

REGIONE EMILIA ROMAGNA



**PROGETTO PER LA VERIFICA SISMICA PRE E POST INTERVENTO
RELATIVAMENTE AL PROGETTO DI MIGLIORAMENTO
DELL'EDIFICIO DENOMINATO PALESTRA ESISTENTE "MONTESSORI
DA VINCI" SITO IN VIA DELLA REPUBBLICA, 3 A PORRETTA TERME
(BO) - BLOCCO DENOMINATO 2
CIG Z2725F3148 – C19F18000420001**

- INTEGRAZIONI -



1	RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA	3
2	INTEGRAZIONI E CHIARIMENTI.....	7
3	VALIDAZIONE DEI RISULTATI DEI CALCOLI E DELLE VERIFICHE	26
4	ALLEGATO A - ANALISI FEM - PUSHOVER CON TAMPONAMENTI.....	30
5	ALLEGATO B - ANALISI FEM - PUSHOVER SPOGLIATOI	53
6	ALLEGATO B - ANALISI FEM - PUSHOVER SPOGLIATOI CON TAMPONAMENTI...	75

Il progettista delle strutture



SOMMARIO

1	RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA	3
1.1	DESCRIZIONE GENERALE	3
1.2	DESCRIZIONE TECNICA DELLA STRUTTURA	5
1.3	DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI DI MIGLIORAMENTO	6
2	INTEGRAZIONI E CHIARIMENTI.....	7
2.1	INTEGRAZIONI E CHIARIMENTI.....	7
2.2	PUNTO N.3	7
2.3	PUNTO N.4	11
2.4	PUNTO N.5	11
2.5	PUNTO N.6	19
3	VALIDAZIONE DEI RISULTATI DEI CALCOLI E DELLE VERIFICHE	26
4	ALLEGATO A - ANALISI FEM - PUSHOVER CON TAMPONAMENTI.....	30
4.1	TABULATI	30
4.2	IMMAGINI MODELLAZIONE FEM.....	37
4.3	RISULTATO ANALISI STATICHE NON LINEARI (PUSHOVER).....	39
4.3.1	Riepilogo risultati analisi pushover	39
4.3.2	Curve pushover.....	42
4.4	INDICATORI DI RISCHIO SISMICO - MASTER-ESIST	51
5	ALLEGATO B - ANALISI FEM - PUSHOVER SPOGLIATOI	53
5.1	TABULATI	53
5.2	IMMAGINI MODELLAZIONE FEM.....	60
5.3	RISULTATO ANALISI STATICHE NON LINEARI (PUSHOVER).....	62
5.3.1	Riepilogo risultati analisi pushover	62
5.3.2	Curve pushover.....	64
5.4	INDICATORI DI RISCHIO SISMICO - MASTER-ESIST	73
6	ALLEGATO C - ANALISI FEM - PUSHOVER SPOGLIATOI CON TAMPONAMENTI... 	75
6.1	TABULATI	75
6.2	IMMAGINI MODELLAZIONE FEM.....	82
6.3	RISULTATO ANALISI STATICHE NON LINEARI (PUSHOVER).....	84
6.3.1	Riepilogo risultati analisi pushover	84
6.3.2	Curve pushover.....	87
6.4	INDICATORI DI RISCHIO SISMICO - MASTER-ESIST	96

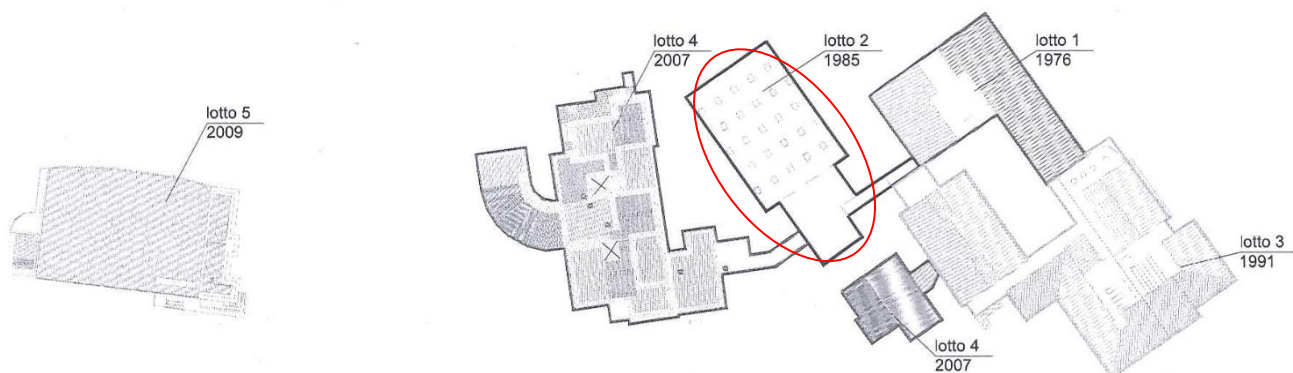
1 RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA

1.1 DESCRIZIONE GENERALE

L'attuale Istituto "Montessori - da Vinci" sito in Via della Repubblica, 3 – Porretta Terme (Bologna) è costituito da una serie di corpi di fabbrica inseriti in un'area piuttosto ampia, ubicata in una zona acclive sovrastante Porretta Terme.

Il complesso scolastico venne realizzato a partire dal 1976 in sei lotti successivi come di seguito elencati:

1. Corpo Vecchio – Magistrali - lotto 1 – 1976
2. Palestra 1985 - lotto 2 – 1985
3. Corpo A e B - lotto 3 – 1991
4. Corpo "ampliamento" – lotto 4 – suddiviso a sua volta in 7 blocchi strutturali – 2007
5. Corpo palestra "nuova" – lotto 5 – 2009



Vista del complesso scolastico - in rosso l'edificio analizzato

I manufatti oggetto di indagine sono il corpo palestra e l'annesso corpo spogliatoi (lotto 2 del 1985). L'obiettivo della presente relazione è quello di dare una valutazione tecnica sulla sicurezza statica della struttura. In particolare sono stati considerati i carichi verticali (pesi propri, pesi permanenti portati, neve e carichi accidentali) e il carico orizzontale da vento.



Vista dell'edificio oggetto di indagine

Il fabbricato monopiano in oggetto ospita la palestra e i relativi servizi spogliatoi.

La palestra ha dimensioni in pianta 30,00 x 20,00 ed altezza dal solaio di calpestio di ml. 7,50. Gli spogliatoi hanno una pianta ad L inscritta in un rettangolo di dimensioni 16,00x14,00 e un'altezza dal piano di calpestio pari a 3,00 mt.

Il progetto originale delle strutture in opera è a firma del dott. ing. Giuseppe Andina, datato 1981, mentre la struttura di copertura prefabbricata è stata progettata dal dott. ing. Andrea Franchi. La costruzione è stata eseguita dall'Impresa Cooperativa Muratori di Porretta Terme e dall'Impresa Pizzarotti & C Spa per le parti prefabbricate.

Il collaudo strutturale è stato eseguito il 23.04.1985 dall'Ing. Giorgio Gasparini.

I corpi analizzati possiedono un proprio organismo strutturale completamente indipendente rispetto ad altri fabbricati. I giunti di costruzione, che dividono il corpo spogliatoi dai due corridoi, non hanno ampiezza sufficiente per essere considerati giunti sismici, ma in prima approssimazione nell'ottica di una valutazione di vulnerabilità sismica, è stato considerato opportuno analizzare tale unità strutturale in maniera indipendente.

Per la definizione delle armature e delle caratteristiche meccaniche necessarie alla definizione degli elementi strutturali principali, sono stati utilizzati i dati desunti dalla relazione tecnica specialistica "Indagini e controlli non distruttivi sulle strutture della palestra dell'IIS Maria Montessori di Porretta Terme" a cura della società IN SITU s.r.l.

Per gli elementi non indagati sono stati utilizzati i dati presenti nei seguenti documenti progettuali:

- elaborati grafici strutture in opera ing. Andina;
- elaborati grafici e relazione strutture prefabbricate ing. Franchi;
- relazione a struttura ultimata a firma dell'ing. Silvano Casini;
- certificato di collaudo a firma dell'ing. Gasparini.

1.2 DESCRIZIONE TECNICA DELLA STRUTTURA

La struttura verticale della palestra è del tipo a telaio, costituito da pilastri, cordoli intermedi e travi di chiusura continue in c.a. realizzati in opera.

La copertura della palestra è composta da travi ad omega e tegoli a pi-greco prefabbricati in cemento armato precompresso.

Il solaio di calpestio della palestra è realizzato in laterocemento con elementi prefabbricati tipo "varese" e cappa gettata in opera. La copertura della palazzina spogliatoi è costituita da un solaio in laterocemento con travi in c.a. in spessore.

Le tamponature della palestra e del corpo spogliatoi sono realizzate in mattoni forati di laterizio.

Le fondazioni sono di tipo diretto a suola continua in c.a. intestate sullo strato di limi ed argille limose (Livello 2).

Nel 2012 è stato progettato ed eseguito un intervento di messa in sicurezza della copertura della palestra, avente lo scopo di collegare tra di loro gli elementi prefabbricati e le travi gettate in opera (tegoli - travi omega, travi omega - travi di chiusura).

1.3 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI DI MIGLIORAMENTO

Le verifiche e le analisi svolte (riportate nei documenti "Valutazione della sicurezza - stato di fatto" e "Analisi sismica dello stato di fatto") hanno dimostrato l'adeguatezza della struttura a riprendere i carichi verticali e i carichi orizzontali da vento (fatto salvo l'accumulo di neve sulla copertura del corpo spogliatoi), ma hanno evidenziato anche notevoli mancanze della struttura nel resistere all'azione sismica di progetto. Gli indici ξ ottenuti sono infatti:

- valutazione della sicurezza statica $\xi_V = 1.00$;
- valutazione della sicurezza sismica $\xi_E = 0.26$.

Per tale ragione (elevato livello di vulnerabilità sismica) si è deciso di analizzare l'unità strutturale proponendo un intervento di miglioramento sismico, al fine di raggiungere un indice ξ_E almeno pari a 0.6. Tale valore, in caso di miglioramento sismico, è prescritto dall'attuale normativa vigente, come target minimo per gli edifici rilevanti ad uso scolastico e strategici (§ 8.4.2 NTC18).

L'intervento proposto consiste in:

- realizzazione di nuovi pilastri 30 x 50 opportunamente armati a ridosso degli esistenti, per aumentarne resistenza e duttilità;
- irrigidimento della copertura nel proprio piano mediante realizzazione di una controventatura di falda a croce di S. Andrea con diagonale tesa attiva in tirante metallico;
- applicazione di un sistema antiribaltamento ai tamponamenti della palestra mediante l'applicazione di uno specifico intonaco armato.

Il progettista delle strutture



2 INTEGRAZIONI E CHIARIMENTI

2.1 INTEGRAZIONI E CHIARIMENTI

Di seguito si riportano le richieste di integrazioni e/o chiarimenti ricevute e le risposte alle stesse.

2.2 PUNTO N.3

“Con riferimento ai tamponamenti inseriti nelle maglie di telaio in c.a. si richiede di precisare come gli stessi interagiscano con le strutture sismo-resistenti. In particolare, si richiede di chiarire se sia stata considerata la loro presenza allo stato di progetto (così come fatto per lo stato di fatto) visto anche l'intervento di consolidamento in progetto. In caso affermativo esplicitare il loro contributo.”

Durante la costruzione dell'edificio analizzato le tamponature in mattoni forati sono state realizzate in luce tra i pilastri e le travi in calcestruzzo armato, senza l'interposizione di uno spazio libero tra il laterizio ed il calcestruzzo. Questo fa sì che nel caso di applicazione di forze orizzontali sismiche i pannelli di tamponamento contrastino gli spostamenti del telaio in c.a. con un comportamento a puntone diagonale tra i nodi.

L'analisi dello stato di fatto eseguita con la modellazione dei tamponamenti, a differenza di quella priva di tamponamenti, ha evidenziato un irrigidimento ed un complessivo aumento della resistenza della struttura. In questo caso la resistenza sismica della struttura è risultata governata dall'attivazione di alcune rotture fragili.

La documentazione precedentemente depositata riportava l'analisi allo stato di progetto senza considerare la presenza dei tamponamenti, in quanto ritenuta più gravosa.

Nella presente integrazione si riporta anche l'analisi allo stato di progetto con i tamponamenti collaboranti.

Tale verifica è stata effettuata attraverso un'analisi statica non lineare tipo pushover e verifiche integrative passo-passo, volte ad indagare la possibile rottura precoce della struttura per meccanismi duttili e fragili.

INDICATORI DI RISCHIO

STATO LIMITE ULTIMO

Combinazione	TR,C	TR,D	RCD	PGAC (m/s^2)	PGAD (m/s^2)	Alfa u
Statica \ Sisma +X, Torsione Antioraria	>2475	712	>1.670	>4.287	3.637	>1.179
Statica \ Sisma +X, Torsione Oraria	>2475	712	>1.670	>4.287	3.637	>1.179
Statica \ Uniforme +X, Torsione Antioraria	>2475	712	>1.670	>4.287	3.637	>1.179
Statica \ Uniforme +X, Torsione Oraria	>2475	712	>1.670	>4.287	3.637	>1.179
Statica \ Sisma -X, Torsione Antioraria	>2475	712	>1.670	>4.287	3.637	>1.179
Statica \ Sisma -X, Torsione Oraria	>2475	712	>1.670	>4.287	3.637	>1.179
Statica \ Uniforme -X, Torsione Antioraria	>2475	712	>1.670	>4.287	3.637	>1.179
Statica \ Uniforme -X, Torsione Oraria	>2475	712	>1.670	>4.287	3.637	>1.179
Statica \ Sisma +Y, Torsione Antioraria	>2475	712	>1.670	>4.287	3.637	>1.179
Statica \ Sisma +Y, Torsione Oraria	478	712	0.849	3.374	3.637	0.928
Statica \ Uniforme +Y, Torsione Antioraria	220	712	0.617	2.750	3.637	0.756
Statica \ Uniforme +Y, Torsione Oraria	>2475	712	>1.670	>4.287	3.637	>1.179
Statica \ Sisma -Y, Torsione Antioraria	>2475	712	>1.670	>4.287	3.637	>1.179
Statica \ Sisma -Y, Torsione Oraria	>2475	712	>1.670	>4.287	3.637	>1.179
Statica \ Uniforme -Y, Torsione Antioraria	891	712	1.097	3.792	3.637	1.043
Statica \ Uniforme -Y, Torsione Oraria	216	712	0.612	2.731	3.637	0.751

STATO LIMITE DI DANNO

Combinazione	TR,C	TR,D	RCD	PGAC (m/s^2)	PGAD (m/s^2)	Alfa e
Statica \ Sisma +X, Torsione Antioraria	>2475	75	>4.216	>4.287	1.752	>2.448
Statica \ Sisma +X, Torsione Oraria	>2475	75	>4.216	>4.287	1.752	>2.448
Statica \ Uniforme +X, Torsione Antioraria	1679	75	3.594	4.141	1.752	2.364
Statica \ Uniforme +X, Torsione Oraria	1565	75	3.491	4.108	1.752	2.345
Statica \ Sisma -X, Torsione Antioraria	>2475	75	>4.216	>4.287	1.752	>2.448
Statica \ Sisma -X, Torsione Oraria	>2475	75	>4.216	>4.287	1.752	>2.448
Statica \ Uniforme -X, Torsione Antioraria	2055	75	3.905	4.226	1.752	2.413
Statica \ Uniforme -X, Torsione Oraria	1924	75	3.801	4.201	1.752	2.398
Statica \ Sisma +Y, Torsione Antioraria	>2475	75	>4.216	>4.287	1.752	>2.448
Statica \ Sisma +Y, Torsione Oraria	478	75	2.143	3.363	1.752	1.920
Statica \ Uniforme +Y, Torsione Antioraria	220	75	1.557	2.750	1.752	1.570
Statica \ Uniforme +Y, Torsione Oraria	>2475	75	>4.216	>4.287	1.752	>2.448
Statica \ Sisma -Y, Torsione Antioraria	>2475	75	>4.216	>4.287	1.752	>2.448
Statica \ Sisma -Y, Torsione Oraria	>2475	75	>4.216	>4.287	1.752	>2.448
Statica \ Uniforme -Y, Torsione Antioraria	891	75	2.769	3.783	1.752	2.160
Statica \ Uniforme -Y, Torsione Oraria	216	75	1.545	2.712	1.752	1.548

STATO LIMITE DI OPERATIVITA'

Combinazione	TR,C	TR,D	RCD	PGAC (m/s^2)	PGAD (m/s^2)	Alfa e
Statica \ Sisma +X, Torsione Antioraria	>2475	45	>5.202	>4.287	1.394	>3.076
Statica \ Sisma +X, Torsione Oraria	>2475	45	>5.202	>4.287	1.394	>3.076
Statica \ Uniforme +X, Torsione Antioraria	392	45	2.437	3.219	1.394	2.309
Statica \ Uniforme +X, Torsione Oraria	380	45	2.406	3.181	1.394	2.282
Statica \ Sisma -X, Torsione Antioraria	>2475	45	>5.202	>4.287	1.394	>3.076
Statica \ Sisma -X, Torsione Oraria	>2475	45	>5.202	>4.287	1.394	>3.076
Statica \ Uniforme -X, Torsione Antioraria	430	45	2.532	3.292	1.394	2.362
Statica \ Uniforme -X, Torsione Oraria	424	45	2.517	3.279	1.394	2.353
Statica \ Sisma +Y, Torsione Antioraria	291	45	2.156	2.985	1.394	2.142
Statica \ Sisma +Y, Torsione Oraria	411	45	2.485	3.256	1.394	2.336
Statica \ Uniforme +Y, Torsione Antioraria	220	45	1.921	2.731	1.394	1.959
Statica \ Uniforme +Y, Torsione Oraria	>2475	45	>5.202	>4.287	1.394	>3.076
Statica \ Sisma -Y, Torsione Antioraria	411	45	2.485	3.256	1.394	2.336
Statica \ Sisma -Y, Torsione Oraria	317	45	2.233	3.052	1.394	2.190
Statica \ Uniforme -Y, Torsione Antioraria	891	45	3.417	3.792	1.394	2.721
Statica \ Uniforme -Y, Torsione Oraria	216	45	1.907	2.712	1.394	1.946

Capacità in termini di accelerazione al suolo e periodo di ritorno

	Collasso fragile	Collasso di un nodo	Collasso duttile	Deformazioni
CCNL	16	16	16	--
Passo	4 5	4	4	--
PGA,CLU	2.731	2.731	2.731	--
PGA,CLD	--	--	--	2.712
PGA,CLO	--	--	--	2.712
Tr,CLU	216	216	216	--
Tr,CLD	--	--	--	216
Tr,CLO	--	--	--	216

Valori di riferimento dell'azione sismica

Stato limite	PGA,D	Tr,D
Stato limite ultimo (SLU)	3.637	712
Stato limite di danno (SLD)	1.752	75
Stato limite di operatività (SLO)	1.394	45

Indicatori di rischio

Stato limite	Rapporto fra PGA	Rapporto fra Tr^a
Stato limite ultimo (α_u)	0.751	0.612
Stato limite di danno (α_d)	1.548	1.545
Stato limite di operatività (α_o)	1.946	1.907

VERIFICA PER MECCANISMI POTENZIALMENTE DUTTILI

CCNL	Passo	Verifica	Note	IR
1	16	Ok		0.313
5	15	Ok		0.255
9	16	Ok		0.555
13	27	Ok		0.643
2	16	Ok		0.353
6	9	Ok		0.283
10	9	Ok		0.495
14	12	Ok		0.582
3	21	Ok		0.856
7	8	Ok		0.149
11	5	Ok		0.219
15	15	Ok		0.270
4	20	Ok		0.493
8	25	Ok		0.719
12	15	Ok		0.189
16	4	Ok		0.215

VERIFICA PER MECCANISMI POTENZIALMENTE FRAGILI (TAGLIO)

CCNL	Passo	Verifica	Note	IR
1	16	Ok		0.405
5	15	Ok		0.394
9	16	Ok		0.514
13	24	Ok		0.576
2	16	Ok		0.403
6	9	Ok		0.396
10	9	Ok		0.527
14	12	Ok		0.543
3	11	Ok		0.530
7	8	Ok		0.429
11	5	Ok		0.370
15	15	Ok		0.486
4	18	Ok		0.509
8	16	Ok		0.516
12	15	Ok		0.424
16	4	Ok		0.351

Tab. 1 - sintesi verifiche sui meccanismi duttili e fragili con indici di resistenza

Come si può osservare dai risultati delle analisi effettuate sul **telaio in c.a. con la presenza dei tamponamenti** riportati nell'**ALLEGATO A**, l'edificio in oggetto presenta un indice ξ_E pari a:

INDICE ξ_E MINIMO = 0.612

Gli indici ξ_E ottenuti dall'analisi della struttura con i tamponamenti presentano valori mediamente più alti rispetto ai valori ottenuti con il nudo telaio, fatta eccezione per due singole analisi che sono risultate più penalizzanti. L'analisi svolta ha prodotto comunque un indice ξ_E maggiore dello 0.6 previsto dalla normativa vigente nel caso di interventi di miglioramento di edifici rilevanti ad uso scolastico e strategici (§ 8.4.2 NTC18).

2.3 PUNTO N.4

“In merito al consolidamento dei pilastri nei prospetti che presentano finestrate si rileva che il restringimento della sezione dei nuovi pilastri, eseguito in concomitanza anche con l'interruzione delle tamponature, accentua la variazione di rigidità. Si richiede di valutare la possibilità di eseguire un consolidamento uniforme.”

Considerando quanto richiesto, si ritiene possibile ed opportuno eseguire un consolidamento uniforme dei pilastri posti in corrispondenza delle finestrate. I disegni costruttivi sono stati opportunamente modificati e sono allegati alla presente relazione.

2.4 PUNTO N.5

“Nell'ambito del giudizio motivato dei risultati dell'analisi sismica si richiede di produrre attraverso procedure anche semplificate la verifica degli elementi sismo resistenti specificandone i criteri di modellazione e funzionamento, ai fini della validazione dei risultati ottenuti con l'analisi statica non lineare.”

Per validare la modellazione in oggetto si è proceduto con l'esecuzione di un calcolo diretto "a mano" della massa sismica eccitabile fuori terra, il risultato così ottenuto è stato confrontato con il valore fornito dal codice di calcolo. Il confronto è stato eseguito per lo stato di progetto.

Stima della massa sismica:

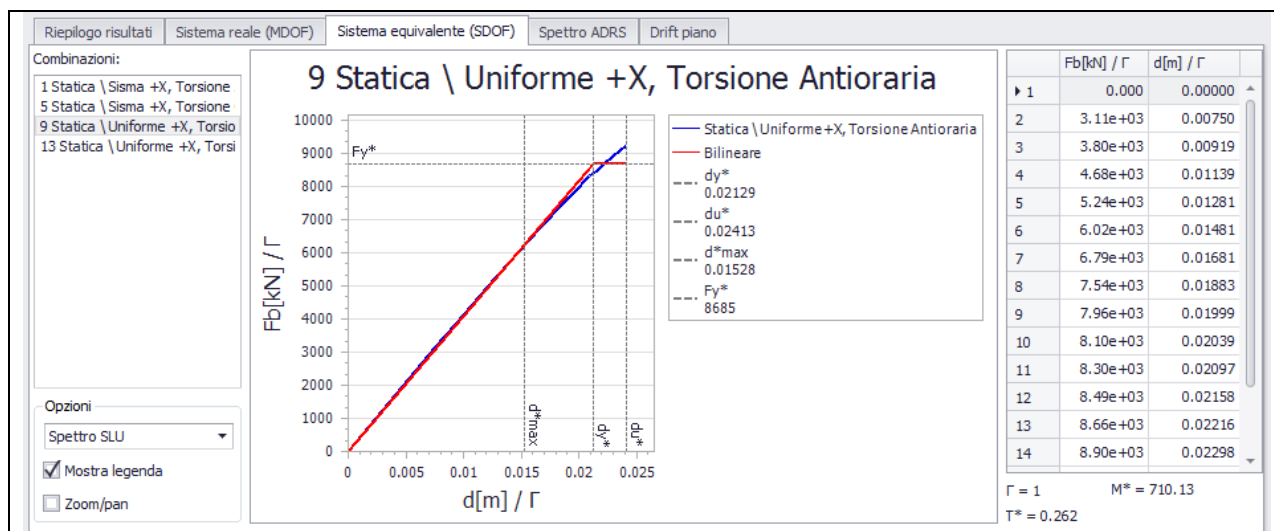
solaio locali spogliatoi:	$370 \text{ kg/mq} \times 165.0 \text{ mq} / 1000$	=	61.05 ton
travi copertura spogliatoi:	$665 \text{ kg/mq} \times 88.0 \text{ mq} / 1000$	=	58.52 ton
copertura prefabbricata palestra:	$285 \text{ kg/mq} \times 628.0 \text{ mq} / 1000$	=	178.98 ton
travi di bordo cop. palestra:	$1072 \text{ kg/m} \times 103.0 \text{ m} / 1000$	=	110.42 ton
cordolo intermedio:	$34 \cdot 225 \text{ kg/m} \times 1.65 \text{ m} / 1000$	=	12.62 ton
pilastrini spogliatoi:	$10 \cdot 225 \text{ kg/m} \times 3.10 \text{ m} / 1000$	=	6.98 ton
pilastrini palestra:	$34 \cdot 975 \text{ kg/m} \times 7.40 \text{ m} / 1000$	=	245.31 ton
tamponatura palestra:	$34 \cdot 220 \text{ kg/mq} \times 8.94 \text{ mq} / 1000$	=	<u>66.89 ton</u>
stima massa sismica totale		=	740 ton

Valore della massa sismica fornito dal software MasterSap:

MASSA TOTALE ECCITABILE		
Direzione X	Direzione Y	Direzione Z
+7.40e+002	+7.40e+002	+7.40e+002
Calcolo massa partecipante nel codice di calcolo - analisi modale [ton]		

Massa fuori terra partecipante data dal Mastersap nella analisi dinamica modale:

$$W_{\text{tot}} = 740 \text{ ton}$$

Esempio calcolo massa partecipante nel codice di calcolo - analisi pushover [ton]

Massa fuori terra partecipante data dal Mastersap nella analisi statica non lineare - pushover:

$$M^* = 710 \text{ ton}$$

Come si può notare i tre valori sono molto vicini.

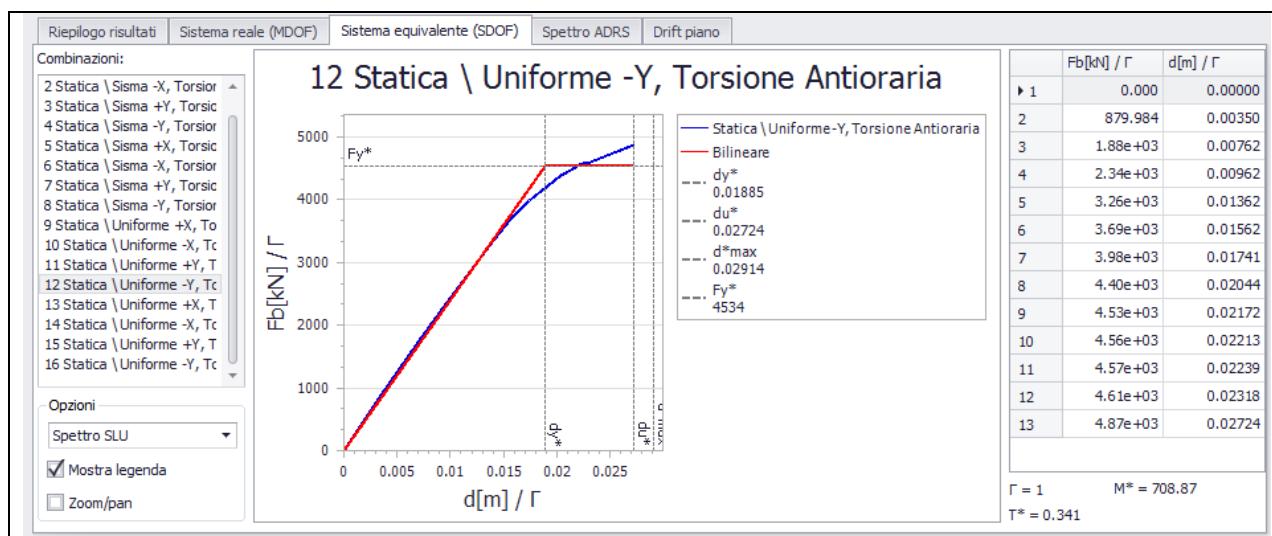
Per eseguire un'ulteriore validazione della modellazione in oggetto si è proceduto con l'esecuzione di un calcolo diretto "a mano" del periodo proprio della struttura allo stato di progetto, il risultato così ottenuto è stato confrontato con il valore fornito dal codice di calcolo. Il confronto è stato eseguito sia per il solo telaio in c.a., che per il telaio con la presenza dei tamponamenti.

Calcolo del periodo proprio della struttura (punto C7.3.3.2 della Circolare applicativa):

Altezza dell'edificio	H	8.5	m
Tipologia di struttura - telaio in c.a.	C_r	0.075	
Stima del periodo del modo di vibrare principale della struttura	T_1	0.373	sec

Altezza dell'edificio	H	8.5	m
Tipologia di struttura - muratura e altri tipi di strutture	C_r	0.050	
Stima del periodo del modo di vibrare principale della struttura	T_1	0.249	sec

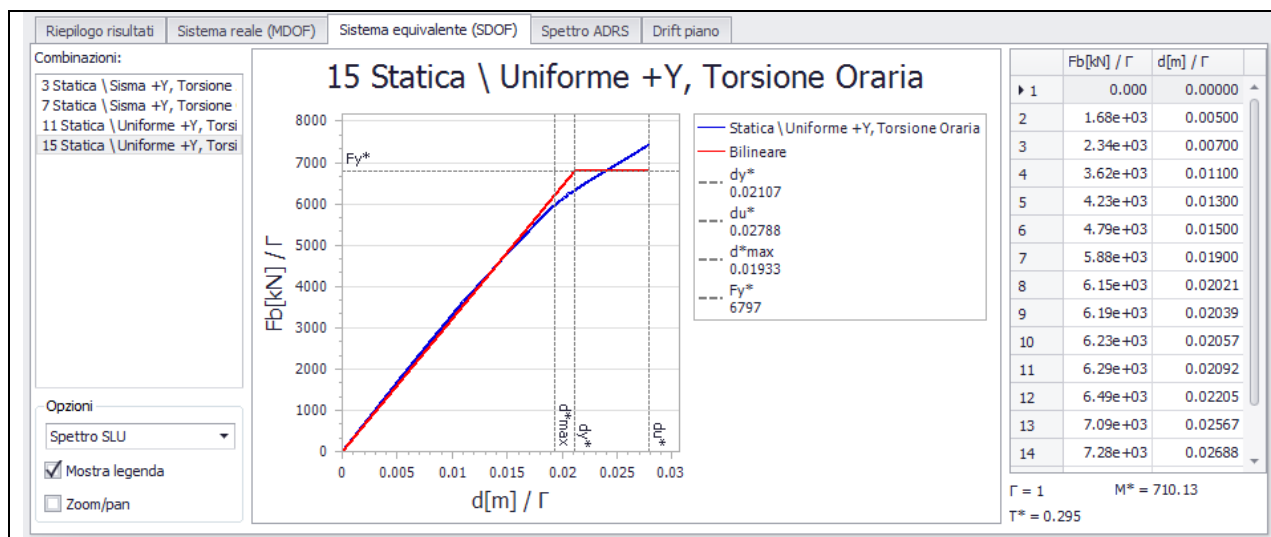
Valore del periodo proprio fornito dal software MasterSap:



Calcolo periodo proprio nel codice di calcolo - analisi pushover solo telaio [ton]

Periodo proprio medio dato dal Mastersap nella analisi statica non lineare - pushover per il solo telaio in c.a. rinforzato:

$$T^* = 0.341 \text{ sec}$$



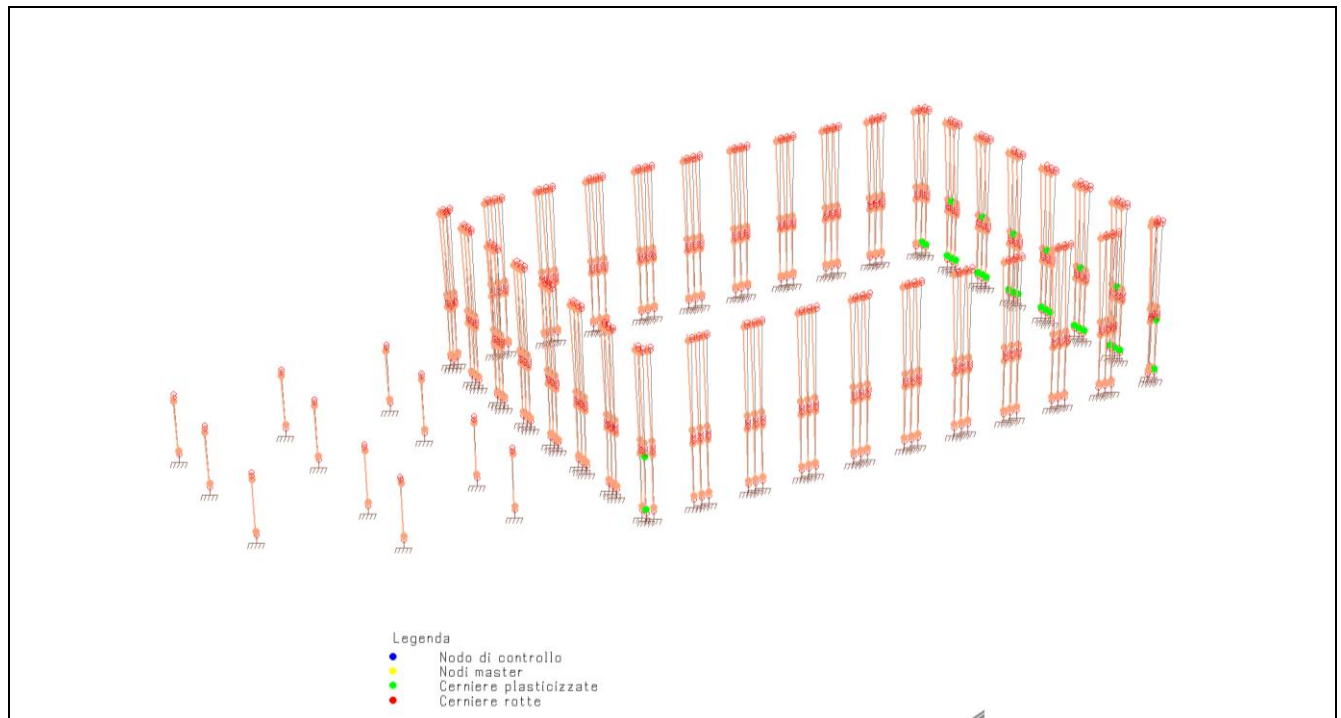
Esempio calcolo periodo proprio nel codice di calcolo - analisi pushover con tamponamenti [ton]

Periodo proprio medio dato dal Mastersap nella analisi statica non lineare - pushover per il telaio in c.a. rinforzato con la presenza dei tamponamenti:

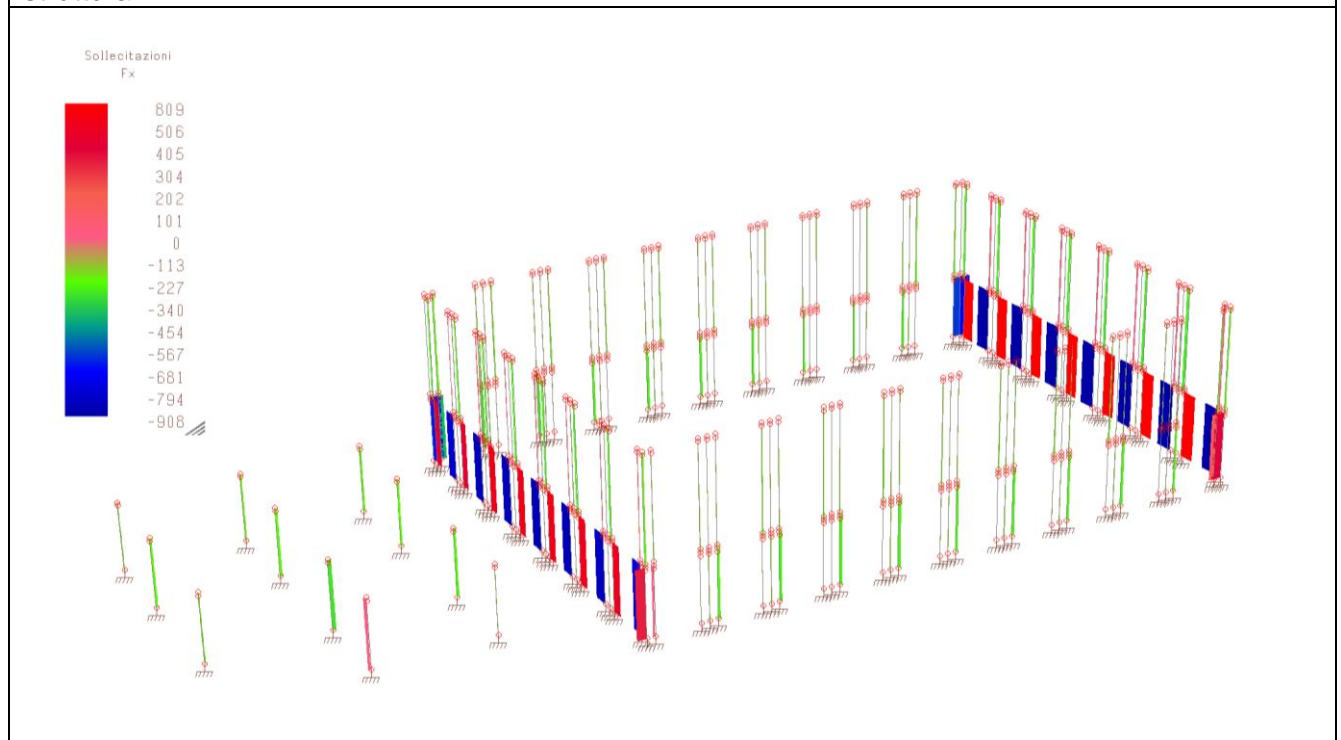
$$T^* = 0.280 \text{ sec}$$

Come si può notare le due coppie di valori sono simili.

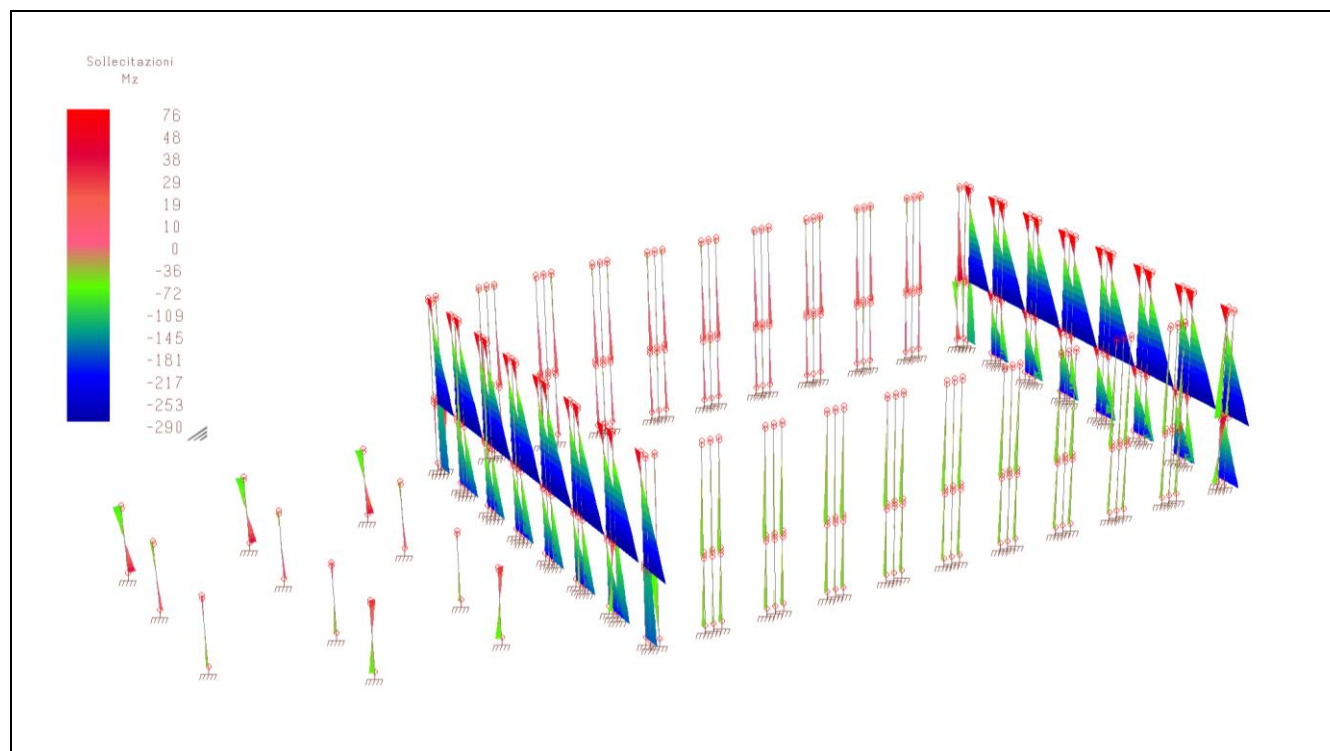
Gli elementi sismoresistenti principali sono sicuramente i nuovi pilastri di rinforzo. Per validare i risultati ottenuti con l'analisi statica non lineare si è deciso di svolgere alcune verifiche sui nuovi pilastri. Scegliendo una delle analisi di pushover più gravose si è proceduto con la verifica di due pilastri, tra i quali uno ha sviluppato una cerniera plastica alla base.



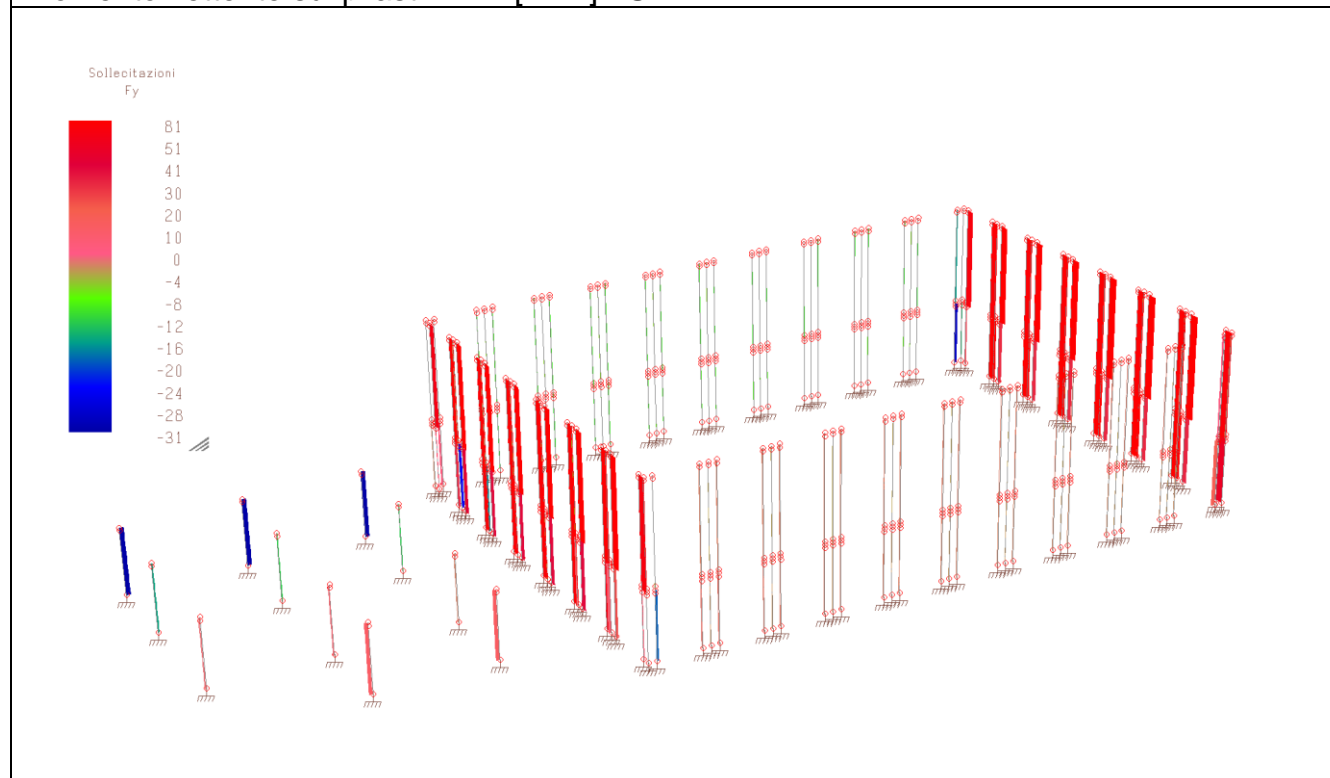
Deformata e stato cerniere plastiche all'ultimo passo dell'analisi pushover più gravosa per la struttura



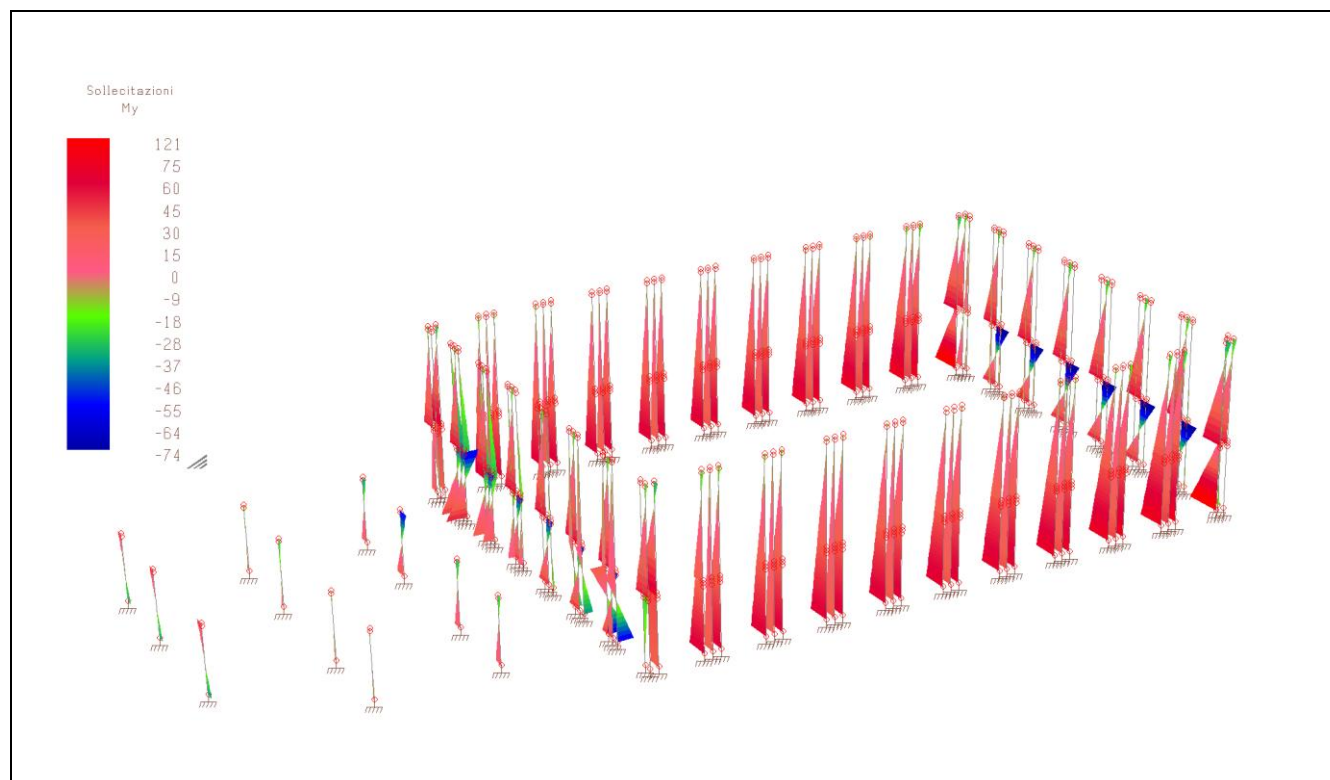
Sforzo assiale sui pilastri F_x - [kN] - SLV



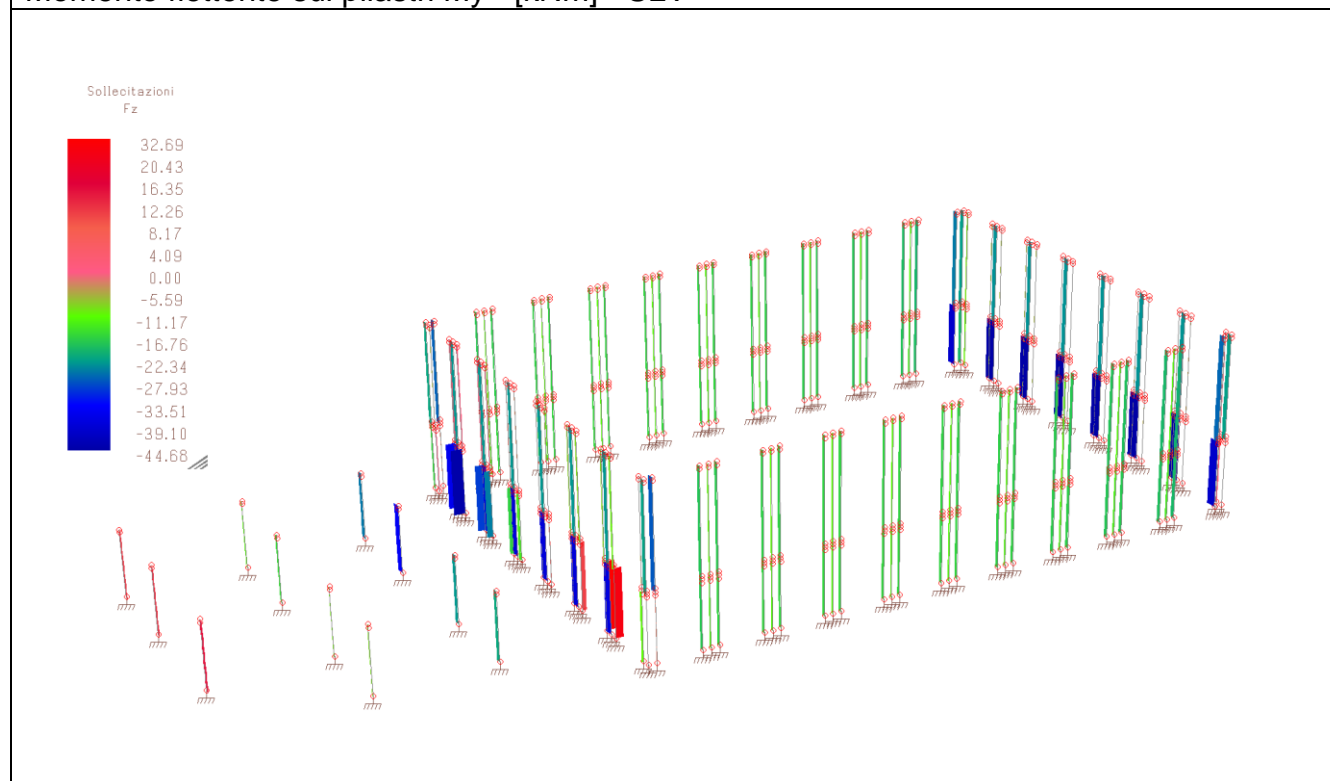
Momento flettente sui pilastri Mz - [kNm] - SLV



Taglio sui pilastri Fy - [kN] - SLV



Momento flettente sui pilastri My - [kNm] - SLV



Taglio sui pilastri Fz - [kN] - SLV

Verifica di un pilastro con cerniera plastica:

Verifica C.A. S.L.U. - File

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

TITOLO :

N° Vertici 4 Zoom N° barre 10 Zoom

N°	x [cm]	y [cm]
1	25	15
2	-25	15
3	-25	-15
4	25	-15

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} -788 0 kN
M_{xEd} 2 0 kNm
M_{yEd} 106 0 kNm

Materiali

B450C C25/30

ϵ_{su} 67.5 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391.3 N/mm² ϵ_{cu} 3.5 ‰
 E_s 200'000 N/mm² f_{cd} 14.17 ‰
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8 [?] ϵ_{syd} 1.957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 9.75 ‰
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0.6 τ_{c1} 1.829

P.to applicazione N
Centro Baricentro cls
Coord. [cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Metodo di calcolo
S.L.U. + S.L.U. Metodo n

Tipo flessione
Retta Deviata

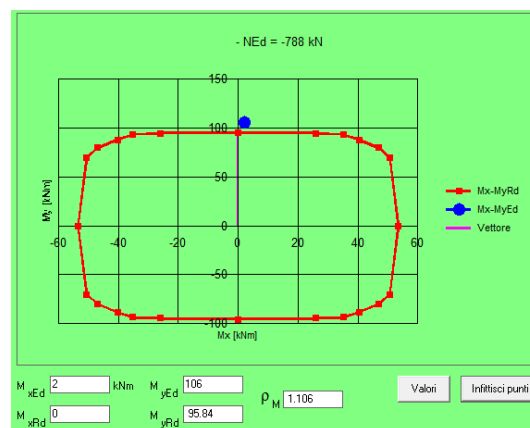
N° rett. 100

Calcola MRd Dominio Mx-My

angolo asse neutro θ° 270

Precompresso

M_{xRd} 0 kNm
M_{yRd} 95.84 kNm
 σ_c -14.17 N/mm²
 σ_s 391.3 N/mm²
 ϵ_c 3.5 ‰
 ϵ_s 40.1 ‰
d 46 cm
x 3.693 x/d 0.08028
 δ 0.7



Dai risultati si evince che la formazione della cerniera plastica è una diretta conseguenza delle elevate sollecitazioni nel pilastro.

Verifica di un pilastro senza cerniera plastica:

Verifica C.A. S.L.U. - File

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

TITOLO :

N° Vertici 4 Zoom N° barre 10 Zoom

N°	x [cm]	y [cm]
1	25	15
2	-25	15
3	-25	-15
4	25	-15

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 27 0 kN
M_{xEd} 80 0 kNm
M_{yEd} 18 0 kNm

Materiali

B450C C25/30

ϵ_{su} 67.5 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391.3 N/mm² ϵ_{cu} 3.5 ‰
 E_s 200'000 N/mm² f_{cd} 14.17 ‰
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8 [?] ϵ_{syd} 1.957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 9.75 ‰
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0.6 τ_{c1} 1.829

P.to applicazione N
Centro Baricentro cls
Coord. [cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Metodo di calcolo
S.L.U. + S.L.U. Metodo n

Tipo flessione
Retta Deviata

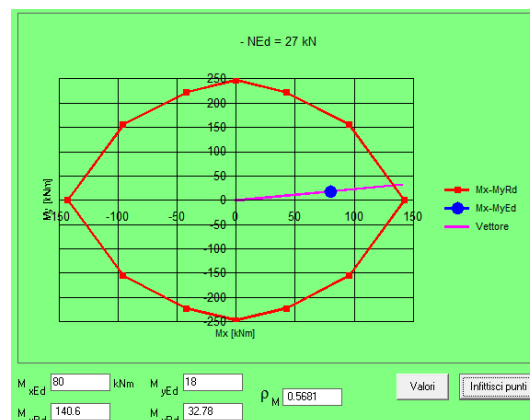
N° rett. 100

Calcola MRd Dominio Mx-My

angolo asse neutro θ° 355

Precompresso

M_{xRd} 140.6 kNm
M_{yRd} 32.78 kNm
 σ_c -14.17 N/mm²
 σ_s 391.3 N/mm²
 ϵ_c 3.5 ‰
 ϵ_s 6.958 ‰
d 29.91 cm
x 10.01 x/d 0.3347
 δ 0.8583



Dai risultati si evince che la formazione della cerniera plastica non avviene perché le sollecitazioni nel pilastro non sono molto elevate.

Concludendo, visto il buon esito dei confronti eseguiti, si può considerare la modellazione attendibile.

2.5 PUNTO N.6

Si richiede di specificare le condizioni di sicurezza per i locali spogliatoi che, sebbene modellati assieme alla palestra, saranno caratterizzati da una risposta sismica assai differente.

Al fine di definire il livello di sicurezza sismica dei soli locali spogliatoi sono state eseguite due analisi (una con e una senza la presenza dei tamponamenti) sulla porzione di struttura pertinente.

Come si può osservare dai risultati delle analisi effettuate sul **solo telaio in c.a.** riportati nell'**ALLEGATO B**, l'edificio in oggetto presenta un indice ξ_E pari a:

INDICE ξ_E MINIMO = 1.179

INDICATORI DI RISCHIO

STATO LIMITE ULTIMO

Combinazione	TR,C	TR,D	RCD	PGAC (m/s ²)	PGAD (m/s ²)	Alfa u
Statica \ Sisma +X, Torsione Antioraria	>2475	712	>1.670	>4.287	3.637	>1.179
Statica \ Sisma -X, Torsione Antioraria	>2475	712	>1.670	>4.287	3.637	>1.179
Statica \ Sisma +Y, Torsione Antioraria	>2475	712	>1.670	>4.287	3.637	>1.179
Statica \ Sisma -Y, Torsione Antioraria	>2475	712	>1.670	>4.287	3.637	>1.179
Statica \ Sisma +X, Torsione Oraria	>2475	712	>1.670	>4.287	3.637	>1.179
Statica \ Sisma -X, Torsione Oraria	>2475	712	>1.670	>4.287	3.637	>1.179
Statica \ Sisma +Y, Torsione Oraria	>2475	712	>1.670	>4.287	3.637	>1.179
Statica \ Sisma -Y, Torsione Oraria	>2475	712	>1.670	>4.287	3.637	>1.179
Statica \ Uniforme +X, Torsione Antioraria	>2475	712	>1.670	>4.287	3.637	>1.179
Statica \ Uniforme -X, Torsione Antioraria	>2475	712	>1.670	>4.287	3.637	>1.179
Statica \ Uniforme +Y, Torsione Antioraria	>2475	712	>1.670	>4.287	3.637	>1.179
Statica \ Uniforme -Y, Torsione Antioraria	>2475	712	>1.670	>4.287	3.637	>1.179
Statica \ Uniforme +X, Torsione Oraria	>2475	712	>1.670	>4.287	3.637	>1.179
Statica \ Uniforme -X, Torsione Oraria	>2475	712	>1.670	>4.287	3.637	>1.179
Statica \ Uniforme +Y, Torsione Oraria	>2475	712	>1.670	>4.287	3.637	>1.179
Statica \ Uniforme -Y, Torsione Oraria	>2475	712	>1.670	>4.287	3.637	>1.179

STATO LIMITE DI DANNO

Combinazione	TR,C	TR,D	RCD	PGAC (m/s ²)	PGAD (m/s ²)	Alfa e
Statica \ Sisma +X, Torsione Antioraria	>2475	75	>4.216	>4.287	1.752	>2.448
Statica \ Sisma -X, Torsione Antioraria	>2475	75	>4.216	>4.287	1.752	>2.448
Statica \ Sisma +Y, Torsione Antioraria	>2475	75	>4.216	>4.287	1.752	>2.448
Statica \ Sisma -Y, Torsione Antioraria	>2475	75	>4.216	>4.287	1.752	>2.448
Statica \ Sisma +X, Torsione Oraria	>2475	75	>4.216	>4.287	1.752	>2.448
Statica \ Sisma -X, Torsione Oraria	>2475	75	>4.216	>4.287	1.752	>2.448
Statica \ Sisma +Y, Torsione Oraria	>2475	75	>4.216	>4.287	1.752	>2.448
Statica \ Sisma -Y, Torsione Oraria	>2475	75	>4.216	>4.287	1.752	>2.448
Statica \ Uniforme +X, Torsione Antioraria	>2475	75	>4.216	>4.287	1.752	>2.448
Statica \ Uniforme -X, Torsione Antioraria	>2475	75	>4.216	>4.287	1.752	>2.448
Statica \ Uniforme +Y, Torsione Antioraria	>2475	75	>4.216	>4.287	1.752	>2.448
Statica \ Uniforme -Y, Torsione Antioraria	>2475	75	>4.216	>4.287	1.752	>2.448

Statica \ Uniforme +X, Torsione Oraria	>2475	75	>4.216	>4.287	1.752	>2.448
Statica \ Uniforme -X, Torsione Oraria	>2475	75	>4.216	>4.287	1.752	>2.448
Statica \ Uniforme +Y, Torsione Oraria	>2475	75	>4.216	>4.287	1.752	>2.448
Statica \ Uniforme -Y, Torsione Oraria	>2475	75	>4.216	>4.287	1.752	>2.448

STATO LIMITE DI OPERATIVITA'

Combinazione	TR,C	TR,D	RCD	PGAC (m/s^2)	PGAD (m/s^2)	Alfa e
Statica \ Sisma +X, Torsione Antioraria	>2475	45	>5.202	>4.287	1.394	>3.076
Statica \ Sisma -X, Torsione Antioraria	>2475	45	>5.202	>4.287	1.394	>3.076
Statica \ Sisma +Y, Torsione Antioraria	>2475	45	>5.202	>4.287	1.394	>3.076
Statica \ Sisma -Y, Torsione Antioraria	>2475	45	>5.202	>4.287	1.394	>3.076
Statica \ Sisma +X, Torsione Oraria	>2475	45	>5.202	>4.287	1.394	>3.076
Statica \ Sisma -X, Torsione Oraria	>2475	45	>5.202	>4.287	1.394	>3.076
Statica \ Sisma +Y, Torsione Oraria	>2475	45	>5.202	>4.287	1.394	>3.076
Statica \ Sisma -Y, Torsione Oraria	>2475	45	>5.202	>4.287	1.394	>3.076
Statica \ Uniforme +X, Torsione Antioraria	>2475	45	>5.202	>4.287	1.394	>3.076
Statica \ Uniforme -X, Torsione Antioraria	>2475	45	>5.202	>4.287	1.394	>3.076
Statica \ Uniforme +Y, Torsione Antioraria	>2475	45	>5.202	>4.287	1.394	>3.076
Statica \ Uniforme -Y, Torsione Antioraria	>2475	45	>5.202	>4.287	1.394	>3.076
Statica \ Uniforme +X, Torsione Oraria	>2475	45	>5.202	>4.287	1.394	>3.076
Statica \ Uniforme -X, Torsione Oraria	>2475	45	>5.202	>4.287	1.394	>3.076
Statica \ Uniforme +Y, Torsione Oraria	>2475	45	>5.202	>4.287	1.394	>3.076
Statica \ Uniforme -Y, Torsione Oraria	>2475	45	>5.202	>4.287	1.394	>3.076

Capacità in termini di accelerazione al suolo e periodo di ritorno

	Collasso fragile	Collasso di un nodo	Collasso duttile	Deformazioni
CCNL	1	1	1	--
Passo	26	26	13	--
PGA,CLU	4.287	4.287	4.287	--
PGA,CLD	--	--	--	4.287
PGA,CLO	--	--	--	4.287
Tr,CLU	2475	2475	2475	--
Tr,CLD	--	--	--	2475
Tr,CLO	--	--	--	2475

Valori di riferimento dell'azione sismica

Stato limite	PGA,D	Tr,D
Stato limite ultimo (SLU)	3.637	712
Stato limite di danno (SLD)	1.752	75
Stato limite di operatività (SLO)	1.394	45

Indicatori di rischio

Stato limite	Rapporto fra PGA	Rapporto fra Tr ^a
Stato limite ultimo (α_u)	1.179	1.670
Stato limite di danno (α_{ed})	2.448	4.216
Stato limite di operatività (α_{eo})	3.076	5.202

VERIFICA PER MECCANISMI POTENZIALMENTE DUTTILI

CCNL	Passo	Verifica	Note	IR
1	13	Ok		0.621
2	31	Ok		0.963
3	8	Ok		0.339
4	8	Ok		0.219
5	14	Ok		0.614
6	21	Ok		0.972
7	11	Ok		0.945
8	9	Ok		0.203
9	13	Ok		0.621
10	31	Ok		0.963
11	8	Ok		0.339
12	8	Ok		0.219
13	14	Ok		0.614
14	21	Ok		0.972
15	11	Ok		0.945
16	9	Ok		0.203

VERIFICA PER MECCANISMI POTENZIALMENTE FRAGILI (TAGLIO)

CCNL	Passo	Verifica	Note	IR
1	26	Ok		0.286
2	31	Ok		0.284
3	8	Ok		0.433
4	8	Ok		0.402
5	27	Ok		0.286
6	31	Ok		0.283
7	11	Ok		0.413
8	9	Ok		0.405
9	26	Ok		0.286
10	31	Ok		0.284
11	8	Ok		0.433
12	8	Ok		0.402
13	27	Ok		0.286
14	31	Ok		0.283
15	11	Ok		0.413
16	9	Ok		0.405

Tab. 1 - sintesi verifiche sui meccanismi duttili e fragili con indici di resistenza

Come si può osservare dai risultati delle analisi effettuate sul **telaio in c.a. con i tamponamenti** riportati nell'**ALLEGATO C**, l'edificio in oggetto presenta un indice ξ_E pari a:

INDICE ξ_E MINIMO = 1.179

INDICATORI DI RISCHIO**STATO LIMITE ULTIMO**

Combinazione	TR,C	TR,D	RCD	PGAC (m/s ²)	PGAD (m/s ²)	Alfa u
Statica \ Sisma +X, Torsione Antioraria	>2475	712	>1.670	>4.287	3.637	>1.179
Statica \ Sisma +X, Torsione Oraria	>2475	712	>1.670	>4.287	3.637	>1.179
Statica \ Uniforme +X, Torsione Antioraria	>2475	712	>1.670	>4.287	3.637	>1.179
Statica \ Uniforme +X, Torsione Oraria	>2475	712	>1.670	>4.287	3.637	>1.179
Statica \ Sisma -X, Torsione Antioraria	>2475	712	>1.670	>4.287	3.637	>1.179
Statica \ Sisma -X, Torsione Oraria	>2475	712	>1.670	>4.287	3.637	>1.179
Statica \ Uniforme -X, Torsione Antioraria	>2475	712	>1.670	>4.287	3.637	>1.179
Statica \ Uniforme -X, Torsione Oraria	>2475	712	>1.670	>4.287	3.637	>1.179
Statica \ Sisma +Y, Torsione Antioraria	>2475	712	>1.670	>4.287	3.637	>1.179
Statica \ Sisma +Y, Torsione Oraria	>2475	712	>1.670	>4.287	3.637	>1.179
Statica \ Uniforme +Y, Torsione Antioraria	>2475	712	>1.670	>4.287	3.637	>1.179
Statica \ Uniforme +Y, Torsione Oraria	>2475	712	>1.670	>4.287	3.637	>1.179
Statica \ Sisma -Y, Torsione Antioraria	>2475	712	>1.670	>4.287	3.637	>1.179
Statica \ Sisma -Y, Torsione Oraria	>2475	712	>1.670	>4.287	3.637	>1.179
Statica \ Uniforme -Y, Torsione Antioraria	>2475	712	>1.670	>4.287	3.637	>1.179
Statica \ Uniforme -Y, Torsione Oraria	>2475	712	>1.670	>4.287	3.637	>1.179

STATO LIMITE DI DANNO

Combinazione	TR,C	TR,D	RCD	PGAC (m/s^2)	PGAD (m/s^2)	Alfa e
Statica \ Sisma +X, Torsione Antioraria	>2475	75	>4.216	>4.287	1.752	>2.448
Statica \ Sisma +X, Torsione Oraria	>2475	75	>4.216	>4.287	1.752	>2.448
Statica \ Uniforme +X, Torsione Antioraria	>2475	75	>4.216	>4.287	1.752	>2.448
Statica \ Uniforme +X, Torsione Oraria	>2475	75	>4.216	>4.287	1.752	>2.448
Statica \ Sisma -X, Torsione Antioraria	>2475	75	>4.216	>4.287	1.752	>2.448
Statica \ Sisma -X, Torsione Oraria	>2475	75	>4.216	>4.287	1.752	>2.448
Statica \ Uniforme -X, Torsione Antioraria	>2475	75	>4.216	>4.287	1.752	>2.448
Statica \ Uniforme -X, Torsione Oraria	>2475	75	>4.216	>4.287	1.752	>2.448
Statica \ Sisma +Y, Torsione Antioraria	>2475	75	>4.216	>4.287	1.752	>2.448
Statica \ Sisma +Y, Torsione Oraria	>2475	75	>4.216	>4.287	1.752	>2.448
Statica \ Uniforme +Y, Torsione Antioraria	>2475	75	>4.216	>4.287	1.752	>2.448
Statica \ Uniforme +Y, Torsione Oraria	>2475	75	>4.216	>4.287	1.752	>2.448
Statica \ Sisma -Y, Torsione Antioraria	>2475	75	>4.216	>4.287	1.752	>2.448
Statica \ Sisma -Y, Torsione Oraria	>2475	75	>4.216	>4.287	1.752	>2.448
Statica \ Uniforme -Y, Torsione Antioraria	>2475	75	>4.216	>4.287	1.752	>2.448
Statica \ Uniforme -Y, Torsione Oraria	>2475	75	>4.216	>4.287	1.752	>2.448

STATO LIMITE DI OPERATIVITA'

Combinazione	TR,C	TR,D	RCD	PGAC (m/s^2)	PGAD (m/s^2)	Alfa e
Statica \ Sisma +X, Torsione Antioraria	>2475	45	>5.202	>4.287	1.394	>3.076
Statica \ Sisma +X, Torsione Oraria	>2475	45	>5.202	>4.287	1.394	>3.076
Statica \ Uniforme +X, Torsione Antioraria	>2475	45	>5.202	>4.287	1.394	>3.076
Statica \ Uniforme +X, Torsione Oraria	>2475	45	>5.202	>4.287	1.394	>3.076
Statica \ Sisma -X, Torsione Antioraria	>2475	45	>5.202	>4.287	1.394	>3.076
Statica \ Sisma -X, Torsione Oraria	>2475	45	>5.202	>4.287	1.394	>3.076
Statica \ Uniforme -X, Torsione Antioraria	>2475	45	>5.202	>4.287	1.394	>3.076
Statica \ Uniforme -X, Torsione Oraria	>2475	45	>5.202	>4.287	1.394	>3.076
Statica \ Sisma +Y, Torsione Antioraria	>2475	45	>5.202	>4.287	1.394	>3.076
Statica \ Sisma +Y, Torsione Oraria	>2475	45	>5.202	>4.287	1.394	>3.076
Statica \ Uniforme +Y, Torsione Antioraria	>2475	45	>5.202	>4.287	1.394	>3.076
Statica \ Uniforme +Y, Torsione Oraria	>2475	45	>5.202	>4.287	1.394	>3.076
Statica \ Sisma -Y, Torsione Antioraria	>2475	45	>5.202	>4.287	1.394	>3.076
Statica \ Sisma -Y, Torsione Oraria	>2475	45	>5.202	>4.287	1.394	>3.076
Statica \ Uniforme -Y, Torsione Antioraria	>2475	45	>5.202	>4.287	1.394	>3.076
Statica \ Uniforme -Y, Torsione Oraria	>2475	45	>5.202	>4.287	1.394	>3.076

Capacità in termini di accelerazione al suolo e periodo di ritorno

	Collasso fragile	Collasso di un nodo	Collasso duttile	Deformazioni
CCNL	1	1	1	--
Passo	8	8	8	--
PGA,CLU	4.287	4.287	4.287	--
PGA,CLD	--	--	--	4.287
PGA,CLO	--	--	--	4.287
Tr,CLU	2475	2475	2475	--
Tr,CLD	--	--	--	2475
Tr,CLO	--	--	--	2475

Valori di riferimento dell'azione sismica

Stato limite	PGA,D	Tr,D
Stato limite ultimo (SLU)	3.637	712
Stato limite di danno (SLD)	1.752	75
Stato limite di operatività (SLO)	1.394	45

Indicatori di rischio

Stato limite	Rapporto fra PGA	Rapporto fra Tr ^a
Stato limite ultimo (α_u)	1.179	1.670
Stato limite di danno (α_{ed})	2.448	4.216
Stato limite di operatività (α_{eo})	3.076	5.202

VERIFICA PER MECCANISMI POTENZIALMENTE DUTTILI

CCNL	Passo	Verifica	Note	IR
1	8	Ok		0.383
5	9	Ok		0.386
9	8	Ok		0.383
13	9	Ok		0.386
2	11	Ok		0.627
6	26	Ok		0.938
10	11	Ok		0.627
14	26	Ok		0.938
3	10	Ok		0.401
7	11	Ok		0.437
11	10	Ok		0.401
15	11	Ok		0.437
4	7	Ok		0.177
8	9	Ok		0.163
12	7	Ok		0.177
16	9	Ok		0.163

VERIFICA PER MECCANISMI POTENZIALMENTE FRAGILI (TAGLIO)

CCNL	Passo	Verifica	Note	IR
1	8	Ok		0.389
5	9	Ok		0.384
9	8	Ok		0.389
13	9	Ok		0.384
2	11	Ok		0.615
6	26	Ok		0.658
10	11	Ok		0.615
14	26	Ok		0.658
3	2	Ok		0.496
7	3	Ok		0.499
11	2	Ok		0.496
15	3	Ok		0.499
4	7	Ok		0.548
8	9	Ok		0.508
12	7	Ok		0.548
16	9	Ok		0.508

Tab. 1 - sintesi verifiche sui meccanismi duttili e fragili con indici di resistenza

La struttura dei spogliatoi risulta quindi idonea a riprendere l'azione sismica prevista dalla normativa senza la necessità di ulteriori interventi di rinforzo.

Il progettista delle strutture



3 VALIDAZIONE DEI RISULTATI DEI CALCOLI E DELLE VERIFICHE

La presente relazione viene redatta ai sensi e per gli effetti del capitolo 10 del D.M. 17.01.2018. Ai fini della stesura della presente relazione buona parte delle verifiche e del calcolo delle sollecitazioni dei singoli elementi sono state eseguite “a mano” confrontando i risultati con quelli ottenuti dai codici di calcolo di seguito elencati, inoltre sono stati utilizzati fogli excel realizzati ad hoc dallo scrivente.

Analisi statica e sismica delle strutture in c.a.:

software: MASTERSAP 2018 SP3

produttore: AMV s.r.l. via San Lorenzo 106 – 34077 Ronchi dei Legionari (GO)

Verifiche elementi in c.a.:

software: VCASLU vers. 7.7 30 agosto 2011

autore: prof. Piero Gelfi

SOFTWARE MASTERSAP - AMV s.r.l. - Dichiarazioni secondo NTC18 (punto 10.2)

AMV S.r.l.
Via San Lorenzo, 106
34077 Ronchi dei Legionari
(Gorizia) Italy

Ph. +39 0481.779.903 r.a.
Fax +39 0481.777.125
E-mail: info@amv.it
www.amv.it

Cap. Soc. € 10.920,00 i.v.
P.Iva: IT00382470318
C.F. e Iscriz. nel Reg. delle Imp. di GO
00382470318 - R.E.A. GO n° 048216

**LICENZA D'USO SOFTWARE**

Ragione Sociale: **SMOTLAK ING. IZTOK**

Indirizzo: **VIA SAN DORLIGO DELLA VALLE, 545/3**

CAP: **34018**

Città: **SAN DORLIGO DELLA VALLE-DOLINA**

Prov.: **TS**

Telefono: **040.228918**

Fax: **040.228918**

Email: **prostruct@studiosmotlak.it**

Partita IVA:

Codice Fiscale: **SMTZTK60R14L424V**

DATI RELATIVI ALL'INSTALLAZIONE DEI PROGRAMMI (se diversi da quelli di fatturazione)

Nominativo

Indirizzo (Via, n°, CAP, città, prov. e tel.):

DESCRIZIONE PROGRAMMI

TITOLO PROGRAMMA	AUTORE / DISTRIBUT.	VERS.	N° LICENZA D'USO	DECORRENZA LICENZA D'USO	SCADENZA ASSIST./ MANUT.
MASTERSAP TOP	AMV	30,20	29600/2	31/10/1996	31/10/2019
ANALISI NON LINEARE TOP	AMV	30,20	29600	14/04/2015	31/10/2019
SOLUTORE PUSHOVER TOP	AMV	30,20	29600	14/04/2015	31/10/2019
MASTERARM TOP	AMV	30,20	29600/2	31/10/1996	31/10/2019
MASTERESIST TOP	AMV	30,20	29600	20/02/2018	31/10/2019
MASTERLEGNO TOP	AMV	30,20	29600	02/12/2013	31/10/2019
MASTERSTEEL TOP	AMV	30,20	29600	02/12/2013	31/10/2019
MASTERNODO TOP	AMV	30,20	29600	26/01/1998	31/10/2019
CAD C.A. TRAVI/PILASTRI E VIEW	AMV	30,20	29601/1	31/10/1996	31/10/2019
SUITE CAD ACCIAIO TOP	AMV	30,20	30172	26/01/1998	31/10/2019
VERIFICHE C.A. T.A./SL./S.L.U	AMV	30,20	30173	26/01/1998	31/10/2019
SOLAI TOP	AMV	30,10	30174	26/01/1998	31/10/2019
RESISTENZA AL FUOCO VERS. TOP	AMV	30,10	34552	08/03/2007	31/10/2019

software: MASTERSAP -versione 2018 SP3

produttore: AMV s.r.l. via San Lorenzo 106 – 34077 Ronchi dei Legionari (GO)

È stata preliminarmente esaminata la documentazione a corredo del software utilizzato.

Essa contiene la descrizione delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati, individua i campi di impiego e presenta esempi di calcolo interamente risolti.

AMV S.r.l.
Via San Lorenzo, 106
34077 Ronchi dei Legionari
(Gorizia) Italy

Ph. +39 0481.779.903 r.a.
Fax +39 0481.777.125
E-mail: info@amv.it
www.amv.it

Cap. Soc. € 10.920,00 i.v.
P.Iva: IT00382470318
C.F. e Iscriz. nel Reg. delle Imp. di GO
00382470318 - R.E.A. GO n° 048216



**Attestato dell'affidabilità del codice di calcolo e delle procedure implementate nei prodotti software AMV
In base al paragrafo 10.2 delle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14.01.2008 e successivi aggiornamenti).**

In base a quanto richiesto al par. 10.2 del D.M. 14/01/2008 (Norme Tecniche per le Costruzioni) il produttore e distributore AMV s.r.l. espone la seguente relazione riguardante il solutore numerico e, più in generale, la procedura di analisi e dimensionamento MasterSap. Si fa presente che sul proprio sito (www.amv.it) è disponibile sia il manuale teorico del solutore sia il documento comprendente i numerosi esempi di validazione. Essendo tali documenti (formati da centinaia di pagine) di pubblico dominio, si ritiene sufficiente proporre una sintesi, sia pure adeguatamente esauriente, dell'argomento.

Il motore di calcolo adottato da MasterSap, denominato LIFE-Pack, è un programma ad elementi finiti che permette l'analisi statica e dinamica in ambito lineare e non lineare, con estensioni per il calcolo degli effetti del secondo ordine.

Il solutore lineare usato in analisi statica ed in analisi modale è basato su un classico algoritmo di fattorizzazione multifrontale per matrici sparse che utilizza la tecnica di condensazione supernodale ai fini di velocizzare le operazioni. Prima della fattorizzazione viene eseguito un riordino simmetrico delle righe e delle colonne del sistema lineare al fine di calcolare un percorso di eliminazione ottimale che massimizza la sparsità del fattore. Il solutore modale è basato sulla formulazione inversa dell'algoritmo di Lanczos noto come *Thick Restarted Lanczos* ed è particolarmente adatto alla soluzione di problemi di grande e grandissima dimensione ovvero con molti gradi di libertà. L'algoritmo di Lanczos oltre ad essere supportato da una rigorosa teoria matematica, è estremamente efficiente e competitivo e non ha limiti superiori nella dimensione dei problemi, se non quelli delle risorse hardware della macchina utilizzata per il calcolo.

Per la soluzione modale di piccoli progetti, caratterizzati da un numero di gradi di libertà inferiore a 500, l'algoritmo di Lanczos non è ottimale e pertanto viene utilizzato il classico solutore modale per matrici dense simmetriche contenuto nella ben nota libreria LAPACK.

L'analisi con i contributi del secondo ordine viene realizzata aggiornando la matrice di rigidità elastica del sistema con i contributi della matrice di rigidità geometrica.

Un'estensione non lineare, che introduce elementi a comportamento multilineare, si avvale di un solutore incrementale che utilizza nella fase iterativa della soluzione il metodo del gradiente coniugato preconditionato.

Grande attenzione è stata riservata agli esempi di validazione del solutore. Gli esempi sono stati tratti dalla letteratura tecnica consolidata e i confronti sono stati realizzati con i risultati teorici e, in molti casi, con quelli prodotti, sugli esempi stessi, da prodotti internazionali di comparabile e riconosciuta validità. Il manuale di validazione è disponibile sul sito www.amv.it.

E' importante segnalare, forse ancora con maggior rilievo, che l'affidabilità del programma trova riscontro anche nei risultati delle prove di collaudo eseguite su sistemi progettati con MasterSap. I verbali di collaudo (per alcuni progetti di particolare importanza i risultati sono disponibili anche nella letteratura tecnica) documentano che i risultati delle prove, sia in campo statico che dinamico, sono corrispondenti con quelli dedotti dalle analisi numeriche, anche per merito della possibilità di dar luogo, con MasterSap, a raffinate modellazioni delle strutture. In MasterSap sono presenti moltissime procedure di controllo e filtri di autodiagnostica. In fase di input, su ogni dato, viene eseguito un controllo di compatibilità. Un'ulteriore procedura di controllo può essere lanciata dall'utente in modo da individuare tutti gli errori gravi o gli eventuali difetti della modellazione. Analoghi controlli vengono eseguiti da MasterSap in fase di calcolo prima della preparazione dei dati per il solutore. I dati trasferiti al solutore sono facilmente consultabili attraverso la lettura del file di input in formato XML, leggibili in modo immediato dall'utente. Apposite procedure di controllo sono predisposte per i programmi di dimensionamento per l'acciaio, legno, alluminio, muratura etc. Tali controlli riguardano l'esito della verifica: vengono segnalati, per via numerica e grafica (vedi esempio a fianco), i casi in contrasto con le comuni tecniche costruttive e gli errori di dimensionamento (che bloccano lo sviluppo delle fasi successive della progettazione, ad esempio il disegno esecutivo). Nei casi previsti dalla norma, ad esempio qualora contemplato dalle disposizioni sismiche in applicazione, vengono eseguiti i controlli sulla geometria strutturale, che vengono segnalati con la stessa modalità dei difetti di progettazione.

Ulteriori funzioni, a disposizione dell'utente, agevolano il controllo dei dati e dei risultati. E' possibile eseguire una funzione di ricerca su tutte le proprietà (geometriche, fisiche, di carico etc) del modello individuando gli elementi interessati.

Si possono rappresentare e interrogare graficamente, in ogni sezione desiderata, tutti i risultati dell'analisi e del dimensionamento strutturale. Nel caso sismico viene evidenziata la posizione del centro di massa e di rigidità del sistema.

Per gli edifici è possibile, per ogni piano, a partire dalle fondazioni, conoscere la risultante delle azioni verticali orizzontali. Analoghi risultati sono disponibili per i vincoli esterni.

Le altre procedure di calcolo, oltre a MasterSap, seguono la medesima impostazione teorica e lo stesso procedimento di validazione.

Nei relativi manuali viene fornita una esauriente descrizione delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati, dei metodi e criteri usati per il dimensionamento strutturale e delle sezioni; vengono forniti esempi significativi che possono essere facilmente replicati, segnalando che si tratta spesso di procedure di calcolo e di verifica, che per loro natura, non denotano particolari complessità teoriche e concettuali.

Il rilascio di ogni nuova versione dei programmi è sottoposta a rigorosi check automatici che mettono a confronto i risultati della release in esame con quelli già validati e realizzati da versioni precedenti. Inoltre, sessioni specifiche di lavoro sono condotte da personale esperto per controllare il corretto funzionamento delle varie procedure software, con particolare riferimento a quelle che sono state oggetto di interventi manutentivi o di aggiornamento.

AMV s.r.l.
Amministratore Unico
Ing. Luciano Migliorini

VALUTAZIONE DEI RISULTATI E GIUDIZIO MOTIVATO SULLA LORO ACCETTABILITÀ

Il programma di calcolo utilizzato MasterSap è idoneo a riprodurre nel modello matematico il comportamento della struttura e gli elementi finiti disponibili e utilizzati sono rappresentativi della realtà costruttiva. Le funzioni di controllo disponibili, innanzitutto quelle grafiche, consentono di verificare la riproduzione della realtà costruttiva ed accertare la corrispondenza del modello con la geometria strutturale e con le condizioni di carico ipotizzate. Si evidenzia che il modello viene generato direttamente dal disegno architettonico riproducendone così fedelmente le proporzioni geometriche. In ogni caso sono stati effettuati alcuni controlli dimensionali con gli strumenti software a disposizione dell'utente. Tutte le proprietà di rilevanza strutturale (materiali, sezioni, carichi, sconnessioni, etc.) sono state controllate attraverso le funzioni di indagine specificatamente previste.

Sono state sfruttate le funzioni di autodiagnostica presenti nel software che hanno accertato che non sussistono difetti formali di impostazione.

E' stato accertato che le risultanti delle azioni verticali sono in equilibrio con i carichi applicati.

Sono state controllate le azioni taglianti di piano ed accertata la loro congruenza con quella ricavabile da semplici ed agevoli elaborazioni. Le sollecitazioni prodotte da alcune combinazioni di carico di prova hanno prodotto valori prossimi a quelli ricavabili adottando consolidate formulazioni ricavate dalla Scienza delle Costruzioni. Anche le deformazioni risultano prossime ai valori attesi. Il dimensionamento e le verifiche di sicurezza hanno determinato risultati che sono in linea con casi di comprovata validità, confortati anche dalla propria esperienza.



Il progettista delle strutture

4 ALLEGATO A - ANALISI FEM - PUSHOVER CON TAMPONAMENTI

4.1 TABULATI

STAMPA DEI DATI DI PROGETTO

INTESTAZIONE E DATI CARATTERISTICI DELLA STRUTTURA

Nome dell'archivio di lavoro	MONTESSORI - PORRETTA TERME - BOLOGNA_0017
Intestazione del lavoro	MONTESSORI - PORRETTA TERME - BOLOGNA
Tipo di struttura	Nello Spazio
Tipo di analisi	Pushover
Tipo di soluzione	Non lineare a controllo di spostamento con nodo di controllo
Unita' di misura delle forze	kN
Unita' di misura delle lunghezze	m
Normativa	NTC-2018

NORMATIVA

Vita nominale costruzione	50 anni
Classe d'uso costruzione	III
Vita di riferimento	75 anni
Luogo	Porretta Terme - Via della Repubblica 3
Longitudine (WGS84)	10.9697
Latitudine (WGS84)	44.1572
Categoria del suolo	E
Fattore topografico	1.2

PARAMETRI SISMICI

	TR	ag/g	FO	TC*	CC	Ss	Pga (ag/g*S)
SLO	45	0.074	2.45	0.26	1.98	1.60	0.142
SLD	75	0.093	2.43	0.27	1.94	1.60	0.179
SLV	712	0.217	2.41	0.29	1.88	1.42	0.371
SLC	1462	0.272	2.43	0.31	1.84	1.27	0.415

TR utilizzato nel progetto 712 anni

DATI SPETTRO

Eccentricita' accidentale	5%
Periodo proprio T1 in direzione X	0.299
Periodo proprio T1 in direzione Y	0.334
λ	1
Coefficiente di smorzamento	5%
Sd (T1) in direzione X	0.895 g
Sd (T1) in direzione Y	0.895 g
Coeff.globale accelerazione sismica direz.X	0.895
Coeff.globale accelerazione sismica direz.Y	0.895
Probabilita' di superamento del periodo di riferimento (spettro SLD)	63
Probabilita' di superamento del periodo di riferimento (spettro SLO)	81

RIEPILOGO DELLE SEZIONI UTILIZZATE NEL MODELLO STRUTTURALE**SEZIONI RETTANGOLARI**

Codice	Base	H
1	0.300	0.300
4	0.800	0.230
5	0.600	0.230
9	0.600	0.380
13	0.450	0.300
14	0.300	0.500
15	0.300	0.500
16	0.300	1.900
17	0.200	0.640
18	0.200	0.510
19	0.200	0.385
20	0.200	0.550
21	0.200	0.420

SEZIONI A T

Codice	B	H	h	b
7	2.000	0.285	0.035	0.240
8	2.430	0.285	0.035	0.240

SEZIONE CCR

Codice	Altezza	Base	Sp. anima	Sp. Ala
6	1.900	1.200	0.070	0.093

SEZIONI A L

Codice	Altezza	Base	Sp. anima	Sp. Ala	Posizione
2	1.810	0.600	0.150	0.300	1
3	1.810	0.600	0.150	0.300	4
10	0.380	0.450	0.150	0.230	3
11	0.800	0.600	0.150	0.380	1
12	0.800	0.600	0.150	0.380	4

CARICHI PER ELEMENTI TRAVE, TRAVE DI FONDAZIONE E RETICOLARE**Carico distribuito con riferimento globale X**

Descrizione	Cod.	Cond. carico	Tipo Azione/categoria	Val. iniz.	Dist. iniz. nodo I	Val. finale	Dist.fin. nodo I	Aliq.inerz.	Aliq.inerz. SLD
Vento X	10	Condizione 3	Variabile: Vento	0.510000	0.000	0.510000	0.000	0.0000	0.0000
Vento -X	12	Condizione 5	Variabile: Vento	- 0.510000	0.000	- 0.510000	0.000	0.0000	0.0000

Carico distribuito con riferimento globale Y

Descrizione	Cod.	Cond. carico	Tipo Azione/categoria	Val. iniz.	Dist. iniz. nodo I	Val. finale	Dist.fin. nodo I	Aliq.inerz.	Aliq.inerz. SLD
Vento Y	11	Condizione 4	Variabile: Vento	0.510000	0.000	0.510000	0.000	0.0000	0.0000
Vento -Y	13	Condizione 6	Variabile: Vento	- 0.510000	0.000	- 0.510000	0.000	0.0000	0.0000

Carico distribuito con riferimento globale Z

Descrizione	Cod.	Cond. carico	Tipo Azione/categoria	Val. iniz.	Dist. iniz. nodo I	Val. finale	Dist.fin. nodo I	Aliq.inerz.	Aliq.inerz. SLD
Neve copertura	1	Condizione 1	Variabile: Neve	- 1.630000	0.000	- 1.630000	0.000	0.0000	0.0000

Carico distribuito con riferimento globale Z, agente sulla lunghezza reale

Descrizione	Cod.	Cond. carico	Tipo Azione/categoria	Val. iniz.	Dist.iniz. nodo I	Val. finale	Dist.fin. nodo I	Aliq.inerz.	Aliq.inerz. SLD
Permanente portato copertura palestra	5	Condizione 2	Permanente: Permanente portato	- 0.250000	0.000	- 0.250000	0.000	1.0000	1.0000
Permanente portato copertura spogliatoio	6	Condizione 2	Permanente: Permanente portato	- 1.000000	0.000	- 1.000000	0.000	1.0000	1.0000
Peso proprio solaio h = 20+3 cm	7	Condizione peso proprio	Permanente: Peso Proprio	- 2.700000	0.000	- 2.700000	0.000	1.0000	1.0000
Tamponamenti	8	Condizione 2	Permanente: Permanente portato	- 3.960000	0.000	- 3.960000	0.000	1.0000	1.0000

LISTA MATERIALI UTILIZZATI

Codice	Descrizione	Mod. elast.	Coef. Poisson	Peso unit.	Dil. term.	Aliq. inerz.	Rigid. taglio	Rigid. fless.
1	Calcestruzzo C20/25 (Rck 250)	+3.00e+007	0.120	24.52500	+1.00e-005	1.000	+1.00e+000	+1.00e+000
2	Calcestruzzo C20/25 tegoli copertu	+3.00e+007	0.120	17.65800	+1.00e-005	1.000	+1.00e+000	+1.00e+000
3	Calcestruzzo C20/25 tegoli lucernai	+3.00e+007	0.120	8.12270	+1.00e-005	1.000	+1.00e+000	+1.00e+000
4	Calcestruzzo C25/30 (Rck 300)	+3.15e+007	0.120	24.52500	+1.00e-005	1.000	+1.00e+000	+1.00e+000
5	Muratura	+1.47e+06	0.250	0.00000	+0.00e+00	1.000	+1.00e+00	+1.00e+00

GRUPPI DELLA STRUTTURA**ELEMENTO FINITO: TRAVE**

Numero gruppo	Descrizione gruppo	
1	Travi corpo accessorio	
2	Travi palestra	
3	Cordolo	
4	Pilastri	
5	Pilastri aggiuntivi	
6	Bielle tamponamenti	

ELEMENTO FINITO: VINCOLO

Numero gruppo	Descrizione gruppo	
1	Vincoli	

COMBINAZIONI DI CARICO**NORMATIVA: NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI 2018 ITALIA - PROPORZIONALE ALLE FORZE STATICHE E MASSE****COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO**

Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
1	Statica	Azione sismica:	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 2	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 1	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 3	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 4	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 5	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 6	0.000
2	Sisma +X, Torsione Antioraria	Azione sismica: SISMA +X	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 2	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 1	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 3	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 4	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 5	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 6	0.000
3	Sisma -X, Torsione Antioraria	Azione sismica: SISMA -X	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 2	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 1	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 3	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 4	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 5	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 6	0.000
4	Sisma +Y, Torsione Antioraria	Azione sismica: SISMA +Y	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 2	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 1	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 3	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 4	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 5	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 6	0.000
5	Sisma -Y, Torsione Antioraria	Azione sismica: SISMA -Y	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 2	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 1	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 3	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 4	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 5	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 6	0.000

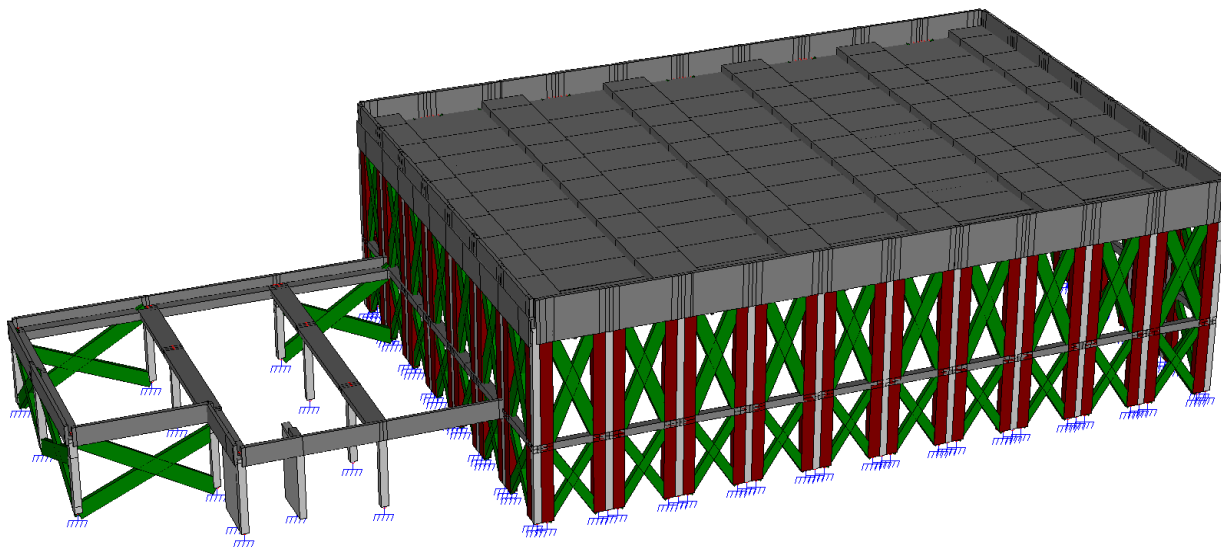
Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
6	Sisma +X, Torsione Azione sismica: SISMA +X Oraria		Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 2	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 1	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 3	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 4	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 5	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 6	0.000
7	Sisma -X, Torsione Azione sismica: SISMA -X Oraria		Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 2	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 1	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 3	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 4	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 5	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 6	0.000
8	Sisma +Y, Torsione Azione sismica: SISMA +Y Oraria		Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 2	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 1	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 3	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 4	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 5	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 6	0.000
9	Sisma -Y, Torsione Azione sismica: SISMA -Y Oraria		Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 2	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 1	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 3	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 4	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 5	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 6	0.000
10	Uniforme +X, Torsione Azione sismica: Antioraria		Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 2	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 1	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 3	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 4	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 5	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 6	0.000
11	Uniforme -X, Torsione Azione sismica: Antioraria		Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 2	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 1	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 3	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 4	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 5	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 6	0.000
12	Uniforme +Y, Torsione Azione sismica:		Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000

Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
	Antioraria		Permanente: Permanente portato	Condizione 2	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 1	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 3	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 4	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 5	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 6	0.000
13	Uniforme -Y, Torsione Azione sismica: Antioraria		Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 2	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 1	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 3	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 4	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 5	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 6	0.000
14	Uniforme +X, Torsione Azione sismica: Oraria		Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 2	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 1	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 3	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 4	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 5	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 6	0.000
15	Uniforme -X, Torsione Azione sismica: Oraria		Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 2	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 1	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 3	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 4	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 5	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 6	0.000
16	Uniforme +Y, Torsione Azione sismica: Oraria		Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 2	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 1	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 3	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 4	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 5	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 6	0.000
17	Uniforme -Y, Torsione Azione sismica: Oraria		Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 2	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 1	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 3	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 4	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 5	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 6	0.000

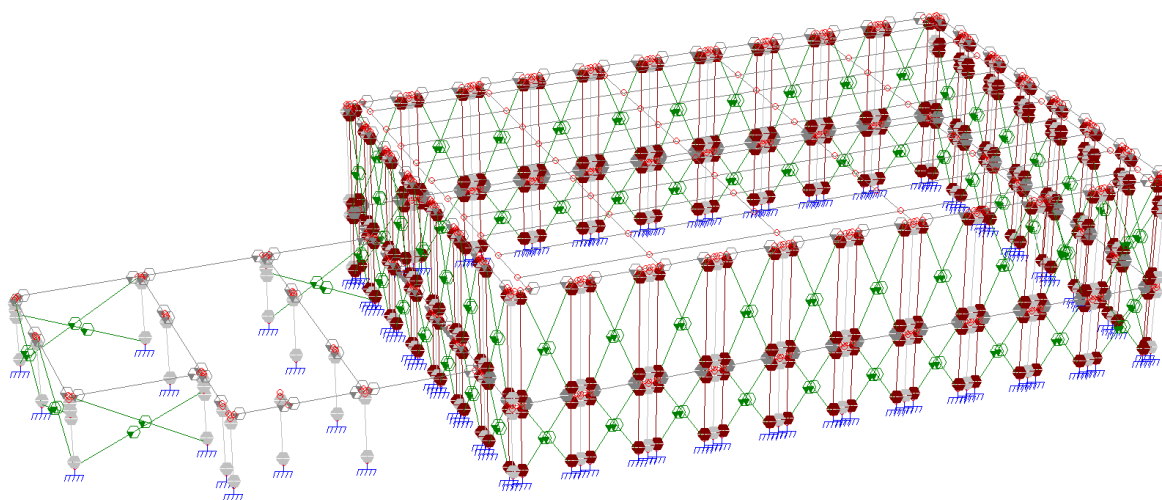
COMBINAZIONI DI CARICO PER L'ANALISI NON LINEARE

Nome	Combinazione iniziale	Combinazione incrementale	Nc	gdl	Spost. max	Spost. al passo	Iter. al passo
Statica \ Sisma +X, Torsione Antioraria	Statica	Sisma +X, Torsione Antioraria	2148	Ux	0.500000	0.000000	1000
Statica \ Sisma -X, Torsione Antioraria	Statica	Sisma -X, Torsione Antioraria	2148	Ux	0.500000	0.000000	1000
Statica \ Sisma +Y, Torsione Antioraria	Statica	Sisma +Y, Torsione Antioraria	2148	Uy	0.500000	0.000000	1000
Statica \ Sisma -Y, Torsione Antioraria	Statica	Sisma -Y, Torsione Antioraria	2148	Uy	0.500000	0.000000	1000
Statica \ Sisma +X, Torsione Oraria	Statica	Sisma +X, Torsione Oraria	2148	Ux	0.500000	0.000000	1000
Statica \ Sisma -X, Torsione Oraria	Statica	Sisma -X, Torsione Oraria	2148	Ux	0.500000	0.000000	1000
Statica \ Sisma +Y, Torsione Oraria	Statica	Sisma +Y, Torsione Oraria	2148	Uy	0.500000	0.000000	1000
Statica \ Sisma -Y, Torsione Oraria	Statica	Sisma -Y, Torsione Oraria	2148	Uy	0.500000	0.000000	1000
Statica \ Uniforme +X, Torsione Antioraria	Statica	Uniforme +X, Torsione Antioraria	2148	Ux	0.500000	0.000000	1000
Statica \ Uniforme -X, Torsione Antioraria	Statica	Uniforme -X, Torsione Antioraria	2148	Ux	0.500000	0.000000	1000
Statica \ Uniforme +Y, Torsione Antioraria	Statica	Uniforme +Y, Torsione Antioraria	2148	Uy	0.500000	0.000000	1000
Statica \ Uniforme -Y, Torsione Antioraria	Statica	Uniforme -Y, Torsione Antioraria	2148	Uy	0.500000	0.000000	1000
Statica \ Uniforme +X, Torsione Oraria	Statica	Uniforme +X, Torsione Oraria	2148	Ux	0.500000	0.000000	1000
Statica \ Uniforme -X, Torsione Oraria	Statica	Uniforme -X, Torsione Oraria	2148	Ux	0.500000	0.000000	1000
Statica \ Uniforme +Y, Torsione Oraria	Statica	Uniforme +Y, Torsione Oraria	2148	Uy	0.500000	0.000000	1000
Statica \ Uniforme -Y, Torsione Oraria	Statica	Uniforme -Y, Torsione Oraria	2148	Uy	0.500000	0.000000	1000

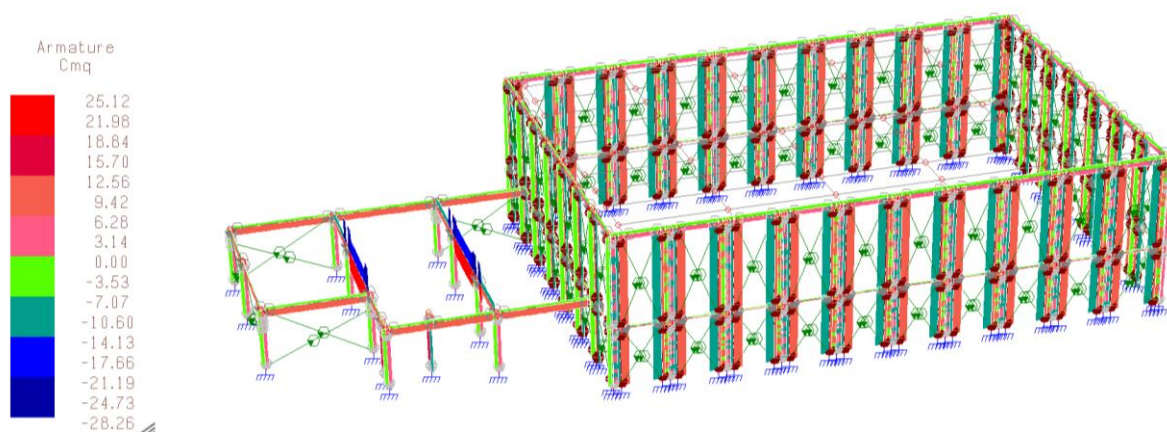
4.2 IMMAGINI MODELLAZIONE FEM



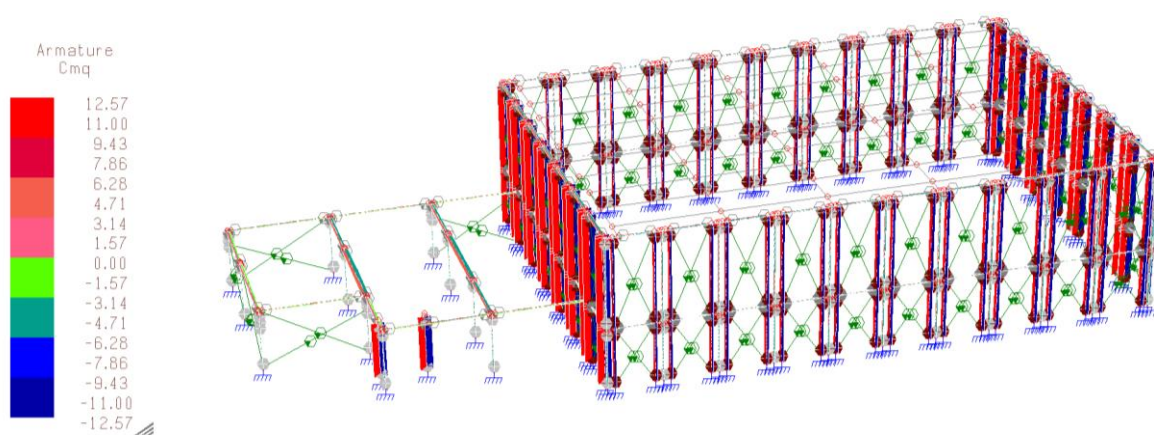
Vista 3D del modello strutturale - analisi globale sismica



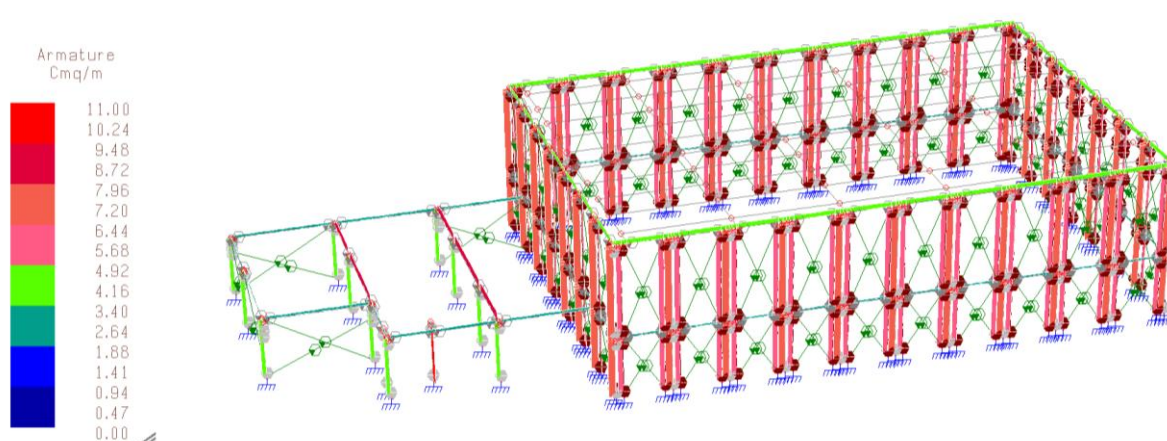
Vista unifilare del modello 3D - con le cerniere plastiche (NMz e NMy per setti e pilastri; Mz e My per le travi)



Armatura superiore/inferiore presente negli elementi strutturali (da disegni originali e da prove)



Armatura anteriore/posteriore presente negli elementi strutturali (da disegni originali e da prove)



Armatura trasversale presente negli elementi strutturali (da disegni originali e da prove)

4.3 RISULTATO ANALISI STATICHE NON LINEARI (PUSHOVER)

4.3.1 Riepilogo risultati analisi pushover

N.	Nome	Carico Sismico	Dir.	d*Max(SLU)	du*	d*Max(SLD)	dd*	d*Max(SLO)	do*	q*	α_u/α_l
1	Statica \ Sisma +X, Torsione Antioraria	Gruppo 1 - a	+X	0.01439	0.02549	0.00697	0.02549	0.00559	0.02244	0.699	1.5
5	Statica \ Sisma +X, Torsione Oraria	Gruppo 1 - a	+X	0.01439	0.02393	0.00697	0.02393	0.00559	0.02246	0.720	1.49
9	Statica \ Uniforme +X, Torsione Antioraria	Gruppo 2 - a	+X	0.01528	0.02413	0.00741	0.01756	0.00594	0.01343	0.718	1.5
13	Statica \ Uniforme +X, Torsione Oraria	Gruppo 2 - a	+X	0.01544	0.03438	0.00748	0.01758	0.00600	0.01344	0.603	1.5
2	Statica \ Sisma -X, Torsione Antioraria	Gruppo 1 - a	-X	0.01436	0.02559	0.00696	0.02559	0.00558	0.02224	0.690	1.5
6	Statica \ Sisma -X, Torsione Oraria	Gruppo 1 - a	-X	0.01433	0.02120	0.00695	0.02120	0.00557	0.02120	0.762	1.5
10	Statica \ Uniforme -X, Torsione Antioraria	Gruppo 2 - a	-X	0.01513	0.02207	0.00733	0.01777	0.00588	0.01358	0.769	1.5
14	Statica \ Uniforme -X, Torsione Oraria	Gruppo 2 - a	-X	0.01519	0.02442	0.00736	0.01772	0.00590	0.01358	0.712	1.5
3	Statica \ Sisma +Y, Torsione Antioraria	Gruppo 1 - a	+Y	0.02004	0.04942	0.00971	0.02453	0.00778	0.01631	0.710	1.5
7	Statica \ Sisma +Y, Torsione Oraria	Gruppo 1 - a	+Y	0.02015	0.01759	0.00888	0.01759	0.00712	0.01658	1.155	1.5
11	Statica \ Uniforme +Y, Torsione Antioraria	Gruppo 2 - a	+Y	0.02316	0.01500	0.00937	0.01500	0.00751	0.01500	1.397	1.5
15	Statica \ Uniforme +Y, Torsione Oraria	Gruppo 2 - a	+Y	0.01933	0.02788	0.00937	0.02788	0.00751	0.02694	0.917	1.5
4	Statica \ Sisma -Y, Torsione Antioraria	Gruppo 1 - a	-Y	0.01870	0.03382	0.00906	0.02674	0.00726	0.01662	0.839	1.5
8	Statica \ Sisma -Y, Torsione Oraria	Gruppo 1 - a	-Y	0.01961	0.04465	0.00950	0.02476	0.00762	0.01634	0.751	1.5
12	Statica \ Uniforme -Y, Torsione Antioraria	Gruppo 2 - a	-Y	0.02007	0.02152	0.00920	0.02152	0.00738	0.02152	1.086	1.5
16	Statica \ Uniforme -Y, Torsione Oraria	Gruppo 2 - a	-Y	0.02336	0.01500	0.00937	0.01500	0.00751	0.01500	1.426	1.5

LEGENDA

N.	Numero progressivo identificativo delle CCNL
Nome	Nome della CCNL
Carico sismico	Rappresenta, nel caso la combinazione incrementale sia di tipo sismico, il gruppo di appartenenza della distribuzione di forze applicata (NTC 2008 7.3.4.1)
Dir.	Direzione di applicazione delle forze sismiche
d*max(SLU)	Domanda di spostamento allo SLU
d*u	Capacità di spostamento allo SLU
d*max(SLD)	Domanda di spostamento allo SLD
d*d	Capacità di spostamento allo SLD
d*max(SLO)	Domanda di spostamento allo SLO
d*o	Capacità di spostamento allo SLO
q*	Rapporto fra la forza di risposta elastica e la forza di snervamento del sistema equivalente

au/al	Rapporto di sovrarresistenza, utile per la determinazione del fattore di struttura
dy*	Spostamento del nodo di controllo corrispondente a F_y^*
du*	Spostamento massimo del sistema equivalente
d*max	Domanda in spostamento allo SLU per il sistema anelastico
Fy*	Forza di plasticizzazione del sistema bilineare equivalente
dd*	Spostamento al limite di danno del sistema equivalente
d*max	Domanda in spostamento allo SLD
do*	Spostamento al limite di operatività del sistema equivalente
d*max	Domanda in spostamento allo SLO

INDICATORI DI RISCHIO

STATO LIMITE ULTIMO

Combinazione	TR,C	TR,D	RCD	PGAC (m/s ²)	PGAD (m/s ²)	Alfa u
Statica \ Sisma +X, Torsione Antioraria	>2475	712	>1.670	>4.287	3.637	>1.179
Statica \ Sisma +X, Torsione Oraria	>2475	712	>1.670	>4.287	3.637	>1.179
Statica \ Uniforme +X, Torsione Antioraria	>2475	712	>1.670	>4.287	3.637	>1.179
Statica \ Uniforme +X, Torsione Oraria	>2475	712	>1.670	>4.287	3.637	>1.179
Statica \ Sisma -X, Torsione Antioraria	>2475	712	>1.670	>4.287	3.637	>1.179
Statica \ Sisma -X, Torsione Oraria	>2475	712	>1.670	>4.287	3.637	>1.179
Statica \ Uniforme -X, Torsione Antioraria	>2475	712	>1.670	>4.287	3.637	>1.179
Statica \ Uniforme -X, Torsione Oraria	>2475	712	>1.670	>4.287	3.637	>1.179
Statica \ Sisma +Y, Torsione Antioraria	>2475	712	>1.670	>4.287	3.637	>1.179
Statica \ Sisma +Y, Torsione Oraria	478	712	0.849	3.374	3.637	0.928
Statica \ Uniforme +Y, Torsione Antioraria	220	712	0.617	2.750	3.637	0.756
Statica \ Uniforme +Y, Torsione Oraria	>2475	712	>1.670	>4.287	3.637	>1.179
Statica \ Sisma -Y, Torsione Antioraria	>2475	712	>1.670	>4.287	3.637	>1.179
Statica \ Sisma -Y, Torsione Oraria	>2475	712	>1.670	>4.287	3.637	>1.179
Statica \ Uniforme -Y, Torsione Antioraria	891	712	1.097	3.792	3.637	1.043
Statica \ Uniforme -Y, Torsione Oraria	216	712	0.612	2.731	3.637	0.751

STATO LIMITE DI DANNO

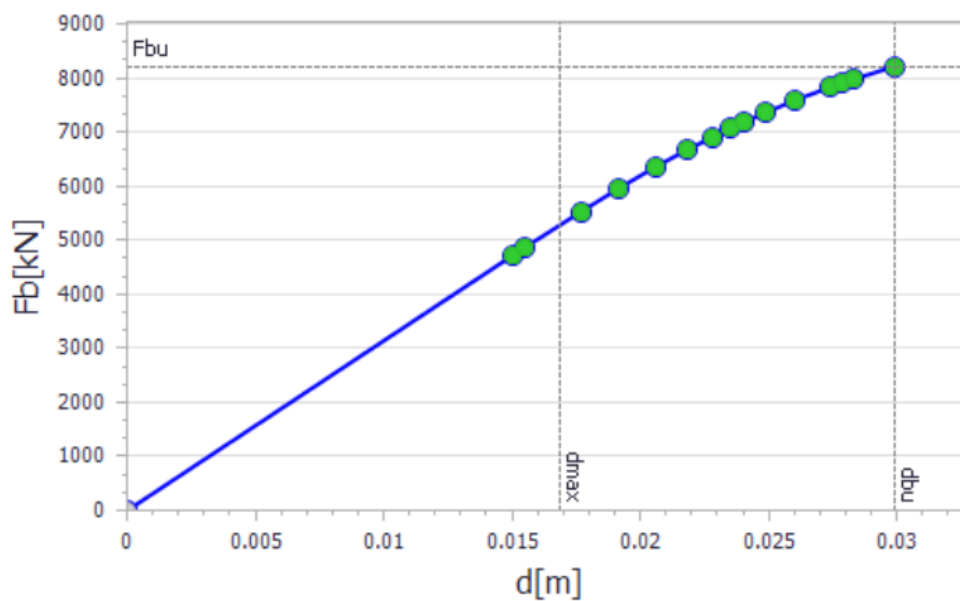
Combinazione	TR,C	TR,D	RCD	PGAC (m/s ²)	PGAD (m/s ²)	Alfa e
Statica \ Sisma +X, Torsione Antioraria	>2475	75	>4.216	>4.287	1.752	>2.448
Statica \ Sisma +X, Torsione Oraria	>2475	75	>4.216	>4.287	1.752	>2.448
Statica \ Uniforme +X, Torsione Antioraria	1679	75	3.594	4.141	1.752	2.364
Statica \ Uniforme +X, Torsione Oraria	1565	75	3.491	4.108	1.752	2.345
Statica \ Sisma -X, Torsione Antioraria	>2475	75	>4.216	>4.287	1.752	>2.448
Statica \ Sisma -X, Torsione Oraria	>2475	75	>4.216	>4.287	1.752	>2.448
Statica \ Uniforme -X, Torsione Antioraria	2055	75	3.905	4.226	1.752	2.413
Statica \ Uniforme -X, Torsione Oraria	1924	75	3.801	4.201	1.752	2.398
Statica \ Sisma +Y, Torsione Antioraria	>2475	75	>4.216	>4.287	1.752	>2.448
Statica \ Sisma +Y, Torsione Oraria	478	75	2.143	3.363	1.752	1.920
Statica \ Uniforme +Y, Torsione Antioraria	220	75	1.557	2.750	1.752	1.570
Statica \ Uniforme +Y, Torsione Oraria	>2475	75	>4.216	>4.287	1.752	>2.448
Statica \ Sisma -Y, Torsione Antioraria	>2475	75	>4.216	>4.287	1.752	>2.448
Statica \ Sisma -Y, Torsione Oraria	>2475	75	>4.216	>4.287	1.752	>2.448
Statica \ Uniforme -Y, Torsione Antioraria	891	75	2.769	3.783	1.752	2.160
Statica \ Uniforme -Y, Torsione Oraria	216	75	1.545	2.712	1.752	1.548

STATO LIMITE DI OPERATIVITA'

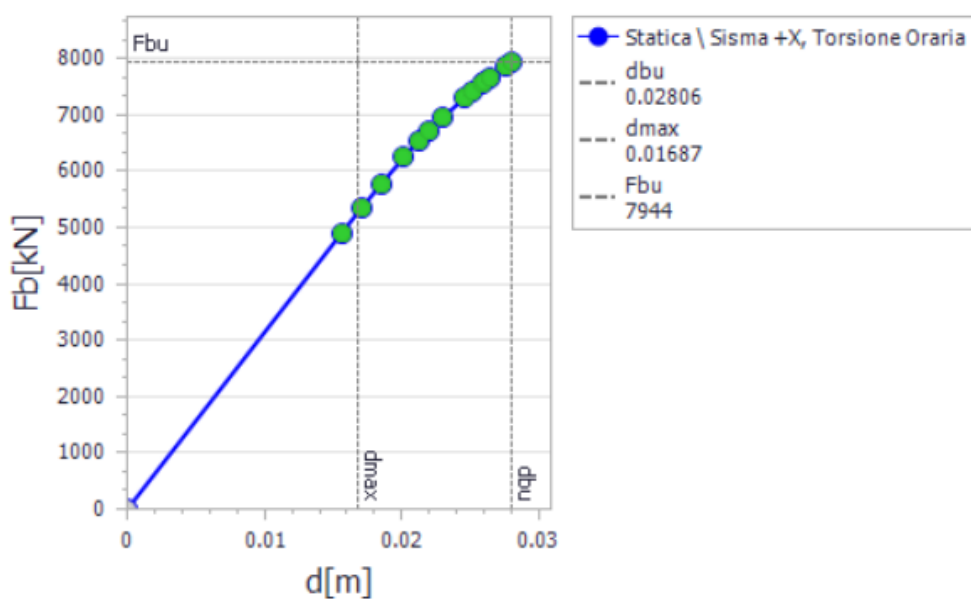
Combinazione	TR,C	TR,D	RCD	PGAC (m/s^2)	PGAD (m/s^2)	Alfa e
Statica \ Sisma +X, Torsione Antioraria	>2475	45	>5.202	>4.287	1.394	>3.076
Statica \ Sisma +X, Torsione Oraria	>2475	45	>5.202	>4.287	1.394	>3.076
Statica \ Uniforme +X, Torsione Antioraria	392	45	2.437	3.219	1.394	2.309
Statica \ Uniforme +X, Torsione Oraria	380	45	2.406	3.181	1.394	2.282
Statica \ Sisma -X, Torsione Antioraria	>2475	45	>5.202	>4.287	1.394	>3.076
Statica \ Sisma -X, Torsione Oraria	>2475	45	>5.202	>4.287	1.394	>3.076
Statica \ Uniforme -X, Torsione Antioraria	430	45	2.532	3.292	1.394	2.362
Statica \ Uniforme -X, Torsione Oraria	424	45	2.517	3.279	1.394	2.353
Statica \ Sisma +Y, Torsione Antioraria	291	45	2.156	2.985	1.394	2.142
Statica \ Sisma +Y, Torsione Oraria	411	45	2.485	3.256	1.394	2.336
Statica \ Uniforme +Y, Torsione Antioraria	220	45	1.921	2.731	1.394	1.959
Statica \ Uniforme +Y, Torsione Oraria	>2475	45	>5.202	>4.287	1.394	>3.076
Statica \ Sisma -Y, Torsione Antioraria	411	45	2.485	3.256	1.394	2.336
Statica \ Sisma -Y, Torsione Oraria	317	45	2.233	3.052	1.394	2.190
Statica \ Uniforme -Y, Torsione Antioraria	891	45	3.417	3.792	1.394	2.721
Statica \ Uniforme -Y, Torsione Oraria	216	45	1.907	2.712	1.394	1.946

4.3.2 Curve pushover

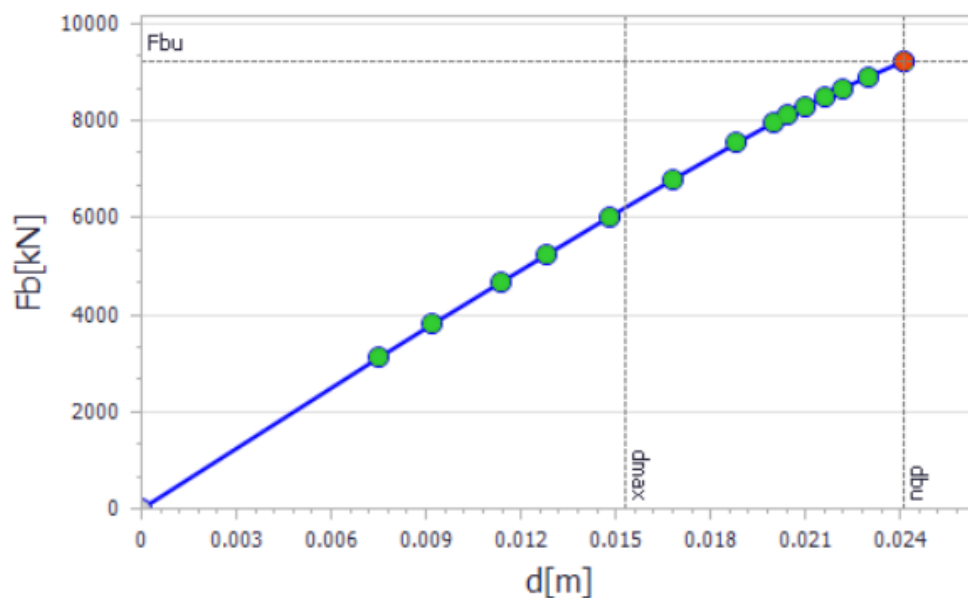
1 Statica \ Sisma +X, Torsione Antioraria



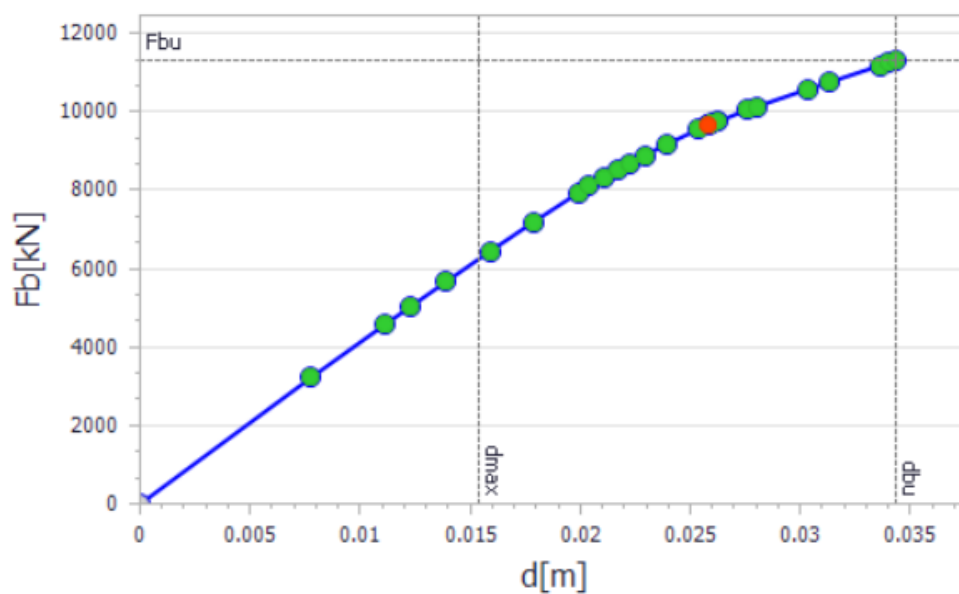
5 Statica \ Sisma +X, Torsione Oraria



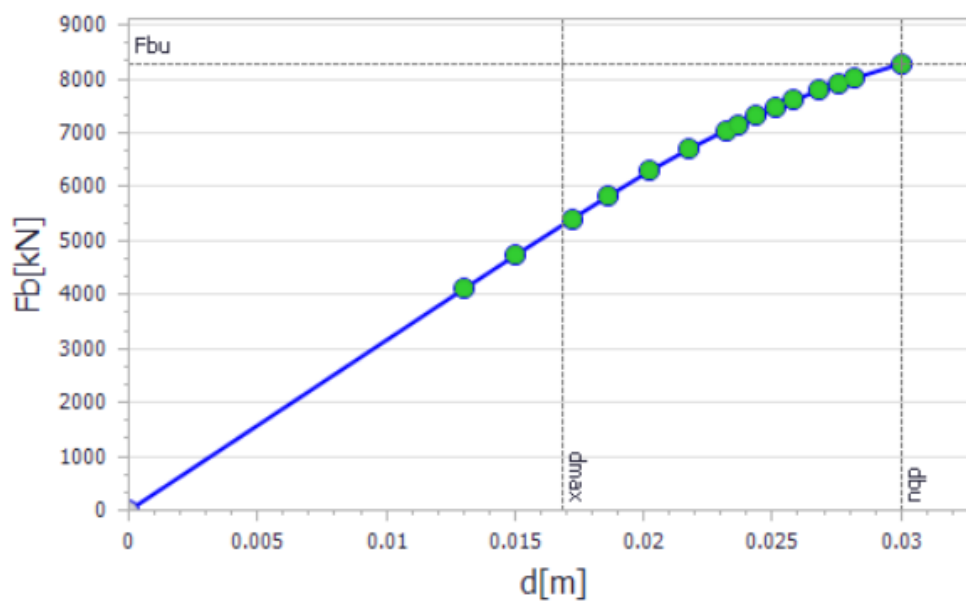
9 Statica \ Uniforme +X, Torsione Antioraria



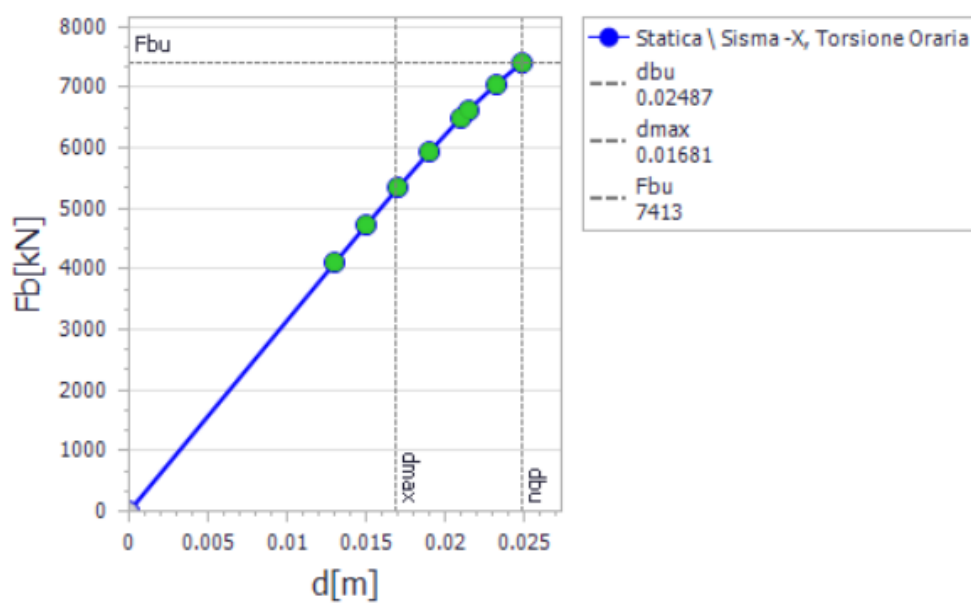
13 Statica \ Uniforme +X, Torsione Oraria



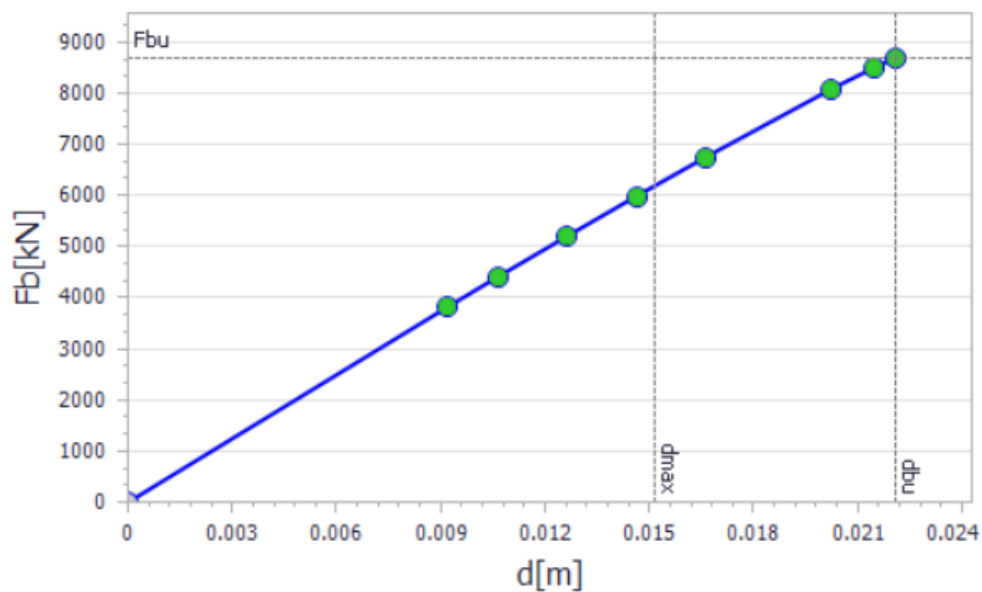
2 Statica \ Sisma -X, Torsione Antioraria



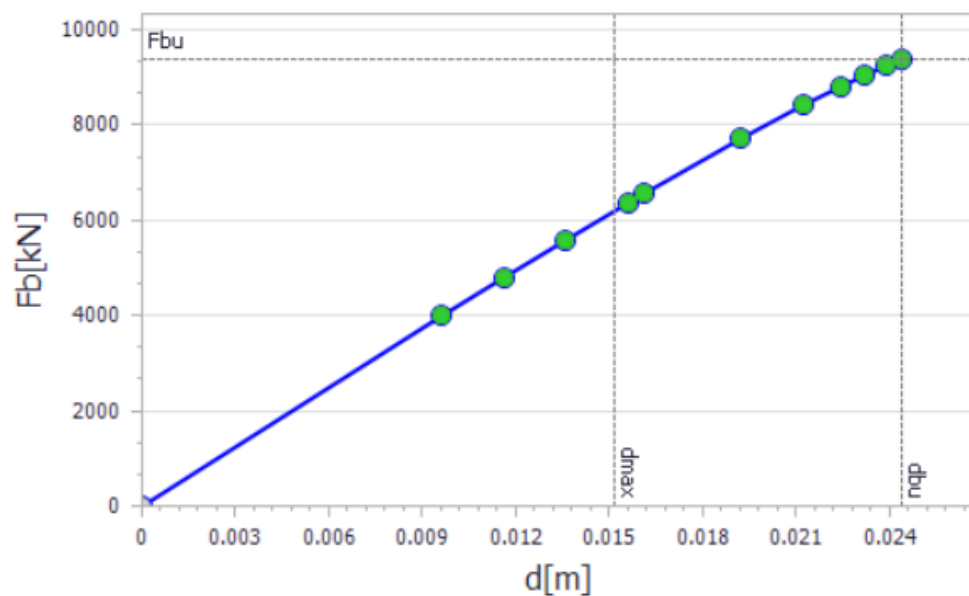
6 Statica \ Sisma -X, Torsione Oraria



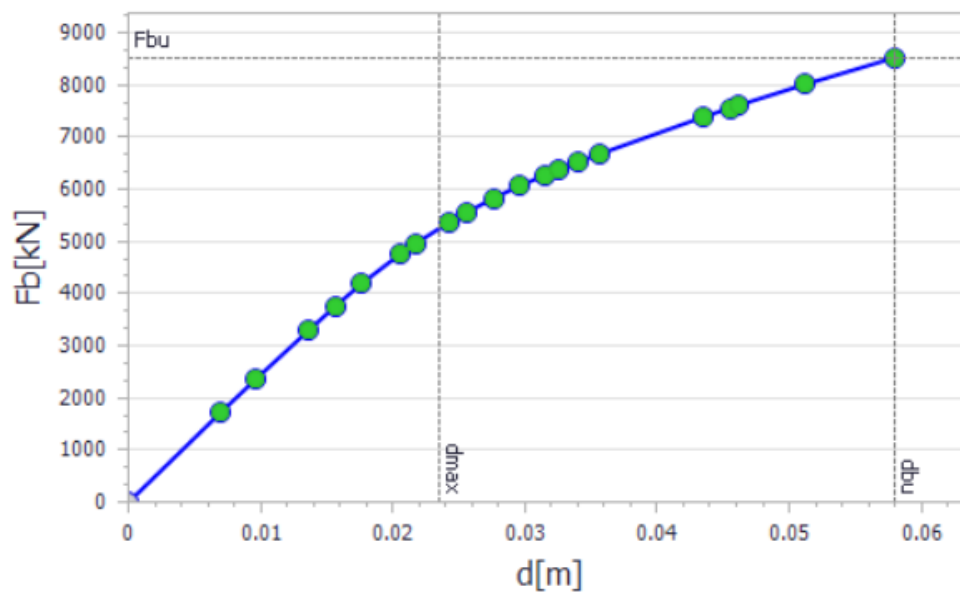
10 Statica \ Uniforme -X, Torsione Antioraria



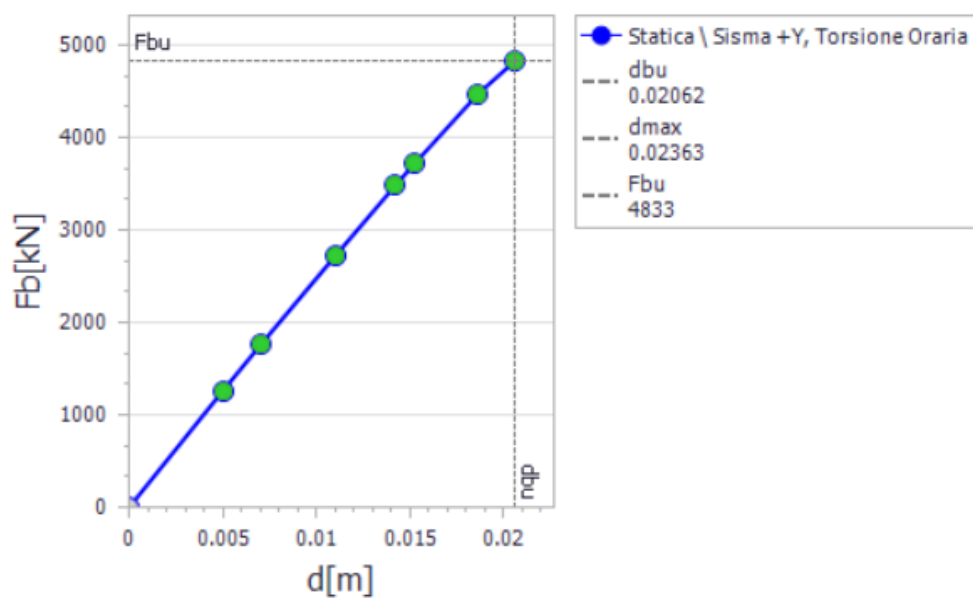
14 Statica \ Uniforme -X, Torsione Oraria



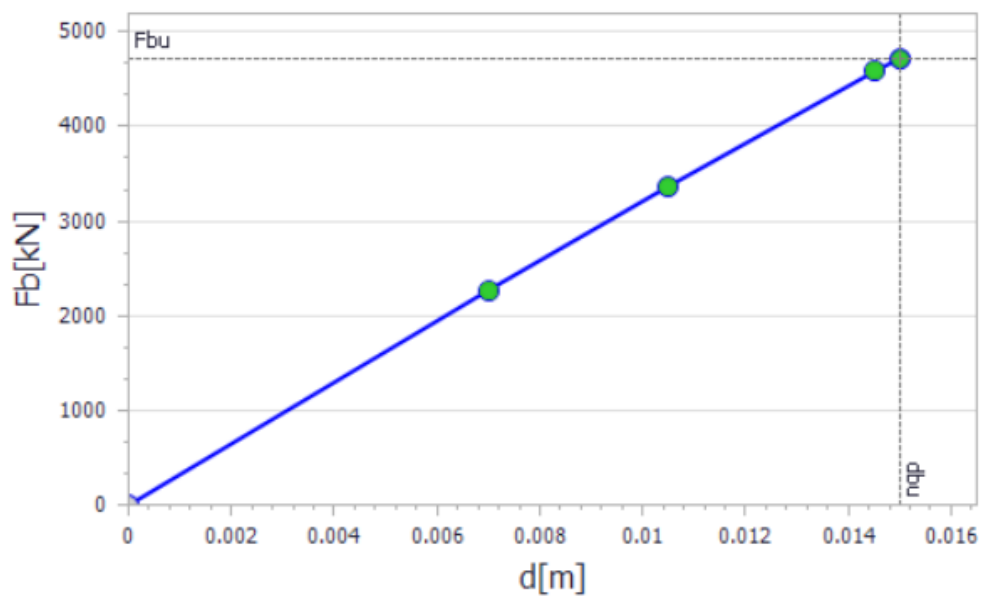
3 Statica \ Sisma +Y, Torsione Antioraria



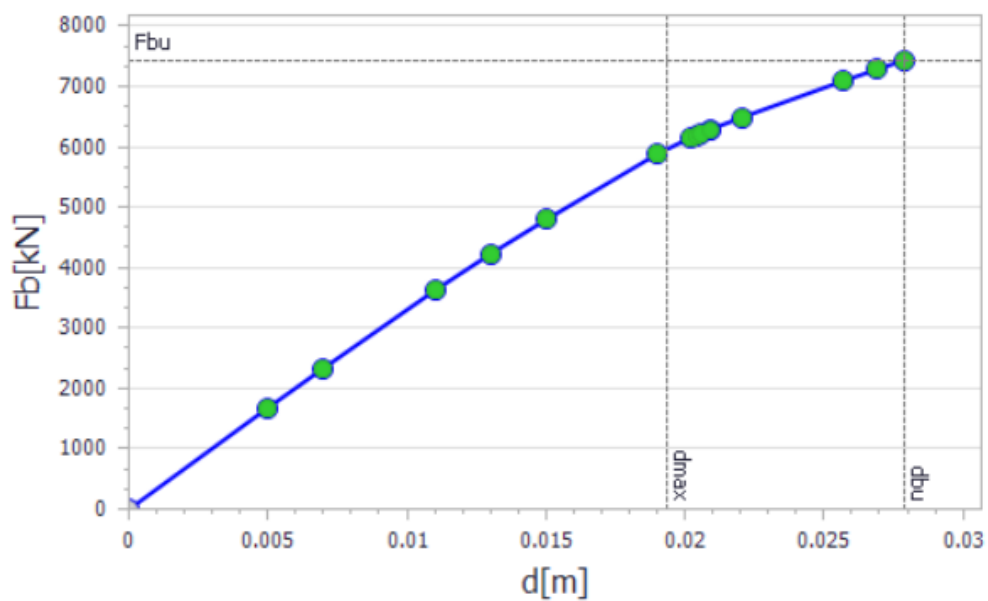
7 Statica \ Sisma +Y, Torsione Oraria



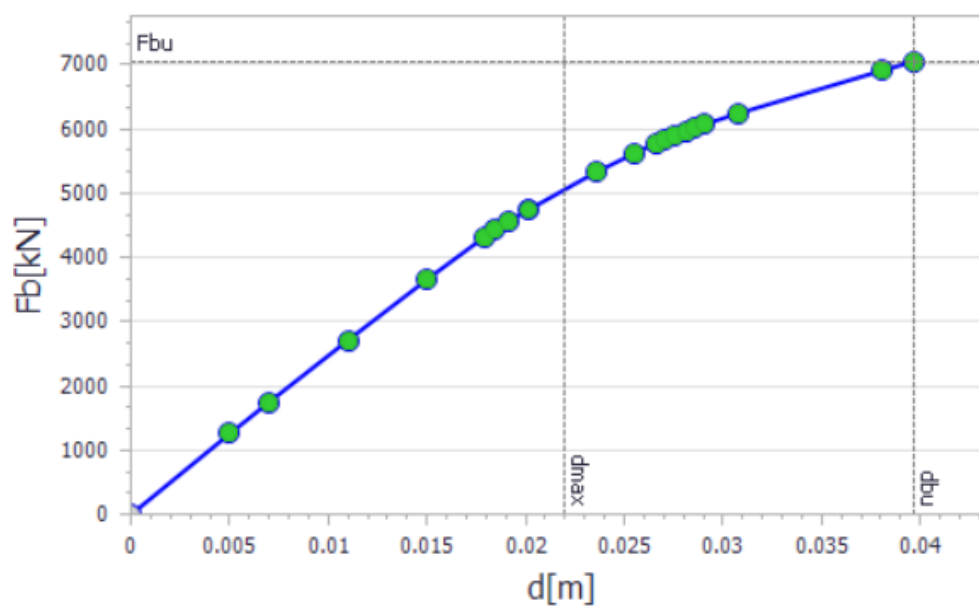
11 Statica \ Uniforme +Y, Torsione Antioraria



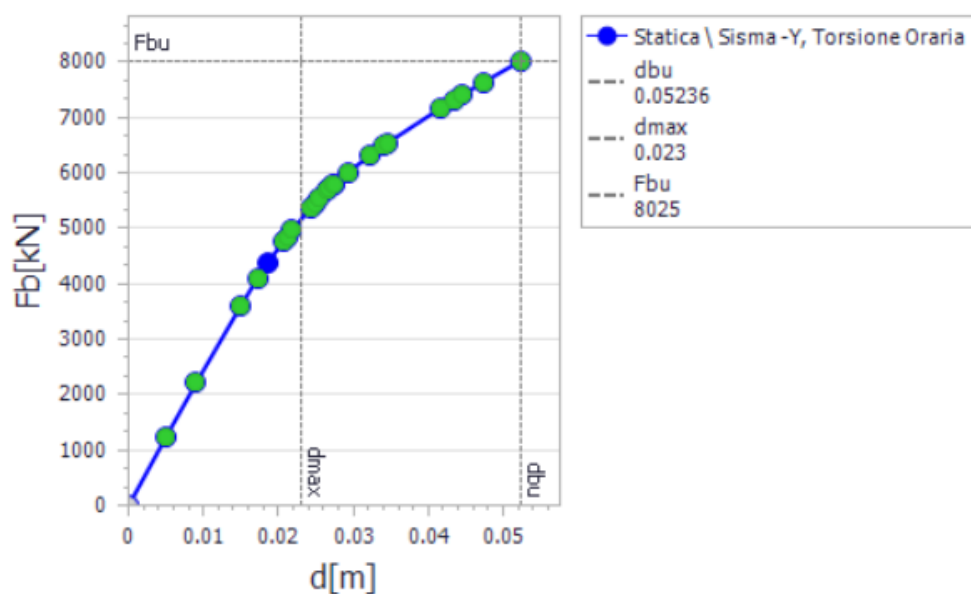
15 Statica \ Uniforme +Y, Torsione Oraria



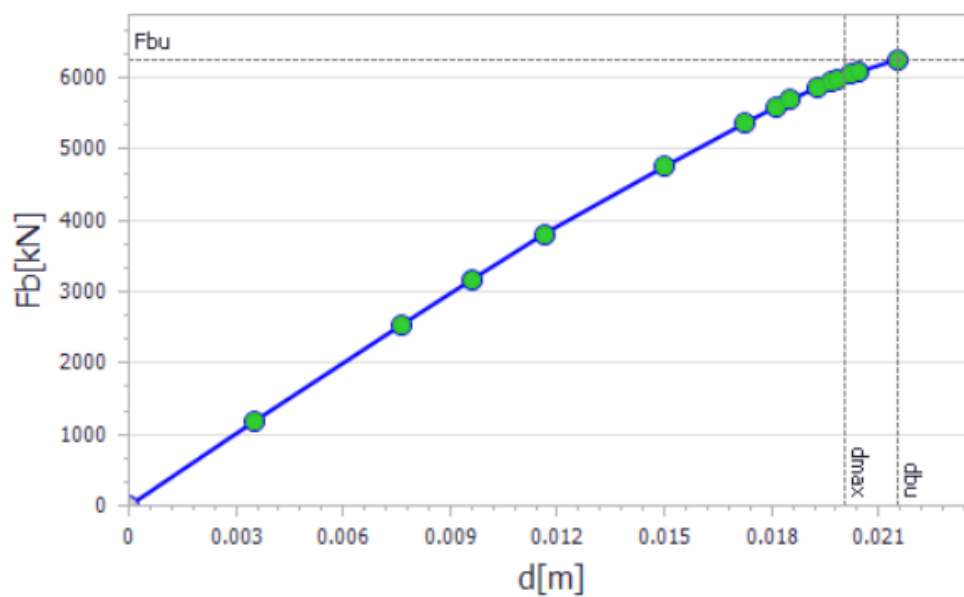
4 Statica \ Sisma -Y, Torsione Antioraria



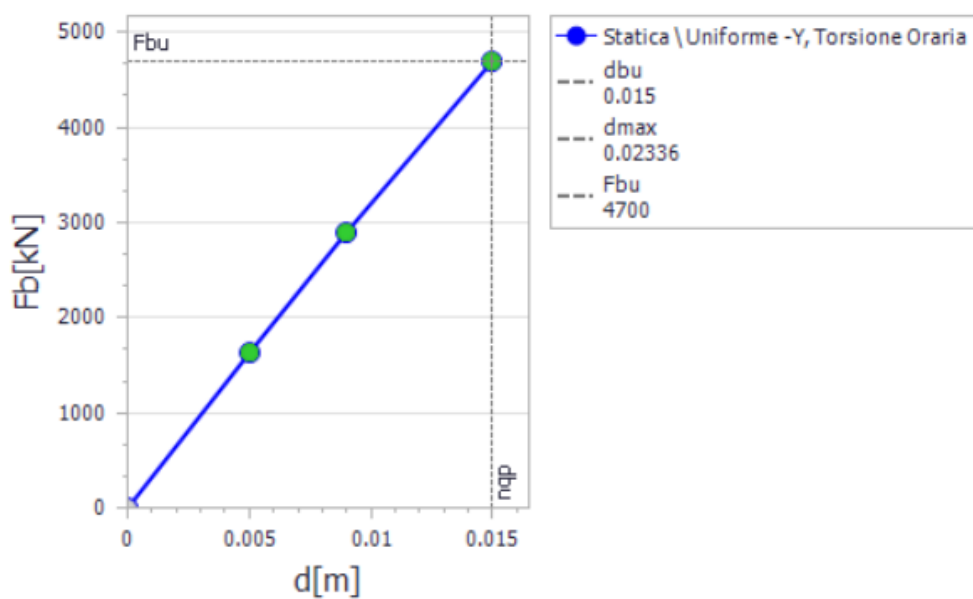
8 Statica \ Sisma -Y, Torsione Oraria

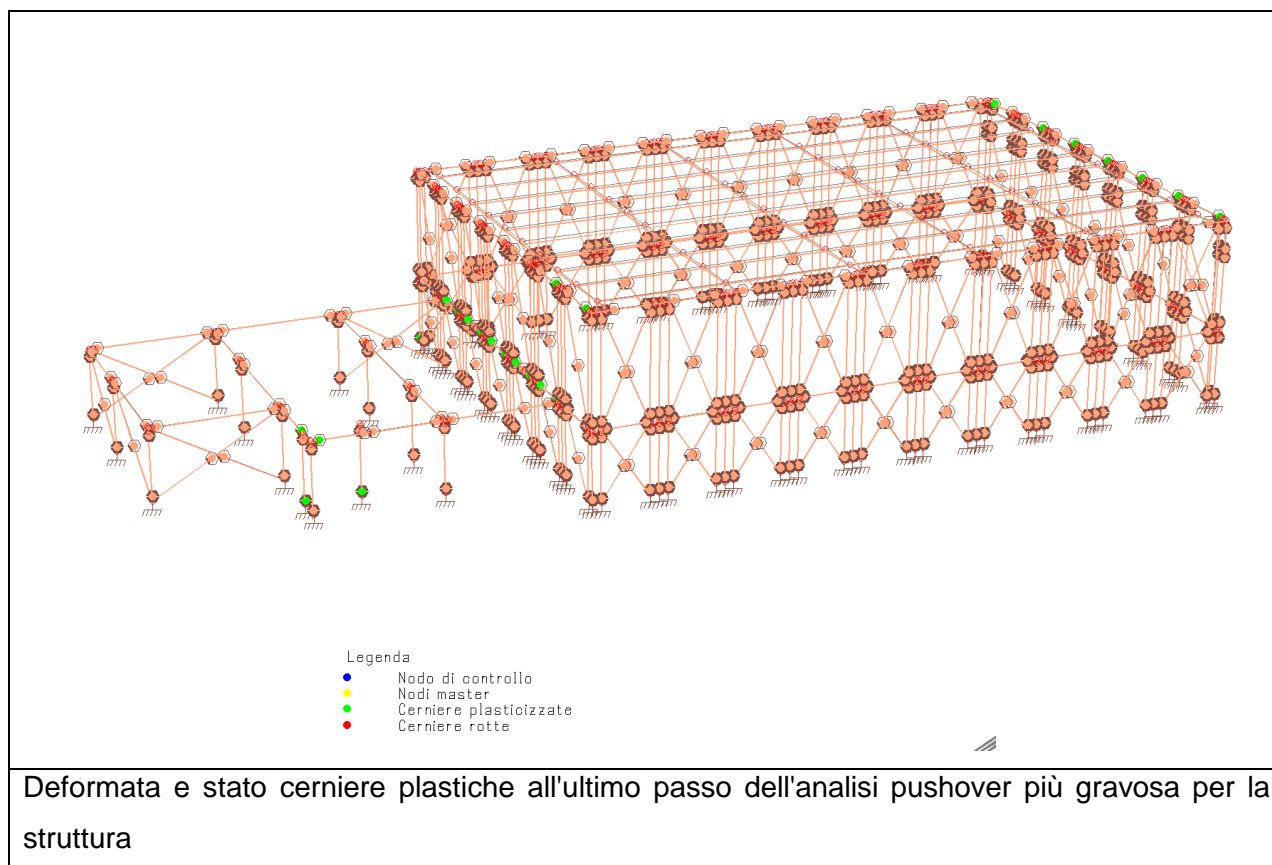


12 Statica \ Uniforme -Y, Torsione Antioraria



16 Statica \ Uniforme -Y, Torsione Oraria





4.4 INDICATORI DI RISCHIO SISMICO - MASTER-ESIST

Capacità in termini di accelerazione al suolo e periodo di ritorno

	Collasso fragile	Collasso di un nodo	Collasso duttile	Deformazioni
CCNL	16	16	16	--
Passo	4 5	4	4	--
PGA,CLU	2.731	2.731	2.731	--
PGA,CLD	--	--	--	2.712
PGA,CLO	--	--	--	2.712
Tr,CLU	216	216	216	--
Tr,CLD	--	--	--	216
Tr,CLO	--	--	--	216

Valori di riferimento dell'azione sismica

Stato limite	PGA,D	Tr,D
Stato limite ultimo (SLU)	3.637	712
Stato limite di danno (SLD)	1.752	75
Stato limite di operatività (SLO)	1.394	45

Indicatori di rischio

Stato limite	Rapporto fra PGA	Rapporto fra Tr ^a
Stato limite ultimo (α_u)	0.751	0.612
Stato limite di danno (α_{ed})	1.548	1.545
Stato limite di operatività (α_{eo})	1.946	1.907

VERIFICA PER MECCANISMI POTENZIALMENTE DUTTILI

CCNL	Passo	Verifica	Note	IR
1	16	Ok		0.313
5	15	Ok		0.255
9	16	Ok		0.555
13	27	Ok		0.643
2	16	Ok		0.353
6	9	Ok		0.283
10	9	Ok		0.495
14	12	Ok		0.582
3	21	Ok		0.856
7	8	Ok		0.149
11	5	Ok		0.219
15	15	Ok		0.270
4	20	Ok		0.493
8	25	Ok		0.719
12	15	Ok		0.189
16	4	Ok		0.215

VERIFICA PER MECCANISMI POTENZIALMENTE FRAGILI (TAGLIO)

CCNL	Passo	Verifica	Note	IR
1	16	Ok		0.405
5	15	Ok		0.394
9	16	Ok		0.514
13	24	Ok		0.576
2	16	Ok		0.403
6	9	Ok		0.396
10	9	Ok		0.527
14	12	Ok		0.543
3	11	Ok		0.530
7	8	Ok		0.429
11	5	Ok		0.370
15	15	Ok		0.486
4	18	Ok		0.509
8	16	Ok		0.516
12	15	Ok		0.424
16	4	Ok		0.351

Tab. 1 - sintesi verifiche sui meccanismi duttili e fragili con indici di resistenza

5 ALLEGATO B - ANALISI FEM - PUSHOVER SPOGLIATOI

5.1 TABULATI

STAMPA DEI DATI DI PROGETTO

INTESTAZIONE E DATI CARATTERISTICI DELLA STRUTTURA

Nome dell'archivio di lavoro	MONTESSORI - PORRETTA TERME - BOLOGNA_0019
Intestazione del lavoro	MONTESSORI - PORRETTA TERME - BOLOGNA
Tipo di struttura	Nello Spazio
Tipo di analisi	Pushover
Tipo di soluzione	Non lineare a controllo di spostamento con nodo di controllo
Unita' di misura delle forze	kN
Unita' di misura delle lunghezze	m
Normativa	NTC-2018

NORMATIVA

Vita nominale costruzione	50 anni
Classe d'uso costruzione	III
Vita di riferimento	75 anni
Luogo	Porretta Terme - Via della Repubblica 3
Longitudine (WGS84)	10.9697
Latitudine (WGS84)	44.1572
Categoria del suolo	E
Fattore topografico	1.2

PARAMETRI SISMICI

	TR	ag/g	FO	TC*	CC	Ss	Pga (ag/g*S)
SLO	45	0.074	2.45	0.26	1.98	1.60	0.142
SLD	75	0.093	2.43	0.27	1.94	1.60	0.179
SLV	712	0.217	2.41	0.29	1.88	1.42	0.371
SLC	1462	0.272	2.43	0.31	1.84	1.27	0.415

TR utilizzato nel progetto 712 anni

DATI SPETTRO

Eccentricita' accidentale	5%
Periodo proprio T1 in direzione X	0.299
Periodo proprio T1 in direzione Y	0.334
λ	1
Coefficiente di smorzamento	5%
Sd (T1) in direzione X	0.895 g
Sd (T1) in direzione Y	0.895 g
Coeff.globale accelerazione sismica direz.X	0.895
Coeff.globale accelerazione sismica direz.Y	0.895
Probabilita' di superamento del periodo di riferimento (spettro SLD)	63
Probabilita' di superamento del periodo di riferimento (spettro SLO)	81

RIEPILOGO DELLE SEZIONI UTILIZZATE NEL MODELLO STRUTTURALE

SEZIONI RETTANGOLARI

Codice	Base	H
1	0.300	0.300
4	0.800	0.230
5	0.600	0.230
9	0.600	0.380
13	0.450	0.300
14	0.300	0.500
15	0.300	0.500
16	0.300	1.900

SEZIONI A T

Codice	B	H	h	b
7	2.000	0.285	0.035	0.240
8	2.430	0.285	0.035	0.240

SEZIONE CCR

Codice	Altezza	Base	Sp. anima	Sp. Ala
6	1.900	1.200	0.070	0.093

SEZIONI A L

Codice	Altezza	Base	Sp. anima	Sp. Ala	Posizione
2	1.810	0.600	0.150	0.300	1
3	1.810	0.600	0.150	0.300	4
10	0.380	0.450	0.150	0.230	3
11	0.800	0.600	0.150	0.380	1
12	0.800	0.600	0.150	0.380	4

CARICHI PER ELEMENTI TRAVE, TRAVE DI FONDAZIONE E RETICOLARE

Carico distribuito con riferimento globale X

Descrizione	Cod.	Cond. carico	Tipo Azione/categoria	Val. iniz.	Dist. iniz. nodo I	Val. finale	Dist.fin. nodo I	Aliq.inerz.	Aliq.inerz. SLD
Vento X	10	Condizione 3	Variabile: Vento	0.510000	0.000	0.510000	0.000	0.0000	0.0000
Vento -X	12	Condizione 5	Variabile: Vento	- 0.510000	0.000	- 0.510000	0.000	0.0000	0.0000

Carico distribuito con riferimento globale Y

Descrizione	Cod.	Cond. carico	Tipo Azione/categoria	Val. iniz.	Dist. iniz. nodo I	Val. finale	Dist.fin. nodo I	Aliq.inerz.	Aliq.inerz. SLD
Vento Y	11	Condizione 4	Variabile: Vento	0.510000	0.000	0.510000	0.000	0.0000	0.0000
Vento -Y	13	Condizione 6	Variabile: Vento	- 0.510000	0.000	- 0.510000	0.000	0.0000	0.0000

Carico distribuito con riferimento globale Z

Descrizione	Cod.	Cond. carico	Tipo Azione/categoria	Val. iniz.	Dist. iniz. nodo I	Val. finale	Dist.fin. nodo I	Aliq.inerz.	Aliq.inerz. SLD
Neve copertura	1	Condizione 1	Variabile: Neve	- 1.630000	0.000	- 1.630000	0.000	0.0000	0.0000

Carico distribuito con riferimento globale Z, agente sulla lunghezza reale

Descrizione	Cod.	Cond. carico	Tipo Azione/categoria	Val. iniz.	Dist.iniz. nodo I	Val. finale	Dist.fin. nodo I	Aliq.inerz.	Aliq.inerz. SLD
Permanente portato copertura palestra	5	Condizione 2	Permanente: Permanente portato	- 0.250000	0.000	- 0.250000	0.000	1.0000	1.0000
Permanente portato copertura spogliatoio	6	Condizione 2	Permanente: Permanente portato	- 1.000000	0.000	- 1.000000	0.000	1.0000	1.0000
Peso proprio solaio h = 20+3 cm	7	Condizione peso proprio	Permanente: Peso Proprio	- 2.700000	0.000	- 2.700000	0.000	1.0000	1.0000
Tamponamenti	8	Condizione 2	Permanente: Permanente portato	- 3.960000	0.000	- 3.960000	0.000	1.0000	1.0000

LISTA MATERIALI UTILIZZATI

Codice	Descrizione	Mod. elast.	Coef. Poisson	Peso unit.	Dil. term.	Aliq. inerz.	Rigid. taglio	Rigid. fless.
1	Calcestruzzo C20/25 (Rck 250)	+3.00e+007	0.120	24.52500	+1.00e-005	1.000	+1.00e+000	+1.00e+000
2	Calcestruzzo C20/25 tegoli copertu	+3.00e+007	0.120	17.65800	+1.00e-005	1.000	+1.00e+000	+1.00e+000
3	Calcestruzzo C20/25 tegoli lucernai	+3.00e+007	0.120	8.12270	+1.00e-005	1.000	+1.00e+000	+1.00e+000
4	Calcestruzzo C25/30 (Rck 300)	+3.15e+007	0.120	24.52500	+1.00e-005	1.000	+1.00e+000	+1.00e+000

GRUPPI DELLA STRUTTURA**ELEMENTO FINITO: TRAVE**

Numero gruppo	Descrizione gruppo	
1	Travi corpo accessorio	
2	Cordolo	
3	Pilastrì	
4	Pilastrì aggiuntivi	

ELEMENTO FINITO: VINCOLO

Numero gruppo	Descrizione gruppo	
1	Vincoli	

COMBINAZIONI DI CARICO**NORMATIVA: NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI 2018 ITALIA - PROPORZIONALE ALLE FORZE STATICHE E MASSE****COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO**

Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
1	Statica	Azione sismica:	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 2	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 1	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 3	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 4	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 5	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 6	0.000
2	Sisma +X, Torsione Antioraria	Azione sismica: SISMA +X	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 2	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 1	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 3	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 4	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 5	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 6	0.000
3	Sisma -X, Torsione Antioraria	Azione sismica: SISMA -X	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 2	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 1	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 3	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 4	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 5	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 6	0.000
4	Sisma +Y, Torsione Antioraria	Azione sismica: SISMA +Y	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 2	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 1	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 3	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 4	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 5	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 6	0.000
5	Sisma -Y, Torsione Antioraria	Azione sismica: SISMA -Y	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 2	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 1	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 3	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 4	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 5	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 6	0.000

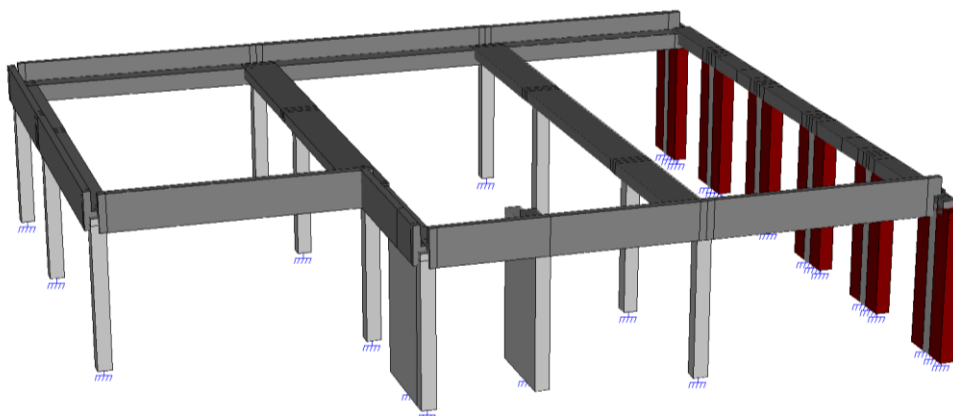
Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
6	Sisma +X, Torsione Azione sismica: SISMA +X Oraria		Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 2	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 1	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 3	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 4	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 5	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 6	0.000
7	Sisma -X, Torsione Azione sismica: SISMA -X Oraria		Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 2	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 1	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 3	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 4	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 5	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 6	0.000
8	Sisma +Y, Torsione Azione sismica: SISMA +Y Oraria		Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 2	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 1	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 3	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 4	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 5	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 6	0.000
9	Sisma -Y, Torsione Azione sismica: SISMA -Y Oraria		Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 2	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 1	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 3	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 4	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 5	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 6	0.000
10	Uniforme +X, Torsione Azione sismica: Antioraria		Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 2	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 1	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 3	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 4	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 5	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 6	0.000
11	Uniforme -X, Torsione Azione sismica: Antioraria		Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 2	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 1	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 3	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 4	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 5	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 6	0.000
12	Uniforme +Y, Torsione Azione sismica:		Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000

Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
	Antioraria		Permanente: Permanente portato	Condizione 2	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 1	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 3	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 4	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 5	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 6	0.000
13	Uniforme -Y, Torsione Azione sismica: Antioraria		Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 2	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 1	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 3	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 4	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 5	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 6	0.000
14	Uniforme +X, Torsione Azione sismica: Oraria		Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 2	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 1	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 3	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 4	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 5	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 6	0.000
15	Uniforme -X, Torsione Azione sismica: Oraria		Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 2	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 1	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 3	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 4	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 5	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 6	0.000
16	Uniforme +Y, Torsione Azione sismica: Oraria		Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 2	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 1	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 3	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 4	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 5	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 6	0.000
17	Uniforme -Y, Torsione Azione sismica: Oraria		Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 2	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 1	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 3	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 4	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 5	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 6	0.000

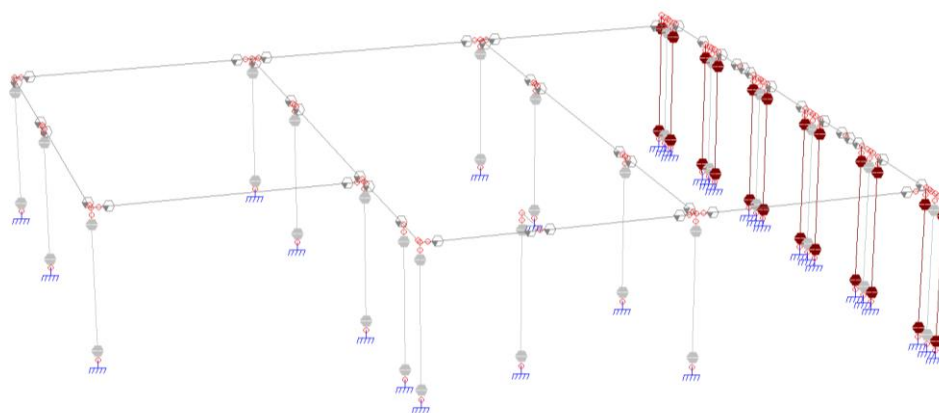
COMBINAZIONI DI CARICO PER L'ANALISI NON LINEARE

Nome	Combinazione iniziale	Combinazione incrementale	Nc	gdl	Spost. max	Spost. al passo	Iter. al passo
Statica \ Sisma +X, Torsione Antioraria	Statica	Sisma +X, Torsione Antioraria	2123	Ux	0.500000	0.000000	1000
Statica \ Sisma -X, Torsione Antioraria	Statica	Sisma -X, Torsione Antioraria	2123	Ux	0.500000	0.000000	1000
Statica \ Sisma +Y, Torsione Antioraria	Statica	Sisma +Y, Torsione Antioraria	2123	Uy	0.500000	0.000000	1000
Statica \ Sisma -Y, Torsione Antioraria	Statica	Sisma -Y, Torsione Antioraria	2123	Uy	0.500000	0.000000	1000
Statica \ Sisma +X, Torsione Oraria	Statica	Sisma +X, Torsione Oraria	2123	Ux	0.500000	0.000000	1000
Statica \ Sisma -X, Torsione Oraria	Statica	Sisma -X, Torsione Oraria	2123	Ux	0.500000	0.000000	1000
Statica \ Sisma +Y, Torsione Oraria	Statica	Sisma +Y, Torsione Oraria	2123	Uy	0.500000	0.000000	1000
Statica \ Sisma -Y, Torsione Oraria	Statica	Sisma -Y, Torsione Oraria	2123	Uy	0.500000	0.000000	1000
Statica \ Uniforme +X, Torsione Antioraria	Statica	Uniforme +X, Torsione Antioraria	2123	Ux	0.500000	0.000000	1000
Statica \ Uniforme -X, Torsione Antioraria	Statica	Uniforme -X, Torsione Antioraria	2123	Ux	0.500000	0.000000	1000
Statica \ Uniforme +Y, Torsione Antioraria	Statica	Uniforme +Y, Torsione Antioraria	2123	Uy	0.500000	0.000000	1000
Statica \ Uniforme -Y, Torsione Antioraria	Statica	Uniforme -Y, Torsione Antioraria	2123	Uy	0.500000	0.000000	1000
Statica \ Uniforme +X, Torsione Oraria	Statica	Uniforme +X, Torsione Oraria	2123	Ux	0.500000	0.000000	1000
Statica \ Uniforme -X, Torsione Oraria	Statica	Uniforme -X, Torsione Oraria	2123	Ux	0.500000	0.000000	1000
Statica \ Uniforme +Y, Torsione Oraria	Statica	Uniforme +Y, Torsione Oraria	2123	Uy	0.500000	0.000000	1000
Statica \ Uniforme -Y, Torsione Oraria	Statica	Uniforme -Y, Torsione Oraria	2123	Uy	0.500000	0.000000	1000

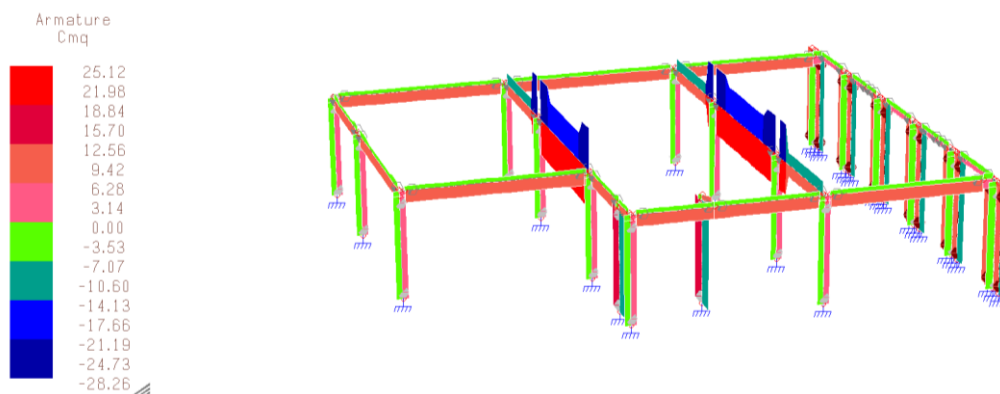
5.2 IMMAGINI MODELLAZIONE FEM



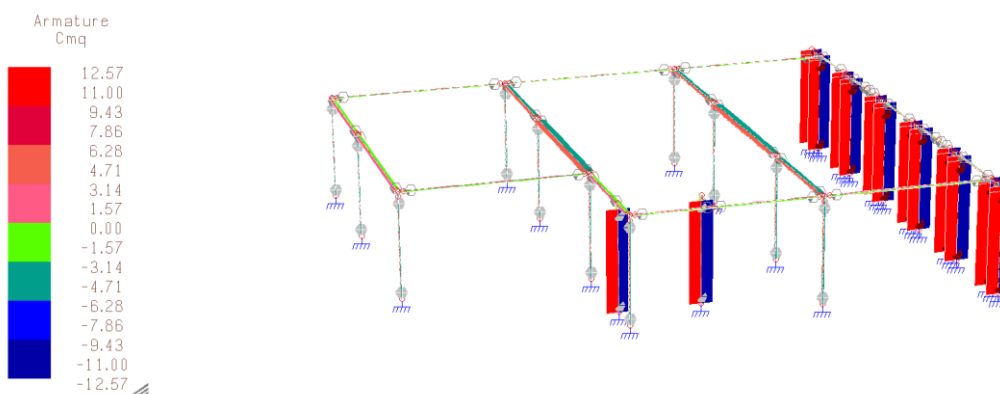
Vista 3D del modello strutturale - analisi globale sismica



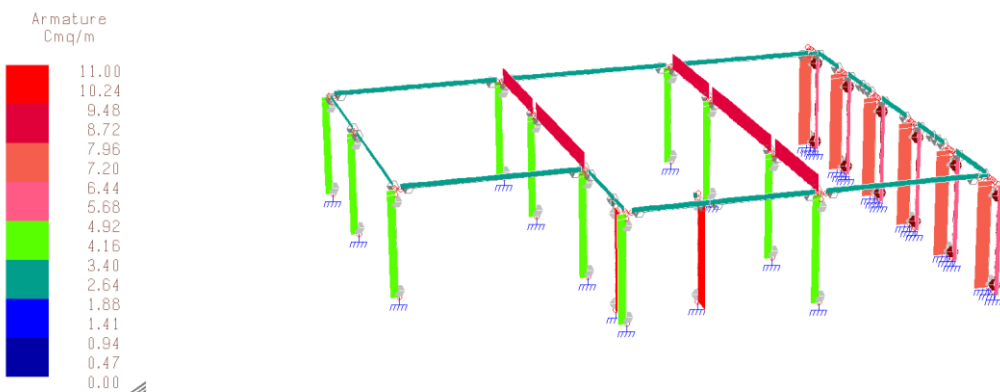
Vista unifilare del modello 3D - con le cerniere plastiche (NMz e NMy per setti e pilastri; Mz e My per le travi)



Armatura superiore/inferiore presente negli elementi strutturali (da disegni originali e da prove)



Armatura anteriore/posteriore presente negli elementi strutturali (da disegni originali e da prove)



Armatura trasversale presente negli elementi strutturali (da disegni originali e da prove)

5.3 RISULTATO ANALISI STATICHE NON LINEARI (PUSHOVER)

5.3.1 Riepilogo risultati analisi pushover

N.	Nome	Carico Sismico	Dir.	d*Max(SLU)	du*	d*Max(SLD)	dd*	d*Max(SLO)	do*	q*	au/al
1	Statica \ Sisma +X, Torsione Antioraria	Gruppo 1 - a	+X	0.00827	0.05498	0.00401	0.01601	0.00321	0.01068	0.838	1.5
2	Statica \ Sisma -X, Torsione Antioraria	Gruppo 1 - a	-X	0.00808	0.05554	0.00392	0.01599	0.00314	0.01066	0.838	1.5
3	Statica \ Sisma +Y, Torsione Antioraria	Gruppo 1 - a	+Y	0.00092	0.01250	0.00045	0.01250	0.00037	0.01068	0.235	1.49
4	Statica \ Sisma -Y, Torsione Antioraria	Gruppo 1 - a	-Y	0.00069	0.00680	0.00034	0.00680	0.00027	0.00680	0.345	1.5
5	Statica \ Sisma +X, Torsione Oraria	Gruppo 1 - a	+X	0.00842	0.05520	0.00408	0.01601	0.00327	0.01068	0.840	1.5
6	Statica \ Sisma -X, Torsione Oraria	Gruppo 1 - a	-X	0.00795	0.05500	0.00385	0.01599	0.00309	0.01066	0.840	1.5
7	Statica \ Sisma +Y, Torsione Oraria	Gruppo 1 - a	+Y	0.00081	0.02060	0.00040	0.01601	0.00032	0.01068	0.250	1.5
8	Statica \ Sisma -Y, Torsione Oraria	Gruppo 1 - a	-Y	0.00068	0.00740	0.00033	0.00740	0.00027	0.00740	0.289	1.5
9	Statica \ Uniforme +X, Torsione Antioraria	Gruppo 2 - a	+X	0.00827	0.05498	0.00401	0.01601	0.00321	0.01068	0.838	1.5
10	Statica \ Uniforme -X, Torsione Antioraria	Gruppo 2 - a	-X	0.00808	0.05554	0.00392	0.01599	0.00314	0.01066	0.838	1.5
11	Statica \ Uniforme +Y, Torsione Antioraria	Gruppo 2 - a	+Y	0.00092	0.01250	0.00045	0.01250	0.00037	0.01068	0.235	1.49
12	Statica \ Uniforme -Y, Torsione Antioraria	Gruppo 2 - a	-Y	0.00069	0.00680	0.00034	0.00680	0.00027	0.00680	0.345	1.5
13	Statica \ Uniforme +X, Torsione Oraria	Gruppo 2 - a	+X	0.00842	0.05520	0.00408	0.01601	0.00327	0.01068	0.840	1.5
14	Statica \ Uniforme -X, Torsione Oraria	Gruppo 2 - a	-X	0.00795	0.05500	0.00385	0.01599	0.00309	0.01066	0.840	1.5
15	Statica \ Uniforme +Y, Torsione Oraria	Gruppo 2 - a	+Y	0.00081	0.02060	0.00040	0.01601	0.00032	0.01068	0.250	1.5
16	Statica \ Uniforme -Y, Torsione Oraria	Gruppo 2 - a	-Y	0.00068	0.00740	0.00033	0.00740	0.00027	0.00740	0.289	1.5

LEGENDA

N. Numero progressivo identificativo delle CCNL

Nome Nome della CCNL

Carico sismico Rappresenta, nel caso la combinazione incrementale sia di tipo sismico, il gruppo di appartenenza della distribuzione di forze applicata (NTC 2008 7.3.4.1)

Dir. Direzione di applicazione delle forze sismiche

d*max(SLU) Domanda di spostamento allo SLU

d*u Capacità di spostamento allo SLU

d*max(SLD) Domanda di spostamento allo SLD

d*d Capacità di spostamento allo SLD

d*max(SLO) Domanda di spostamento allo SLO

d*o Capacità di spostamento allo SLO

q* Rapporto fra la forza di risposta elastica e la forza di snervamento del sistema equivalente

au/al Rapporto di sovrarresistenza, utile per la determinazione del fattore di struttura

dy* Spostamento del nodo di controllo corrispondente a F_y^*

du* Spostamento massimo del sistema equivalente

d*max Domanda in spostamento allo SLU per il sistema anelastico

F_y^* Forza di plasticizzazione del sistema bilineare equivalente

dd* Spostamento al limite di danno del sistema equivalente

d*max Domanda in spostamento allo SLD

do* Spostamento al limite di operatività del sistema equivalente

d*max Domanda in spostamento allo SLO

INDICATORI DI RISCHIO**STATO LIMITE ULTIMO**

Combinazione	TR,C	TR,D	RCD	PGAC (m/s^2)	PGAD (m/s^2)	Alfa u
Statica \ Sisma +X, Torsione Antioraria	>2475	712	>1.670	>4.287	3.637	>1.179
Statica \ Sisma -X, Torsione Antioraria	>2475	712	>1.670	>4.287	3.637	>1.179
Statica \ Sisma +Y, Torsione Antioraria	>2475	712	>1.670	>4.287	3.637	>1.179
Statica \ Sisma -Y, Torsione Antioraria	>2475	712	>1.670	>4.287	3.637	>1.179
Statica \ Sisma +X, Torsione Oraria	>2475	712	>1.670	>4.287	3.637	>1.179
Statica \ Sisma -X, Torsione Oraria	>2475	712	>1.670	>4.287	3.637	>1.179
Statica \ Sisma +Y, Torsione Oraria	>2475	712	>1.670	>4.287	3.637	>1.179
Statica \ Sisma -Y, Torsione Oraria	>2475	712	>1.670	>4.287	3.637	>1.179
Statica \ Uniforme +X, Torsione Antioraria	>2475	712	>1.670	>4.287	3.637	>1.179
Statica \ Uniforme -X, Torsione Antioraria	>2475	712	>1.670	>4.287	3.637	>1.179
Statica \ Uniforme +Y, Torsione Antioraria	>2475	712	>1.670	>4.287	3.637	>1.179
Statica \ Uniforme -Y, Torsione Antioraria	>2475	712	>1.670	>4.287	3.637	>1.179
Statica \ Uniforme +X, Torsione Oraria	>2475	712	>1.670	>4.287	3.637	>1.179
Statica \ Uniforme -X, Torsione Oraria	>2475	712	>1.670	>4.287	3.637	>1.179
Statica \ Uniforme +Y, Torsione Oraria	>2475	712	>1.670	>4.287	3.637	>1.179
Statica \ Uniforme -Y, Torsione Oraria	>2475	712	>1.670	>4.287	3.637	>1.179

STATO LIMITE DI DANNO

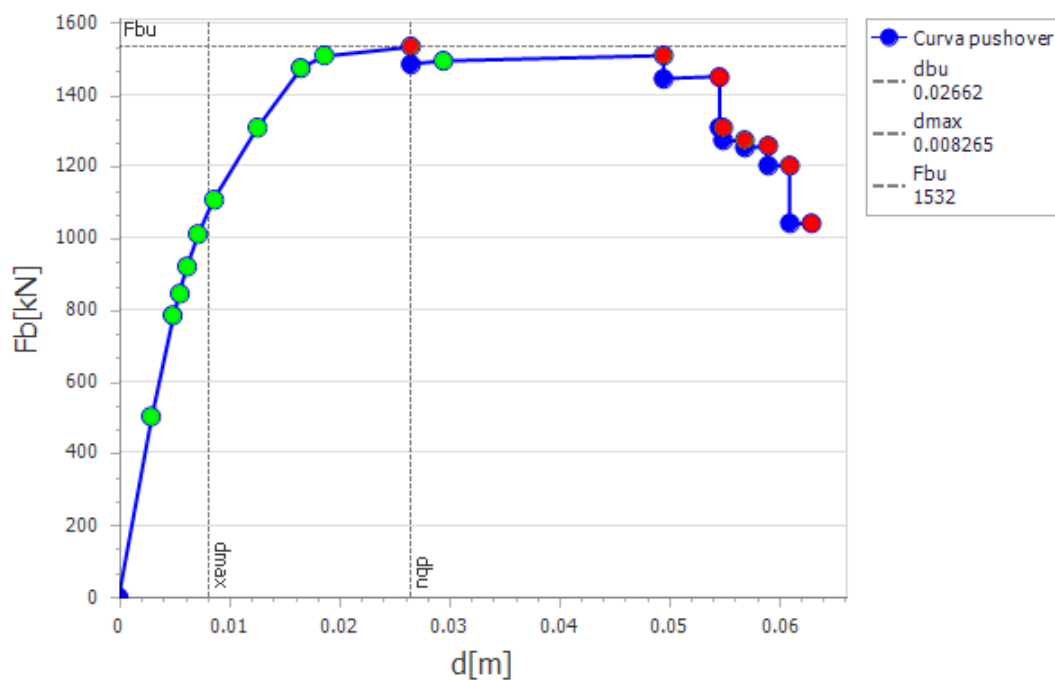
Combinazione	TR,C	TR,D	RCD	PGAC (m/s^2)	PGAD (m/s^2)	Alfa e
Statica \ Sisma +X, Torsione Antioraria	>2475	75	>4.216	>4.287	1.752	>2.448
Statica \ Sisma -X, Torsione Antioraria	>2475	75	>4.216	>4.287	1.752	>2.448
Statica \ Sisma +Y, Torsione Antioraria	>2475	75	>4.216	>4.287	1.752	>2.448
Statica \ Sisma -Y, Torsione Antioraria	>2475	75	>4.216	>4.287	1.752	>2.448
Statica \ Sisma +X, Torsione Oraria	>2475	75	>4.216	>4.287	1.752	>2.448
Statica \ Sisma -X, Torsione Oraria	>2475	75	>4.216	>4.287	1.752	>2.448
Statica \ Sisma +Y, Torsione Oraria	>2475	75	>4.216	>4.287	1.752	>2.448
Statica \ Sisma -Y, Torsione Oraria	>2475	75	>4.216	>4.287	1.752	>2.448
Statica \ Uniforme +X, Torsione Antioraria	>2475	75	>4.216	>4.287	1.752	>2.448
Statica \ Uniforme -X, Torsione Antioraria	>2475	75	>4.216	>4.287	1.752	>2.448
Statica \ Uniforme +Y, Torsione Antioraria	>2475	75	>4.216	>4.287	1.752	>2.448
Statica \ Uniforme -Y, Torsione Antioraria	>2475	75	>4.216	>4.287	1.752	>2.448
Statica \ Uniforme +X, Torsione Oraria	>2475	75	>4.216	>4.287	1.752	>2.448
Statica \ Uniforme -X, Torsione Oraria	>2475	75	>4.216	>4.287	1.752	>2.448
Statica \ Uniforme +Y, Torsione Oraria	>2475	75	>4.216	>4.287	1.752	>2.448
Statica \ Uniforme -Y, Torsione Oraria	>2475	75	>4.216	>4.287	1.752	>2.448

STATO LIMITE DI OPERATIVITA'

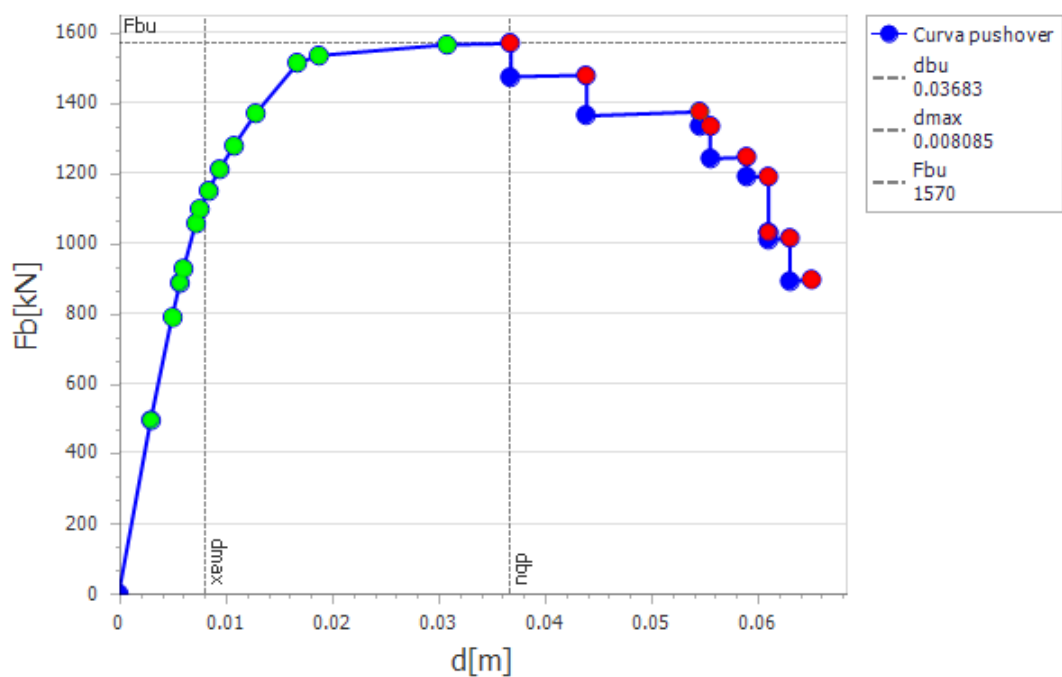
Combinazione	TR,C	TR,D	RCD	PGAC (m/s^2)	PGAD (m/s^2)	Alfa e
Statica \ Sisma +X, Torsione Antioraria	>2475	45	>5.202	>4.287	1.394	>3.076
Statica \ Sisma -X, Torsione Antioraria	>2475	45	>5.202	>4.287	1.394	>3.076
Statica \ Sisma +Y, Torsione Antioraria	>2475	45	>5.202	>4.287	1.394	>3.076
Statica \ Sisma -Y, Torsione Antioraria	>2475	45	>5.202	>4.287	1.394	>3.076
Statica \ Sisma +X, Torsione Oraria	>2475	45	>5.202	>4.287	1.394	>3.076
Statica \ Sisma -X, Torsione Oraria	>2475	45	>5.202	>4.287	1.394	>3.076
Statica \ Sisma +Y, Torsione Oraria	>2475	45	>5.202	>4.287	1.394	>3.076
Statica \ Sisma -Y, Torsione Oraria	>2475	45	>5.202	>4.287	1.394	>3.076
Statica \ Uniforme +X, Torsione Antioraria	>2475	45	>5.202	>4.287	1.394	>3.076
Statica \ Uniforme -X, Torsione Antioraria	>2475	45	>5.202	>4.287	1.394	>3.076
Statica \ Uniforme +Y, Torsione Antioraria	>2475	45	>5.202	>4.287	1.394	>3.076
Statica \ Uniforme -Y, Torsione Antioraria	>2475	45	>5.202	>4.287	1.394	>3.076
Statica \ Uniforme +X, Torsione Oraria	>2475	45	>5.202	>4.287	1.394	>3.076
Statica \ Uniforme -X, Torsione Oraria	>2475	45	>5.202	>4.287	1.394	>3.076
Statica \ Uniforme +Y, Torsione Oraria	>2475	45	>5.202	>4.287	1.394	>3.076
Statica \ Uniforme -Y, Torsione Oraria	>2475	45	>5.202	>4.287	1.394	>3.076

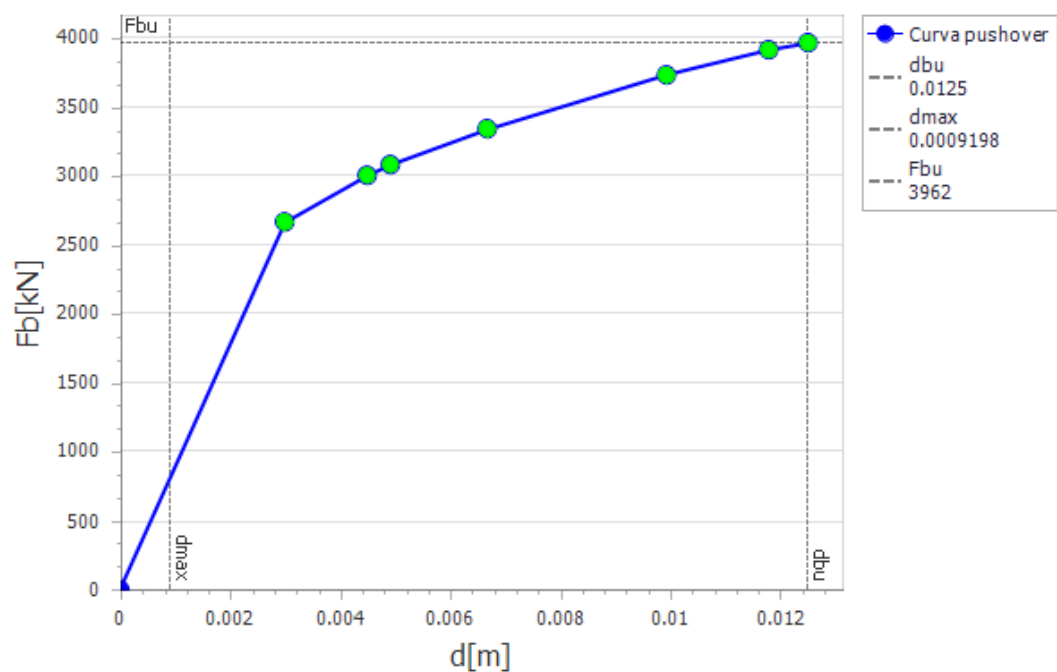
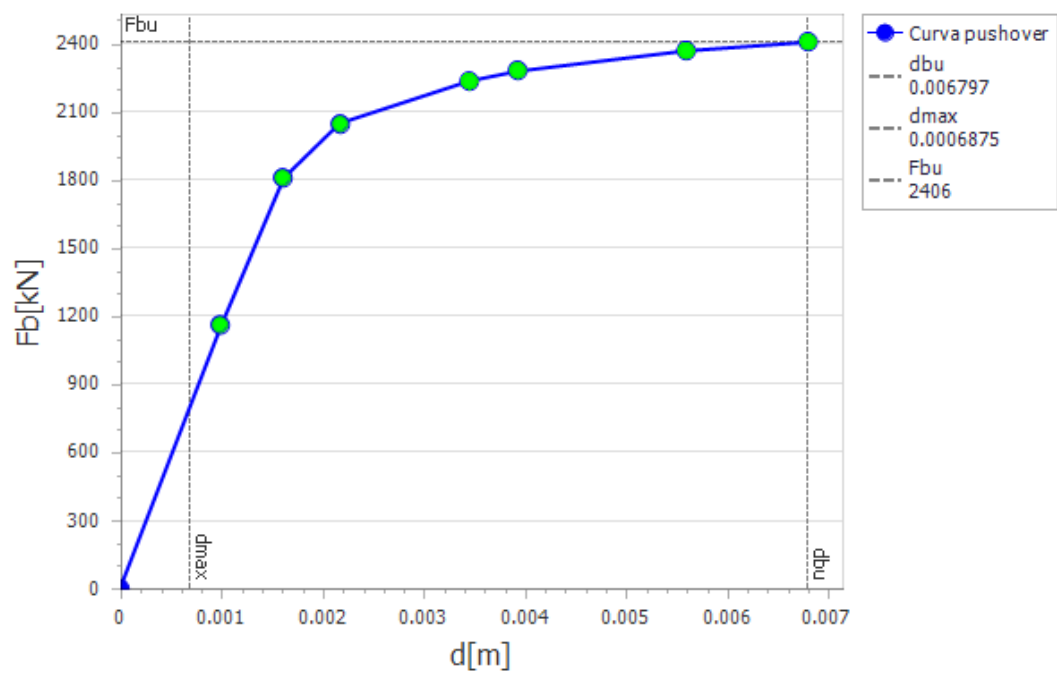
5.3.2 Curve pushover

1 - Statica \ Sisma +X, Torsione Antioraria

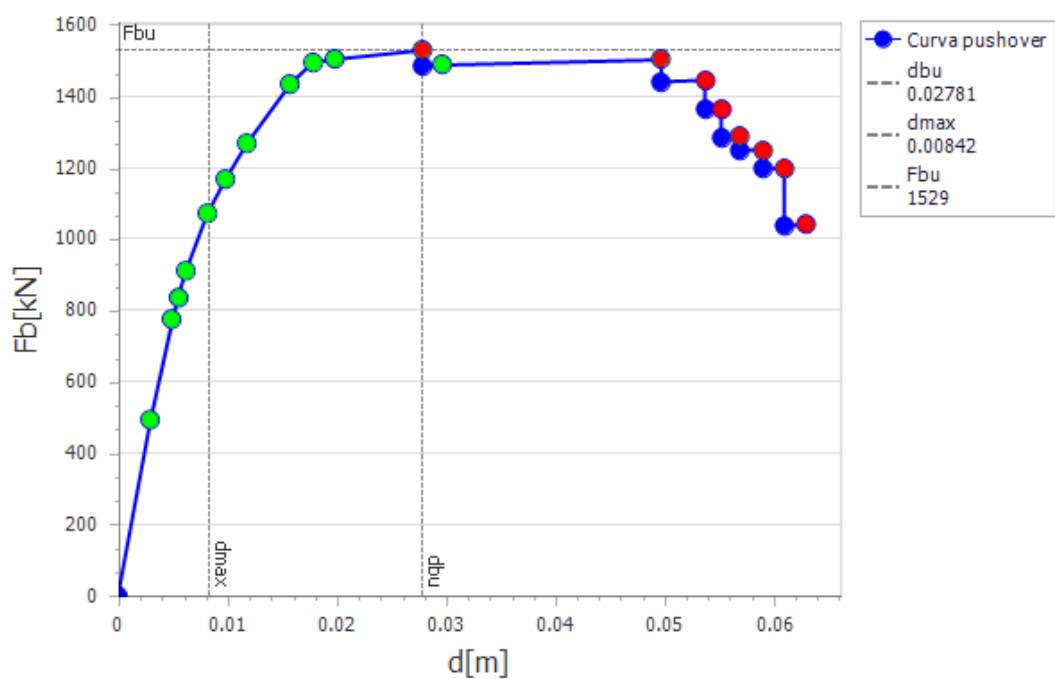


2 - Statica \ Sisma -X, Torsione Antioraria

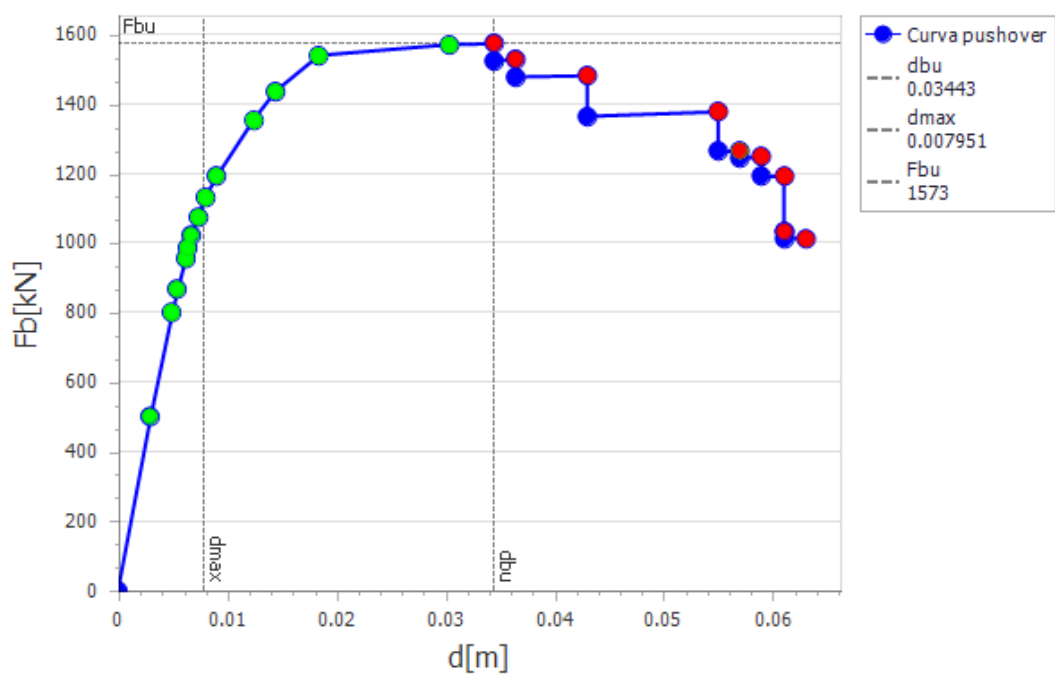


3 - Statica \ Sisma +Y, Torsione Antioraria**4 - Statica \ Sisma -Y, Torsione Antioraria**

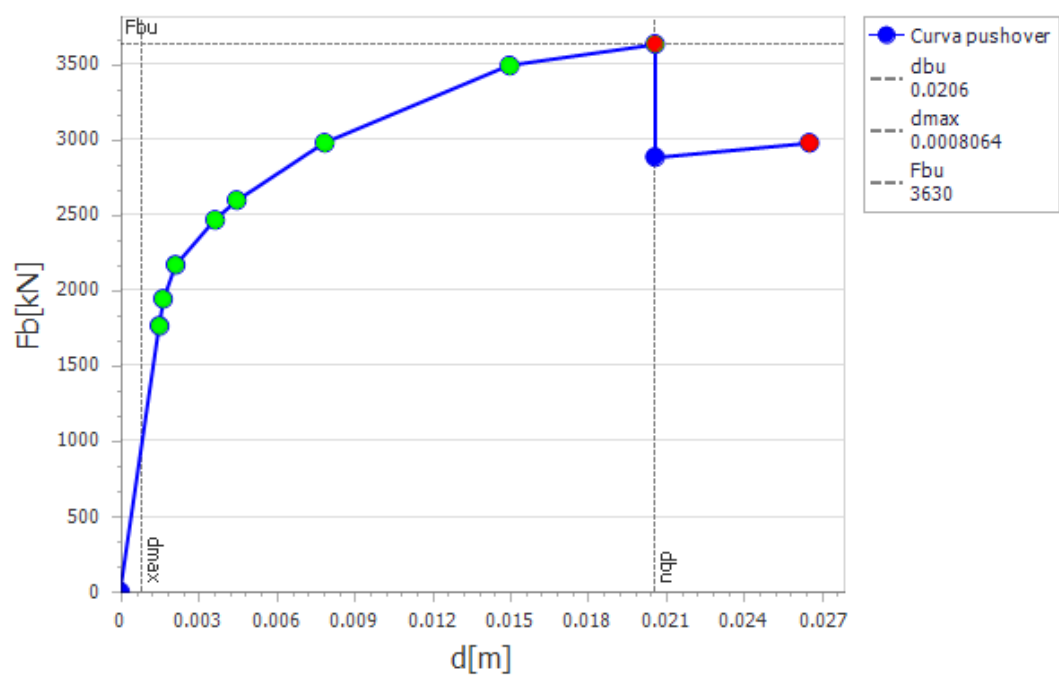
5 - Statica \ Sisma +X, Torsione Oraria



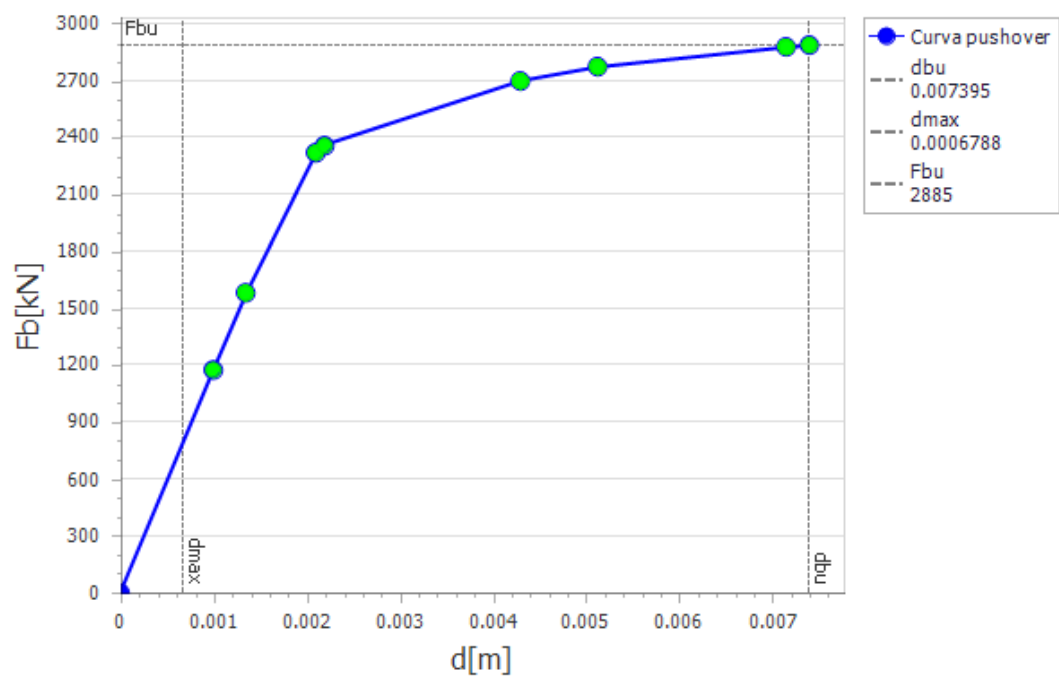
6 - Statica \ Sisma -X, Torsione Oraria



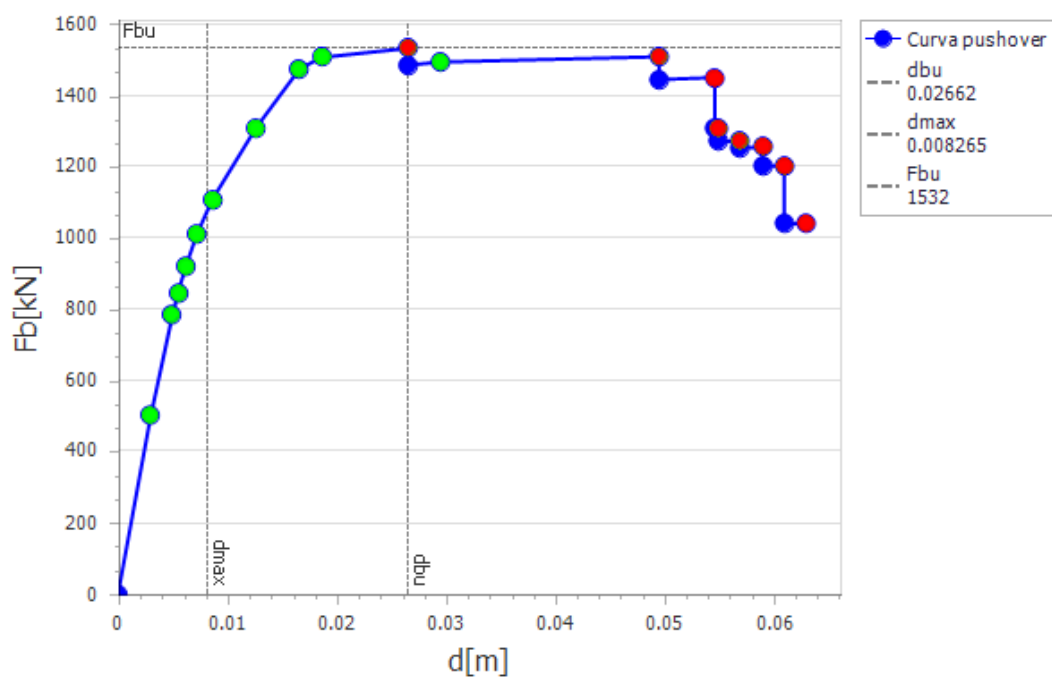
7 - Statica \ Sisma +Y, Torsione Oraria



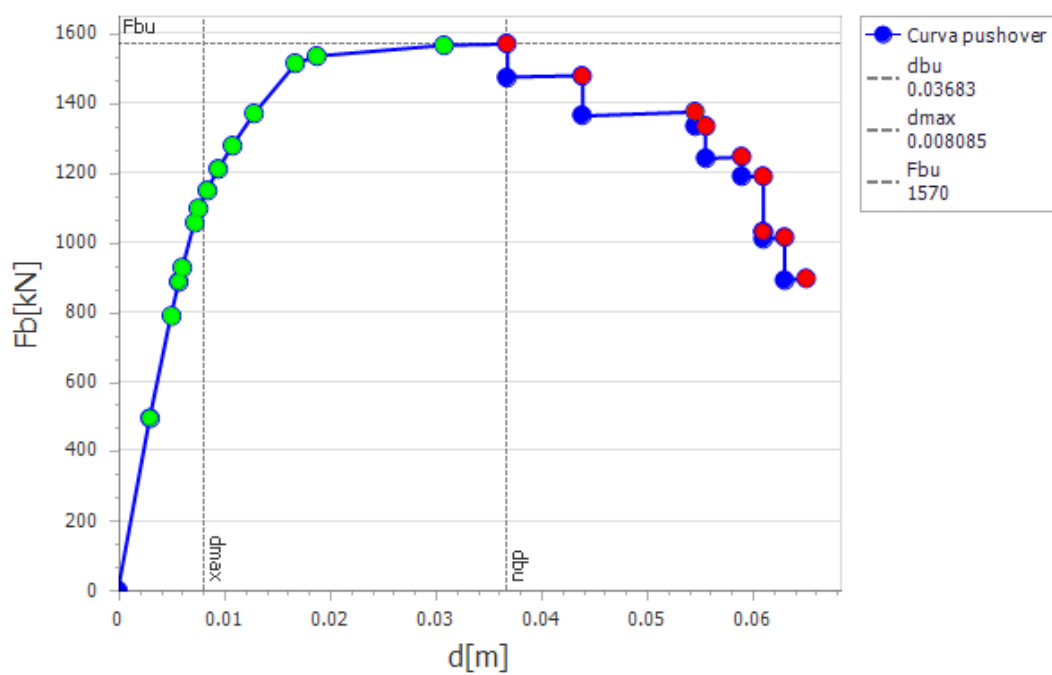
8 - Statica \ Sisma -Y, Torsione Oraria

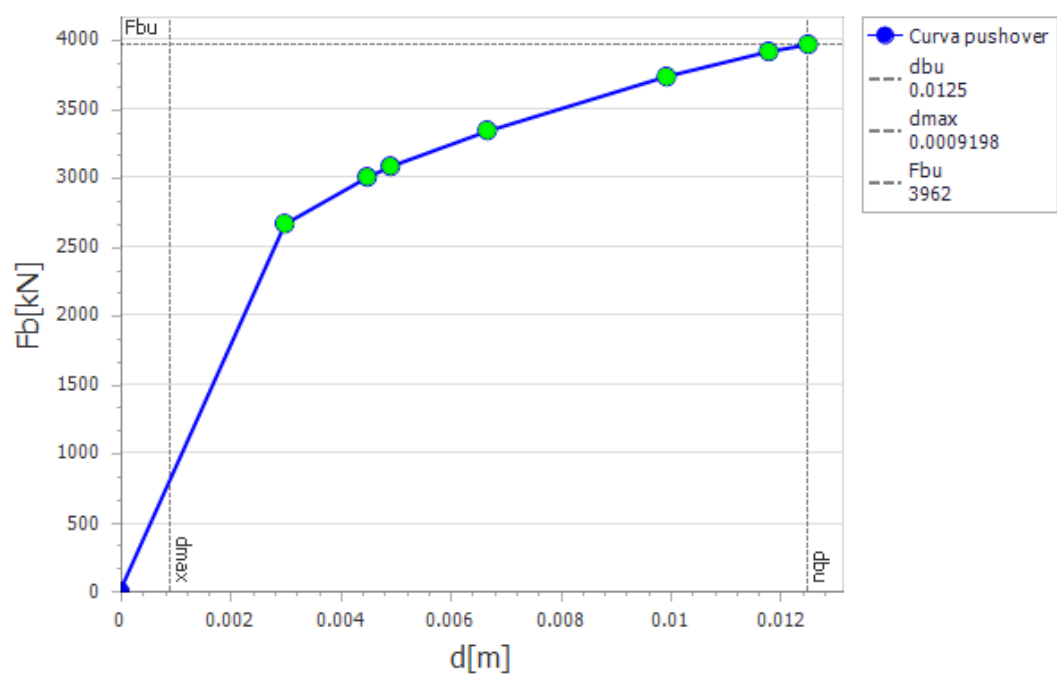
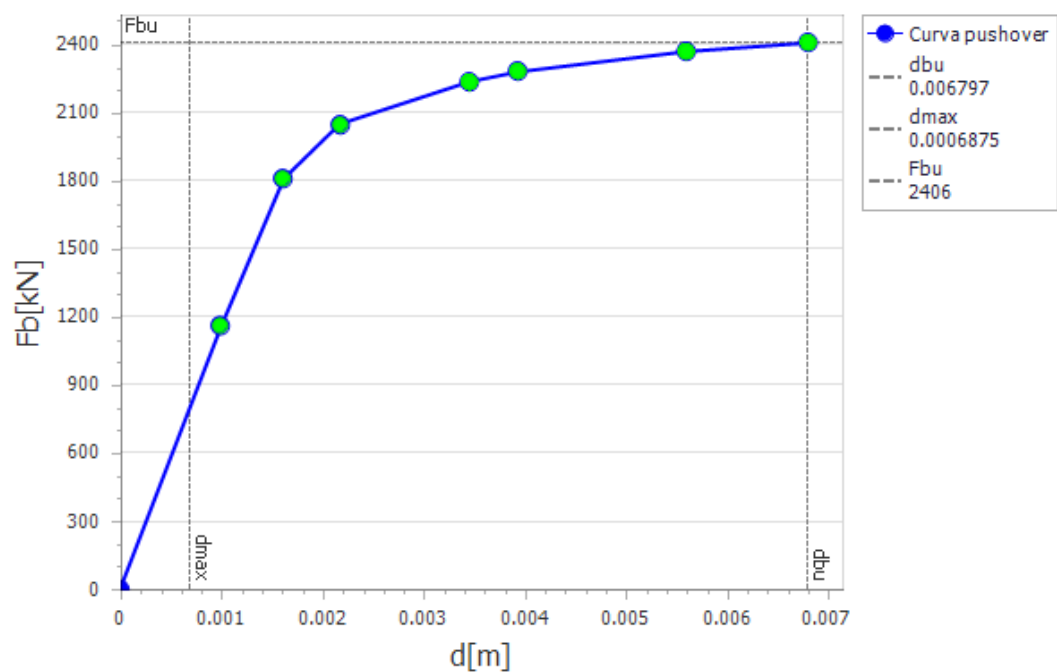


9 - Statica \ Uniforme +X, Torsione Antioraria

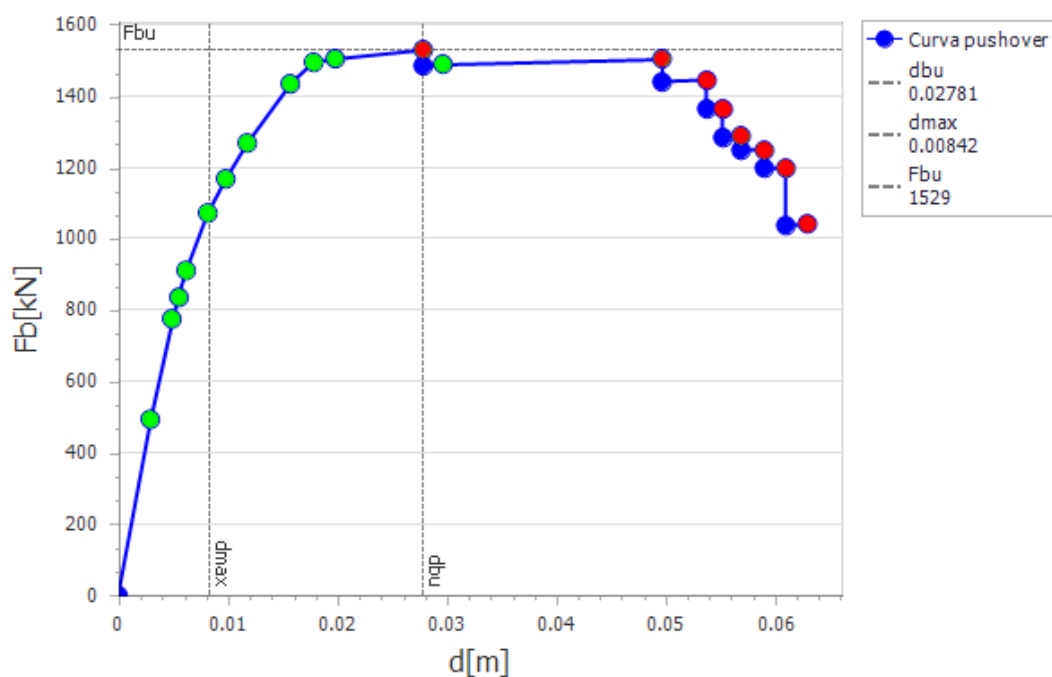


10 - Statica \ Uniforme -X, Torsione Antioraria

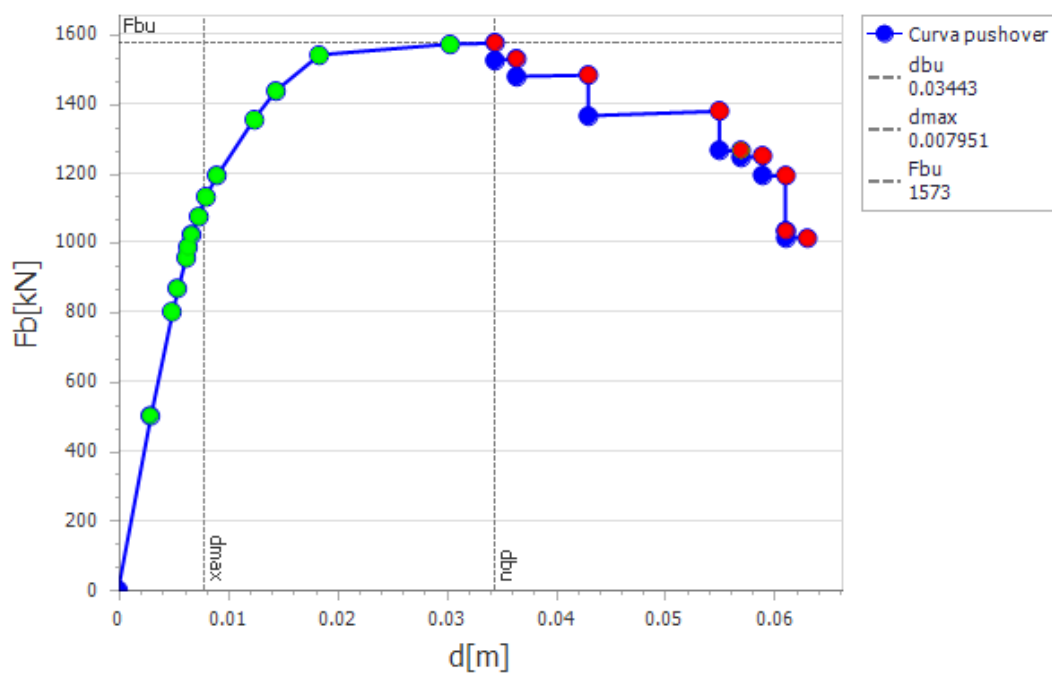


11 - Statica \ Uniforme +Y, Torsione Antioraria**12 - Statica \ Uniforme -Y, Torsione Antioraria**

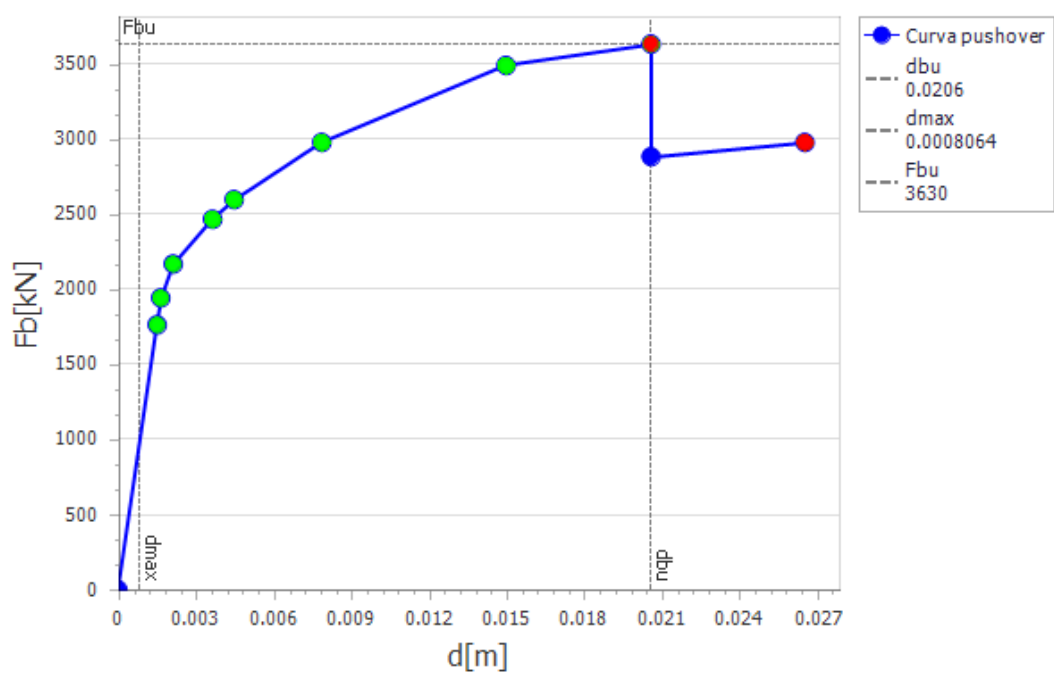
13 - Statica \ Uniforme +X, Torsione Oraria



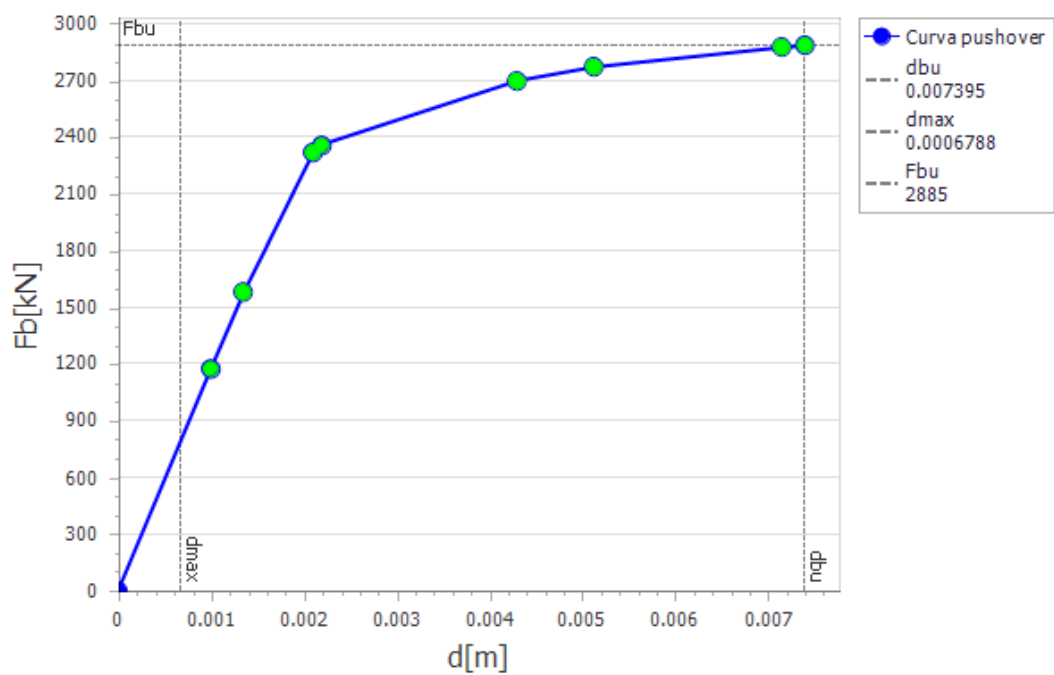
14 - Statica \ Uniforme -X, Torsione Oraria

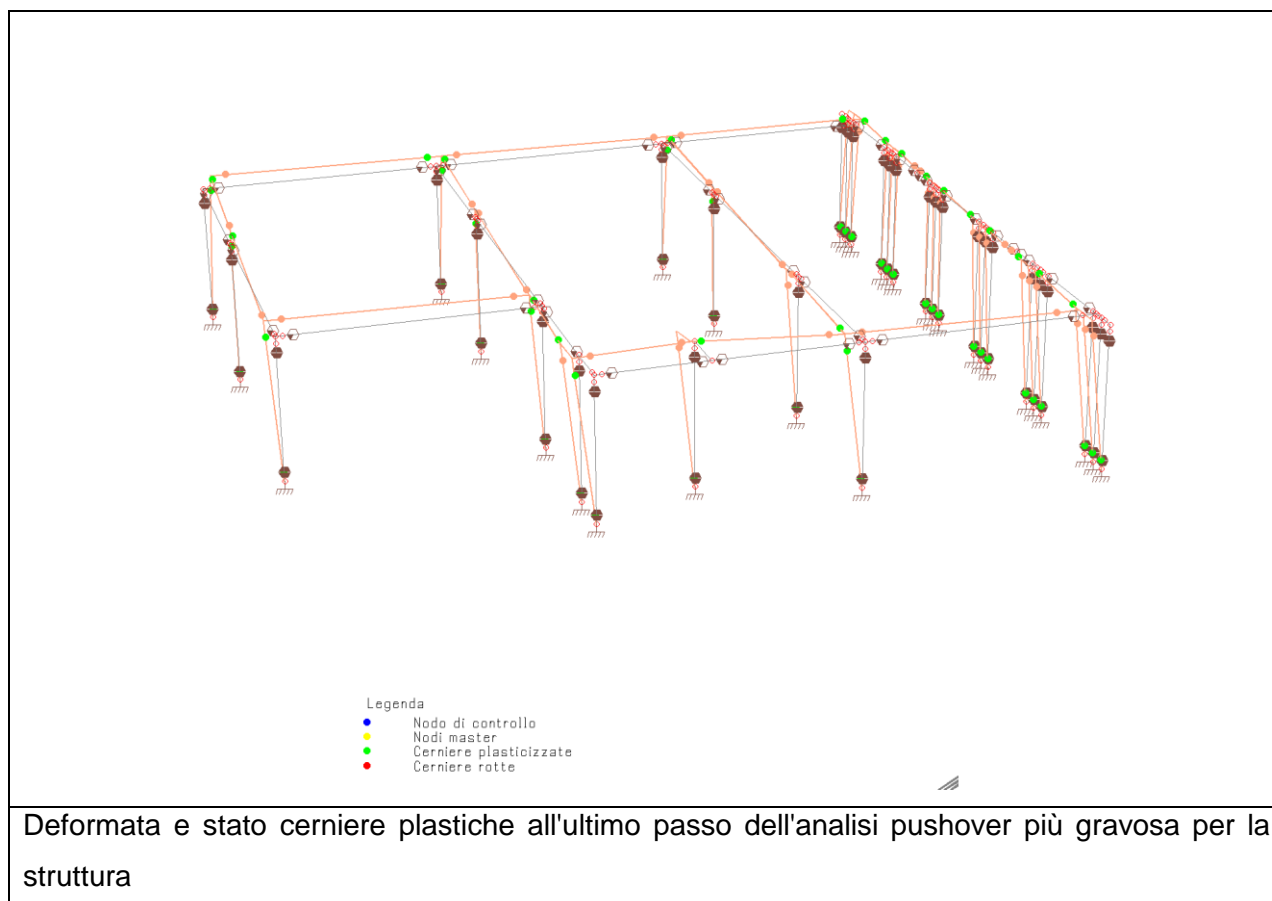


15 - Statica \ Uniforme +Y, Torsione Oraria



16 - Statica \ Uniforme -Y, Torsione Oraria





5.4 INDICATORI DI RISCHIO SISMICO - MASTER-ESIST

Capacità in termini di accelerazione al suolo e periodo di ritorno

	Collasso fragile	Collasso di un nodo	Collasso duttile	Deformazioni
CCNL	1	1	1	--
Passo	26	26	13	--
PGA,CLU	4.287	4.287	4.287	--
PGA,CLD	--	--	--	4.287
PGA,CLO	--	--	--	4.287
Tr,CLU	2475	2475	2475	--
Tr,CLD	--	--	--	2475
Tr,CLO	--	--	--	2475

Valori di riferimento dell'azione sismica

Stato limite	PGA,D	Tr,D
Stato limite ultimo (SLU)	3.637	712
Stato limite di danno (SLD)	1.752	75
Stato limite di operatività (SLO)	1.394	45

Indicatori di rischio

Stato limite	Rapporto fra PGA	Rapporto fra Tr ^a
Stato limite ultimo (α_u)	1.179	1.670
Stato limite di danno (α_{ed})	2.448	4.216
Stato limite di operatività (α_{eo})	3.076	5.202

VERIFICA PER MECCANISMI POTENZIALMENTE DUTTILI

CCNL	Passo	Verifica	Note	IR
1	13	Ok		0.621
2	31	Ok		0.963
3	8	Ok		0.339
4	8	Ok		0.219
5	14	Ok		0.614
6	21	Ok		0.972
7	11	Ok		0.945
8	9	Ok		0.203
9	13	Ok		0.621
10	31	Ok		0.963
11	8	Ok		0.339
12	8	Ok		0.219
13	14	Ok		0.614
14	21	Ok		0.972
15	11	Ok		0.945
16	9	Ok		0.203

VERIFICA PER MECCANISMI POTENZIALMENTE FRAGILI (TAGLIO)

CCNL	Passo	Verifica	Note	IR
1	26	Ok		0.286
2	31	Ok		0.284
3	8	Ok		0.433
4	8	Ok		0.402
5	27	Ok		0.286
6	31	Ok		0.283
7	11	Ok		0.413
8	9	Ok		0.405
9	26	Ok		0.286
10	31	Ok		0.284
11	8	Ok		0.433
12	8	Ok		0.402
13	27	Ok		0.286
14	31	Ok		0.283
15	11	Ok		0.413
16	9	Ok		0.405

Tab. 1 - sintesi verifiche sui meccanismi duttili e fragili con indici di resistenza

6 ALLEGATO C - ANALISI FEM - PUSHOVER SPOGLIATOI CON TAMPONAMENTI

6.1 TABULATI

STAMPA DEI DATI DI PROGETTO

INTESTAZIONE E DATI CARATTERISTICI DELLA STRUTTURA

Nome dell'archivio di lavoro	MONTESSORI - PORRETTA TERME - BOLOGNA_0020
Intestazione del lavoro	MONTESSORI - PORRETTA TERME - BOLOGNA
Tipo di struttura	Nello Spazio
Tipo di analisi	Pushover
Tipo di soluzione	Non lineare a controllo di spostamento con nodo di controllo
Unita' di misura delle forze	kN
Unita' di misura delle lunghezze	m
Normativa	NTC-2018

NORMATIVA

Vita nominale costruzione	50 anni
Classe d'uso costruzione	III
Vita di riferimento	75 anni
Luogo	Porretta Terme - Via della Repubblica 3
Longitudine (WGS84)	10.9697
Latitudine (WGS84)	44.1572
Categoria del suolo	E
Fattore topografico	1.2

PARAMETRI SISMICI

	TR	ag/g	FO	TC*	CC	Ss	Pga (ag/g*S)
SLO	45	0.074	2.45	0.26	1.98	1.60	0.142
SLD	75	0.093	2.43	0.27	1.94	1.60	0.179
SLV	712	0.217	2.41	0.29	1.88	1.42	0.371
SLC	1462	0.272	2.43	0.31	1.84	1.27	0.415

TR utilizzato nel progetto 712 anni

DATI SPETTRO

Eccentricita' accidentale	5%
Periodo proprio T1 in direzione X	0.299
Periodo proprio T1 in direzione Y	0.334
λ	1
Coefficiente di smorzamento	5%
Sd (T1) in direzione X	0.895 g
Sd (T1) in direzione Y	0.895 g
Coeff.globale accelerazione sismica direz.X	0.895
Coeff.globale accelerazione sismica direz.Y	0.895
Probabilita' di superamento del periodo di riferimento (spettro SLD)	63
Probabilita' di superamento del periodo di riferimento (spettro SLO)	81

RIEPILOGO DELLE SEZIONI UTILIZZATE NEL MODELLO STRUTTURALE

SEZIONI RETTANGOLARI

Codice	Base	H
1	0.300	0.300
4	0.800	0.230
5	0.600	0.230
9	0.600	0.380
13	0.450	0.300
14	0.300	0.500
15	0.300	0.500
16	0.300	1.900
17	0.200	0.640
18	0.200	0.510
19	0.200	0.385
20	0.200	0.550
21	0.200	0.420

SEZIONI A T

Codice	B	H	h	b
7	2.000	0.285	0.035	0.240
8	2.430	0.285	0.035	0.240

SEZIONE CCR

Codice	Altezza	Base	Sp. anima	Sp. Ala
6	1.900	1.200	0.070	0.093

SEZIONI A L

Codice	Altezza	Base	Sp. anima	Sp. Ala	Posizione
2	1.810	0.600	0.150	0.300	1
3	1.810	0.600	0.150	0.300	4
10	0.380	0.450	0.150	0.230	3
11	0.800	0.600	0.150	0.380	1
12	0.800	0.600	0.150	0.380	4

CARICHI PER ELEMENTI TRAVE, TRAVE DI FONDAZIONE E RETICOLARE

Carico distribuito con riferimento globale X

Descrizione	Cod.	Cond. carico	Tipo Azione/categoria	Val. iniz.	Dist. iniz. nodo I	Val. finale	Dist.fin. nodo I	Aliq.inerz.	Aliq.inerz. SLD
Vento X	10	Condizione 3	Variabile: Vento	0.510000	0.000	0.510000	0.000	0.0000	0.0000
Vento -X	12	Condizione 5	Variabile: Vento	- 0.510000	0.000	- 0.510000	0.000	0.0000	0.0000

Carico distribuito con riferimento globale Y

Descrizione	Cod.	Cond. carico	Tipo Azione/categoria	Val. iniz.	Dist. iniz. nodo I	Val. finale	Dist.fin. nodo I	Aliq.inerz.	Aliq.inerz. SLD
Vento Y	11	Condizione 4	Variabile: Vento	0.510000	0.000	0.510000	0.000	0.0000	0.0000
Vento -Y	13	Condizione 6	Variabile: Vento	- 0.510000	0.000	- 0.510000	0.000	0.0000	0.0000

Carico distribuito con riferimento globale Z

Descrizione	Cod.	Cond. carico	Tipo Azione/categoria	Val. iniz.	Dist. iniz. nodo I	Val. finale	Dist.fin. nodo I	Aliq.inerz.	Aliq.inerz. SLD
Neve copertura	1	Condizione 1	Variabile: Neve	- 1.630000	0.000	- 1.630000	0.000	0.0000	0.0000

Carico distribuito con riferimento globale Z, agente sulla lunghezza reale

Descrizione	Cod.	Cond. carico	Tipo Azione/categoria	Val. iniz.	Dist.iniz. nodo I	Val. finale	Dist.fin. nodo I	Aliq.inerz.	Aliq.inerz. SLD
Permanente portato copertura palestra	5	Condizione 2	Permanente: Permanente portato	- 0.250000	0.000	- 0.250000	0.000	1.0000	1.0000
Permanente portato copertura spogliatoio	6	Condizione 2	Permanente: Permanente portato	- 1.000000	0.000	- 1.000000	0.000	1.0000	1.0000
Peso proprio solaio h = 20+3 cm	7	Condizione peso proprio	Permanente: Peso Proprio	- 2.700000	0.000	- 2.700000	0.000	1.0000	1.0000
Tamponamenti	8	Condizione 2	Permanente: Permanente portato	- 3.960000	0.000	- 3.960000	0.000	1.0000	1.0000

LISTA MATERIALI UTILIZZATI

Codice	Descrizione	Mod. elast.	Coef. Poisson	Peso unit.	Dil. term.	Aliq. inerz.	Rigid. taglio	Rigid. fless.
1	Calcestruzzo C20/25 (Rck 250)	+3.00e+007	0.120	24.52500	+1.00e-005	1.000	+1.00e+000	+1.00e+000
2	Calcestruzzo C20/25 tegoli copertu	+3.00e+007	0.120	17.65800	+1.00e-005	1.000	+1.00e+000	+1.00e+000
3	Calcestruzzo C20/25 tegoli lucernai	+3.00e+007	0.120	8.12270	+1.00e-005	1.000	+1.00e+000	+1.00e+000
4	Calcestruzzo C25/30 (Rck 300)	+3.15e+007	0.120	24.52500	+1.00e-005	1.000	+1.00e+000	+1.00e+000
5	Muratura	+1.47e+06	0.250	0.00000	+0.00e+00	1.000	+1.00e+00	+1.00e+00

GRUPPI DELLA STRUTTURA**ELEMENTO FINITO: TRAVE**

Numero gruppo	Descrizione gruppo	
1	Travi corpo accessorio	
2	Cordolo	
3	Pilastri	
4	Pilastri aggiuntivi	
5	Bielle tamponamenti	

ELEMENTO FINITO: VINCOLO

Numero gruppo	Descrizione gruppo	
1	Vincoli	

COMBINAZIONI DI CARICO**NORMATIVA: NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI 2018 ITALIA - PROPORZIONALE ALLE FORZE STATICHE E MASSE****COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO**

Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
1	Statica	Azione sismica:	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 2	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 1	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 3	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 4	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 5	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 6	0.000
2	Sisma +X, Torsione Antioraria	Azione sismica: SISMA +X	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 2	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 1	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 3	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 4	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 5	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 6	0.000
3	Sisma -X, Torsione Antioraria	Azione sismica: SISMA -X	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 2	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 1	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 3	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 4	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 5	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 6	0.000
4	Sisma +Y, Torsione Antioraria	Azione sismica: SISMA +Y	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 2	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 1	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 3	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 4	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 5	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 6	0.000
5	Sisma -Y, Torsione Antioraria	Azione sismica: SISMA -Y	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 2	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 1	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 3	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 4	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 5	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 6	0.000

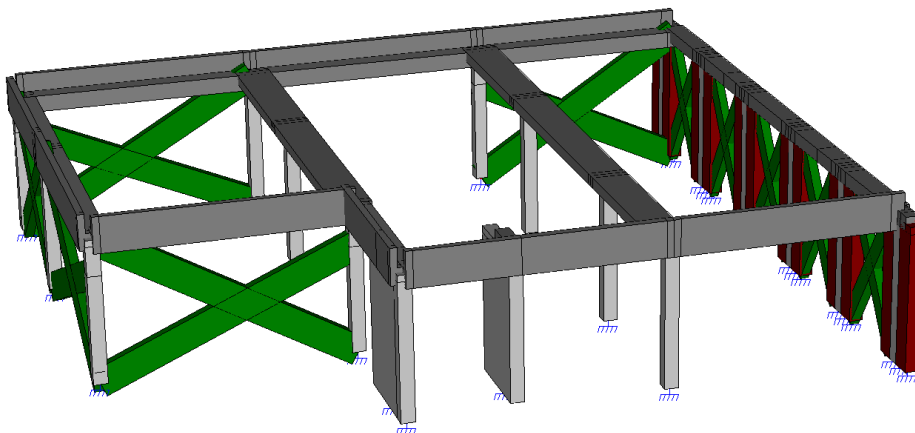
Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
6	Sisma +X, Torsione Azione sismica: SISMA +X Oraria		Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 2	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 1	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 3	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 4	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 5	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 6	0.000
7	Sisma -X, Torsione Azione sismica: SISMA -X Oraria		Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 2	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 1	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 3	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 4	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 5	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 6	0.000
8	Sisma +Y, Torsione Azione sismica: SISMA +Y Oraria		Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 2	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 1	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 3	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 4	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 5	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 6	0.000
9	Sisma -Y, Torsione Azione sismica: SISMA -Y Oraria		Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 2	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 1	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 3	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 4	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 5	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 6	0.000
10	Uniforme +X, Torsione Azione sismica: Antioraria		Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 2	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 1	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 3	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 4	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 5	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 6	0.000
11	Uniforme -X, Torsione Azione sismica: Antioraria		Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 2	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 1	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 3	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 4	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 5	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 6	0.000
12	Uniforme +Y, Torsione Azione sismica:		Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000

Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
	Antioraria		Permanente: Permanente portato	Condizione 2	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 1	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 3	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 4	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 5	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 6	0.000
13	Uniforme -Y, Torsione Azione sismica: Antioraria		Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 2	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 1	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 3	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 4	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 5	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 6	0.000
14	Uniforme +X, Torsione Azione sismica: Oraria		Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 2	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 1	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 3	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 4	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 5	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 6	0.000
15	Uniforme -X, Torsione Azione sismica: Oraria		Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 2	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 1	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 3	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 4	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 5	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 6	0.000
16	Uniforme +Y, Torsione Azione sismica: Oraria		Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 2	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 1	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 3	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 4	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 5	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 6	0.000
17	Uniforme -Y, Torsione Azione sismica: Oraria		Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 2	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 1	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 3	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 4	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 5	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 6	0.000

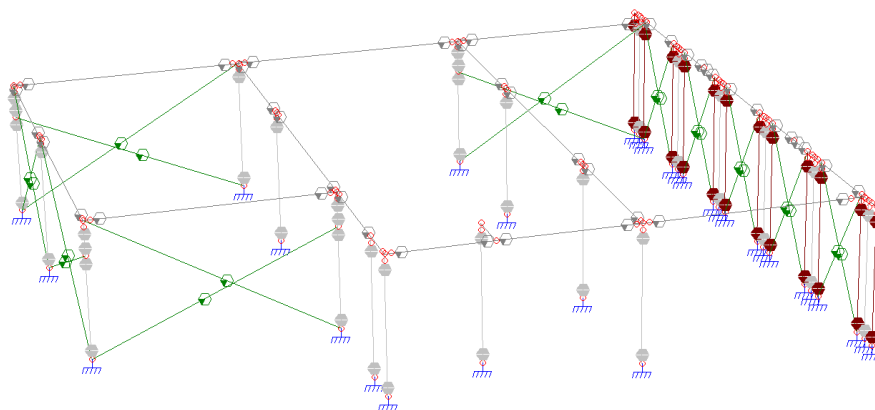
COMBINAZIONI DI CARICO PER L'ANALISI NON LINEARE

Nome	Combinazione iniziale	Combinazione incrementale	Nc	gdl	Spost. max	Spost. al passo	Iter. al passo
Statica \ Sisma +X, Torsione Antioraria	Statica	Sisma +X, Torsione Antioraria	2123	Ux	0.500000	0.000000	1000
Statica \ Sisma -X, Torsione Antioraria	Statica	Sisma -X, Torsione Antioraria	2123	Ux	0.500000	0.000000	1000
Statica \ Sisma +Y, Torsione Antioraria	Statica	Sisma +Y, Torsione Antioraria	2123	Uy	0.500000	0.000000	1000
Statica \ Sisma -Y, Torsione Antioraria	Statica	Sisma -Y, Torsione Antioraria	2123	Uy	0.500000	0.000000	1000
Statica \ Sisma +X, Torsione Oraria	Statica	Sisma +X, Torsione Oraria	2123	Ux	0.500000	0.000000	1000
Statica \ Sisma -X, Torsione Oraria	Statica	Sisma -X, Torsione Oraria	2123	Ux	0.500000	0.000000	1000
Statica \ Sisma +Y, Torsione Oraria	Statica	Sisma +Y, Torsione Oraria	2123	Uy	0.500000	0.000000	1000
Statica \ Sisma -Y, Torsione Oraria	Statica	Sisma -Y, Torsione Oraria	2123	Uy	0.500000	0.000000	1000
Statica \ Uniforme +X, Torsione Antioraria	Statica	Uniforme +X, Torsione Antioraria	2123	Ux	0.500000	0.000000	1000
Statica \ Uniforme -X, Torsione Antioraria	Statica	Uniforme -X, Torsione Antioraria	2123	Ux	0.500000	0.000000	1000
Statica \ Uniforme +Y, Torsione Antioraria	Statica	Uniforme +Y, Torsione Antioraria	2123	Uy	0.500000	0.000000	1000
Statica \ Uniforme -Y, Torsione Antioraria	Statica	Uniforme -Y, Torsione Antioraria	2123	Uy	0.500000	0.000000	1000
Statica \ Uniforme +X, Torsione Oraria	Statica	Uniforme +X, Torsione Oraria	2123	Ux	0.500000	0.000000	1000
Statica \ Uniforme -X, Torsione Oraria	Statica	Uniforme -X, Torsione Oraria	2123	Ux	0.500000	0.000000	1000
Statica \ Uniforme +Y, Torsione Oraria	Statica	Uniforme +Y, Torsione Oraria	2123	Uy	0.500000	0.000000	1000
Statica \ Uniforme -Y, Torsione Oraria	Statica	Uniforme -Y, Torsione Oraria	2123	Uy	0.500000	0.000000	1000

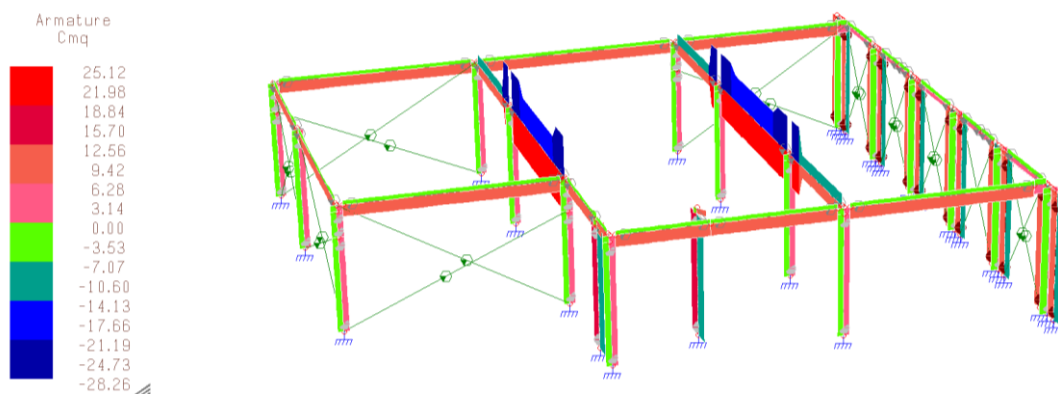
6.2 IMMAGINI MODELLAZIONE FEM



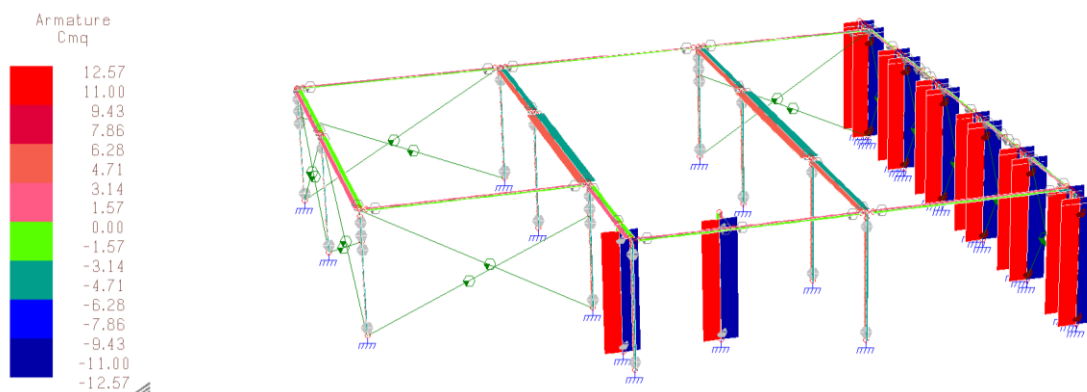
Vista 3D del modello strutturale - analisi globale sismica



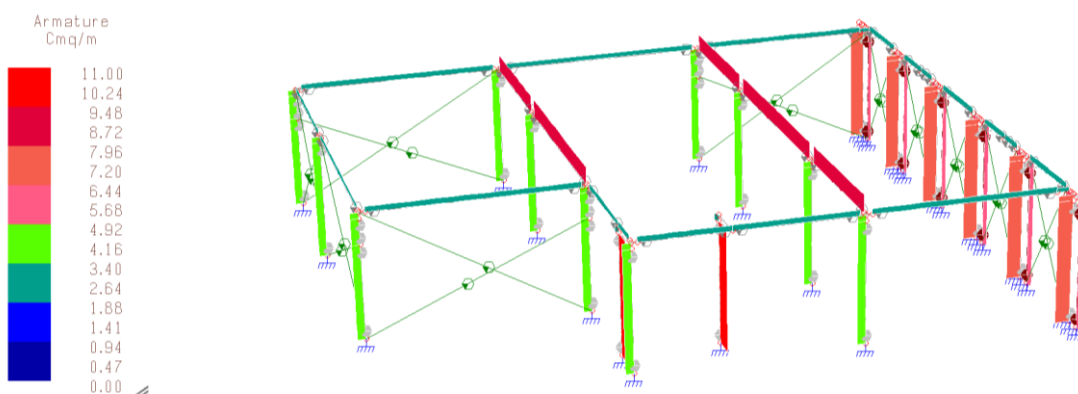
Vista unifilare del modello 3D - con le cerniere plastiche (NMz e NMy per setti e pilastri; Mz e My per le travi)



Armatura superiore/inferiore presente negli elementi strutturali (da disegni originali e da prove)



Armatura anteriore/posteriore presente negli elementi strutturali (da disegni originali e da prove)



Armatura trasversale presente negli elementi strutturali (da disegni originali e da prove)

6.3 RISULTATO ANALISI STATICHE NON LINEARI (PUSHOVER)

6.3.1 Riepilogo risultati analisi pushover

N.	Nome	Carico Sismico	Dir.	d*Max(SL U)	du*	d*Max(SL D)	dd*	d*Max(S LO)	do*	q*	α_u/α_l
1	Statica \ Sisma +X, Torsione Antioraria	Gruppo 1 - a	+X	0.00576	0.01662	0.00288	0.01601	0.00234	0.01068	0.551	1.5
5	Statica \ Sisma +X, Torsione Oraria	Gruppo 1 - a	+X	0.00573	0.01624	0.00286	0.01601	0.00233	0.01068	0.557	1.5
9	Statica \ Uniforme +X, Torsione Antioraria	Gruppo 2 - a	+X	0.00576	0.01662	0.00288	0.01601	0.00234	0.01068	0.551	1.5
13	Statica \ Uniforme +X, Torsione Oraria	Gruppo 2 - a	+X	0.00573	0.01624	0.00286	0.01601	0.00233	0.01068	0.557	1.5
2	Statica \ Sisma -X, Torsione Antioraria	Gruppo 1 - a	-X	0.00614	0.02500	0.00307	0.01600	0.00249	0.01067	0.432	1.5
6	Statica \ Sisma -X, Torsione Oraria	Gruppo 1 - a	-X	0.00709	0.05191	0.00348	0.01600	0.00279	0.01067	0.387	1.5
10	Statica \ Uniforme -X, Torsione Antioraria	Gruppo 2 - a	-X	0.00614	0.02500	0.00307	0.01600	0.00249	0.01067	0.432	1.5
14	Statica \ Uniforme -X, Torsione Oraria	Gruppo 2 - a	-X	0.00709	0.05191	0.00348	0.01600	0.00279	0.01067	0.387	1.5
3	Statica \ Sisma +Y, Torsione Antioraria	Gruppo 1 - a	+Y	0.00118	0.02161	0.00058	0.01601	0.00047	0.0106 ₈	0.160	1.5
7	Statica \ Sisma +Y, Torsione Oraria	Gruppo 1 - a	+Y	0.00132	0.01669	0.00065	0.01601	0.00053	0.0106 ₈	0.175	1.5
11	Statica \ Uniforme +Y, Torsione Antioraria	Gruppo 2 - a	+Y	0.00118	0.02161	0.00058	0.01601	0.00047	0.0106 ₈	0.160	1.5
15	Statica \ Uniforme +Y, Torsione Oraria	Gruppo 2 - a	+Y	0.00132	0.01669	0.00065	0.01601	0.00053	0.0106 ₈	0.175	1.5
4	Statica \ Sisma -Y, Torsione Antioraria	Gruppo 1 - a	-Y	0.00079	0.00738	0.00039	0.00738	0.00031	0.0073 ₈	0.255	1.5
8	Statica \ Sisma -Y, Torsione Oraria	Gruppo 1 - a	-Y	0.00066	0.00809	0.00033	0.00809	0.00026	0.0080 ₉	0.222	1.5
12	Statica \ Uniforme -Y, Torsione Antioraria	Gruppo 2 - a	-Y	0.00079	0.00738	0.00039	0.00738	0.00031	0.0073 ₈	0.255	1.5
16	Statica \ Uniforme -Y, Torsione Oraria	Gruppo 2 - a	-Y	0.00066	0.00809	0.00033	0.00809	0.00026	0.0080 ₉	0.222	1.5

LEGENDA

N.	Numero progressivo identificativo delle CCNL
Nome	Nome della CCNL
Carico sismico	Rappresenta, nel caso la combinazione incrementale sia di tipo sismico, il gruppo di appartenenza della distribuzione di forze applicata (NTC 2008 7.3.4.1)
Dir.	Direzione di applicazione delle forze sismiche
d*max(SLU)	Domanda di spostamento allo SLU
d*u	Capacità di spostamento allo SLU
d*max(SLD)	Domanda di spostamento allo SLD
d*d	Capacità di spostamento allo SLD
d*max(SLO)	Domanda di spostamento allo SLO
d*o	Capacità di spostamento allo SLO
q*	Rapporto fra la forza di risposta elastica e la forza di snervamento del sistema equivalente
au/al	Rapporto di sovrarresistenza, utile per la determinazione del fattore di struttura
dy*	Spostamento del nodo di controllo corrispondente a F_y^*
du*	Spostamento massimo del sistema equivalente
d*max	Domanda in spostamento allo SLU per il sistema anelastico
Fy*	Forza di plasticizzazione del sistema bilineare equivalente
dd*	Spostamento al limite di danno del sistema equivalente
d*max	Domanda in spostamento allo SLD
do*	Spostamento al limite di operatività del sistema equivalente
d*max	Domanda in spostamento allo SLO

INDICATORI DI RISCHIO**STATO LIMITE ULTIMO**

Combinazione	TR,C	TR,D	RCD	PGAC (m/s ²)	PGAD (m/s ²)	Alfa u
Statica \ Sisma +X, Torsione Antioraria	>2475	712	>1.670	>4.287	3.637	>1.179
Statica \ Sisma +X, Torsione Oraria	>2475	712	>1.670	>4.287	3.637	>1.179
Statica \ Uniforme +X, Torsione Antioraria	>2475	712	>1.670	>4.287	3.637	>1.179
Statica \ Uniforme +X, Torsione Oraria	>2475	712	>1.670	>4.287	3.637	>1.179
Statica \ Sisma -X, Torsione Antioraria	>2475	712	>1.670	>4.287	3.637	>1.179
Statica \ Sisma -X, Torsione Oraria	>2475	712	>1.670	>4.287	3.637	>1.179
Statica \ Uniforme -X, Torsione Antioraria	>2475	712	>1.670	>4.287	3.637	>1.179
Statica \ Uniforme -X, Torsione Oraria	>2475	712	>1.670	>4.287	3.637	>1.179
Statica \ Sisma +Y, Torsione Antioraria	>2475	712	>1.670	>4.287	3.637	>1.179
Statica \ Sisma +Y, Torsione Oraria	>2475	712	>1.670	>4.287	3.637	>1.179
Statica \ Uniforme +Y, Torsione Antioraria	>2475	712	>1.670	>4.287	3.637	>1.179
Statica \ Uniforme +Y, Torsione Oraria	>2475	712	>1.670	>4.287	3.637	>1.179
Statica \ Sisma -Y, Torsione Antioraria	>2475	712	>1.670	>4.287	3.637	>1.179
Statica \ Sisma -Y, Torsione Oraria	>2475	712	>1.670	>4.287	3.637	>1.179
Statica \ Uniforme -Y, Torsione Antioraria	>2475	712	>1.670	>4.287	3.637	>1.179
Statica \ Uniforme -Y, Torsione Oraria	>2475	712	>1.670	>4.287	3.637	>1.179

STATO LIMITE DI DANNO

Combinazione	TR,C	TR,D	RCD	PGAC (m/s ²)	PGAD (m/s ²)	Alfa e
Statica \ Sisma +X, Torsione Antioraria	>2475	75	>4.216	>4.287	1.752	>2.448
Statica \ Sisma +X, Torsione Oraria	>2475	75	>4.216	>4.287	1.752	>2.448
Statica \ Uniforme +X, Torsione Antioraria	>2475	75	>4.216	>4.287	1.752	>2.448
Statica \ Uniforme +X, Torsione Oraria	>2475	75	>4.216	>4.287	1.752	>2.448
Statica \ Sisma -X, Torsione Antioraria	>2475	75	>4.216	>4.287	1.752	>2.448
Statica \ Sisma -X, Torsione Oraria	>2475	75	>4.216	>4.287	1.752	>2.448
Statica \ Uniforme -X, Torsione Antioraria	>2475	75	>4.216	>4.287	1.752	>2.448
Statica \ Uniforme -X, Torsione Oraria	>2475	75	>4.216	>4.287	1.752	>2.448
Statica \ Sisma +Y, Torsione Antioraria	>2475	75	>4.216	>4.287	1.752	>2.448
Statica \ Sisma +Y, Torsione Oraria	>2475	75	>4.216	>4.287	1.752	>2.448
Statica \ Uniforme +Y, Torsione Antioraria	>2475	75	>4.216	>4.287	1.752	>2.448
Statica \ Uniforme +Y, Torsione Oraria	>2475	75	>4.216	>4.287	1.752	>2.448

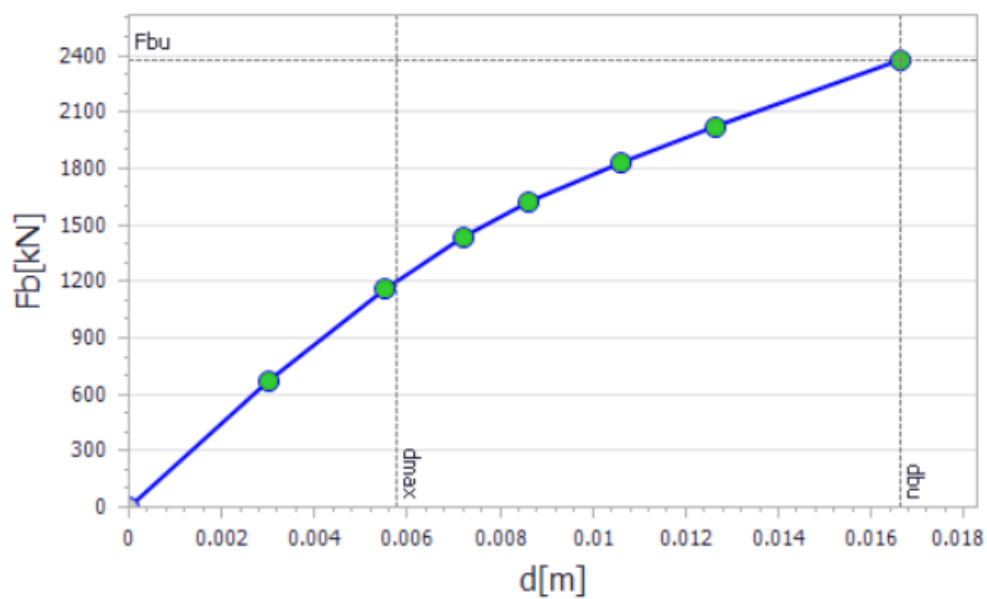
Statica \ Sisma -Y, Torsione Antioraria	>2475	75	>4.216	>4.287	1.752	>2.448
Statica \ Sisma -Y, Torsione Oraria	>2475	75	>4.216	>4.287	1.752	>2.448
Statica \ Uniforme -Y, Torsione Antioraria	>2475	75	>4.216	>4.287	1.752	>2.448
Statica \ Uniforme -Y, Torsione Oraria	>2475	75	>4.216	>4.287	1.752	>2.448

STATO LIMITE DI OPERATIVITA'

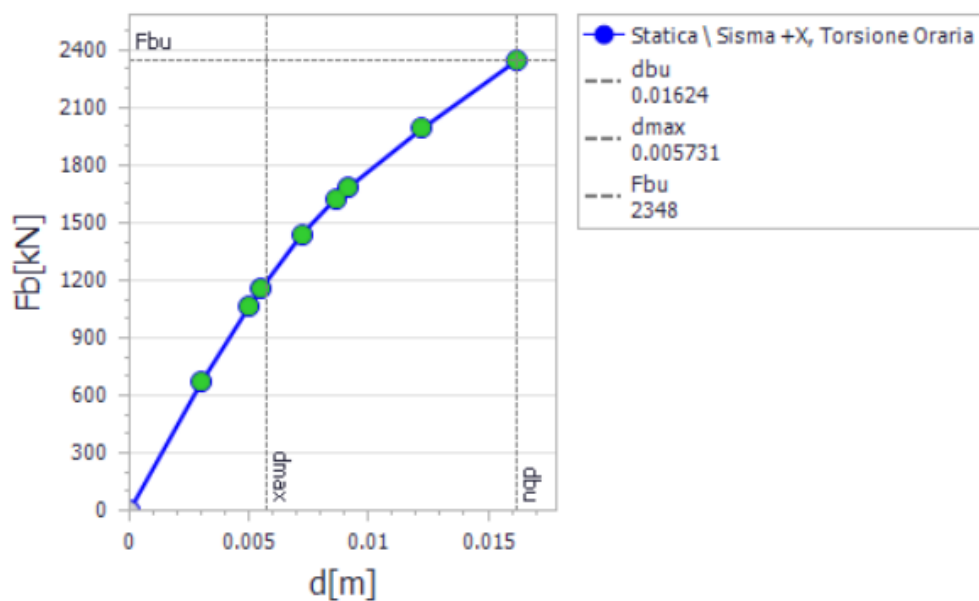
Combinazione	TR,C	TR,D	RCD	PGAC (m/s^2)	PGAD (m/s^2)	Alfa e
Statica \ Sisma +X, Torsione Antioraria	>2475	45	>5.202	>4.287	1.394	>3.076
Statica \ Sisma +X, Torsione Oraria	>2475	45	>5.202	>4.287	1.394	>3.076
Statica \ Uniforme +X, Torsione Antioraria	>2475	45	>5.202	>4.287	1.394	>3.076
Statica \ Uniforme +X, Torsione Oraria	>2475	45	>5.202	>4.287	1.394	>3.076
Statica \ Sisma -X, Torsione Antioraria	>2475	45	>5.202	>4.287	1.394	>3.076
Statica \ Sisma -X, Torsione Oraria	>2475	45	>5.202	>4.287	1.394	>3.076
Statica \ Uniforme -X, Torsione Antioraria	>2475	45	>5.202	>4.287	1.394	>3.076
Statica \ Uniforme -X, Torsione Oraria	>2475	45	>5.202	>4.287	1.394	>3.076
Statica \ Sisma +Y, Torsione Antioraria	>2475	45	>5.202	>4.287	1.394	>3.076
Statica \ Sisma +Y, Torsione Oraria	>2475	45	>5.202	>4.287	1.394	>3.076
Statica \ Uniforme +Y, Torsione Antioraria	>2475	45	>5.202	>4.287	1.394	>3.076
Statica \ Uniforme +Y, Torsione Oraria	>2475	45	>5.202	>4.287	1.394	>3.076
Statica \ Sisma -Y, Torsione Antioraria	>2475	45	>5.202	>4.287	1.394	>3.076
Statica \ Sisma -Y, Torsione Oraria	>2475	45	>5.202	>4.287	1.394	>3.076
Statica \ Uniforme -Y, Torsione Antioraria	>2475	45	>5.202	>4.287	1.394	>3.076
Statica \ Uniforme -Y, Torsione Oraria	>2475	45	>5.202	>4.287	1.394	>3.076

6.3.2 Curve pushover

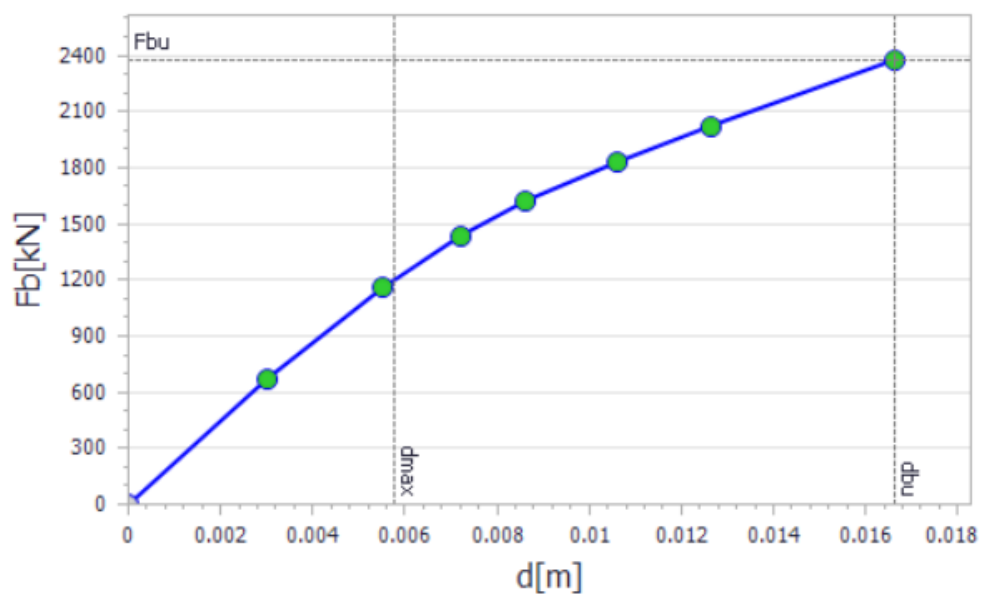
1 Statica \ Sisma +X, Torsione Antioraria



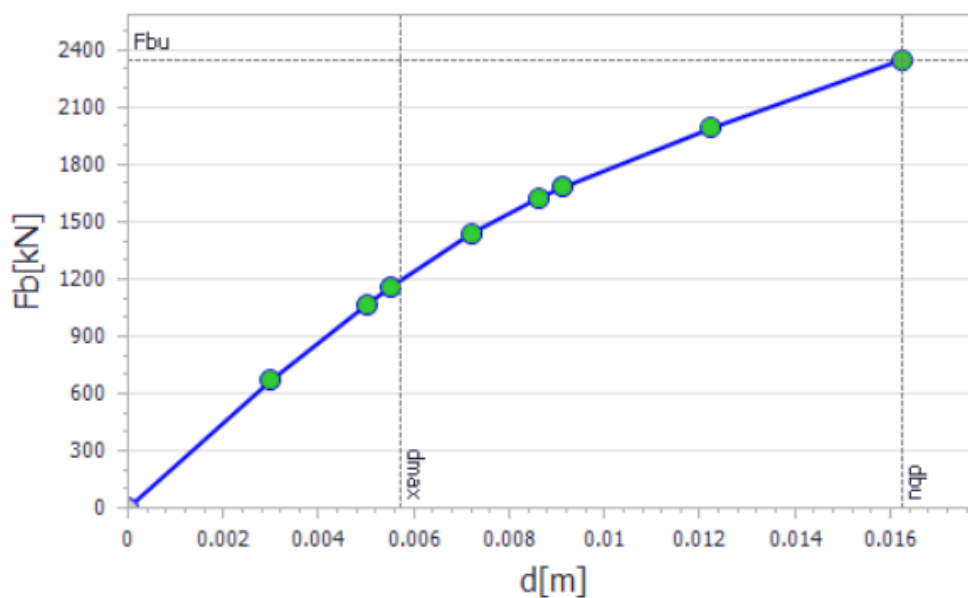
5 Statica \ Sisma +X, Torsione Oraria



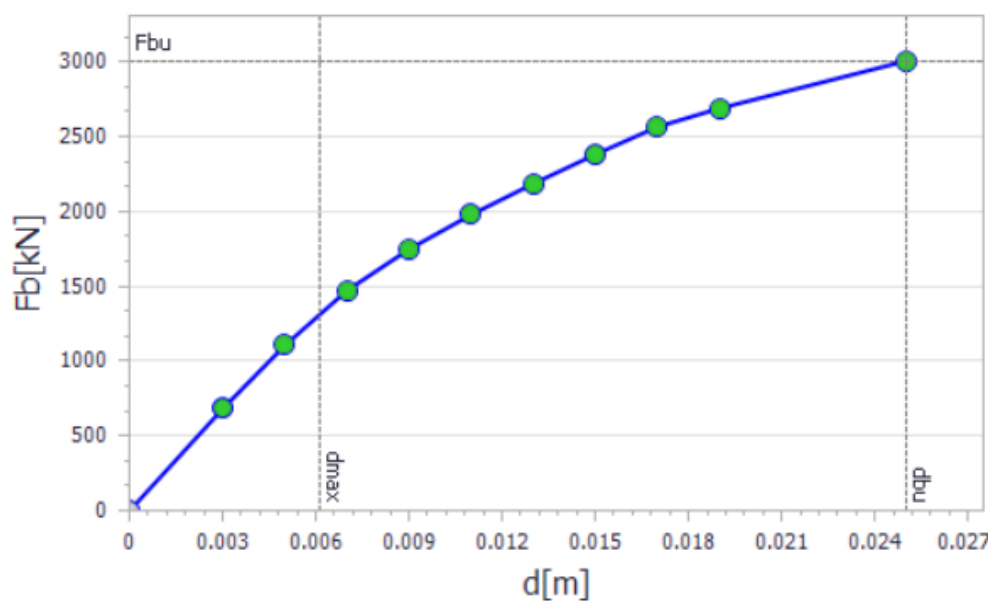
9 Statica \ Uniforme +X, Torsione Antioraria



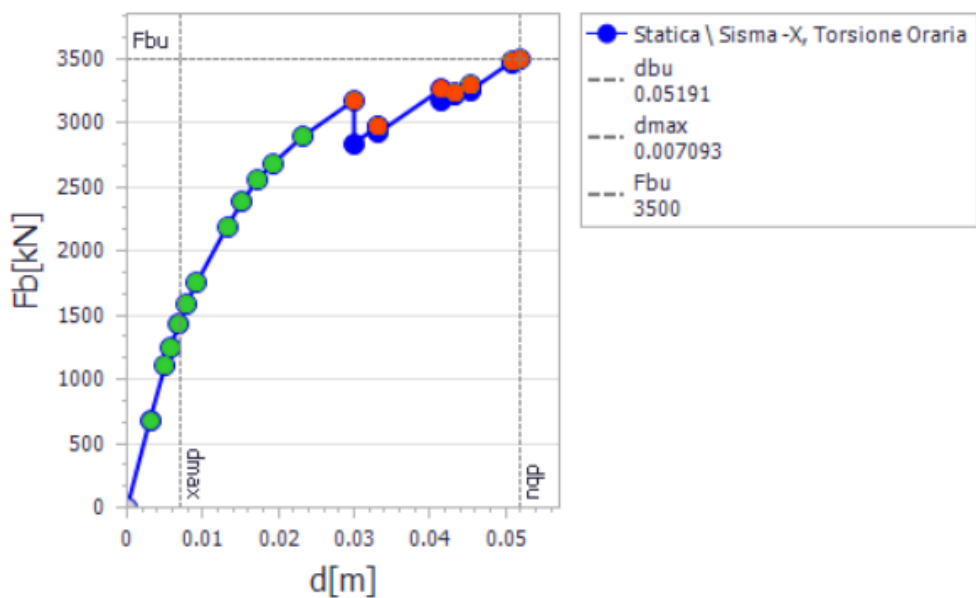
13 Statica \ Uniforme +X, Torsione Oraria



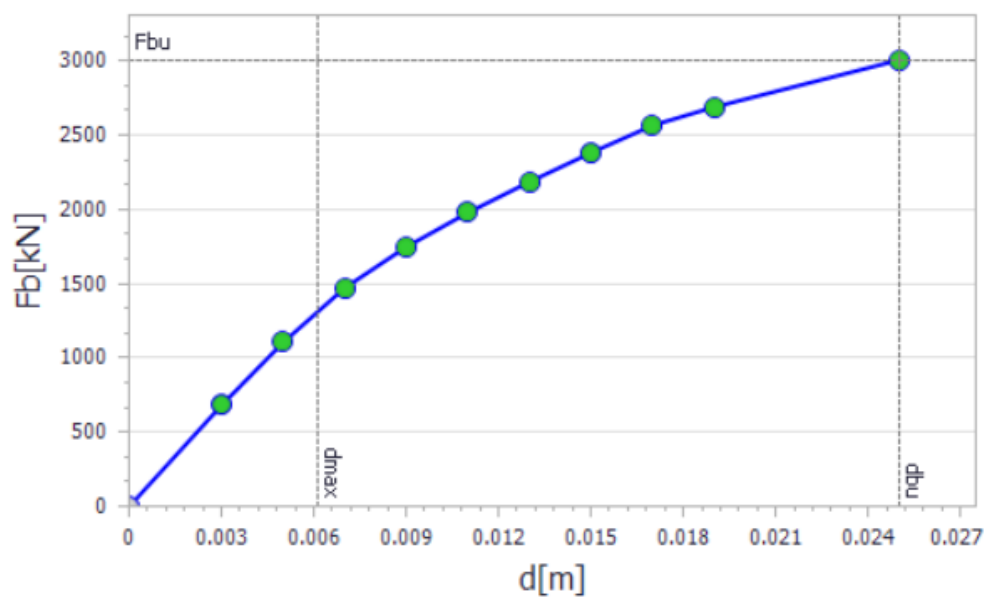
2 Statica \ Sisma -X, Torsione Antioraria



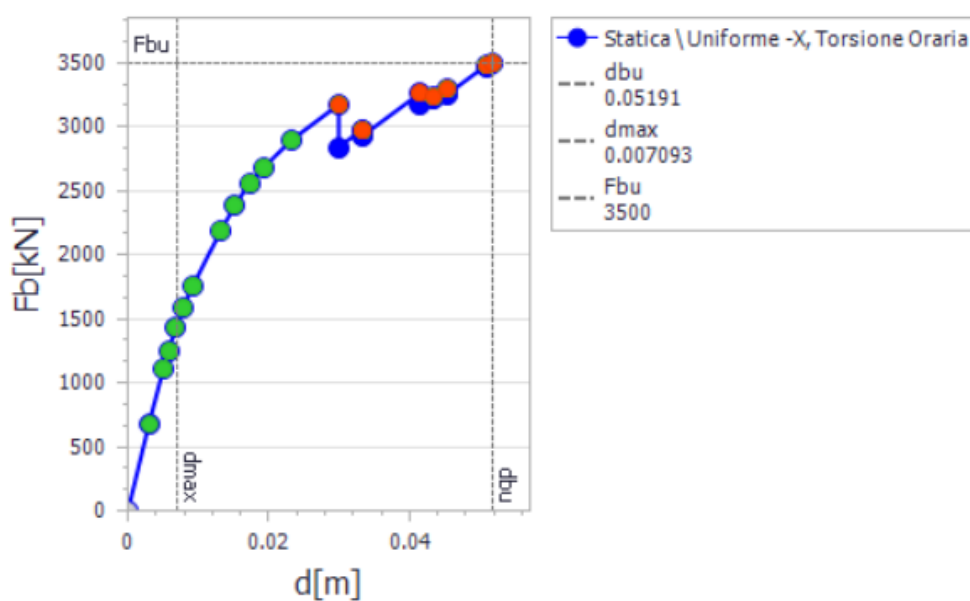
6 Statica \ Sisma -X, Torsione Oraria



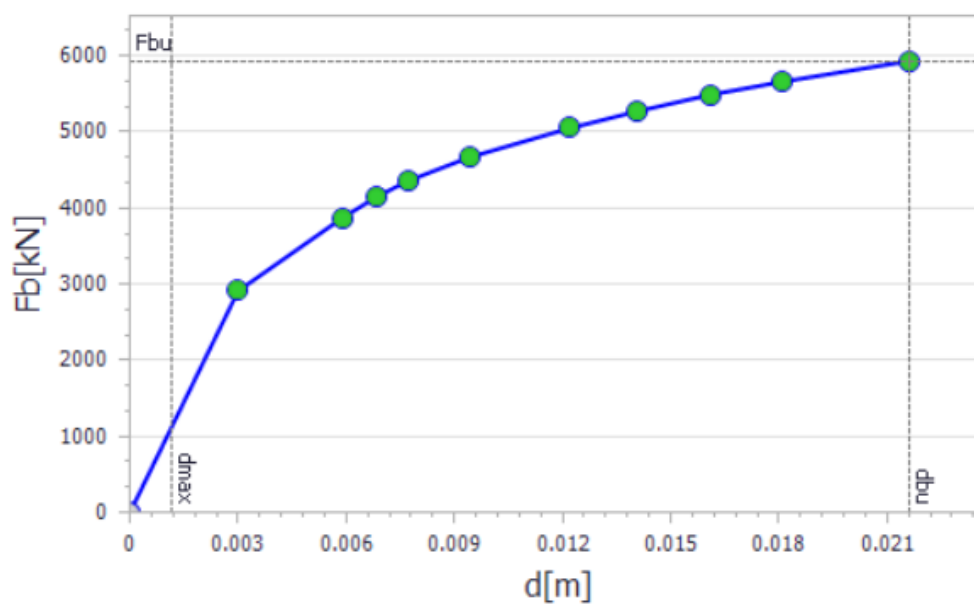
10 Statica \ Uniforme -X, Torsione Antioraria



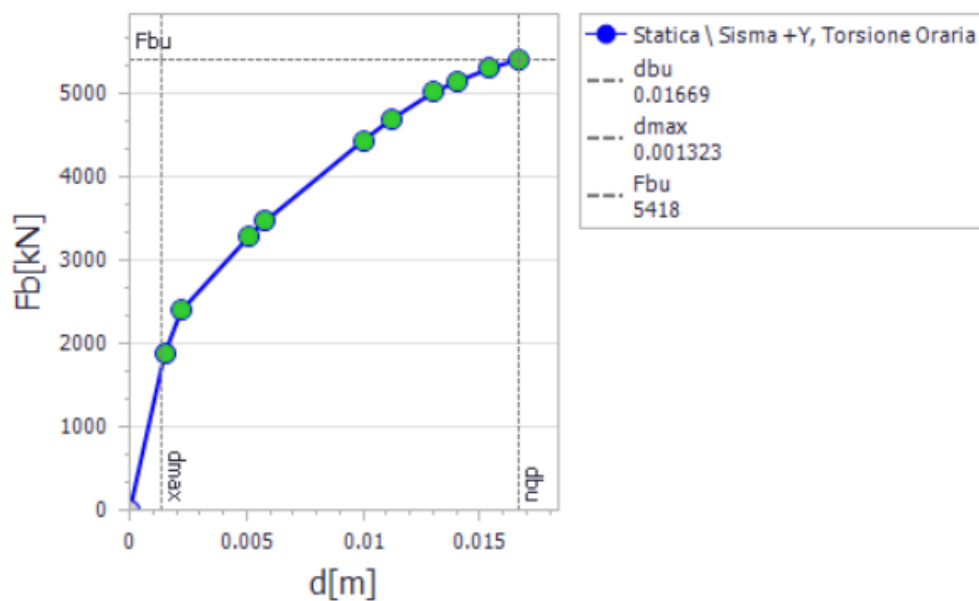
14 Statica \ Uniforme -X, Torsione Oraria



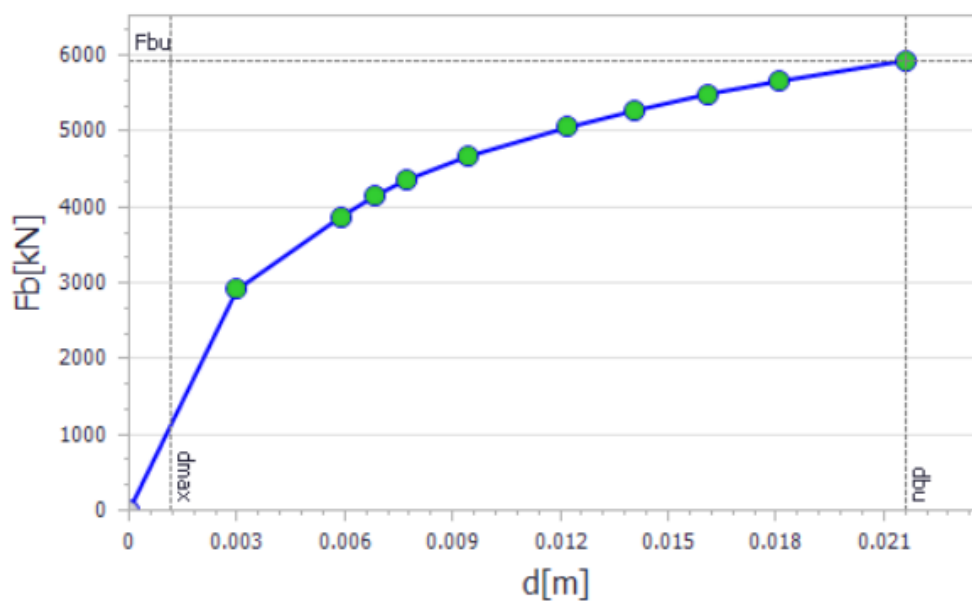
3 Statica \ Sisma +Y, Torsione Antioraria



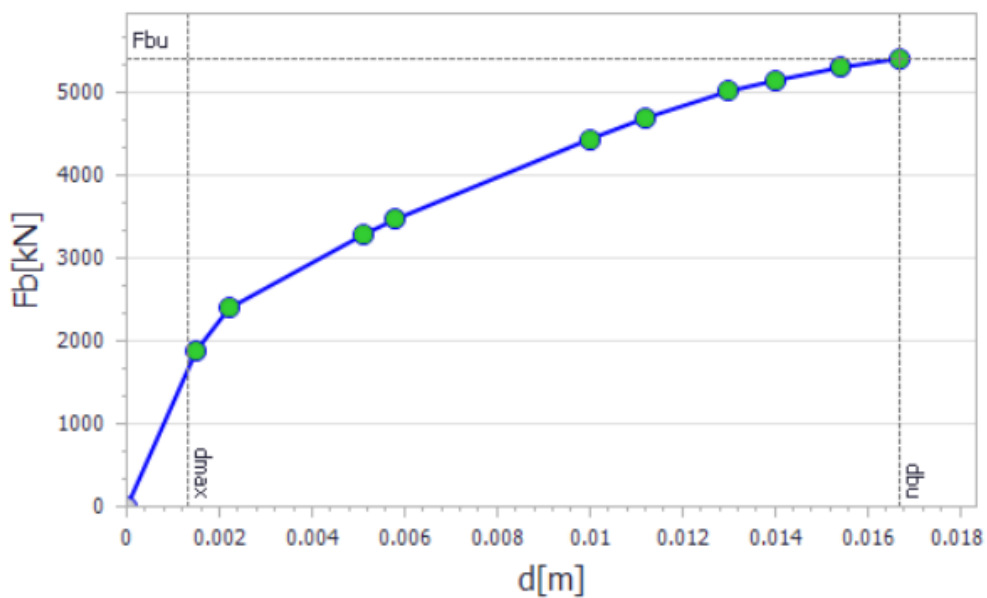
7 Statica \ Sisma +Y, Torsione Oraria



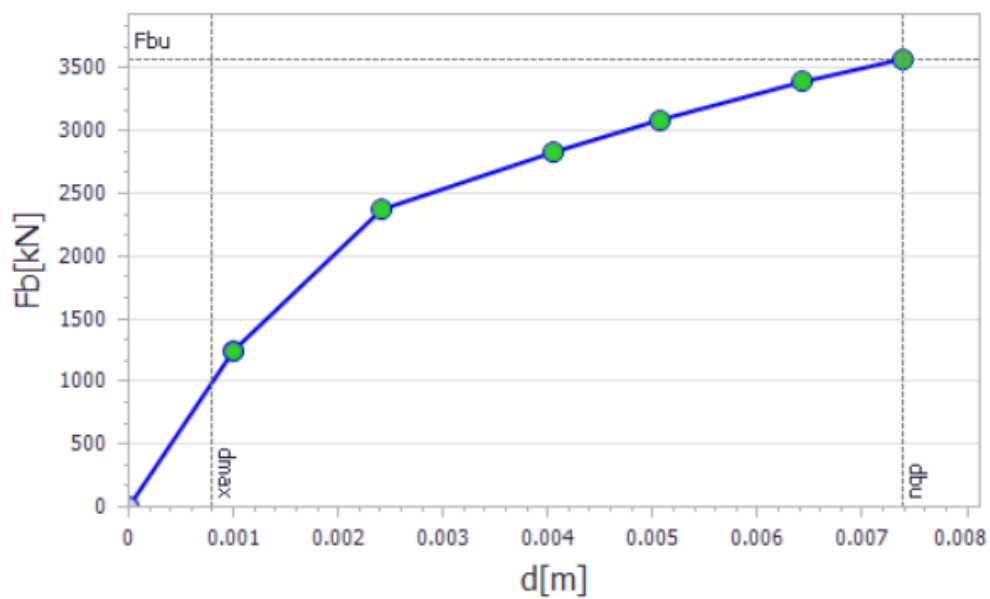
11 Statica \ Uniforme +Y, Torsione Antioraria



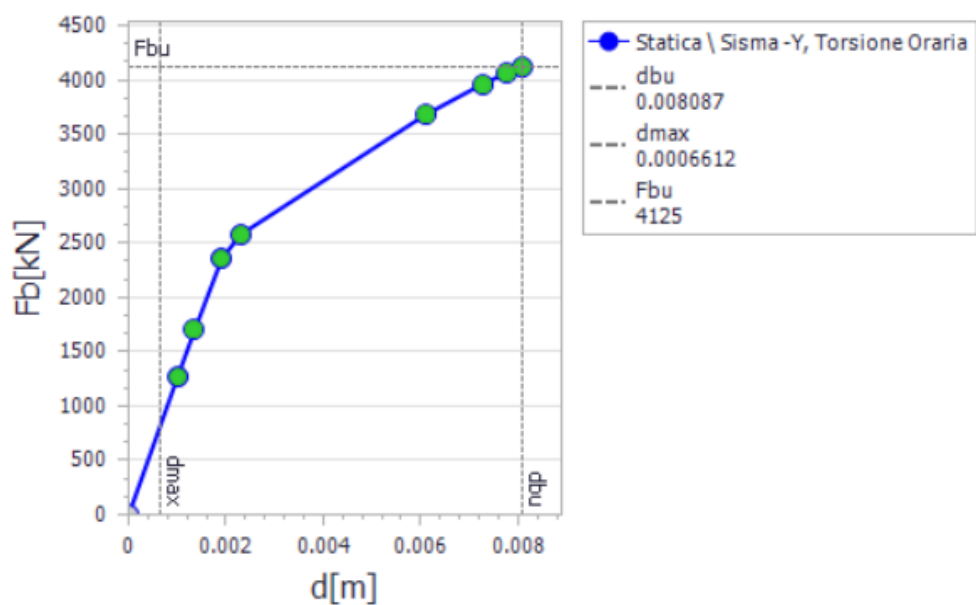
15 Statica \ Uniforme +Y, Torsione Oraria



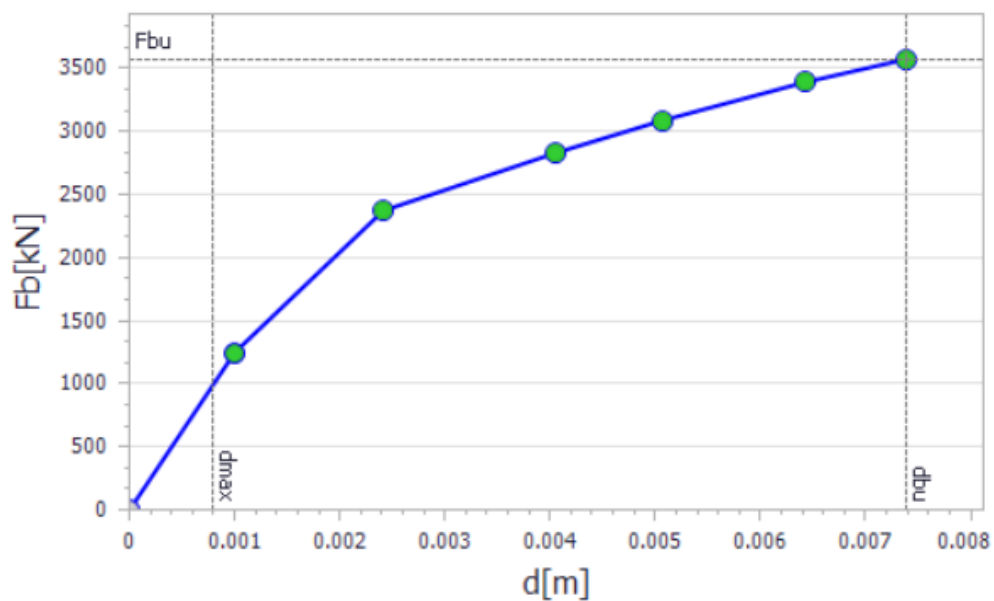
4 Statica \ Sisma -Y, Torsione Antioraria



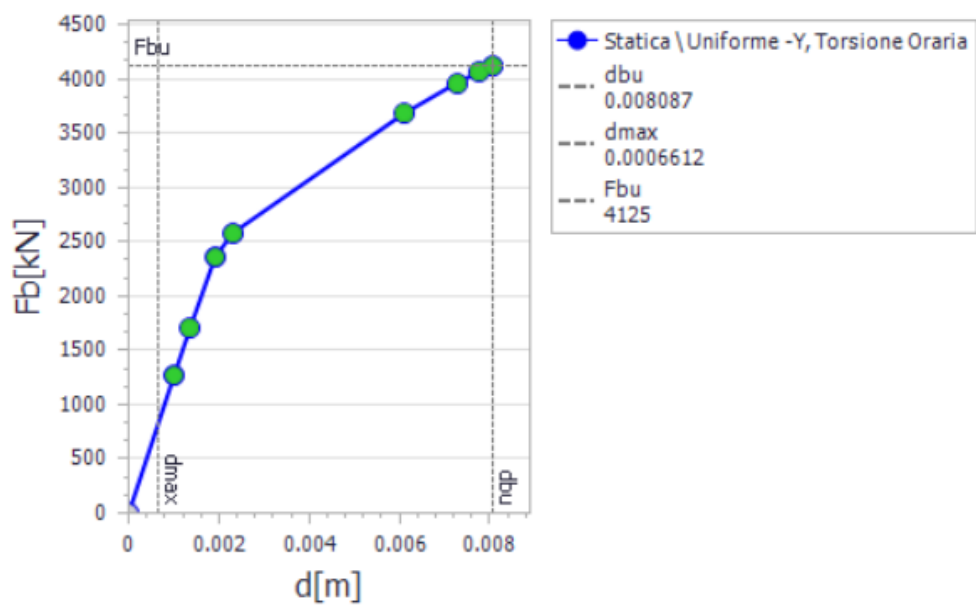
8 Statica \ Sisma -Y, Torsione Oraria

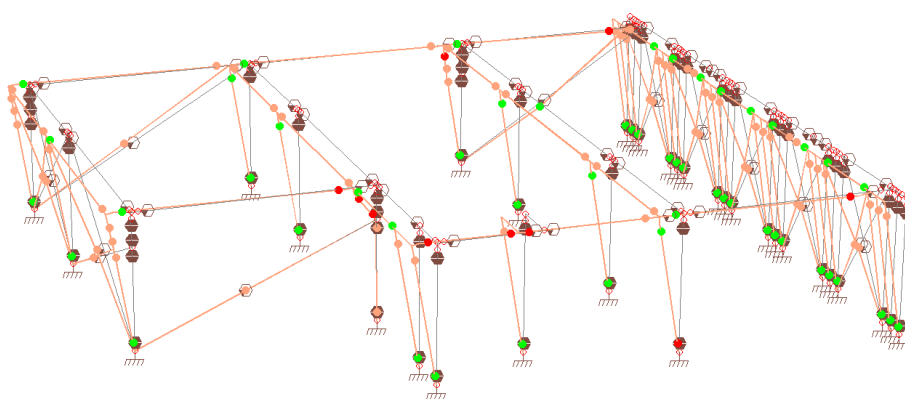


12 Statica \ Uniforme -Y, Torsione Antioraria



16 Statica \ Uniforme -Y, Torsione Oraria





Legenda
● Nodo di controllo
● Nodi master
● Cerniere plasticizzate
● Cerniere rotte

Deformata e stato cerniere plastiche all'ultimo passo dell'analisi pushover più gravosa per la struttura

6.4 INDICATORI DI RISCHIO SISMICO - MASTER-ESIST

Capacità in termini di accelerazione al suolo e periodo di ritorno

	Collasso fragile	Collasso di un nodo	Collasso duttile	Deformazioni
CCNL	1	1	1	--
Passo	8	8	8	--
PGA,CLU	4.287	4.287	4.287	--
PGA,CLD	--	--	--	4.287
PGA,CLO	--	--	--	4.287
Tr,CLU	2475	2475	2475	--
Tr,CLD	--	--	--	2475
Tr,CLO	--	--	--	2475

Valori di riferimento dell'azione sismica

Stato limite	PGA,D	Tr,D
Stato limite ultimo (SLU)	3.637	712
Stato limite di danno (SLD)	1.752	75
Stato limite di operatività (SLO)	1.394	45

Indicatori di rischio

Stato limite	Rapporto fra PGA	Rapporto fra Tr ^a
Stato limite ultimo (α_u)	1.179	1.670
Stato limite di danno (α_{ed})	2.448	4.216
Stato limite di operatività (α_{eo})	3.076	5.202

VERIFICA PER MECCANISMI POTENZIALMENTE DUTTILI

CCNL	Passo	Verifica	Note	IR
1	8	Ok		0.383
5	9	Ok		0.386
9	8	Ok		0.383
13	9	Ok		0.386
2	11	Ok		0.627
6	26	Ok		0.938
10	11	Ok		0.627
14	26	Ok		0.938
3	10	Ok		0.401
7	11	Ok		0.437
11	10	Ok		0.401
15	11	Ok		0.437
4	7	Ok		0.177
8	9	Ok		0.163
12	7	Ok		0.177
16	9	Ok		0.163

VERIFICA PER MECCANISMI POTENZIALMENTE FRAGILI (TAGLIO)

CCNL	Passo	Verifica	Note	IR
1	8	Ok		0.389
5	9	Ok		0.384
9	8	Ok		0.389
13	9	Ok		0.384
2	11	Ok		0.615
6	26	Ok		0.658
10	11	Ok		0.615
14	26	Ok		0.658
3	2	Ok		0.496
7	3	Ok		0.499
11	2	Ok		0.496
15	3	Ok		0.499
4	7	Ok		0.548
8	9	Ok		0.508
12	7	Ok		0.548
16	9	Ok		0.508

Tab. 1 - sintesi verifiche sui meccanismi duttili e fragili con indici di resistenza

Il progettista delle strutture