

REV. ID: 001

REF. COD.: 016\_TCN\_NUMIT\_003.DOC

REF. DOCUMENTS.:

MEETING REPORTS.:

ADDITIONAL NOTES:

DATE: 7 marzo 2016

PLACE: PISA

DOCUMENT WRITTEN BY: Ing Massimiliano Tarrini *Massimiliano Tarrini*

DOCUMENT CHECKED BY: Walter Fava

DOCUMENT APPROVED BY:

## SIDEUR

To the care of: **Sideur**

Address

ZIP CODE

Town

**OGGETTO:** Installazione di una Struttura metallica, interna al fabbricato, destinata a contenere una piattaforma elevatrice idraulica omologata.

**UBICAZIONE DELL'IMPIANTO** Via De Tornabuoni Firenze

**COMMITTENTE** Sideur, per conto di Firenze Ascensori e

**COSTRUTTORE ASCENSORE** Firenze Ascensori srl

**COSTRUTTURE GABBIA** SIDEUR

**CODICE STRUTTURA GABBIA** WF003

The following documents regards our best offering for:

CAE Analysis  CAD Support  Mech Design

Of the furniture asked by you accordingly to the described specification.

REV.	DATE	DESCRIPTION	RED.	CHK.
2				
1				
0	08/02/2016	PRIMO RILASCIO	<i>Massimiliano Tarrini</i>	<i>Massimiliano Tarrini</i>

<b>SIDEUR .....</b>	<b>1</b>
<b>INDICE DEI CONTENUTI.....</b>	<b>2</b>
<b>INDICE DELLE FIGURE.....</b>	<b>4</b>
<b>INDICE DELLE TABELLE .....</b>	<b>5</b>
<b>1.1 PREMESSA .....</b>	<b>7</b>
<b>1.2 DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA.....</b>	<b>7</b>
1.2.1 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA METALLICA.....	7
<b>1.3 QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO ADOTTATO .....</b>	<b>8</b>
<b>1.4 AZIONI DI PROGETTO SULLA COSTRUZIONE .....</b>	<b>9</b>
<b>1.5 MODELLO NUMERICO.....</b>	<b>9</b>
1.5.1 MODELLAZIONE DELLE AZIONI .....	11
1.5.2 COMBINAZIONI E/O PERCORSI DI CARICO .....	11
<b>1.6 PRINCIPALI RISULTATI.....</b>	<b>12</b>
1.6.1 RISULTATI DELL'ANALISI MODALE .....	12
1.6.2 DEFORMATE E SOLLECITAZIONI PER CONDIZIONI DI CARICO .....	12
1.6.3 INVILUPPO DELLE SOLLECITAZIONI MAGGIORMENTE SIGNIFICATIVE .....	12
1.6.4 REAZIONI VINCOLARI .....	12
1.6.5 ALTRI RISULTATI SIGNIFICATIVI.....	12
<b>1.7 INFORMAZIONI GENERALI SULL'ELABORAZIONE E GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI. ....</b>	<b>13</b>
<b>1.8 VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI .....</b>	<b>13</b>
<b>1.9 VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO .....</b>	<b>13</b>
<b>2.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>14</b>
<b>2.2 RELAZIONE SUI MATERIALI DELLA STRUTTURA METALLICA .....</b>	<b>15</b>
<b>2.3 CARATTERISTICHE MATERIALI UTILIZZATI .....</b>	<b>16</b>
2.3.1 LEGENDA TABELLA DATI MATERIALI .....	16
<b>2.4 MODELLAZIONE DELLE SEZIONI .....</b>	<b>18</b>
2.4.1 LEGENDA TABELLA DATI SEZIONI.....	18
<b>2.5 CARATTERISTICHE DEI PROFILATI METALLICI.....</b>	<b>20</b>
3.1.1 LEGENDA TABELLA DATI NODI.....	22
4.1.1 TABELLA DATI TRAVI .....	25
<b>5.1 LEGENDA TABELLA DATI AZIONI.....</b>	<b>30</b>
<b>6.1 LEGENDA TABELLA CASI DI CARICO.....</b>	<b>34</b>
7.1.1 LEGENDA TABELLA COMBINAZIONI DI CARICO .....	38
<b>8.1 VALUTAZIONE DELL' AZIONE SISMICA .....</b>	<b>44</b>

9.1	LEGENDA TABELLA ANALISI SISMICHE.....	46
10.1	LEGENDA RISULTATI NODALI.....	59
11.1	LEGENDA RISULTATI ELEMENTI TIPO TRAVE.....	62

## Indice delle figure

FIGURA 1 .....	21
FIGURA 2 .....	23
FIGURA 3 .....	24
FIGURA 4 .....	32
FIGURA 5 .....	32
FIGURA 6 .....	33
FIGURA 7 .....	33
FIGURA 8 .....	33
FIGURA 9 .....	59
FIGURA 10 .....	61
FIGURA 11 .....	63
FIGURA 12 .....	64
FIGURA 13 .....	64
FIGURA 14 .....	64
FIGURA 15 .....	65
FIGURA 16 .....	65
FIGURA 17 .....	65

# Indice delle tabelle

TABELLA 1: DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA.....	8
TABELLA 2: PARAMETRI DELLA STRUTTURA .....	8
TABELLA 3: NORME DI RIFERIMENTO .....	8
TABELLA 4: TIPO DI ANALISI STRUTTURALE .....	10
TABELLA 5: INFORMAZIONI SUL CODICE DI CALCOLO .....	10
TABELLA 6 MODELLAZIONE DELLA GEOMETRIA E PROPRIETÀ MECCANICHE .....	11
TABELLA 7: COBINAZIONI DI CARICO .....	11
TABELLA 8: DATI ACCIAIO IMPIEGATO.....	15
TABELLA 9: COLLEGAMENTI SALDATI.....	16
TABELLA 10 COLLEGAMENTI BULLONATI .....	16
TABELLA 11 .....	18
TABELLA 12: CARATTERISTICHE MECCANICHE S235.....	18
TABELLA 13: CASI DI CARICO .....	18
TABELLA 14: TABELLA DEI DATI INERZIALI .....	19
TABELLA 15: TEST DELLE SEZIONI .....	20
TABELLA 16: DATI INERZIALI SEZIONI.....	20
TABELLA 17: CARATTERISTICHE DEI NODI.....	22
TABELLA 18: TIPOLOGIE DI AZIONI IN PROSAP .....	30
TABELLA 19: CARICHI CONCENTRATI NELLA STRUTTURA STUDIATA.....	31
TABELLA 20: CARICHI DISTRIBUITI IN TRAVE.....	32
TABELLA 21: CASI DI CARICO .....	37
TABELLA 22: COMBINAZIONI DI CARICO.....	40
TABELLA 23: COMBINAZIONI DI CARICO COEFFICIENTI .....	43
TABELLA 24: PARAMETRI STRUTTURA A SISMA .....	44
TABELLA 25: LOCALIZZAZIONE STRUTTURA .....	44
TABELLA 26: .....	45
TABELLA 27 .....	45
TABELLA 28.....	48
TABELLA 29.....	48
TABELLA 30.....	49
TABELLA 31.....	49
TABELLA 32.....	49
TABELLA 33.....	49
TABELLA 34.....	50
TABELLA 35.....	50
TABELLA 36.....	50
TABELLA 37.....	51
TABELLA 38.....	51
TABELLA 39.....	52
TABELLA 40.....	52
TABELLA 41.....	52
TABELLA 42.....	53
TABELLA 43.....	53
TABELLA 44.....	53
TABELLA 45.....	54
TABELLA 46.....	54
TABELLA 47.....	54
TABELLA 48.....	54
TABELLA 49.....	55
TABELLA 50.....	55
TABELLA 51.....	55
TABELLA 52.....	55

TABELLA 53.....	56
TABELLA 54.....	56
TABELLA 55.....	56
TABELLA 56.....	56
TABELLA 57.....	57
TABELLA 58.....	57
TABELLA 59.....	57
TABELLA 60.....	57
TABELLA 61.....	57
TABELLA 62.....	58
TABELLA 63.....	58
TABELLA 64.....	58

# 1 RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

## 1.1 PREMESSA

La presente relazione di calcolo strutturale, in conformità al punto §10.1 del DM 14/01/08, è comprensiva di una descrizione generale dell'opera e dei criteri generali di analisi e verifica. Segue inoltre le indicazioni fornite al §10.2 del DM stesso per quanto concerne analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo.

## 1.2 DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA

### 1.2.1 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA METALLICA

La struttura in oggetto costituisce la gabbia di contenimento e la protezione esterna, anche a fini estetici, di una piattaforma elevatrice idraulica omologata da installare a Firenze, presso via De' Tornabuoni internamente all'edificio esistente dell'Hotel De' Tornabuoni ex Hotel la Residenza.

L'impianto elevatore posto dentro al castelletto metallico ha una portata di 400 Kg (corrispondenti a cinque persone), ha 1 ingresso e 5 fermate. L'azione di sollevamento avviene tramite un pistone idraulico che, spingendo una puleggia su cui scorrono funi appropriate, muove l'arcata sulla quale è alloggiata la cabina. Le funi sono collegate all'arcata stessa e ad un capofisso (generalmente un pezzo di HEB) sopra al quale viene sistemato un pilastrino d'acciaio che sostiene il pistone e che scarica a terra (sulla soletta in C.A. della fossa) i carichi verticali dovuti alle masse degli elementi meccanici ed alla portata dell'elevatore.

La torre metallica sarà completamente tamponata con vetro Visarm 8/9, ad eccezione della parete nella quale sono alloggiata le porte, per la quale si prevede un tamponamento parziale in vetro Visarm 8/9, per la presenza degli accessi. Non è previsto alcun tipo di copertura per la struttura metallica.

Le dimensioni in pianta della struttura in esame sono 2000×2000 mm, mentre l'altezza complessiva del castelletto è 26m, costituiti da una Fossa (profonda 1100mm), una Corsa (lunga 22m) ed una Testata (alta 2.6m).

Gli elementi resistenti della struttura oggetto della presente relazione di calcolo sono montanti e traversi, giuntati tra loro mediante flange e bulloni a formare un'incastellatura metallica. Il materiale impiegato è, per tutti gli elementi portanti, acciaio **S235** (ex **Fe360B**) laminato in lamiera (formatura a freddo). La rigidità dei cantonali metallici viene rinforzata mediante la bullonatura, all'altezza di ogni "giro" traversi, di squadrette metalliche poste a chiusura della sezione dei montanti. I collegamenti bullonati sono realizzati con bulloni classe 8.8 e dadi classe 8.

La realizzazione delle giunzioni degli elementi verticali, effettuata mediante piegatura a freddo (all'estremità dei cantonali metallici) da lamiera di 3mm di spessore per 300 mm di altezza, sagomati a prendere interamente l'interno del montante, consente di considerare i collegamenti come punti in cui si ripristina la continuità del pezzo (la resistenza offerta è pari a quella del montante integro). I collegamenti tra i traversi ed i montanti, realizzati con giunzioni bullonate (n° 2 bulloni), presentano la conformazione classica della cerniera.

I montanti sia anteriori che posteriori sono divisi in pezzi piegati dopo taglio laser a formare elementi unici verticali. Il primo pezzo appoggia sulla soletta di base e viene fermato alla platea di fondazione tramite piatti sagomati da taglio laser all'estremità inferiore dei montanti e vincolati al C.A. mediante barre filettate Ø12mm e resine epossidiche certificate.

Oltre agli ancoraggi in fossa, sono previsti fissaggi rigidi (vedi Prospetti Torre) della struttura al fabbricato

preesistente nelle due direzioni ortogonali x ed y. Almeno 3 dei 4 montanti verticali dell'incastellatura metallica devono essere solidamente vincolati all'edificio attiguo, che si presume dotato di opportuna rigidità in modo da resistere adeguatamente, secondo le due direzioni x ed y ortogonali tra loro, alle sollecitazioni orizzontali trasmesse dalla torre contenente l'impianto elevatore. I suddetti fissaggi dovranno essere realizzati con piastre metalliche, angolari puntoni d'acciaio, barre filettate Ø12mm, spessori a contrasto di idonea rigidità od altro meccanismo che offra resistenza equivalente ed essere posti ad una distanza, in verticale, non superiore a 4.5 m l'uno dall'altro.

Lo schema statico utilizzato considera la torre metallica incastrata alla base, mediante il sistema di fissaggio in fossa precedentemente descritto, ed incernierata in prossimità degli ancoraggi verticali. I collegamenti tra i traversi ed i montanti sono del tipo a cerniera (almeno nel piano orizzontale x-y).

Nel seguito del fascicolo vengono inseriti, ai relativi paragrafi, i vari diagrammi dei carichi applicati, delle caratteristiche delle sollecitazioni, delle reazioni vincolari e delle deformazioni massime calcolate dal programma, mentre alla fine della presente relazione tecnica si riportano la pianta (con i particolari degli elementi resistenti e gli assi di riferimento) ed i prospetti della struttura metallica.

<b>Descrizione generale dell'opera</b>	
<b>Fabbricato ad uso</b>	
<b>Ubicazione</b>	Comune di FIRENZE (FI) (Regione TOSCANA) Località FIRENZE (FI) Longitudine 11.249, Latitudine 43.777
<b>Numero di piani</b>	5 Fuori terra 1 Interrati le dimensioni dell'opera in pianta sono racchiuse in un rettangolo di 2000×2000mm
<b>Numero vani scale</b>	1
<b>Numero vani ascensore</b>	1
<b>Tipo di fondazione</b>	Cemento Armato

**Tabella 1: Descrizione generale dell'opera**

<b>Parametri della struttura</b>			
<b>Classe d'uso</b>	<b>Vita <math>V_n</math> [anni]</b>	<b>Coeff. Uso</b>	<b>Periodo <math>V_r</math> [anni]</b>
<b>II</b>	50.0	1.0	50.0

**Tabella 2: Parametri della Struttura**

### 1.3 QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO ADOTTATO

Le norme ed i documenti assunti quale riferimento per la progettazione strutturale vengono indicati di seguito.

Nel capitolo "normativa di riferimento" è comunque presente l'elenco completo delle normative disponibili.

<b>Progetto-verifica degli elementi</b>	
<b>Progetto cemento armato</b>	D.M. 14-01-2008
<b>Progetto acciaio</b>	D.M. 14-01-2008
<b>Progetto legno</b>	D.M. 14-01-2008
<b>Progetto muratura</b>	D.M. 14-01-2008
<b>Azione sismica</b>	
<b>Norma applicata per l'azione sismica</b>	D.M. 14-01-2008

**Tabella 3: Norme di Riferimento**

## 1.4 AZIONI DI PROGETTO SULLA COSTRUZIONE

Nei capitoli “modellazione delle azioni” e “schematizzazione dei casi di carico” sono indicate le azioni sulla costruzioni.

Nel prosieguo si indicano tipo di analisi strutturale condotta (statico,dinamico, lineare o non lineare) e il metodo adottato per la risoluzione del problema strutturale nonché le metodologie seguite per la verifica o per il progetto-verifica delle sezioni. Si riportano le combinazioni di carico adottate e, nel caso di calcoli non lineari, i percorsi di carico seguiti; le configurazioni studiate per la struttura in esame **sono risultate effettivamente esaustive per la progettazione-verifica.**

La verifica della sicurezza degli elementi strutturali avviene con i metodi della scienza delle costruzioni. L’analisi strutturale è condotta con il metodo degli spostamenti per la valutazione dello stato tensodeformativo indotto da carichi statici. L’analisi strutturale è condotta con il metodo dell’analisi modale e dello spettro di risposta in termini di accelerazione per la valutazione dello stato tensodeformativo indotto da carichi dinamici (tra cui quelli di tipo sismico).

L’analisi strutturale viene effettuata con il metodo degli elementi finiti. Il metodo sopraindicato si basa sulla schematizzazione della struttura in elementi connessi solo in corrispondenza di un numero prefissato di punti denominati nodi. I nodi sono definiti dalle tre coordinate cartesiane in un sistema di riferimento globale. Le incognite del problema (nell’ambito del metodo degli spostamenti) sono le componenti di spostamento dei nodi riferite al sistema di riferimento globale (traslazioni secondo X, Y, Z, rotazioni attorno X, Y, Z). La soluzione del problema si ottiene con un sistema di equazioni algebriche lineari i cui termini noti sono costituiti dai carichi agenti sulla struttura opportunamente concentrati ai nodi:

$$\mathbf{F}=\mathbf{K}\cdot\mathbf{u}$$

dove

- K** Matrice di rigidezza
- u** Vettore spostamento nodale
- F** Vettore delle forze nodali

Dagli spostamenti ottenuti con la risoluzione del sistema vengono quindi dedotte le sollecitazioni e/o le tensioni di ogni elemento, riferite generalmente ad una terna locale all’elemento stesso.

Il sistema di riferimento utilizzato è costituito da una terna cartesiana destrorsa XYZ. Si assume l’asse Z verticale ed orientato verso l’alto.

Gli elementi utilizzati per la modellazione dello schema statico della struttura sono i seguenti:

- Elemento tipo **TRUSS** (biella-D2)
- Elemento tipo **BEAM** (trave-D2)
- Elemento tipo **MEMBRANE** (membrana-D3)
- Elemento tipo **PLATE** (piastra-guscio-D3)
- Elemento tipo **BOUNDARY** (molla)
- Elemento tipo **STIFFNESS** (matrice di rigidezza)
- Elemento tipo **BRICK** (elemento solido)
- Elemento tipo **SOLAIO** (macro elemento composto da più membrane)

## 1.5 MODELLO NUMERICO

In questa parte viene descritto il modello numerico utilizzato (o i modelli numerici utilizzati) per l’analisi della struttura. La presentazione delle informazioni deve essere, coerentemente con le prescrizioni del paragrafo 10.2 delle NTC-08, tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità.

Tipo di analisi strutturale	
Statica lineare	SI
Statica non lineare	NO
Sismica statica lineare	SI
Sismica dinamica lineare	SI
Sismica statica non lineare (prop. masse)	NO
Sismica statica non lineare (prop. modo)	NO
Sismica statica non lineare (triangolare)	NO
Non linearità geometriche (fattore P delta)	NO

**Tabella 4: Tipo di analisi strutturale**

Di seguito si indicano l'origine e le caratteristiche dei codici di calcolo utilizzati riportando titolo, produttore e distributore, versione, estremi della licenza d'uso:

Informazioni sul codice di calcolo			
<b>Titolo:</b>	PRO_SAP	PROfessional	Structural Analysis Program
<b>Versione:</b>	ENTRY (build 2015-11-172)		
<b>Produttore-Distributore:</b>	2S.I. Software e Servizi per l'Ingegneria s.r.l., Ferrara		
<b>Dati utente finale:</b>	Tarrini Massimiliano, Ingegnere		

**Tabella 5: informazioni sul codice di calcolo**

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

#### Affidabilità dei codici utilizzati

2S.I. ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

E' possibile reperire la documentazione contenente alcuni dei più significativi casi trattati al seguente link: <http://www.2si.it/Software/Affidabilità.htm>

#### Modellazione della geometria e proprietà meccaniche:

nodi	100
elementi D2 (per aste, travi, pilastri...)	162
elementi D3 (per pareti, platee, gusci...)	0
elementi solaio	0
elementi solidi	0
<b>Dimensione del modello strutturale [cm]:</b>	
X min =	-94.00
X max =	94.00
Y min =	-94.00
Y max =	94.00
Z min =	0.00
Z max =	2657.00

#### Strutture verticali:

Elementi di tipo asta	NO
Pilastri	SI
Pareti	NO

<b>Modellazione della geometria e proprietà meccaniche:</b>	
<b>Setti (a comportamento membranale)</b>	NO
<b>Strutture non verticali:</b>	
<b>Elementi di tipo asta</b>	NO
<b>Travi</b>	SI
<b>Gusci</b>	NO
<b>Membrane</b>	NO
<b>Orizzontamenti:</b>	
<b>Solai con la proprietà piano rigido</b>	NO
<b>Solai senza la proprietà piano rigido</b>	NO
<b>Tipo di vincoli:</b>	
<b>Nodi vincolati rigidamente</b>	SI
<b>Nodi vincolati elasticamente</b>	NO
<b>Nodi con isolatori sismici</b>	NO
<b>Fondazioni puntuali (plinti/plinti su palo)</b>	NO
<b>Fondazioni di tipo trave</b>	NO
<b>Fondazioni di tipo platea</b>	NO
<b>Fondazioni con elementi solidi</b>	NO

**Tabella 6 Modellazione della geometria e proprietà meccaniche**

### 1.5.1 MODELLAZIONE DELLE AZIONI

Si veda il capitolo **“Schematizzazione dei casi di carico”** per le informazioni necessarie alla comprensione ed alla ricostruzione delle azioni applicate al modello numerico, coerentemente con quanto indicato nella parte **“2.6. Azioni di progetto sulla costruzione”**.

### 1.5.2 COMBINAZIONI E/O PERCORSI DI CARICO

Si veda il capitolo **“Definizione delle combinazioni”** in cui sono indicate le combinazioni di carico adottate e, nel caso di calcoli non lineari, i percorsi di carico seguiti.

<b>COMBINAZIONI DEI CASI DI CARICO</b>	
<b>APPROCCIO PROGETTUALE</b>	Approccio 2
<b>Tensioni ammissibili</b>	SI
<b>SLU</b>	SI
<b>SLV (SLU con sisma)</b>	SI
<b>SLC</b>	SI
<b>SLD</b>	SI
<b>SLO</b>	SI
<b>SLU GEO A2 (per approccio 1)</b>	NO
<b>SLU EQU</b>	NO
<b>Combinazione caratteristica (rara)</b>	SI
<b>Combinazione frequente</b>	SI
<b>Combinazione quasi permanente (SLE)</b>	SI
<b>SLA (accidentale quale incendio)</b>	- NO

**Tabella 7: Cobinazioni di carico**

## **1.6 PRINCIPALI RISULTATI**

I risultati devono costituire una sintesi completa ed efficace, presentata in modo da riassumere il comportamento della struttura, per ogni tipo di analisi svolta.

### **1.6.1 RISULTATI DELL'ANALISI MODALE**

Viene riportato il tipo di analisi modale condotta, restituiti i risultati della stessa e valutate le informazioni desumibili in merito al comportamento della struttura.

### **1.6.2 DEFORMATE E SOLLECITAZIONI PER CONDIZIONI DI CARICO**

Vengono riportati i principali risultati atti a descrivere il comportamento della struttura, in termini di stati di sollecitazione e di deformazione generalizzata, distinti per condizione elementare di carico o per combinazioni omogenee delle stesse.

### **1.6.3 INVILUPPO DELLE SOLLECITAZIONI MAGGIORMENTE SIGNIFICATIVE**

L'analisi e la restituzione degli involuppi (nelle combinazioni considerate agli SLU e agli SLE) delle caratteristiche di sollecitazione devono essere finalizzate alla valutazione dello stato di sollecitazione nei diversi elementi della struttura.

### **1.6.4 REAZIONI VINCOLARI**

Vengono riportate le reazioni dei vincoli nelle singole condizioni di carico e/o nelle combinazioni considerate.

### **1.6.5 ALTRI RISULTATI SIGNIFICATIVI**

Nella presente parte vengono riportati tutti gli altri risultati che il progettista ritiene di interesse per la descrizione e la comprensione del/i modello/i e del comportamento della struttura.

La presente relazione, oltre ad illustrare in modo esaustivo i dati in ingresso ed i risultati delle analisi in forma tabellare, riporta una serie di immagini:

per i dati in ingresso:

- modello solido della struttura
- numerazione di nodi e ed elementi
- configurazioni di carico statiche
- configurazioni di carico sismiche con baricentri delle masse e eccentricità

per le combinazioni più significative (statisticamente più gravose per la struttura)

- configurazioni deformate
- diagrammi e involuppi delle azioni interne
- mappe delle tensioni
- reazioni vincolari

## **1.7 INFORMAZIONI GENERALI SULL'ELABORAZIONE E GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI.**

Il programma prevede una serie di controlli automatici (check) che consentono l'individuazione di errori di modellazione. Al termine dell'analisi un controllo automatico identifica la presenza di spostamenti o rotazioni abnormi. Si può pertanto asserire che l'elaborazione sia corretta e completa. I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli che ne comprovano l'attendibilità. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali e adottati, anche in fase di primo proporzionamento della struttura. Inoltre, sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni. Si allega al termine della presente relazione elenco sintetico dei controlli svolti (verifiche di equilibrio tra reazioni vincolari e carichi applicati, comparazioni tra i risultati delle analisi e quelli di valutazioni semplificate, etc.) .

## **1.8 VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI**

Nel capitolo relativo alla progettazione degli elementi strutturali agli SLU vengono indicate, con riferimento alla normativa adottata, le modalità ed i criteri seguiti per valutare la sicurezza della struttura nei confronti delle possibili situazioni di crisi ed i risultati delle valutazioni svolte. In via generale, oltre alle verifiche di resistenza e di spostamento, devono essere prese in considerazione verifiche nei confronti dei fenomeni di instabilità, locale e globale, di fatica, di duttilità, di degrado.

## **1.9 VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO**

Nel capitolo relativo alla progettazione degli elementi strutturali agli SLU vengono indicate, con riferimento alla normativa adottata, le modalità seguite per valutare l'affidabilità della struttura nei confronti delle possibili situazioni di perdita di funzionalità (per eccessive deformazioni, fessurazioni, vibrazioni, etc.) ed i risultati delle valutazioni svolte.

## 2 RELAZIONE SUI MATERIALI

Il capitolo Materiali riportata informazioni esaustive relative all'elenco dei materiali impiegati e loro modalità di posa in opera e ai valori di calcolo.

### 2.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

1. D.Min. Infrastrutture Min. Interni e Prot. Civile 14 Gennaio 2008 e allegate "Norme tecniche per le costruzioni".
2. D.Min. Infrastrutture e trasporti 14 Settembre 2005 e allegate "Norme tecniche per le costruzioni".
3. D.M. LL.PP. 9 Gennaio 1996 "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche".
4. D.M. LL.PP. 16 Gennaio 1996 "Norme tecniche relative ai <<Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi>>".
5. D.M. LL.PP. 16 Gennaio 1996 "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche".
6. Circolare 4/07/96, n.156AA.GG./STC. istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relative ai <<Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi>>" di cui al D.M. 16/01/96.
7. Circolare 10/04/97, n.65AA.GG. istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche" di cui al D.M. 16/01/96.
8. D.M. LL.PP. 20 Novembre 1987 "Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento".
9. Circolare 4 Gennaio 1989 n. 30787 "Istruzioni in merito alle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento".
10. D.M. LL.PP. 11 Marzo 1988 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione".
11. D.M. LL.PP. 3 Dicembre 1987 "Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate".
12. UNI 9502 - Procedimento analitico per valutare la resistenza al fuoco degli elementi costruttivi di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso - edizione maggio 2001
13. Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" e successive modificazioni e integrazioni.
14. UNI EN 1990:2006 13/04/2006 Eurocodice 0 - Criteri generali di progettazione strutturale.
15. UNI EN 1991-1-1:2004 01/08/2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-1: Azioni in generale - Pesi per unità di volume, pesi propri e sovraccarichi per gli edifici.
16. UNI EN 1991-2:2005 01/03/2005 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 2: Carichi da traffico sui ponti.
17. UNI EN 1991-1-3:2004 01/10/2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-3: Azioni in generale - Carichi da neve.
18. UNI EN 1991-1-4:2005 01/07/2005 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-4: Azioni in generale - Azioni del vento.
19. UNI EN 1991-1-5:2004 01/10/2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-5: Azioni in generale - Azioni termiche.
20. UNI EN 1992-1-1:2005 24/11/2005 Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
21. UNI EN 1992-1-2:2005 01/04/2005 Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio.
22. UNI EN 1993-1-1:2005 01/08/2005 Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
23. UNI EN 1993-1-8:2005 01/08/2005 Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-8:

### PROGETTAZIONE DEI COLLEGAMENTI.

24. UNI EN 1994-1-1:2005 01/03/2005 Eurocodice 4 - Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
  25. UNI EN 1994-2:2006 12/01/2006 Eurocodice 4 - Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo - Parte 2: Regole generali e regole per i ponti.
  26. UNI EN 1995-1-1:2005 01/02/2005 Eurocodice 5 - Progettazione delle strutture di legno - Parte 1-1: Regole generali – Regole comuni e regole per gli edifici.
  27. UNI EN 1995-2:2005 01/01/2005 Eurocodice 5 - Progettazione delle strutture di legno - Parte 2: Ponti.
  28. UNI EN 1996-1-1:2006 26/01/2006 Eurocodice 6 - Progettazione delle strutture di muratura - Parte 1-1: Regole generali per strutture di muratura armata e non armata.
  29. UNI EN 1996-3:2006 09/03/2006 Eurocodice 6 - Progettazione delle strutture di muratura - Parte 3: Metodi di calcolo semplificato per strutture di muratura non armata.
  30. UNI EN 1997-1:2005 01/02/2005 Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica - Parte 1: Regole generali.
  31. UNI EN 1998-1:2005 01/03/2005 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici.
  32. UNI EN 1998-3:2005 01/08/2005 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 3: Valutazione e adeguamento degli edifici.
- UNI EN 1998-5:2005 01/01/2005 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.

NOTA sul capitolo "normativa di riferimento": riporta l'elenco delle normative implementate nel software. Le norme utilizzate per la struttura oggetto della presente relazione sono indicate nel precedente capitolo "RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE" "ANALISI E VERIFICHE SVOLTE CON L'AUSILIO DI CODICI DI CALCOLO". Laddove nei capitoli successivi vengano richiamate norme antecedenti al DM 14.01.08 è dovuto o a progettazione simulata di edificio esistente o ad applicazione del punto 2.7 del DM 14.01.08.

## 2. RELAZIONE SUI MATERIALI

Il capitolo Materiali riporta informazioni esaustive relative all'elenco dei materiali impiegati e loro modalità di posa

in opera e ai valori di calcolo.

## 2.2 RELAZIONE SUI MATERIALI DELLA STRUTTURA METALLICA

ACCIAIO		
<b>Profilati a caldo e lamiera presso-piegate (formatura a freddo) tipo S 235 (ex Fe 360 B) con le seguenti caratteristiche meccaniche:</b>		
<b>Tensione caratteristica di snervamento:</b>	> 2350	kg/cm <sup>2</sup>
<b>Tensione caratteristica di rottura:</b>	> 3600	kg/cm <sup>2</sup>
<b>Allungamento percentuale a rottura (lamiera):</b>	> 26 %	
<b>Allungamento percentuale a rottura (profilati):</b>	> 28 %	

**Tabella 8: Dati Acciaio impiegato**

## COLLEGAMENTI SALDATI

**Cordoni di saldatura perimetrali di classe II estesi a tutto il perimetro di contatto; dimensioni dei cordoni non inferiori a:** 0.5 cm

**Elettrodi di tipo E44 aventi caratteristiche di classe 2, 3 o 4 secondo la UNI 5132-1974.**

**Le giunzioni saldate dovranno essere realizzate con accurata eliminazione di ogni difetto al vertice prima di effettuare la ripresa o la seconda saldatura. L'aspetto della saldatura deve essere ragionevolmente regolare e non presentare bruschi disavviamenti col metallo base.**

**Tabella 9: Collegamenti Saldati**

## COLLEGAMENTI BULLONATI

**I bulloni, conformi per le caratteristiche dimensionali alle norme UNI EN ISO 4016:2002 e UNI 5592:1968, devono appartenere alle classi indicate nella norma UNI EN ISO 898-1:2001; le associazioni delle classi sono quelle indicate nella Tabella 11.3.XII del D.M. 14-01-2008 (NTC). Nella struttura in oggetto saranno utilizzati bulloni di classe 8.8 accoppiati a dadi di classe 8.**

**Tabella 10 Collegamenti bullonati**

## 2.3 CARATTERISTICHE MATERIALI UTILIZZATI

### 2.3.1 LEGENDA TABELLA DATI MATERIALI

Il programma consente l'uso di materiali diversi. Sono previsti i seguenti tipi di materiale:

<b>1</b>	<b>materiale tipo cemento armato</b>
<b>2</b>	materiale tipo acciaio
<b>3</b>	materiale tipo muratura
<b>4</b>	materiale tipo legno
<b>5</b>	materiale tipo generico

I materiali utilizzati nella modellazione sono individuati da una sigla identificativa ed un codice numerico (gli elementi strutturali richiamano quest'ultimo nella propria descrizione). Per ogni materiale vengono riportati in tabella i seguenti dati:

<b>Young</b>	<b>modulo di elasticità normale</b>
<b>Poisson</b>	coefficiente di contrazione trasversale
<b>G</b>	modulo di elasticità tangenziale
<b>Gamma</b>	peso specifico
<b>Alfa</b>	coefficiente di dilatazione termica

I dati soprariportati vengono utilizzati per la modellazione dello schema statico e per la determinazione dei carichi inerziali e termici. In relazione al tipo di materiale vengono riportati inoltre:

<b>1</b>	<b>cemento armato</b>
<b>Rck</b>	resistenza caratteristica cubica
<b>Fctm</b>	resistenza media a trazione semplice

<b>2</b>	<b>acciaio</b>	
	<b>Ft</b>	tensione di rottura a trazione
	<b>Fy</b>	tensione di snervamento
	<b>Fd</b>	resistenza di calcolo
	<b>Fdt</b>	resistenza di calcolo per spess. $t > 40$ mm
	<b>Sadm</b>	tensione ammissibile
	<b>Sadmt</b>	tensione ammissibile per spess. $t > 40$ mm
<b>3</b>	<b>muratura</b>	
	<b>Resist. Fk</b>	resistenza caratteristica a compressione
	<b>Resist. Fvko</b>	resistenza caratteristica a taglio
<b>4</b>	<b>legno</b>	
	<b>Resist. fc0k</b>	Resistenza caratteristica (tensione amm. per REGLES) per compressione
	<b>Resist. ft0k</b>	Resistenza caratteristica (tensione amm. per REGLES) per trazione
	<b>Resist. fmk</b>	Resistenza caratteristica (tensione amm. per REGLES) per flessione
	<b>Resist. fvk</b>	Resistenza caratteristica (tensione amm. per REGLES) per taglio
	<b>Modulo E0.05</b>	Modulo elastico parallelo caratteristico
	<b>Lamellare</b>	lamellare o massiccio

Vengono inoltre riportate le tabelle contenenti il riassunto delle informazioni assegnate nei criteri di progetto in uso.

Con riferimento al **Documento di Affidabilità "Test di validazione del software di calcolo PRO\_SAP e dei moduli aggiuntivi PRO\_SAP Modulo Geotecnico, PRO\_CAD nodi acciaio e PRO\_MST"** - versione Maggio 2011, disponibile per il download sul sito [www.2si.it](http://www.2si.it), si segnalano i seguenti esempi applicativi:

#### Modellazione di strutture in acciaio

Test N°	Titolo
55	VERIFICA DI STABILITA' DI ASTE COMPRESSE IN ACCIAIO – METODO OMEGA
56	LUCE LIBERA DI TRAVI E ASTE IN ACCIAIO
57	LUCE LIBERA DI COLONNE IN ACCIAIO
58	SVERGOLAMENTO DI TRAVI IN ACCIAIO
59	FATTORE DI STRUTTURA
60	ACCIAIO D.M.2008
61	ACCIAIO EC3
62	GERARCHIA RESISTENZE STRUTTURE IN ACCIAIO
63	STABILITA' DI ASTE COMPOSTE IN ACCIAIO
73	COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO CON PRESENZA IRRIGIDIMENTI TRASVERSALI
74	COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO CON PRESENZA DI UN PIATTO DI RINFORZO SALDATO ALL'ANIMA DELLA COLONNA
75	COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO CON PRESENZA DI DUE PIATTI DI RINFORZO SALDATI ALL'ANIMA DELLA COLONNA

Test N°	Titolo
76	COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO A DUE VIE SU ALI COLONNA
77	COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO A UNA VIA CON DUE COMBINAZIONI DI CARICO
78	COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO SU ANIMA SENZA RINFORZI A QUATTRO FILE DI BULLONI DI CUI UNA SU PIASTRA INFERIORE E UNA SU PIASTRA SUPERIORE
79	VERIFICA DELLA PIASTRA NODO TRAVE COLONNA
85	TELAIO ACCIAIO: CONTROVENTI CONCENTRICI

**Tabella 11**

Id	Tipo / Note	Young	Poisson	G	Gamma	Alfa
		daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>		daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>3</sup>
10	acciaio Fe360 - S235	2.100e+06	0.30	8.077e+05	7.80e-03	1.20e-05
	ft	3600.0				
	fy	2350.0				
	fd	2350.0				
	fdt	2100.0				
	sadm	1600.0				
	sadmt	1400.0				

**Tabella 12: Caratteristiche meccaniche S235**

Aste acc.	1/7/..	2/8/..	3/9/..	4/10/..	5/11/..	6/12/..
<b>Generalità</b>						
<b>Beta assegnato</b>	0.80					
<b>Verifica come controvento</b>	No					
<b>Usa condizioni I e II</b>	Si					
<b>Coefficiente gamma M0</b>	1.05					
<b>Coefficiente gamma M1</b>	1.05					
<b>Coefficiente gamma M2</b>	1.25					

**Tabella 13: Casi di carico**

## 2.4 MODELLAZIONE DELLE SEZIONI

### 2.4.1 LEGENDA TABELLA DATI SEZIONI

Il programma consente l'uso di sezioni diverse. Sono previsti i seguenti tipi di sezione:

- 1 sezione di tipo generico
- 2 profilati semplici
- 3 profilati accoppiati e speciali

Le sezioni utilizzate nella modellazione sono individuate da una sigla identificativa ed un codice numerico (gli elementi strutturali richiamano quest'ultimo nella propria descrizione). Per ogni sezione vengono riportati in tabella i seguenti dati:

<b>Area</b>	area della sezione
<b>A V2</b>	area della sezione/fattore di taglio (per il taglio in direzione 2)
<b>A V3</b>	area della sezione/fattore di taglio (per il taglio in direzione 3)

<b>Jt</b>	fattore torsionale di rigidezza
<b>J2-2</b>	momento d'inerzia della sezione riferito all'asse 2
<b>J3-3</b>	momento d'inerzia della sezione riferito all'asse 3
<b>W2-2</b>	modulo di resistenza della sezione riferito all'asse 2
<b>W3-3</b>	modulo di resistenza della sezione riferito all'asse 3
<b>Wp2-2</b>	modulo di resistenza plastico della sezione riferito all'asse 2
<b>Wp3-3</b>	modulo di resistenza plastico della sezione riferito all'asse 3

**Tabella 14: Tabella dei dati inerziali**

I dati sopra riportati vengono utilizzati per la determinazione dei carichi inerziali e per la definizione delle rigidzze degli elementi strutturali; qualora il valore di Area V2 (e/o Area V3) sia nullo la deformabilità per taglio V2 (e/o V3) è trascurata. La valutazione delle caratteristiche inerziali delle sezioni è condotta nel riferimento 2-3 dell'elemento.

<p>rettangolare</p>	<p>a T</p>	<p>a T rovescia</p>	<p>a T di colmo</p>	<p>a L</p>	<p>a L specchiata</p>
<p>a L specchiata rovescia</p>	<p>a L rovescia</p>	<p>a L di colmo</p>	<p>a doppio T</p>	<p>a quattro specchiata</p>	<p>a quattro</p>
<p>a U</p>	<p>a C</p>	<p>a croce</p>	<p>circolare</p>	<p>rettangolare cava</p>	<p>circolare cava</p>

Per quanto concerne i profilati semplici ed accoppiati l'asse 2 del riferimento coincide con l'asse x riportato nei più diffusi profilatari.

Per quanto concerne le sezioni di tipo generico (tipo 1.):

i valori dimensionali con prefisso B sono riferiti all'asse 2

i valori dimensionali con prefisso H sono riferiti all'asse 3

Con riferimento al **Documento di Affidabilità "Test di validazione del software di calcolo PRO\_SAP e dei moduli aggiuntivi PRO\_SAP Modulo Geotecnico, PRO\_CAD nodi acciaio e PRO\_MST"** - versione Settembre 2014, disponibile per il download sul sito [www.2si.it](http://www.2si.it), si segnalano i seguenti esempi applicativi:

Test N°	Titolo
1	CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI
45	VERIFICA AGLI SLU DI STRUTTURE IN C.A.
48	PROGETTAZIONE A TAGLIO DI STRUTTURE IN C.A. SECONDO IL D.M. 9/1/96
49	PROGETTAZIONE A TAGLIO DI STRUTTURE IN C.A. SECONDO IL D.M. 14/1/2008
50	VERIFICA ALLO SLE (TENSIONI E FESSURAZIONE) DI STRUTTURE IN C.A.
51	VERIFICA ALLO SLE (DEFORMAZIONE) DI STRUTTURE IN C.A.
104	ANALISI DI RESISTENZA AL FUOCO

**Tabella 15: Test delle sezioni**

Id	Tipo	Area	$A_{V2}$	$A_{V3}$	$J_t$	$J_{22}$	$J_{33}$	$W_{22}$	$W_{33}$	$W_{p22}$	$W_{p33}$
		cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>
14	montante	12.75	0.0	0.0	0.38	235.16	235.16	33.16	33.16	37.93	57.11
15	traverso	7.74	0.0	0.0	0.23	29.32	168.19	9.34	28.03	13.05	33.37
16	u per guide	5.22	0.0	0.0	0.16	33.20	19.89	11.07	5.12	12.45	8.92
17	ascensore	32.00	0.0	0.0	27.31	275.61	203.08	43.40	31.36	69.19	57.42

**Tabella 16: Dati inerziali sezioni**

## 2.5 CARATTERISTICHE DEI PROFILATI METALLICI

I montanti utilizzati nella struttura in oggetto sono di un unico tipo:

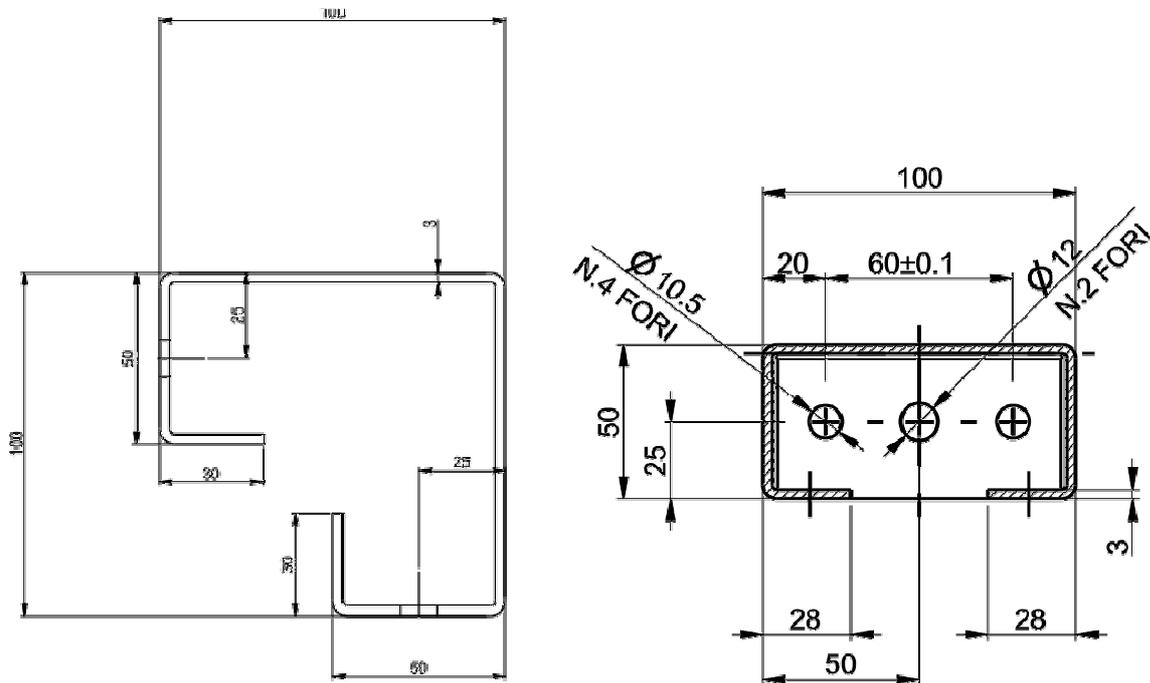
- a pianta quadrata interrotta con lembi ripiegati [Figura 1] da 100x100x3 mm (sagoma ricavata dalla presso-piegatura di lamiera dello spessore di 3 mm),
- per i due montanti della parete lato guide e ad L 80x80x3 mm (sagoma ricavata dalla presso-piegatura di lamiera dello spessore di 3 mm) per i due montanti della parete opposta al lato guide.

La lunghezza complessiva degli elementi verticali è di 26 m, ripartiti in pezzi di 10 m ciascuno (in fase di calcolo sono stati presi in considerazione gli assi dei vari elementi), ad eccezione dei pezzi iniziali e/o terminali tagliati a misura.

- I traversi sono di un unico tipo: a  $\Omega$  100x50x3 mm (sagoma ricavata dalla presso-piegatura di lamiera dello spessore di 3 mm), su tutti i lati, e sono posti ad una distanza verticale l'uno dall'altro variabile ma sempre inferiore a 2600mm, fatta eccezione per gli spazi che si devono lasciare per la presenza delle porte di piano e di cabina.
- Le staffe delle guide sono ad U (di lamiera piegata) su tutti i traversi posti sul lato delle guide (parete sinistra entrando dal piano 0), e sono collocate ad una distanza l'una dall'altra di circa 1,11 m (scartamento guide di cabina 0,9 m). Il collegamento tra la staffa ed il traverso è realizzato mediante saldatura.

Il materiale utilizzato per gli elementi portanti è acciaio **S 235 (ex Fe 360 B)**, laminato in lamiera (formatura a freddo).

- MONTANTI (100x100x3 mm) :  $P \cong 2.73$  kg/m (Peso dell'elemento al metro lineare)
- TRAVERSI:  $P = 0,001048 \cdot 7850 \cong 1.96$  kg/m (Peso dell'elemento al metro lineare)



**Figura 1: Sezione montante e traverso**

# 3 MODELLAZIONE STRUTTURA: NODI

## 3.1.1 LEGENDA TABELLA DATI NODI

Il programma utilizza per la modellazione nodi strutturali.

Ogni nodo è individuato dalle coordinate cartesiane nel sistema di riferimento globale (X Y Z).

Ad ogni nodo è eventualmente associato un codice di vincolamento rigido, un codice di fondazione speciale, ed un set di sei molle (tre per le traslazioni, tre per le rotazioni). Le tabelle sottoriportate riflettono le succitate possibilità. In particolare per ogni nodo viene indicato in tabella:

Nodo	numero del nodo.
X	valore della coordinata X
Y	valore della coordinata Y
Z	valore della coordinata Z

Per i nodi ai quali sia associato un codice di vincolamento rigido, un codice di fondazione speciale o un set di molle viene indicato in tabella:

Nodo	numero del nodo.
X	valore della coordinata X
Y	valore della coordinata Y
Z	valore della coordinata Z
<b>Note</b>	eventuale codice di vincolo (es. v=110010 sei valori relativi ai sei gradi di libertà previsti per il nodo TxTyTzRxRyRz, il valore 1 indica che lo spostamento o rotazione relativo è impedito, il valore 0 indica che lo spostamento o rotazione relativo è libero).
<b>Note</b>	(FS = 1, 2,...) eventuale codice del tipo di fondazione speciale (1, 2,... fanno riferimento alle tipologie: plinto, palo, plinto su pali,...) che è collegato al nodo.  (ISO = "id SIGLA") indice e sigla identificativa dell' eventuale isolatore sismico assegnato al nodo
<b>Rig. TX</b>	valore della rigidezza dei vincoli elastici eventualmente applicati al nodo, nello specifico TX (idem per TY, TZ, RX, RY, RZ).

**Tabella 17: Caratteristiche dei nodi**

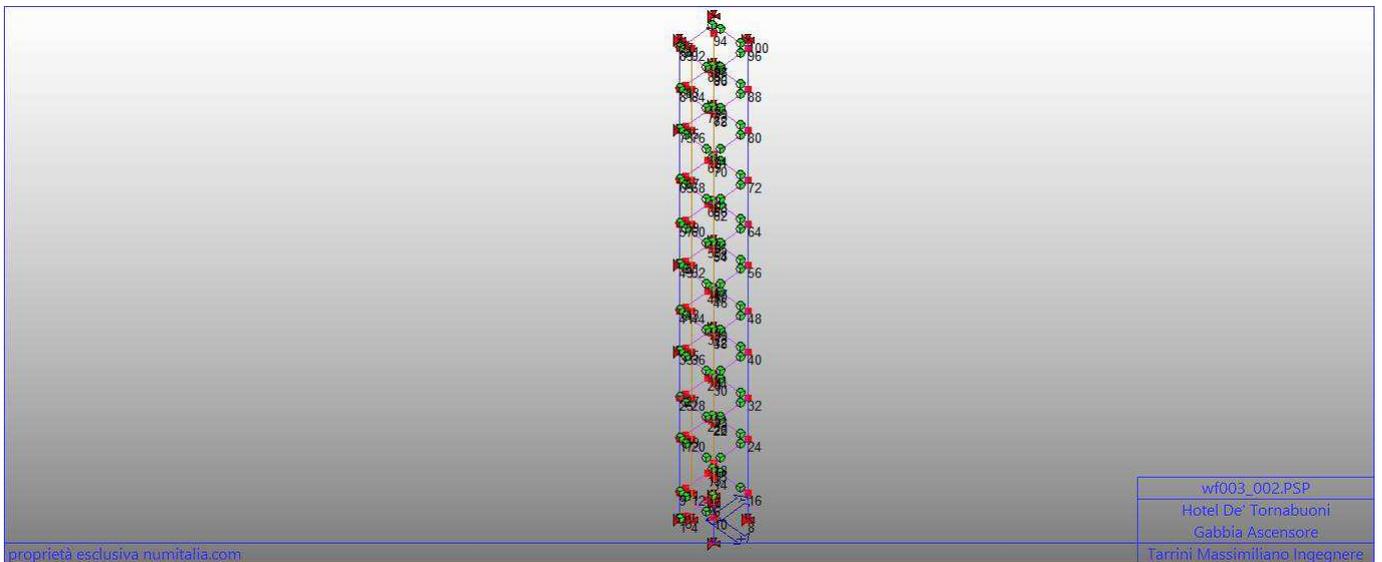
Per strutture sismicamente isolate viene inoltre inserita la tabella delle caratteristiche per gli isolatori utilizzati; le caratteristiche sono indicate in conformità al cap. 7.10 del D.M. 14/01/08

TABELLA DATI NODI

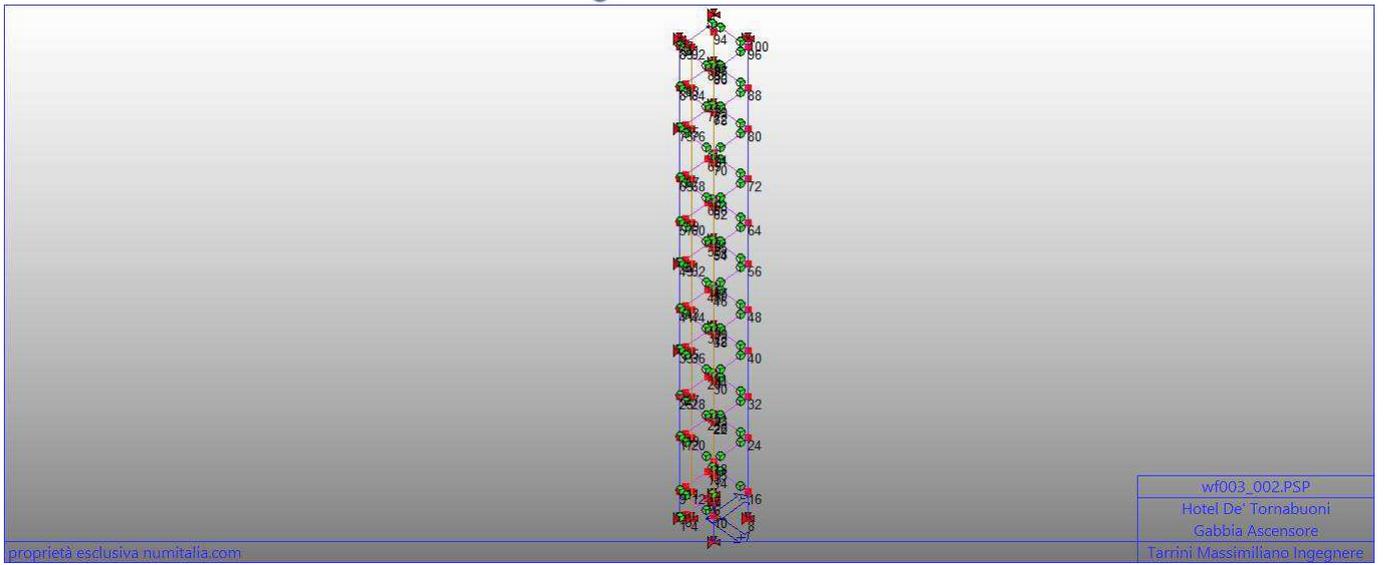
Nodo	X	Y	Z	Nodo	X	Y	Z	Nodo	X	Y	Z
	cm	cm	cm		cm	cm	cm		cm	cm	cm
3	-94.0	-61.8	0.0	5	-94.0	61.8	0.0	9	-94.0	-94.0	150.0
10	94.0	-94.0	150.0	11	-94.0	-61.8	150.0	12	-61.0	-61.8	150.0
13	-94.0	61.8	150.0	14	-61.0	61.8	150.0	15	-94.0	94.0	150.0
16	94.0	94.0	150.0	17	-94.0	-94.0	447.0	18	94.0	-94.0	447.0
19	-94.0	-61.8	447.0	20	-61.0	-61.8	447.0	21	-94.0	61.8	447.0
22	-61.0	61.8	447.0	23	-94.0	94.0	447.0	24	94.0	94.0	447.0
25	-94.0	-94.0	673.0	26	94.0	-94.0	673.0	27	-94.0	-61.8	673.0
28	-61.0	-61.8	673.0	29	-94.0	61.8	673.0	30	-61.0	61.8	673.0
31	-94.0	94.0	673.0	32	94.0	94.0	673.0	34	94.0	-94.0	930.0
35	-94.0	-61.8	930.0	36	-61.0	-61.8	930.0	37	-94.0	61.8	930.0

38	-61.0	61.8	930.0	40	94.0	94.0	930.0	41	-94.0	-94.0	1156.0
42	94.0	-94.0	1156.0	43	-94.0	-61.8	1156.0	44	-61.0	-61.8	1156.0
45	-94.0	61.8	1156.0	46	-61.0	61.8	1156.0	47	-94.0	94.0	1156.0
48	94.0	94.0	1156.0	50	94.0	-94.0	1413.0	51	-94.0	-61.8	1413.0
52	-61.0	-61.8	1413.0	53	-94.0	61.8	1413.0	54	-61.0	61.8	1413.0
56	94.0	94.0	1413.0	57	-94.0	-94.0	1639.0	58	94.0	-94.0	1639.0
59	-94.0	-61.8	1639.0	60	-61.0	-61.8	1639.0	61	-94.0	61.8	1639.0
62	-61.0	61.8	1639.0	63	-94.0	94.0	1639.0	64	94.0	94.0	1639.0
65	-94.0	-94.0	1882.0	66	94.0	-94.0	1882.0	67	-94.0	-61.8	1882.0
68	-61.0	-61.8	1882.0	69	-94.0	61.8	1882.0	70	-61.0	61.8	1882.0
71	-94.0	94.0	1882.0	72	94.0	94.0	1882.0	74	94.0	-94.0	2159.0
75	-94.0	-61.8	2159.0	76	-61.0	-61.8	2159.0	77	-94.0	61.8	2159.0
78	-61.0	61.8	2159.0	80	94.0	94.0	2159.0	81	-94.0	-94.0	2387.0
82	94.0	-94.0	2387.0	83	-94.0	-61.8	2387.0	84	-61.0	-61.8	2387.0
85	-94.0	61.8	2387.0	86	-61.0	61.8	2387.0	87	-94.0	94.0	2387.0
88	94.0	94.0	2387.0	89	-94.0	-94.0	2613.0	90	94.0	-94.0	2613.0
91	-94.0	-61.8	2613.0	92	-61.0	-61.8	2613.0	93	-94.0	61.8	2613.0
94	-61.0	61.8	2613.0	95	-94.0	94.0	2613.0	96	94.0	94.0	2613.0

Nodo	X cm	Y cm	Z cm	Note	Rig. TX daN/cm	Rig. TY daN/cm	Rig. TZ daN/cm	Rig. RX daN cm/rad	Rig. RY daN cm/rad	Rig. RZ daN cm/rad
1	-94.0	-94.0	0.0	v=111111						
2	94.0	-94.0	0.0	v=111111						
4	-61.0	-61.8	0.0	v=111111						
6	-61.0	61.8	0.0	v=111111						
7	-94.0	94.0	0.0	v=111111						
8	94.0	94.0	0.0	v=111111						
33	-94.0	-94.0	930.0	v=111111						
39	-94.0	94.0	930.0	v=111111						
49	-94.0	-94.0	1413.0	v=111111						
55	-94.0	94.0	1413.0	v=111111						
73	-94.0	-94.0	2159.0	v=111111						
79	-94.0	94.0	2159.0	v=111111						
97	-94.0	-94.0	2657.0	v=111111						
98	94.0	-94.0	2657.0	v=111111						
99	-94.0	94.0	2657.0	v=111111						
100	94.0	94.0	2657.0	v=111111						



**Figura 2: Numerazione nodi struttura**



**Figura 3 Numerazione nodi struttura**

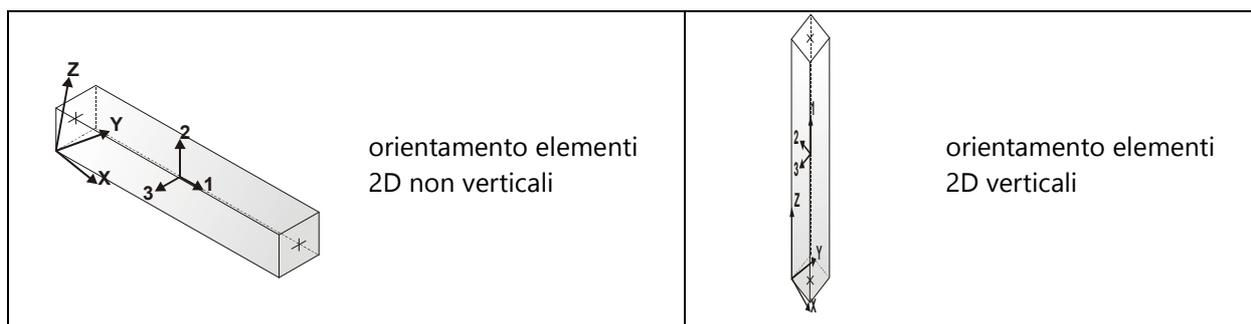
# 4 MODELLAZIONE STRUTTURA: ELEMENTI TRAVE

## 4.1.1 TABELLA DATI TRAVI

Il programma utilizza per la modellazione elementi a due nodi denominati in generale travi.

Ogni elemento trave è individuato dal nodo iniziale e dal nodo finale.

Ogni elemento è caratterizzato da un insieme di proprietà riportate in tabella che ne completano la modellazione.



In particolare per ogni elemento viene indicato in tabella:

<b>Elem.</b>	numero dell'elemento
<b>Note</b>	codice di comportamento: trave, trave di fondazione, pilastro, asta, asta tesa, asta compressa,
<b>Nodo I (J)</b>	numero del nodo iniziale (finale)
<b>Mat.</b>	codice del materiale assegnato all'elemento
<b>Sez.</b>	codice della sezione assegnata all'elemento
<b>Rotaz.</b>	valore della rotazione dell'elemento, attorno al proprio asse, nel caso in cui l'orientamento di default non sia adottabile; l'orientamento di default prevede per gli elementi non verticali l'asse 2 contenuto nel piano verticale e l'asse 3 orizzontale, per gli elementi verticali l'asse 2 diretto secondo X negativo e l'asse 3 diretto secondo Y negativo
<b>Svincolo I (J)</b>	codici di svincolo per le azioni interne; i primi sei codici si riferiscono al nodo iniziale, i restanti sei al nodo finale (il valore 1 indica che la relativa azione interna non è attiva)
<b>Wink V</b>	costante di sottofondo (coefficiente di Winkler) per la modellazione della trave su suolo elastico
<b>Wink O</b>	costante di sottofondo (coefficiente di Winkler) per la modellazione del suolo elastico orizzontale

Con riferimento al **Documento di Affidabilità "Test di validazione del software di calcolo PRO\_SAP e dei moduli aggiuntivi PRO\_SAP Modulo Geotecnico, PRO\_CAD nodi acciaio e PRO\_MST"** - versione Settembre 2014, disponibile per il download sul sito [www.2si.it](http://www.2si.it), si segnalano i seguenti esempi applicativi:

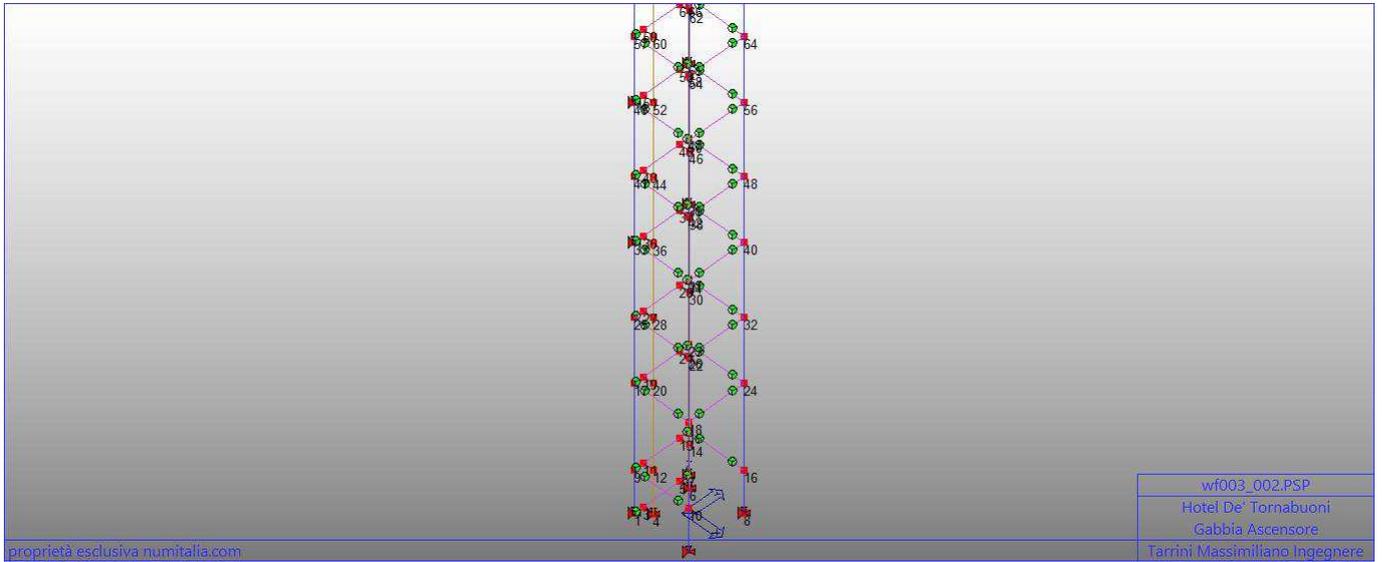
Test N°	Titolo
2	TRAVI A UNA CAMPATA
3	TRAVE A PIU' CAMPATE
4	TRAVE A UNA CAMPATA SU TERRENO ALLA WINKLER
5	TRAVI SU TERRENO ALLA WINKLER CON CARICO TRASVERSALE
6	TELAI PIANI CON CERNIERE ALLA BASE
7	TELAI PIANI CON INCASTRI ALLA BASE
11	STRUTTURE SOGGETTE A VARIAZIONI TERMICHE
12	STRUTTURE SU TERRENO ALLA WINKLER SOTTOPOSTE A CARICHI DISTRIBUITI TRIANGOLARI
21	DRILLING
24	TENSIONI E ROTAZIONI RISPETTO ALLA CORDA DI ELEMENTI TRAVE
27	FRECCIA DI ELEMENTI TRAVE
42	GERARCHIA DELLE RESISTENZE PER TRAVI IN C.A.
43	GERARCHIA DELLE RESISTENZE PER PILASTRI IN C.A.
44	VERIFICA ALLE TA DI STRUTTURE IN C.A.
45	VERIFICA AGLI SLU DI STRUTTURE IN C.A.
47	VERIFICA A PUNZONAMENTO ALLO SLU DI TRAVI IN C.A.
48	PROGETTAZIONE A TAGLIO DI STRUTTURE IN C.A. SECONDO IL D.M. 9/1/96
49	PROGETTAZIONE A TAGLIO DI STRUTTURE IN C.A. SECONDO IL D.M. 14/1/2008
50	VERIFICA ALLO SLE (TENSIONI E FESSURAZIONE) DI STRUTTURE IN C.A.
51	VERIFICA ALLO SLE (DEFORMAZIONE) DI STRUTTURE IN C.A.
52	FATTORE DI STRUTTURA
53	SOVRARESISTENZE
54	DETTAGLI COSTRUTTIVI C.A.: LIMITI D'ARMATURA PILASTRI E NODI TRAVE-PILASTRO
56	VERIFICA DI STABILITA' DI ASTE COMPRESSE IN ACCIAIO - METODO OMEGA
57	LUCE LIBERA DI TRAVI E ASTE IN ACCIAIO
58	LUCE LIBERA DI COLONNE IN ACCIAIO
59	SVERGOLAMENTO DI TRAVI IN ACCIAIO
64	STABILITA' DI ASTE COMPOSTE IN ACCIAIO
73	VALUTAZIONE EFFETTO P- $\delta$ SU PILASTRATA
74	VALUTAZIONE EFFETTO P- $\delta$ SU TELAIO 3D
85	ANALISI PUSHOVER DI UN EDIFICIO IN C.A.
87	ANALISI ELASTO PLASTICA INCREMENTALE
88	ANALISI ELASTO PLASTICA INCREMENTALE
98	VERIFICA ALLO SLU DI STRUTTURE IN LEGNO SECONDO EC5
99	VERIFICA ALLO SLE DI STRUTTURE IN LEGNO SECONDO EC5
102	SNELLEZZE EC5
130	PROGETTO E VERIFICA DI TRAVI PREM

Elem.	Note	Nodo I	Nodo J	Mat.	Sez.	Rotaz. gradi	Svincolo I	Svincolo J	Wink V daN/cm3	Wink O daN/cm3
1	Pilas.	1	9	10	14	-180.00				
2	Pilas.	2	10	10	14	-90.00				
3	Pilas.	7	15	10	14	90.00				

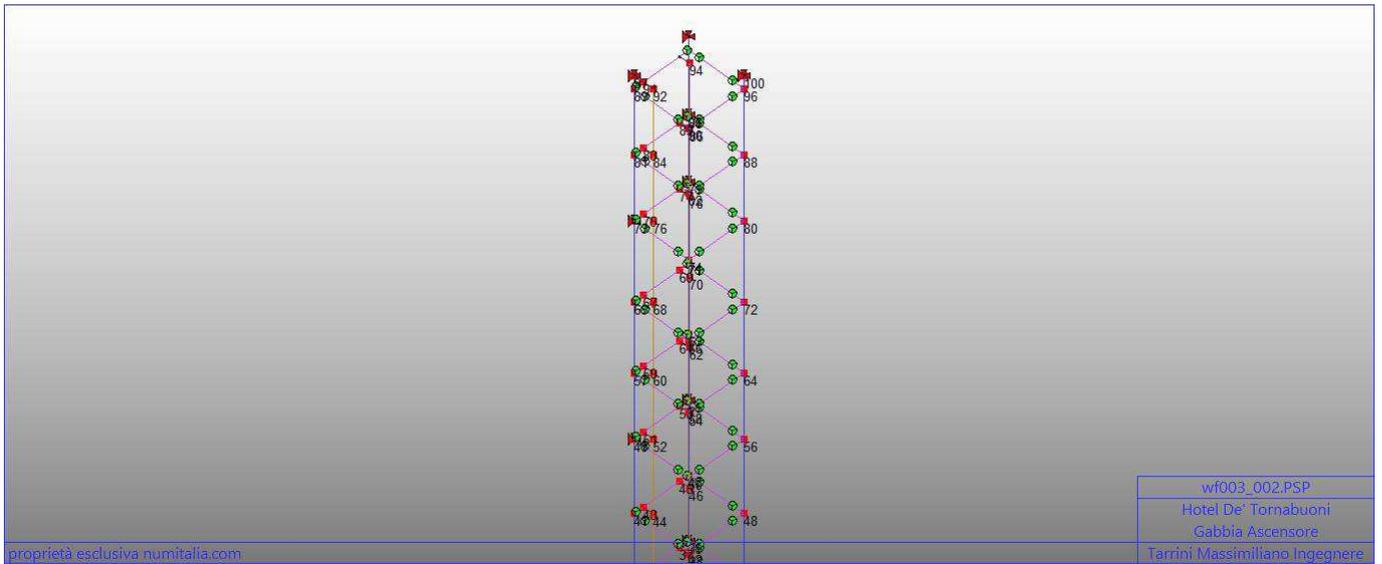
4	Pilas.	8	16	10	14			
5	Pilas.	9	17	10	14	-180.00		
6	Pilas.	10	18	10	14	-90.00		
7	Pilas.	15	23	10	14	90.00		
8	Pilas.	16	24	10	14			
9	Pilas.	17	25	10	14	-180.00		
10	Pilas.	18	26	10	14	-90.00		
11	Pilas.	23	31	10	14	90.00		
12	Pilas.	24	32	10	14			
13	Pilas.	25	33	10	14	-180.00		
14	Pilas.	26	34	10	14	-90.00		
15	Pilas.	31	39	10	14	90.00		
16	Pilas.	32	40	10	14			
17	Pilas.	33	41	10	14	-180.00		
18	Pilas.	34	42	10	14	-90.00		
19	Pilas.	39	47	10	14	90.00		
20	Pilas.	40	48	10	14			
21	Pilas.	41	49	10	14	-180.00		
22	Pilas.	42	50	10	14	-90.00		
23	Pilas.	47	55	10	14	90.00		
24	Pilas.	48	56	10	14			
25	Pilas.	49	57	10	14	-180.00		
26	Pilas.	50	58	10	14	-90.00		
27	Pilas.	55	63	10	14	90.00		
28	Pilas.	56	64	10	14			
29	Pilas.	57	65	10	14	-180.00		
30	Pilas.	58	66	10	14	-90.00		
31	Pilas.	63	71	10	14	90.00		
32	Pilas.	64	72	10	14			
33	Pilas.	65	73	10	14	-180.00		
34	Pilas.	66	74	10	14	-90.00		
35	Pilas.	71	79	10	14	90.00		
36	Pilas.	72	80	10	14			
37	Pilas.	73	81	10	14	-180.00		
38	Pilas.	74	82	10	14	-90.00		
39	Pilas.	79	87	10	14	90.00		
40	Pilas.	80	88	10	14			
41	Pilas.	81	89	10	14	-180.00		
42	Pilas.	82	90	10	14	-90.00		
43	Pilas.	87	95	10	14	90.00		
44	Pilas.	88	96	10	14			
45	Pilas.	89	97	10	14	-180.00		
46	Pilas.	90	98	10	14	-90.00		
47	Pilas.	95	99	10	14	90.00		
48	Pilas.	96	100	10	14			
49	Trave	1	3	10	15		000011	
50	Trave	3	5	10	15			
51	Trave	5	7	10	15			000011
52	Trave	9	10	10	15	-180.00	000011	000011
53	Trave	9	11	10	15		000011	
54	Trave	11	13	10	15			
55	Trave	13	15	10	15			000011
56	Trave	15	16	10	15		000011	000101
57	Trave	17	18	10	15	180.00	000011	000011
58	Trave	17	19	10	15		000011	
59	Trave	19	21	10	15			
60	Trave	18	24	10	15	-180.00	000011	000011
61	Trave	21	23	10	15			000011
62	Trave	23	24	10	15		000011	000011
63	Trave	25	26	10	15	-180.00	000011	000011
64	Trave	25	27	10	15		000001	
65	Trave	27	29	10	15			
66	Trave	26	32	10	15	-180.00	000001	000011
67	Trave	29	31	10	15			000011
68	Trave	31	32	10	15		000011	000011
69	Trave	33	34	10	15	-180.00	000011	000011
70	Trave	33	35	10	15		000011	
71	Trave	35	37	10	15			
72	Trave	34	40	10	15	-180.00	000011	000011
73	Trave	37	39	10	15			000011
74	Trave	39	40	10	15		000011	000011
75	Trave	41	42	10	15	-180.00	000011	000011
76	Trave	41	43	10	15		000011	
77	Trave	43	45	10	15			
78	Trave	42	48	10	15	-180.00	000011	000011
79	Trave	45	47	10	15			000011
80	Trave	47	48	10	15		000011	000011

81	Trave	49	50	10	15	-180.00	000101	000011
82	Trave	49	51	10	15		000011	
83	Trave	51	53	10	15			
84	Trave	50	56	10	15	-180.00	000011	000011
85	Trave	53	55	10	15			000011
86	Trave	55	56	10	15		000011	000011
87	Trave	57	58	10	15	-180.00	000011	000011
88	Trave	57	59	10	15		000011	
89	Trave	59	61	10	15			
90	Trave	58	64	10	15	-180.00	000011	000011
91	Trave	61	63	10	15			000011
92	Trave	63	64	10	15		000011	000011
93	Trave	65	66	10	15	-180.00	000011	000011
94	Trave	65	67	10	15		000011	
95	Trave	67	69	10	15			
96	Trave	66	72	10	15	-180.00	000011	000011
97	Trave	69	71	10	15			000011
98	Trave	71	72	10	15		000011	000011
99	Trave	73	74	10	15	-180.00	000011	000011
100	Trave	73	75	10	15		000011	
101	Trave	75	77	10	15			
102	Trave	74	80	10	15	-180.00	000011	000011
103	Trave	77	79	10	15			000011
104	Trave	79	80	10	15		000011	000011
105	Trave	81	82	10	15	-180.00	000001	000011
106	Trave	81	83	10	15		000011	
107	Trave	83	85	10	15			
108	Trave	82	88	10	15	-180.00	000011	000011
109	Trave	85	87	10	15			000011
110	Trave	87	88	10	15		000011	000011
111	Trave	89	90	10	15	-180.00	000010	000011
112	Trave	89	91	10	15		000011	
113	Trave	91	93	10	15			
114	Trave	90	96	10	15	-180.00	000011	000011
115	Trave	93	95	10	15			000011
116	Trave	95	96	10	15		000011	000011
117	Trave	3	4	10	16			
118	Trave	5	6	10	16			
119	Trave	11	12	10	16			
120	Trave	13	14	10	16			
121	Trave	19	20	10	16			
122	Trave	21	22	10	16			
123	Trave	27	28	10	16			
124	Trave	29	30	10	16			
125	Trave	35	36	10	16			
126	Trave	37	38	10	16			
127	Trave	43	44	10	16			
128	Trave	45	46	10	16			
129	Trave	51	52	10	16			
130	Trave	53	54	10	16			
131	Trave	59	60	10	16			
132	Trave	61	62	10	16			
133	Trave	67	68	10	16			
134	Trave	69	70	10	16			
135	Trave	75	76	10	16			
136	Trave	77	78	10	16			
137	Trave	83	84	10	16			
138	Trave	85	86	10	16			
139	Trave	91	92	10	16			
140	Trave	93	94	10	16			
141	Pilas.	4	12	10	17	-90.00		
142	Pilas.	6	14	10	17	90.00		
143	Pilas.	12	20	10	17	-90.00		
144	Pilas.	14	22	10	17	90.00		
145	Pilas.	20	28	10	17	-90.00		
146	Pilas.	22	30	10	17	90.00		
147	Pilas.	28	36	10	17	-90.00		
148	Pilas.	30	38	10	17	90.00		
149	Pilas.	36	44	10	17	-90.00		
150	Pilas.	38	46	10	17	90.00		
151	Pilas.	44	52	10	17	-90.00		
152	Pilas.	46	54	10	17	90.00		
153	Pilas.	52	60	10	17	-90.00		
154	Pilas.	54	62	10	17	90.00		
155	Pilas.	60	68	10	17	-90.00		
156	Pilas.	62	70	10	17	90.00		
157	Pilas.	68	76	10	17	-90.00		

158	Pilas.	70	78	10	17	90.00
159	Pilas.	76	84	10	17	-90.00
160	Pilas.	78	86	10	17	90.00
161	Pilas.	84	92	10	17	-90.00
162	Pilas.	86	94	10	17	90.00



**Figura 4**



**Figura 5**

# 5 MODELLAZIONE DELLE AZIONI

## 5.1 LEGENDA TABELLA DATI AZIONI

Il programma consente l'uso di diverse tipologie di carico (azioni). Le azioni utilizzate nella modellazione sono individuate da una sigla identificativa ed un codice numerico (gli elementi strutturali richiamano quest'ultimo nella propria descrizione). Per ogni azione applicata alla struttura viene di riportato il codice, il tipo e la sigla identificativa. Le tabelle successive dettagliano i valori caratteristici di ogni azione in relazione al tipo. Le tabelle riportano infatti i seguenti dati in relazione al tipo:

<b>1</b>	<b>carico concentrato nodale</b>
	6 dati (forza $F_x$ , $F_y$ , $F_z$ , momento $M_x$ , $M_y$ , $M_z$ )
<b>2</b>	spostamento nodale impresso
	6 dati (spostamento $T_x, T_y, T_z$ , rotazione $R_x, R_y, R_z$ )
<b>3</b>	carico distribuito globale su elemento tipo trave
	7 dati ( $f_x, f_y, f_z, m_x, m_y, m_z$ , ascissa di inizio carico)
	7 dati ( $f_x, f_y, f_z, m_x, m_y, m_z$ , ascissa di fine carico)
<b>4</b>	carico distribuito locale su elemento tipo trave
	7 dati ( $f_1, f_2, f_3, m_1, m_2, m_3$ , ascissa di inizio carico)
	7 dati ( $f_1, f_2, f_3, m_1, m_2, m_3$ , ascissa di fine carico)
<b>5</b>	carico concentrato globale su elemento tipo trave
	7 dati ( $F_x, F_y, F_z, M_x, M_y, M_z$ , ascissa di carico)
<b>6</b>	carico concentrato locale su elemento tipo trave
	7 dati ( $F_1, F_2, F_3, M_1, M_2, M_3$ , ascissa di carico)
<b>7</b>	variazione termica applicata ad elemento tipo trave
	7 dati (variazioni termiche: uniforme, media e differenza in altezza e larghezza al nodo iniziale e finale)
<b>8</b>	carico di pressione uniforme su elemento tipo piastra
	1 dato (pressione)
<b>9</b>	carico di pressione variabile su elemento tipo piastra
	4 dati (pressione, quota, pressione, quota)
<b>10</b>	variazione termica applicata ad elemento tipo piastra
	2 dati (variazioni termiche: media e differenza nello spessore)
<b>11</b>	carico variabile generale su elementi tipo trave e piastra
	1 dato descrizione della tipologia
	4 dati per segmento (posizione, valore, posizione, valore)
	la tipologia precisa l'ascissa di definizione, la direzione del carico, la modalità di carico e la larghezza d'influenza per gli elementi tipo trave
<b>12</b>	gruppo di carichi con impronta su piastra
	9 dati (numero di ripetizioni in direzione X e Y, valore di ciascun carico, posizione centrale del primo, dimensioni dell'impronta, interasse tra i carichi)

**Tabella 18: Tipologie di azioni in prosap**

	Carico concentrato nodale		Spostamento impresso
	Carico distribuito globale		Carico distribuito locale
	Carico concentrato globale		Carico concentrato locale
	Carico termico 2D		Carico termico 3D
	Carico pressione uniforme		Carico pressione variabile

**Tipo carico concentrato nodale**

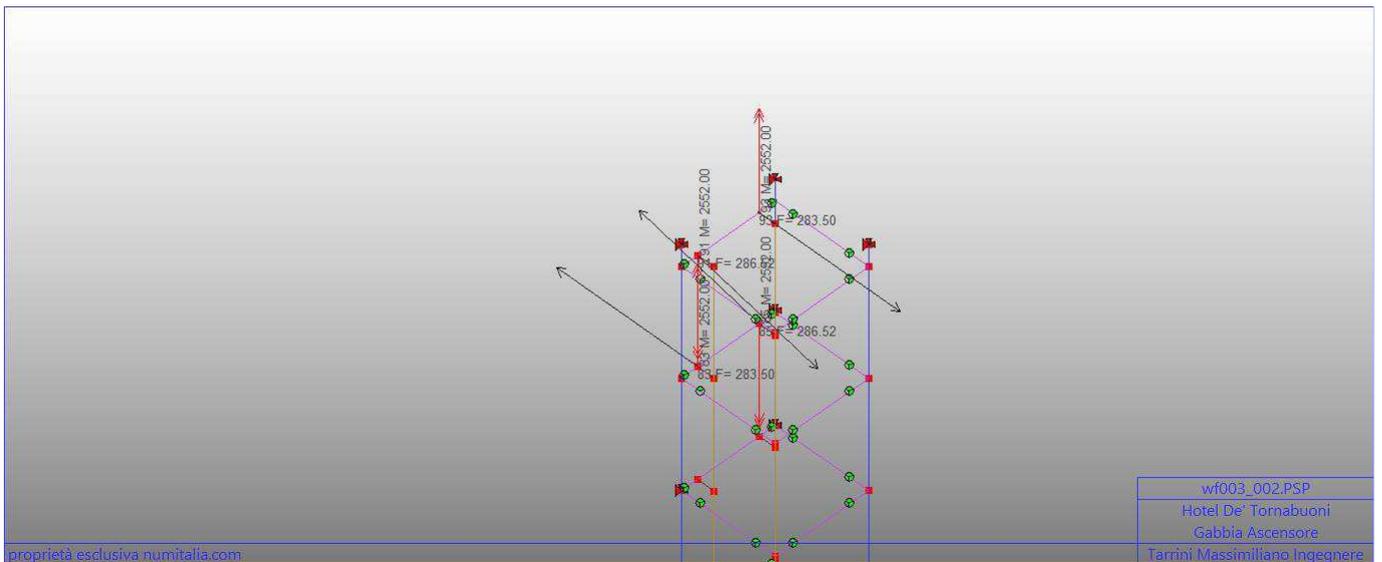
<b>Id</b>	<b>Tipo</b>	<b>Fx</b>	<b>Fy</b>	<b>Fz</b>	<b>Mx</b>	<b>My</b>	<b>Mz</b>
		daN	daN	daN	daNcm	daNcm	daNcm
7	CN:Fz=-120.00 My=60.00 balcone	0.0	0.0	-120	0.0	60.00	0.0
8	CN:Fx=-283.50 Mz=2552.00 sx_basso	-283.50	0.0	0.0	0.0	0.0	2552
9	CN:Fx=-283.50 Fy=41.50 Mz=-2552.00 dx_basso	-283.50	41.50	0.0	0.0	0.0	-2552
10	CN:Fx=283.50 Fy=-41.50 Mz=-2552.00 sx_alto	283.50	-41.50	0.0	0.0	0.0	-2552
11	CN:Fx=283.50 Mz=2552.00 dx_alto	283.50	0.0	0.0	0.0	0.0	2552

**Tabella 19: Carichi concentrati nella struttura studiata**

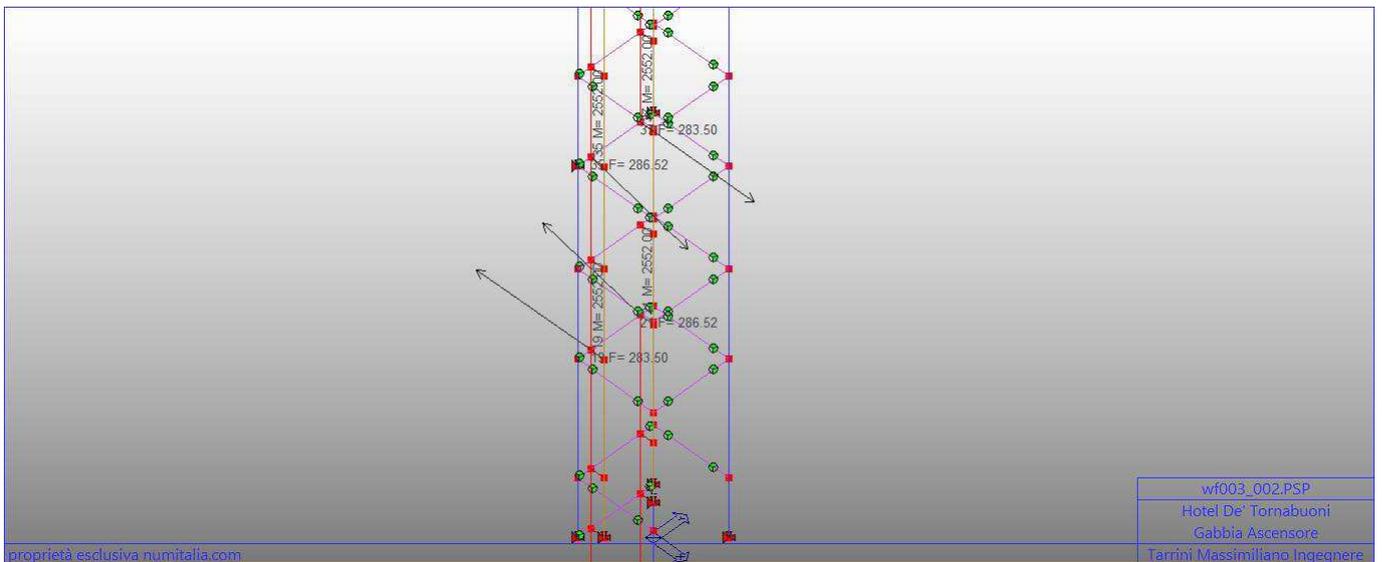
**Tipo carico distribuito globale su trave**

Id	Tipo	Pos.	fx	fy	fz	mx	my	mz
		cm	daN/cm	daN/cm	daN/cm	daN	daN	daN
4	DG:xi=0.0 xf=188.00 Fzi=-0.77 Fzf=-0.77	0.0	0.0	0.0	-0.77	0.0	0.0	0.0
		188.00	0.0	0.0	-0.77	0.0	0.0	0.0
5	DG:xi=0.0 xf=32.20 Fzi=-0.77 Fzf=-0.77	0.0	0.0	0.0	-0.77	0.0	0.0	0.0
		32.20	0.0	0.0	-0.77	0.0	0.0	0.0
6	DG:xi=0.0 xf=123.60 Fzi=-0.77 Fzf=-0.77	0.0	0.0	0.0	-0.77	0.0	0.0	0.0
		123.60	0.0	0.0	-0.77	0.0	0.0	0.0

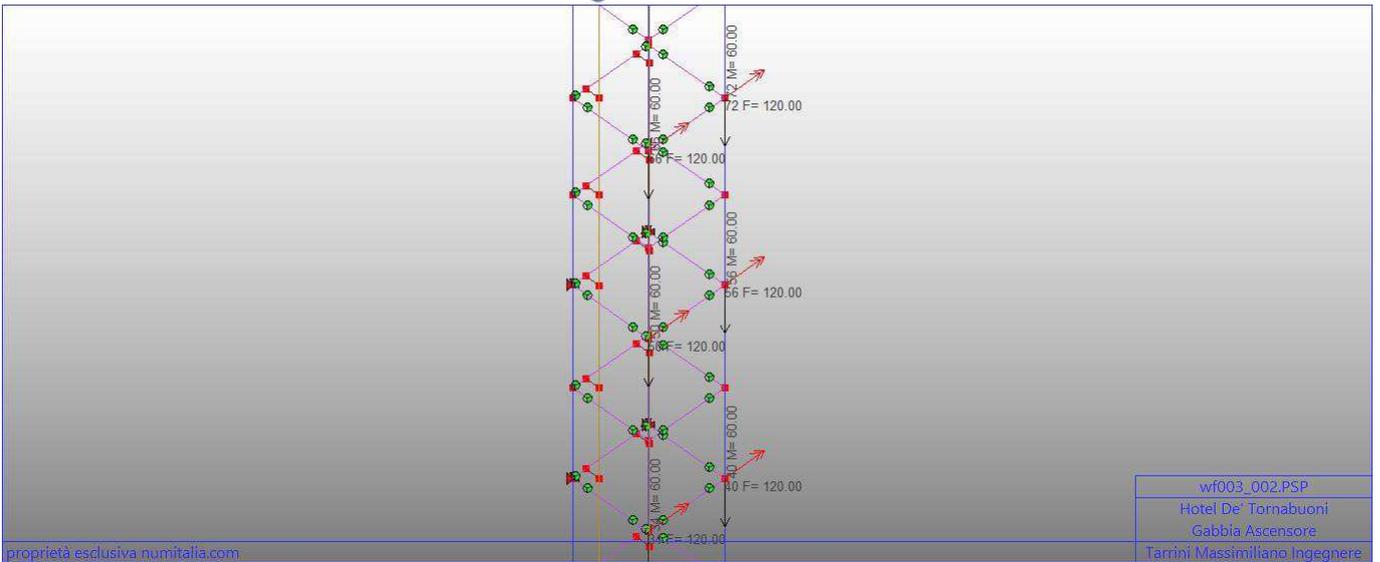
**Tabella 20: Carichi distribuiti in trave**



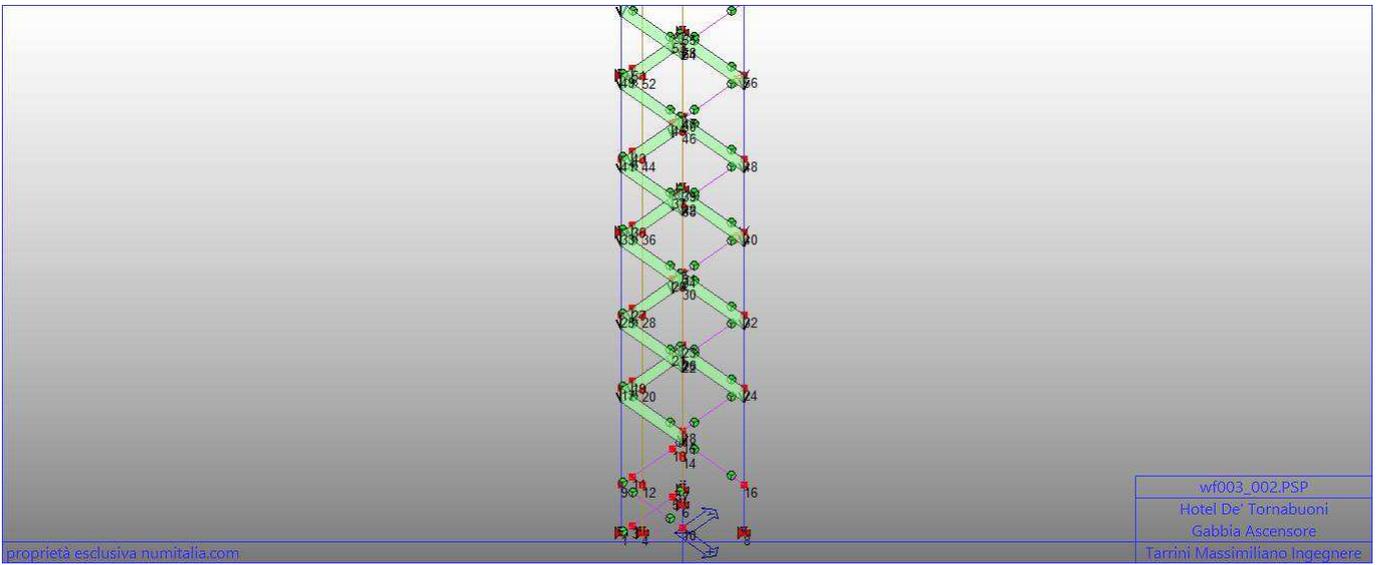
**Figura 6: Carico da paracadute superiore**



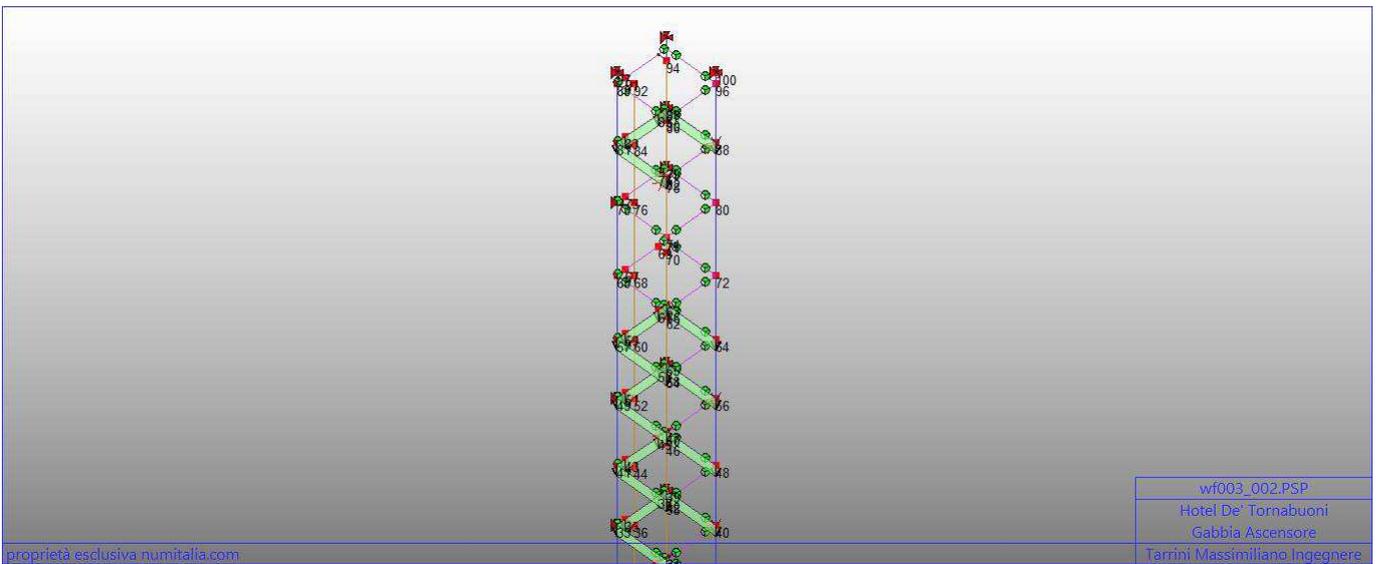
**Figura 7: Carico da paracadute inferiore**



**Figura 8: Carichi dei balconi**



**Figura 9: Carico distribuito dei tamponamenti 1\_2**



**Figura 10: Carico distribuito dei tamponamenti 2\_2**

# 6 SCHEMATIZZAZIONE DEI CASI DI CARICO

## 6.1 LEGENDA TABELLA CASI DI CARICO

Il programma consente l'applicazione di diverse tipologie di casi di carico. Sono previsti i seguenti 11 tipi di casi di carico:

	<b>Sigla</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descrizione</b>
<b>1</b>	<b>Ggk</b>	A	caso di carico comprensivo del peso proprio struttura
<b>2</b>	<b>Gk</b>	NA	caso di carico con azioni permanenti
<b>3</b>	<b>Qk</b>	NA	caso di carico con azioni variabili
<b>4</b>	<b>Gsk</b>	A	caso di carico comprensivo dei carichi permanenti sui solai e sulle coperture
<b>5</b>	<b>Qsk</b>	A	caso di carico comprensivo dei carichi variabili sui solai
<b>6</b>	<b>Qnk</b>	A	caso di carico comprensivo dei carichi di neve sulle coperture
<b>7</b>	<b>Qtk</b>	SA	caso di carico comprensivo di una variazione termica agente sulla struttura
<b>8</b>	<b>Qvk</b>	NA	caso di carico comprensivo di azioni da vento sulla struttura
<b>9</b>	<b>Esk</b>	SA	caso di carico sismico con analisi statica equivalente
<b>10</b>	<b>Edk</b>	SA	caso di carico sismico con analisi dinamica
<b>11</b>	<b>Etk</b>	NA	caso di carico comprensivo di azioni derivanti dall' incremento di spinta delle terre in condizione sismica
<b>12</b>	<b>Pk</b>	NA	caso di carico comprensivo di azioni derivanti da coazioni, cedimenti e precompressioni

Sono di tipo automatico A (ossia non prevedono introduzione dati da parte dell'utente) i seguenti casi di carico: 1-Ggk; 4-Gsk; 5-Qsk; 6-Qnk.

Sono di tipo semi-automatico SA (ossia prevedono una minima introduzione dati da parte dell'utente) i seguenti casi di carico:

7-Qtk, in quanto richiede solo il valore della variazione termica;

9-Esk e 10-Edk, in quanto richiedono il valore dell'angolo di ingresso del sisma e l'individuazione dei casi di carico partecipanti alla definizione delle masse.

Sono di tipo non automatico NA ossia prevedono la diretta applicazione di carichi generici agli elementi strutturali (si veda il precedente punto Modellazione delle Azioni) i restanti casi di carico.

Nella tabella successiva vengono riportati i casi di carico agenti sulla struttura, con l'indicazione dei dati relativi al caso di carico stesso:

*Numero Tipo e Sigla identificativa, Valore di riferimento del caso di carico (se previsto).*

In successione, per i casi di carico non automatici, viene riportato l'elenco di nodi ed elementi direttamente caricati con la sigla identificativa del carico.

Per i casi di carico di tipo sismico (9-Esk e 10-Edk), viene riportata la tabella di definizione delle masse: per ogni caso di carico partecipante alla definizione delle masse viene indicata la relativa aliquota (partecipazione) considerata. Si precisa che per i caso di carico 5-Qsk e 6-Qnk la partecipazione è prevista localmente per ogni elemento solaio o copertura presente nel modello (si confronti il valore Sksol nel capitolo relativo agli elementi solaio) e pertanto la loro partecipazione è di norma pari a uno.

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
1	Ggk	CDC=Ggk (peso proprio della struttura)	
2	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=0.0 (ecc. +)	partecipazione:1.00 per 1 CDC=Ggk (peso proprio della struttura) partecipazione:1.00 per 10 CDC=G1k (permanente generico) .....
			partecipazione:0.80 per 11 CDC=Qk (variabile generico) .....
			partecipazione:0.80 per 12 CDC=Qk (variabile generico) ..... paracadute basso
			partecipazione:0.80 per 13 CDC=Qk (variabile generico) .....paracadute alto
			partecipazione:1.00 per 14 CDC=G1k (permanente generico) .....tamponature
3	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=0.0 (ecc. -)	come precedente CDC sismico
4	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=90.00 (ecc. +)	come precedente CDC sismico
5	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=90.00 (ecc. -)	come precedente CDC sismico
6	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=0.0 (ecc. +)	come precedente CDC sismico
7	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=0.0 (ecc. -)	come precedente CDC sismico
8	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=90.00 (ecc. +)	come precedente CDC sismico
9	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=90.00 (ecc. -)	come precedente CDC sismico
12	Qk	CDC=Qk (variabile generico) ..... paracadute basso	Nodo: 19 Azione : CN:Fx=-283.50 Mz=2552.00 sx_basso Nodo: 21 Azione : CN:Fx=-283.50 Fy=41.50 Mz=-2552.00 dx_basso Nodo: 35 Azione : CN:Fx=283.50 Fy=-41.50 Mz=-2552.00 sx_alto Nodo: 37 Azione : CN:Fx=283.50 Mz=2552.00 dx_alto
13	Qk	CDC=Qk (variabile generico) .....paracadute alto	Nodo: 83 Azione : CN:Fx=-283.50 Mz=2552.00 sx_basso Nodo: 85 Azione : CN:Fx=-283.50 Fy=41.50 Mz=-2552.00 dx_basso Nodo: 91 Azione : CN:Fx=283.50 Fy=-41.50 Mz=-2552.00 sx_alto Nodo: 93 Azione : CN:Fx=283.50 Mz=2552.00 dx_alto
14	Gk	CDC=G1k (permanente generico) .....tamponature	Nodo: 34 Azione : CN:Fz=-120.00 My=60.00 balcone Nodo: 40 Azione : CN:Fz=-120.00 My=60.00 balcone Nodo: 50 Azione : CN:Fz=-120.00 My=60.00 balcone

Nodo: 56 Azione : CN:Fz=-120.00 My=60.00 balcone
Nodo: 78 Azione : CN:Fz=-120.00 My=60.00 balcone
Nodo: 88 Azione : CN:Fz=-120.00 My=60.00 balcone
D2 : 57 Azione : DG:xi=0.0 xf=188.00 Fzi=-0.77 Fzf=-0.77
D2 : 58 Azione : DG:xi=0.0 xf=32.20 Fzi=-0.77 Fzf=-0.77
D2 : 59 Azione : DG:xi=0.0 xf=123.60 Fzi=-0.77 Fzf=-0.77
D2 : 61 Azione : DG:xi=0.0 xf=32.20 Fzi=-0.77 Fzf=-0.77
D2 :da 62 a 63 Azione : DG:xi=0.0 xf=188.00 Fzi=-0.77 Fzf=-0.77
D2 : 64 Azione : DG:xi=0.0 xf=32.20 Fzi=-0.77 Fzf=-0.77
D2 : 65 Azione : DG:xi=0.0 xf=123.60 Fzi=-0.77 Fzf=-0.77
D2 : 67 Azione : DG:xi=0.0 xf=32.20 Fzi=-0.77 Fzf=-0.77
D2 :da 68 a 69 Azione : DG:xi=0.0 xf=188.00 Fzi=-0.77 Fzf=-0.77
D2 : 70 Azione : DG:xi=0.0 xf=32.20 Fzi=-0.77 Fzf=-0.77
D2 : 71 Azione : DG:xi=0.0 xf=123.60 Fzi=-0.77 Fzf=-0.77
D2 : 73 Azione : DG:xi=0.0 xf=32.20 Fzi=-0.77 Fzf=-0.77
D2 :da 74 a 75 Azione : DG:xi=0.0 xf=188.00 Fzi=-0.77 Fzf=-0.77
D2 : 76 Azione : DG:xi=0.0 xf=32.20 Fzi=-0.77 Fzf=-0.77
D2 : 77 Azione : DG:xi=0.0 xf=123.60 Fzi=-0.77 Fzf=-0.77
D2 : 79 Azione : DG:xi=0.0 xf=32.20 Fzi=-0.77 Fzf=-0.77
D2 :da 80 a 81 Azione : DG:xi=0.0 xf=188.00 Fzi=-0.77 Fzf=-0.77
D2 : 82 Azione : DG:xi=0.0 xf=32.20 Fzi=-0.77 Fzf=-0.77
D2 : 83 Azione : DG:xi=0.0 xf=123.60 Fzi=-0.77 Fzf=-0.77
D2 : 85 Azione : DG:xi=0.0 xf=32.20 Fzi=-0.77 Fzf=-0.77
D2 :da 86 a 87 Azione : DG:xi=0.0 xf=188.00 Fzi=-0.77 Fzf=-0.77
D2 : 88 Azione : DG:xi=0.0 xf=32.20 Fzi=-0.77 Fzf=-0.77
D2 : 89 Azione : DG:xi=0.0 xf=123.60 Fzi=-0.77 Fzf=-0.77
D2 : 91 Azione : DG:xi=0.0 xf=32.20 Fzi=-0.77 Fzf=-0.77
D2 : 92 Azione : DG:xi=0.0 xf=188.00 Fzi=-0.77 Fzf=-0.77

			D2 : 105 Azione : DG:xi=0.0 xf=188.00 Fzi=-0.77 Fzf=-0.77
			D2 : 106 Azione : DG:xi=0.0 xf=32.20 Fzi=-0.77 Fzf=-0.77
			D2 : 107 Azione : DG:xi=0.0 xf=123.60 Fzi=-0.77 Fzf=-0.77
			D2 : 109 Azione : DG:xi=0.0 xf=32.20 Fzi=-0.77 Fzf=-0.77
			D2 : 110 Azione : DG:xi=0.0 xf=188.00 Fzi=-0.77 Fzf=-0.77
<b>15</b>	Esk	CDC=Es (statico SLU) alfa=0.0 (ecc. +)	come precedente CDC sismico
<b>16</b>	Esk	CDC=Es (statico SL CO) alfa=0.0 (ecc. -)	come precedente CDC sismico
<b>17</b>	Esk	CDC=Es (statico SL CO) (ecc. +) alfa=90.00	come precedente CDC sismico
<b>18</b>	Esk	CDC=Es (statico SLU) (ecc. -) alfa=90.00	come precedente CDC sismico
<b>19</b>	Esk	CDC=Es (statico SLO) alfa=0.0 (ecc. +)	come precedente CDC sismico
<b>20</b>	Esk	CDC=Es (statico SLO) alfa=0.0 (ecc. -)	come precedente CDC sismico
<b>21</b>	Esk	CDC=Es (statico SLO) alfa=90.00 (ecc. +)	come precedente CDC sismico
<b>22</b>	Esk	CDC=Es (statico SLO) alfa=90.00 (ecc. -)	come precedente CDC sismico
<b>25</b>	Gk	CDC=G1k balconi	Nodo: 34 Azione : CN:Fz=-120.00 My=60.00 balcone Nodo: 40 Azione : CN:Fz=-120.00 My=60.00 balcone Nodo: 50 Azione : CN:Fz=-120.00 My=60.00 balcone Nodo: 56 Azione : CN:Fz=-120.00 My=60.00 balcone Nodo: 66 Azione : CN:Fz=-120.00 My=60.00 balcone Nodo: 72 Azione : CN:Fz=-120.00 My=60.00 balcone

**Tabella 21: Casi di carico**

# 7 DEFINIZIONE DELLE COMBINAZIONI

## 7.1.1 LEGENDA TABELLA COMBINAZIONI DI CARICO

Il programma combina i diversi tipi di casi di carico (CDC) secondo le regole previste dalla normativa vigente.

Le combinazioni previste sono destinate al controllo di sicurezza della struttura ed alla verifica degli spostamenti e delle sollecitazioni.

La prima tabella delle combinazioni riportata di seguito comprende le seguenti informazioni: *Numero, Tipo, Sigla identificativa*. Una seconda tabella riporta il *peso nella combinazione* assunto per ogni caso di carico.

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni:

**Combinazione fondamentale** SLU

$$\gamma G1 \cdot G1 + \gamma G2 \cdot G2 + \gamma P \cdot P + \gamma Q1 \cdot Qk1 + \gamma Q2 \cdot \psi 02 \cdot Qk2 + \gamma Q3 \cdot \psi 03 \cdot Qk3 + \dots$$

**Combinazione caratteristica** (rara) SLE

$$G1 + G2 + P + Qk1 + \psi 02 \cdot Qk2 + \psi 03 \cdot Qk3 + \dots$$

**Combinazione frequente** SLE

$$G1 + G2 + P + \psi 11 \cdot Qk1 + \psi 22 \cdot Qk2 + \psi 23 \cdot Qk3 + \dots$$

**Combinazione quasi permanente** SLE

$$G1 + G2 + P + \psi 21 \cdot Qk1 + \psi 22 \cdot Qk2 + \psi 23 \cdot Qk3 + \dots$$

**Combinazione sismica**, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E

$$E + G1 + G2 + P + \psi 21 \cdot Qk1 + \psi 22 \cdot Qk2 + \dots$$

**Combinazione eccezionale**, impiegata per gli stati limite connessi alle azioni eccezionali

$$G1 + G2 + P + \psi 21 \cdot Qk1 + \psi 22 \cdot Qk2 + \dots$$

Dove:

NTC 2008 Tabella 2.5.I

Destinazione d'uso/azione	$\psi 0$	$\psi 1$	$\psi 2$
Categoria A residenziali	0,70	0,50	0,30
Categoria B uffici	0,70	0,50	0,30
Categoria C ambienti suscettibili di affollamento	0,70	0,70	0,60
Categoria D ambienti ad uso commerciale	0,70	0,70	0,60
Categoria E biblioteche, archivi, magazzini,...	1,00	0,90	0,80
Categoria F Rimesse e parcheggi (autoveicoli $\leq 30kN$ )	0,70	0,70	0,60
Categoria G Rimesse e parcheggi (autoveicoli $> 30kN$ )	0,70	0,50	0,30
Categoria H Coperture	0,00	0,00	0,00
Vento	0,60	0,20	0,00
Neve a quota $\leq 1000$ m	0,50	0,20	0,00
Neve a quota $> 1000$ m	0,70	0,50	0,20
Variazioni Termiche	0,60	0,50	0,00

Nelle verifiche possono essere adottati in alternativa due diversi approcci progettuali:

- per l'approccio 1 si considerano due diverse combinazioni di gruppi di coefficienti di sicurezza parziali per le azioni, per i materiali e per la resistenza globale (combinazione 1 con coefficienti A1 e combinazione 2 con coefficienti A2),
- per l'approccio 2 si definisce un'unica combinazione per le azioni, per la resistenza dei materiali e per la resistenza globale (con coefficienti A1).

NTC 2008 Tabella 2.6.I

		Coefficiente $\gamma_f$	<b>EQU</b>	<b>A1</b>	<b>A2</b>
Carichi permanenti	Favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali (Non compiutamente definiti)	Favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Carichi variabili	Favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

Cmb	Tipo	Sigla Id	effetto P-delta
1	SLU	Comb. SLU A1 1	
2	SLU	Comb. SLU A1 2	
3	T.AMM.	Comb. SLU A1 3	
4	SLU	Comb. SLU A1 4	
5	SLU	Comb. SLU A1 5	
6	SLU	Comb. SLU A1 6	
7	SLU	Comb. SLU A1 7	
8	SLU	Comb. SLU A1 8	
9	SLU	Comb. SLU A1 9	
10	SLU	Comb. SLU A1 10	
11	SLU	Comb. SLU A1 11	
12	SLU	Comb. SLU A1 12	
13	SLU	Comb. SLU A1 13	
14	SLU	Comb. SLU A1 14	
15	SLU	Comb. SLU A1 15	
16	SLU	Comb. SLU A1 16	
17	SLU	Comb. SLU A1 17	
18	SLU	Comb. SLU A1 18	
19	SLU	Comb. SLU A1 19	
20	SLU	Comb. SLU A1 20	
21	SLU	Comb. SLU A1 21	
22	SLU	Comb. SLU A1 22	
23	SLU	Comb. SLU A1 23	
24	SLU	Comb. SLU A1 24	
25	SLU	Comb. SLU A1 25	
26	SLU	Comb. SLU A1 26	
27	SLU	Comb. SLU A1 27	
28	SLU	Comb. SLU A1 28	
29	SLU	Comb. SLU A1 29	
30	SLU	Comb. SLU A1 30	
31	SLU	Comb. SLU A1 31	
32	SLU	Comb. SLU A1 32	
33	SLU	Comb. SLU A1 33	
34	SLU	Comb. SLU A1 34	
35	SLU	Comb. SLU A1 35	
36	SLU	Comb. SLU A1 36	
37	SLU	Comb. SLU A1 37	
38	SLU	Comb. SLU A1 38	
39	SLU	Comb. SLU A1 39	
40	SLU	Comb. SLU A1 40	
41	SLU	Comb. SLU A1 41	
42	SLU	Comb. SLU A1 42	
43	SLU	Comb. SLU A1 43	
44	SLU	Comb. SLU A1 44	
45	SLU	Comb. SLU A1 45	
46	SLU	Comb. SLU A1 46	
47	SLU	Comb. SLU A1 47	
48	SLU	Comb. SLU A1 48	
49	SLU	Comb. SLU A1 49	
50	SLU	Comb. SLU A1 50	
51	SLU	Comb. SLU A1 51	
52	SLU	Comb. SLU A1 52	
53	SLU	Comb. SLU A1 53	
54	SLU	Comb. SLU A1 54	
55	SLU	Comb. SLU A1 55	
56	SLU	Comb. SLU A1 56	
57	SLU	Comb. SLU A1 57	
58	SLU	Comb. SLU A1 58	

Cmb	Tipo	Sigla Id	effetto P-delta
59	SLU	Comb. SLU A1 59	
60	SLU	Comb. SLU A1 60	
61	SLU	Comb. SLU A1 61	
62	SLU	Comb. SLU A1 62	
63	SLU	Comb. SLU A1 63	
64	SLU	Comb. SLU A1 64	
65	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 65	
66	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 66	
67	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 67	
68	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 68	
69	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 69	
70	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 70	
71	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 71	
72	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 72	
73	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 73	
74	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 74	
75	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 75	
76	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 76	
77	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 77	
78	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 78	
79	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 79	
80	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 80	
81	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 81	
82	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 82	
83	SLU	Comb. SLU A1 (SLC sism.) 83	
84	SLU	Comb. SLU A1 (SLC sism.) 84	
85	SLU	Comb. SLU A1 (SLC sism.) 85	
86	SLU	Comb. SLU A1 (SLC sism.) 86	
87	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 87	
88	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 88	
89	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 89	
90	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 90	
91	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 91	
92	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 92	
93	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 93	
94	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 94	
95	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 95	
96	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 96	
97	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 97	
98	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 98	
99	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 99	
100	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 100	
101	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 101	
102	SLE(p)	Comb. SLE(perm.) 102	

**Tabella 22: Combinazioni di carico**

Cmb	CDC 1/15...	CDC 2/16...	CDC 3/17...	CDC 4/18...	CDC 5/19...	CDC 6/20...	CDC 7/21...	CDC 8/22...	CDC 9/23...	CDC 10/24...	CDC 11/25...	CDC 12/26...	CDC 13/27...	CDC 14/28...
1	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	1.50	0.0	0.0	1.30
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	0.0	0.0			
2	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	1.50	0.0	0.0	1.30
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0			
3	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	1.50	0.0	0.0	1.00
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	0.0	0.0			
4	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	1.50	0.0	0.0	1.00
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0			
5	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.50	0.0	0.0	1.30
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	0.0	0.0			
6	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.50	0.0	0.0	1.30
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0			
7	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.50	0.0	0.0	1.00
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	0.0	0.0			
8	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.50	0.0	0.0	1.00
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0			
9	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	1.50	0.0	0.0	1.30
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	0.0	0.0			
10	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	1.50	0.0	0.0	1.30
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0			
11	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	1.50	0.0	0.0	1.00
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	0.0	0.0			
12	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	1.50	0.0	0.0	1.00
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0			
13	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.50	0.0	0.0	1.30

Cmb	CDC 1/15...	CDC 2/16...	CDC 3/17...	CDC 4/18...	CDC 5/19...	CDC 6/20...	CDC 7/21...	CDC 8/22...	CDC 9/23...	CDC 10/24...	CDC 11/25...	CDC 12/26...	CDC 13/27...	CDC 14/28...
14	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30
15	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	1.50	0.0	0.0
16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
17	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	1.50	0.0	1.00
18	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30
19	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	0.0	1.50	0.0	1.30
20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
21	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	1.50	0.0	1.30
22	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30
23	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	1.50	0.0	1.00
24	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
25	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	1.50	0.0	1.30
26	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30
27	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	0.0	1.50	0.0	1.00
28	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
29	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	0.0	1.50	0.0	1.30
30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30
31	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	1.50	0.0	1.00
32	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
33	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	1.50	0.0	1.00
34	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30
35	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	0.0	1.50	0.0	1.00
36	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
37	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	0.0	1.50	0.0	1.30
38	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30
39	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	1.50	0.0	1.00
40	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
41	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	0.0	1.50	0.0	1.30
42	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30
43	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	0.0	1.50	0.0	1.00
44	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
45	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	1.50	0.0	1.30
46	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30
47	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	1.50	0.0	1.00
48	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
49	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	0.0	1.50	0.0	1.30
50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	1.50	0.0	0.0	0.0	1.30



Cmb	CDC 1/15...	CDC 2/16...	CDC 3/17...	CDC 4/18...	CDC 5/19...	CDC 6/20...	CDC 7/21...	CDC 8/22...	CDC 9/23...	CDC 10/24...	CDC 11/25...	CDC 12/26...	CDC 13/27...	CDC 14/28...
	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0			
88	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	1.00
	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0			
89	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	1.00
	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0			
90	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	1.00
	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0			
91	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	1.00
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0			
92	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	1.00
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0			
93	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	1.00
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.0	1.00	0.0	0.0			
94	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	1.00
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	1.00	0.0			
95	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	1.00
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	1.00	0.0	0.0			
96	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	1.00
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0			
97	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	1.00
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0			
98	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.0	1.00
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0			
99	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	1.00	0.0	1.00
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0			
100	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	1.00	1.00
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0			
101	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	1.00
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00			
102	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	1.00
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0			

**Tabella 23: Combinazioni di carico coefficienti**

# 8 AZIONE SISMICA

## 8.1 VALUTAZIONE DELL' AZIONE SISMICA

L'azione sismica sulle costruzioni è valutata a partire dalla "pericolosità sismica di base", in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale.

Allo stato attuale, la pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento è fornita dai dati pubblicati sul sito <http://esse1.mi.ingv.it/>. Per punti non coincidenti con il reticolo di riferimento e periodi di ritorno non contemplati direttamente si opera come indicato nell' allegato alle NTC (rispettivamente media pesata e interpolazione).

L' azione sismica viene definita in relazione ad un periodo di riferimento  $V_r$  che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale per il coefficiente d'uso (vedi tabella Parametri della struttura). Fissato il periodo di riferimento  $V_r$  e la probabilità di superamento  $P_{ver}$  associata a ciascuno degli stati limite considerati, si ottiene il periodo di ritorno  $T_r$  e i relativi parametri di pericolosità sismica (vedi tabella successiva):

ag: accelerazione orizzontale massima del terreno;

Fo: valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T\*c: periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale;

### Parametri della struttura

Classe d'uso	Vita $V_n$ [anni]	Coeff. Uso	Periodo $V_r$ [anni]	Tipo di suolo	Categoria topografica
II	50.0	1.0	50.0	E	T1

**Tabella 24: parametri struttura a sisma**

Individuati su reticolo di riferimento i parametri di pericolosità sismica si valutano i parametri spettrali riportati in tabella:

- S è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche mediante la relazione seguente  $S = S_s \cdot S_t$  (3.2.5)
- Fo è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido orizzontale
- Fv è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima verticale, in termini di accelerazione orizzontale massima del terreno ag su sito di riferimento rigido orizzontale
- Tb è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante.
- Tc è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro a velocità costante.
- Td è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro a spostamento costante.

Id nodo	Longitudi ne	Latitudine	Distanza Km
Loc.	11.249	43.777	
<b>20058</b>	11.206	43.763	3.775
<b>20059</b>	11.275	43.764	2.531
<b>19837</b>	11.273	43.814	4.528
<b>19836</b>	11.204	43.813	5.374

**Tabella 25: Localizzazione struttura**

SL	Pver	Tr	ag	Fo	T*c
		Anni	g		sec
<b>SLO</b>	81.0	30.0	0.047	2.550	0.250
<b>SLD</b>	63.0	50.0	0.056	2.590	0.270
<b>SLV</b>	10.0	475.0	0.131	2.410	0.300
<b>SLC</b>	5.0	975.0	0.166	2.390	0.310

**Tabella 26:**

SL	ag	S	Fo	Fv	Tb	Tc	Td
	g				sec	sec	sec
<b>SLO</b>	0.047	1.600	2.550	0.744	0.167	0.501	1.787
<b>SLD</b>	0.056	1.600	2.590	0.827	0.175	0.524	1.824
<b>SLV</b>	0.131	1.600	2.410	1.177	0.186	0.558	2.123
<b>SLC</b>	0.166	1.563	2.390	1.316	0.190	0.570	2.266

**Tabella 27**

# 9 RISULTATI ANALISI SISMICHE

## 9.1 LEGENDA TABELLA ANALISI SISMICHE

Il programma consente l'analisi di diverse configurazioni sismiche.

Sono previsti, infatti, i seguenti casi di carico:

- 9. Esk** caso di carico sismico con analisi statica equivalente
- 10. Edk** caso di carico sismico con analisi dinamica

Ciascun caso di carico è caratterizzato da un angolo di ingresso e da una configurazione di masse determinante la forza sismica complessiva (si rimanda al capitolo relativo ai casi di carico per chiarimenti inerenti questo aspetto).

Nella colonna Note, in funzione della norma in uso sono riportati i parametri fondamentali che caratterizzano l'azione sismica: in particolare possono essere presenti i seguenti valori:

<b>Angolo di ingresso</b>	Angolo di ingresso dell'azione sismica orizzontale
<b>Fattore di importanza</b>	Fattore di importanza dell'edificio, in base alla categoria di appartenenza
<b>Zona sismica</b>	Zona sismica
<b>Accelerazione ag</b>	Accelerazione orizzontale massima sul suolo
<b>Categoria suolo</b>	Categoria di profilo stratigrafico del suolo di fondazione
<b>Fattore di struttura q</b>	Fattore dipendente dalla tipologia strutturale
<b>Fattore di sito S</b>	Fattore dipendente dalla stratigrafia e dal profilo topografico
<b>Classe di duttilità CD</b>	Classe di duttilità della struttura – "A" duttilità alta, "B" duttilità bassa
<b>Fattore riduz. SLD</b>	Fattore di riduzione dello spettro elastico per lo stato limite di danno
<b>Periodo proprio T1</b>	Periodo proprio di vibrazione della struttura
<b>Coefficiente Lambda</b>	Coefficiente dipendente dal periodo proprio T1 e dal numero di piani della struttura
<b>Ordinata spettro Sd(T1)</b>	Valore delle ordinate dello spettro di progetto per lo stato limite ultimo, componente orizzontale (verticale Svd)
<b>Ordinata spettro Se(T1)</b>	Valore delle ordinate dello spettro elastico ridotta del fattore SLD per lo stato limite di danno, componente orizzontale (verticale Sve)
<b>Ordinata spettro S (Tb-Tc)</b>	Valore dell' ordinata dello spettro in uso nel tratto costante
<b>numero di modi considerati</b>	Numero di modi di vibrare della struttura considerati nell'analisi dinamica

Per ciascun caso di carico sismico viene riportato l'insieme di dati sotto riportati (le masse sono espresse in unità di forza):

- a) **analisi sismica statica equivalente:**
  - quota, posizione del centro di applicazione e azione orizzontale risultante, posizione del baricentro delle rigidezze, rapporto  $r/L_s$  (per strutture a nucleo), indici di regolarità  $e/r$  secondo EC8 4.2.3.2
  - azione sismica complessiva
- b) **analisi sismica dinamica con spettro di risposta:**

- quota, posizione del centro di massa e massa risultante, posizione del baricentro delle rigidezze, rapporto  $r/L_s$  (per strutture a nucleo) , indici di regolarità  $e/r$  secondo EC8 4.2.3.2
- frequenza, periodo, accelerazione spettrale, massa eccitata nelle tre direzioni globali per tutti i modi
- massa complessiva ed aliquota di massa complessiva eccitata.

Per ciascuna combinazione sismica definita SLD o SLO viene riportato il livello di deformazione  $\epsilon_{dT}$  (dr) degli elementi strutturali verticali. Per semplicità di consultazione il livello è espresso anche in unità  $1000 \cdot \epsilon_{dT}/h$  da confrontare direttamente con i valori forniti nella norma ( es. 5 per edifici con tamponamenti collegati rigidamente alla struttura, 10.0 per edifici con tamponamenti collegati elasticamente, 3 per edifici in muratura ordinaria, 4 per edifici in muratura armata).

Qualora si applichi il D.M. 96 (vedi NOTA sul capitolo "normativa di riferimento") l'analisi sismica dinamica può essere comprensiva di sollecitazione verticale contemporanea a quella orizzontale, nel qual caso è effettuata una sovrapposizione degli effetti in ragione della radice dei quadrati degli effetti stessi. Per ciascuna combinazione sismica - analisi effettuate con il D.M. 96 (vedi NOTA sul capitolo "normativa di riferimento") - viene riportato il livello di deformazione  $\epsilon_{dT}$ ,  $\epsilon_{dP}$  e  $\epsilon_{dD}$  degli elementi strutturali verticali. Per semplicità di consultazione il livello è espresso in unità  $1000 \cdot \epsilon_{dT}/h$  da confrontare direttamente con il valore 2 o 4 per la verifica.

Per gli edifici sismicamente isolati si riportano di seguito le verifiche condotte sui dispositivi di isolamento. Le verifiche sono effettuate secondo l' allegato 10.A dell'Ordinanza 3274 e smi. In particolare la tabella, per ogni combinazione SLU (SLC per il DM 14-01-2008) sismica riporta il codice di verifica e i valori utilizzati per la verifica: spostamento  $dE$ , area ridotta e dimensione  $A_2$ , azione verticale, deformazioni di taglio dell' elastomero e tensioni nell' acciaio.

<b>Nodo</b>	Nodo di appoggio dell' isolatore
<b>Cmb</b>	Combinazione oggetto della verifica
<b>Verif.</b>	Codice di verifica ok – verifica positiva , NV – verifica negativa, ND – verifica non completata
<b>dE</b>	Spostamento relativo tra le due facce (amplificato del 20% per Ordinanza 3274 e smi) combinato con la regola del 30%
<b>Ang fi</b>	Angolo utilizzato per il calcolo dell' area ridotta $A_r$ (per dispositivi circolari)
<b>V</b>	Azione verticale agente
<b>Ar</b>	Area ridotta efficace
<b>Dim A2</b>	Dimensione utile per il calcolo della deformazione per rotazione
<b>Sig s</b>	Tensione nell' inserto in acciaio
<b>Gam c(a,s,t)</b>	Deformazioni di taglio dell' elastomero
<b>Vcr</b>	Carico critico per instabilità

Affinché la verifica sia positiva deve essere:

- 1)  $V > 0$
- 2)  $\text{Sig } s < f_{yk}$
- 3)  $\text{Gam } t < 5$
- 4)  $\text{Gam } s < \text{Gam} * (\text{caratteristica dell' elastomero})$
- 5)  $\text{Gam } s < 2$
- 6)  $V < 0.5 V_{cr}$

Con riferimento al **Documento di Affidabilità** "Test di validazione del software di calcolo PRO\_SAP e dei moduli aggiuntivi PRO\_SAP Modulo Geotecnico, PRO\_CAD nodi acciaio e PRO\_MST" - versione Maggio 2011, disponibile per il download sul sito [www.2si.it](http://www.2si.it), si segnalano i seguenti esempi applicativi:

Test N°	Titolo
23	DM 2008: SPETTRO
29	SISMICA 1000/H, SOMMA V, EFFETTO P-δ
30	ANALISI DI UN EDIFICIO CON ISOLATORI SISMICI
70	MASSE SISMICHE
75	PROGETTO DI ISOLATORI ELASTOMERICI
76	VERIFICA DI ISOLATORI ELASTOMERICI
77	VERIFICA DI ISOLATORI FRICTION PENDULUM

CD	Ti	Sigla Id	Note
C	po		
2	Ed k	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=0.0 (ecc. +)	
			verifica esistenti: fattore FC 1.350
			categoria suolo: E
			fattore di sito S = 1.600
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.126 g
			angolo di ingresso:0.0
			eccentricità aggiuntiva: positiva
			periodo proprio T1: 0.297 sec.
			fattore di struttura q: 4.000
			fattore per spost. mu d: 6.643
			classe di duttilità CD: B
			numero di modi considerati: 9
			combinaz. modale: CQC

**Tabella 28**

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	rapp. r/Ls	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
2657.00	8.75	0.0	0.0	0.0	-9.40	0.0	0.0	1.732	0.0	0.0
2613.00	614.22	-75.73	-0.24	0.0	-9.40	-18.40	0.0	1.500	0.473	0.002
2387.00	1262.00	-41.45	9.06	0.0	-9.40	-18.40	0.0	1.500	0.190	0.079
2159.00	394.58	-38.57	18.79	0.0	-9.40	-18.40	0.0	1.500	0.166	0.163
1882.00	281.31	-28.89	0.0	0.0	-9.40	-18.40	0.0	1.500	0.087	0.0
1639.00	692.71	-30.25	0.0	0.0	-9.40	-18.40	0.0	1.500	0.098	0.0
1413.00	938.99	1.48	0.0	0.0	-9.40	-18.40	0.0	1.500	0.164	0.0
1156.00	698.99	-30.29	0.0	0.0	-9.40	-18.40	0.0	1.500	0.098	0.0
930.00	1395.01	-29.73	-0.11	0.0	-9.40	-18.40	0.0	1.500	0.094	9.2986e-04
673.00	698.99	-30.29	0.0	0.0	-9.40	-18.40	0.0	1.500	0.098	0.0
447.00	1172.95	-55.11	0.13	0.0	-9.40	-18.40	0.0	1.500	0.303	0.001
150.00	237.22	-34.07	0.0	0.0	-9.40	-18.40	0.0	1.500	0.129	0.0
<b>Risulta</b>	8395.72									

**Tabella 29**

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x g	%	M efficace Y x g	%	M efficace Z x g	%	Energia	Energia x v
	Hz	sec	g	daN		daN		daN			
1	0.816	1.225	0.057	0.0	0.0	1854.72	22.1	0.0	0.0	0.0	0.0
2	1.554	0.644	0.109	0.0	0.0	35.77	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0
3	2.946	0.339	0.126	5.45	6.49e-02	1417.85	16.9	5.92e-05	0.0	0.0	0.0
4	3.222	0.310	0.126	5.72e-06	0.0	264.49	3.2	0.0	0.0	0.0	0.0
5	3.371	0.297	0.126	1748.97	20.8	11.91	0.1	0.03	3.46e-04	0.0	0.0
6	3.966	0.252	0.126	229.98	2.7	14.33	0.2	6.44e-03	7.67e-05	0.0	0.0
7	4.528	0.221	0.126	0.0	0.0	9.83	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
8	6.260	0.160	0.138	97.42	1.2	14.85	0.2	0.09	1.03e-03	0.0	0.0
9	6.377	0.157	0.139	1.82	2.17e-02	231.87	2.8	0.01	1.20e-04	0.0	0.0
<b>Risulta</b>				2083.64		3855.62		0.13			
<b>In percentuale</b>				24.82		45.92		1.57e-03			

**Tabella 30**

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
3	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=0.0 (ecc. -)	verifica esistenti: fattore FC 1.350 categoria suolo: E fattore di sito S = 1.600 ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.126 g angolo di ingresso:0.0 eccentricità aggiuntiva: negativa periodo proprio T1: 0.297 sec. fattore di struttura q: 4.000 fattore per spost. mu d: 6.639 classe di duttilità CD: B numero di modi considerati: 9 combinaz. modale: CQC

**Tabella 31**

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	rapp. r/Ls	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
2657.00	8.75	0.0	0.0	0.0	9.40	0.0	0.0	1.732	0.0	0.0
2613.00	614.22	-75.73	-0.24	0.0	9.40	-18.40	0.0	1.500	0.473	0.002
2387.00	1262.00	-41.45	9.06	0.0	9.40	-18.40	0.0	1.500	0.190	0.079
2159.00	394.58	-38.57	18.79	0.0	9.40	-18.40	0.0	1.500	0.166	0.163
1882.00	281.31	-28.89	0.0	0.0	9.40	-18.40	0.0	1.500	0.087	0.0
1639.00	692.71	-30.25	0.0	0.0	9.40	-18.40	0.0	1.500	0.098	0.0
1413.00	938.99	1.48	0.0	0.0	9.40	-18.40	0.0	1.500	0.164	0.0
1156.00	698.99	-30.29	0.0	0.0	9.40	-18.40	0.0	1.500	0.098	0.0
930.00	1395.01	-29.73	-0.11	0.0	9.40	-18.40	0.0	1.500	0.094	9.2986e-04
673.00	698.99	-30.29	0.0	0.0	9.40	-18.40	0.0	1.500	0.098	0.0
447.00	1172.95	-55.11	0.13	0.0	9.40	-18.40	0.0	1.500	0.303	0.001
150.00	237.22	-34.07	0.0	0.0	9.40	-18.40	0.0	1.500	0.129	0.0
<b>Risulta</b>	8395.72									

**Tabella 32**

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x g	%	M efficace Y x g	%	M efficace Z x g	%	Energia	Energia x v
	Hz	sec	g	daN		daN		daN			
1	0.816	1.225	0.057	0.0	0.0	1854.72	22.1	0.0	0.0	0.0	0.0
2	1.554	0.644	0.109	0.0	0.0	35.77	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0
3	2.946	0.339	0.126	5.68	6.77e-02	1417.61	16.9	4.50e-05	0.0	0.0	0.0
4	3.222	0.310	0.126	5.97e-06	0.0	264.49	3.2	0.0	0.0	0.0	0.0
5	3.369	0.297	0.126	1742.87	20.8	12.28	0.1	0.03	3.32e-04	0.0	0.0
6	3.970	0.252	0.126	235.90	2.8	14.19	0.2	8.17e-03	9.73e-05	0.0	0.0
7	4.528	0.221	0.126	0.0	0.0	9.83	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
8	6.227	0.161	0.137	40.42	0.5	11.71	0.1	0.10	1.17e-03	0.0	0.0
9	6.378	0.157	0.139	5.56	6.62e-02	234.25	2.8	6.74e-03	8.03e-05	0.0	0.0
<b>Risulta</b>				2030.42		3854.86		0.14			
<b>In percentuale</b>				24.18		45.91		1.68e-03			

**Tabella 33**

CD	Ti po	Sigla Id	Note
4	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=90.00 (ecc. +)	verifica esistenti: fattore FC 1.350 categoria suolo: E fattore di sito S = 1.600 ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.126 g angolo di ingresso:90.00 eccentricità aggiuntiva: positiva periodo proprio T1: 1.314 sec. fattore di struttura q: 4.000

fattore per spost. mu d: 4.000  
 classe di duttilità CD: B  
 numero di modi considerati: 9  
 combinaz. modale: CQC

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	rapp. r/Ls	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
2657.00	8.75	0.0	0.0	9.40	0.0	0.0	0.0	1.732	0.0	0.0
2613.00	614.22	-75.73	-0.24	9.40	0.0	-18.40	0.0	1.500	0.473	0.002
2387.00	1262.00	-41.45	9.06	9.40	0.0	-18.40	0.0	1.500	0.190	0.079
2159.00	394.58	-38.57	18.79	9.40	0.0	-18.40	0.0	1.500	0.166	0.163
1882.00	281.31	-28.89	0.0	9.40	0.0	-18.40	0.0	1.500	0.087	0.0
1639.00	692.71	-30.25	0.0	9.40	0.0	-18.40	0.0	1.500	0.098	0.0
1413.00	938.99	1.48	0.0	9.40	0.0	-18.40	0.0	1.500	0.164	0.0
1156.00	698.99	-30.29	0.0	9.40	0.0	-18.40	0.0	1.500	0.098	0.0
930.00	1395.01	-29.73	-0.11	9.40	0.0	-18.40	0.0	1.500	0.094	9.2986e-04
673.00	698.99	-30.29	0.0	9.40	0.0	-18.40	0.0	1.500	0.098	0.0
447.00	1172.95	-55.11	0.13	9.40	0.0	-18.40	0.0	1.500	0.303	0.001
150.00	237.22	-34.07	0.0	9.40	0.0	-18.40	0.0	1.500	0.129	0.0
<b>Risulta</b>	8395.72									

**Tabella 34**

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x g	%	M efficace Y x g	%	M efficace Z x g	%	Energia	Energia x v
	Hz	sec	g	daN		daN		daN			
1	0.761	1.314	0.054	0.0	0.0	2157.21	25.7	0.0	0.0	0.0	0.0
2	1.437	0.696	0.101	0.0	0.0	46.19	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0
3	2.933	0.341	0.126	0.0	0.0	323.52	3.9	0.0	0.0	0.0	0.0
4	3.045	0.328	0.126	8.63e-04	1.03e-05	1324.54	15.8	0.0	0.0	0.0	0.0
5	3.443	0.290	0.126	1983.87	23.6	2.01e-03	2.40e-05	0.04	4.20e-04	0.0	0.0
6	3.857	0.259	0.126	0.05	6.22e-04	23.02	0.3	3.39e-05	0.0	0.0	0.0
7	4.125	0.242	0.126	0.0	0.0	11.26	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
8	6.221	0.161	0.137	1.32e-05	0.0	111.93	1.3	9.49e-06	0.0	0.0	0.0
9	6.382	0.157	0.139	37.02	0.4	0.20	2.35e-03	0.13	1.57e-03	0.0	0.0
<b>Risulta</b>				2020.95		3997.86		0.17			
<b>In percentuale</b>				24.07		47.62		1.99e-03			

**Tabella 35**

CD C	Ti po	Sigla Id	Note
5	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=90.00 (ecc. -)	verifica esistenti: fattore FC 1.350 categoria suolo: E fattore di sito S = 1.600 ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.126 g angolo di ingresso:90.00 eccentricità aggiuntiva: negativa periodo proprio T1: 1.128 sec. fattore di struttura q: 4.000 fattore per spost. mu d: 4.000 classe di duttilità CD: B numero di modi considerati: 9 combinaz. modale: CQC

**Tabella 36**

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	rapp. r/Ls	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
2657.00	8.75	0.0	0.0	-9.40	0.0	0.0	0.0	1.732	0.0	0.0
2613.00	614.22	-75.73	-0.24	-9.40	0.0	-18.40	0.0	1.500	0.473	0.002

2387.00	1262.00	-41.45	9.06	-9.40	0.0	-18.40	0.0	1.500	0.190	0.079
2159.00	394.58	-38.57	18.79	-9.40	0.0	-18.40	0.0	1.500	0.166	0.163
1882.00	281.31	-28.89	0.0	-9.40	0.0	-18.40	0.0	1.500	0.087	0.0
1639.00	692.71	-30.25	0.0	-9.40	0.0	-18.40	0.0	1.500	0.098	0.0
1413.00	938.99	1.48	0.0	-9.40	0.0	-18.40	0.0	1.500	0.164	0.0
1156.00	698.99	-30.29	0.0	-9.40	0.0	-18.40	0.0	1.500	0.098	0.0
930.00	1395.01	-29.73	-0.11	-9.40	0.0	-18.40	0.0	1.500	0.094	9.2986e-04
673.00	698.99	-30.29	0.0	-9.40	0.0	-18.40	0.0	1.500	0.098	0.0
447.00	1172.95	-55.11	0.13	-9.40	0.0	-18.40	0.0	1.500	0.303	0.001
150.00	237.22	-34.07	0.0	-9.40	0.0	-18.40	0.0	1.500	0.129	0.0
<b>Risulta</b>	8395.72									

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x g	%	M efficace Y x g	%	M efficace Z x g	%	Energia	Energia x v
	Hz	sec	g	daN		daN		daN			
1	0.886	1.128	0.062	0.0	0.0	1552.40	18.5	0.0	0.0	0.0	0.0
2	1.704	0.587	0.120	0.0	0.0	25.91	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0
3	2.856	0.350	0.126	2.81e-04	3.35e-06	1520.19	18.1	0.0	0.0	0.0	0.0
4	3.443	0.290	0.126	1983.99	23.6	1.09e-03	1.30e-05	0.04	4.20e-04	0.0	0.0
5	3.618	0.276	0.126	0.0	0.0	206.41	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0
6	3.854	0.259	0.126	0.05	6.33e-04	18.66	0.2	3.49e-05	0.0	0.0	0.0
7	5.085	0.197	0.126	0.0	0.0	8.72	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
8	6.148	0.163	0.137	0.48	5.70e-03	270.20	3.2	1.06e-04	1.27e-06	0.0	0.0
9	6.380	0.157	0.139	39.78	0.5	3.74e-03	4.46e-05	0.13	1.54e-03	0.0	0.0
<b>Risulta</b>				2024.31		3602.51		0.16			
<b>In percentuale</b>				24.11		42.91		1.96e-03			

**Tabella 37**

CD C	Ti po	Sigla Id	Note
6	Ed k	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=0.0 (ecc. +)	verifica esistenti: fattore FC 1.350 categoria suolo: E fattore di sito S = 1.600 ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.232 g angolo di ingresso:0.0 eccentricità aggiuntiva: positiva periodo proprio T1: 0.297 sec. numero di modi considerati: 9 combinaz. modale: CQC

**Tabella 38**

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	rapp. r/Ls	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
2657.00	8.75	0.0	0.0	0.0	-9.40	0.0	0.0	1.732	0.0	0.0
2613.00	614.22	-75.73	-0.24	0.0	-9.40	-18.40	0.0	1.500	0.473	0.002
2387.00	1262.00	-41.45	9.06	0.0	-9.40	-18.40	0.0	1.500	0.190	0.079
2159.00	394.58	-38.57	18.79	0.0	-9.40	-18.40	0.0	1.500	0.166	0.163
1882.00	281.31	-28.89	0.0	0.0	-9.40	-18.40	0.0	1.500	0.087	0.0
1639.00	692.71	-30.25	0.0	0.0	-9.40	-18.40	0.0	1.500	0.098	0.0
1413.00	938.99	1.48	0.0	0.0	-9.40	-18.40	0.0	1.500	0.164	0.0
1156.00	698.99	-30.29	0.0	0.0	-9.40	-18.40	0.0	1.500	0.098	0.0
930.00	1395.01	-29.73	-0.11	0.0	-9.40	-18.40	0.0	1.500	0.094	9.2986e-

0										04
673.00	698.99	-30.29	0.0	0.0	-9.40	-18.40	0.0	1.500	0.098	0.0
447.00	1172.95	-55.11	0.13	0.0	-9.40	-18.40	0.0	1.500	0.303	0.001
150.00	237.22	-34.07	0.0	0.0	-9.40	-18.40	0.0	1.500	0.129	0.0
<b>Risultata</b>	8395.72									

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x g	%	M efficace Y x g	%	M efficace Z x g	%	Energia	Energia x v
	Hz	sec	g	daN		daN		daN			
1	0.816	1.225	0.099	0.0	0.0	1854.72	22.1	0.0	0.0	0.0	0.0
2	1.554	0.644	0.189	0.0	0.0	35.77	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0
3	2.946	0.339	0.232	5.45	6.49e-02	1417.85	16.9	5.92e-05	0.0	0.0	0.0
4	3.222	0.310	0.232	5.72e-06	0.0	264.49	3.2	0.0	0.0	0.0	0.0
5	3.371	0.297	0.232	1748.97	20.8	11.91	0.1	0.03	3.46e-04	0.0	0.0
6	3.966	0.252	0.232	229.98	2.7	14.33	0.2	6.44e-03	7.67e-05	0.0	0.0
7	4.528	0.221	0.232	0.0	0.0	9.83	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
8	6.260	0.160	0.220	97.42	1.2	14.85	0.2	0.09	1.03e-03	0.0	0.0
9	6.377	0.157	0.217	1.82	2.17e-02	231.87	2.8	0.01	1.20e-04	0.0	0.0
<b>Risultata In percentuale</b>				2083.64		3855.62		0.13			
				24.82		45.92		1.57e-03			

**Tabella 39**

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
7	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=0.0 (ecc. -)	<p>verifica esistenti: fattore FC 1.350</p> <p>categoria suolo: E</p> <p>fattore di sito S = 1.600</p> <p>ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.232 g</p> <p>angolo di ingresso:0.0</p> <p>eccentricità aggiuntiva: negativa</p> <p>periodo proprio T1: 0.297 sec.</p> <p>numero di modi considerati: 9</p> <p>combinaz. modale: CQC</p>

**Tabella 40**

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	rapp. r/Ls	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
2657.00	8.75	0.0	0.0	0.0	9.40	0.0	0.0	1.732	0.0	0.0
2613.00	614.22	-75.73	-0.24	0.0	9.40	-18.40	0.0	1.500	0.473	0.002
2387.00	1262.00	-41.45	9.06	0.0	9.40	-18.40	0.0	1.500	0.190	0.079
2159.00	394.58	-38.57	18.79	0.0	9.40	-18.40	0.0	1.500	0.166	0.163
1882.00	281.31	-28.89	0.0	0.0	9.40	-18.40	0.0	1.500	0.087	0.0
1639.00	692.71	-30.25	0.0	0.0	9.40	-18.40	0.0	1.500	0.098	0.0
1413.00	938.99	1.48	0.0	0.0	9.40	-18.40	0.0	1.500	0.164	0.0
1156.00	698.99	-30.29	0.0	0.0	9.40	-18.40	0.0	1.500	0.098	0.0
930.00	1395.01	-29.73	-0.11	0.0	9.40	-18.40	0.0	1.500	0.094	9.2986e-04
673.00	698.99	-30.29	0.0	0.0	9.40	-18.40	0.0	1.500	0.098	0.0
447.00	1172.95	-55.11	0.13	0.0	9.40	-18.40	0.0	1.500	0.303	0.001
150.00	237.22	-34.07	0.0	0.0	9.40	-18.40	0.0	1.500	0.129	0.0
<b>Risultata</b>	8395.72									

**Tabella 41**

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x g	%	M efficace Y x g	%	M efficace Z x g	%	Energia	Energia x v
	Hz	sec	g	daN		daN		daN			
1	0.816	1.225	0.099	0.0	0.0	1854.72	22.1	0.0	0.0	0.0	0.0

2	1.554	0.644	0.189	0.0	0.0	35.77	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0
3	2.946	0.339	0.232	5.68	6.77e-02	1417.61	16.9	4.50e-05	0.0	0.0	0.0
4	3.222	0.310	0.232	5.97e-06	0.0	264.49	3.2	0.0	0.0	0.0	0.0
5	3.369	0.297	0.232	1742.87	20.8	12.28	0.1	0.03	3.32e-04	0.0	0.0
6	3.970	0.252	0.232	235.90	2.8	14.19	0.2	8.17e-03	9.73e-05	0.0	0.0
7	4.528	0.221	0.232	0.0	0.0	9.83	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
8	6.227	0.161	0.220	40.42	0.5	11.71	0.1	0.10	1.17e-03	0.0	0.0
9	6.378	0.157	0.217	5.56	6.62e-02	234.25	2.8	6.74e-03	8.03e-05	0.0	0.0
<b>Risulta In percentuale</b>				2030.42		3854.86		0.14		1.68e-03	

**Tabella 42**

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
8	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=90.00 (ecc. +)	verifica esistenti: fattore FC 1.350 categoria suolo: E fattore di sito S = 1.600 ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.232 g angolo di ingresso:90.00 eccentricità aggiuntiva: positiva periodo proprio T1: 1.314 sec. numero di modi considerati: 9 combinaz. modale: CQC

**Tabella 43**

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	rapp. r/Ls	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
2657.00	8.75	0.0	0.0	9.40	0.0	0.0	0.0	1.732	0.0	0.0
2613.00	614.22	-75.73	-0.24	9.40	0.0	-18.40	0.0	1.500	0.473	0.002
2387.00	1262.00	-41.45	9.06	9.40	0.0	-18.40	0.0	1.500	0.190	0.079
2159.00	394.58	-38.57	18.79	9.40	0.0	-18.40	0.0	1.500	0.166	0.163
1882.00	281.31	-28.89	0.0	9.40	0.0	-18.40	0.0	1.500	0.087	0.0
1639.00	692.71	-30.25	0.0	9.40	0.0	-18.40	0.0	1.500	0.098	0.0
1413.00	938.99	1.48	0.0	9.40	0.0	-18.40	0.0	1.500	0.164	0.0
1156.00	698.99	-30.29	0.0	9.40	0.0	-18.40	0.0	1.500	0.098	0.0
930.00	1395.01	-29.73	-0.11	9.40	0.0	-18.40	0.0	1.500	0.094	9.2986e-04
673.00	698.99	-30.29	0.0	9.40	0.0	-18.40	0.0	1.500	0.098	0.0
447.00	1172.95	-55.11	0.13	9.40	0.0	-18.40	0.0	1.500	0.303	0.001
150.00	237.22	-34.07	0.0	9.40	0.0	-18.40	0.0	1.500	0.129	0.0
<b>Risulta</b>	8395.72									

**Tabella 44**

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x g	%	M efficace Y x g	%	M efficace Z x g	%	Energia	Energia x v
	Hz	sec	g	daN		daN		daN			
1	0.761	1.314	0.093	0.0	0.0	2157.21	25.7	0.0	0.0	0.0	0.0
2	1.437	0.696	0.175	0.0	0.0	46.19	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0
3	2.933	0.341	0.232	0.0	0.0	323.52	3.9	0.0	0.0	0.0	0.0
4	3.045	0.328	0.232	8.63e-04	1.03e-05	1324.54	15.8	0.0	0.0	0.0	0.0
5	3.443	0.290	0.232	1983.87	23.6	2.01e-03	2.40e-05	0.04	4.20e-04	0.0	0.0
6	3.857	0.259	0.232	0.05	6.22e-04	23.02	0.3	3.39e-05	0.0	0.0	0.0
7	4.125	0.242	0.232	0.0	0.0	11.26	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
8	6.221	0.161	0.220	1.32e-05	0.0	111.93	1.3	9.49e-06	0.0	0.0	0.0
9	6.382	0.157	0.217	37.02	0.4	0.20	2.35e-03	0.13	1.57e-03	0.0	0.0
<b>Risulta In percentuale</b>				2020.95		3997.86		0.17		1.99e-03	

**Tabella 45**

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
9	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=90.00 (ecc. -)	verifica esistenti: fattore FC 1.350 categoria suolo: E fattore di sito S = 1.600 ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.232 g angolo di ingresso:90.00 eccentricità aggiuntiva: negativa periodo proprio T1: 1.128 sec. numero di modi considerati: 9 combinaz. modale: CQC

**Tabella 46**

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	rapp. r/Ls	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
2657.00	8.75	0.0	0.0	-9.40	0.0	0.0	0.0	1.732	0.0	0.0
2613.00	614.22	-75.73	-0.24	-9.40	0.0	-18.40	0.0	1.500	0.473	0.002
2387.00	1262.00	-41.45	9.06	-9.40	0.0	-18.40	0.0	1.500	0.190	0.079
2159.00	394.58	-38.57	18.79	-9.40	0.0	-18.40	0.0	1.500	0.166	0.163
1882.00	281.31	-28.89	0.0	-9.40	0.0	-18.40	0.0	1.500	0.087	0.0
1639.00	692.71	-30.25	0.0	-9.40	0.0	-18.40	0.0	1.500	0.098	0.0
1413.00	938.99	1.48	0.0	-9.40	0.0	-18.40	0.0	1.500	0.164	0.0
1156.00	698.99	-30.29	0.0	-9.40	0.0	-18.40	0.0	1.500	0.098	0.0
930.00	1395.01	-29.73	-0.11	-9.40	0.0	-18.40	0.0	1.500	0.094	9.2986e-04
673.00	698.99	-30.29	0.0	-9.40	0.0	-18.40	0.0	1.500	0.098	0.0
447.00	1172.95	-55.11	0.13	-9.40	0.0	-18.40	0.0	1.500	0.303	0.001
150.00	237.22	-34.07	0.0	-9.40	0.0	-18.40	0.0	1.500	0.129	0.0
<b>Risulta</b>	8395.72									

**Tabella 47**

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x g	%	M efficace Y x g	%	M efficace Z x g	%	Energia	Energia x v
	Hz	sec	g	daN		daN		daN			
1	0.886	1.128	0.108	0.0	0.0	1552.40	18.5	0.0	0.0	0.0	0.0
2	1.704	0.587	0.207	0.0	0.0	25.91	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0
3	2.856	0.350	0.232	2.81e-04	3.35e-06	1520.19	18.1	0.0	0.0	0.0	0.0
4	3.443	0.290	0.232	1983.99	23.6	1.09e-03	1.30e-05	0.04	4.20e-04	0.0	0.0
5	3.618	0.276	0.232	0.0	0.0	206.41	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0
6	3.854	0.259	0.232	0.05	6.33e-04	18.66	0.2	3.49e-05	0.0	0.0	0.0
7	5.085	0.197	0.232	0.0	0.0	8.72	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
8	6.148	0.163	0.222	0.48	5.70e-03	270.20	3.2	1.06e-04	1.27e-06	0.0	0.0
9	6.380	0.157	0.217	39.78	0.5	3.74e-03	4.46e-05	0.13	1.54e-03	0.0	0.0
<b>Risulta In percentuale</b>				2024.31	24.11	3602.51	42.91	0.16	1.96e-03		

**Tabella 48**

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
15	Esk	CDC=Es (statico SLU) alfa=0.0 (ecc. +)	verifica esistenti: fattore FC 1.350 categoria suolo: E fattore di sito S = 1.600 ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.126 g angolo di ingresso:0.0 eccentricità aggiuntiva: positiva periodo proprio T1: 0.995 sec. fattore di struttura q: 4.000 fattore per spost. mu d: 4.000 classe di duttilità CD: B

**Tabella 49**

Quota	Forza Sismica	Tot. parziale	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	rapp. r/Ls	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	daN	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
2657.00	1.01	1.01	8.75	0.0	0.0	0.0	-9.40	0.0	0.0	1.732	0.0	0.0
2613.00	69.70	70.71	614.22	-75.73	-0.24	0.0	-9.40	-18.40	0.0	1.500	0.473	0.002
2387.00	130.82	201.53	1262.00	-41.45	9.06	0.0	-9.40	-18.40	0.0	1.500	0.190	0.079
2159.00	37.00	238.53	394.58	-38.57	18.79	0.0	-9.40	-18.40	0.0	1.500	0.166	0.163
1882.00	22.99	261.52	281.31	-28.89	0.0	0.0	-9.40	-18.40	0.0	1.500	0.087	0.0
1639.00	49.31	310.83	692.71	-30.25	0.0	0.0	-9.40	-18.40	0.0	1.500	0.098	0.0
1413.00	57.62	368.45	938.99	1.48	0.0	0.0	-9.40	-18.40	0.0	1.500	0.164	0.0
1156.00	35.09	403.54	698.99	-30.29	0.0	0.0	-9.40	-18.40	0.0	1.500	0.098	0.0
930.00	56.34	459.88	1395.01	-29.73	-0.11	0.0	-9.40	-18.40	0.0	1.500	0.094	9.2986e-04
673.00	20.43	480.31	698.99	-30.29	0.0	0.0	-9.40	-18.40	0.0	1.500	0.098	0.0
447.00	22.77	503.08	1172.95	-55.11	0.13	0.0	-9.40	-18.40	0.0	1.500	0.303	0.001
150.00	1.55	504.63	237.22	-34.07	0.0	0.0	-9.40	-18.40	0.0	1.500	0.129	0.0
<b>Risulta</b>	504.63		8395.72									

**Tabella 50**

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
16	Esk	CDC=Es (statico SL CO)	alfa=0.0 (ecc. -)
			verifica esistenti: fattore FC 1.350
			categoria suolo: E
			fattore di sito S = 1.563
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.155 g
			angolo di ingresso:0.0
			eccentricità aggiuntiva: negativa
			periodo proprio T1: 0.995 sec.
			fattore di struttura q: 4.000
			fattore per spost. mu d: 4.000
			classe di duttilità CD: B
			coefficiente Lambda: 0.850
			ordinata spettro Sd(T1): 0.089

**Tabella 51**

Quota	Forza Sismica	Tot. parziale	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	rapp. r/Ls	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	daN	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
2657.00	1.27	1.27	8.75	0.0	0.0	0.0	9.40	0.0	0.0	1.732	0.0	0.0
2613.00	87.72	88.99	614.22	-75.73	-0.24	0.0	9.40	-18.40	0.0	1.500	0.473	0.002
2387.00	164.65	253.64	1262.00	-41.45	9.06	0.0	9.40	-18.40	0.0	1.500	0.190	0.079
2159.00	46.56	300.21	394.58	-38.57	18.79	0.0	9.40	-18.40	0.0	1.500	0.166	0.163
1882.00	28.94	329.14	281.31	-28.89	0.0	0.0	9.40	-18.40	0.0	1.500	0.087	0.0
1639.00	62.06	391.20	692.71	-30.25	0.0	0.0	9.40	-18.40	0.0	1.500	0.098	0.0
1413.00	72.52	463.72	938.99	1.48	0.0	0.0	9.40	-18.40	0.0	1.500	0.164	0.0
1156.00	44.17	507.89	698.99	-30.29	0.0	0.0	9.40	-18.40	0.0	1.500	0.098	0.0
930.00	70.91	578.80	1395.01	-29.73	-0.11	0.0	9.40	-18.40	0.0	1.500	0.094	9.2986e-04
673.00	25.71	604.51	698.99	-30.29	0.0	0.0	9.40	-18.40	0.0	1.500	0.098	0.0
447.00	28.66	633.17	1172.95	-55.11	0.13	0.0	9.40	-18.40	0.0	1.500	0.303	0.001
150.00	1.94	635.11	237.22	-34.07	0.0	0.0	9.40	-18.40	0.0	1.500	0.129	0.0
<b>Risulta</b>	635.11		8395.72									

**Tabella 52**

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
17	Esk	CDC=Es (statico SL CO)	alfa=90.00 (ecc. +)
			verifica esistenti: fattore FC 1.350
			categoria suolo: E
			fattore di sito S = 1.563
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.155 g
			angolo di ingresso:90.00
			eccentricità aggiuntiva: positiva
			periodo proprio T1: 0.995 sec.
			fattore di struttura q: 4.000
			fattore per spost. mu d: 4.000
			classe di duttilità CD: B

**Tabella 53**

Quota	Forza Sismica	Tot. parziale	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	rapp. r/Ls	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	daN	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
2657.00	1.27	1.27	8.75	0.0	0.0	9.40	0.0	0.0	0.0	1.732	0.0	0.0
2613.00	87.72	88.99	614.22	-75.73	-0.24	9.40	0.0	-18.40	0.0	1.500	0.473	0.002
2387.00	164.65	253.64	1262.00	-41.45	9.06	9.40	0.0	-18.40	0.0	1.500	0.190	0.079
2159.00	46.56	300.21	394.58	-38.57	18.79	9.40	0.0	-18.40	0.0	1.500	0.166	0.163
1882.00	28.94	329.14	281.31	-28.89	0.0	9.40	0.0	-18.40	0.0	1.500	0.087	0.0
1639.00	62.06	391.20	692.71	-30.25	0.0	9.40	0.0	-18.40	0.0	1.500	0.098	0.0
1413.00	72.52	463.72	938.99	1.48	0.0	9.40	0.0	-18.40	0.0	1.500	0.164	0.0
1156.00	44.17	507.89	698.99	-30.29	0.0	9.40	0.0	-18.40	0.0	1.500	0.098	0.0
930.00	70.91	578.80	1395.01	-29.73	-0.11	9.40	0.0	-18.40	0.0	1.500	0.094	9.2986e-04
673.00	25.71	604.51	698.99	-30.29	0.0	9.40	0.0	-18.40	0.0	1.500	0.098	0.0
447.00	28.66	633.17	1172.95	-55.11	0.13	9.40	0.0	-18.40	0.0	1.500	0.303	0.001
150.00	1.94	635.11	237.22	-34.07	0.0	9.40	0.0	-18.40	0.0	1.500	0.129	0.0
<b>Risulta</b>	635.11		8395.72									

**Tabella 54**

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
18	Esk	CDC=Es (statico SLU) alfa=90.00 (ecc. -)	verifica esistenti: fattore FC 1.350 categoria suolo: E fattore di sito S = 1.600 ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.126 g angolo di ingresso:90.00 eccentricità aggiuntiva: negativa periodo proprio T1: 0.995 sec. fattore di struttura q: 4.000 fattore per spost. mu d: 4.000 classe di duttilità CD: B coefficiente Lambda: 0.850 ordinata spettro Sd(T1): 0.071

**Tabella 55**

Quota	Forza Sismica	Tot. parziale	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	rapp. r/Ls	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	daN	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
2657.00	1.01	1.01	8.75	0.0	0.0	-9.40	0.0	0.0	0.0	1.732	0.0	0.0
2613.00	69.70	70.71	614.22	-75.73	-0.24	-9.40	0.0	-18.40	0.0	1.500	0.473	0.002
2387.00	130.82	201.53	1262.00	-41.45	9.06	-9.40	0.0	-18.40	0.0	1.500	0.190	0.079
2159.00	37.00	238.53	394.58	-38.57	18.79	-9.40	0.0	-18.40	0.0	1.500	0.166	0.163
1882.00	22.99	261.52	281.31	-28.89	0.0	-9.40	0.0	-18.40	0.0	1.500	0.087	0.0
1639.00	49.31	310.83	692.71	-30.25	0.0	-9.40	0.0	-18.40	0.0	1.500	0.098	0.0
1413.00	57.62	368.45	938.99	1.48	0.0	-9.40	0.0	-18.40	0.0	1.500	0.164	0.0
1156.00	35.09	403.54	698.99	-30.29	0.0	-9.40	0.0	-18.40	0.0	1.500	0.098	0.0
930.00	56.34	459.88	1395.01	-29.73	-0.11	-9.40	0.0	-18.40	0.0	1.500	0.094	9.2986e-04
673.00	20.43	480.31	698.99	-30.29	0.0	-9.40	0.0	-18.40	0.0	1.500	0.098	0.0
447.00	22.77	503.08	1172.95	-55.11	0.13	-9.40	0.0	-18.40	0.0	1.500	0.303	0.001
150.00	1.55	504.63	237.22	-34.07	0.0	-9.40	0.0	-18.40	0.0	1.500	0.129	0.0
<b>Risulta</b>	504.63		8395.72									

**Tabella 56**

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
19	Esk	CDC=Es (statico SLO) alfa=0.0 (ecc. +)	verifica esistenti: fattore FC 1.350 categoria suolo: E fattore di sito S = 1.600 ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.191 g angolo di ingresso:0.0 eccentricità aggiuntiva: positiva periodo proprio T1: 0.995 sec. coefficiente Lambda: 0.850 ordinata spettro Se(T1): 0.096

**Tabella 57**

Quota	Forza Sismica	Tot. parziale	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	rapp. r/Ls	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	daN	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
2657.00	1.37	1.37	8.75	0.0	0.0	0.0	-9.40	0.0	0.0	1.732	0.0	0.0
2613.00	94.57	95.94	614.22	-75.73	-0.24	0.0	-9.40	-18.40	0.0	1.500	0.473	0.002
2387.00	177.49	273.43	1262.00	-41.45	9.06	0.0	-9.40	-18.40	0.0	1.500	0.190	0.079
2159.00	50.19	323.62	394.58	-38.57	18.79	0.0	-9.40	-18.40	0.0	1.500	0.166	0.163
1882.00	31.19	354.82	281.31	-28.89	0.0	0.0	-9.40	-18.40	0.0	1.500	0.087	0.0
1639.00	66.90	421.71	692.71	-30.25	0.0	0.0	-9.40	-18.40	0.0	1.500	0.098	0.0
1413.00	78.18	499.89	938.99	1.48	0.0	0.0	-9.40	-18.40	0.0	1.500	0.164	0.0
1156.00	47.61	547.50	698.99	-30.29	0.0	0.0	-9.40	-18.40	0.0	1.500	0.098	0.0
930.00	76.44	623.94	1395.01	-29.73	-0.11	0.0	-9.40	-18.40	0.0	1.500	0.094	9.2986e-04
673.00	27.72	651.66	698.99	-30.29	0.0	0.0	-9.40	-18.40	0.0	1.500	0.098	0.0
447.00	30.89	682.55	1172.95	-55.11	0.13	0.0	-9.40	-18.40	0.0	1.500	0.303	0.001
150.00	2.10	684.65	237.22	-34.07	0.0	0.0	-9.40	-18.40	0.0	1.500	0.129	0.0
<b>Risulta</b>	684.65		8395.72									

**Tabella 58**

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
20	Esk	CDC=Es (statico SLO) alfa=0.0 (ecc. -)	verifica esistenti: fattore FC 1.350 categoria suolo: E fattore di sito S = 1.600 ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.191 g angolo di ingresso:0.0 eccentricità aggiuntiva: negativa periodo proprio T1: 0.995 sec. coefficiente Lambda: 0.850 ordinata spettro Se(T1): 0.096

**Tabella 59**

Quota	Forza Sismica	Tot. parziale	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	rapp. r/Ls	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	daN	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
2657.00	1.37	1.37	8.75	0.0	0.0	0.0	9.40	0.0	0.0	1.732	0.0	0.0
2613.00	94.57	95.94	614.22	-75.73	-0.24	0.0	9.40	-18.40	0.0	1.500	0.473	0.002
2387.00	177.49	273.43	1262.00	-41.45	9.06	0.0	9.40	-18.40	0.0	1.500	0.190	0.079
2159.00	50.19	323.62	394.58	-38.57	18.79	0.0	9.40	-18.40	0.0	1.500	0.166	0.163
1882.00	31.19	354.82	281.31	-28.89	0.0	0.0	9.40	-18.40	0.0	1.500	0.087	0.0
1639.00	66.90	421.71	692.71	-30.25	0.0	0.0	9.40	-18.40	0.0	1.500	0.098	0.0
1413.00	78.18	499.89	938.99	1.48	0.0	0.0	9.40	-18.40	0.0	1.500	0.164	0.0
1156.00	47.61	547.50	698.99	-30.29	0.0	0.0	9.40	-18.40	0.0	1.500	0.098	0.0
930.00	76.44	623.94	1395.01	-29.73	-0.11	0.0	9.40	-18.40	0.0	1.500	0.094	9.2986e-04
673.00	27.72	651.66	698.99	-30.29	0.0	0.0	9.40	-18.40	0.0	1.500	0.098	0.0
447.00	30.89	682.55	1172.95	-55.11	0.13	0.0	9.40	-18.40	0.0	1.500	0.303	0.001
150.00	2.10	684.65	237.22	-34.07	0.0	0.0	9.40	-18.40	0.0	1.500	0.129	0.0
<b>Risulta</b>	684.65		8395.72									

**Tabella 60**

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
21	Esk	CDC=Es (statico SLO) alfa=90.00 (ecc. +)	verifica esistenti: fattore FC 1.350 categoria suolo: E fattore di sito S = 1.600 ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.191 g angolo di ingresso:90.00 eccentricità aggiuntiva: positiva periodo proprio T1: 0.995 sec. coefficiente Lambda: 0.850 ordinata spettro Se(T1): 0.096

**Tabella 61**

Quota	Forza Sismica	Tot. parziale	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	rapp. r/Ls	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
-------	---------------	---------------	---------------	---------	---------	------------	------------	---------	---------	------------	-------------	-------------

cm	daN	daN	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
<b>2657.00</b>	1.37	1.37	8.75	0.0	0.0	9.40	0.0	0.0	0.0	1.732	0.0	0.0
<b>2613.00</b>	94.57	95.94	614.22	-75.73	-0.24	9.40	0.0	-18.40	0.0	1.500	0.473	0.002
<b>2387.00</b>	177.49	273.43	1262.00	-41.45	9.06	9.40	0.0	-18.40	0.0	1.500	0.190	0.079
<b>2159.00</b>	50.19	323.62	394.58	-38.57	18.79	9.40	0.0	-18.40	0.0	1.500	0.166	0.163
<b>1882.00</b>	31.19	354.82	281.31	-28.89	0.0	9.40	0.0	-18.40	0.0	1.500	0.087	0.0
<b>1639.00</b>	66.90	421.71	692.71	-30.25	0.0	9.40	0.0	-18.40	0.0	1.500	0.098	0.0
<b>1413.00</b>	78.18	499.89	938.99	1.48	0.0	9.40	0.0	-18.40	0.0	1.500	0.164	0.0
<b>1156.00</b>	47.61	547.50	698.99	-30.29	0.0	9.40	0.0	-18.40	0.0	1.500	0.098	0.0
<b>930.00</b>	76.44	623.94	1395.01	-29.73	-0.11	9.40	0.0	-18.40	0.0	1.500	0.094	9.2986e-04
<b>673.00</b>	27.72	651.66	698.99	-30.29	0.0	9.40	0.0	-18.40	0.0	1.500	0.098	0.0
<b>447.00</b>	30.89	682.55	1172.95	-55.11	0.13	9.40	0.0	-18.40	0.0	1.500	0.303	0.001
<b>150.00</b>	2.10	684.65	237.22	-34.07	0.0	9.40	0.0	-18.40	0.0	1.500	0.129	0.0
<b>Risulta</b>	684.65		8395.72									

**Tabella 62**

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
22	Esk	CDC=Es (statico SLO) alfa=90.00 (ecc. -)	verifica esistenti: fattore FC 1.350 categoria suolo: E fattore di sito S = 1.600 ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.191 g angolo di ingresso:90.00 eccentricità aggiuntiva: negativa periodo proprio T1: 0.995 sec. coefficiente Lambda: 0.850 ordinata spettro Se(T1): 0.096

**Tabella 63**

Quota	Forza Sismica	Tot. parziale	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	rapp. r/Ls	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	daN	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
<b>2657.00</b>	1.37	1.37	8.75	0.0	0.0	-9.40	0.0	0.0	0.0	1.732	0.0	0.0
<b>2613.00</b>	94.57	95.94	614.22	-75.73	-0.24	-9.40	0.0	-18.40	0.0	1.500	0.473	0.002
<b>2387.00</b>	177.49	273.43	1262.00	-41.45	9.06	-9.40	0.0	-18.40	0.0	1.500	0.190	0.079
<b>2159.00</b>	50.19	323.62	394.58	-38.57	18.79	-9.40	0.0	-18.40	0.0	1.500	0.166	0.163
<b>1882.00</b>	31.19	354.82	281.31	-28.89	0.0	-9.40	0.0	-18.40	0.0	1.500	0.087	0.0
<b>1639.00</b>	66.90	421.71	692.71	-30.25	0.0	-9.40	0.0	-18.40	0.0	1.500	0.098	0.0
<b>1413.00</b>	78.18	499.89	938.99	1.48	0.0	-9.40	0.0	-18.40	0.0	1.500	0.164	0.0
<b>1156.00</b>	47.61	547.50	698.99	-30.29	0.0	-9.40	0.0	-18.40	0.0	1.500	0.098	0.0
<b>930.00</b>	76.44	623.94	1395.01	-29.73	-0.11	-9.40	0.0	-18.40	0.0	1.500	0.094	9.2986e-04
<b>673.00</b>	27.72	651.66	698.99	-30.29	0.0	-9.40	0.0	-18.40	0.0	1.500	0.098	0.0
<b>447.00</b>	30.89	682.55	1172.95	-55.11	0.13	-9.40	0.0	-18.40	0.0	1.500	0.303	0.001
<b>150.00</b>	2.10	684.65	237.22	-34.07	0.0	-9.40	0.0	-18.40	0.0	1.500	0.129	0.0
<b>Risulta</b>	684.65		8395.72									

**Tabella 64**

Cmb	Pilas. 1000 etaT/h	etaT	inter. h	Pilas. 1000 etaT/h	etaT	inter. h	Pilas. 1000 etaT/h	etaT	inter. h			
		cm	cm		cm	cm		cm	cm			
73	1	1.07	0.16	150.0	2	1.06	0.16	150.0	3	0.61	0.09	150.0
	4	0.61	0.09	150.0	5	1.74	0.52	297.0	6	1.73	0.51	297.0
	7	1.00	0.30	297.0	8	0.99	0.30	297.0	9	0.87	0.20	226.0
	10	0.86	0.19	226.0	11	0.50	0.11	226.0	12	0.49	0.11	226.0
	13	1.87	0.48	257.0	14	1.86	0.48	257.0	15	1.08	0.28	257.0
	16	1.07	0.28	257.0	17	0.20	0.05	226.0	18	0.20	0.05	226.0
	19	0.11	0.03	226.0	20	0.11	0.03	226.0	21	0.18	0.05	257.0
	22	0.18	0.05	257.0	23	0.10	0.03	257.0	24	0.10	0.03	257.0
...												
96	162	0.23	0.05	226.0	160	0.20	0.05	228.0	161	0.23	0.05	226.0
<b>Cmb</b>	<b>1000 etaT/h</b>	<b>6.87</b>										

# 10 RISULTATI NODALI

## 10.1 LEGENDA RISULTATI NODALI

Il controllo dei risultati delle analisi condotte, per quanto concerne i nodi strutturali, è possibile in relazione alle tabelle sottoriportate.

Una prima tabella riporta infatti per ogni nodo e per ogni combinazione (o caso di carico) gli spostamenti nodali.

Una seconda tabella riporta per ogni nodo a cui sia associato un vincolo rigido e/o elastico o una fondazione speciale e per ogni combinazione (o caso di carico) i valori delle azioni esercitate dalla struttura sui vincoli (reazioni vincolari cambiate di segno).

Una terza tabella, infine riassume per ogni nodo le sei combinazioni in cui si attingono i valori minimi e massimi della reazione Fz, della reazione Mx e della reazione My.

Nodo	Cmb	Traslazione X	Traslazione Y	Traslazione Z	Rotazione X	Rotazione Y	Rotazione Z
		cm	cm	cm			
1	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
...							
100	102	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Nodo		Traslazione X	Traslazione Y	Traslazione Z	Rotazione X	Rotazione Y	Rotazione Z
		-1.24	-4.81	-0.05	-7.32e-03	-3.20e-03	-0.01
	0.68	4.81	0.04	7.32e-03	4.01e-03	0.01	

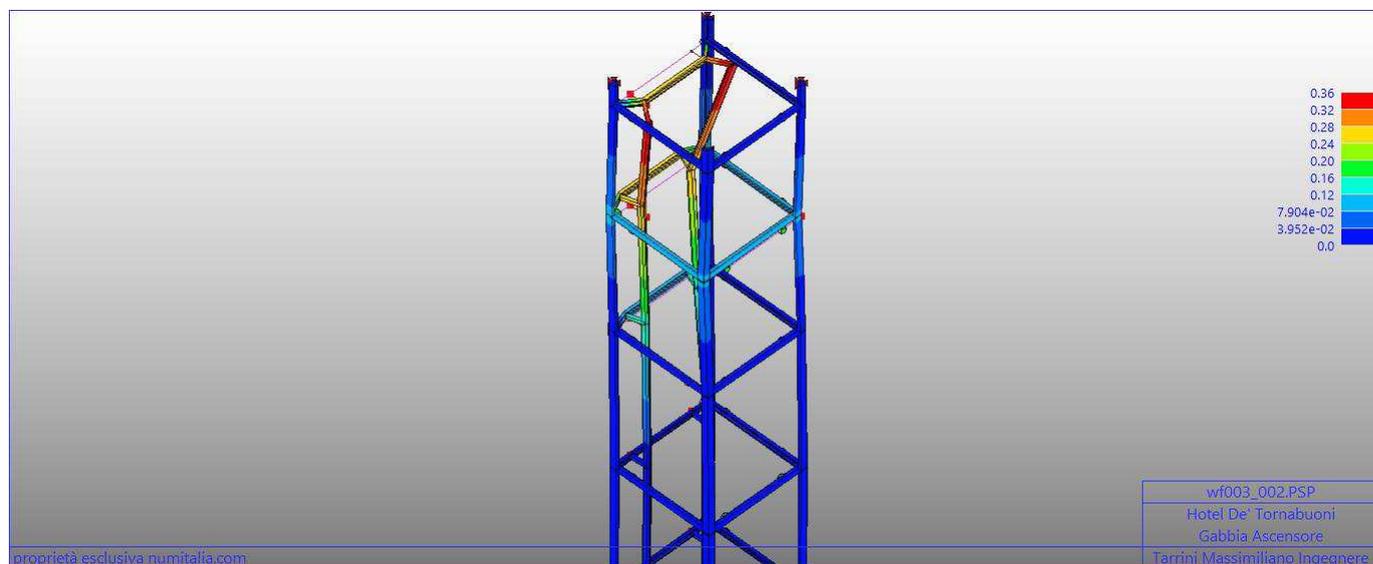


Figura 11: Deformazione da paracadute in posizione superiore

Nodo	Cmb	Azione X	Azione Y	Azione Z	Azione RX	Azione RY	Azione RZ
		daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
1	1	1.15	-2.60e-03	-204.57	0.52	180.65	0.01
1	2	1.15	-2.60e-03	-204.57	0.52	180.65	0.01
1	3	0.84	-2.05e-03	-178.51	0.41	129.03	0.01
1	4	0.84	-2.05e-03	-178.51	0.41	129.03	0.01
1	5	1.15	-2.60e-03	-204.57	0.52	180.65	0.01

1	6	1.15	-2.60e-03	-204.57	0.52	180.65	0.01
1	7	0.84	-2.05e-03	-178.51	0.41	129.03	0.01
1	8	0.84	-2.05e-03	-178.51	0.41	129.03	0.01
...							
100	102	0.98	1.06e-06	-646.92	1.98e-04	-34.01	5.94e-06
<b>Nodo</b>		<b>Azione X</b>	<b>Azione Y</b>	<b>Azione Z</b>	<b>Azione RX</b>	<b>Azione RY</b>	<b>Azione RZ</b>
		-211.17	-135.67	-1247.31	-1.627e+04	-2.012e+04	-2.116e+04
		173.04	135.80	126.75	1.627e+04	2.060e+04	2.116e+04
<b>Nodo</b>	<b>Cmb</b>	<b>Azione X</b>	<b>Azione Y</b>	<b>Azione Z</b>	<b>Azione RX</b>	<b>Azione RY</b>	<b>Azione RZ</b>
		daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
1	17	-63.95	9.21	-316.52	-2148.44	-1.381e+04	0.15
	73	38.86	-2.71	-82.06	650.20	8937.33	-0.59
	79	-4.88	46.09	-164.67	-1.062e+04	-1223.12	-0.28
	80	6.65	-46.10	-150.06	1.062e+04	1501.04	0.31
	19	-64.27	9.21	-290.45	-2148.56	-1.386e+04	0.15
	73	38.86	-2.71	-82.06	650.20	8937.33	-0.59
2	33	1.11	-4.83e-06	-768.32	-4.24e-04	171.57	8.55e-04
	90	4.72	0.0	-590.86	1.82e-03	1077.17	0.03
	77	-4.58	38.05	-590.95	-1.627e+04	-1184.26	-0.31
	78	6.35	-38.05	-590.94	1.627e+04	1461.99	0.31
	19	-62.08	-4.02e-05	-646.62	-0.27	-1.375e+04	-0.04
	73	37.08	1.06e-03	-590.92	0.28	8850.09	0.80
4	33	1.46	-0.45	-1151.79	56.76	132.12	-3.74
	89	-5.03	-0.52	-752.39	65.21	-1041.02	-5.51
	79	-6.60	38.71	-762.51	-8775.49	-1069.66	-46.30
	80	9.09	-39.41	-763.63	8864.15	1298.98	40.39
	19	-101.88	7.56	-946.70	-3726.76	-2.012e+04	235.34
	73	58.02	6.22	-766.96	-1231.95	1.032e+04	78.76
6	33	1.34	0.46	-1247.31	-57.80	121.17	3.95
	91	-5.13	0.53	-826.60	-66.49	-1050.99	5.72
	79	9.01	39.42	-835.81	-8865.37	1292.83	-40.20
	80	-6.71	-38.71	-837.04	8774.56	-1080.65	46.44
	19	-99.42	8.36	-1020.22	146.86	-1.978e+04	-251.19
	75	57.98	-6.30	-840.03	1249.16	1.032e+04	-79.74
7	17	-62.25	8.91	-316.05	-2125.95	-1.341e+04	0.0
	75	38.91	2.75	-83.14	-661.29	8949.62	0.0
	79	6.63	46.08	-151.15	-1.062e+04	1496.35	0.0
	80	-4.91	-46.09	-165.79	1.062e+04	-1231.20	0.0
	19	-62.56	8.91	-289.65	-2126.12	-1.346e+04	0.0
	75	38.91	2.75	-83.14	-661.29	8949.62	0.0
8	1	1.12	0.0	-784.10	1.17e-04	172.31	1.29e-04
	75	37.14	0.01	-603.14	-1.73	8862.33	-0.13
	77	6.33	38.03	-603.14	-1.627e+04	1457.43	3.72
	78	-4.62	-38.03	-603.17	1.627e+04	-1192.34	-3.72
	19	-60.40	2.93e-03	-658.84	-0.42	-1.334e+04	-0.42
	75	37.14	0.01	-603.14	-1.73	8862.33	-0.13
33	33	-1.74	0.23	-574.64	-8.37	-154.54	0.04
	27	172.72	-0.91	-234.54	2531.77	2.059e+04	0.38
	80	-11.79	-102.41	-442.89	-1.504e+04	-1771.46	0.80
	79	11.74	102.65	-425.06	1.504e+04	1685.13	-0.75
	73	170.48	13.56	-532.27	-1054.74	-1.566e+04	-1.54
	19	172.38	-0.93	-271.27	2531.78	2.060e+04	0.39
39	33	-2.08	-0.11	-580.55	-8.35	-149.66	0.0
	27	172.11	-29.56	-241.23	2511.51	2.028e+04	0.0
	80	-11.96	-102.65	-429.56	-1.504e+04	1695.86	0.0
	79	11.50	102.41	-447.43	1.504e+04	-1763.37	0.0
	75	170.33	-13.69	-536.80	1072.47	-1.566e+04	0.0
	19	171.78	-29.54	-277.96	2511.52	2.030e+04	0.0
49	17	54.16	0.60	-555.28	-244.37	-5791.28	-0.09
	73	35.31	3.26	-358.13	-304.10	3252.66	0.06
	79	3.09	102.05	-374.42	-3914.00	199.42	1.813e+04
	80	-9.72	-101.91	-377.41	3913.99	-605.29	-1.813e+04
	25	54.24	0.62	-518.72	-244.34	-5792.23	-0.09
	73	35.31	3.26	-358.13	-304.10	3252.66	0.06
55	17	54.67	-4.27	-565.54	-231.34	-5852.61	0.0

	75	28.04	-2.35	-368.53	-333.87	2752.24	0.0
	79	3.20	33.15	-382.35	-3914.02	-629.41	0.0
	80	-10.22	-33.28	-385.48	3914.06	212.48	0.0
	25	54.75	-4.29	-528.99	-231.30	-5853.08	0.0
	75	28.04	-2.35	-368.53	-333.87	2752.24	0.0
73	33	-209.18	39.22	-360.79	-1609.30	-7883.37	-0.19
	73	9.23	1.86	-224.81	-232.90	2149.69	-0.01
	79	3.52	11.78	-237.08	-3201.54	-121.74	2.74
	80	-6.09	-11.15	-235.43	3199.15	441.46	-2.74
	35	-209.11	39.14	-328.79	-1609.17	-7942.90	-0.19
	73	9.23	1.86	-224.81	-232.90	2149.69	-0.01
79	33	-211.17	-4.03	-375.86	-1652.00	-7797.47	0.0
	92	114.34	-3.32	-238.60	-32.35	2090.03	0.0
	79	-5.01	11.52	-246.04	-3201.73	544.52	0.0
	80	1.85	-12.15	-248.51	3198.97	-191.81	0.0
	35	-210.95	-3.94	-340.51	-1651.85	-7856.80	0.0
	92	114.34	-3.32	-238.60	-32.35	2090.03	0.0
97	17	5.31	9.82e-03	-157.85	0.69	-16.00	-7.32e-05
	43	118.88	-16.61	126.75	320.37	-380.45	-0.16
	95	2.71	-73.60	-118.43	-4694.61	-13.55	-2.32
	96	4.88	73.63	-119.71	4697.11	54.09	2.32
	90	62.30	0.12	-130.32	9.39	-2982.79	-1.00e-03
	89	-54.72	-0.08	-107.82	-6.90	3023.34	7.46e-04
98	33	83.51	8.87e-04	-704.78	0.22	913.07	2.90e-04
	90	30.02	3.14e-06	-533.36	1.39e-03	-2441.84	9.47e-03
	93	-3.16	-46.21	-537.77	-1.256e+04	65.34	4.23e-03
	94	-1.20	46.21	-538.00	1.256e+04	126.55	-3.74e-03
	90	30.02	3.14e-06	-533.36	1.39e-03	-2441.84	9.47e-03
	89	-34.37	-2.46e-06	-542.41	-1.02e-03	2633.73	-8.98e-03
99	17	2.04	-0.02	-163.92	-0.31	-107.16	0.0
	43	130.48	-17.77	117.07	304.81	-359.41	0.0
	95	2.66	-73.54	-123.06	-4692.92	24.10	0.0
	96	0.25	73.51	-124.62	4693.41	-117.99	0.0
	92	52.00	-0.05	-132.82	38.28	-3698.18	0.0
	91	-49.10	0.02	-114.86	-37.79	3604.29	0.0
100	1	1.28	1.38e-06	-840.99	2.57e-04	-44.21	7.72e-06
	77	1.38	29.62	-646.90	8844.28	-64.57	0.22
	93	1.47	-46.06	-646.92	-1.256e+04	35.94	-0.11
	94	0.49	46.06	-646.92	1.256e+04	-103.96	0.11
	92	48.33	4.29e-05	-646.92	0.01	-3488.93	-1.75e-04
	91	-46.37	-4.08e-05	-646.92	-0.01	3420.92	1.87e-04

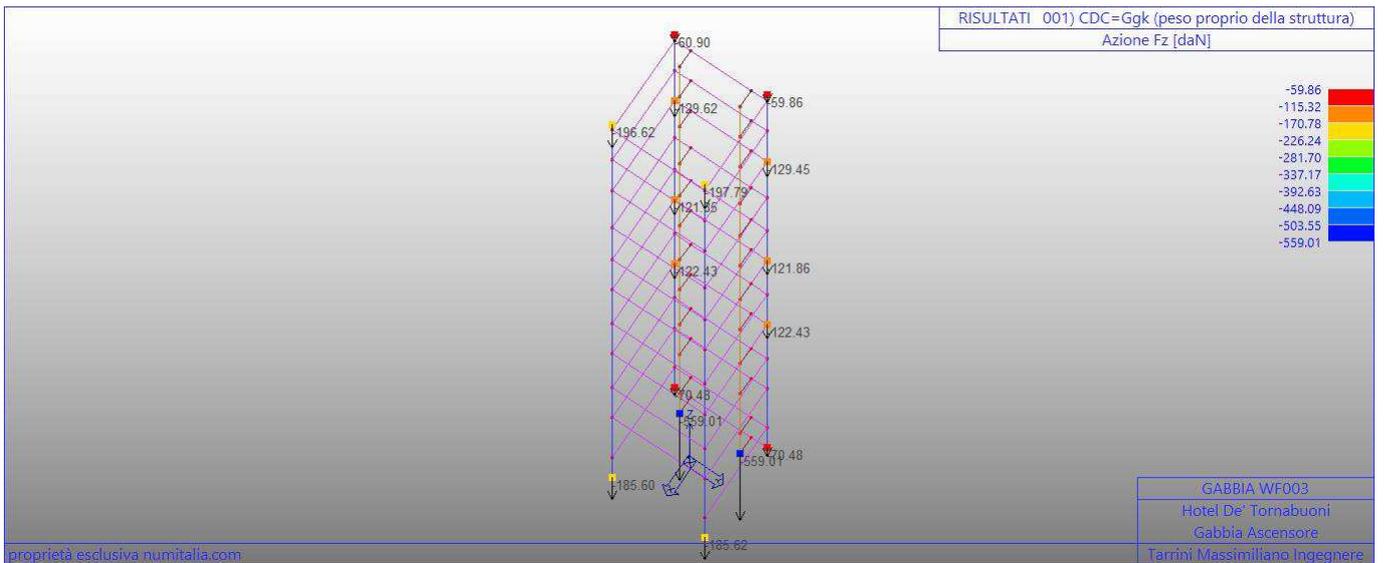


Figura 12: Reazioni sui vincoli

# 11 RISULTATI ELEMENTI TIPO TRAVE

## 11.1 LEGENDA RISULTATI ELEMENTI TIPO TRAVE

Il controllo dei risultati delle analisi condotte, per quanto concerne gli elementi tipo trave, è possibile in relazione alle tabelle sotto riportate.

Gli elementi vengono suddivisi in relazione alle proprietà in elementi:

- tipo **pilastro**
- tipo **trave in elevazione**
- tipo **trave in fondazione**

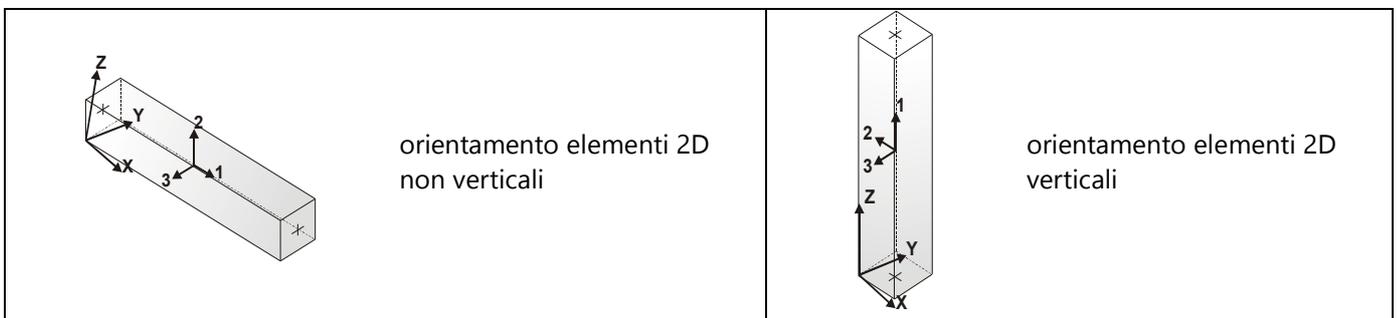
Per ogni elemento e per ogni combinazione (o caso di carico) vengono riportati i risultati più significativi.

Per gli elementi tipo *pilastro* sono riportati in tabella i seguenti valori:

<b>Pilas.</b>	numero dell'elemento pilastro
<b>Cmb</b>	combinazione in cui si verificano i valori riportati
<b>M3 mx/mn</b>	momento flettente in campata M3 max (prima riga) / min (seconda riga)
<b>M2 mx/mn</b>	momento flettente in campata M2 max (prima riga) / min (seconda riga)
<b>D2/D3</b>	freccia massima in direzione 2 (prima riga) / direzione 3 (seconda riga)
<b>Q2/Q3</b>	carico totale in direzione 2 (prima riga) / direzione 3 (seconda riga)
<b>Pos.</b>	ascissa del punto iniziale e finale dell'elemento
<b>N, V2, ecc..</b>	sei componenti di sollecitazione al piede ed in sommità dell'elemento

Per gli elementi tipo *trave in elevazione* sono riportati, oltre al numero dell'elemento, i medesimi risultati visti per i pilastri.

Per gli elementi tipo *trave in fondazione* (trave f.) sono riportati, oltre al numero dell'elemento, i medesimi risultati visti per i pilastri e la massima pressione sul terreno.



Pilas.	Cmb	M3 mx/mn	M2 mx/mn	D 2 / D 3	Q 2 / Q 3	Pos.	N	V 2	V 3	T	M 2	M 3
		daN cm	daN cm	cm	daN	cm	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
1	1	180.94	-0.13	2.81e-03	0.0	0.0	-200.58	-1.15	2.60e-03	0.01	-0.52	180.94
		7.74	-0.52	-8.93e-06	0.0	6.0	-199.80	-1.15	2.60e-03	0.01	-0.51	174.02
						37.5	-195.73	-1.15	2.60e-03	0.01	-0.42	137.64
						75.0	-190.88	-1.15	2.60e-03	0.01	-0.33	94.34
						112.5	-186.03	-1.15	2.60e-03	0.01	-0.23	51.04
						144.0	-181.96	-1.15	2.60e-03	0.01	-0.15	14.67
						150.0	-181.19	-1.15	2.60e-03	0.01	-0.13	7.74
1	2	180.94	-0.13	2.81e-03	0.0	0.0	-200.58	-1.15	2.60e-03	0.01	-0.52	180.94
...												
162	102	-37.89	93.05	-3.12e-03	0.0	226.0	21.52	0.17	2.82	5.37	729.90	0.63
Pilas.		M3 mx/mn	M2 mx/mn	D 2 / D 3	Q 2 / Q 3		N	V 2	V 3	T		
		-1.627e+04	-2.407e+04	-1.85	0.0		-1253.36	-75.04	-123.27	-1470.10		
		1.627e+04	2.383e+04	1.85	0.0		840.99	120.22	130.93	1494.30		
Trave	Cmb	M3 mx/mn	M2 mx/mn	D 2 / D 3	Q 2 / Q 3	Pos.	N	V 2	V 3	T	M 2	M 3
		daN cm	daN cm	cm	daN	cm	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
49	1	87.97	0.0	-1.15e-03	-2.53	0.0	0.0	4.00	0.0	-0.30	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	0.0	3.68	0.0	-0.30	0.0	15.45
						8.1	0.0	3.36	0.0	-0.30	0.0	29.62
						12.1	0.0	3.05	0.0	-0.30	0.0	42.53
						16.1	0.0	2.73	0.0	-0.30	0.0	54.16
						20.1	0.0	2.42	0.0	-0.30	0.0	64.52
						24.2	0.0	2.10	0.0	-0.30	0.0	73.61
						28.2	0.0	1.78	0.0	-0.30	0.0	81.43
...												
140	102	-2.51	5.37	-1.84e-03	0.0	33.0	2.82	21.52	-0.17	-0.63	5.37	729.90
Trave		M3 mx/mn	M2 mx/mn	D 2 / D 3	Q 2 / Q 3		N	V 2	V 3	T		
		-9861.47	-2.116e+04	-4.80	-202.94		-180.97	-300.02	-302.76	-17.03		
		7044.80	2.116e+04	4.80	202.94		234.47	233.49	301.75	16.25		

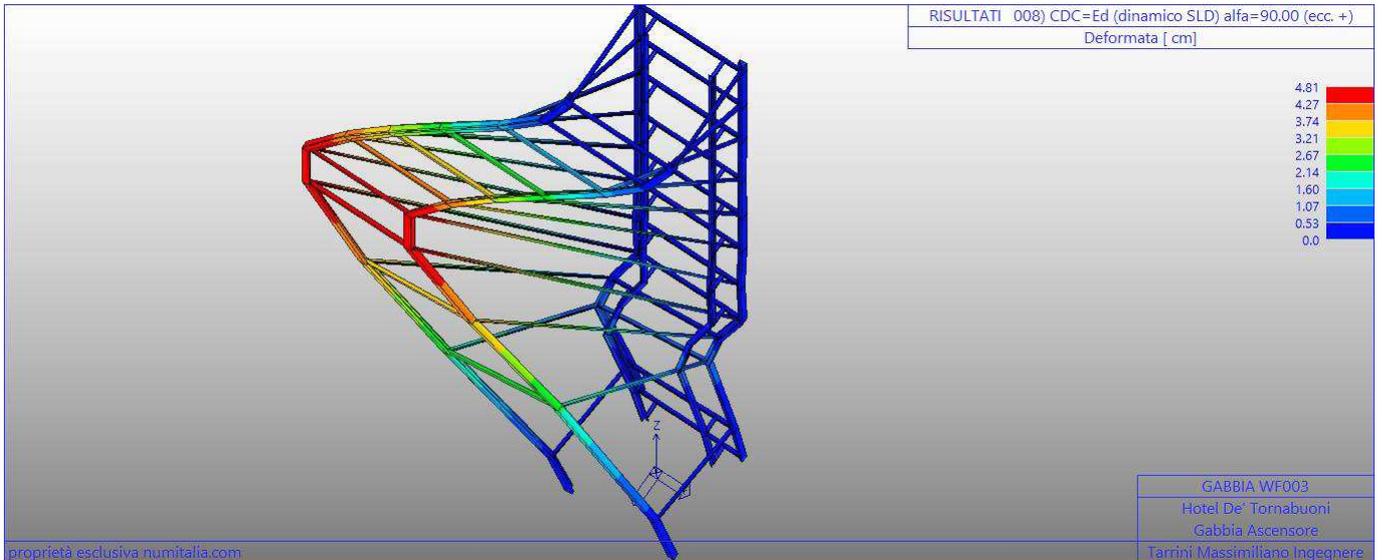
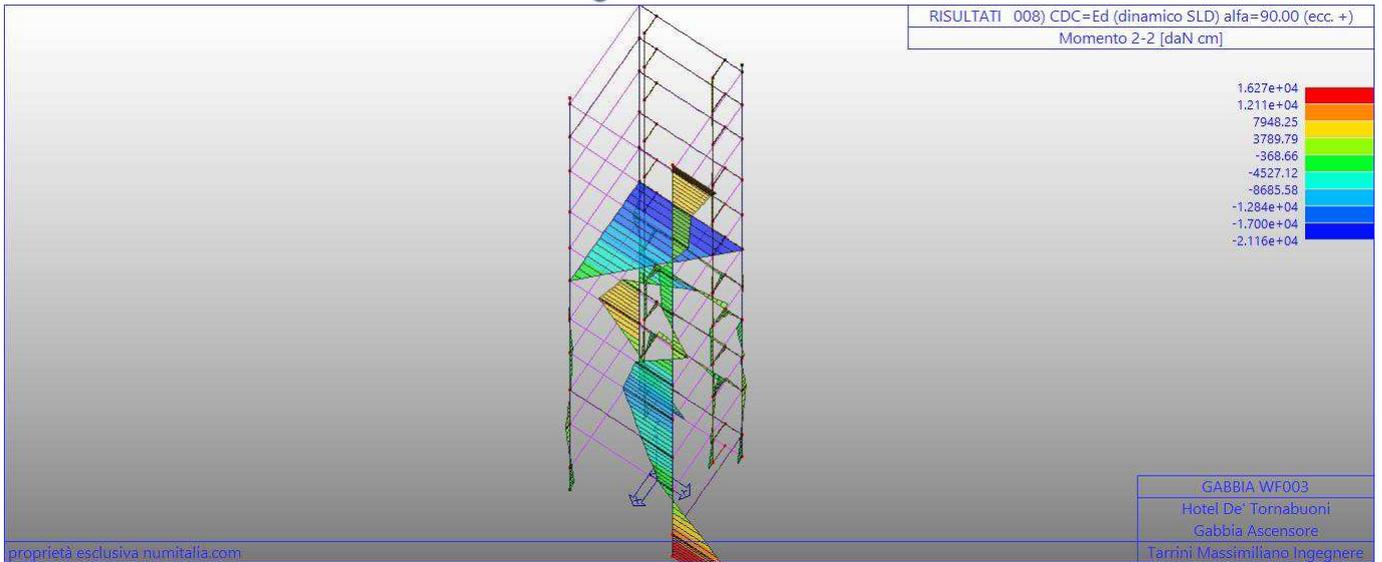
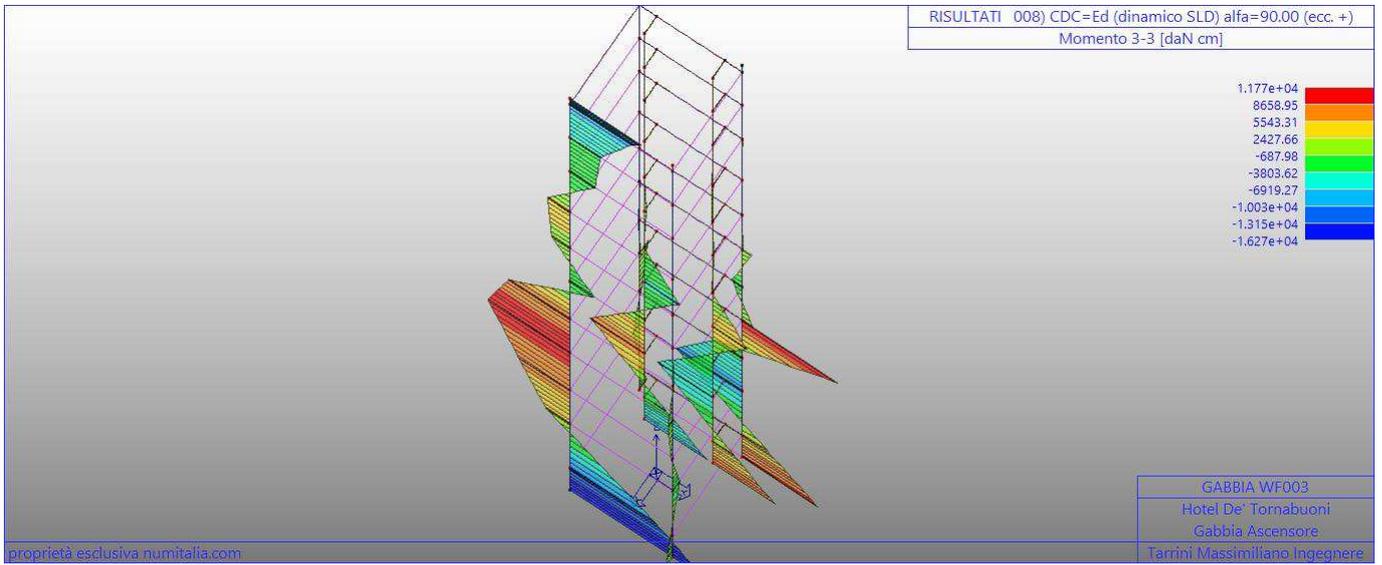


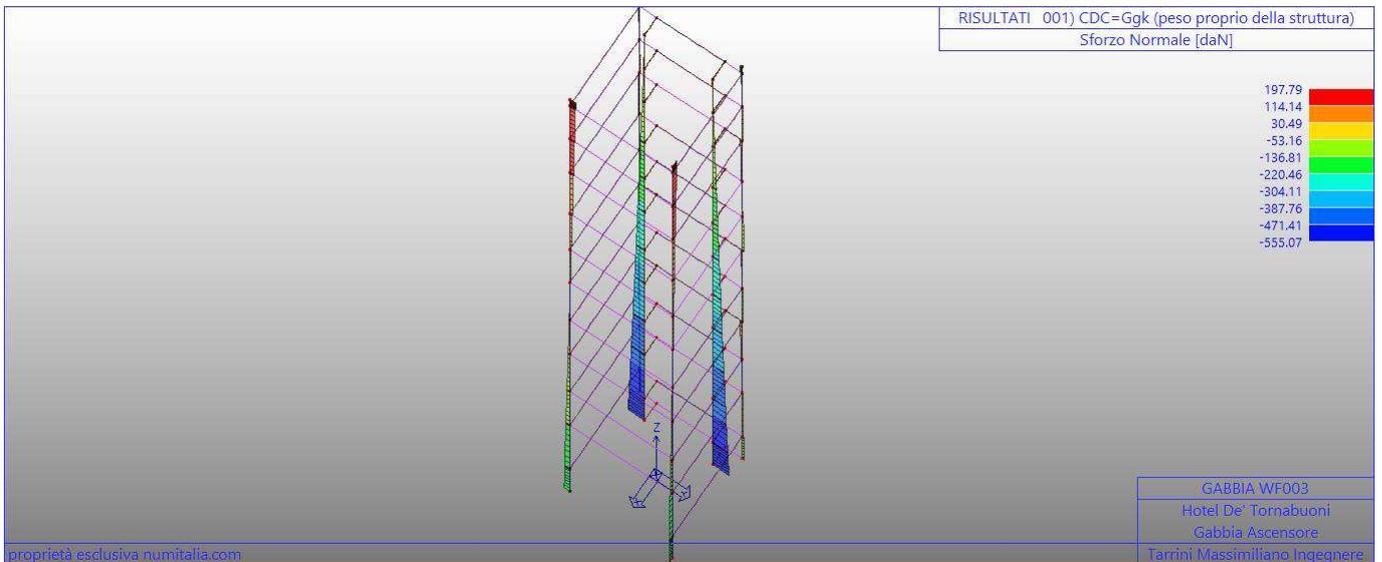
Figura 13: Deformata, condizione peggiore



**Figura 14: Momento flettente 22 condizione peggiore**



**Figura 15: Momento Flettente 33 condizione peggiore**



**Figura 16: Sforzo normale condizione peggiore**

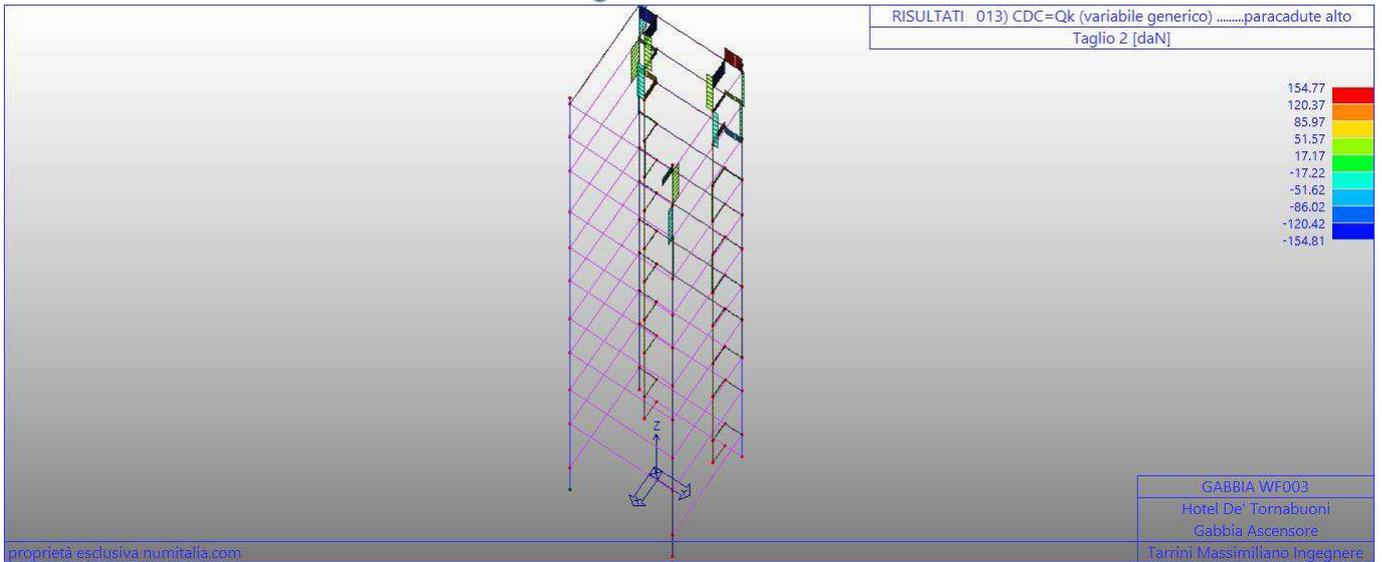


Figura 17: Taglio 2

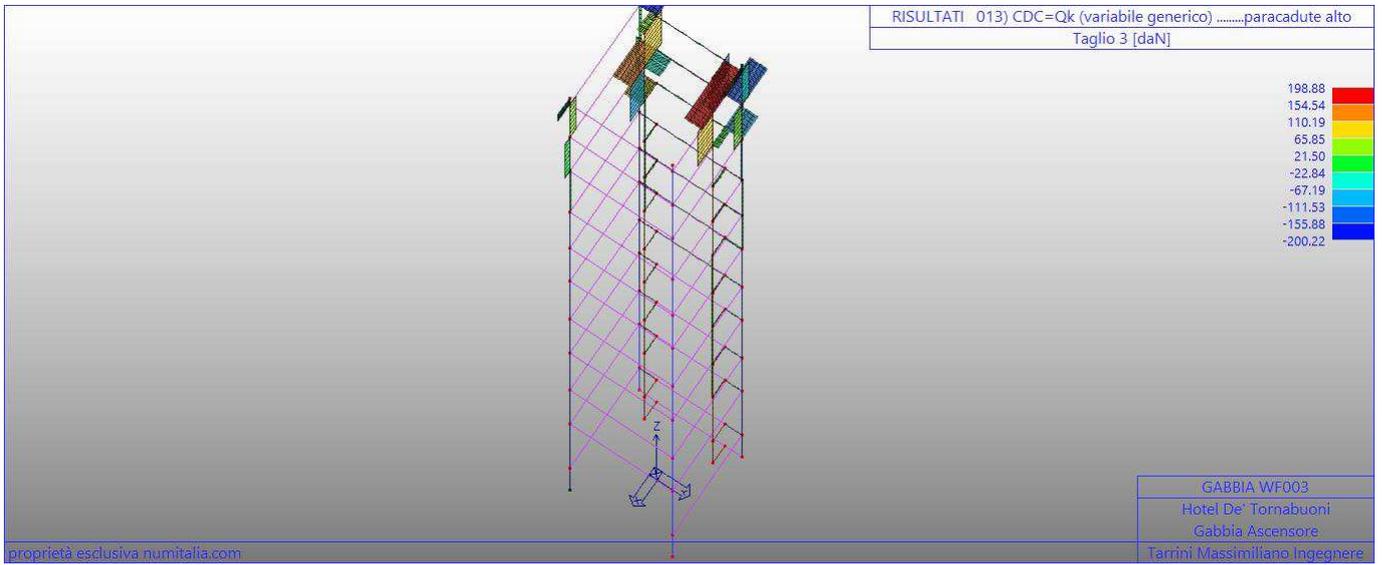


Figura 18: Taglio 3

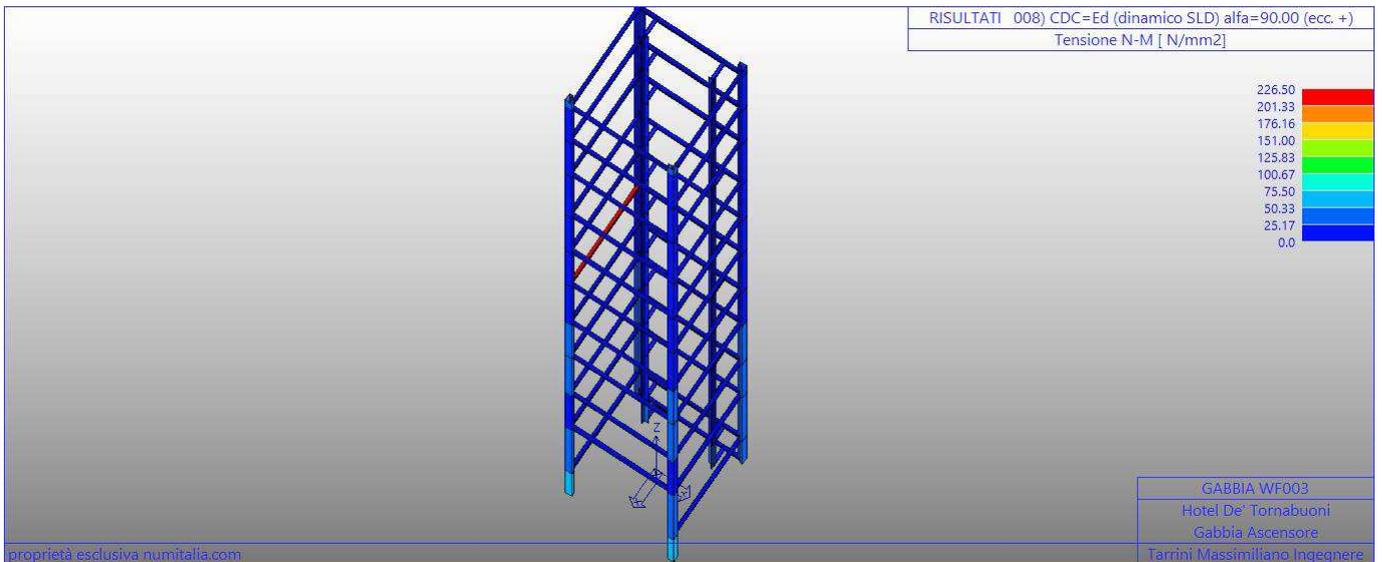


Figura 19: Tensioni normali da momento flettente e sforzo normale

## 12 CONCLUSIONI

In base alle verifiche condotte, si può concludere che la torre metallica oggetto della presente relazione di calcolo, posta in opera a regola d'arte, in conformità ai disegni di progetto allegati, con il rispetto del posizionamento e della geometria degli ancoraggi indicati nel paragrafo "Descrizione generale dell'opera", risulta adeguata a sostenere le sollecitazioni indotte dall'installazione e dall'esercizio di un impianto elevatore avente una portata di 400 kg posta in una cabina con peso massimo di 300 kg (compresi gli operatori delle porte).

La deformazione massima degli elementi metallici risulta pari a circa 4.08 cm e trascurabile la traslazione verticale massime dei nodi), notevolmente inferiore ad 1/500 (circa 5 cm) dell'altezza fuori terra del castello. L'azione orizzontale indotta nelle strutture murarie adiacenti, nel caso di intervento del para-cadute ed in presenza di un eventuale sisma di seconda categoria risulta di circa 259 Kg, spinta trascurabile in relazione alle masse strutturali esistenti.

La modesta entità dell'intervento non comporta, per il fabbricato a cui la torre è vincolata, variazioni sensibili nei baricentri delle masse e delle rigidzze e non altera il sistema dei carichi preesistenti al punto da compromettere in tutto o in parte la stabilità dell'edificio. L'esiguità delle spinte giustifica inoltre la scelta di uno schema statico con vincoli orizzontali di tipo rigido, in quanto si ritiene che le azioni generate dall'intervento non siano in grado di produrre deformazioni significative nelle strutture di contrasto.

in fede



Ing. Massimiliano Tarrini



Data 7 marzo 2016