

edilportale[®]

TOUR 2017

Ristrutturazione, riqualificazione energetica, comfort abitativo, adeguamento antisismico, BIM



Roofingreen



GRUPPO UNICMI
DISPOSITIVI
ANTISISMICI



Firenze, 4 maggio 2017

Intervento conservativo, di messa in sicurezza e di adeguamento sismico mediante isolamento alla base sull'aggregato edilizio "Gagliardi Sardi", L'Aquila

Ing. Luigi Massa

INDICE

CI PRESENTIAMO

**APPROCCIO AL PROBLEMA DEL
CONSOLIDAMENTO SISMICO**

**INTERVENTO PALAZZO GAGLIARDI
SARDI**

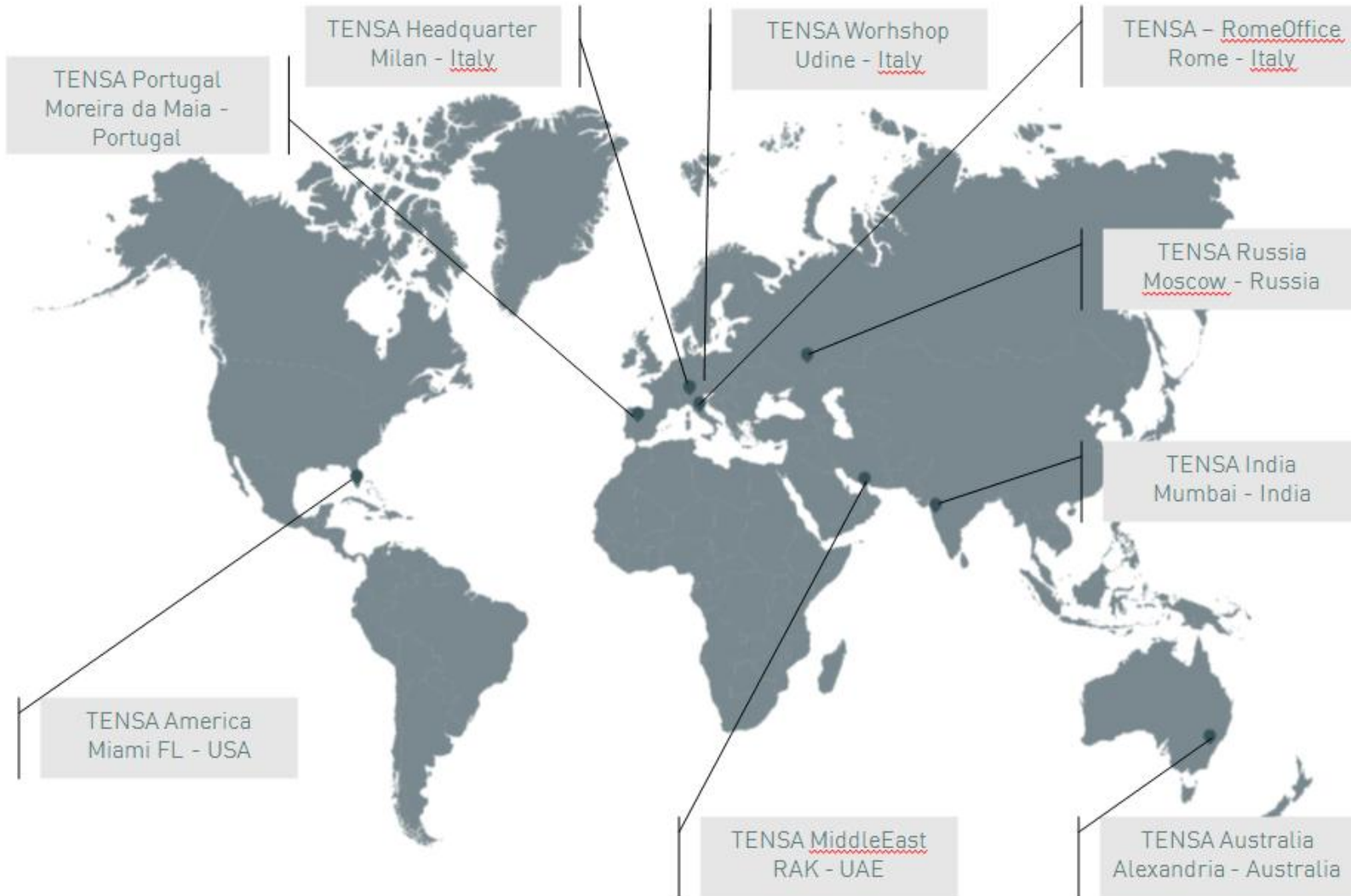
ISOLAMENTO ALLA BASE

FASI COSTRUTTIVE DI CANTIERE

PROVE FUNZIONALI DISPOSITIVI

COLLAUDO REALE

UNA PRESENZA GLOBALE



Active member of:



PALAZZO GAGLIARDI SARDI



CARATTERISTICHE DEL FABBRICATO:

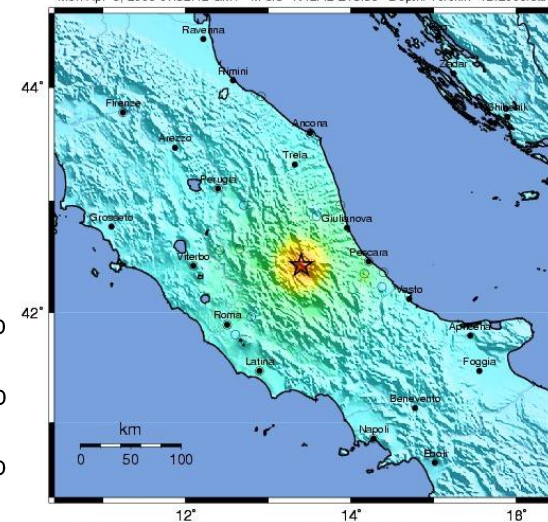
Altezza totale: circa 15 m
Lunghezza 58 meters
Larghezza 18 meters

DESCRIZIONE:

- Intervento conservativo, di messa in sicurezza e di adeguamento sismico mediante isolamento alla base realizzato sul Palazzo 'Gagliardi-Sardi'
- Nobile fabbricato storico in muratura fortemente danneggiato a seguito del terremoto avvenuto a l'Aquila nell'Aprile del 2009.
- L'intervento è stato progettato dallo studio INGENIUM (ing. Giacomo di Marco, Riccardo Vetturini e l'arch. Antonio Posabella)
- Realizzazione a cura di SACAIM e TENSA, entrambe società appartenenti al Gruppo De Eccher
- SACAIM --> restauro conservativo
- TENSA --> progettazione, produzione e test di dispositivi antisismici quali dissipatori ed isolatori elastomerici utilizzati nel presente intervento di adeguamento sismico.

TERREMOTO L'AQUILA APRILE 2009

USGS ShakeMap : CENTRAL ITALY
Mon Apr 6, 2009 01:32:42 GMT M 6.3 N42.42 E13.39 Depth: 10.0km ID:2009cfaf



Map Version 2 Processed Sun Apr 5, 2009 09:30:50 PM MDT - NOT REVIEWED BY HUMAN

PERCEIVED SHAKING	Not felt	Weak	Light	Moderate	Strong	Very strong	Severe	Violent	Extreme
POTENTIAL DAMAGE	none	none	none	Very light	Light	Moderate	Moderate/Heavy	Heavy	Very Heavy
PEAK ACC.(%)	<.17	.17-1.4	1.4-3.9	3.9-9.2	9.2-18	18-34	34-65	65-124	>124
PEAK VEL.(cms)	<0.1	0.1-1.1	1.1-3.4	3.4-8.1	8.1-16	16-37	37-60	60-116	>116
INSTRUMENTAL INTENSITY	I	II-III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X

APPROCCIO AL PROBLEMA DEL CONSOLIDAMENTO SISMICO

LA CONOSCENZA DELLA STRUTTURA

INDAGINI STORICHE

Conoscenza dell'evoluzione storica del manufatto (a volte in più fasi di costruzione)

Eterogeneità costruttive (materiali, livelli sfalsati di solai, mancanza di efficace continuità strutturale tra corpi di epoca differente)

INDAGINI VISIVE

Interpretare la costruzione (presenza di aperture non allineate su diversi livelli, rifacimento di solai mal collegati all'esistente, elementi che possono far presagire a sottoinsiemi di comportamenti locali)

INDAGINI TECNICHE

Ispezioni qualitative e/o quantitative (valutare la prestazione in termini di resistenza degli elementi ed in termini di duttilità di comportamento)



CAPIRE PER INTERVENIRE

APPROCCIO AL PROBLEMA DEL CONSOLIDAMENTO SISMICO

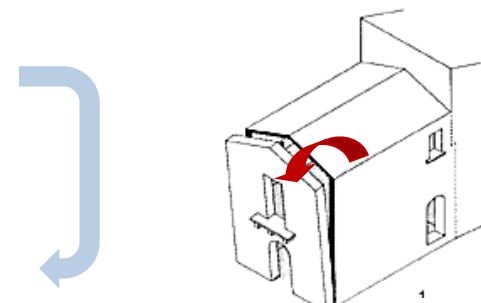
LA DISCONTINUITA' STRUTTURALE

IL PROBLEMA PRINCIPALE PER LE STRUTTURE MURARIE

MECCANISMI A LIVELLO LOCALE DOVUTI DA:

1. Tessitura muraria disordinata e legante di scarsa qualità
2. Mancanza di connessione adeguata tra i pannelli murari
3. Mancanza di connessione adeguata tra gli orizzontamenti

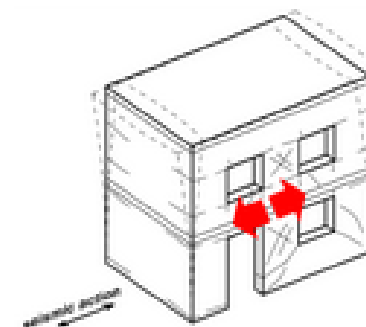
Ribaltamento o cinematismi di singoli pannelli murari



MECCANISMI A LIVELLO GLOBALE DOVUTI DA:

1. Collasso per taglio dei pannelli murari
2. Collasso per pressoflessione dei pannelli murari
3. Collasso per compressione dei pannelli murari

Struttura lesionata in funzione della capacità resistente ma che 'lavora' come un involucro



APPROCCIO AL PROBLEMA DEL CONSOLIDAMENTO SISMICO



MECCANISMI LOCALI

APPROCCIO AL PROBLEMA DEL CONSOLIDAMENTO SISMICO

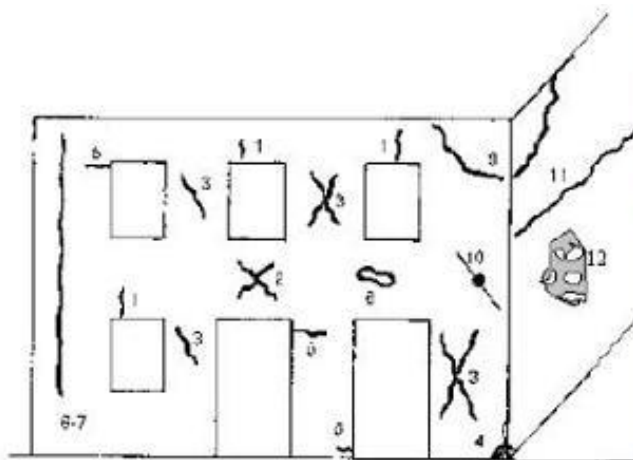
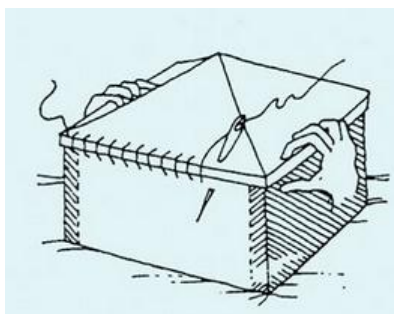
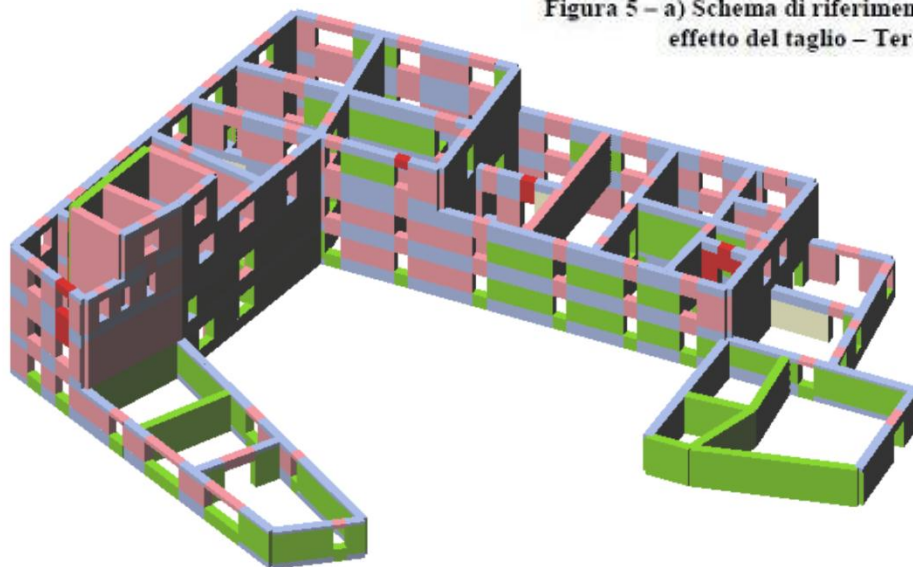


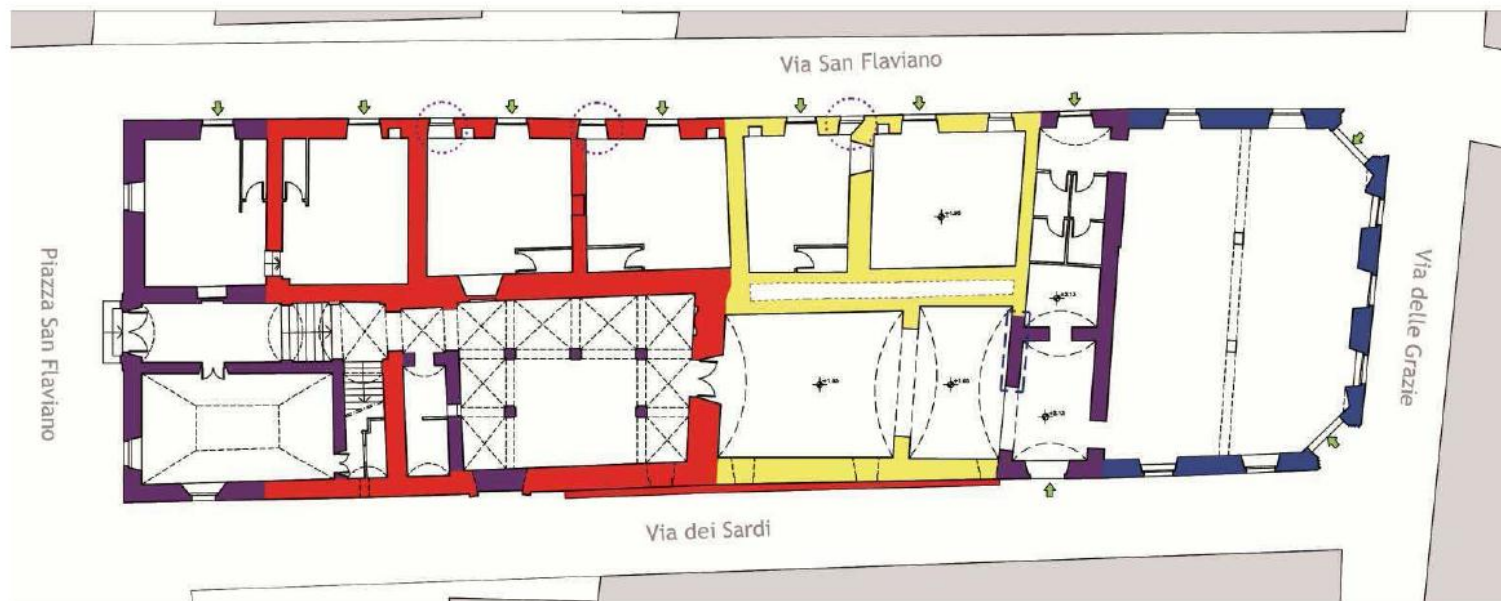
Figura 5 – a) Schema di riferimento per lesioni alle murature (Manuale AeDES) – b) Rottura della parete per effetto del taglio – Terremoto de L'Aquila












Possibilità di studio
attraverso un
MODELLO GLOBALE COERENTE

MECCANISMI GLOBALI

PALAZZO GAGLIARDI SARDI - ANAMNESI STORICA



LEGENDA

- | | | | |
|---|--|---|--|
|  | Cellula - Fuoco tardomedievale (ante XVI sec.) |  | RUA |
|  | I° Fase edilizia (XVI sec.) |  | Ipotesi porzione cellula tardomedievale demolita |
|  | II° Fase edilizia (XVIII sec.) |  | Arco tamponato |
|  | Apertura in breccia di finestre |  | Demolizione maschio murario |
|  | III° Fase edilizia (XIX sec.) | | |

STATO POST TERREMOTO L'AQUILA 2009

MECCANISMI DI COLLASSO «LOCALE»: Ribaltamento della facciata principale su via San Flaviano e di quelle laterali, con ampie lesioni presenti in corrispondenza dell'attacco tra pareti trasversali e pareti di facciata



STATO POST TERREMOTO L'AQUILA 2009

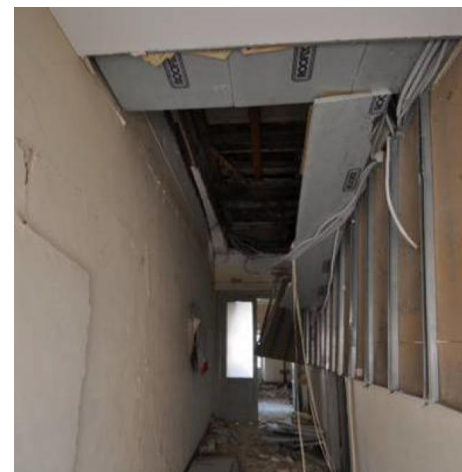
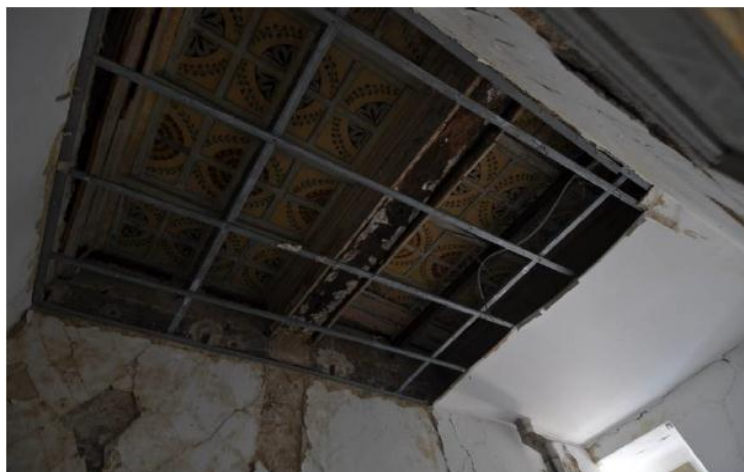
DANNEGGIAMENTO DELLE STRUTTURE VOLTATE: azioni disequilibranti

grave dissesto delle volte della scala principale su piazza San Flaviano , gravi lesioni delle volte della corte interna e collasso dell'arco e della volta che copre la scala adiacente la parete prospiciente via dei Sardi



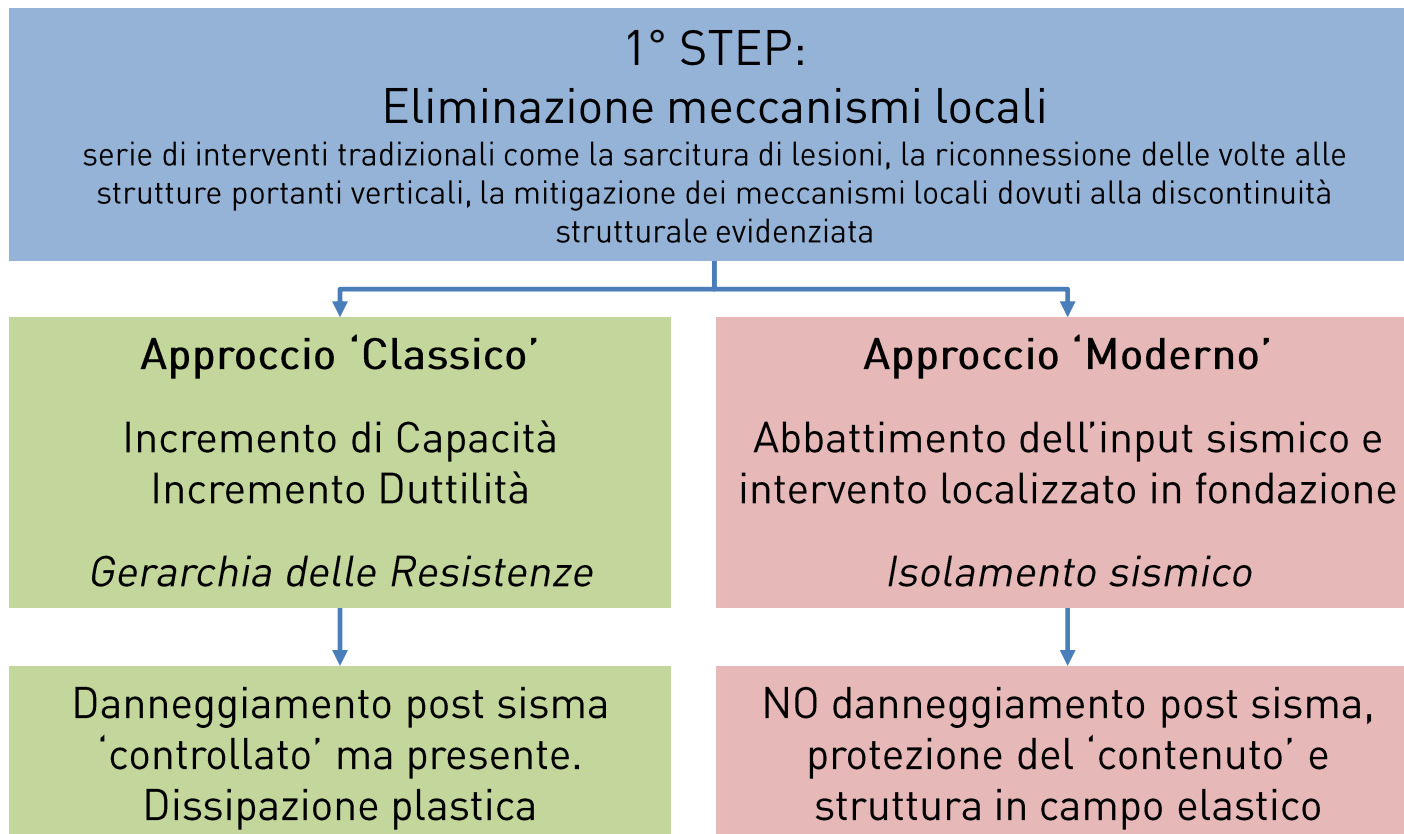
STATO POST TERREMOTO L'AQUILA 2009

DANNEGGIAMENTO DEI SOLAI, CONTROSOFFITTI E DIVISORI: 1° e 2° piano evidenti lesioni di ampiezza centimetrica che interessano i pavimenti ed i solai, lesioni congruenti con la rotazione della parete perimetrale verso l'esterno



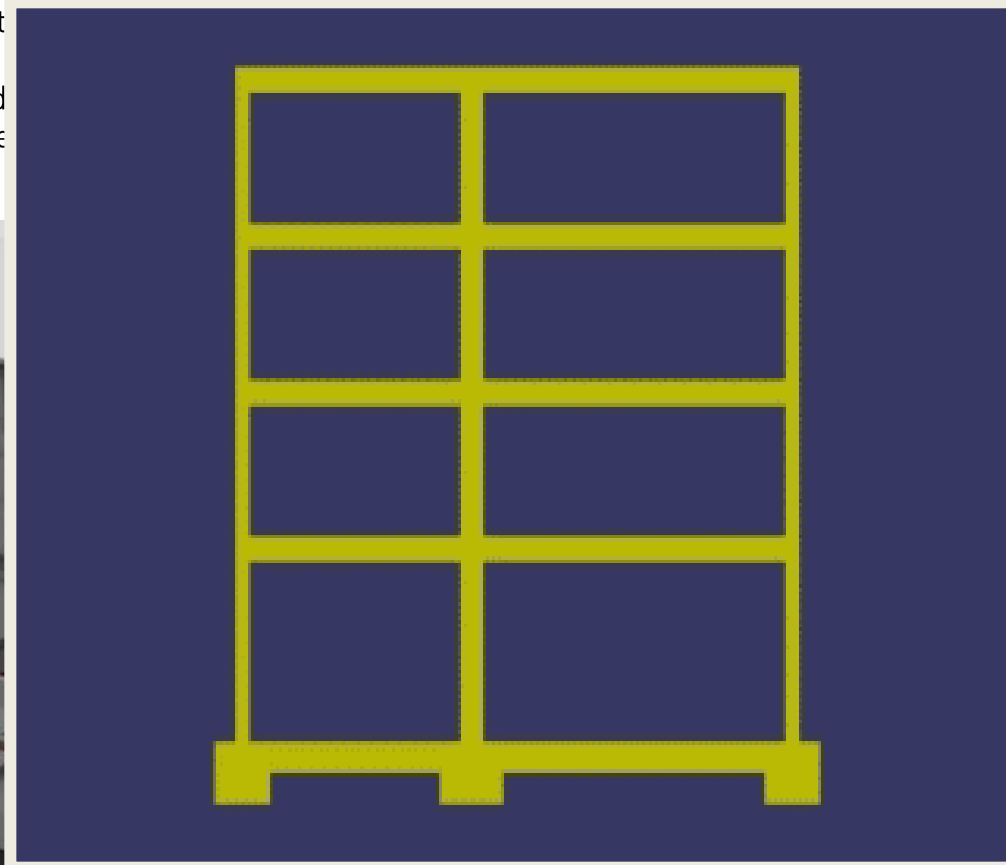
MIGLIORAMENTO O ADEGUAMENTO SISMICO

- Particolare interesse storico, architettonico ed ambientale – compromesso tra sicurezza e valenza dell'edificio
- Proposta d'intervento equilibrata che eviti lo stravolgimento del fabbricato, Le ragioni della sicurezza dovevano trovare un giusto compromesso con la tutela ed il rispetto della valenza storico ed architettonica dell'edificio
- Adeguamento al 60% (come richiesto dalle norme) avrebbe potuto stravolgere la connotazione monumentale dell'edificio.
- In alcuni casi gli interventi di adeguamento sismico possono essere NON compatibili con il pregio storico artistico di un manufatto.



SCHEMA DI VINCOLO

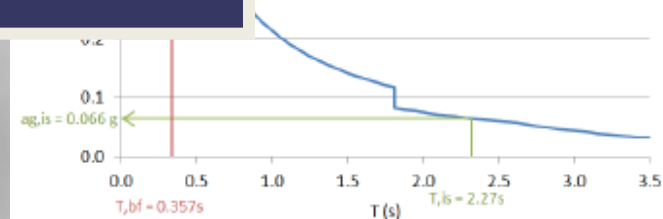
- Interposizione tra le fondazioni e la sovrastruttura di elementi con elevata deformabilità orizzontale ed elevata rigidità verticale.
- Disaccoppiamento del moto che ne consegue comporta il filtraggio delle frequenze a maggior contenuto di energia, lasciando passare quelle più lente, solitamente i dispositivi deformabili, con la massa eccitata generalmente durante il terremoto.



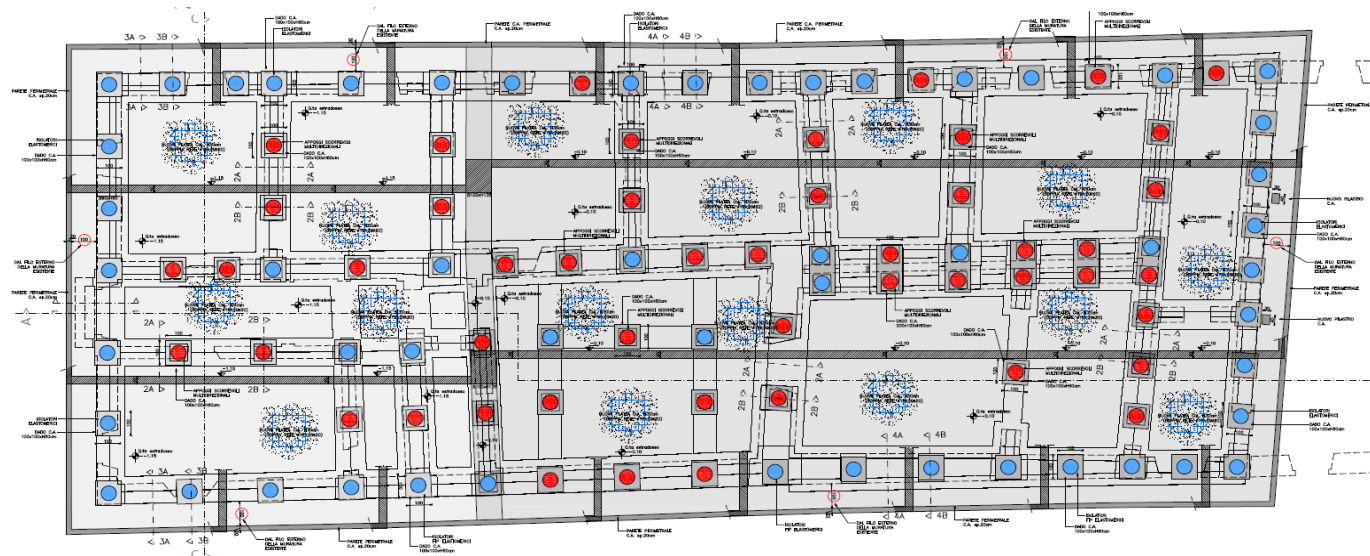
i dispositivi deformabili, con la massa eccitata generalmente durante il terremoto.

pcs.
astomerici TDRI 440-SM-66
2000/±150/±150
i piatti
mento $T_{is}=2.3\text{sec}$

LA RISPOSTA SPETTRALE
A A BASE FISSA E DI QUELLA A



ISOLATORI ELASTOMERICI



MESCOLE CE TENSA certificate EN15129
 G=0,4 MPa – soft
 G=0,45 MPa – soft
 G=0,8 MPa – normal
 G=0,9 MPa – normal
 G=1,4 MPa – hard

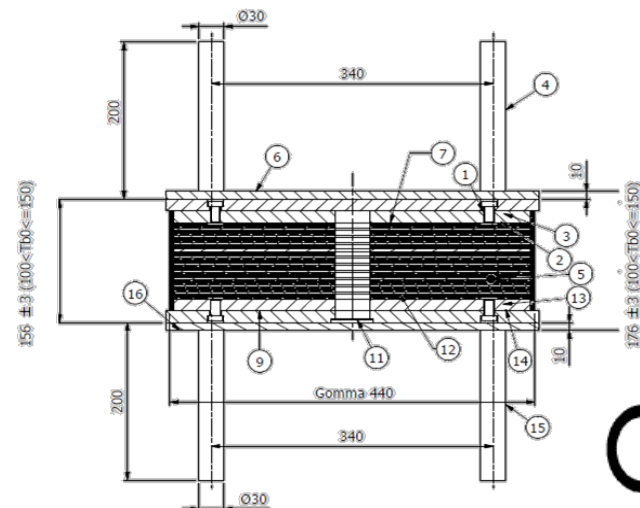
MODULO G & DAMPING:

- Deformazione
- Frequenza
- Temperatura
- Invecchiamento
- Cicli ripetuti

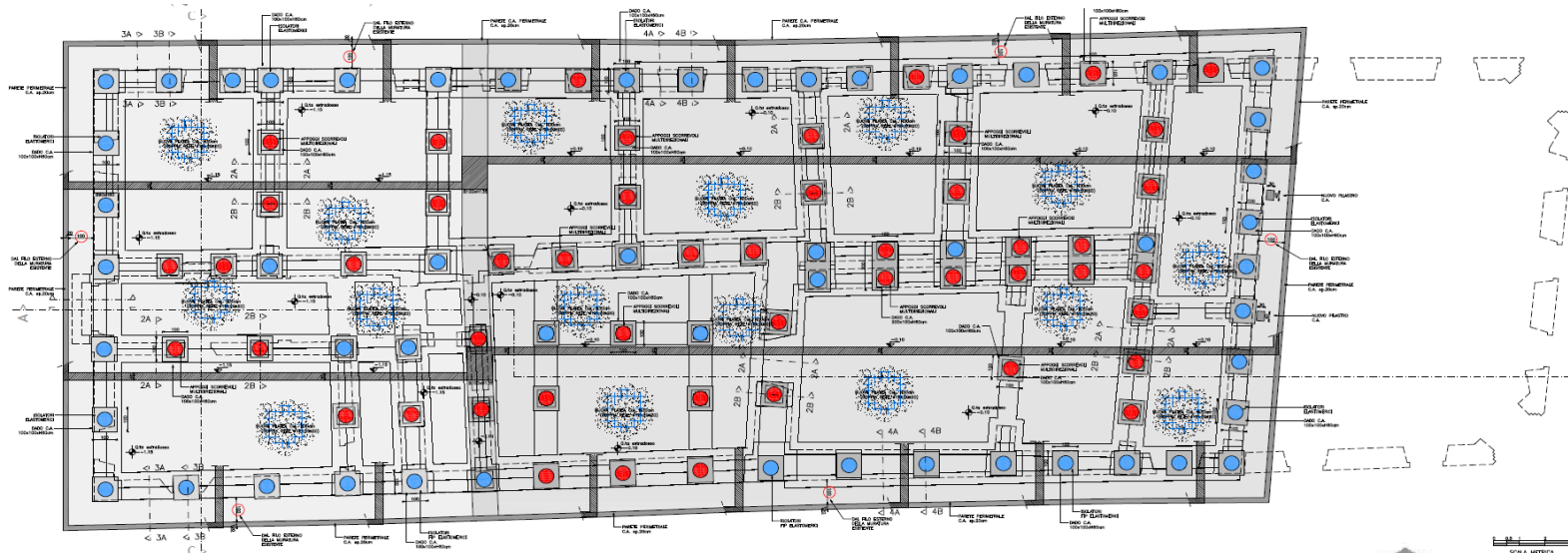
TDRI 440-SM-66 - Tens Damping Rubber Isolators

I dispositivi TDRI sono costituiti da strati di elastomero alternati a lamierini in acciaio tra loro adeguatamente vulcanizzati. Nella configurazione standard due piastre di acciaio sono vulcanizzate all'isolatore, 1 di base ed 1 superiore. Su quest'ultima viene fissata un'altra piastra che insieme a quella di base consentono di vincolare l'isolatore alla struttura.

Shear modulus / Modulo di taglio	G	0.45 MPa
Design displacement / Spostam. di progetto	dbd	125 mm
Max. displacement / Spostam. amplificato (EN 1998)	dEd	146 mm
Horizontal load at dbd / Forza orizzontale a dbd	Hbd	128 kN
Effective stiffness / Rigidezza efficace	k _{eff}	1.037 kN/mm
Damping / smorzamento	ξ _{eff}	15 %
Vertical seismic load-ULS / Max forza vert. sismica-SLU	N _{Ed,max}	1800 kN
Max seismic rotation / Massima rotazione sismica	φ	0.003 rad.
Vertical static load-ULS / Carico verticale statico-SLU	N _{Sd,max}	2020 kN



SLITTE MULTIDIREZIONALI ●



TPM 2000/+150/+150 - Tens Pot Bearing Isolators

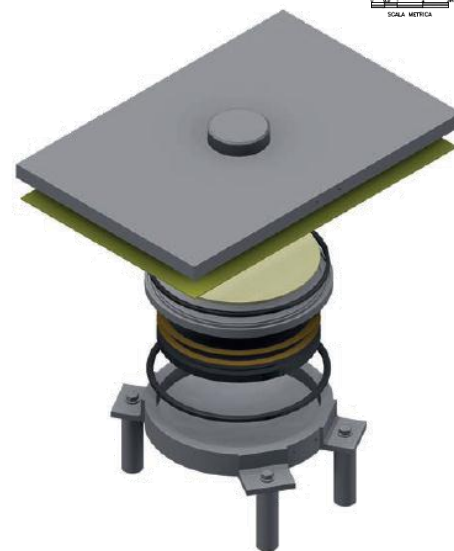
I TPM sono appoggi multidirezionali che non aggiungono un contributo apprezzabile alla rigidezza del sistema. Il loro compito è quello di resistere ai carichi verticali e garantire lo spostamento sismico previsto a progetto.

Il materiale di scorrimento è PTFE in accordo alla EN1337-2 con un percorso accumulato di scorrimento pari a 1.000 metri per gli edifici e 10.000 metri per i ponti.

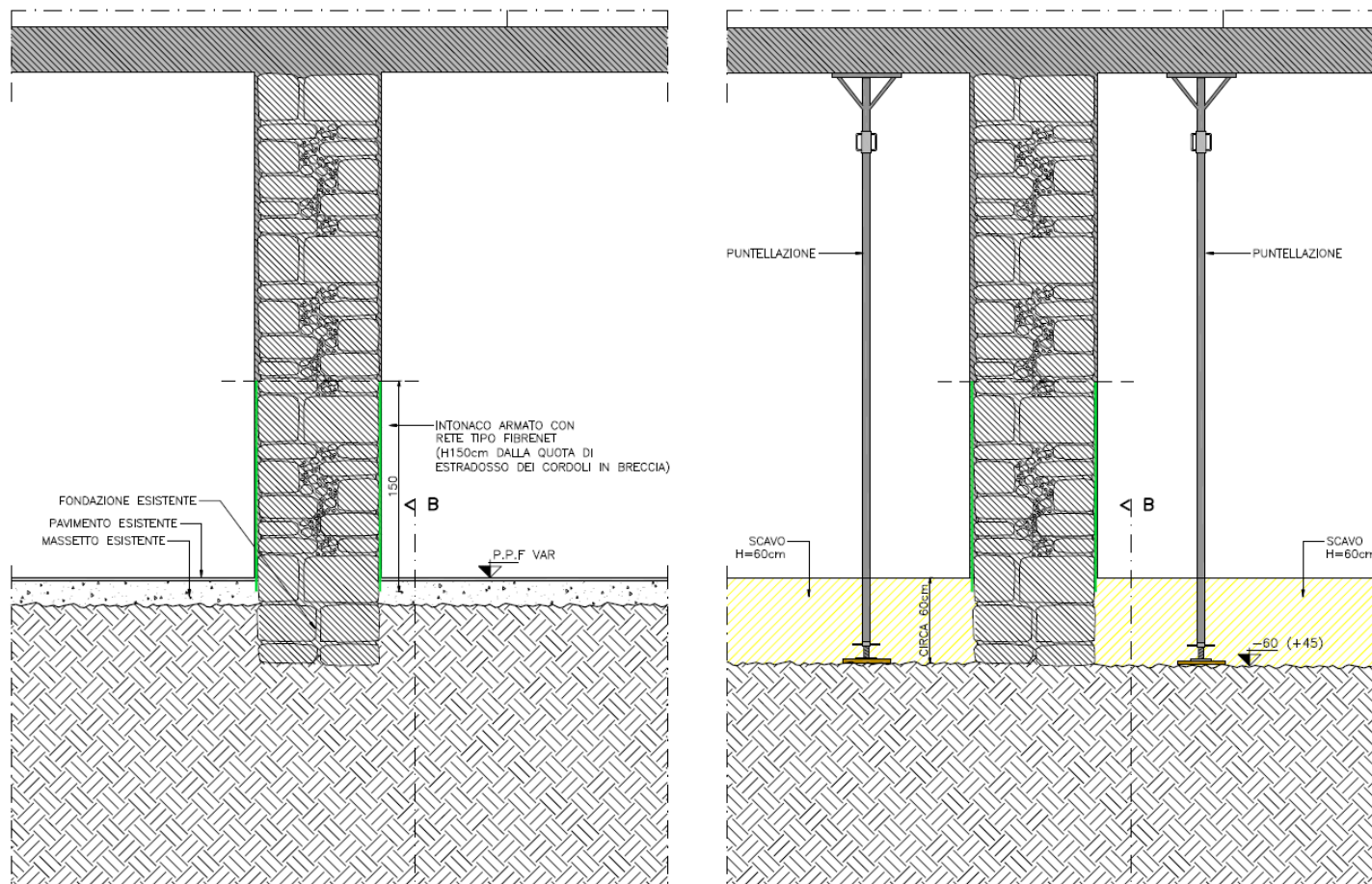
Sono usati insieme agli isolatori per arrivare ad una sostanziale coincidenza del baricentro delle masse e quello delle rigidzze.

Sono dispositivi con marcatura CE, con le seguenti prestazioni:

- Carico Massimo ULS 2.000 kN
- Spostamento SLC +/-150mm



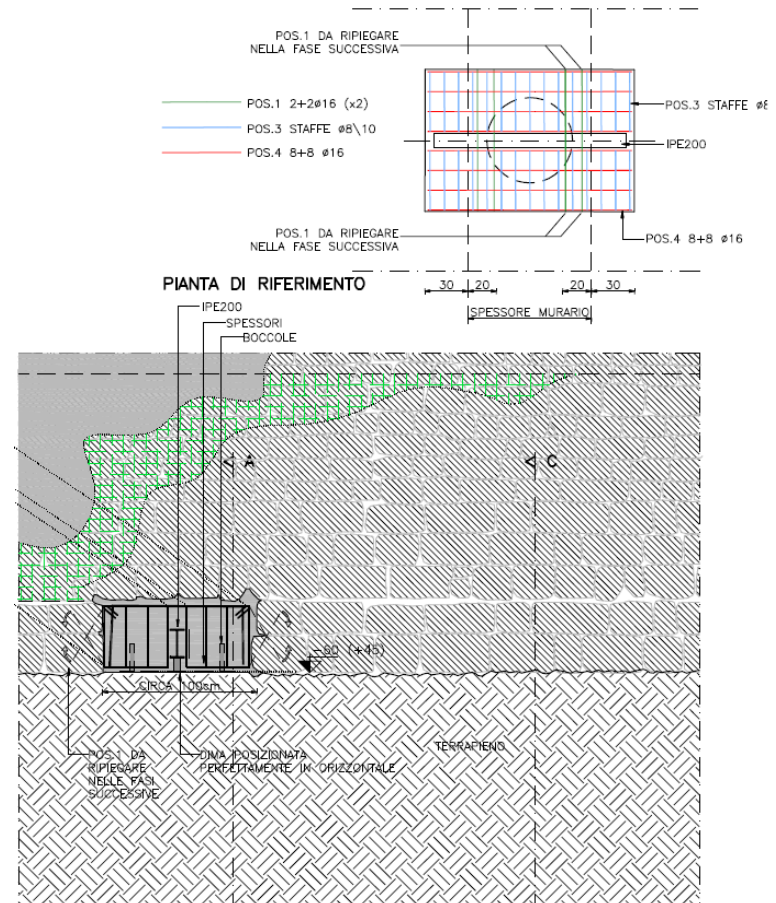
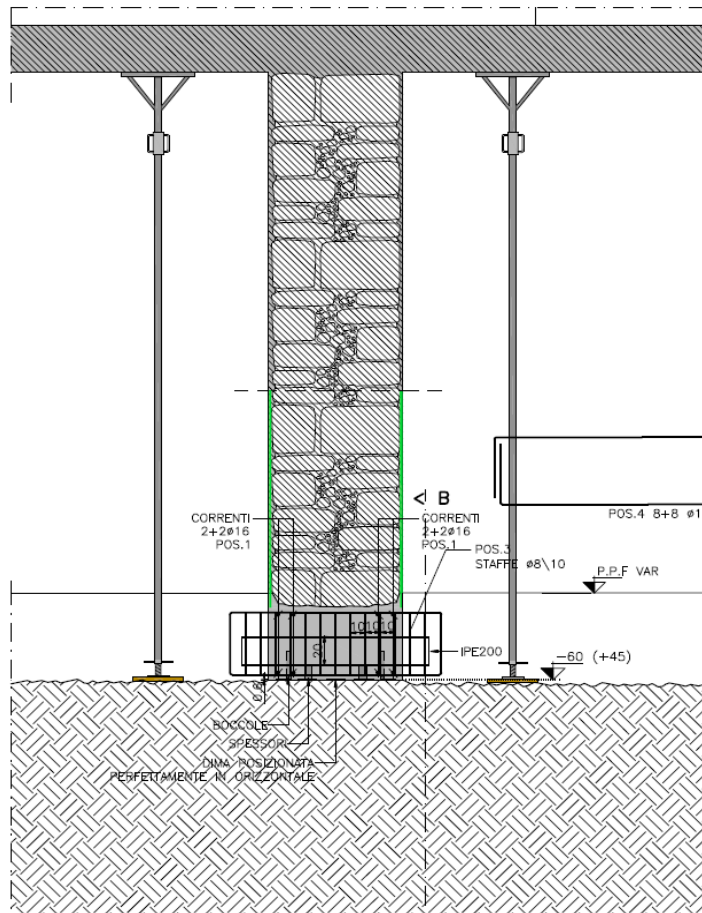
FASI ESECUTIVE – LAVORI DI SOTTOFONDAZIONE



FASI DI REALIZZAZIONE INTERVENTO

- Rinforzo locale della parte basamentale delle murature
- Esecuzione di uno scavo a ridosso delle murature con approfondimento piano di 80cm
- Puntellamento ad ogni livello fino a terra di solai e volte per scaricare le murature

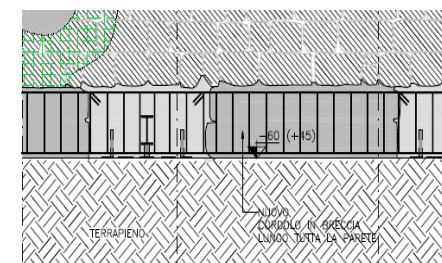
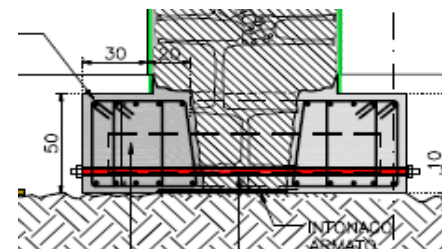
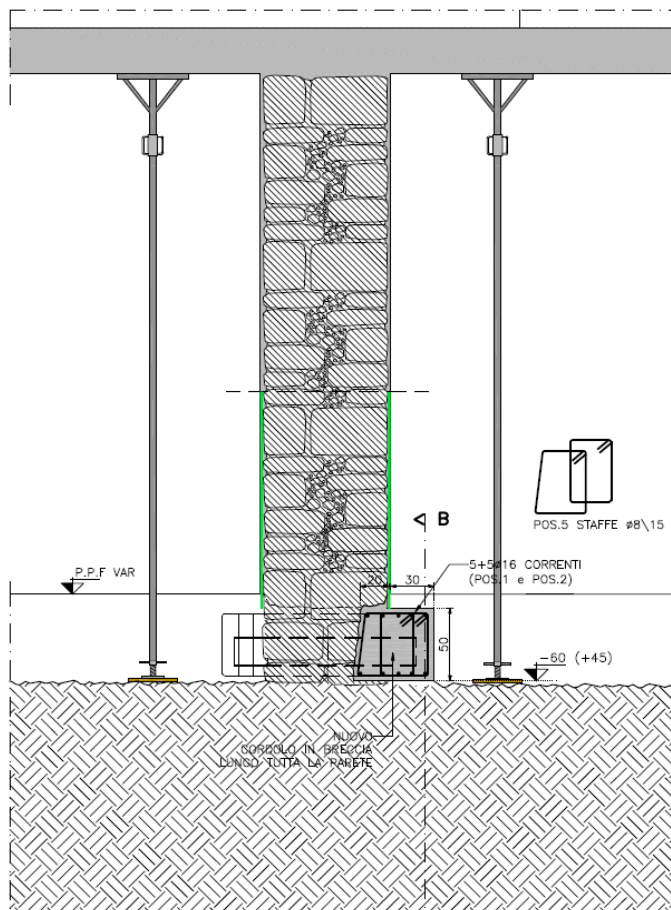
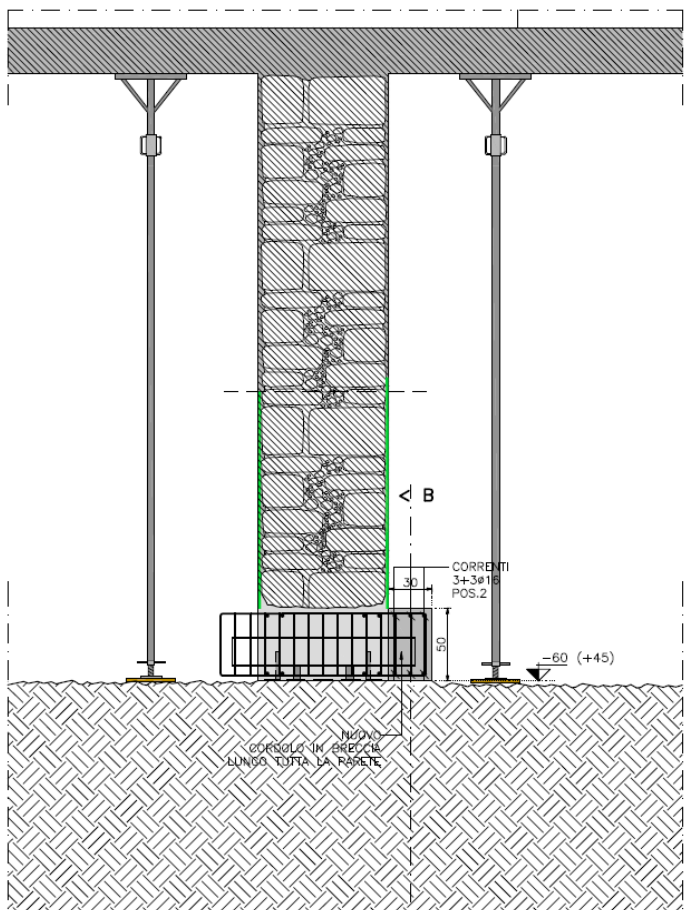
FASI ESECUTIVE – LAVORI DI SOTTOFONDAZIONE



FASI DI REALIZZAZIONE INTERVENTO

- Esecuzione di scassi sulle murature per la realizzazione dei cosiddetti «passanti» in corrispondenza delle posizioni individuate per l'inserimento degli isolatori

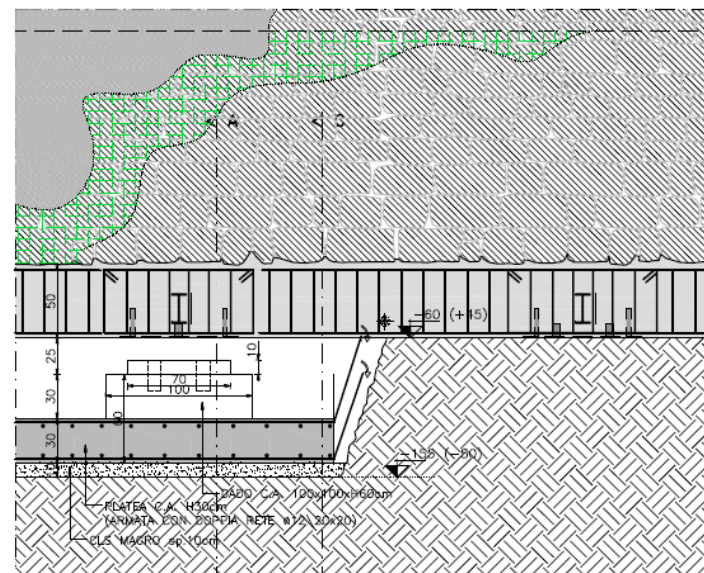
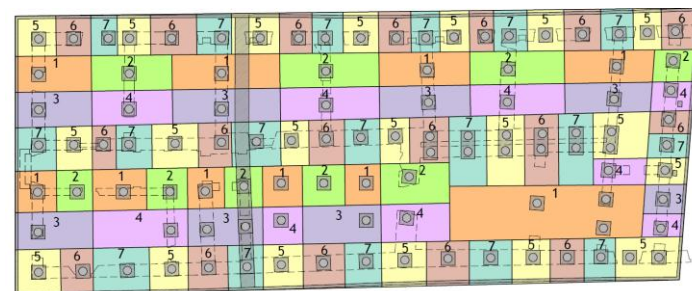
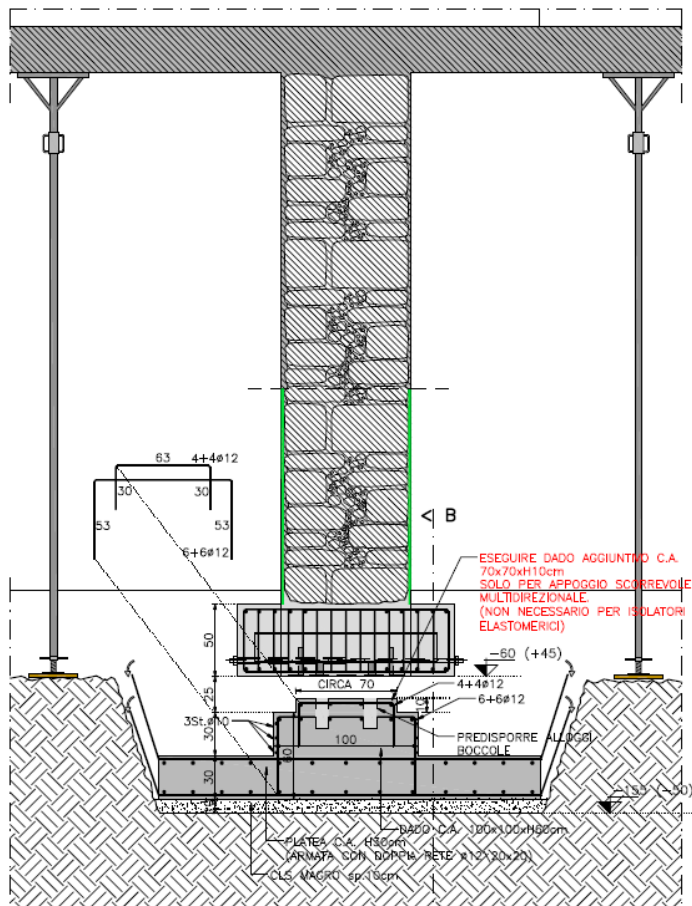
FASI ESECUTIVE – LAVORI DI SOTTOFONDAZIONE



FASI DI REALIZZAZIONE INTERVENTO

- Esecuzione dei cordoli longitudinali, in parte esterni, in parte in breccia, per connettere rigidamente gli elementi «passanti»
- Solidarizzazione con barre Diwidag

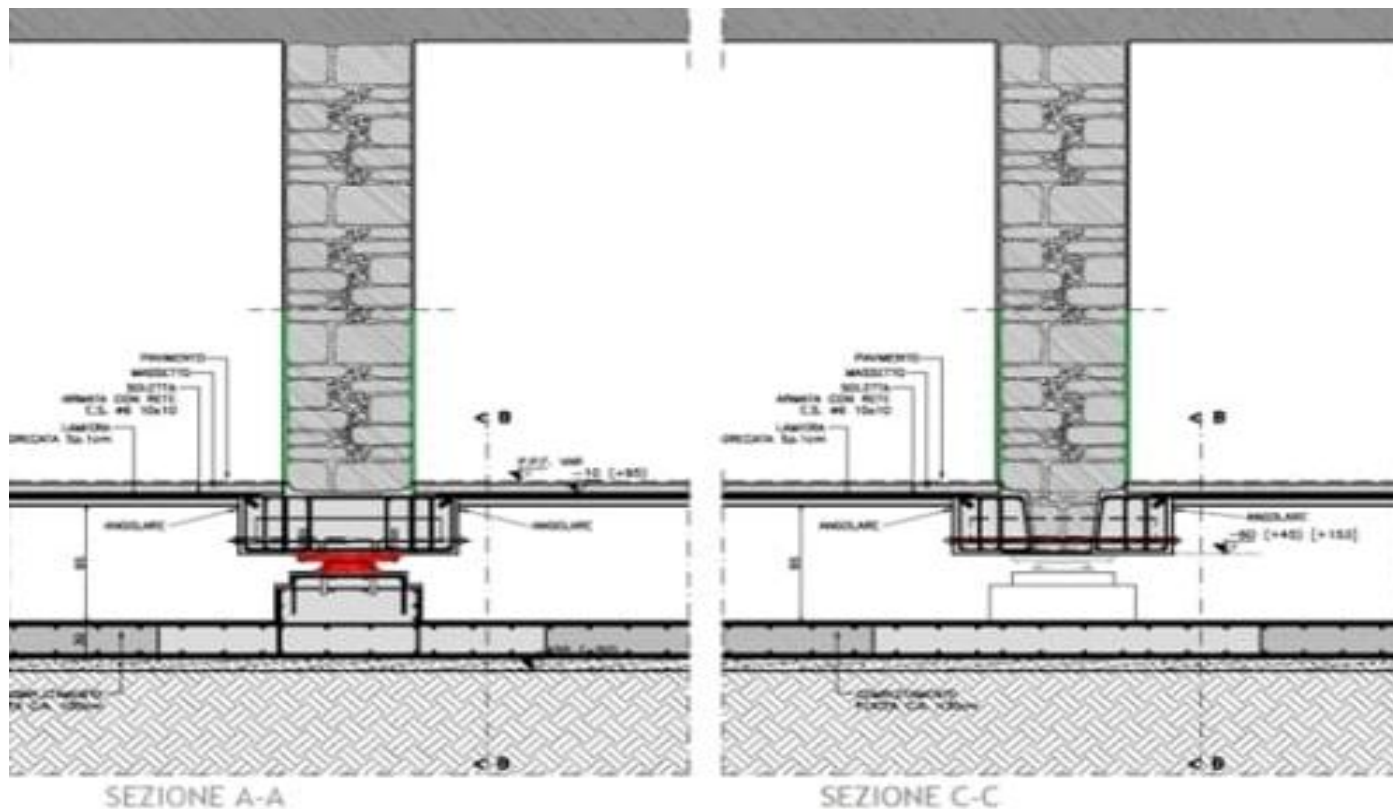
FASI ESECUTIVE – LAVORI DI SOTTOFONDAZIONE



FASI DI REALIZZAZIONE INTERVENTO

- Scavo per cantieri e realizzazione della sottofondazione nervata
- Realizzazione del «dado» aggiuntivo per accogliere gli isolatori/slitte

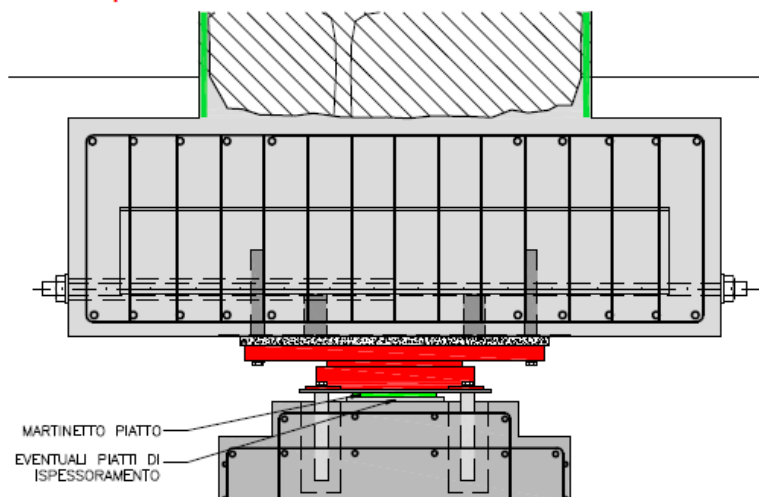
FASI ESECUTIVE – LAVORI DI SOTTOFONDAZIONE



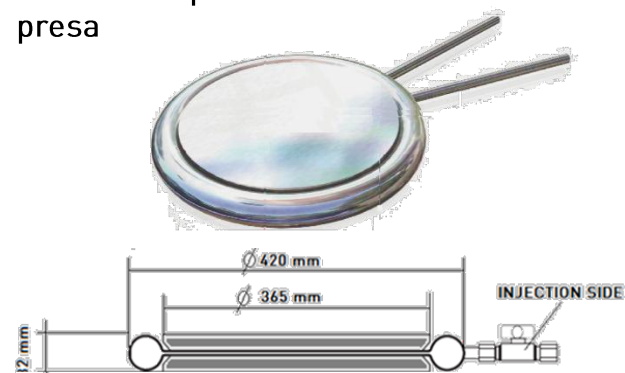
FASI DI REALIZZAZIONE INTERVENTO

- Inserimento dispositivi di isolamento e slitte multidirezionali
- Realizzazione del solaio in lamiera grecata e getto collaborante di completamento

FASI ESECUTIVE – MESSA IN CARICO ISOLATORI



1. Inserimento del martinetto piatto sotto il dispositivo ed eventuale spessoramento.
2. Iniezione con resina epossidica nel martinetto fino al raggiungimento della pressione necessaria per mettere il dispositivo in carico alla tensione di esercizio della muratura prima del taglio.
3. Sigillatura intradosso isolatore con betoncino epossidico ed attesa della presa



CARATTERISTICHE MARTINETTO PIATTO:

- a) Max Forza 1700 kN
- b) Max spostamento verticale 25 mm
- c) Max pressione di lavoro 150 bar

FASI ESECUTIVE – POSA ISOLATORI



SITUAZIONE FINALE



SITUAZIONE FINALE



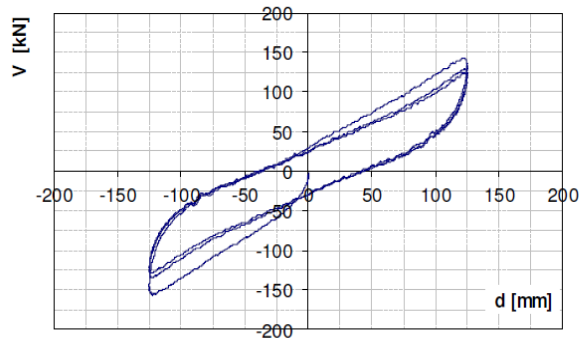
SITUAZIONE FINALE



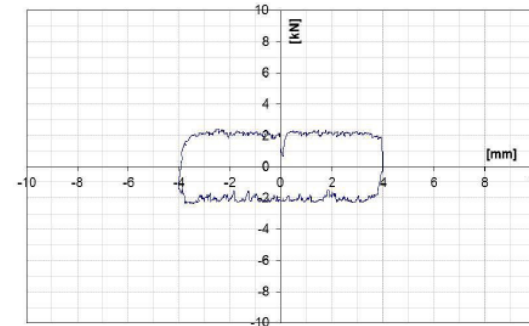
SITUAZIONE FINALE



TEST DI LABORATORIO



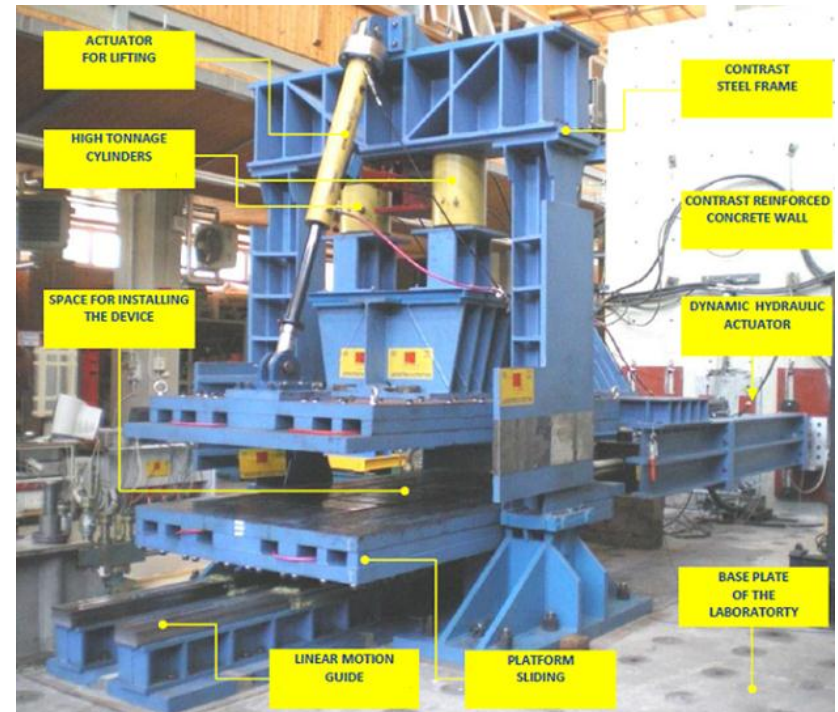
Data / Date	23/04/2015
ID	Test 2
N [kN]	892
d _{max}	125.25
d _{min}	-125.27
V _{max} [kN]_3°cycle	143.33
V _{min} [kN]_3°cycle	-156.95
f [Hz]	0.500
N. cicli / N. cycles	3
K _{eff} [kN/mm]	0.994
ξ [%]	13.4%



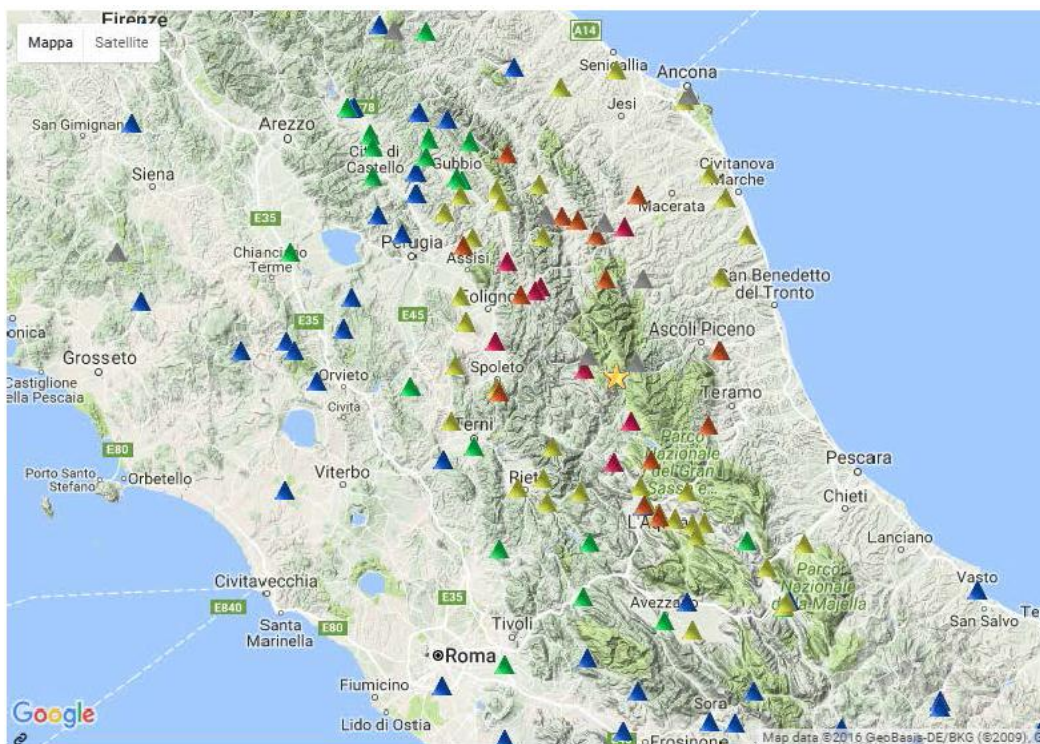
N [kN]	1370
d _{max} [mm]	3.99
d _{min} [mm]	-3.98
F _{max} [N]	2387
F _{min} [N]	-2376
f [Hz]	0.0041
N. cicli / N. cycles	1
K _{r,1} [N/mm]	-
K _{r,2} [N/mm]	-
K _{r,med} [N/mm]	-
μ [%] medio	0.148%
μ [%] distacco	0.17%

PROVE di TYPE TEST e di FPC TEST in accordo:

- EN15129
- DM 14 gennaio 2008

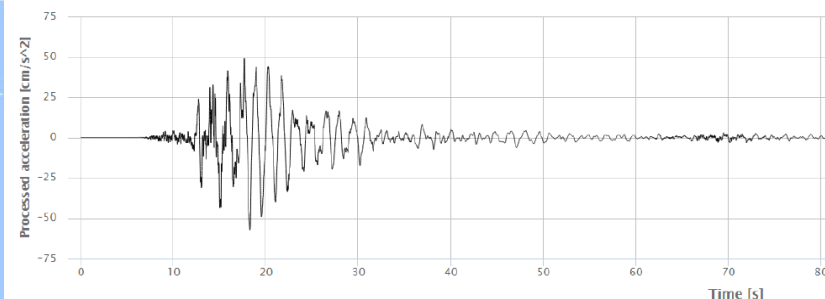


COLLAUDO REALE – TERREMOTO DI AMATRICE 24.08.2016

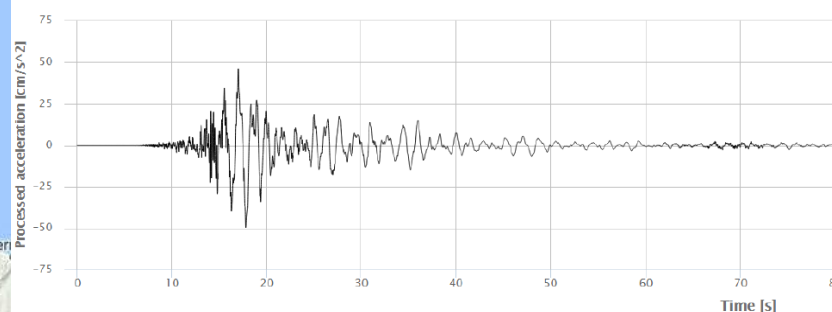


Legend of PGA [cm/s²]

- ▲ unprocessed
- ▲ from 0 to 10
- ▲ from 10 to 20
- ▲ from 20 to 50
- ▲ from 50 to 100
- ▲ from



Accelerogramma registrato presso L'Aquila – componente N-S



Accelerogramma registrato presso L'Aquila – componente E-W

Il terremoto avvenuto ad Amatrice ha costituito un perfetto banco di prova per l'intervento poco tempo prima ultimato. L'azione sismica ricevuta a L'Aquila è stata ovviamente molto più limitata di quella presso l'epicentro, ma ha consentito di eseguire un confronto, mediante l'utilizzo delle accelerazioni sismiche registrate a L'Aquila, tra gli spostamenti attesi per tale evento e quelli effettivamente riscontrati. Il fabbricato, dopo l'evento sismico, presentava sulla «polvere» del cantiere una evidente di spostamento.

COLLAUDO REALE – TERREMOTO DI AMATRICE 24.08.2016



Distanza dell'epicentro dal
Gagliardi Sardi
Circa **42Km**

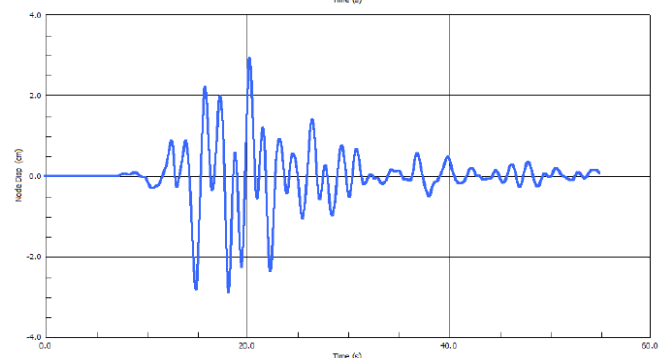
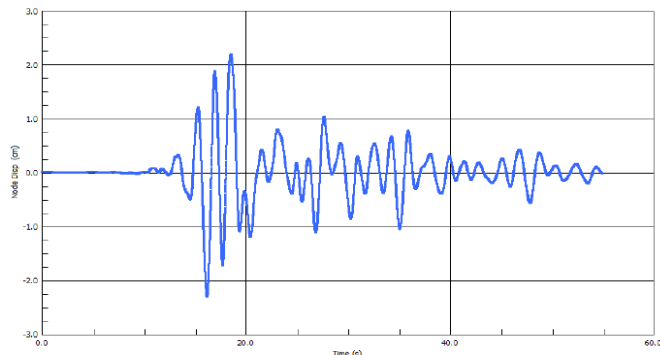
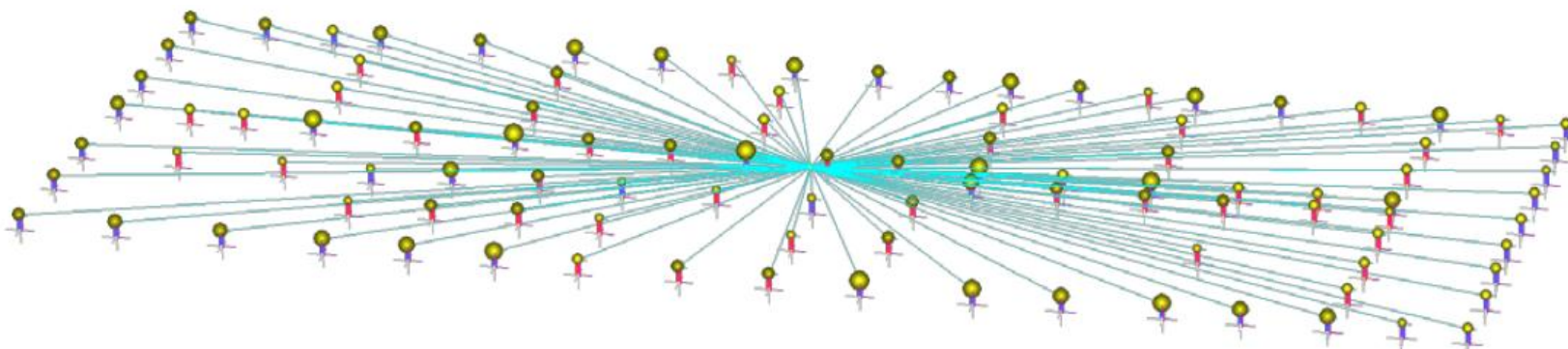


Terremoto di Amatrice
Magnitudo registrata alle
3.36 del 24.08.2016
Mw6 secondo la Scala
Richter



Conseguenze sul Gagliardi
Sardi
Movimenti traslazionali con
ampiezza massima
di circa **2-2,5cm**

COLLAUDO REALE – TERREMOTO DI AMATRICE 24.08.2016



E' stata eseguita una modellazione della struttura imponendo le masse agenti sui singoli isolatori per semplificare l'analisi, svolta con calcolo dinamico al passo (0.05sec di passo temporale).

Le caratteristiche degli isolatori (rigidezza e dissipazione) sono state dedotte dalle prove di accettazione dei dispositivi (prove FPC), prove condotte secondo la EN15129 e le NTC 2008 presso laboratorio ufficiale (Sislab di Unibas Potenza).

Riscontro su un isolatore è uno spostamento di circa 2-2,5cm perfettamente coerente con quanto realmente accaduto.

GRAZIE PER L'ATTENZIONE