CONCLUSIONI

La complessità del progetto di recupero e di rifunzionalizzazione del patrimonio edilizio pubblico esistente, richiede l'interazione di molteplici attori, in grado di affrontare un quadro esigenziale articolato per sviluppare nuovi modelli di offerta, basati sull'integrazione tra costruzioni, servizi ed energia in un'ottica di qualità. Tale interazione può essere messa in atto attraverso una ridefinizione delle procedure, degli strumenti e delle soluzioni tecnologiche che entrano in gioco nel processo di recupero dell'esistente, al fine di ottimizzare le risorse disponibili, di ridurre i tempi e far convergere, in un unico percorso decisionale, saperi e competenze specialistiche.
Il lavoro ha cercato di dare un contributo alla necessità di "intergare" il processo di riqualificazione energetica e strutturale, dimostrando da un lato la fattibilità di tale interazione, dall'altra proponendo uno strumento sintetico finalizzato a facilitare l'attivazione di un processo sinergico, in cui tutte le problematiche da affrontare sono individuate e definite sin dalle prime fasi del processo.
Lo strumento così come la metodologia, anche se nell'ambito della presente ricerca sono stati applicati all'edilizia scolastica, possono essere adattati anche ad altre tipologie edilizie. Gli sviluppi che si potrebbero avere integrando le varie discipline sono molteplici, a partire da una riqualificazione sistematica del patrimonio edilizio esistente, fino all'evoluzione di nuove soluzioni e componenti tecnologici in grado di sviluppare l'innovazione, rilanciando il mercato delle costruzioni.

La recessione del settore delle costruzioni, innescata dalla saturazione del mercato e dalla crisi finanziaria del 2008, ha infatti reso necessaria, sia a livello nazionale che internazionale, l'adozione di strategie di rilancio dell'economia, basate su nuovi obiettivi e strumenti procedurali e finanziari. A tal proposito, nell'ambito del programma UE HORIZON 2020, è stata promossa la strategia "Smart Specialisation" , basata sulla promozione di specifici percorsi regionali di crescita, tenendo conto delle opportunità di sviluppo e di mercato a livello internazionale. Il programma individua due principali settori di innovazione connessi a:

- Sviluppo di energia da fonti sicure, pulite ed efficienti;
- Promozione di società inclusive, innovative e sicure.

In Italia la principale area strategica per il rilancio del settore delle costruzioni, è rappresentata proprio dal recupero degli edifici esistenti, finalizzato a garantire sicurezza, comfort, qualità e risparmio di risorse. In particolare gli interventi di adeguamento/miglioramento sismico ed energetico degli edifici esistenti, rappresentano ambiti di un mercato destinato a crescere nei prossimi anni, date le caratteristiche edilizie del nostro paese, la sismicità del territorio, i mutamenti climatici in atto e le politiche urbanistiche tendenti ad azzerare il consumo di suolo.
Tuttavia, se da un lato il cosiddetto 'green building' sembra costituire un settore di specializzazione accessibile anche alle piccole e medie imprese locali, meno alla portata è il settore dell'adeguamento/miglioramento sismico, affidato a tecnici ed imprese specializzate.
Per questa ragione, in Italia la riqualificazione energetica ed il miglioramento strutturale degli edifici esistenti, sono il più delle volte considerati come due processi da gestire separatamente, e spesso alternativamente, con notevole dispendio di risorse e di tempo, non più alla portata degli enti pubblici di competenza.

Secondo il primo rapporto sullo stato dell'innovazione nel settore delle costruzioni redatto da Federcostruzioni, le aree di innovazione si devono ricercare nell'ambito delle parole chiave sicurezza, sostenibilità,accessibilità e fruibilità. In questo senso, lo sviluppo delle soluzioni progettuali che il settore delle costruzioni sta sviluppando, sia nei singoli componenti che nella loro combinazione, applicabili alla riqualificazione di edifici esistenti, unito a moderne tecniche di diagnostica e sensoristica avanzata, può rappresentare un veicolo di valorizzazione anche per il Patrimonio Culturale immobile così diffuso nelle nostre città (l'Italia detiene il 70 % del Patrimonio Culturale mondiale). Sempre secondo Federcostruzioni, Il mondo della progettazione deve effettuare un "salto" culturale uscendo da un individualismo esasperato" , e ponendosi in una logica di "meccanismo di filiera"logica di integrazione delle competenze e dei saperi, il progetto dovrà porsi in

un meccanismo di "filiera", finalizzato all'incremento della qualità attraverso la messa a sistema di tutti gli operatori e le competenze che intervengono nel processo.
Il settore del risparmio energetico, specialmente in riferimento alla riqualificazione in chiave di efficienza degli edifici, rappresenta uno degli elementi centrali del prossimo ciclo delle costruzioni. Secondo il rapporto 2013 del Cresme sulla professione di Architetto, la riqualificazione è di fatto il settore che sta subendo meno la crisi degli investimenti. Circa il 40/50 % degli architetti, hanno indicato una stabilità o una leggera crescita della domanda di ristrutturazioni edili nel biennio passato e per l'anno in corso.

La necessità di migliorare le performance energetiche del patrimonio edilizio è oggi un'esigenza prioritaria sia per ragioni economiche (crescita dei costi dell'approvvigionamento energetico, competitività e produttività del sistema economico) sia per ragioni ambientali.
In quest'ottica, la riqualificazione energetica e l'adeguamento/miglioramento, in chiave di sicurezza (strutturale/ sismico) del patrimonio edilizio esistente, rappresentano ambiti di un mercato destinato a crescere nei prossimi anni, date le caratteristiche edilizie del nostro paese, la sismicità del territorio e le politiche urbanistiche tendenti ad azzerare il consumo di suolo e a privilegiare gli interventi di recupero o ricostruzione.
Le azioni intraprese nei prossimi anni dovranno fronteggiare le dinamiche della globalizzazione e la crescente evoluzione tecnologica, e fornire risposte innovative in termini di prodotti e di tecnologie, con ricadute positive sugli aspetti dell'occupazione e della gestione aziendale.

APPENDICE

Appendice

Si allegano di seguito alcune schede per la valutazione delle vulnerabilità strutturali di alcune tipologie di murature e di solai, messe in relazione con le relative prestazioni energetiche.
Le schede sono state compilate unendo i principali parametri della valutazione strutturale (il cui riferimento è il manuale per la compilazione delle schede di secondo livello GNDT) con i parametri energetici ricavati dall'abaco dei componenti messo a punto dal Comitato Termotecnico Italiano.
Le schede sono strutturate in tre principali parti. Per la muratura le voci sono:

- Qualità della muratura
- Qualità delle connessioni
- Valutazioni energetiche

Per i solai:

- Rigidezza solai
- Collegamenti
- Valutazioni energetiche

La qualità della muratura dipende dalla qualità dei blocchi (naturali o artificiali) costituenti la muratura, dallo stato di conservazione delle malte, nonché dalla qualità della tessitura e apparecchiatura muraria.
Per la valutazione della "Qualità della muratura", si deve valutare, attraverso la tabella (fig.1), se l'apparecchiatura è omogenea o disomogenea, quindi la qualità della malta. La metodologia e la relativa tabella di valutazione è stata ripresa dal Manuale per la compilazione delle schede GNDT di II livello, versione modificata della Regione Toscana.
Il giudizio espresso in tabella è indicativo, dal momento che ogni situazione è a se stante.
Per la valutazione della qualità delle connessioni, è stato inserito un riquadro, al fine di orientare la possibile tipologia di connessioni e quindi il giudizio finale (che deve essere valutato su tutte le connessioni presenti). Infine l'ultimo riquadro serve per conoscere orientativamente i valori delle prestazioni dell'involucro.
La scheda può servire come primo sopralluogo per orientare la conoscenza di un edificio in muratura dal punto di vista delle vulnerabilità sismiche.
Con lo stesso criterio sono state definite le schede per il solaio.

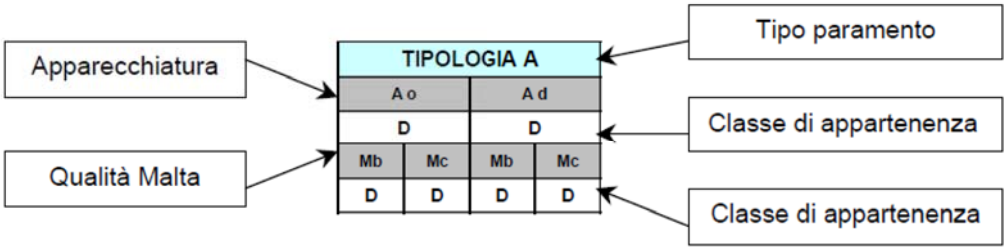


Fig.1 Fonte: Manuale per la compilazione della Scheda GNDT/CNR di II livello Versione modificata Regione Toscana

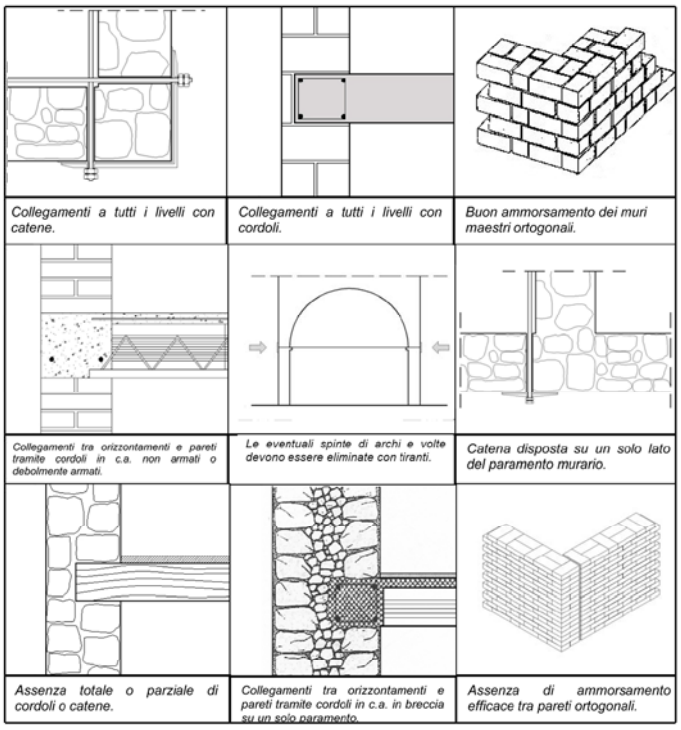
CODICE	INVOLUCRO VERTICALE OPACO
CO02_A	Muratura a sacco

VALUTAZIONI STRUTTURALI

Qualità della muratura

Muratura a sacco in pietrame con elementi di pezzatura disomogenea, parzialmente sbozzati.

Qualità delle connessioni



CLASSE DI VULNERABILITA' INVOLUCRO OPACO

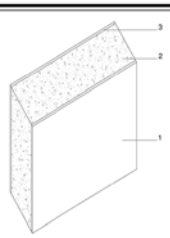
Ao		Ad	
D		D	
Mb	Mc	Mb	Mc
D	D	D	D

*

CLASSE VULNERABILITA' CONNESSIONI

D *0% ≤ presenza di collegamenti efficaci ≤ 20%*
C *20% < presenza di collegamenti efficaci < 60%*
B *60% ≤ presenza di collegamenti efficaci < 100%*
A *presenza a tutti i livelli – 100%*

VALUTAZIONI ENERGETICHE



Strato	d [cm]	ρ [kg/m³]	c [J/(kg K)]	λ [W/m K]	R [m²K/W]
1 Intonaco interno	2	1400	1000	0,700	-
2 Mattoni e sassi Cfr.figura:malta+sas	40-100	1500	1000	0,900	-
3 Intonaco esterno	2	1800	1000	0,900	-

Descrizione (spessori in cm)	U [W/(m² K)]	K_m [kJ/(m² K)]	Y_{ie} [W/(m²K)]
2 – 40 – 2	1,503	**65,2**	**0,227**
2 – 50 – 2	1,288	**62,8**	**0,104**
2 – 60 – 2	1,127	**62,1**	**0,048**
2 – 70 – 2	1,001	**62,1**	**0,022**
2 – 80 – 2	0,901	**62,3**	**0,010**
2 – 90 – 2	0,819	**62,4**	**0,005**
2 – 100 – 2	0,751	**62,4**	**0,002**

* Ao= Apparecchiatura omogenea
Ap= Apparecchiatura disomogenea

Mb= Malta buona qualità
Mc= Malta cattiva qualità

CODICE	INVOLUCRO VERTICALE OPACO
CO01_C	Muratura in mattoni e sassi

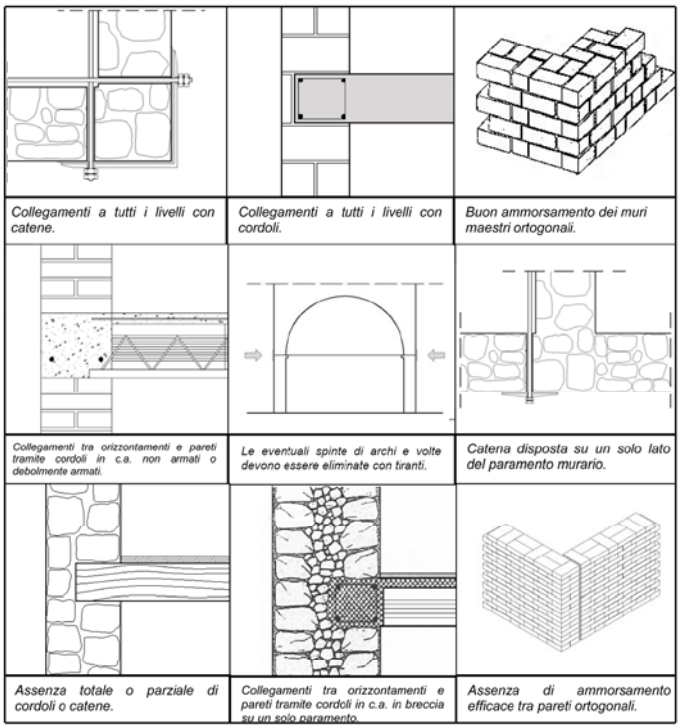
VALUTAZIONI STRUTTURALI

Qualità della muratura

Muratura costituita da elementi in pietra non lavorata, di varie dimensioni, ottenute da spezzoni di pietra e scapoli di cava.

Muratura costituita da elementi in pietra grezza di varie dimensioni disposte irregolarmente, con inserti in mattoni.

Qualità delle connessioni



CLASSE DI VULNERABILITA' INVOLUCRO OPACO

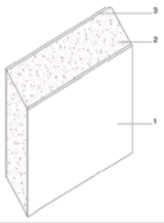
Ao		Ad	
C		D	
Mb	Mc	Mb	Mc
C	D	C	D

*

CLASSE VULNERABILITA' CONNESSIONI

D *0% ≤ presenza di collegamenti efficaci ≤ 20%*
C *20% < presenza di collegamenti efficaci < 60%*
B *60% ≤ presenza di collegamenti efficaci < 100%*
A *presenza a tutti i livelli – 100%*

VALUTAZIONI ENERGETICHE



Strato	d [cm]	ρ [kg/m³]	c [J/(kg K)]	λ [W/m K]	R [m²K/W]
1 Intonaco interno	2	1400	1000	0,700	-
2 Mattoni e sassi Cfr.figura:malta+sas	40-100	1500	1000	0,900	-
3 Intonaco esterno	2	1800	1000	0,900	-

Descrizione (spessori in cm)	U [W/(m² K)]	κ_m [kJ/(m² K)]	Y_{ie} [W/(m²K)]
2 – 40 – 2	1,503	**65,2**	**0,227**
2 – 50 – 2	1,288	**62,8**	**0,104**
2 – 60 – 2	1,127	**62,1**	**0,048**
2 – 70 – 2	1,001	**62,1**	**0,022**
2 – 80 – 2	0,901	**62,3**	**0,010**
2 – 90 – 2	0,819	**62,4**	**0,005**
2 – 100 – 2	0,751	**62,4**	**0,002**

* Ao= Apparecchiatura omogenea
Ad= Apparecchiatura disomogenea
Mb= Malta buona qualità
Mc= Malta cattiva qualità

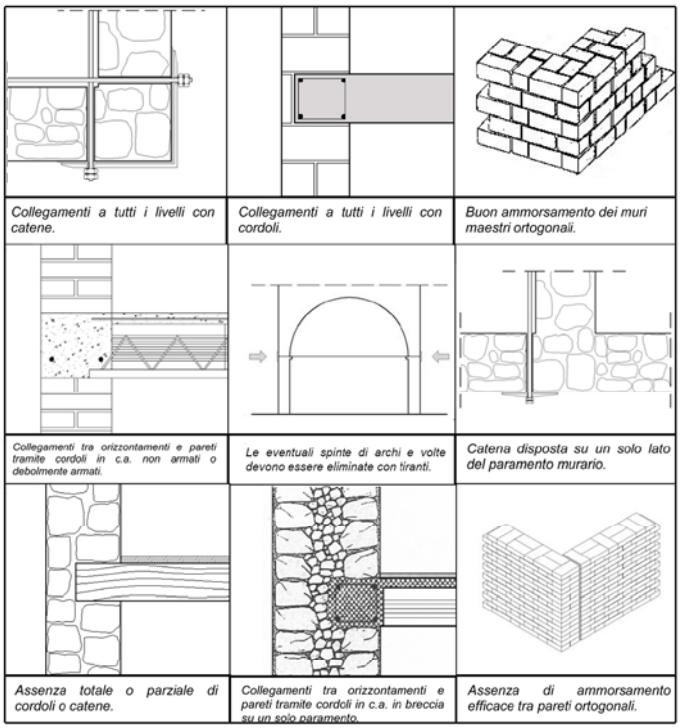
CODICE	INVOLUCRO VERTICALE OPACO
M01_L	Muratura in laterizio pieno

VALUTAZIONI STRUTTURALI

Qualità della muratura

Muratura in mattoni pieni di laterizio. Dimensioni costanti.

Qualità delle connessioni



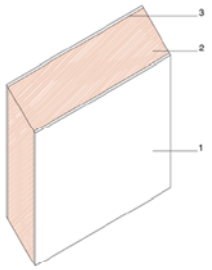
CLASSE DI VULNERABILITA' INVOLUCRO OPACO

Ao		Ad		*
A		B		
Mb	Mc	Mb	Mc	
A	A/B	B	C	

CLASSE VULNERABILITA' CONNESSIONI

D *0% ≤ presenza di collegamenti efficaci ≤ 20%*
C *20% < presenza di collegamenti efficaci < 60%*
B *60% ≤ presenza di collegamenti efficaci < 100%*
A *presenza a tutti i livelli – 100%*

VALUTAZIONI ENERGETICHE



Strato	d [cm]	ρ [kg/m³]	c [J/(kg K)]	λ [W/m K]	R [m²K/W]
1 Intonaco interno	2	1400	1000	0,700	-
2 Mattoni pieni	12-64	1800	1000	0,720	-
3 Intonaco esterno	2	1800	1000	0,900	-

Descrizione (spessori in cm)	U [W/(m² K)]	κ_m [kJ/(m² K)]	Y_{ie} [W/(m²K)]
2 - 12 - 2	2,581	67,3	1,638
2 - 25 - 2	1,761	68,6	0,470
2 - 38 - 2	1,336	63,1	0,136
2 - 51 - 2	1,076	61,8	0,039
2 - 64 - 2	0,901	62	0,011

* Ao= Apparecchiatura omogenea
Ad = Apparecchiatura disomogenea

Mb= Malta buona qualità
Mc= Malta cattiva qualità

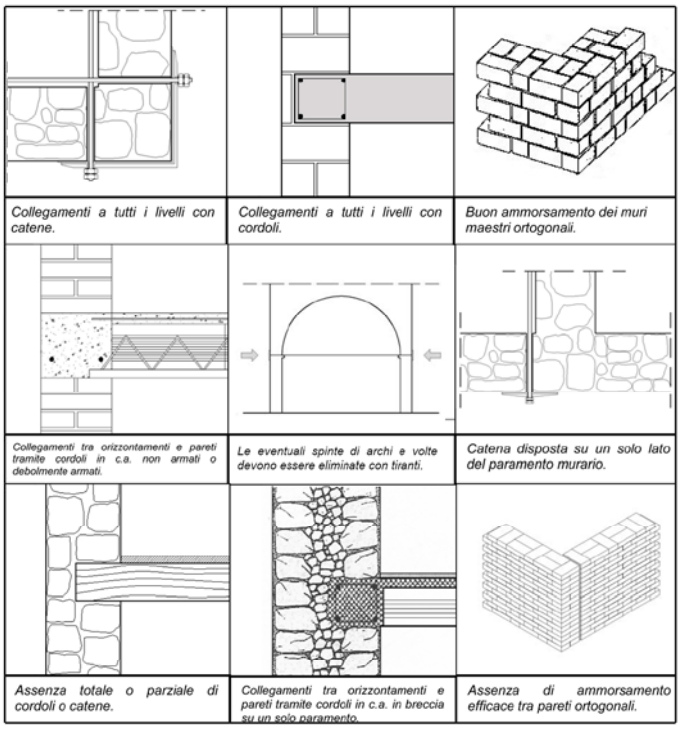
CODICE	INVOLUCRO VERTICALE OPACO
P01_D	Murature in pietra sbozzata con ricorsi

VALUTAZIONI STRUTTURALI

Qualità della muratura

Muratura in pietra sbozzata con ricorsi in mattoni pieni e/o pietra squadrata.

Qualità delle connessioni



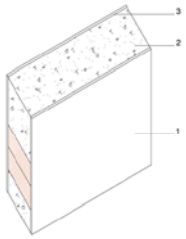
CLASSE DI VULNERABILITA' INVOLUCRO OPACO

Ao		Ad		*
B		C		
Mb	Mc	Mb	Mc	
B	B	B/C	D	

CLASSE VULNERABILITA' CONNESSIONI

D *0% ≤ presenza di collegamenti efficaci ≤ 20%*
C *20% < presenza di collegamenti efficaci < 60%*
B *60% ≤ presenza di collegamenti efficaci < 100%*
A *presenza a tutti i livelli – 100%*

VALUTAZIONI ENERGETICHE



Strato	d [cm]	ρ [kg/m³]	c [J/(kg K)]	λ [W/m K]	R [m²K/W]
1 Intonaco interno	2	1400	1000	0,700	-
2 Mattoni e sassi	12-64	2000	1000	0,900	-
3 Intonaco esterno	2	1800	1000	0,900	-

Descrizione (spessori in cm)	U [W/(m² K)]	κ_m [kJ/(m² K)]	Y_{ie} [W/(m²K)]
2 - 12 - 2	2,824	69,3	1,756
2 - 25 - 2	2,006	71,8	0,538
2 - 38 - 2	1,555	66,2	0,167
2 - 51 - 2	1,270	64,3	0,052
2 - 64 - 2	1,073	64,4	0,016

* Ao= Apparecchiatura omogenea
Ad= Apparecchiatura disomogenea

Mb= Malta buona qualità
Mc= Malta cattiva qualità

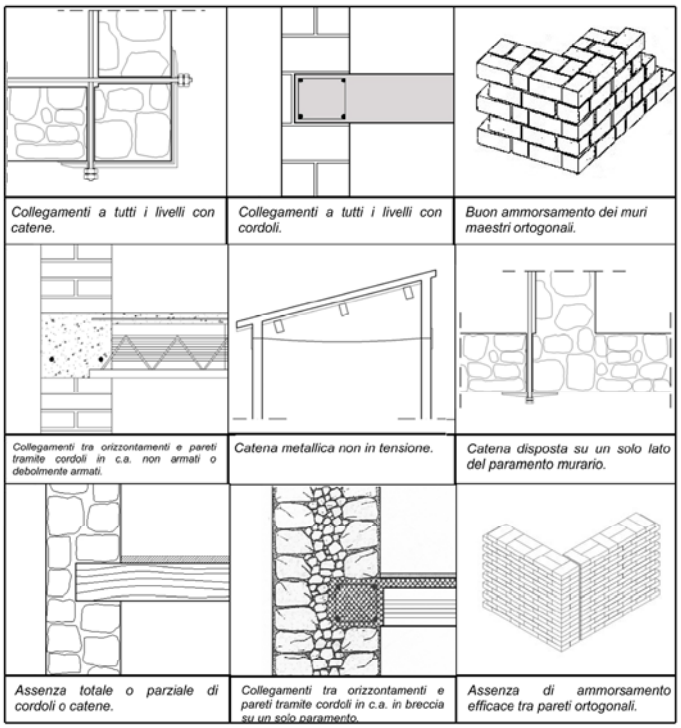
CODICE	INVOLUCRO VERTICALE OPACO
MP03_L	Muratura in laterizio semipieno

VALUTAZIONI STRUTTURALI

Qualità della muratura

Muratura costituita da blocchi semipieni in laterizio di dimensioni costanti.
In presenza di soli letti di malta orizzontali deve essere assegnata una classe inferiore.

Qualità delle connessioni



CLASSE DI VULNERABILITA' INVOLUCRO OPACO

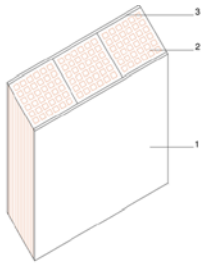
Ao		Ad	
A		B	
Mb	Mc	Mb	Mc
A	A/B	B	C

*

CLASSE VULNERABILITA' CONNESSIONI

D *0% ≤ presenza di collegamenti efficaci ≤ 20%*
C *20% < presenza di collegamenti efficaci < 60%*
B *60% ≤ presenza di collegamenti efficaci < 100%*
A *presenza a tutti i livelli – 100%*

VALUTAZIONI ENERGETICHE



Strato	d [cm]	ρ [kg/m³]	c [J/(kg K)]	λ [W/m K]	R [m²K/W]
1 Intonaco interno	2	1400	1000	0,700	-
2 Blocchi in laterizio	25-30	1000	1000	-	0,625-0,890**
3 Intonaco esterno	2	1800	1000	0,900	-

Descrizione (spessori in cm)	U [W/(m² K)]	κ_m [kJ/(m² K)]	Y_{ie} [W/(m²K)]
2 - 25 - 2	1,182	58,5	0,423
2 - 30 - 2	0,900	53,7	0,197

**** resistenza termica ricavata secondo UNI 10355**

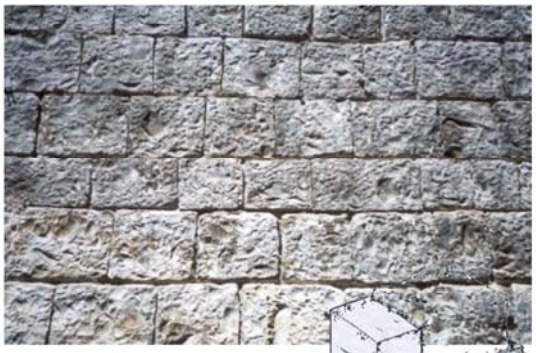
* Ao= Apparecchiatura omogenea
Ad= Apparecchiatura disomogenea

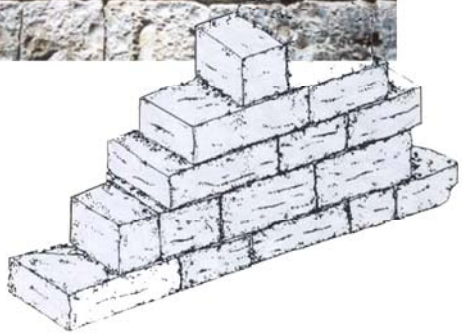
Mb= Malta buona qualità
Mc= Malta cattiva qualità

CODICE	INVOLUCRO VERTICALE OPACO
MP02_G	Muratura in pietra

VALUTAZIONI STRUTTURALI

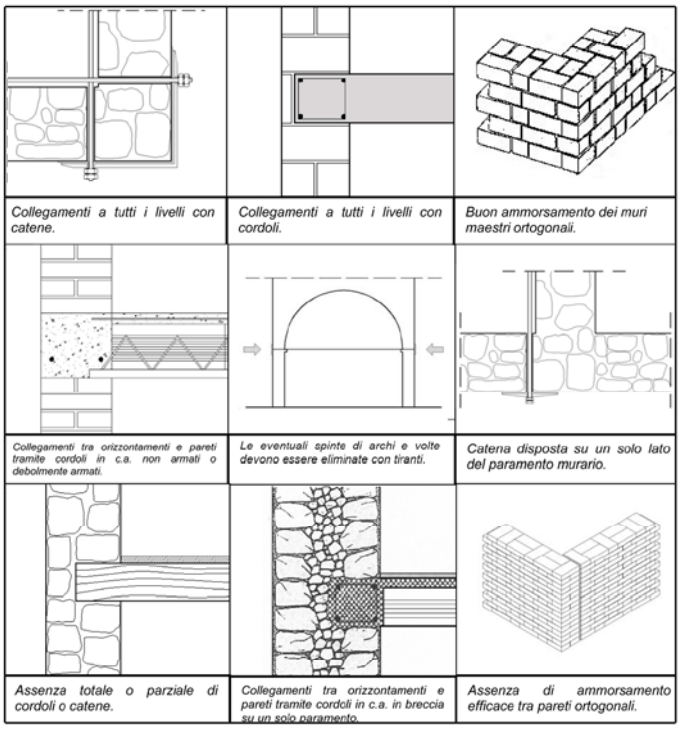
Qualità della muratura





Muratura costituita da elementi omogenei in pietra naturale ben squadrata e lavorata, di accurata fattura.

Qualità delle connessioni



CLASSE DI VULNERABILITA' INVOLUCRO OPACO

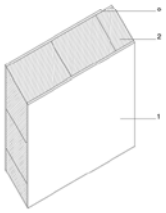
Ao		Ad	
A		B	
Mb	Mc	Mb	Mc
A	B	B	C

*

CLASSE VULNERABILITA' CONNESSIONI

D *0% ≤ presenza di collegamenti efficaci ≤ 20%*
C *20% < presenza di collegamenti efficaci < 60%*
B *60% ≤ presenza di collegamenti efficaci < 100%*
A *presenza a tutti i livelli – 100%*

VALUTAZIONI ENERGETICHE



Strato	d [cm]	ρ [kg/m³]	c [J/(kg K)]	λ [W/m K]	R [m²K/W]
1 Intonaco interno	2	1400	1000	0,700	-
2 Blocchi in pietra	40-100	2500	1000	2,400	-
3 Intonaco esterno	2	1800	1000	0,900	-

Descrizione (spessori in cm)	U [W/(m² K)]	K_m [kJ/(m² K)]	Y_{ie} [W/(m²K)]
2 - 40 - 2	2,581	77,9	0,384
2 - 50 - 2	2,330	75,0	0,208
2 - 60 - 2	2,124	73,2	0,112
2 - 70 - 2	1,951	72,4	0,061
2 - 80 - 2	1,805	72,3	0,033
2 - 90 - 2	1,678	72,3	0,018
2 - 100 - 2	1,569	72,5	0,010

* Ao= Apparecchiatura omogenea
Ad= Apparecchiatura disomogenea

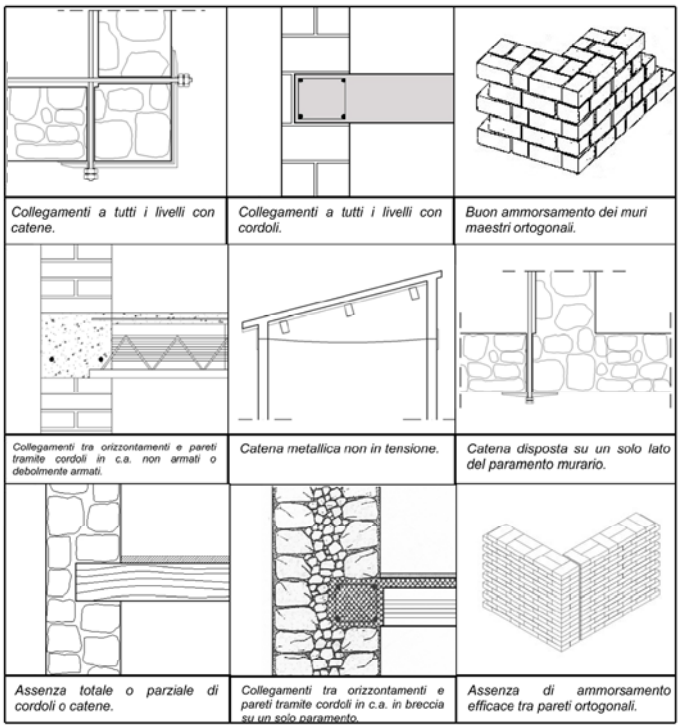
Mb= Malta buona qualità
Mc= Malta cattiva qualità

CODICE	INVOLUCRO VERTICALE OPACO
M03_L	Muratura in blocchi forati di calcestruzzo

VALUTAZIONI STRUTTURALI

Qualità della muratura	Qualità delle connessioni

Muratura costituita da elementi artificiali in cls forato, con corsi disposti regolarmente. In presenza di soli letti di malta orizzontali deve essere assegnata una classe inferiore.

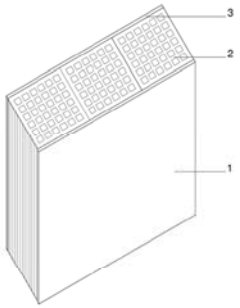


CLASSE DI VULNERABILITA' INVOLUCRO OPACO	CLASSE VULNERABILITA' CONNESSIONI

Ao		Ad		*
A		A/B		
Mb	Mc	Mb	Mc	
A	B	A/B	B	

D *0% ≤ presenza di collegamenti efficaci ≤ 20%*
C *20% < presenza di collegamenti efficaci < 60%*
B *60% ≤ presenza di collegamenti efficaci < 100%*
A *presenza a tutti i livelli – 100%*

VALUTAZIONI ENERGETICHE



Strato	d [cm]	ρ [kg/m³]	c [J/(kg K)]	λ [W/m K]	R [m²K/W]
1 Intonaco interno	2	1400	1000	0,700	-
2 Blocchi in calcestruzzo	20-30	1400	1000	0,500	-
3 Intonaco esterno	2	1800	1000	0,900	-

Descrizione (spessori in cm)	U [W/(m² K)]	κ_m [kJ/(m² K)]	Y_{ie} [W/(m²K)]
2 – 20 – 2	1,611	**65,1**	**0,656**
2 – 30 – 2	1,218	**60,2**	**0,238**

Ao= Apparecchiatura omogenea
Ad= Apparecchiatura disomogenea
Mb= Malta buona qualità
Mc= Malta cattiva qualità

CODICE	INVOLUCRO VERTICALE OPACO
P03_G	Muratura in blocchi di tufo

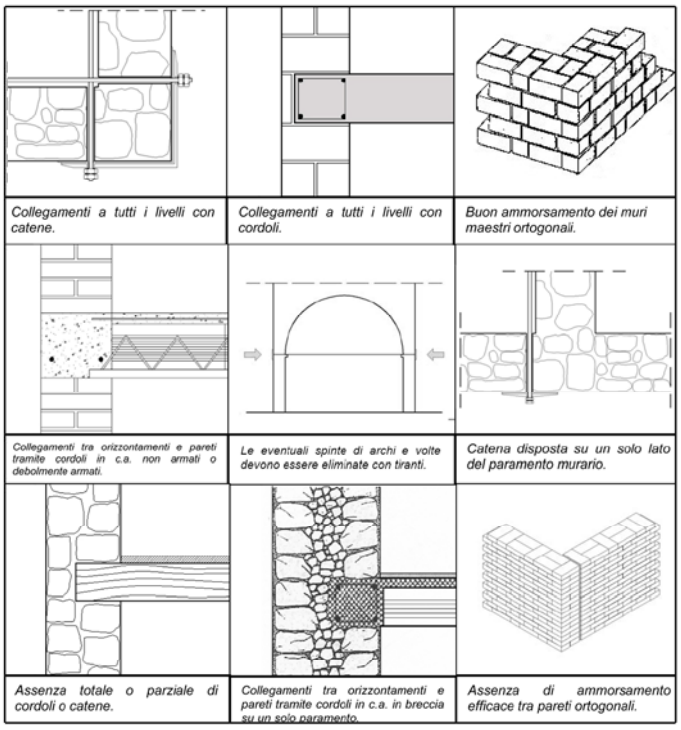
VALUTAZIONI STRUTTURALI

Qualità della muratura

A

Muratura realizzata con elementi in tufo, posati in opera con tessitura regolare.

Qualità delle connessioni



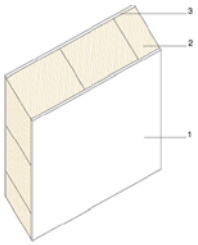
CLASSE DI VULNERABILITA' INVOLUCRO OPACO

Ao		Ad		*
A		B		
Mb	Mc	Mb	Mc	
A	B	B	C	

CLASSE VULNERABILITA' CONNESSIONI

D *0% ≤ presenza di collegamenti efficaci ≤ 20%*
C *20% < presenza di collegamenti efficaci < 60%*
B *60% ≤ presenza di collegamenti efficaci < 100%*
A *presenza a tutti i livelli – 100%*

VALUTAZIONI ENERGETICHE



Strato	d [cm]	ρ [kg/m³]	c [J/(kg K)]	λ [W/m K]	R [m²K/W]
1 Intonaco interno	2	1400	1000	0,700	-
2 Blocchi in tufo	30-70	1600	1000	0,550	-
3 Intonaco esterno	2	1800	1000	0,900	-

Descrizione (spessori in cm)	U [W/(m² K)]	κ_m [kJ/(m² K)]	Y_{ie} [W/(m²K)]
2 - 30 - 2	1,305	**61,9**	**0,229**
2 - 40 - 2	1,055	**59,1**	**0,082**
2 - 50 - 2	0,885	**58,7**	**0,029**
2 - 60 - 2	0,762	**58,9**	**0,010**
2 - 70 - 2	0,670	**59,0**	**0,004**

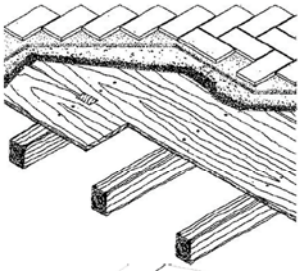
* Ao= Apparecchiatura omogenea
Ap= Apparecchiatura disomogenea

Mb= Malta buona qualità
Mc= Malta cattiva qualità

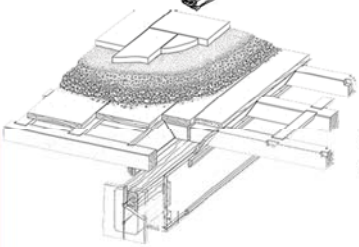
CODICE	PARTIZIONI INTERNE ORIZZONTALI
SOL10	Solaio in legno

VALUTAZIONI STRUTTURALI

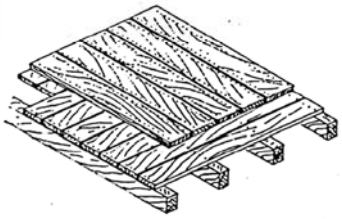
Rigidezza solai



SOLAIO IN LEGNO A SEMPLICE ORDITURA CON TAVOLATO
Composti da travi o travicelli in legno sui quali è inchiodato il tavolato. Non assolvono la funzione di diaframma rigido ma denotano notevole leggerezza.

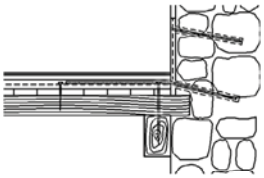


SOLAIO IN LEGNO A DOPPIA ORDITURA CON TAVOLATO
Composti da travi principali, travicelli e tavolato in legno. Presentano una certa deformabilità ne proprio piano.

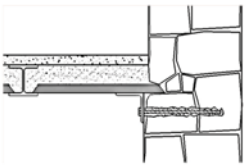


SOLAIO IN LEGNO CONSOLIDATO CON DOPPIO TAVOLATO INCROCIATO
Struttura in legno a semplice o doppia orditura con travi, travicelli, tavolato consolidata con applicazione di un altro tavolato soprastante, inchiodato al preesistente ed incrociato rispetto ad esso. Garantisce al solaio una buona rigidezza nel proprio piano, senza aumentare in modo considerevole le masse strutturali.

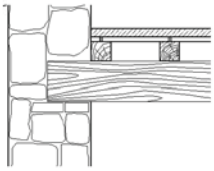
Collegamenti



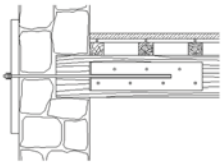
Collegamento realizzato con rete elettrosaldata risvoltata sulla parete e ben collegata a questa.
La rete elettrosaldata viene risvoltata sulla parete per una lunghezza pari a 50 cm e collegata puntualmente al paramento esterno della muratura con perforazioni a sola rotazione armate e iniettate con malte a ritiro compensato. Lo stesso tipo di intervento senza perforazioni non risulta efficace.



Collegamento realizzato con profilato metallico, continuo lungo il perimetro del solaio, ancorato alla muratura.
Profilati a C o a L che vengono ancorati alla muratura tramite perforazioni armate che devono raggiungere il paramento esterno. Costituisce un parziale rimedio sui lati del solaio dove non appoggiano i travetti.



Appoggio semplice della trave in legno.
Le travi in legno sono semplicemente appoggiate sulla muratura (l'appoggio può essere costituito da un semplice dormiente). La trave in legno è priva di ancoraggio alla muratura perimetrale.



Collegamento con tirante metallico e capochiave per travi in legno.
La trave in legno viene ancorata alla muratura con piatti metallici, bullonati alla trave in legno, collegati ad un paletto capochiave esterno, della dimensione almeno pari a quella del solaio, tramite barre di collegamento di lunghezza almeno 50

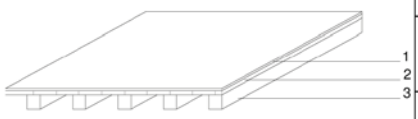
CLASSE DI VULNERABILITA' RIGIDEZZA

D — *75% < solai deformabili ≤ 100%*
C — *50% < solai deformabili ≤ 75%*
B — *25% < solai deformabili ≤ 50%*
A — *0% ≤ solai deformabili ≤ 25%*

CLASSE VULNERABILITA' CONNESSIONI

D — *0% ≤ presenza di collegamenti efficaci ≤ 20%*
C — *20% < presenza di collegamenti efficaci < 60%*
B — *60% ≤ presenza di collegamenti efficaci < 100%*
A — *presenza a tutti i livelli – 100%*

VALUTAZIONI ENERGETICHE (Solaio su ambiente esterno o non riscaldato)



Strato	d [cm]	ρ [kg/m³]	c [J/(kg K)]	λ [W/m K]	R [m²K/W]
1 Pavimentazione interna - gres*	1,5	1700	1000	1,470	-
2 Assito in legno	3	710	manca	0,180	-
3 Travi secondarie - legno					

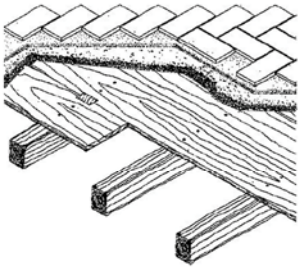
Descrizione (spessori in cm)	U [W/(m² K)]	κ_m [kJ/(m² K)]	Y_{ie} [W/(m²K)]
1,5 - 3	2,884		
1,5 - 6	1,948		

*** a titolo esemplificativo si ipotizza una pavimentazione in gres ceramico**

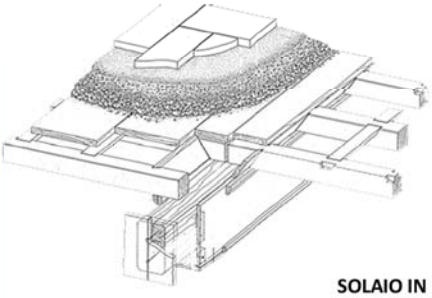
CODICE	PARTIZIONI INTERNE ORIZZONTALI
SOL11	Solaio in legno

VALUTAZIONI STRUTTURALI

Rigidezza solai

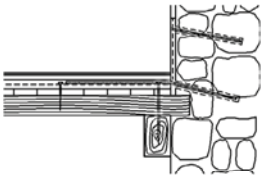


SOLAIO IN LEGNO A SEMPLICE ORDITURA CON TAVOLATO
Composti da travi o travicelli in legno sui quali è inchiodato il tavolato. Non assolvono la funzione di diaframma rigido ma denotano notevole leggerezza.

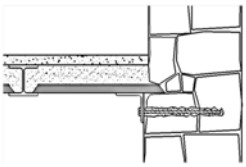


SOLAIO IN LEGNO A DOPPIA ORDITURA CON TAVOLATO
Composti da travi principali, travicelli e tavolato in legno. Presentano una certa deformabilità ne proprio piano.

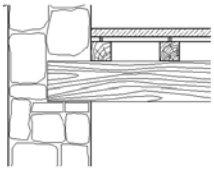
Collegamenti



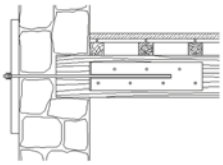
Collegamento realizzato con rete elettrosaldata risvoltata sulla parete e ben collegata a questa.
La rete elettrosaldata viene risvoltata sulla parete per una lunghezza pari a 50 cm e collegata puntualmente al paramento esterno della muratura con perforazioni a sola rotazione armate e iniettate con malte a ritiro compensato. Lo stesso tipo di intervento senza perforazioni non risulta efficace.



Collegamento realizzato con profilato metallico, continuo lungo il perimetro del solaio, ancorato alla muratura.
Profilati a C o a L che vengono ancorati alla muratura tramite perforazioni armate che devono raggiungere il paramento esterno. Costituisce un parziale rimedio sui lati del solaio dove non appoggiano i travetti.



Appoggio semplice della trave in legno.
Le travi in legno sono semplicemente appoggiate sulla muratura (l'appoggio può essere costituito da un semplice dormiente). La trave in legno è priva di ancoraggio alla muratura perimetrale.



Collegamento con tirante metallico e capochiave per travi in legno.
La trave in legno viene ancorata alla muratura con piatti metallici, bullonati alla trave in legno, collegati ad un paletto capochiave esterno, della dimensione almeno pari a quella del solaio, tramite barre di collegamento di lunghezza almeno 50

CLASSE DI VULNERABILITA' RIGIDEZZA

D — *75% < solai deformabili ≤ 100%*
C — *50% < solai deformabili ≤ 75%*
B — *25% < solai deformabili ≤ 50%*
A — *0% ≤ solai deformabili ≤ 25%*

CLASSE VULNERABILITA' CONNESSIONI

D — *0% ≤ presenza di collegamenti efficaci ≤ 20%*
C — *20% < presenza di collegamenti efficaci < 60%*
B — *60% ≤ presenza di collegamenti efficaci < 100%*
A — *presenza a tutti i livelli – 100%*

VALUTAZIONI ENERGETICHE (Solaio su ambiente esterno o non riscaldato)

Strato	d [cm]	ρ [kg/m³]	c [J/(kg K)]	λ [W/m K]	R [m²K/W]
1 Pavimentazione interna - gres*	1,5	1700	1000	1,470	-
2 Assito in legno	3	710	Manca	0,180	-
3 Travi secondarie - legno	10-25		Manca		
4 intercapedine d'aria	10-25		Manca		
5 Intonaco interno (pannello legno	1	450	manca	0,100	-

Descrizione (spessori in cm)	U [W/(m² K)]	κ_m [kJ/(m² K)]	Y_{ie} [W/(m²K)]
1,5 - 3 - 10/25 - 1	1,596		
1,5 - 6 - 10/25 - 1	1,260		

*** a titolo esemplificativo si ipotizza una pavimentazione in gres ceramico**

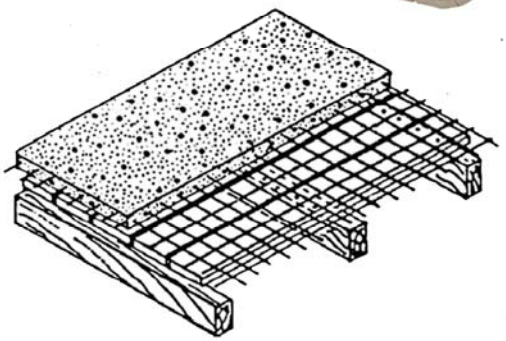
CODICE	PARTIZIONI INTERNE ORIZZONTALI
SOL12	Solaio in legno

VALUTAZIONI STRUTTURALI

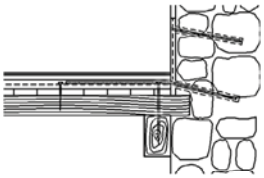
Rigidezza solai

SOLAIO IN LEGNO CONSOLIDATO CON GETTO DI SOLETTA ARMATA

Struttura in legno a semplice o doppia orditura con travi, travicelli, mezzane consolidata con getto di soletta armata superiore. La presenza della soletta armata garantisce al solaio una buona rigidezza nel proprio piano. Per contro aumenta sensibilmente le masse strutturali.

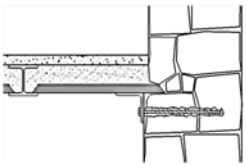


Collegamenti



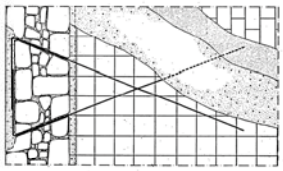
Collegamento realizzato con rete elettrosaldata risvoltata sulla parete e ben collegata a questa.

La rete elettrosaldata viene risvoltata sulla parete per una lunghezza pari a 50 cm e collegata puntualmente al paramento esterno della muratura con perforazioni a sola rotazione armate e iniettate con malte a ritiro compensato. Lo stesso tipo di intervento senza perforazioni non risulta efficace.



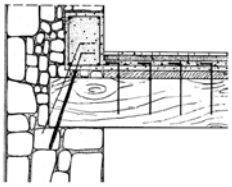
Collegamento realizzato con profilato metallico, continuo lungo il perimetro del solaio, ancorato alla muratura.

Profilati a C o a L che vengono ancorati alla muratura tramite perforazioni armate che devono raggiungere il paramento esterno. Costituisce un parziale rimedio sui lati del solaio dove non appoggiano i travetti.



Collegamento realizzato con rete elettrosaldata collegata alla parete con ferri disposti a "code di rondine".

La soletta in calcestruzzo viene collegata alla muratura mediante ferri piegati a "coda di rondine" praticate a livello dell'orizzontamento.



Collegamento realizzato con cordolo in c.a. in breccia alla muratura.

Collegamento realizzato con cordolo in c.a. in breccia ammorsato con iniezioni armate alla muratura sottostante.

CLASSE DI VULNERABILITA' RIGIDEZZA

D	75% < solai deformabili ≤ 100%
C	50% < solai deformabili ≤ 75%
B	25% < solai deformabili ≤ 50%
A	0% ≤ solai deformabili ≤ 25%

CLASSE VULNERABILITA' CONNESSIONI

D	0% ≤ presenza di collegamenti efficaci ≤ 20%
C	20% < presenza di collegamenti efficaci < 60%
B	60% ≤ presenza di collegamenti efficaci < 100%
A	presenza a tutti i livelli – 100%

VALUTAZIONI ENERGETICHE (Solaio su ambiente esterno o non riscaldato)

Strato	d [cm]	ρ [kg/m³]	c [J/(kg K)]	λ [W/m K]	R [m²K/W]
1 Pavimentazione interna - gres*	1,5	1700	1000	1,470	-
2 Massetto in calcestruzzo	2-12	400-1400	manca	0,580	-
2 Assito in legno	3	710	Variabile da 2400 a 2700	0,180	-
4 Travi secondarie - legno					

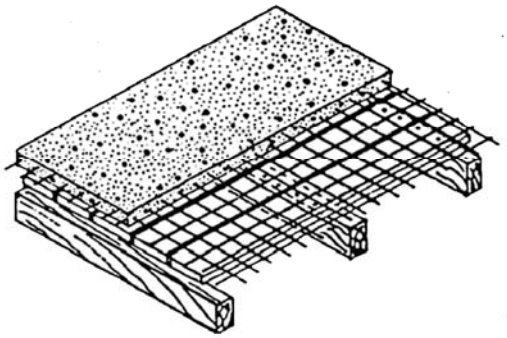
Descrizione (spessori in cm)	U [W/(m² K)]	K_m [kJ/(m² K)]	Y_{ie} [W/(m²K)]
1,5 - 2 - 3	2,623		
1,5 - 6 - 3	2,221		
1,5 - 12 - 3	1,806		
1,5 - 2 - 6	1,825		
1,5 - 6 - 6	1,621		
1,5 - 12 - 6	1,388		

* a titolo esemplificativo si ipotizza una pavimentazione in gres ceramico

CODICE	PARTIZIONI INTERNE ORIZZONTALI
SOL13	Solaio in legno

VALUTAZIONI STRUTTURALI

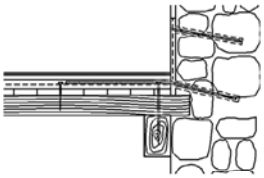
Rigidezza solai



SOLAIO IN LEGNO CONSOLIDATO CON GETTO DI SOLETTA ARMATA

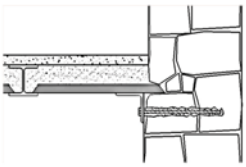
Struttura in legno a semplice o doppia orditura con travi, travicelli, mezzane consolidata con getto di soletta armata superiore. La presenza della soletta armata garantisce al solaio una buona rigidezza nel proprio piano. Per contro aumenta sensibilmente le masse strutturali.

Collegamenti



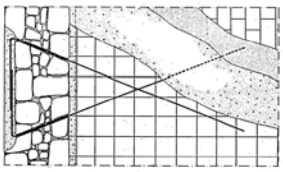
Collegamento realizzato con rete elettrosaldata risvoltata sulla parete e ben collegata a questa.

La rete elettrosaldata viene risvoltata sulla parete per una lunghezza pari a 50 cm e collegata puntualmente al paramento esterno della muratura con perforazioni a sola rotazione armate e iniettate con malte a ritiro compensato. Lo stesso tipo di intervento senza perforazioni non risulta efficace.



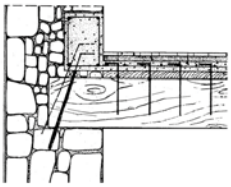
Collegamento realizzato con profilato metallico, continuo lungo il perimetro del solaio, ancorato alla muratura.

Profilati a C o a L che vengono ancorati alla muratura tramite perforazioni armate che devono raggiungere il paramento esterno. Costituisce un parziale rimedio sui lati del solaio dove non appoggiano i travetti.



Collegamento realizzato con rete elettrosaldata collegata alla parete con ferri disposti a "code di rondine".

La soletta in calcestruzzo viene collegata alla muratura mediante ferri piegati a "coda di rondine" praticate a livello dell'orizzontamento.



Collegamento realizzato con cordolo in c.a. in breccia alla muratura.

Collegamento realizzato con cordolo in c.a. in breccia ammorsato con iniezioni armate alla muratura sottostante.

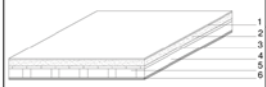
CLASSE DI VULNERABILITA' RIGIDEZZA

D — *75% < solai deformabili ≤ 100%*
C — *50% < solai deformabili ≤ 75%*
B — *25% < solai deformabili ≤ 50%*
A — *0% ≤ solai deformabili ≤ 25%*

CLASSE VULNERABILITA' CONNESSIONI

D — *0% ≤ presenza di collegamenti efficaci ≤ 20%*
C — *20% < presenza di collegamenti efficaci < 60%*
B — *60% ≤ presenza di collegamenti efficaci < 100%*
A — *presenza a tutti i livelli – 100%*

VALUTAZIONI ENERGETICHE (Solaio su ambiente esterno o non riscaldato)



	Strato	d [cm]	ρ [kg/m³]	c [J/(kg K)]	λ [W/m K]	R [m²K/W]
	1 Pavimentazione interna - gres*	1,5	1700	1000	1,470	-
	2 Massetto in calcestruzzo	2-12	400-1400	manca	0,580	-
	3 Assito in legno	3 - 6	710		0,180	-
	4 Travi secondarie - legno					
	5 Intercapedine d'aria	10-25				
	6 Intonaco interno	1			0,100	-

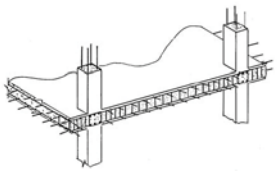
Descrizione (spessori in cm)	U [W/(m² K)]	K_m [kJ/(m² K)]	Y_{ie} [W/(m²K)]
1,5 - 2 - 3 - 10/25 - 1	1,512		
1,5 - 6 - 3 - 10/25 - 1	1,370		
1,5 - 12 - 3 - 10/25 - 1	1,200		
1,5 - 2 - 6 - 10/25 - 1	1,208		
1,5 - 6 - 6 - 10/25 - 1	1,115		
1,5 - 12 - 6 - 10/25 - 1	1,000		

*** a titolo esemplificativo si ipotizza una pavimentazione in gres ceramico**

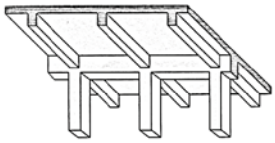
CODICE	PARTIZIONI INTERNE ORIZZONTALI
SOL10	Solaio in legno

VALUTAZIONI STRUTTURALI

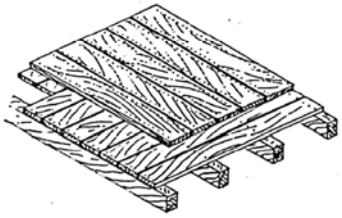
Rigidezza solai



SOLAIO IN LEGNO A SEMPLICE ORDITURA CON TAVOLATO
Composti da travi o travicelli in legno sui quali è inchiodato il tavolato. Non assolvono la funzione di diaframma rigido ma denotano notevole leggerezza.

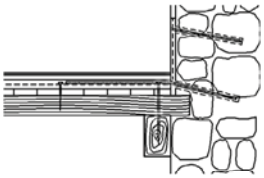


SOLAIO IN LEGNO A DOPPIA ORDITURA CON TAVOLATO
Composti da travi principali, travicelli e tavolato in legno. Presentano una certa deformabilità ne proprio piano.

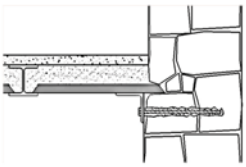


SOLAIO IN LEGNO CONSOLIDATO CON DOPPIO TAVOLATO INCROCIATO
Struttura in legno a semplice o doppia orditura con travi, travicelli, tavolato consolidata con applicazione di un altro tavolato soprastante, inchiodato al preesistente ed incrociato rispetto ad esso. Garantisce al solaio una buona rigidezza nel proprio piano, senza aumentare in modo considerevole le masse strutturali.

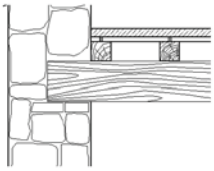
Collegamenti



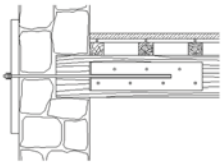
Collegamento realizzato con rete elettrosaldata risvoltata sulla parete e ben collegata a questa.
La rete elettrosaldata viene risvoltata sulla parete per una lunghezza pari a 50 cm e collegata puntualmente al paramento esterno della muratura con perforazioni a sola rotazione armate e iniettate con malte a ritiro compensato. Lo stesso tipo di intervento senza perforazioni non risulta efficace.



Collegamento realizzato con profilato metallico, continuo lungo il perimetro del solaio, ancorato alla muratura.
Profilati a C o a L che vengono ancorati alla muratura tramite perforazioni armate che devono raggiungere il paramento esterno. Costituisce un parziale rimedio sui lati del solaio dove non appoggiano i travetti.



Appoggio semplice della trave in legno.
Le travi in legno sono semplicemente appoggiate sulla muratura (l'appoggio può essere costituito da un semplice dormiente). La trave in legno è priva di ancoraggio alla muratura perimetrale.



Collegamento con tirante metallico e capochiave per travi in legno.
La trave in legno viene ancorata alla muratura con piatti metallici, bullonati alla trave in legno, collegati ad un paletto capochiave esterno, della dimensione almeno pari a quella del solaio, tramite barre di collegamento di lunghezza almeno 50

CLASSE DI VULNERABILITA' RIGIDEZZA

D — *75% < solai deformabili ≤ 100%*
C — *50% < solai deformabili ≤ 75%*
B — *25% < solai deformabili ≤ 50%*
A — *0% ≤ solai deformabili ≤ 25%*

CLASSE VULNERABILITA' CONNESSIONI

D — *0% ≤ presenza di collegamenti efficaci ≤ 20%*
C — *20% < presenza di collegamenti efficaci < 60%*
B — *60% ≤ presenza di collegamenti efficaci < 100%*
A — *presenza a tutti i livelli – 100%*

VALUTAZIONI ENERGETICHE (Solaio su ambiente esterno o non riscaldato)

Strato	d [cm]	ρ [kg/m³]	c [J/(kg K)]	λ [W/m K]	R [m²K/W]
1 Pavimentazione interna - gres*	1,5	1700	1000	1,470	-
2 Assito in legno	3	710	manca	0,180	-
3 Travi secondarie - legno					

Descrizione (spessori in cm)	U [W/(m² K)]	κ_m [kJ/(m² K)]	Y_{ie} [W/(m²K)]
1,5 - 3	2,884		
1,5 - 6	1,948		

*** a titolo esemplificativo si ipotizza una pavimentazione in gres ceramico**

BIBLIOGRAFIA

Ance (a cura di), *Audizione dell'Ance sulla situazione dell'edilizia scolastica in Italia. Indagine conoscitiva della VII (Cultura, Scienza e Istruzione) Camera dei Deputati*. 2013. Documento disponibile all'indirizzo http://www.ance.it/docs/docDownload.aspx?id=14904

Ance, *Audizione sulla situazione dell'edilizia scolastica in Italia*, Novembre 2013, documento disponibile all'indirizzo http://www.ance.it/docs/docDownload.aspx?id=14904.

Antonini, E., Boeri, A., *Progettare scuole sostenibili*, Monfalcone, Edicom, 2011.

Astrid (a cura di), *Finanziamento del piano per le città e per la valorizzazione del patrimonio edilizio scolastico,* 2013, dossier disponibile all'indirizzo http://www.astrid-online.it/--le-infra/Strumenti-/Astrid---G/Dossier-del-Gruppo-di-studio-di-Astrid-piano-città--e-edilizia-scolastica.pdf

ATC-21, FEMA 154. *Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazard: A Handbook*, 1988.

ATC-51-2, *Recommended U.S. – Italy collaborative guidelines for bracing and anchoring non-structural components in Italian hospitals*, 2003.

Benedetti D., Petrini V., 1984. *On Seismic Vulnerability of Masonry Buildings: Proposal of an evaluation Procedure,* L'industria delle costruzioni, Milano.

Benedetti D., *Petrini V., Sulla vulnerabilità sismica di edifici in muratura: proposte di un metodo di valutazione*, L'industria delle Costruzioni, 149, pp 66-74.

Boarin, P, *Edilizia scolastica.Riqualificazione energetica e ambientale*, Monfalcone, Edicom, 2010.

Boarin P., *Riqualificazione Energetica ed Ambientale dell'Edilizia Scolastica. Immagini, obiettivi, strategie opportunità*, Tesi di dottorato in Tecnologie dell'Architettura, Università degli studi di Ferrara, a.a 2006/2008.

Boarin P., *Edilizia scolastica. Riqualificazione energetica ambientale. Metodologie operative, requisiti, strategie*, EdicomEdizioni, 2010.

Bologna, G.; *Manuale della sostenibilità. Idee, concetti, nuove discipline*; Edizioni Ambiente; 2005.

Brignola A., Frumento S., Lagomarsino S., Podestà S., *Valutazione sperimentale dei parametri di deformabilità e di resistenza a taglio*, Atti del Convegno Nazionale: Sperimentazione su materiali e strutture, Venezia, 2006.

Calice, C., Clemente, C., de Santoli, L., Fraticelli, F. *Guidelines for the retrofit of the City VII - Urban Regeneration and Sustainability* WITPress, 2012.

City VII - Urban Regeneration and Sustainability WITPress, 2012.

Caterino N., *Analisi decisionale Multicriterio per l'Adeguamento Sismico di Edifici in C.A., Tesi di Dottorato di Ricerca* , Università degli Studi di Napoli Federico II, 2006.

CEN (European Committee for Standardization). *Eurocode 8: Design Provisions for Earthquake Resistance of Structures*, EN 1998-1, 2003.

Cicchiello P., *Diagnostica strutturale. Dalla diagnosi all'intervento secondo le norme tecniche per le costruzioni,* Maggioli Editore, Santarcangelo di Romagna (RN), 2010.

Cittadinanzattiva (a cura di), *Sicurezza, qualità e comfort degli edifici scolastici*. 2012 Documento disponibile all'indirizzo https://docs.google.com/file/d/0B8ksqiUN476iT254X1BEVGptVkE/edit?pli=1

Citterio M., Fasano G., *Indagini sui consumi degli edifici pubblici (direzionale e scuole) e potenzialità degli interventi di efficienza energetica*. 2009

Clemente C., *Sostenibilità, sicurezza ed efficienza energetica nel recupero edilizio*. 2013. documento disponibile all'indirizzo internet http://research.arc.uniroma1.it/xmlui/bitstream/handle/123456789/443/Sostenibilit%E0_riqualificazione.pdf?sequence=1

Clemente, C. , *Rules, language and energy*, in: Clemente C, De Matteis F. (a cura di), 2010.

CNR-GNDT, *Rischio sismico di edifici pubblici - Parte I: Aspetti metodologici*, Tipografia Moderna, Bologna, 1994.

Comini G., Croce G., Savino S. *Energetica Generale*, Padova: SGEditoriali, 2011.

Comitato Termotecnico Italiano Energia e Ambiente, *Definizione di un modello di diagnosi energetica per gli edifici*. 2013

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, *Linee guida per il rilevamento della vulnerabilità degli elementi non strutturali nelle scuole*, 2009

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici. *Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008*. 2009.

Conti P., Della Vista D., Fantozzi F., Fasano G., Grassi W., Manetti R., Menchetti E., Schito E., Signoretti P., Testi D., *Definizione di una metodologia per l'audit energetico negli edifici ad uso residenziale e terziario*, 2011.

Corgnati S.P., Veda V., Baccino G., Capozzoli A., Causone F., Talà N. "Strategie di diagnostica ed ottimizzazione multi obiettivo di edifici con climatizzazione innovativa", Enea Report 2011.

Cornell C.A., *Engineering Seismic Risk Analysis,* 1968.

Cresme, *Lo stato del territorio Italiano 2012, Insediamento e rischio sismico ed idrogeologico*, rapporto, Roma, 2012.

D.M. 14.1.2008 *Norme tecniche per le Costruzioni* e relativa Circolare 2.2.2009 n. 617 C.S.LL.PP.
Dall'O' G., *Green Energy Audit*, Edizione Ambiente, Città di Castello, 2011

De Marco R., Martini M.G, Di Pasquale G., Fralleone A., Pizza G.A., Viola V., *La classificazione e la normativa sismica italiana dal 1909 al 1984*. Roma: Dipartimento per la Protezione Civile- Ufficio Servizio Sismico Nazionale, 2004.

de Santoli, L. *La gestione energetica degli edifici*, Palermo, Flaccovio, 2010.

de Santoli, L., Fraticelli, F., Fornari, F. *Planning the integration of new technologies for sustainability. Case Study of a building's restoration project in Rome in ECO-ARCHITECTURE III Harmonization of architecture and nature*, WIT Press, 2010.

Dell'Isola F., A. De Sortis, C. Francisci, G. Poggetti, F. Vestroni (resp. scientifico). *Analisi della vulnerabilità sismica di edifici scolastici*. Convenzione di Ricerca tra il Comune di Cisterna di Latina e il Dipartimento di ingegneria strutturale e geotecnica dell'Università di Roma "La Sapienza", luglio 2007.

DEA, Dipartimento di Energia e Ambiente, *Evoluzione della normativa sul contenimento dei consumi energetici per il riscaldamento degli edifici*, http://media.cism.it/attachments%2Fevol_norm_edifici.pdf.

Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri del 12 ottobre 2007 (S.O. alla G.U. n. 24 del 29 gennaio 2008)

Dolce M, 1991, *Schematizzazione e modellazione degli edifici in muratura soggetti ad azioni sismiche*, L'Industria delle Costruzioni, Roma, Dicembre 1991.

Dolce M., A. Masi, C. Moroni, A. Martinelli, G. Cifani, G. Cialone e A. Lemme. *Linee guida per la valutazione della vulnerabilità degli edifici scolastici*, CNR – Regione Molise, 2003

Dolce M., Martinelli A. (a cura di), *Caratteristiche Tipologiche degli edifici per l'istruzione e la sanità*, Volume I, Progetto Save Task2 Inventario e vulnerabilità degli edifici pubblici e strategici dell'Italia Centro-Meridionale, 2005.

Dolce M., Masi A., Moroni C., Liberatore D., Laterza M., Ponzo F., Cacosso A., D'Alessandro G., Faggella M., Gigliotti R., Perillo G., Samela L., *Valutazione della vulnerabilità sismica di edifici scolastici della provincia di Potenza*. XI Congresso nazionale "L'ingegneria Sismica in Italia". 25-29 Gennaio, Genova.

Dolce M., Moroni C., *La valutazione della Vulnerabilità e del Rischio Sismico degli Edifici Pubblici mediante le procedure VC e VM*. Progetto Save, Atti di Dipartimento, vol n. 4, 2005.

Dolce, A. Martinelli (A cura di), *Inventario e vulnerabilità degli edifici pubblici e strategici dell'Italia centro-meridionale*, Vol. II - Analisi di vulnerabilità e rischio sismico, INGV/GNDT-Istituto Nazionale di geofisica e Vulcanologia/Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti, L'Aquila, 2005.

ECCS (European Convention for Constructional Steelwork). *European Recommendations for Steel Structures in Seismic Zones* N.54, 1988.

ENEA- Ente per le nuove Tecnologie, l'Energia e l'Ambiente (a cura di), *Uso razionale dell'energia nel settore scolastico*, Dipartimento di Energia- Settore promozione degli usi efficienti dell'energia e delle energie rinnovabili, Roma, ENEA, Direzione Relazioni Estere, 1994, p. 175

ENEA- FIRE (a cura di), *Complementi alla guida per il contenimento della spesa energetica nelle scuole*, Roma- centro icerche Casaccia, documento disponibile all'indirizzo http://www.fire-italia.it/eell/scuole/coplelemnti_guida_scuole.pdf

Eurocodice 8. UNI EN 1998-1:2005. *Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 3: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici*. Marzo 2005.

Fasano G. (a cura di), l'Efficienza Energetica nel settore civile, documento disponibile all'indirizzo http://www.enea.it/it/enea_informa/documenti/quaderni-energia/civile.pdf.

FEMA 178. *NEHRP Handbook for the Seismic Evaluation of Existing Buildings*, BSSC 1992

Ferrara V. 2003. *Evoluzione del clima ed impatti dei cambiamenti climatici in Italia. Energia, Ambiente e Innovazione*, documento disponibile alla pagina http://old.enea.it/produzione_scientifica/pdf_EAI/2003/EvoluzioneClima.pdf

Ferrari S., Zanotto V., Ramponi R., Bonomi M., Baldinazzo M., *Sviluppo di modelli di calcolo semplificati per la valutazione delle prestazioni energetiche degli edifici*, Enea Report RSE/2009/166.

Filippi M., Fabrizio E., *Una gestione energetica sostenibile per l'edilizia scolastica*, in il Progetto sostenibile, Edilizia Scolastica ecocompatibile, n.17-18 Marzo-Giugno 2008, pag.38-48.

Gallo P. (2011). *Progettare l'emergenza scuola*, in Costruire in Laterizio, vol. 142, pp. XVII-XX

Giangreco E. *La normativa sismica: tappe e prospettive*. In E. Giangreco (Ed.), *Fondamenti di Ingegneria sismica*. Bologna: Edizioni Tipografia Negri, 1983.

Giuffrè A. *Cento anni di norme sismiche*. Ingegneria sismico, Anno IV- n2, Bologna: Patron Editore, 1987.

Giuffrè A., *Letture sulla Meccanica delle Murature Storiche*, Roma, Kappa, 1998

Grecchi M., Meleghetti L., *Ripensare il costruito. Il progetto di recupero e di rifunzionalizzazione, e degli edifici,* Maggioli, Sant'Arcangelo di Romagna, 2008.

Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti. *Schede di 1° e 2° livello di vulnerabilità e di rilevamento del danno (edifici in c.a e muratura)*, 1994.

Gulli R. , *Strutttuta e costruzione*, Firenze university press, 2007

Gulli R., Il recupero edilizio in ambito sismico, Edicom Edizioni, Monfalcone, 2002.

Henkel F., Holl D., Schalk M., *Seismic Desing and Drywalling*, Knauf Gips KG, 2008

Innaco E., *Integrazione di prestazioni energetiche ed antisismiche nelle ristrutturazioni*, Tesi di laurea, facoltà di architettura, Università degli Studi di Firenze, 2011.

Isolani P., *L'uso razionale dell'Energia negli Edifici Pubblici*, documento disponibile sul sito http:// www.sp.camcom.it/dinamo/uso-razionale-energia-edifici-pubblici.pdf.

Köppen W. *Geographisches System der Klimate* - Nendeln/Liechtenstein : Kraus-Reprint, Berlino, 1936.

Landolfo R. *L'evoluzione della normativa sismica*. In Costruzioni Metalliche, LVII, 2005, pp. 54-58.

La Gioia V., *Il retrofit tecnologico degli edifici scolastici*, Tesi di dottorato in Tecnologie dell'architettura, Università degli Studi di Napoli Federico II, a.a 2008/2009.

Lannutti, C.,. *Controllo della qualità tecnico prestazionale del componente edilizio*, Roma, 2001

Lavagna M. *Progettare con il clima, progettare nel contesto: tipologie, tecnologie e cultura materiale*, In il Progetto Sostenibile, mediterraneo tra mito e risorsa, XVI, 2010, pp 14-15.

Lavagna M., *Costruire l'essenziale. Un approccio sostenibile al progetto*, in Alini L., Cupole per Abitare, Libellula, 2012, pp. 47-50.

Legambiente (a cura di), *Rapporto di Legambiente sulla qualità dell'edilizia scolastica, delle strutture e dei servizi.* 2013

Legambiente (a cura di), *Ecosistema Scuole 2013*, Rapporto di Legambiente sulla qualità dell'edilizia scolastica, delle strutture e dei servizi.

Leschiutta F. E. *Linee evolutive dell'edilizia scolastica. Vicende-norme-tipi. 1949-1985*, Roma, Bulzoni Editore, 1985, pp.154-155

Leschiutta F. E., Nuova architettura per la scuola, Roma, Armando Editore, 1983, pp.144-145.

Mammi S., Galbusera G. (a cura di). Vol.2 *Il DLGs 311, guida alla nuova legge 10. Guida pratica per capire e rispettare il decreto legislativo sull'efficienza energetica degli edifici*, Collana *L'isolamento termico e acustico* a cura di ANIT-Associazione Nazionale per l'Isolamento Termico ed Acustico, Milano, TEP, 2007.

Marino F. P. R., Grieco M., *La certificazione energetica degli edifici ed il D.Lgs. 192 del 19/8/2005*, Roma, EPC Libri, 2006, pp.479.

McGuire, R. K., *Probabilistic Seismic Hazard Analysis and Design Earthquakes: Closing theLoop. BSSA*, Vol. 85, No. 5., 1995.

Merlo R., Falsetti F., *L'edilizia scolastica*, Roma, NIS- la Nuova Italia Scientifica, 1994,pp-249-250.

Mezzina M., Porco F., Raffaele D., Uva G., *Linee guida per la valutazione della sicurezza sismica di edifici pubblici con struttura in c.a o in muratura*, documento disponbile alla pagina file:///C:/Users/maria%20grazia/Downloads/01_Linee_guida_Verifiche_edifici_pubblici_ICAR+SCHEDA.pdf.

Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, *Programma nazionale per l'energia solare*, 2008, documento disponibile all'indirizzo http://www.ueonline.it/networking/upload/75362.pdf

Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti. *Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008*, (DM 14/01/08) "*Norme tecniche per le Costruzioni*".

Ministero Infrastrutture e trasporti, Circolare n.617 del 2 febbraio. *Istruzione per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M 14 gennaio 2008*, G.U. 26-2-2009, N.47-suppl.ord. N.27, 2009.

Ministero per i Beni e le Attività Culturali, Circolare del 5 giugno 2007. *Linee Guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale con riferimento alle Norme tecniche per le Costruzioni*

Ordinanza del Presidente del Consiglio dei ministri 20 marzo 2003, n. 3274, *Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*, G.U. n. 105 del 8 maggio 2003 - S.O. n.72.

Ordinanza del Presidente del Consiglio dei ministri 3 maggio 2005, n. 3431, *Norme Tecniche per il progetto, la valutazione e l'adeguamento sismico degli edifici*, G.U. n. 107 del 10/05/2005 - S.O. n.85.

P.M.C. 2003. *Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*. Ord. N. 3274 del 20 marzo 2003 e successive modifiche ed integrazioni.

Pagano M., *Teoria degli Edifici. Edifici in muratura*, Liguori Editore, Napoli 1969

Pacific Earthquake Engineering Research Center (PEER) 2010. *Guidelines for Performance-Based Seismic Design of Tall Buildings*. Report no.2010/05, University of Berkeley, Berkeley, 2010.

Panzeri A., , *Acquisizione dati involucro. Metodi impiegabili ai fini della certificazione energetica degli edifici*, Neo-Eubios, n.14, 2005

Parducci Alberto, Mezzi M., Configurazione strutturale per l'ottimizzazione delle prestazioni dei sistemi innovativi di protezione sismica, http://www.reluis.it/doc/pdf/Pubblicazioni/E1-L7_Configurazioni.pdf, rilevato 13-02-2014.

Paris, S. 2010. "Sostenibilità, tecnologia e qualità dell'architettura. Il mediterraneo" in Bagnato,

Paris, V., , S. 2010. *Architettura e Tecnologia*. Lectures, RDesign Press, Roma, pag. 54-65

Perino M., *La misura della trasmittanza in opera di pareti edilizie*, Dip. di Energetica Politecnico di Torino, presentata in occasione del SAIE, Bologna 13/10/2005;

Pinho R., Calvi G.M., crowely H., Colombi M., Goretti A., Meroni F., 2006. Strumenti speditivi per la definizione di priorità di intervento per edifici non adeguati, INGV-DPC 2004-2006/Progetto S1.

Polidoro B., *la valutazione della vulnerabilità sismica: il caso Pettinato*, Tesi di laurea in Ingegneria, Università degli Studi di Napoli Federico II, a.a 2009/2010.

Regione Toscana. *Manuale per la compilazione della scheda GNDT/CNR di II livello versione modificata della Regione Toscana*, Direzione Generale delle Politioche Territoriali es Ambientali, Settore: Servizio Sismico Regionale, 2003.

Righetti G., Bari L., *L'edificio in muratura. La muratura portante in laterizio normale e porizzato: caratteristiche e prestazioni*, Ed. Lambda, Padova, 1993.

Rogora A., *La progettazione preliminare dell'edificio*, http://www.sistemieditoriali.it/catalogo/vse_as13.pdf, rilevato 2-02-2014;

Romagnoni P., Antonini E., Boscolo M., Cappelletti F., *Riqualificazione di edifici scolastici: risultati di una campagna di monitoraggio energetico*. Report Ricerca di Sistema Elettrico . Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico – ENEA, 2010.

Savoia M., Chinni C., Mazzotti C., M., Perri G., RE.SIS.TO : una metodologia speditiva per la valutazione di vulnerabilità sismica di edifici in muratura e calcestruzzo armato, documento disponibile alla pagina http://www.ingenio-web.it/immagini/CKEditor/B27.pdf

Selicato F., Rotondo F., *le strutture scolastiche: aspetti concettuali, normativa e criteri progettuali*, documento disponibile alla pagina http://www.ateneonline.it/selicato/studenti/approfondimenti/isbn6547-9_spazi_strutture_scolastiche.pdf.

Sibilio S., D'Agostino A., Fatigati M., Citterio M., *Valutazione dei consumi nell'edilizia esistente e benchmark mediante codici semplificati: analisi di edifici residenziali*, Enea Report RSE/2009/115.
Siola U., Tipologia e architettura della scuola, Napoli, ESI, 1966.

Sole M., Manuale di edilizia scolastica, Roma, NIS- La Nuova Italia Scientifica, 1955, p 340-350.

Spitaleri C., "I progetti del Ministero dell'Ambiente per le Scuole", in il Progetto sostenibile – Edilizia scolastica ecocompatibile, n. 17-18 marzo-giugno 2008.

Tafuri M., Teorie e storia dell'Architettura, Bari, 1976.

Tedesco, S., *Riqualificazione energetico ambientale del costruito. Edifici scolastici*, Firenze, Alinea, 2010

Turnsek V., Cacovic F., *Some Experimental Result on the Strenght of Brick Mansonry Walls*. Second International Brick Masonry Conference, Stoke on Trent, UK., 1970.

Zecca F. 2012. Edifici, un futuro a basso impatto. Documento disponibile all'indirizzo http://www.energystrategy.it/assets/files/media_eventi/GreenBUsiness_EER.pdf

Sitografia

Aesse- Abitare la scuola, www.bdp.it/aesse-

Ambiente Italia http://www.ambienteitalia.it/solare/progetti/modalita/modalita.htm

Archivio dell'area istruzione, http://archivio.pubblica.istruzione.it/

Associazione Nazionale Costruttori Edili, www.ance.it

Astrid, http://www.astrid-online.it

Cittadinanzattiva, Impararesicuri ,

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, http://www.cslp.it/cslp/

CTI - Comitato termotecnico Italiano, http://www.cti2000.it/

Dipartimento Protezione Civile, www.protezionecivile.gov.it

Earthquake Engineering research Institute, www.eeri.org/seismic-safety-of-schools/

Enea- Ente per le Nuove Tecnologie, l'Energia e l'Ambiente, www.enea.it.

Irmi Knowledgebase Education Community http://www.irmi.com/expert/articles/2003/gould10.aspx

Istituto agronomico per l'Oltremare IAO: http://www.iao.florence.it/

La stampa, www.lastampa.it

Legambiente divisione scuola e formazione www.legambientescuolaformazione.it

Legambiente www.legambiente.com

Ministero dell'Ambiente, della Tutela del Territorio e del Mare, www.pubblica.istruzione.it

Ministero dell'istruzione dell'Università e della Ricerca, www.istruzione.it

National Information Service for Earthquake Engineering http://nisee.berkeley.edu/

OECD The Organization for Economic Co-operation and Development seismic safety in Italian schools http://www.oecd.org/education/innovation-education/centreforeffectivelearningenvironmentscele/oecdinitiativeonearthquakesafetyinschools.htm

PEER, Pacific Earthquake Engineering Research Center, University of California, Berkeley http://peer.berkeley.edu/

Prof. Dr. Ing. Raffaele Landolfo http://www.raffaelelandolfo.it/

Protezione Civile www.protezionecivile.gov.it

ReLUIS , http://www.reluis.it/

Servizio Sismico Svizzero http://www.seismo.ethz.ch/

Tafter Journal, http://www.tafterjournal.it/

Teenergy Schools, High energy effiency schools in the Mediterranean Area http://teenergy.commpla.com/

UN Office for Disaster Risk Reduction (UNISDR) http://www.preventionweb.net/

Uni - Ente Nazionale Italiano di Unificazone, www.uni.com

Uni - Ente Nazionale Italiano di Unificazone, www.uni.com

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization Unesco
http://www.unesco.org/

Università di Bologna, CIRI Edilizia e Costruzioni http://www.edilizia-costruzioni.unibo.it/

Wikipedia, www.wikipedia.it

Wired.It Verifiche sismiche nelle scuole
http://daily.wired.it/news/politica/2012/10/12/verifiche-sismiche-costi-regioni-121234.html