



Galleria San Marco 4
33170 Pordenone
Tel. 0434 28465
E-mail info@csi-italia.eu
<http://www.csi-italia.eu>

Guide rapide all'uso di SAP2000/ETABS:

DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA PER LE ANALISI LINEARI SECONDO LE NTC2008 E L'EC8-2005

SOMMARIO

1.	PREMESSE.....	3
1.1.	Numero delle combinazioni sismiche	3
1.2.	Analisi statica lineare	5
1.2.1	Definizione manuale del carico sismico	5
1.2.2	Definizione automatica del carico sismico	5
1.3.	Analisi dinamica lineare	9
2.	ESEMPIO 1: VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA MEDIANTE ANALISI STATICA LINEARE ED ANALISI DINAMICA LINEARE CON SPETTRO DI RISPOSTA	12

PREMESSE

Nel presente documento ci si propone di fornire le linee guida necessarie per la corretta definizione dell'azione sismica in SAP2000/ETABS secondo quanto previsto dalle più recenti normative comunitarie, in particolare NTC2008 ed EC8-2005.

Entrambi i codici citati prescrivono rispettivamente al § 7.2.6 ed al § 4.3.2 che:

Per tenere conto della variabilità spaziale del moto sismico, nonché di eventuali incertezze nella localizzazione delle masse, al centro di massa deve essere attribuita in entrambe le direzioni un'eccentricità accidentale rispetto alla sua posizione quale deriva dal calcolo.

Tale prescrizione, essendo contenuta nella parte generale, vale per qualunque tipo di analisi condotta (lineare o non lineare, statica o dinamica).

La combinazione delle azioni sismiche nelle diverse direzioni dipende dal tipo di analisi condotta ed è definita ai § 7.3.5 e § 4.3.3.5 delle norme citate.

1.1. Numero delle combinazioni sismiche

Per quanto riguarda le analisi sotto sismi "piani", ossia escludendo la componente verticale del moto, le indicazioni normative riportate in precedenza portano a dover considerare le seguenti combinazioni (i cui simboli sono relativi alla Figura 1):

	NTC 2008			EC8-2005		
	comb. dir.	pos. CM	comb. Tot.	comb. dir.	pos. CM	comb. Tot.
Analisi lineari (statiche o dinamiche)	$\pm Ex \pm 0.3Ey$	1, 2, 3, 4	32	$\pm Ex \pm 0.3Ey$	1, 2, 3, 4	32
	$\pm 0.3Ex \pm Ey$	1, 2, 3, 4		$\pm 0.3Ex \pm Ey$	1, 2, 3, 4	
Analisi non lineare statica	$\pm Ex$	1=4, 2=3	8	$\pm Ex \pm 0.3Ey$	1, 2, 3, 4	32
	$\pm Ey$	1=2, 3=4		$\pm 0.3Ex \pm Ey$	1, 2, 3, 4	
Analisi non lineare dinamica	min 3 accelerogrammi bidirezionali	1, 2, 3, 4	min 12	min 3 accelerogrammi bidirezionali	1, 2, 3, 4	min 12

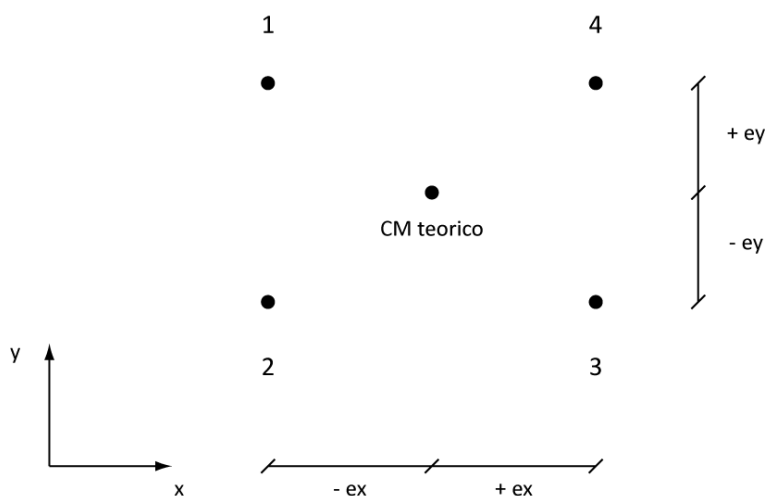


Figura 1

Nella presente guida verranno illustrate le comuni procedure per la definizione di tutte le combinazioni necessarie relativamente ai vari tipi di analisi lineari.

Per quanto riguarda la definizione dell'azione sismica è possibile procedere in 2 modi distinti:

- 1) definendo 4 sismi indipendenti corrispondenti ai sismi nelle due direzioni del piano con eccentricità sia positiva che negativa. Indicando, con ovvio significato dei simboli, con E_x^+ , E_x^- , E_y^+ , ed E_y^- tali sismi le combinazioni da generare saranno:

COMB 1-4:	\pm	1	E_x^+	\pm	0.3	E_y^+
COMB 5-8:	\pm	1	E_x^+	\pm	0.3	E_y^-
COMB 9-12:	\pm	1	E_x^-	\pm	0.3	E_y^+
COMB 13-16:	\pm	1	E_x^-	\pm	0.3	E_y^-
COMB 17-20:	\pm	0.3	E_x^+	\pm	1	E_y^+
COMB 21-24:	\pm	0.3	E_x^+	\pm	1	E_y^-
COMB 25-28:	\pm	0.3	E_x^-	\pm	1	E_y^+
COMB 29-32:	\pm	0.3	E_x^-	\pm	1	E_y^-

- 2) definendo in maniera distinta il carico sismico in una data direzione (ad es. Q_x) e la relativa eccentricità (ad es. ecc_x) che verrà rappresentata mediante l'applicazione di un momento torcente equivalente (vedi Figura 2). In tal caso le combinazioni da generare saranno:

COMB 1-16:	\pm	1	Q_x	\pm	1	ecc_x	\pm	0.3	Q_y	\pm	0.3	ecc_y
COMB 17-32:	\pm	0.3	Q_x	\pm	0.3	ecc_x	\pm	1	Q_y	\pm	1	ecc_y

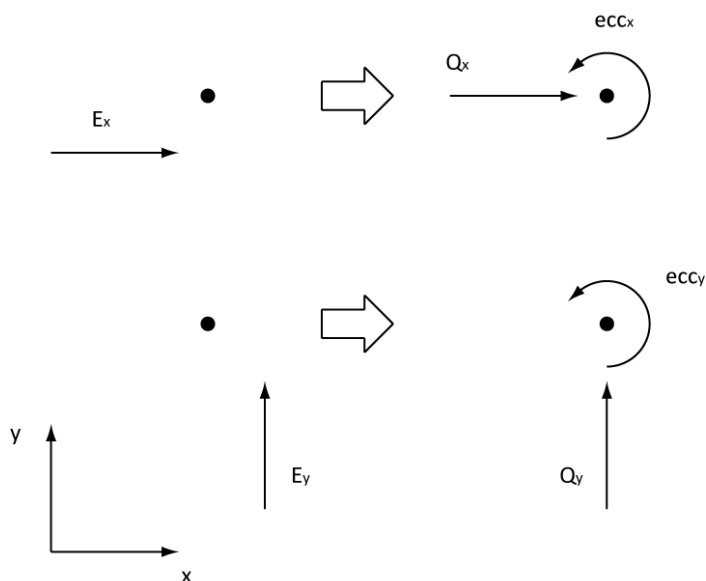


Figura 2

1.2. Analisi statica lineare

Nel caso si volesse eseguire un'analisi statica lineare, per la definizione dell'azione sismica è possibile procedere in 2 modi distinti:

- assegnando manualmente i carichi ai vari nodi della struttura;
- definendo i carichi in modo automatico in funzione dei diaframmi di piano presenti.

1.2.1 Definizione manuale del carico sismico

Nel caso di definizione manuale del carico sismico, una volta definiti i *load cases* relativi al sisma e quelli delle eccentricità corrispondenti (se non incluse nella definizione del sisma) occorre semplicemente creare le combinazioni relative riportate ai punti 1) o 2) del paragrafo 1.1.

1.2.2 Definizione automatica del carico sismico

Ai fini della definizione del carico sismico corrispondente ad un'analisi statica lineare i programmi SAP2000/ETABS offrono la possibilità di utilizzare delle procedure automatizzate di assegnazione del carico. I carichi verranno applicati in automatico dal programma in secondo una distribuzione in altezza definibile dall'utente.

La procedura consigliata è riportata di seguito.

1) Definizione del sisma agente in una data direzione:

- attraverso il menu *Define -> Load Patterns* creare un carico di tipo *QUAKE* e selezionare la normativa di riferimento dal menu *Auto Lateral Load Pattern*. Qualora la normativa di interesse non fosse presente (come ad esempio nel caso delle NTC2008) selezionare la voce *User Coefficient*. Cliccare sul tasto *Add New Load Pattern* per inserire il carico appena definito.

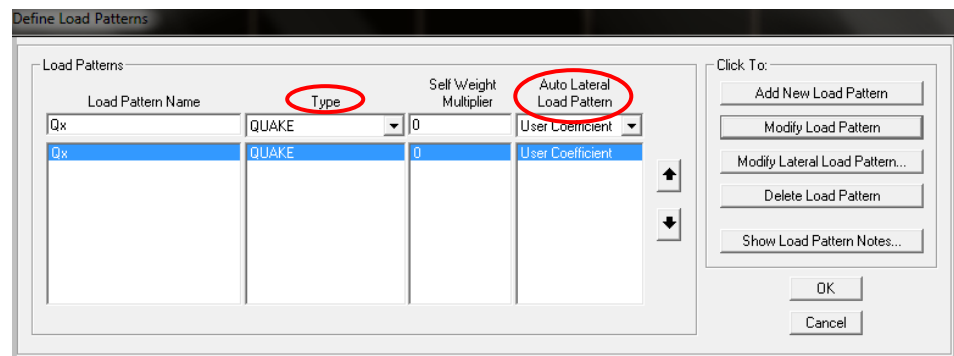


Figura 3

- una volta inserito il carico, selezionarlo e cliccare sulla voce *Modify Lateral Load Pattern*, per definire i parametri relativi all'azione sismica. Nel caso si sia associata al carico sismico una determinata normativa, comparirà una finestra in cui dovranno essere inseriti i valori delle grandezze corrispondenti (es. EC8 vedi Figura 4).

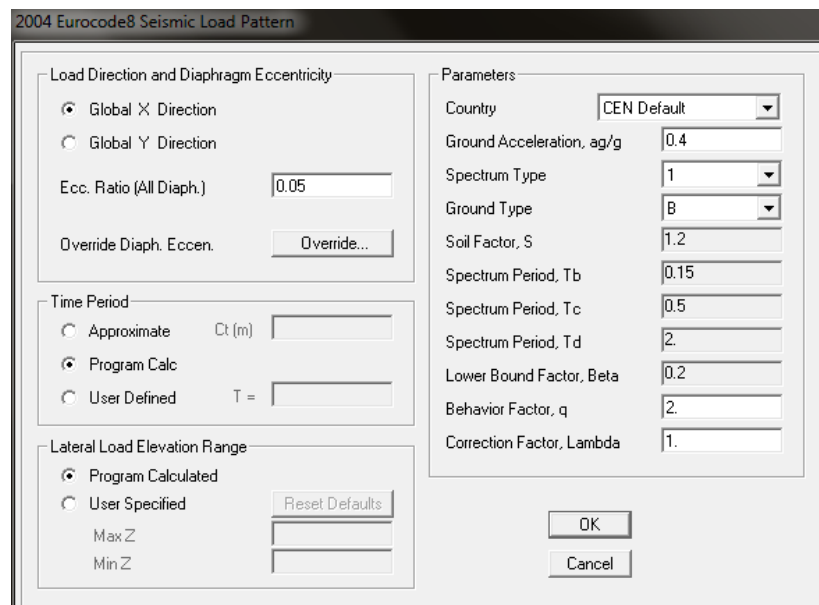


Figura 4

Viceversa nel caso si sia selezionato *User Coefficient* nella relativa finestra (Figura 5) occorre specificare:

Load Direction	direzione del sisma;
Ecc. Ratio	eccentricità del carico sismico. attraverso questo menu è possibile far calcolare automaticamente gli effetti dell'eccentricità orizzontale (occorre ricordarsi di creare 2 sismi per ogni direzione, uno con eccentricità positiva ed uno con eccentricità negativa). Affinché tale funzione sia efficace è necessario che siano stati definiti dei diaframmi rigidi di piano (constraint tipo <i>DIAPHRAGM</i>) altrimenti il programma non sarà in grado di calcolare gli effetti dovuti all'eccentricità. Nel caso si decida di utilizzare questa opzione per definire l'eccentricità accidentale, saltare il punto 2 della presente guida;
Lateral Load Elevation Range	range di altezze da considerare per la definizione dell'azione sismica. Tramite tale menu è possibile definire manualmente la quota del terreno e la quota massima dell'edificio, oppure lasciare che il programma lo determini in maniera automatica;
Base Shear Coefficient (C)	coefficiente moltiplicativo del peso proprio della struttura. tale coefficiente sarà utilizzato per il calcolo del taglio alla base da applicare alla struttura attraverso la relazione: $V_b = C W$ W = peso della struttura in kN (o unità di forza equivalenti);
Building Height exp. (K)	coefficiente che definisce la forma della distribuzione in altezza dell'azione sismica. Per un andamento lineare partendo da un valore nullo alla base occorre definire K = 1.

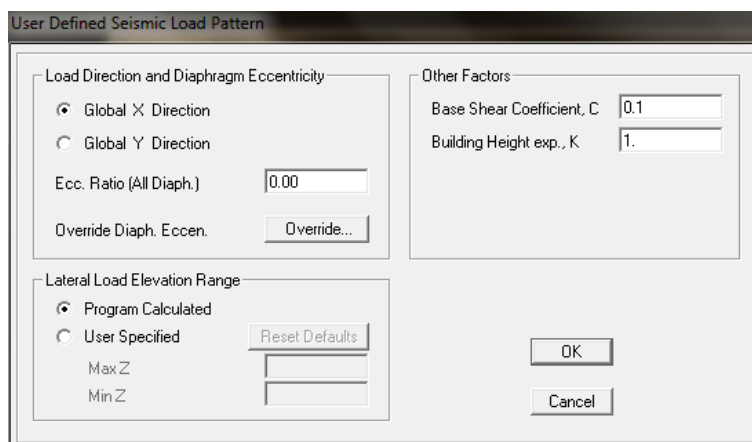


Figura 5

- 2) Definizione dell'effetto dell'eccentricità accidentale corrispondente al sisma definito precedentemente (se non è già stata definita al livello di *load pattern*):

tale effetto può essere schematizzato attraverso l'applicazione di un momento torcente equivalente dato dal prodotto della forza sismica di piano per l'eccentricità accidentale. La forza sismica di piano può essere calcolata manualmente oppure, una volta definita l'azione sismica di base come al punto precedente e lanciata l'analisi, sarà possibile ottenere la forza di piano come differenza fra le risultanti corrispondenti a delle *section cut* tracciate superiormente ed inferiormente ad un dato orizzontamento. Una volta calcolate le forze di piano è possibile determinare i momenti torcenti accidentali corrispondenti.

L'applicazione di tali momenti può essere fatta in maniera manuale oppure automatica:

- per applicare manualmente i momenti torcenti equivalenti all'eccentricità accidentale occorre definire un *load pattern* ed associare ad esso, per ogni punto della struttura, la quota di forza corrispondente ipotizzando una certa distribuzione del momento (funzione della rigidezza dell'impalcato nel proprio piano);
- per applicare in maniera automatica i momenti torcenti occorre aver preliminarmente definito per ogni piano della struttura dei diaframmi rigidi attraverso dei *constraint* di tipo *DIAPHRAGM*. Successivamente è necessario definire un *load pattern* di tipo *QUAKE* con *Auto Lateral Load Pattern* di tipo *User Load*. Cliccando sulla voce *Modify Lateral Load Pattern* sarà possibile inserire direttamente il valore del momento torcente corrispondente ai vari diaframmi di piano definiti in precedenza (Figura 6).

User Seismic Load Pattern

Edit

User Seismic Loads on Diaphragms

Diaphragm	Diaphragm Z	FX	FY	MZ	X	Y
DIAPH1_6.	6.	0.	0.	0.		
DIAPH1_3.	3.	0.	0.	0.		
DIAPH1_0.	0.	0.	0.	0.		

☐ User Specified Application Point
 ☒ Apply at Center of Mass
 Additional Ecc. Ratio (all Diaph.)

OK
Cancel

Figura 6

- 3) Definizione del sisma agente nella restante direzione del piano e della relativa eccentricità (vedi punti 1 e 2).

Una volta definiti i sistemi e le relative eccentricità occorrerà creare le 32 combinazioni viste in precedenza.

Nel caso si siano definiti in maniera distinta sisma ed eccentricità si saranno creati 2 *load pattern* rappresentanti i sismi nelle due direzioni del piano, e due *load pattern* rappresentanti le relative eccentricità. In tal caso, salvo differenze di nomenclatura, le combinazioni da creare sono quelle riportate al punto 2) del paragrafo 1.1.

Viceversa, nel caso si siano incorporate le eccentricità nella definizione del *load pattern* relativo al sisma, si saranno creati 4 *load pattern* corrispondenti al sisma nelle due direzioni aventi eccentricità sia positiva che negativa. In tal caso le combinazioni da generare sono quelle riportate al punto 1) del paragrafo 1.1.

1.3. Analisi dinamica lineare

Nel caso si volesse eseguire un'analisi dinamica lineare, per la definizione dell'azione sismica in tal caso è necessario definire distintamente il sisma e l'eccentricità relativa. Si può procedere come segue:

- 1) definizione di un *load case* di tipo *MODAL* (per maggiori informazioni consultare la guida relativa);

- 2) definizione di uno spettro di risposta tramite il menu *Define -> Functions -> Response Spectrum* selezionando nel menu *Choose Function Type to Add* la normativa desiderata oppure importandolo da un file di testo (*from file*);

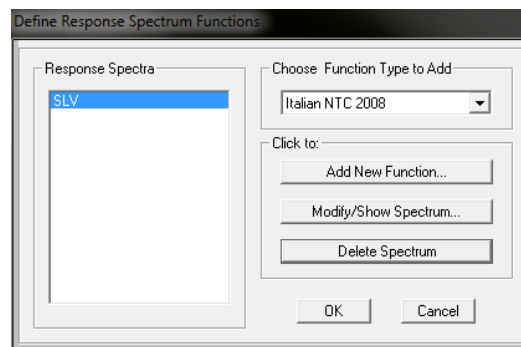


Figura 7

- 3) definizione dell'azione sismica in una data direzione mediante l'introduzione di un *load case* di tipo *RESPONSE SPECTRUM* e dei relativi parametri di azione (Figura 8):

Modal Combination	procedura di combinazione dei vari modi;
Modal Load Case	caso di analisi modale da cui verranno presi i modi da utilizzare nell'analisi;
Loads Applied	carichi sismici applicati: è necessario specificarne la direzione (U1, U2, U3, R1, R2, R3) lo spettro associato e il fattore di scala. Spuntando la voce <i>Show Advanced Load Parameters</i> è possibile specificare una direzione generica per il sisma, diversa dalle direzioni principali;
Directional Combination	procedura di combinazione per i sismi agenti secondo direzioni diverse. Tale opzione ha effetto solo se è stato definito più di un sisma nel menu <i>Loads Applied</i> ;
Other Parameters	consente di specificare lo smorzamento strutturale (uniforme, modello di Rayleigh...)

- 4) definizione dell'eccentricità associata al sisma relativamente alla direzione definita in precedenza seguendo una delle procedure descritte al punto 2) del paragrafo 1.2.2;
- 5) definizione del sisma agente nella restante direzione del piano e della relativa eccentricità (vedi punti 3 e 4);

Figura 8

Una volta definiti i sismi e le relative eccentricità occorrerà creare le combinazioni corrispondenti. In tal caso le combinazioni da generare sono minori di quelle riportate in **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** in quanto l'analisi con spettro di risposta, per sua natura, fornisce i massimi valori di risposta in termini assoluti. Tali valori vengono automaticamente assunti dal programma sia con segno positivo che negativo creando un involucro delle varie quantità.

Alla luce di quanto appena visto, dalle combinazioni viste in precedenza:

$$\pm Q_x \pm ecc_x \pm 0.3 Q_y \pm 0.3 ecc_y$$

$$\pm 0.3 Q_x \pm 0.3 ecc_x \pm Q_y \pm ecc_y$$

occorre sottrarre quelle aventi segno negativo riferito alle analisi a spettro, ottenendo un totale di 8 combinazioni a fronte delle 32 iniziali:

$$Q_x \pm ecc_x + 0.3 Q_y \pm 0.3 ecc_y$$

$$0.3 Q_x \pm 0.3 ecc_x + Q_y \pm ecc_y$$

ESEMPIO 1: VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA MEDIANTE ANALISI STATICA LINEARE ED ANALISI DINAMICA LINEARE CON SPETTRO DI RISPOSTA

Nel presente esempio verrà presentata la procedura di assegnazione del carico sismico e delle relative eccentricità attraverso analisi statica lineare ed analisi dinamica lineare con spettro di risposta. La struttura in esame è quella già utilizzata nell'esempio riportato nel tutorial relativo all'analisi modale.

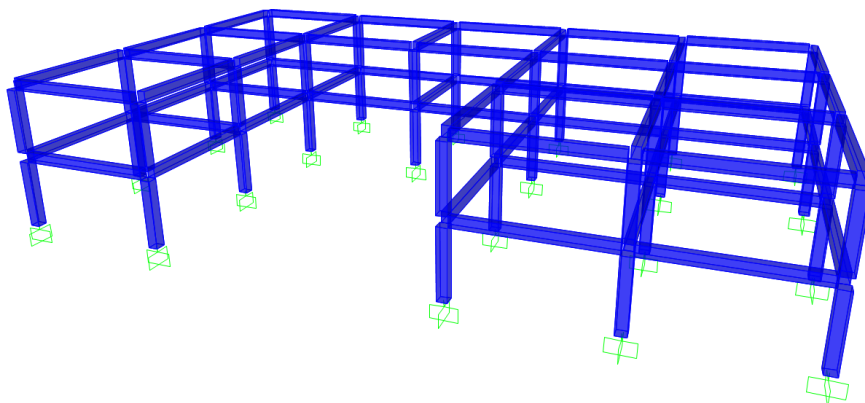


Figura 9

L'azione sismica verrà introdotta seguendo tutte le diverse strade possibili presentate in precedenza:

- a) analisi statica lineare con definizione congiunta di sisma ed eccentricità;
- b) analisi statica lineare con definizione separata di sisma ed eccentricità;
- c) analisi dinamica lineare con spettro di risposta.

a) Analisi statica lineare con definizione congiunta di sisma ed eccentricità:

Come visto al punto 1) del paragrafo 1.2.2, in tal caso occorre definire per ogni direzione del sisma un *load pattern* di tipo *QUAKE* avente eccentricità positiva ed uno avente eccentricità negativa. Considerando unicamente le due direzioni principali del piano, x ed y, i *load pattern* da creare saranno 4:

- Qx+ sisma in x ed eccentricità associata positiva
- Qx- sisma in x ed eccentricità associata negativa
- Qy+ sisma in y ed eccentricità associata positiva
- Qy- sisma in y ed eccentricità associata negativa

Per ognuno dei *load pattern* definiti alla voce *Auto Lateral Load Pattern* si è selezionata l'opzione *User Coefficient*.

Ai fini della definizione dell'azione sismica secondo le NTC 2008 si è ipotizzato che la struttura sia sita nel comune di Pordenone all'indirizzo Galleria San Marco 4 (45.9574° lat N, 12.6615° long E). Lo spettro di risposta relativo è riportato in Figura 10.

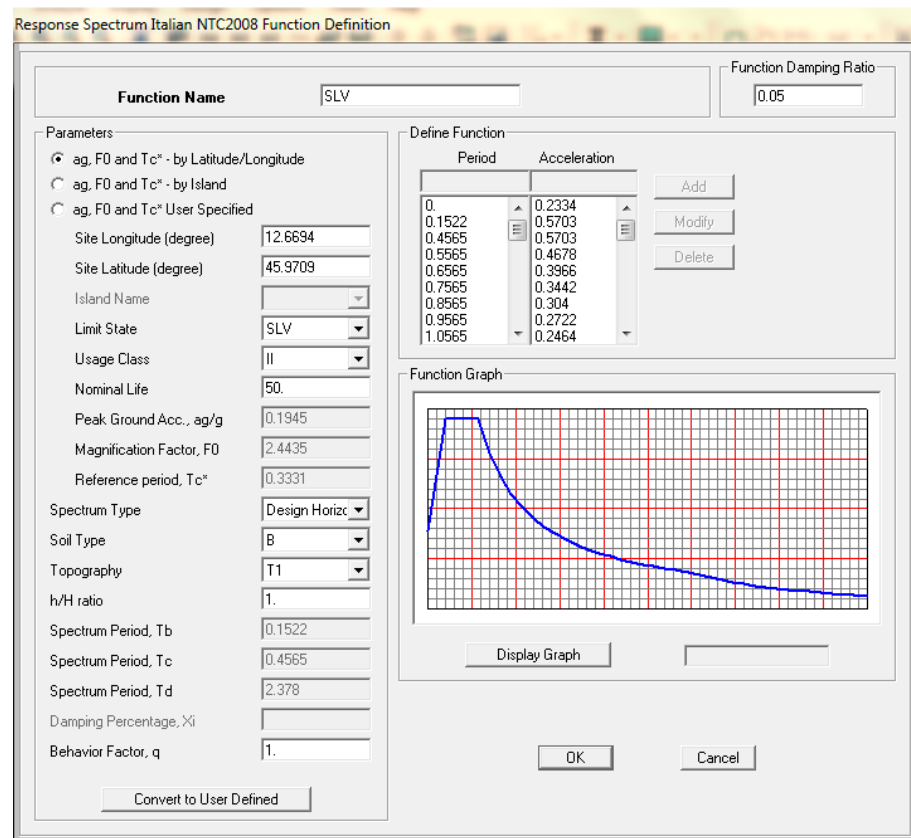


Figura 10

Una volta definiti i *load pattern* occorre specificare le caratteristiche del carico sismico associato attraverso il comando *Modify Lateral Load Pattern*. Nella relativa finestra occorre specificare la direzione del sisma, la relativa eccentricità ed il coefficiente di taglio (C) ossia il moltiplicatore del peso della struttura che definisce il taglio alla base applicato. Il coefficiente di taglio è tale che:

$$V_b = C \cdot W$$

in cui:

V_b è il taglio alla base

C è il coefficiente di taglio

W è il peso totale della struttura derivante dalle masse definite nel menu *Mass Source* (vedi guida Analisi Modale)

Il coefficiente di taglio rappresenta perciò l'accelerazione spettrale (espressa in g) corrispondente al modo principale nella direzione considerata. Nell'esempio in esame i periodi strutturali nelle due direzioni principali erano entrambi pari a 0.45 secondi e ricadevano entrambi nel tratto ad accelerazione costante dello spettro. L'accelerazione corrispondente risulta perciò pari a: 0.5703 g.

Nella finestra di assegnazione dei parametri, riportata in Figura 11, si è inserito in realtà un valore inferiore rispetto a 0.5703. Tale scelta è stata dettata dal fatto che il peso della struttura W , per come definito, tiene conto di tutti i nodi strutturali, anche quelli vincolati alla base che non generano in realtà azioni sulla struttura. Pertanto il fattore di taglio da applicare è stato ridotto in funzione del rapporto fra il peso della struttura in elevazione ed il peso totale:

peso totale della struttura: 683.55 ton

peso totale dei nodi alla base: 86.82 ton

peso della struttura in elevazione: 596.73 ton

coefficiente di taglio applicato: $0.5703 \times (596.73/683.55) = 0.4979$

Una volta definiti tutti i *load pattern* ed i rispettivi carichi sismici associati si sono generate le 32 combinazioni di cui al punto 1) del paragrafo 1.1.

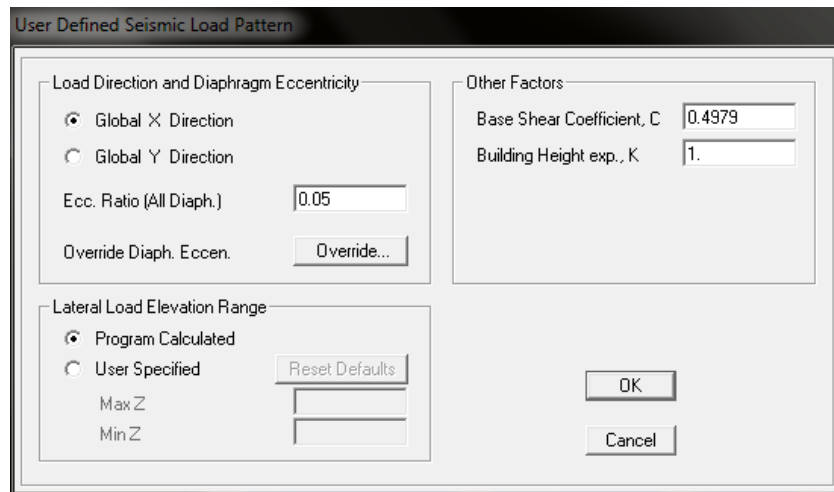


Figura 11

- b) Analisi statica lineare con definizione separata di sisma ed eccentricità:

Con riferimento a quanto espresso al 1.2.2 si sono creati 2 *load pattern* di tipo *QUAKE* associati alle due direzioni principali.

- Qx sisma in direzione x (privo di eccentricità)
Qy sisma in direzione y (privo di eccentricità)

Il carico sismico associato a tali *load pattern* è stato definito in maniera analoga a quanto visto al punto precedente con l'eccezione del valore dell'eccentricità accidentale, imposto pari a zero.

Una volta definiti i carichi sismici sono state introdotte le relative eccentricità attraverso 2 *load pattern* di tipo *QUAKE* con *Auto Lateral Load Pattern* di tipo *User Loads*.

- ecc x eccentricità del sisma in direzione x (corrispondente ad uno spostamento del centro di massa della struttura in direzione y)
ecc y eccentricità del sisma in direzione y (corrispondente ad uno spostamento del centro di massa della struttura in direzione x)

Per la valutazione dei momenti torcenti da applicare ai vari impalcati si è seguita la procedura descritta al 2) del paragrafo 1.2.2:

- si sono lanciate le analisi corrispondenti ai sismi precedentemente definiti e visualizzate le relative sollecitazioni attraverso il menu *Display -> Show Forces/Stresses -> Frames/Cables/Tendons*;
- su tale finestra si è eseguito il comando *Draw -> Draw Section Cut* su ogni piano dell'edificio e si sono registrati i valori della risultante di taglio nella direzione di interesse (Figura 12);
- si sono calcolate le risultanti applicate ad ogni impalcato mediante la sottrazione dei tagli corrispondenti ai piani adiacenti;
- si sono moltiplicate le risultanti così ottenute per il valore dell'eccentricità accidentale e i momenti ottenuti sono stati applicati al relativo *load pattern* attraverso la finestra *Auto Lateral Load Pattern*.

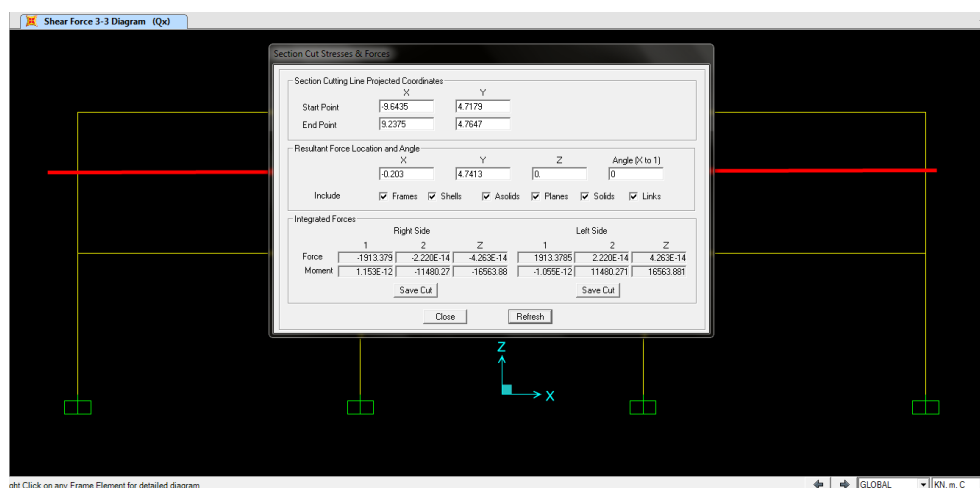


Figura 12

I momenti torcenti derivanti da tale procedura sono:

Sisma in direzione x:

Piano	Fi [kN]	e [m]	Mt,a [kNm]
I	1913.38	1.5	2870.07
II	1424.20	1.5	2136.30

Sisma in direzione y:

Piano	Fi [kN]	e [m]	Mt,a [kNm]
I	1913.38	0.9	1722.04
II	1424.20	0.9	1281.78

Una volta definiti sismi ed eccentricità corrispondenti sono state definite le 32 combinazioni di cui al punto 2) del paragrafo 1.1.

c) Analisi dinamica lineare con spettro di risposta:

Con riferimento a quanto espresso al paragrafo 1.3, attraverso il menu *Define -> Functions -> Response Spectrum* si è definito lo spettro di risposta relativo al sito in esame secondo le NTC2008.

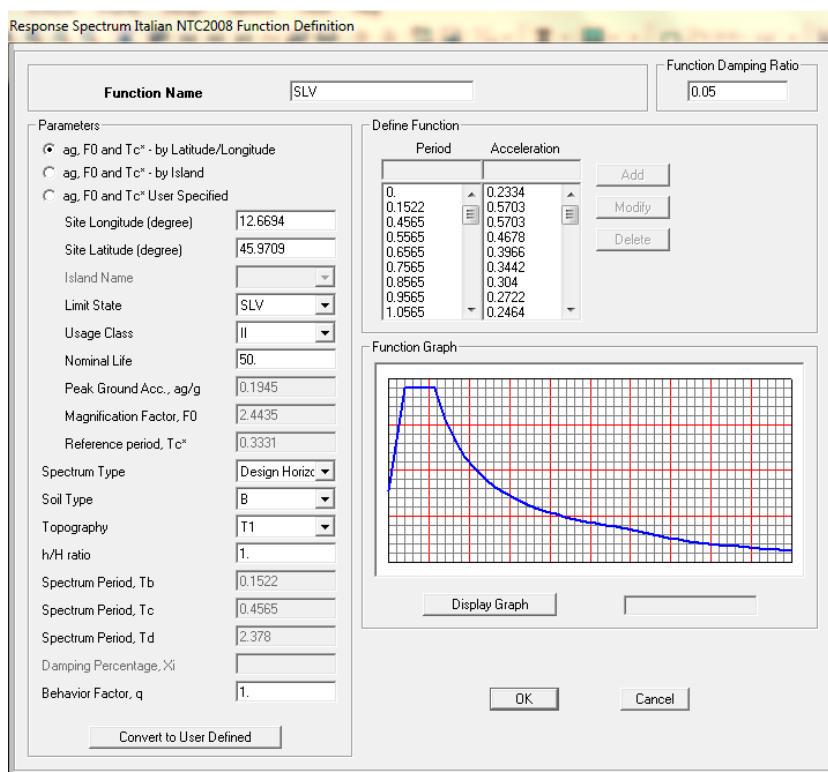


Figura 13

Una volta definito lo spettro sono state create due analisi di tipo *RESPONSE SPECTRUM* relative alle due direzioni del piano (Figura 14).

Load Case Data - Response Spectrum

Load Case Name: SPETTRO x [Set Def Name] Notes: [Modify/Show...]

Load Case Type: Response Spectrum [Design...]

Modal Combination

☒ CQC GMC f1: 1.0
☐ SRSS GMC f2: 0.0
☐ Absolute
☐ GMC Periodic + Rigid Type: SRSS
☐ NRC 10 Percent
☐ Double Sum

Directional Combination

☒ SRSS
☐ CQC3
☐ Absolute
 Scale Factor: []

Modal Load Case

Use Modes from this Modal Load Case: MODAL

Loads Applied

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Accel	U1	SLV	9.81
Accel	U1	SLV	9.81

[Add] [Modify] [Delete]

☐ Show Advanced Load Parameters

Other Parameters

Modal Damping: Constant at 0.05 [Modify/Show...]

[OK] [Cancel]

Figura 14

Una volta definite le analisi a spettro sono state create le eccentricità relative seguendo la stessa procedura vista al punto b).

Sisma in direzione x:

Piano	Fi [kN]	e [m]	Mt,a [kNm]
I	1710.97	1.5	2566.46
II	1166.21	1.5	1749.32

Sisma in direzione y:

Piano	Fi [kN]	e [m]	Mt,a [kNm]
I	1750.47	0.9	1575.42
II	1197.15	0.9	1077.44

Definiti sismi ed eccentricità corrispondenti si sono poi create le 8 combinazioni di cui al paragrafo 1.3.

I risultati corrispondenti alle varie procedure sono stati infine confrontati al fine di confermarne la validità: con le sigle SLV... si indicano le combinazioni sismiche generate con la procedura a), con le sigle SLV*... quelle generate con la procedura b) e con le sigle SLV** quelle generate con la procedura c).

TABLE: Base Reactions						
OutputCase	GlobalFX	GlobalFY	GlobalFZ	GlobalMX	GlobalMY	GlobalMZ
Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
SLV01	-3337.58	-1001.27	0.00	4725.86	-15752.86	-9487.63
SLV02	-3337.58	1001.27	0.00	-4725.86	-15752.86	-5722.02
SLV03	3337.58	-1001.27	0.00	4725.86	15752.86	5722.02
SLV04	3337.58	1001.27	0.00	-4725.86	15752.86	9487.63
SLV05	-3337.58	-1001.27	0.00	4725.86	-15752.86	-7685.34
SLV06	-3337.58	1001.27	0.00	-4725.86	-15752.86	-7524.32
SLV07	3337.58	-1001.27	0.00	4725.86	15752.86	7524.32
SLV08	3337.58	1001.27	0.00	-4725.86	15752.86	7685.34
SLV09	-3337.58	-1001.27	0.00	4725.86	-15752.86	-19500.35
SLV10	-3337.58	1001.27	0.00	-4725.86	-15752.86	-15734.75
SLV11	3337.58	-1001.27	0.00	4725.86	15752.86	15734.75
SLV12	3337.58	1001.27	0.00	-4725.86	15752.86	19500.35
SLV13	-3337.58	-1001.27	0.00	4725.86	-15752.86	-17698.06
SLV14	-3337.58	1001.27	0.00	-4725.86	-15752.86	-17537.04
SLV15	3337.58	-1001.27	0.00	4725.86	15752.86	17537.04
SLV16	3337.58	1001.27	0.00	-4725.86	15752.86	17698.06
SLV17	-1001.27	-3337.58	0.00	15752.86	-4725.86	-8557.45
SLV18	1001.27	-3337.58	0.00	15752.86	4725.86	-3994.56
SLV19	-1001.27	3337.58	0.00	-15752.86	-4725.86	3994.56
SLV20	1001.27	3337.58	0.00	-15752.86	4725.86	8557.45
SLV21	-1001.27	-3337.58	0.00	15752.86	-4725.86	-2549.82
SLV22	1001.27	-3337.58	0.00	15752.86	4725.86	2013.08
SLV23	-1001.27	3337.58	0.00	-15752.86	-4725.86	-2013.08
SLV24	1001.27	3337.58	0.00	-15752.86	4725.86	2549.82
SLV25	-1001.27	-3337.58	0.00	15752.86	-4725.86	-11561.27
SLV26	1001.27	-3337.58	0.00	15752.86	4725.86	-990.74
SLV27	-1001.27	3337.58	0.00	-15752.86	-4725.86	990.74
SLV28	1001.27	3337.58	0.00	-15752.86	4725.86	11561.27
SLV29	-1001.27	-3337.58	0.00	15752.86	-4725.86	-5553.64
SLV30	1001.27	-3337.58	0.00	15752.86	4725.86	5016.90
SLV31	-1001.27	3337.58	0.00	-15752.86	-4725.86	-5016.90
SLV32	1001.27	3337.58	0.00	-15752.86	4725.86	5553.64

TABLE: Base Reactions						
OutputCase	GlobalFX	GlobalFY	GlobalFZ	GlobalMX	GlobalMY	GlobalMZ
Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
SLV*01	-3337.58	-1001.27	0.00	4725.86	-15752.86	-9487.62
SLV*02	-3337.58	1001.27	0.00	-4725.86	-15752.86	-5722.02
SLV*03	3337.58	-1001.27	0.00	4725.86	15752.86	5722.02
SLV*04	3337.58	1001.27	0.00	-4725.86	15752.86	9487.62
SLV*05	-3337.58	-1001.27	0.00	4725.86	-15752.86	-7685.33
SLV*06	-3337.58	1001.27	0.00	-4725.86	-15752.86	-7524.31
SLV*07	3337.58	-1001.27	0.00	4725.86	15752.86	7524.31
SLV*08	3337.58	1001.27	0.00	-4725.86	15752.86	7685.33
SLV*09	-3337.58	-1001.27	0.00	4725.86	-15752.86	-19500.36
SLV*10	-3337.58	1001.27	0.00	-4725.86	-15752.86	-15734.76
SLV*11	3337.58	-1001.27	0.00	4725.86	15752.86	15734.76
SLV*12	3337.58	1001.27	0.00	-4725.86	15752.86	19500.36
SLV*13	-3337.58	-1001.27	0.00	4725.86	-15752.86	-17698.07
SLV*14	-3337.58	1001.27	0.00	-4725.86	-15752.86	-17537.05
SLV*15	3337.58	-1001.27	0.00	4725.86	15752.86	17537.05
SLV*16	3337.58	1001.27	0.00	-4725.86	15752.86	17698.07
SLV*17	-1001.27	-3337.58	0.00	15752.86	-4725.86	-8557.45
SLV*18	1001.27	-3337.58	0.00	15752.86	4725.86	-3994.56
SLV*19	-1001.27	3337.58	0.00	-15752.86	-4725.86	3994.56
SLV*20	1001.27	3337.58	0.00	-15752.86	4725.86	8557.45
SLV*21	-1001.27	-3337.58	0.00	15752.86	-4725.86	-2549.81
SLV*22	1001.27	-3337.58	0.00	15752.86	4725.86	2013.08
SLV*23	-1001.27	3337.58	0.00	-15752.86	-4725.86	-2013.08
SLV*24	1001.27	3337.58	0.00	-15752.86	4725.86	2549.81
SLV*25	-1001.27	-3337.58	0.00	15752.86	-4725.86	-11561.28
SLV*26	1001.27	-3337.58	0.00	15752.86	4725.86	-990.74
SLV*27	-1001.27	3337.58	0.00	-15752.86	-4725.86	990.74
SLV*28	1001.27	3337.58	0.00	-15752.86	4725.86	11561.28
SLV*29	-1001.27	-3337.58	0.00	15752.86	-4725.86	-5553.64
SLV*30	1001.27	-3337.58	0.00	15752.86	4725.86	5016.90
SLV*31	-1001.27	3337.58	0.00	-15752.86	-4725.86	-5016.90
SLV*32	1001.27	3337.58	0.00	-15752.86	4725.86	5553.64

TABLE: Base Reactions							
OutputCase	StepType	GlobalFX	GlobalFY	GlobalFZ	GlobalMX	GlobalMY	GlobalMZ
Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
SLV**01	Max	2880.46	895.21	0.54	4199.81	13614.73	11337.04
SLV**01	Min	-2880.46	-895.21	-0.54	-4199.81	-13614.73	-21560.27
SLV**02	Max	2880.46	895.21	0.54	4199.81	13614.73	12928.75
SLV**02	Min	-2880.46	-895.21	-0.54	-4199.81	-13614.73	-19968.56
SLV**03	Max	2880.46	895.21	0.54	4199.81	13614.73	19968.56
SLV**03	Min	-2880.46	-895.21	-0.54	-4199.81	-13614.73	-12928.75
SLV**04	Max	2880.46	895.21	0.54	4199.81	13614.73	21560.27
SLV**04	Min	-2880.46	-895.21	-0.54	-4199.81	-13614.73	-11337.04
SLV**05	Max	874.08	2950.90	0.18	13947.84	4099.27	3692.10
SLV**05	Min	-874.08	-2950.90	-0.18	-13947.84	-4099.27	-11587.25
SLV**06	Max	874.08	2950.90	0.18	13947.84	4099.27	6281.55
SLV**06	Min	-874.08	-2950.90	-0.18	-13947.84	-4099.27	-8997.80
SLV**07	Max	874.08	2950.90	0.18	13947.84	4099.27	8997.80
SLV**07	Min	-874.08	-2950.90	-0.18	-13947.84	-4099.27	-6281.55
SLV**08	Max	874.08	2950.90	0.18	13947.84	4099.27	11587.25
SLV**08	Min	-874.08	-2950.90	-0.18	-13947.84	-4099.27	-3692.10

Dal confronto dei risultati emerge come nel caso di analisi statica i risultati ottenuti attraverso il metodo di assegnazione a) coincidano, ovviamente, con quelli ottenuti col metodo b). Adottare una procedura o l'altra è pertanto indifferente.

I risultati corrispondenti all'analisi dinamica sono invece leggermente diversi da quelli ottenuti attraverso le analisi statiche. In particolare il taglio alla base applicato nelle varie direzioni è di circa il 15% inferiore rispetto ai valori corrispondenti alle analisi statiche. Questa differenza è dovuta principalmente al fatto che il taglio alla base derivante dall'analisi statica è calcolato assegnando, di fatto, tutta la massa della struttura ad un modo principale in una data direzione. Osservando che in realtà i coefficienti di massa partecipanti relativi al modo principale nelle direzioni x ed y sono rispettivamente pari a 0.82 e 0.87, otteniamo la giustificazione di tale differenza. Viceversa i torcenti applicati attraverso le analisi dinamiche sono maggiori di circa il 10% rispetto a quelli derivanti dalle analisi statiche. Questa differenza è giustificata dal fatto che le analisi statiche presentano un contributo torsionale dovuto unicamente alle eccentricità accidentali, viceversa nelle analisi dinamiche il contributo torsionale deriva direttamente dalle caratteristiche modali della struttura ed, in aggiunta dagli effetti accidentali.

