	0.58(40)	0.53(1)	0.52(1)
13	Fond.	5-4	0.00	0.87(17)	0.68(11)	0.58(37)	0.53(1)	0.52(1)
			30.00	0.87(17)	0.68(11)	0.58(37)	0.52(1)	0.51(1)
			60.00	0.88(17)	0.67(11)	0.57(37)	0.52(1)	0.50(1)

* valore massimo.

Descrizione del suolo di fondazione.

- Caratteristiche litostratigrafiche

L'analisi dei risultati ottenuti dalle indagini per la caratterizzazione del suolo di fondazione sono meglio indicati nella relazione geologico-tecnica allegata. Per quanto riguarda l'aspetto geologico a seguito il rilevamento di un significativo intorno della zona in esame si è riscontrata la presenza delle seguenti successioni litostratigrafiche nelle relative sezioni geologiche (colonne stratigrafiche):

Filo : filo fisso al quale appartiene la colonna stratigrafica;
 Colonna : nome della colonna stratigrafica;
 Strato : nome dello strato appartenente la colonna stratigrafica;
 Descrizione : descrizione dello strato;

Filo	Colonna	Strato	Descrizione
1	Colonna 1	Strato1	Strato1

- Caratteristiche fisico meccaniche dei terreni di fondazione

Nell'ambito del progetto si è fatto uso delle seguenti colonne stratigrafiche:

Caratteristiche delle colonne stratigrafiche:

Colonna : nome della colonna stratigrafica;
 Filo : filo fisso al quale appartiene la colonna stratigrafica;
 Impalcato : Impalcato al quale appartiene la colonna stratigrafica;
 Falda : Presenza della falda;
 Prof. Falda : Profondità della falda (se è presente);
 Spicc. Fond. : Quota dell'estradosso della fondazione rispetto al piano campagna;
 No. Strati : Numero degli strati della colonna stratigrafica.
 RQD : (Rock Quality Designation)grado di fratturazione dell'ammasso roccioso in [0-1]

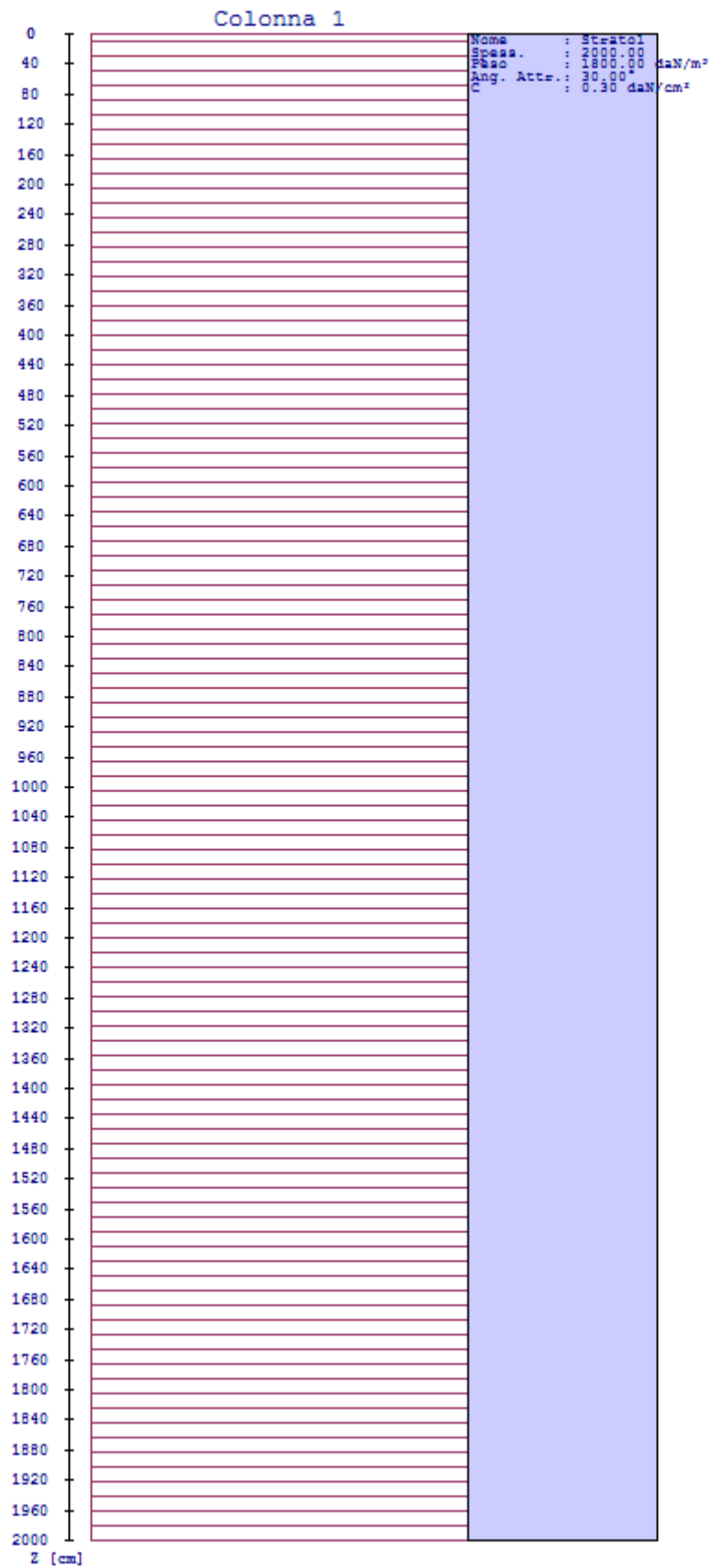
Filo	Colonna	Impalcato	Falda	Prof. Falda [cm]	Spicc. Fond. [cm]	No. Strati	RQD
1	Colonna 1	Fond.	Non Presente	-	0.00	1	-
2	Colonna 1	Fond.	Non Presente	-	0.00	1	-
3	Colonna 1	Fond.	Non Presente	-	0.00	1	-
4	Colonna 1	Fond.	Non Presente	-	0.00	1	-
5	Colonna 1	Fond.	Non Presente	-	0.00	1	-

Caratteristiche degli strati appartenenti alle colonne stratigrafiche:

Colonna : nome della colonna stratigrafica;
 Strato : nome dello strato appartenente la colonna stratigrafica;
 Spess. : Spessore dello strato;
 Peso : Peso dell'unità di volume dello strato;
 Peso eff. : Peso dell'unità di volume efficace dello strato;
 NSPT : Numero di colpi medio misurato nello strato;
 Qc : Resistenza alla punta media misurata nello strato;
 ϕ : Angolo di attrito del terreno;
 C : Coesione drenata del terreno;
 Cu : Coesione non drenata del terreno;
 E : Modulo elastico del terreno;
 G : Modulo di taglio del terreno;
 ν_t : Coefficiente di Poisson;
 E_{ed} : Modulo Edometrico;
 OCR : Grado di sovraconsolidazione del terreno.

Colonna	Strato	Spess. [cm]	Peso [daN/m ³]	Peso eff. [daN/m ³]	NSPT	Qc [daN/cm ²]	ϕ [°]	C [daN/cm ²]	Cu [daN/cm ²]	E [daN/cm ²]	G [daN/cm ²]	ν_t [°]	E_{ed} [daN/cm ²]	OCR
Colonna 1	Strato1	2000.0	1800.0	800.0	10	15.00	30.0	0.30	0.70	200.00	100.00	0.35	80.00	1.00

- Sezioni Geologiche:



- Caratterizzazione sismica del suolo di fondazione:

La categoria assunta per il suolo di fondazione per il sito in oggetto è: C

7.2 Relazione sulle fondazioni (DM 14/01/2008 e CIRCOLARE 617/2009)

Scelta del tipo di fondazioni.

In funzione dei risultati ottenuti dalla campagna di indagini eseguite e della tipologia strutturale adottata per i lavori in oggetto, si è proceduto alla scelta delle tipologie di fondazione superficiali per distribuire i carichi trasmessi dalla sovrastruttura al terreno di fondazione ripartendoli il più possibile in modo uniforme sul suolo di sedime delle fondazioni stesse. La scelta della profondità del piano di posa ha permesso il superamento del suolo vegetale, della zona soggetta a gelo-disgelo e variazioni stagionali di umidità. La profondità del piano di posa delle fondazioni risulta tale da prevenire fenomeni di erosione o scalfamento.

Le dimensioni strutturali delle opere di fondazione, le tipologie usate e la loro ubicazione risultano descritte nella prima parte della presente relazione e vengono meglio evidenziate negli elaborati grafici allegati.

Le verifiche di sicurezza relative agli stati limite ultimi (SLU) ed agli stati limite d'esercizio (SLE) indagati risultano tali da non limitare l'uso della costruzione, la sua efficienza, la durabilità della struttura garantendo un grado di sicurezza ed un livello di prestazioni nel rispetto della normativa vigente in materia.

Ipotesi assunte ed analisi dei risultati nei riguardi del complesso terreno-opera di fondazione.

Tutte le analisi presentate si riferiscono studio del sottosuolo semplificando la situazione reale con criteri cautelativi, analizzando diverse possibili schematizzazioni ed adottando i risultati meno favorevoli mediante coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno, coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni e coefficienti parziali di sicurezza da applicare alle resistenze caratteristiche.

Le analisi delle elaborazioni eseguite permette di evidenziare i seguenti livelli di sicurezza:

Riassunto risultati verifiche:

ELEMENTO	Tipo verifica	S Min	S Max
Travi di fondazione	Capacità portante	6.00	10.36
	Cedim. Diff. SLE Car.	3.85	38.56
	Cedim. Diff. SLE Freq.	4.23	24.38
	Cedim. Diff. SLE Q. Perm.	4.31	18.09

La caratterizzazione geologica da un lato, le caratteristiche dimensionali, strutturali e le configurazioni di carico dall'altro, hanno reso possibile effettuare valutazioni che hanno conto del comportamento complessivo delle strutture e delle interazioni terreno-fondazione.

Si rimanda alla Relazione Geologica-Tecnica redatta dal Dott. Geologo per prendere visione di ogni altra informazione relativa alla stratigrafia che caratterizza il suolo di fondazione.

I coefficienti di sicurezza per tutte le verifiche di resistenza eseguite sulle strutture di fondazione, sono riportate nella Relazione di Calcolo allegata.

Dalle verifiche eseguite su tutti gli elementi di fondazione risultano livelli di sicurezza accettabili e pertanto i lavori in oggetto si valutano realizzabili.

Per quanto sopra esposto, a seguito delle analisi geomorfologiche e dalle verifiche geotecniche svolte l'intervento in oggetto, nel rispetto delle disposizioni progettuali individuate, si ritiene perfettamente compatibile con le caratteristiche del sottosuolo ed attuabile nel rispetto delle Norme vigenti e delle esigenze della Committenza.

Si prescrive che in corso d'opera si debba riscontrare la rispondenza della caratterizzazione geotecnica assunta in progetto e la situazione reale e che la sistemazione esterna dovrà evitare infiltrazioni di acqua tale da variare le caratteristiche geotecniche del terreno di fondazione.

SOMMARIO

Premere il tasto destro del mouse e selezionare "Aggiorna campo" (non compatibile con WordPad).