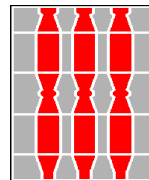




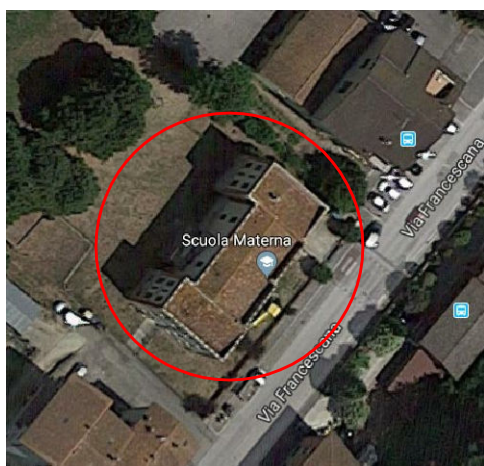
COMUNE DI DERUTA



REGIONE DELL'UMBRIA

POR FESR 2014/2020, Asse 8, Azioni 8.3.1 e 8.4.1. D.L. n. 104/2013, convertito in Legge n. 128/2013, Decreto interministeriale 08/01/2018. DGR n. 486 del 14/05/2018. Programmazione di interventi per l'edilizia scolastica 2018/2020.

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA PER IL MIGLIORAMENTO SISMICO DELL' EDIFICIO SCOLASTICO DI PONTENUOVO.



SCUOLA ELEMENTARE E MATERNA - VIA FRANCESCANA, PONTENUOVO - DERUTA (PG)



Via Orazio Tramontani n.52,
P. S. Giovanni 06135 Perugia,
tel. 075/394485 fax. 075/395926
E-mail:mtprogetti@mtprogetti.it
Pec:umberto.tassi2@ingpec.eu
P.IVA 01983250547

Committente:
AREA TECNICA DEL COMUNE DI DERUTA
Geom. Marco Ricciarelli

OGGETTO: TABULATI DI CALCOLO - STATO ATTUALE

TAV.: **Allegato A**

SCALA: - PLOTTAGGIO: - FILE: 1807 Allegato A

REV.	DATA	REDATTO	APPROVATO	MOTIVAZIONE
A	06/06/2018	P.GIULIANI	U. TASSI	PRIMA EMISSIONE
B				
C				



TABULATI DI CALCOLO – STATO ATTUALE SCUOLA PONTENUOVO

RELAZIONE DI CALCOLO

Indice

1. GENERALITA' - PARAMETRI DI CALCOLO - AZIONE SISMICA

2. Dati PIANI

3. Dati MATERIALI

4. Dati SOLAI

5. DATI GEOMETRICI ELEMENTI IN MURATURA

6. DATI GEOMETRICI ELEMENTI IN C.A.

**7. VERIFICA A PRESSOFLESSIONE NEL PIANO (§4.5.6, §7.8.2.2.1, §7.8.2.2.4) [SLV] - C.Sic: 0.000 (CCC ID 9)
(Analisi Statica Lineare NON Sismica: Inviluppo CCC)**

**8. VERIFICA A PRESSOFLESSIONE - STRUTTURE IN C.A. [SLV] - C.Sic: 0.000 (CCC ID 9)
(Analisi Statica Lineare NON Sismica: Inviluppo CCC)**

**9. VERIFICA A TAGLIO PER FESSURAZIONE DIAGONALE (§4.5.6, §C8.7.1.5) [SLV] - C.Sic: 1.027 (CCC ID 42)
(Analisi Statica Lineare NON Sismica: Inviluppo CCC)**

**10. VERIFICA A PRESSOFLESSIONE ORTOGONALE (da modello 3D) (§4.5.6, §7.8.2.2.3) [SLV] - C.Sic: 0.000 (CCC ID 9)
(Analisi Statica Lineare NON Sismica: Inviluppo CCC)**

11. RISULTATI ANALISI SISMICA STATICA NON LINEARE (PUSHOVER)

1. GENERALITA' - PARAMETRI DI CALCOLO - AZIONE SISMICA

Nome del file del Progetto : 1807_c1a
Data e Ora di archiviazione: (15/06/2018 - 12.01.13)
Dati PCM Versione 2018.02.3
Abilitazione Hardware USB: IKPSGIQT

Commento al Progetto

PCM 2018: progetto di edificio in muratura

Dati PROGETTO

Numero Piani : 3
Numero Materiali : 7
Numero Nodi : 616
Numero Sezioni : 90
Numero Aste : 996
Numero Solai : 17
Numero Condizioni di Carico Elementari : 9
Numero Combinazioni di Condizioni di Carico : 27
Vettore traslazione (dX, dY) (m)
(spostamento del riferimento globale e XY rispetto al modello grafico):
-.376, -.3

PARAMETRI DI CALCOLO: Generali

Tipi di analisi richieste:

- Analisi Modale
 - Analisi Statica Lineare NON Sismica [§4.5.5]
 - Analisi Sismica Dinamica Modale [§7.8.1.5.3]
 - Analisi Sismica Statica NON Lineare Pushover [§7.8.1.5.4]
- Analisi eseguita per Fasi Costruttive

AZIONE SISMICA

Struttura:

Vita Nominale VN (anni) = 50
Classe d'uso: III
Coefficiente d'uso CU = 1.5
Periodo di riferimento per l'azione sismica $VR=VN*CU$ (anni) = 75
Pericolosità:

Ubicazione del sito:

Longitudine ED50 (gradi sessadecimali) = 12.429778
- Latitudine ED50 (gradi sessadecimali) = 43.010059
Tipo di interpolazione: superficie rigata [§CA]
ag(g) Fo Tc*(sec) per i periodi di ritorno di riferimento

30	0.061	2.489	0.27
50	0.076	2.477	0.28
72	0.089	2.457	0.287
101	0.103	2.441	0.29
140	0.117	2.43	0.29
201	0.135	2.423	0.297
475	0.182	2.434	0.31
975	0.228	2.459	0.32
2475	0.296	2.501	0.33

Per periodi di ritorno TR<30 anni [cfr. DPC-Reluis, CNR-ITC]:

ag(TR) = $K * TR^{\alpha}$, dove:
K = 0.014734700, α = 0.419735820

Stati Limite:

PVR (%) Probabilità di superamento nel periodo di riferimento VR (Tab. 3.2.i)

SLE: SLO 81
SLE: SLD 63
SLV: SLV 10
SLU: SLC 5

ag(g) Fo Tc*(sec) e altri parametri di spettro per i periodi di ritorno TR associati a ciascuno Stato Limite [§3.2.3]

Stato Limite	TR (anni)	a,g (*g)	Fo	TC* (sec)	S	TB (sec)	TC (sec)	TD (sec)
SLO	45	0.073	2.479	0.278	1.600	0.178	0.533	1.892
SLD	75	0.091	2.455	0.287	1.600	0.181	0.544	1.964
SLV	712	0.207	2.448	0.316	1.443	0.192	0.576	2.428
SLC	1462	0.255	2.477	0.324	1.305	0.195	0.585	2.620

(parametri di spettro conformi al reticolo sismico secondo D.M. 14.1.2008)

Suolo:

Categoria di sottosuolo e Condizioni topografiche:

Categoria di sottosuolo: E
Categoria topografica: T1
Rapporto quota sito / altezza rilievo topografico = 0
Coefficiente di amplificazione topografica ST = 1

PGA:

Definizione di PGA: Accelerazione al suolo (analoga ad: $ag*S$, dove: $S=SS*ST$)

Componenti:

Spettro di risposta: componente orizzontale:

SLE: Smorzamento viscoso (ξ) (%) = 5
 $\eta=[10/(5+\xi)]=1$
SLU: Rapporto $\alpha/\alpha_1 = 1.5$

Regolarità in altezza: si
SLV: Fattore di Comportamento = 2.25 => $\eta=1/q=0.444$
SLD: Fattore di Comportamento = 1.5
Spettro di risposta: componente verticale:
SS=1.000, S=1.000, TB=0.050 sec, TC=0.150 sec, TD=1.000 sec, $\xi=5\%$ ($\eta=1.000$), $q=1.500$ ($\eta=1/q=0.667$)

PARAMETRI DI CALCOLO: Sismica

Direzioni di analisi e quote di riferimento:

Angolo tra sistema di riferimento globale XY e direzioni sismiche X'Y' (+ se antiorario) (α°) = 0
(analisi nelle direzioni X e Y)

Altezza della costruzione a partire dal piano di fondazione H (m) = 3

Quota di inizio degli effetti sismici H,S (m) = 0

Analisi Sismiche Lineari:

Criterio di combinazione delle componenti orizzontali: +30% [§7.3.5]

Ignorare gli effetti dei momenti torcenti dovuti alle eccentricità accidentali [§7.2.6]: no

Amplificazioni spostamenti sismici con fattore μ [§7.3.3.3 per SLV]:

ignorare ai fini del calcolo delle tensioni sul terreno: no

Eseguire le verifiche di sicurezza anche per le combinazioni (Nmin, T/Mmax), (Nmax, T/Mmin): no

Analisi Sismica Statica Lineare:

Periodo principale T1 (sec) in direzione X': T1X = 0.114

- in direzione Y': T1Y = 0.114

Calcolo di T1 con relazione $T1=C1 \cdot H^{(3/4)}$: si

- C1 per il calcolo di T1 = 0.05

$\lambda=1.00$ nella definizione delle forze sismiche [§7.3.3.2]: no

Progettazione semplificata per zone a bassa sismicità [§7]: no

PARAMETRI DI CALCOLO: Analisi Modale

Metodo di calcolo per Analisi Modale: Lanczos

Numero modi da considerare: 50

Numero di modi da considerare: tutti i modi con massa part.>5% e comunque tali che massa part.tot.>85% [§7.3.3.1]

Metodo di combinazione dei modi: CQC (combinazione quadratica completa) [§7.3.3.1]

PARAMETRI DI CALCOLO: Muratura

Tipo di edificio: Muratura Ordinaria

Edificio Esistente

Coefficienti parziali di sicurezza: Edificio Esistente

- γ_M in Statica [§4.5.6.1] = 2.5

- γ_M in Sismica [§7.8.1.1] = 2.4

Per maschi murari:

Contributo rigidità trasversale: no

Assemblaggi rigidità flessionale (EJ) per elementi contigui: no

Comportamento muratura:

Diagramma di calcolo tensione-deformazione [§4.1.2.1.2.2]: Stress-block

Coefficienti correttivi dei parametri meccanici [Tab. C8A.2.2]: per 2 o più coefficienti:

PARAMETRI DI CALCOLO: Valutazione

Stati Limite da considerare: sommare gli effetti rispetto al valore di riferimento del parametro SLV

Valutazione della sicurezza sismica per edifici esistenti: sommare gli effetti rispetto al valore di riferimento del parametro SLV

Analisi Sismica: Intervento di Adeguamento [§8.4.3] o Stato Attuale di un Intervento di Miglioramento:

Indicatore di rischio sismico $\zeta_E \geq 0.800$

PARAMETRI DI CALCOLO: Verifiche

Per maschi murari:

Sezioni di verifica. Alla base, e in sommità in pushover: obbligatoria; in sommità in analineare: a tutti i piani, tranne l'ultimo

Pressoflessione Complessiva:

Eseguire le verifiche [§7.8.2.2.1]: si

Considerare la flessione solo nei maschi snelli: no

- snellità (h/l) superiore a: 2

Taglio per Scorrimento:

Eseguire le verifiche [§7.8.2.2.2]: no

Modalità di calcolo della zona reagente: distribuzione triangolare delle tensioni [EC6, §4.5.3(6)]

Maschi in muratura ordinaria: prescindere in ogni caso dalla parzializzazione: no

Taglio per fessurazione diagonale:

Eseguire le verifiche [§8.7.1.5]: si

Per muratura nuova, in Analisi Lineare: $\tau_0 = f_{vm0}$: si

(in analogia con la muratura esistente, anziché: $\tau_0 = f_{vk0}$)

Coefficiente di forma b in dipendenza dalla snellità $\lambda = (h/l)$: b=1.5 indipendente da λ (Turnsek-Cacovic)

Resistenza a trazione $f_t = b \tau_0$

Pressoflessione Ortogonale:

Analisi Statica [§4.5.6.2]:

- con azioni da modello di calcolo 3D: si

- metodo semplificato (ipotesi di parete incernierata a livello dei piani) [§4.5.5, §4.5.6.2]: no

eseguire le verifiche solo in mezzera: si

Analisi Sismiche Lineari [§7.8.2.2.3]:

- con azioni da modello di calcolo 3D: no

- con azioni convenzionali (forze equivalenti per elementi non strutturali) [§7.2.3]: si

Analisi Pushover [§7.8.2.2.3]:

- con azioni da modello di calcolo 3D: si

Opzioni varie:

- riduzione della resistenza per gli effetti di instabilità: no

- considerare eccentricità minima (h/200): si

PARAMETRI DI CALCOLO: Pushover (1)

Distribuzioni di forze [cfr. §7.3.4.1]:

Gruppo 1: distribuzioni principali

(A) Lineare: proporzionale alle forze statiche
 Gruppo 2: di distribuzioni secondarie
 (E) Uniforme: forze proporzionali alle masse
 Fattore di partecipazione modale Γ [cfr. §C7.3.5]:
 calcolato con le sole masse equiverse all'analisi
 $\Gamma = 1.00$ nella distribuzione di forze Uniforme (E): si
 Direzione e verso di analisi:
 $+\alpha$ (+X per $\alpha=0^\circ$)
 $-\alpha$ (-X per $\alpha=0^\circ$)
 $+\alpha+90^\circ$ (+Y per $\alpha=0^\circ$)
 $-(\alpha+90^\circ)$ (-Y per $\alpha=0^\circ$)
 considerare gli effetti dell' eccentricità accidentale: no
 Punto di controllo:
 baricentro del piano 3
 E' possibile che in input siano stati definiti nodi aggiuntivi
 per l'elaborazione delle curve di capacità [§7.3.4.2]:
 in ogni caso, i risultati delle verifiche con confronto
 tra capacità e domanda per i vari stati limite si riferiscono
 alle curve che producono i risultati a maggior favore di sicurezza.

PARAMETRI DI CALCOLO: Pushover (2)

Comportamento degli elementi strutturali:
 Verifiche di sicurezza in corso di analisi:
 Maschi murari:
 Non eseguire verifiche a Sforzo Normale di Trazione: no
 Fasce di piano (Strisce, Sottofianca):
 Non eseguire verifiche a Pressoflessione: no
 Non eseguire verifiche a Taglio: no
 Fondazioni:
 Ignorare aste su suolo elastico in Analisi Pushover: si
 Fasce di piano (Strisce, Sottofianca): comportamento elasto-plastico
 Dopo il collasso, la fascia non vincola più gli spostamenti orizzontali dei nodi dei maschi tra i quali è definita: no
 Modalità di calcolo:
 Spostamento ultimo:
 Drift ultimo (deformazione angolare): si
 - fattore di snellezza H_0/D per drift a pressoflessione: no
 Controllo di duttilità (multiplo dello spostamento al limite elastico): no
 Sistema bilineare equivalente:
 Massima riduzione R di resistenza in corrispondenza di SLU (%) = 20
 Tratto elastico passante per il punto con Taglio ($K T_{max}$), dove $K = 0.7$
 Riduzione del Taglio non superiore a $R\%$ del massimo:
 Prima riduzione pari a $R\%$ rispetto a un massimo relativo
 Opzioni varie:
 Tratto plastico con spostamenti plastici cumulati in elevazione: no
 Ignorare tratti plastici in caso di collasso completo di un piano: si
 Ignorare caduta di taglio per crisi a pressoflessione ortogonale: no

PARAMETRI DI CALCOLO: Muratura Armata

Acciai:
 Diagramma di calcolo tensione - deformazione [§4.1.2.1.2.3]:
 Modello: elastico perfettamente plastico (tensioni in N/mm^2 , deformazioni in per mille):
 $f_{yk} = 450$ - a) in analisi lineare: $f_{yd} = f_{yk}/\gamma_s = 391.3$ b) in analisi non lineare: $f_{ym} = f_{yk}/0.93483.9$
 $\epsilon_{ud} = 10$ - $E_s = 210000$
 ϵ_{yd} : a) in analisi lineare: $f_{yd}/E_s = 1.86$ b) in analisi non lineare: $f_{ym}/E_s = 2.3$
 Armatura:
 verticale: F_{min} barre: 5 mm.; orizzontale (nei giunti):
 tipo di traliccio: 2
 sezione totale del traliccio A_{sw} (mm^2) = 39
 distanza verticale tra i livelli di armatura (mm) = 500
 f_{yk} per l'armatura orizzontale = 450
 Coefficiente parziale di sicurezza $\gamma_s = 1.15$
 Opzioni per Verifiche di resistenza:
 Pressoflessione: contributo dell'armatura compressa no
 Taglio: $V_t = V_{tM} + V_{tS} = (d t f_{vd}) + (0.6 d A_{sw} f_{yd})/s$, con: $V_t \leq 0.3 f_{d t d}$ [§7.8.3.2.2]

PARAMETRI DI CALCOLO: Calcestruzzo Armato

Acciai:
 Diagramma di calcolo tensione - deformazione [§4.1.2.1.2.3]:
 Modello: elastico perfettamente plastico (tensioni in N/mm^2 , deformazioni in per mille):
 $f_{yk} = 450$
 $\epsilon_{ud} = 10$ - $E_s = 210000$
 Coefficiente parziale di sicurezza per acciai $\gamma_s = 1.15$
 Fattore di confidenza FC per acciai in c.a. esistente [cfr. Tab.C8A.1.2] = 1.2
 Calcestruzzo:
 Diagramma di calcolo tensione - deformazione [§4.1.2.1.2.2]:
 Modello: parabolico-rettangolare:
 $\epsilon_{c2} = 2$ - $\epsilon_{cu} = 3.5$
 Coefficiente parziale di sicurezza per calcestruzzo $\gamma_c = 1.5$
 Vari e:
 Verifiche a Pressoflessione: si considera sempre il contributo dell'armatura compressa
 Fattore di confidenza FC per strutture in c.a. [cfr. Tab.C8A.1.2] = 1.2

2. Dati PIANI

N°	Z: altezza da fondaz. (m)	Piano Rigido (master/slave)	Nodo master	>3D: Ecc. agg. dir. (a+90)° [Y] (m)	-ecc. agg. dir. (a)° [X] (m)	Piano di controllo in Pushover	Vento +X	Vento +Y	Vento -X	Vento -Y	Press. X (kN/m²)
1	3.150		614	0.596	1.326		X	X	X	X	0.50
2	6.800		615	0.589	1.310		X	X	X	X	0.50
3	10.400		616	0.589	1.310	X	X	X	X	X	0.50

N°	Depress. X	Press. Y	Depress. Y
1	0.25	0.50	0.25
2	0.25	0.50	0.25
3	0.25	0.50	0.25

3. Dati MATERIALI

N°	Tipologia materiale	Descrizione [parametri meccanici: N/mm²]	Mat. nuovo	Tipologia muratura	E	G	fm	fk
1	1) Conglomerato Cementizio Armato	C25/30			31000	13000	25.00	25.00
3	3) Muratura	Muratura esistente		1) Pietrame di sordinata	870	290	1.40	0.98

N°	fvm0 (mur. nuova) / tau0 (mur. esistente)	fvk0	ftm	fhm	fhk	fbk	f'bk	Malta: fm	Duttilità (du/de)	Coeff. attrito	Coeff. dilataz. termica (°^-1)	Peso sp. (kN/m³)	Coeff. corr.: Malta buona	Giunti sottili
1	0.000	0.000	0.000	12.50	12.50	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.000010	25.00	1.00	1.00
3	0.026	0.018	0.140	0.70	0.49	0.00	0.00	0.0	1.50	0.40	0.000010	19.00	1.50	1.00

N°	Ricorsi o listature	Connessione trasversale	Nucleo scadente	Iniezioni di miscela	Intonaco armato	E giunto	G giunto	fm giunto	ftm giunto	FC
1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0	0	0.00	0.000	1.35
3	1.30	1.50	0.90	2.00	2.50	0	0	0.00	0.000	1.20

4. Dati SOLAI

N°	Tipologia	Piano	G1 (kN/m²)	G2 =	Q =	Superf. (m²)	Di rez. princ. (°)	Distr. trasv. (%)	G1 tot. (kN)	G2 tot. =	Q tot. =
1	Solai o piano	1	2.50	2.00	3.00	56.51	0	0	141.27	113.01	169.52
2	Solai o piano	1	2.50	2.00	3.00	44.57	90	0	111.42	89.13	133.70
3	Solai o piano	1	2.50	2.00	3.00	90.68	90	0	226.69	181.35	272.03
4	Solai o piano	1	2.50	2.00	3.00	13.04	0	0	32.59	26.07	39.11
5	Solai o piano	1	2.50	2.00	4.00	23.89	0	0	59.72	47.78	95.56
6	Solai o piano	1	2.50	2.00	3.00	17.07	0	0	42.69	34.15	51.22
7	Solai o piano	2	2.50	2.00	3.00	56.51	0	0	141.26	113.01	169.52
8	Solai o piano	2	2.50	2.00	3.00	44.57	90	0	111.42	89.13	133.70
9	Solai o piano	2	2.50	2.00	3.00	90.73	90	0	226.83	181.46	272.19
10	Solai o piano	2	2.50	2.00	3.00	17.09	0	0	42.73	34.18	51.27
11	Solai o piano	2	2.50	2.00	3.00	23.89	0	0	59.73	47.78	71.67
12	Solai o piano	2	2.50	2.00	3.00	13.04	0	0	32.60	26.08	39.12
13	Solai o piano	3	3.00	2.50	1.00	56.51	0	0	169.52	141.26	56.51
14	Solai o piano	3	3.00	2.50	1.00	44.57	90	0	133.70	111.42	44.57
15	Solai o piano	3	3.00	2.50	1.00	90.73	90	0	272.19	226.83	90.73
16	Solai o piano	3	3.00	2.50	1.00	38.61	0	0	115.83	96.52	38.61
17	Solai o piano	3	3.00	2.50	1.00	17.09	0	0	51.27	42.73	17.09

5. DATI GEOMETRICI ELEMENTI IN MURATURA

Edificio Esistente

Coefficiente parziale di sicurezza dei materiali γ_M : analisi statica [§4.5.6.1] = 2.50
- analisi sismica [§7.8.1.1] = 2.40

N.	p.no	M/A	S/F	lungh. l (base)	Piano Complanare (m)				Piano Ortogonale (m)				Xg (m)	Yg (m)	N° mat
					alt. H	al t. def. h	h/l	l/h	spess. t	al t. def. h	ho= r*h	ho/t			
1	1	X		0.99	3.15	3.15	3.198	0.313	0.55	3.15	3.15	5.727	0.532	0.059	3
4	1	X		1.54	3.15	2.28	1.478	0.677	0.55	3.15	3.15	5.727	0.037	0.829	3
8	1	X		1.30	3.15	1.91	1.468	0.681	0.55	3.15	3.15	5.727	0.028	3.550	3

13	1	X		1.30	3.15	2.20	1.692	0.591	0.55	3.15	3.15	5.727	0.020	6.150	3
17	1	X		1.30	3.15	2.20	1.692	0.591	0.55	3.15	3.15	5.727	0.012	8.750	3
21	1	X		1.67	3.15	2.32	1.392	0.719	0.55	3.15	3.15	5.727	0.003	11.535	3
25	0		X	1.35	1.30	1.30	0.963	1.038	0.55						3
26	1		X	0.55	1.30	1.30	2.364	0.423	0.55						3
27	0		X	1.35	1.30	1.30	0.963	1.038	0.55						3
28	1		X	0.55	1.30	1.30	2.364	0.423	0.55						3
29	1		X	1.15	1.30	1.30	1.130	0.885	0.55						3
30	0		X	1.35	1.30	1.30	0.963	1.038	0.55						3
31	1		X	0.55	1.30	1.30	2.364	0.423	0.55						3
32	1	X		0.62	3.15	1.81	2.899	0.345	0.55	3.15	3.15	5.727	0.312	12.370	3
36	1	X		1.80	3.15	2.16	1.201	0.833	0.55	3.15	3.15	5.727	2.624	12.374	3
39	1	X		0.74	3.15	1.90	2.548	0.392	0.55	3.15	3.15	5.727	4.996	12.377	3
43	0		X	1.35	1.10	1.10	0.815	1.227	0.55						3
44	1		X	0.55	1.10	1.10	2.000	0.500	0.55						3
45	0		X	1.35	1.10	1.10	0.815	1.227	0.55						3
46	1		X	0.55	1.10	1.10	2.000	0.500	0.55						3
47	1	X		1.73	3.15	3.15	1.818	0.550	0.55	3.15	3.15	5.727	5.370	11.511	3
50	1	X		3.15	3.15	2.65	0.843	1.187	0.55	3.15	3.15	5.727	6.946	10.645	3
54	1	X		2.91	3.15	2.53	0.872	1.147	0.55	3.15	3.15	5.727	11.271	10.644	3
58	1	X		2.98	3.15	2.56	0.858	1.165	0.55	3.15	3.15	5.727	15.513	10.644	3
62	1	X		3.09	3.15	2.64	0.856	1.168	0.55	3.15	3.15	5.727	19.889	10.643	3
66	0		X	1.35	1.30	1.30	0.961	1.041	0.55						3
67	1		X	0.55	1.30	1.30	2.358	0.424	0.55						3
68	1		X	1.15	1.30	1.30	1.130	0.885	0.55						3
69	0		X	1.35	1.34	1.34	0.993	1.007	0.55						3
70	1		X	0.55	1.34	1.34	2.438	0.410	0.55						3
71	1	X		1.82	3.15	3.15	1.732	0.577	0.55	3.15	3.15	5.727	21.444	11.552	3
74	1	X		0.87	3.15	3.15	3.621	0.276	0.55	3.15	3.15	5.727	21.888	12.460	3
76	1	X		1.70	3.15	2.33	1.376	0.727	0.55	3.15	3.15	5.727	27.580	11.598	3
80	1	X		0.52	3.15	1.73	3.321	0.301	0.55	3.15	3.15	5.727	27.580	9.190	3
84	0		X	1.35	1.30	1.30	0.963	1.038	0.55						3
85	1		X	0.55	1.30	1.30	2.364	0.423	0.55						3
86	1	X		0.50	3.15	2.22	4.485	0.223	0.55	3.15	3.15	5.727	5.372	10.398	3
89	1	X		0.60	3.15	2.12	3.525	0.284	0.55	3.15	3.15	5.727	5.372	8.950	3
92	1	X		0.39	3.15	2.18	5.542	0.180	0.55	3.15	3.15	5.727	5.373	7.417	3
95	1		X	1.15	0.90	0.90	0.783	1.278	0.55						3
96	1		X	1.15	1.04	1.04	0.901	1.110	0.55						3
97	1	X		1.47	3.15	2.08	1.409	0.710	0.55	3.15	3.15	5.727	6.111	0.527	3
101	1	X		0.56	3.15	1.35	2.400	0.417	0.55	3.15	3.15	5.727	8.656	0.525	3
106	1	X		0.47	3.15	1.25	2.676	0.374	0.55	3.15	3.15	5.727	10.746	0.524	3
111	1	X		0.72	3.15	1.58	2.184	0.458	0.55	3.15	3.15	5.727	12.976	0.522	3
115	0		X	1.35	1.53	1.53	1.130	0.885	0.55						3
116	1		X	1.05	1.53	1.53	1.453	0.688	0.55						3
117	0		X	1.35	1.58	1.58	1.167	0.857	0.55						3
118	1		X	1.05	1.58	1.58	1.501	0.666	0.55						3
119	0		X	1.35	1.64	1.64	1.212	0.825	0.55						3
120	1		X	1.05	1.64	1.64	1.558	0.642	0.55						3
121	1	X		0.58	3.15	3.15	5.431	0.184	0.55	3.15	3.15	5.727	13.337	0.812	3
124	1	X		1.65	3.15	2.17	1.314	0.761	0.55	3.15	3.15	5.727	14.163	1.101	3
128	1	X		2.24	3.15	2.47	1.105	0.905	0.55	3.15	3.15	5.727	17.772	1.096	3
131	1	X		0.81	3.15	1.64	2.040	0.490	0.55	3.15	3.15	5.727	21.026	1.092	3
135	0		X	1.35	1.66	1.66	1.232	0.812	0.55						3
136	1		X	1.05	1.66	1.66	1.584	0.631	0.55						3
137	0		X	1.35	1.73	1.73	1.284	0.779	0.55						3
138	1		X	1.05	1.73	1.73	1.651	0.606	0.55						3
139	1	X		1.04	3.15	3.15	3.014	0.332	0.55	3.15	3.15	5.727	21.952	1.548	3
142	1	X		0.38	3.15	1.61	4.259	0.235	0.55	3.15	3.15	5.727	27.580	8.740	3
146	1	X		1.85	3.15	2.25	1.214	0.824	0.55	3.15	3.15	5.727	27.578	6.374	3
150	1	X		0.89	3.15	2.24	2.511	0.398	0.55	3.15	3.15	5.727	27.577	4.046	3
153	1	X		2.25	3.15	2.51	1.116	0.896	0.55	3.15	3.15	5.727	27.575	1.125	3
155	0		X	1.35	1.25	1.25	0.926	1.080	0.55						3
156	1		X	0.55	1.25	1.25	2.273	0.440	0.55						3
157	1		X	1.15	0.96	0.96	0.831	1.203	0.55						3
158	0		X	1.35	1.35	1.35	1.000	1.000	0.55						3
159	1		X	0.55	1.35	1.35	2.455	0.407	0.55						3
160	1	X		6.53	3.15	3.06	0.469	2.133	0.55	3.15	3.15	5.727	21.431	4.357	3
161	1	X		0.65	3.15	2.12	3.273	0.306	0.55	3.15	3.15	5.727	21.433	8.926	3
163	1	X		0.44	3.15	2.20	4.973	0.201	0.55	3.15	3.15	5.727	21.434	10.422	3
166	1		X	1.15	0.98	0.98	0.852	1.173	0.55						3
167	1		X	1.15	0.95	0.95	0.827	1.209	0.55						3
168	1	X		2.85	3.15	2.79	0.979	1.021	0.55	3.15	3.15	5.727	6.795	7.221	3
170	1	X		5.20	3.15	2.96	0.570	1.756	0.55	3.15	3.15	5.727	12.024	7.221	3
172	1		X	1.15	1.21	1.21	1.049	0.954	0.55						3
173	1	X		0.54	3.15	2.24	4.139	0.242	0.30	3.15	3.15	10.500	21.701	4.294	3
176	1	X		4.35	3.15	2.90	0.666	1.502	0.30	3.15	3.15	10.500	25.400	4.311	3
179	1		X	1.15	1.25	1.25	1.088	0.919	0.30						3
180	1	X		6.15	3.15	3.15	0.512	1.951	0.40	3.15	3.15	7.875	24.506	8.925	3
183	2	X		1.54	3.65	2.97	1.928	0.519	0.55	3.65	3.65	6.636	0.037	0.829	3
187	2	X		1.30	3.65	2.36	1.814	0.551	0.55	3.65	3.65	6.636	0.028	3.550	3
192	2	X		1.30	3.65	2.36	1.814	0.551	0.55	3.65	3.65	6.636	0.020	6.150	3
197	2	X		1.30	3.65	2.36	1.814	0.551	0.55	3.65	3.65	6.636	0.012	8.750	3
202	2	X		1.67	3.65	2.99	1.789	0.559	0.55	3.65	3.65	6.636	0.003	11.535	3
206	1		X	0.75	1.30	1.30	1.733	0.577	0.55						3
207	2		X	0.90	1.30	1.30	1.444	0.692	0.55						3
208	1		X	0.75	1.30	1.30	1.733	0.577	0.55						3

605	3	X		1.65	3.60	2.96	1.789	0.559	0.55	3.60	3.60	6.545	14.163	1.102	3
609	3	X		0.60	3.60	2.16	3.579	0.279	0.55	3.60	3.60	6.545	16.772	1.100	3
614	3	X		0.65	3.60	2.17	3.343	0.299	0.55	3.60	3.60	6.545	18.799	1.099	3
619	3	X		0.81	3.60	2.59	3.215	0.311	0.55	3.60	3.60	6.545	21.027	1.097	3
623	2		X	0.90	1.48	1.48	1.644	0.608	0.55						3
624	3		X	0.70	1.48	1.48	2.114	0.473	0.55						3
625	2		X	0.90	1.40	1.40	1.556	0.643	0.55						3
626	3		X	0.70	1.40	1.40	2.000	0.500	0.55						3
627	2		X	0.90	1.50	1.50	1.667	0.600	0.55						3
628	3		X	0.70	1.50	1.50	2.143	0.467	0.55						3
629	3	X		1.04	3.60	2.74	2.619	0.382	0.55	3.60	3.60	6.545	21.952	1.548	3
633	3	X		0.66	3.60	2.17	3.305	0.303	0.55	3.60	3.60	6.545	24.903	1.553	3
638	3	X		0.37	3.60	2.29	6.220	0.161	0.55	3.60	3.60	6.545	27.393	1.557	3
642	2		X	0.90	2.10	2.10	2.333	0.429	0.55						3
643	3		X	0.70	2.10	2.10	3.000	0.333	0.55						3
644	2		X	0.90	1.98	1.98	2.196	0.455	0.55						3
645	3		X	0.70	1.98	1.98	2.823	0.354	0.55						3
646	3	X		6.53	3.60	3.42	0.524	1.907	0.55	3.60	3.60	6.545	21.431	4.359	3
647	3	X		0.65	3.60	2.17	3.348	0.299	0.55	3.60	3.60	6.545	21.433	8.926	3
649	3	X		0.44	3.60	2.23	5.043	0.198	0.55	3.60	3.60	6.545	21.434	10.422	3
652	3		X	1.60	0.98	0.98	0.613	1.633	0.55						3
653	3		X	1.60	0.95	0.95	0.594	1.682	0.55						3
654	3	X		6.15	3.60	3.60	0.586	1.707	0.40	3.60	3.60	9.000	24.506	8.925	3
657	3	X		1.82	3.60	3.60	1.979	0.505	0.55	3.60	3.60	6.545	21.432	11.552	3
660	3	X		0.89	3.60	2.64	2.960	0.338	0.55	3.60	3.60	6.545	21.877	12.461	3
664	3	X		0.93	3.60	2.25	2.428	0.412	0.55	3.60	3.60	6.545	23.886	12.456	3
669	3	X		0.92	3.60	2.25	2.431	0.411	0.55	3.60	3.60	6.545	25.212	12.452	3
674	3	X		0.71	3.60	2.52	3.575	0.280	0.55	3.60	3.60	6.545	27.227	12.447	3
678	2		X	0.90	1.10	1.10	1.222	0.818	0.55						3
679	3		X	0.70	1.10	1.10	1.571	0.636	0.55						3
680	2		X	0.90	0.40	0.40	0.444	2.250	0.55						3
681	3		X	0.70	0.40	0.40	0.571	1.750	0.55						3
682	2		X	0.90	1.20	1.20	1.333	0.750	0.55						3
683	3		X	0.70	1.20	1.20	1.714	0.583	0.55						3
684	3	X		1.70	3.60	2.96	1.746	0.573	0.55	3.60	3.60	6.545	27.580	11.598	3
688	3	X		0.52	3.60	2.40	4.605	0.217	0.55	3.60	3.60	6.545	27.580	9.190	3
692	2		X	0.90	1.30	1.30	1.444	0.692	0.55						3
693	3		X	0.70	1.30	1.30	1.857	0.538	0.55						3
694	3	X		0.38	3.60	2.30	6.061	0.165	0.55	3.60	3.60	6.545	27.580	8.740	3
698	3	X		1.85	3.60	2.49	1.346	0.743	0.55	3.60	3.60	6.545	27.579	6.374	3
703	3	X		0.89	3.60	2.24	2.512	0.398	0.55	3.60	3.60	6.545	27.578	4.046	3
708	3	X		0.69	3.60	2.52	3.634	0.275	0.55	3.60	3.60	6.545	27.577	1.904	3
712	2		X	0.90	1.25	1.25	1.389	0.720	0.55						3
713	3		X	0.70	1.25	1.25	1.786	0.560	0.55						3
714	2		X	0.90	0.96	0.96	1.062	0.941	0.55						3
715	3		X	0.70	0.96	0.96	1.366	0.732	0.55						3
716	2		X	0.90	1.35	1.35	1.500	0.667	0.55						3
717	3		X	0.70	1.35	1.35	1.929	0.519	0.55						3
718	1	X		1.40	3.15	3.15	2.250	0.444	0.55	3.15	3.15	5.727	1.724	0.059	3
721	1	X		0.56	3.15	3.15	5.575	0.179	0.55	3.15	3.15	5.727	2.706	0.059	3
724	1	X		1.49	3.15	3.15	2.121	0.471	0.55	3.15	3.15	5.727	3.731	0.059	3
727	1	X		0.90	3.15	3.15	3.500	0.286	0.55	3.15	3.15	5.727	4.924	0.059	3
730	1	X		2.10	3.15	3.15	1.500	0.667	0.55	3.15	3.15	5.727	23.524	1.550	3
733	1	X		0.66	3.15	3.15	4.787	0.209	0.55	3.15	3.15	5.727	24.903	1.553	3
736	1	X		2.34	3.15	3.15	1.344	0.744	0.55	3.15	3.15	5.727	26.403	1.555	3
738	1	X		0.71	3.15	3.15	4.462	0.224	0.55	3.15	3.15	5.727	27.227	12.447	3
741	1	X		1.20	3.15	3.15	2.623	0.381	0.55	3.15	3.15	5.727	26.274	12.449	3
744	1	X		0.93	3.15	3.15	3.405	0.294	0.55	3.15	3.15	5.727	23.886	12.455	3
747	1	X		1.10	3.15	3.15	2.864	0.349	0.55	3.15	3.15	5.727	22.874	12.458	3
750	1	X		0.41	3.15	3.15	7.759	0.129	0.55	3.15	3.15	5.727	24.552	12.454	3
753	1	X		0.92	3.15	3.15	3.428	0.292	0.55	3.15	3.15	5.727	25.214	12.452	3
755	2	X		2.37	3.65	3.65	1.539	0.650	0.55	3.65	3.65	6.636	5.374	1.244	3
757	2	X		1.31	3.65	3.65	2.791	0.358	0.55	3.65	3.65	6.636	5.373	3.084	3
760	3	X		2.37	3.60	3.60	1.518	0.659	0.55	3.60	3.60	6.545	5.374	1.244	3
762	3	X		1.31	3.60	3.60	2.752	0.363	0.55	3.60	3.60	6.545	5.373	3.084	3
765	1	X		3.05	3.15	2.80	0.919	1.089	0.55	3.15	3.15	5.727	16.149	7.221	3
768	1	X		2.50	3.15	2.76	1.104	0.905	0.55	3.15	3.15	5.727	20.182	7.221	3
771	1		X	1.15	1.26	1.26	1.094	0.914	0.55						3

6. DATI GEOMETRICI ELEMENTI IN C.A.

N.	p. no	C/R	T/Z	l ungh. l (base)	Piano Complanare (m)				Piano Ortogonale (m)		Xg (m)	Yg (m)	N° mat
					alt. H	alt. def. h	h/l	l/h	spess. t	alt. def. h			
818	0		X	0.50	1.30	1.30	2.600	0.385	0.75				1
821	0		X	0.50	1.30	1.30	2.600	0.385	0.75				1
824	0		X	0.50	1.30	1.30	2.600	0.385	0.75				1
827	0		X	0.50	1.30	1.30	2.600	0.385	0.75				1
832	0		X	0.50	1.10	1.10	2.200	0.455	0.75				1
835	0		X	0.50	1.10	1.10	2.200	0.455	0.75				1
842	0		X	0.50	1.30	1.30	2.594	0.386	0.75				1
845	0		X	0.50	1.30	1.30	2.600	0.385	0.75				1
848	0		X	0.50	1.34	1.34	2.682	0.373	0.75				1

857	0	X	0.50	1.30	1.30	2.600	0.385	0.75					1
863	0	X	0.50	0.90	0.90	1.800	0.556	0.75					1
866	0	X	0.50	1.04	1.04	2.072	0.483	0.75					1
870	0	X	0.50	1.53	1.53	3.052	0.328	0.75					1
873	0	X	0.50	1.58	1.58	3.152	0.317	0.75					1
876	0	X	0.50	1.64	1.64	3.272	0.306	0.75					1
883	0	X	0.50	1.66	1.66	3.326	0.301	0.75					1
886	0	X	0.50	1.73	1.73	3.468	0.288	0.75					1
893	0	X	0.50	1.25	1.25	2.500	0.400	0.75					1
896	0	X	0.50	0.96	0.96	1.912	0.523	0.75					1
898	0	X	0.50	1.35	1.35	2.700	0.370	0.75					1
900	0	X	0.50	0.98	0.98	1.958	0.511	0.75					1
902	0	X	0.50	0.95	0.95	1.902	0.526	0.75					1
907	0	X	0.50	1.21	1.21	2.412	0.415	0.75					1
912	0	X	0.50	1.25	1.25	2.504	0.399	0.75					1
919	0	X	0.50	1.31	1.31	2.616	0.382	0.75					1
949	0	X	0.50	1.26	1.26	2.516	0.397	0.75					1

7. VERIFICA A PRESSOFLESSIONE NEL PIANO (§4.5.6, §7.8.2.2.1, §7.8.2.2.4) [SLV] - C. Sic: 0.000 (CCC ID 9)
(Analisi Statica Lineare NON Similica: Involuppo CCC)

N.	Tip.	n/e	Sez.	P (kN)	p (N/mm ²)	fk / fm (N/mm ²)	γ_{m} * FC	Fd (N/mm ²)	Nu (kN)	Mu (kN m)	M (kN m)	C. Sic.	ID CCC
1	M	e	B	110.60	0.200	1.410	3.00	0.470	214.89	26.44	-2.03	>> 1	41
1	M	e	S	68.45	0.130	1.410	3.00	0.470	214.89	22.97	2.03	>> 1	41
* 4	M	e	B	387.98	0.460	1.410	3.00	0.470	336.19	0.00	-1.34	0.000	9
* 4	M	e	S	340.31	0.400	1.410	3.00	0.470	336.19	0.00	1.73	0.000	9
* 8	M	e	B	415.24	0.580	1.410	3.00	0.470	283.62	0.00	-0.85	0.000	9
* 8	M	e	S	381.53	0.530	1.410	3.00	0.470	283.62	0.00	0.85	0.000	9
* 13	M	e	B	429.78	0.600	1.410	3.00	0.470	283.62	0.00	-0.73	0.000	9
* 13	M	e	S	390.92	0.550	1.410	3.00	0.470	283.62	0.00	0.72	0.000	9
* 17	M	e	B	429.78	0.600	1.410	3.00	0.470	283.62	0.00	-0.77	0.000	9
* 17	M	e	S	390.92	0.550	1.410	3.00	0.470	283.62	0.00	0.77	0.000	9
* 21	M	e	B	414.88	0.450	1.410	3.00	0.470	364.34	0.00	-10.76	0.000	9
* 21	M	e	S	362.16	0.390	1.410	3.00	0.470	364.34	1.81	-8.36	0.216	9
32	M	e	B	111.50	0.320	1.410	3.00	0.470	136.14	6.30	-3.46	1.819	44
32	M	e	S	96.17	0.280	1.410	3.00	0.470	136.14	8.81	3.44	2.561	44
36	M	e	B	280.63	0.280	1.410	3.00	0.470	392.70	72.08	-23.92	3.013	44
36	M	e	S	227.76	0.230	1.410	3.00	0.470	392.70	86.10	23.93	3.598	44
39	M	e	B	127.37	0.310	1.410	3.00	0.470	162.32	10.20	-5.61	1.818	44
39	M	e	S	108.22	0.260	1.410	3.00	0.470	162.32	13.42	5.40	2.485	44
* 47	M	e	B	363.62	0.380	1.410	3.00	0.470	378.08	12.05	-20.35	0.592	12
47	M	e	S	289.48	0.300	1.410	3.00	0.470	378.08	58.78	7.58	7.755	12
50	M	e	B	673.60	0.390	1.410	3.00	0.470	686.79	20.36	-12.66	1.608	9
50	M	e	S	560.14	0.320	1.410	3.00	0.470	686.79	162.58	-2.84	>> 1	9
* 54	M	e	B	660.51	0.410	1.410	3.00	0.470	634.21	0.00	-3.96	0.000	9
54	M	e	S	560.44	0.350	1.410	3.00	0.470	634.21	94.75	3.97	>> 1	9
* 58	M	e	B	676.30	0.410	1.410	3.00	0.470	649.92	0.00	-4.42	0.000	9
58	M	e	S	572.83	0.350	1.410	3.00	0.470	649.92	101.20	3.53	>> 1	9
62	M	e	B	603.35	0.360	1.410	3.00	0.470	674.14	97.88	11.24	8.708	44
62	M	e	S	492.33	0.290	1.410	3.00	0.470	674.14	205.14	-8.89	>> 1	44
* 71	M	e	B	415.50	0.420	1.410	3.00	0.470	396.85	0.00	5.72	0.000	9
71	M	e	S	337.67	0.340	1.410	3.00	0.470	396.85	45.79	6.10	7.507	9
74	M	e	B	102.80	0.210	1.410	3.00	0.470	189.81	20.50	1.68	>> 1	44
74	M	e	S	65.56	0.140	1.410	3.00	0.470	189.81	18.67	-1.64	>> 1	44
* 76	M	e	B	428.66	0.460	1.410	3.00	0.470	370.01	0.00	6.54	0.000	9
* 76	M	e	S	374.91	0.400	1.410	3.00	0.470	370.01	0.00	6.38	0.000	9
* 80	M	e	B	159.70	0.560	1.410	3.00	0.470	113.66	0.00	1.12	0.000	9
* 80	M	e	S	147.46	0.510	1.410	3.00	0.470	113.66	0.00	0.25	0.000	9
* 86	M	e	B	113.99	0.420	1.410	3.00	0.470	107.99	0.00	0.06	0.000	9
86	M	e	S	99.06	0.360	1.410	3.00	0.470	107.99	2.03	-0.48	4.225	9
* 89	M	e	B	250.19	0.760	1.410	3.00	0.470	130.90	0.00	-0.33	0.000	9
* 89	M	e	S	232.95	0.710	1.410	3.00	0.470	130.90	0.00	-0.56	0.000	9
* 92	M	e	B	112.41	0.520	1.410	3.00	0.470	85.74	0.00	0.05	0.000	9
* 92	M	e	S	100.79	0.470	1.410	3.00	0.470	85.74	0.00	-0.04	0.000	9
* 97	M	e	B	430.11	0.530	1.410	3.00	0.470	321.36	0.00	-4.58	0.000	9
* 97	M	e	S	388.56	0.480	1.410	3.00	0.470	321.36	0.00	4.53	0.000	9
* 101	M	e	B	342.27	1.110	1.410	3.00	0.470	122.83	0.00	-1.01	0.000	9
* 101	M	e	S	331.93	1.070	1.410	3.00	0.470	122.83	0.00	0.69	0.000	9
* 106	M	e	B	328.70	1.280	1.410	3.00	0.470	101.67	0.00	-0.75	0.000	9
* 106	M	e	S	320.81	1.250	1.410	3.00	0.470	101.67	0.00	0.36	0.000	9
* 111	M	e	B	271.75	0.690	1.410	3.00	0.470	157.30	0.00	-2.02	0.000	9
* 111	M	e	S	256.31	0.650	1.410	3.00	0.470	157.30	0.00	0.02	0.000	9
* 121	M	e	B	82.00	0.260	1.410	3.00	0.470	126.54	8.37	-17.92	0.467	42
* 121	M	e	S	57.16	0.180	1.410	3.00	0.470	126.54	9.09	17.83	0.510	42
* 124	M	e	B	471.06	0.520	1.410	3.00	0.470	360.63	0.00	-11.45	0.000	9
* 124	M	e	S	422.29	0.460	1.410	3.00	0.470	360.63	0.00	-5.97	0.000	9
* 128	M	e	B	714.70	0.580	1.410	3.00	0.470	488.04	0.00	-5.63	0.000	9
* 128	M	e	S	639.55	0.520	1.410	3.00	0.470	488.04	0.00	1.22	0.000	9
* 131	M	e	B	285.51	0.640	1.410	3.00	0.470	175.62	0.00	-0.87	0.000	9
* 131	M	e	S	267.55	0.600	1.410	3.00	0.470	175.62	0.00	1.12	0.000	9
139	M	e	B	98.08	0.170	1.410	3.00	0.470	227.98	29.20	-1.07	>> 1	44

139	M	e	S	53.37	0.090	1.410	3.00	0.470	227.98	21.36	1.27	>> 1	44
* 142	M	e	B	84.67	0.410	1.410	3.00	0.470	82.69	0.00	0.50	0.000	9
142	M	e	S	76.36	0.370	1.410	3.00	0.470	82.69	1.11	0.06	>> 1	9
* 146	M	e	B	555.67	0.550	1.410	3.00	0.470	404.26	0.00	-4.21	0.000	9
* 146	M	e	S	499.06	0.490	1.410	3.00	0.470	404.26	0.00	-3.61	0.000	9
* 150	M	e	B	340.65	0.700	1.410	3.00	0.470	194.39	0.00	-0.60	0.000	9
* 150	M	e	S	313.57	0.640	1.410	3.00	0.470	194.39	0.00	-0.35	0.000	9
153	M	e	B	276.42	0.220	1.410	3.00	0.470	490.88	135.86	-27.70	4.905	42
153	M	e	S	199.67	0.160	1.410	3.00	0.470	490.88	133.26	18.76	7.103	42
* 160	M	e	B	1460.86	0.410	1.410	3.00	0.470	1424.63	0.00	-122.57	0.000	9
160	M	e	S	1189.30	0.330	1.410	3.00	0.470	1424.63	641.43	-127.36	5.036	9
* 161	M	e	B	273.11	0.770	1.410	3.00	0.470	141.59	0.00	0.17	0.000	9
* 161	M	e	S	254.39	0.710	1.410	3.00	0.470	141.59	0.00	1.98	0.000	9
* 163	M	e	B	129.78	0.530	1.410	3.00	0.470	96.43	0.00	-0.03	0.000	9
* 163	M	e	S	116.59	0.480	1.410	3.00	0.470	96.43	0.00	0.27	0.000	9
* 168	M	e	B	663.83	0.420	1.410	3.00	0.470	620.90	0.00	-2.79	0.000	9
168	M	e	S	556.08	0.360	1.410	3.00	0.470	620.90	82.61	2.51	>> 1	9
* 170	M	e	B	1662.77	0.580	1.410	3.00	0.470	1134.47	0.00	8.58	0.000	9
* 170	M	e	S	1453.53	0.510	1.410	3.00	0.470	1134.47	0.00	28.68	0.000	9
173	M	e	B	40.76	0.250	1.410	3.00	0.470	64.38	4.05	-0.17	>> 1	41
173	M	e	S	31.78	0.200	1.410	3.00	0.470	64.38	4.35	0.19	>> 1	41
176	M	e	B	234.51	0.180	1.410	3.00	0.470	518.01	279.34	12.45	>> 1	43
176	M	e	S	140.99	0.110	1.410	3.00	0.470	518.01	223.34	-11.01	>> 1	43
180	M	e	B	728.18	0.300	1.410	3.00	0.470	975.32	567.12	12.40	>> 1	43
180	M	e	S	536.88	0.220	1.410	3.00	0.470	975.32	741.78	-34.44	>> 1	43
183	M	e	B	257.08	0.300	1.410	3.00	0.470	336.19	46.61	3.40	>> 1	41
183	M	e	S	194.88	0.230	1.410	3.00	0.470	336.19	63.12	0.15	>> 1	41
187	M	e	B	276.95	0.390	1.410	3.00	0.470	283.62	4.23	1.85	2.287	10
187	M	e	S	235.30	0.330	1.410	3.00	0.470	283.62	26.06	-1.85	>> 1	10
192	M	e	B	276.95	0.390	1.410	3.00	0.470	283.62	4.23	2.22	1.906	10
192	M	e	S	235.30	0.330	1.410	3.00	0.470	283.62	26.06	-2.22	>> 1	10
197	M	e	B	276.95	0.390	1.410	3.00	0.470	283.62	4.23	2.36	1.793	10
197	M	e	S	235.30	0.330	1.410	3.00	0.470	283.62	26.06	-2.36	>> 1	10
202	M	e	B	274.66	0.300	1.410	3.00	0.470	364.34	56.45	-8.27	6.826	44
202	M	e	S	206.90	0.230	1.410	3.00	0.470	364.34	74.65	1.08	>> 1	44
214	M	e	B	79.47	0.230	1.410	3.00	0.470	136.14	10.32	-2.59	3.985	44
214	M	e	S	61.69	0.180	1.410	3.00	0.470	136.14	10.53	2.56	4.111	44
218	M	e	B	95.35	0.250	1.410	3.00	0.470	152.50	12.49	-4.07	3.068	41
218	M	e	S	77.64	0.200	1.410	3.00	0.470	152.50	13.32	4.07	3.273	41
223	M	e	B	87.20	0.260	1.410	3.00	0.470	133.30	9.21	-3.02	3.051	44
223	M	e	S	72.04	0.210	1.410	3.00	0.470	133.30	10.11	3.01	3.360	44
228	M	e	B	90.94	0.220	1.410	3.00	0.470	162.32	14.88	-3.51	4.238	41
228	M	e	S	68.83	0.170	1.410	3.00	0.470	162.32	14.75	3.34	4.415	41
238	M	e	B	241.39	0.250	1.410	3.00	0.470	378.08	75.62	-19.04	3.972	44
238	M	e	S	155.48	0.160	1.410	3.00	0.470	378.08	79.32	13.70	5.790	44
241	M	e	B	451.74	0.260	1.410	3.00	0.470	686.79	243.35	-14.14	>> 1	41
241	M	e	S	322.41	0.190	1.410	3.00	0.470	686.79	269.24	4.85	>> 1	41
245	M	e	B	441.95	0.280	1.410	3.00	0.470	634.21	194.74	-6.37	>> 1	41
245	M	e	S	328.89	0.210	1.410	3.00	0.470	634.21	230.14	6.38	>> 1	41
250	M	e	B	452.49	0.280	1.410	3.00	0.470	649.92	204.74	-5.93	>> 1	41
250	M	e	S	335.82	0.200	1.410	3.00	0.470	649.92	241.74	5.57	>> 1	41
255	M	e	B	415.95	0.240	1.410	3.00	0.470	674.14	246.12	-6.81	>> 1	41
255	M	e	S	289.36	0.170	1.410	3.00	0.470	674.14	255.17	5.61	>> 1	41
265	M	e	B	277.50	0.280	1.410	3.00	0.470	396.85	75.90	-13.86	5.476	44
265	M	e	S	187.29	0.190	1.410	3.00	0.470	396.85	89.95	9.93	9.058	44
268	M	e	B	105.38	0.210	1.410	3.00	0.470	194.82	21.60	5.26	4.107	44
268	M	e	S	77.56	0.160	1.410	3.00	0.470	194.82	20.84	-5.30	3.933	44
272	M	e	B	114.92	0.230	1.410	3.00	0.470	201.80	22.88	6.71	3.410	44
272	M	e	S	90.19	0.180	1.410	3.00	0.470	201.80	23.07	-6.70	3.443	44
277	M	e	B	116.87	0.230	1.410	3.00	0.470	201.59	22.69	6.60	3.438	44
277	M	e	S	92.16	0.180	1.410	3.00	0.470	201.59	23.11	-6.61	3.497	44
282	M	e	B	89.37	0.230	1.410	3.00	0.470	154.03	13.24	3.05	4.342	44
282	M	e	S	68.67	0.180	1.410	3.00	0.470	154.03	13.43	-3.22	4.172	44
292	M	e	B	283.22	0.300	1.410	3.00	0.470	370.01	56.34	13.66	4.124	44
292	M	e	S	214.34	0.230	1.410	3.00	0.470	370.01	76.47	-6.55	>> 1	44
296	M	e	B	96.53	0.340	1.410	3.00	0.470	113.66	3.79	0.95	3.990	44
296	M	e	S	79.54	0.280	1.410	3.00	0.470	113.66	6.22	-0.89	6.990	44
302	M	e	B	518.69	0.210	1.410	3.00	0.470	975.32	746.38	6.66	>> 1	11
302	M	e	S	297.03	0.120	1.410	3.00	0.470	975.32	634.90	-29.22	>> 1	11
305	M	e	B	51.19	0.250	1.410	3.00	0.470	82.69	3.69	0.42	8.798	44
305	M	e	S	39.33	0.190	1.410	3.00	0.470	82.69	3.91	-0.40	9.770	44
309	M	e	B	345.31	0.340	1.410	3.00	0.470	404.26	46.65	-12.67	3.682	42
309	M	e	S	282.16	0.280	1.410	3.00	0.470	404.26	78.96	9.96	7.928	42
* 314	M	e	B	217.77	0.440	1.410	3.00	0.470	194.39	0.00	0.08	0.000	9
314	M	e	S	190.59	0.390	1.410	3.00	0.470	194.39	1.66	0.49	3.384	9
* 318	M	e	B	151.13	0.400	1.410	3.00	0.470	150.97	0.00	0.21	0.000	9
318	M	e	S	127.42	0.330	1.410	3.00	0.470	150.97	6.88	-0.90	7.642	9
328	M	e	B	149.40	0.260	1.410	3.00	0.470	227.98	26.91	-3.60	7.474	41
328	M	e	S	113.84	0.200	1.410	3.00	0.470	227.98	29.78	3.79	7.858	41
* 331	M	e	B	155.01	0.430	1.410	3.00	0.470	143.55	0.00	-0.85	0.000	9
331	M	e	S	135.52	0.370	1.410	3.00	0.470	143.55	2.50	0.86	2.901	9
* 334	M	e	B	79.99	0.400	1.410	3.00	0.470	80.29	0.05	-0.31	0.175	41
334	M	e	S	69.01	0.340	1.410	3.00	0.470	80.29	1.78	0.30	5.944	41
339	M	e	B	22.53	0.140	1.410	3.00	0.470	64.38	3.96	-0.28	>> 1	41
339	M	e	S	13.39	0.080	1.410	3.00	0.470	64.38	2.87	0.30	9.562	41
342	M	e	B	126.46	0.100	1.410	3.00	0.470	518.13	208.11	10.03	>> 1	43

342	M	e	S	21.63	0.020	1.410	3.00	0.470	518.13	45.12	-9.80	4.604	43
346	M	e	B	301.69	0.330	1.410	3.00	0.470	360.63	40.75	-11.90	3.425	41
346	M	e	S	234.66	0.260	1.410	3.00	0.470	360.63	67.75	5.53	>> 1	41
* 350	M	e	B	213.66	0.640	1.410	3.00	0.470	131.77	0.00	-0.62	0.000	9
* 350	M	e	S	195.88	0.590	1.410	3.00	0.470	131.77	0.00	0.98	0.000	9
* 355	M	e	B	221.19	0.620	1.410	3.00	0.470	141.81	0.00	-1.14	0.000	9
* 355	M	e	S	201.95	0.560	1.410	3.00	0.470	141.81	0.00	0.66	0.000	9
* 360	M	e	B	183.97	0.420	1.410	3.00	0.470	175.62	0.00	-1.14	0.000	9
360	M	e	S	155.60	0.350	1.410	3.00	0.470	175.62	7.14	1.26	5.667	9
370	M	e	B	57.16	0.180	1.410	3.00	0.470	126.54	9.09	-8.60	1.057	42
* 370	M	e	S	28.38	0.090	1.410	3.00	0.470	126.54	6.38	8.58	0.744	42
373	M	e	B	277.46	0.340	1.410	3.00	0.470	321.36	27.92	-12.47	2.239	41
373	M	e	S	218.43	0.270	1.410	3.00	0.470	321.36	51.53	6.94	7.425	41
* 377	M	e	B	217.50	0.700	1.410	3.00	0.470	122.83	0.00	-0.94	0.000	9
* 377	M	e	S	201.01	0.650	1.410	3.00	0.470	122.83	0.00	0.77	0.000	9
* 382	M	e	B	208.25	0.810	1.410	3.00	0.470	101.67	0.00	-0.61	0.000	9
* 382	M	e	S	194.79	0.760	1.410	3.00	0.470	101.67	0.00	0.39	0.000	9
* 387	M	e	B	177.52	0.450	1.410	3.00	0.470	157.30	0.00	-1.57	0.000	9
387	M	e	S	152.63	0.380	1.410	3.00	0.470	157.30	1.63	0.73	2.237	9
397	M	e	B	115.51	0.210	1.410	3.00	0.470	214.89	26.31	-5.53	4.758	41
397	M	e	S	79.29	0.150	1.410	3.00	0.470	214.89	24.64	5.57	4.424	41
401	M	e	B	99.59	0.320	1.410	3.00	0.470	123.26	5.40	-1.79	3.019	41
401	M	e	S	83.05	0.270	1.410	3.00	0.470	123.26	7.65	1.79	4.276	41
406	M	e	B	108.73	0.220	1.410	3.00	0.470	196.35	21.83	-4.62	4.726	41
406	M	e	S	76.27	0.150	1.410	3.00	0.470	196.35	20.99	3.22	6.519	41
* 414	M	e	B	893.93	0.470	1.410	3.00	0.470	759.87	0.00	5.39	0.000	9
* 414	M	e	S	759.84	0.400	1.410	3.00	0.470	759.87	0.06	-1.77	0.034	9
* 417	M	e	B	610.39	0.470	1.410	3.00	0.470	517.27	0.00	2.67	0.000	9
* 417	M	e	S	521.78	0.400	1.410	3.00	0.470	517.27	0.00	-1.50	0.000	9
420	M	e	B	78.47	0.290	1.410	3.00	0.470	107.99	5.31	0.00	1.376	9
420	M	e	S	63.27	0.230	1.410	3.00	0.470	107.99	6.48	-0.27	>> 1	9
* 423	M	e	B	170.72	0.520	1.410	3.00	0.470	130.90	0.00	-0.30	0.000	9
* 423	M	e	S	153.08	0.460	1.410	3.00	0.470	130.90	0.00	-0.18	0.000	9
426	M	e	B	67.72	0.310	1.410	3.00	0.470	85.74	2.80	-0.87	3.215	44
426	M	e	S	55.94	0.260	1.410	3.00	0.470	85.74	3.82	0.88	4.341	44
431	M	e	B	507.93	0.270	1.410	3.00	0.470	759.87	293.29	58.10	5.048	42
431	M	e	S	335.23	0.170	1.410	3.00	0.470	759.87	326.25	-56.12	5.813	42
* 434	M	e	B	376.58	0.420	1.410	3.00	0.470	359.76	0.00	-2.88	0.000	9
434	M	e	S	315.25	0.350	1.410	3.00	0.470	359.76	32.16	-8.55	3.761	9
437	M	e	B	1311.88	0.380	1.410	3.00	0.470	1374.45	188.12	-12.19	>> 1	40
437	M	e	S	999.50	0.290	1.410	3.00	0.470	1374.45	858.89	-11.61	>> 1	40
439	M	e	B	988.48	0.330	1.410	3.00	0.470	1201.66	482.95	4.23	>> 1	9
439	M	e	S	736.98	0.240	1.410	3.00	0.470	1201.66	784.86	26.17	>> 1	9
442	M	e	B	961.76	0.270	1.410	3.00	0.470	1423.54	1017.84	-126.29	8.060	42
442	M	e	S	655.07	0.180	1.410	3.00	0.470	1423.54	1153.71	62.64	>> 1	42
* 443	M	e	B	183.88	0.520	1.410	3.00	0.470	141.59	0.00	-0.20	0.000	9
* 443	M	e	S	164.69	0.460	1.410	3.00	0.470	141.59	0.00	0.35	0.000	9
445	M	e	B	87.10	0.360	1.410	3.00	0.470	96.43	1.86	0.00	1.107	9
445	M	e	S	73.70	0.300	1.410	3.00	0.470	96.43	3.84	0.12	>> 1	9
450	M	e	B	116.18	0.140	1.410	3.00	0.470	336.19	58.58	-1.47	>> 1	12
454	M	e	B	114.41	0.160	1.410	3.00	0.470	283.62	44.37	1.09	>> 1	42
459	M	e	B	114.41	0.160	1.410	3.00	0.470	283.62	44.37	1.12	>> 1	42
464	M	e	B	114.41	0.160	1.410	3.00	0.470	283.62	44.37	1.17	>> 1	42
469	M	e	B	128.57	0.140	1.410	3.00	0.470	364.34	69.47	-2.31	>> 1	40
481	M	e	B	30.29	0.090	1.410	3.00	0.470	136.14	7.35	-0.80	9.185	41
485	M	e	B	34.47	0.090	1.410	3.00	0.470	152.50	9.32	-1.13	8.251	41
490	M	e	B	30.96	0.090	1.410	3.00	0.470	133.30	7.26	-0.78	9.310	41
495	M	e	B	35.54	0.090	1.410	3.00	0.470	162.32	10.33	0.76	>> 1	43
505	M	e	B	118.12	0.120	1.410	3.00	0.470	378.08	70.37	-5.12	>> 1	44
508	M	e	B	35.26	0.130	1.410	3.00	0.470	107.99	5.88	0.45	>> 1	42
511	M	e	B	80.60	0.240	1.410	3.00	0.470	130.90	9.29	0.00	1.624	11
514	M	e	B	31.64	0.150	1.410	3.00	0.470	85.74	3.92	0.00	2.710	37
519	M	e	B	210.07	0.120	1.410	3.00	0.470	686.79	229.51	-8.50	>> 1	41
523	M	e	B	189.34	0.120	1.410	3.00	0.470	634.21	193.04	-2.82	>> 1	41
528	M	e	B	194.38	0.120	1.410	3.00	0.470	649.92	202.94	2.09	>> 1	43
533	M	e	B	190.10	0.110	1.410	3.00	0.470	674.14	210.88	-5.39	>> 1	10
543	M	e	B	176.13	0.190	1.410	3.00	0.470	359.76	74.12	3.28	>> 1	11
546	M	e	B	643.93	0.170	1.410	3.00	0.470	1467.17	1214.92	2.75	>> 1	43
* 549	M	e	B	136.85	0.410	1.410	3.00	0.470	130.90	0.00	0.04	0.000	38
552	M	e	B	291.42	0.180	1.410	3.00	0.470	650.79	240.02	-8.74	>> 1	12
558	M	e	B	247.07	0.130	1.410	3.00	0.470	759.87	290.37	19.00	>> 1	42
561	M	e	B	47.78	0.090	1.410	3.00	0.470	214.89	18.30	-1.87	9.786	41
565	M	e	B	35.24	0.110	1.410	3.00	0.470	123.26	7.11	-0.62	>> 1	41
570	M	e	B	44.31	0.090	1.410	3.00	0.470	196.35	15.44	-1.44	>> 1	41
578	M	e	B	124.71	0.150	1.410	3.00	0.470	321.36	56.21	-3.46	>> 1	41
582	M	e	B	86.38	0.280	1.410	3.00	0.470	122.83	7.22	-0.51	>> 1	41
587	M	e	B	82.07	0.320	1.410	3.00	0.470	101.67	3.69	-0.31	>> 1	41
592	M	e	B	73.62	0.190	1.410	3.00	0.470	157.30	14.12	-0.76	>> 1	41
602	M	e	B	28.38	0.090	1.410	3.00	0.470	126.54	6.38	-3.72	1.716	42
605	M	e	B	136.75	0.150	1.410	3.00	0.470	360.63	70.17	-3.76	>> 1	41
609	M	e	B	85.29	0.260	1.410	3.00	0.470	131.77	9.09	0.00	1.545	42
614	M	e	B	88.53	0.250	1.410	3.00	0.470	141.81	10.81	-0.63	>> 1	41
619	M	e	B	77.02	0.170	1.410	3.00	0.470	175.62	17.41	-0.83	>> 1	41
629	M	e	B	53.94	0.090	1.410	3.00	0.470	227.98	21.52	-1.40	>> 1	41
633	M	e	B	44.71	0.120	1.410	3.00	0.470	143.55	10.13	0.82	>> 1	43
638	M	e	B	23.75	0.120	1.410	3.00	0.470	80.29	3.08	0.00	3.380	12

646	M	e	B	474.01	0.130	1.410	3.00	0.470	1423.54	1031.52	-36.51	>> 1	42
647	M	e	B	86.79	0.240	1.410	3.00	0.470	141.59	10.90	0.00	1.631	44
649	M	e	B	38.03	0.160	1.410	3.00	0.470	96.43	5.09	-0.22	>> 1	42
654	M	e	B	218.95	0.090	1.410	3.00	0.470	975.32	521.87	19.23	>> 1	11
657	M	e	B	138.37	0.140	1.410	3.00	0.470	396.85	81.97	-3.61	>> 1	44
660	M	e	B	42.22	0.090	1.410	3.00	0.470	194.82	14.77	1.17	>> 1	44
664	M	e	B	43.32	0.090	1.410	3.00	0.470	201.80	15.73	1.81	8.693	44
669	M	e	B	43.77	0.090	1.410	3.00	0.470	201.59	15.83	1.81	8.746	44
674	M	e	B	34.38	0.090	1.410	3.00	0.470	154.03	9.43	0.00	4.480	39
684	M	e	B	128.64	0.140	1.410	3.00	0.470	370.01	71.16	3.59	>> 1	44
688	M	e	B	26.07	0.090	1.410	3.00	0.470	113.66	5.23	-0.84	6.230	10
694	M	e	B	67.23	0.320	1.410	3.00	0.470	82.69	2.38	-0.35	6.804	10
698	M	e	B	152.06	0.150	1.410	3.00	0.470	404.26	87.89	-4.01	>> 1	42
703	M	e	B	90.56	0.180	1.410	3.00	0.470	194.39	21.55	1.14	>> 1	44
708	M	e	B	64.46	0.170	1.410	3.00	0.470	150.97	12.78	0.67	>> 1	44
718	M	e	B	156.30	0.200	1.410	3.00	0.470	305.43	53.42	-4.61	>> 1	41
718	M	e	S	96.39	0.130	1.410	3.00	0.470	305.43	46.18	4.60	>> 1	41
721	M	e	B	63.29	0.200	1.410	3.00	0.470	123.26	8.70	-0.46	>> 1	41
721	M	e	S	39.12	0.130	1.410	3.00	0.470	123.26	7.54	0.46	>> 1	41
724	M	e	B	165.71	0.200	1.410	3.00	0.470	323.98	60.11	-5.23	>> 1	41
724	M	e	S	102.16	0.130	1.410	3.00	0.470	323.98	51.93	5.22	9.949	41
727	M	e	B	101.05	0.200	1.410	3.00	0.470	196.35	22.07	-1.62	>> 1	41
727	M	e	S	62.54	0.130	1.410	3.00	0.470	196.35	19.18	1.62	>> 1	41
730	M	e	B	186.01	0.160	1.410	3.00	0.470	458.15	116.01	-4.27	>> 1	44
730	M	e	S	96.15	0.080	1.410	3.00	0.470	458.15	79.77	5.90	>> 1	44
* 733	M	e	B	183.19	0.510	1.410	3.00	0.470	143.55	0.00	-0.20	0.000	9
* 733	M	e	S	155.04	0.430	1.410	3.00	0.470	143.55	0.00	0.27	0.000	9
736	M	e	B	180.36	0.140	1.410	3.00	0.470	511.16	136.74	-5.01	>> 1	44
736	M	e	S	80.08	0.060	1.410	3.00	0.470	511.16	79.12	7.27	>> 1	44
738	M	e	B	67.17	0.170	1.410	3.00	0.470	154.03	13.37	0.97	>> 1	44
738	M	e	S	36.98	0.100	1.410	3.00	0.470	154.03	9.92	-0.95	>> 1	44
741	M	e	B	114.32	0.170	1.410	3.00	0.470	262.02	38.70	3.71	>> 1	44
741	M	e	S	62.95	0.100	1.410	3.00	0.470	262.02	28.72	-3.61	7.956	44
744	M	e	B	107.77	0.210	1.410	3.00	0.470	201.80	23.23	1.97	>> 1	44
744	M	e	S	68.18	0.130	1.410	3.00	0.470	201.80	20.88	-1.92	>> 1	44
747	M	e	B	128.64	0.210	1.410	3.00	0.470	239.98	32.83	3.02	>> 1	44
747	M	e	S	81.57	0.130	1.410	3.00	0.470	239.98	29.61	-2.94	>> 1	44
750	M	e	B	47.01	0.210	1.410	3.00	0.470	88.58	4.48	0.20	>> 1	44
750	M	e	S	29.63	0.130	1.410	3.00	0.470	88.58	4.00	-0.20	>> 1	44
753	M	e	B	170.83	0.340	1.410	3.00	0.470	200.50	11.61	1.94	5.987	44
753	M	e	S	131.52	0.260	1.410	3.00	0.470	200.50	20.79	-1.89	>> 1	44
755	M	e	B	336.51	0.260	1.410	3.00	0.470	517.27	139.41	30.91	4.510	42
755	M	e	S	218.94	0.170	1.410	3.00	0.470	517.27	149.70	-30.28	4.944	42
757	M	e	B	184.61	0.260	1.410	3.00	0.470	285.36	42.63	8.90	4.790	42
757	M	e	S	119.76	0.170	1.410	3.00	0.470	285.36	45.45	-8.80	5.165	42
760	M	e	B	166.49	0.130	1.410	3.00	0.470	517.27	133.85	10.18	>> 1	42
762	M	e	B	92.22	0.130	1.410	3.00	0.470	285.36	40.82	2.96	>> 1	42
* 765	M	e	B	922.01	0.550	1.410	3.00	0.470	665.41	0.00	-1.64	0.000	9
* 765	M	e	S	805.92	0.480	1.410	3.00	0.470	665.41	0.00	9.23	0.000	9
* 768	M	e	B	793.17	0.580	1.410	3.00	0.470	545.42	0.00	-1.96	0.000	9
* 768	M	e	S	699.39	0.510	1.410	3.00	0.470	545.42	0.00	6.26	0.000	9

8. VERIFICA A PRESSOFLESSIONE - STRUTTURE IN C.A. [SLV] - C.Sic: 0.000 (CCC ID 9)

(Analisi Statica Lineare NON Similica: Involuppo CCC)

N.	Tip.	fcd	P	Nu	Nim, pfl	My	Mu, y	Mz	Mu, Z	ε, c	ε, c2	ε, s	ε, sy	C.Sic.	ID
		(N/mm ²)		(kN)			(kN m)			(per mille)					CCC
Non sono stati rilevati elementi in c.a. sottoposti a verifica															

9. VERIFICA A TAGLIO PER FESSURAZIONE DIAGONALE (§4.5.6, §C8.7.1.5) [SLV] - C.Sic: 1.027 (CCC ID 42)

(Analisi Statica Lineare NON Similica: Involuppo CCC)

N.	n/e	Sez.	Coeff. b	P	p	f _{vk0} /tau ₀	γ, m	f _{vd}	Vt	V	C.Sic.	ID
				(kN)	(N/mm ²)		* FC	(N/mm ²)	(kN)	(kN)		CCC
1	e	M	1.500	89.53	0.165	0.026	3.00	0.032	17.39	1.29	>> 1	41
4	e	M	1.480	350.58	0.414	0.026	3.00	0.050	42.72	12.55	3.404	44
8	e	M	1.470	382.29	0.535	0.026	3.00	0.057	41.08	10.39	3.954	44
13	e	M	1.500	394.25	0.551	0.026	3.00	0.057	40.83	7.15	5.710	44
17	e	M	1.500	394.25	0.551	0.026	3.00	0.057	40.83	6.83	5.978	44
21	e	M	1.390	374.15	0.407	0.026	3.00	0.053	48.79	9.39	5.196	44
32	e	M	1.500	103.83	0.303	0.026	3.00	0.043	14.65	3.82	3.836	44
36	e	M	1.200	254.19	0.257	0.026	3.00	0.049	48.81	22.13	2.206	44
39	e	M	1.500	117.79	0.288	0.026	3.00	0.042	17.06	5.80	2.941	44
47	e	M	1.500	315.82	0.331	0.026	3.00	0.045	42.51	14.51	2.930	44
50	e	M	1.000	599.70	0.346	0.026	3.00	0.068	118.34	7.34	>> 1	44
54	e	M	1.000	594.72	0.372	0.026	3.00	0.071	113.11	5.68	>> 1	44
58	e	M	1.000	608.46	0.371	0.026	3.00	0.071	115.82	5.90	>> 1	43
62	e	M	1.000	547.84	0.322	0.026	3.00	0.066	112.21	7.61	>> 1	44

71	e	M	1.500	365.70	0.366	0.026	3.00	0.047	46.79	15.87	2.948	44
74	e	M	1.500	84.18	0.176	0.026	3.00	0.033	15.81	1.06	>> 1	44
76	e	M	1.380	386.51	0.414	0.026	3.00	0.054	50.54	9.02	5.603	42
80	e	M	1.500	147.15	0.514	0.026	3.00	0.055	15.80	1.82	8.684	44
86	e	M	1.500	103.61	0.381	0.026	3.00	0.048	12.98	1.62	8.014	42
89	e	M	1.500	231.86	0.703	0.026	3.00	0.064	21.22	2.86	7.419	44
92	e	M	1.500	102.70	0.475	0.026	3.00	0.053	11.48	0.76	>> 1	42
97	e	M	1.410	392.28	0.484	0.026	3.00	0.057	46.21	6.92	6.678	41
101	e	M	1.500	320.98	1.037	0.026	3.00	0.078	24.11	2.10	>> 1	41
106	e	M	1.500	308.96	1.205	0.026	3.00	0.084	21.50	1.48	>> 1	41
111	e	M	1.500	252.29	0.636	0.026	3.00	0.061	24.29	2.13	>> 1	41
121	e	M	1.500	69.58	0.218	0.026	3.00	0.037	11.66	11.35	1.027	42
124	e	M	1.310	428.08	0.471	0.026	3.00	0.060	54.88	4.28	>> 1	43
128	e	M	1.110	646.32	0.525	0.026	3.00	0.076	93.10	5.16	>> 1	43
131	e	M	1.500	264.23	0.597	0.026	3.00	0.059	26.28	1.96	>> 1	44
139	e	M	1.500	75.72	0.132	0.026	3.00	0.029	16.62	0.74	>> 1	44
142	e	M	1.500	77.12	0.370	0.026	3.00	0.047	9.81	0.97	>> 1	44
146	e	M	1.210	503.37	0.494	0.026	3.00	0.067	68.17	13.23	5.152	42
150	e	M	1.500	313.00	0.639	0.026	3.00	0.061	30.07	3.52	8.543	42
153	e	M	1.120	238.05	0.192	0.026	3.00	0.046	57.29	18.50	3.097	42
160	e	M	1.000	1276.64	0.355	0.026	3.00	0.069	248.57	72.99	3.405	44
161	e	M	1.500	251.94	0.706	0.026	3.00	0.064	23.00	3.53	6.517	42
163	e	M	1.500	116.25	0.478	0.026	3.00	0.053	12.95	1.19	>> 1	44
168	e	M	1.000	577.29	0.369	0.026	3.00	0.070	110.28	6.48	>> 1	43
170	e	M	1.000	1480.42	0.518	0.026	3.00	0.083	237.54	9.70	>> 1	41
173	e	M	1.500	36.27	0.223	0.026	3.00	0.037	6.00	0.16	>> 1	41
176	e	M	1.000	187.75	0.144	0.026	3.00	0.045	58.95	8.09	7.287	43
180	e	M	1.000	632.53	0.257	0.026	3.00	0.059	145.74	14.87	9.801	43
183	e	M	1.500	225.98	0.267	0.026	3.00	0.040	34.07	1.24	>> 1	44
187	e	M	1.500	248.08	0.347	0.026	3.00	0.046	32.61	2.61	>> 1	42
192	e	M	1.500	248.08	0.347	0.026	3.00	0.046	32.61	3.14	>> 1	42
197	e	M	1.500	248.08	0.347	0.026	3.00	0.046	32.61	3.34	9.763	42
202	e	M	1.500	240.78	0.262	0.026	3.00	0.040	36.62	3.83	9.562	42
214	e	M	1.500	70.58	0.206	0.026	3.00	0.036	12.20	2.45	4.979	44
218	e	M	1.500	86.50	0.225	0.026	3.00	0.037	14.26	4.36	3.270	41
223	e	M	1.500	79.62	0.237	0.026	3.00	0.038	12.77	3.30	3.870	44
228	e	M	1.500	79.89	0.195	0.026	3.00	0.035	14.19	3.13	4.535	41
238	e	M	1.500	198.43	0.208	0.026	3.00	0.036	34.07	8.97	3.799	44
241	e	M	1.000	387.07	0.224	0.026	3.00	0.055	96.01	6.28	>> 1	41
245	e	M	1.000	385.42	0.241	0.026	3.00	0.057	91.89	4.45	>> 1	41
250	e	M	1.000	394.15	0.241	0.026	3.00	0.057	94.07	3.99	>> 1	41
255	e	M	1.000	352.66	0.208	0.026	3.00	0.054	90.99	4.12	>> 1	41
265	e	M	1.500	232.39	0.232	0.026	3.00	0.038	37.66	6.52	5.776	44
268	e	M	1.500	91.47	0.186	0.026	3.00	0.034	16.66	4.60	3.623	44
272	e	M	1.500	102.56	0.202	0.026	3.00	0.035	17.91	6.82	2.627	44
277	e	M	1.500	104.52	0.206	0.026	3.00	0.036	18.06	6.71	2.692	44
282	e	M	1.500	79.02	0.204	0.026	3.00	0.035	13.73	2.90	4.736	44
292	e	M	1.500	248.78	0.267	0.026	3.00	0.040	37.50	6.76	5.547	44
296	e	M	1.500	88.04	0.307	0.026	3.00	0.043	12.33	0.77	>> 1	44
302	e	M	1.000	404.15	0.164	0.026	3.00	0.048	118.07	10.33	>> 1	43
305	e	M	1.500	45.26	0.217	0.026	3.00	0.036	7.60	0.36	>> 1	44
309	e	M	1.350	313.74	0.308	0.026	3.00	0.048	48.61	9.02	5.389	42
314	e	M	1.500	197.50	0.403	0.026	3.00	0.049	24.03	2.71	8.866	42
318	e	M	1.500	134.94	0.355	0.026	3.00	0.046	17.54	1.12	>> 1	44
328	e	M	1.500	131.62	0.229	0.026	3.00	0.037	21.49	2.95	7.285	41
331	e	M	1.500	145.25	0.401	0.026	3.00	0.049	17.71	1.31	>> 1	41
334	e	M	1.500	74.50	0.368	0.026	3.00	0.047	9.50	0.28	>> 1	41
339	e	M	1.500	17.96	0.111	0.026	3.00	0.027	4.34	0.25	>> 1	41
342	e	M	1.000	74.05	0.057	0.026	3.00	0.030	39.32	6.10	6.445	43
346	e	M	1.500	268.18	0.295	0.026	3.00	0.042	38.35	5.84	6.567	41
350	e	M	1.500	196.98	0.593	0.026	3.00	0.059	19.66	1.23	>> 1	41
355	e	M	1.500	203.56	0.569	0.026	3.00	0.058	20.74	1.38	>> 1	41
360	e	M	1.500	163.86	0.370	0.026	3.00	0.047	20.83	1.53	>> 1	41
370	e	M	1.500	42.77	0.134	0.026	3.00	0.029	9.30	4.71	1.974	42
373	e	M	1.500	247.94	0.306	0.026	3.00	0.043	34.78	6.58	5.286	41
377	e	M	1.500	201.19	0.650	0.026	3.00	0.062	19.16	1.32	>> 1	41
382	e	M	1.500	193.62	0.755	0.026	3.00	0.067	17.08	0.78	>> 1	41
387	e	M	1.500	159.20	0.401	0.026	3.00	0.049	19.41	1.48	>> 1	41
397	e	M	1.500	97.40	0.180	0.026	3.00	0.033	18.08	4.10	4.410	41
401	e	M	1.500	91.32	0.294	0.026	3.00	0.042	13.08	1.66	7.882	41
406	e	M	1.500	92.50	0.187	0.026	3.00	0.034	16.82	2.95	5.702	41
414	e	M	1.000	797.97	0.417	0.026	3.00	0.075	143.15	41.88	3.418	42
417	e	M	1.160	548.88	0.421	0.026	3.00	0.065	84.41	25.30	3.336	42
420	e	M	1.500	69.60	0.256	0.026	3.00	0.039	10.73	1.40	7.661	42
423	e	M	1.500	157.04	0.476	0.026	3.00	0.053	17.54	2.54	6.905	44
426	e	M	1.500	61.83	0.286	0.026	3.00	0.042	8.98	0.79	>> 1	44
431	e	M	1.050	421.58	0.220	0.026	3.00	0.053	100.62	31.66	3.178	44
434	e	M	1.500	332.84	0.367	0.026	3.00	0.047	42.50	2.91	>> 1	44
437	e	M	1.000	1130.18	0.326	0.026	3.00	0.066	230.08	4.31	>> 1	43
439	e	M	1.000	862.73	0.285	0.026	3.00	0.062	188.49	6.53	>> 1	9
442	e	M	1.000	808.42	0.225	0.026	3.00	0.056	199.73	57.38	3.481	44
443	e	M	1.500	168.85	0.473	0.026	3.00	0.053	18.92	2.33	8.118	42
445	e	M	1.500	77.06	0.317	0.026	3.00	0.044	10.61	0.73	>> 1	42
450	e	M	1.500	85.37	0.101	0.026	3.00	0.026	21.73	1.04	>> 1	44
454	e	M	1.500	93.68	0.131	0.026	3.00	0.029	20.63	0.93	>> 1	42
459	e	M	1.500	93.68	0.131	0.026	3.00	0.029	20.63	0.96	>> 1	42

464	e	M	1.500	93.68	0.131	0.026	3.00	0.029	20.63	1.00	>> 1	42
469	e	M	1.500	91.02	0.099	0.026	3.00	0.025	23.38	1.19	>> 1	42
481	e	M	1.500	19.83	0.058	0.026	3.00	0.020	6.94	0.64	>> 1	41
485	e	M	1.500	24.09	0.063	0.026	3.00	0.021	8.04	1.04	7.729	41
490	e	M	1.500	21.98	0.065	0.026	3.00	0.021	7.15	0.73	9.798	41
495	e	M	1.500	22.66	0.055	0.026	3.00	0.020	8.13	0.61	>> 1	43
505	e	M	1.500	75.75	0.079	0.026	3.00	0.023	22.03	2.61	8.441	42
508	e	M	1.500	27.68	0.102	0.026	3.00	0.026	7.01	0.42	>> 1	42
511	e	M	1.500	71.80	0.218	0.026	3.00	0.036	12.04	0.79	>> 1	42
514	e	M	1.500	24.72	0.114	0.026	3.00	0.027	5.86	0.26	>> 1	44
519	e	M	1.000	143.77	0.083	0.026	3.00	0.035	61.18	4.43	>> 1	41
523	e	M	1.000	134.55	0.084	0.026	3.00	0.036	56.82	2.03	>> 1	41
528	e	M	1.000	137.83	0.084	0.026	3.00	0.036	58.22	1.52	>> 1	43
533	e	M	1.000	125.17	0.074	0.026	3.00	0.034	56.97	2.62	>> 1	42
543	e	M	1.500	145.59	0.161	0.026	3.00	0.032	28.72	1.92	>> 1	11
546	e	M	1.000	479.49	0.130	0.026	3.00	0.043	159.27	1.83	>> 1	43
549	e	M	1.500	121.73	0.369	0.026	3.00	0.047	15.50	0.06	>> 1	42
552	e	M	1.030	228.93	0.140	0.026	3.00	0.043	70.67	3.86	>> 1	12
558	e	M	1.030	161.90	0.085	0.026	3.00	0.034	65.99	10.50	6.285	44
561	e	M	1.500	29.71	0.055	0.026	3.00	0.020	10.73	1.39	7.716	41
565	e	M	1.500	26.99	0.087	0.026	3.00	0.024	7.46	0.58	>> 1	41
570	e	M	1.500	28.12	0.057	0.026	3.00	0.020	9.94	1.11	8.956	41
578	e	M	1.500	95.49	0.118	0.026	3.00	0.027	22.28	2.44	9.130	41
582	e	M	1.500	78.15	0.252	0.026	3.00	0.039	12.13	0.47	>> 1	41
587	e	M	1.500	75.36	0.294	0.026	3.00	0.042	10.79	0.28	>> 1	41
592	e	M	1.500	61.20	0.154	0.026	3.00	0.031	12.33	0.55	>> 1	41
602	e	M	1.500	14.19	0.044	0.026	3.00	0.018	5.81	2.06	2.822	42
605	e	M	1.500	103.55	0.114	0.026	3.00	0.027	24.62	2.13	>> 1	41
609	e	M	1.500	76.41	0.230	0.026	3.00	0.037	12.45	0.45	>> 1	41
614	e	M	1.500	78.93	0.221	0.026	3.00	0.037	13.14	0.55	>> 1	41
619	e	M	1.500	62.86	0.142	0.026	3.00	0.030	13.25	0.64	>> 1	43
629	e	M	1.500	34.52	0.060	0.026	3.00	0.021	11.81	0.98	>> 1	41
633	e	M	1.500	34.99	0.097	0.026	3.00	0.025	9.11	0.75	>> 1	43
638	e	M	1.500	18.02	0.089	0.026	3.00	0.024	4.91	0.17	>> 1	43
646	e	M	1.000	322.40	0.090	0.026	3.00	0.037	131.22	19.08	6.877	44
647	e	M	1.500	77.22	0.216	0.026	3.00	0.036	12.99	0.76	>> 1	44
649	e	M	1.500	31.34	0.129	0.026	3.00	0.029	6.96	0.20	>> 1	42
654	e	M	1.000	109.64	0.045	0.026	3.00	0.027	67.28	5.61	>> 1	11
657	e	M	1.500	93.88	0.094	0.026	3.00	0.025	24.86	1.85	>> 1	42
660	e	M	1.500	26.20	0.053	0.026	3.00	0.020	9.62	0.91	>> 1	44
664	e	M	1.500	29.20	0.057	0.026	3.00	0.020	10.26	1.61	6.373	44
669	e	M	1.500	29.67	0.058	0.026	3.00	0.020	10.32	1.61	6.410	44
674	e	M	1.500	22.28	0.057	0.026	3.00	0.020	7.83	0.58	>> 1	44
684	e	M	1.500	94.52	0.101	0.026	3.00	0.026	23.97	2.24	>> 1	42
688	e	M	1.500	18.79	0.066	0.026	3.00	0.021	6.11	0.30	>> 1	42
694	e	M	1.500	60.11	0.288	0.026	3.00	0.042	8.70	0.14	>> 1	42
698	e	M	1.350	120.67	0.118	0.026	3.00	0.031	31.30	3.10	>> 1	44
703	e	M	1.500	77.02	0.157	0.026	3.00	0.031	15.37	0.87	>> 1	44
708	e	M	1.500	52.63	0.138	0.026	3.00	0.030	11.25	0.55	>> 1	44
718	e	M	1.500	126.34	0.164	0.026	3.00	0.032	24.63	2.92	8.435	41
721	e	M	1.500	51.20	0.165	0.026	3.00	0.032	9.96	0.29	>> 1	41
724	e	M	1.500	133.94	0.164	0.026	3.00	0.032	26.12	3.32	7.867	41
727	e	M	1.500	81.80	0.165	0.026	3.00	0.032	15.89	1.03	>> 1	41
730	e	M	1.500	141.08	0.122	0.026	3.00	0.028	32.27	3.23	9.992	44
733	e	M	1.500	169.10	0.467	0.026	3.00	0.053	19.06	0.22	>> 1	44
736	e	M	1.340	130.22	0.101	0.026	3.00	0.029	36.91	3.90	9.464	44
738	e	M	1.500	52.07	0.134	0.026	3.00	0.029	11.32	0.61	>> 1	44
741	e	M	1.500	88.64	0.134	0.026	3.00	0.029	19.26	2.33	8.267	44
744	e	M	1.500	87.97	0.173	0.026	3.00	0.033	16.67	1.23	>> 1	44
747	e	M	1.500	105.10	0.174	0.026	3.00	0.033	19.87	1.89	>> 1	44
750	e	M	1.500	38.32	0.172	0.026	3.00	0.033	7.29	0.13	>> 1	44
753	e	M	1.500	151.18	0.299	0.026	3.00	0.042	21.46	1.21	>> 1	44
755	e	M	1.500	277.72	0.213	0.026	3.00	0.036	47.12	16.96	2.778	44
757	e	M	1.500	152.18	0.212	0.026	3.00	0.036	25.91	4.90	5.288	44
760	e	M	1.500	108.51	0.083	0.026	3.00	0.024	30.75	5.65	5.442	44
762	e	M	1.500	60.24	0.084	0.026	3.00	0.024	17.01	1.65	>> 1	44
765	e	M	1.000	827.23	0.493	0.026	3.00	0.081	136.07	5.43	>> 1	41
768	e	M	1.100	710.84	0.517	0.026	3.00	0.075	103.34	4.18	>> 1	41

10. VERIFICA A PRESSOFLESSIONE ORTOGONALE (da modello 3D) (§4.5.6, §7.8.2.2.3) [SLV] - C.Sic: 0.000 (CCC ID 9)
(Analisi Statica Lineare NON Simulata: Involuppo CCC)

N.	n/e	x Sez. (m)	P (kN)	p (N/mm ²)	fK / f _m (N/mm ²)	γ _c / FC	Fd (N/mm ²)	Nu (kN)	Mu (kN m)	M (kN m)	C. Sic.	ID CCC
1	e	1.575	90.05	0.166	1.401	3.00	0.467	214.89	14.39	1.42	>> 1	37
* 4	e	1.575	368.55	0.435	1.401	3.00	0.467	336.19	0.00	5.80	0.000	9
* 8	e	1.575	401.26	0.561	1.401	3.00	0.467	283.62	0.00	6.32	0.000	9
* 13	e	1.575	406.55	0.569	1.401	3.00	0.467	283.62	0.00	6.40	0.000	9
* 17	e	1.575	406.55	0.569	1.401	3.00	0.467	283.62	0.00	6.40	0.000	9
* 21	e	1.575	392.85	0.428	1.401	3.00	0.467	364.34	0.00	6.19	0.000	9
32	e	1.575	106.63	0.311	1.401	3.00	0.467	136.14	6.36	1.68	3.784	9
36	e	1.575	255.95	0.259	1.401	3.00	0.467	392.70	24.51	4.03	6.080	9

39	e	1.575	121.05	0.296	1.401	3.00	0.467	162.32	8.46	1.91	4.439	9
47	e	1.575	326.55	0.343	1.401	3.00	0.467	378.08	12.24	5.14	2.380	9
50	e	1.575	620.01	0.358	1.401	3.00	0.467	686.79	16.58	9.77	1.698	9
* 54	e	1.575	603.21	0.377	1.401	3.00	0.467	634.21	8.11	9.50	0.853	9
* 58	e	1.575	617.02	0.377	1.401	3.00	0.467	649.92	8.59	9.72	0.884	9
62	e	1.575	565.14	0.333	1.401	3.00	0.467	674.14	25.13	8.90	2.823	9
* 71	e	1.575	376.58	0.376	1.401	3.00	0.467	396.85	5.29	5.93	0.892	9
74	e	1.575	84.52	0.177	1.401	3.00	0.467	189.81	12.89	1.33	9.685	9
* 76	e	1.575	406.11	0.435	1.401	3.00	0.467	370.01	0.00	6.40	0.000	9
* 80	e	1.575	155.96	0.544	1.401	3.00	0.467	113.66	0.00	2.46	0.000	9
* 86	e	1.575	103.39	0.380	1.401	3.00	0.467	107.99	1.21	1.63	0.744	9
* 89	e	1.575	237.35	0.719	1.401	3.00	0.467	130.90	0.00	3.74	0.000	9
* 92	e	1.575	104.00	0.481	1.401	3.00	0.467	85.74	0.00	1.64	0.000	9
* 97	e	1.575	410.01	0.506	1.401	3.00	0.467	321.36	0.00	6.46	0.000	9
* 101	e	1.575	336.67	1.087	1.401	3.00	0.467	122.83	0.00	5.30	0.000	9
* 106	e	1.575	324.63	1.267	1.401	3.00	0.467	101.67	0.00	5.11	0.000	9
* 111	e	1.575	264.36	0.667	1.401	3.00	0.467	157.30	0.00	4.16	0.000	9
121	e	1.575	69.58	0.218	1.401	3.00	0.467	126.54	8.61	1.10	7.859	9
* 124	e	1.575	447.55	0.492	1.401	3.00	0.467	360.63	0.00	7.05	0.000	9
* 128	e	1.575	666.84	0.542	1.401	3.00	0.467	488.04	0.00	10.50	0.000	9
* 131	e	1.575	276.85	0.625	1.401	3.00	0.467	175.62	0.00	4.36	0.000	9
139	e	1.575	76.58	0.133	1.401	3.00	0.467	227.98	13.99	1.21	>> 1	9
* 142	e	1.575	82.31	0.395	1.401	3.00	0.467	82.69	0.10	1.30	0.079	9
* 146	e	1.575	523.05	0.513	1.401	3.00	0.467	404.26	0.00	8.24	0.000	9
* 150	e	1.575	324.10	0.661	1.401	3.00	0.467	194.39	0.00	5.10	0.000	9
153	e	1.575	250.28	0.202	1.401	3.00	0.467	490.88	33.73	3.94	8.558	9
160	e	1.575	1321.13	0.368	1.401	3.00	0.467	1424.63	26.39	20.81	1.268	9
* 161	e	1.575	259.23	0.726	1.401	3.00	0.467	141.59	0.00	4.08	0.000	9
* 163	e	1.575	120.33	0.495	1.401	3.00	0.467	96.43	0.00	1.90	0.000	9
* 168	e	1.575	602.94	0.385	1.401	3.00	0.467	620.90	4.80	9.50	0.505	9
* 170	e	1.575	1551.51	0.542	1.401	3.00	0.467	1134.47	0.00	24.44	0.000	9
173	e	1.575	34.52	0.213	1.401	3.00	0.467	64.38	2.40	0.54	4.417	9
176	e	1.575	184.03	0.141	1.401	3.00	0.467	518.01	17.80	2.90	6.140	9
180	e	1.575	638.60	0.260	1.401	3.00	0.467	975.32	44.09	10.06	4.384	9
183	e	1.825	231.88	0.274	1.401	3.00	0.467	336.19	19.79	4.23	4.675	9
187	e	1.825	254.15	0.355	1.401	3.00	0.467	283.62	7.26	4.64	1.566	9
192	e	1.825	254.15	0.355	1.401	3.00	0.467	283.62	7.26	4.64	1.566	9
197	e	1.825	254.15	0.355	1.401	3.00	0.467	283.62	7.26	4.64	1.566	9
202	e	1.825	247.04	0.269	1.401	3.00	0.467	364.34	21.87	4.51	4.851	9
214	e	1.825	68.07	0.198	1.401	3.00	0.467	136.14	9.36	1.46	6.411	44
218	e	1.825	83.45	0.217	1.401	3.00	0.467	152.50	10.39	1.87	5.557	44
223	e	1.825	76.98	0.229	1.401	3.00	0.467	133.30	8.94	1.76	5.082	44
228	e	1.825	76.93	0.188	1.401	3.00	0.467	162.32	11.13	1.62	6.870	44
238	e	1.825	203.80	0.214	1.401	3.00	0.467	378.08	25.83	3.72	6.946	9
241	e	1.825	390.53	0.226	1.401	3.00	0.467	686.79	46.33	7.13	6.500	9
245	e	1.825	377.99	0.236	1.401	3.00	0.467	634.21	41.99	6.90	6.088	9
250	e	1.825	386.69	0.236	1.401	3.00	0.467	649.92	43.07	7.06	6.103	9
255	e	1.825	354.50	0.209	1.401	3.00	0.467	674.14	46.22	6.47	7.145	9
265	e	1.825	237.96	0.238	1.401	3.00	0.467	396.85	26.20	4.34	6.033	9
268	e	1.825	87.99	0.179	1.401	3.00	0.467	194.82	13.27	1.80	7.372	44
272	e	1.825	98.43	0.193	1.401	3.00	0.467	201.80	13.87	2.09	6.634	44
277	e	1.825	100.40	0.198	1.401	3.00	0.467	201.59	13.86	2.15	6.446	44
282	e	1.825	76.20	0.196	1.401	3.00	0.467	154.03	10.59	1.63	6.496	44
292	e	1.825	255.48	0.274	1.401	3.00	0.467	370.01	21.75	4.66	4.664	9
296	e	1.825	90.08	0.314	1.401	3.00	0.467	113.66	5.14	1.64	3.127	9
302	e	1.825	407.86	0.166	1.401	3.00	0.467	975.32	47.46	7.44	6.376	9
305	e	1.825	44.84	0.215	1.401	3.00	0.467	82.69	5.64	1.25	4.515	43
309	e	1.825	320.81	0.315	1.401	3.00	0.467	404.26	18.21	5.85	3.111	9
* 314	e	1.825	202.97	0.414	1.401	3.00	0.467	194.39	0.00	3.70	0.000	9
318	e	1.825	138.52	0.364	1.401	3.00	0.467	150.97	3.14	2.53	1.243	9
328	e	1.825	123.51	0.215	1.401	3.00	0.467	227.98	15.56	2.62	5.941	42
* 331	e	1.825	138.69	0.383	1.401	3.00	0.467	143.55	1.29	3.37	0.383	42
334	e	1.825	70.87	0.350	1.401	3.00	0.467	80.29	2.29	1.70	1.344	42
339	e	1.825	15.25	0.094	1.401	3.00	0.467	64.38	1.75	0.28	6.272	9
342	e	1.825	67.73	0.052	1.401	3.00	0.467	518.13	8.83	1.24	7.145	9
346	e	1.825	276.39	0.304	1.401	3.00	0.467	360.63	17.75	5.04	3.520	9
* 350	e	1.825	204.02	0.614	1.401	3.00	0.467	131.77	0.00	3.72	0.000	9
* 355	e	1.825	210.74	0.589	1.401	3.00	0.467	141.81	0.00	3.85	0.000	9
* 360	e	1.825	168.92	0.382	1.401	3.00	0.467	175.62	1.77	3.08	0.575	9
370	e	1.825	42.77	0.134	1.401	3.00	0.467	126.54	7.79	0.78	9.975	9
373	e	1.825	255.45	0.315	1.401	3.00	0.467	321.36	14.41	4.66	3.090	9
* 377	e	1.825	208.56	0.674	1.401	3.00	0.467	122.83	0.00	3.81	0.000	9
* 382	e	1.825	200.96	0.784	1.401	3.00	0.467	101.67	0.00	3.67	0.000	9
* 387	e	1.825	164.28	0.414	1.401	3.00	0.467	157.30	0.00	3.00	0.000	9
397	e	1.825	96.36	0.178	1.401	3.00	0.467	214.89	14.62	2.10	6.960	42
401	e	1.825	90.62	0.292	1.401	3.00	0.467	123.26	6.60	2.51	2.629	42
406	e	1.825	91.54	0.185	1.401	3.00	0.467	196.35	13.44	2.05	6.555	42
* 414	e	1.575	819.41	0.428	1.401	3.00	0.467	759.87	0.00	12.91	0.000	9
* 417	e	1.575	559.66	0.429	1.401	3.00	0.467	517.27	0.00	8.81	0.000	9
420	e	1.825	66.19	0.243	1.401	3.00	0.467	107.99	7.05	1.21	5.833	9
* 423	e	1.825	155.85	0.472	1.401	3.00	0.467	130.90	0.00	2.84	0.000	9
426	e	1.825	59.92	0.277	1.401	3.00	0.467	85.74	4.96	1.09	4.538	9
431	e	1.825	434.05	0.227	1.401	3.00	0.467	759.87	51.18	7.92	6.461	9
434	e	1.825	335.69	0.370	1.401	3.00	0.467	359.76	6.18	6.13	1.008	9
437	e	1.825	1173.40	0.339	1.401	3.00	0.467	1374.45	47.20	21.41	2.204	9
439	e	1.825	851.92	0.281	1.401	3.00	0.467	1201.66	68.19	15.55	4.386	9

442	e	1.825	822.00	0.229	1.401	3.00	0.467	1423.54	95.52	15.00	6.367	9
* 443	e	1.825	167.80	0.470	1.401	3.00	0.467	141.59	0.00	3.06	0.000	9
445	e	1.825	76.15	0.313	1.401	3.00	0.467	96.43	4.40	1.39	3.169	9
450	e	1.800	86.07	0.102	1.401	3.00	0.467	336.19	17.61	2.66	6.620	41
454	e	1.800	94.24	0.132	1.401	3.00	0.467	283.62	17.30	3.16	5.476	41
459	e	1.800	94.24	0.132	1.401	3.00	0.467	283.62	17.30	3.16	5.476	41
464	e	1.800	94.24	0.132	1.401	3.00	0.467	283.62	17.30	3.16	5.476	41
469	e	1.800	91.71	0.100	1.401	3.00	0.467	364.34	18.87	2.82	6.692	41
481	e	1.800	20.51	0.060	1.401	3.00	0.467	136.14	4.79	1.42	3.374	44
485	e	1.800	24.69	0.064	1.401	3.00	0.467	152.50	5.69	1.82	3.127	44
490	e	1.800	22.54	0.067	1.401	3.00	0.467	133.30	5.15	1.71	3.012	44
495	e	1.800	23.45	0.057	1.401	3.00	0.467	162.32	5.52	1.57	3.514	44
505	e	1.800	78.73	0.083	1.401	3.00	0.467	378.08	17.14	1.42	>> 1	37
508	e	1.800	23.92	0.088	1.401	3.00	0.467	107.99	5.12	0.43	>> 1	37
511	e	1.800	68.63	0.208	1.401	3.00	0.467	130.90	8.98	1.24	7.268	37
514	e	1.800	22.04	0.102	1.401	3.00	0.467	85.74	4.50	0.40	>> 1	37
519	e	1.800	144.33	0.083	1.401	3.00	0.467	686.79	31.35	4.61	6.800	44
523	e	1.800	132.44	0.083	1.401	3.00	0.467	634.21	28.82	5.11	5.639	44
528	e	1.800	135.50	0.083	1.401	3.00	0.467	649.92	29.49	5.22	5.650	44
533	e	1.800	125.75	0.074	1.401	3.00	0.467	674.14	28.13	4.57	6.155	44
543	e	1.800	143.06	0.158	1.401	3.00	0.467	359.76	23.70	2.58	9.202	37
546	e	1.800	505.00	0.137	1.401	3.00	0.467	1467.17	91.07	9.09	>> 1	37
549	e	1.800	122.18	0.370	1.401	3.00	0.467	130.90	2.24	2.20	1.018	37
552	e	1.800	230.10	0.140	1.401	3.00	0.467	650.79	40.90	4.14	9.876	37
558	e	1.800	168.72	0.088	1.401	3.00	0.467	759.87	36.10	3.04	>> 1	37
561	e	1.800	30.74	0.057	1.401	3.00	0.467	214.89	7.24	2.05	3.534	42
565	e	1.800	27.53	0.089	1.401	3.00	0.467	123.26	5.88	2.44	2.410	42
570	e	1.800	29.07	0.059	1.401	3.00	0.467	196.35	6.81	2.00	3.405	42
578	e	1.800	96.34	0.119	1.401	3.00	0.467	321.36	18.55	2.72	6.820	42
582	e	1.800	78.69	0.254	1.401	3.00	0.467	122.83	7.78	2.57	3.026	42
587	e	1.800	75.83	0.296	1.401	3.00	0.467	101.67	5.30	2.52	2.103	42
592	e	1.800	61.97	0.156	1.401	3.00	0.467	157.30	10.33	1.87	5.523	42
602	e	1.800	14.19	0.044	1.401	3.00	0.467	126.54	3.46	0.70	4.949	43
605	e	1.800	104.23	0.115	1.401	3.00	0.467	360.63	20.38	2.92	6.979	42
609	e	1.800	76.97	0.232	1.401	3.00	0.467	131.77	8.80	2.48	3.550	42
614	e	1.800	79.51	0.222	1.401	3.00	0.467	141.81	9.61	2.55	3.767	42
619	e	1.800	63.72	0.144	1.401	3.00	0.467	175.62	11.17	1.89	5.908	42
629	e	1.800	35.61	0.062	1.401	3.00	0.467	227.98	8.26	2.54	3.253	42
633	e	1.800	35.57	0.098	1.401	3.00	0.467	143.55	7.36	3.28	2.243	42
638	e	1.800	18.45	0.091	1.401	3.00	0.467	80.29	3.91	1.65	2.368	42
646	e	1.800	327.35	0.091	1.401	3.00	0.467	1423.54	69.32	5.89	>> 1	37
647	e	1.800	73.97	0.207	1.401	3.00	0.467	141.59	9.71	1.33	7.296	37
649	e	1.800	28.93	0.119	1.401	3.00	0.467	96.43	5.57	0.52	>> 1	37
654	e	1.800	109.67	0.045	1.401	3.00	0.467	975.32	19.47	1.97	9.862	37
657	e	1.800	97.13	0.097	1.401	3.00	0.467	396.85	20.17	1.75	>> 1	37
660	e	1.800	27.14	0.055	1.401	3.00	0.467	194.82	6.42	1.75	3.671	44
664	e	1.800	29.84	0.059	1.401	3.00	0.467	201.80	6.99	2.03	3.445	44
669	e	1.800	30.31	0.060	1.401	3.00	0.467	201.59	7.08	2.09	3.389	44
674	e	1.800	23.03	0.059	1.401	3.00	0.467	154.03	5.39	1.59	3.388	44
684	e	1.800	95.21	0.102	1.401	3.00	0.467	370.01	19.45	2.85	6.823	43
688	e	1.800	19.37	0.068	1.401	3.00	0.467	113.66	4.42	1.42	3.112	43
694	e	1.800	60.55	0.290	1.401	3.00	0.467	82.69	4.46	1.22	3.654	43
698	e	1.800	120.72	0.118	1.401	3.00	0.467	404.26	23.28	3.59	6.486	43
703	e	1.800	77.66	0.158	1.401	3.00	0.467	194.39	12.82	2.48	5.171	43
708	e	1.800	53.38	0.140	1.401	3.00	0.467	150.97	9.49	1.66	5.716	43
718	e	1.575	126.68	0.165	1.401	3.00	0.467	305.43	20.39	2.00	>> 1	37
721	e	1.575	51.20	0.165	1.401	3.00	0.467	123.26	8.23	0.81	>> 1	9
724	e	1.575	134.10	0.164	1.401	3.00	0.467	323.98	21.61	2.11	>> 1	9
727	e	1.575	82.02	0.166	1.401	3.00	0.467	196.35	13.13	1.29	>> 1	9
730	e	1.575	141.08	0.122	1.401	3.00	0.467	458.15	26.85	2.22	>> 1	41
* 733	e	1.575	169.11	0.467	1.401	3.00	0.467	143.55	0.00	2.66	0.000	9
736	e	1.575	130.22	0.101	1.401	3.00	0.467	511.16	26.69	2.18	>> 1	42
738	e	1.575	52.07	0.134	1.401	3.00	0.467	154.03	9.48	0.82	>> 1	41
741	e	1.575	88.79	0.134	1.401	3.00	0.467	262.02	16.14	1.40	>> 1	9
744	e	1.575	87.97	0.173	1.401	3.00	0.467	201.80	13.65	1.39	9.849	41
747	e	1.575	105.20	0.174	1.401	3.00	0.467	239.98	16.25	1.66	9.806	9
750	e	1.575	38.32	0.172	1.401	3.00	0.467	88.58	5.98	0.60	9.907	41
753	e	1.575	151.20	0.299	1.401	3.00	0.467	200.50	10.22	2.38	4.293	9
755	e	1.825	284.26	0.218	1.401	3.00	0.467	517.27	35.21	5.19	6.788	9
757	e	1.825	156.25	0.217	1.401	3.00	0.467	285.36	19.44	2.85	6.818	9
760	e	1.800	112.26	0.086	1.401	3.00	0.467	517.27	24.17	2.02	>> 1	37
762	e	1.800	62.53	0.087	1.401	3.00	0.467	285.36	13.43	1.13	>> 1	37
* 765	e	1.575	856.76	0.511	1.401	3.00	0.467	665.41	0.00	13.49	0.000	9
* 768	e	1.575	739.68	0.538	1.401	3.00	0.467	545.42	0.00	11.65	0.000	9

VERIFICA SISMICA DI COMPATIBILITA' DEGLI SPOSTAMENTI (ANALISI PUSHOVER)

(D.M.17.1.2018 (NTC18), §7.3.4.1, §7.8.1.5.4, §C8.7.1.4)

Nel caso di analisi statica non lineare, la verifica di sicurezza consiste nel confronto tra la capacità di spostamento ultimo della costruzione e la domanda di spostamento ottenute applicando il procedimento illustrato al §7.3.4.1. In ogni caso, per le costruzioni edifici in muratura nelle quali il rapporto tra il taglio totale agente sulla base del sistema equivalente ad un grado di libertà calcolato dallo spettro di risposta elastico e il taglio alla base resistente del sistema equivalente ad un grado di libertà ottenuto dall'analisi non lineare [§C.7.3.8: tale rapporto è definito come: $q^* = Se(T^*) m^* / Fy^*$] ecceda il valore 4.0 (per SLC; data la relazione che intercorre fra SLV e SLC è possibile considerare $q^* \leq 3.0$ nel caso di verifica per SLV), la verifica di sicurezza dovrà ritenersi non soddisfatta.

La rigidezza elastica del sistema bilineare equivalente si individua tracciando la secante alla curva di capacità nel punto corrispondente ad un taglio alla base pari a 0.7 volte il valore massimo (taglio massimo alla base). Il tratto orizzontale della curva bilineare si individua tramite l'uguaglianza delle aree sottese dalle curve tracciate fino allo spostamento ultimo del sistema.

In PCM, conformemente a §7.8.1.5.4, nello schema della muratura a telaio equivalente, i pannelli murari vengono caratterizzati da un comportamento bilineare elastico perfettamente plastico, con resistenza al limite elastico definita per mezzo della risposta flessionale o a taglio di cui ai punti §7.8.2.2 e §7.8.3.2. Il modello, ove non sia applicata l'ipotesi shear-type, tiene conto degli effetti connessi alla variazione delle forze verticali dovuta all'azione sismica e garantisce gli equilibri locali e globali. Qui di seguito si fornisce una descrizione dettagliata del procedimento di analisi statica non lineare.

Criteri generali:

Il concetto alla base dell'analisi sismica statica non lineare è che la capacità complessiva della struttura di sostenere le azioni sismiche può essere descritta dal comportamento della stessa sottoposta ad un sistema di forze statiche equivalenti incrementate fino a raggiungere il collasso, inteso come incapacità di continuare a sostenere i carichi verticali. 'Analisi pushover' significa 'analisi di spinta', intendendo appunto per 'spinta' l'applicazione delle forze orizzontali progressivamente incrementate.

Il sistema di forze in questione deve simulare in modo il più possibile realistico gli effetti di inerzia prodotti dal sisma nel piano orizzontale; essi, a loro volta, dipendono dalla risposta stessa della struttura, per cui il sistema di forze dovrebbe cambiare durante l'analisi: ciò corrisponde ad un adattamento della distribuzione delle forze al livello di danneggiamento (pushover adattivo).

La procedura può essere svolta attraverso una serie di analisi elastiche sequenziali sovrapposte dove il modello matematico della struttura (più precisamente la matrice di rigidezza), viene continuamente aggiornato, per tener conto della riduzione di rigidezza degli elementi che entrano in campo plastico.

La capacità di una struttura è pertanto rappresentata mediante una curva che ha come grandezze di riferimento il taglio alla base e lo spostamento di un punto di controllo dell'edificio (ad esempio: punto in copertura, generalmente coincidente con il baricentro, o a 2/3 dell'altezza).

Attraverso l'equivalenza dinamica tra sistema a più gradi di libertà (M-GDL) e sistema a 1 grado di libertà (1-GDL), la curva di capacità così ottenuta viene ricondotta ad un legame tipico di un oscillatore non lineare ad un grado di libertà, rendendo possibile un diretto confronto con la domanda sismica rappresentata in termini di spettro di risposta.

Sinteticamente, quindi, il metodo pushover è basato su un processo incrementale che simula la spinta orizzontale di forze statiche, equivalenti al sisma, su una struttura. Dopo ogni incremento del sistema di forze applicate, si verificano le condizioni dei componenti della struttura e si effettuano gli opportuni aggiornamenti del modello. L'analisi si arresta quando vengono raggiunte particolari condizioni limite.

Il metodo numerico implementato in PCM è un algoritmo di calcolo dedicato, secondo una traccia metodologica derivata dall'opera:

G. C. Beolchini, G. Di Pasquale, L. Gizzarelli: La valutazione delle prestazioni sismiche di strutture esistenti in cemento armato: indicazioni dalle Linee Guida NEHRP, Roma, Dicembre 2002 (volume in download da: <http://ssn.protezionecivile.it/RT/rtindex.html>)

e definita dal documento 'ATC 40'. In tale ambito, seguendo NTC08, agli elementi murari viene attribuito comportamento bilineare elastico-perfettamente plastico, quindi con rigidezza costante nella fase elastica, e nulla nella fase plastica.

Distribuzione di Forze:

L'analisi statica non lineare (analisi pushover) è caratterizzata da un sistema di forze statiche orizzontali applicate a livello dei solai, crescenti proporzionalmente: nel caso di distribuzione fissa, in modo tale da mantenere costante il rapporto fra le forze ai diversi piani; in caso di distribuzione adattiva, il rapporto fra le forze viene modificato in base all'aggiornamento dell'analisi modale.

L'analisi statica non lineare viene eseguita con una delle seguenti distribuzioni di forze:

Gruppo 1 (distribuzioni principali)

FISSE: i rapporti fra le forze orizzontali restano fissi nel corso del processo incrementale:

(A) ("triangolare") Forze proporzionali a quelle da utilizzarsi per l'analisi statica lineare

(B) (uni-modale) Forze modali, proporzionali al prodotto delle masse per la deformata corrispondente al primo modo di vibrazione.

La forma modale sarà in generale diversa nella direzione X e nella direzione Y: quindi quando si parla di primo modo [sia per la distribuzione C) sia per la E)], si deve intendere il primo modo secondo X, per l'analisi X; il primo modo secondo Y, per l'analisi Y.

Questo è importante nelle analisi 3D (mentre nelle 2D la questione è ininfluente, perché il primo modo si riferirà all'unica direzione orizzontale del piano verticale 2D considerato).

Per riconoscere se il modo è secondo X o secondo Y si controlla se la massa modale efficace secondo X è $> 0 <$ di quella secondo Y.

(C) (multi-modale) Forze corrispondenti alla distribuzione delle forze modali calcolate con analisi dinamica lineare, tenendo conto di tutti i modi considerati

(D) (multi-modale) Forze modali, proporzionali al prodotto delle masse per la deformata corrispondente ad una forma modale equivalente, tenendo conto di tutti i modi considerati

Gruppo 2 (distribuzioni secondarie)

(E) (uniforme) Forze proporzionali alle masse

ADATTIVE: la distribuzione di forze viene aggiornata ad ogni evoluzione di rigidezza, previa riesecuzione dell'analisi modale:

(F) (uni-modale) Forze modali, proporzionali al prodotto delle masse per la deformata corrispondente al primo modo di vibrazione

(G) (multi-modale) Forze corrispondenti alla distribuzione delle forze modali calcolate con analisi dinamica lineare, tenendo conto di tutti i modi considerati

(H) (multi-modale) Forze modali, proporzionali al prodotto delle masse per la deformata corrispondente ad una forma modale equivalente, tenendo conto di tutti i modi considerati

Le distribuzioni (A)(B)(C) del Gruppo 1 e (E)(F)(G) del Gruppo 2 sono espressamente citate in §7.3.4.1. Le distribuzioni (D)(H) possono essere considerate distribuzioni multi-modali, alternative o complementari alle (C)(G).

Per edifici in muratura nuovi, con impalcati rigidi, si considereranno almeno una distribuzione del Gruppo 1 e almeno una del Gruppo 2, con le limitazioni previste:

(A) e (B) sono applicabili solo se il modo di vibrare fondamentale nella direzione considerata ha massa partecipante non inferiore al 60% (§7.8.1.5.4); (C) solo se il periodo fondamentale è superiore a TC.

Per edifici in muratura esistenti, potranno essere utilizzate le distribuzioni (A)(E) indipendentemente dalla massa partecipante del primo modo (§C8.7.1.4).

Le distribuzioni (C)(G) dipendono dalle forze spettrali: pertanto, poiché a SLD (di danno) e SLV (ultimo) corrispondono due distinti spettri di risposta, l'analisi pushover si differenzia fra i due stati limite; ognuna delle due verifiche a SLD e SLV si effettua nel corrispondente diagramma. Per tutte le altre distribuzioni, il diagramma pushover SLD e SLV è coincidente, ed in esso sono eseguite

Direzioni di analisi:

L'analisi deve essere condotta nelle due direzioni ortogonali di riferimento (X e Y), ed è prevista la combinazione direzionale secondo §7.3.5.

- **ANALISI PIANE (2D):** gli edifici vengono scomposti in singoli telai, p.es. un telaio rappresentativo in direzione X (analisi statica non lineare in direzione X), ed un telaio rappresentativo in direzione Y (analisi statica non lineare in direzione Y).
 - **ANALISI SPAZIALI (3D):** considerando il modello nel suo complesso (modello tridimensionale dell'edificio) l'analisi è condotta separatamente prima secondo X, e poi secondo Y.
- In generale le strutture non sono simmetriche, per cui le analisi dovranno essere condotte anche secondo -X e secondo -Y.
In modelli 3D, dove si eseguono analisi X e analisi Y, la combinazione degli effetti nelle due direzioni orizzontali non deve essere applicata (§7.3.5).

Algoritmo di calcolo implementato in PCM

ANALISI STATICA NON SISMICA (ANALISI DI GRAVITA')

- 0. Analisi statica non sismica, con Combinazione di tipo sismico dei carichi verticali.
- Secondo §3.2.4, gli effetti statici da sommare agli effetti sismici sono forniti dalla seguente combinazione:
 $G_{1,1} + G_{2,2} + P + \Sigma(\psi_{2,j} \cdot Q_{k,j})$

ANALISI SISMICA INCREMENTALE

- Per ogni DISTRIBUZIONE DI FORZE da processare:
 esecuzione di una serie di analisi statiche non lineari. Vengono svolte:
 3D) analisi: +X, -X, +Y, -Y, con eventuali azioni torcenti aggiuntive (+/- Mt) e con contributo della direzione ortogonale ridotto del 30% a causa della simultaneità dell'evento nelle due direzioni di riferimento (+/- 30%).
 2D) al massimo 2 analisi: +X, -X.
- Una data analisi si articola nei seguenti passi:
Inizio Loop (=Ciclo incrementale) con incremento progressivo del Taglio alla Base
 1. Determinazione delle forze (secondo la distribuzione corrente) dovute all'incremento di taglio alla base
 2. Analisi sismica statica equivalente, nella sola direzione corrente (X o Y), con forze orizzontali correnti
 3. Noti gli incrementi di spostamento e di azioni interne, si calcolano i valori complessivi, sommandoli ai valori complessivi del passo precedente
 4. Archiviazione punto della curva di capacità (Spostamento punto di controllo - Taglio globale alla base)
 5. Verifiche della muratura. [La procedura esegue sempre automaticamente l'individuazione autocorrettiva del limite elastico. Se con l'incremento del ciclo corrente si oltrepassa il punto di crisi di un elemento, è possibile diminuire l'incremento e tornare all'inizio del ciclo corrente. Questa procedura viene seguita solo se si è scelto l'incremento di taglio autocorrettivo nei Parametri di Calcolo.]
 6. Se richiesto dai Parametri di Calcolo, si archivia tutta la configurazione strutturale (con le verifiche murarie)
 7. Se il modello deve essere aggiornato (alcuni elementi sono passati da verifica soddisfatta a non):
 - 7.1. Aggiornamento matrice rigidezze
 - 7.2. Fattorizzazione della matrice delle rigidezze aggiornata
 - 7.3. Se la matrice è singolare (non più invertibile): struttura labile, esce dal Loop
 - 7.4. In caso di forma modale: riesecuzione Analis Modale con aggiornamento distribuzione forze
 8. Se uno o più elementi collassano, occorre ripartire dal punto 0. costruendo una nuova curva di capacità (sottocurva) dell'analisi corrente, che tenga conto fin dall'inizio degli elementi collassati e della diminuzione di rigidezza degli elementi plasticizzati anche se non ancora collassati. Si riesegue quindi l'Analisi di Gravità, seguita di nuovo dal Loop. La costruzione delle sottocurve successive termina quando sopraggiunge la condizione di labilità che fa uscire dal Loop *Termine Loop*
 9. Esame della curva di capacità; definizione di punti notevoli
 10. Verifica di sicurezza con oscillatore elastoplastico equivalente

Risultati dell'elaborazione per l'analisi pushover:

Le curve di capacità della struttura reale analizzata (sistema a più gradi di libertà: M-GDL) vengono rappresentate in diagrammi che riportano in ascisse lo Spostamento del punto di controllo, ed in ordinate il Taglio globale alla base. Per ogni curva, attraverso le relazioni di equivalenza dinamica, riportate al punto §C7.3.4.1, viene definita la corrispondente curva del sistema ad 1 grado di libertà equivalente 1-GDL, e successivamente il diagramma bilineare, attraverso il quale è possibile definire la domanda sismica (=spostamento richiesto secondo lo spettro di risposta) del sistema 1-GDL, ricondotta infine alla domanda per il sistema M-GDL.

Le verifiche di compatibilità degli spostamenti per il sistema reale M-GDL consistono nel confronto tra la domanda sismica e la capacità deformativa della struttura. Per il calcolo della domanda sismica, l'espressione degli spettri di risposta elastico $Se(T)$ e degli spettri di progetto per SLV e SLD è fornita in §3.2.3. Lo spettro di risposta elastico in termini di spostamento è dato da: $SDe(Ts) = Se(Ts) \cdot (T / 2\pi)^2$ (§3.2.3.2.3).

Sulla curva pushover (diagramma forza-spostamento), gli Stati Limite SLO SLD SLV SLC sono caratterizzati nel modo seguente:

- SLC:** lo spostamento ultimo a SLC è dato dal minore tra quelli forniti dalle seguenti due condizioni:
 - quello corrispondente ad un taglio di base residuo pari all'80% del massimo;
 - quello corrispondente al raggiungimento della soglia limite della deformazione angolare a SLC in tutti i maschi murari verticali di un qualunque livello in una qualunque parete ritenuta significativa ai fini della sicurezza (questo controllo può essere omesso nelle analisi quando i diaframmi siano infinitamente rigidi o quando sia eseguita l'analisi di una singola parete).
- SLV:** lo spostamento ultimo a SLV, sulla bilineare equivalente sopra definita, è pari a 3/4 dello spostamento a SLC
- SLD:** lo spostamento corrispondente è il minore tra gli spostamenti ottenuti dalle seguenti due condizioni:
 - quello corrispondente al limite elastico della bilineare equivalente, definita a partire dallo spostamento ultimo a SLC;
 - quello corrispondente al raggiungimento della resistenza massima a taglio in tutti i maschi murari verticali in un qualunque livello di una qualunque parete ritenuta significativa ai fini dell'uso della costruzione (e comunque non prima dello spostamento per il quale si raggiunge un taglio di base pari a 3/4 del taglio di base massimo).
- SLO:** lo spostamento corrispondente è pari a 2/3 di quello allo SLD.

Per ogni diagramma pushover ed ogni stato limite analizzato, il risultato della verifica è esprimibile sotto forma di un indicatore di rischio, dato dal rapporto fra capacità e domanda. La verifica è soddisfatta quando l'indicatore è non minore del valore di riferimento in relazione al tipo di intervento (nuovo edificio, adeguamento o miglioramento di edificio esistente).

I risultati di PCM riportano fra l'altro la capacità della struttura in termini di PGA ed in particolare: **PGA,CLV** e **PGA,DLV**, valori di massima accelerazione al suolo consentita dall'edificio, definita dal valore in corrispondenza del quale vengono raggiunti, rispettivamente, lo stato limite ultimo SLV e lo stato limite di danno SLD. Unitamente al valore PGA, sono forniti il corrispondente periodo di ritorno TR e la probabilità di superamento P,VR relativa al periodo di riferimento VR. Il calcolo della capacità della struttura viene effettuato tramite un ciclo iterativo condotto sul periodo di ritorno TR: si varia il valore di TR fra gli estremi 30 e 2475 anni (estremi previsti dalla Normativa), ricercando il periodo di ritorno cui corrisponde la massima accelerazione a,g tale da soddisfare la verifica di sicurezza. Per soddisfare la verifica di sicurezza vengono considerate due condizioni contemporanee:

- 1) la domanda di spostamento (dipendente dallo spettro, e quindi dai valori di TR, ag e altri parametri correlati) deve essere \leq della capacità di spostamento definita dalla curva pushover;
- 2) il valore di $q^* = Se(T^*) m^* / Fy^*$ deve essere ≤ 3.0 (valore competente alla verifica per SLV).

Qualora la verifica di sicurezza sia soddisfatta per TR=2475 anni, la capacità della struttura viene qualificata con TR>=2475 anni (il D.M. 14.1.2008, nell'Allegato A dispone che nell'analisi siano considerati solo valori di TR compresi fra 30 e 2475 anni). Analogamente, se la verifica di sicurezza non è soddisfatta per TR=30 anni, la capacità della struttura viene qualificata con TR<=30 anni; i limiti assunti per PGA corrispondono ai limiti minimo e massimo di TR, secondo le corrispondenze definite dal reticolo di riferimento (Tab. 1, All.A al D.M. 14.1.2008).

Si osservi che a_g indica l'accelerazione al suolo su suolo rigido, mentre PGA può essere stata definita - nei Parametri di Calcolo - come a_g oppure come accelerazione al suolo tenendo conto degli effetti di suolo: il risultato in termini di PGA dipende quindi dal significato attribuito a PGA.

L'analisi statica non lineare eseguita da PCM fornisce inoltre il valore del **fattore di comportamento q** (§7.8.1.3), attraverso il calcolo del rapporto $\alpha u/\alpha 1$ dove:
 $\alpha 1$ = moltiplicatore della forza sismica orizzontale per il quale, mantenendo costanti le altre azioni, il primo pannello murario significativo raggiunge la sua resistenza ultima (a taglio o a pressoflessione);

αu = 90% del moltiplicatore della forza sismica orizzontale per il quale, mantenendo costanti le altre azioni, l'edificio raggiunge la massima forza resistente.

I valori del fattore di struttura sono i seguenti:

- Edifici nuovi: $q = q_0 KR$ (§7.3.1), dove:

per costruzioni in muratura ordinaria: $q_0 = 1.75 \alpha u/\alpha 1$; per costruzioni in muratura armata: $q_0 = 2.5 \alpha u/\alpha 1$; per costruzioni in muratura armata con progettazione in capacità: $q_0 = 3.0 \alpha u/\alpha 1$. KR=1 per edifici regolari in altezza; 0.8 altrimenti. In ogni caso, $\alpha u/\alpha 1$ non può essere assunto maggiore di 2.5;

- Edifici esistenti (rif.: Circ. 2009 del D.M. 14.1.2008): $q = 2.0 \alpha u/\alpha 1$ per edifici regolari in elevazione, $q = 1.5 \alpha u/\alpha 1$ negli altri casi.

1. RISULTATI ANALISI SISMICA STATICA NON LINEARE (PUSHOVER)

Azione Sismica

Struttura:

Vita Nominale VN (anni) = 50

Classe d'uso: III

Coefficiente d'uso CU = 1.5

Periodo di riferimento per l'azione sismica VR=VN*CU (anni) = 75

Pericolosità:

Ubicazione del sito:

Longitudine ED50 (gradi sessadecimali) = 12.429778

- Latitudine ED50 (gradi sessadecimali) = 43.010059

Tipo di interpolazione: superficie rigata [SCA]

Valori dei parametri a_g , F_0 , T_C^* per i periodi di ritorno TR di riferimento

(dagli Studi di pericolosità sismica del sito di ubicazione dell'edificio [cfr. Tab. 1 All. B al D.M. 14.1.2008]):

TR (anni)	a_g (*g)	F_0	T_C^* (sec)
30	0.061	2.489	0.270
50	0.076	2.477	0.280
72	0.089	2.457	0.287
101	0.103	2.441	0.290
140	0.117	2.430	0.290
201	0.135	2.423	0.297
475	0.182	2.434	0.310
975	0.228	2.459	0.320
2475	0.296	2.501	0.330

Per periodi di ritorno TR<30 anni [cfr. DPC-Reluis, CNR-ITC]:

$a_g(TR) = K * TR^{\alpha}$, dove:

$K = 0.014734700$, $\alpha = 0.419735820$

Stati Limite:

PVR (%) Probabilità di superamento nel periodo di riferimento VR per ciascun Stato Limite (Tab. 3.2.i)

SLE: SLO 81

SLE: SLD 63

SLU: SLV 10

SLU: SLC 5

$a_g(g)$ F_0 $T_C^*(sec)$ e altri parametri di spettro per i periodi di ritorno TR associati a ciascun Stato Limite [§3.2.3]

Stato Limite	TR (anni)	a_g (*g)	F_0	T_C^* (sec)	S	TB (sec)	TC (sec)	TD (sec)
SLO	45	0.073	2.479	0.278	1.600	0.178	0.533	1.892
SLD	75	0.091	2.455	0.287	1.600	0.181	0.544	1.964
SLV	712	0.207	2.448	0.316	1.443	0.192	0.576	2.428
SLC	1462	0.255	2.477	0.324	1.305	0.195	0.585	2.620

Suolo:

Categoria di sottosuolo e Condizioni topografiche:

Categoria di sottosuolo: E

Categoria topografica: T1

Rapporto quota sito / altezza rilievo topografico = 0

Coefficiente di amplificazione topografica ST = 1

PGA:

Definizione di PGA: Accelerazione al suolo (analoga ad: $a_g * S$, dove: $S = SS * ST$)

CURVA n° 1

TIPO DI CURVA: (A) LINEARE: PROPORZIONALE ALLE FORZE STATICHE
(DISTRIBUZIONE PRINCIPALE [GRUPPO 1]. RAPPORTI TRA FORZE FISSI NEL CORSO DEL PROCESSO INCREMENTALE)
DIREZIONE E VERSO: +X
ECCENTRICITÀ ACCIDENTALE (MOMENTO TORCENTE AGGIUNTIVO): + MT
COMBINAZIONE COMPONENTI: +X + 0.3 Y
PUNTO DI CONTROLLO: CENTRO DI MASSA DEL PIANO 3

VERIFICA DI SICUREZZA per SLV (Stato Limite ultimo di salvaguardia della Vita)

Sistema reale M-GDL (a più gradi di libertà):

Rigidità iniziale (elastica) (kN/m) = 423999.20
Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, M-GDL (kN) = 2062.37
Peso sismico totale W (kN) = 14046.44
Massa sismica totale M (k*kgm) = 1432.338
Rapporto forza/peso (F, Max, M-GDL / W) = 0.147
Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, M-GDL (kN) = 2062.37

Punto di controllo ubicato al 3° piano. Spostamento orizzontale: dc (mm):
- iniziale = 0.00
- al limite ultimo: dc, SLV, M-GDL = 12.32, di cui dovuto alle forze orizzontali = 12.32

Sistema equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

Calcolo della Massa m^* e del Fattore di partecipazione modale Γ (§C7.3.4.1):

è stato scelto il calcolo con le sole masse traslazionali nella direzione di analisi;
per ogni piano, risultano i seguenti parametri (elencati nel seguito):

- completamente rigido: è tale un piano rigido (quindi con relazione master-slave) al quale non appartenga nessuna massa non riferita al nodo master. In tal caso, la massa di piano coincide con la massa concentrata nel nodo master e lo spostamento di piano è esattamente lo spostamento del nodo master;
- masse di piano m_i traslazionali;
- corrispondenti spostamenti modali ϕ_i secondo il modo principale nella direzione di analisi (X): dall'analisi modale, il modo principale è il modo 11 con massa modale efficace (in direzione X) pari a: 19.9% (i risultati dell'analisi modale sono riferiti alle rigidità utilizzate in analisi pushover, che possono differire dalle rigidità considerate in analisi modale. In Analisi Modale le rigidità considerate corrispondono al parametro %K, elast dei dati Aste e tengono quindi conto dell'eventuale rigidità fessurata (%K, elast < 100%); in Analisi Pushover al passo iniziale per maschi e fasce in muratura vengono considerate rigidità elastiche)
- piano del Punto di Controllo (scelto a priori)
- spostamenti normalizzati rispetto allo spostamento del punto di controllo (nel caso di piano deformabile, la massa di piano coincide con la somma delle masse di piano e lo spostamento del baricentro è dato dalla distanza fra il baricentro delle masse spostate -secondo la forma modale- ed il baricentro delle masse nella configurazione indeformata):

Piano	Compl. rigido	Massa (k*kgm)	Spostamento (mm)	Punto di controllo	Spostamento normalizzato
1		538.56	104.95		4.943
2		562.12	271.74		12.797
3		331.66	450.90	X	21.234

Dai parametri precedenti risulta:

Massa $m^* = \sum(m_i \cdot \phi_i)$ (k*kgm) = 795.78
Coefficiente di partecipazione $\Gamma = \sum(m_i \cdot \phi_i) / \sum(m_i \cdot \phi_i^2) = 1.408$

Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, 1-GDL = (F, Max, M-GDL / Γ) (kN) = 1464.75
Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, 1-GDL = (F, SLV, M-GDL / Γ) (kN) = 1464.75
Spostamento a SLV (Stato Limite ultimo): d, SLV, 1-GDL = (d, SLV, M-GDL / Γ) (mm) = 8.75

Sistema bi-lineare equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

70% della Resistenza massima del sistema 1-GDL = 70% F, Max, 1-GDL (kN) = 1025.33
Rigidità elastica: K^* (kN/m) = 291968.70 (=68.861% della rigidità elastica del sistema M-GDL)
Periodo elastico: $T^* = 2(m^*/K^*)$ (sec) = 0.328
Punto di snervamento: spostamento dy^* (mm) = 4.64
forza Fy^* (kN) = 1353.58

Stato Limite SLV e relativa probabilità di superamento (§3.2.1):
PVR: Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V, R = 10 %
Da PVR e V, R, per SLV risulta definito il valore di T, R (§ All. a)
attraverso la relazione: $T, R = -V, R / [1 - \ln(1 - PVR)]$

Valori dei parametri ag, Fo, TC* per i periodi di ritorno TR associati allo Stato Limite SLV
e: SS, CC, S, TB, TC, TD, Fv [§3.2.3], dove:
ag = accelerazione orizzontale massima al sito,
Fo = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale,
TC* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale,
SS = coefficiente di sottosuolo;
CC = coefficiente per TC dipendente dal sottosuolo;
S = coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche;
TB, TC, TD = periodi di spettro;

Fv = fattore di amplificazione spettrale massima per spettro in accelerazione verticale:

Stato Limite	TR (anni)	a, g (*g)	Fo	TC* (sec)	SS	CC	S	TB (sec)	TC (sec)	TD (sec)	Fv
SLV	712	0.207	2.448	0.316	1.443	1.823	1.443	0.192	0.576	2.428	1.504

Risposta massima in spostamento del sistema equivalente:

Risposta del sistema elastico di pari periodo:

- in accelerazione: $S_e(T^*) = 0.731 g$
- in spostamento: $d^*, e, \max = S_{De}(T^*)$ (mm) = 19.55
- forza di risposta elastica = $S_e(T^*) m^*$ (kN) = 5706.53
(taglio totale agente sulla base del sistema equivalente 1-GDL calcolato dallo spettro di risposta elastico);
- forza di snervamento F_y^* (kN) = 1353.58
(taglio alla base resistente del sistema equivalente 1-GDL ottenuto dall'analisi non lineare)

Rapporto tra forza di risposta elastica e forza di snervamento: $q^* = 4.216$

Controllo su q^* secondo §7.8.1.6

$q^* > 3.0$: la verifica di sicurezza deve ritenersi NON soddisfatta
 indipendentemente dal confronto tra capacità e domanda.

Nota su q^*

q^* è funzione di due componenti:

1. proprietà dinamiche dell'oscillatore (dalla curva di capacità);
2. spettro di risposta, dipendente dall'accelerazione a_g in input:
 il valore di q^* sopra riportato corrisponde quindi ad a_g in input.

Se $q^* > 3.0$ (SLV), la verifica di sicurezza non è soddisfatta, indipendentemente dal rapporto tra capacità e domanda. Il valore di a_g sostenibile

(e quindi dell'indicatore di rischio = a_g sostenibile / a_g in input),

verrà calcolato considerando un valore di a_g , cioè una domanda,

tale da garantire contemporaneamente le due seguenti condizioni:

a) $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC)

b) capacità \geq domanda (in termini di spostamento)

Risposta in spostamento del sistema anelastico: d^*, \max (mm) = 30.82

Conversione della risposta equivalente in quella effettiva dell'edificio:

Spostamento effettivo di risposta del punto di controllo: $\Gamma d^*, \max$ (mm) = 43.40

Verifica di sicurezza (§7.3.4.1 - §7.8.1.5.4 - §C7.3.4.1 - §C7.8.1.5.4):

Domanda sismica in spostamento (mm) = 43.40

Capacità di spostamento a SLV (mm) = 12.32

SLV: Capacità < Domanda

Verifiche per edifici strategici o importanti:

SLV: Capacità in termini di PGA (PGA, CLV) = 0.107 g

corrispondente, per il sito di ubicazione dell'edificio, al periodo di ritorno TR, CLV = 38 anni.

Tale accelerazione, nel periodo di riferimento VR = 75 anni,

ha la probabilità di essere superata pari a: PVR = 86.106 %

(rispetto ai valori di progetto per SLV - sopra riportati - deve risultare:

in caso di verifica di sicurezza non soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV minori,

e PVR, CLV maggiori; per verifica soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV maggiori, e PVR, CLV minore).

Riepilogo per SLV

	TR (anni)	PGA (*g)	PVR (%)
Domanda	712	0.299	10.0
Capacità	38	0.107	86.1

Indicatore di Rischio Sismico

(indicatore di rischio = rapporto tra capacità e domanda):

- in termini di PGA: $\alpha, V = PGA, CLV / PGA, DLV = \zeta, E, SLV, PGA = 0.107/0.299 = 0.358$

- in termini di TR: $\alpha, V = TR, CLV / TR, DLV (=TR$ in input per SLV) = $38/712 = 0.053$

Nota sul metodo di calcolo dell'indicatore di rischio sismico

Il calcolo degli indicatori di rischio sismico viene effettuato

attraverso un procedimento iterativo sulla domanda. Questa viene fatta variare

fino a trovare il massimo valore sostenibile, tale cioè da garantire

il soddisfacimento contemporaneo delle due seguenti condizioni:

a) capacità \geq domanda (in termini di spostamento);

b) $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC).

Calcolo del Fattore di Comportamento 'q' (§7.8.1.3 - §C8.7.1.2):

Taglio di prima plastificazione (kN) = 60.00

90% del Taglio massimo (kN) = 1856.14

Rapporto $\alpha, u/\alpha, 1$ calcolato = 30.936

Rapporto $\alpha, u/\alpha, 1$ effettivo = 2.500

Edificio regolare in altezza: $q = 5.000$

CURVA n° 2

TIPO DI CURVA: (A) LINEARE: PROPORZIONALE ALLE FORZE STATICHE
(DISTRIBUZIONE PRINCIPALE [GRUPPO 1]. RAPPORTI TRA FORZE FISSI NEL CORSO DEL PROCESSO INCREMENTALE)
DIREZIONE E VERSO: +X
ECCENTRICITÀ ACCIDENTALE (MOMENTO TORCENTE AGGIUNTIVO): - MT
COMBINAZIONE COMPONENTI: +X + 0.3 Y
PUNTO DI CONTROLLO: CENTRO DI MASSA DEL PIANO 3

VERIFICA DI SICUREZZA per SLV (Stato Limite ultimo di salvaguardia della Vita)

Sistema reale M-GDL (a più gradi di libertà):

Rigidità iniziale (elastica) (kN/m) = 454684.70
Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, M-GDL (kN) = 2490.86
Peso sismico totale W (kN) = 14046.44
Massa sismica totale M (k*kgm) = 1432.338
Rapporto forza/peso (F, Max, M-GDL / W) = 0.177
Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, M-GDL (kN) = 2490.86

Punto di controllo ubicato al 3° piano. Spostamento orizzontale: dc (mm):
- iniziale = 0.00
- al limite ultimo: dc, SLV, M-GDL = 12.01, di cui dovuto alle forze orizzontali = 12.01

Sistema equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

Calcolo della Massa m^* e del Fattore di partecipazione modale Γ (§C7.3.4.1):

è stato scelto il calcolo con le sole masse traslazionali nella direzione di analisi;
per ogni piano, risultano i seguenti parametri (elencati nel seguito):

- completamente rigido: è tale un piano rigido (quindi con relazione master-slave) al quale non appartenga nessuna massa non riferita al nodo master. In tal caso, la massa di piano coincide con la massa concentrata nel nodo master e lo spostamento di piano è esattamente lo spostamento del nodo master;
- masse di piano m_i traslazionali;
- corrispondenti spostamenti modali ϕ_i secondo il modo principale nella direzione di analisi (X): dall'analisi modale, il modo principale è il modo 11 con massa modale efficace (in direzione X) pari a: 19.9% (i risultati dell'analisi modale sono riferiti alle rigidità utilizzate in analisi pushover, che possono differire dalle rigidità considerate in analisi modale. In Analisi Modale le rigidità considerate corrispondono al parametro %K, elast dei dati Aste e tengono quindi conto dell'eventuale rigidità fessurata (%K, elast < 100%); in Analisi Pushover al passo iniziale per maschi e fasce in muratura vengono considerate rigidità elastiche)
- piano del Punto di Controllo (scelto a priori)
- spostamenti normalizzati rispetto allo spostamento del punto di controllo (nel caso di piano deformabile, la massa di piano coincide con la somma delle masse di piano e lo spostamento del baricentro è dato dalla distanza fra il baricentro delle masse spostate -secondo la forma modale- ed il baricentro delle masse nella configurazione indeformata):

Piano	Compl. rigido	Massa (k*kgm)	Spostamento (mm)	Punto di controllo	Spostamento normalizzato
1		538.56	104.95		4.943
2		562.12	271.74		12.797
3		331.66	450.90	X	21.234

Dai parametri precedenti risulta:

Massa $m^* = \sum(m_i \cdot \phi_i)$ (k*kgm) = 795.78
Coefficiente di partecipazione $\Gamma = \sum(m_i \cdot \phi_i) / \sum(m_i \cdot \phi_i^2) = 1.408$

Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, 1-GDL = (F, Max, M-GDL / Γ) (kN) = 1769.08
Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, 1-GDL = (F, SLV, M-GDL / Γ) (kN) = 1769.08
Spostamento a SLV (Stato Limite ultimo): d, SLV, 1-GDL = (d, SLV, M-GDL / Γ) (mm) = 8.53

Sistema bi-lineare equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

70% della Resistenza massima del sistema 1-GDL = 70% F, Max, 1-GDL (kN) = 1238.36
Rigidità elastica: K^* (kN/m) = 358778.30 (=78.907% della rigidità elastica del sistema M-GDL)
Periodo elastico: $T^* = 2(m^*/K^*)$ (sec) = 0.296
Punto di snervamento: spostamento dy^* (mm) = 4.68
forza Fy^* (kN) = 1678.15

Stato Limite SLV e relativa probabilità di superamento (§3.2.1):
PVR: Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V, R = 10 %
Da PVR e V, R, per SLV risulta definito il valore di T, R (§ All. a)
attraverso la relazione: $T, R = -V, R / [1 - \ln(1 - PVR)]$

Valori dei parametri ag , F_0 , TC^* per i periodi di ritorno TR associati allo Stato Limite SLV
e: SS, CC, S, TB, TC, TD, Fv [§3.2.3], dove:
 ag = accelerazione orizzontale massima al sito,
 F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale,
 TC^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale,
SS = coefficiente di sottosuolo;
CC = coefficiente per TC dipendente dal sottosuolo;
S = coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche;
TB, TC, TD = periodi di spettro;

Fv = fattore di amplificazione spettrale massima per spettro in accelerazione verticale:

Stato Limite	TR (anni)	a, g (*g)	Fo	TC* (sec)	SS	CC	S	TB (sec)	TC (sec)	TD (sec)	Fv
SLU: SLV	712	0.207	2.448	0.316	1.443	1.823	1.443	0.192	0.576	2.428	1.504

Risposta massima in spostamento del sistema equivalente:

Risposta del sistema elastico di pari periodo:

- in accelerazione: $S_e(T^*) = 0.731 \text{ g}$
- in spostamento: $d^*, e, \max = S_{De}(T^*) \text{ (mm)} = 15.91$
- forza di risposta elastica = $S_e(T^*) m^* \text{ (kN)} = 5706.53$
(taglio totale agente sulla base del sistema equivalente 1-GDL calcolato dallo spettro di risposta elastico);
- forza di snervamento $F_y^* \text{ (kN)} = 1678.15$
(taglio alla base resistente del sistema equivalente 1-GDL ottenuto dall'analisi non lineare)

Rapporto tra forza di risposta elastica e forza di snervamento: $q^* = 3.400$

Controllo su q^* secondo §7.8.1.6

$q^* > 3.0$: la verifica di sicurezza deve ritenersi NON soddisfatta
 indipendentemente dal confronto tra capacità e domanda.

Nota su q^*

- q^* è funzione di due componenti:
 - proprietà dinamiche dell'oscillatore (dalla curva di capacità);
 - spettro di risposta, dipendente dall'accelerazione a_g in input:
 - il valore di q^* sopra riportato corrisponde quindi ad a_g in input.
- Se $q^* > 3.0$ (SLV), la verifica di sicurezza non è soddisfatta, indipendentemente dal rapporto tra capacità e domanda. Il valore di a_g sostenibile (e quindi dell'indicatore di rischio = a_g sostenibile / a_g in input), verrà calcolato considerando un valore di a_g , cioè una domanda, tale da garantire contemporaneamente le due seguenti condizioni:
 - $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC)
 - capacità \geq domanda (in termini di spostamento)

Risposta in spostamento del sistema anelastico: $d^*, \max \text{ (mm)} = 26.53$

Conversione della risposta equivalente in quella effettiva dell'edificio:

Spostamento effettivo di risposta del punto di controllo: $\Gamma d^*, \max \text{ (mm)} = 37.37$

Verifica di sicurezza (§7.3.4.1 - §7.8.1.5.4 - §C7.3.4.1 - §C7.8.1.5.4):

Domanda sismica in spostamento (mm) = 37.37

Capacità di spostamento a SLV (mm) = 12.01

SLV: Capacità < Domanda

Verifiche per edifici strategici o importanti:

SLV: Capacità in termini di PGA (PGA, CLV) = 0.125 g
 corrispondente, per il sito di ubicazione dell'edificio, al periodo di ritorno TR, CLV = 54 anni.
 Tale accelerazione, nel periodo di riferimento VR = 75 anni,
 ha la probabilità di essere superata pari a: PVR = 75.065 %
 (rispetto ai valori di progetto per SLV - sopra riportati - deve risultare:
 in caso di verifica di sicurezza non soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV minori,
 e PVR, CLV maggiori; per verifica soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV maggiori, e PVR, CLV minori).

Riepilogo per SLV

	TR (anni)	PGA (*g)	PVR (%)
Domanda	712	0.299	10.0
Capacità	54	0.125	75.1

Indicatore di Rischio Sismico

(indicatore di rischio = rapporto tra capacità e domanda):

- in termini di PGA: $\alpha, V = \text{PGA, CLV} / \text{PGA, DLV} = \zeta, E, \text{SLV, PGA} = 0.125/0.299 = 0.418$
- in termini di TR: $\alpha, V = \text{TR, CLV} / \text{TR, DLV} (= \text{TR in input per SLV}) = 54/712 = 0.076$

Nota sul metodo di calcolo dell'indicatore di rischio sismico

- Il calcolo degli indicatori di rischio sismico viene effettuato attraverso un procedimento iterativo sulla domanda. Questa viene fatta variare fino a trovare il massimo valore sostenibile, tale cioè da garantire il soddisfacimento contemporaneo delle due seguenti condizioni:
 - capacità \geq domanda (in termini di spostamento);
 - $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC).

Calcolo del Fattore di Comportamento 'q' (§7.8.1.3 - §C8.7.1.2):

Taglio di prima plastificazione (kN) = 60.00

90% del Taglio massimo (kN) = 2241.78

Rapporto $\alpha, u/\alpha, 1$ calcolato = 37.363

Rapporto $\alpha, u/\alpha, 1$ effettivo = 2.500

Edificio regolare in altezza: $q = 5.000$

CURVA n° 3

TIPO DI CURVA: (A) LINEARE: PROPORZIONALE ALLE FORZE STATICHE
(DISTRIBUZIONE PRINCIPALE [GRUPPO 1]. RAPPORTI TRA FORZE FISSI NEL CORSO DEL PROCESSO INCREMENTALE)
DIREZIONE E VERSO: +X
ECCENTRICITÀ ACCIDENTALE (MOMENTO TORCENTE AGGIUNTIVO): + MT
COMBINAZIONE COMPONENTI: +X - 0.3 Y
PUNTO DI CONTROLLO: CENTRO DI MASSA DEL PIANO 3

VERIFICA DI SICUREZZA per SLV (Stato Limite ultimo di salvaguardia della Vita)

Sistema reale M-GDL (a più gradi di libertà):

Rigidità iniziale (elastica) (kN/m) = 413891.30
Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, M-GDL (kN) = 1987.39
Peso sismico totale W (kN) = 14046.44
Massa sismica totale M (k*kgm) = 1432.338
Rapporto forza/peso (F, Max, M-GDL / W) = 0.141
Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, M-GDL (kN) = 1987.39

Punto di controllo ubicato al 3° piano. Spostamento orizzontale: dc (mm):
- iniziale = 0.00
- al limite ultimo: dc, SLV, M-GDL = 12.22, di cui dovuto alle forze orizzontali = 12.22

Sistema equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

Calcolo della Massa m^* e del Fattore di partecipazione modale Γ (§C7.3.4.1):

è stato scelto il calcolo con le sole masse traslazionali nella direzione di analisi;
per ogni piano, risultano i seguenti parametri (elencati nel seguito):

- completamente rigido: è tale un piano rigido (quindi con relazione master-slave) al quale non appartenga nessuna massa non riferita al nodo master. In tal caso, la massa di piano coincide con la massa concentrata nel nodo master e lo spostamento di piano è esattamente lo spostamento del nodo master;
- masse di piano m_i traslazionali;
- corrispondenti spostamenti modali ϕ_i secondo il modo principale nella direzione di analisi (X): dall'analisi modale, il modo principale è il modo 11 con massa modale efficace (in direzione X) pari a: 19.9% (i risultati dell'analisi modale sono riferiti alle rigidità utilizzate in analisi pushover, che possono differire dalle rigidità considerate in analisi modale. In Analisi Modale le rigidità considerate corrispondono al parametro %K, elast dei dati Aste e tengono quindi conto dell'eventuale rigidità fessurata (%K, elast < 100%); in Analisi Pushover al passo iniziale per maschi e fasce in muratura vengono considerate rigidità elastiche)
- piano del Punto di Controllo (scelto a priori)
- spostamenti normalizzati rispetto allo spostamento del punto di controllo (nel caso di piano deformabile, la massa di piano coincide con la somma delle masse di piano e lo spostamento del baricentro è dato dalla distanza fra il baricentro delle masse spostate -secondo la forma modale- ed il baricentro delle masse nella configurazione indeformata):

Piano	Compl. rigido	Massa (k*kgm)	Spostamento (mm)	Punto di controllo	Spostamento normalizzato
1		538.56	104.95		4.943
2		562.12	271.74		12.797
3		331.66	450.90	X	21.234

Dai parametri precedenti risulta:

Massa $m^* = \sum(m_i \cdot \phi_i^2)$ (k*kgm) = 795.78
Coefficiente di partecipazione $\Gamma = \sum(m_i \cdot \phi_i) / \sum(m_i \cdot \phi_i^2) = 1.408$

Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, 1-GDL = (F, Max, M-GDL / Γ) (kN) = 1411.50
Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, 1-GDL = (F, SLV, M-GDL / Γ) (kN) = 1411.50
Spostamento a SLV (Stato Limite ultimo): d, SLV, 1-GDL = (d, SLV, M-GDL / Γ) (mm) = 8.68

Sistema bi-lineare equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

70% della Resistenza massima del sistema 1-GDL = 70% F, Max, 1-GDL (kN) = 988.05
Rigidità elastica: K^* (kN/m) = 281636.20 (=68.046% della rigidità elastica del sistema M-GDL)
Periodo elastico: $T^* = 2(m^*/K^*)$ (sec) = 0.334
Punto di snervamento: spostamento dy^* (mm) = 4.63
forza Fy^* (kN) = 1302.75

Stato Limite SLV e relativa probabilità di superamento (§3.2.1):
PVR: Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V, R = 10 %
Da PVR e V, R, per SLV risulta definito il valore di T, R (§ All. a)
attraverso la relazione: $T, R = -V, R / [1 - \ln(1 - PVR)]$

Valori dei parametri ag , F_0 , TC^* per i periodi di ritorno TR associati allo Stato Limite SLV
e: SS, CC, S, TB, TC, TD, Fv [§3.2.3], dove:
 ag = accelerazione orizzontale massima al sito,
 F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale,
 TC^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale,
SS = coefficiente di sottosuolo;
CC = coefficiente per TC dipendente dal sottosuolo;
S = coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche;
TB, TC, TD = periodi di spettro;

Fv = fattore di amplificazione spettrale massima per spettro in accelerazione verticale:

Stato Limite	TR (anni)	a, g (*g)	Fo	TC* (sec)	SS	CC	S	TB (sec)	TC (sec)	TD (sec)	Fv
SLV	712	0.207	2.448	0.316	1.443	1.823	1.443	0.192	0.576	2.428	1.504

Risposta massima in spostamento del sistema equivalente:

Risposta del sistema elastico di pari periodo:

- in accelerazione: $S_e(T^*) = 0.731 g$
- in spostamento: $d^*, e, max = S_{De}(T^*)$ (mm) = 20.26
- forza di risposta elastica = $S_e(T^*) m^*$ (kN) = 5706.53
(taglio totale agente sulla base del sistema equivalente 1-GDL calcolato dallo spettro di risposta elastico);
- forza di snervamento F_y^* (kN) = 1302.75
(taglio alla base resistente del sistema equivalente 1-GDL ottenuto dall'analisi non lineare)

Rapporto tra forza di risposta elastica e forza di snervamento: $q^* = 4.380$

Controllo su q^* secondo §7.8.1.6

$q^* > 3.0$: la verifica di sicurezza deve ritenersi NON soddisfatta
 indipendentemente dal confronto tra capacità e domanda.

Nota su q^*

- q^* è funzione di due componenti:
 - proprietà dinamiche dell'oscillatore (dalla curva di capacità);
 - spettro di risposta, dipendente dall'accelerazione a_g in input:
 - il valore di q^* sopra riportato corrisponde quindi ad a_g in input.
- Se $q^* > 3.0$ (SLV), la verifica di sicurezza non è soddisfatta, indipendentemente dal rapporto tra capacità e domanda. Il valore di a_g sostenibile (e quindi dell'indicatore di rischio = a_g sostenibile / a_g in input), verrà calcolato considerando un valore di a_g , cioè una domanda, tale da garantire contemporaneamente le due seguenti condizioni:
 - $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC)
 - capacità \geq domanda (in termini di spostamento)

Risposta in spostamento del sistema anelastico: d^*, max (mm) = 31.59

Conversione della risposta equivalente in quella effettiva dell'edificio:

Spostamento effettivo di risposta del punto di controllo: $\Gamma d^*, max$ (mm) = 44.50

Verifica di sicurezza (§7.3.4.1 - §7.8.1.5.4 - §C7.3.4.1 - §C7.8.1.5.4):

Domanda sismica in spostamento (mm) = 44.50

Capacità di spostamento a SLV (mm) = 12.22

SLV: Capacità < Domanda

Verifiche per edifici strategici o importanti:

SLV: Capacità in termini di PGA (PGA, CLV) = 0.104 g
 corrispondente, per il sito di ubicazione dell'edificio, al periodo di ritorno TR, CLV = 35 anni.
 Tale accelerazione, nel periodo di riferimento VR = 75 anni,
 ha la probabilità di essere superata pari a: PVR = 88.268 %
 (rispetto ai valori di progetto per SLV - sopra riportati - deve risultare:
 in caso di verifica di sicurezza non soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV minori,
 e PVR, CLV maggiori; per verifica soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV maggiori, e PVR, CLV minori).

Riepilogo per SLV

	TR (anni)	PGA (*g)	PVR (%)
Domanda	712	0.299	10.0
Capacità	35	0.104	88.3

Indicatore di Rischio Sismico

(indicatore di rischio = rapporto tra capacità e domanda):

- in termini di PGA: $\alpha_v = PGA_{CLV} / PGA_{DLV} = \zeta, E, SLV, PGA = 0.104/0.299 = 0.348$
- in termini di TR: $\alpha_v = TR_{CLV} / TR_{DLV} (=TR \text{ in input per SLV}) = 35/712 = 0.049$

Nota sul metodo di calcolo dell'indicatore di rischio sismico

- Il calcolo degli indicatori di rischio sismico viene effettuato attraverso un procedimento iterativo sulla domanda. Questa viene fatta variare fino a trovare il massimo valore sostenibile, tale cioè da garantire il soddisfacimento contemporaneo delle due seguenti condizioni:
 - capacità \geq domanda (in termini di spostamento);
 - $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC).

Calcolo del Fattore di Comportamento 'q' (§7.8.1.3 - §C8.7.1.2):

Taglio di prima plastificazione (kN) = 60.00

90% del Taglio massimo (kN) = 1788.66

Rapporto α_u / α_1 calcolato = 29.811

Rapporto α_u / α_1 effettivo = 2.500

Edificio regolare in altezza: $q = 5.000$

CURVA n° 4

TIPO DI CURVA: (A) LINEARE: PROPORZIONALE ALLE FORZE STATICHE
(DISTRIBUZIONE PRINCIPALE [GRUPPO 1]. RAPPORTI TRA FORZE FISSI NEL CORSO DEL PROCESSO INCREMENTALE)
DIREZIONE E VERSO: +X
ECCENTRICITÀ ACCIDENTALE (MOMENTO TORCENTE AGGIUNTIVO): - MT
COMBINAZIONE COMPONENTI: +X - 0.3 Y
PUNTO DI CONTROLLO: CENTRO DI MASSA DEL PIANO 3

VERIFICA DI SICUREZZA per SLV (Stato Limite ultimo di salvaguardia della Vita)

Sistema reale M-GDL (a più gradi di libertà):

Rigidità iniziale (elastica) (kN/m) = 443451.00
Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, M-GDL (kN) = 2471.72
Peso sismico totale W (kN) = 14046.44
Massa sismica totale M (k*kgm) = 1432.338
Rapporto forza/peso (F, Max, M-GDL / W) = 0.176
Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, M-GDL (kN) = 2471.72

Punto di controllo ubicato al 3° piano. Spostamento orizzontale: dc (mm):
- iniziale = 0.00
- al limite ultimo: dc, SLV, M-GDL = 13.38, di cui dovuto alle forze orizzontali = 13.38

Sistema equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

Calcolo della Massa m^* e del Fattore di partecipazione modale Γ (§C7.3.4.1):

è stato scelto il calcolo con le sole masse traslazionali nella direzione di analisi;
per ogni piano, risultano i seguenti parametri (elencati nel seguito):

- completamente rigido: è tale un piano rigido (quindi con relazione master-slave) al quale non appartenga nessuna massa non riferita al nodo master. In tal caso, la massa di piano coincide con la massa concentrata nel nodo master e lo spostamento di piano è esattamente lo spostamento del nodo master;
- masse di piano m_i traslazionali;
- corrispondenti spostamenti modali ϕ_i secondo il modo principale nella direzione di analisi (X): dall'analisi modale, il modo principale è il modo 11 con massa modale efficace (in direzione X) pari a: 19.9% (i risultati dell'analisi modale sono riferiti alle rigidità utilizzate in analisi pushover, che possono differire dalle rigidità considerate in analisi modale. In Analisi Modale le rigidità considerate corrispondono al parametro %K, elast dei dati Aste e tengono quindi conto dell'eventuale rigidità fessurata (%K, elast < 100%); in Analisi Pushover al passo iniziale per maschi e fasce in muratura vengono considerate rigidità elastiche)
- piano del Punto di Controllo (scelto a priori)
- spostamenti normalizzati rispetto allo spostamento del punto di controllo (nel caso di piano deformabile, la massa di piano coincide con la somma delle masse di piano e lo spostamento del baricentro è dato dalla distanza fra il baricentro delle masse spostate -secondo la forma modale- ed il baricentro delle masse nella configurazione indeformata):

Piano	Compl. rigido	Massa (k*kgm)	Spostamento (mm)	Punto di controllo	Spostamento normalizzato
1		538.56	104.95		4.943
2		562.12	271.74		12.797
3		331.66	450.90	X	21.234

Dai parametri precedenti risulta:

Massa $m^* = \sum(m_i \cdot \phi_i^2)$ (k*kgm) = 795.78

Coefficiente di partecipazione $\Gamma = \sum(m_i \cdot \phi_i) / \sum(m_i \cdot \phi_i^2) = 1.408$

Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, 1-GDL = (F, Max, M-GDL / Γ) (kN) = 1755.48

Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, 1-GDL = (F, SLV, M-GDL / Γ) (kN) = 1755.48

Spostamento a SLV (Stato Limite ultimo): d, SLV, 1-GDL = (d, SLV, M-GDL / Γ) (mm) = 9.50

Sistema bi-lineare equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

70% della Resistenza massima del sistema 1-GDL = 70% F, Max, 1-GDL (kN) = 1228.84

Rigidità elastica: K^* (kN/m) = 336680.10 (=75.923% della rigidità elastica del sistema M-GDL)

Periodo elastico: $T^* = 2(m^*/K^*)$ (sec) = 0.305

Punto di snervamento: spostamento dy^* (mm) = 4.90

forza Fy^* (kN) = 1650.60

Stato Limite SLV e relativa probabilità di superamento (§3.2.1):

PVR: Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V, R = 10 %

Da PVR e V, R, per SLV risulta definito il valore di T, R (§ All. a)

attraverso la relazione: $T, R = -V, R / [1 - \ln(1 - PVR)]$

Valori dei parametri ag, Fo, TC* per i periodi di ritorno TR associati allo Stato Limite SLV

e: SS, CC, S, TB, TC, TD, Fv [§3.2.3], dove:

ag = accelerazione orizzontale massima al sito,

Fo = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale,

TC* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale,

SS = coefficiente di sottosuolo;

CC = coefficiente per TC dipendente dal sottosuolo;

S = coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche;

TB, TC, TD = periodi di spettro;

Fv = fattore di amplificazione spettrale massima per spettro in accelerazione verticale:

Stato Limite	TR (anni)	a, g (*g)	Fo	TC* (sec)	SS	CC	S	TB (sec)	TC (sec)	TD (sec)	Fv
SLV	712	0.207	2.448	0.316	1.443	1.823	1.443	0.192	0.576	2.428	1.504

Risposta massima in spostamento del sistema equivalente:

Risposta del sistema elastico di pari periodo:

- in accelerazione: $S_e(T^*) = 0.731 g$
- in spostamento: $d^*, e, max = S_{De}(T^*)$ (mm) = 16.95
- forza di risposta elastica = $S_e(T^*) m^*$ (kN) = 5706.53
(taglio totale agente sulla base del sistema equivalente 1-GDL calcolato dallo spettro di risposta elastico);
- forza di snervamento Fy^* (kN) = 1650.60
(taglio alla base resistente del sistema equivalente 1-GDL ottenuto dall'analisi non lineare)

Rapporto tra forza di risposta elastica e forza di snervamento: $q^* = 3.457$

Controllo su q^* secondo §7.8.1.6

$q^* > 3.0$: la verifica di sicurezza deve ritenersi NON soddisfatta
 indipendentemente dal confronto tra capacità e domanda.

Nota su q^*

- q^* è funzione di due componenti:
 - proprietà dinamiche dell'oscillatore (dalla curva di capacità);
 - spettro di risposta, dipendente dall'accelerazione ag in input:
 - il valore di q^* sopra riportato corrisponde quindi ad ag in input.
- Se $q^* > 3.0$ (SLV), la verifica di sicurezza non è soddisfatta, indipendentemente dal rapporto tra capacità e domanda. Il valore di ag sostenibile (e quindi dell'indicatore di rischio = ag sostenibile / ag in input), verrà calcolato considerando un valore di ag , cioè una domanda, tale da garantire contemporaneamente le due seguenti condizioni:
 - $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC)
 - capacità \geq domanda (in termini di spostamento)

Risposta in spostamento del sistema anelastico: d^*, max (mm) = 27.62

Conversione della risposta equivalente in quella effettiva dell'edificio:

Spostamento effettivo di risposta del punto di controllo: $\Gamma d^*, max$ (mm) = 38.90

Verifica di sicurezza (§7.3.4.1 - §7.8.1.5.4 - §C7.3.4.1 - §C7.8.1.5.4):

Domanda sismica in spostamento (mm) = 38.90

Capacità di spostamento a SLV (mm) = 13.38

SLV: Capacità < Domanda

Verifiche per edifici strategici o importanti:

SLV: Capacità in termini di PGA (PGA, CLV) = 0.131 g
 corrispondente, per il sito di ubicazione dell'edificio, al periodo di ritorno TR, CLV = 60 anni.
 Tale accelerazione, nel periodo di riferimento VR = 75 anni,
 ha la probabilità di essere superata pari a: PVR = 71.35 %
 (rispetto ai valori di progetto per SLV - sopra riportati - deve risultare:
 in caso di verifica di sicurezza non soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV minori,
 e PVR, CLV maggiori; per verifica soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV maggiori, e PVR, CLV minori).

Riepilogo per SLV

	TR (anni)	PGA (*g)	PVR (%)
Domanda	712	0.299	10.0
Capacità	60	0.131	71.3

Indicatore di Rischio Sismico

(indicatore di rischio = rapporto tra capacità e domanda):

- in termini di PGA: $\alpha, V = PGA, CLV / PGA, DLV = \zeta, E, SLV, PGA = 0.131/0.299 = 0.438$
- in termini di TR: $\alpha, V = TR, CLV / TR, DLV (=TR$ in input per SLV) = $60/712 = 0.084$

Nota sul metodo di calcolo dell'indicatore di rischio sismico

- Il calcolo degli indicatori di rischio sismico viene effettuato attraverso un procedimento iterativo sulla domanda. Questa viene fatta variare fino a trovare il massimo valore sostenibile, tale cioè da garantire il soddisfacimento contemporaneo delle due seguenti condizioni:
 - capacità \geq domanda (in termini di spostamento);
 - $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC).

Calcolo del Fattore di Comportamento 'q' (§7.8.1.3 - §C8.7.1.2):

Taglio di prima plastificazione (kN) = 60.00

90% del Taglio massimo (kN) = 2224.55

Rapporto $\alpha, u/\alpha, 1$ calcolato = 37.076

Rapporto $\alpha, u/\alpha, 1$ effettivo = 2.500

Edificio regolare in altezza: $q = 5.000$

CURVA n° 5

TIPO DI CURVA: (A) LINEARE: PROPORZIONALE ALLE FORZE STATICHE
(DISTRIBUZIONE PRINCIPALE [GRUPPO 1]. RAPPORTI TRA FORZE FISSI NEL CORSO DEL PROCESSO INCREMENTALE)
DIREZIONE E VERSO: +Y
ECCENTRICITÀ ACCIDENTALE (MOMENTO TORCENTE AGGIUNTIVO): + MT
COMBINAZIONE COMPONENTI: +Y + 0.3 X
PUNTO DI CONTROLLO: CENTRO DI MASSA DEL PIANO 3

VERIFICA DI SICUREZZA per SLV (Stato Limite ultimo di salvaguardia della Vita)

Sistema reale M-GDL (a più gradi di libertà):

Rigidità iniziale (elastica) (kN/m) = 219082.30
Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, M-GDL (kN) = 1284.31
Peso sismico totale W (kN) = 14046.44
Massa sismica totale M (k*kgm) = 1432.338
Rapporto forza/peso (F, Max, M-GDL / W) = 0.091
Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, M-GDL (kN) = 1284.31

Punto di controllo ubicato al 3° piano. Spostamento orizzontale: dc (mm):
- iniziale = 0.00
- al limite ultimo: dc, SLV, M-GDL = 9.29, di cui dovuto alle forze orizzontali = 9.29

Sistema equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

Calcolo della Massa m^* e del Fattore di partecipazione modale Γ (§C7.3.4.1):

è stato scelto il calcolo con le sole masse traslazionali nella direzione di analisi;
per ogni piano, risultano i seguenti parametri (elencati nel seguito):

- completamente rigido: è tale un piano rigido (quindi con relazione master-slave) al quale non appartenga nessuna massa non riferita al nodo master. In tal caso, la massa di piano coincide con la massa concentrata nel nodo master e lo spostamento di piano è esattamente lo spostamento del nodo master;
- masse di piano m_i traslazionali;
- corrispondenti spostamenti modali ϕ_i secondo il modo principale nella direzione di analisi (Y): dall'analisi modale, il modo principale è il modo 8 con massa modale efficace (in direzione Y) pari a: 16.6% (i risultati dell'analisi modale sono riferiti alle rigidità utilizzate in analisi pushover, che possono differire dalle rigidità considerate in analisi modale. In Analisi Modale le rigidità considerate corrispondono al parametro %K, elast dei dati Aste e tengono quindi conto dell'eventuale rigidità fessurata (%K, elast < 100%); in Analisi Pushover al passo iniziale per maschi e fasce in muratura vengono considerate rigidità elastiche)
- piano del Punto di Controllo (scelto a priori)
- spostamenti normalizzati rispetto allo spostamento del punto di controllo (nel caso di piano deformabile, la massa di piano coincide con la somma delle masse di piano e lo spostamento del baricentro è dato dalla distanza fra il baricentro delle masse spostate -secondo la forma modale- ed il baricentro delle masse nella configurazione indeformata):

Piano	Compl. rigido	Massa (k*kgm)	Spostamento (mm)	Punto di controllo	Spostamento normalizzato
1		538.56	114.25		6.242
2		562.12	194.45		10.624
3		331.66	334.97	X	18.302

Dai parametri precedenti risulta:

Massa $m^* = \sum(m_i \phi_i^2)$ (k*kgm) = 841.65
Coefficiente di partecipazione $\Gamma = \sum(m_i \phi_i) / \sum(m_i \phi_i^2) = 1.442$

Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, 1-GDL = (F, Max, M-GDL / Γ) (kN) = 890.64
Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, 1-GDL = (F, SLV, M-GDL / Γ) (kN) = 890.64
Spostamento a SLV (Stato Limite ultimo): d, SLV, 1-GDL = (d, SLV, M-GDL / Γ) (mm) = 6.44

Sistema bi-lineare equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

70% della Resistenza massima del sistema 1-GDL = 70% F, Max, 1-GDL (kN) = 623.45
Rigidità elastica: K^* (kN/m) = 197568.50 (=90.180% della rigidità elastica del sistema M-GDL)
Periodo elastico: $T^* = 2(m^*/K^*)$ (sec) = 0.410
Punto di snervamento: spostamento dy^* (mm) = 4.33
forza Fy^* (kN) = 854.39

Stato Limite SLV e relativa probabilità di superamento (§3.2.1):
PVR: Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V, R = 10 %
Da PVR e V, R, per SLV risulta definito il valore di T, R (§ All. a)
attraverso la relazione: $T, R = -V, R / [1 - \ln(1 - PVR)]$

Valori dei parametri ag , Fo , TC^* per i periodi di ritorno TR associati allo Stato Limite SLV
e: SS, CC, S, TB, TC, TD, Fv [§3.2.3], dove:
 ag = accelerazione orizzontale massima al sito,
 Fo = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale,
 TC^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale,
SS = coefficiente di sottosuolo;
CC = coefficiente per TC dipendente dal sottosuolo;
S = coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche;
TB, TC, TD = periodi di spettro;

Fv = fattore di amplificazione spettrale massima per spettro in accelerazione verticale:

Stato Limite	TR (anni)	a, g (*g)	Fo	TC* (sec)	SS	CC	S	TB (sec)	TC (sec)	TD (sec)	Fv
SLV	712	0.207	2.448	0.316	1.443	1.823	1.443	0.192	0.576	2.428	1.504

Risposta massima in spostamento del sistema equivalente:

Risposta del sistema elastico di pari periodo:

- in accelerazione: $S_e(T^*) = 0.731 g$
- in spostamento: $d^*, e, max = S_{De}(T^*)$ (mm) = 30.55
- forza di risposta elastica = $S_e(T^*) m^*$ (kN) = 6035.48
(taglio totale agente sulla base del sistema equivalente 1-GDL calcolato dallo spettro di risposta elastico);
- forza di snervamento F_y^* (kN) = 854.39
(taglio alla base resistente del sistema equivalente 1-GDL ottenuto dall'analisi non lineare)

Rapporto tra forza di risposta elastica e forza di snervamento: $q^* = 7.064$

Controllo su q^* secondo §7.8.1.6

$q^* > 3.0$: la verifica di sicurezza deve ritenersi NON soddisfatta
 indipendentemente dal confronto tra capacità e domanda.

Nota su q^*

- q^* è funzione di due componenti:
 - proprietà dinamiche dell'oscillatore (dalla curva di capacità);
 - spettro di risposta, dipendente dall'accelerazione a_g in input:
 - il valore di q^* sopra riportato corrisponde quindi ad a_g in input.
- Se $q^* > 3.0$ (SLV), la verifica di sicurezza non è soddisfatta, indipendentemente dal rapporto tra capacità e domanda. Il valore di a_g sostenibile (e quindi dell'indicatore di rischio = a_g sostenibile / a_g in input), verrà calcolato considerando un valore di a_g , cioè una domanda, tale da garantire contemporaneamente le due seguenti condizioni:
 - $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC)
 - capacità \geq domanda (in termini di spostamento)

Risposta in spostamento del sistema anelastico: d^*, max (mm) = 41.16

Conversione della risposta equivalente in quella effettiva dell'edificio:

Spostamento effettivo di risposta del punto di controllo: $\Gamma d^*, max$ (mm) = 59.34

Verifica di sicurezza (§7.3.4.1 - §7.8.1.5.4 - §C7.3.4.1 - §C7.8.1.5.4):

Domanda sismica in spostamento (mm) = 59.34

Capacità di spostamento a SLV (mm) = 9.29

SLV: Capacità < Domanda

Verifiche per edifici strategici o importanti:

SLV: Capacità in termini di PGA (PGA, CLV) = 0.057 g
 corrispondente, per il sito di ubicazione dell'edificio, al periodo di ritorno TR, CLV = 8 anni.
 Tale accelerazione, nel periodo di riferimento VR = 75 anni,
 ha la probabilità di essere superata pari a: PVR = 99.992 %
 (rispetto ai valori di progetto per SLV - sopra riportati - deve risultare:
 in caso di verifica di sicurezza non soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV minori,
 e PVR, CLV maggiori; per verifica soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV maggiori, e PVR, CLV minore).

Riepilogo per SLV

	TR (anni)	PGA (*g)	PVR (%)
Domanda	712	0.299	10.0
Capacità	8	0.057	100.0

Indicatore di Rischio Sismico

(indicatore di rischio = rapporto tra capacità e domanda):

- in termini di PGA: $\alpha_v = PGA_{CLV} / PGA_{DLV} = \zeta, E, SLV, PGA = 0.057/0.299 = 0.191$
- in termini di TR: $\alpha_v = TR_{CLV} / TR_{DLV} (=TR \text{ in input per SLV}) = 8/712 = 0.011$

Nota sul metodo di calcolo dell'indicatore di rischio sismico

- Il calcolo degli indicatori di rischio sismico viene effettuato attraverso un procedimento iterativo sulla domanda. Questa viene fatta variare fino a trovare il massimo valore sostenibile, tale cioè da garantire il soddisfacimento contemporaneo delle due seguenti condizioni:
 - capacità \geq domanda (in termini di spostamento);
 - $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC).

Calcolo del Fattore di Comportamento 'q' (§7.8.1.3 - §C8.7.1.2):

Taglio di prima plasticizzazione (kN) = 60.00

90% del Taglio massimo (kN) = 1155.88

Rapporto α_u / α_1 calcolato = 19.265

Rapporto α_u / α_1 effettivo = 2.500

Edificio regolare in altezza: $q = 5.000$

CURVA n° 6

TIPO DI CURVA: (A) LINEARE: PROPORZIONALE ALLE FORZE STATICHE (DISTRIBUZIONE PRINCIPALE [GRUPPO 1]. RAPPORTI TRA FORZE FISSI NEL CORSO DEL PROCESSO INCREMENTALE)
DIREZIONE E VERSO: +Y
ECCENTRICITÀ ACCIDENTALE (MOMENTO TORCENTE AGGIUNTIVO): - MT
COMBINAZIONE COMPONENTI: +Y + 0.3 X
PUNTO DI CONTROLLO: CENTRO DI MASSA DEL PIANO 3

VERIFICA DI SICUREZZA per SLV (Stato Limite ultimo di salvaguardia della Vita)

Sistema reale M-GDL (a più gradi di libertà):

Rigidità iniziale (elastica) (kN/m) = 218978.50
 Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, M-GDL (kN) = 1436.88
 Peso sismico totale W (kN) = 14046.44
 Massa sismica totale M (k*kgm) = 1432.338
 Rapporto forza/peso (F, Max, M-GDL / W) = 0.102
 Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, M-GDL (kN) = 1436.88

Punto di controllo ubicato al 3° piano. Spostamento orizzontale: dc (mm):
 - iniziale = 0.00
 - al limite ultimo: dc, SLV, M-GDL = 12.85, di cui dovuto alle forze orizzontali = 12.85

Sistema equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

Calcolo della Massa m* e del Fattore di partecipazione modale Γ (§C7.3.4.1):

è stato scelto il calcolo con le sole masse traslazionali nella direzione di analisi;
 per ogni piano, risultano i seguenti parametri (elencati nel seguito):
 - completamente rigido: è tale un piano rigido (quindi con relazione master-slave) al quale non appartenga nessuna massa non riferita al nodo master. In tal caso, la massa di piano coincide con la massa concentrata nel nodo master e lo spostamento di piano è esattamente lo spostamento del nodo master;
 - masse di piano m_i traslazionali;
 - corrispondenti spostamenti modali ϕ_{i} secondo il modo principale nella direzione di analisi (Y): dall'analisi modale, il modo principale è il modo 8 con massa modale efficace (in direzione Y) pari a: 16.6%
 (i risultati dell'analisi modale sono riferiti alle rigidità utilizzate in analisi pushover, che possono differire dalle rigidità considerate in analisi modale. In Analisi Modale le rigidità considerate corrispondono al parametro %K, elast dei dati Aste e tengono quindi conto dell'eventuale rigidità fessurata (%K, elast < 100%); in Analisi Pushover al passo iniziale per maschi e fasce in muratura vengono considerate rigidità elastiche)
 - piano del Punto di Controllo (scelto a priori)
 - spostamenti normalizzati rispetto allo spostamento del punto di controllo (nel caso di piano deformabile, la massa di piano coincide con la somma delle masse di piano e lo spostamento del baricentro è dato dalla distanza fra il baricentro delle masse spostate -secondo la forma modale- ed il baricentro delle masse nella configurazione indeformata):

Piano	Compl. rigido	Massa (k*kgm)	Spostamento (mm)	Punto di controllo	Spostamento normalizzato
1		538.56	114.25		6.242
2		562.12	194.45		10.624
3		331.66	334.97	X	18.302

Dai parametri precedenti risulta:

Massa m* = $\Sigma(m_i \cdot \phi_i)$ (k*kgm) = 841.65
 Coefficiente di partecipazione modale $\Gamma = \Sigma(m_i \cdot \phi_i) / \Sigma(m_i \cdot \phi_i^2) = 1.442$

Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, 1-GDL = (F, Max, M-GDL / Γ) (kN) = 996.45
 Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, 1-GDL = (F, SLV, M-GDL / Γ) (kN) = 996.45
 Spostamento a SLV (Stato Limite ultimo): d, SLV, 1-GDL = (d, SLV, M-GDL / Γ) (mm) = 8.91

Sistema bi-lineare equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

70% della Resistenza massima del sistema 1-GDL = 70% F, Max, 1-GDL (kN) = 697.51
 Rigidità elastica: K* (kN/m) = 189109.20 (=86.360% della rigidità elastica del sistema M-GDL)
 Periodo elastico: T* = $2(m^*/K^*)$ (sec) = 0.419
 Punto di snervamento: spostamento dy* (mm) = 4.94
 forza Fy* (kN) = 933.79

Stato Limite SLV e relativa probabilità di superamento (§3.2.1):
 PVR: Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V, R = 10 %
 Da PVR e V, R, per SLV risulta definito il valore di T, R (§ All. a) attraverso la relazione: T, R = - V, R / [1 - ln(1 - PVR)]

Valori dei parametri ag, Fo, TC* per i periodi di ritorno TR associati allo Stato Limite SLV e: SS, CC, S, TB, TC, TD, Fv [§3.2.3], dove:
 ag = accelerazione orizzontale massima al sito,
 Fo = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale,
 TC* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale,
 SS = coefficiente di sottosuolo;
 CC = coefficiente per TC dipendente dal sottosuolo;
 S = coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche;
 TB, TC, TD = periodi di spettro;

Fv = fattore di amplificazione spettrale massima per spettro in accelerazione verticale:

Stato Limite	TR (anni)	a, g (*g)	Fo	TC* (sec)	SS	CC	S	TB (sec)	TC (sec)	TD (sec)	Fv
SLV	712	0.207	2.448	0.316	1.443	1.823	1.443	0.192	0.576	2.428	1.504

Risposta massima in spostamento del sistema equivalente:

Risposta del sistema elastico di pari periodo:

- in accelerazione: $S_e(T^*) = 0.731 g$
- in spostamento: $d^*, e, max = S_{De}(T^*)$ (mm) = 31.91
- forza di risposta elastica = $S_e(T^*) m^*$ (kN) = 6035.48
(taglio totale agente sulla base del sistema equivalente 1-GDL calcolato dallo spettro di risposta elastico);
- forza di snervamento F_y^* (kN) = 933.79
(taglio alla base resistente del sistema equivalente 1-GDL ottenuto dall'analisi non lineare)

Rapporto tra forza di risposta elastica e forza di snervamento: $q^* = 6.463$

Controllo su q^* secondo §7.8.1.6

$q^* > 3.0$: la verifica di sicurezza deve ritenersi NON soddisfatta
 indipendentemente dal confronto tra capacità e domanda.

Nota su q^*

- q^* è funzione di due componenti:
 - proprietà dinamiche dell'oscillatore (dalla curva di capacità);
 - spettro di risposta, dipendente dall'accelerazione a_g in input:
 - il valore di q^* sopra riportato corrisponde quindi ad a_g in input.
- Se $q^* > 3.0$ (SLV), la verifica di sicurezza non è soddisfatta, indipendentemente dal rapporto tra capacità e domanda. Il valore di a_g sostenibile (e quindi dell'indicatore di rischio = a_g sostenibile / a_g in input), verrà calcolato considerando un valore di a_g , cioè una domanda, tale da garantire contemporaneamente le due seguenti condizioni:
 - $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC)
 - capacità \geq domanda (in termini di spostamento)

Risposta in spostamento del sistema anelastico: d^*, max (mm) = 42.01

Conversione della risposta equivalente in quella effettiva dell'edificio:

Spostamento effettivo di risposta del punto di controllo: $\Gamma d^*, max$ (mm) = 60.57

Verifica di sicurezza (§7.3.4.1 - §7.8.1.5.4 - §C7.3.4.1 - §C7.8.1.5.4):

Domanda sismica in spostamento (mm) = 60.57

Capacità di spostamento a SLV (mm) = 12.85

SLV: Capacità < Domanda

Verifiche per edifici strategici o importanti:

SLV: Capacità in termini di PGA (PGA, CLV) = 0.075 g
 corrispondente, per il sito di ubicazione dell'edificio, al periodo di ritorno TR, CLV = 16 anni.
 Tale accelerazione, nel periodo di riferimento VR = 75 anni,
 ha la probabilità di essere superata pari a: PVR = 99.079 %
 (rispetto ai valori di progetto per SLV - sopra riportati - deve risultare:
 in caso di verifica di sicurezza non soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV minori,
 e PVR, CLV maggiori; per verifica soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV maggiori, e PVR, CLV minori).

Riepilogo per SLV

	TR (anni)	PGA (*g)	PVR (%)
Domanda	712	0.299	10.0
Capacità	16	0.075	99.1

Indicatore di Rischio Sismico

(indicatore di rischio = rapporto tra capacità e domanda):

- in termini di PGA: $\alpha_v = PGA_{CLV} / PGA_{DLV} = \zeta, E, SLV, PGA = 0.075/0.299 = 0.251$
- in termini di TR: $\alpha_v = TR_{CLV} / TR_{DLV} (=TR \text{ in input per SLV}) = 16/712 = 0.022$

Nota sul metodo di calcolo dell'indicatore di rischio sismico

- Il calcolo degli indicatori di rischio sismico viene effettuato attraverso un procedimento iterativo sulla domanda. Questa viene fatta variare fino a trovare il massimo valore sostenibile, tale cioè da garantire il soddisfacimento contemporaneo delle due seguenti condizioni:
 - capacità \geq domanda (in termini di spostamento);
 - $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC).

Calcolo del Fattore di Comportamento 'q' (§7.8.1.3 - §C8.7.1.2):

Taglio di prima plastificazione (kN) = 60.00

90% del Taglio massimo (kN) = 1293.19

Rapporto α_u / α_1 calcolato = 21.553

Rapporto α_u / α_1 effettivo = 2.500

Edificio regolare in altezza: $q = 5.000$

CURVA n° 7

TIPO DI CURVA: (A) LINEARE: PROPORZIONALE ALLE FORZE STATICHE (DISTRIBUZIONE PRINCIPALE [GRUPPO 1]. RAPPORTI TRA FORZE FISSI NEL CORSO DEL PROCESSO INCREMENTALE)
DIREZIONE E VERSO: +Y
ECCENTRICITÀ ACCIDENTALE (MOMENTO TORCENTE AGGIUNTIVO): + MT
COMBINAZIONE COMPONENTI: +Y - 0.3 X
PUNTO DI CONTROLLO: CENTRO DI MASSA DEL PIANO 3

VERIFICA DI SICUREZZA per SLV (Stato Limite ultimo di salvaguardia della Vita)

Sistema reale M-GDL (a più gradi di libertà):

Rigidità iniziale (elastica) (kN/m) = 216896.50
 Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, M-GDL (kN) = 1283.85
 Peso sismico totale W (kN) = 14046.44
 Massa sismica totale M (k*kgm) = 1432.338
 Rapporto forza/peso (F, Max, M-GDL / W) = 0.091
 Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, M-GDL (kN) = 1283.85

Punto di controllo ubicato al 3° piano. Spostamento orizzontale: dc (mm):
 - iniziale = 0.00
 - al limite ultimo: dc, SLV, M-GDL = 9.35, di cui dovuto alle forze orizzontali = 9.35

Sistema equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

Calcolo della Massa m* e del Fattore di partecipazione modale Γ (§C7.3.4.1):

è stato scelto il calcolo con le sole masse traslazionali nella direzione di analisi;
 per ogni piano, risultano i seguenti parametri (elencati nel seguito):
 - completamente rigido: è tale un piano rigido (quindi con relazione master-slave) al quale non appartenga nessuna massa non riferita al nodo master. In tal caso, la massa di piano coincide con la massa concentrata nel nodo master e lo spostamento di piano è esattamente lo spostamento del nodo master;
 - masse di piano m_i traslazionali;
 - corrispondenti spostamenti modali φ_i secondo il modo principale nella direzione di analisi (Y): dall'analisi modale, il modo principale è il modo 8 con massa modale efficace (in direzione Y) pari a: 16.6% (i risultati dell'analisi modale sono riferiti alle rigidità utilizzate in analisi pushover, che possono differire dalle rigidità considerate in analisi modale. In Analisi Modale le rigidità considerate corrispondono al parametro %K_{elast} dei dati Aste e tengono quindi conto dell'eventuale rigidità fessurata (%K_{elast} < 100%); in Analisi Pushover al passo iniziale per maschi e fasce in muratura vengono considerate rigidità elastiche)
 - piano del Punto di Controllo (scelto a priori)
 - spostamenti normalizzati rispetto allo spostamento del punto di controllo (nel caso di piano deformabile, la massa di piano coincide con la somma delle masse di piano e lo spostamento del baricentro è dato dalla distanza fra il baricentro delle masse spostate -secondo la forma modale- ed il baricentro delle masse nella configurazione indeformata):

Piano	Compl. rigido	Massa (k*kgm)	Spostamento (mm)	Punto di controllo	Spostamento normalizzato
1		538.56	114.25		6.242
2		562.12	194.45		10.624
3		331.66	334.97	X	18.302

Dai parametri precedenti risulta:

Massa m* = Σ(m_i*φ_i²) (k*kgm) = 841.65
 Coefficiente di partecipazione modale Γ = Σ(m_i*φ_i) / Σ(m_i*φ_i²) = 1.442

Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, 1-GDL = (F, Max, M-GDL / Γ) (kN) = 890.33
 Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, 1-GDL = (F, SLV, M-GDL / Γ) (kN) = 890.33
 Spostamento a SLV (Stato Limite ultimo): d, SLV, 1-GDL = (d, SLV, M-GDL / Γ) (mm) = 6.49

Sistema bi-lineare equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

70% della Resistenza massima del sistema 1-GDL = 70% F, Max, 1-GDL (kN) = 623.23
 Rigidità elastica: K* (kN/m) = 195295.40 (=90.041% della rigidità elastica del sistema M-GDL)
 Periodo elastico: T* = 2(m*/K*) (sec) = 0.412
 Punto di snervamento: spostamento dy* (mm) = 4.38
 forza Fy* (kN) = 854.77

Stato Limite SLV e relativa probabilità di superamento (§3.2.1):
 PVR: Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V, R = 10 %
 Da PVR e V, R, per SLV risulta definito il valore di T, R (§ All. a) attraverso la relazione: T, R = - V, R / [1 - ln(1 - PVR)]

Valori dei parametri ag, Fo, TC* per i periodi di ritorno TR associati allo Stato Limite SLV e: SS, CC, S, TB, TC, TD, Fv [§3.2.3], dove:
 ag = accelerazione orizzontale massima al sito,
 Fo = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale,
 TC* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale,
 SS = coefficiente di sottosuolo;
 CC = coefficiente per TC dipendente dal sottosuolo;
 S = coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche;
 TB, TC, TD = periodi di spettro;

Fv = fattore di amplificazione spettrale massima per spettro in accelerazione verticale:

Stato Limite	TR (anni)	a, g (*g)	Fo	TC* (sec)	SS	CC	S	TB (sec)	TC (sec)	TD (sec)	Fv
SLU: SLV	712	0.207	2.448	0.316	1.443	1.823	1.443	0.192	0.576	2.428	1.504

Risposta massima in spostamento del sistema equivalente:

Risposta del sistema elastico di pari periodo:

- in accelerazione: $S_e(T^*) = 0.731 g$
- in spostamento: $d^*, e, max = S_{De}(T^*)$ (mm) = 30.90
- forza di risposta elastica = $S_e(T^*) m^*$ (kN) = 6035.48
(taglio totale agente sulla base del sistema equivalente 1-GDL calcolato dallo spettro di risposta elastico);
- forza di snervamento Fy^* (kN) = 854.77
(taglio alla base resistente del sistema equivalente 1-GDL ottenuto dall'analisi non lineare)

Rapporto tra forza di risposta elastica e forza di snervamento: $q^* = 7.061$

Controllo su q^* secondo §7.8.1.6

$q^* > 3.0$: la verifica di sicurezza deve ritenersi NON soddisfatta
 indipendentemente dal confronto tra capacità e domanda.

Nota su q^*

q^* è funzione di due componenti:

1. proprietà dinamiche dell'oscillatore (dalla curva di capacità);
2. spettro di risposta, dipendente dall'accelerazione ag in input:
 il valore di q^* sopra riportato corrisponde quindi ad ag in input.
 Se $q^* > 3.0$ (SLV), la verifica di sicurezza non è soddisfatta, indipendentemente dal rapporto tra capacità e domanda. Il valore di ag sostenibile (e quindi dell'indicatore di rischio = ag sostenibile / ag in input), verrà calcolato considerando un valore di ag , cioè una domanda, tale da garantire contemporaneamente le due seguenti condizioni:
 a) $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC)
 b) capacità \geq domanda (in termini di spostamento)

Risposta in spostamento del sistema anelastico: d^*, max (mm) = 41.42

Conversione della risposta equivalente in quella effettiva dell'edificio:

Spostamento effettivo di risposta del punto di controllo: $\Gamma d^*, max$ (mm) = 59.72

Verifica di sicurezza (§7.3.4.1 - §7.8.1.5.4 - §C7.3.4.1 - §C7.8.1.5.4):

Domanda sismica in spostamento (mm) = 59.72

Capacità di spostamento a SLV (mm) = 9.35

SLV: Capacità < Domanda

Verifiche per edifici strategici o importanti:

SLV: Capacità in termini di PGA (PGA, CLV) = 0.057 g
 corrispondente, per il sito di ubicazione dell'edificio, al periodo di ritorno TR, CLV = 8 anni.
 Tale accelerazione, nel periodo di riferimento VR = 75 anni,
 ha la probabilità di essere superata pari a: PVR = 99.992 %
 (rispetto ai valori di progetto per SLV - sopra riportati - deve risultare:
 in caso di verifica di sicurezza non soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV minori,
 e PVR, CLV maggiori; per verifica soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV maggiori, e PVR, CLV minori).

Riepilogo per SLV

	TR (anni)	PGA (*g)	PVR (%)
Domanda	712	0.299	10.0
Capacità	8	0.057	100.0

Indicatore di Rischio Sismico

(indicatore di rischio = rapporto tra capacità e domanda):

- in termini di PGA: $\alpha, V = PGA, CLV / PGA, DLV = \zeta, E, SLV, PGA = 0.057/0.299 = 0.191$
- in termini di TR: $\alpha, V = TR, CLV / TR, DLV (=TR$ in input per SLV) = $8/712 = 0.011$

Nota sul metodo di calcolo dell'indicatore di rischio sismico

Il calcolo degli indicatori di rischio sismico viene effettuato attraverso un procedimento iterativo sulla domanda. Questa viene fatta variare fino a trovare il massimo valore sostenibile, tale cioè da garantire il soddisfacimento contemporaneo delle due seguenti condizioni:
 a) capacità \geq domanda (in termini di spostamento);
 b) $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC).

Calcolo del Fattore di Comportamento 'q' (§7.8.1.3 - §C8.7.1.2):

Taglio di prima plastificazione (kN) = 60.00

90% del Taglio massimo (kN) = 1155.47

Rapporto $\alpha, u/\alpha, 1$ calcolato = 19.258

Rapporto $\alpha, u/\alpha, 1$ effettivo = 2.500

Edificio regolare in altezza: $q = 5.000$

CURVA n° 8

**TIPO DI CURVA: (A) LINEARE: PROPORZIONALE ALLE FORZE STATICHE (DISTRIBUZIONE PRINCIPALE [GRUPPO 1]. RAPPORTI TRA FORZE FISSI NEL CORSO DEL PROCESSO INCREMENTALE)
DIREZIONE E VERSO: +Y
ECCENTRICITÀ ACCIDENTALE (MOMENTO TORCENTE AGGIUNTIVO): - MT
COMBINAZIONE COMPONENTI: +Y - 0.3 X
PUNTO DI CONTROLLO: CENTRO DI MASSA DEL PIANO 3**

VERIFICA DI SICUREZZA per SLV (Stato Limite ultimo di salvaguardia della Vita)

Sistema reale M-GDL (a più gradi di libertà):

Rigidità iniziale (elastica) (kN/m) = 216068.90
Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, M-GDL (kN) = 1457.09
Peso sismico totale W (kN) = 14046.44
Massa sismica totale M (k*kgm) = 1432.338
Rapporto forza/peso (F, Max, M-GDL / W) = 0.104
Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, M-GDL (kN) = 1457.09

Punto di controllo ubicato al 3° piano. Spostamento orizzontale: dc (mm):
- iniziale = 0.00
- al limite ultimo: dc, SLV, M-GDL = 14.13, di cui dovuto alle forze orizzontali = 14.13

Sistema equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

Calcolo della Massa m* e del Fattore di partecipazione modale Γ (§C7.3.4.1):

è stato scelto il calcolo con le sole masse traslazionali nella direzione di analisi;
per ogni piano, risultano i seguenti parametri (elencati nel seguito):
- completamente rigido: è tale un piano rigido (quindi con relazione master-slave) al quale non appartenga nessuna massa non riferita al nodo master. In tal caso, la massa di piano coincide con la massa concentrata nel nodo master e lo spostamento di piano è esattamente lo spostamento del nodo master;
- masse di piano m_i traslazionali;
- corrispondenti spostamenti modali φ_i secondo il modo principale nella direzione di analisi (Y): dall'analisi modale, il modo principale è il modo 8 con massa modale efficace (in direzione Y) pari a: 16.6% (i risultati dell'analisi modale sono riferiti alle rigidità utilizzate in analisi pushover, che possono differire dalle rigidità considerate in analisi modale. In Analisi Modale le rigidità considerate corrispondono al parametro %K_{elast} dei dati Aste e tengono quindi conto dell'eventuale rigidità fessurata (%K_{elast} < 100%); in Analisi Pushover al passo iniziale per maschi e fasce in muratura vengono considerate rigidità elastiche)
- piano del Punto di Controllo (scelto a priori)
- spostamenti normalizzati rispetto allo spostamento del punto di controllo (nel caso di piano deformabile, la massa di piano coincide con la somma delle masse di piano e lo spostamento del baricentro è dato dalla distanza fra il baricentro delle masse spostate -secondo la forma modale- ed il baricentro delle masse nella configurazione indeformata):

Piano	Compl. rigido	Massa (k*kgm)	Spostamento (mm)	Punto di controllo	Spostamento normalizzato
1		538.56	114.25		6.242
2		562.12	194.45		10.624
3		331.66	334.97	X	18.302

Dai parametri precedenti risulta:

Massa m* = Σ(m_i*φ_i²) (k*kgm) = 841.65
Coefficiente di partecipazione Γ = Σ(m_i*φ_i) / Σ(m_i*φ_i²) = 1.442

Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, 1-GDL = (F, Max, M-GDL / Γ) (kN) = 1010.47
Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, 1-GDL = (F, SLV, M-GDL / Γ) (kN) = 1010.47
Spostamento a SLV (Stato Limite ultimo): d, SLV, 1-GDL = (d, SLV, M-GDL / Γ) (mm) = 9.80

Sistema bi-lineare equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

70% della Resistenza massima del sistema 1-GDL = 70% F, Max, 1-GDL (kN) = 707.33
Rigidità elastica: K* (kN/m) = 185733.50 (=85.960% della rigidità elastica del sistema M-GDL)
Periodo elastico: T* = 2(m*/K*) (sec) = 0.423
Punto di snervamento: spostamento dy* (mm) = 5.09
forza Fy* (kN) = 946.07

Stato Limite SLV e relativa probabilità di superamento (§3.2.1):
PVR: Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V, R = 10 %
Da PVR e V, R, per SLV risulta definito il valore di T, R (§ All. a) attraverso la relazione: T, R = - V, R / [1 - ln(1 - PVR)]

Valori dei parametri ag, Fo, TC* per i periodi di ritorno TR associati allo Stato Limite SLV e: SS, CC, S, TB, TC, TD, Fv [§3.2.3], dove:
ag = accelerazione orizzontale massima al sito,
Fo = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale,
TC* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale,
SS = coefficiente di sottosuolo;
CC = coefficiente per TC dipendente dal sottosuolo;
S = coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche;
TB, TC, TD = periodi di spettro;

Fv = fattore di amplificazione spettrale massima per spettro in accelerazione verticale:

Stato Limite	TR (anni)	a, g (*g)	Fo	TC* (sec)	SS	CC	S	TB (sec)	TC (sec)	TD (sec)	Fv
SLV	712	0.207	2.448	0.316	1.443	1.823	1.443	0.192	0.576	2.428	1.504

Risposta massima in spostamento del sistema equivalente:

Risposta del sistema elastico di pari periodo:

- in accelerazione: $S_e(T^*) = 0.731 g$
- in spostamento: $d^*, e, max = S_{De}(T^*)$ (mm) = 32.50
- forza di risposta elastica = $S_e(T^*) m^*$ (kN) = 6035.48
(taglio totale agente sulla base del sistema equivalente 1-GDL calcolato dallo spettro di risposta elastico);
- forza di snervamento Fy^* (kN) = 946.07
(taglio alla base resistente del sistema equivalente 1-GDL ottenuto dall'analisi non lineare)

Rapporto tra forza di risposta elastica e forza di snervamento: $q^* = 6.379$

Controllo su q^* secondo §7.8.1.6

$q^* > 3.0$: la verifica di sicurezza deve ritenersi NON soddisfatta
 indipendentemente dal confronto tra capacità e domanda.

Nota su q^*

- q^* è funzione di due componenti:
 - proprietà dinamiche dell'oscillatore (dalla curva di capacità);
 - spettro di risposta, dipendente dall'accelerazione ag in input:
 - il valore di q^* sopra riportato corrisponde quindi ad ag in input.
- Se $q^* > 3.0$ (SLV), la verifica di sicurezza non è soddisfatta, indipendentemente dal rapporto tra capacità e domanda. Il valore di ag sostenibile (e quindi dell'indicatore di rischio = ag sostenibile / ag in input), verrà calcolato considerando un valore di ag , cioè una domanda, tale da garantire contemporaneamente le due seguenti condizioni:
 - $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC)
 - capacità \geq domanda (in termini di spostamento)

Risposta in spostamento del sistema anelastico: d^*, max (mm) = 42.41

Conversione della risposta equivalente in quella effettiva dell'edificio:

Spostamento effettivo di risposta del punto di controllo: $\Gamma d^*, max$ (mm) = 61.15

Verifica di sicurezza (§7.3.4.1 - §7.8.1.5.4 - §C7.3.4.1 - §C7.8.1.5.4):

Domanda sismica in spostamento (mm) = 61.15

Capacità di spostamento a SLV (mm) = 14.13

SLV: Capacità < Domanda

Verifiche per edifici strategici o importanti:

SLV: Capacità in termini di PGA (PGA, CLV) = 0.081 g
 corrispondente, per il sito di ubicazione dell'edificio, al periodo di ritorno TR, CLV = 19 anni.
 Tale accelerazione, nel periodo di riferimento VR = 75 anni,
 ha la probabilità di essere superata pari a: PVR = 98.069 %
 (rispetto ai valori di progetto per SLV - sopra riportati - deve risultare:
 in caso di verifica di sicurezza non soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV minori,
 e PVR, CLV maggiori; per verifica soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV maggiori, e PVR, CLV minori).

Riepilogo per SLV

	TR (anni)	PGA (*g)	PVR (%)
Domanda	712	0.299	10.0
Capacità	19	0.081	98.1

Indicatore di Rischio Sismico

(indicatore di rischio = rapporto tra capacità e domanda):

- in termini di PGA: $\alpha, V = PGA, CLV / PGA, DLV = \zeta, E, SLV, PGA = 0.081/0.299 = 0.271$
- in termini di TR: $\alpha, V = TR, CLV / TR, DLV (=TR$ in input per SLV) = $19/712 = 0.027$

Nota sul metodo di calcolo dell'indicatore di rischio sismico

- Il calcolo degli indicatori di rischio sismico viene effettuato attraverso un procedimento iterativo sulla domanda. Questa viene fatta variare fino a trovare il massimo valore sostenibile, tale cioè da garantire il soddisfacimento contemporaneo delle due seguenti condizioni:
 - capacità \geq domanda (in termini di spostamento);
 - $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC).

Calcolo del Fattore di Comportamento 'q' (§7.8.1.3 - §C8.7.1.2):

Taglio di prima plastificazione (kN) = 60.00

90% del Taglio massimo (kN) = 1311.38

Rapporto $\alpha, u/\alpha, 1$ calcolato = 21.856

Rapporto $\alpha, u/\alpha, 1$ effettivo = 2.500

Edificio regolare in altezza: $q = 5.000$

CURVA n° 9

TIPO DI CURVA: (A) LINEARE: PROPORZIONALE ALLE FORZE STATICHE
(DISTRIBUZIONE PRINCIPALE [GRUPPO 1]. RAPPORTI TRA FORZE FISSI NEL CORSO DEL PROCESSO INCREMENTALE)
DIREZIONE E VERSO: -X
ECCENTRICITÀ ACCIDENTALE (MOMENTO TORCENTE AGGIUNTIVO): + MT
COMBINAZIONE COMPONENTI: -X + 0.3 Y
PUNTO DI CONTROLLO: CENTRO DI MASSA DEL PIANO 3

VERIFICA DI SICUREZZA per SLV (Stato Limite ultimo di salvaguardia della Vita)

Sistema reale M-GDL (a più gradi di libertà):

Rigidità iniziale (elastica) (kN/m) = 443265.80
Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, M-GDL (kN) = -2462.32
Peso sismico totale W (kN) = 14046.44
Massa sismica totale M (k*kgm) = 1432.338
Rapporto forza/peso (F, Max, M-GDL / W) = 0.175
Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, M-GDL (kN) = -2462.32

Punto di controllo ubicato al 3° piano. Spostamento orizzontale: dc (mm):
- iniziale = 0.00
- al limite ultimo: dc, SLV, M-GDL = -13.26, di cui dovuto alle forze orizzontali = -13.26

Sistema equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

Calcolo della Massa m^* e del Fattore di partecipazione modale Γ (§C7.3.4.1):

è stato scelto il calcolo con le sole masse traslazionali nella direzione di analisi;
per ogni piano, risultano i seguenti parametri (elencati nel seguito):

- completamente rigido: è tale un piano rigido (quindi con relazione master-slave) al quale non appartenga nessuna massa non riferita al nodo master. In tal caso, la massa di piano coincide con la massa concentrata nel nodo master e lo spostamento di piano è esattamente lo spostamento del nodo master;
- masse di piano m_i traslazionali;
- corrispondenti spostamenti modali ϕ_i secondo il modo principale nella direzione di analisi (X): dall'analisi modale, il modo principale è il modo 11 con massa modale efficace (in direzione X) pari a: 19.9% (i risultati dell'analisi modale sono riferiti alle rigidità utilizzate in analisi pushover, che possono differire dalle rigidità considerate in analisi modale. In Analisi Modale le rigidità considerate corrispondono al parametro %K, elast dei dati Aste e tengono quindi conto dell'eventuale rigidità fessurata (%K, elast < 100%); in Analisi Pushover al passo iniziale per maschi e fasce in muratura vengono considerate rigidità elastiche)
- piano del Punto di Controllo (scelto a priori)
- spostamenti normalizzati rispetto allo spostamento del punto di controllo (nel caso di piano deformabile, la massa di piano coincide con la somma delle masse di piano e lo spostamento del baricentro è dato dalla distanza fra il baricentro delle masse spostate -secondo la forma modale- ed il baricentro delle masse nella configurazione indeformata):

Piano	Compl. rigido	Massa (k*kgm)	Spostamento (mm)	Punto di controllo	Spostamento normalizzato
1		538.56	104.95		4.943
2		562.12	271.74		12.797
3		331.66	450.90	X	21.234

Dai parametri precedenti risulta:

Massa $m^* = \sum(m_i \cdot \phi_i)$ (k*kgm) = 795.78
Coefficiente di partecipazione $\Gamma = \sum(m_i \cdot \phi_i) / \sum(m_i \cdot \phi_i^2) = 1.408$

Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, 1-GDL = (F, Max, M-GDL / Γ) (kN) = -1748.81
Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, 1-GDL = (F, SLV, M-GDL / Γ) (kN) = -1748.81
Spostamento a SLV (Stato Limite ultimo): d, SLV, 1-GDL = (d, SLV, M-GDL / Γ) (mm) = -9.42

Sistema bi-lineare equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

70% della Resistenza massima del sistema 1-GDL = 70% F, Max, 1-GDL (kN) = -1224.17
Rigidità elastica: K^* (kN/m) = 338039.40 (=76.261% della rigidità elastica del sistema M-GDL)
Periodo elastico: $T^* = 2(m^*/K^*)$ (sec) = 0.305
Punto di snervamento: spostamento dy^* (mm) = -4.86
forza Fy^* (kN) = -1643.22

Stato Limite SLV e relativa probabilità di superamento (§3.2.1):
PVR: Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V, R = 10 %
Da PVR e V, R, per SLV risulta definito il valore di T, R (§ All. a)
attraverso la relazione: $T, R = -V, R / [1 - \ln(1 - PVR)]$

Valori dei parametri ag , F_0 , TC^* per i periodi di ritorno TR associati allo Stato Limite SLV

e: SS, CC, S, TB, TC, TD, Fv [§3.2.3], dove:
 ag = accelerazione orizzontale massima al sito,
 F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale,
 TC^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale,
SS = coefficiente di sottosuolo;
CC = coefficiente per TC dipendente dal sottosuolo;
S = coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche;
TB, TC, TD = periodi di spettro;

Fv = fattore di amplificazione spettrale massima per spettro in accelerazione verticale:

Stato Limite	TR (anni)	a, g (*g)	Fo	TC* (sec)	SS	CC	S	TB (sec)	TC (sec)	TD (sec)	Fv
SLU: SLV	712	0.207	2.448	0.316	1.443	1.823	1.443	0.192	0.576	2.428	1.504

Risposta massima in spostamento del sistema equivalente:

Risposta del sistema elastico di pari periodo:

- in accelerazione: $S_e(T^*) = 0.731 g$
- in spostamento: $d^*, e, max = S_{De}(T^*)$ (mm) = -16.88
- forza di risposta elastica = $S_e(T^*) m^*$ (kN) = 5706.53
(taglio totale agente sulla base del sistema equivalente 1-GDL calcolato dallo spettro di risposta elastico);
- forza di snervamento Fy^* (kN) = -1643.22
(taglio alla base resistente del sistema equivalente 1-GDL ottenuto dall'analisi non lineare)

Rapporto tra forza di risposta elastica e forza di snervamento: $q^* = 3.473$

Controllo su q^* secondo §7.8.1.6

$q^* > 3.0$: la verifica di sicurezza deve ritenersi NON soddisfatta
 indipendentemente dal confronto tra capacità e domanda.

Nota su q^*

- q^* è funzione di due componenti:
 - proprietà dinamiche dell'oscillatore (dalla curva di capacità);
 - spettro di risposta, dipendente dall'accelerazione ag in input:
 - il valore di q^* sopra riportato corrisponde quindi ad ag in input.
- Se $q^* > 3.0$ (SLV), la verifica di sicurezza non è soddisfatta, indipendentemente dal rapporto tra capacità e domanda. Il valore di ag sostenibile (e quindi dell'indicatore di rischio = ag sostenibile / ag in input), verrà calcolato considerando un valore di ag , cioè una domanda, tale da garantire contemporaneamente le due seguenti condizioni:
 - $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC)
 - capacità \geq domanda (in termini di spostamento)

Risposta in spostamento del sistema anelastico: d^*, max (mm) = -27.57

Conversione della risposta equivalente in quella effettiva dell'edificio:

Spostamento effettivo di risposta del punto di controllo: $\Gamma d^*, max$ (mm) = -38.83

Verifica di sicurezza (§7.3.4.1 - §7.8.1.5.4 - §C7.3.4.1 - §C7.8.1.5.4):

Domanda sismica in spostamento (mm) = -38.83

Capacità di spostamento a SLV (mm) = -13.26

SLV: Capacità < Domanda

Verifiche per edifici strategici o importanti:

SLV: Capacità in termini di PGA (PGA, CLV) = 0.130 g
 corrispondente, per il sito di ubicazione dell'edificio, al periodo di ritorno TR, CLV = 59 anni.
 Tale accelerazione, nel periodo di riferimento VR = 75 anni,
 ha la probabilità di essere superata pari a: PVR = 71.95 %
 (rispetto ai valori di progetto per SLV - sopra riportati - deve risultare:
 in caso di verifica di sicurezza non soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV minori,
 e PVR, CLV maggiori; per verifica soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV maggiori, e PVR, CLV minori).

Riepilogo per SLV

	TR (anni)	PGA (*g)	PVR (%)
Domanda	712	0.299	10.0
Capacità	59	0.130	71.9

Indicatore di Rischio Sismico

(indicatore di rischio = rapporto tra capacità e domanda):

- in termini di PGA: $\alpha, V = PGA, CLV / PGA, DLV = \zeta, E, SLV, PGA = 0.130/0.299 = 0.435$
- in termini di TR: $\alpha, V = TR, CLV / TR, DLV (=TR$ in input per SLV) = $59/712 = 0.083$

Nota sul metodo di calcolo dell'indicatore di rischio sismico

Il calcolo degli indicatori di rischio sismico viene effettuato attraverso un procedimento iterativo sulla domanda. Questa viene fatta variare fino a trovare il massimo valore sostenibile, tale cioè da garantire il soddisfacimento contemporaneo delle due seguenti condizioni:

- capacità \geq domanda (in termini di spostamento);
- $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC).

Calcolo del Fattore di Comportamento 'q' (§7.8.1.3 - §C8.7.1.2):

Taglio di prima plastificazione (kN) = 60.00

90% del Taglio massimo (kN) = 2216.09

Rapporto $\alpha, u/\alpha, 1$ calcolato = 36.935

Rapporto $\alpha, u/\alpha, 1$ effettivo = 2.500

Edificio regolare in altezza: $q = 5.000$

CURVA n° 10

TIPO DI CURVA: (A) LINEARE: PROPORZIONALE ALLE FORZE STATICHE
(DISTRIBUZIONE PRINCIPALE [GRUPPO 1]. RAPPORTI TRA FORZE FISSI NEL CORSO DEL PROCESSO INCREMENTALE)
DIREZIONE E VERSO: -X
ECCENTRICITÀ ACCIDENTALE (MOMENTO TORCENTE AGGIUNTIVO): - MT
COMBINAZIONE COMPONENTI: -X + 0.3 Y
PUNTO DI CONTROLLO: CENTRO DI MASSA DEL PIANO 3

VERIFICA DI SICUREZZA per SLV (Stato Limite ultimo di salvaguardia della Vita)

Sistema reale M-GDL (a più gradi di libertà):

Rigidità iniziale (elastica) (kN/m) = 414052.80
Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, M-GDL (kN) = -1988.73
Peso sismico totale W (kN) = 14046.44
Massa sismica totale M (k*kgm) = 1432.338
Rapporto forza/peso (F, Max, M-GDL / W) = 0.142
Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, M-GDL (kN) = -1988.73

Punto di controllo ubicato al 3° piano. Spostamento orizzontale: dc (mm):
- iniziale = 0.00
- al limite ultimo: dc, SLV, M-GDL = -12.20, di cui dovuto alle forze orizzontali = -12.20

Sistema equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

Calcolo della Massa m^* e del Fattore di partecipazione modale Γ (§C7.3.4.1):

è stato scelto il calcolo con le sole masse traslazionali nella direzione di analisi;
per ogni piano, risultano i seguenti parametri (elencati nel seguito):

- completamente rigido: è tale un piano rigido (quindi con relazione master-slave) al quale non appartenga nessuna massa non riferita al nodo master. In tal caso, la massa di piano coincide con la massa concentrata nel nodo master e lo spostamento di piano è esattamente lo spostamento del nodo master;
- masse di piano m_i traslazionali;
- corrispondenti spostamenti modali ϕ_i secondo il modo principale nella direzione di analisi (X): dall'analisi modale, il modo principale è il modo 11 con massa modale efficace (in direzione X) pari a: 19.9% (i risultati dell'analisi modale sono riferiti alle rigidità utilizzate in analisi pushover, che possono differire dalle rigidità considerate in analisi modale. In Analisi Modale le rigidità considerate corrispondono al parametro %K, elast dei dati Aste e tengono quindi conto dell'eventuale rigidità fessurata (%K, elast < 100%); in Analisi Pushover al passo iniziale per maschi e fasce in muratura vengono considerate rigidità elastiche)
- piano del Punto di Controllo (scelto a priori)
- spostamenti normalizzati rispetto allo spostamento del punto di controllo (nel caso di piano deformabile, la massa di piano coincide con la somma delle masse di piano e lo spostamento del baricentro è dato dalla distanza fra il baricentro delle masse spostate -secondo la forma modale- ed il baricentro delle masse nella configurazione indeformata):

Piano	Compl. rigido	Massa (k*kgm)	Spostamento (mm)	Punto di controllo	Spostamento normalizzato
1		538.56	104.95		4.943
2		562.12	271.74		12.797
3		331.66	450.90	X	21.234

Dai parametri precedenti risulta:

Massa $m^* = \sum(m_i \phi_i^2)$ (k*kgm) = 795.78
Coefficiente di partecipazione $\Gamma = \sum(m_i \phi_i) / \sum(m_i \phi_i^2) = 1.408$

Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, 1-GDL = (F, Max, M-GDL / Γ) (kN) = -1412.45
Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, 1-GDL = (F, SLV, M-GDL / Γ) (kN) = -1412.45
Spostamento a SLV (Stato Limite ultimo): d, SLV, 1-GDL = (d, SLV, M-GDL / Γ) (mm) = -8.67

Sistema bi-lineare equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

70% della Resistenza massima del sistema 1-GDL = 70% F, Max, 1-GDL (kN) = -988.72
Rigidità elastica: K^* (kN/m) = 281525.80 (=67.993% della rigidità elastica del sistema M-GDL)
Periodo elastico: $T^* = 2(m^*/K^*)$ (sec) = 0.334
Punto di snervamento: spostamento dy^* (mm) = -4.64
forza Fy^* (kN) = -1305.81

Stato Limite SLV e relativa probabilità di superamento (§3.2.1):
PVR: Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V, R = 10 %
Da PVR e V, R, per SLV risulta definito il valore di T, R (§ All. a)
attraverso la relazione: $T, R = -V, R / [1 - \ln(1 - PVR)]$

Valori dei parametri ag , Fo , TC^* per i periodi di ritorno TR associati allo Stato Limite SLV
e: SS, CC, S, TB, TC, TD, Fv [§3.2.3], dove:
 ag = accelerazione orizzontale massima al sito,
 Fo = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale,
 TC^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale,
SS = coefficiente di sottosuolo;
CC = coefficiente per TC dipendente dal sottosuolo;
S = coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche;
TB, TC, TD = periodi di spettro;

Fv = fattore di amplificazione spettrale massima per spettro in accelerazione verticale:

Stato Limite	TR (anni)	a, g (*g)	Fo	TC* (sec)	SS	CC	S	TB (sec)	TC (sec)	TD (sec)	Fv
SLV	712	0.207	2.448	0.316	1.443	1.823	1.443	0.192	0.576	2.428	1.504

Risposta massima in spostamento del sistema equivalente:

Risposta del sistema elastico di pari periodo:

- in accelerazione: $S_e(T^*) = 0.731 \text{ g}$
 - in spostamento: $d^*, e, \max = S_{De}(T^*) \text{ (mm)} = -20.27$
 - forza di risposta elastica = $S_e(T^*) m^* \text{ (kN)} = 5706.53$
(taglio totale agente sulla base del sistema equivalente 1-GDL calcolato dallo spettro di risposta elastico);
 - forza di snervamento $F_y^* \text{ (kN)} = -1305.81$
(taglio alla base resistente del sistema equivalente 1-GDL ottenuto dall'analisi non lineare)
- Rapporto tra forza di risposta elastica e forza di snervamento: $q^* = 4.370$

Controllo su q^* secondo §7.8.1.6

$q^* > 3.0$: la verifica di sicurezza deve ritenersi NON soddisfatta
 indipendentemente dal confronto tra capacità e domanda.

Nota su q^*

- q^* è funzione di due componenti:
 - proprietà dinamiche dell'oscillatore (dalla curva di capacità);
 - spettro di risposta, dipendente dall'accelerazione a_g in input:
 il valore di q^* sopra riportato corrisponde quindi ad a_g in input.
- Se $q^* > 3.0$ (SLV), la verifica di sicurezza non è soddisfatta, indipendentemente dal rapporto tra capacità e domanda. Il valore di a_g sostenibile (e quindi dell'indicatore di rischio = a_g sostenibile / a_g in input), verrà calcolato considerando un valore di a_g , cioè una domanda, tale da garantire contemporaneamente le due seguenti condizioni:
- $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC)
 - capacità \geq domanda (in termini di spostamento)

Risposta in spostamento del sistema anelastico: $d^*, \max \text{ (mm)} = -31.59$

Conversione della risposta equivalente in quella effettiva dell'edificio:

Spostamento effettivo di risposta del punto di controllo: $\Gamma d^*, \max \text{ (mm)} = -44.49$

Verifica di sicurezza (§7.3.4.1 - §7.8.1.5.4 - §C7.3.4.1 - §C7.8.1.5.4):

Domanda sismica in spostamento (mm) = -44.49

Capacità di spostamento a SLV (mm) = -12.20

SLV: Capacità < Domanda

Verifiche per edifici strategici o importanti:

SLV: Capacità in termini di PGA (PGA, CLV) = 0.104 g
 corrispondente, per il sito di ubicazione dell'edificio, al periodo di ritorno TR, CLV = 35 anni.
 Tale accelerazione, nel periodo di riferimento VR = 75 anni,
 ha la probabilità di essere superata pari a: PVR = 88.268 %
 (rispetto ai valori di progetto per SLV - sopra riportati - deve risultare:
 in caso di verifica di sicurezza non soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV minori,
 e PVR, CLV maggiori; per verifica soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV maggiori, e PVR, CLV minori).

Riepilogo per SLV

	TR (anni)	PGA (*g)	PVR (%)
Domanda	712	0.299	10.0
Capacità	35	0.104	88.3

Indicatore di Rischio Sismico

(indicatore di rischio = rapporto tra capacità e domanda):

- in termini di PGA: $\alpha_v = \text{PGA, CLV} / \text{PGA, DLV} = \zeta, E, \text{SLV, PGA} = 0.104/0.299 = 0.348$
- in termini di TR: $\alpha_v = \text{TR, CLV} / \text{TR, DLV} (= \text{TR in input per SLV}) = 35/712 = 0.049$

Nota sul metodo di calcolo dell'indicatore di rischio sismico

Il calcolo degli indicatori di rischio sismico viene effettuato attraverso un procedimento iterativo sulla domanda. Questa viene fatta variare fino a trovare il massimo valore sostenibile, tale cioè da garantire il soddisfacimento contemporaneo delle due seguenti condizioni:

- capacità \geq domanda (in termini di spostamento);
- $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC).

Calcolo del Fattore di Comportamento 'q' (§7.8.1.3 - §C8.7.1.2):

Taglio di prima plastificazione (kN) = 60.00

90% del Taglio massimo (kN) = 1789.86

Rapporto α_u / α_1 calcolato = 29.831

Rapporto α_u / α_1 effettivo = 2.500

Edificio regolare in altezza: $q = 5.000$

CURVA n° 11

TIPO DI CURVA: (A) LINEARE: PROPORZIONALE ALLE FORZE STATICHE (DISTRIBUZIONE PRINCIPALE [GRUPPO 1]. RAPPORTI TRA FORZE FISSI NEL CORSO DEL PROCESSO INCREMENTALE)
DIREZIONE E VERSO: -X
ECCENTRICITÀ ACCIDENTALE (MOMENTO TORCENTE AGGIUNTIVO): + MT
COMBINAZIONE COMPONENTI: -X - 0.3 Y
PUNTO DI CONTROLLO: CENTRO DI MASSA DEL PIANO 3

VERIFICA DI SICUREZZA per SLV (Stato Limite ultimo di salvaguardia della Vita)

Sistema reale M-GDL (a più gradi di libertà):

Rigidità iniziale (elastica) (kN/m) = 454879.50
 Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, M-GDL (kN) = -2489.22
 Peso sismico totale W (kN) = 14046.44
 Massa sismica totale M (k*kgm) = 1432.338
 Rapporto forza/peso (F, Max, M-GDL / W) = 0.177
 Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, M-GDL (kN) = -2489.22

Punto di controllo ubicato al 3° piano. Spostamento orizzontale: dc (mm):
 - iniziale = 0.00
 - al limite ultimo: dc, SLV, M-GDL = -12.02, di cui dovuto alle forze orizzontali = -12.02

Sistema equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

Calcolo della Massa m* e del Fattore di partecipazione modale Γ (§C7.3.4.1):

è stato scelto il calcolo con le sole masse traslazionali nella direzione di analisi;
 per ogni piano, risultano i seguenti parametri (elencati nel seguito):
 - completamente rigido: è tale un piano rigido (quindi con relazione master-slave) al quale non appartenga nessuna massa non riferita al nodo master. In tal caso, la massa di piano coincide con la massa concentrata nel nodo master e lo spostamento di piano è esattamente lo spostamento del nodo master;
 - masse di piano m_i traslazionali;
 - corrispondenti spostamenti modali φ_i secondo il modo principale nella direzione di analisi (X): dall'analisi modale, il modo principale è il modo 11 con massa modale efficace (in direzione X) pari a: 19.9% (i risultati dell'analisi modale sono riferiti alle rigidità utilizzate in analisi pushover, che possono differire dalle rigidità considerate in analisi modale. In Analisi Modale le rigidità considerate corrispondono al parametro %K_{elast} dei dati Aste e tengono quindi conto dell'eventuale rigidità fessurata (%K_{elast} < 100%); in Analisi Pushover al passo iniziale per maschi e fasce in muratura vengono considerate rigidità elastiche)
 - piano del Punto di Controllo (scelto a priori)
 - spostamenti normalizzati rispetto allo spostamento del punto di controllo (nel caso di piano deformabile, la massa di piano coincide con la somma delle masse di piano e lo spostamento del baricentro è dato dalla distanza fra il baricentro delle masse spostate -secondo la forma modale- ed il baricentro delle masse nella configurazione indeformata):

Piano	Compl. rigido	Massa (k*kgm)	Spostamento (mm)	Punto di controllo	Spostamento normalizzato
1		538.56	104.95		4.943
2		562.12	271.74		12.797
3		331.66	450.90	X	21.234

Dai parametri precedenti risulta:

Massa m* = Σ(m_i*φ_i) (k*kgm) = 795.78
 Coefficiente di partecipazione Γ = Σ(m_i*φ_i)/Σ(m_i*φ_i²) = 1.408

Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, 1-GDL = (F, Max, M-GDL / Γ) (kN) = -1767.91
 Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, 1-GDL = (F, SLV, M-GDL / Γ) (kN) = -1767.91
 Spostamento a SLV (Stato Limite ultimo): d, SLV, 1-GDL = (d, SLV, M-GDL / Γ) (mm) = -8.54

Sistema bi-lineare equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

70% della Resistenza massima del sistema 1-GDL = 70% F, Max, 1-GDL (kN) = -1237.54
 Rigidità elastica: K* (kN/m) = 358627.80 (=78.840% della rigidità elastica del sistema M-GDL)
 Periodo elastico: T* = 2(m*/K*) (sec) = 0.296
 Punto di snervamento: spostamento dy* (mm) = -4.67
 forza Fy* (kN) = -1675.79

Stato Limite SLV e relativa probabilità di superamento (§3.2.1):
 PVR: Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V, R = 10 %
 Da PVR e V, R, per SLV risulta definito il valore di T, R (§ All. a) attraverso la relazione: T, R = - V, R / [1 - ln(1 - PVR)]

Valori dei parametri ag, Fo, TC* per i periodi di ritorno TR associati allo Stato Limite SLV e: SS, CC, S, TB, TC, TD, Fv [§3.2.3], dove:
 ag = accelerazione orizzontale massima al sito,
 Fo = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale,
 TC* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale,
 SS = coefficiente di sottosuolo;
 CC = coefficiente per TC dipendente dal sottosuolo;
 S = coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche;
 TB, TC, TD = periodi di spettro;

Fv = fattore di amplificazione spettrale massima per spettro in accelerazione verticale:

Stato Limite	TR (anni)	a, g (*g)	Fo	TC* (sec)	SS	CC	S	TB (sec)	TC (sec)	TD (sec)	Fv
SLV	712	0.207	2.448	0.316	1.443	1.823	1.443	0.192	0.576	2.428	1.504

Risposta massima in spostamento del sistema equivalente:

Risposta del sistema elastico di pari periodo:

- in accelerazione: $S_e(T^*) = 0.731 g$
- in spostamento: $d^*, e, max = S_{De}(T^*)$ (mm) = -15.91
- forza di risposta elastica = $S_e(T^*) m^*$ (kN) = 5706.53
(taglio totale agente sulla base del sistema equivalente 1-GDL calcolato dallo spettro di risposta elastico);
- forza di snervamento Fy^* (kN) = -1675.79
(taglio alla base resistente del sistema equivalente 1-GDL ottenuto dall'analisi non lineare)

Rapporto tra forza di risposta elastica e forza di snervamento: $q^* = 3.405$

Controllo su q^* secondo §7.8.1.6

$q^* > 3.0$: la verifica di sicurezza deve ritenersi NON soddisfatta
 indipendentemente dal confronto tra capacità e domanda.

Nota su q^*

- q^* è funzione di due componenti:
 - proprietà dinamiche dell'oscillatore (dalla curva di capacità);
 - spettro di risposta, dipendente dall'accelerazione ag in input:
 - il valore di q^* sopra riportato corrisponde quindi ad ag in input.
- Se $q^* > 3.0$ (SLV), la verifica di sicurezza non è soddisfatta, indipendentemente dal rapporto tra capacità e domanda. Il valore di ag sostenibile (e quindi dell'indicatore di rischio = ag sostenibile / ag in input), verrà calcolato considerando un valore di ag , cioè una domanda, tale da garantire contemporaneamente le due seguenti condizioni:
 - $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC)
 - capacità \geq domanda (in termini di spostamento)

Risposta in spostamento del sistema anelastico: d^*, max (mm) = -26.55

Conversione della risposta equivalente in quella effettiva dell'edificio:

Spostamento effettivo di risposta del punto di controllo: $\Gamma d^*, max$ (mm) = -37.39

Verifica di sicurezza (§7.3.4.1 - §7.8.1.5.4 - §C7.3.4.1 - §C7.8.1.5.4):

Domanda sismica in spostamento (mm) = -37.39

Capacità di spostamento a SLV (mm) = -12.02

SLV: Capacità < Domanda

Verifiche per edifici strategici o importanti:

SLV: Capacità in termini di PGA (PGA, CLV) = 0.125 g
 corrispondente, per il sito di ubicazione dell'edificio, al periodo di ritorno TR, CLV = 54 anni.
 Tale accelerazione, nel periodo di riferimento VR = 75 anni,
 ha la probabilità di essere superata pari a: PVR = 75.065 %
 (rispetto ai valori di progetto per SLV - sopra riportati - deve risultare:
 in caso di verifica di sicurezza non soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV minori,
 e PVR, CLV maggiori; per verifica soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV maggiori, e PVR, CLV minori).

Riepilogo per SLV

	TR (anni)	PGA (*g)	PVR (%)
Domanda	712	0.299	10.0
Capacità	54	0.125	75.1

Indicatore di Rischio Sismico

(indicatore di rischio = rapporto tra capacità e domanda):

- in termini di PGA: $\alpha, V = PGA, CLV / PGA, DLV = \zeta, E, SLV, PGA = 0.125/0.299 = 0.418$
- in termini di TR: $\alpha, V = TR, CLV / TR, DLV (=TR$ in input per SLV) = $54/712 = 0.076$

Nota sul metodo di calcolo dell'indicatore di rischio sismico

- Il calcolo degli indicatori di rischio sismico viene effettuato attraverso un procedimento iterativo sulla domanda. Questa viene fatta variare fino a trovare il massimo valore sostenibile, tale cioè da garantire il soddisfacimento contemporaneo delle due seguenti condizioni:
 - capacità \geq domanda (in termini di spostamento);
 - $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC).

Calcolo del Fattore di Comportamento 'q' (§7.8.1.3 - §C8.7.1.2):

Taglio di prima plastificazione (kN) = 60.00

90% del Taglio massimo (kN) = 2240.30

Rapporto $\alpha, u/\alpha, 1$ calcolato = 37.338

Rapporto $\alpha, u/\alpha, 1$ effettivo = 2.500

Edificio regolare in altezza: $q = 5.000$

CURVA n° 12

**TIPO DI CURVA: (A) LINEARE: PROPORZIONALE ALLE FORZE STATICHE (DISTRIBUZIONE PRINCIPALE [GRUPPO 1]. RAPPORTI TRA FORZE FISSI NEL CORSO DEL PROCESSO INCREMENTALE)
DIREZIONE E VERSO: -X
ECCENTRICITÀ ACCIDENTALE (MOMENTO TORCENTE AGGIUNTIVO): - MT
COMBINAZIONE COMPONENTI: -X - 0.3 Y
PUNTO DI CONTROLLO: CENTRO DI MASSA DEL PIANO 3**

VERIFICA DI SICUREZZA per SLV (Stato Limite ultimo di salvaguardia della Vita)

Sistema reale M-GDL (a più gradi di libertà):

Rigidità iniziale (elastica) (kN/m) = 423829.90
Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, M-GDL (kN) = -2046.23
Peso sismico totale W (kN) = 14046.44
Massa sismica totale M (k*kgm) = 1432.338
Rapporto forza/peso (F, Max, M-GDL / W) = 0.146
Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, M-GDL (kN) = -2046.23

Punto di controllo ubicato al 3° piano. Spostamento orizzontale: dc (mm):
- iniziale = 0.00
- al limite ultimo: dc, SLV, M-GDL = -11.98, di cui dovuto alle forze orizzontali = -11.98

Sistema equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

Calcolo della Massa m* e del Fattore di partecipazione modale Γ (§C7.3.4.1):

è stato scelto il calcolo con le sole masse traslazionali nella direzione di analisi;
per ogni piano, risultano i seguenti parametri (elencati nel seguito):
- completamente rigido: è tale un piano rigido (quindi con relazione master-slave) al quale non appartenga nessuna massa non riferita al nodo master. In tal caso, la massa di piano coincide con la massa concentrata nel nodo master e lo spostamento di piano è esattamente lo spostamento del nodo master;
- masse di piano m_i traslazionali;
- corrispondenti spostamenti modali φ_i secondo il modo principale nella direzione di analisi (X): dall'analisi modale, il modo principale è il modo 11 con massa modale efficace (in direzione X) pari a: 19.9% (i risultati dell'analisi modale sono riferiti alle rigidità utilizzate in analisi pushover, che possono differire dalle rigidità considerate in analisi modale. In Analisi Modale le rigidità considerate corrispondono al parametro %K_{elast} dei dati Aste e tengono quindi conto dell'eventuale rigidità fessurata (%K_{elast} < 100%); in Analisi Pushover al passo iniziale per maschi e fasce in muratura vengono considerate rigidità elastiche)
- piano del Punto di Controllo (scelto a priori)
- spostamenti normalizzati rispetto allo spostamento del punto di controllo (nel caso di piano deformabile, la massa di piano coincide con la somma delle masse di piano e lo spostamento del baricentro è dato dalla distanza fra il baricentro delle masse spostate -secondo la forma modale- ed il baricentro delle masse nella configurazione indeformata):

Piano	Compl. rigido	Massa (k*kgm)	Spostamento (mm)	Punto di controllo	Spostamento normalizzato
1		538.56	104.95		4.943
2		562.12	271.74		12.797
3		331.66	450.90	X	21.234

Dai parametri precedenti risulta:

Massa m* = Σ(m_i*φ_i²) (k*kgm) = 795.78
Coefficiente di partecipazione Γ = Σ(m_i*φ_i) / Σ(m_i*φ_i²) = 1.408

Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, 1-GDL = (F, Max, M-GDL / Γ) (kN) = -1453.29
Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, 1-GDL = (F, SLV, M-GDL / Γ) (kN) = -1453.29
Spostamento a SLV (Stato Limite ultimo): d, SLV, 1-GDL = (d, SLV, M-GDL / Γ) (mm) = -8.51

Sistema bi-lineare equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

70% della Resistenza massima del sistema 1-GDL = 70% F, Max, 1-GDL (kN) = -1017.30
Rigidità elastica: K* (kN/m) = 297259.00 (=70.136% della rigidità elastica del sistema M-GDL)
Periodo elastico: T* = 2(m*/K*) (sec) = 0.325
Punto di snervamento: spostamento dy* (mm) = -4.50
forza Fy* (kN) = -1336.98

Stato Limite SLV e relativa probabilità di superamento (§3.2.1):
PVR: Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V, R = 10 %
Da PVR e V, R, per SLV risulta definito il valore di T, R (§ All. a) attraverso la relazione: T, R = - V, R / [1 - ln(1 - PVR)]

Valori dei parametri ag, Fo, TC* per i periodi di ritorno TR associati allo Stato Limite SLV e: SS, CC, S, TB, TC, TD, Fv [§3.2.3], dove:
ag = accelerazione orizzontale massima al sito,
Fo = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale,
TC* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale,
SS = coefficiente di sottosuolo;
CC = coefficiente per TC dipendente dal sottosuolo;
S = coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche;
TB, TC, TD = periodi di spettro;

Fv = fattore di amplificazione spettrale massima per spettro in accelerazione verticale:

Stato Limite	TR (anni)	a, g (*g)	Fo	TC* (sec)	SS	CC	S	TB (sec)	TC (sec)	TD (sec)	Fv
SLU: SLV	712	0.207	2.448	0.316	1.443	1.823	1.443	0.192	0.576	2.428	1.504

Risposta massima in spostamento del sistema equivalente:

Risposta del sistema elastico di pari periodo:

- in accelerazione: $S_e(T^*) = 0.731 g$
 - in spostamento: $d^*, e, max = S_{De}(T^*)$ (mm) = -19.20
 - forza di risposta elastica = $S_e(T^*) m^*$ (kN) = 5706.53
(taglio totale agente sulla base del sistema equivalente 1-GDL calcolato dallo spettro di risposta elastico);
 - forza di snervamento F_y^* (kN) = -1336.98
(taglio alla base resistente del sistema equivalente 1-GDL ottenuto dall'analisi non lineare)
- Rapporto tra forza di risposta elastica e forza di snervamento: $q^* = 4.268$

Controllo su q^* secondo §7.8.1.6

$q^* > 3.0$: la verifica di sicurezza deve ritenersi NON soddisfatta
 indipendentemente dal confronto tra capacità e domanda.

Nota su q^*

- q^* è funzione di due componenti:
 - proprietà dinamiche dell'oscillatore (dalla curva di capacità);
 - spettro di risposta, dipendente dall'accelerazione a_g in input:
 - il valore di q^* sopra riportato corrisponde quindi ad a_g in input.
- Se $q^* > 3.0$ (SLV), la verifica di sicurezza non è soddisfatta, indipendentemente dal rapporto tra capacità e domanda. Il valore di a_g sostenibile (e quindi dell'indicatore di rischio = a_g sostenibile / a_g in input), verrà calcolato considerando un valore di a_g , cioè una domanda, tale da garantire contemporaneamente le due seguenti condizioni:
 - $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC)
 - capacità \geq domanda (in termini di spostamento)

Risposta in spostamento del sistema anelastico: d^*, max (mm) = -30.54

Conversione della risposta equivalente in quella effettiva dell'edificio:

Spostamento effettivo di risposta del punto di controllo: $\Gamma d^*, max$ (mm) = -43.02

Verifica di sicurezza (§7.3.4.1 - §7.8.1.5.4 - §C7.3.4.1 - §C7.8.1.5.4):

Domanda sismica in spostamento (mm) = -43.02

Capacità di spostamento a SLV (mm) = -11.98

SLV: Capacità < Domanda

Verifiche per edifici strategici o importanti:

SLV: Capacità in termini di PGA (PGA, CLV) = 0.107 g
 corrispondente, per il sito di ubicazione dell'edificio, al periodo di ritorno TR, CLV = 37 anni.
 Tale accelerazione, nel periodo di riferimento VR = 75 anni,
 ha la probabilità di essere superata pari a: PVR = 86.827 %
 (rispetto ai valori di progetto per SLV - sopra riportati - deve risultare:
 in caso di verifica di sicurezza non soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV minori,
 e PVR, CLV maggiori; per verifica soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV maggiori, e PVR, CLV minori).

Riepilogo per SLV

	TR (anni)	PGA (*g)	PVR (%)
Domanda	712	0.299	10.0
Capacità	37	0.107	86.8

Indicatore di Rischio Sismico

(indicatore di rischio = rapporto tra capacità e domanda):

- in termini di PGA: $\alpha_v = PGA_{CLV} / PGA_{DLV} = \zeta, E, SLV, PGA = 0.107/0.299 = 0.358$
- in termini di TR: $\alpha_v = TR_{CLV} / TR_{DLV} (=TR \text{ in input per SLV}) = 37/712 = 0.052$

Nota sul metodo di calcolo dell'indicatore di rischio sismico

- Il calcolo degli indicatori di rischio sismico viene effettuato attraverso un procedimento iterativo sulla domanda. Questa viene fatta variare fino a trovare il massimo valore sostenibile, tale cioè da garantire il soddisfacimento contemporaneo delle due seguenti condizioni:
 - capacità \geq domanda (in termini di spostamento);
 - $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC).

Calcolo del Fattore di Comportamento 'q' (§7.8.1.3 - §C8.7.1.2):

Taglio di prima plastificazione (kN) = 60.00

90% del Taglio massimo (kN) = 1841.61

Rapporto α_u / α_1 calcolato = 30.693

Rapporto α_u / α_1 effettivo = 2.500

Edificio regolare in altezza: $q = 5.000$

CURVA n° 13

**TIPO DI CURVA: (A) LINEARE: PROPORZIONALE ALLE FORZE STATICHE (DISTRIBUZIONE PRINCIPALE [GRUPPO 1]. RAPPORTI TRA FORZE FISSI NEL CORSO DEL PROCESSO INCREMENTALE)
DIREZIONE E VERSO: -Y
ECCENTRICITÀ ACCIDENTALE (MOMENTO TORCENTE AGGIUNTIVO): + MT
COMBINAZIONE COMPONENTI: -Y + 0.3 X
PUNTO DI CONTROLLO: CENTRO DI MASSA DEL PIANO 3**

VERIFICA DI SICUREZZA per SLV (Stato Limite ultimo di salvaguardia della Vita)

Sistema reale M-GDL (a più gradi di libertà):

Rigidità iniziale (elastica) (kN/m) = 216431.20
Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, M-GDL (kN) = -1458.52
Peso sismico totale W (kN) = 14046.44
Massa sismica totale M (k*kgm) = 1432.338
Rapporto forza/peso (F, Max, M-GDL / W) = 0.104
Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, M-GDL (kN) = -1458.52

Punto di controllo ubicato al 3° piano. Spostamento orizzontale: dc (mm):
- iniziale = 0.00
- al limite ultimo: dc, SLV, M-GDL = -14.14, di cui dovuto alle forze orizzontali = -14.14

Sistema equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

Calcolo della Massa m* e del Fattore di partecipazione modale Γ (§C7.3.4.1):

è stato scelto il calcolo con le sole masse traslazionali nella direzione di analisi;
per ogni piano, risultano i seguenti parametri (elencati nel seguito):
- completamente rigido: è tale un piano rigido (quindi con relazione master-slave) al quale non appartenga nessuna massa non riferita al nodo master. In tal caso, la massa di piano coincide con la massa concentrata nel nodo master e lo spostamento di piano è esattamente lo spostamento del nodo master;
- masse di piano m_i traslazionali;
- corrispondenti spostamenti modali φ_i secondo il modo principale nella direzione di analisi (Y): dall'analisi modale, il modo principale è il modo 8 con massa modale efficace (in direzione Y) pari a: 16.6% (i risultati dell'analisi modale sono riferiti alle rigidità utilizzate in analisi pushover, che possono differire dalle rigidità considerate in analisi modale. In Analisi Modale le rigidità considerate corrispondono al parametro %K_{elast} dei dati Aste e tengono quindi conto dell'eventuale rigidità fessurata (%K_{elast} < 100%); in Analisi Pushover al passo iniziale per maschi e fasce in muratura vengono considerate rigidità elastiche)
- piano del Punto di Controllo (scelto a priori)
- spostamenti normalizzati rispetto allo spostamento del punto di controllo (nel caso di piano deformabile, la massa di piano coincide con la somma delle masse di piano e lo spostamento del baricentro è dato dalla distanza fra il baricentro delle masse spostate -secondo la forma modale- ed il baricentro delle masse nella configurazione indeformata):

Piano	Compl. rigido	Massa (k*kgm)	Spostamento (mm)	Punto di controllo	Spostamento normalizzato
1		538.56	114.25		6.242
2		562.12	194.45		10.624
3		331.66	334.97	X	18.302

Dai parametri precedenti risulta:

Massa m* = Σ(m_i*φ_i) (k*kgm) = 841.65
Coefficiente di partecipazione Γ = Σ(m_i*φ_i)/Σ(m_i*φ_i²) = 1.442

Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, 1-GDL = (F, Max, M-GDL / Γ) (kN) = -1011.46
Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, 1-GDL = (F, SLV, M-GDL / Γ) (kN) = -1011.46
Spostamento a SLV (Stato Limite ultimo): d, SLV, 1-GDL = (d, SLV, M-GDL / Γ) (mm) = -9.81

Sistema bi-lineare equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

70% della Resistenza massima del sistema 1-GDL = 70% F, Max, 1-GDL (kN) = -708.02
Rigidità elastica: K* (kN/m) = 186001.40 (=85.940% della rigidità elastica del sistema M-GDL)
Periodo elastico: T* = 2(m*/K*) (sec) = 0.423
Punto di snervamento: spostamento dy* (mm) = -5.10
forza Fy* (kN) = -947.64

Stato Limite SLV e relativa probabilità di superamento (§3.2.1):
PVR: Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V, R = 10 %
Da PVR e V, R, per SLV risulta definito il valore di T, R (§ All. a) attraverso la relazione: T, R = - V, R / [1 - ln(1 - PVR)]

Valori dei parametri ag, Fo, TC* per i periodi di ritorno TR associati allo Stato Limite SLV e: SS, CC, S, TB, TC, TD, Fv [§3.2.3], dove:
ag = accelerazione orizzontale massima al sito,
Fo = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale,
TC* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale,
SS = coefficiente di sottosuolo;
CC = coefficiente per TC dipendente dal sottosuolo;
S = coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche;
TB, TC, TD = periodi di spettro;

Fv = fattore di amplificazione spettrale massima per spettro in accelerazione verticale:

Stato Limite	TR (anni)	a, g (*g)	Fo	TC* (sec)	SS	CC	S	TB (sec)	TC (sec)	TD (sec)	Fv
SLU: SLV	712	0.207	2.448	0.316	1.443	1.823	1.443	0.192	0.576	2.428	1.504

Risposta massima in spostamento del sistema equivalente:

Risposta del sistema elastico di pari periodo:

- in accelerazione: $S_e(T^*) = 0.731 g$
- in spostamento: $d^*, e, max = S_{De}(T^*)$ (mm) = -32.45
- forza di risposta elastica = $S_e(T^*) m^*$ (kN) = 6035.48
(taglio totale agente sulla base del sistema equivalente 1-GDL calcolato dallo spettro di risposta elastico);
- forza di snervamento Fy^* (kN) = -947.64
(taglio alla base resistente del sistema equivalente 1-GDL ottenuto dall'analisi non lineare)

Rapporto tra forza di risposta elastica e forza di snervamento: $q^* = 6.369$

Controllo su q^* secondo §7.8.1.6

$q^* > 3.0$: la verifica di sicurezza deve ritenersi NON soddisfatta
 indipendentemente dal confronto tra capacità e domanda.

Nota su q^*

- q^* è funzione di due componenti:
 - proprietà dinamiche dell'oscillatore (dalla curva di capacità);
 - spettro di risposta, dipendente dall'accelerazione ag in input:
 - il valore di q^* sopra riportato corrisponde quindi ad ag in input.
- Se $q^* > 3.0$ (SLV), la verifica di sicurezza non è soddisfatta, indipendentemente dal rapporto tra capacità e domanda. Il valore di ag sostenibile (e quindi dell'indicatore di rischio = ag sostenibile / ag in input), verrà calcolato considerando un valore di ag , cioè una domanda, tale da garantire contemporaneamente le due seguenti condizioni:
 - $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC)
 - capacità \geq domanda (in termini di spostamento)

Risposta in spostamento del sistema anelastico: d^*, max (mm) = -42.37

Conversione della risposta equivalente in quella effettiva dell'edificio:

Spostamento effettivo di risposta del punto di controllo: $\Gamma d^*, max$ (mm) = -61.09

Verifica di sicurezza (§7.3.4.1 - §7.8.1.5.4 - §C7.3.4.1 - §C7.8.1.5.4):

Domanda sismica in spostamento (mm) = -61.09

Capacità di spostamento a SLV (mm) = -14.14

SLV: Capacità < Domanda

Verifiche per edifici strategici o importanti:

SLV: Capacità in termini di PGA (PGA, CLV) = 0.081 g
 corrispondente, per il sito di ubicazione dell'edificio, al periodo di ritorno TR, CLV = 19 anni.
 Tale accelerazione, nel periodo di riferimento VR = 75 anni,
 ha la probabilità di essere superata pari a: PVR = 98.069 %
 (rispetto ai valori di progetto per SLV - sopra riportati - deve risultare:
 in caso di verifica di sicurezza non soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV minori,
 e PVR, CLV maggiori; per verifica soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV maggiori, e PVR, CLV minori).

Riepilogo per SLV

	TR (anni)	PGA (*g)	PVR (%)
Domanda	712	0.299	10.0
Capacità	19	0.081	98.1

Indicatore di Rischio Sismico

(indicatore di rischio = rapporto tra capacità e domanda):

- in termini di PGA: $\alpha, V = PGA, CLV / PGA, DLV = \zeta, E, SLV, PGA = 0.081/0.299 = 0.271$
- in termini di TR: $\alpha, V = TR, CLV / TR, DLV (=TR$ in input per SLV) = $19/712 = 0.027$

Nota sul metodo di calcolo dell'indicatore di rischio sismico

- Il calcolo degli indicatori di rischio sismico viene effettuato attraverso un procedimento iterativo sulla domanda. Questa viene fatta variare fino a trovare il massimo valore sostenibile, tale cioè da garantire il soddisfacimento contemporaneo delle due seguenti condizioni:
 - capacità \geq domanda (in termini di spostamento);
 - $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC).

Calcolo del Fattore di Comportamento 'q' (§7.8.1.3 - §C8.7.1.2):

Taglio di prima plastificazione (kN) = 60.00

90% del Taglio massimo (kN) = 1312.67

Rapporto $\alpha, u/\alpha, 1$ calcolato = 21.878

Rapporto $\alpha, u/\alpha, 1$ effettivo = 2.500

Edificio regolare in altezza: $q = 5.000$

CURVA n° 14

**TIPO DI CURVA: (A) LINEARE: PROPORZIONALE ALLE FORZE STATICHE (DISTRIBUZIONE PRINCIPALE [GRUPPO 1]. RAPPORTI TRA FORZE FISSI NEL CORSO DEL PROCESSO INCREMENTALE)
DIREZIONE E VERSO: -Y
ECCENTRICITÀ ACCIDENTALE (MOMENTO TORCENTE AGGIUNTIVO): - MT
COMBINAZIONE COMPONENTI: -Y + 0.3 X
PUNTO DI CONTROLLO: CENTRO DI MASSA DEL PIANO 3**

VERIFICA DI SICUREZZA per SLV (Stato Limite ultimo di salvaguardia della Vita)

Sistema reale M-GDL (a più gradi di libertà):

Rigidità iniziale (elastica) (kN/m) = 216532.60
Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, M-GDL (kN) = -1299.85
Peso sismico totale W (kN) = 14046.44
Massa sismica totale M (k*kgm) = 1432.338
Rapporto forza/peso (F, Max, M-GDL / W) = 0.093
Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, M-GDL (kN) = -1299.85

Punto di controllo ubicato al 3° piano. Spostamento orizzontale: dc (mm):
- iniziale = 0.00
- al limite ultimo: dc, SLV, M-GDL = -10.03, di cui dovuto alle forze orizzontali = -10.03

Sistema equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

Calcolo della Massa m* e del Fattore di partecipazione modale Γ (§C7.3.4.1):

è stato scelto il calcolo con le sole masse traslazionali nella direzione di analisi;
per ogni piano, risultano i seguenti parametri (elencati nel seguito):
- completamente rigido: è tale un piano rigido (quindi con relazione master-slave) al quale non appartenga nessuna massa non riferita al nodo master. In tal caso, la massa di piano coincide con la massa concentrata nel nodo master e lo spostamento di piano è esattamente lo spostamento del nodo master;
- masse di piano m_i traslazionali;
- corrispondenti spostamenti modali φ_i secondo il modo principale nella direzione di analisi (Y): dall'analisi modale, il modo principale è il modo 8 con massa modale efficace (in direzione Y) pari a: 16.6% (i risultati dell'analisi modale sono riferiti alle rigidità utilizzate in analisi pushover, che possono differire dalle rigidità considerate in analisi modale. In Analisi Modale le rigidità considerate corrispondono al parametro %K_{elast} dei dati Aste e tengono quindi conto dell'eventuale rigidità fessurata (%K_{elast} < 100%); in Analisi Pushover al passo iniziale per maschi e fasce in muratura vengono considerate rigidità elastiche)
- piano del Punto di Controllo (scelto a priori)
- spostamenti normalizzati rispetto allo spostamento del punto di controllo (nel caso di piano deformabile, la massa di piano coincide con la somma delle masse di piano e lo spostamento del baricentro è dato dalla distanza fra il baricentro delle masse spostate -secondo la forma modale- ed il baricentro delle masse nella configurazione indeformata):

Piano	Compl. rigido	Massa (k*kgm)	Spostamento (mm)	Punto di controllo	Spostamento normalizzato
1		538.56	114.25		6.242
2		562.12	194.45		10.624
3		331.66	334.97	X	18.302

Dai parametri precedenti risulta:

Massa m* = Σ(m_i*φ_i) (k*kgm) = 841.65
Coefficiente di partecipazione Γ = Σ(m_i*φ_i)/Σ(m_i*φ_i²) = 1.442

Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, 1-GDL = (F, Max, M-GDL / Γ) (kN) = -901.42
Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, 1-GDL = (F, SLV, M-GDL / Γ) (kN) = -901.42
Spostamento a SLV (Stato Limite ultimo): d, SLV, 1-GDL = (d, SLV, M-GDL / Γ) (mm) = -6.96

Sistema bi-lineare equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

70% della Resistenza massima del sistema 1-GDL = 70% F, Max, 1-GDL (kN) = -630.99
Rigidità elastica: K* (kN/m) = 194670.50 (=89.904% della rigidità elastica del sistema M-GDL)
Periodo elastico: T* = 2(m*/K*) (sec) = 0.413
Punto di snervamento: spostamento dy* (mm) = -4.44
forza Fy* (kN) = -863.97

Stato Limite SLV e relativa probabilità di superamento (§3.2.1):
PVR: Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V, R = 10 %
Da PVR e V, R, per SLV risulta definito il valore di T, R (§ All. a) attraverso la relazione: T, R = - V, R / [1 - ln(1 - PVR)]

Valori dei parametri ag, Fo, TC* per i periodi di ritorno TR associati allo Stato Limite SLV e: SS, CC, S, TB, TC, TD, Fv [§3.2.3], dove:
ag = accelerazione orizzontale massima al sito,
Fo = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale,
TC* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale,
SS = coefficiente di sottosuolo;
CC = coefficiente per TC dipendente dal sottosuolo;
S = coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche;
TB, TC, TD = periodi di spettro;

Fv = fattore di amplificazione spettrale massima per spettro in accelerazione verticale:

Stato Limite	TR (anni)	a, g (*g)	Fo	TC* (sec)	SS	CC	S	TB (sec)	TC (sec)	TD (sec)	Fv
SLU: SLV	712	0.207	2.448	0.316	1.443	1.823	1.443	0.192	0.576	2.428	1.504

Risposta massima in spostamento del sistema equivalente:

Risposta del sistema elastico di pari periodo:

- in accelerazione: $S_e(T^*) = 0.731 \text{ g}$
- in spostamento: $d^*, e, \max = S_{De}(T^*) \text{ (mm)} = -31.00$
- forza di risposta elastica = $S_e(T^*) m^* \text{ (kN)} = 6035.48$
(taglio totale agente sulla base del sistema equivalente 1-GDL calcolato dallo spettro di risposta elastico);
- forza di snervamento $F_y^* \text{ (kN)} = -863.97$
(taglio alla base resistente del sistema equivalente 1-GDL ottenuto dall'analisi non lineare)

Rapporto tra forza di risposta elastica e forza di snervamento: $q^* = 6.986$

Controllo su q^* secondo §7.8.1.6

$q^* > 3.0$: la verifica di sicurezza deve ritenersi NON soddisfatta
 indipendentemente dal confronto tra capacità e domanda.

Nota su q^*

- q^* è funzione di due componenti:
 - proprietà dinamiche dell'oscillatore (dalla curva di capacità);
 - spettro di risposta, dipendente dall'accelerazione a_g in input:
 - il valore di q^* sopra riportato corrisponde quindi ad a_g in input.
- Se $q^* > 3.0$ (SLV), la verifica di sicurezza non è soddisfatta, indipendentemente dal rapporto tra capacità e domanda. Il valore di a_g sostenibile (e quindi dell'indicatore di rischio = a_g sostenibile / a_g in input), verrà calcolato considerando un valore di a_g , cioè una domanda, tale da garantire contemporaneamente le due seguenti condizioni:
 - $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC)
 - capacità \geq domanda (in termini di spostamento)

Risposta in spostamento del sistema anelastico: $d^*, \max \text{ (mm)} = -41.48$

Conversione della risposta equivalente in quella effettiva dell'edificio:

Spostamento effettivo di risposta del punto di controllo: $\Gamma d^*, \max \text{ (mm)} = -59.80$

Verifica di sicurezza (§7.3.4.1 - §7.8.1.5.4 - §C7.3.4.1 - §C7.8.1.5.4):

Domanda sismica in spostamento (mm) = -59.80

Capacità di spostamento a SLV (mm) = -10.03

SLV: Capacità < Domanda

Verifiche per edifici strategici o importanti:

SLV: Capacità in termini di PGA (PGA, CLV) = 0.061 g
 corrispondente, per il sito di ubicazione dell'edificio, al periodo di ritorno TR, CLV = 10 anni.
 Tale accelerazione, nel periodo di riferimento VR = 75 anni,
 ha la probabilità di essere superata pari a: PVR = 99.945 %
 (rispetto ai valori di progetto per SLV - sopra riportati - deve risultare:
 in caso di verifica di sicurezza non soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV minori,
 e PVR, CLV maggiori; per verifica soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV maggiori, e PVR, CLV minori).

Riepilogo per SLV

	TR (anni)	PGA (*g)	PVR (%)
Domanda	712	0.299	10.0
Capacità	10	0.061	99.9

Indicatore di Rischio Sismico

(indicatore di rischio = rapporto tra capacità e domanda):

- in termini di PGA: $\alpha_v = \text{PGA, CLV} / \text{PGA, DLV} = \zeta, E, \text{SLV, PGA} = 0.061/0.299 = 0.204$
- in termini di TR: $\alpha_v = \text{TR, CLV} / \text{TR, DLV} (= \text{TR in input per SLV}) = 10/712 = 0.014$

Nota sul metodo di calcolo dell'indicatore di rischio sismico

- Il calcolo degli indicatori di rischio sismico viene effettuato attraverso un procedimento iterativo sulla domanda. Questa viene fatta variare fino a trovare il massimo valore sostenibile, tale cioè da garantire il soddisfacimento contemporaneo delle due seguenti condizioni:
 - capacità \geq domanda (in termini di spostamento);
 - $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC).

Calcolo del Fattore di Comportamento 'q' (§7.8.1.3 - §C8.7.1.2):

Taglio di prima plastificazione (kN) = 60.00

90% del Taglio massimo (kN) = 1169.86

Rapporto α_u / α_1 calcolato = 19.498

Rapporto α_u / α_1 effettivo = 2.500

Edificio regolare in altezza: $q = 5.000$

CURVA n° 15

TIPO DI CURVA: (A) LINEARE: PROPORZIONALE ALLE FORZE STATICHE (DISTRIBUZIONE PRINCIPALE [GRUPPO 1]. RAPPORTI TRA FORZE FISSI NEL CORSO DEL PROCESSO INCREMENTALE)
DIREZIONE E VERSO: -Y
ECCENTRICITÀ ACCIDENTALE (MOMENTO TORCENTE AGGIUNTIVO): + MT
COMBINAZIONE COMPONENTI: -Y - 0.3 X
PUNTO DI CONTROLLO: CENTRO DI MASSA DEL PIANO 3

VERIFICA DI SICUREZZA per SLV (Stato Limite ultimo di salvaguardia della Vita)

Sistema reale M-GDL (a più gradi di libertà):

Rigidità iniziale (elastica) (kN/m) = 218607.60
 Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, M-GDL (kN) = -1435.82
 Peso sismico totale W (kN) = 14046.44
 Massa sismica totale M (k*kgm) = 1432.338
 Rapporto forza/peso (F, Max, M-GDL / W) = 0.102
 Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, M-GDL (kN) = -1435.82

Punto di controllo ubicato al 3° piano. Spostamento orizzontale: dc (mm):
 - iniziale = 0.00
 - al limite ultimo: dc, SLV, M-GDL = -12.84, di cui dovuto alle forze orizzontali = -12.84

Sistema equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

Calcolo della Massa m* e del Fattore di partecipazione modale Γ (§C7.3.4.1):

è stato scelto il calcolo con le sole masse traslazionali nella direzione di analisi;
 per ogni piano, risultano i seguenti parametri (elencati nel seguito):
 - completamente rigido: è tale un piano rigido (quindi con relazione master-slave) al quale non appartenga nessuna massa non riferita al nodo master. In tal caso, la massa di piano coincide con la massa concentrata nel nodo master e lo spostamento di piano è esattamente lo spostamento del nodo master;
 - masse di piano m_i traslazionali;
 - corrispondenti spostamenti modali φ_i secondo il modo principale nella direzione di analisi (Y): dall'analisi modale, il modo principale è il modo 8 con massa modale efficace (in direzione Y) pari a: 16.6% (i risultati dell'analisi modale sono riferiti alle rigidità utilizzate in analisi pushover, che possono differire dalle rigidità considerate in analisi modale. In Analisi Modale le rigidità considerate corrispondono al parametro %K_{elast} dei dati Aste e tengono quindi conto dell'eventuale rigidità fessurata (%K_{elast} < 100%); in Analisi Pushover al passo iniziale per maschi e fasce in muratura vengono considerate rigidità elastiche)
 - piano del Punto di Controllo (scelto a priori)
 - spostamenti normalizzati rispetto allo spostamento del punto di controllo (nel caso di piano deformabile, la massa di piano coincide con la somma delle masse di piano e lo spostamento del baricentro è dato dalla distanza fra il baricentro delle masse spostate -secondo la forma modale- ed il baricentro delle masse nella configurazione indeformata):

Piano	Compl. rigido	Massa (k*kgm)	Spostamento (mm)	Punto di controllo	Spostamento normalizzato
1		538.56	114.25		6.242
2		562.12	194.45		10.624
3		331.66	334.97	X	18.302

Dai parametri precedenti risulta:

Massa m* = Σ(m_i*φ_i) (k*kgm) = 841.65
 Coefficiente di partecipazione Γ = Σ(m_i*φ_i)/Σ(m_i*φ_i²) = 1.442

Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, 1-GDL = (F, Max, M-GDL / Γ) (kN) = -995.71
 Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, 1-GDL = (F, SLV, M-GDL / Γ) (kN) = -995.71
 Spostamento a SLV (Stato Limite ultimo): d, SLV, 1-GDL = (d, SLV, M-GDL / Γ) (mm) = -8.91

Sistema bi-lineare equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

70% della Resistenza massima del sistema 1-GDL = 70% F, Max, 1-GDL (kN) = -697.00
 Rigidità elastica: K* (kN/m) = 188902.60 (=86.412% della rigidità elastica del sistema M-GDL)
 Periodo elastico: T* = 2(m*/K*) (sec) = 0.419
 Punto di snervamento: spostamento dy* (mm) = -4.94
 forza Fy* (kN) = -933.39

Stato Limite SLV e relativa probabilità di superamento (§3.2.1):
 PVR: Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V, R = 10 %
 Da PVR e V, R, per SLV risulta definito il valore di T, R (§ All. a)
 attraverso la relazione: T, R = - V, R / [1 - ln(1 - PVR)]

Valori dei parametri ag, Fo, TC* per i periodi di ritorno TR associati allo Stato Limite SLV
 e: SS, CC, S, TB, TC, TD, Fv [§3.2.3], dove:
 ag = accelerazione orizzontale massima al sito,
 Fo = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale,
 TC* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale,
 SS = coefficiente di sottosuolo;
 CC = coefficiente per TC dipendente dal sottosuolo;
 S = coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche;
 TB, TC, TD = periodi di spettro;

Fv = fattore di amplificazione spettrale massima per spettro in accelerazione verticale:

Stato Limite	TR (anni)	a, g (*g)	Fo	TC* (sec)	SS	CC	S	TB (sec)	TC (sec)	TD (sec)	Fv
SLU: SLV	712	0.207	2.448	0.316	1.443	1.823	1.443	0.192	0.576	2.428	1.504

Risposta massima in spostamento del sistema equivalente:

Risposta del sistema elastico di pari periodo:

- in accelerazione: $S_e(T^*) = 0.731 g$
- in spostamento: $d^*, e, max = S_{De}(T^*)$ (mm) = -31.95
- forza di risposta elastica = $S_e(T^*) m^*$ (kN) = 6035.48
(taglio totale agente sulla base del sistema equivalente 1-GDL calcolato dallo spettro di risposta elastico);
- forza di snervamento F_y^* (kN) = -933.39
(taglio alla base resistente del sistema equivalente 1-GDL ottenuto dall'analisi non lineare)

Rapporto tra forza di risposta elastica e forza di snervamento: $q^* = 6.466$

Controllo su q^* secondo §7.8.1.6

$q^* > 3.0$: la verifica di sicurezza deve ritenersi NON soddisfatta
 indipendentemente dal confronto tra capacità e domanda.

Nota su q^*

- q^* è funzione di due componenti:
 - proprietà dinamiche dell'oscillatore (dalla curva di capacità);
 - spettro di risposta, dipendente dall'accelerazione a_g in input:
 - il valore di q^* sopra riportato corrisponde quindi ad a_g in input.
- Se $q^* > 3.0$ (SLV), la verifica di sicurezza non è soddisfatta, indipendentemente dal rapporto tra capacità e domanda. Il valore di a_g sostenibile (e quindi dell'indicatore di rischio = a_g sostenibile / a_g in input), verrà calcolato considerando un valore di a_g , cioè una domanda, tale da garantire contemporaneamente le due seguenti condizioni:
 - $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC)
 - capacità \geq domanda (in termini di spostamento)

Risposta in spostamento del sistema anelastico: d^*, max (mm) = -42.03

Conversione della risposta equivalente in quella effettiva dell'edificio:

Spostamento effettivo di risposta del punto di controllo: $\Gamma d^*, max$ (mm) = -60.61

Verifica di sicurezza (§7.3.4.1 - §7.8.1.5.4 - §C7.3.4.1 - §C7.8.1.5.4):

Domanda sismica in spostamento (mm) = -60.61

Capacità di spostamento a SLV (mm) = -12.84

SLV: Capacità < Domanda

Verifiche per edifici strategici o importanti:

SLV: Capacità in termini di PGA (PGA, CLV) = 0.075 g
 corrispondente, per il sito di ubicazione dell'edificio, al periodo di ritorno TR, CLV = 15 anni.
 Tale accelerazione, nel periodo di riferimento VR = 75 anni,
 ha la probabilità di essere superata pari a: PVR = 99.326 %
 (rispetto ai valori di progetto per SLV - sopra riportati - deve risultare:
 in caso di verifica di sicurezza non soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV minori,
 e PVR, CLV maggiori; per verifica soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV maggiori, e PVR, CLV minori).

Riepilogo per SLV

	TR (anni)	PGA (*g)	PVR (%)
Domanda	712	0.299	10.0
Capacità	15	0.075	99.3

Indicatore di Rischio Sismico

(indicatore di rischio = rapporto tra capacità e domanda):

- in termini di PGA: $\alpha_v = PGA_{CLV} / PGA_{DLV} = \zeta, E, SLV, PGA = 0.075/0.299 = 0.251$
- in termini di TR: $\alpha_v = TR_{CLV} / TR_{DLV} (=TR \text{ in input per SLV}) = 15/712 = 0.021$

Nota sul metodo di calcolo dell'indicatore di rischio sismico

- Il calcolo degli indicatori di rischio sismico viene effettuato attraverso un procedimento iterativo sulla domanda. Questa viene fatta variare fino a trovare il massimo valore sostenibile, tale cioè da garantire il soddisfacimento contemporaneo delle due seguenti condizioni:
 - capacità \geq domanda (in termini di spostamento);
 - $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC).

Calcolo del Fattore di Comportamento 'q' (§7.8.1.3 - §C8.7.1.2):

Taglio di prima plastificazione (kN) = 60.00

90% del Taglio massimo (kN) = 1292.24

Rapporto α_u / α_1 calcolato = 21.537

Rapporto α_u / α_1 effettivo = 2.500

Edificio regolare in altezza: $q = 5.000$

CURVA n° 16

TIPO DI CURVA: (A) LINEARE: PROPORZIONALE ALLE FORZE STATICHE (DISTRIBUZIONE PRINCIPALE [GRUPPO 1]. RAPPORTI TRA FORZE FISSI NEL CORSO DEL PROCESSO INCREMENTALE) DIREZIONE E VERSO: -Y
ECCENTRICITÀ ACCIDENTALE (MOMENTO TORCENTE AGGIUNTIVO): - MT
COMBINAZIONE COMPONENTI: -Y - 0.3 X
PUNTO DI CONTROLLO: CENTRO DI MASSA DEL PIANO 3

VERIFICA DI SICUREZZA per SLV (Stato Limite ultimo di salvaguardia della Vita)

Sistema reale M-GDL (a più gradi di libertà):

Rigidità iniziale (elastica) (kN/m) = 219454.80
 Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, M-GDL (kN) = -1292.88
 Peso sismico totale W (kN) = 14046.44
 Massa sismica totale M (k*kgm) = 1432.338
 Rapporto forza/peso (F, Max, M-GDL / W) = 0.092
 Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, M-GDL (kN) = -1292.88

Punto di controllo ubicato al 3° piano. Spostamento orizzontale: dc (mm):
 - iniziale = 0.00
 - al limite ultimo: dc, SLV, M-GDL = -9.77, di cui dovuto alle forze orizzontali = -9.77

Sistema equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

Calcolo della Massa m* e del Fattore di partecipazione modale Γ (§C7.3.4.1):

è stato scelto il calcolo con le sole masse traslazionali nella direzione di analisi;
 per ogni piano, risultano i seguenti parametri (elencati nel seguito):
 - completamente rigido: è tale un piano rigido (quindi con relazione master-slave) al quale non appartenga nessuna massa non riferita al nodo master. In tal caso, la massa di piano coincide con la massa concentrata nel nodo master e lo spostamento di piano è esattamente lo spostamento del nodo master;
 - masse di piano m_i traslazionali;
 - corrispondenti spostamenti modali φ_i secondo il modo principale nella direzione di analisi (Y): dall'analisi modale, il modo principale è il modo 8 con massa modale efficace (in direzione Y) pari a: 16.6% (i risultati dell'analisi modale sono riferiti alle rigidità utilizzate in analisi pushover, che possono differire dalle rigidità considerate in analisi modale. In Analisi Modale le rigidità considerate corrispondono al parametro %K_{elast} dei dati Aste e tengono quindi conto dell'eventuale rigidità fessurata (%K_{elast} < 100%); in Analisi Pushover al passo iniziale per maschi e fasce in muratura vengono considerate rigidità elastiche)
 - piano del Punto di Controllo (scelto a priori)
 - spostamenti normalizzati rispetto allo spostamento del punto di controllo (nel caso di piano deformabile, la massa di piano coincide con la somma delle masse di piano e lo spostamento del baricentro è dato dalla distanza fra il baricentro delle masse spostate -secondo la forma modale- ed il baricentro delle masse nella configurazione indeformata):

Piano	Compl. rigido	Massa (k*kgm)	Spostamento (mm)	Punto di controllo	Spostamento normalizzato
1		538.56	114.25		6.242
2		562.12	194.45		10.624
3		331.66	334.97	X	18.302

Dai parametri precedenti risulta:

Massa m* = Σ(m_i*φ_i) (k*kgm) = 841.65
 Coefficiente di partecipazione Γ = Σ(m_i*φ_i)/Σ(m_i*φ_i²) = 1.442

Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, 1-GDL = (F, Max, M-GDL / Γ) (kN) = -896.59
 Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, 1-GDL = (F, SLV, M-GDL / Γ) (kN) = -896.59
 Spostamento a SLV (Stato Limite ultimo): d, SLV, 1-GDL = (d, SLV, M-GDL / Γ) (mm) = -6.78

Sistema bi-lineare equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

70% della Resistenza massima del sistema 1-GDL = 70% F, Max, 1-GDL (kN) = -627.61
 Rigidità elastica: K* (kN/m) = 197858.00 (=90.159% della rigidità elastica del sistema M-GDL)
 Periodo elastico: T* = 2(m*/K*) (sec) = 0.410
 Punto di snervamento: spostamento dy* (mm) = -4.34
 forza Fy* (kN) = -859.26

Stato Limite SLV e relativa probabilità di superamento (§3.2.1):
 PVR: Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V, R = 10 %
 Da PVR e V, R, per SLV risulta definito il valore di T, R (§ All. a) attraverso la relazione: T, R = - V, R / [1 - ln(1 - PVR)]

Valori dei parametri ag, Fo, TC* per i periodi di ritorno TR associati allo Stato Limite SLV e: SS, CC, S, TB, TC, TD, Fv [§3.2.3], dove:
 ag = accelerazione orizzontale massima al sito,
 Fo = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale,
 TC* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale,
 SS = coefficiente di sottosuolo;
 CC = coefficiente per TC dipendente dal sottosuolo;
 S = coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche;
 TB, TC, TD = periodi di spettro;

Fv = fattore di amplificazione spettrale massima per spettro in accelerazione verticale:

Stato Limite	TR (anni)	a, g (*g)	Fo	TC* (sec)	SS	CC	S	TB (sec)	TC (sec)	TD (sec)	Fv
SLV	712	0.207	2.448	0.316	1.443	1.823	1.443	0.192	0.576	2.428	1.504

Risposta massima in spostamento del sistema equivalente:

Risposta del sistema elastico di pari periodo:

- in accelerazione: $S_e(T^*) = 0.731 \text{ g}$
- in spostamento: $d^*, e, \max = S_{De}(T^*) \text{ (mm)} = -30.50$
- forza di risposta elastica = $S_e(T^*) m^* \text{ (kN)} = 6035.48$
(taglio totale agente sulla base del sistema equivalente 1-GDL calcolato dallo spettro di risposta elastico);
- forza di snervamento $F_y^* \text{ (kN)} = -859.26$
(taglio alla base resistente del sistema equivalente 1-GDL ottenuto dall'analisi non lineare)

Rapporto tra forza di risposta elastica e forza di snervamento: $q^* = 7.024$

Controllo su q^* secondo §7.8.1.6

$q^* > 3.0$: la verifica di sicurezza deve ritenersi NON soddisfatta
 indipendentemente dal confronto tra capacità e domanda.

Nota su q^*

- q^* è funzione di due componenti:
 - proprietà dinamiche dell'oscillatore (dalla curva di capacità);
 - spettro di risposta, dipendente dall'accelerazione a_g in input:
 il valore di q^* sopra riportato corrisponde quindi ad a_g in input.
 Se $q^* > 3.0$ (SLV), la verifica di sicurezza non è soddisfatta, indipendentemente dal rapporto tra capacità e domanda. Il valore di a_g sostenibile (e quindi dell'indicatore di rischio = a_g sostenibile / a_g in input), verrà calcolato considerando un valore di a_g , cioè una domanda, tale da garantire contemporaneamente le due seguenti condizioni:
 - $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC)
 - capacità \geq domanda (in termini di spostamento)

Risposta in spostamento del sistema anelastico: $d^*, \max \text{ (mm)} = -41.11$

Conversione della risposta equivalente in quella effettiva dell'edificio:

Spostamento effettivo di risposta del punto di controllo: $\Gamma d^*, \max \text{ (mm)} = -59.28$

Verifica di sicurezza (§7.3.4.1 - §7.8.1.5.4 - §C7.3.4.1 - §C7.8.1.5.4):

Domanda sismica in spostamento (mm) = -59.28

Capacità di spostamento a SLV (mm) = -9.77

SLV: Capacità < Domanda

Verifiche per edifici strategici o importanti:

SLV: Capacità in termini di PGA (PGA, CLV) = 0.060 g
 corrispondente, per il sito di ubicazione dell'edificio, al periodo di ritorno TR, CLV = 9 anni.
 Tale accelerazione, nel periodo di riferimento VR = 75 anni,
 ha la probabilità di essere superata pari a: PVR = 99.976 %
 (rispetto ai valori di progetto per SLV - sopra riportati - deve risultare:
 in caso di verifica di sicurezza non soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV minori,
 e PVR, CLV maggiori; per verifica soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV maggiori, e PVR, CLV minori).

Riepilogo per SLV

	TR (anni)	PGA (*g)	PVR (%)
Domanda	712	0.299	10.0
Capacità	9	0.060	100.0

Indicatore di Rischio Sismico

(indicatore di rischio = rapporto tra capacità e domanda):

- in termini di PGA: $\alpha, V = \text{PGA, CLV} / \text{PGA, DLV} = \zeta, E, \text{SLV, PGA} = 0.060/0.299 = 0.201$
- in termini di TR: $\alpha, V = \text{TR, CLV} / \text{TR, DLV} (= \text{TR in input per SLV}) = 9/712 = 0.013$

Nota sul metodo di calcolo dell'indicatore di rischio sismico

- Il calcolo degli indicatori di rischio sismico viene effettuato attraverso un procedimento iterativo sulla domanda. Questa viene fatta variare fino a trovare il massimo valore sostenibile, tale cioè da garantire il soddisfacimento contemporaneo delle due seguenti condizioni:
 - capacità \geq domanda (in termini di spostamento);
 - $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC).

Calcolo del Fattore di Comportamento 'q' (§7.8.1.3 - §C8.7.1.2):

Taglio di prima plastificazione (kN) = 120.00

90% del Taglio massimo (kN) = 1163.59

Rapporto $\alpha, u/\alpha, 1$ calcolato = 9.697

Rapporto $\alpha, u/\alpha, 1$ effettivo = 2.500

Edificio regolare in altezza: $q = 5.000$

CURVA n° 17

TIPO DI CURVA: (E) UNIFORME: FORZE PROPORZIONALI ALLE MASSE
(DISTRIBUZIONE SECONDARIA [GRUPPO 2]. RAPPORTI TRA FORZE FISSI NEL CORSO DEL PROCESSO INCREMENTALE)
DIREZIONE E VERSO: +X
ECCENTRICITÀ ACCIDENTALE (MOMENTO TORCENTE AGGIUNTIVO): + MT
COMBINAZIONE COMPONENTI: +X + 0.3 Y
PUNTO DI CONTROLLO: CENTRO DI MASSA DEL PIANO 3

VERIFICA DI SICUREZZA per SLV (Stato Limite ultimo di salvaguardia della Vita)

Sistema reale M-GDL (a più gradi di libertà):

Rigidità iniziale (elastica) (kN/m) = 560513.60
Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, M-GDL (kN) = 2355.34
Peso sismico totale W (kN) = 14046.44
Massa sismica totale M (k*kgm) = 1432.338
Rapporto forza/peso (F, Max, M-GDL / W) = 0.168
Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, M-GDL (kN) = 2355.34

Punto di controllo ubicato al 3° piano. Spostamento orizzontale: dc (mm):
- iniziale = 0.00
- al limite ultimo: dc, SLV, M-GDL = 15.07, di cui dovuto alle forze orizzontali = 15.07

Sistema equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

Calcolo della Massa m^* e del Fattore di partecipazione modale Γ (§C7.3.4.1):

è stata scelta l'opzione $\Gamma=1.000$ per la distribuzione di forze (E).
La massa m^* è pari alla somma delle masse traslazionali nella direzione di analisi (X):

Massa $m^* = \Sigma(m, i)$ (k*kgm) = 1432.34
Coefficiente di partecipazione $\Gamma = 1.000$

Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, 1-GDL = (F, Max, M-GDL / Γ) (kN) = 2355.34
Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, 1-GDL = (F, SLV, M-GDL / Γ) (kN) = 2355.34
Spostamento a SLV (Stato Limite ultimo): d, SLV, 1-GDL = (d, SLV, M-GDL / Γ) (mm) = 15.07

Sistema bi-lineare equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

70% della Resistenza massima del sistema 1-GDL = 70% F, Max, 1-GDL (kN) = 1648.74
Rigidità elastica: K^* (kN/m) = 451621.60 (=80.573% della rigidità elastica del sistema M-GDL)
Periodo elastico: $T^* = 2(m^*/K^*)$ (sec) = 0.354
Punto di snervamento: spostamento dy^* (mm) = 5.49
forza Fy^* (kN) = 2479.56

Stato Limite SLV e relativa probabilità di superamento (§3.2.1):
PVR: Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V, R = 10 %
Da PVR e V, R, per SLV risulta definito il valore di T, R (§ All. a)
attraverso la relazione: $T, R = - V, R / [1 - \ln(1 - PVR)]$

Valori dei parametri ag , Fo , TC^* per i periodi di ritorno TR associati allo Stato Limite SLV

e: SS, CC, S, TB, TC, TD, Fv [§3.2.3], dove:
 ag = accelerazione orizzontale massima al sito,
 Fo = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale,
 TC^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale,
SS = coefficiente di sottosuolo;
CC = coefficiente per TC dipendente dal sottosuolo;
S = coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche;
TB, TC, TD = periodi di spettro;
Fv = fattore di amplificazione spettrale massima per spettro in accelerazione verticale:

Stato Limite	TR	a, g	Fo	TC*	SS	CC	S	TB	TC	TD	Fv
	(anni)	(*g)		(sec)				(sec)	(sec)	(sec)	
SLU: SLV	712	0.207	2.448	0.316	1.443	1.823	1.443	0.192	0.576	2.428	1.504

Risposta massima in spostamento del sistema equivalente:

Risposta del sistema elastico di pari periodo:
- in accelerazione: $S, e(T^*) = 0.731 g$
- in spostamento: $d^*, e, max = S, De(T^*)$ (mm) = 22.74
- forza di risposta elastica = $S, e(T^*) m^*$ (kN) = 10271.30
(taglio totale agente sulla base del sistema equivalente 1-GDL calcolato dallo spettro di risposta elastico);
- forza di snervamento Fy^* (kN) = 2479.56
(taglio alla base resistente del sistema equivalente 1-GDL ottenuto dall'analisi non lineare)
Rapporto tra forza di risposta elastica e forza di snervamento: $q^* = 4.142$

Controllo su q^* secondo §7.8.1.6

$q^* > 3.0$: la verifica di sicurezza deve ritenersi NON soddisfatta
indipendentemente dal confronto tra capacità e domanda.

Nota su q^*

- q^* è funzione di due componenti:
- proprietà dinamiche dell'oscillatore (dalla curva di capacità);
 - spettro di risposta, dipendente dall'accelerazione ag in input:
il valore di q^* sopra riportato corrisponde quindi ad ag in input.
- Se $q^* > = 3.0$ (SLV), la verifica di sicurezza non è soddisfatta, indipendentemente

dal rapporto tra capacità e domanda. Il valore di ag sostenibile (e quindi dell'indicatore di rischio = ag sostenibile / ag in input), verrà calcolato considerando un valore di ag , cioè una domanda, tale da garantire contemporaneamente le due seguenti condizioni:

- $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC)
- capacità \geq domanda (in termini di spostamento)

Risposta in spostamento del sistema anelastico: d^*, \max (mm) = 33.57

Conversione della risposta equivalente in quella effettiva dell'edificio:

Spostamento effettivo di risposta del punto di controllo: $\Gamma d^*, \max$ (mm) = 33.57

Verifica di sicurezza (§7.3.4.1 - §7.8.1.5.4 - §C7.3.4.1 - §C7.8.1.5.4):

Domanda sismica in spostamento (mm) = 33.57

Capacità di spostamento a SLV (mm) = 15.07

SLV: Capacità < Domanda

Verifiche per edifici strategici o importanti:

SLV: Capacità in termini di PGA (PGA, CLV) = 0.154 g
 corrispondente, per il sito di ubicazione dell'edificio, al periodo di ritorno TR, CLV = 87 anni.
 Tale accelerazione, nel periodo di riferimento VR = 75 anni, ha la probabilità di essere superata pari a: PVR = 57.771 %
 (rispetto ai valori di progetto per SLV - sopra riportati - deve risultare:
 in caso di verifica di sicurezza non soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV minori, e PVR, CLV maggiore; per verifica soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV maggiori, e PVR, CLV minore).

Riepilogo per SLV

	TR (anni)	PGA (*g)	PVR (%)
Domanda	712	0.299	10.0
Capacità	87	0.154	57.8

Indicatore di Rischio Sismico

(indicatore di rischio = rapporto tra capacità e domanda):

- in termini di PGA: $\alpha, V = PGA, CLV / PGA, DLV = \zeta, E, SLV, PGA = 0.154 / 0.299 = 0.515$

- in termini di TR: $\alpha, V = TR, CLV / TR, DLV (=TR \text{ in input per SLV}) = 87 / 712 = 0.122$

Nota sul metodo di calcolo dell'indicatore di rischio sismico

Il calcolo degli indicatori di rischio sismico viene effettuato attraverso un procedimento iterativo sulla domanda. Questa viene fatta variare fino a trovare il massimo valore sostenibile, tale cioè da garantire il soddisfacimento contemporaneo delle due seguenti condizioni:

- capacità \geq domanda (in termini di spostamento);
- $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC).

Calcolo del Fattore di Comportamento 'q' (§7.8.1.3 - §C8.7.1.2):

Taglio di prima plasticizzazione (kN) = 60.00

90% del Taglio massimo (kN) = 2119.80

Rapporto $\alpha, u / \alpha, 1$ calcolato = 35.330

Rapporto $\alpha, u / \alpha, 1$ effettivo = 2.500

Edificio regolare in altezza: $q = 5.000$

CURVA n° 18

TIPO DI CURVA: (E) UNIFORME: FORZE PROPORZIONALI ALLE MASSE
(DISTRIBUZIONE SECONDARIA [GRUPPO 2]. RAPPORTI TRA FORZE FISSI NEL CORSO DEL PROCESSO INCREMENTALE)
DIREZIONE E VERSO: +X
ECCENTRICITÀ ACCIDENTALE (MOMENTO TORCENTE AGGIUNTIVO): - MT
COMBINAZIONE COMPONENTI: +X + 0.3 Y
PUNTO DI CONTROLLO: CENTRO DI MASSA DEL PIANO 3

VERIFICA DI SICUREZZA per SLV (Stato Limite ultimo di salvaguardia della Vita)

Sistema reale M-GDL (a più gradi di libertà):

Rigidità iniziale (elastica) (kN/m) = 598926.10
Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, M-GDL (kN) = 2750.29
Peso sismico totale W (kN) = 14046.44
Massa sismica totale M (k*kgm) = 1432.338
Rapporto forza/peso (F, Max, M-GDL / W) = 0.196
Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, M-GDL (kN) = 2750.29

Punto di controllo ubicato al 3° piano. Spostamento orizzontale: dc (mm):
- iniziale = 0.00
- al limite ultimo: dc, SLV, M-GDL = 10.23, di cui dovuto alle forze orizzontali = 10.23

Sistema equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

Calcolo della Massa m* e del Fattore di partecipazione modale Γ (§C7.3.4.1):

è stata scelta l'opzione $\Gamma=1.000$ per la distribuzione di forze (E).
La massa m* è pari alla somma delle masse traslazionali nella direzione di analisi (X):

Massa m* = $\Sigma(m_i)$ (k*kgm) = 1432.34
Coefficiente di partecipazione $\Gamma = 1.000$

Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, 1-GDL = (F, Max, M-GDL / Γ) (kN) = 2750.29
Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, 1-GDL = (F, SLV, M-GDL / Γ) (kN) = 2750.29
Spostamento a SLV (Stato Limite ultimo): d, SLV, 1-GDL = (d, SLV, M-GDL / Γ) (mm) = 10.23

Sistema bi-lineare equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

70% della Resistenza massima del sistema 1-GDL = 70% F, Max, 1-GDL (kN) = 1925.20
Rigidità elastica: K* (kN/m) = 513059.00 (=85.663% della rigidità elastica del sistema M-GDL)
Periodo elastico: T* = 2(m*/K*) (sec) = 0.332
Punto di snervamento: spostamento dy* (mm) = 5.24
forza Fy* (kN) = 2685.79

Stato Limite SLV e relativa probabilità di superamento (§3.2.1):
PVR: Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V, R = 10 %
Da PVR e V, R, per SLV risulta definito il valore di T, R (§ All. a)
attraverso la relazione: T, R = - V, R / [1 - ln(1 - PVR)]

Valori dei parametri ag, Fo, TC* per i periodi di ritorno TR associati allo Stato Limite SLV

e: SS, CC, S, TB, TC, TD, Fv [§3.2.3], dove:
ag = accelerazione orizzontale massima al sito,
Fo = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale,
TC* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale,
SS = coefficiente di sottosuolo;
CC = coefficiente per TC dipendente dal sottosuolo;
S = coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche;
TB, TC, TD = periodi di spettro;
Fv = fattore di amplificazione spettrale massima per spettro in accelerazione verticale:

Stato Limite	TR	a, g	Fo	TC*	SS	CC	S	TB	TC	TD	Fv
	(anni)	(*g)		(sec)				(sec)	(sec)	(sec)	
SLU: SLV	712	0.207	2.448	0.316	1.443	1.823	1.443	0.192	0.576	2.428	1.504

Risposta massima in spostamento del sistema equivalente:

Risposta del sistema elastico di pari periodo:
- in accelerazione: S, e(T*) = 0.731 g
- in spostamento: d*, e, max = S, De(T*) (mm) = 20.02
- forza di risposta elastica = S, e(T*) m* (kN) = 10271.30
(taglio totale agente sulla base del sistema equivalente 1-GDL calcolato dallo spettro di risposta elastico);
- forza di snervamento Fy* (kN) = 2685.79
(taglio alla base resistente del sistema equivalente 1-GDL ottenuto dall'analisi non lineare)
Rapporto tra forza di risposta elastica e forza di snervamento: q* = 3.824

Controllo su q* secondo §7.8.1.6

q* > 3.0: la verifica di sicurezza deve ritenersi NON soddisfatta
indipendentemente dal confronto tra capacità e domanda.

Nota su q*

- q* è funzione di due componenti:
- proprietà dinamiche dell'oscillatore (dalla curva di capacità);
 - spettro di risposta, dipendente dall'accelerazione ag in input:
il valore di q* sopra riportato corrisponde quindi ad ag in input.
- Se q* > =3.0 (SLV), la verifica di sicurezza non è soddisfatta, indipendentemente

dal rapporto tra capacità e domanda. Il valore di ag sostenibile (e quindi dell'indicatore di rischio = ag sostenibile / ag in input), verrà calcolato considerando un valore di ag, cioè una domanda, tale da garantire contemporaneamente le due seguenti condizioni:

- $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC)
- capacità \geq domanda (in termini di spostamento)

Risposta in spostamento del sistema anelastico: d^*, \max (mm) = 30.89

Conversione della risposta equivalente in quella effettiva dell'edificio:

Spostamento effettivo di risposta del punto di controllo: $\Gamma d^*, \max$ (mm) = 30.89

Verifica di sicurezza (§7.3.4.1 - §7.8.1.5.4 - §C7.3.4.1 - §C7.8.1.5.4):

Domanda sismica in spostamento (mm) = 30.89

Capacità di spostamento a SLV (mm) = 10.23

SLV: Capacità < Domanda

Verifiche per edifici strategici o importanti:

SLV: Capacità in termini di PGA (PGA, CLV) = 0.122 g

corrispondente, per il sito di ubicazione dell'edificio, al periodo di ritorno TR, CLV = 51 anni.

Tale accelerazione, nel periodo di riferimento VR = 75 anni,

ha la probabilità di essere superata pari a: PVR = 77.021 %

(rispetto ai valori di progetto per SLV - sopra riportati - deve risultare:

in caso di verifica di sicurezza non soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV minori, e PVR, CLV maggiore; per verifica soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV maggiori, e PVR, CLV minore).

Riepilogo per SLV

	TR (anni)	PGA (*g)	PVR (%)
Domanda	712	0.299	10.0
Capacità	51	0.122	77.0

Indicatore di Rischio Sismico

(indicatore di rischio = rapporto tra capacità e domanda):

- in termini di PGA: $\alpha, V = \text{PGA, CLV} / \text{PGA, DLV} = \zeta, E, \text{SLV, PGA} = 0.122 / 0.299 = 0.408$

- in termini di TR: $\alpha, V = \text{TR, CLV} / \text{TR, DLV} (= \text{TR in input per SLV}) = 51 / 712 = 0.072$

Nota sul metodo di calcolo dell'indicatore di rischio sismico

Il calcolo degli indicatori di rischio sismico viene effettuato attraverso un procedimento iterativo sulla domanda. Questa viene fatta variare fino a trovare il massimo valore sostenibile, tale cioè da garantire il soddisfacimento contemporaneo delle due seguenti condizioni:

- capacità \geq domanda (in termini di spostamento);
- $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC).

Calcolo del Fattore di Comportamento 'q' (§7.8.1.3 - §C8.7.1.2):

Taglio di prima plasticizzazione (kN) = 60.00

90% del Taglio massimo (kN) = 2475.26

Rapporto $\alpha, u / \alpha, 1$ calcolato = 41.254

Rapporto $\alpha, u / \alpha, 1$ effettivo = 2.500

Edificio regolare in altezza: $q = 5.000$

CURVA n° 19

**TIPO DI CURVA: (E) UNIFORME: FORZE PROPORZIONALI ALLE MASSE (DISTRIBUZIONE SECONDARIA [GRUPPO 2]. RAPPORTI TRA FORZE FISSI NEL CORSO DEL PROCESSO INCREMENTALE)
DIREZIONE E VERSO: +X
ECCENTRICITÀ ACCIDENTALE (MOMENTO TORCENTE AGGIUNTIVO): + MT
COMBINAZIONE COMPONENTI: +X - 0.3 Y
PUNTO DI CONTROLLO: CENTRO DI MASSA DEL PIANO 3**

VERIFICA DI SICUREZZA per SLV (Stato Limite ultimo di salvaguardia della Vita)

Sistema reale M-GDL (a più gradi di libertà):

Rigidità iniziale (elastica) (kN/m) = 548246.90
Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, M-GDL (kN) = 2431.75
Peso sismico totale W (kN) = 14046.44
Massa sismica totale M (k*kgm) = 1432.338
Rapporto forza/peso (F, Max, M-GDL / W) = 0.173
Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, M-GDL (kN) = 2431.75

Punto di controllo ubicato al 3° piano. Spostamento orizzontale: dc (mm):
- iniziale = 0.00
- al limite ultimo: dc, SLV, M-GDL = 11.93, di cui dovuto alle forze orizzontali = 11.93

Sistema equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

Calcolo della Massa m* e del Fattore di partecipazione modale Γ (§C7.3.4.1):

è stata scelta l'opzione $\Gamma=1.000$ per la distribuzione di forze (E).
La massa m* è pari alla somma delle masse traslazionali nella direzione di analisi (X):

Massa m* = $\Sigma(m_i)$ (k*kgm) = 1432.34
Coefficiente di partecipazione $\Gamma = 1.000$

Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, 1-GDL = (F, Max, M-GDL / Γ) (kN) = 2431.75
Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, 1-GDL = (F, SLV, M-GDL / Γ) (kN) = 2431.75
Spostamento a SLV (Stato Limite ultimo): d, SLV, 1-GDL = (d, SLV, M-GDL / Γ) (mm) = 11.93

Sistema bi-lineare equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

70% della Resistenza massima del sistema 1-GDL = 70% F, Max, 1-GDL (kN) = 1702.22
Rigidità elastica: K* (kN/m) = 418476.50 (=76.330% della rigidità elastica del sistema M-GDL)
Periodo elastico: T* = 2(m*/K*) (sec) = 0.368
Punto di snervamento: spostamento dy* (mm) = 5.69
forza Fy* (kN) = 2379.12

Stato Limite SLV e relativa probabilità di superamento (§3.2.1):
PVR: Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V, R = 10 %
Da PVR e V, R, per SLV risulta definito il valore di T, R (§ All. a)
attraverso la relazione: T, R = - V, R / [1 - ln(1 - PVR)]

Valori dei parametri ag, Fo, TC* per i periodi di ritorno TR associati allo Stato Limite SLV

e: SS, CC, S, TB, TC, TD, Fv [§3.2.3], dove:
ag = accelerazione orizzontale massima al sito,
Fo = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale,
TC* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale,
SS = coefficiente di sottosuolo;
CC = coefficiente per TC dipendente dal sottosuolo;
S = coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche;
TB, TC, TD = periodi di spettro;
Fv = fattore di amplificazione spettrale massima per spettro in accelerazione verticale:

Stato Limite	TR	a, g	Fo	TC*	SS	CC	S	TB	TC	TD	Fv
	(anni)	(*g)		(sec)				(sec)	(sec)	(sec)	
SLU: SLV	712	0.207	2.448	0.316	1.443	1.823	1.443	0.192	0.576	2.428	1.504

Risposta massima in spostamento del sistema equivalente:

Risposta del sistema elastico di pari periodo:
- in accelerazione: S, e(T*) = 0.731 g
- in spostamento: d*, e, max = S, De(T*) (mm) = 24.54
- forza di risposta elastica = S, e(T*) m* (kN) = 10271.30
(taglio totale agente sulla base del sistema equivalente 1-GDL calcolato dallo spettro di risposta elastico);
- forza di snervamento Fy* (kN) = 2379.12
(taglio alla base resistente del sistema equivalente 1-GDL ottenuto dall'analisi non lineare)
Rapporto tra forza di risposta elastica e forza di snervamento: q* = 4.317

Controllo su q* secondo §7.8.1.6

q* > 3.0: la verifica di sicurezza deve ritenersi NON soddisfatta
indipendentemente dal confronto tra capacità e domanda.

Nota su q*

- q* è funzione di due componenti:
- proprietà dinamiche dell'oscillatore (dalla curva di capacità);
 - spettro di risposta, dipendente dall'accelerazione ag in input:
il valore di q* sopra riportato corrisponde quindi ad ag in input.
- Se q* > =3.0 (SLV), la verifica di sicurezza non è soddisfatta, indipendentemente

dal rapporto tra capacità e domanda. Il valore di ag sostenibile (e quindi dell'indicatore di rischio = ag sostenibile / ag in input), verrà calcolato considerando un valore di ag, cioè una domanda, tale da garantire contemporaneamente le due seguenti condizioni:

- $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC)
- capacità \geq domanda (in termini di spostamento)

Risposta in spostamento del sistema anelastico: d^*, \max (mm) = 35.24

Conversione della risposta equivalente in quella effettiva dell'edificio:

Spostamento effettivo di risposta del punto di controllo: $\Gamma d^*, \max$ (mm) = 35.24

Verifica di sicurezza (§7.3.4.1 - §7.8.1.5.4 - §C7.3.4.1 - §C7.8.1.5.4):

Domanda sismica in spostamento (mm) = 35.24

Capacità di spostamento a SLV (mm) = 11.93

SLV: Capacità < Domanda

Verifiche per edifici strategici o importanti:

SLV: Capacità in termini di PGA (PGA, CLV) = 0.120 g corrispondente, per il sito di ubicazione dell'edificio, al periodo di ritorno TR, CLV = 48 anni. Tale accelerazione, nel periodo di riferimento VR = 75 anni, ha la probabilità di essere superata pari a: PVR = 79.039 % (rispetto ai valori di progetto per SLV - sopra riportati - deve risultare: in caso di verifica di sicurezza non soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV minori, e PVR, CLV maggiore; per verifica soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV maggiori, e PVR, CLV minore).

Riepilogo per SLV

	TR (anni)	PGA (*g)	PVR (%)
Domanda	712	0.299	10.0
Capacità	48	0.120	79.0

Indicatore di Rischio Sismico

(indicatore di rischio = rapporto tra capacità e domanda):

- in termini di PGA: $\alpha, V = \text{PGA, CLV} / \text{PGA, DLV} = \zeta, E, \text{SLV, PGA} = 0.120 / 0.299 = 0.401$

- in termini di TR: $\alpha, V = \text{TR, CLV} / \text{TR, DLV} (= \text{TR in input per SLV}) = 48 / 712 = 0.067$

Nota sul metodo di calcolo dell'indicatore di rischio sismico

Il calcolo degli indicatori di rischio sismico viene effettuato attraverso un procedimento iterativo sulla domanda. Questa viene fatta variare fino a trovare il massimo valore sostenibile, tale cioè da garantire il soddisfacimento contemporaneo delle due seguenti condizioni:

- capacità \geq domanda (in termini di spostamento);
- $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC).

Calcolo del Fattore di Comportamento 'q' (§7.8.1.3 - §C8.7.1.2):

Taglio di prima plasticizzazione (kN) = 60.00

90% del Taglio massimo (kN) = 2188.57

Rapporto $\alpha, u / \alpha, 1$ calcolato = 36.476

Rapporto $\alpha, u / \alpha, 1$ effettivo = 2.500

Edificio regolare in altezza: $q = 5.000$

CURVA n° 20

TIPO DI CURVA: (E) UNIFORME: FORZE PROPORZIONALI ALLE MASSE
(DISTRIBUZIONE SECONDARIA [GRUPPO 2]. RAPPORTI TRA FORZE FISSI NEL CORSO DEL PROCESSO INCREMENTALE)
DIREZIONE E VERSO: +X
ECCENTRICITÀ ACCIDENTALE (MOMENTO TORCENTE AGGIUNTIVO): - MT
COMBINAZIONE COMPONENTI: +X - 0.3 Y
PUNTO DI CONTROLLO: CENTRO DI MASSA DEL PIANO 3

VERIFICA DI SICUREZZA per SLV (Stato Limite ultimo di salvaguardia della Vita)

Sistema reale M-GDL (a più gradi di libertà):

Rigidità iniziale (elastica) (kN/m) = 585515.90
Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, M-GDL (kN) = 2230.05
Peso sismico totale W (kN) = 14046.44
Massa sismica totale M (k*kgm) = 1432.338
Rapporto forza/peso (F, Max, M-GDL / W) = 0.159
Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, M-GDL (kN) = 2230.05

Punto di controllo ubicato al 3° piano. Spostamento orizzontale: dc (mm):
- iniziale = 0.00
- al limite ultimo: dc, SLV, M-GDL = 12.42, di cui dovuto alle forze orizzontali = 12.42

Sistema equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

Calcolo della Massa m^* e del Fattore di partecipazione modale Γ (§C7.3.4.1):

è stata scelta l'opzione $\Gamma=1.000$ per la distribuzione di forze (E).
La massa m^* è pari alla somma delle masse traslazionali nella direzione di analisi (X):

Massa $m^* = \Sigma(m, i)$ (k*kgm) = 1432.34
Coefficiente di partecipazione $\Gamma = 1.000$

Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, 1-GDL = (F, Max, M-GDL / Γ) (kN) = 2230.05
Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, 1-GDL = (F, SLV, M-GDL / Γ) (kN) = 2230.05
Spostamento a SLV (Stato Limite ultimo): d, SLV, 1-GDL = (d, SLV, M-GDL / Γ) (mm) = 12.42

Sistema bi-lineare equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

70% della Resistenza massima del sistema 1-GDL = 70% F, Max, 1-GDL (kN) = 1561.04
Rigidità elastica: K^* (kN/m) = 513145.70 (=87.640% della rigidità elastica del sistema M-GDL)
Periodo elastico: $T^* = 2(m^*/K^*)$ (sec) = 0.332
Punto di snervamento: spostamento dy^* (mm) = 5.07
forza Fy^* (kN) = 2598.99

Stato Limite SLV e relativa probabilità di superamento (§3.2.1):
PVR: Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V, R = 10 %
Da PVR e V, R, per SLV risulta definito il valore di T, R (§ All. a)
attraverso la relazione: $T, R = - V, R / [1 - \ln(1 - PVR)]$

Valori dei parametri ag , Fo , TC^* per i periodi di ritorno TR associati allo Stato Limite SLV

e: SS, CC, S, TB, TC, TD, Fv [§3.2.3], dove:
 ag = accelerazione orizzontale massima al sito,
 Fo = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale,
 TC^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale,
SS = coefficiente di sottosuolo;
CC = coefficiente per TC dipendente dal sottosuolo;
S = coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche;
TB, TC, TD = periodi di spettro;
Fv = fattore di amplificazione spettrale massima per spettro in accelerazione verticale:

Stato Limite	TR	a, g	Fo	TC*	SS	CC	S	TB	TC	TD	Fv
	(anni)	(*g)		(sec)				(sec)	(sec)	(sec)	
SLU: SLV	712	0.207	2.448	0.316	1.443	1.823	1.443	0.192	0.576	2.428	1.504

Risposta massima in spostamento del sistema equivalente:

Risposta del sistema elastico di pari periodo:
- in accelerazione: $S, e(T^*) = 0.731 g$
- in spostamento: $d^*, e, max = S, De(T^*)$ (mm) = 20.02
- forza di risposta elastica = $S, e(T^*) m^*$ (kN) = 10271.30
(taglio totale agente sulla base del sistema equivalente 1-GDL calcolato dallo spettro di risposta elastico);
- forza di snervamento Fy^* (kN) = 2598.99
(taglio alla base resistente del sistema equivalente 1-GDL ottenuto dall'analisi non lineare)
Rapporto tra forza di risposta elastica e forza di snervamento: $q^* = 3.952$

Controllo su q^* secondo §7.8.1.6

$q^* > 3.0$: la verifica di sicurezza deve ritenersi NON soddisfatta
indipendentemente dal confronto tra capacità e domanda.

Nota su q^*

- q^* è funzione di due componenti:
- proprietà dinamiche dell'oscillatore (dalla curva di capacità);
 - spettro di risposta, dipendente dall'accelerazione ag in input:
il valore di q^* sopra riportato corrisponde quindi ad ag in input.
- Se $q^* > = 3.0$ (SLV), la verifica di sicurezza non è soddisfatta, indipendentemente

dal rapporto tra capacità e domanda. Il valore di ag sostenibile (e quindi dell'indicatore di rischio = ag sostenibile / ag in input), verrà calcolato considerando un valore di ag , cioè una domanda, tale da garantire contemporaneamente le due seguenti condizioni:

- a) $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC)
- b) capacità \geq domanda (in termini di spostamento)

Risposta in spostamento del sistema anelastico: d^*, \max (mm) = 31.01

Conversione della risposta equivalente in quella effettiva dell'edificio:

Spostamento effettivo di risposta del punto di controllo: $\Gamma d^*, \max$ (mm) = 31.01

Verifica di sicurezza (§7.3.4.1 - §7.8.1.5.4 - §C7.3.4.1 - §C7.8.1.5.4):

Domanda sismica in spostamento (mm) = 31.01

Capacità di spostamento a SLV (mm) = 12.42

SLV: Capacità < Domanda

Verifiche per edifici strategici o importanti:

SLV: Capacità in termini di PGA (PGA, CLV) = 0.142 g

corrispondente, per il sito di ubicazione dell'edificio, al periodo di ritorno TR, CLV = 71 anni.

Tale accelerazione, nel periodo di riferimento VR = 75 anni,

ha la probabilità di essere superata pari a: PVR = 65.227 %

(rispetto ai valori di progetto per SLV - sopra riportati - deve risultare:

in caso di verifica di sicurezza non soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV minori,

e PVR, CLV maggiore; per verifica soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV maggiori, e PVR, CLV minore).

Riepilogo per SLV

	TR (anni)	PGA (*g)	PVR (%)
Domanda	712	0.299	10.0
Capacità	71	0.142	65.2

Indicatore di Rischio Sismico

(indicatore di rischio = rapporto tra capacità e domanda):

- in termini di PGA: $\alpha, V = PGA, CLV / PGA, DLV = \zeta, E, SLV, PGA = 0.142/0.299 = 0.475$

- in termini di TR: $\alpha, V = TR, CLV / TR, DLV (=TR$ in input per SLV) = $71/712 = 0.100$

Nota sul metodo di calcolo dell'indicatore di rischio sismico

Il calcolo degli indicatori di rischio sismico viene effettuato attraverso un procedimento iterativo sulla domanda. Questa viene fatta variare fino a trovare il massimo valore sostenibile, tale cioè da garantire

il soddisfacimento contemporaneo delle due seguenti condizioni:

a) capacità \geq domanda (in termini di spostamento);

b) $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC).

Calcolo del Fattore di Comportamento 'q' (§7.8.1.3 - §C8.7.1.2):

Taglio di prima plasticizzazione (kN) = 60.00

90% del Taglio massimo (kN) = 2007.05

Rapporto $\alpha, u/\alpha, 1$ calcolato = 33.451

Rapporto $\alpha, u/\alpha, 1$ effettivo = 2.500

Edificio regolare in altezza: $q = 5.000$

CURVA n° 21

TIPO DI CURVA: (E) UNIFORME: FORZE PROPORZIONALI ALLE MASSE
(DISTRIBUZIONE SECONDARIA [GRUPPO 2]. RAPPORTI TRA FORZE FISSI NEL CORSO DEL PROCESSO INCREMENTALE)
DIREZIONE E VERSO: +Y
ECCENTRICITÀ ACCIDENTALE (MOMENTO TORCENTE AGGIUNTIVO): + MT
COMBINAZIONE COMPONENTI: +Y + 0.3 X
PUNTO DI CONTROLLO: CENTRO DI MASSA DEL PIANO 3

VERIFICA DI SICUREZZA per SLV (Stato Limite ultimo di salvaguardia della Vita)

Sistema reale M-GDL (a più gradi di libertà):

Rigidità iniziale (elastica) (kN/m) = 293704.30
Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, M-GDL (kN) = 1588.07
Peso sismico totale W (kN) = 14046.44
Massa sismica totale M (k*kgm) = 1432.338
Rapporto forza/peso (F, Max, M-GDL / W) = 0.113
Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, M-GDL (kN) = 1588.07

Punto di controllo ubicato al 3° piano. Spostamento orizzontale: dc (mm):
- iniziale = 0.00
- al limite ultimo: dc, SLV, M-GDL = 10.67, di cui dovuto alle forze orizzontali = 10.67

Sistema equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

Calcolo della Massa m^* e del Fattore di partecipazione modale Γ (§C7.3.4.1):

è stata scelta l'opzione $\Gamma=1.000$ per la distribuzione di forze (E).
La massa m^* è pari alla somma delle masse traslazionali nella direzione di analisi (Y):

Massa $m^* = \Sigma(m, i)$ (k*kgm) = 1432.34
Coefficiente di partecipazione $\Gamma = 1.000$

Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, 1-GDL = (F, Max, M-GDL / Γ) (kN) = 1588.07
Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, 1-GDL = (F, SLV, M-GDL / Γ) (kN) = 1588.07
Spostamento a SLV (Stato Limite ultimo): d, SLV, 1-GDL = (d, SLV, M-GDL / Γ) (mm) = 10.67

Sistema bi-lineare equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

70% della Resistenza massima del sistema 1-GDL = 70% F, Max, 1-GDL (kN) = 1111.65
Rigidità elastica: K^* (kN/m) = 273307.50 (=93.055% della rigidità elastica del sistema M-GDL)
Periodo elastico: $T^* = 2(m^*/K^*)$ (sec) = 0.455
Punto di snervamento: spostamento dy^* (mm) = 5.52
forza Fy^* (kN) = 1508.26

Stato Limite SLV e relativa probabilità di superamento (§3.2.1):
PVR: Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V, R = 10 %
Da PVR e V, R, per SLV risulta definito il valore di T, R (§ All. a)
attraverso la relazione: $T, R = - V, R / [1 - \ln(1 - PVR)]$

Valori dei parametri ag, Fo, TC^* per i periodi di ritorno TR associati allo Stato Limite SLV

e: SS, CC, S, TB, TC, TD, Fv [§3.2.3], dove:
 ag = accelerazione orizzontale massima al sito,
 Fo = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale,
 TC^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale,
SS = coefficiente di sottosuolo;
CC = coefficiente per TC dipendente dal sottosuolo;
S = coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche;
TB, TC, TD = periodi di spettro;
Fv = fattore di amplificazione spettrale massima per spettro in accelerazione verticale:

Stato Limite	TR	a, g	Fo	TC*	SS	CC	S	TB	TC	TD	Fv
	(anni)	(*g)		(sec)				(sec)	(sec)	(sec)	
SLU: SLV	712	0.207	2.448	0.316	1.443	1.823	1.443	0.192	0.576	2.428	1.504

Risposta massima in spostamento del sistema equivalente:

Risposta del sistema elastico di pari periodo:
- in accelerazione: $S, e(T^*) = 0.731 g$
- in spostamento: $d^*, e, max = S, De(T^*)$ (mm) = 37.58
- forza di risposta elastica = $S, e(T^*) m^*$ (kN) = 10271.30
(taglio totale agente sulla base del sistema equivalente 1-GDL calcolato dallo spettro di risposta elastico);
- forza di snervamento Fy^* (kN) = 1508.26
(taglio alla base resistente del sistema equivalente 1-GDL ottenuto dall'analisi non lineare)
Rapporto tra forza di risposta elastica e forza di snervamento: $q^* = 6.810$

Controllo su q^* secondo §7.8.1.6

$q^* > 3.0$: la verifica di sicurezza deve ritenersi NON soddisfatta
indipendentemente dal confronto tra capacità e domanda.

Nota su q^*

- q^* è funzione di due componenti:
- proprietà dinamiche dell'oscillatore (dalla curva di capacità);
 - spettro di risposta, dipendente dall'accelerazione ag in input:
il valore di q^* sopra riportato corrisponde quindi ad ag in input.
- Se $q^* > = 3.0$ (SLV), la verifica di sicurezza non è soddisfatta, indipendentemente

dal rapporto tra capacità e domanda. Il valore di ag sostenibile (e quindi dell'indicatore di rischio = ag sostenibile / ag in input), verrà calcolato considerando un valore di ag , cioè una domanda, tale da garantire contemporaneamente le due seguenti condizioni:

- $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC)
- capacità \geq domanda (in termini di spostamento)

Risposta in spostamento del sistema anelastico: d^*, \max (mm) = 46.12

Conversione della risposta equivalente in quella effettiva dell'edificio:

Spostamento effettivo di risposta del punto di controllo: $\Gamma d^*, \max$ (mm) = 46.12

Verifica di sicurezza (§7.3.4.1 - §7.8.1.5.4 - §C7.3.4.1 - §C7.8.1.5.4):

Domanda sismica in spostamento (mm) = 46.12

Capacità di spostamento a SLV (mm) = 10.67

SLV: Capacità < Domanda

Verifiche per edifici strategici o importanti:

SLV: Capacità in termini di PGA (PGA, CLV) = 0.078 g corrispondente, per il sito di ubicazione dell'edificio, al periodo di ritorno TR, CLV = 17 anni. Tale accelerazione, nel periodo di riferimento VR = 75 anni, ha la probabilità di essere superata pari a: PVR = 98.787 % (rispetto ai valori di progetto per SLV - sopra riportati - deve risultare: in caso di verifica di sicurezza non soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV minori, e PVR, CLV maggiore; per verifica soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV maggiori, e PVR, CLV minore).

Riepilogo per SLV

	TR (anni)	PGA (*g)	PVR (%)
Domanda	712	0.299	10.0
Capacità	17	0.078	98.8

Indicatore di Rischio Sismico

(indicatore di rischio = rapporto tra capacità e domanda):

- in termini di PGA: $\alpha, V = PGA, CLV / PGA, DLV = \zeta, E, SLV, PGA = 0.078/0.299 = 0.261$

- in termini di TR: $\alpha, V = TR, CLV / TR, DLV (=TR \text{ in input per SLV}) = 17/712 = 0.024$

Nota sul metodo di calcolo dell'indicatore di rischio sismico

Il calcolo degli indicatori di rischio sismico viene effettuato attraverso un procedimento iterativo sulla domanda. Questa viene fatta variare fino a trovare il massimo valore sostenibile, tale cioè da garantire il soddisfacimento contemporaneo delle due seguenti condizioni:

- capacità \geq domanda (in termini di spostamento);
- $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC).

Calcolo del Fattore di Comportamento 'q' (§7.8.1.3 - §C8.7.1.2):

Taglio di prima plasticizzazione (kN) = 60.00

90% del Taglio massimo (kN) = 1429.26

Rapporto $\alpha, u/\alpha, 1$ calcolato = 23.821

Rapporto $\alpha, u/\alpha, 1$ effettivo = 2.500

Edificio regolare in altezza: $q = 5.000$

CURVA n° 22

TIPO DI CURVA: (E) UNIFORME: FORZE PROPORZIONALI ALLE MASSE (DISTRIBUZIONE SECONDARIA [GRUPPO 2]. RAPPORTI TRA FORZE FISSI NEL CORSO DEL PROCESSO INCREMENTALE)
DIREZIONE E VERSO: +Y
ECCENTRICITÀ ACCIDENTALE (MOMENTO TORCENTE AGGIUNTIVO): - MT
COMBINAZIONE COMPONENTI: +Y + 0.3 X
PUNTO DI CONTROLLO: CENTRO DI MASSA DEL PIANO 3

VERIFICA DI SICUREZZA per SLV (Stato Limite ultimo di salvaguardia della Vita)

Sistema reale M-GDL (a più gradi di libertà):

Rigidità iniziale (elastica) (kN/m) = 293369.30
 Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, M-GDL (kN) = 1566.11
 Peso sismico totale W (kN) = 14046.44
 Massa sismica totale M (k*kgm) = 1432.338
 Rapporto forza/peso (F, Max, M-GDL / W) = 0.111
 Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, M-GDL (kN) = 1566.11

Punto di controllo ubicato al 3° piano. Spostamento orizzontale: dc (mm):
 - iniziale = 0.00
 - al limite ultimo: dc, SLV, M-GDL = 9.46, di cui dovuto alle forze orizzontali = 9.46

Sistema equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

Calcolo della Massa m* e del Fattore di partecipazione modale Γ (§C7.3.4.1):

è stata scelta l'opzione $\Gamma=1.000$ per la distribuzione di forze (E).
 La massa m* è pari alla somma delle masse traslazionali nella direzione di analisi (Y):

Massa m* = $\Sigma(m_i)$ (k*kgm) = 1432.34
 Coefficiente di partecipazione $\Gamma = 1.000$

Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, 1-GDL = (F, Max, M-GDL / Γ) (kN) = 1566.11
 Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, 1-GDL = (F, SLV, M-GDL / Γ) (kN) = 1566.11
 Spostamento a SLV (Stato Limite ultimo): d, SLV, 1-GDL = (d, SLV, M-GDL / Γ) (mm) = 9.46

Sistema bi-lineare equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

70% della Resistenza massima del sistema 1-GDL = 70% F, Max, 1-GDL (kN) = 1096.28
 Rigidità elastica: K* (kN/m) = 270505.50 (=92.207% della rigidità elastica del sistema M-GDL)
 Periodo elastico: T* = $2(m^*/K^*)$ (sec) = 0.457
 Punto di snervamento: spostamento dy* (mm) = 5.55
 forza Fy* (kN) = 1501.98

Stato Limite SLV e relativa probabilità di superamento (§3.2.1):
 PVR: Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V, R = 10 %
 Da PVR e V, R, per SLV risulta definito il valore di T, R (§ All. a)
 attraverso la relazione: T, R = - V, R / [1 - ln(1 - PVR)]

Valori dei parametri ag, Fo, TC* per i periodi di ritorno TR associati allo Stato Limite SLV

e: SS, CC, S, TB, TC, TD, Fv [§3.2.3], dove:
 ag = accelerazione orizzontale massima al sito,
 Fo = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale,
 TC* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale,
 SS = coefficiente di sottosuolo;
 CC = coefficiente per TC dipendente dal sottosuolo;
 S = coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche;
 TB, TC, TD = periodi di spettro;
 Fv = fattore di amplificazione spettrale massima per spettro in accelerazione verticale:

Stato Limite	TR	a, g	Fo	TC*	SS	CC	S	TB	TC	TD	Fv
	(anni)	(*g)		(sec)				(sec)	(sec)	(sec)	
SLU: SLV	712	0.207	2.448	0.316	1.443	1.823	1.443	0.192	0.576	2.428	1.504

Risposta massima in spostamento del sistema equivalente:

Risposta del sistema elastico di pari periodo:
 - in accelerazione: S, e(T*) = 0.731 g
 - in spostamento: d*, e, max = S, De(T*) (mm) = 37.97
 - forza di risposta elastica = S, e(T*) m* (kN) = 10271.30
 (taglio totale agente sulla base del sistema equivalente 1-GDL calcolato dallo spettro di risposta elastico);
 - forza di snervamento Fy* (kN) = 1501.98
 (taglio alla base resistente del sistema equivalente 1-GDL ottenuto dall'analisi non lineare)
 Rapporto tra forza di risposta elastica e forza di snervamento: q* = 6.838

Controllo su q* secondo §7.8.1.6

q* > 3.0: la verifica di sicurezza deve ritenersi NON soddisfatta
 indipendentemente dal confronto tra capacità e domanda.

Nota su q*

- q* è funzione di due componenti:
- proprietà di namiche dell'oscillatore (dalla curva di capacità);
 - spettro di risposta, dipendente dall'accelerazione ag in input:
 il valore di q* sopra riportato corrisponde quindi ad ag in input.
- Se q* > =3.0 (SLV), la verifica di sicurezza non è soddisfatta, indipendentemente

dal rapporto tra capacità e domanda. Il valore di ag sostenibile (e quindi dell'indicatore di rischio = ag sostenibile / ag in input), verrà calcolato considerando un valore di ag , cioè una domanda, tale da garantire contemporaneamente le due seguenti condizioni:

- $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC)
- capacità \geq domanda (in termini di spostamento)

Risposta in spostamento del sistema anelastico: d^*, \max (mm) = 46.39

Conversione della risposta equivalente in quella effettiva dell'edificio:

Spostamento effettivo di risposta del punto di controllo: $\Gamma d^*, \max$ (mm) = 46.39

Verifica di sicurezza (§7.3.4.1 - §7.8.1.5.4 - §C7.3.4.1 - §C7.8.1.5.4):

Domanda sismica in spostamento (mm) = 46.39

Capacità di spostamento a SLV (mm) = 9.46

SLV: Capacità < Domanda

Verifiche per edifici strategici o importanti:

SLV: Capacità in termini di PGA (PGA, CLV) = 0.069 g
 corrispondente, per il sito di ubicazione dell'edificio, al periodo di ritorno TR, CLV = 13 anni.
 Tale accelerazione, nel periodo di riferimento VR = 75 anni, ha la probabilità di essere superata pari a: PVR = 99.688 %
 (rispetto ai valori di progetto per SLV - sopra riportati - deve risultare:
 in caso di verifica di sicurezza non soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV minori, e PVR, CLV maggiore; per verifica soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV maggiori, e PVR, CLV minore).

Riepilogo per SLV

	TR (anni)	PGA (*g)	PVR (%)
Domanda	712	0.299	10.0
Capacità	13	0.069	99.7

Indicatore di Rischio Sismico

(indicatore di rischio = rapporto tra capacità e domanda):

- in termini di PGA: $\alpha, V = PGA, CLV / PGA, DLV = \zeta, E, SLV, PGA = 0.069/0.299 = 0.231$

- in termini di TR: $\alpha, V = TR, CLV / TR, DLV (=TR \text{ in input per SLV}) = 13/712 = 0.018$

Nota sul metodo di calcolo dell'indicatore di rischio sismico

Il calcolo degli indicatori di rischio sismico viene effettuato attraverso un procedimento iterativo sulla domanda. Questa viene fatta variare fino a trovare il massimo valore sostenibile, tale cioè da garantire il soddisfacimento contemporaneo delle due seguenti condizioni:

- capacità \geq domanda (in termini di spostamento);
- $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC).

Calcolo del Fattore di Comportamento 'q' (§7.8.1.3 - §C8.7.1.2):

Taglio di prima plasticizzazione (kN) = 60.00

90% del Taglio massimo (kN) = 1409.50

Rapporto $\alpha, u/\alpha, 1$ calcolato = 23.492

Rapporto $\alpha, u/\alpha, 1$ effettivo = 2.500

Edificio regolare in altezza: $q = 5.000$

CURVA n° 23

TIPO DI CURVA: (E) UNIFORME: FORZE PROPORZIONALI ALLE MASSE
(DISTRIBUZIONE SECONDARIA [GRUPPO 2]. RAPPORTI TRA FORZE FISSI NEL CORSO DEL PROCESSO INCREMENTALE)
DIREZIONE E VERSO: +Y
ECCENTRICITÀ ACCIDENTALE (MOMENTO TORCENTE AGGIUNTIVO): + MT
COMBINAZIONE COMPONENTI: +Y - 0.3 X
PUNTO DI CONTROLLO: CENTRO DI MASSA DEL PIANO 3

VERIFICA DI SICUREZZA per SLV (Stato Limite ultimo di salvaguardia della Vita)

Sistema reale M-GDL (a più gradi di libertà):

Rigidità iniziale (elastica) (kN/m) = 291019.70
Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, M-GDL (kN) = 1530.31
Peso sismico totale W (kN) = 14046.44
Massa sismica totale M (k*kgm) = 1432.338
Rapporto forza/peso (F, Max, M-GDL / W) = 0.109
Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, M-GDL (kN) = 1530.31

Punto di controllo ubicato al 3° piano. Spostamento orizzontale: dc (mm):
- iniziale = 0.00
- al limite ultimo: dc, SLV, M-GDL = 8.77, di cui dovuto alle forze orizzontali = 8.77

Sistema equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

Calcolo della Massa m^* e del Fattore di partecipazione modale Γ (§C7.3.4.1):

è stata scelta l'opzione $\Gamma=1.000$ per la distribuzione di forze (E).
La massa m^* è pari alla somma delle masse traslazionali nella direzione di analisi (Y):

Massa $m^* = \Sigma(m, i)$ (k*kgm) = 1432.34
Coefficiente di partecipazione $\Gamma = 1.000$

Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, 1-GDL = (F, Max, M-GDL / Γ) (kN) = 1530.31
Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, 1-GDL = (F, SLV, M-GDL / Γ) (kN) = 1530.31
Spostamento a SLV (Stato Limite ultimo): d, SLV, 1-GDL = (d, SLV, M-GDL / Γ) (mm) = 8.77

Sistema bi-lineare equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

70% della Resistenza massima del sistema 1-GDL = 70% F, Max, 1-GDL (kN) = 1071.22
Rigidità elastica: K^* (kN/m) = 272265.80 (=93.556% della rigidità elastica del sistema M-GDL)
Periodo elastico: $T^* = 2(m^*/K^*)$ (sec) = 0.456
Punto di snervamento: spostamento dy^* (mm) = 5.36
forza Fy^* (kN) = 1458.52

Stato Limite SLV e relativa probabilità di superamento (§3.2.1):
PVR: Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V, R = 10 %
Da PVR e V, R, per SLV risulta definito il valore di T, R (§ All. a)
attraverso la relazione: $T, R = - V, R / [1 - \ln(1 - PVR)]$

Valori dei parametri ag , Fo , TC^* per i periodi di ritorno TR associati allo Stato Limite SLV

e: SS, CC, S, TB, TC, TD, Fv [§3.2.3], dove:
 ag = accelerazione orizzontale massima al sito,
 Fo = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale,
 TC^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale,
SS = coefficiente di sottosuolo;
CC = coefficiente per TC dipendente dal sottosuolo;
S = coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche;
TB, TC, TD = periodi di spettro;
Fv = fattore di amplificazione spettrale massima per spettro in accelerazione verticale:

Stato Limite	TR	a, g	Fo	TC*	SS	CC	S	TB	TC	TD	Fv
	(anni)	(*g)		(sec)				(sec)	(sec)	(sec)	
SLU: SLV	712	0.207	2.448	0.316	1.443	1.823	1.443	0.192	0.576	2.428	1.504

Risposta massima in spostamento del sistema equivalente:

Risposta del sistema elastico di pari periodo:
- in accelerazione: $S, e(T^*) = 0.731 g$
- in spostamento: $d^*, e, max = S, De(T^*)$ (mm) = 37.72
- forza di risposta elastica = $S, e(T^*) m^*$ (kN) = 10271.30
(taglio totale agente sulla base del sistema equivalente 1-GDL calcolato dallo spettro di risposta elastico);
- forza di snervamento Fy^* (kN) = 1458.52
(taglio alla base resistente del sistema equivalente 1-GDL ottenuto dall'analisi non lineare)
Rapporto tra forza di risposta elastica e forza di snervamento: $q^* = 7.042$

Controllo su q^* secondo §7.8.1.6

$q^* > 3.0$: la verifica di sicurezza deve ritenersi NON soddisfatta
indipendentemente dal confronto tra capacità e domanda.

Nota su q^*

- q^* è funzione di due componenti:
- proprietà dinamiche dell'oscillatore (dalla curva di capacità);
 - spettro di risposta, dipendente dall'accelerazione ag in input:
il valore di q^* sopra riportato corrisponde quindi ad ag in input.
- Se $q^* > = 3.0$ (SLV), la verifica di sicurezza non è soddisfatta, indipendentemente

dal rapporto tra capacità e domanda. Il valore di ag sostenibile (e quindi dell'indicatore di rischio = ag sostenibile / ag in input), verrà calcolato considerando un valore di ag , cioè una domanda, tale da garantire contemporaneamente le due seguenti condizioni:

- $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC)
- capacità \geq domanda (in termini di spostamento)

Risposta in spostamento del sistema anelastico: d^*, \max (mm) = 46.27

Conversione della risposta equivalente in quella effettiva dell'edificio:

Spostamento effettivo di risposta del punto di controllo: $\Gamma d^*, \max$ (mm) = 46.27

Verifica di sicurezza (§7.3.4.1 - §7.8.1.5.4 - §C7.3.4.1 - §C7.8.1.5.4):

Domanda sismica in spostamento (mm) = 46.27

Capacità di spostamento a SLV (mm) = 8.77

SLV: Capacità < Domanda

Verifiche per edifici strategici o importanti:

SLV: Capacità in termini di PGA (PGA, CLV) = 0.065 g

corrispondente, per il sito di ubicazione dell'edificio, al periodo di ritorno TR, CLV = 11 anni.

Tale accelerazione, nel periodo di riferimento VR = 75 anni,

ha la probabilità di essere superata pari a: PVR = 99.891 %

(rispetto ai valori di progetto per SLV - sopra riportati - deve risultare:

in caso di verifica di sicurezza non soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV minori,

e PVR, CLV maggiore; per verifica soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV maggiori, e PVR, CLV minore).

Riepilogo per SLV

	TR (anni)	PGA (*g)	PVR (%)
Domanda	712	0.299	10.0
Capacità	11	0.065	99.9

Indicatore di Rischio Sismico

(indicatore di rischio = rapporto tra capacità e domanda):

- in termini di PGA: $\alpha, V = PGA, CLV / PGA, DLV = \zeta, E, SLV, PGA = 0.065/0.299 = 0.217$

- in termini di TR: $\alpha, V = TR, CLV / TR, DLV (=TR \text{ in input per SLV}) = 11/712 = 0.015$

Nota sul metodo di calcolo dell'indicatore di rischio sismico

Il calcolo degli indicatori di rischio sismico viene effettuato

attraverso un procedimento iterativo sulla domanda. Questa viene fatta variare

fino a trovare il massimo valore sostenibile, tale cioè da garantire

il soddisfacimento contemporaneo delle due seguenti condizioni:

a) capacità \geq domanda (in termini di spostamento);

b) $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC).

Calcolo del Fattore di Comportamento 'q' (§7.8.1.3 - §C8.7.1.2):

Taglio di prima plasticizzazione (kN) = 120.00

90% del Taglio massimo (kN) = 1377.28

Rapporto $\alpha, u/\alpha, 1$ calcolato = 11.477

Rapporto $\alpha, u/\alpha, 1$ effettivo = 2.500

Edificio regolare in altezza: $q = 5.000$

CURVA n° 24

TIPO DI CURVA: (E) UNIFORME: FORZE PROPORZIONALI ALLE MASSE
(DISTRIBUZIONE SECONDARIA [GRUPPO 2]. RAPPORTI TRA FORZE FISSI NEL CORSO DEL PROCESSO INCREMENTALE)
DIREZIONE E VERSO: +Y
ECCENTRICITÀ ACCIDENTALE (MOMENTO TORCENTE AGGIUNTIVO): - MT
COMBINAZIONE COMPONENTI: +Y - 0.3 X
PUNTO DI CONTROLLO: CENTRO DI MASSA DEL PIANO 3

VERIFICA DI SICUREZZA per SLV (Stato Limite ultimo di salvaguardia della Vita)

Sistema reale M-GDL (a più gradi di libertà):

Rigidità iniziale (elastica) (kN/m) = 289699.60
Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, M-GDL (kN) = 1546.37
Peso sismico totale W (kN) = 14046.44
Massa sismica totale M (k*kgm) = 1432.338
Rapporto forza/peso (F, Max, M-GDL / W) = 0.11
Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, M-GDL (kN) = 1546.37

Punto di controllo ubicato al 3° piano. Spostamento orizzontale: dc (mm):
- iniziale = 0.00
- al limite ultimo: dc, SLV, M-GDL = 9.18, di cui dovuto alle forze orizzontali = 9.18

Sistema equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

Calcolo della Massa m^* e del Fattore di partecipazione modale Γ (§C7.3.4.1):

è stata scelta l'opzione $\Gamma=1.000$ per la distribuzione di forze (E).
La massa m^* è pari alla somma delle masse traslazionali nella direzione di analisi (Y):

Massa $m^* = \Sigma(m, i)$ (k*kgm) = 1432.34
Coefficiente di partecipazione $\Gamma = 1.000$

Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, 1-GDL = (F, Max, M-GDL / Γ) (kN) = 1546.37
Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, 1-GDL = (F, SLV, M-GDL / Γ) (kN) = 1546.37
Spostamento a SLV (Stato Limite ultimo): d, SLV, 1-GDL = (d, SLV, M-GDL / Γ) (mm) = 9.18

Sistema bi-lineare equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

70% della Resistenza massima del sistema 1-GDL = 70% F, Max, 1-GDL (kN) = 1082.46
Rigidità elastica: K^* (kN/m) = 267337.60 (=92.281% della rigidità elastica del sistema M-GDL)
Periodo elastico: $T^* = 2(m^*/K^*)$ (sec) = 0.460
Punto di snervamento: spostamento dy^* (mm) = 5.55
forza Fy^* (kN) = 1482.72

Stato Limite SLV e relativa probabilità di superamento (§3.2.1):
PVR: Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V, R = 10 %
Da PVR e V, R, per SLV risulta definito il valore di T, R (§ All. a)
attraverso la relazione: $T, R = - V, R / [1 - \ln(1 - PVR)]$

Valori dei parametri ag , Fo , TC^* per i periodi di ritorno TR associati allo Stato Limite SLV

e: SS, CC, S, TB, TC, TD, Fv [§3.2.3], dove:
 ag = accelerazione orizzontale massima al sito,
 Fo = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale,
 TC^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale,
SS = coefficiente di sottosuolo;
CC = coefficiente per TC dipendente dal sottosuolo;
S = coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche;
TB, TC, TD = periodi di spettro;
Fv = fattore di amplificazione spettrale massima per spettro in accelerazione verticale:

Stato Limite	TR	a, g	Fo	TC*	SS	CC	S	TB	TC	TD	Fv
	(anni)	(*g)		(sec)				(sec)	(sec)	(sec)	
SLU: SLV	712	0.207	2.448	0.316	1.443	1.823	1.443	0.192	0.576	2.428	1.504

Risposta massima in spostamento del sistema equivalente:

Risposta del sistema elastico di pari periodo:
- in accelerazione: $S, e(T^*) = 0.731 g$
- in spostamento: $d^*, e, max = S, De(T^*)$ (mm) = 38.42
- forza di risposta elastica = $S, e(T^*) m^*$ (kN) = 10271.30
(taglio totale agente sulla base del sistema equivalente 1-GDL calcolato dallo spettro di risposta elastico);
- forza di snervamento Fy^* (kN) = 1482.72
(taglio alla base resistente del sistema equivalente 1-GDL ottenuto dall'analisi non lineare)
Rapporto tra forza di risposta elastica e forza di snervamento: $q^* = 6.927$

Controllo su q^* secondo §7.8.1.6

$q^* > 3.0$: la verifica di sicurezza deve ritenersi NON soddisfatta
indipendentemente dal confronto tra capacità e domanda.

Nota su q^*

- q^* è funzione di due componenti:
- proprietà dinamiche dell'oscillatore (dalla curva di capacità);
 - spettro di risposta, dipendente dall'accelerazione ag in input:
il valore di q^* sopra riportato corrisponde quindi ad ag in input.
- Se $q^* > = 3.0$ (SLV), la verifica di sicurezza non è soddisfatta, indipendentemente

dal rapporto tra capacità e domanda. Il valore di ag sostenibile (e quindi dell'indicatore di rischio = ag sostenibile / ag in input), verrà calcolato considerando un valore di ag, cioè una domanda, tale da garantire contemporaneamente le due seguenti condizioni:

- a) $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC)
- b) capacità \geq domanda (in termini di spostamento)

Risposta in spostamento del sistema anelastico: d^*, \max (mm) = 46.72

Conversione della risposta equivalente in quella effettiva dell'edificio:

Spostamento effettivo di risposta del punto di controllo: $\Gamma d^*, \max$ (mm) = 46.72

Verifica di sicurezza (§7.3.4.1 - §7.8.1.5.4 - §C7.3.4.1 - §C7.8.1.5.4):

Domanda sismica in spostamento (mm) = 46.72

Capacità di spostamento a SLV (mm) = 9.18

SLV: Capacità < Domanda

Verifiche per edifici strategici o importanti:

SLV: Capacità in termini di PGA (PGA, CLV) = 0.067 g

corrispondente, per il sito di ubicazione dell'edificio, al periodo di ritorno TR, CLV = 12 anni.

Tale accelerazione, nel periodo di riferimento VR = 75 anni,

ha la probabilità di essere superata pari a: PVR = 99.807 %

(rispetto ai valori di progetto per SLV - sopra riportati - deve risultare:

in caso di verifica di sicurezza non soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV minori,

e PVR, CLV maggiore; per verifica soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV maggiori, e PVR, CLV minore).

Riepilogo per SLV

	TR (anni)	PGA (*g)	PVR (%)
Domanda	712	0.299	10.0
Capacità	12	0.067	99.8

Indicatore di Rischio Sismico

(indicatore di rischio = rapporto tra capacità e domanda):

- in termini di PGA: $\alpha, V = \text{PGA, CLV} / \text{PGA, DLV} = \zeta, E, \text{SLV, PGA} = 0.067 / 0.299 = 0.224$

- in termini di TR: $\alpha, V = \text{TR, CLV} / \text{TR, DLV} (= \text{TR in input per SLV}) = 12 / 712 = 0.017$

Nota sul metodo di calcolo dell'indicatore di rischio sismico

Il calcolo degli indicatori di rischio sismico viene effettuato attraverso un procedimento iterativo sulla domanda. Questa viene fatta variare fino a trovare il massimo valore sostenibile, tale cioè da garantire il soddisfacimento contemporaneo delle due seguenti condizioni:

- a) capacità \geq domanda (in termini di spostamento);
- b) $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC).

Calcolo del Fattore di Comportamento 'q' (§7.8.1.3 - §C8.7.1.2):

Taglio di prima plasticizzazione (kN) = 120.00

90% del Taglio massimo (kN) = 1391.73

Rapporto $\alpha, u / \alpha, 1$ calcolato = 11.598

Rapporto $\alpha, u / \alpha, 1$ effettivo = 2.500

Edificio regolare in altezza: $q = 5.000$

CURVA n° 25

TIPO DI CURVA: (E) UNIFORME: FORZE PROPORZIONALI ALLE MASSE
(DISTRIBUZIONE SECONDARIA [GRUPPO 2]. RAPPORTI TRA FORZE FISSI NEL CORSO DEL PROCESSO INCREMENTALE)
DIREZIONE E VERSO: -X
ECCENTRICITÀ ACCIDENTALE (MOMENTO TORCENTE AGGIUNTIVO): + MT
COMBINAZIONE COMPONENTI: -X + 0.3 Y
PUNTO DI CONTROLLO: CENTRO DI MASSA DEL PIANO 3

VERIFICA DI SICUREZZA per SLV (Stato Limite ultimo di salvaguardia della Vita)

Sistema reale M-GDL (a più gradi di libertà):

Rigidità iniziale (elastica) (kN/m) = 585228.50
Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, M-GDL (kN) = -2761.45
Peso sismico totale W (kN) = 14046.44
Massa sismica totale M (k*kgm) = 1432.338
Rapporto forza/peso (F, Max, M-GDL / W) = 0.197
Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, M-GDL (kN) = -2761.45

Punto di controllo ubicato al 3° piano. Spostamento orizzontale: dc (mm):
- iniziale = 0.00
- al limite ultimo: dc, SLV, M-GDL = -11.47, di cui dovuto alle forze orizzontali = -11.47

Sistema equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

Calcolo della Massa m^* e del Fattore di partecipazione modale Γ (§C7.3.4.1):

è stata scelta l'opzione $\Gamma=1.000$ per la distribuzione di forze (E).
La massa m^* è pari alla somma delle masse traslazionali nella direzione di analisi (X):

Massa $m^* = \Sigma(m, i)$ (k*kgm) = 1432.34
Coefficiente di partecipazione $\Gamma = 1.000$

Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, 1-GDL = (F, Max, M-GDL / Γ) (kN) = -2761.45
Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, 1-GDL = (F, SLV, M-GDL / Γ) (kN) = -2761.45
Spostamento a SLV (Stato Limite ultimo): d, SLV, 1-GDL = (d, SLV, M-GDL / Γ) (mm) = -11.47

Sistema bi-lineare equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

70% della Resistenza massima del sistema 1-GDL = 70% F, Max, 1-GDL (kN) = -1933.02
Rigidità elastica: K^* (kN/m) = 489759.70 (=83.687% della rigidità elastica del sistema M-GDL)
Periodo elastico: $T^* = 2(m^*/K^*)$ (sec) = 0.340
Punto di snervamento: spostamento dy^* (mm) = -5.48
forza Fy^* (kN) = -2682.78

Stato Limite SLV e relativa probabilità di superamento (§3.2.1):
PVR: Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V, R = 10 %
Da PVR e V, R, per SLV risulta definito il valore di T, R (§ All. a)
attraverso la relazione: $T, R = -V, R / [1 - \ln(1 - PVR)]$

Valori dei parametri ag , Fo , TC^* per i periodi di ritorno TR associati allo Stato Limite SLV

e: SS, CC, S, TB, TC, TD, Fv [§3.2.3], dove:
 ag = accelerazione orizzontale massima al sito,
 Fo = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale,
 TC^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale,
SS = coefficiente di sottosuolo;
CC = coefficiente per TC dipendente dal sottosuolo;
S = coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche;
TB, TC, TD = periodi di spettro;
Fv = fattore di amplificazione spettrale massima per spettro in accelerazione verticale:

Stato Limite	TR	a, g	Fo	TC*	SS	CC	S	TB	TC	TD	Fv
	(anni)	(*g)		(sec)				(sec)	(sec)	(sec)	
SLU: SLV	712	0.207	2.448	0.316	1.443	1.823	1.443	0.192	0.576	2.428	1.504

Risposta massima in spostamento del sistema equivalente:

Risposta del sistema elastico di pari periodo:
- in accelerazione: $S, e(T^*) = 0.731 g$
- in spostamento: $d^*, e, max = S, De(T^*)$ (mm) = -20.97
- forza di risposta elastica = $S, e(T^*) m^*$ (kN) = 10271.30
(taglio totale agente sulla base del sistema equivalente 1-GDL calcolato dallo spettro di risposta elastico);
- forza di snervamento Fy^* (kN) = -2682.78
(taglio alla base resistente del sistema equivalente 1-GDL ottenuto dall'analisi non lineare)
Rapporto tra forza di risposta elastica e forza di snervamento: $q^* = 3.829$

Controllo su q^* secondo §7.8.1.6

$q^* > 3.0$: la verifica di sicurezza deve ritenersi NON soddisfatta
indipendentemente dal confronto tra capacità e domanda.

Nota su q^*

- q^* è funzione di due componenti:
- proprietà dinamiche dell'oscillatore (dalla curva di capacità);
 - spettro di risposta, dipendente dall'accelerazione ag in input:
il valore di q^* sopra riportato corrisponde quindi ad ag in input.
- Se $q^* > = 3.0$ (SLV), la verifica di sicurezza non è soddisfatta, indipendentemente

dal rapporto tra capacità e domanda. Il valore di ag sostenibile (e quindi dell'indicatore di rischio = ag sostenibile / ag in input), verrà calcolato considerando un valore di ag, cioè una domanda, tale da garantire contemporaneamente le due seguenti condizioni:

- $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC)
- capacità \geq domanda (in termini di spostamento)

Risposta in spostamento del sistema anelastico: d^*, \max (mm) = -31.74

Conversione della risposta equivalente in quella effettiva dell'edificio:

Spostamento effettivo di risposta del punto di controllo: $\Gamma d^*, \max$ (mm) = -31.74

Verifica di sicurezza (§7.3.4.1 - §7.8.1.5.4 - §C7.3.4.1 - §C7.8.1.5.4):

Domanda sismica in spostamento (mm) = -31.74

Capacità di spostamento a SLV (mm) = -11.47

SLV: Capacità < Domanda

Verifiche per edifici strategici o importanti:

SLV: Capacità in termini di PGA (PGA, CLV) = 0.130 g corrispondente, per il sito di ubicazione dell'edificio, al periodo di ritorno TR, CLV = 59 anni. Tale accelerazione, nel periodo di riferimento VR = 75 anni, ha la probabilità di essere superata pari a: PVR = 71.95 % (rispetto ai valori di progetto per SLV - sopra riportati - deve risultare: in caso di verifica di sicurezza non soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV minori, e PVR, CLV maggiore; per verifica soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV maggiori, e PVR, CLV minore).

Riepilogo per SLV

	TR (anni)	PGA (*g)	PVR (%)
Domanda	712	0.299	10.0
Capacità	59	0.130	71.9

Indicatore di Rischio Sismico

(indicatore di rischio = rapporto tra capacità e domanda):

- in termini di PGA: $\alpha, V = \text{PGA, CLV} / \text{PGA, DLV} = \zeta, E, \text{SLV, PGA} = 0.130 / 0.299 = 0.435$

- in termini di TR: $\alpha, V = \text{TR, CLV} / \text{TR, DLV} (= \text{TR in input per SLV}) = 59 / 712 = 0.083$

Nota sul metodo di calcolo dell'indicatore di rischio sismico

Il calcolo degli indicatori di rischio sismico viene effettuato attraverso un procedimento iterativo sulla domanda. Questa viene fatta variare fino a trovare il massimo valore sostenibile, tale cioè da garantire il soddisfacimento contemporaneo delle due seguenti condizioni:

- capacità \geq domanda (in termini di spostamento);
- $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC).

Calcolo del Fattore di Comportamento 'q' (§7.8.1.3 - §C8.7.1.2):

Taglio di prima plasticizzazione (kN) = 60.00

90% del Taglio massimo (kN) = 2485.31

Rapporto $\alpha, u / \alpha, 1$ calcolato = 41.422

Rapporto $\alpha, u / \alpha, 1$ effettivo = 2.500

Edificio regolare in altezza: $q = 5.000$

CURVA n° 26

TIPO DI CURVA: (E) UNIFORME: FORZE PROPORZIONALI ALLE MASSE (DISTRIBUZIONE SECONDARIA [GRUPPO 2]. RAPPORTI TRA FORZE FISSI NEL CORSO DEL PROCESSO INCREMENTALE)
DIREZIONE E VERSO: -X
ECCENTRICITÀ ACCIDENTALE (MOMENTO TORCENTE AGGIUNTIVO): - MT
COMBINAZIONE COMPONENTI: -X + 0.3 Y
PUNTO DI CONTROLLO: CENTRO DI MASSA DEL PIANO 3

VERIFICA DI SICUREZZA per SLV (Stato Limite ultimo di salvaguardia della Vita)

Sistema reale M-GDL (a più gradi di libertà):

Rigidità iniziale (elastica) (kN/m) = 548499.10
 Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, M-GDL (kN) = -2411.99
 Peso sismico totale W (kN) = 14046.44
 Massa sismica totale M (k*kgm) = 1432.338
 Rapporto forza/peso (F, Max, M-GDL / W) = 0.172
 Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, M-GDL (kN) = -2411.99

Punto di controllo ubicato al 3° piano. Spostamento orizzontale: dc (mm):
 - iniziale = 0.00
 - al limite ultimo: dc, SLV, M-GDL = -11.86, di cui dovuto alle forze orizzontali i = -11.86

Sistema equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

Calcolo della Massa m* e del Fattore di partecipazione modale Γ (§C7.3.4.1):

è stata scelta l'opzione Γ=1.000 per la distribuzione di forze (E).
 La massa m* è pari alla somma delle masse traslazionali nella direzione di analisi (X):

Massa m* = Σ(m, i) (k*kgm) = 1432.34
 Coefficiente di partecipazione Γ = 1.000

Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, 1-GDL = (F, Max, M-GDL / Γ) (kN) = -2411.99
 Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, 1-GDL = (F, SLV, M-GDL / Γ) (kN) = -2411.99
 Spostamento a SLV (Stato Limite ultimo): d, SLV, 1-GDL = (d, SLV, M-GDL / Γ) (mm) = -11.86

Sistema bi-lineare equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

70% della Resistenza massima del sistema 1-GDL = 70% F, Max, 1-GDL (kN) = -1688.39
 Rigidezza elastica: K* (kN/m) = 422405.40 (=77.011% della rigidità elastica del sistema M-GDL)
 Periodo elastico: T* = 2(m*/K*) (sec) = 0.366
 Punto di snervamento: spostamento dy* (mm) = -5.61
 forza Fy* (kN) = -2370.24

Stato Limite SLV e relativa probabilità di superamento (§3.2.1):
 PVR: Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V, R = 10 %
 Da PVR e V, R, per SLV risulta definito il valore di T, R (§ All. a)
 attraverso la relazione: T, R = - V, R / [1 - ln(1 - PVR)]

Valori dei parametri ag, Fo, TC* per i periodi di ritorno TR associati allo Stato Limite SLV
 e: SS, CC, S, TB, TC, TD, Fv [§3.2.3], dove:
 ag = accelerazione orizzontale massima al sito,
 Fo = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale,
 TC* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale,
 SS = coefficiente di sottosuolo;
 CC = coefficiente per TC dipendente dal sottosuolo;
 S = coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche;
 TB, TC, TD = periodi di spettro;
 Fv = fattore di amplificazione spettrale massima per spettro in accelerazione verticale:

Stato Limite	TR	a, g	Fo	TC*	SS	CC	S	TB	TC	TD	Fv
	(anni)	(*g)		(sec)				(sec)	(sec)	(sec)	
SLU: SLV	712	0.207	2.448	0.316	1.443	1.823	1.443	0.192	0.576	2.428	1.504

Risposta massima in spostamento del sistema equivalente:

Risposta del sistema elastico di pari periodo:
 - in accelerazione: S, e(T*) = 0.731 g
 - in spostamento: d*, e, max = S, De(T*) (mm) = -24.32
 - forza di risposta elastica = S, e(T*) m* (kN) = 10271.30
 (taglio totale agente sulla base del sistema equivalente 1-GDL calcolato dallo spettro di risposta elastico);
 - forza di snervamento Fy* (kN) = -2370.24
 (taglio alla base resistente del sistema equivalente 1-GDL ottenuto dall'analisi non lineare)
 Rapporto tra forza di risposta elastica e forza di snervamento: q* = 4.333

Controllo su q* secondo §7.8.1.6

q* > 3.0: la verifica di sicurezza deve ritenersi NON soddisfatta
 indipendentemente dal confronto tra capacità e domanda.

Nota su q*

- q* è funzione di due componenti:
- proprietà dinamiche dell'oscillatore (dalla curva di capacità);
 - spettro di risposta, dipendente dall'accelerazione ag in input:
 il valore di q* sopra riportato corrisponde quindi ad ag in input.
- Se q* > =3.0 (SLV), la verifica di sicurezza non è soddisfatta, indipendentemente

dal rapporto tra capacità e domanda. Il valore di ag sostenibile (e quindi dell'indicatore di rischio = ag sostenibile / ag in input), verrà calcolato considerando un valore di ag, cioè una domanda, tale da garantire contemporaneamente le due seguenti condizioni:

- a) $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC)
- b) capacità \geq domanda (in termini di spostamento)

Risposta in spostamento del sistema anelastico: d^*, \max (mm) = -35.06

Conversione della risposta equivalente in quella effettiva dell'edificio:

Spostamento effettivo di risposta del punto di controllo: $\Gamma d^*, \max$ (mm) = -35.06

Verifica di sicurezza (§7.3.4.1 - §7.8.1.5.4 - §C7.3.4.1 - §C7.8.1.5.4):

Domanda sismica in spostamento (mm) = -35.06

Capacità di spostamento a SLV (mm) = -11.86

SLV: Capacità < Domanda

Verifiche per edifici strategici o importanti:

SLV: Capacità in termini di PGA (PGA, CLV) = 0.120 g

corrispondente, per il sito di ubicazione dell'edificio, al periodo di ritorno TR, CLV = 48 anni.

Tale accelerazione, nel periodo di riferimento VR = 75 anni,

ha la probabilità di essere superata pari a: PVR = 79.039 %

(rispetto ai valori di progetto per SLV - sopra riportati - deve risultare:

in caso di verifica di sicurezza non soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV minori,

e PVR, CLV maggiore; per verifica soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV maggiori, e PVR, CLV minore).

Riepilogo per SLV

	TR (anni)	PGA (*g)	PVR (%)
Domanda	712	0.299	10.0
Capacità	48	0.120	79.0

Indicatore di Rischio Sismico

(indicatore di rischio = rapporto tra capacità e domanda):

- in termini di PGA: $\alpha, V = \text{PGA, CLV} / \text{PGA, DLV} = \zeta, E, \text{SLV, PGA} = 0.120 / 0.299 = 0.401$

- in termini di TR: $\alpha, V = \text{TR, CLV} / \text{TR, DLV} (= \text{TR in input per SLV}) = 48 / 712 = 0.067$

Nota sul metodo di calcolo dell'indicatore di rischio sismico

Il calcolo degli indicatori di rischio sismico viene effettuato attraverso un procedimento iterativo sulla domanda. Questa viene fatta variare fino a trovare il massimo valore sostenibile, tale cioè da garantire

il soddisfacimento contemporaneo delle due seguenti condizioni:

a) capacità \geq domanda (in termini di spostamento);

b) $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC).

Calcolo del Fattore di Comportamento 'q' (§7.8.1.3 - §C8.7.1.2):

Taglio di prima plasticizzazione (kN) = 60.00

90% del Taglio massimo (kN) = 2170.79

Rapporto $\alpha, u / \alpha, 1$ calcolato = 36.180

Rapporto $\alpha, u / \alpha, 1$ effettivo = 2.500

Edificio regolare in altezza: $q = 5.000$

CURVA n° 27

TIPO DI CURVA: (E) UNIFORME: FORZE PROPORZIONALI ALLE MASSE
(DISTRIBUZIONE SECONDARIA [GRUPPO 2]. RAPPORTI TRA FORZE FISSI NEL CORSO DEL PROCESSO INCREMENTALE)
DIREZIONE E VERSO: -X
ECCENTRICITÀ ACCIDENTALE (MOMENTO TORCENTE AGGIUNTIVO): + MT
COMBINAZIONE COMPONENTI: -X - 0.3 Y
PUNTO DI CONTROLLO: CENTRO DI MASSA DEL PIANO 3

VERIFICA DI SICUREZZA per SLV (Stato Limite ultimo di salvaguardia della Vita)

Sistema reale M-GDL (a più gradi di libertà):

Rigidità iniziale (elastica) (kN/m) = 599227.10
Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, M-GDL (kN) = -2752.15
Peso sismico totale W (kN) = 14046.44
Massa sismica totale M (k*kgm) = 1432.338
Rapporto forza/peso (F, Max, M-GDL / W) = 0.196
Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, M-GDL (kN) = -2752.15

Punto di controllo ubicato al 3° piano. Spostamento orizzontale: dc (mm):
- iniziale = 0.00
- al limite ultimo: dc, SLV, M-GDL = -10.33, di cui dovuto alle forze orizzontali = -10.33

Sistema equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

Calcolo della Massa m^* e del Fattore di partecipazione modale Γ (§C7.3.4.1):

è stata scelta l'opzione $\Gamma=1.000$ per la distribuzione di forze (E).
La massa m^* è pari alla somma delle masse traslazionali nella direzione di analisi (X):

Massa $m^* = \Sigma(m, i)$ (k*kgm) = 1432.34
Coefficiente di partecipazione $\Gamma = 1.000$

Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, 1-GDL = (F, Max, M-GDL / Γ) (kN) = -2752.15
Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, 1-GDL = (F, SLV, M-GDL / Γ) (kN) = -2752.15
Spostamento a SLV (Stato Limite ultimo): d, SLV, 1-GDL = (d, SLV, M-GDL / Γ) (mm) = -10.33

Sistema bi-lineare equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

70% della Resistenza massima del sistema 1-GDL = 70% F, Max, 1-GDL (kN) = -1926.51
Rigidità elastica: K^* (kN/m) = 513023.10 (=85.614% della rigidità elastica del sistema M-GDL)
Periodo elastico: $T^* = 2(m^*/K^*)$ (sec) = 0.332
Punto di snervamento: spostamento dy^* (mm) = -5.24
forza Fy^* (kN) = -2687.32

Stato Limite SLV e relativa probabilità di superamento (§3.2.1):
PVR: Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V, R = 10 %
Da PVR e V, R, per SLV risulta definito il valore di T, R (§ All. a)
attraverso la relazione: $T, R = -V, R / [1 - \ln(1 - PVR)]$

Valori dei parametri ag, Fo, TC^* per i periodi di ritorno TR associati allo Stato Limite SLV

e: SS, CC, S, TB, TC, TD, Fv [§3.2.3], dove:
 ag = accelerazione orizzontale massima al sito,
 Fo = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale,
 TC^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale,
SS = coefficiente di sottosuolo;
CC = coefficiente per TC dipendente dal sottosuolo;
S = coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche;
TB, TC, TD = periodi di spettro;
Fv = fattore di amplificazione spettrale massima per spettro in accelerazione verticale:

Stato Limite	TR	a, g	Fo	TC*	SS	CC	S	TB	TC	TD	Fv
	(anni)	(*g)		(sec)				(sec)	(sec)	(sec)	
SLU: SLV	712	0.207	2.448	0.316	1.443	1.823	1.443	0.192	0.576	2.428	1.504

Risposta massima in spostamento del sistema equivalente:

Risposta del sistema elastico di pari periodo:
- in accelerazione: $S, e(T^*) = 0.731 g$
- in spostamento: $d^*, e, max = S, De(T^*)$ (mm) = -20.02
- forza di risposta elastica = $S, e(T^*) m^*$ (kN) = 10271.30
(taglio totale agente sulla base del sistema equivalente 1-GDL calcolato dallo spettro di risposta elastico);
- forza di snervamento Fy^* (kN) = -2687.32
(taglio alla base resistente del sistema equivalente 1-GDL ottenuto dall'analisi non lineare)
Rapporto tra forza di risposta elastica e forza di snervamento: $q^* = 3.822$

Controllo su q^* secondo §7.8.1.6

$q^* > 3.0$: la verifica di sicurezza deve ritenersi NON soddisfatta
indipendentemente dal confronto tra capacità e domanda.

Nota su q^*

- q^* è funzione di due componenti:
- proprietà dinamiche dell'oscillatore (dalla curva di capacità);
 - spettro di risposta, dipendente dall'accelerazione ag in input:
il valore di q^* sopra riportato corrisponde quindi ad ag in input.
- Se $q^* > = 3.0$ (SLV), la verifica di sicurezza non è soddisfatta, indipendentemente

dal rapporto tra capacità e domanda. Il valore di ag sostenibile (e quindi dell'indicatore di rischio = ag sostenibile / ag in input), verrà calcolato considerando un valore di ag, cioè una domanda, tale da garantire contemporaneamente le due seguenti condizioni:

- a) $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC)
- b) capacità \geq domanda (in termini di spostamento)

Risposta in spostamento del sistema anelastico: d^*, \max (mm) = -30.89

Conversione della risposta equivalente in quella effettiva dell'edificio:

Spostamento effettivo di risposta del punto di controllo: $\Gamma d^*, \max$ (mm) = -30.89

Verifica di sicurezza (§7.3.4.1 - §7.8.1.5.4 - §C7.3.4.1 - §C7.8.1.5.4):

Domanda sismica in spostamento (mm) = -30.89

Capacità di spostamento a SLV (mm) = -10.33

SLV: Capacità < Domanda

Verifiche per edifici strategici o importanti:

SLV: Capacità in termini di PGA (PGA, CLV) = 0.125 g

corrispondente, per il sito di ubicazione dell'edificio, al periodo di ritorno TR, CLV = 52 anni.

Tale accelerazione, nel periodo di riferimento VR = 75 anni,

ha la probabilità di essere superata pari a: PVR = 76.362 %

(rispetto ai valori di progetto per SLV - sopra riportati - deve risultare:

in caso di verifica di sicurezza non soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV minori,

e PVR, CLV maggiore; per verifica soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV maggiori, e PVR, CLV minore).

Riepilogo per SLV

	TR (anni)	PGA (*g)	PVR (%)
Domanda	712	0.299	10.0
Capacità	52	0.125	76.4

Indicatore di Rischio Sismico

(indicatore di rischio = rapporto tra capacità e domanda):

- in termini di PGA: $\alpha, V = \text{PGA, CLV} / \text{PGA, DLV} = \zeta, E, \text{SLV, PGA} = 0.125 / 0.299 = 0.418$

- in termini di TR: $\alpha, V = \text{TR, CLV} / \text{TR, DLV} (= \text{TR in input per SLV}) = 52 / 712 = 0.073$

Nota sul metodo di calcolo dell'indicatore di rischio sismico

Il calcolo degli indicatori di rischio sismico viene effettuato attraverso un procedimento iterativo sulla domanda. Questa viene fatta variare fino a trovare il massimo valore sostenibile, tale cioè da garantire il soddisfacimento contemporaneo delle due seguenti condizioni:

- a) capacità \geq domanda (in termini di spostamento);
- b) $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC).

Calcolo del Fattore di Comportamento 'q' (§7.8.1.3 - §C8.7.1.2):

Taglio di prima plasticizzazione (kN) = 60.00

90% del Taglio massimo (kN) = 2476.94

Rapporto $\alpha, u / \alpha, 1$ calcolato = 41.282

Rapporto $\alpha, u / \alpha, 1$ effettivo = 2.500

Edificio regolare in altezza: $q = 5.000$

CURVA n° 28

TIPO DI CURVA: (E) UNIFORME: FORZE PROPORZIONALI ALLE MASSE (DISTRIBUZIONE SECONDARIA [GRUPPO 2]. RAPPORTI TRA FORZE FISSI NEL CORSO DEL PROCESSO INCREMENTALE)
DIREZIONE E VERSO: -X
ECCENTRICITÀ ACCIDENTALE (MOMENTO TORCENTE AGGIUNTIVO): - MT
COMBINAZIONE COMPONENTI: -X - 0.3 Y
PUNTO DI CONTROLLO: CENTRO DI MASSA DEL PIANO 3

VERIFICA DI SICUREZZA per SLV (Stato Limite ultimo di salvaguardia della Vita)

Sistema reale M-GDL (a più gradi di libertà):

Rigidità iniziale (elastica) (kN/m) = 560250.30
 Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, M-GDL (kN) = -2473.88
 Peso sismico totale W (kN) = 14046.44
 Massa sismica totale M (k*kgm) = 1432.338
 Rapporto forza/peso (F, Max, M-GDL / W) = 0.176
 Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, M-GDL (kN) = -2473.88

Punto di controllo ubicato al 3° piano. Spostamento orizzontale: dc (mm):
 - iniziale = 0.00
 - al limite ultimo: dc, SLV, M-GDL = -13.82, di cui dovuto alle forze orizzontali = -13.82

Sistema equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

Calcolo della Massa m* e del Fattore di partecipazione modale Γ (§C7.3.4.1):

è stata scelta l'opzione Γ=1.000 per la distribuzione di forze (E).
 La massa m* è pari alla somma delle masse traslazionali nella direzione di analisi (X):

Massa m* = Σ(m, i) (k*kgm) = 1432.34
 Coefficiente di partecipazione Γ = 1.000

Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, 1-GDL = (F, Max, M-GDL / Γ) (kN) = -2473.88
 Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, 1-GDL = (F, SLV, M-GDL / Γ) (kN) = -2473.88
 Spostamento a SLV (Stato Limite ultimo): d, SLV, 1-GDL = (d, SLV, M-GDL / Γ) (mm) = -13.82

Sistema bi-lineare equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

70% della Resistenza massima del sistema 1-GDL = 70% F, Max, 1-GDL (kN) = -1731.72
 Rigidità elastica: K* (kN/m) = 443143.00 (=79.097% della rigidità elastica del sistema M-GDL)
 Periodo elastico: T* = 2(m*/K*) (sec) = 0.357
 Punto di snervamento: spostamento dy* (mm) = -5.64
 forza Fy* (kN) = -2497.79

Stato Limite SLV e relativa probabilità di superamento (§3.2.1):
 PVR: Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V, R = 10 %
 Da PVR e V, R, per SLV risulta definito il valore di T, R (§ All. a)
 attraverso la relazione: T, R = - V, R / [1 - ln(1 - PVR)]

Valori dei parametri ag, Fo, TC* per i periodi di ritorno TR associati allo Stato Limite SLV
 e: SS, CC, S, TB, TC, TD, Fv [§3.2.3], dove:
 ag = accelerazione orizzontale massima al sito,
 Fo = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale,
 TC* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale,
 SS = coefficiente di sottosuolo;
 CC = coefficiente per TC dipendente dal sottosuolo;
 S = coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche;
 TB, TC, TD = periodi di spettro;
 Fv = fattore di amplificazione spettrale massima per spettro in accelerazione verticale:

Stato Limite	TR	a, g	Fo	TC*	SS	CC	S	TB	TC	TD	Fv
	(anni)	(*g)		(sec)				(sec)	(sec)	(sec)	
SLU: SLV	712	0.207	2.448	0.316	1.443	1.823	1.443	0.192	0.576	2.428	1.504

Risposta massima in spostamento del sistema equivalente:

Risposta del sistema elastico di pari periodo:
 - in accelerazione: S, e(T*) = 0.731 g
 - in spostamento: d*, e, max = S, De(T*) (mm) = -23.18
 - forza di risposta elastica = S, e(T*) m* (kN) = 10271.30
 (taglio totale agente sulla base del sistema equivalente 1-GDL calcolato dallo spettro di risposta elastico);
 - forza di snervamento Fy* (kN) = -2497.79
 (taglio alla base resistente del sistema equivalente 1-GDL ottenuto dall'analisi non lineare)
 Rapporto tra forza di risposta elastica e forza di snervamento: q* = 4.112

Controllo su q* secondo §7.8.1.6

q* > 3.0: la verifica di sicurezza deve ritenersi NON soddisfatta
 indipendentemente dal confronto tra capacità e domanda.

Nota su q*

- q* è funzione di due componenti:
- proprietà dinamiche dell'oscillatore (dalla curva di capacità);
 - spettro di risposta, dipendente dall'accelerazione ag in input:
 il valore di q* sopra riportato corrisponde quindi ad ag in input.
- Se q* > =3.0 (SLV), la verifica di sicurezza non è soddisfatta, indipendentemente

dal rapporto tra capacità e domanda. Il valore di ag sostenibile (e quindi dell'indicatore di rischio = ag sostenibile / ag in input), verrà calcolato considerando un valore di ag, cioè una domanda, tale da garantire contemporaneamente le due seguenti condizioni:

- a) $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC)
- b) capacità \geq domanda (in termini di spostamento)

Risposta in spostamento del sistema anelastico: d^*, \max (mm) = -33.92

Conversione della risposta equivalente in quella effettiva dell'edificio:

Spostamento effettivo di risposta del punto di controllo: $\Gamma d^*, \max$ (mm) = -33.92

Verifica di sicurezza (§7.3.4.1 - §7.8.1.5.4 - §C7.3.4.1 - §C7.8.1.5.4):

Domanda sismica in spostamento (mm) = -33.92

Capacità di spostamento a SLV (mm) = -13.82

SLV: Capacità < Domanda

Verifiche per edifici strategici o importanti:

SLV: Capacità in termini di PGA (PGA, CLV) = 0.142 g

corrispondente, per il sito di ubicazione dell'edificio, al periodo di ritorno TR, CLV = 71 anni.

Tale accelerazione, nel periodo di riferimento VR = 75 anni,

ha la probabilità di essere superata pari a: PVR = 65.227 %

(rispetto ai valori di progetto per SLV - sopra riportati - deve risultare:

in caso di verifica di sicurezza non soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV minori,

e PVR, CLV maggiore; per verifica soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV maggiori, e PVR, CLV minore).

Riepilogo per SLV

	TR (anni)	PGA (*g)	PVR (%)
Domanda	712	0.299	10.0
Capacità	71	0.142	65.2

Indicatore di Rischio Sismico

(indicatore di rischio = rapporto tra capacità e domanda):

- in termini di PGA: $\alpha, V = \text{PGA, CLV} / \text{PGA, DLV} = \zeta, E, \text{SLV, PGA} = 0.142 / 0.299 = 0.475$

- in termini di TR: $\alpha, V = \text{TR, CLV} / \text{TR, DLV} (= \text{TR in input per SLV}) = 71 / 712 = 0.100$

Nota sul metodo di calcolo dell'indicatore di rischio sismico

Il calcolo degli indicatori di rischio sismico viene effettuato attraverso un procedimento iterativo sulla domanda. Questa viene fatta variare fino a trovare il massimo valore sostenibile, tale cioè da garantire il soddisfacimento contemporaneo delle due seguenti condizioni:

- a) capacità \geq domanda (in termini di spostamento);
- b) $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC).

Calcolo del Fattore di Comportamento 'q' (§7.8.1.3 - §C8.7.1.2):

Taglio di prima plasticizzazione (kN) = 60.00

90% del Taglio massimo (kN) = 2226.50

Rapporto $\alpha, u / \alpha, 1$ calcolato = 37.108

Rapporto $\alpha, u / \alpha, 1$ effettivo = 2.500

Edificio regolare in altezza: $q = 5.000$

CURVA n° 29

TIPO DI CURVA: (E) UNIFORME: FORZE PROPORZIONALI ALLE MASSE (DISTRIBUZIONE SECONDARIA [GRUPPO 2]. RAPPORTI TRA FORZE FISSI NEL CORSO DEL PROCESSO INCREMENTALE)
DIREZIONE E VERSO: -Y
ECCENTRICITÀ ACCIDENTALE (MOMENTO TORCENTE AGGIUNTIVO): + MT
COMBINAZIONE COMPONENTI: -Y + 0.3 X
PUNTO DI CONTROLLO: CENTRO DI MASSA DEL PIANO 3

VERIFICA DI SICUREZZA per SLV (Stato Limite ultimo di salvaguardia della Vita)

Sistema reale M-GDL (a più gradi di libertà):

Rigidità iniziale (elastica) (kN/m) = 290194.30
 Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, M-GDL (kN) = -1563.52
 Peso sismico totale W (kN) = 14046.44
 Massa sismica totale M (k*kgm) = 1432.338
 Rapporto forza/peso (F, Max, M-GDL / W) = 0.111
 Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, M-GDL (kN) = -1563.52

Punto di controllo ubicato al 3° piano. Spostamento orizzontale: dc (mm):
 - iniziale = 0.00
 - al limite ultimo: dc, SLV, M-GDL = -9.44, di cui dovuto alle forze orizzontali = -9.44

Sistema equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

Calcolo della Massa m* e del Fattore di partecipazione modale Γ (§C7.3.4.1):

è stata scelta l'opzione Γ=1.000 per la distribuzione di forze (E).
 La massa m* è pari alla somma delle masse traslazionali nella direzione di analisi (Y):

Massa m* = Σ(m, i) (k*kgm) = 1432.34
 Coefficiente di partecipazione Γ = 1.000

Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, 1-GDL = (F, Max, M-GDL / Γ) (kN) = -1563.52
 Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, 1-GDL = (F, SLV, M-GDL / Γ) (kN) = -1563.52
 Spostamento a SLV (Stato Limite ultimo): d, SLV, 1-GDL = (d, SLV, M-GDL / Γ) (mm) = -9.44

Sistema bi-lineare equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

70% della Resistenza massima del sistema 1-GDL = 70% F, Max, 1-GDL (kN) = -1094.46
 Rigidità elastica: K* (kN/m) = 267545.60 (=92.195% della rigidità elastica del sistema M-GDL)
 Periodo elastico: T* = 2(m*/K*) (sec) = 0.460
 Punto di snervamento: spostamento dy* (mm) = -5.60
 forza Fy* (kN) = -1499.43

Stato Limite SLV e relativa probabilità di superamento (§3.2.1):
 PVR: Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V, R = 10 %
 Da PVR e V, R, per SLV risulta definito il valore di T, R (§ All. a)
 attraverso la relazione: T, R = - V, R / [1 - ln(1 - PVR)]

Valori dei parametri ag, Fo, TC* per i periodi di ritorno TR associati allo Stato Limite SLV
 e: SS, CC, S, TB, TC, TD, Fv [§3.2.3], dove:
 ag = accelerazione orizzontale massima al sito,
 Fo = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale,
 TC* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale,
 SS = coefficiente di sottosuolo;
 CC = coefficiente per TC dipendente dal sottosuolo;
 S = coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche;
 TB, TC, TD = periodi di spettro;
 Fv = fattore di amplificazione spettrale massima per spettro in accelerazione verticale:

Stato Limite	TR	a, g	Fo	TC*	SS	CC	S	TB	TC	TD	Fv
	(anni)	(*g)		(sec)				(sec)	(sec)	(sec)	
SLU: SLV	712	0.207	2.448	0.316	1.443	1.823	1.443	0.192	0.576	2.428	1.504

Risposta massima in spostamento del sistema equivalente:

Risposta del sistema elastico di pari periodo:
 - in accelerazione: S, e(T*) = 0.731 g
 - in spostamento: d*, e, max = S, De(T*) (mm) = -38.39
 - forza di risposta elastica = S, e(T*) m* (kN) = 10271.30
 (taglio totale agente sulla base del sistema equivalente 1-GDL calcolato dallo spettro di risposta elastico);
 - forza di snervamento Fy* (kN) = -1499.43
 (taglio alla base resistente del sistema equivalente 1-GDL ottenuto dall'analisi non lineare)
 Rapporto tra forza di risposta elastica e forza di snervamento: q* = 6.850

Controllo su q* secondo §7.8.1.6

q* > 3.0: la verifica di sicurezza deve ritenersi NON soddisfatta
 indipendentemente dal confronto tra capacità e domanda.

Nota su q*

- q* è funzione di due componenti:
- proprietà dinamiche dell'oscillatore (dalla curva di capacità);
 - spettro di risposta, dipendente dall'accelerazione ag in input:
 il valore di q* sopra riportato corrisponde quindi ad ag in input.
- Se q* > =3.0 (SLV), la verifica di sicurezza non è soddisfatta, indipendentemente

dal rapporto tra capacità e domanda. Il valore di ag sostenibile (e quindi dell'indicatore di rischio = ag sostenibile / ag in input), verrà calcolato considerando un valore di ag, cioè una domanda, tale da garantire contemporaneamente le due seguenti condizioni:

- a) $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC)
- b) capacità \geq domanda (in termini di spostamento)

Risposta in spostamento del sistema anelastico: d^*, \max (mm) = -46.68

Conversione della risposta equivalente in quella effettiva dell'edificio:

Spostamento effettivo di risposta del punto di controllo: $\Gamma d^*, \max$ (mm) = -46.68

Verifica di sicurezza (§7.3.4.1 - §7.8.1.5.4 - §C7.3.4.1 - §C7.8.1.5.4):

Domanda sismica in spostamento (mm) = -46.68

Capacità di spostamento a SLV (mm) = -9.44

SLV: Capacità < Domanda

Verifiche per edifici strategici o importanti:

SLV: Capacità in termini di PGA (PGA, CLV) = 0.069 g

corrispondente, per il sito di ubicazione dell'edificio, al periodo di ritorno TR, CLV = 13 anni.

Tale accelerazione, nel periodo di riferimento VR = 75 anni,

ha la probabilità di essere superata pari a: PVR = 99.688 %

(rispetto ai valori di progetto per SLV - sopra riportati - deve risultare:

in caso di verifica di sicurezza non soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV minori,

e PVR, CLV maggiore; per verifica soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV maggiori, e PVR, CLV minore).

Riepilogo per SLV

	TR (anni)	PGA (*g)	PVR (%)
Domanda	712	0.299	10.0
Capacità	13	0.069	99.7

Indicatore di Rischio Sismico

(indicatore di rischio = rapporto tra capacità e domanda):

- in termini di PGA: $\alpha, V = \text{PGA, CLV} / \text{PGA, DLV} = \zeta, E, \text{SLV, PGA} = 0.069 / 0.299 = 0.231$

- in termini di TR: $\alpha, V = \text{TR, CLV} / \text{TR, DLV} (= \text{TR in input per SLV}) = 13 / 712 = 0.018$

Nota sul metodo di calcolo dell'indicatore di rischio sismico

Il calcolo degli indicatori di rischio sismico viene effettuato attraverso un procedimento iterativo sulla domanda. Questa viene fatta variare fino a trovare il massimo valore sostenibile, tale cioè da garantire

il soddisfacimento contemporaneo delle due seguenti condizioni:

a) capacità \geq domanda (in termini di spostamento);

b) $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC).

Calcolo del Fattore di Comportamento 'q' (§7.8.1.3 - §C8.7.1.2):

Taglio di prima plasticizzazione (kN) = 60.00

90% del Taglio massimo (kN) = 1407.17

Rapporto $\alpha, u / \alpha, 1$ calcolato = 23.453

Rapporto $\alpha, u / \alpha, 1$ effettivo = 2.500

Edificio regolare in altezza: $q = 5.000$

CURVA n° 30

TIPO DI CURVA: (E) UNIFORME: FORZE PROPORZIONALI ALLE MASSE (DISTRIBUZIONE SECONDARIA [GRUPPO 2]. RAPPORTI TRA FORZE FISSI NEL CORSO DEL PROCESSO INCREMENTALE)
DIREZIONE E VERSO: -Y
ECCENTRICITÀ ACCIDENTALE (MOMENTO TORCENTE AGGIUNTIVO): - MT
COMBINAZIONE COMPONENTI: -Y + 0.3 X
PUNTO DI CONTROLLO: CENTRO DI MASSA DEL PIANO 3

VERIFICA DI SICUREZZA per SLV (Stato Limite ultimo di salvaguardia della Vita)

Sistema reale M-GDL (a più gradi di libertà):

Rigidità iniziale (elastica) (kN/m) = 290522.20
 Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, M-GDL (kN) = -1547.85
 Peso sismico totale W (kN) = 14046.44
 Massa sismica totale M (k*kgm) = 1432.338
 Rapporto forza/peso (F, Max, M-GDL / W) = 0.11
 Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, M-GDL (kN) = -1547.85

Punto di controllo ubicato al 3° piano. Spostamento orizzontale: dc (mm):
 - iniziale = 0.00
 - al limite ultimo: dc, SLV, M-GDL = -9.60, di cui dovuto alle forze orizzontali = -9.60

Sistema equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

Calcolo della Massa m* e del Fattore di partecipazione modale Γ (§C7.3.4.1):

è stata scelta l'opzione Γ=1.000 per la distribuzione di forze (E).
 La massa m* è pari alla somma delle masse traslazionali nella direzione di analisi (Y):

Massa m* = Σ(m, i) (k*kgm) = 1432.34
 Coefficiente di partecipazione Γ = 1.000

Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, 1-GDL = (F, Max, M-GDL / Γ) (kN) = -1547.85
 Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, 1-GDL = (F, SLV, M-GDL / Γ) (kN) = -1547.85
 Spostamento a SLV (Stato Limite ultimo): d, SLV, 1-GDL = (d, SLV, M-GDL / Γ) (mm) = -9.60

Sistema bi-lineare equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

70% della Resistenza massima del sistema 1-GDL = 70% F, Max, 1-GDL (kN) = -1083.49
 Rigidità elastica: K* (kN/m) = 271861.40 (=93.577% della rigidità elastica del sistema M-GDL)
 Periodo elastico: T* = 2(m*/K*) (sec) = 0.456
 Punto di snervamento: spostamento dy* (mm) = -5.40
 forza Fy* (kN) = -1468.54

Stato Limite SLV e relativa probabilità di superamento (§3.2.1):
 PVR: Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V, R = 10 %
 Da PVR e V, R, per SLV risulta definito il valore di T, R (§ All. a)
 attraverso la relazione: T, R = - V, R / [1 - ln(1 - PVR)]

Valori dei parametri ag, Fo, TC* per i periodi di ritorno TR associati allo Stato Limite SLV

e: SS, CC, S, TB, TC, TD, Fv [§3.2.3], dove:
 ag = accelerazione orizzontale massima al sito,
 Fo = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale,
 TC* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale,
 SS = coefficiente di sottosuolo;
 CC = coefficiente per TC dipendente dal sottosuolo;
 S = coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche;
 TB, TC, TD = periodi di spettro;
 Fv = fattore di amplificazione spettrale massima per spettro in accelerazione verticale:

Stato Limite	TR	a, g	Fo	TC*	SS	CC	S	TB	TC	TD	Fv
	(anni)	(*g)		(sec)				(sec)	(sec)	(sec)	
SLU: SLV	712	0.207	2.448	0.316	1.443	1.823	1.443	0.192	0.576	2.428	1.504

Risposta massima in spostamento del sistema equivalente:

Risposta del sistema elastico di pari periodo:
 - in accelerazione: S, e(T*) = 0.731 g
 - in spostamento: d*, e, max = S, De(T*) (mm) = -37.78
 - forza di risposta elastica = S, e(T*) m* (kN) = 10271.30
 (taglio totale agente sulla base del sistema equivalente 1-GDL calcolato dallo spettro di risposta elastico);
 - forza di snervamento Fy* (kN) = -1468.54
 (taglio alla base resistente del sistema equivalente 1-GDL ottenuto dall'analisi non lineare)
 Rapporto tra forza di risposta elastica e forza di snervamento: q* = 6.994

Controllo su q* secondo §7.8.1.6

q* > 3.0: la verifica di sicurezza deve ritenersi NON soddisfatta
 indipendentemente dal confronto tra capacità e domanda.

Nota su q*

- q* è funzione di due componenti:
- proprietà dinamiche dell'oscillatore (dalla curva di capacità);
 - spettro di risposta, dipendente dall'accelerazione ag in input:
 il valore di q* sopra riportato corrisponde quindi ad ag in input.
- Se q* > =3.0 (SLV), la verifica di sicurezza non è soddisfatta, indipendentemente

dal rapporto tra capacità e domanda. Il valore di ag sostenibile (e quindi dell'indicatore di rischio = ag sostenibile / ag in input), verrà calcolato considerando un valore di ag , cioè una domanda, tale da garantire contemporaneamente le due seguenti condizioni:

- $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC)
- capacità \geq domanda (in termini di spostamento)

Risposta in spostamento del sistema anelastico: d^*, \max (mm) = -46.30

Conversione della risposta equivalente in quella effettiva dell'edificio:

Spostamento effettivo di risposta del punto di controllo: $\Gamma d^*, \max$ (mm) = -46.30

Verifica di sicurezza (§7.3.4.1 - §7.8.1.5.4 - §C7.3.4.1 - §C7.8.1.5.4):

Domanda sismica in spostamento (mm) = -46.30

Capacità di spostamento a SLV (mm) = -9.60

SLV: Capacità < Domanda

Verifiche per edifici strategici o importanti:

SLV: Capacità in termini di PGA (PGA, CLV) = 0.070 g

corrispondente, per il sito di ubicazione dell'edificio, al periodo di ritorno TR, CLV = 14 anni.

Tale accelerazione, nel periodo di riferimento VR = 75 anni,

ha la probabilità di essere superata pari a: PVR = 99.529 %

(rispetto ai valori di progetto per SLV - sopra riportati - deve risultare:

in caso di verifica di sicurezza non soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV minori,

e PVR, CLV maggiore; per verifica soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV maggiori, e PVR, CLV minore).

Riepilogo per SLV

	TR (anni)	PGA (*g)	PVR (%)
Domanda	712	0.299	10.0
Capacità	14	0.070	99.5

Indicatore di Rischio Sismico

(indicatore di rischio = rapporto tra capacità e domanda):

- in termini di PGA: $\alpha, V = PGA, CLV / PGA, DLV = \zeta, E, SLV, PGA = 0.070/0.299 = 0.234$

- in termini di TR: $\alpha, V = TR, CLV / TR, DLV (=TR \text{ in input per SLV}) = 14/712 = 0.020$

Nota sul metodo di calcolo dell'indicatore di rischio sismico

Il calcolo degli indicatori di rischio sismico viene effettuato

attraverso un procedimento iterativo sulla domanda. Questa viene fatta variare

fino a trovare il massimo valore sostenibile, tale cioè da garantire

il soddisfacimento contemporaneo delle due seguenti condizioni:

a) capacità \geq domanda (in termini di spostamento);

b) $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC).

Calcolo del Fattore di Comportamento 'q' (§7.8.1.3 - §C8.7.1.2):

Taglio di prima plasticizzazione (kN) = 60.00

90% del Taglio massimo (kN) = 1393.06

Rapporto $\alpha, u/\alpha, 1$ calcolato = 23.218

Rapporto $\alpha, u/\alpha, 1$ effettivo = 2.500

Edificio regolare in altezza: $q = 5.000$

CURVA n° 31

TIPO DI CURVA: (E) UNIFORME: FORZE PROPORZIONALI ALLE MASSE (DISTRIBUZIONE SECONDARIA [GRUPPO 2]. RAPPORTI TRA FORZE FISSI NEL CORSO DEL PROCESSO INCREMENTALE)
DIREZIONE E VERSO: -Y
ECCENTRICITÀ ACCIDENTALE (MOMENTO TORCENTE AGGIUNTIVO): + MT
COMBINAZIONE COMPONENTI: -Y - 0.3 X
PUNTO DI CONTROLLO: CENTRO DI MASSA DEL PIANO 3

VERIFICA DI SICUREZZA per SLV (Stato Limite ultimo di salvaguardia della Vita)

Sistema reale M-GDL (a più gradi di libertà):

Rigidità iniziale (elastica) (kN/m) = 292863.70
 Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, M-GDL (kN) = -1569.50
 Peso sismico totale W (kN) = 14046.44
 Massa sismica totale M (k*kgm) = 1432.338
 Rapporto forza/peso (F, Max, M-GDL / W) = 0.112
 Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, M-GDL (kN) = -1569.50

Punto di controllo ubicato al 3° piano. Spostamento orizzontale: dc (mm):
 - iniziale = 0.00
 - al limite ultimo: dc, SLV, M-GDL = -9.55, di cui dovuto alle forze orizzontali = -9.55

Sistema equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

Calcolo della Massa m* e del Fattore di partecipazione modale Γ (§C7.3.4.1):

è stata scelta l'opzione Γ=1.000 per la distribuzione di forze (E).
 La massa m* è pari alla somma delle masse traslazionali nella direzione di analisi (Y):

Massa m* = Σ(m, i) (k*kgm) = 1432.34
 Coefficiente di partecipazione Γ = 1.000

Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, 1-GDL = (F, Max, M-GDL / Γ) (kN) = -1569.50
 Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, 1-GDL = (F, SLV, M-GDL / Γ) (kN) = -1569.50
 Spostamento a SLV (Stato Limite ultimo): d, SLV, 1-GDL = (d, SLV, M-GDL / Γ) (mm) = -9.55

Sistema bi-lineare equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

70% della Resistenza massima del sistema 1-GDL = 70% F, Max, 1-GDL (kN) = -1098.65
 Rigidità elastica: K* (kN/m) = 270030.70 (=92.204% della rigidità elastica del sistema M-GDL)
 Periodo elastico: T* = 2(m*/K*) (sec) = 0.458
 Punto di snervamento: spostamento dy* (mm) = -5.59
 forza Fy* (kN) = -1509.77

Stato Limite SLV e relativa probabilità di superamento (§3.2.1):
 PVR: Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V, R = 10 %
 Da PVR e V, R, per SLV risulta definito il valore di T, R (§ All. a)
 attraverso la relazione: T, R = - V, R / [1 - ln(1 - PVR)]

Valori dei parametri ag, Fo, TC* per i periodi di ritorno TR associati allo Stato Limite SLV
 e: SS, CC, S, TB, TC, TD, Fv [§3.2.3], dove:
 ag = accelerazione orizzontale massima al sito,
 Fo = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale,
 TC* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale,
 SS = coefficiente di sottosuolo;
 CC = coefficiente per TC dipendente dal sottosuolo;
 S = coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche;
 TB, TC, TD = periodi di spettro;
 Fv = fattore di amplificazione spettrale massima per spettro in accelerazione verticale:

Stato Limite	TR	a, g	Fo	TC*	SS	CC	S	TB	TC	TD	Fv
	(anni)	(*g)		(sec)				(sec)	(sec)	(sec)	
SLU: SLV	712	0.207	2.448	0.316	1.443	1.823	1.443	0.192	0.576	2.428	1.504

Risposta massima in spostamento del sistema equivalente:

Risposta del sistema elastico di pari periodo:
 - in accelerazione: S, e(T*) = 0.731 g
 - in spostamento: d*, e, max = S, De(T*) (mm) = -38.04
 - forza di risposta elastica = S, e(T*) m* (kN) = 10271.30
 (taglio totale agente sulla base del sistema equivalente 1-GDL calcolato dallo spettro di risposta elastico);
 - forza di snervamento Fy* (kN) = -1509.77
 (taglio alla base resistente del sistema equivalente 1-GDL ottenuto dall'analisi non lineare)
 Rapporto tra forza di risposta elastica e forza di snervamento: q* = 6.803

Controllo su q* secondo §7.8.1.6

q* > 3.0: la verifica di sicurezza deve ritenersi NON soddisfatta
 indipendentemente dal confronto tra capacità e domanda.

Nota su q*

- q* è funzione di due componenti:
- proprietà dinamiche dell'oscillatore (dalla curva di capacità);
 - spettro di risposta, dipendente dall'accelerazione ag in input:
 il valore di q* sopra riportato corrisponde quindi ad ag in input.
- Se q* > =3.0 (SLV), la verifica di sicurezza non è soddisfatta, indipendentemente

dal rapporto tra capacità e domanda. Il valore di ag sostenibile (e quindi dell'indicatore di rischio = ag sostenibile / ag in input), verrà calcolato considerando un valore di ag, cioè una domanda, tale da garantire contemporaneamente le due seguenti condizioni:

- $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC)
- capacità \geq domanda (in termini di spostamento)

Risposta in spostamento del sistema anelastico: d^*, \max (mm) = -46.43

Conversione della risposta equivalente in quella effettiva dell'edificio:

Spostamento effettivo di risposta del punto di controllo: $\Gamma d^*, \max$ (mm) = -46.43

Verifica di sicurezza (§7.3.4.1 - §7.8.1.5.4 - §C7.3.4.1 - §C7.8.1.5.4):

Domanda sismica in spostamento (mm) = -46.43

Capacità di spostamento a SLV (mm) = -9.55

SLV: Capacità < Domanda

Verifiche per edifici strategici o importanti:

SLV: Capacità in termini di PGA (PGA, CLV) = 0.069 g corrispondente, per il sito di ubicazione dell'edificio, al periodo di ritorno TR, CLV = 13 anni. Tale accelerazione, nel periodo di riferimento VR = 75 anni, ha la probabilità di essere superata pari a: PVR = 99.688 % (rispetto ai valori di progetto per SLV - sopra riportati - deve risultare: in caso di verifica di sicurezza non soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV minori, e PVR, CLV maggiore; per verifica soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV maggiori, e PVR, CLV minore).

Riepilogo per SLV

	TR (anni)	PGA (*g)	PVR (%)
Domanda	712	0.299	10.0
Capacità	13	0.069	99.7

Indicatore di Rischio Sismico

(indicatore di rischio = rapporto tra capacità e domanda):

- in termini di PGA: $\alpha, V = \text{PGA, CLV} / \text{PGA, DLV} = \zeta, E, \text{SLV, PGA} = 0.069 / 0.299 = 0.231$

- in termini di TR: $\alpha, V = \text{TR, CLV} / \text{TR, DLV} (= \text{TR in input per SLV}) = 13 / 712 = 0.018$

Nota sul metodo di calcolo dell'indicatore di rischio sismico

Il calcolo degli indicatori di rischio sismico viene effettuato attraverso un procedimento iterativo sulla domanda. Questa viene fatta variare fino a trovare il massimo valore sostenibile, tale cioè da garantire il soddisfacimento contemporaneo delle due seguenti condizioni:

- capacità \geq domanda (in termini di spostamento);
- $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC).

Calcolo del Fattore di Comportamento 'q' (§7.8.1.3 - §C8.7.1.2):

Taglio di prima plasticizzazione (kN) = 120.00

90% del Taglio massimo (kN) = 1412.55

Rapporto $\alpha, u / \alpha, 1$ calcolato = 11.771

Rapporto $\alpha, u / \alpha, 1$ effettivo = 2.500

Edificio regolare in altezza: $q = 5.000$

CURVA n° 32

TIPO DI CURVA: (E) UNIFORME: FORZE PROPORZIONALI ALLE MASSE (DISTRIBUZIONE SECONDARIA [GRUPPO 2]. RAPPORTI TRA FORZE FISSI NEL CORSO DEL PROCESSO INCREMENTALE)
DIREZIONE E VERSO: -Y
ECCENTRICITÀ ACCIDENTALE (MOMENTO TORCENTE AGGIUNTIVO): - MT
COMBINAZIONE COMPONENTI: -Y - 0.3 X
PUNTO DI CONTROLLO: CENTRO DI MASSA DEL PIANO 3

VERIFICA DI SICUREZZA per SLV (Stato Limite ultimo di salvaguardia della Vita)

Sistema reale M-GDL (a più gradi di libertà):

Rigidità iniziale (elastica) (kN/m) = 294212.80
 Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, M-GDL (kN) = -1529.36
 Peso sismico totale W (kN) = 14046.44
 Massa sismica totale M (k*kgm) = 1432.338
 Rapporto forza/peso (F, Max, M-GDL / W) = 0.109
 Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, M-GDL (kN) = -1529.36

Punto di controllo ubicato al 3° piano. Spostamento orizzontale: dc (mm):
 - iniziale = 0.00
 - al limite ultimo: dc, SLV, M-GDL = -8.60, di cui dovuto alle forze orizzontali = -8.60

Sistema equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

Calcolo della Massa m* e del Fattore di partecipazione modale Γ (§C7.3.4.1):

è stata scelta l'opzione $\Gamma=1.000$ per la distribuzione di forze (E).
 La massa m* è pari alla somma delle masse traslazionali nella direzione di analisi (Y):

Massa m* = $\Sigma(m_i)$ (k*kgm) = 1432.34
 Coefficiente di partecipazione $\Gamma = 1.000$

Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, 1-GDL = (F, Max, M-GDL / Γ) (kN) = -1529.36
 Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, 1-GDL = (F, SLV, M-GDL / Γ) (kN) = -1529.36
 Spostamento a SLV (Stato Limite ultimo): d, SLV, 1-GDL = (d, SLV, M-GDL / Γ) (mm) = -8.60

Sistema bi-lineare equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

70% della Resistenza massima del sistema 1-GDL = 70% F, Max, 1-GDL (kN) = -1070.55
 Rigidità elastica: K* (kN/m) = 276674.00 (=94.039% della rigidità elastica del sistema M-GDL)
 Periodo elastico: T* = $2(m^*/K^*)$ (sec) = 0.452
 Punto di snervamento: spostamento dy* (mm) = -5.26
 forza Fy* (kN) = -1455.46

Stato Limite SLV e relativa probabilità di superamento (§3.2.1):
 PVR: Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V, R = 10 %
 Da PVR e V, R, per SLV risulta definito il valore di T, R (§ All. a)
 attraverso la relazione: T, R = - V, R / [1 - ln(1 - PVR)]

Valori dei parametri ag, Fo, TC* per i periodi di ritorno TR associati allo Stato Limite SLV
 e: SS, CC, S, TB, TC, TD, Fv [§3.2.3], dove:
 ag = accelerazione orizzontale massima al sito,
 Fo = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale,
 TC* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale,
 SS = coefficiente di sottosuolo;
 CC = coefficiente per TC dipendente dal sottosuolo;
 S = coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche;
 TB, TC, TD = periodi di spettro;
 Fv = fattore di amplificazione spettrale massima per spettro in accelerazione verticale:

Stato Limite	TR	a, g	Fo	TC*	SS	CC	S	TB	TC	TD	Fv
	(anni)	(*g)		(sec)				(sec)	(sec)	(sec)	
SLU: SLV	712	0.207	2.448	0.316	1.443	1.823	1.443	0.192	0.576	2.428	1.504

Risposta massima in spostamento del sistema equivalente:

Risposta del sistema elastico di pari periodo:
 - in accelerazione: S, e(T*) = 0.731 g
 - in spostamento: d*, e, max = S, De(T*) (mm) = -37.12
 - forza di risposta elastica = S, e(T*) m* (kN) = 10271.30
 (taglio totale agente sulla base del sistema equivalente 1-GDL calcolato dallo spettro di risposta elastico);
 - forza di snervamento Fy* (kN) = -1455.46
 (taglio alla base resistente del sistema equivalente 1-GDL ottenuto dall'analisi non lineare)
 Rapporto tra forza di risposta elastica e forza di snervamento: q* = 7.057

Controllo su q* secondo §7.8.1.6

q* > 3.0: la verifica di sicurezza deve ritenersi NON soddisfatta
 indipendentemente dal confronto tra capacità e domanda.

Nota su q*

- q* è funzione di due componenti:
- proprietà dinamiche dell'oscillatore (dalla curva di capacità);
 - spettro di risposta, dipendente dall'accelerazione ag in input:
 il valore di q* sopra riportato corrisponde quindi ad ag in input.
- Se q* > =3.0 (SLV), la verifica di sicurezza non è soddisfatta, indipendentemente

dal rapporto tra capacità e domanda. Il valore di ag sostenibile (e quindi dell'indicatore di rischio = ag sostenibile / ag in input), verrà calcolato considerando un valore di ag, cioè una domanda, tale da garantire contemporaneamente le due seguenti condizioni:

- $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC)
- capacità \geq domanda (in termini di spostamento)

Risposta in spostamento del sistema anelastico: d^*, \max (mm) = -45.86

Conversione della risposta equivalente in quella effettiva dell'edificio:

Spostamento effettivo di risposta del punto di controllo: $\Gamma d^*, \max$ (mm) = -45.86

Verifica di sicurezza (§7.3.4.1 - §7.8.1.5.4 - §C7.3.4.1 - §C7.8.1.5.4):

Domanda sismica in spostamento (mm) = -45.86

Capacità di spostamento a SLV (mm) = -8.60

SLV: Capacità < Domanda

Verifiche per edifici strategici o importanti:

SLV: Capacità in termini di PGA (PGA, CLV) = 0.065 g
 corrispondente, per il sito di ubicazione dell'edificio, al periodo di ritorno TR, CLV = 11 anni.
 Tale accelerazione, nel periodo di riferimento VR = 75 anni, ha la probabilità di essere superata pari a: PVR = 99.891 %
 (rispetto ai valori di progetto per SLV - sopra riportati - deve risultare:
 in caso di verifica di sicurezza non soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV minori, e PVR, CLV maggiore; per verifica soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV maggiori, e PVR, CLV minore).

Riepilogo per SLV

	TR (anni)	PGA (*g)	PVR (%)
Domanda	712	0.299	10.0
Capacità	11	0.065	99.9

Indicatore di Rischio Sismico

(indicatore di rischio = rapporto tra capacità e domanda):

- in termini di PGA: $\alpha, V = \text{PGA, CLV} / \text{PGA, DLV} = \zeta, E, \text{SLV, PGA} = 0.065 / 0.299 = 0.217$

- in termini di TR: $\alpha, V = \text{TR, CLV} / \text{TR, DLV} (= \text{TR in input per SLV}) = 11 / 712 = 0.015$

Nota sul metodo di calcolo dell'indicatore di rischio sismico

Il calcolo degli indicatori di rischio sismico viene effettuato attraverso un procedimento iterativo sulla domanda. Questa viene fatta variare fino a trovare il massimo valore sostenibile, tale cioè da garantire il soddisfacimento contemporaneo delle due seguenti condizioni:

- capacità \geq domanda (in termini di spostamento);
- $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC).

Calcolo del Fattore di Comportamento 'q' (§7.8.1.3 - §C8.7.1.2):

Taglio di prima plasticizzazione (kN) = 120.00

90% del Taglio massimo (kN) = 1376.42

Rapporto $\alpha, u / \alpha, 1$ calcolato = 11.470

Rapporto $\alpha, u / \alpha, 1$ effettivo = 2.500

Edificio regolare in altezza: $q = 5.000$