

Definizione e attuazione di interventi per l'efficientamento e il risparmio energetico a servizio di musei e siti archeologici e monumentali di particolare rilevanza a valere sulle linee di attivita' 2.2 e 2.5 del Programma operativo Interregionale "Energie rinnovabili e risparmio energetico" (FESR) 2007-2013



Programma Operativo Interregionale
ENERGIE RINNOVABILI E
RISPARMIO ENERGETICO
2007 - 2013

Una scelta illuminata



MUSEO ARCHEOLOGICO DI SCOLACIUM - ROCCELLETTA DI BORGIA (CZ)



MINISTERO
PER I BENI E
LE ATTIVITÀ
CULTURALI



INVITALIA



ATTIVITA' TECNICHE

INVITALIA

ATTIVITÀ PRODUTTIVE

Invitalia Attività Produttive S.p.A.
VIA PIETRO BOCCANELLI 30 - 00138 - ROMA

DIRETTORE TECNICO:
Dott. Ing. MASSIMO MATTEOLI

COORDINAMENTO DELLA PROGETTAZIONE : Dott. Ing. ENRICO FUSCO

PROGETTAZIONE ARCHITETTONICA :

Dott. Arch. LORENZO ANNONI
Dott. Arch. GIULIA LEONI

COLLABORATORI:

Sig. PATRIZIA FOGLI
Dott. Arch. TERESA VINCENTI
Dott. Arch. CAROLINA GNECCO
Geom. LUIGINO D'ANGELANTONIO

STUDIO DI PREFATTIBILITÀ AMBIENTALE :

Dott. FEDERICA MERINGOLO

COLLABORATORI:

Dott. ERNESTO BERNARDO

PROGETTAZIONE IMPIANTISTICA :

Dott. Ing. PIERLUIGI ROSATI

COLLABORATORI:

Dott. Ing. DONATA FRULLANI
Dott. Ing. MASSIMO LOBINA
Dott. Ing. OSVALDO PITTORRI
P.I. MAURIZIO PASCUCCHI
Sig. LUIGI MAGGI
Sig. ENNIO REGNICOLI
P.I. MASSIMO MATTIONI
Dott. Ing. CHRISTIAN GASBARRI

COORDINAMENTO DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE :

Dott. Ing. FERRUZZI ANDREA

COLLABORATORI:

Dott. Ing. LORENZO MORRA

PROGETTAZIONE STRUTTURALE :

Dott. Ing. LETTERIO SONNESSA

COLLABORATORI:

Slg.ra PATRIZIA FOGLI

RELAZIONE GEOLOGICA:

Dott. Geologo MARCO DI PILLO

- PROGETTO DEFINITIVO PER APPALTO INTEGRATO -

ELABORATO

Progetto Strutturale

Nuova centrale termofluidica

Relazione di calcolo delle strutture


REVISIONE	DATA	AGGIORNAMENTI
---	---	---
---	---	---
---	---	---

	DATA	NOME	FIRMA
REDATTO		SONNESSA	
VERIFICATO		SONNESSA	
APPROVATO	Luglio 2013	MATTEOLI	
DATA	07/2013	S-02	
SCALA	-		
CODICE FILE	057BORGIA03-D-S-RC-02.dwg		


1 SOMMARIO

1	Sommario	1
2	Premessa	4
3	Normativa e documentazione tecnica di riferimento	5
4	Unità di misura	6
5	Descrizione degli interventi di progetto	7
6	Metodo di valutazione della sicurezza delle opere progettate	8
6.1	<i>Conformità alle normative tecniche e sismiche.....</i>	<i>8</i>
6.2	<i>Note sul paragrafo 10.2 del DM 14/01/2008</i>	<i>8</i>
7	Materiali	10
7.1	<i>Calcestruzzo.....</i>	<i>10</i>
7.2	<i>Acciaio per barre d'armatura.....</i>	<i>10</i>
7.3	<i>Acciaio da carpenteria – Laminati</i>	<i>10</i>
7.4	<i>Collegamenti bullonati.....</i>	<i>11</i>
8	Analisi dei carichi.....	12
8.1	<i>Peso Proprio</i>	<i>12</i>
8.2	<i>Pannelli di copertura</i>	<i>12</i>
8.3	<i>Carico di esercizio sul solaio di copertura.....</i>	<i>12</i>
8.4	<i>Macchine per impianti</i>	<i>12</i>
8.5	<i>Neve.....</i>	<i>13</i>
8.6	<i>Azione del vento.....</i>	<i>13</i>

8.7	<i>Sisma</i>	15
9	Combinazioni di carico	17
9.1	<i>Combinazioni di carico statiche allo SLU</i>	17
9.2	<i>Combinazione sismica allo SLV e allo SLD</i>	17
10	Verifica di deformabilità	18
10.1	<i>Spostamenti verticali – elementi delle coperture</i>	18
11	Verifica degli elementi strutturali	19
11.1	<i>Premessa</i>	19
11.2	<i>Trave IPE 120 (trave secondaria) – Verifica di resistenza</i>	19
11.3	<i>Trave IPE 120 (trave secondaria) – Verifica degli spostamenti</i>	20
11.4	<i>Trave IPE 120 (trave secondaria) – Verifica della stabilità flessione torsionale</i>	21
11.5	<i>Validazione del modello</i>	22
11.6	<i>Verifica degli attacchi delle colonne</i>	24
12	Descrizione del modello di calcolo	30
12.1	<i>Premessa</i>	30
12.2	<i>Risultati eseguiti in automatico</i>	33
12.3	<i>Validazione dei dati Input relativi al sisma</i>	36
12.4	<i>Verifiche agli SLD (§ 7.3.7.2 del DM 14-010-2008)</i>	39
13	Soletta di fondazione	41
13.1	<i>Premessa</i>	41
13.2	<i>Verifica della portanza del terreno</i>	41
13.3	<i>Criteri di verifica</i>	42
13.4	<i>Caratteristiche dei terreni</i>	44
13.4.1	<i>Stratigrafia</i>	44

 INVITALIA ATTIVITÀ PRODUTTIVE	057BORGIA-03-D-S-RC-02
	Rev. 1
	Pag. 3/73


13.4.2	Assetto geologico-tecnico	45
13.5	<i>Parametri utilizzati</i>	46
14	ALLEGATI	52

 ATTIVITÀ PRODUTTIVE	057BORGIA-03-D-S-RC-02
	Rev. 1
	Pag. 4/73

2 Premessa

La presente relazione espone i calcoli relativi alle opere strutturali rientranti nel progetto definitivo per appalto integrato degli interventi per l'efficientamento e il risparmio energetico che riguardano il Museo Archeologico di Scolacium, sito in Roccelletta di Borgia (CZ).

In particolare, il progetto prevede nella zona esterna la realizzazione di un basamento in cemento armato gettato in opera, su parte del quale sarà realizzato un manufatto, per l'alloggiamento della centrale termica, con struttura in carpenteria metallica.

 ATTIVITÀ PRODUTTIVE	057BORGIA-03-D-S-RC-02
	Rev. 1
	Pag. 5/73

3 Normativa e documentazione tecnica di riferimento

DM 14.01.08	Nuove norme tecniche per le costruzioni
CIRCOLARE 2 FEBBRAIO 2009, N. 617	Istruzioni per l'applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al DM 14/01/2008
DPR 06.06.2001 n. 380	Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di edilizia
UNI EN 1993-1-1	Eurocodice 3: Progettazione delle strutture in acciaio. Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici

4 Unità di misura


Nei calcoli si farà uso delle seguenti unità di misura:

per i carichi: kN/mq, kN/m, daN/mq, daN/m

per i momenti: Nm, kNm

per i tagli e sforzi normali: N, kN

per le tensioni: N/mm² – daN/cm²

 ATTIVITÀ PRODUTTIVE	057BORGIA-03-D-S-RC-02
	Rev. 1
	Pag. 7/73

5 Descrizione degli interventi di progetto

Il progetto di efficientamento energetico prevede nella zona esterna la sistemazione della nuova centrale termica e della pompa di calore esistente; si è pertanto prevista la realizzazione di un basamento parte del quale sarà coperto da una tettoia a protezione degli impianti.


Il basamento sarà realizzato da una soletta in cemento armato gettato in opera, avente dimensioni in pianta pari a 11,50 x 7,10 m e una altezza di 30 cm.

Per il manufatto si è prevista una struttura in carpenteria metallica il cui schema consiste in quattro telai principali, ciascuno costituito da travi HEA 140 che poggiano in continuità sulle colonne, realizzate con profili HEB 140; i telai sono collegati trasversalmente dalla orditura secondaria, costituita da travi IPE120 sulle quali verranno ancorati i pannelli di copertura fonoassorbenti.

La nuova struttura sarà ancorata, attraverso piastre munite di tirafondi, alla soletta in cemento armato del basamento, avente una altezza di 30 cm; al fine di garantire una maggiore rigidità e la formazione di un vincolo di incastro, verranno saldati sulla piastra di base opportuni irrigidimenti metallici dello spessore pari a 8 mm (si vedano i relativi elaborati grafici).

Per la caratterizzazione del terreno di fondazione si è fatto riferimento ai risultati della campagna di indagini geognostiche dirette, eseguita nel sito, finalizzata alla realizzazione ed al dimensionamento di geoscambiatori di calore nel sottosuolo; nell'ambito di tale attività la Ditta incaricata ha realizzato due prove SPT, a 1,50 m e a 3,00 m di profondità, dalle quali è stato possibile ricavare le caratteristiche geotecniche dei terreni superficiali direttamente interessati dal basamento; i risultati sono riportati di seguito.

Nelle analisi in presenza del sisma si è considerata la categoria stratigrafica più sfavorevole (tipo D), in assenza di una specifica caratterizzazione.

 INVITALIA ATTIVITÀ PRODUTTIVE	057BORGIA-03-D-S-RC-02
	Rev. 1
	Pag. 8/73

6 Metodo di valutazione della sicurezza delle opere progettate

6.1 Conformità alle normative tecniche e sismiche

Le strutture progettate sono state studiate in prima fase attraverso l'utilizzo di schemi elementari; per tenere conto dell'azione sismica si è elaborato un modello agli elementi finiti, finalizzato a valutare il comportamento globale e locale dei diversi elementi e la loro rispondenza in termini di soddisfacimento della domanda, nei confronti delle prestazioni attese in fase statica e dinamica.

E' stata valutata la rispondenza alle normative tecniche più attuali, sia italiane che europee. Sono stati valutati gli stati limiti ultimi e quelli di esercizio, per la definizione delle capacità di resistenza e di contenimento degli spostamenti massimi e di quelli relativi.

La sicurezza statica dei manufatti in oggetto è stata verificata valutando la resistenza, la funzionalità e la durabilità degli elementi strutturali, in relazione alle effettive condizioni di carico, e tenuto conto delle prescrizioni e dei coefficienti di sicurezza indicati dalle norme vigenti.

Le sezioni resistenti sono state verificate utilizzando il "Metodo semiprobabilistico agli Stati Limite", in base alle caratteristiche di sollecitazione ricavate secondo le usuali formule della Scienza delle Costruzioni, in accordo con quanto stabilito dal DM 14/01/2008.

Le verifiche nei confronti degli SLU sono state effettuate in termini di resistenza e di duttilità. Per tutti gli elementi strutturali è stato verificato che il valore di progetto di ciascuna sollecitazione, calcolato comprendendo gli effetti delle regole di gerarchia delle resistenze indicate per i diversi elementi costruttivi, fosse accettabile in relazione al corrispondente valore della resistenza.

6.2 Note sul paragrafo 10.2 del DM 14/01/2008

In riferimento a quanto richiesto al paragrafo 10.2 del DM 14/01/2008, sulle analisi svolte con l'ausilio dei codici di calcolo, si precisa che tutte le verifiche degli elementi sono state condotte, ricorrendo a schemi di calcolo semplificati (es. trave semplicemente appoggiata, trave continua su più appoggi, etc.) e, comunque, rappresentativi del reale comportamento delle strutture.

Nelle analisi semplificate si è valutato il comportamento delle strutture principali e secondarie, sotto l'azione dei carichi statici.


 ATTIVITÀ PRODUTTIVE	057BORGIA-03-D-S-RC-02
	Rev. 1
	Pag. 9/73

Per tener conto dell'effetto del sisma sulle strutture, si è elaborato un modello spaziale agli elementi finiti, la cui analisi è stata eseguita con l'ausilio di un codice di calcolo del quale si riportano le caratteristiche:

- Titolo: Nòlian – All in one, analisi strutturale agli elementi finiti
- Versione: 38
- Produttore – distributore: Softing srl, via Reggio Calabria, 6 – 00161 Roma.

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità e l'idoneità al caso specifico; la documentazione fornita dal produttore e distributore del software, contiene un esauriente descrizione delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati, l'individuazione dei campi di impiego, nonché i casi prova interamente risolti e commentati, corredati dei file di input necessari a riprodurre l'elaborazione.

I controlli effettuati per validare i risultati del modello di calcolo sono stati inseriti nella relazione.

 ATTIVITÀ PRODUTTIVE	057BORGIA-03-D-S-RC-02
	Rev. 1
	Pag. 10/73

7 MATERIALI

7.1 Calcestruzzo

Per la realizzazione di elementi in calcestruzzo (soletta di fondazione) si è previsto l'utilizzo di un calcestruzzo di classe C28/35, che presenta le seguenti caratteristiche meccaniche:

- R_{ck} = 35 N/mm² (resistenza caratteristica cubica a compressione)
- f_{ck} = 28 N/mm² (resistenza caratteristica cilindrica a compressione)
- f_{cd} = 18,67 N/mm² (resistenza di calcolo a compressione – $\gamma_c=1,50$)
- f_{ctd} = 1,29 N/mm² (resistenza di calcolo a trazione – $\gamma_c=1,50$)
- E_c = 32.300 N/mm² (modulo elastico istantaneo)

XC2 Classe di esposizione

S4/S3 - Consistenza

La consistenza deve essere preventivamente concordata con la DL in ragione delle effettive condizioni ambientali e di cantiere


- a/c ≤ 0,60 Rapporto massimo acqua/cemento
- 280 kg/m³ Contenuto minimo di cemento
- d_{max} = 20 mm massima dimensione aggregato
- c = 40 mm Copriferro minimo

7.2 Acciaio per barre d'armatura

Per le armature delle strutture in cemento armato verrà utilizzato un acciaio del tipo **B450C**, con le seguenti caratteristiche meccaniche:

- $f_{t,k}$ = 540 N/mm² (resistenza caratteristica a rottura)
- $f_{y,k}$ = 450 N/mm² (tensione caratteristica di snervamento)
- $f_{y,d}$ = 391,3 N/mm² (tensione di snervamento di calcolo - $\gamma_c=1,15$)
- E_s = 210.000 N/mm² (modulo elastico istantaneo)

7.3 Acciaio da carpenteria – Laminati

 ATTIVITÀ PRODUTTIVE	057BORGIA-03-D-S-RC-02
	Rev. 1
	Pag. 11/73

Per le carpenterie metalliche verrà utilizzato un acciaio del tipo S275 (UNI EN 10025-2), con le seguenti caratteristiche meccaniche:

$f_{t,k}$ = 430 N/mm² (resistenza caratteristica a rottura $t \leq 40 \text{ mm}$)

$f_{y,k}$ = 275 N/mm² (tensione caratteristica di snervamento $t \leq 40 \text{ mm}$)

$f_{y,d}$ = 261 N/mm² (tensione resistente di calcolo)

E_s = 210.000 N/mm² (modulo elastico istantaneo)


7.4 Collegamenti bullonati

Per i collegamenti tra gli elementi strutturali in acciaio verranno utilizzati bulloni ad alta resistenza classe 8.8, che presentano le seguenti caratteristiche meccaniche:

f_{tb} = 800 N/mm² (tensione di rottura)

f_{yb} = 640 N/mm² (tensione di snervamento)

γ_{M2} = 1,25 (coefficiente di sicurezza)

 INVITALIA ATTIVITÀ PRODUTTIVE	057BORGIA-03-D-S-RC-02
	Rev. 1
	Pag. 12/73

8 Analisi dei carichi

8.1 Peso Proprio

Il peso proprio delle strutture in acciaio è calcolato considerando un peso specifico $\rho=78,50\text{kN/mc}$.

Il peso proprio delle strutture in cemento armato è calcolato considerando un peso specifico $\rho=25,00\text{kN/mc}$.

8.2 Pannelli di copertura

I pannelli della copertura della tettoia sono di tipo prefabbricato, monolitici, realizzati con lastre isolanti con supporto esterno grecato.

Facendo riferimento alle schede tecniche fornite da alcuni fornitori, si è considerato un peso proprio di 20 daN/mq

Pannelli prefabbricati per copertura		20 daN/mq
Totale permanenti	$G_{kc} =$	$\frac{20\text{ daN/mq}}{20\text{ daN/mq}}$

8.3 Carico di esercizio sul solaio di copertura

Il carico di esercizio considerato sul solaio di copertura, è quello previsto dalla Norma corrispondente alle coperture accessibili per sola manutenzione, pari a $Q_{1k} = 50\text{ daN/mq}$ – categoria H1.

I coefficienti di combinazione risultano nulli.

8.4 Macchine per impianti

Sul basamento in cemento armato saranno sistemate alcune macchine per impianti caratterizzate dai seguenti valori dei carichi, ricavati dalle schede tecniche dei fornitori.

- $F1 = 730\text{ daN}$ - Torre di raffreddamento (dimensioni $1,21 \times 1,22\text{ m}$, con una incidenza di circa 500 daN/mq)
- $F2 = 1.156\text{ daN}$ – Gruppo refrigerante (dimensione $1,00 \times 1,30\text{ m}$ con una incidenza di circa 890 daN/mq)

Ai carichi suddetti, si aggiungono quelli relativi al gruppo frigo esistente e alle macchine interne al manufatto (pompe di calore, etc.) per le quali l'incidenza è comunque inferiore a quelle calcolate; tali macchine occupano una parte del basamento, come è possibile evincere dagli elaborati grafici.

Ai fini della verifica è stato pertanto considerato, a vantaggio di sicurezza, un carico uniformemente distribuito pari a $Q_m = 1.000 \text{ daN/mq}$.

8.5 Neve

Il carico indotto dalla neve sulle coperture viene valutato mediante la seguente espressione:

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

dove:

- q_s è il carico neve sulla copertura
- μ_i è il coefficiente di forma della copertura. Poiché ci troviamo nella condizione in cui l'inclinazione della falda risulta $\alpha < 30^\circ$, il valore di μ_i è pari a 0,8
- q_{sk} è il valore caratteristico di riferimento del carico da neve al suolo. Il sito ricade in zona III, per un'altitudine $a_s \leq 200m$ si ha $q_{sk} = 0,60 \text{ kN/mq}$
- C_E è il coefficiente di esposizione. Considerando che l'area su cui ricade la costruzione può essere definita normale da un punto di vista topografico, si adotta un coefficiente unitario $C_E = 1$
- C_t è il coefficiente termico che può essere utilizzato per tener conto della riduzione del carico da neve a causa dello scioglimento della stessa causata dalla perdita di calore della costruzione. Tale coefficiente tiene conto delle proprietà di isolamento termico del materiale utilizzato in copertura. In assenza di uno specifico e documentato studio deve essere utilizzato $C_t = 1$

Si ottiene pertanto:

$$q_s = \mu_i \cdot q_{sk} \cdot C_E \cdot C_t = 0,8 \cdot 0,60 \cdot 1 \cdot 1 = 0,48 \text{ kN} / \text{m}^2 \cong 50 \text{ daN} / \text{m}^2$$

I coefficienti di combinazione risultano:

Ψ_{0j}	Ψ_{1j}	Ψ_{2j}
0,5	0,2	0,0

8.6 Azione del vento

Le Norme tecniche consentono la determinazione delle azioni statiche equivalenti in funzione dei parametri dipendenti dal sito interessato dalla costruzione e parametri dipendenti dalla forma del manufatto.

In generale il vento esercita le seguente pressione:

$$p = q_b \cdot C_E \cdot C_p \cdot C_d$$

ove si ha:

$$q_b = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V_b^2 = \frac{V_{ref}^2}{1,6} = \frac{27^2}{1,6} = 455 \text{ N / mmq} - \text{pressione cinetica di riferimento}$$

- C_E – coefficiente di esposizione
- C_p – coefficiente di forma
- C_d – coefficiente dinamico

Il sito ricade nella zona 3, per la quale si ha:

- $V_{b0} = 27 \text{ m/s}$ (periodo di ritorno di 50 anni)
- $a_0 = 500 \text{ m}$
- $K_0 = 0,020 \text{ 1/s}$

Poiché l'altitudine sul livello del mare del sito ove sorgerà la costruzione è $a_s < a_0 = 500 \text{ m}$, si ottiene il seguente valore della velocità di riferimento del vento:

$$V_b = V_{b0} = 27 \text{ m/s}$$

da cui il valore della pressione cinetica di riferimento calcolato sopra.

Il coefficiente di esposizione, che dipende dall'altezza z sul suolo del punto considerato e dagli effetti locali, legati alla rugosità del terreno, alla vicinanza dalla costa ed in generale all'orografia del territorio, può essere definito con la seguente espressione:

$$C_e(z) = K_r^2 \cdot C_t \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \cdot \left[7 + c_t \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)\right] \text{ per } z \geq z_{\min}$$

$$C_e(z) = C_e(z_{\min}) \text{ per } z < z_{\min}$$

Per la classe di rugosità del terreno si è considerata quella di tipo B (Tab. 3.3.III) per la quale, trovandosi ad una distanza dal mare entro i 30 km, si hanno i seguenti parametri, corrispondenti alla III categoria di esposizione del sito (Tab.3.3.II):

$$K_r = 0,20$$

$$Z_0 = 0,10 \text{ m}$$

$$Z_{\min} = 5,00 \text{ m}$$

Nel caso in esame, poiché l'altezza massima è minore di $Z_{\min} = 5,00 \text{ m}$, risulta:

$$C_e(z) = 0,20^2 \cdot 1 \cdot \ln\left(\frac{5}{0,10}\right) \cdot \left[7 + 1 \cdot \ln\left(\frac{5,00}{0,10}\right)\right] = 1,7$$

Per quanto riguarda il coefficiente di forma C_p , si è fatto riferimento a quanto riportato nelle Istruzioni per l'applicazione del DM 14/01/2008; tali Istruzioni, per costruzioni aventi una parete con aperture di superficie $< 33\%$ di quella totale forniscono il seguente coefficiente:

$C_p = 0,8$ per elementi sopravento e $C_p = -0,4$ per superfici sottovento

Per i tetto, poiché ha una inclinazione sull'orizzontale $< 20^\circ$ risulta:

$C_{pe} = -0,4$

Per il coefficiente di pressione interna si ha:

$C_{pi} = +/-0,2$

Per quanto riguarda il coefficiente dinamico, le Norme tecniche DM 14/01/2008 suggeriscono che per le strutture ordinarie si possa considerare il valore unitario.

In definitiva si hanno i seguenti valori della pressione esterna agente:

Copertura

$p = \pm q_b \cdot C_E \cdot C_p \cdot C_d = 455 \cdot 1,70 \cdot 0,6 \cdot 1 = 464 N / mq \cong 50 daN / mq$ (vento ascendente)

$p = \pm q_b \cdot C_E \cdot C_p \cdot C_d = 455 \cdot 1,7 \cdot 1 \cdot 1 = 774 N / mq \cong +80 daN / mq$ (elementi sopravento)

$p = \pm q_b \cdot C_E \cdot C_p \cdot C_d = -455 \cdot 1,7 \cdot 0,6 \cdot 1 = 465 N / mq = 50 - daN / mq$ (elementi sottovento)

I coefficienti di combinazione per il vento risultano:

Ψ_{0j}	Ψ_{1j}	Ψ_{2j}
0,6	0,2	0,0

8.7 Sisma

La struttura oggetto di studio è caratterizzata da valori dei carichi e, quindi, delle masse molto piccoli; per completezza di calcolo è stata, comunque, considerata l'azione sismica nelle verifiche eseguite.

Si sono utilizzati i seguenti parametri:

- vita nominale $V_N = 50$ anni (NTC-08 § 2.4.1)
- classe d'uso II ($C_U = 1,0$) – (si è in copertura)

Risulta quindi un periodo di riferimento: $V_R = V_N \cdot C_U = 50 \cdot 1 = 50$ anni

Per individuare l'azione sismica in ciascuno degli stati limite considerati, ci si deve riferire alle probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} indicate nella tabella 3.2.1 delle NTC-08, riportata nella **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata..** In base alle probabilità di superamento si determinano i periodi di ritorno TR (**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**).

Tabella 3.2.1 – Probabilità di superamento P_{V_R} al variare dello stato limite considerato

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

Fig. 1 – Tabella 3.2.1 delle NTC-08, riportante le probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R per i diversi stati limite.

Nella tabella seguente, per ogni stato limite, oltre al periodo di ritorno sono indicati i corrispondenti parametri a_g , F_o , T_C^* per il sito in oggetto, individuato dalle seguenti coordinate geografiche:

- Latitudine N: = 38,808°
- Longitudine E: = 16,5945°

Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno SL

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	30	0,058	2,349	0,280
SLD	50	0,076	2,322	0,308
SLV	475	0,218	2,423	0,372
SLC	975	0,290	2,445	0,391

Si è fatto inoltre cautelativamente riferimento ad un sottosuolo di categoria D.

Per la determinazione dello spettro, si è fatto riferimento a quello elastico, considerando pertanto un fattore di struttura $q = 1$.

9 COMBINAZIONI DI CARICO

Per ciò che attiene le combinazioni di carico esposte nel presente paragrafo, si precisa che le formule presentate risultano valide per tutti gli interventi; nell'ambito del calcolo del singolo intervento saranno dettagliate le combinazioni utilizzate.

9.1 Combinazioni di carico statiche allo SLU

Le combinazioni di carico allo Stato Limite Ultimo statiche sono state ottenute secondo la seguente relazione generale:

$$F_D = \gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \sum_{i=2}^n \psi_{0i} \cdot \gamma_{Qi} \cdot Q_{ki}$$

dove:


- G_1 rappresenta i pesi propri degli elementi strutturali
- G_2 rappresenta i pesi propri degli elementi non strutturali
- Q rappresenta le azioni variabili sulla struttura
- γ_{Gi} e γ_{Qi} sono i coefficienti parziali di sicurezza
- ψ_{0i} sono i coefficienti di combinazione

9.2 Combinazione sismica allo SLV e allo SLD

Le combinazioni sismiche allo Stato Limite di Salvaguardia della Vita e di danno sono state ottenute secondo la seguente relazione generale:

$$F_D = E + G_1 + G_2 + \sum_{i=1}^n \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$$

- E rappresenta l'azione sismica
- G_1 rappresenta i pesi propri degli elementi strutturali
- G_2 rappresenta i pesi propri degli elementi non strutturali
- Q_{ki} rappresenta le azioni variabili sulla struttura
- ψ_{2i} sono i coefficienti di combinazione

 INVITALIA ATTIVITÀ PRODUTTIVE	057BORGIA-03-D-S-RC-02
	Rev. 1
	Pag. 18/73

10 Verifica di deformabilità

Per le verifiche di deformabilità si è fatto riferimento in generale a quanto riportato al punto 4.2.4.2. del DM 14/01/2008.


10.1 Spostamenti verticali – elementi delle coperture

Nel caso delle travi in acciaio della copertura, la freccia massima in campata dovuta a tutti i carichi permanenti e variabili (δ_{max}), deve essere inferiore a $L/200$, essendo L la luce della generica campata considerata; la freccia massima in campata dovuta ai soli carichi variabili (δ_2), deve essere inferiore a $L/250$, essendo L la luce della generica campata considerata.

Per la valutazione dello stato deformativo è stata presa in esame la combinazione di carico allo Stato Limite di Esercizio (combinazione rara).

Per quanto riguarda gli spostamenti orizzontali dovuti al sisma o al vento gli interventi progettati non presentano situazioni per le quali tali verifiche siano vincolanti per la funzionalità dell'opera progettata, soprattutto alla luce dei modesti valori assunti dalle azioni agenti (sisma e vento).

In ogni modo si è realizzata la verifica degli spostamenti agli SLD (§ 7.3.7.2 del DM 14-010-2008).

 ATTIVITÀ PRODUTTIVE	057BORGIA-03-D-S-RC-02
	Rev. 1
	Pag. 19/73

11 VERIFICA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI

11.1 Premessa

Si riporta di seguito la verifica degli elementi principali del manufatto in carpenteria metallica, ubicata nell'area esterna.

Per il calcolo delle sollecitazioni nelle membrature in acciaio e degli spostamenti nodali, è stato elaborato un modello tridimensionale agli elementi finiti con il programma di calcolo Nòlian – All in one della Softing srl di Roma, versione 38.

Le verifiche di resistenza sono state fatte in automatico con l'ausilio del programma Easysteel, implementato nel Nòlian; per il controllo dei risultati si rimanda ai tabulati di uscita del programma di calcolo.

Per fornire un quadro esaustivo circa la idoneità delle strutture progettate, prescindendo dalla lettura dei tabulati, si sono riportate una serie di verifiche, condotte con metodi di calcolo alternativi, finalizzate a mostrare i risultati più significativi e a validare l'attendibilità del calcolo automatico, in accordo a quanto disposto dalle Norme Tecniche al paragrafo 10.2

11.2 Trave IPE 120 (trave secondaria) – Verifica di resistenza

La seguente verifica riguarda la trave secondaria IPE 120, avente luce $L = 2,10\text{m}$ e campo $c = 0,90\text{ m}$, sulla quale si appoggeranno direttamente i pannelli della copertura.

La modesta inclinazione della copertura consente di trascurare l'azione flettente nel piano ortogonale alla trave; si ipotizza, inoltre, che la presenza dei pannelli sia tale da vincolare le travi fuori dal piano di inflessione della stessa. Le verifiche di resistenza condotte riguardano, pertanto, quelle a flessione semplice e a taglio.

Le caratteristiche geometriche e meccaniche della trave IPE 120 sono:

$A = 1.321\text{ mm}^2$, peso = $10,4\text{ daN/m}$, $W_{pl} = 60,73 \times 10^3\text{ mm}^3$, $J = 317,8 \times 10^4\text{ mm}^4$

La resistenza di calcolo a flessione retta della sezione risulta:

$$M_{c,Rd} = \frac{W_{pl} \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}} = \frac{60,73 \cdot 275}{1,05 \cdot 10^3} = 15,9\text{ kNm}$$

La resistenza di calcolo a taglio risulta:

$$V_{c,Rd} = \frac{A_v \cdot f_{yk}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = \frac{631 \cdot 275}{\sqrt{3} \cdot 1,05 \cdot 10^3} = 95 \text{ kN}$$

dove A_v è l'area resistente a taglio che per profilati HE, caricati nel piano dell'anima, risulta:

$$A_v = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f = 1.321 - 2 \cdot 64 \cdot 6,3 + (4,4 + 2 \cdot 7) \cdot 8 = 631 \text{ mm}^2$$

Per il calcolo delle sollecitazioni si è considerato lo schema di trave appoggiata agli estremi.

La combinazione dei carichi considerata risulta:

$$F_d = 1,3 \cdot (G_{k1} + G_{k2}) + 1,5 \cdot (Q_{km} + 0,5 \cdot Q_{kn})$$

I valori caratteristici agenti sulla trave risultano:

$$p_k = \text{peso} + G \times c = 10,4 + 20 \times 0,90 = 28,4 \text{ daN/m}$$

$$q_k = Q_k \times c = (50+25) \times 0,90 = 67,5 \text{ daN/m}$$

I valori di calcolo, allo SLU, risultano:

$$p_d = 30 \times 1,3 = 40 \text{ daN/m}$$

$$q_d = 67,5 \times 1,5 = 105 \text{ daN/m}$$

Il momento flettente in mezzzeria, per uno schema di trave appoggiata, risulta:

$$M_{sd} = \frac{(40 + 105) \cdot 2,10^2}{8} = 80 \text{ daNm} = 0,8 \text{ KNm}$$

Nella stessa sezione, agisce un valore di taglio $V_{sd} = 0 \text{ kN}$

Poiché ci troviamo nel caso in cui $V_{sd} = 0 \text{ kN} < 0,5 \times V_{c,Rd} = 47,5 \text{ kN}$ si può trascurare l'influenza del taglio sulla resistenza a flessione della sezione.

Risulta $M_{c,Rd} = 15,9 \text{ kNm} > M_{sd} = 0,8 \text{ kNm}$ e pertanto la verifica è soddisfatta.

Il taglio massimo risulta:

$$V_{sd} = \frac{p \cdot L}{2} = \frac{(40 + 105) \cdot 2,10}{2} = 153 \text{ daN} = 1,6 \text{ kN}$$

Risulta $V_{c,Rd} = 95 \text{ kN} > V_{sd} = 1,6 \text{ kN}$ e pertanto la verifica è soddisfatta.

11.3 Trave IPE 120 (trave secondaria) – Verifica degli spostamenti

La freccia elastica dovuta ai carichi totali è stata valutata nella combinazione rara, considerando la manutenzione come azione variabile principale (a vantaggio di sicurezza).

Risulta:

$$f_{el} = \frac{5 \cdot (p + q) \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot J} = 0,04 \text{ cm} < \frac{L}{200} = 1,05 \text{ cm}$$

La freccia elastica dovuta ai soli carichi variabili risulta:

$$f_{el} = \frac{5 \cdot q \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot J} = 0,03 \text{ cm} < \frac{L}{250} = 0,84 \text{ cm}$$

Le verifiche sono soddisfatte.

11.4 Trave IPE 120 (trave secondaria) – Verifica della stabilità flessione torsionale

Anche se la presenza dei pannelli di copertura è tale da vincolare le travi fuori dal piano di inflessione della stessa, a vantaggio di sicurezza si è voluta eseguire la verifica relativa alla instabilità flessione – torsionale secondo la formula:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$

dove con M_{Ed} si indica il momento sollecitante di progetto e con $M_{b,Rd}$ si indica il momento resistente.

Il momento resistente di progetto di una trave non controventata lateralmente (si trascura il contributo dei pannelli) va assunto pari a:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{M1}}$$

dove si ha:

χ_{LT} coefficiente di riduzione per l'instabilità flessione torsionale.

Per profili laminati il coefficiente di riduzione può essere determinato nel modo seguente:

$$\chi_{LT} = \frac{1}{f} \cdot \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2 \cdot \beta}}$$

Deve risultare:

$$\chi_{LT} \leq 1$$

$$\chi_{LT} \leq \frac{1}{\bar{\lambda}_{LT}^2} \cdot \frac{1}{f}$$

$$\Phi_{LT} = 0,5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - \bar{\lambda}_{LT0}) + \beta \cdot \bar{\lambda}_{LT}^2 \right]$$

Il coefficiente di snellezza adimensionale $\bar{\lambda}_{LT}$ è dato dalla formula

$$\lambda_{LT} = \sqrt{\frac{W_Y \cdot f_{YK}}{M_{CR}}}$$

in cui M_{cr} è il momento critico elastico di instabilità torsionale.

Il fattore di imperfezione α_{LT} vale, per la trave IPE120, 0.34.

Il valore del momento resistente $M_{b,Rd}$, relativo alle travi IPE 120, aventi luce $L = 2,10$ m, eseguito con l'ausilio di un foglio elettronico, risulta:

$$M_{b,Rd} = 12 \text{ kNm} (\chi_{LT} = 0,755)$$

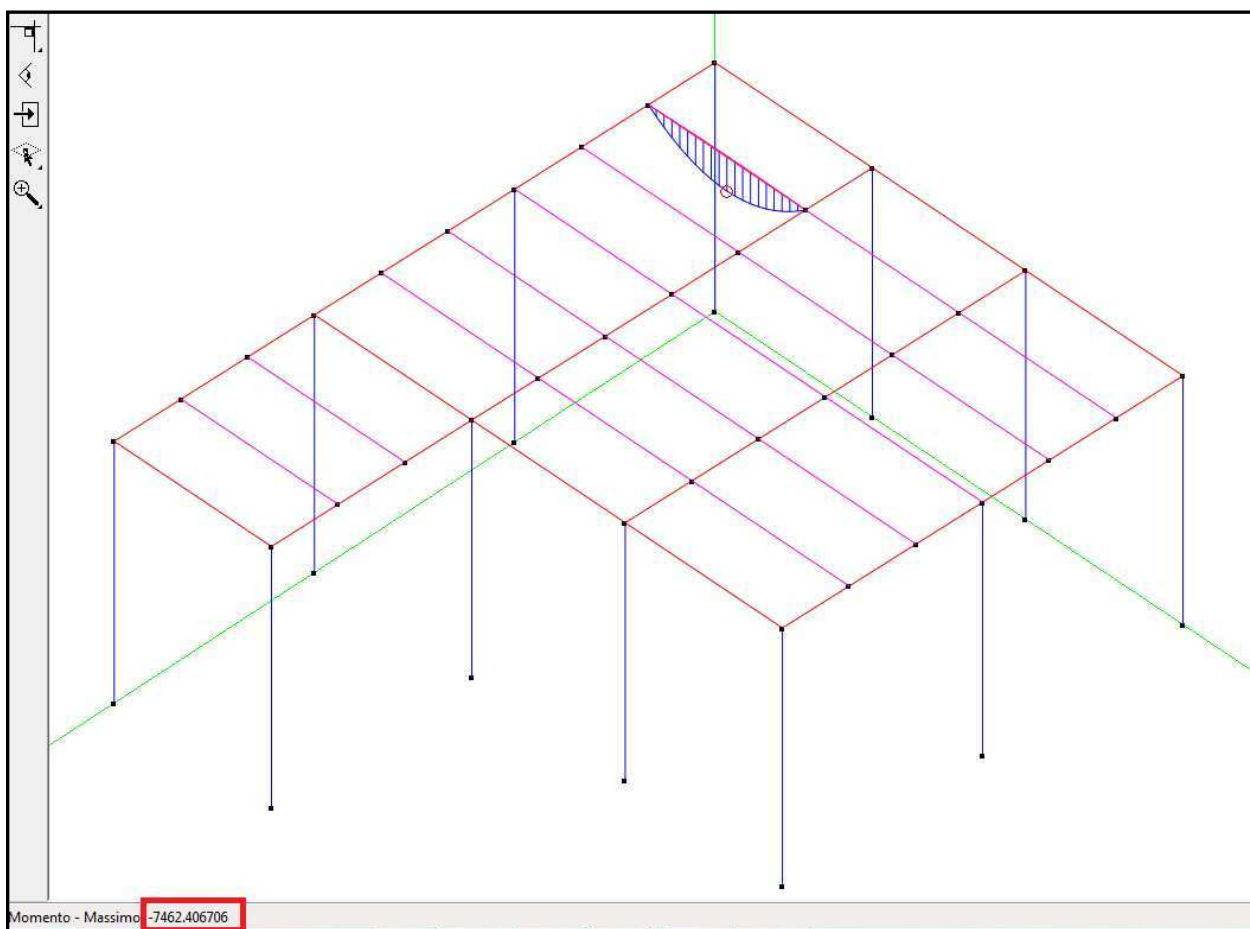
Poiché risulta $M_{sd} = 0,8 \text{ kNm} < M_{b,Rd} = 12 \text{ kNm}$, la verifica è soddisfatta.

11.5 Validazione del modello

L'immagine sottostante riporta il diagramma di involuppo del momento flettente con il valore massimo (in basso a sinistra) calcolato dal programma, nella sezione della mezzeria di una delle travi secondarie, nella medesima combinazione dei carichi utilizzata per la verifica di cui al paragrafo precedente; nello specifico, il momento flettente risulta:

$$M_z = 7.462 \text{ daNcm} = 0,8 \text{ kNm}$$

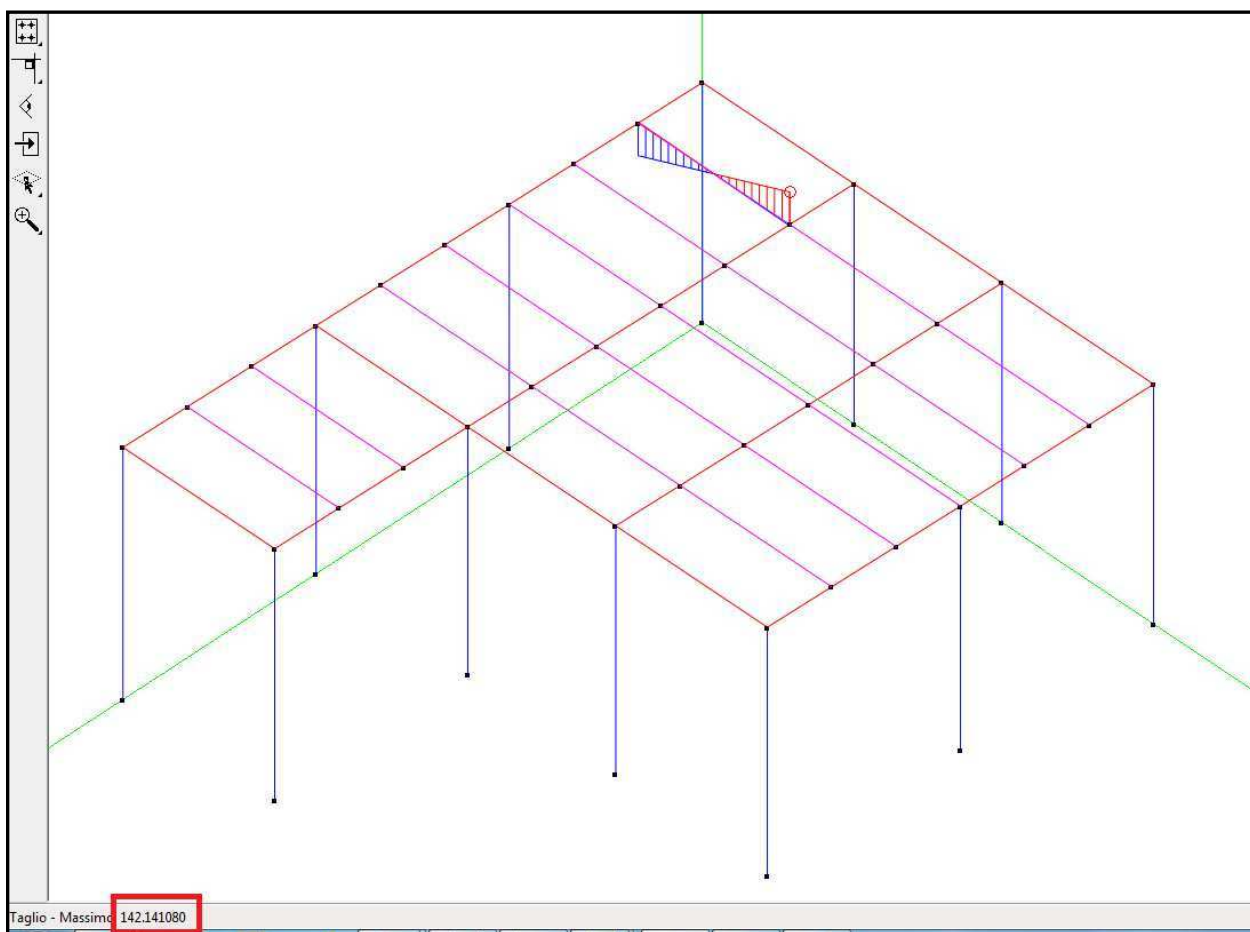
Tale valore è praticamente uguale al valore ricavato analiticamente ($M_{sd} = 0,8 \text{ kNm}$).



L'immagine sottostante riporta il diagramma di inviluppo del taglio con il valore massimo (in basso a sinistra) calcolato dal programma, nella sezione all'appoggio della trave, nella medesima combinazione dei carichi; nello specifico, il taglio risulta:

$$T_y = 142 \text{ daN}$$

Tale valore è confrontabile con il valore ricavato analiticamente (162 daN)

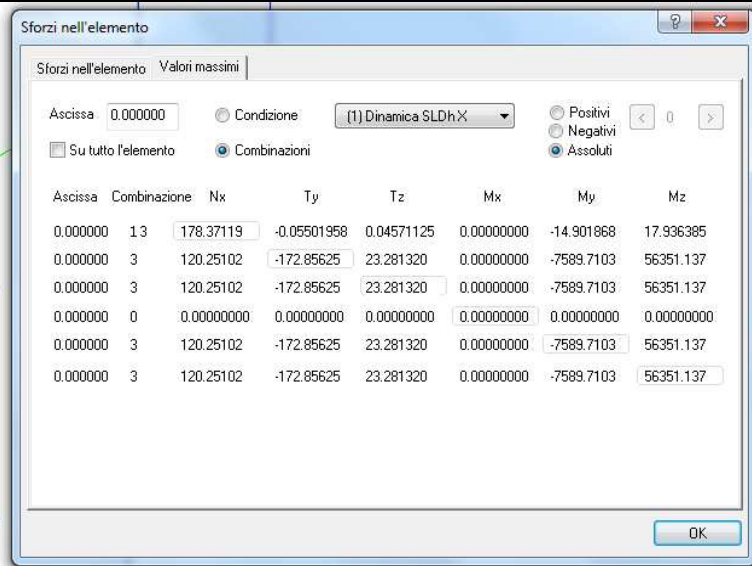


Le verifiche eseguite validano pertanto i risultati del programma.

11.6 Verifica degli attacchi delle colonne

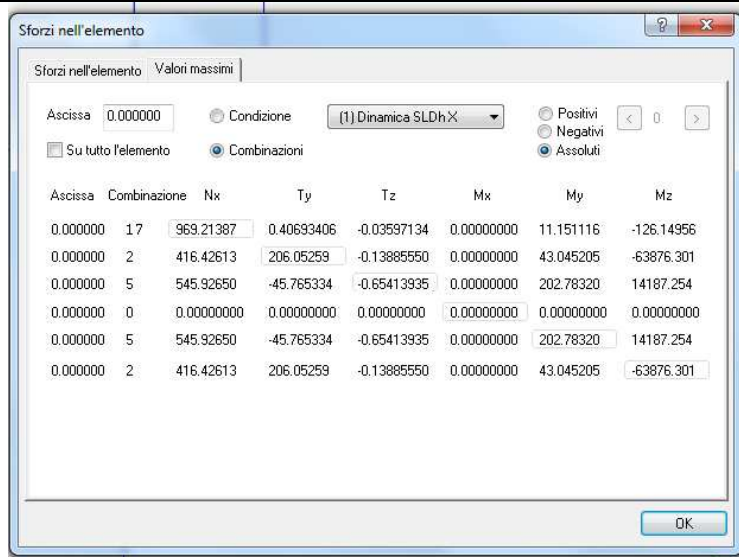
Si riporta di seguito la verifica relativa ai collegamenti tra le colonne in acciaio e la soletta di fondazione in cemento armato.

La verifiche hanno riguardato gli elementi più sollecitati; in particolare si è considerata la colonna disposta sugli allineamenti 4-C (elemento 76) e la colonna disposta sugli allineamenti 1-B (elemento 31). Si riportano di seguito le caratteristiche delle sollecitazioni nella sezione al piede.



Ascissa	Combinazione	Nx	Ty	Tz	Mx	My	Mz
0.000000	13	178.37119	-0.05501958	0.04571125	0.00000000	-14.901868	17.936385
0.000000	3	120.25102	-172.85625	23.281320	0.00000000	-7589.7103	56351.137
0.000000	3	120.25102	-172.85625	23.281320	0.00000000	-7589.7103	56351.137
0.000000	0	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000
0.000000	3	120.25102	-172.85625	23.281320	0.00000000	-7589.7103	56351.137
0.000000	3	120.25102	-172.85625	23.281320	0.00000000	-7589.7103	56351.137

Elemento 76

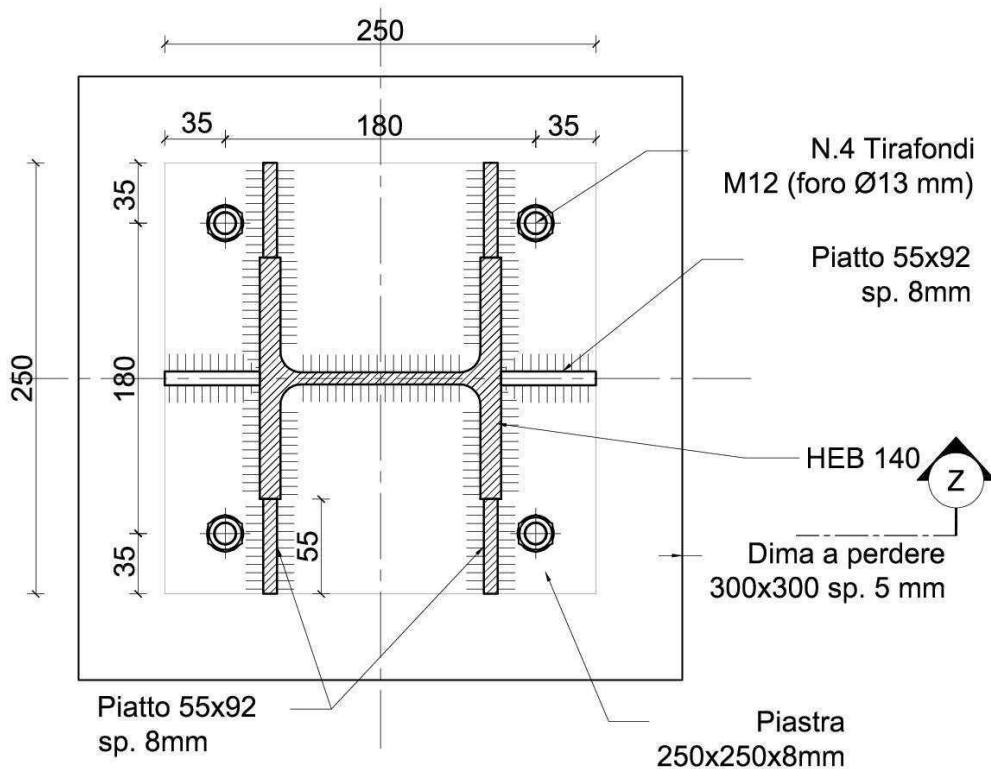


Ascissa	Combinazione	Nx	Ty	Tz	Mx	My	Mz
0.000000	17	969.21387	0.40693406	-0.03597134	0.00000000	11.151116	-126.14956
0.000000	2	416.42613	206.05259	-0.13885550	0.00000000	43.045205	-63876.301
0.000000	5	545.92650	-45.765334	-0.65413935	0.00000000	202.78320	14187.254
0.000000	0	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000
0.000000	5	545.92650	-45.765334	-0.65413935	0.00000000	202.78320	14187.254
0.000000	2	416.42613	206.05259	-0.13885550	0.00000000	43.045205	-63876.301

Elemento 31

Gli sforzi assiali positivi sono quelli di compressione.

Il collegamento delle colonne HEB 140 alla fondazione prevede una piastra di base a forma rettangolare di dimensioni 250x250 e spessore pari a 8 mm.



Il collegamento è garantito da 4 barre filettate M12, disposte simmetricamente rispetto alla colonna.

Il collegamento tra il profilo HEB 140 della colonna e la piastra di base verrà realizzato mediante saldatura a completo ripristino della sezione.

Al fine di garantire una maggior rigidità della piastra di base e la formazione di un vincolo di incastro, verranno saldati sulla piastra di base opportuni irrigidimenti metallici dello spessore pari a 8 mm.

11.6.1.1 Verifica della capacità portante del giunto

La resistenza di progetto del giunto (secondo l'appendice L dell'Eurocodice 3), risulta:

$$f_j = \beta_j \cdot k_j \cdot f_{cd} = \frac{2}{3} \cdot 1 \cdot 16,46 = 10,97 \text{ N / mmq}$$

dove:

β_j – è il coefficiente di giunto. Può essere assunto pari a 2/3 purché la resistenza caratteristica della malta non sia inferiore a 0,2 volte la resistenza caratteristica del calcestruzzo della fondazione e lo spessore della malta non sia maggiore di 0,2 volte la larghezza minima della piastra di acciaio

f_{cd} – è il valore di progetto della resistenza a compressione del calcestruzzo

k_j – è il coefficiente di concentrazione; in prima approssimazione può essere assunto pari ad 1

La larghezza c della zona di contatto aggiuntiva viene determinata secondo la seguente relazione:

$$c \leq t \cdot \left[\frac{f_{yk}}{3 \cdot f_i \cdot \gamma_{M0}} \right]^{0,5} = 8 \cdot \left[\frac{275}{3 \cdot 10,97 \cdot 1,05} \right]^{0,5} = 22,56 \text{ mm} \cong 22 \text{ mm}$$

La formula deriva dalla semplice verifica a flessione dello sbalzo c della flangia; ponendosi a favore di sicurezza si è posto $c = 22 \text{ mm}$.

La verifica è stata fatta considerando le seguenti coppie di sollecitazioni:

	N [kN]	Mz [kNm]
1	1,2	5,7
2	4,2	6,4

Poiché la verifica è eseguita allo stato limite ultimo, si procede determinando la resistenza a trazione dei bulloni M12 di classe 8.8:

$$F_{t,Rd} = n \cdot \frac{0,9 \cdot f_{tb} \cdot A_{res}}{\gamma_{M2}} = 2 \cdot \frac{0,9 \cdot 800 \cdot 84,3}{1,25} = 2 \cdot 48,56 = 97,12 \text{ kN}$$

Per determinare la risultante delle compressioni sul basamento in cemento armato è sufficiente imporre l'equilibrio alla traslazione verticale:

$$C_{rd} = N_{sd} + F_{t,Rd} = 4,2 + 97,12 = 98,32 \text{ kN}$$

Gli sforzi che equilibrano la risultante delle compressioni C sono distribuiti su una altezza pari a:

$$x = \frac{C_{rd}}{b_{eff} \cdot \alpha \cdot f_j} = \frac{98,32 \cdot 10^3}{184 \cdot 0,85 \cdot 10,97} = 57,28 \text{ mm}$$

dove:

$b_{eff} = b + 2c$ – larghezza della zona di contatto efficace

eseguendo l'equilibrio alla rotazione, rispetto al baricentro dei tirafondi, si ha:

$$M_{Rd} = C_{rd} \cdot y_2 - N_{sd} \cdot y_1 = (98,32 \cdot 168 - 1,2 \cdot 105) \cdot 10^{-3} = 16,4 \text{ kNm} > M_{sd} = 5,7 \text{ kNm}$$

Per l'altra combinazione si ha:

$$M_{Rd} = 16,5 \text{ kNm} > M_{sd} = 6,4 \text{ kNm}$$

Tutte le verifiche sono ampiamente soddisfatte.

11.6.1.2 Verifica a flessione della piastra

La piastra deve essere verificata a flessione rispetto al momento indotto dalle pressioni del calcestruzzo e, in secondo luogo, per il momento flettente dovuto ai tirafondi.

Si fa notare che avendo rispettato la larghezza efficace massima c , la piastra risulta automaticamente verificata nei confronti della flessione dovuta alle pressioni del calcestruzzo; bisogna eseguire la verifica relativa al momento indotto dai tirafondi.

Verifica del posizionamento dei tirafondi

Distanze dalle estremità

$$e_1 \geq 1,2 \cdot d_0 \Rightarrow 35mm \geq (1,2 \cdot 13) = 15,6mm$$

$$e_1 \leq 40mm + 4 \cdot t_{\min} \Rightarrow 35mm \leq 40 + 4 \cdot 8 = 72mm$$

$$e_2 \geq 1,2 \cdot d_0 \Rightarrow 35mm \geq (1,2 \cdot 13) = 15,6mm$$

$$e_2 \leq 40mm + 4 \cdot t_{\min} \Rightarrow 35mm \leq 40 + 4 \cdot 80 = 72mm$$

I tirafondi hanno una resistenza pari a:

$$F_{t,Rd} = 97,12kN$$

Questa forza, applicata a 20 mm dalla sezione all'incastro con la colonna, determina un momento flettente $M_{sd} = 97,12 \cdot 10^{-3} \cdot (20) = 1,9kNm$

Le caratteristiche geometriche della sezione all'incastro considerando il contributo di un piatto irrigidente (1 piatto alto 9,2 cm e con spessore $s = 0,8$ cm) sono:

$$W_{sup} = 22,1 \text{ cm}^3$$

$$W_{inf} = 83,4 \text{ cm}^3$$

La tensione massima agente nella sezione all'incastro è pari a:

$$\sigma_{s,\max} = \frac{M}{W_{sup}} = \frac{1,9 \cdot 10^6}{22,1 \cdot 10^3} = 86 \frac{N}{mm^2} < f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_{Mo}} = \frac{275}{1,05} = 261 \frac{N}{mm^2}$$

La verifica è soddisfatta.

11.6.1.3 Verifica dell'ancoraggio dei tirafondi

La resistenza tangenziale di aderenza di calcolo del calcestruzzo vale:

$$f_{bd} = \frac{2,25 \cdot \eta \cdot f_{ctk}}{\gamma_c} = \frac{2,25 \cdot 1 \cdot 1,94}{1,5} = 2,91 N / mmq$$

ove si è considerato il caso di armature molto addensate.

La lunghezza di ancoraggio minima della singola barra risulta:

$$l_{\min} = \frac{F_{td}}{\pi \cdot \phi \cdot f_{bd}} = \frac{48,56 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 12 \cdot 2,91} = 442mm$$

Poiché è richiesto un valore elevato, rispetto all'altezza della soletta, per garantire l'ancoraggio si è scelto di adottare dei tirafondi muniti di piastra di estremità in grado di trasmettere la trazione

mediante la compressione del calcestruzzo; in particolare, si è applicata un piatto circolare di 100 mm di diametro.

L'area della piastra risulta:

$$A_c = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4} = 7.737 \text{ mm}^2$$

La resistenza a compressione del calcestruzzo sarà:

$$A_c \cdot f_{cd} = 7.737 \cdot 18,67 \cdot 10^{-3} = 144 \text{ kN} > F_{td} = 48,56 \text{ kN}$$

La verifica è soddisfatta.

12 DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO

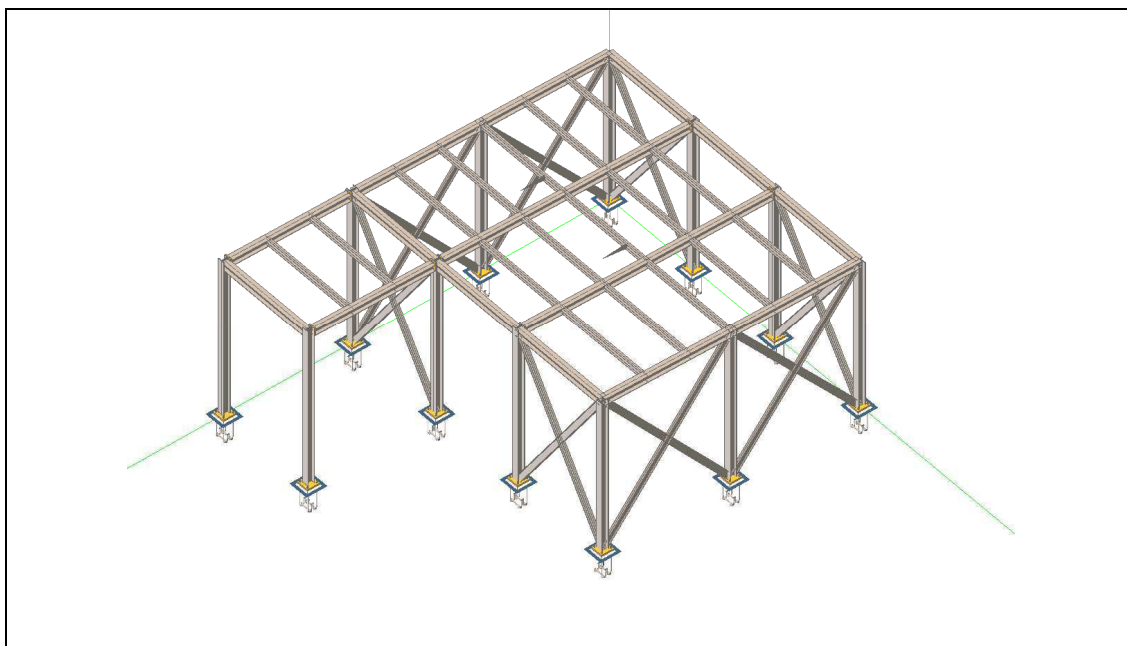
12.1 Premessa

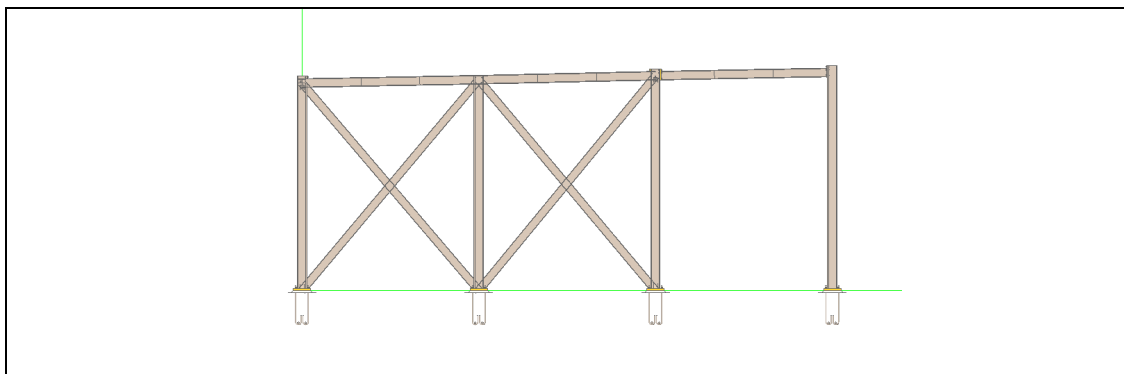
Per il calcolo delle sollecitazioni nelle membrature in acciaio e degli spostamenti nodali, è stato elaborato un modello tridimensionale agli elementi finiti con il programma di calcolo Nòlian All in One, della Softing srl di Roma, versione 38.

Le verifiche di resistenza sono state fatte in automatico con l'ausilio del programma Easysteel.

Nella prima parte della relazione si sono eseguiti i controlli finalizzati alla validazione del modello, come previsto nel paragrafo 10.2 delle Norme Tecniche.

Vista la semplicità della struttura si è eseguita una sola elaborazione, della quale si riportano di seguito alcune immagini del modello solido.





Tutte le travi e le colonne sono state modellate con elementi “trave”, atti a trasmettere forze assiali, di taglio e di momento; i controventi sono stati modellati come elementi “asta”, atti a trasmettere solo forze assiali.

Le colonne sono state incastrate alla base; le travi dei telai principali sono state modellate come travi continue su più appoggi; le travi secondarie hanno collegamenti a cerniera.

La modellazione dei controventi è stata fatta ricorrendo a profili IPE 120 ($A = 13,21 \text{ cm}^2$) in luogo degli angolari accoppiati 60x60x6 ($13,82 \text{ cm}^2$) previsti da progetto.

Il programma di analisi strutturale ad elementi Nòlian (NOn – Llinear ANalysis), unitamente ai vari post-processor, è prodotto dalla Softing di Roma, certificata ISO 9002.

Tale programma dispone di una libreria di elementi assai vasta e può effettuare anche analisi non lineari, per non linearità sia geometriche che del materiale.

Definita la geometria della struttura (lunghezza e dimensioni trasversali di ogni elemento) vengono assegnate le caratteristiche dei materiali utilizzati globalmente dal programma:

modulo E = modulo di elasticità

modulo G = modulo di elasticità tangenziale

modulo ν = coefficiente di Poisson

modulo K = modulo di Winkler (per le fondazioni)

Vengono inoltre assegnati i valori dei carichi verticali, permanenti ed accidentali, delle masse strutturali, dell'accelerazione sismica di progetto e delle direzioni lungo cui si assume il propagarsi del sisma orizzontale.

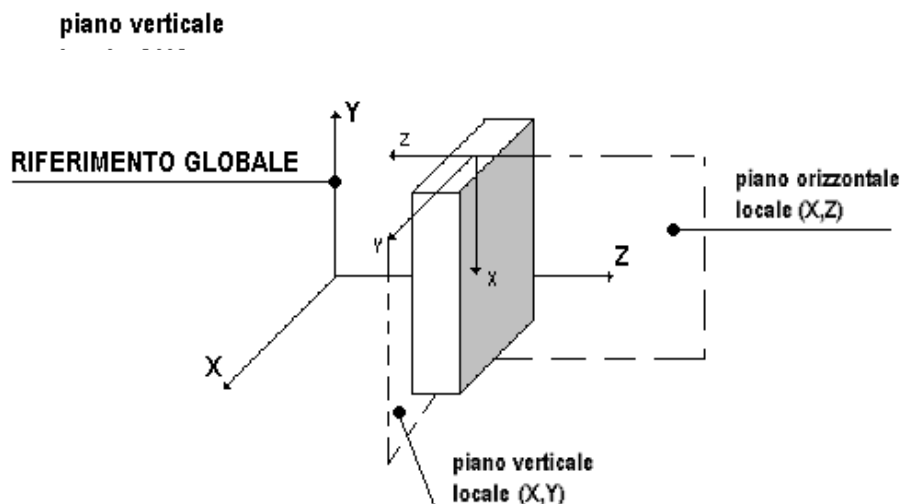
Gli ulteriori dati di ingresso riguardano le caratteristiche elastiche di elementi particolari costituenti la struttura (esempio elementi piani, ecc..) e l'assegnazione dei vincoli esterni, ossia l'eliminazione dei gradi di libertà dei nodi vincolati. Ad ogni elemento, vengono assegnate le varie condizioni di carico, relative ai carichi permanenti ed accidentali (variabili); le masse strutturali sono assegnate in modo automatico.

Inseriti i dati, il programma effettua l'analisi strutturale considerando la struttura in campo elastico lineare (ovvero non lineare qualora richiesto), determinando così, per ogni condizione di carico, i valori degli spostamenti nodali (T_x , T_y , T_z), delle rotazioni nodali (R_x , R_y , R_z) ed i valori delle caratteristiche di sollecitazione.

- Per gli elementi lineari, ad esempio, sono determinate le seguenti sollecitazioni:
- sforzo assiale T_x (col segno positivo se di compressione)
- sforzi di taglio T_y , T_z (col segno positivo se la risultante delle forze che precedono una sezione è rivolta verso il basso)
- momenti flettenti M_y , M_z (col segno positivo se tendono le fibre superiori)
- momenti torcenti M_x

Tutti gli sforzi, elemento per elemento, sono assegnati in un sistema di riferimento locale, ovvero un sistema di riferimento associato ad ogni elemento secondo gli schemi che seguono:

ELEMENTI SUB-ORIZZONTALI - Riferimento locale



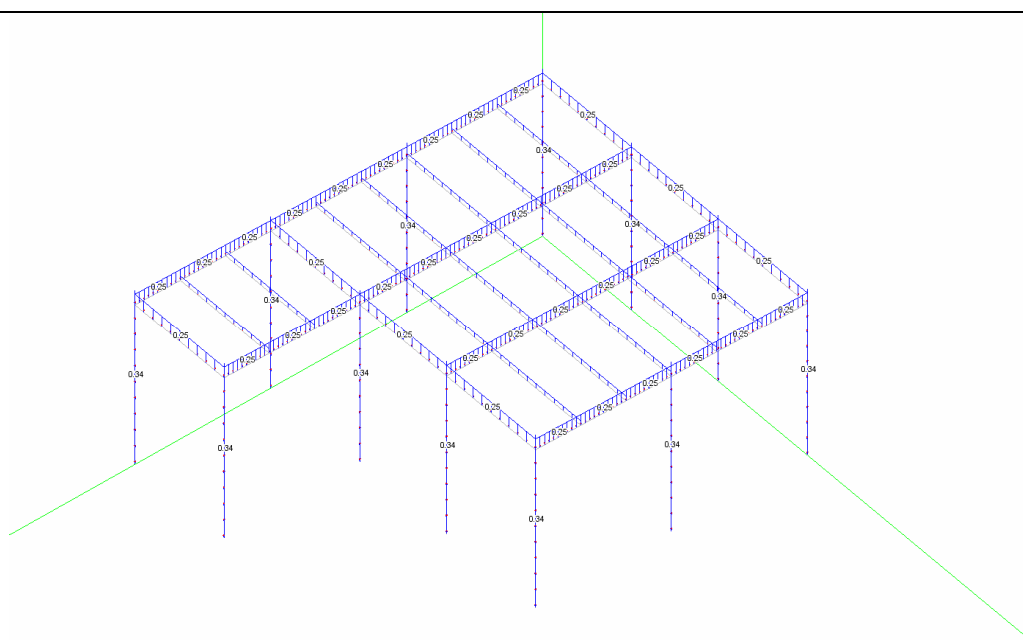
ELEMENTI VERTICALI - Riferimento locale

12.2 Risultati eseguiti in automatico

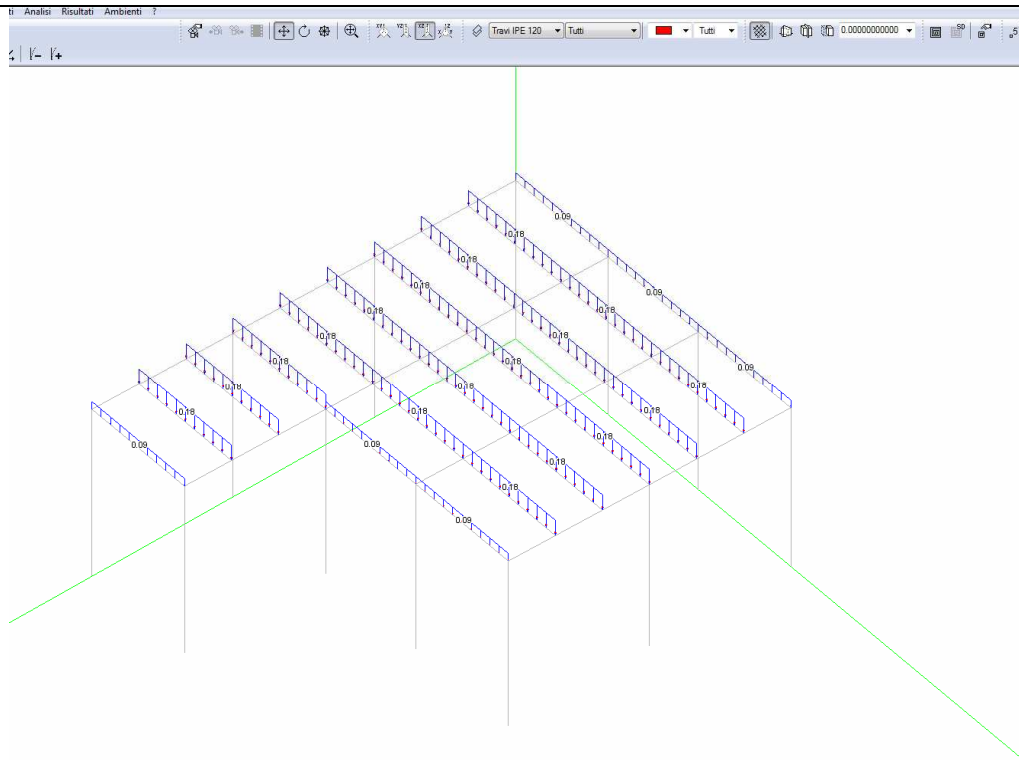
Si riportano di seguito alcune indicazioni, supportate dalle immagini, relative alla elaborazione eseguita. Sono riportati, in particolare, i diagrammi dei carichi utilizzati.

Nel modello si sono inseriti i seguenti carichi:

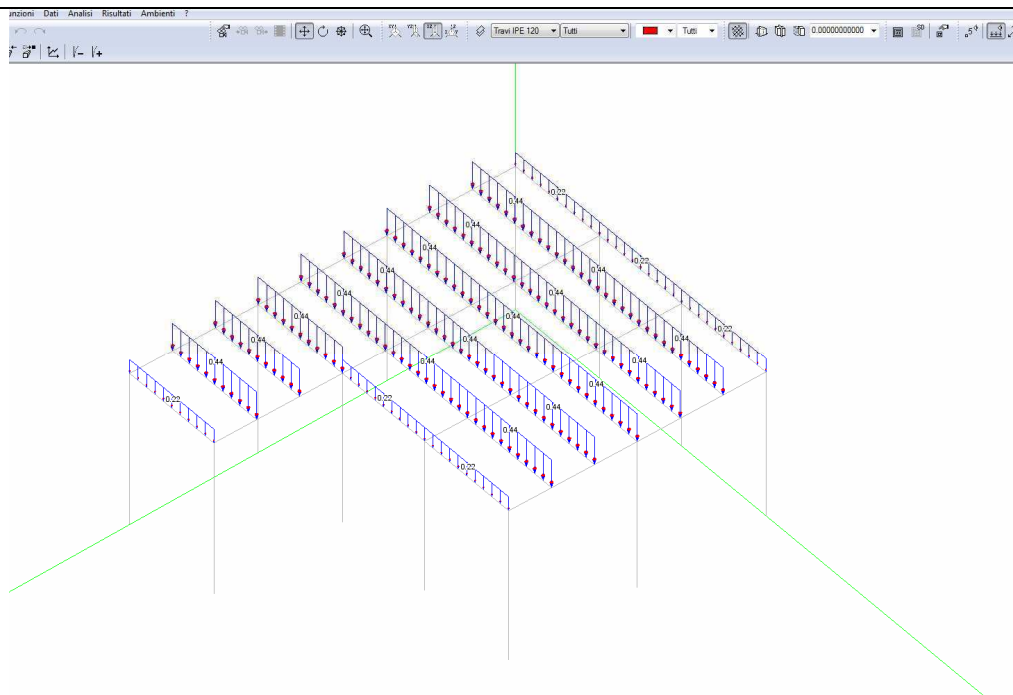
- Peso proprio
- Pannelli
- Neve/manutenzione (stesso valore caratteristico)
- Vento ascendente



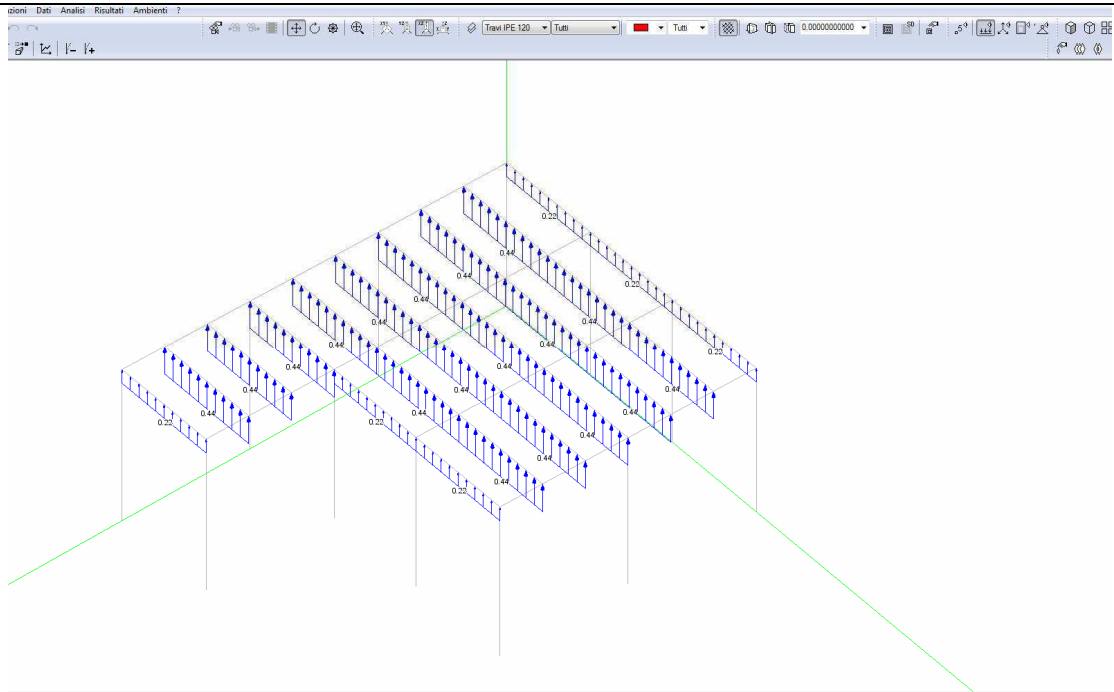
Peso proprio



Pannelli



Neve/manutenzione



Vento ascendente

12.3 Validazione dei dati Input relativi al sisma

Si riporta di seguito un controllo finalizzato alla verifica dei parametri sismici ottenuti dal programma utilizzato attraverso il confronto con i corrispondenti valori, ottenuti con il programma “Spettri – NTC ver. 1.03”.

Di seguito la tabella relativa al programma “spettri”

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_C^* [s]
SLO	30	0,058	2,349	0,280
SLD	50	0,076	2,322	0,308
SLV	475	0,218	2,423	0,372
SLC	975	0,290	2,445	0,391

Si riportano di seguito i valori ricavati dal programma.

SPETTRI DI RISPOSTA

SLDh

fattore q automatico	NO
Dir. azione sismica	orizzontale
regolare in pianta	NO
regolare in altezza	NO
numero di intervalli	32
materiale struttura	Acciaio
forma dello spettro	Elastico
categoria del suolo	Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure poco coesivi da poco a mediamente consistenti
classe di duttilità	Bassa
categoria topografica	T1
normativa	DM 2008
zona sismica	I
classe d'uso	2
tipo di stato limite	SLD
durata totale	2.00
smorzamento	5.00
fattore q utente	1.00
f_0	2.32
A_g/g	0.08
T_C^*	0.31
longitudine	16.59

latitudine	38.81
Pv	0.63
Vr	50.00
Tr	50.29

periodo risposta

0.00000	1.80000
0.06452	2.46084
0.12903	3.12168
0.19355	3.78252
0.23205	4.17687
0.32258	4.17687
0.38710	4.17687
0.45161	4.17687
0.51613	4.17687
0.58065	4.17687
0.64516	4.17687
0.69615	4.17687
0.77419	3.75579
0.83871	3.46688
0.90323	3.21925
0.96774	3.00463
1.03226	2.81684
1.09677	2.65115
1.16129	2.50386
1.22581	2.37208
1.29032	2.25347
1.35484	2.14617
1.41935	2.04861
1.48387	1.95954
1.54839	1.87790
1.61290	1.80278
1.67742	1.73344
1.74194	1.66924
1.80645	1.60962
1.87097	1.55412
1.93548	1.47912
2.00000	1.38523

SLVh

fattore q automatico	NO
Dir. azione sismica	orizzontale
regolare in pianta	NO
regolare in altezza	NO
numero di intervalli	32

 ATTIVITÀ PRODUTTIVE	057BORGIA-03-D-S-RC-02
	Rev. 1
	Pag. 38/73

materiale struttura	Acciaio
forma dello spettro	Inelastico
categoria del suolo	Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure poco coesivi da poco a mediamente consistenti
classe di duttilità	Bassa
categoria topografica	T1
normativa	DM 2008
zona sismica	I
classe d'uso	2
tipo di stato limite	SLV
durata totale	2.47
smorzamento	5.00
fattore q utente	1.00
f0	2.42
Ag/g	0.22
Tc*	0.37
longitudine	16.59
latitudine	38.81
Pv	0.10
Vr	50.00
Tr	474.56

periodo risposta

0.00000	1.60815
0.07973	2.32800
0.15945	3.04784
0.25344	3.89647
0.31890	3.89647
0.39863	3.89647
0.47835	3.89647
0.55808	3.89647
0.63781	3.89647
0.71753	3.89647
0.76032	3.89647
0.87698	3.37815
0.95671	3.09664
1.03643	2.85843
1.11616	2.65426
1.19589	2.47731
1.27561	2.32248
1.35534	2.18586
1.43506	2.06442
1.51479	1.95577
1.59451	1.85798

1.67424	1.76951
1.75397	1.68907
1.83369	1.61564
1.91342	1.54832
1.99314	1.48638
2.07287	1.42922
2.15259	1.37628
2.23232	1.32713
2.31205	1.28137
2.39177	1.23865
2.47150	1.19870

Come è possibile rilevare attraverso il confronto dei parametri a_g , F_0 e T_c , relativi allo SLD e allo SLV, i valori sono praticamente uguali e, pertanto, è attendibile il calcolo degli spettri ricavato dal programma.

12.4 Verifiche agli SLD (§ 7.3.7.2 del DM 14-010-2008)

Per quanto riguarda gli spostamenti orizzontali dovuti al sisma, poiché trattasi di costruzioni di classe d'uso II, si è eseguita una verifica finalizzata a valutare che l'azione sismica di progetto non produca danni agli elementi costruttivi senza funzione strutturale, tali da rendere la costruzione temporaneamente inagibile.

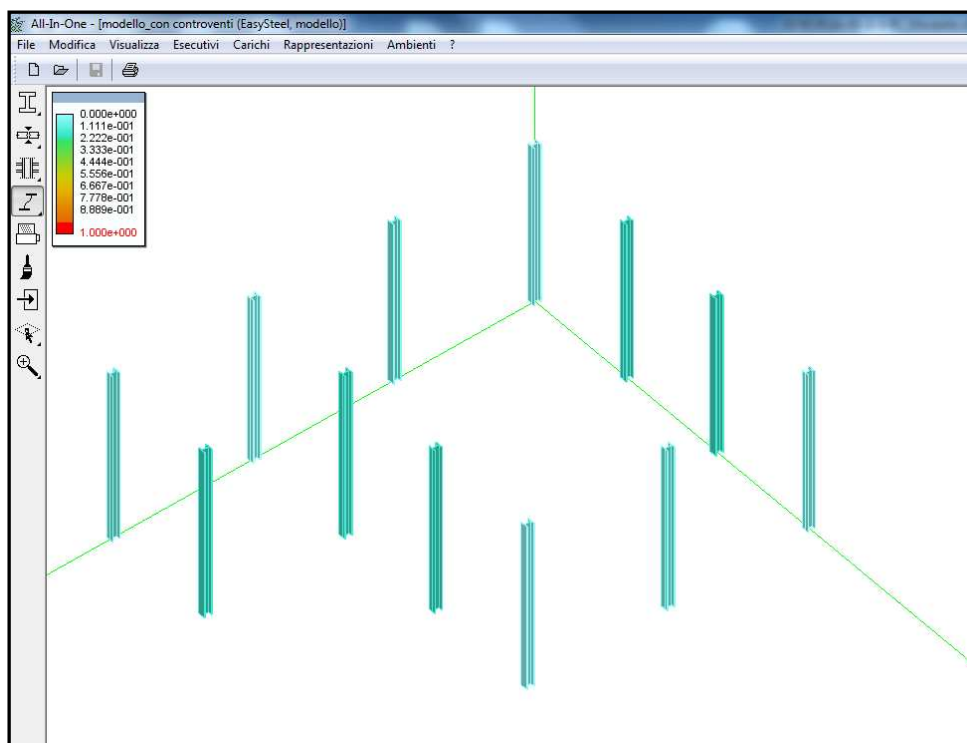
Questa condizione si potrà ritenere soddisfatta quando gli spostamenti di interpiano d_r (ovvero la differenza tra gli spostamenti del solaio superiore e inferiore) ottenuti dall'analisi in presenza dell'azione sismica di progetto relativa allo SLD siano inferiori ai seguenti limiti:

- $d_r < 0,005 h$, per edifici con tamponature collegate rigidamente alla struttura e che interferiscono con la sua deformabilità
- $d_r < 0,01 h$, per edifici con tamponature deformabili o collegate in modo da non interferire con la struttura

dove h rappresenta l'altezza del piano.

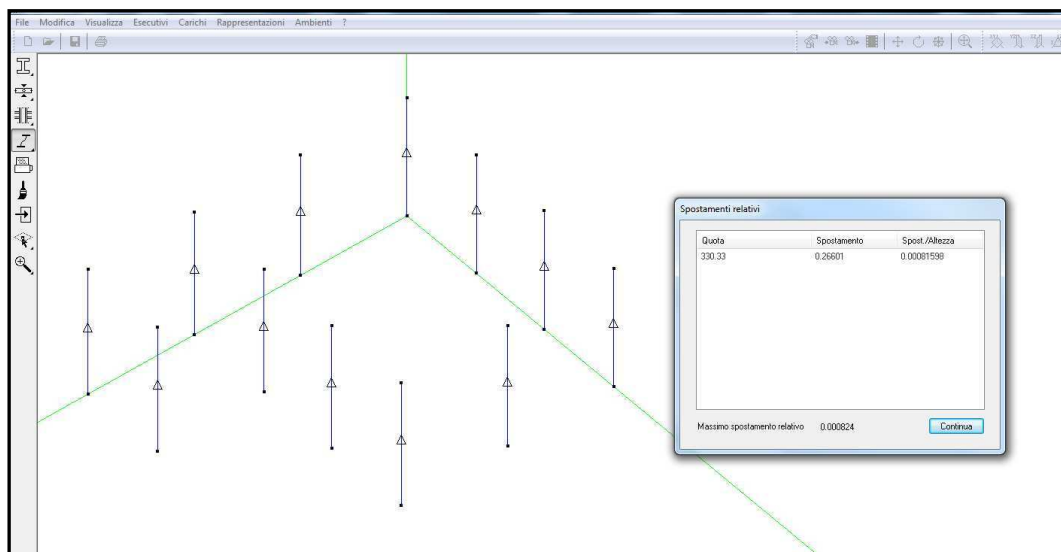
Nel caso delle strutture in esame si è considerata la limitazione $d_r < 0,005 h$.

I risultati sono riportati nel seguente diagramma a colori:



Come si evince dalla tabella in alto a sinistra, per tutti i nodi della copertura (testa pilastri) gli spostamenti relativi sono inferiori al limite imposto dalla Norma ($0,005 h$).

Il valore massimo dello spostamento relativo è pari a $0,000824 h \ll 0,0033 h$, corrispondente ad uno spostamento assoluto pari a $0,26 \text{ cm}$.



13 Soletta di fondazione

13.1 Premessa

Si riporta di seguito la verifica geotecnica relativa alla soletta di fondazione sulla quale verrà ancorato il manufatto in carpenteria metallica e verranno sistemate le macchine di pertinenza degli impianti.

Poiché le azioni trasmesse dalla struttura in carpenteria metallica sono modeste e, comunque, trascurabili rispetto ai valori nominali dei carichi delle macchine che direttamente poggeranno sul basamento, la verifica è stata fatta considerando la presenza di un carico uniformemente distribuito pari a 10 kN/mq.

13.2 Verifica della portanza del terreno

I calcoli geotecnici di verifica sono stati effettuati, in termini di stato limite, facendo riferimento alle Nuove Norme tecniche per le costruzioni (D.M. 14/01/2008).

Le verifiche di sicurezza relative agli stati limite ultimi (SLU) sono state condotte, in generale, rispettando la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

dove con E_d si indica il valore di progetto delle azione o dell'effetto dell'azione e con R_d il valore di progetto della resistenza del terreno.

La resistenza di progetto, R_d , è stata determinata in modo analitico, con riferimento al valore caratteristico dei parametri geotecnici del terreno, diviso per il valore del coefficiente parziale γ_m specificato nella successiva tabella 6.2.II e tenendo conto, ove necessario, dei coefficienti parziali γ_R specificati per ciascun tipo di opera.

Tabella 6.2.II - Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno (γ_m)

Parametro al quale applicare il coefficiente parziale		Coeff. parziale γ_m	
		M1	M2
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'} = 1,00$	$\gamma_{\varphi'} = 1,25$
Coesione efficace	c'_k	$\gamma_{c'} = 1,00$	$\gamma_{c'} = 1,25$
Resistenza non drenata	c_{uk}	$\gamma_{cu} = 1,00$	$\gamma_{cu} = 1,40$
Peso dell'unità di volume	γ	$\gamma_{\gamma} = 1,00$	$\gamma_{\gamma} = 1,00$

Le azioni di progetto, E_d , o, altresì, gli effetti delle azioni, sono valutabili a partire dalle azioni caratteristiche, moltiplicate per i coefficienti parziali γ_f (tabella 6.2.I).

Tabella 6.2.III – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

Azione	Effetto	Coeff. Parziale	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	γ_{G1}	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,3	1,0
Permanenti non strutturali	Favorevole	γ_{G2}	0	0
	Sfavorevole		1,5	1,3
Variabili	Favorevole	γ_{G2}	0	0
	Sfavorevole		1,5	1,3

Le verifiche riportate sono state condotte seguendo il secondo approccio progettuale (Approccio 2), prevedendo la seguente combinazione:

comb.1) A1 + M1 + R3

13.3 Criteri di verifica

Le verifiche sono state eseguite nei confronti dei seguenti stati limite:

- SLU di tipo geotecnico
 - o Collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno

Per le verifiche si sono utilizzate le combinazioni relative all'approccio 2, utilizzando i seguenti coefficienti:

COMB. 2 (STR/GEO)	
$\gamma_G = 1,3$	$\gamma_G = 1$ (con il sisma)
$\gamma_Q = 1,5$	$\gamma_Q = 1$ (con il sisma)
$\gamma_{\phi'} = \gamma_{c'} = 1,00$	
$\gamma_\gamma = 1,00$	
$\gamma_R = 2,3$	Verifica capacità portante
$\gamma_R = 1,1$	Verifica allo scorrimento

I valori di progetto delle sollecitazioni al piede dei singoli elementi verticali si sono ricavati dal modello di calcolo elaborato; in particolare si è fatto riferimento ad un valore di carico uniformemente distribuito pari a $Q_k = 10 \text{ kN/mq}$.

La verifica di portanza è stata eseguita tramite un foglio di calcolo contenuto nel libro “Progetti e calcoli di geotecnica con excel” - volume I, di M.Mancina, R.Nori e P.Iasiello, terza edizione.

La verifica della portanza del terreno è fatta con la teoria di Brinch - Hansen.

La formula del carico limite risulta la seguente:

$$Q_{\lim} = c_u \cdot N_c \cdot s_c \cdot i_c \cdot d_c + \gamma \cdot D \cdot N_q \cdot s_q \cdot i_q \cdot d_q + \gamma \cdot B^* \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma \cdot d_\gamma$$

dove:

c_u è la coesione non drenata

D è la profondità del piano di posa della fondazione (a favore di sicurezza è stata comunque assunta pari all'altezza delle travi di fondazione)

γ è il peso per unità di volume del terreno di fondazione

$B^* = B - 2 \cdot |e_y|$ è la larghezza equivalente della fondazione

N_c , N_q e N_γ sono i *fattori di capacità portante*, valutati come segue:

$$N_q = e^{\pi \cdot \tan \varphi} \cdot \tan^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right)$$

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \cot \varphi$$

$$N_\gamma = (N_q - 1) \cdot \tan(1,4 \cdot \varphi)$$

dove φ è l'angolo di attrito interno del terreno.

s_c , s_q e s_γ sono i *fattori di forma della fondazione*, valutati come segue:

$$s_c = 1 + 0,2 \cdot k_p \cdot \frac{B^*}{L^*}$$

$$s_q = 1 + 0,1 \cdot k_p \cdot \frac{B^*}{L^*}$$

$$s_\gamma = 1 + 0,1 \cdot k_p \cdot \frac{B^*}{L^*}$$

dove:

$$k_p = \tan^2 \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right) \text{ è il coefficiente di spinta passiva del terreno di fondazione}$$

$$L^* = L - 2 \cdot |e_y| \text{ è la lunghezza equivalente della fondazione}$$

i_c , i_q e i_γ sono i fattori di inclinazione del carico, valutati come segue:

$$i_c = i_q = i_\gamma = \left(1 - \frac{\vartheta}{\varphi}\right)^2$$

dove:

θ è l'angolo di inclinazione del terreno (nel caso in esame è nullo)

d_c , d_q e d_γ sono fattori dipendenti dal piano di posa della fondazione, valutati come segue:

$$d_c = 1 + 0,2 \cdot \sqrt{k_p} \cdot \frac{D}{B^*}$$

$$d_q = d_\gamma = 1 + 0,1 \cdot \sqrt{k_p} \cdot \frac{D}{B^*}$$

13.4 Caratteristiche dei terreni


Come riportato in premessa, per la caratterizzazione del terreno di fondazione si è fatto riferimento alla campagna di indagini geognostiche dirette, eseguita nel sito, finalizzata alla realizzazione ed al dimensionamento di geoscambiatori di calore nel sottosuolo; nell'ambito di tale attività la Ditta incaricata ha realizzato due prove SPT, ad una profondità di 1,50 m e 3,00 m, dalle quali è stato possibile ricavare le caratteristiche geotecniche dei terreni superficiali direttamente interessati dal basamento.

Si riporta di seguito una sintesi dei risultati.

13.4.1 Stratigrafia

Il sondaggio ha rilevato la seguente stratigrafia:

- da 0 a 1.7 metri - terreno vegetale e riporti a matrice sabbioso debolmente limosa, con cocci e trovanti decimetrici, colore marrone, secca, mediamente addensata - (attuale).
- da 1.7 a 10m - sabbia fine e media a tratti debolmente limosa e con trovanti ghiaiosi, colore marrone a tratti marrone chiaro, mediamente addensata, secca - (Pleistocene).
- da 10 a 12m : sabbia media e ghiaia, colore marrone chiaro, mediamente addensata, satura - (Pleistocene).
- da 12 a 100.0 m: argille siltose grigio-azzurre, localmente con sottili intercalazioni di sabbia fine e limo, molto consistenti, colore grigio e grigio scuro, umida - (Pliocene).
- La falda si rinviene a 10.0 m da p.c. ed ha uno spessore di circa 2 m.

 ATTIVITÀ PRODUTTIVE	057BORGIA-03-D-S-RC-02
	Rev. 1
	Pag. 45/73

13.4.2 Assetto geologico-tecnico

Le unità litostratigrafiche precedentemente descritte, lette in chiave geotecnica, hanno permesso di fornire il modello geologico-tecnico dei terreni, distinguendo dal p.c. (quota 0.0 m) verso il basso, le seguenti unità geologico-tecniche, per ognuna delle quali sono state descritte le caratteristiche litologiche e forniti i principali parametri geotecnici di riferimento per i calcoli strutturali.

Le prove STP realizzate in situ sono le seguenti:

SPT (1.5m): 13-11-34 - nei riporti (non attendibile);

SPT (3.0m): 8-10-12 – rappresentativa delle sabbie e sabbie e ghiaie fino alla profondità di 12.0m.

13.4.2.1 unità 1 – da 1.7 m a - 12.0 m

sabbia fine e media a tratti debolmente limosa e con trovanti ghiaiosi, colore marrone a tratti marrone chiaro, mediamente addensata, secca, passante a 10.0m a sabbia media e ghiaia, colore marrone chiaro, mediamente addensata, satura.

Parametri geotecnici medi di riferimento:

Peso di volume = 1.9 gr/cm³ (stimata)

Angolo d'attrito = 30.5° (De Mello)

Modulo Elastico = 17.2 MPa (Schmertmann)

Modulo di Taglio = 43.9 MPa (Ohta & Goto)

Modulo Edometrico = 11.4 MPa (Menzebach&Malcev)

13.4.2.1.1

13.4.2.2 unità 2 – da 12.0 m a - 100.0 m

argille siltose grigio-azzurre, localmente con sottili intercalazioni di sabbia fine e limo, molto consistenti, colore grigio e grigio scuro, umida.

Parametri geotecnici medi di riferimento:

Peso di volume = 2.0 gr/cm³ (stimata)

Coesione efficace = 30 KN/m²

Angolo d'attrito = 20.0° (De Mello)

Coesione non drenata = 150 KN/m²

Dall'analisi dei dati bibliografici si deduce che il profilo stratigrafico di riferimento è attribuibile alla categoria di sottosuolo C (C: Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento

 ATTIVITÀ PRODUTTIVE	057BORGIA-03-D-S-RC-02
	Rev. 1
	Pag. 46/73

delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < \text{NSPT} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_u < 250$ kPa nei terreni a grana fina).

Nelle analisi in presenza del sisma si è considerata comunque la categoria stratigrafica più sfavorevole (tipo D), in assenza di una specifica caratterizzazione.

Dall'analisi delle condizioni morfologiche del sito è possibile attribuire l'area di progetto alla categoria di superficie topografica T1 (T1 Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$).

13.5 Parametri utilizzati

Nella verifica della portanza del terreno sono stati inseriti i seguenti dati di input:

Azioni:

$N_g = 25 \times 11,50 \times 7,10 \times 0,30 = 612$ kN – valore del peso proprio della platea

$N_q = 10 \times 11,50 \times 7,10 = 816$ kN – peso proprio degli impianti e del manufatto

Parametri del terreno di fondazione:

Peso di volume = 1.9 kN/m³

Angolo d'attrito = 30°

Fondazioni Dirette
Verifica in tensioni efficaci

$$q_{lim} = c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot g_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_{\gamma} \cdot s_{\gamma} \cdot d_{\gamma} \cdot i_{\gamma} \cdot b_{\gamma} \cdot g_{\gamma}$$

D = Profondità del piano di appoggio

e_B = Eccentricità in direzione B ($e_B = M_b/N$)

e_L = Eccentricità in direzione L ($e_L = M_l/N$) (per fondazione nastriforme $e_L = 0$; $L^* = L$)

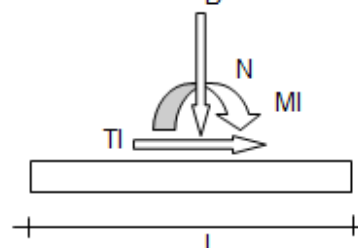
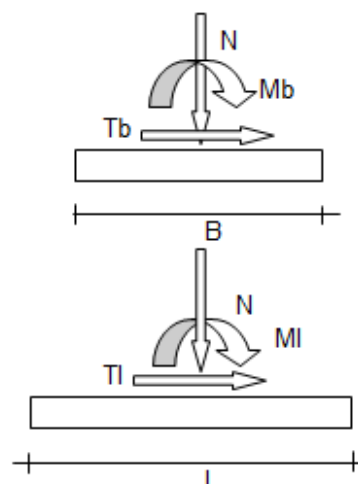
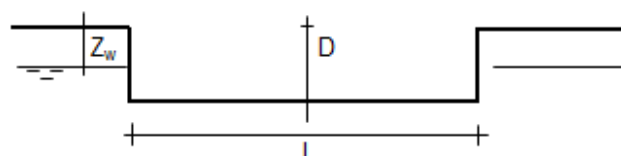
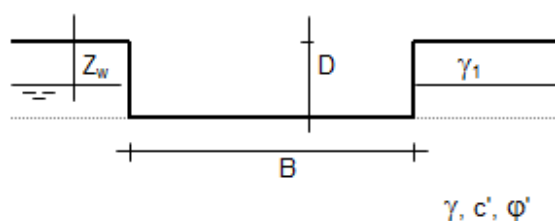
B^* = Larghezza fittizia della fondazione ($B^* = B - 2 \cdot e_B$)

L^* = Lunghezza fittizia della fondazione ($L^* = L - 2 \cdot e_L$)

(per fondazione nastriforme le sollecitazioni agenti sono riferite all'unità di lunghezza)

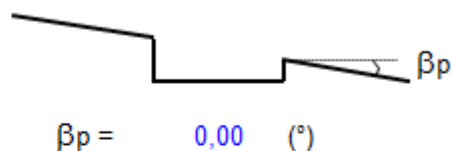
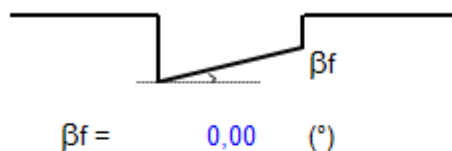
coefficienti parziali

Metodo di calcolo			azioni		proprietà del terreno		resistenze	
			permanenti	temporanee variabili	$\tan \varphi'$	c'	q_{lim}	scorr
Stato Limite Ultimo	A1+M1+R1	○	1,30	1,50	1,00	1,00	1,00	1,00
	A2+M2+R2	○	1,00	1,30	1,25	1,25	1,80	1,00
	SISMA	○	1,00	1,00	1,25	1,25	1,80	1,00
	A1+M1+R3	⊙	1,30	1,50	1,00	1,00	2,30	1,10
	SISMA	○	1,00	1,00	1,00	1,00	2,30	1,10
Tensioni Ammissibili		○	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	3,00
Definiti dal Progettista		○	1,35	1,50	1,00	1,00	1,40	1,00



(Per fondazione nastriforme $L = 100$ m)

$B = 7,10$ (m)
 $L = 11,50$ (m)
 $D = 0,30$ (m)

**AZIONI**

	valori di input		Valori di calcolo
	permanenti	temporanee	
N [kN]	612,38	816,50	2020,84
Mb [kNm]	0,00		0,00
MI [kNm]	0,00		0,00
Tb [kN]	0,00		0,00
TI [kN]	0,00		0,00
H [kN]	0,00	0,00	0,00

Peso unità di volume del terreno

$$\gamma_1 = 19,00 \text{ (kN/mc)}$$

$$\gamma = 19,00 \text{ (kN/mc)}$$

Valori caratteristici di resistenza del terreno

$$c' = 0,00 \text{ (kN/mq)}$$

$$\varphi' = 30,00 \text{ (}^\circ\text{)}$$

Valori di progetto

$$c' = 0,00 \text{ (kN/mq)}$$

$$\varphi' = 30,00 \text{ (}^\circ\text{)}$$

Profondità della falda

$$Z_w = 10,00 \text{ (m)}$$

$$e_B = 0,00 \text{ (m)}$$

$$e_L = 0,00 \text{ (m)}$$

$$B^* = 7,10 \text{ (m)}$$

$$L^* = 11,50 \text{ (m)}$$

q : sovraccarico alla profondità D

$$q = 5,70 \quad (\text{kN/mq})$$

γ : peso di volume del terreno di fondazione

$$\gamma = 19,00 \quad (\text{kN/mc})$$

N_c, N_q, N_γ : coefficienti di capacità portante

$$N_q = \tan^2(45 + \varphi'/2) \cdot e^{(\pi \cdot \tan \varphi' \cdot \tan \varphi')}$$

$$N_q = 18,40$$

$$N_c = (N_q - 1) / \tan \varphi'$$

$$N_c = 30,14$$

$$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan \varphi'$$

$$N_\gamma = 22,40$$

s_c, s_q, s_γ : fattori di forma

$$s_c = 1 + B \cdot N_q / (L \cdot N_c)$$

$$s_c = 1,38$$

$$s_q = 1 + B \cdot \tan \varphi' / L$$

$$s_q = 1,36$$

$$s_\gamma = 1 - 0,4 \cdot B / L$$

$$s_\gamma = 0,75$$

i_c, i_q, i_γ : fattori di inclinazione del carico

$$m_b = (2 + B^* / L^*) / (1 + B^* / L^*) = 1,62 \quad \theta = \arctg(T_b/T_l) = 90,00 \quad (^\circ)$$

$$m_l = (2 + L^* / B^*) / (1 + L^* / B^*) = 1,38 \quad m = 1,62 \quad (-)$$

($m=2$ nel caso di fondazione nastriforme e $m=(m_b \sin^2 \theta + m_l \cos^2 \theta)$ in tutti gli altri casi)

$$i_q = (1 - H / (N + B^* L^* c' \cotg \varphi'))^m$$

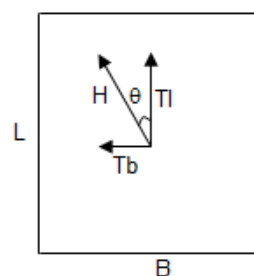
$$i_q = 1,00$$

$$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_q - 1)$$

$$i_c = 1,00$$

$$i_\gamma = (1 - H / (N + B^* L^* c' \cotg \varphi'))^{(m+1)}$$

$$i_\gamma = 1,00$$



d_c, d_q, d_γ : fattori di profondità del piano di appoggioper $D/B^* \leq 1$; $d_q = 1 + 2 D \tan \varphi' (1 - \sin \varphi')^2 / B^*$ per $D/B^* > 1$; $d_q = 1 + (2 \tan \varphi' (1 - \sin \varphi')^2) * \arctan (D / B^*)$

$$d_q = 1,01$$

$$d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan \varphi')$$

$$d_c = 1,01$$

$$d_\gamma = 1$$

$$d_\gamma = 1,00$$

 b_c, b_q, b_γ : fattori di inclinazione base della fondazione

$$b_q = (1 - \beta_f \tan \varphi')^2 \quad \beta_f + \beta_p = 0,00 \quad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$b_q = 1,00$$

$$b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan \varphi')$$

$$b_c = 1,00$$

$$b_\gamma = b_q$$

$$b_\gamma = 1,00$$

 g_c, g_q, g_γ : fattori di inclinazione piano di campagna

$$g_q = (1 - \tan \beta_p)^2 \quad \beta_f + \beta_p = 0,00 \quad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$g_q = 1,00$$

$$g_c = g_q - (1 - g_q) / (N_c \tan \varphi')$$

$$g_c = 1,00$$

$$g_\gamma = g_q$$

$$g_\gamma = 1,00$$

Carico limite unitario

$$q_{lim} = 1281,89 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Pressione massima agente

$$q = N / B^* L^*$$

$$q = 24,75 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Verifica di sicurezza capacità portante

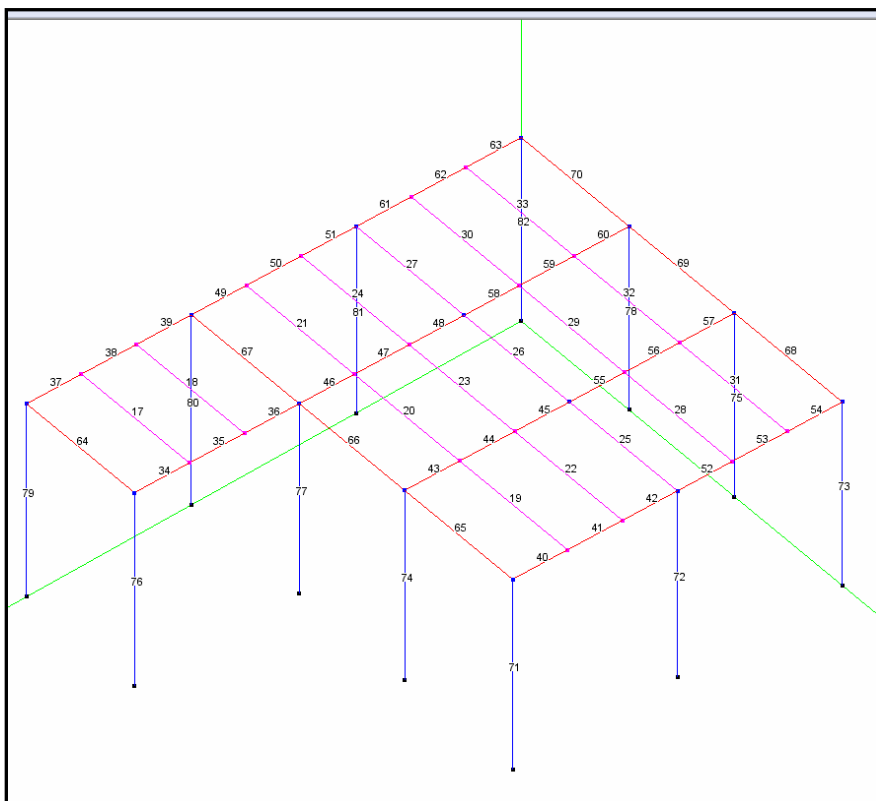
$$q_{lim} / \gamma_R = 557,34 \geq q = 24,75 \quad (\text{kN/m}^2)$$

La verifica è ampiamente soddisfatta.

14 ALLEGATI

Si riportano di seguito i tabulati di uscita del programma di calcolo che contengono le verifiche di resistenza dei profili del manufatto in acciaio.

Per agevolare la lettura si riporta una immagine con l'indicazione degli indici degli elementi.




INVITALIA

ATTIVITÀ PRODUTTIVE

057BORGIA-03-D-S-RC-02

Rev. 1

Pag. 53/73

 ATTIVITÀ PRODUTTIVE	057BORGIA-03-D-S-RC-02
	Rev. 1
	Pag. 54/73

All-In-One EWS 38 (22.07.2013) build 5306


© 2011-2013, Softing srl - 26725

Caratteristiche dei materiali

Resistenza acciaio	kg/cm2	2804.22
Coefficiente sicurezza parziale bulloni		1.25
Coefficiente sicurezza parziale		1.05
Coefficiente sicurezza parziale per instab.		1.05

Combinazioni di progetto dei carichi

1	-0.30 * (1) Dinamica SLVh Y + 0.20 * (1) Manutenzione + 1.00 * (1) Pannelli + 1.00 * (1) Peso proprio + -1.00 * (1) Dinamica SLVh X
2	-0.30 * (1) Dinamica SLVh Y + 0.20 * (1) Manutenzione + 1.00 * (1) Pannelli + 1.00 * (1) Peso proprio + 1.00 * (1) Dinamica SLVh X
3	0.30 * (1) Dinamica SLVh Y + 0.20 * (1) Manutenzione + 1.00 * (1) Pannelli + 1.00 * (1) Peso proprio + -1.00 * (1) Dinamica SLVh X
4	0.30 * (1) Dinamica SLVh Y + 0.20 * (1) Manutenzione + 1.00 * (1) Pannelli + 1.00 * (1) Peso proprio + 1.00 * (1) Dinamica SLVh X
5	-0.30 * (1) Dinamica SLVh X + 0.20 * (1) Manutenzione + 1.00 * (1) Pannelli + 1.00 * (1) Peso proprio + -1.00 * (1) Dinamica SLVh Y
6	-0.30 * (1) Dinamica SLVh X + 0.20 * (1) Manutenzione + 1.00 * (1) Pannelli + 1.00 * (1) Peso proprio + 1.00 * (1) Dinamica SLVh Y
7	0.30 * (1) Dinamica SLVh X + 0.20 * (1) Manutenzione + 1.00 * (1) Pannelli + 1.00 * (1) Peso proprio + -1.00 * (1) Dinamica SLVh Y
8	0.30 * (1) Dinamica SLVh X + 0.20 * (1) Manutenzione + 1.00 * (1) Pannelli + 1.00 * (1) Peso proprio + 1.00 * (1) Dinamica SLVh Y
9	1.50 * (1) Vento ascendente + 0.75 * (1) Neve + 1.00 * (1) Pannelli + 1.00 * (1) Peso proprio
10	0.90 * (1) Vento ascendente + 1.50 * (1) Manutenzione + 0.75 * (1) Neve + 1.00 * (1) Pannelli + 1.00 * (1) Peso proprio
11	0.90 * (1) Vento ascendente + 1.50 * (1) Neve + 1.00 * (1) Pannelli + 1.00 * (1) Peso proprio
12	1.00 * (1) Pannelli + 1.00 * (1) Peso proprio

 ATTIVITÀ PRODUTTIVE	057BORGIA-03-D-S-RC-02
	Rev. 1
	Pag. 55/73

13	1.50 * (1) Vento ascendente + 0.75 * (1) Neve + 1.30 * (1) Pannelli + 1.30 * (1) Peso proprio
14	0.90 * (1) Vento ascendente + 1.50 * (1) Manutenzione + 0.75 * (1) Neve + 1.30 * (1) Pannelli + 1.30 * (1) Peso proprio
15	0.90 * (1) Vento ascendente + 1.50 * (1) Neve + 1.30 * (1) Pannelli + 1.30 * (1) Peso proprio
16	1.30 * (1) Pannelli + 1.30 * (1) Peso proprio
17	1.50 * (1) Manutenzione + 0.75 * (1) Neve + 1.30 * (1) Pannelli + 1.30 * (1) Peso proprio

Combinazioni di danno dei carichi


1	-0.30 * (1) Dinamica SLDh Y + 0.20 * (1) Manutenzione + 1.00 * (1) Pannelli + 1.00 * (1) Peso proprio + -1.00 * (1) Dinamica SLDh X
2	-0.30 * (1) Dinamica SLDh Y + 0.20 * (1) Manutenzione + 1.00 * (1) Pannelli + 1.00 * (1) Peso proprio + 1.00 * (1) Dinamica SLDh X
3	0.30 * (1) Dinamica SLDh Y + 0.20 * (1) Manutenzione + 1.00 * (1) Pannelli + 1.00 * (1) Peso proprio + -1.00 * (1) Dinamica SLDh X
4	0.30 * (1) Dinamica SLDh Y + 0.20 * (1) Manutenzione + 1.00 * (1) Pannelli + 1.00 * (1) Peso proprio + 1.00 * (1) Dinamica SLDh X
5	-0.30 * (1) Dinamica SLDh X + 0.20 * (1) Manutenzione + 1.00 * (1) Pannelli + 1.00 * (1) Peso proprio + -1.00 * (1) Dinamica SLDh Y
6	-0.30 * (1) Dinamica SLDh X + 0.20 * (1) Manutenzione + 1.00 * (1) Pannelli + 1.00 * (1) Peso proprio + 1.00 * (1) Dinamica SLDh Y
7	0.30 * (1) Dinamica SLDh X + 0.20 * (1) Manutenzione + 1.00 * (1) Pannelli + 1.00 * (1) Peso proprio + -1.00 * (1) Dinamica SLDh Y
8	0.30 * (1) Dinamica SLDh X + 0.20 * (1) Manutenzione + 1.00 * (1) Pannelli + 1.00 * (1) Peso proprio + 1.00 * (1) Dinamica SLDh Y

Caratteristiche statiche dei profili

Nome	ax (cm2)	jx (cm4)	jz (cm4)	jy (cm4)	wez (cm3)	wey (cm3)	wpz (cm3)	wpy (cm3)
HEB140	43.00	19.10	1509.00	550.00	216.00	79.00	246.00	119.00
HEA140	31.40	8.22	1033.00	389.00	155.00	56.00	173.40	84.80
IPE120	13.20	1.77	318.00	27.70	53.00	4.90	60.80	13.60


Caratteristiche geometriche dei profili

Nome	cod	bb (cm)	hh (cm)	tw (cm)	tf (cm)	rr (cm)	c1	c2	dy (cm)	dz (cm)
HEB140	1	14.00	14.00	0.70	1.20	1.20	0.00	0.00	0.00	0.00
HEA140	1	14.00	13.30	0.55	0.85	1.20	0.00	0.00	0.00	0.00
IPE120	1	6.40	12.00	0.44	0.63	0.70	0.00	0.00	0.00	0.00

 ATTIVITÀ PRODUTTIVE	057BORGIA-03-D-S-RC-02
	Rev. 1
	Pag. 56/73

Criteri di resistenza degli elementi


Elemento	classe	Resistenza						Instabilità						Sismica			
		presso fless	Cmb	a taglio Y	Cmb	a taglio Z	Cmb	instab. fless.	Cmb	inst. tors.	Cmb	inst. taglio	Cmb	assiale	Cmb	omega	
82	1	>10	5	>10	5	>10	4	>10	5	>10	5	>10	17	>10	5	1.26	-
81	1	>10	7	>10	6	>10	4	>10	7	>10	7	>10	17	>10	17	1.26	-
80	1	>10	7	>10	8	>10	4	>10	7	>10	7	>10	17	>10	17	1.26	-
79	1	>10	3	>10	3	>10	4	>10	3	>10	3	>10	17	>10	17	1.26	-
78	1	8.11	3	>10	5	>10	2	7.93	3	7.40	3	>10	17	>10	17	1.26	-
77	1	8.47	3	>10	6	>10	3	8.09	3	7.56	3	>10	17	>10	17	1.26	-
76	1	7.16	3	>10	3	>10	3	7.10	3	6.69	3	>10	17	>10	13	1.26	-
75	1	7.88	2	>10	5	>10	2	7.68	2	7.18	2	>10	17	>10	17	1.26	-
74	1	8.39	2	>10	6	>10	3	8.11	2	7.57	2	>10	17	>10	17	1.26	-
73	1	>10	6	>10	5	>10	3	>10	6	>10	6	>10	17	>10	6	1.26	-
72	1	>10	8	>10	8	>10	2	>10	8	>10	8	>10	17	>10	17	1.26	-
71	1	>10	8	>10	6	>10	4	>10	8	>10	8	>10	17	>10	8	1.26	-
70	1	>10	1	>10	1	>10	17	>10	1	>10	4	>10	17	>10	3	NC	
69	1	>10	4	>10	5	>10	17	>10	4	>10	4	>10	17	>10	2	NC	
68	1	>10	3	>10	3	>10	17	>10	3	>10	2	>10	17	>10	1	NC	
67	1	>10	3	>10	6	>10	17	>10	3	>10	3	>10	17	>10	5	NC	
66	1	>10	4	>10	8	>10	17	>10	4	>10	4	>10	17	>10	8	NC	
65	1	>10	1	>10	5	>10	17	>10	1	>10	1	>10	17	>10	5	NC	
64	1	>10	5	>10	5	>10	17	>10	5	>10	5	>10	17	>10	3	NC	
63	1	>10	5	>10	1	>10	17	>10	5	>10	8	>10	17	>10	1	NC	
62	1	>10	6	>10	6	>10	17	>10	6	>10	6	>10	17	>10	1	NC	
61	1	>10	1	>10	4	>10	17	>10	4	>10	4	>10	17	>10	1	NC	
60	1	8.58	17	>10	5	>10	17	8.58	17	8.46	17	>10	17	>10	3	NC	

 ATTIVITÀ PRODUTTIVE	057BORGIA-03-D-S-RC-02
	Rev. 1
	Pag. 57/73

59	1	5.73	17	>10	6	>10	17	5.73	17	5.65	17	>10	17	>10	3	NC
58	1	5.73	17	>10	4	>10	17	5.73	17	5.65	17	>10	17	>10	2	NC
57	1	6.84	17	>10	6	>10	17	6.84	17	6.75	17	>10	17	>10	3	NC
56	1	4.27	17	>10	5	>10	17	4.27	17	4.24	17	>10	17	>10	3	NC
55	1	3.80	17	>10	2	>10	17	3.80	17	3.75	17	>10	17	>10	3	NC
54	1	>10	6	>10	6	>10	17	>10	6	>10	7	>10	17	>10	6	NC
53	1	>10	5	>10	5	>10	17	>10	5	>10	5	>10	17	>10	6	NC
52	1	>10	2	>10	2	>10	17	>10	2	>10	2	>10	17	>10	6	NC
51	1	>10	4	>10	1	>10	17	>10	4	>10	1	>10	17	>10	2	NC
50	1	>10	7	>10	7	>10	17	>10	7	>10	6	>10	17	>10	2	NC
49	1	>10	8	>10	8	>10	17	>10	8	>10	8	>10	17	>10	2	NC
48	1	5.76	17	>10	1	>10	17	5.76	17	5.69	17	>10	17	>10	5	NC
47	1	8.77	17	>10	7	>10	17	8.77	17	8.69	17	>10	17	>10	1	NC
46	1	5.44	17	>10	8	>10	17	5.44	17	5.38	17	>10	17	>10	1	NC
45	1	3.80	17	>10	3	>10	17	3.80	17	3.76	17	>10	17	>10	7	NC
44	1	4.27	17	>10	6	>10	17	4.27	17	4.25	17	>10	17	>10	1	NC
43	1	6.85	17	>10	7	>10	17	6.85	17	6.78	17	>10	17	>10	1	NC
42	1	>10	3	>10	3	>10	17	>10	3	>10	2	>10	17	>10	8	NC
41	1	>10	8	>10	8	>10	17	>10	8	>10	5	>10	17	>10	8	NC
40	1	>10	7	>10	7	>10	17	>10	7	>10	7	>10	17	>10	8	NC
39	1	>10	8	>10	8	>10	17	>10	8	>10	5	>10	17	>10	1	NC
38	1	>10	5	>10	5	>10	17	>10	5	>10	17	>10	17	>10	1	NC
37	1	>10	7	>10	2	>10	17	>10	7	>10	7	>10	17	>10	4	NC
36	1	5.46	17	>10	7	>10	17	5.46	17	5.39	17	>10	17	>10	8	NC
35	1	>10	17	>10	8	>10	17	>10	17	>10	17	>10	17	>10	4	NC
34	1	>10	17	>10	1	>10	17	>10	17	>10	17	>10	17	>10	4	NC

 ATTIVITÀ PRODUTTIVE	057BORGIA-03-D-S-RC-02
	Rev. 1
	Pag. 58/73

33	1	>10	4	>10	4	>10	17	>10	1	>10	17	>10	17	>10	3	NC
32	1	>10	6	>10	6	>10	17	>10	6	>10	17	>10	17	>10	3	NC
31	1	>10	2	>10	7	>10	17	>10	3	>10	17	>10	17	>10	3	NC
30	1	>10	4	>10	4	>10	17	>10	4	>10	17	>10	17	>10	2	NC
29	1	>10	3	>10	6	>10	17	>10	2	>10	17	>10	17	>10	2	NC
28	1	>10	2	>10	2	>10	17	>10	2	>10	17	>10	17	>10	4	NC
27	1	>10	17	>10	2	>10	17	>10	3	>10	17	>10	17	>10	2	NC
26	1	>10	1	>10	5	>10	17	>10	1	>10	1	>10	17	>10	4	NC
25	1	>10	17	>10	4	>10	17	>10	1	>10	17	>10	17	>10	4	NC
24	1	>10	17	>10	7	>10	17	>10	7	>10	17	>10	17	>10	2	NC
23	1	>10	1	>10	5	>10	17	>10	4	>10	17	>10	17	>10	4	NC
22	1	>10	17	>10	8	>10	17	>10	17	>10	17	>10	17	>10	4	NC
21	1	>10	7	>10	7	>10	17	>10	7	>10	17	>10	17	>10	8	NC
20	1	>10	1	>10	5	>10	17	>10	1	>10	17	>10	17	>10	8	NC
19	1	>10	17	>10	8	>10	17	>10	17	>10	17	>10	17	>10	8	NC
18	1	>10	17	>10	5	>10	17	>10	17	>10	17	>10	17	>10	2	NC
17	1	>10	17	>10	5	>10	17	>10	17	>10	17	>10	17	>10	3	NC
16	1	>10	2	>10	17	>10	17	>10	2	>10	2	>10	17	>10	2	NC
15	1	>10	1	>10	17	>10	17	>10	1	>10	1	>10	17	>10	1	NC
14	1	>10	1	>10	17	>10	17	>10	1	>10	1	>10	17	>10	1	NC
13	1	>10	4	>10	17	>10	17	>10	4	>10	4	>10	17	>10	4	NC
12	1	>10	8	>10	17	>10	17	>10	8	>10	8	>10	17	>10	8	NC
11	1	>10	5	>10	17	>10	17	>10	5	>10	5	>10	17	>10	5	NC
10	1	>10	3	>10	17	>10	17	>10	3	>10	3	>10	17	>10	3	NC
9	1	>10	4	>10	17	>10	17	>10	4	>10	4	>10	17	>10	4	NC
8	1	>10	3	>10	17	>10	17	>10	3	>10	3	>10	17	>10	3	NC

	057BORGIA-03-D-S-RC-02
	Rev. 1
	Pag. 59/73

7	1	>10	2	>10	17	>10	17	>10	2	>10	2	>10	17	>10	2	NC
6	1	>10	5	>10	17	>10	17	>10	5	>10	5	>10	17	>10	5	NC
5	1	>10	6	>10	17	>10	17	>10	6	>10	6	>10	17	>10	6	NC
4	1	>10	8	>10	17	>10	17	>10	8	>10	8	>10	17	>10	8	NC
3	1	>10	7	>10	17	>10	17	8.75	7	8.75	7	>10	17	>10	7	NC
2	1	>10	7	>10	17	>10	17	>10	7	>10	7	>10	17	>10	7	NC
1	1	>10	6	>10	17	>10	17	10.00	6	10.00	6	>10	17	>10	6	NC
Minimo fattore di sicurezza:			3.751105	>= 1.00												

In questa tabella vengono riportati i valori dei coefficienti di sicurezza per tutte le verifiche condotte sulla membratura.

Le verifiche effettuate sono di resistenza: **presso-fless.** verifica di resistenza per azione assiale e flessionale biassiale; **a taglio** verifica di resistenza a taglio per i piani locali yy e zz; e di instabilità: **inst. fless.** verifica di instabilità a presso flessione biassiale; **inst. tors.** verifica di instabilità laterale e torsionale; **inst. taglio** verifica di instabilità a taglio.

Per ogni verifica vengono riportati il fattore di sicurezza più sfavorevole e l'indice della combinazione delle azioni cui si riferisce. I fattori di sicurezza superiori a 10.0 vengono scritti nella forma >10 per evitare numeri inutilmente lunghi mentre i fattori inferiori a quelli limite vengono scritti in colore rosso.

La colonna **Assiale** è la verifica a sola compressione che per azioni sismiche ha particolari restrizioni per le travi (minimo fattore sicurezza 6.66).

La colonna **Omega** riporta il valore definito dalla normativa (paragrafo 7.5.4.2) come il minimo valore tra gli $\omega_i = M_{pl,Rd,i} / M_{Ed,i}$ di tutte le travi in cui si attende la formazione di cerniere plastiche, essendo $M_{Ed,i}$ il momento flettente di progetto della i-esima trave in condizioni sismiche e $M_{pl,Rd,i}$ il corrispondente momento plastico. Viene esposto il valore di omega già moltiplicato per $1,1 \gamma_{Rd}$.

l'intensità delle azioni, in caso di verifica per azioni simiche, è incrementata nei pilastri di $\omega \ 1,1 \gamma_{Rd}$.

In caso di verifiche non supportate o non pertinenti per un dato tipo di profilo (ad esempio profili accoppiati) viene riportata la dicitura **NC** (Non Calcolato). Ciò non indica che la verifica non sia superata.


Per i parametri impiegati nelle verifiche si vedano le successive tabelle.

Parametri di verifica resistenza e instabilità flesso-torsionale

Elemento	Classe	SF	Cmb.	Piano	Linfl. (m)	Lambda	Alfa	Chi	Beta	Kappa	Mcr(kNm)	Nr (kN)	Mr (kNm)	Mri (kNm)	Ne	Me (kNm)
82	1	>10	5	y	3.10	0.61	0.34	0.83	1.80	1.00		11265.75	64.45	64.42	38.32	1.73
				z	3.10	1.01	0.49	0.54	1.80	1.00		11265.75	31.18	31.18	38.32	2.45
				LT	3.10	0.48	0.21	0.93	1.80	9.99e-001	28608.82					

 ATTIVITÀ PRODUTTIVE	057BORGIA-03-D-S-RC-02
	Rev. 1
	Pag. 60/73


81	1	>10	7	y	3.15	0.62	0.34	0.83	1.80	1.00		11265.75	64.45	64.43	25.04	0.82
				z	3.15	1.02	0.49	0.53	1.80	1.00		11265.75	31.18	31.18	25.04	71.63
				LT	3.15	0.49	0.21	0.93	1.80	9.99e-001	28048.32					
80	1	>10	7	y	3.21	0.63	0.34	0.82	1.80	1.00		11265.75	64.45	64.41	55.05	0.86
				z	3.21	1.04	0.49	0.51	1.80	1.00		11265.75	31.18	31.18	55.05	3.14
				LT	3.21	0.49	0.21	0.93	1.80	9.99e-001	27404.67					
79	1	>10	3	y	3.26	0.64	0.34	0.82	1.80	1.00		11265.75	64.45	64.43	20.28	3.87
				z	3.26	1.06	0.49	0.51	1.80	1.00		11265.75	31.18	31.18	20.28	94.02
				LT	3.26	0.50	0.21	0.93	1.80	1.00e+000	26890.95					
78	1	7.40	3	y	3.10	0.61	0.34	0.83	1.80	1.00		11265.75	64.45	64.42	37.44	771.96
				z	3.10	1.01	0.49	0.54	1.80	1.00		11265.75	31.18	31.18	37.44	0.43
				LT	3.10	0.48	0.21	0.93	1.80	9.99e-001	28608.82					
77	1	7.56	3	y	3.21	0.63	0.34	0.82	1.80	1.00		11265.75	64.45	64.40	64.72	721.28
				z	3.21	1.04	0.49	0.51	1.80	1.00		11265.75	31.18	31.18	64.72	1.39
				LT	3.21	0.49	0.21	0.93	1.80	9.99e-001	27404.67					
76	1	6.69	3	y	3.26	0.64	0.34	0.82	1.80	1.00		11265.75	64.45	64.44	12.08	699.16
				z	3.26	1.06	0.49	0.51	1.80	1.00		11265.75	31.18	31.18	12.08	94.08
				LT	3.26	0.50	0.21	0.93	1.80	1.00e+000	26890.95					
75	1	7.18	2	y	3.10	0.61	0.34	0.83	1.80	1.00		11265.75	64.45	64.42	42.47	792.58
				z	3.10	1.01	0.49	0.54	1.80	1.00		11265.75	31.18	31.18	42.47	0.52
				LT	3.10	0.48	0.21	0.93	1.80	9.99e-001	28608.82					
74	1	7.57	2	y	3.21	0.63	0.34	0.82	1.80	1.00		11265.75	64.45	64.41	48.50	737.81
				z	3.21	1.04	0.49	0.51	1.80	1.00		11265.75	31.18	31.18	48.50	1.19
				LT	3.21	0.49	0.21	0.93	1.80	9.99e-001	27404.67					
73	1	>10	6	y	3.10	0.61	0.34	0.83	1.80	1.00		11265.75	64.45	64.43	36.13	1.17
				z	3.10	1.01	0.49	0.54	1.80	1.00		11265.75	31.18	31.18	36.13	2.28

 ATTIVITÀ PRODUTTIVE	057BORGIA-03-D-S-RC-02
	Rev. 1
	Pag. 61/73


				LT	3.10	0.48	0.21	0.93	1.80	9.99e-001	28608.82					
72	1	>10	8	y	3.15	0.62	0.34	0.83	1.80	1.00		11265.75	64.45	64.43	27.00	0.24
				z	3.15	1.02	0.49	0.53	1.80	1.00		11265.75	31.18	31.18	27.00	72.01
				LT	3.15	0.49	0.21	0.93	1.80	9.99e-001	28048.32					
71	1	>10	8	y	3.21	0.63	0.34	0.82	1.80	1.00		11265.75	64.45	64.42	41.73	1.19
				z	3.21	1.04	0.49	0.51	1.80	1.00		11265.75	31.18	31.18	41.73	2.90
				LT	3.21	0.49	0.21	0.93	1.80	9.99e-001	27404.67					
70	1	>10	1	y	2.10	0.43	0.34	0.92	1.30	1.00		8226.62	45.43	45.43	6.37	0.00
				z	2.10	0.69	0.49	0.73	2.09	1.00		8226.62	22.22	22.22	6.37	165.68
				LT	2.10	0.55	0.21	0.91	2.09	1.00	15538.89					
69	1	>10	4	y	2.05	0.42	0.34	0.92	1.30	1.00		8226.62	45.43	45.40	10.54	1.78e-015
				z	2.05	0.68	0.49	0.74	1.33	1.00		8226.62	22.22	22.20	10.54	164.78
				LT	2.05	0.54	0.21	0.91	1.33	1.00	16119.47					
68	1	>10	3	y	2.10	0.43	0.34	0.92	1.30	1.00		8226.62	45.43	45.43	6.21	0.00
				z	2.10	0.69	0.49	0.73	2.02	1.00		8226.62	22.22	22.22	6.21	177.34
				LT	2.10	0.55	0.21	0.91	2.02	1.00	15538.89					
67	1	>10	3	y	2.10	0.43	0.34	0.92	1.30	1.00		8226.62	45.43	45.43	5.65	0.00
				z	2.10	0.69	0.49	0.73	1.85	1.00		8226.62	22.22	22.22	5.65	122.10
				LT	2.10	0.55	0.21	0.91	1.85	1.00	15538.89					
66	1	>10	4	y	2.05	0.42	0.34	0.92	1.30	1.00		8226.62	45.43	45.40	12.78	0.00
				z	2.05	0.68	0.49	0.74	1.26	1.00		8226.62	22.22	22.20	12.78	167.87
				LT	2.05	0.54	0.21	0.91	1.26	1.00	16119.47					
65	1	>10	1	y	2.10	0.43	0.34	0.92	1.30	1.00		8226.62	45.43	45.43	5.54	0.00
				z	2.10	0.69	0.49	0.73	1.79	1.00		8226.62	22.22	22.22	5.54	150.16
				LT	2.10	0.55	0.21	0.91	1.79	1.00	15538.89					
64	1	>10	5	y	2.10	0.43	0.34	0.92	1.30	1.00		8226.62	45.43	45.43	0.45	0.00

 ATTIVITÀ PRODUTTIVE	057BORGIA-03-D-S-RC-02
	Rev. 1
	Pag. 62/73


				z	2.10	0.69	0.49	0.73	2.15	1.00		8226.62	22.22	22.22	0.45	54.15
				LT	2.10	0.55	0.21	0.91	2.15	1.00	15538.89					
63	1	>10	5	y	0.88	0.18	0.34	1.00	1.74	1.00		8226.62	45.43	45.43	8.32	0.00
				z	0.88	0.29	0.49	0.95	1.76	1.00		8226.62	22.22	22.22	8.32	72.43
				LT	0.88	0.26	0.21	0.99	1.76	1.00	68588.08					
62	1	>10	6	y	0.88	0.18	0.34	1.00	1.36	1.00		8226.62	45.43	45.43	2.73	23.77
				z	0.88	0.29	0.49	0.95	2.01	1.00		8226.62	22.22	22.22	2.73	54.93
				LT	0.88	0.26	0.21	0.99	2.01	1.00	68588.08					
61	1	>10	4	y	0.88	0.18	0.34	1.00	2.11	1.00		8226.62	45.43	45.43	7.94	43.83
				z	0.88	0.29	0.49	0.95	1.80	1.00		8226.62	22.22	22.22	7.94	96.54
				LT	0.88	0.26	0.21	0.99	1.80	1.00	68588.08					
60	1	8.46	17	y	0.88	0.18	0.34	1.00	1.80	1.00		8226.62	45.43	45.43	1.07	528.48
				z	0.88	0.29	0.49	0.95	1.94	1.00		8226.62	22.22	22.22	1.07	0.33
				LT	0.88	0.26	0.21	0.99	1.94	1.00	68588.08					
59	1	5.65	17	y	0.88	0.18	0.34	1.00	1.33	1.00		8226.62	45.43	45.43	0.47	790.78
				z	0.88	0.29	0.49	0.95	2.26	1.00		8226.62	22.22	22.22	0.47	0.80
				LT	0.88	0.26	0.21	0.99	2.26	1.00	68588.08					
58	1	5.65	17	y	0.88	0.18	0.34	1.00	1.10	1.00		8226.62	45.43	45.43	0.10	790.72
				z	0.88	0.29	0.49	0.95	2.27	1.00		8226.62	22.22	22.22	0.10	0.99
				LT	0.88	0.26	0.21	0.99	2.27	1.00	68792.88					
57	1	6.75	17	y	0.88	0.18	0.34	1.00	1.80	1.00		8226.62	45.43	45.43	1.58	662.69
				z	0.88	0.29	0.49	0.95	1.91	1.00		8226.62	22.22	22.22	1.58	0.18
				LT	0.88	0.26	0.21	0.99	1.91	1.00	68588.08					
56	1	4.24	17	y	0.88	0.18	0.34	1.00	1.36	1.00		8226.62	45.43	45.43	0.86	1061.92
				z	0.88	0.29	0.49	0.95	2.30	1.00		8226.62	22.22	22.22	0.86	0.48
				LT	0.88	0.24	0.21	0.99	2.30	1.00	82943.08					

 ATTIVITÀ PRODUTTIVE	057BORGIA-03-D-S-RC-02
	Rev. 1
	Pag. 63/73

55	1	3.75	17	y	0.88	0.18	0.34	1.00	1.18	1.00		8226.62	45.43	45.43	2.67e-002	1194.64
				z	0.88	0.29	0.49	0.95	2.26	1.00		8226.62	22.22	22.22	2.67e-002	0.78
				LT	0.88	0.26	0.21	0.99	2.26	1.00	71773.18					
54	1	>10	6	y	0.88	0.18	0.34	1.00	1.72	1.00		8226.62	45.43	45.43	8.78	0.00
				z	0.88	0.29	0.49	0.95	1.89	1.00		8226.62	22.22	22.22	8.78	80.57
				LT	0.88	0.26	0.21	0.99	1.89	1.00	68588.08					
53	1	>10	5	y	0.88	0.18	0.34	1.00	1.46	1.00		8226.62	45.43	45.43	4.35	16.45
				z	0.88	0.29	0.49	0.95	2.01	1.00		8226.62	22.22	22.22	4.35	57.02
				LT	0.88	0.26	0.21	0.99	2.01	1.00	68588.08					
52	1	>10	2	y	0.88	0.18	0.34	1.00	1.96	1.00		8226.62	45.43	45.43	8.07	54.50
				z	0.88	0.29	0.49	0.95	1.79	1.00		8226.62	22.22	22.22	8.07	98.54
				LT	0.88	0.26	0.21	0.99	1.79	1.00	68588.08					
51	1	>10	4	y	0.88	0.18	0.34	1.00	1.91	1.00		8226.62	45.43	45.43	10.83	39.57
				z	0.88	0.29	0.49	0.95	1.78	1.00		8226.62	22.22	22.22	10.83	91.95
				LT	0.88	0.26	0.21	0.99	1.78	1.00	68578.03					
50	1	>10	7	y	0.88	0.18	0.34	1.00	1.19	1.00		8226.62	45.43	45.43	10.24	4.47
				z	0.88	0.29	0.49	0.95	2.03	1.00		8226.62	22.22	22.22	10.24	52.44
				LT	0.88	0.26	0.21	0.99	2.03	1.00	68578.03					
49	1	>10	8	y	0.88	0.18	0.34	1.00	1.87	1.00		8226.62	45.43	45.43	0.77	44.02
				z	0.88	0.29	0.49	0.95	1.77	1.00		8226.62	22.22	22.22	0.77	124.21
				LT	0.88	0.26	0.21	0.99	1.77	1.00	68578.03					
48	1	5.69	17	y	0.88	0.18	0.34	1.00	1.34	1.00		8226.62	45.43	45.43	0.82	786.14
				z	0.88	0.29	0.49	0.95	2.26	1.00		8226.62	22.22	22.22	0.82	0.49
				LT	0.88	0.26	0.21	0.99	2.26	1.00	68578.03					
47	1	8.69	17	y	0.88	0.18	0.34	1.00	1.83	1.00		8226.62	45.43	45.43	1.51	514.80
				z	0.88	0.29	0.49	0.95	2.32	1.00		8226.62	22.22	22.22	1.51	0.57

 ATTIVITÀ PRODUTTIVE	057BORGIA-03-D-S-RC-02
	Rev. 1
	Pag. 64/73

				LT	0.88	0.26	0.21	0.99	2.32	1.00	68578.03					
46	1	5.38	17	y	0.88	0.18	0.34	1.00	1.78	1.00		8226.62	45.43	45.43	2.24	826.76
				z	0.88	0.29	0.49	0.95	1.88	1.00		8226.62	22.22	22.22	2.24	3.08
				LT	0.88	0.26	0.21	0.99	1.88	1.00	68578.03					
45	1	3.76	17	y	0.88	0.18	0.34	1.00	1.18	1.00		8226.62	45.43	45.43	0.86	1194.24
				z	0.88	0.29	0.49	0.95	2.35	1.00		8226.62	22.22	22.22	0.86	0.17
				LT	0.88	0.26	0.21	0.99	2.35	1.00	71805.25					
44	1	4.25	17	y	0.88	0.18	0.34	1.00	1.36	1.00		8226.62	45.43	45.43	1.82	1060.72
				z	0.88	0.29	0.49	0.95	2.20	1.00		8226.62	22.22	22.22	1.82	6.78e-002
				LT	0.88	0.24	0.21	0.99	2.20	1.00	82977.76					
43	1	6.78	17	y	0.88	0.18	0.34	1.00	1.81	1.00		8226.62	45.43	45.43	2.65	660.86
				z	0.88	0.29	0.49	0.95	1.83	1.00		8226.62	22.22	22.22	2.65	0.00
				LT	0.88	0.26	0.21	0.99	1.83	1.00	68578.03					
42	1	>10	3	y	0.88	0.18	0.34	1.00	1.98	1.00		8226.62	45.43	45.43	1.84	53.95
				z	0.88	0.29	0.49	0.95	1.81	1.00		8226.62	22.22	22.22	1.84	97.22
				LT	0.88	0.26	0.21	0.99	1.81	1.00	68578.03					
41	1	>10	8	y	0.88	0.18	0.34	1.00	1.47	1.00		8226.62	45.43	45.43	9.11	12.20
				z	0.88	0.29	0.49	0.95	2.10	1.00		8226.62	22.22	22.22	9.11	52.61
				LT	0.88	0.26	0.21	0.99	2.10	1.00	68578.03					
40	1	>10	7	y	0.88	0.18	0.34	1.00	1.75	1.00		8226.62	45.43	45.43	5.11	0.97
				z	0.88	0.29	0.49	0.95	1.62	1.00		8226.62	22.22	22.22	5.11	56.98
				LT	0.88	0.26	0.21	0.99	1.62	1.00	68578.03					
39	1	>10	8	y	0.88	0.18	0.34	1.00	2.11	1.00		8226.62	45.43	45.43	7.77	41.25
				z	0.88	0.29	0.49	0.95	1.60	1.00		8226.62	22.22	22.22	7.77	82.23
				LT	0.88	0.26	0.21	0.99	1.60	1.00	68588.08					
38	1	>10	17	y	0.88	0.18	0.34	1.00	1.36	1.00		8226.62	45.43	45.43	0.14	106.68

 ATTIVITÀ PRODUTTIVE	057BORGIA-03-D-S-RC-02
	Rev. 1
	Pag. 65/73


				z	0.88	0.29	0.49	0.95	2.47	1.00		8226.62	22.22	22.22	0.14	0.40
				LT	0.88	0.26	0.21	0.99	2.47	1.00	68588.08					
37	1	>10	7	y	0.88	0.18	0.34	1.00	1.77	1.00		8226.62	45.43	45.43	2.50	0.15
				z	0.88	0.29	0.49	0.95	1.66	1.00		8226.62	22.22	22.22	2.50	54.21
				LT	0.88	0.26	0.21	0.99	1.66	1.00	68588.08					
36	1	5.39	17	y	0.88	0.18	0.34	1.00	1.46	1.00		8226.62	45.43	45.43	0.81	828.94
				z	0.88	0.29	0.49	0.95	2.25	1.00		8226.62	22.22	22.22	0.81	1.07
				LT	0.88	0.26	0.21	0.99	2.25	1.00	68588.08					
35	1	>10	17	y	0.88	0.18	0.34	1.00	1.58	1.00		8226.62	45.43	45.43	0.52	405.37
				z	0.88	0.29	0.49	0.95	1.32	1.00		8226.62	22.22	22.22	0.52	0.37
				LT	0.88	0.26	0.21	0.99	1.32	1.00	68588.08					
34	1	>10	17	y	0.88	0.18	0.34	1.00	1.79	1.00		8226.62	45.43	45.43	0.22	128.95
				z	0.88	0.29	0.49	0.95	1.78	1.00		8226.62	22.22	22.22	0.22	1.10e-002
				LT	0.88	0.26	0.21	0.99	1.78	1.00	68588.08					
33	1	>10	17	y	2.10	0.50	0.21	0.92	1.30	1.00		3458.32	15.93	15.93	0.18	73.21
				z	2.10	1.69	0.34	0.28	2.48	1.00		3458.32	3.56	3.56	0.18	6.99e-003
				LT	2.10	1.04	0.21	0.64	2.48	1.00e+000	1522.57					
32	1	>10	17	y	2.05	0.49	0.21	0.93	1.30	1.00		3458.32	15.93	15.93	0.64	69.76
				z	2.05	1.65	0.34	0.29	2.25	1.00		3458.32	3.56	3.56	0.64	8.55e-002
				LT	2.05	1.02	0.21	0.65	2.25	1.00e+000	1568.44					
31	1	>10	17	y	2.10	0.50	0.21	0.92	1.30	1.00		3458.32	15.93	15.93	0.35	73.21
				z	2.10	1.69	0.34	0.28	2.45	1.00		3458.32	3.56	3.56	0.35	3.20e-002
				LT	2.10	1.04	0.21	0.64	2.45	1.00e+000	1522.57					
30	1	>10	17	y	2.10	0.50	0.21	0.92	1.30	1.00		3458.32	15.93	15.93	8.05e-002	73.21
				z	2.10	1.69	0.34	0.28	2.50	1.00		3458.32	3.56	3.56	8.05e-002	3.71e-003
				LT	2.10	1.04	0.21	0.64	2.50	1.00e+000	1522.57					

 ATTIVITÀ PRODUTTIVE	057BORGIA-03-D-S-RC-02
	Rev. 1
	Pag. 66/73


29	1	>10	17	y	2.05	0.49	0.21	0.93	1.30	1.00		3458.32	15.93	15.93	0.14	69.76
				z	2.05	1.65	0.34	0.29	2.37	1.00		3458.32	3.56	3.56	0.14	7.81e-002
				LT	2.05	1.02	0.21	0.65	2.37	1.00e+000	1568.44					
28	1	>10	17	y	2.10	0.50	0.21	0.92	1.30	1.00		3458.32	15.93	15.93	0.12	73.21
				z	2.10	1.69	0.34	0.28	2.47	1.00		3458.32	3.56	3.56	0.12	3.33e-002
				LT	2.10	1.04	0.21	0.64	2.47	1.00e+000	1522.57					
27	1	>10	17	y	2.10	0.50	0.21	0.92	1.30	1.00		3458.32	15.93	15.93	0.11	73.17
				z	2.10	1.69	0.34	0.28	2.49	1.00		3458.32	3.56	3.56	0.11	3.50e-003
				LT	2.10	1.04	0.21	0.64	2.49	1.00	1522.57					
26	1	>10	1	y	2.05	0.49	0.21	0.93	1.30	1.01		3458.32	15.93	15.85	33.24	18.95
				z	2.05	1.65	0.34	0.29	1.32	1.01		3458.32	3.56	3.51	33.24	10.06
				LT	2.05	1.02	0.21	0.65	1.32	0.99	1568.44					
25	1	>10	17	y	2.10	0.50	0.21	0.92	1.30	1.00		3458.32	15.93	15.93	0.14	73.16
				z	2.10	1.69	0.34	0.28	2.48	1.00		3458.32	3.56	3.56	0.14	3.16e-002
				LT	2.10	1.04	0.21	0.64	2.48	1.00	1522.57					
24	1	>10	17	y	2.10	0.50	0.21	0.92	1.30	1.00		3458.32	15.93	15.93	3.29e-002	73.21
				z	2.10	1.69	0.34	0.28	2.49	1.00		3458.32	3.56	3.56	3.29e-002	5.30e-003
				LT	2.10	1.04	0.21	0.64	2.49	1.00e+000	1522.57					
23	1	>10	17	y	2.05	0.49	0.21	0.93	1.30	1.00		3458.32	15.93	15.93	6.91e-002	69.77
				z	2.05	1.65	0.34	0.29	2.38	1.00		3458.32	3.56	3.56	6.91e-002	8.67e-002
				LT	2.05	1.02	0.21	0.65	2.38	1.00e+000	1568.44					
22	1	>10	17	y	2.10	0.50	0.21	0.92	1.30	1.00		3458.32	15.93	15.93	8.63e-002	73.21
				z	2.10	1.69	0.34	0.28	2.47	1.00		3458.32	3.56	3.56	8.63e-002	3.63e-002
				LT	2.10	1.04	0.21	0.64	2.47	1.00e+000	1522.57					
21	1	>10	17	y	2.10	0.50	0.21	0.92	1.30	1.00		3458.32	15.93	15.93	0.54	73.04
				z	2.10	1.69	0.34	0.28	2.50	1.00		3458.32	3.56	3.56	0.54	0.00

 ATTIVITÀ PRODUTTIVE	057BORGIA-03-D-S-RC-02
	Rev. 1
	Pag. 67/73

				LT	2.10	1.04	0.21	0.64	2.50	1.00	1522.57					
20	1	>10	17	y	2.05	0.49	0.21	0.93	1.30	1.00		3458.32	15.93	15.93	1.19	69.38
				z	2.05	1.65	0.34	0.29	2.33	1.00		3458.32	3.56	3.56	1.19	4.16e-002
				LT	2.05	1.02	0.21	0.65	2.33	1.00	1568.44					
19	1	>10	17	y	2.10	0.50	0.21	0.92	1.30	1.00		3458.32	15.93	15.93	0.88	72.93
				z	2.10	1.69	0.34	0.28	2.43	1.00		3458.32	3.56	3.56	0.88	1.27e-002
				LT	2.10	1.04	0.21	0.64	2.43	1.00	1522.57					
18	1	>10	17	y	2.10	0.50	0.21	0.92	1.30	1.00		3458.32	15.93	15.93	0.22	73.14
				z	2.10	1.69	0.34	0.28	2.48	1.00		3458.32	3.56	3.56	0.22	0.00
				LT	2.10	1.04	0.21	0.64	2.48	1.00	1522.57					
17	1	>10	17	y	2.10	0.50	0.21	0.92	1.30	1.00		3458.32	15.93	15.93	6.04e-002	73.21
				z	2.10	1.69	0.34	0.28	2.48	1.00		3458.32	3.56	3.56	6.04e-002	4.39e-003
				LT	2.10	1.04	0.21	0.64	2.48	1.00e+000	1522.57					
16	1	>10	2	y	4.07	0.97	0.21	0.69	1.10	1.01		3458.32	15.93	15.77	15.46	0.00
				z	4.07	3.27	0.34	8.45e-002	1.10	1.21		3458.32	3.56	2.95	15.46	0.00
				LT	4.07	1.51	0.21	0.37	1.10	0.98	716.73					
15	1	>10	1	y	4.11	0.97	0.21	0.68	1.10	1.01		3458.32	15.93	15.75	17.52	0.00
				z	4.11	3.30	0.34	8.30e-002	1.10	1.24		3458.32	3.56	2.87	17.52	0.00
				LT	4.11	1.52	0.21	0.36	1.10	0.98	709.60					
14	1	>10	1	y	4.16	0.99	0.21	0.68	1.10	1.01		3458.32	15.93	15.75	17.23	0.00
				z	4.16	3.34	0.34	8.13e-002	1.10	1.25		3458.32	3.56	2.86	17.23	0.00
				LT	4.16	1.53	0.21	0.36	1.10	0.98	701.16					
13	1	>10	4	y	4.11	0.97	0.21	0.68	1.10	1.01		3458.32	15.93	15.74	18.28	0.00
				z	4.11	3.30	0.34	8.30e-002	1.10	1.25		3458.32	3.56	2.84	18.28	0.00
				LT	4.11	1.52	0.21	0.36	1.10	0.98	709.60					
12	1	>10	8	y	3.74	0.89	0.21	0.74	1.10	1.01		3458.32	15.93	15.71	26.10	0.00

 ATTIVITÀ PRODUTTIVE	057BORGIA-03-D-S-RC-02
	Rev. 1
	Pag. 68/73

				z	3.74	3.01	0.34	0.10	1.10	1.26		3458.32	3.56	2.82	26.10	0.00
				LT	3.74	1.45	0.21	0.40	1.10	0.97	784.57					
11	1	>10	5	y	3.74	0.89	0.21	0.74	1.10	1.01		3458.32	15.93	15.74	22.03	0.00
				z	3.74	3.01	0.34	0.10	1.10	1.22		3458.32	3.56	2.91	22.03	0.00
				LT	3.74	1.45	0.21	0.40	1.10	0.98	784.57					
10	1	>10	3	y	4.11	0.97	0.21	0.68	1.10	1.01		3458.32	15.93	15.81	11.20	0.00
				z	4.11	3.30	0.34	8.30e-002	1.10	1.15		3458.32	3.56	3.09	11.20	0.00
				LT	4.11	1.52	0.21	0.36	1.10	0.99	709.60					
9	1	>10	4	y	4.07	0.97	0.21	0.69	1.10	1.01		3458.32	15.93	15.83	9.57	0.00
				z	4.07	3.27	0.34	8.45e-002	1.10	1.13		3458.32	3.56	3.16	9.57	0.00
				LT	4.07	1.51	0.21	0.37	1.10	0.99	716.73					
8	1	>10	3	y	4.16	0.99	0.21	0.68	1.10	1.01		3458.32	15.93	15.83	9.00	0.00
				z	4.16	3.34	0.34	8.13e-002	1.10	1.13		3458.32	3.56	3.16	9.00	0.00
				LT	4.16	1.53	0.21	0.36	1.10	0.99	701.16					
7	1	>10	2	y	4.11	0.97	0.21	0.68	1.10	1.01		3458.32	15.93	15.81	11.30	0.00
				z	4.11	3.30	0.34	8.30e-002	1.10	1.16		3458.32	3.56	3.08	11.30	0.00
				LT	4.11	1.52	0.21	0.36	1.10	0.99	709.60					
6	1	>10	5	y	3.74	0.89	0.21	0.74	1.10	1.01		3458.32	15.93	15.71	25.56	0.00
				z	3.74	3.01	0.34	0.10	1.10	1.26		3458.32	3.56	2.83	25.56	0.00
				LT	3.74	1.45	0.21	0.40	1.10	0.98	784.57					
5	1	>10	6	y	3.74	0.89	0.21	0.74	1.10	1.01		3458.32	15.93	15.75	21.11	0.00
				z	3.74	3.01	0.34	0.10	1.10	1.21		3458.32	3.56	2.94	21.11	0.00
				LT	3.74	1.45	0.21	0.40	1.10	0.98	784.57					
4	1	>10	8	y	3.84	0.91	0.21	0.73	1.10	1.02		3458.32	15.93	15.64	32.55	0.00
				z	3.84	3.08	0.34	9.46e-002	1.10	1.36		3458.32	3.56	2.63	32.55	0.00
				LT	3.84	1.47	0.21	0.39	1.10	0.97	764.31					

 ATTIVITÀ PRODUTTIVE	057BORGIA-03-D-S-RC-02
	Rev. 1
	Pag. 69/73

3	1	8.75	7	y	3.84	0.91	0.21	0.73	1.10	1.02		3458.32	15.93	15.60	37.40	0.00
				z	3.84	3.08	0.34	9.46e-002	1.10	1.41		3458.32	3.56	2.53	37.40	0.00
				LT	3.84	1.47	0.21	0.39	1.10	0.96	764.31					
2	1	>10	7	y	3.84	0.91	0.21	0.73	1.10	1.02		3458.32	15.93	15.69	26.62	0.00
				z	3.84	3.08	0.34	9.46e-002	1.10	1.29		3458.32	3.56	2.76	26.62	0.00
				LT	3.84	1.47	0.21	0.39	1.10	0.97	764.31					
1	1	10.00	6	y	3.84	0.91	0.21	0.73	1.10	1.02		3458.32	15.93	15.64	32.73	0.00
				z	3.84	3.08	0.34	9.46e-002	1.10	1.36		3458.32	3.56	2.62	32.73	0.00
				LT	3.84	1.47	0.21	0.39	1.10	0.97	764.31					

In questa tabella vengono riportati i principali parametri per la verifica di resistenza e di instabilità sia flessionale che laterale torsionale della membratura. Le intestazioni delle colonne hanno il seguente significato:

Classe classe del profilo; **Cmb.** combinazione dei carichi a cui si riferiscono i dati e che ha determinato il minimo fattore di sicurezza **SF**; Il fattore di sicurezza è per azioni biassiali e combinate minimo tra tutti i criteri di verifica.

Lambda snellezza adimensionale; **Alfa** fattore di imperfezione; **Chi** fattore di riduzione; **Beta** fattore di momento uniforme; **Kappa** fattore di riduzione per instabilità; **Mcr** momento critico elastico; **Nr** resistenza assiale; **Mr** Resistenza flessionale; **Mri** Momento resistente per instabilità; **Ne** Azione assiale agente in questa verifica; **Me** Momento agente in questa verifica.


I dati per ogni elemento sono disposti su tre righe per le azioni sui piani yy, zz e laterale-torsionale (LT).

I dati per i profili accoppiati non sono riportati in questa tabella.


Si rimanda alla tabella sinottica dei criteri di resistenza per tutti i valori dei coefficienti di sicurezza per azioni combinate.

Parametri di verifica resistenza e instabilità a taglio


Elemento	SF	Cmb.	Tau (MPa)	Lambda	Kappa	Vri (kN)	Vry (kN)	Vrz (kN)	Vey (kN)	Vez (kN)
82	>10	4	158.88	0.21	5.34	1205.35	5427.04	1947.56	3.29e-002	0.14
81	>10	6	158.88	0.21	5.34	1205.35	5427.04	1947.56	2.32	2.07e-002
80	>10	4	158.88	0.21	5.34	1205.35	5427.04	1947.56	4.36e-002	0.14
79	>10	3	158.88	0.21	5.34	1205.35	5427.04	1947.56	2.94	0.12
78	>10	2	158.88	0.21	5.34	1205.35	5427.04	1947.56	1.50e-002	25.41

 ATTIVITÀ PRODUTTIVE	057BORGIA-03-D-S-RC-02
	Rev. 1
	Pag. 70/73

77	>10	3	158.88	0.21	5.34	1205.35	5427.04	1947.56	4.41e-002	22.90
76	>10	3	158.88	0.21	5.34	1205.35	5427.04	1947.56	2.94	21.85
75	>10	2	158.88	0.21	5.34	1205.35	5427.04	1947.56	1.72e-002	26.05
74	>10	3	158.88	0.21	5.34	1205.35	5427.04	1947.56	4.03e-002	23.51
73	>10	3	158.88	0.21	5.34	1205.35	5427.04	1947.56	1.49e-002	7.99e-002
72	>10	8	158.88	0.21	5.34	1205.35	5427.04	1947.56	2.33	7.67e-003
71	>10	4	158.88	0.21	5.34	1205.35	5427.04	1947.56	1.99e-002	6.73e-002
70	>10	17	158.88	0.26	5.34	947.06	3909.96	1500.38	4.81e-002	9.76
69	>10	17	158.88	0.26	5.34	947.06	3909.96	1500.38	5.54e-002	9.53
68	>10	17	158.88	0.26	5.34	947.06	3909.96	1500.38	0.13	9.76
67	>10	17	158.88	0.26	5.34	947.06	3909.96	1500.38	0.18	16.16
66	>10	17	158.88	0.26	5.34	947.06	3909.96	1500.38	0.29	9.53
65	>10	17	158.88	0.26	5.34	947.06	3909.96	1500.38	0.49	9.76
64	>10	17	158.88	0.26	5.34	947.06	3909.96	1500.38	4.23e-002	9.76
63	>10	17	158.88	0.26	5.34	947.06	3909.96	1500.38	6.09e-002	13.69
62	>10	17	158.88	0.26	5.34	947.06	3909.96	1500.38	0.11	6.15
61	>10	17	158.88	0.26	5.34	947.06	3909.96	1500.38	0.19	23.18
60	>10	17	158.88	0.26	5.34	947.06	3909.96	1500.38	0.23	62.69
59	>10	17	158.88	0.26	5.34	947.06	3909.96	1500.38	0.23	31.79
58	>10	4	158.88	0.26	5.34	947.06	3909.96	1500.38	8.11	0.87
57	>10	17	158.88	0.26	5.34	947.06	3909.96	1500.38	0.15	78.61
56	>10	17	158.88	0.26	5.34	947.06	3909.96	1500.38	0.13	47.72
55	>10	17	158.88	0.26	5.34	947.06	3909.96	1500.38	0.15	16.83
54	>10	17	158.88	0.26	5.34	947.06	3909.96	1500.38	0.17	12.47
53	>10	17	158.88	0.26	5.34	947.06	3909.96	1500.38	0.18	7.38
52	>10	17	158.88	0.26	5.34	947.06	3909.96	1500.38	0.30	24.41


 ATTIVITÀ PRODUTTIVE	057BORGIA-03-D-S-RC-02
	Rev. 1
	Pag. 71/73

51	>10	17	158.88	0.26	5.34	947.06	3909.96	1500.38	9.15e-002	18.51
50	>10	7	158.88	0.26	5.34	947.06	3909.96	1500.38	8.46	0.10
49	>10	17	158.88	0.26	5.34	947.06	3909.96	1500.38	0.42	18.36
48	>10	17	158.88	0.26	5.34	947.06	3909.96	1500.38	0.18	32.81
47	>10	17	158.88	0.26	5.34	947.06	3909.96	1500.38	0.21	63.70
46	>10	17	158.88	0.26	5.34	947.06	3909.96	1500.38	0.44	94.60
45	>10	17	158.88	0.26	5.34	947.06	3909.96	1500.38	7.70e-002	16.87
44	>10	17	158.88	0.26	5.34	947.06	3909.96	1500.38	5.98e-002	47.76
43	>10	17	158.88	0.26	5.34	947.06	3909.96	1500.38	0.25	78.65
42	>10	17	158.88	0.26	5.34	947.06	3909.96	1500.38	0.15	24.41
41	>10	17	158.88	0.26	5.34	947.06	3909.96	1500.38	0.24	7.38
40	>10	17	158.88	0.26	5.34	947.06	3909.96	1500.38	0.64	12.47
39	>10	17	158.88	0.26	5.34	947.06	3909.96	1500.38	0.12	23.05
38	>10	17	158.88	0.26	5.34	947.06	3909.96	1500.38	0.10	6.02
37	>10	17	158.88	0.26	5.34	947.06	3909.96	1500.38	3.52e-002	13.82
36	>10	17	158.88	0.26	5.34	947.06	3909.96	1500.38	0.20	50.44
35	>10	17	158.88	0.26	5.34	947.06	3909.96	1500.38	1.37e-002	33.42
34	>10	17	158.88	0.26	5.34	947.06	3909.96	1500.38	4.67e-002	16.39
33	>10	17	158.88	0.31	5.34	701.48	1349.40	934.47	5.72e-002	14.21
32	>10	17	158.88	0.31	5.34	701.48	1349.40	934.47	3.82e-002	13.87
31	>10	17	158.88	0.31	5.34	701.48	1349.40	934.47	9.03e-002	14.21
30	>10	17	158.88	0.31	5.34	701.48	1349.40	934.47	0.11	14.21
29	>10	17	158.88	0.31	5.34	701.48	1349.40	934.47	7.58e-002	13.87
28	>10	17	158.88	0.31	5.34	701.48	1349.40	934.47	0.17	14.21
27	>10	17	158.88	0.31	5.34	701.48	1349.40	934.47	0.12	14.21
26	>10	17	158.88	0.31	5.34	701.48	1349.40	934.47	0.10	13.87

 ATTIVITÀ PRODUTTIVE	057BORGIA-03-D-S-RC-02
	Rev. 1
	Pag. 72/73

25	>10	17	158.88	0.31	5.34	701.48	1349.40	934.47	0.20	14.21
24	>10	17	158.88	0.31	5.34	701.48	1349.40	934.47	8.27e-002	14.21
23	>10	17	158.88	0.31	5.34	701.48	1349.40	934.47	9.49e-002	13.87
22	>10	17	158.88	0.31	5.34	701.48	1349.40	934.47	0.17	14.21
21	>10	17	158.88	0.31	5.34	701.48	1349.40	934.47	1.90e-002	14.21
20	>10	17	158.88	0.31	5.34	701.48	1349.40	934.47	5.64e-002	13.87
19	>10	17	158.88	0.31	5.34	701.48	1349.40	934.47	6.74e-002	14.21
18	>10	17	158.88	0.31	5.34	701.48	1349.40	934.47	3.09e-002	14.21
17	>10	17	158.88	0.31	5.34	701.48	1349.40	934.47	2.39e-002	14.21
16	>10	1	158.88	0.31	5.34	701.48	1349.40	934.47	0.00	0.00
15	>10	1	158.88	0.31	5.34	701.48	1349.40	934.47	0.00	0.00
14	>10	1	158.88	0.31	5.34	701.48	1349.40	934.47	0.00	0.00
13	>10	1	158.88	0.31	5.34	701.48	1349.40	934.47	0.00	0.00
12	>10	1	158.88	0.31	5.34	701.48	1349.40	934.47	0.00	0.00
11	>10	1	158.88	0.31	5.34	701.48	1349.40	934.47	0.00	0.00
10	>10	1	158.88	0.31	5.34	701.48	1349.40	934.47	0.00	0.00
9	>10	1	158.88	0.31	5.34	701.48	1349.40	934.47	0.00	0.00
8	>10	1	158.88	0.31	5.34	701.48	1349.40	934.47	0.00	0.00
7	>10	1	158.88	0.31	5.34	701.48	1349.40	934.47	0.00	0.00
6	>10	1	158.88	0.31	5.34	701.48	1349.40	934.47	0.00	0.00
5	>10	1	158.88	0.31	5.34	701.48	1349.40	934.47	0.00	0.00
4	>10	1	158.88	0.31	5.34	701.48	1349.40	934.47	0.00	0.00
3	>10	1	158.88	0.31	5.34	701.48	1349.40	934.47	0.00	0.00
2	>10	1	158.88	0.31	5.34	701.48	1349.40	934.47	0.00	0.00
1	>10	1	158.88	0.31	5.34	701.48	1349.40	934.47	0.00	0.00

In questa tabella vengono riportati i principali parametri per la verifica di resistenza e di instabilità a taglio. Per la verifica di instabilità si impiega il metodo della resistenza post-

 ATTIVITÀ PRODUTTIVE	057BORGIA-03-D-S-RC-02
	Rev. 1
	Pag. 73/73

critica. Le intestazioni delle colonne hanno il seguente significato: **Tau** tensione resistente post-critica; **Lambda** snellezza dell'anima; **Kappa** fattore di imbozzamento a taglio; **Vri** taglio resistente da instabilità; **Vry** e **Vrz** tagli resistenti; **Vey** e **Ve** azioni di taglio per questa verifica.

Si rimanda alla tabella sinottica dei criteri di resistenza per tutti i valori dei coefficienti di sicurezza per azioni combinate.

Verifica stato limite di danno

Stato limite:	Stato limite di danno
Valore di riferimento:	0.005000
Moltiplicatore degli spostamenti:	1.000000

Quota (cm)	Interpiano (cm)	Spostamento (cm)	Spostamento relativo
330.33	326.000000	0.266009	0.000816

Massimo spostamento interpiano relativo (dr):	0.000824
--	-----------------