



MITIGAZIONE DEI RISCHI NATURALI PER LA SICUREZZA E LA MOBILITÀ NELLE AREE MONTANE DEL MEZZOGIORNO (4-5 Aprile 2022)

Università degli Studi della Basilicata

OR6 Soluzioni innovative per la gestione del rischio sismico
(6.2 Strutture strategiche)

TECNICHE A BASSO IMPATTO PER L'ADEGUAMENTO SISMICO DI STRUTTURE STRATEGICHE

*Componenti del Gruppo: Angelo MASI, Giuseppe SANTARSIERO,
Vincenzo MANFREDI, Giuseppe VENTURA*





UNIONE EUROPEA
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



*Ministero dell'Università
e della Ricerca*



PON
RICERCA
E INNOVAZIONE
2014 - 2020



Estratto da: Convegno di presentazione del progetto MITIGO e dei primi risultati - 4-5 Aprile 2022 –
Sommari degli interventi e presentazioni

© 2022 Università degli Studi della Basilicata

Editrice Universosud – Potenza

ISBN 9788899432850



9 788899 432850

Pubblicazione realizzata con il cofinanziamento dell'Unione Europea – FESR, PON Ricerca e Innovazione 2014-2020.

www.ponricerca.gov.it

- Identificazione e censimento delle strutture strategiche primarie in Basilicata
- Raccolta, aggiornamento e analisi dei dati di vulnerabilità sismica con riferimento alle strutture ricomprese nell'area MITIGO
- Revisione dello stato dell'arte delle tecniche di rafforzamento sismico tradizionali e a basso impatto
- Messa a punto di una procedura per il confronto multicriterio tra differenti soluzioni di intervento per la scelta della tecnica ottimale

La **resilienza** delle comunità nell'area di studio dipende anche dalla capacità di limitare le perdite sismiche soprattutto da parte degli **edifici strategici** che devono essere **operativi durante e immediatamente dopo un sisma**



- Ospedali e ambulatori
- Sedi COM (Centri Operativi Misti per la gestione delle emergenze)
- Municipi
- Caserme



Ottimizzare le risorse → interventi a bassa **intrusività ed integrati** con soluzioni per l'**efficienza energetica**

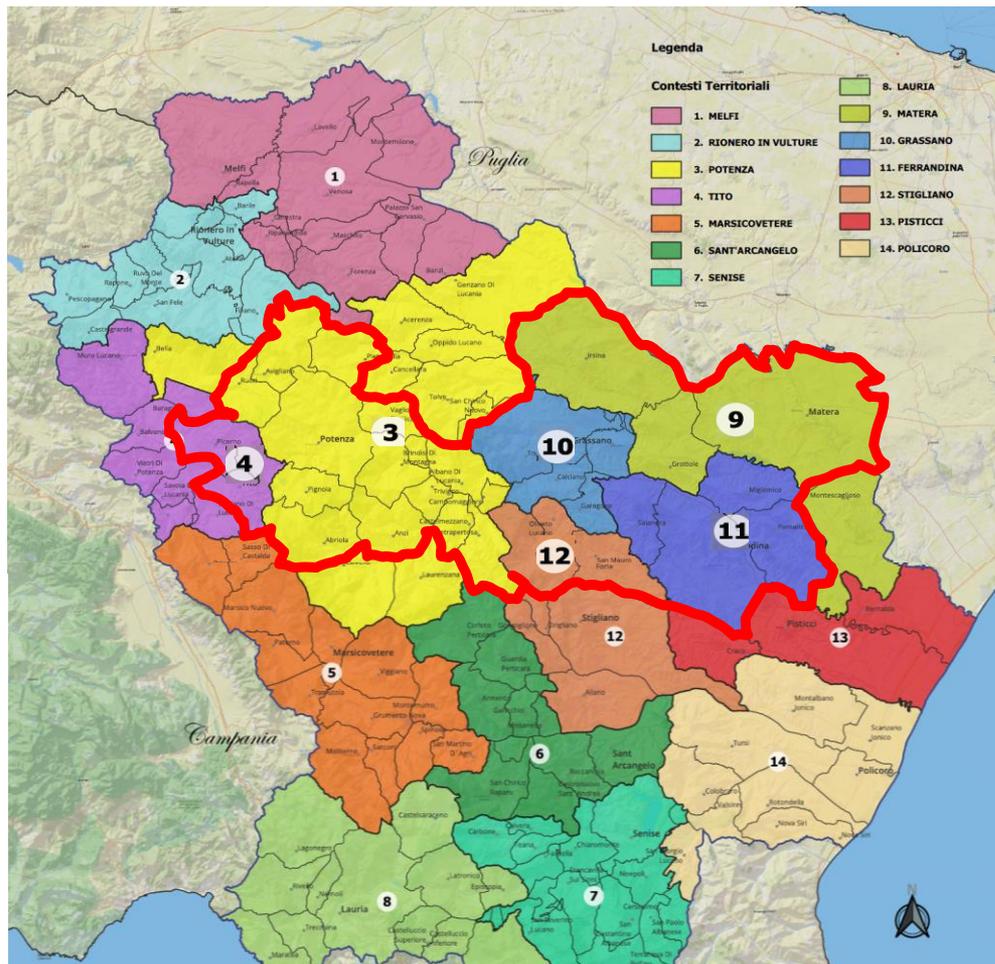
A livello nazionale: OPCM 3274/2003

- oltre all'introduzione di molteplici novità tecniche riguardanti la progettazione di nuovi edifici e la verifica di quelli esistenti, insieme a nuovi criteri di classificazione sismica, furono previsti nuovi impegni per i proprietari, pubblici o privati, di edifici di importanza strategica o rilevanti in relazione ad un loro eventuale collasso.
- In particolare, fu introdotto l'obbligo di procedere alla valutazione della sicurezza sismica a meno dei casi in cui la progettazione fosse stata effettuata con le norme sismiche vigenti successivamente al 1984

A livello regionale: Basilicata

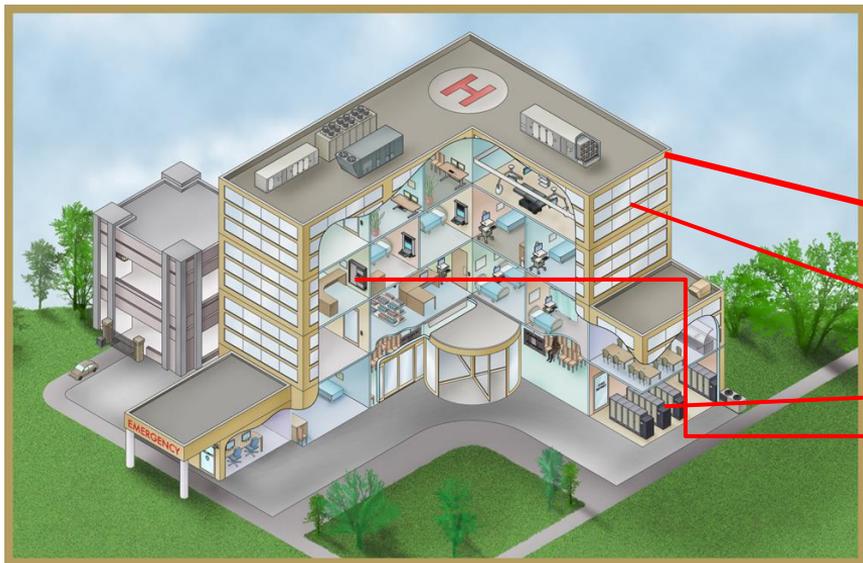
Gli effetti delle azioni normative di prevenzione sismica hanno determinato in Basilicata la messa a punto di tre programmi di verifiche svolti per valutare la sicurezza delle scuole della regione, ossia:

- Valutazioni di vulnerabilità sulle scuole della Provincia di Potenza, svolte essenzialmente nel 2003;
- 1° Programma Temporale delle Verifiche **sugli ospedali e sulle scuole** della Regione Basilicata ai sensi delle OPCM 3274 e 3362.
- 2° Programma Temporale delle Verifiche **sulle scuole** della Regione Basilicata ai sensi delle OPCM 3274 e 3362.



Contesto territoriale	Sede COM	Comuni inclusi
3 – Potenza	Uffici comunali via Nazario Sauro (Potenza)	Abriola Albano di Lucania Anzi Avigliano Brindisi di Montagna Campomaggiore Castelmezzano Pietragalla Pietrapertosa Pignola Potenza Ruoti Trivigno Vaglio Basilicata
4 – Tito	Centro polifunzionale Cecilia – C.da Santa Venere (Tito Scalo)	Tito Picerno
9 – Matera	Locali comunali via Sallustio – Centro Commerciale “Il circo” (Matera)	Irsina Matera Grottole
10 – Grassano	ITC A. Loperfido – Via capitano Vignola (Grassano)	Grassano Calciano Garaguso Tricarico
11 – Ferrandina	ITC A. Loperfido – Via capitano Vignola (Provvisoria) (Grassano)	Ferrandina Miglionico Pomarico Salandra
12 – Stigliano	Centro Servizi Area PIP - c.da Aciniello (Stigliano)	Accettura Oliveto Lucano San Mauro Forte

- Il contenuto è spesso di valore molto maggiore rispetto contenitore
- Il livello di infrastrutturazione impiantistica è molto elevato



STRUTTURA

COMPONENTI NON STRUTTURALI

1. Architettonici (CNS-A)
2. Impianti (CNS-I)
3. Contenuti (CNS-C)

Stato Limite di Operatività, SLO (NTC2018):

A seguito di un evento sismico, la costruzione nel suo complesso (incluso elementi strutturali, elementi non strutturali, ecc.) non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi.

Le **prime 72 ore** dopo l'evento sismico sono cruciali per la fornitura di cure alla popolazione: cosa significa **“danni ed interruzioni d'uso significativi”** ?

Componenti non strutturali

ARCHITETTONICI



Spostamenti/accelerazioni

IMPIANTI

pompe, refrigeratori, ventilatori, elevatori, unità di trattamento aria, centri di controllo motore, quadri di distribuzione, trasformatori e sistemi di distribuzione



Accelerazioni/spostamenti

CONTENUTI



chimici
pericolosi



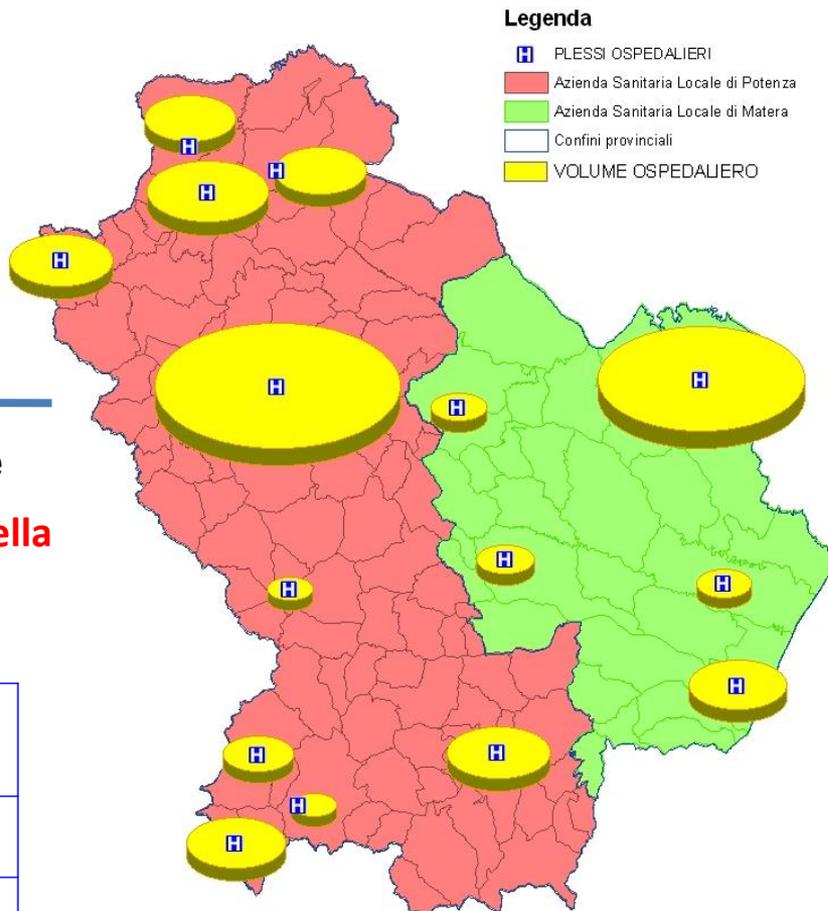
Accelerazioni

Rete ospedaliera della regione Basilicata

115 Edifici in 15 Plessi

1400000 m³

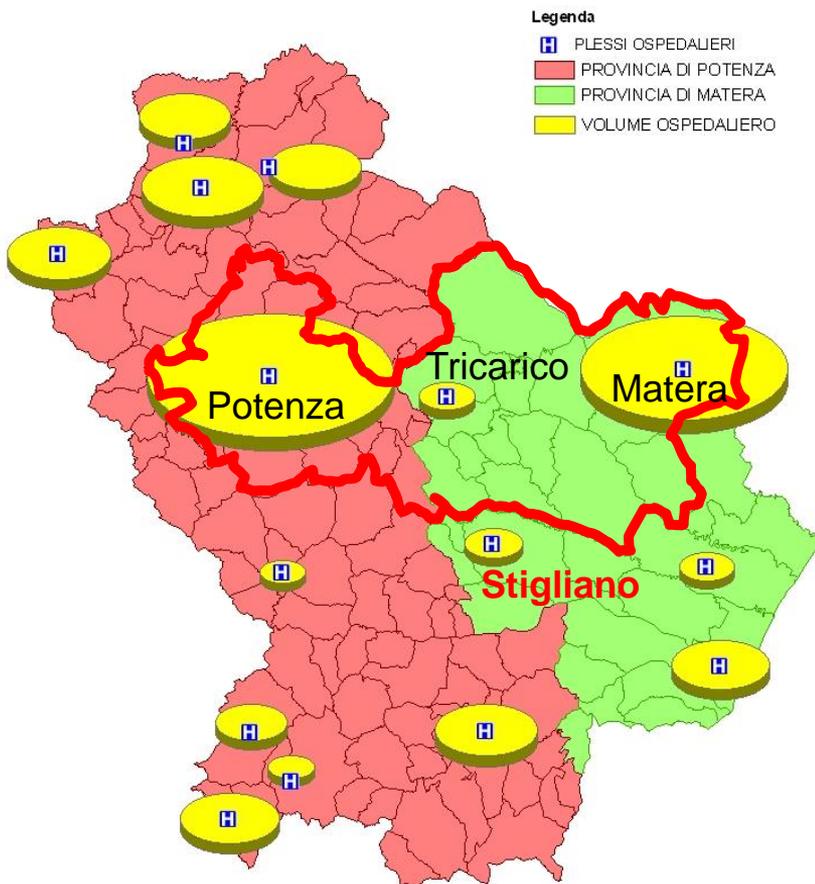
~ 2600 Posti Letto



1° Programma Temporale delle Verifiche

Gli edifici ospedalieri assoggettati a **valutazione della vulnerabilità** sono stati 68 di cui 64 in c.a. e 4 in muratura, distribuiti in **12 plessi**.

	n. edifici		volume medio (m ³)	n. piani medio	anno di progettazione medio
	c.a.	muratura			
Ospedali prov. PZ	45	2	10.500	4	1971
Ospedali prov. MT	19	2	7.000	4	1970



Valutazioni di vulnerabilità $\rightarrow \zeta_E = \frac{\textit{capacità sismica della struttura}}{\textit{domanda sismica per nuove costruzioni}}$

≥ 1 (OK)
 < 1 (non verifica)

Stato limite di **Salvaguardia della vita**

$$\zeta_{E_SLV} = \frac{PGA_slv}{ag_949y}$$

Verifiche di resistenza/duttilità degli elementi strutturali

Stato limite di **Danno**

$$\zeta_{E_SLD} = \frac{PGA_sld}{ag_101y}$$

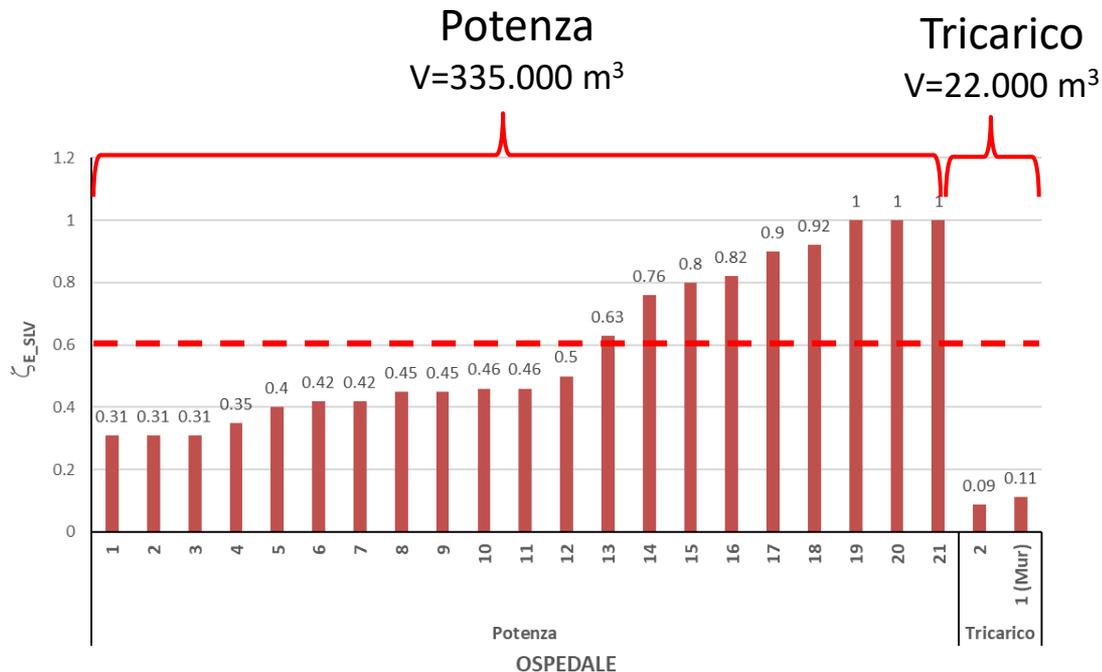
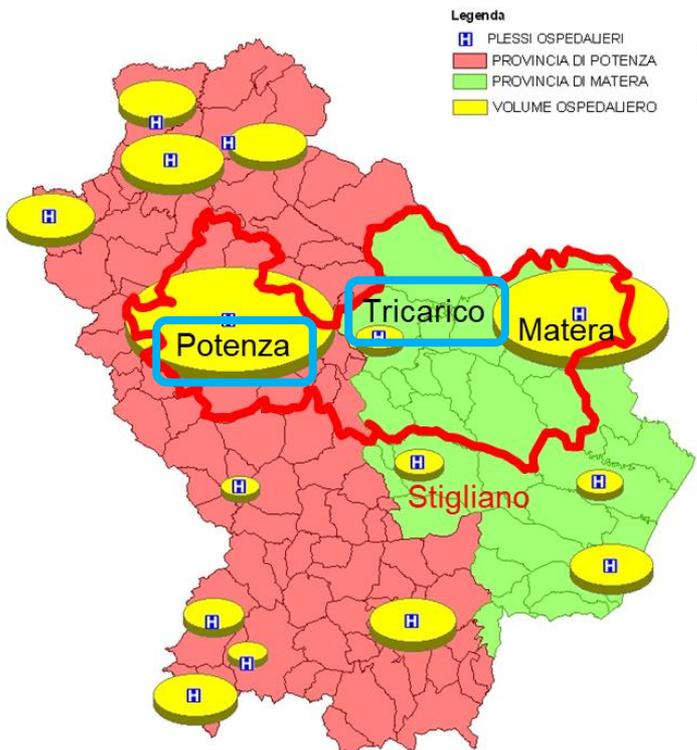
Spostamenti interpiano

Stato limite di **Operatività**

$$\zeta_{E_SLO} = \frac{PGA_slo}{ag_60y}$$

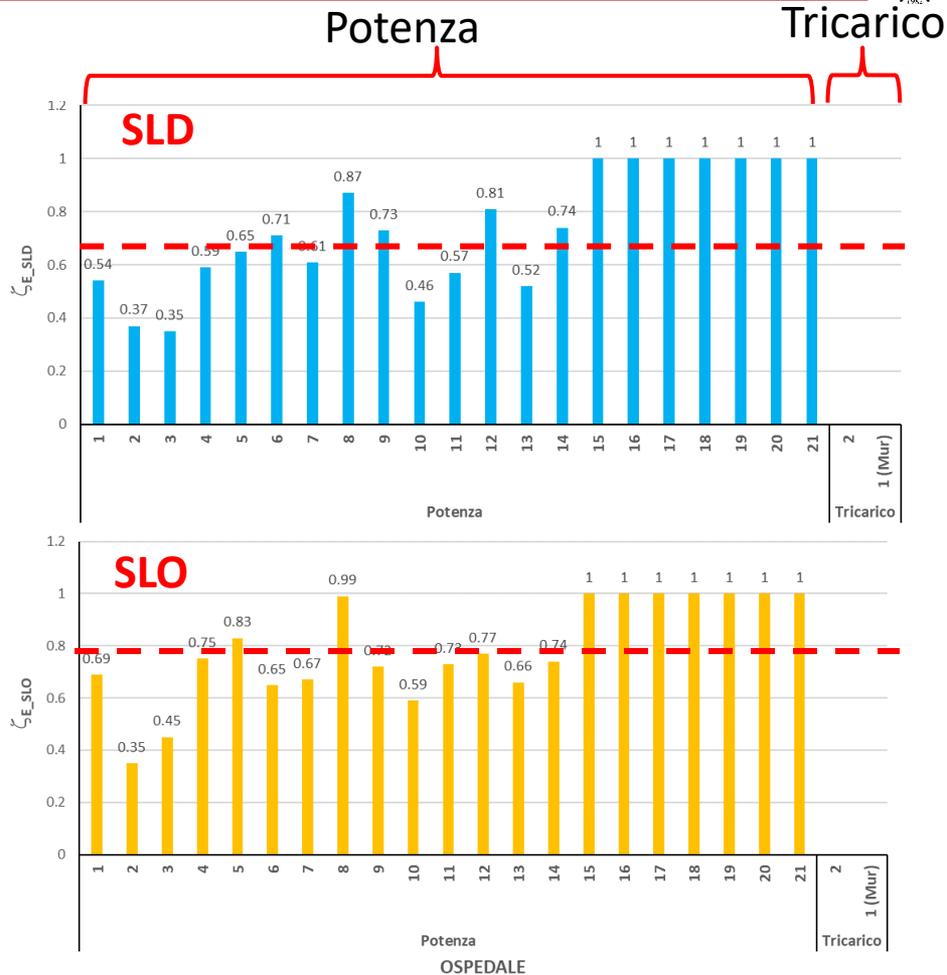
Spostamenti interpiano

I dati a disposizione derivano dai Programmi delle Verifiche del patrimonio edilizio strategico e rilevante della Regione Basilicata (OPCM3274)



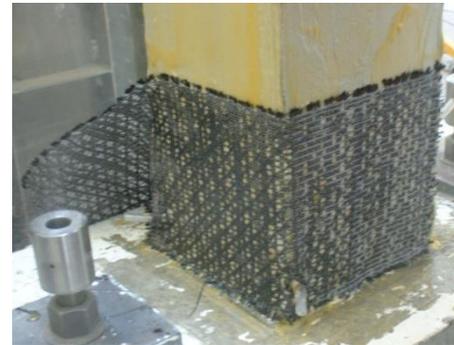
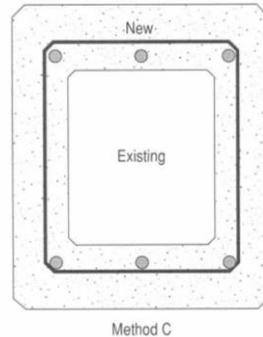
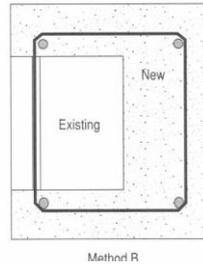
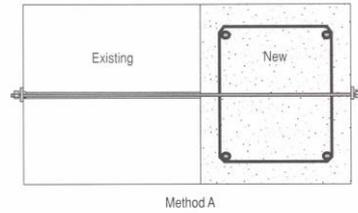
Stato limite di **Salvaguardia della vita (SLV)**

- Legenda**
- PLESSI OSPEDALIERI
 - PROVINCIA DI POTENZA
 - PROVINCIA DI MATERA
 - VOLUME OSPEDALIERO





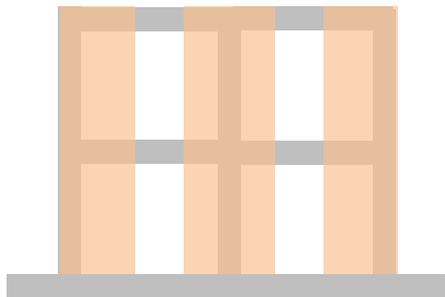
Incamicatura in c.a.



Fasciatura in FRP

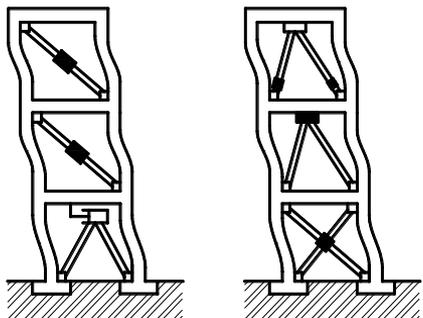
Le tecniche di rafforzamento locale non consentono di intervenire solo dall'esterno e presentano una **elevata intrusività**

NUOVE PARETI STRUTTURALI



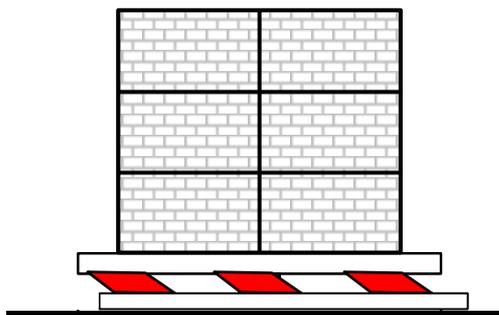
- Intrusività **alta**
- - spostamenti interpiano
- + accelerazioni

CONTROVENTI DISSIPATIVI



- Intrusività **medio-alta**
- - spostamenti interpiano
- + accelerazioni

ISOLAMENTO ALLA BASE

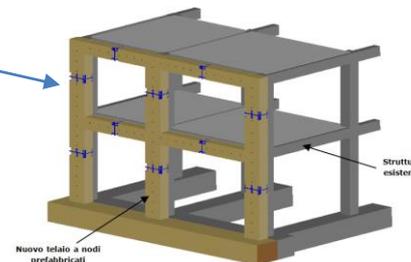


- Intrusività **medio-bassa**
- - spostamenti interpiano
- - accelerazioni

Esoscheletro

(struttura aggiuntiva atta a sopportare le azioni sismiche e integrare elementi per l'efficientamento energetico)

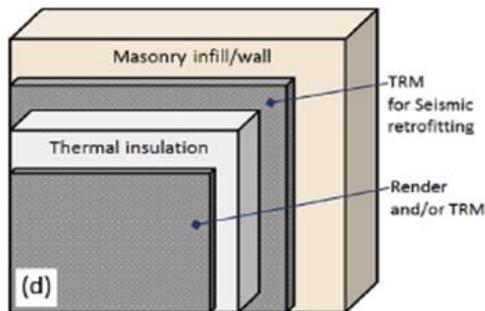
- Telai controventati in acciaio
- Diagrids
- Telai in c.a. (gettati in opera o prefabbricati)
- Pareti in c.a. munite di isolamento termico



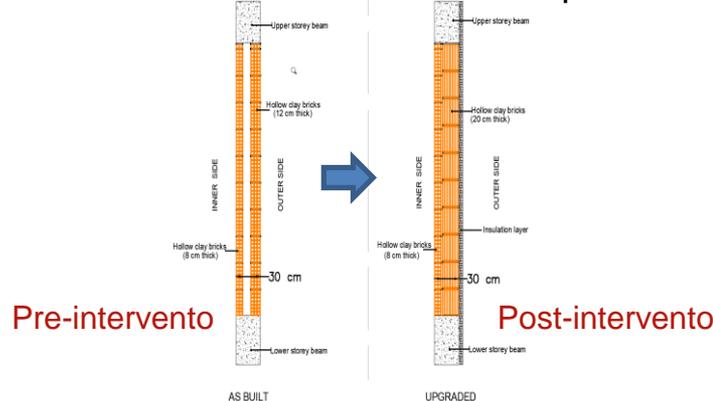
Textile Reinforced Mortar (TRM)

Interventi sull'involucro

(rafforzamento sismico ed efficientamento energetico tramite nuovi elementi di tamponamento (per edifici in c.a.) o applicati alla sup. esterna (edifici in muratura))

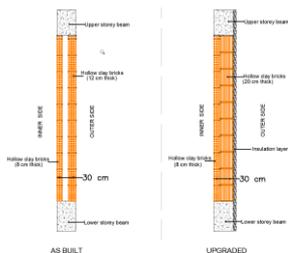
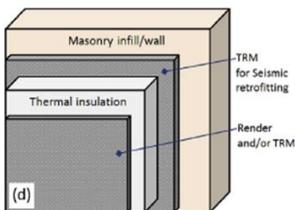


Sostituzione di una fodera di tamponatura



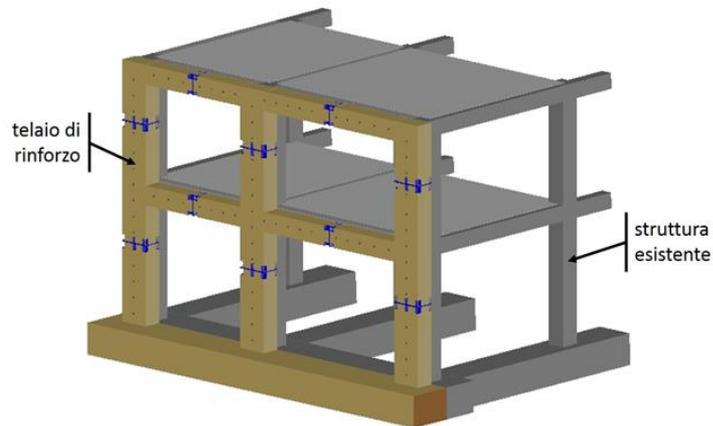
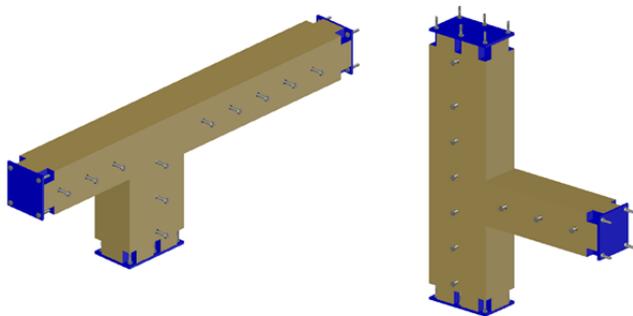
Pre-intervento

Post-intervento

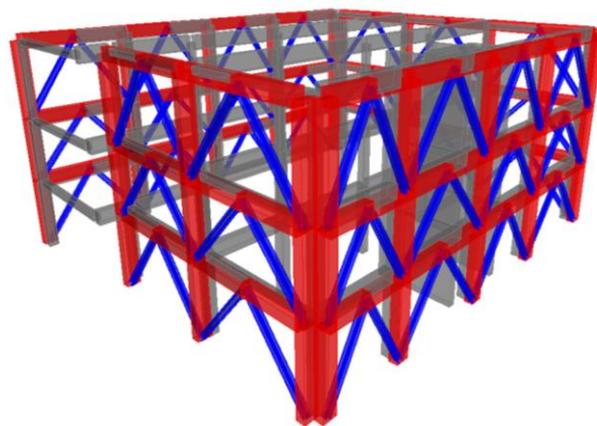
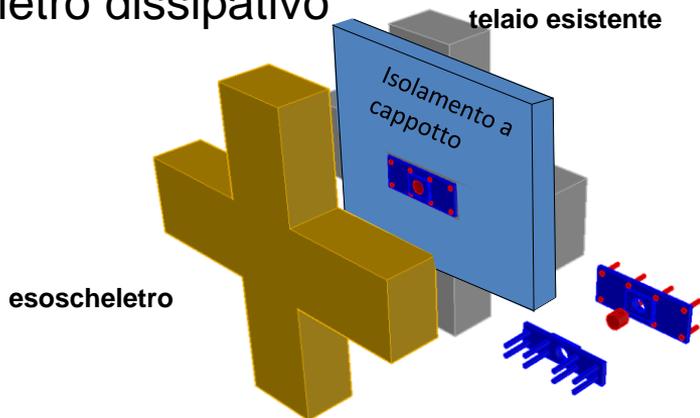


	Incremento capacità sismica	Costo	Invasività	Intrusività	Integrazione sismico-energetica
<i>Esoscheletri</i>	50-100%	Medio-alto	Alta	Bassa	Combinata / Integrata
<i>TRM</i>	50-60%	Basso	Media	Bassa	Combinata
	Nel piano				
<i>Sostituzione tamponature</i>	300-400%	Basso	Alta	Media	Integrata
	Nel piano				
	Fuori piano				

Esoscheletro a nodi prefabbricati



Esoscheletro dissipativo



Metodo TOPSIS: assegnazione di punteggi di importanza relativa tra diversi criteri di valutazione (costo, durata lavori, capacità sismica post-intervento...)

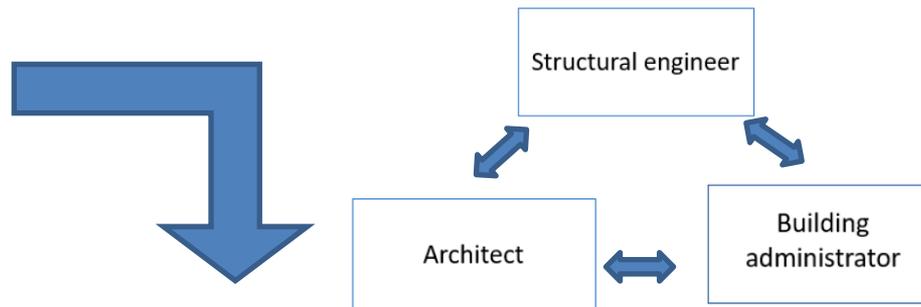
La scelta del set di criteri può variare in base alla struttura in esame. Ad esempio **caserme** e **ospedali** non hanno le stesse esigenze



Tipo di criterio	Criterio	Unità di misura	Codice
Quantitativo	Costo	€/mq	C1
	Durata lavori	Giorni	C2
	Capacità sismica	PAM	C3
	Costo adattamento impianti	%	C4
Qualitativo	Invasività (es. impatto architettonico)	Parametrico	C5
	Intrusività (necessità di rilocazione utenti)	Parametrico	C6
	Durabilità	Parametrico	C7

Criterio	Codice
Costo	C1
Durata lavori	C2
Capacità sismica	C3
Costo adattamento impianti	C4
Invasività (es. impatto architettonico)	C5
Intrusività (necessità di rilocalizzazione utenti)	C6
Durabilità	C7

I criteri vengono **confrontati uno a uno** in termini di importanza per la specifica struttura in esame



matrice di confronto dei criteri

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
C1	1	3	1	1	1/2	3	2
C2	1/3	1	1/3	1/3	1/5	1/5	1/3
C3	1	3	1	1	3	1/3	3
C4	1	3	1	1	1/3	1/5	1/3
C5	2	5	1/3	3	1	1/5	3
C6	1/3	5	3	5	5	1	5
C7	1/2	3	1/3	3	1/3	1/5	1

Viene individuata una **soluzione tecnica ideale**



Le **n** soluzioni vengono valutate in base alla «**distanza**» da quella **ideale**



- Sono state identificate le strutture strategiche ospitanti **ospedali e sedi COM** nell'area di studio con i relativi bacini di utenza. Proseguiremo con le caserme e le sedi comunali
- L'analisi dei dati di vulnerabilità sismica ha consentito di riconoscere le **esigenze in termini di rafforzamento sismico** degli **ospedali** specie per i plessi di Potenza e Tricarico
- La ampia revisione della letteratura ha permesso di evidenziare le **tecniche di intervento** più adatte per le strutture **strategiche** anche per la combinazione con interventi di **efficientamento energetico**
- E' in corso la messa a punto di una **procedura per il confronto multicriterio** tra differenti soluzioni di intervento al fine di operare scelte più efficaci nell'esecuzione

Grazie per l'attenzione