UTS Materiali e Nuove Tecnologie
Sezione Qualificazione dei Materiali e dei Componenti

Tipo di documento
Rapporto tecnico

sigla di identificazione
RT/10/06

Data Revisione
28/03/2006

CHIESA DI SAN NICOLÒ' L'ARENA A CATANIA

Modellazione agli elementi finiti del tamburo della chiesa di San Nicolò l'Arena

Titolo: **Analisi strutturale agli elementi finiti del tamburo della chiesa di San Nicolò l'Arena**

I documenti in classe 1 sono strettamente riservati e non possono essere divulgati né riprodotti, ancorché parzialmente, senza espressa autorizzazione scritta dell'Ente emittente.

Codice obiettivo

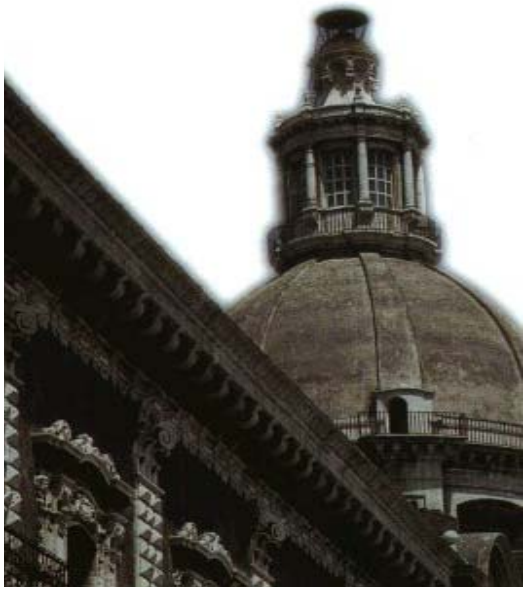
Numero di commessa

Archiviazione

Classe di riservatezza

Numero di copie

Copia numero





M. Mongelli	G. De Canio	M. Puccini
Redazione	*Convalida*	*Approvazione*

1. INTRODUZIONE 2

2. MODELLO AGLI ELEMENTI FINITI (FEM) 2

3. ANALISI DEL MODELLO CON FORZANTE ORIZZONTALE APPLICATA AL BARICENTRO DELLA PIASTRA SUPERIORE. 2

3.1 ANALISI STATICA LINEARE 2
3.2 ANALISI MODALE 2

4. ANALISI DEL MODELLO CON CARICO ASSIALE UNIFORMEMENTE DISTRIBUITO SULLA PIASTRA SUPERIORE. 2

4.1 ANALISI STATICA 2

5. EFFETTO DEI TELAI DI RINFORZO AI VANI FINESTRA. 2

5.1 ANALISI STATICA 2
5.2 ANALISI MODALE 2

6. EFFETTO DEI RINFORZI CONTROVENTATI 2

6.1 ANALISI STATICA 2
6.2 ANALISI MODALE 2

7. ANALISI DELLO STATO ULTIMO E DUTTILITA' CON I CONTROVENTI, SENZA CONTROVENTI IN PRESENZA DEL TELAIO E SENZA ALCUN TIPO DI RINFORZOALLA TESTA E AL PIEDE DEI MASCHI MURARI 2

8. CONFRONTO DEI RISULTATI. 2

9. STUDIOAGLI ELEMENTI FINITI DEL PARTICOLARE "TELAIO" DEL TAMBURO 2

9.1. STUDIO DELLA SCHEMATIZZAZIONE DEL MODELLO DEL PARTICOLARE TELAIO 2
9.2 CONDIZIONI AL CONTORNO 2
9.3 ANALISI STATICA LINEARE DEL TELAIO 2
9.4 CONFRONTO DEI RISULTATI DEL "TELAIO" REALIZZATO MEDIANTE ELEMENTI BIDIMENSIONALI CON QUELLI OTTENUTI NEL MODELLO COMPLETO DI SAN NICOLÒ SCHEMATIZZANDO I TELAI POSTI NEI VANI FINESTRA MEDIANTE ELEMENTI BEAM (PUNTO 3 DI SAN NICOLÒ REPORT) 2

10. PROVE SISMICHE SPERIMENTALI ESEGUITE SUL MODELLO RIPRODOTTO IN LABORATORIO IN SCALA 1:6 DEL TAMBURO DELLA CHIESA DI SAN NICOLO' 2

1. INTRODUZIONE

Nell'ambito delle attività relative allo studio delle metodologie, dei sistemi di monitoraggio, di strumenti di diagnostica non distruttiva e di sistemi software di supporto alla progettazione, al consolidamento ed alla protezione del patrimonio artistico per quanto riguarda le opere civili, è stato condotto uno studio, in collaborazione con il CE.PIS., avente come obiettivo quello di definire un modello numerico per il tamburo della chiesa di San Nicolò l'Arena a Catania in grado di prevedere realisticamente il comportamento della struttura suddetta.
Ciò al fine di ottenere, in fase di pre-consolidamento, una mappatura dello stato di deformazione in ogni punto della struttura, il suo relativo stato di sollecitazione e di valutare le caratteristiche comportamentali dei materiali utilizzati in campo lineare e non.
Il metodo FEM, anche noto come metodo matriciale di analisi strutturale, utilizza matrici algebriche per risolvere sistemi di equazioni.
Si tratta di un metodo di analisi che studia il comportamento di strutture qualsivoglia complesse suddividendole in tante piccole sottoparti chiamate ELEMENTI connesse l'una all'altra tramite "NODI": l'assemblaggio di tutti i nodi ed elementi costituisce il modello agli elementi finiti.
I risultati ottenuti numericamente sono, inoltre, stati confrontati mediante quelli sperimentali ottenuti durante la campagna di prove eseguite su tavola vibrante del modello in scala 1:6 nel laboratorio di MAT-QUAL dell'ENEA Casaccia.

2. MODELLO AGLI ELEMENTI FINITI (FEM)

La geometria della struttura in esame è stata discretizzata mediante 8645 elementi di tipo 3D (exa ad 8 nodi) per un totale di 7185 nodi.
Una prima analisi è stata condotta su un modello privo di rinforzi e irrigidimenti.
Le proprietà meccaniche del cemento sono riportate in Tab. 1 e della muratutra in Tab. 2.
La parte in cemento è evidenziata in Fig. 1 in oro mentre la muratura in blu.

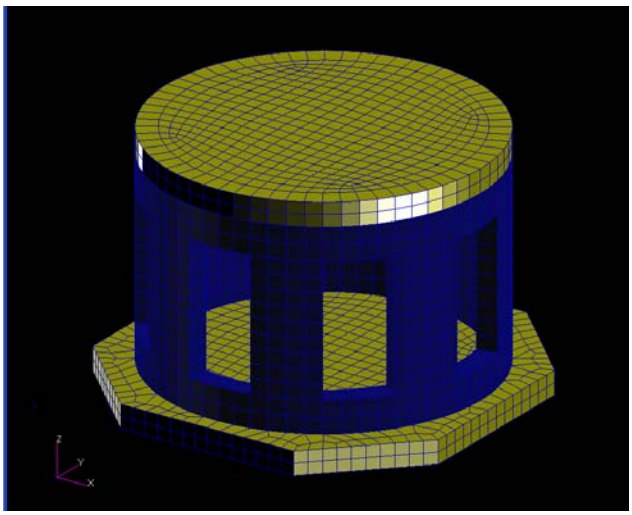


Fig. 1

Cemento	
E [Pa]	3.8E+10
δ [kg/m^3]	2400
ν	0.2

Tab. 1

Muratura		
E [Pa]	δ [kg/m^3]	ν
1.0E+8Pa	1600	0.2
9.6E+8Pa	1600	0.2
1.3E+9Pa	1600	0.2
1.7E+9Pa	1600	0.2

Tab. 2

3. ANALISI DEL MODELLO CON FORZANTE ORIZZONTALE APPLICATA AL BARICENTRO DELLA PIASTRA SUPERIORE.

Sul modello completamente vincolato in tutti i 6 gradi di libertà alla base, è stata applicata una forzante orizzontale di 30000N al baricentro della piastra superiore. Sul modello agli elementi finiti sono stati eseguiti quattro run di analisi statica lineare e modale con il codice MSC.Nastran applicando le quattro caratteristiche meccaniche indicate per la muratura in Tab.2.

3.1 Analisi statica lineare

In Tab. 3 vengono riportati gli spostamenti massimi ottenuti in corrispondenza al nodo del baricentro della piastra superiore in cui è applicata la forza

	E [Pa]	Spostamenti [m]
Test 1	1.0E+8Pa	7.84E-3
Test 2	9.6E+8Pa	8.36E-4
Test 3	1.3E+9Pa	6.23E-4
Test 4	1.7E+9Pa	4.81E-4

Tab. 3

Lo spostamento pari a 7.84 mm si ottiene assumendo E=1.0E+8 Pa: modulo elastico limite corrispondente al raggiungimento della tensione massima nel punto di maggiore sollecitazione del sistema.
Si riportano in Fig. 2, 3, 4 e 5 la post-processazione della deformata e degli spostamenti relativi alle quattro analisi.

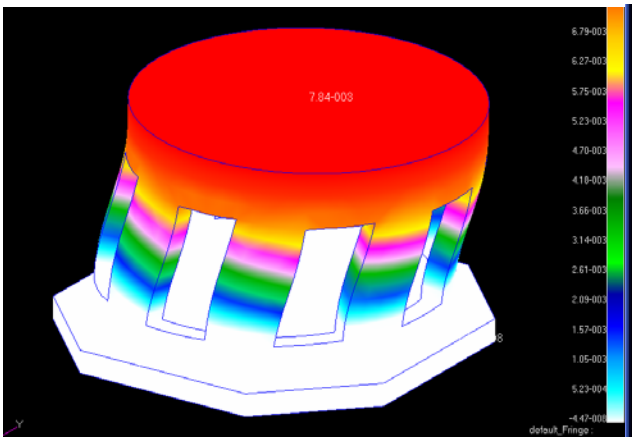


Fig. 2 (Test 1)

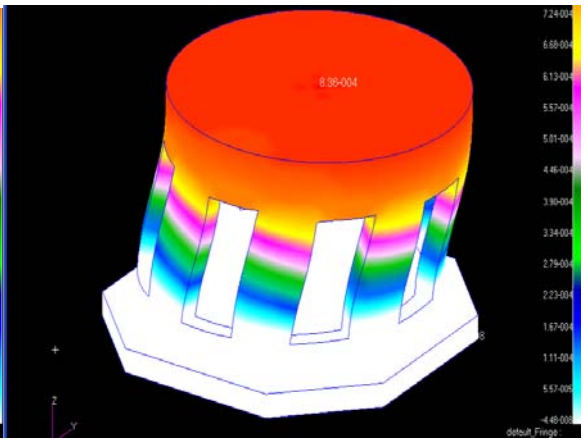


Fig. 3 (Test 2)

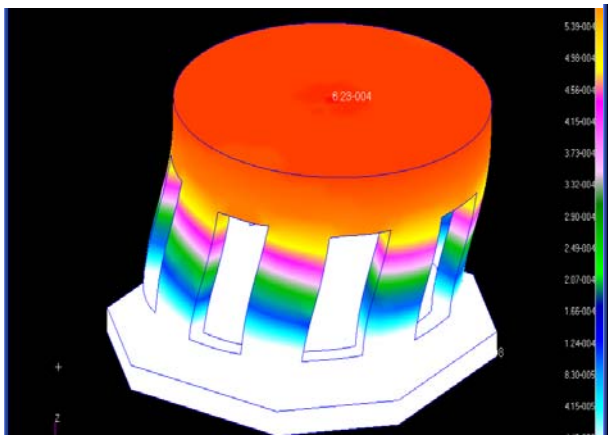


Fig. 4 (Test 3)

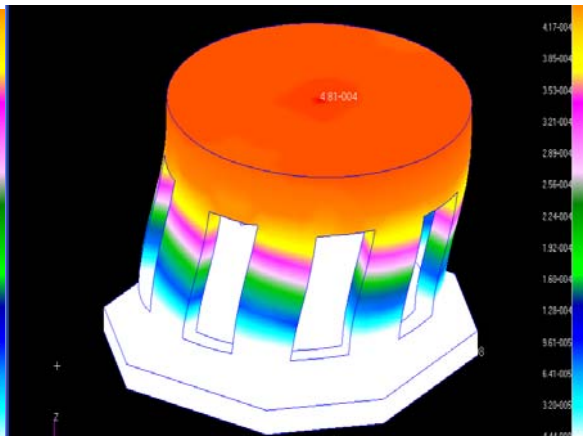


Fig.5 (Test 4)

In Fig. 6 si evidenzia il Fringe dello stress secondo Von Mises il cui valore massimo nel nodo 1670 è riportato in Tab. 4. In Fig. 7 sono evidenziati le posizioni dei nodi 1540 e 1800 di cui vengono riportati i valori dello stress secondo Von Mises in Tab. 3.

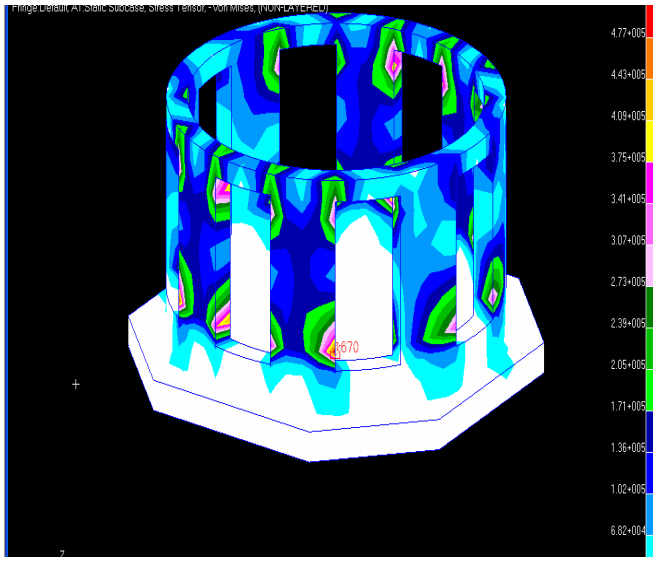


Fig. 6

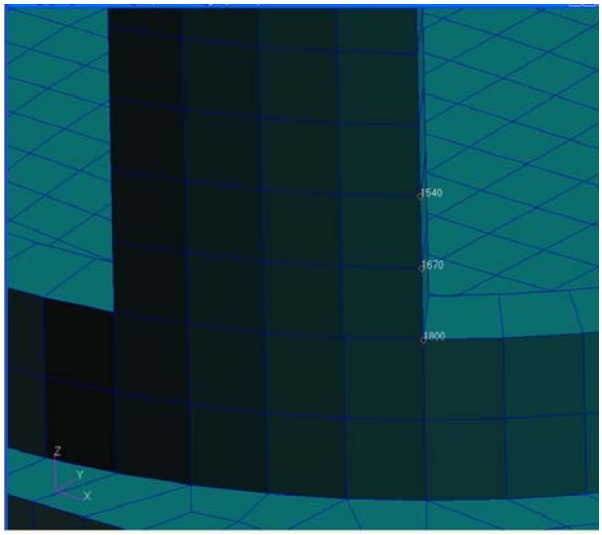


Fig. 7

	E [Pa]	$\sigma^{**}_{nd1540\ (Von\ Mises)}$[Pa]	$\sigma^{**}_{nd1670\ (Von\ Mises)}$[Pa]	$\sigma^{**}_{nd1800\ (Von\ Mises)}$[Pa]
Test 1*	1.0E+8Pa	3.42187E+5	5.11527E+5	1.07418E+5
Test 2	9.6E+8Pa	3.43258E+5	5.12476E+5	1.07545E+5
Test 3	1.3E+9Pa	3.43654E+5	5.12836E+5	1.07595E+5
Test 4	1.7E+9Pa	3.44097E+5	5.13243E+5	1.07653E+5

Tab. 4

3.2 Analisi Modale

Sulla struttura in esame è stata successivamente eseguita un'analisi modale. Si riportano in Fig. 8, 9, 10 e 11 le immagini dei primi quattro modi di vibrare ottenuti per E = 1.7E+9 Pa ed in Tab. 5 le frequenze dei primi 10 modi per i quattro test.

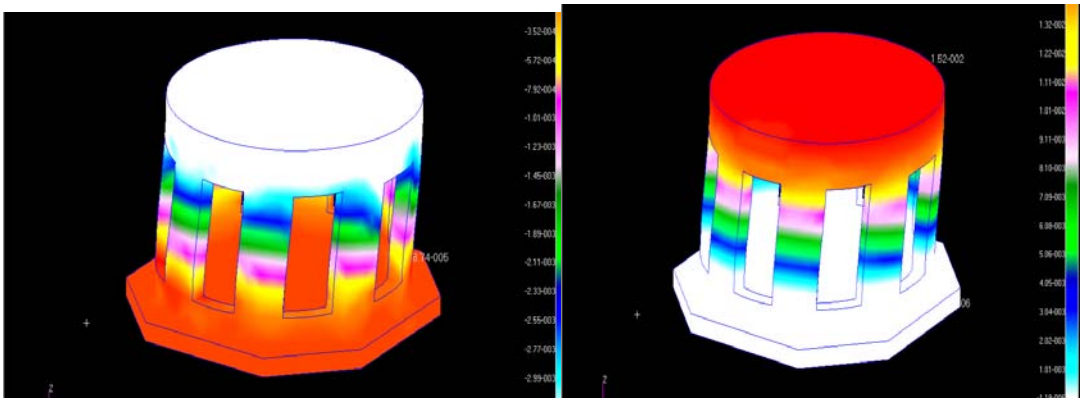


Fig. 8

Fig. 9

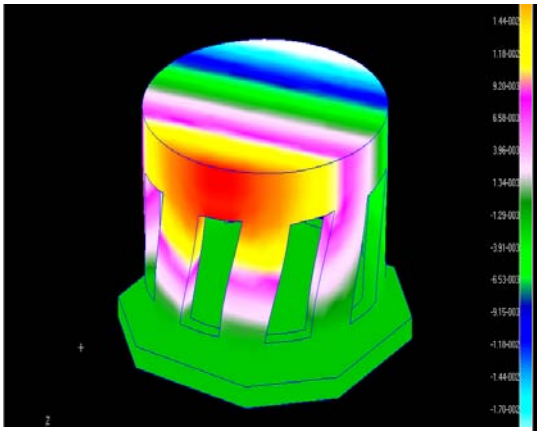


Fig. 10

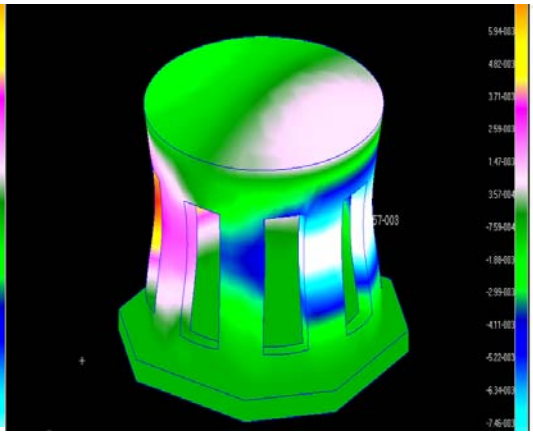


Fig. 11

	Test 1	Test 2	Test 3	Test 4
Hz	**1.0E+8Pa**	**9.6E+8Pa**	**1.3E+9Pa**	**1.7E+9Pa**
1	4.8184	14.882	17.298	19.755
2	4.8263	14.906	17.326	19.788
3	8.0220	24.803	38.841	32.952
4	18.263	51.886	58.408	64.360
5	21.300	65.194	75.539	85.894
6	21.574	65.969	76.371	86.866
7	21.594	66.111	76.587	87.163
8	21.650	66.396	76.943	87.594
9	21.709	66.629	77.236	87.943
10	21.735	66.699	77.514	88.523

Tab. 5

4. ANALISI DEL MODELLO CON CARICO ASSIALE UNIFORMEMENTE DISTRIBUITO SULLA PIASTRA SUPERIORE.

Il modello sopra descritto è stato successivamente modificato sostituendo la forza concentrata, applicata al nodo centrale della parte superiore del tamburo, con un carico assiale uniformemente distribuito di 30000 N così come evidenziato in Fig. 12.
Il carico di 30000 N viene uniformemente suddiviso dal programma di analisi per il numero di nodi fisicamente appoggiati alla superficie a cui è applicato.

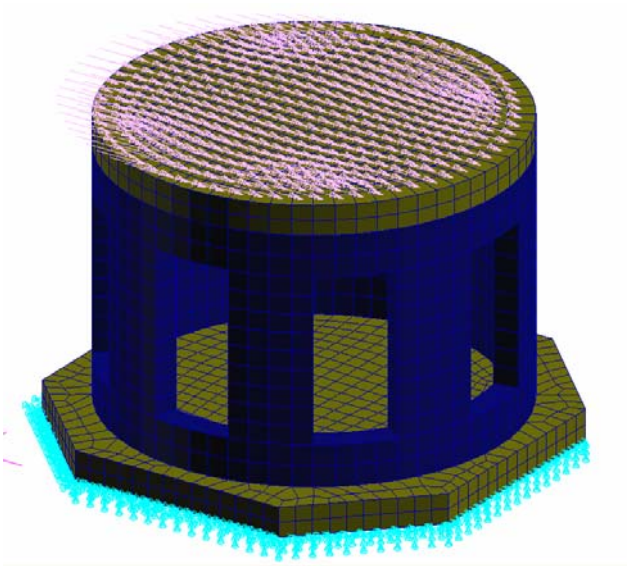


Fig. 12

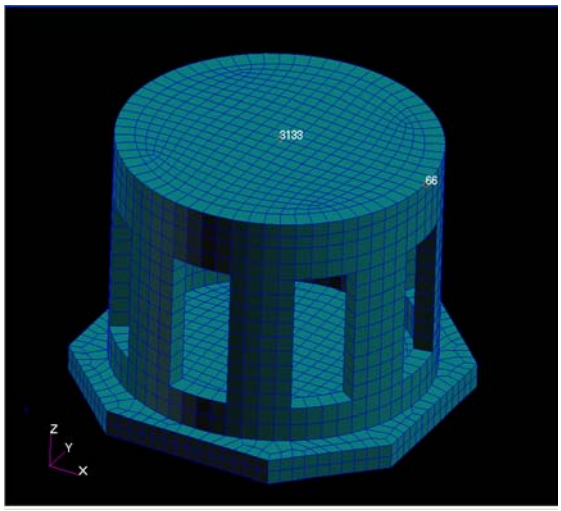


Fig. 13

4.1 Analisi statica

I risultati riportati nella Tab. 6 sono relativi a quattro run di analisi statica lineare ottenuti per le quattro caratteristiche meccaniche indicate in Tab.2.
Nel caso di carico distribuito i massimi spostamenti si hanno nel nodo 66 (Fig. 13) e sono riportati in Tab. 5.

	E [Pa]	Spostamenti (m)
Test 1	1.0E+8Pa	7.87E-3
Test 2	9.6E+8Pa	8.27E-4
Test 3	1.3E+9Pa	6.13E-4
Test 4	1.7E+9Pa	4.81E-4

Tab. 6

Si riporta in Fig. 14 solo la deformata del test 4 in Tab. 6, essendo quelle relative ai test 1 2, 3, molto simili nella forma.

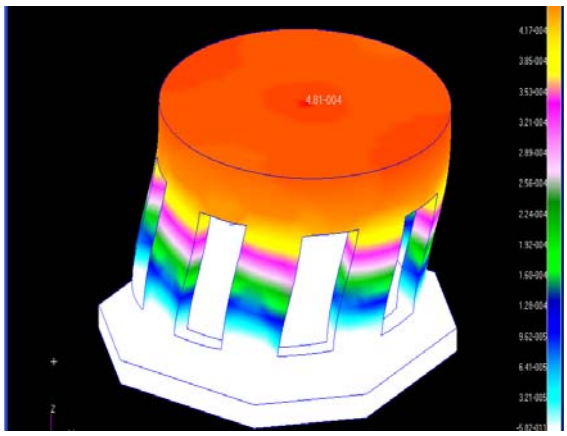


Fig. 14

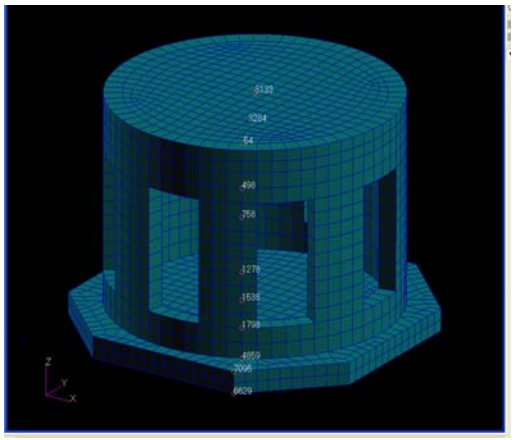


Fig. 15

Vengono riportati in Tab. 7 i risultati ottenuti per gli spostamenti nei nodi indicati in Fig. 15 nel caso di carico distribuito ed Tab. 8 i risultati dello stress secondo Von Mises relativo ai nodi evidenziati in Fig. 7.

Nodo	Spostamenti (m) E=1.0E+8Pa Carico Distribuito	Spostamenti (m) E=9.6E+8Pa Carico Distribuito	Spostamenti (m) E=1.3E+9Pa Carico Distribuito	Spostamenti (m) E=1.7E+9Pa Carico Distribuito
54	7.818 E-3	8.20 E-4	6.08 E-4	4.66 E-4
498	7.516 E-3	7.87 E-4	5.82 E-4	4.46 E-4
758	6.549 E-3	6.85 E-4	5.07 E-4	3.88 E-4
1278	2.855 E-3	2.98 E-4	2.21 E-4	1.69 E-4
1538	1.130 E-3	1.18 E-4	8.70 E-5	6.70 E-5
1798	1.090 E-4	1.10 E-5	9.00 E-5	7.00 E-5
3133	7.824 E-3	8.21 E-4	6.08 E-4	4.81 E-4
3284	7.820 E-3	8.21 E-4	6.08 E-4	4.66 E-4
4859	0.000000	0.00000	0.00000	0.00000
6629	0.000000	0.00000	0.00000	0.00000
7095	0.000000	0.00000	0.00000	0.00000

Tab. 7

	E [Pa]	$\sigma_{nd1540\ (Von\ Mises)}$[Pa]	$\sigma_{nd1670\ (Von\ Mises)}$[Pa]	$\sigma_{nd1800\ (Von\ Mises)}$[Pa]
Test 1	1.0E+8Pa	3.42195E+5	5.115357E+5	1.07417E+5
Test 2	9.6E+8Pa	3.43335E+5	5.125430E+5	1.07538E+5
Test 3	1.3E+9Pa	3.43756E+5	5.129266E+5	1.07586E+5
Test 4	1.7E+9Pa	3.44227E+5	5.133583E+5	1.07641E+5

Tab. 8

4.2 Analisi modale

Sul modello in esame è stata eseguita un'analisi modale da cui si sono evidenziati risultati identici a quelli riportati nel punto 3.2 (Tab. 5)

5. EFFETTO DEI TELAI DI RINFORZO AI VANI FINESTRA.

Al modello FEM sono stati aggiunti elementi di rinforzo in acciaio (Tab. 9) discretizzati agli elementi finiti come elementi monodimensionali (Fig. 16) a sezione rettangolare cava (Fig. 17) con le medesime caratteristiche indicate dal CEPIS.

Acciaio	
E [Pa]	2.039E+11
□ [kg/m^3]	7.870E+3
□	0.25

Tab. 9

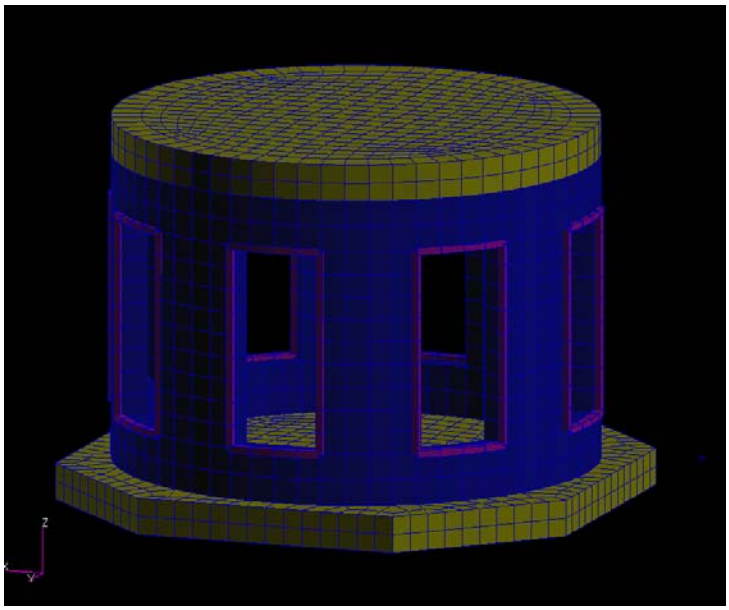


Fig. 16

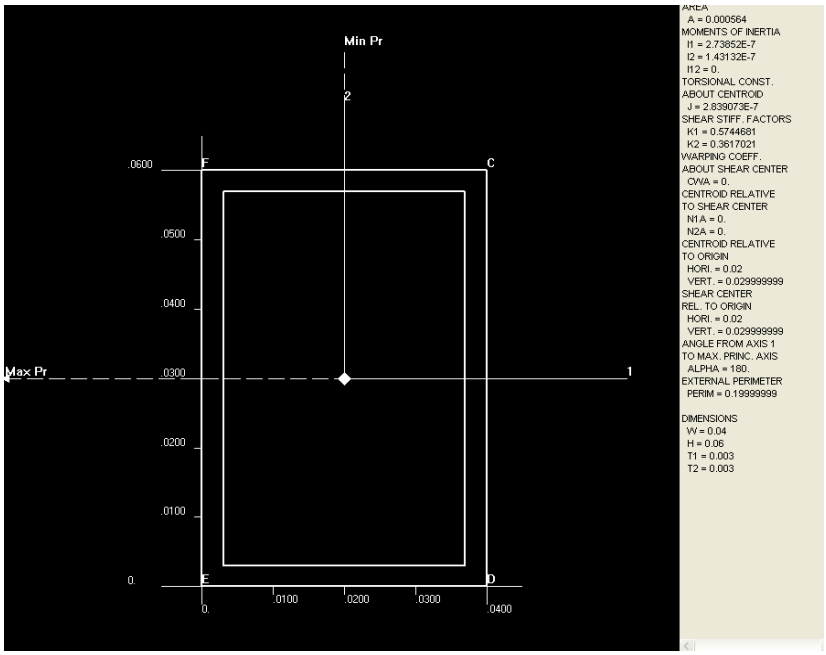


Fig. 17

5.1 Analisi statica

Sul modello è stata eseguita un'analisi statica utilizzando per la parte in muratura E=1.7E+9 Pa. In Fig.18 si visualizza la deformata, in Tab. 10 gli spostamenti ottenuti ed in Fig 19 il massimo valore di stress secondo Von Mises pari a 3.76E+5 Pa.

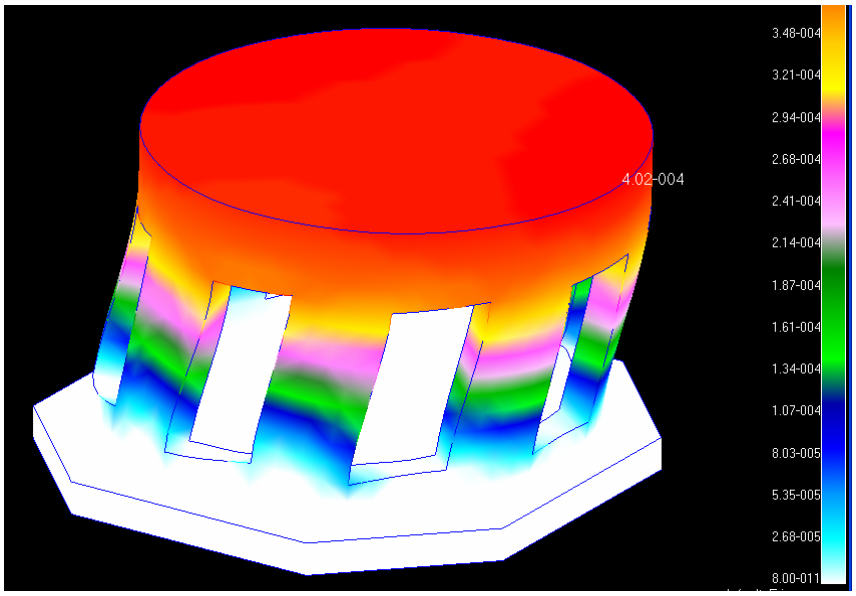


Fig. 18

Nodo	Spostamenti (m) E=1.7E+9Pa Carico Distribuito
67	4.02 E-4
498	3.81 E-4
758	3.35 E-4
1278	1.77 E-4
1538	9.90 E-5
1798	4.00 E-5
3133	3.98 E-4
3284	3.97 E-4
4859	0.00000
6629	0.00000
7095	0.00000

Tab. 10

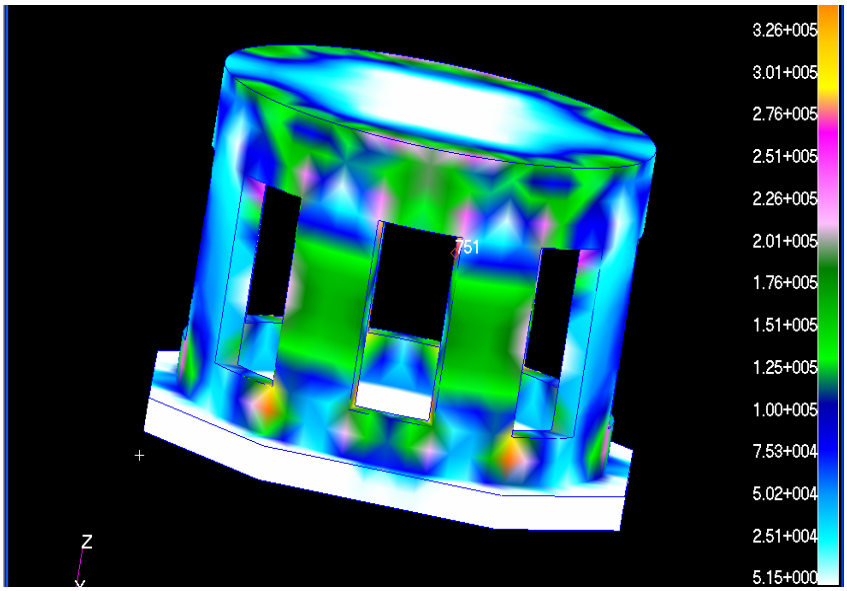


Fig. 19

5.2 Analisi Modale

Le frequenze dell'analisi modale del modello rinforzato ai vani finestra sono indicate in Tab. 11

Hz	E=1.7E+9Pa
1	21.133
2	21.148
3	35.687
4	64.728
5	85.465
6	85.482
7	87.937
8	88.064
9	88.454
10	88.801

Tab. 11

6. EFFETTO DEI RINFORZI CONTROVENTATI

Al modello sopradescritto sono stati aggiunti dei controventi di sezione 0.03 x 0.006 [m]come illustrato in Fig. 20. Tali controventi sono stati schematizzati mediante elementi finiti di tipo rod a sezione rettangolare piena con le proprietà meccaniche di Fig. 21

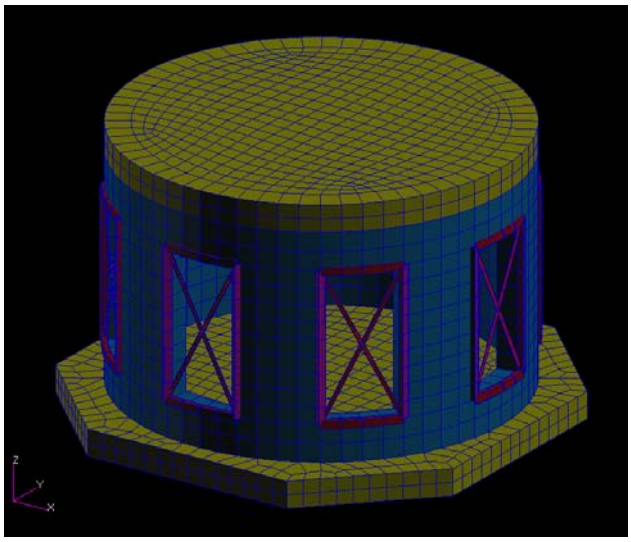


Fig. 20

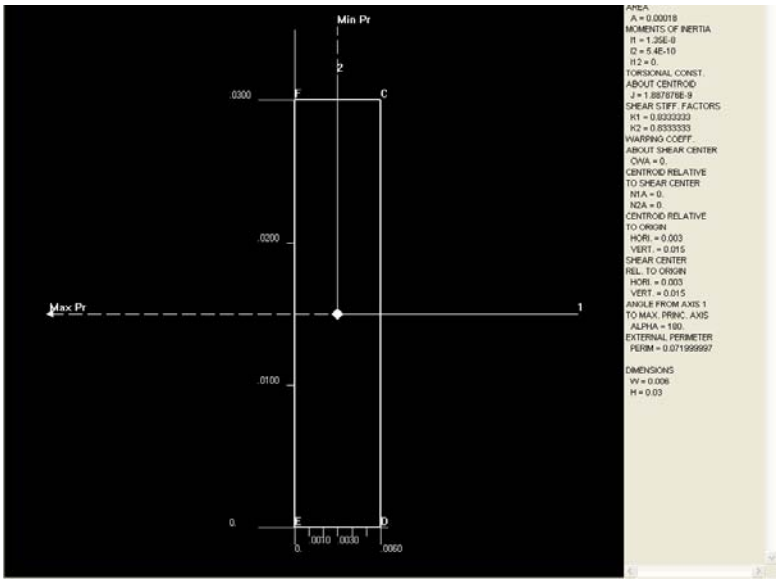


Fig. 21

6.1 Analisi Statica

Sul modello sopra descritto è stata eseguita un'analisi statica lineare la cui deformata è evidenziata in Fig. 22, gli spostamenti in Tab.12 e lo stress secondo Von Mises pari a 1.83E+5 Pa in Fig. 23.

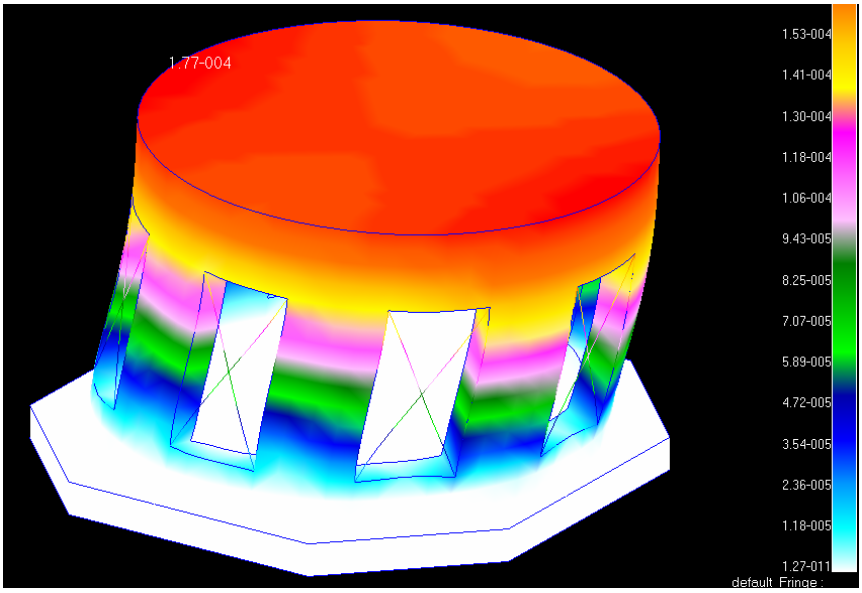


Fig. 22

Nodo	Spostamenti (m) E=1.7E+9Pa Carico Distribuito
99	1.77 E-4
498	1.57 E-4
758	1.34 E-4
1278	7.70 E-5
1538	4.80 E-5
1768	3.20 E-5
1798	2.20 E-5
3133	1.72 E-4
3284	1.72 E-4
4859	0.00 E-4

Tab. 12

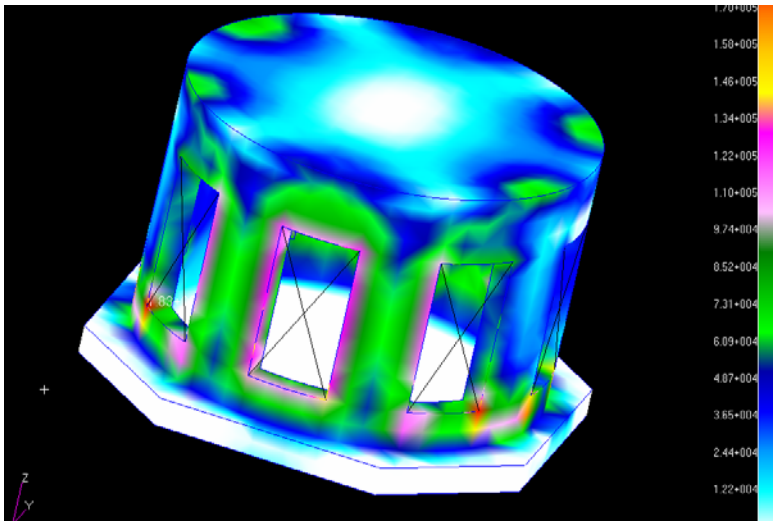


Fig. 23

6.2 Analisi Modale

Le frequenze dell'analisi modale del modello rinforzato con i controventi ai vani finestra sono indicate in Tab. 13 ($\rho_{controventi}$ = 0.1E-11 kg/m^3).

Hz	E=1.7E+9Pa
1	27.514
2	27.517
3	50.504
4	64.791
5	86.609
6	86.618
7	88.125
8	88.302
9	88.594
10	88.991

Tab. 13

7. ANALISI DELLO STATO ULTIMO E DUTTILITA' CON I CONTROVENTI, SENZA CONTROVENTI IN PRESENZA DEL TELAIO E SENZA ALCUN TIPO DI RINFORZOALLA TESTA E AL PIEDE DEI MASCHI MURARI

Ai due filari di conci situati alla testa ed al piede dei maschi murari (elementi colorati in violetto - Fig. 24) è stato assegnato un modulo elastico ridotto di valore E = 9.6E+8 Pa.
Tale valore corrisponde al regime danneggiato in cui è stato ipotizzato l'insorgere di un meccanismo piano per cui i maschi murari si comportano come pendoli con formazione di cerniere plastiche alla testa e al piede.
In Fig. 25 si riporta il Fringe della deformata degli spostamenti, in Fig.26 lo stress secondo Von Mises nel caso della struttura con i controventi.

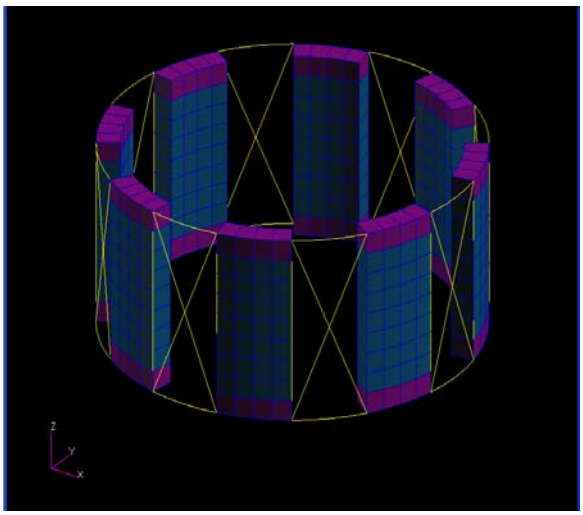


Fig. 24

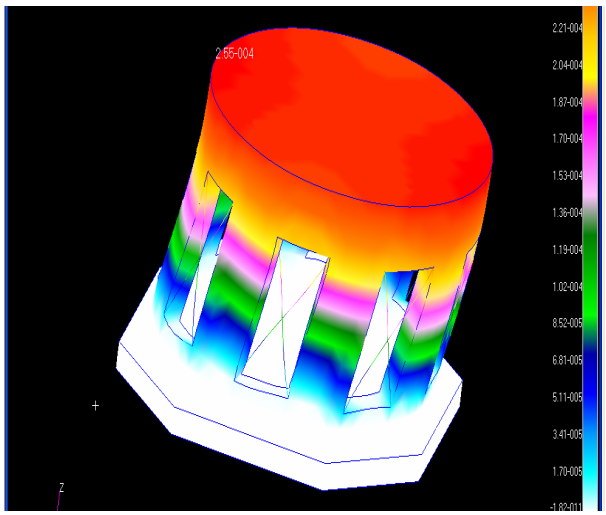


Fig. 25

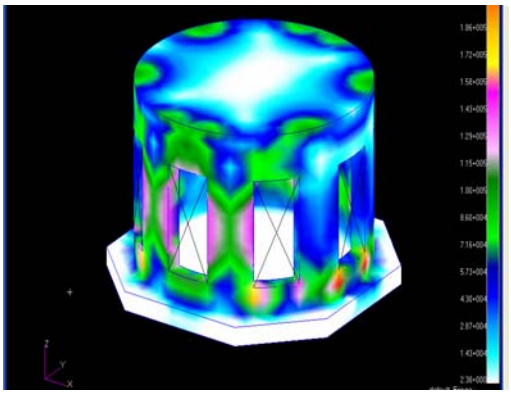


Fig. 26

In Tab.14 si riportano i valori degli spostamenti della struttura in presenza di controventi , del solo telaio e senza alcun tipo di rinforzo. In Fig. 27 si visualizza un taglio del modello appena sopra i conci della testa dei maschi murari.

Nodo	Controventi Spostamenti [m]	Telaio Spostamenti [m]	Struttura Spostamenti [m]
67	2.55 E-4	4.39 E-4	6.70 E-4
498	2.35 E-4	4.21 E-4	6.43 E-4
758	2.00 E-4	3.66 E-4	5.70 E-4
1278	1.12 E-4	1.95 E-4	2.95 E-4
1538	6.70 E-5	1.10 E-4	1.56 E-4
1798	2.70 E-5	4.10 E-5	4.70 E-5
3133	2.51 E-4	4.36 E-4	6.65 E-4
3284	2.51 E-4	4.36 E-4	6.65 E-4
4859	0.00000	0.00000	0.00000
6629	0.00000	0.00000	0.00000
7095	0.00000	0.00000	0.00000

Tab. 14

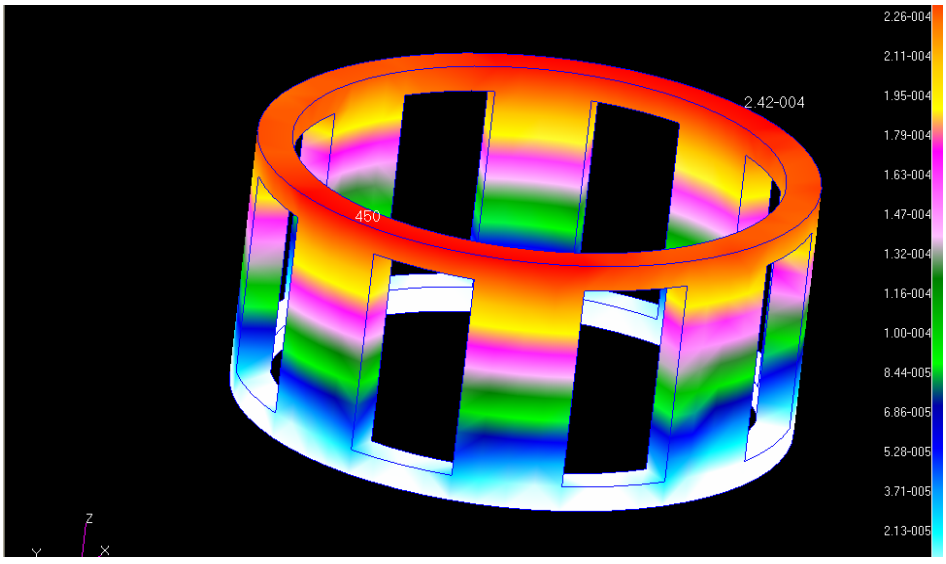


Fig. 28

8. CONFRONTO DEI RISULTATI

In tab. 15 e 16 si riportano i risultati degli spostamenti [m] fin qui ottenuti nei nodi 498 e 1798 posizionati in prossimità degli elementi alla testa e ai piedi dei maschi murari (Fig.15).
In tab. 15 i risultati suddetti sono relativi ad E=1.7E+9Pa per tutta la parte muraria.

In Tab. 16 è stato applicato il modulo elastico ridotto E = 9.6E+8 Pa ai due filari di conci situati alla testa ed al piede dei maschi murari (elementi colorati in violetto - Fig. 24).

Modello non danneggiato			
Nodo	**Struttura**	**Telaio**	**Controventi**
498 1798	4.46 E-4 4.70 E-5	3.81 E-4 4.00 E-5	1.77 E-4 2.20 E-5

Tab. 15

Analisi stato ultimo e duttilità			
Nodo	**Struttura**	**Telaio**	**Controventi**
498 1798	6.43 E-4 4.70 E-5	4.21 E-4 4.10 E-5	2.55 E-4 2.70 E-5

Tab. 16

9. STUDIOAGLI ELEMENTI FINITI DEL PARTICOLARE "TELAIO" DEL TAMBURO

Sulla base dei risultati ottenuti nei calcoli precedentemente effettuati relativamente al modello in oggetto si è passati ad uno studio del particolare "telaio".
A tale struttura in acciaio, dalle caratteristiche meccaniche riportate in Tab. 17, sono state applicate proprietà di tipo elastico non lineare assegnando alla curva materiale (Fig. 29) i valori ottenuti dalla seguente relazione:

$$\mu = \frac{(f_{ult} - f_y)}{(\varepsilon_{ult} - f_y/E_s)}$$

Essendo:
E_s = 2. E+11 Pa
F_y = 5. E+8 Pa
μ = 0.005
f_{ult} è stato posto pari a 0.6

	Acciaio
E [Pa]	2.039E+11
δ [kg/m^3]	7.870E+3
. ν	0.25

Tab. 17

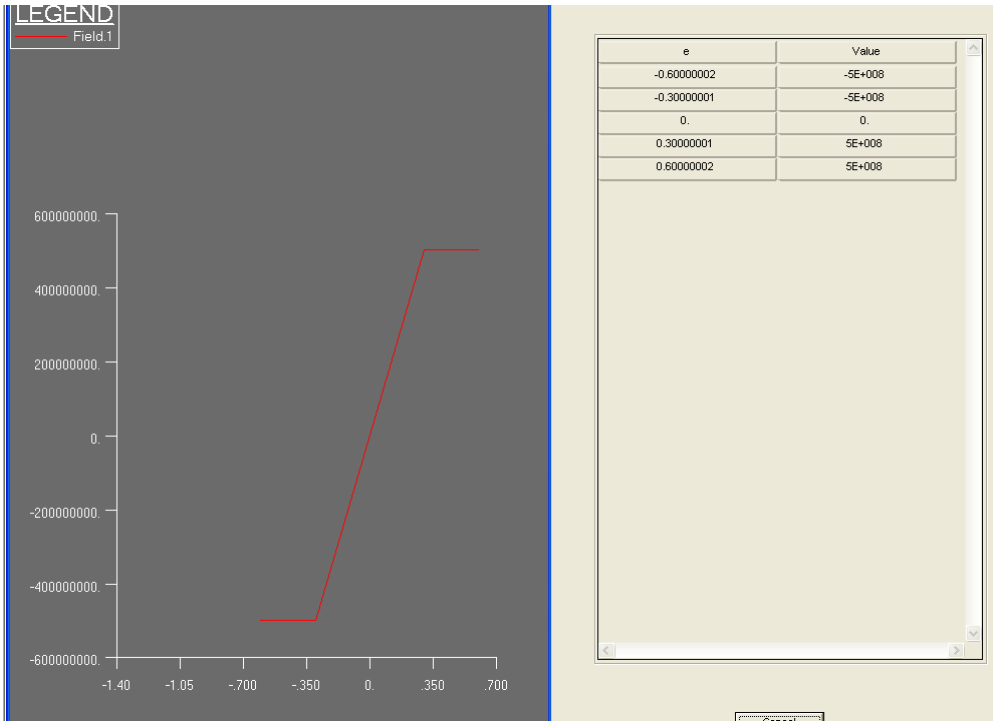


Fig. 29

9.1. Studio della schematizzazione del modello del particolare telaio

La struttura suddetta di forma "scatolare", avente dimensioni 0.06x0.04x0.003 m, come indicato dal CE.PIS., è stata schematizzata con elementi bidimensionali di tipo quad a 4 nodi con proprietà shell di spessore pari a 0.003 m.

Al particolare rappresentato in Fig. 30 sono state inserite delle piastrine (color rosso) di spessore pari a 0.006 m alle quali verranno successivamente attaccati i controventi.

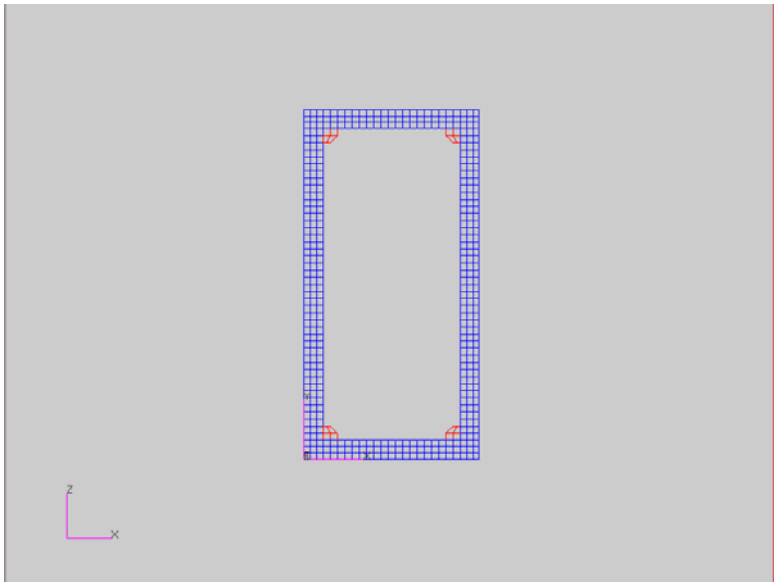


Fig. 30

Il modello del telaio discretizzato agli elementi finiti è rappresentato in Fig. 31; la Fig. 32 mostra un particolare della struttura.

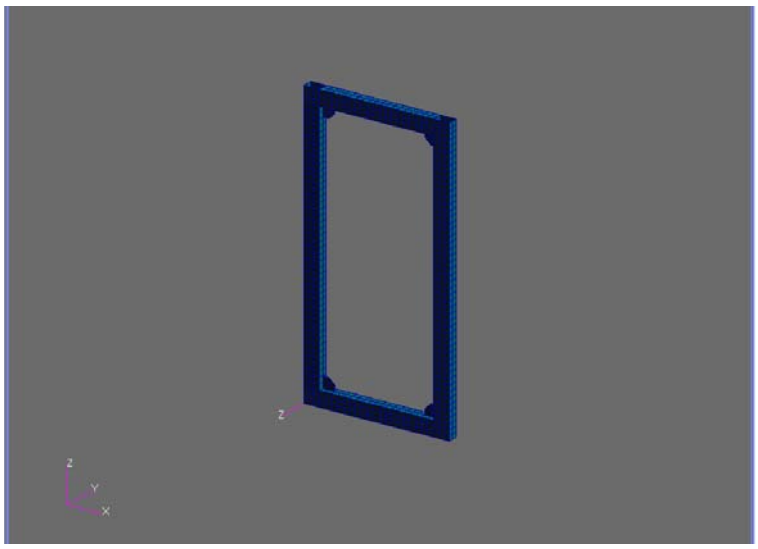


Fig. 31

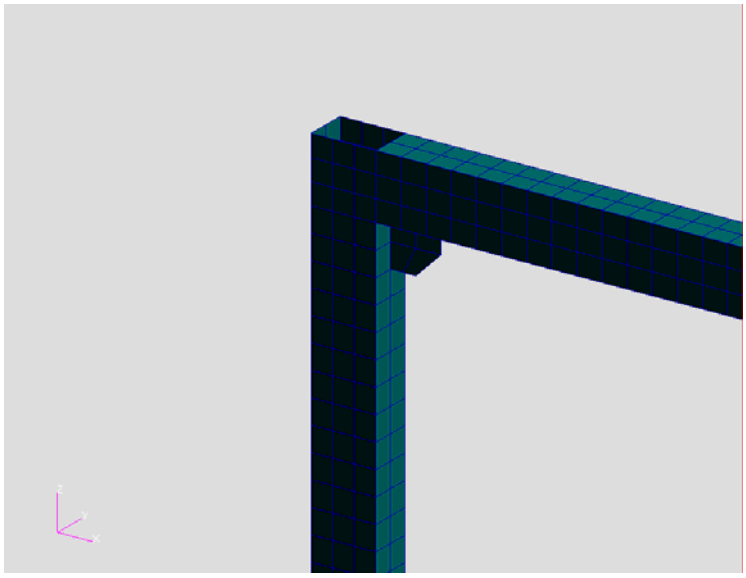


Fig. 32

9.2 Condizioni al contorno

Il modello fem del suddetto telaio è stato posizionato su una finestra del tamburo come riportato in Fig. 33.

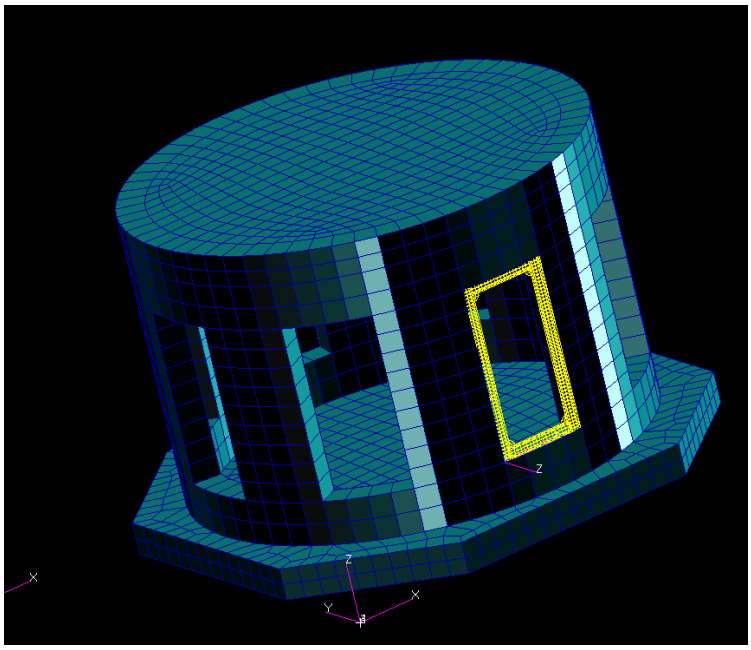


Fig. 33

Il carico applicato al telaio sottoforma di spostamenti imposti è stato applicato come funzione spostamento ricavata dai risultati ottenuti dall'analisi statica lineare precedentemente eseguita sull'intero tamburo.
Questa funzione è stata fisicamente applicata ai nodi di contorno del telaio corrispondenti a quelli della parte in muratura del vano finestra.

9.3 Analisi statica lineare del telaio

I risultati ottenuti dall'analisi statica lineare eseguita sul telaio sono riportati in Fig. 34 e 35.

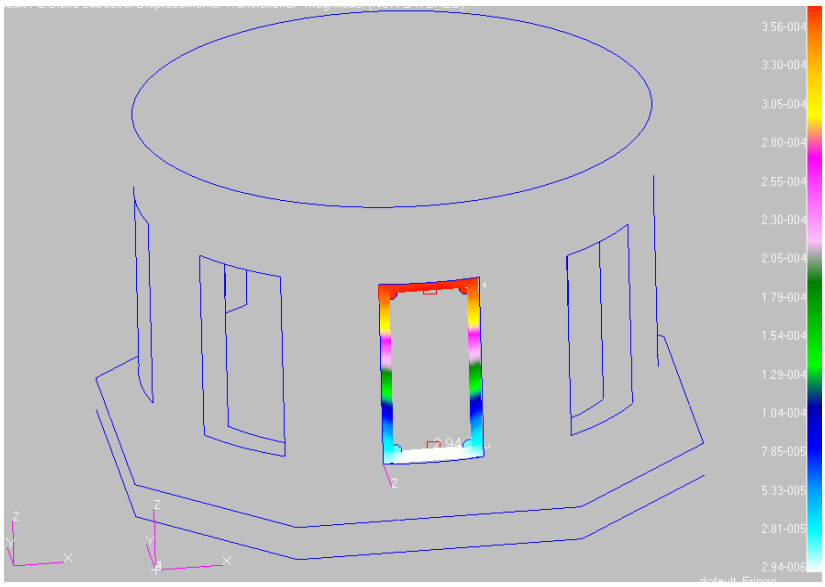


Fig. 34

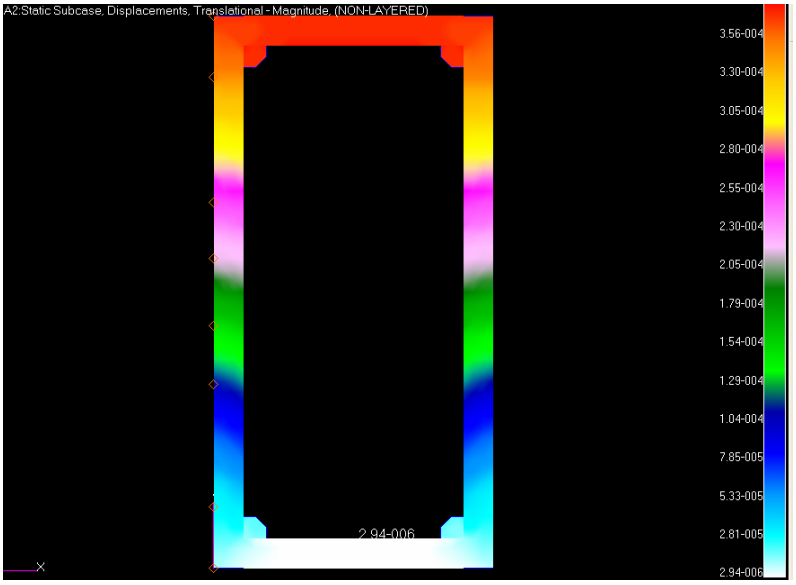


Fig. 35

9.4 Confronto dei risultati del "telaio" realizzato mediante elementi bidimensionali con quelli ottenuti nel modello completo di San Nicolò schematizzando i telai posti nei vani finestra mediante elementi beam (punto 3 di San Nicolò Report)

Dalla Fig. 36 si può vedere che i calcoli ottenuti sull'intero modello, dove i telai dei vani finestra sono stati discretizzati mediante elementi monodimensionali Fig. 37, la cui sezione è riportata in Fig. 38, hanno dato risultati praticamente confrontabili con quelli ottenuti al punto 9.2. Ciò indica che la simulazione può in questo caso considerarsi efficacemente definita anche utilizzando modelli semplificati con elementi monodimensionali non risultando i valori sensibilmente modificati.

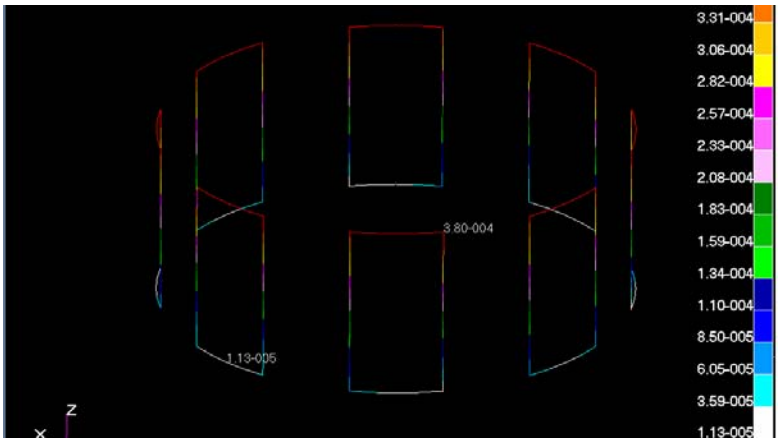


Fig. 36

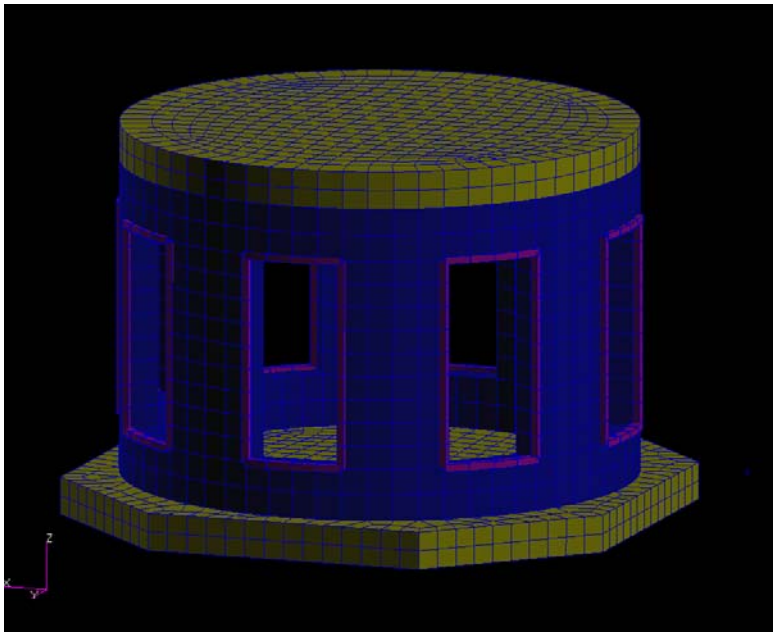


Fig. 37

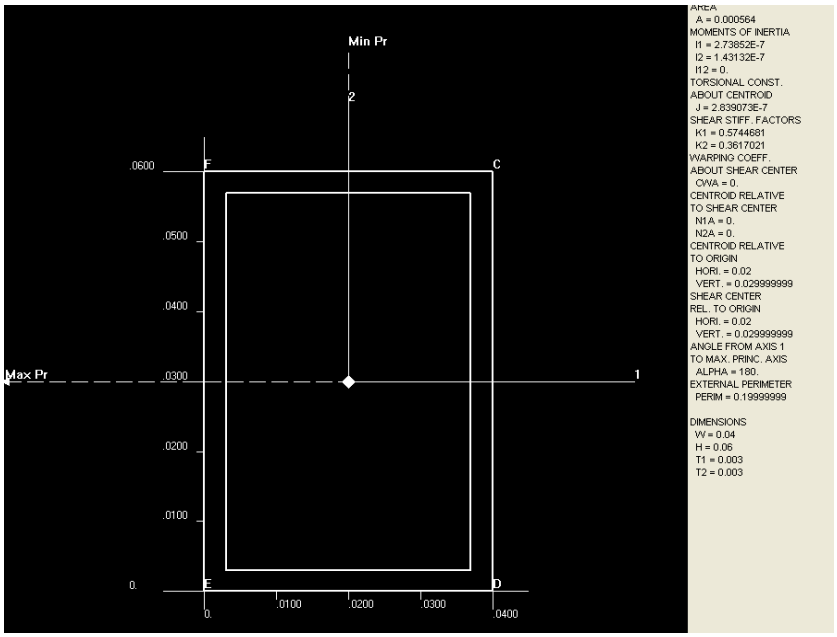

Min Pr
2
.0600
F
C
.0500
.0400
Max Pr
.0300
1
.0200
.0100
0.
E
D
0.
.0100
.0200
.0300
.0400
AREA
A = 0.000564
MOMENTS OF INERTIA
I1 = 2.73852E-7
I2 = 1.43132E-7
I12 = 0.
TORSIONAL CONST.
ABOUT CENTROID
J = 2.839073E-7
SHEAR STIFF. FACTORS
K1 = 0.5744681
K2 = 0.3617021
WARPING COEFF.
ABOUT SHEAR CENTER
CWA = 0.
CENTROID RELATIVE
TO SHEAR CENTER
N1A = 0.
N2A = 0.
CENTROID RELATIVE
TO ORIGIN
HORI. = 0.02
VERT. = 0.029999999
SHEAR CENTER
REL. TO ORIGIN
HORI. = 0.02
VERT. = 0.029999999
ANGLE FROM AXIS 1
TO MAX. PRINC. AXIS
ALPHA = 180.
EXTERNAL PERIMETER
PERIM = 0.19999999
DIMENSIONS
W = 0.04
H = 0.06
T1 = 0.003
T2 = 0.003

Fig. 38

10. PROVE SISMICHE SPERIMENTALI ESEGUITE SUL MODELLO RIPRODOTTO IN LABORATORIO IN SCALA 1:6 DEL TAMBURO DELLA CHIESA DI SAN NICOLO'

La campagna di prove sperimentali è stata condotta nei laboratori ENEA della Casaccia presso MAT-QUAL su una tavola vibrante dalle dimensioni di [m] 4 x 4 a 6 gradi di libertà.



Le prove sono state eseguite sul modello in scala utilizzando in input il sisma registrato dalla stazione di Parco Gioeni a Catania di cui vengono di seguito riportate le caratteristiche (Tab.18) e le time history in X, Y, Z (Fig.39-44)

Stazione: Catania Parco Gioeni Lat= 37°.52 N , Lon= 15°.08E
Evento N° 1 : Registrazione del 21-11-2005
Epicentro: Sicilia Orientale Lat=37°.6 N lon=14°.16 E Profondità 63.2 Km MI=4.7
Distanza Epicentrale stazione = 82.07 Km
Max Picchi accelerazione cm/sec2:**
Longitudinale = 0.983
Verticale = 1.28
Trasversale = 1.312

Sisma N° 1			
	Lon (X)	**Ver (Z)**	**Lat (Y)**
Max Acc g	**0.122**	**0.113**	**0.097**
RMS Acc g	**0.013**	**0.014**	**0.010**
Arias m/s	**0.048**	**0.060**	**0.031**
Ic	**0.006**	**0.007**	**0.004**

Tab. 18

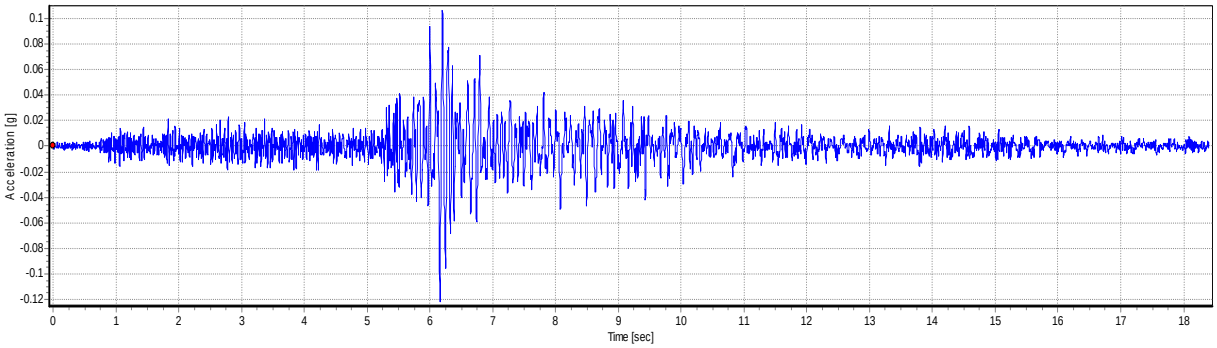


Fig. 39: Sisma N°1 Scalato 0.1g picco
Time History
Componente X (longitudinale)

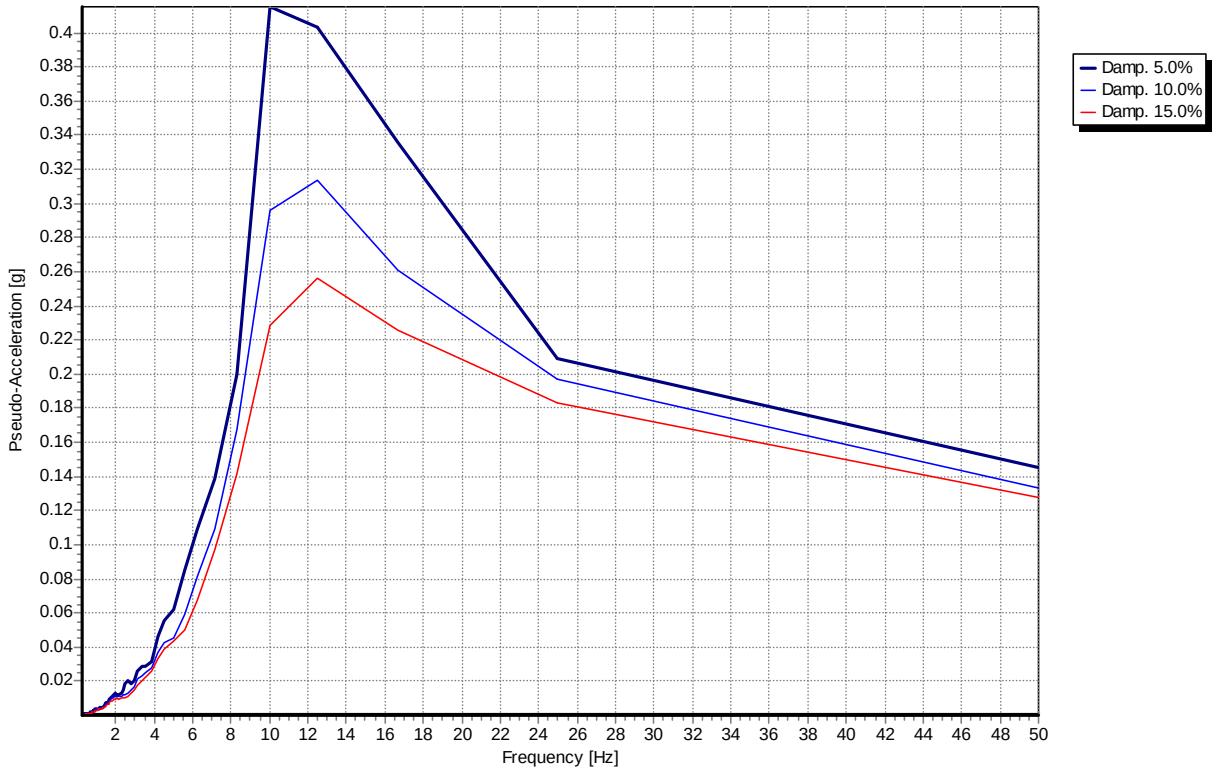


Fig.40: Sisma N°1 Scalato 0.1g picco
Pseudo Accelerazione Sa(Hz)
Componente X (longitudinale)

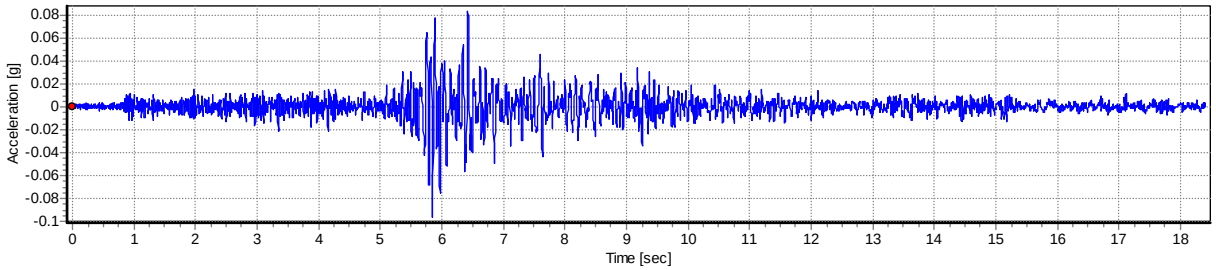


Fig. 41: Sisma N°1 Scalato 0.1g picco
Time History
Componente Y (Trasversale)

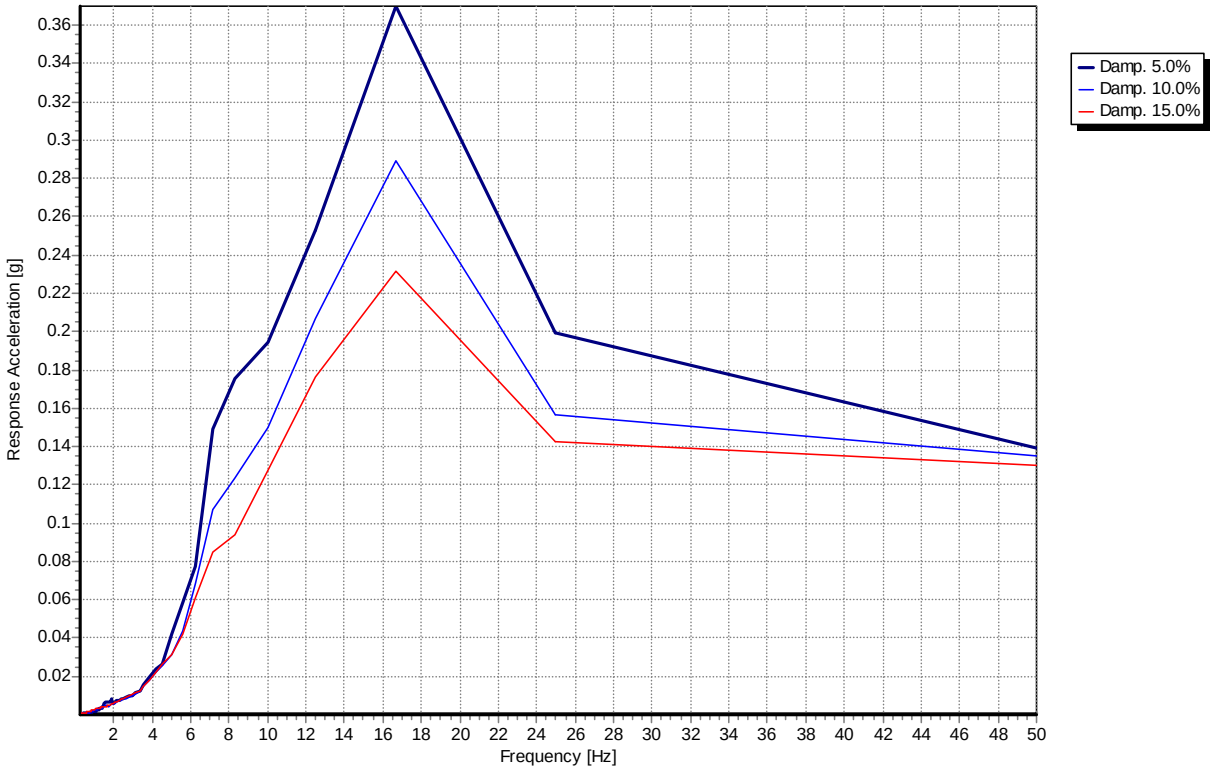


Fig. 42: Sisma N°1 Scalato 0.1g picco
Pseudo Accelerazione Sa(Hz)
Componente Y (Trasversale)

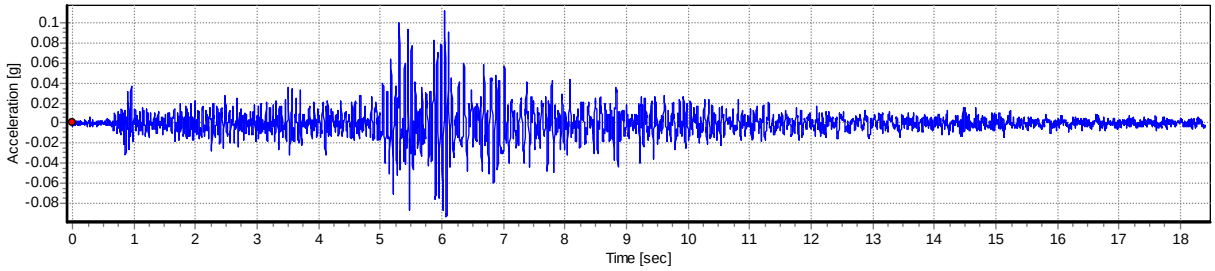


Fig. 43: Sisma N°1 Scalato 0.1g picco
Time History
Componente Z (Verticale)

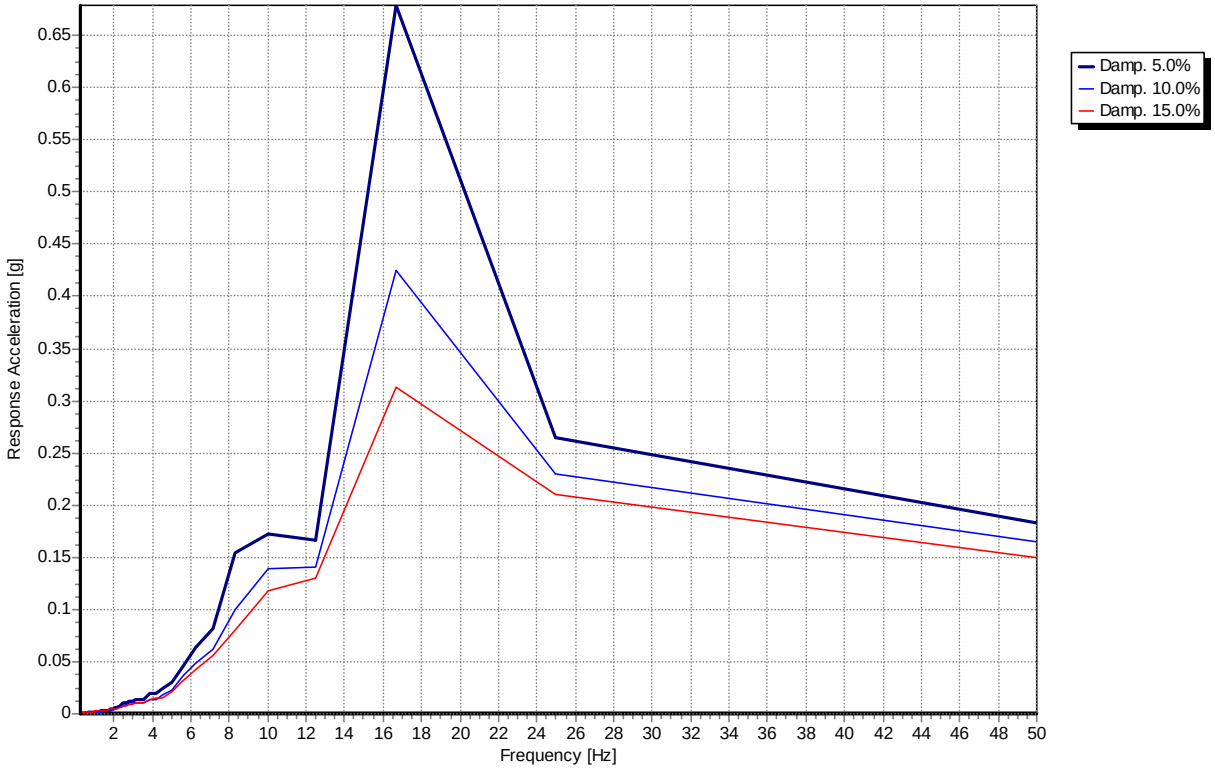


Fig. 44: Sisma N°1 Scalato 0.1g picco
Pseudo Accelerazione Sa(Hz)
Componente Z (Verticale)

Sono stati posti 5 accelerometri sulla tavola (A01x, A01y, A01z, A02y, A02z), 3 accelerometri sul tamburo (A11x, A11y, A12y) e dei misuratori di spostamento (LA1, LA2, LB1, LB2, LD1, LD2) in corrispondenza delle aperture A,B, D indicate in Fig. 45.

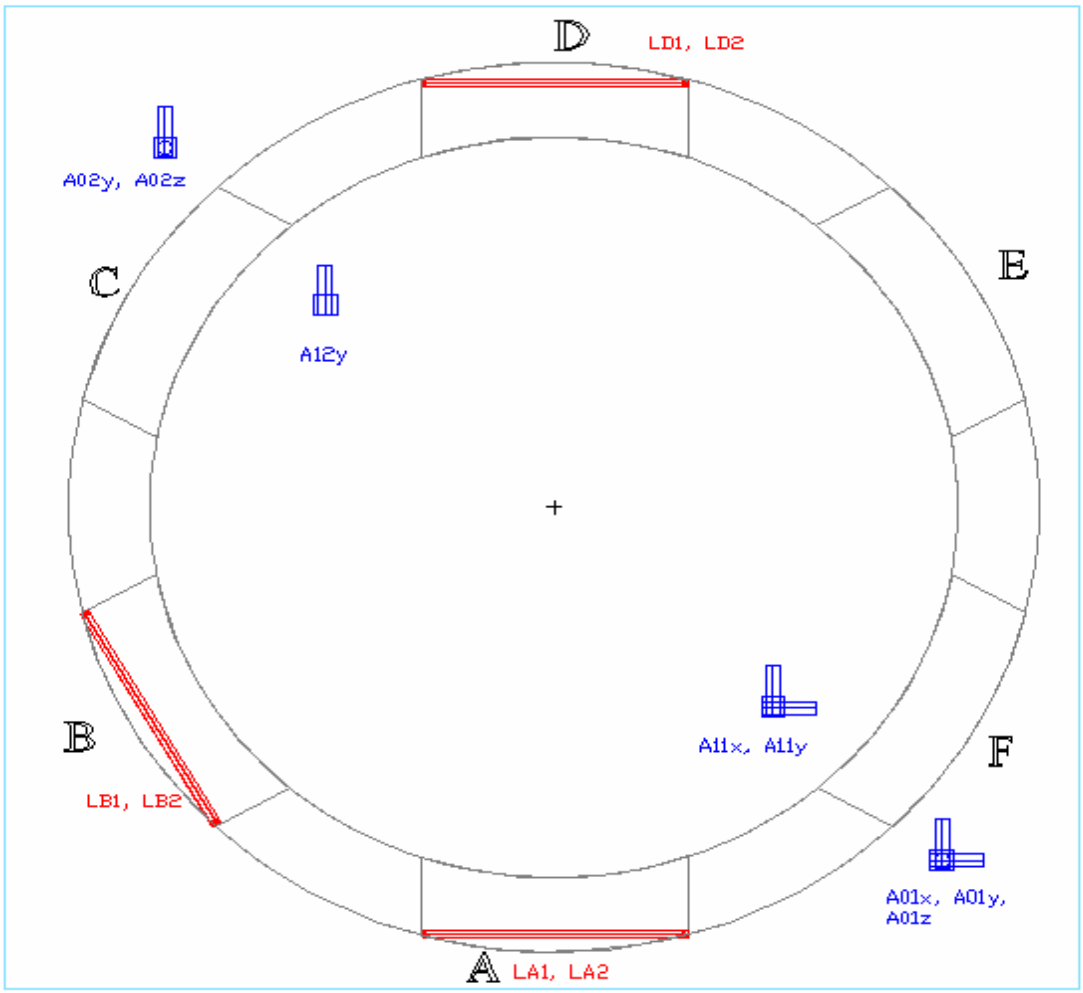
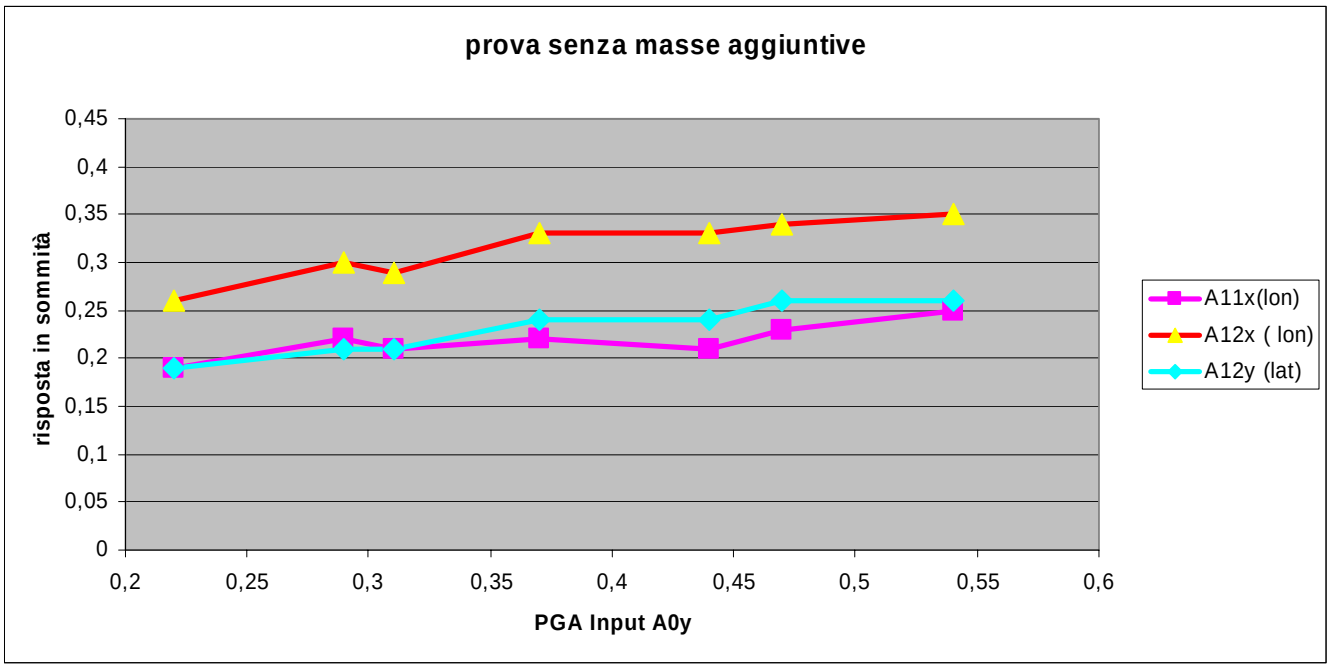


Fig. 45

Vengono riportati i risultati delle prove sperimentali condotte sulla struttura non rinforzata.
Le prove su telai e controventi sono ancora in fase di elaborazione e saranno oggetto di un documento successivo.

Accelerogrammi II gruppo evento Sicilia orientale Mi=4.7

Random	**Lon**	0,05	1 freq A12x	8,300	1frew DW2c		13,200				
	Lat	0,05	1 freq A12y	8,200	1 freq SL2		13,100				
ca005			**PGA Input A01y (**lat)	0,22	0,29	0,31	0,37	0,440	0,47	0,540	
			A01x (lat)	0,04	0,05	0,06	0,07	0,080	0,03	0,030	
			A01z (up)	0,14	0,12	0,18	0,36	0,560	0,65	0,370	
			A02x (lon)	0,19	0,22	0,26	0,27	0,340	0,35	0,350	
			A02z (lup)	0,09	0,17	0,1	0	0,000	0,18	0,200	
			A11x(lon)	0,19	0,22	0,21	0,22	0,210	0,23	0,250	
			A12x (lon)	0,26	0,3	0,29	0,33	0,330	0,34	0,350	
			A12y (lat)	0,19	0,21	0,21	0,24	0,240	0,26	0,260	
			A12z (up)	0,3	0,35	0,35	0,37	0,380	0,67	0,400	



Il modello in esame è stato sottoposto al carico di una massa aggiuntiva pari a 9000 Kg

Accelerogrammi II gruppo evento Sicilia orientale Mi=4.7

Random	**Lon**	0,05	1 freq A12x	6,700	2,000		17,400	***3,000***	
	Lat	0,05	1 freq A12y	6,700	1 freq SL2		17,500	***sl2 peak***	
Ca005	**Lon**		A01y (lat)	0,2	0,25	0,32	0,4	0,450	0,54
			A01x (lon)	0,02	0,029	0,034	0,039	0,044	0,051
			A01z (up)	0,05	0,18	0,2	0,22	0,270	0,3
			A02x (lon)	0,19	0,24	0,24	0,32	0,350	0,39
			A02z (lup)	0,1	0,19	0,19	0,23	0,310	0,43
			A11x(lon)	0,13	0,15	0,16	0,19	0,220	0,27
			A12x (lon)	0,22	0,29	0,32	0,34	0,370	0,4
			A12y (lat)	0,14	0,17	0,2	0,22	0,250	0,3
			A12z (up)	0,13	0,17	0,19	0,25	0,310	0,4

