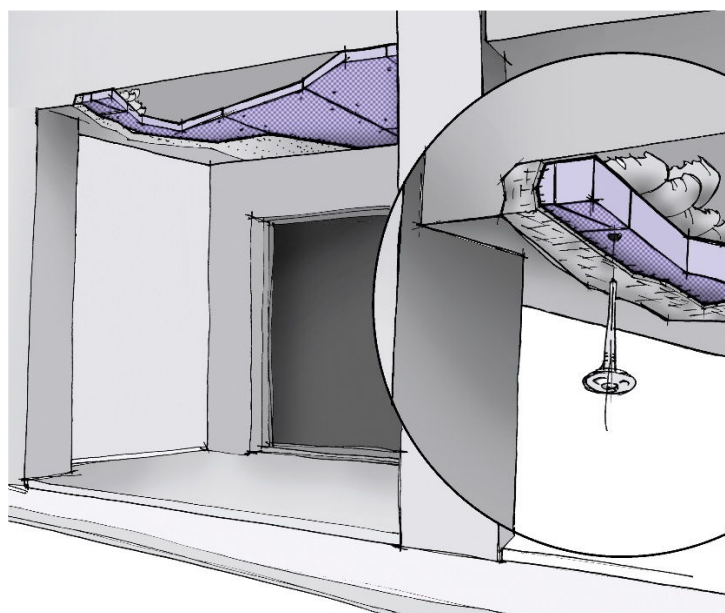




ISOLAMENTO DI STRUTTURE VERSO LOCALI NON RISCALDATI

MANUALE ANIT DI APPROFONDIMENTO TECNICO

14 SETTEMBRE 2022



*Tutti i diritti sono riservati.
Nessuna parte di questo documento può essere riprodotta o divulgata senza l'autorizzazione scritta*

I MANUALI ANIT

ANIT, Associazione Nazionale per l'Isolamento Termico e acustico, pubblica periodicamente **guide e manuali** sulle tematiche legate all'efficienza energetica e all'isolamento acustico degli edifici.

Gli argomenti trattati riguardano la legislazione, le norme tecniche di riferimento, le tecnologie costruttive, le indicazioni di posa e molto altro.

Le **guide** sono riservate ai Soci ANIT e analizzano leggi e norme del settore, i **manuali** sono scaricabili per tutti gratuitamente e affrontano con un taglio pratico temi sviluppati in collaborazione con le Aziende associate.



STRUMENTI PER I SOCI

I soci ricevono



Costante aggiornamento sulle norme in vigore con le GUIDE



I software per calcolare tutti i parametri energetici, igrotermici e acustici degli edifici



Servizio di chiarimento tecnico da parte del nostro Staff a supporto di Guide e software



Abbonamento alla rivista specializzata Neo-Eubios

I servizi e la quota di iscrizione variano in base alla categoria di associato (Individuale, Azienda, Onorario). I Soci Individuali possono accedere alla qualifica "Socio Individuale Più" per ottenere servizi avanzati

Il presente manuale è realizzato in collaborazione con:



Tutti i diritti sono riservati

Questo documento è stato realizzato da Tep Srl.

Le informazioni riportate sono da ritenersi indicative ed è sempre necessario riferirsi a eventuali documenti ufficiali in vigore. I contenuti sono aggiornati alla data in copertina. Si raccomanda di verificare sul sito www.anit.it l'eventuale presenza di versioni più aggiornate.

Nessuna parte di questo documento può essere riprodotta o divulgata senza l'autorizzazione scritta di Tep Srl.

INDICE

PREMESSA	2
1. ISOLAMENTO SU AMBIENTI NON RISCALDATI	3
1.1 <i>Strutture non riscaldate in edifici nuovi</i>	3
1.2 <i>Limiti di trasmittanza su zona non riscaldata per la legge.....</i>	4
1.3 <i>Trasmittanza per accedere alle detrazioni</i>	5
1.4 <i>Cenni agli interventi che accedono alle detrazioni</i>	6
1.5 <i>Caratteristiche del materiale isolante</i>	7
2. GLI AMBIENTI NON RISCALDATI NEL BILANCIO ENERGETICO	11
2.1 <i>Metodo analitico</i>	11
2.2 <i>Metodo semplificato</i>	14
2.3 <i>Temperature nelle zone non riscaldate ed esempi di misura</i>	15
3. ISOLAMENTO VERSO SOTTOTETTO NON RISCALDATO	16
3.1 <i>Esempi di soluzioni proposte</i>	17
4. ISOLAMENTO DI SOLAIO SU LOCALE NON RISCALDATO	19
4.1 <i>Intervento su edifici nuovi</i>	19
4.2 <i>Intervento su edifici esistenti.....</i>	24
5. ISOLAMENTO DI PARETE SU VANO SCALA	29
5.1 <i>Edifici di nuova costruzione</i>	29
5.2 <i>Intervento su edifici esistenti.....</i>	32
CONTATTI	35

PREMESSA

La tematica dell'isolamento verso ambienti non riscaldati assume grande rilevanza negli interventi di efficientamento energetico degli edifici, perché molto spesso queste strutture rappresentano una parte considerevole della superficie disperdente di un edificio.

L'effetto della presenza di ambienti non riscaldati, che possono avere diverse caratteristiche, influenza in maniera importante la prestazione energetica globale dell'edificio stesso.

Il Manuale si propone di analizzare le regole per l'isolamento di questo tipo di strutture approfondendo:

- I limiti di efficienza da rispettare per le pareti su ambiente non riscaldato (per il rispetto della legge e per le detrazioni fiscali)
- le modalità di calcolo dell'energia dispersa verso ambienti non riscaldati e studio delle temperature interne
- requisiti del materiale isolante

Il tutto si declinerà con l'analisi di tre possibili configurazioni di isolamento (con esempi specifici):

- isolamento all'estradosso di solaio su sottotetto non riscaldato
- Isolamento all'intradosso di pavimento su ambiente non riscaldato, in edificio nuovo o esistente.
- isolamento della parete su vano scala

1. ISOLAMENTO SU AMBIENTI NON RISCALDATI

Il DM 26 giugno 2015 (Requisiti Minimi) all'art.2 definisce la superficie disperdente di un edificio come:

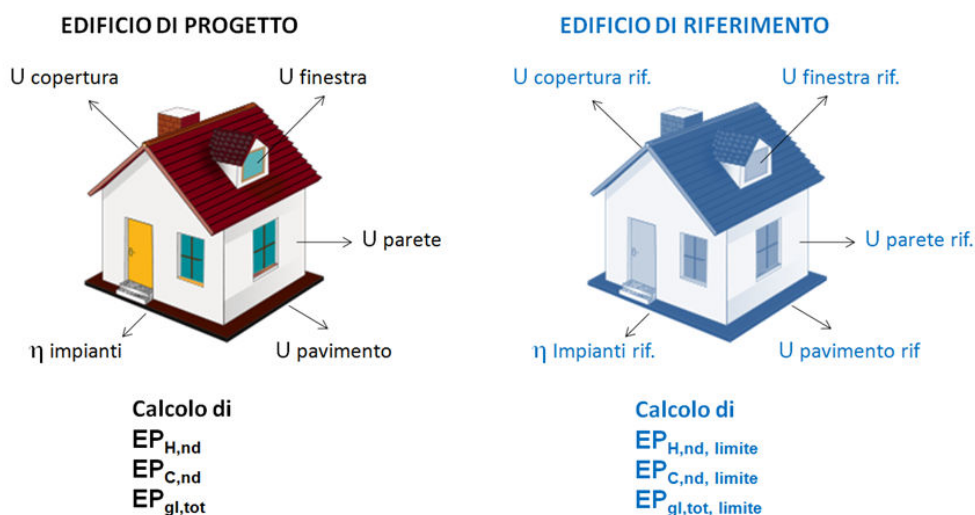
*“Superficie disperdente S (m^2): superficie che delimita il volume climatizzato V rispetto all'esterno, al terreno, ad ambienti a diversa temperatura o **ambienti non dotati di impianto di climatizzazione**”*

Le strutture verso ambienti non riscaldati fanno dunque parte a pieno titolo della superficie disperdente, e molto spesso ne rappresentano una percentuale considerevole.

Qualora si intervenga su queste strutture è quindi necessario rispettare specifici requisiti.

1.1 Strutture non riscaldate in edifici nuovi

In caso di nuovo edificio o ristrutturazione importante di primo livello, il DM 26 giugno 2015 non prevede specifici limiti di trasmittanza sulle singole strutture, ma il rispetto degli indici di prestazione energetica $EP_{H,nd}$, $EP_{C,nd}$, $EP_{gl,tot}$. Per determinare i valori limite di questi parametri si utilizza il metodo dell'edificio di riferimento, attribuendo all'edificio parametri indicati dal decreto, come esemplificato in figura.



I parametri di involucro da attribuire alle strutture sono riportati nelle tabelle seguenti

TABELLA 1 (Appendice A) Trasmittanza termica U di riferimento delle strutture opache verticali , verso l'esterno, gli ambienti non riscaldati o contro terra		
Zona climatica	U _{rif} [W/m ² K]	
	Dal 1° ottobre 2015	Dal 1° gennaio 2019/2021
A-B	0,45	0,43
C	0,38	0,34
D	0,34	0,29
E	0,30	0,26
F	0,28	0,24

TABELLA 2 (Appendice A) Trasmittanza termica U delle strutture opache orizzontali o inclinate di copertura , verso l'esterno e gli ambienti non riscaldati		
Zona climatica	U _{rif} [W/m ² K]	
	Dal 1° ottobre 2015	Dal 1° gennaio 2019/2021
A-B	0,38	0,35
C	0,36	0,33
D	0,30	0,26
E	0,25	0,22
F	0,23	0,20

TABELLA 3 (Appendice A)

Trasmittanza termica U delle strutture opache orizzontali di pavimento, verso l'esterno, gli ambienti non riscaldati o contro terra

Zona climatica	U _{rif} [W/m²K]	
	Dal 1° ottobre 2015	Dal 1° gennaio 2019/2021
A-B	0,46	0,44
C	0,40	0,38
D	0,32	0,29
E	0,30	0,26
F	0,28	0,24

TABELLA 4 (Appendice A)

Trasmittanza termica U delle chiusure tecniche trasparenti e opache e dei cassonetti, comprensivi degli infissi, verso l'esterno e ambienti non riscaldati

Zona climatica	U _{rif} [W/m²K]	
	Dal 1° ottobre 2015	Dal 1° gennaio 2019/2021
A-B	3,20	3,00
C	2,40	2,20
D	2,00	1,80
E	1,80	1,40
F	1,50	1,10

Nel caso di strutture delimitanti lo spazio riscaldato verso ambienti non climatizzati, si assume come trasmittanza il valore della pertinente tabella DIVISO per il fattore di correzione dello scambio termico tra ambiente climatizzato e non climatizzato, come indicato nella norma UNI TS 11300-1 in forma tabellare. (vedi tabella a pag. 14).

Pertanto la trasmittanza di riferimento per le strutture verso ambienti non riscaldati sarà più alta di quella prevista per le strutture verso l'esterno.

Si noti che i valori riportati in tabella sono comprensivi di ponti termici.

1.2 Limiti di trasmittanza su zona non riscaldata per la legge

In caso di **Ristrutturazione importante di II livello o di riqualificazione energetica di strutture**, il DM 26/06/2015 prescrive specifici limiti di trasmittanza media (cioè comprensiva di ponti termici) che è necessario rispettare sulle superfici oggetto di intervento.

Nel caso di strutture delimitanti lo spazio riscaldato verso ambienti non riscaldati, i valori limite di trasmittanza devono essere rispettati dalla trasmittanza della struttura **MOLTIPLICATA*** per il fattore di correzione dello scambio termico tra ambiente climatizzato e non climatizzato, come indicato nella norma UNI TS 11300-1.

Quindi da confrontare con il limite in tabella non è direttamente la trasmittanza della struttura, ma questo valore cui viene applicato un coefficiente che dipende dal tipo di ambiente riscaldato confinante secondo la tabella riportata a pag. 14.

*Il testo del decreto (Appendice B DM 26 giugno 2015) riporta la dicitura:

“Nel caso di strutture delimitanti lo spazio riscaldato verso ambienti non riscaldati, i valori limite di trasmittanza devono essere rispettati dalla trasmittanza della struttura DIVISO per il fattore di correzione dello scambio termico tra ambiente climatizzato e non climatizzato, come indicato nella norma UNI TS 11300-1.”

Tuttavia, fin dalla prima pubblicazione del decreto, questo è stato interpretato come un errore materiale nella stesura del testo, poiché dividere la trasmittanza della struttura per un numero minore di uno implicherebbe dover isolare le strutture verso ambienti non riscaldati molto di più di quelle verso l'esterno, e ciò rappresenterebbe un controsenso dal punto di vista energetico.

TRASMITTANZE TERMICHE LIMITE PER EDIFICI ESISTENTI**TABELLA 1** (Appendice B)

Trasmittanza termica U massima delle **strutture opache verticali**, verso l'esterno soggette a riqualificazione

Zona climatica	U _{limite} [W/m ² K]	
	Dal 1° ottobre 2015	Dal 1° gennaio 2021
A-B	0,45	0,40
C	0,40	0,36
D	0,36	0,32
E	0,30	0,28
F	0,28	0,26

TABELLA 2 (Appendice B)

Trasmittanza termica U massima delle strutture opache orizzontali o inclinate di **copertura**, verso l'esterno soggette a riqualificazione

Zona climatica	U _{limite} [W/m ² K]	
	Dal 1° ottobre 2015	Dal 1° gennaio 2021
A-B	0,34	0,32
C	0,34	0,32
D	0,28	0,26
E	0,26	0,24
F	0,24	0,22

TABELLA 3 (Appendice B)

Trasmittanza termica U massima delle strutture opache orizzontali di **pavimento**, verso l'esterno soggette a riqualificazione

Zona climatica	U _{limite} [W/m ² K]	
	Dal 1° ottobre 2015	Dal 1° gennaio 2021
A-B	0,48	0,42
C	0,42	0,38
D	0,36	0,32
E	0,31	0,29
F	0,30	0,28

1.3 Trasmittanza per accedere alle detrazioni

Oltre al rispetto dei requisiti minimi di legge (DM 26/6/2015) l'accesso ad eventuali detrazioni fiscali per risparmio energetico è vincolato al rispetto di una serie di ulteriori requisiti in funzione di data e tipologia di intervento. Il riferimento più recente per i limiti da rispettare è il Decreto 6 agosto 2020, in vigore dal 5 ottobre 2020. Per gli interventi con data di inizio lavori precedente al 5 ottobre 2020, valgono i limiti precedentemente in vigore (come indicato nella tabella sotto con i relativi riferimenti).

Data di inizio lavori (comprovata dalla data di deposito della relazione tecnica Legge 10)	Requisiti minimi di legge	Requisiti minimi per le detrazioni
Fino al 5 ottobre 2020	DM 26/6/2015 o regolamenti regionali	DM 19/2/2007 e DM 11/3/2008 modificato dal DM 26/1/2010
Dal 6 ottobre 2020	DM 26/6/2015 o regolamenti regionali	Decreto Requisiti Ecobonus (Decreto 6/8/2020)

I valori da rispettare nelle casistiche specifiche sono i seguenti. Da notare che questi valori **non sono comprensivi di ponti termici** e che **non vengono differenziati i valori per strutture verso ambienti non riscaldati** (queste strutture devono essere isolate allo stesso modo di quelle verso l'esterno)

Valori di trasmittanza massimi consentiti per l'accesso alle detrazioni [W/m²K]								
Z.C.	Strutture opache verticali		Strutture opache orizzontali o inclinate				Finestre comprensive di infissi **	
			coperture		Pavimenti *			
	DM 26/01/10	Allegato E Decr.6/8/20	DM 26/01/10	Allegato E Decr.6/8/20	DM 26/01/10	Allegato E Decr.6/8/20	DM 26/01/10	Allegato E Decr.6/8/20
A	0,54	0,38	0,32	0,27	0,60	0,40	3,7	2,60
B	0,41	0,38	0,32	0,27	0,46	0,40	2,4	2,60
C	0,34	0,30	0,32	0,27	0,40	0,30	2,1	1,75
D	0,29	0,26	0,26	0,22	0,34	0,28	2,0	1,67
E	0,27	0,23	0,24	0,20	0,30	0,25	1,8	1,30
F	0,26	0,22	0,23	0,19	0,28	0,23	1,6	1,00

* Pavimenti verso locali non riscaldati o verso l'esterno.

** Conformemente a quanto previsto all'articolo 4, comma 4, lettera c), del DPR 59/09, che fissa il valore massimo della trasmittanza (U) delle chiusure apribili, quali porte, finestre e vetrine anche se non apribili, comprensive di infissi (nota del DM 26/01/2010).

N.B. I limiti di trasmittanza nella tabella sopra riportata devono essere rispettati in caso di accesso ad **ECOBONUS, SUPERBONUS 110%, BONUS FACCIATA CON INTERVENTI DI RISPARMIO ENERGETICO** (quest'ultimo, ovviamente, non pertinente alle strutture su ambiente non riscaldato). Per il **BONUS CASA** è richiesto il rispetto dei soli limiti di legge come da DM 26/06/2015.

1.4 Cenni agli interventi che accedono alle detrazioni

Gli interventi di isolamento termico di superfici disperdenti su ambiente non riscaldato possono accedere a diverse tipologie di detrazioni. Queste sono:

- ECOBONUS detrazione del 65% per interventi di isolamento dell'involucro
- SUPERBONUS 110% (art. 119 legge 77/2020 e s.m.i.) detrazione del 110% per interventi di efficientamento di edifici. In questo caso l'intervento di isolamento delle strutture su ambiente non riscaldato può essere inquadrato come trainante o trainato a seconda delle casistiche.
- BONUS CASA detrazione del 50% per opere di ristrutturazione edilizia.

In caso di accesso al SUPERBONUS 110% l'intervento si configura:

- come trainante se viene eseguito su più del 25% della superficie disperdente totale dell'edificio. In caso di edificio condominiale l'intervento di isolamento termico trainante deve essere realizzato su parti comuni.
- Come trainato se realizzato su meno del 25% della superficie disperdente dell'edificio o se realizzato su parte privata in edificio condominiale.

L'isolamento delle strutture su ambiente non riscaldato può fare quindi parte:

- dell'intervento trainante. In caso di edificio condominiale questo è possibile se l'isolante è installato su parte comune (ad esempio: all'interno del vano scala, in sottotetto comune non riscaldato, in interrato comune non riscaldato);
- di intervento trainato. In edificio condominiale questo è possibile se si agisce all'interno dell'unità immobiliare su parte privata (ad esempio si isola dall'interno una parete su vano scala).

1.5 Caratteristiche del materiale isolante

1.5.1 Caratteristiche termiche dei materiali isolanti

Per la corretta caratterizzazione dei materiali isolanti si distinguono due casistiche:

Per i materiali isolanti **marcati CE** obbligatoriamente o a titolo volontario si fa riferimento alla DoP che riporta la conducibilità termica dichiarata (λ_d) del materiale.

Questo valore ha un importante livello di affidabilità

- **Statistica**: è un $\lambda_{90/90}$, non più del 10% della produzione di quell'azienda si scosterà di più del 10% da quel valore
- **Numerica**: il valore viene ricavato da molte misure, più il produttore ne esegue e più ha possibilità di dichiarare un valore favorevole (più basso)

In più il prodotto marcato CE è sottoposto al controllo della costanza della prestazione (AVCP) che garantisce che nel tempo la produzione dell'azienda si mantenga su questo standard

I materiali **non isolanti marcati CE** o i **materiali non marcati CE** venduti facendo intendere proprietà isolanti seguono comunque le regole nazionali sull'efficienza energetica in edilizia.

Il **DM 2 aprile 1998** "Modalità di certificazione delle caratteristiche e delle prestazioni energetiche degli edifici e degli impianti ad essi connessi" -G.U. n. 102, 05/05/1998 – indica che qualora nella denominazione di vendita, nell'etichetta o nella pubblicità siano usate espressioni che possano indurre l'acquirente a ritenere il prodotto destinato a qualsivoglia utilizzo ai fini del risparmio di energia, per la valutazione della conduttività termica valgono le regole conformi alla legislazione vigente che prevede che le prestazioni energetiche **debbano essere determinate o mediante prove effettuate presso un laboratorio o certificate da un organismo di certificazione di prodotto, accreditati presso uno dei Paesi membri della Comunità europea, applicando una o più delle procedure previste dalle norme tecniche. Le prove di misura vengono possono essere eseguite solo in base a procedure presenti nelle norme vigenti.** Tali norme sono anche citate all'interno delle norme armonizzate di prodotto che servono per la marcatura CE.

1.5.2 CAM (Criteri ambientali minimi)

Il DL Rilancio prevede per gli interventi di isolamento termico del comma 1 lettera a) che i materiali isolanti utilizzati devono rispettare i criteri ambientali minimi (CAM) riportati nel Decreto 11 ottobre 2017, pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 259 del 6 novembre 2017 e utilizzati ad oggi per gli appalti pubblici.

Il 6 agosto 2022 è stato pubblicato il decreto 23 giugno 2022 contenente i nuovi CAM. Il decreto entra in vigore il 4 dicembre 2022 (120 giorni dalla pubblicazione), pertanto è valido per interventi il cui titolo sia stato richiesto dopo tale data.

Per gli interventi il cui titolo sia stato richiesto fino al 3 dicembre 2022

Dal momento che il Decreto rilancio prescrive il rispetto dei CAM per i soli materiali isolanti, il criterio di riferimento è quello riportato nell'articolo 2.4.2.9, specifico per i materiali isolanti che di seguito riportiamo:

2.4.2.9 Isolanti termici ed acustici

Gli isolanti utilizzati devono rispettare i seguenti criteri:

- *non devono essere prodotti utilizzando ritardanti di fiamma che siano oggetto di restrizioni o proibizioni previste da normative nazionali o comunitarie applicabili;*

- *non devono essere prodotti con agenti espandenti con un potenziale di riduzione dell'ozono superiore a zero;*
- *non devono essere prodotti o formulati utilizzando catalizzatori al piombo quando spruzzati o nel corso della formazione della schiuma di plastica;*
- *se prodotti da una resina di polistirene espandibile gli agenti espandenti devono essere inferiori al 6% del peso del prodotto finito;*
- *se costituiti da lane minerali, queste devono essere conformi alla nota Q o alla nota R di cui al regolamento (CE) n. 1272/2008 (CLP) e s.m.i. (29)*
- *se il prodotto finito contiene uno o più dei componenti elencati nella seguente tabella, questi devono essere costituiti da materiale riciclato e/o recuperato secondo le quantità minime indicate, misurato sul peso del prodotto finito (ndr vd. approfondimento alla pagina seguente)*

	Isolante in forma di pannello	Isolante stipato, a spruzzo/insufflato	Isolante in materassini
Cellulosa		80%	
Lana di vetro	60%	60%	60%
Lana di roccia	15%	15%	15%
Perlite espansa	30%	40%	8%-10%
Fibre in poliestere	60-80%		60 – 80%
Polistirene espanso	dal 10% al 60% in funzione della tecnologia adottata per la produzione.	dal 10% al 60% in funzione della tecnologia adottata per la produzione.	
Polistirene estruso	dal 5 al 45% in funzione della tipologia del prodotto e della tecnologia adottata per la produzione.		
Poliuretano espanso	1-10% in funzione della tipologia del prodotto e della tecnologia adottata per la produzione.	1-10% in funzione della tipologia del prodotto e della tecnologia adottata per la produzione.	
Agglomerato di Poliuretano	70%	70%	70%
Agglomerati di gomma	60%	60%	60%
Isolante riflettente in alluminio			15%

Per gli interventi il cui titolo sia stato richiesto dal 4 dicembre 2022

Nel nuovo decreto CAM 23 giugno 2022 le regole sui materiali isolanti sono riportate nel punto 2.5.7, che riportiamo di seguito:

2.5.7 Isolanti termici ed acusticiCriterio

Ai fini del presente criterio, per isolanti si intendono quei prodotti da costruzione aventi funzione di isolante termico ovvero acustico, che sono costituiti:

- a) da uno o più materiali isolanti. Nel qual caso ogni singolo materiale isolante utilizzato, rispetta i requisiti qui previsti;*
- b) da un insieme integrato di materiali non isolanti e isolanti, p.es laterizio e isolante. In questo caso solo i materiali isolanti rispettano i requisiti qui previsti.*

Gli isolanti, con esclusione di eventuali rivestimenti, carpenterie metalliche e altri possibili accessori presenti nei prodotti finiti, rispettano i seguenti requisiti:

- c) I materiali isolanti termici utilizzati per l'isolamento dell'involucro dell'edificio, esclusi, quindi, quelli usati per l'isolamento degli impianti, devono possedere la marcatura CE, grazie all'applicazione di una norma di prodotto armonizzata come materiale isolante o grazie ad un ETA per cui il fabbricante può redigere la DoP (dichiarazione di prestazione) e apporre la marcatura CE. La marcatura CE prevede la dichiarazione delle caratteristiche essenziali riferite al Requisito di base 6 "risparmio energetico e ritenzione del calore". In questi casi il produttore indica nella DoP, la conduttività termica con valori di λ_D (o resistenza termica R_D). Per i prodotti pre-accoppiati o i kit è possibile fare riferimento alla DoP dei singoli materiali isolanti termici presenti o alla DoP del sistema nel suo complesso. Nel caso di marcatura CE tramite un ETA, nel periodo transitorio in cui un ETA sia in fase di rilascio oppure la pubblicazione dei relativi riferimenti dell'EAD per un ETA già rilasciato non sia ancora avvenuta sulla GUUE, il materiale ovvero componente può essere utilizzato purché il fabbricante produca formale comunicazione del TAB (Technical Assessment Body) che attesti lo stato di procedura in corso per il rilascio dell'ETA e la prestazione determinata per quanto attiene alla sopraccitata conduttività termica (o resistenza termica).*
- d) non sono aggiunte sostanze incluse nell'elenco di sostanze estremamente preoccupanti candidate all'autorizzazione (Substances of Very High Concern-SVHC), secondo il regolamento REACH (Regolamento (CE) n. 1907/2006), in concentrazione superiore allo 0,1 % (peso/peso). Sono fatte salve le eventuali specifiche autorizzazioni all'uso previste dallo stesso Regolamento per le sostanze inserite nell'Allegato XIV e specifiche restrizioni previste nell'Allegato XVII del Regolamento.*
- e) Non sono prodotti con agenti espandenti che causino la riduzione dello strato di ozono (ODP), come per esempio gli HCFC;*
- f) Non sono prodotti o formulati utilizzando catalizzatori al piombo quando spruzzati o nel corso della formazione della schiuma di plastica;*
- g) Se prodotti da una resina di polistirene espandibile gli agenti espandenti devono essere inferiori al 6% del peso del prodotto finito;*
- h) Se costituiti da lane minerali, sono conformi alla Nota Q o alla Nota R di cui al regolamento (CE) n. 1272/2008 (CLP) e s.m.i.;*
- i) Se sono costituiti da uno o più dei materiali elencati nella seguente tabella, tali materiali devono contenere le quantità minime di materiale riciclato ovvero recuperato o di*

sottoprodotti ivi indicate, misurate sul peso, come somma delle tre frazioni. I materiali isolanti non elencati in tabella si possono ugualmente usare e per essi non è richiesto un contenuto minimo di una delle tre frazioni anzidette.

Materiale	Contenuto cumulativo di materiale recuperato, riciclato ovvero sottoprodotti
<i>Cellulosa (Gli altri materiali di origine legnosa rispondono ai requisiti di cui al criterio "2.5.6-Prodotti legnosi").</i>	80%
<i>Lana di vetro</i>	60%
<i>Lana di roccia</i>	15%
<i>Vetro cellulare</i>	60%
<i>Fibre in poliestere</i>	50% (per gli isolanti composti da fibre di poliestere e materiale rinnovabile, tale percentuale minima può essere del 20% se il contenuto di materiale da fonte rinnovabile è almeno pari all'85% del peso totale del prodotto. Secondo la norma UNI EN ISO 14021 i materiali rinnovabili sono composti da biomasse provenienti da una fonte vivente e che può essere continuamente reintegrata.)
<i>Polistirene espanso sinterizzato (di cui quantità minima di riciclato 10%)</i>	15%
<i>Polistirene espanso estruso (di cui quantità minima di riciclato 5%)</i>	10%
<i>Poliuretano espanso rigido</i>	2%
<i>Poliuretano espanso flessibile</i>	20%
<i>Agglomerato di poliuretano</i>	70%
<i>Agglomerato di gomma</i>	60%
<i>Fibre tessili</i>	60%

2. GLI AMBIENTI NON RISCALDATI NEL BILANCIO ENERGETICO

Nell'ambito del calcolo del fabbisogno energetico di involucro di un edificio è necessario valutare il coefficiente per le dispersioni tra l'ambiente riscaldato e l'ambiente esterno attraverso il terreno, denominato H_u . Il riferimento per il calcolo del fabbisogno è la norma UNI TS 11300-1. Il calcolo di H_u può essere eseguito utilizzando due diverse modalità descritte nei paragrafi seguenti. Le due modalità possono essere utilizzate nei casi seguenti:

- il metodo analitico si utilizza per i nuovi edifici;
- il metodo semplificato può essere utilizzato per gli edifici esistenti.

2.1 Metodo analitico

Per il calcolo di H_u , coefficiente per le dispersioni tra l'ambiente riscaldato e l'ambiente esterno attraverso gli ambienti non riscaldati, si fa riferimento alla norma UNI EN ISO 13789 e al paragrafo 11.2 della norma UNI/TS 11300-1 che definisce un metodo di calcolo basato sulla seguente formula:

$$H_u = H_{tr,iu} \cdot b_{tr,U}$$

con:

$$b_{tr,U} = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}}$$

dove:

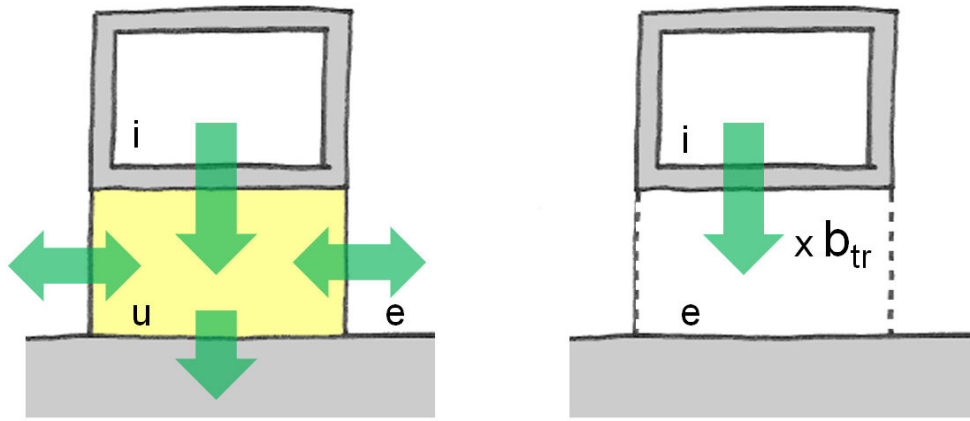
H_u è il coefficiente di scambio termico attraverso ambienti non riscaldati [W/K]

$H_{tr,iu}$ è il coefficiente di scambio termico tra l'ambiente climatizzato e l'ambiente non climatizzato [W/K]

H_{ue} è il coefficiente di scambio termico tra l'ambiente non climatizzato e l'ambiente esterno [W/K]

$b_{tr,U}$ è il fattore di correzione dello scambio termico tra ambiente climatizzato e non climatizzato [W/K];
il coefficiente è diverso da 1 nel caso in cui la temperatura dell'ambiente non riscaldato sia diversa da quella esterna

In sintesi la presenza di uno spazio che separa l'ambiente riscaldato dall'esterno si configura come una riduzione delle dispersioni poiché si incrementa la capacità isolante iniziale delle superficie che racchiude l'ambiente riscaldato. La maggiore riduzione di dispersione energetica si ottiene con ridotti valori di $b_{tr,U}$.



Schematizzazione del significato del fattore di correzione b_{tr} dello scambio termico per il calcolo del coefficiente di scambio H_U . Gli ambienti rappresentati nello schema sono l'ambiente interno riscaldato (i), l'ambiente confinato non riscaldato (u) e l'ambiente esterno (e).

Per poter calcolare i fattori di correzione $b_{tr,U}$ è necessario descrivere le superficie e gli ambienti che costituiscono il locale non riscaldato.

In particolare devono essere determinati i coefficienti di scambio tra locale riscaldato e non riscaldato:

$$H_{iu} = H_{T,iu} + H_{V,iu}$$

e tra locale non riscaldato ed ambiente esterno:

$$H_{ue} = H_{T,ue} + H_{V,ue}$$

con:

$$H_{V,iu} = \dot{V}_{iu} \cdot \rho_a c_a \quad \text{e} \quad H_{V,ue} = \dot{V}_{ue} \cdot \rho_a c_a$$

dove:

$H_{T,iu}$ è il coefficiente di trasmissione dallo spazio riscaldato allo spazio non riscaldato. Si calcola tenendo conto delle trasmittanze delle strutture tra ambiente riscaldato e non riscaldato e dei relativi ponti termici [W/K]

$H_{T,eu}$ è il coefficiente di trasmissione, dallo spazio non riscaldato all'ambiente esterno. Si calcola tenendo conto delle trasmittanze delle strutture tra ambiente non riscaldato ed esterno e dei relativi ponti termici [W/K]

è il coefficiente di perdita per ventilazione dallo spazio riscaldato allo spazio non riscaldato [W/K]

è il coefficiente di perdita per ventilazione dallo spazio non riscaldato all'ambiente esterno [W/K]

è la portata d'aria di rinnovo tra spazio riscaldato e spazio non riscaldato [m³/h]

è la portata d'aria di rinnovo tra spazio non riscaldato e spazio esterno [m³/h]

$\rho_a c_a$ è la capacità termica volumica dell'aria

se $\dot{V}$ è espressa in m³/s. $\rho_a c_a = 1200 \text{ J}/(\text{m}^3\text{K})$

se $\dot{V}$ è dato in m³/h. $\rho_a c_a = 0.33 \text{ Wh}/(\text{m}^3\text{K})$

Per semplicità di calcolo si può assumere:

$$\dot{V}_{iu} = 0 \quad \text{e} \quad \dot{V}_{ue} = V_u \cdot n_{ue}$$

dove:

V_u è il volume dello spazio non riscaldato, calcolato sulle dimensioni interne [m³]

n_{eu} è il numero di ricambi/ora ricavati dalla seguente tabella

Tipologia di tenuta all'aria dello spazio non riscaldato	n_{eu} [1/h]
Nessuna porta o finestra tutti i giunti fra componenti ben sigillati, nessuna apertura di ventilazione	0
Tutti i giunti fra componenti ben sigillati. nessuna apertura di ventilazione	0.5
Tutti i giunti fra componenti ben sigillati. piccole aperture di ventilazione	1
Nessuna tenuta all'aria a causa di giunti aperti localizzati o aperture di ventilazione permanenti	5
Nessuna tenuta all'aria a causa di numerosi giunti o ampie o aperture di ventilazione permanenti	10

Ricambi d'aria convenzionali tra spazi non riscaldati e ambiente esterno. [Fonte: UNI EN ISO 13789].

2.2 Metodo semplificato

Il calcolo descritto in precedenza è un calcolo analitico da effettuarsi per edifici di nuova costruzione. Per edifici esistenti è possibile impiegare la seguente tabella semplificativa. La presenza di uno spazio non riscaldato comporta una riduzione delle dispersioni proporzionale al valore di $b_{tr,U}$ compreso tra 0 e 1.

Ambiente confinante	$b_{tr,U}$
Ambiente:	
— con una parete esterna	0.4
— senza serramenti e con almeno due pareti esterne	0.5
— con serramenti esterni e con almeno due pareti esterne (per esempio autorimesse)	0.6
— con serramenti esterni (per esempio vani scala esterni)	0.8
Piano interrato o seminterrato	
— senza finestre o serramenti esterni	0.5
— con finestre o serramenti esterni	0.8
Sottotetto	
— tasso di ventilazione del sottotetto elevato (per esempio tetti ricoperti con tegole o altri materiali di copertura discontinua) senza rivestimento con feltro o assito	1
— altro tetto non isolato	0.9
— tetto isolato	0.7
Aree interne di circolazione (senza muri esterni e con tasso di ricambi d'aria minore di 0.5 1/h)	0.0
Aree interne di circolazione liberamente ventilate (rapporto tra l'area delle aperture e volume dell'ambiente maggiore di 0.005 m ² /m ³)	1.0

Valori dei fattori di correzione impiegabile per edifici esistenti. [Fonte: UNI/TS 11300–1, paragrafo 11.2, prospetto 7].

2.3 Temperature nelle zone non riscaldate ed esempi di misura

Il significato del coefficiente $b_{tr,U}$ è di riassumere ciò che accade per il locale non riscaldato.

Il coefficiente $b_{tr,U}$ stima il valore di abbattimento della differenza di temperatura tra zona termica ed esterno.

È in quindi possibile in fase di diagnosi energetica o nel momento in cui si vuole capire il comportamento dell'edificio reale, provare a valutare $b_{tr,U}$ misurando tre valori di temperatura dell'aria:

- temperatura dell'aria della zona termica T_{ai}
- temperatura dell'aria del locale non riscaldato T_{au}
- temperatura dell'aria esterna T_{ae}

Sulla base dell'equazione che descrive il significato di $b_{tr,U}$ si ottiene:

$$A \cdot U \cdot b_{tr,U} \cdot (T_{ai} - T_{ae}) = A \cdot U \cdot (T_{ai} - T_{au})$$

Questa formula rielaborata per esprimere il parametro in funzione delle temperature misurabili porta ad ottenere:

$$b_{tr,U} = \frac{(T_{ai} - T_{au})}{(T_{ai} - T_{ae})}$$

Le misure devono essere rappresentative di un periodo medio e quindi a partire da un campionamento delle temperature ogni 10 minuti (Grafico 1) si procede con elaborazione delle medie progressive (Grafico 2).

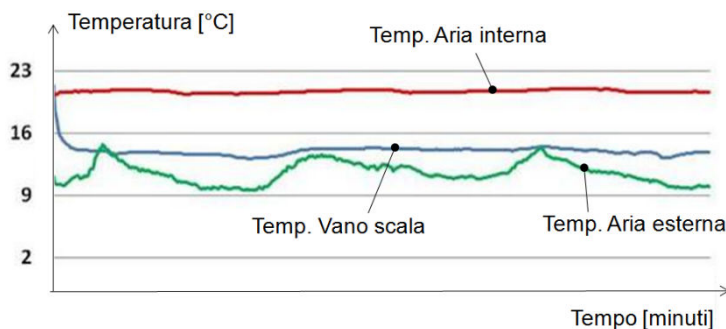


Grafico 1
Valori istantanei

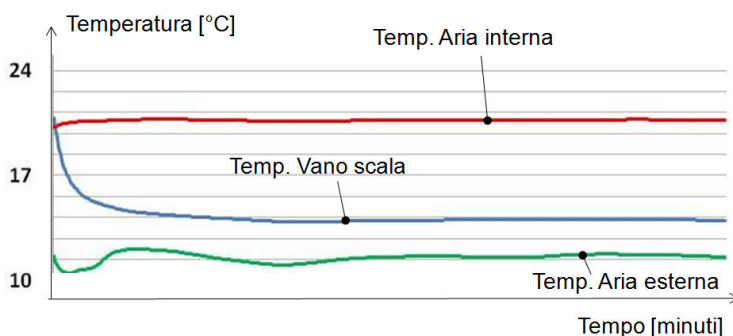


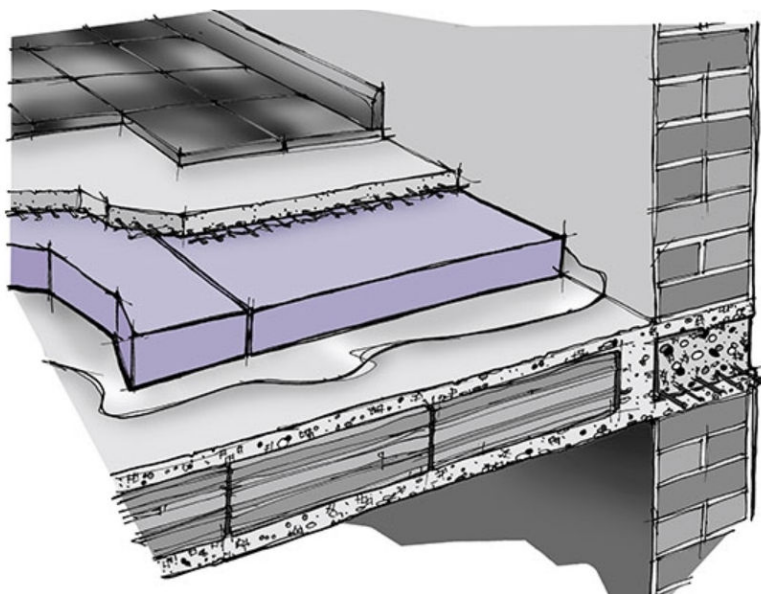
Grafico 2
Valori medie progressive

In relazione alle misure esempio condotte in un vano scala con una sola parete verso l'esterno si ottiene:

3. ISOLAMENTO VERSO SOTTOTETTO NON RISCALDATO

I vani sottotetto sono spesso veicolo di forti dispersioni di calore nella stagione invernale e di surriscaldamento degli ambienti sottostanti nel periodo estivo.

Allo scopo di prevenire questi fenomeni di inefficienza energetica, è di vitale importanza procedere all'isolamento termico del solaio di separazione fra l'ambiente climatizzato ed il sottotetto non riscaldato; in questo tipo di applicazione l'isolante viene comunemente posto all'estradosso per evitare la riduzione di altezza utile dell'ambiente abitativo, oltre ad una maggiore facilità di esecuzione.



I sottotetti praticabili permettono l'utilizzo di spazi pregiati e sfruttabili in parallelo con quelli all'interno, ma devono assicurare comfort e sicurezza agli ambienti sottostanti. È necessaria dunque la progettazione di un adeguato elemento di ripartizione dei carichi (es. massetto), al di sopra dello strato isolante, che permetta l'utilizzo del sottotetto in piena sicurezza.

Un materiale idoneo a questo tipo di applicazione è il polistirene estruso (come ad esempio X-FOAM HBT- vedi esempio) per le sue caratteristiche di alta resistenza alla compressione, assorbimento di acqua pressoché nullo ed alta resistenza alle variazioni di temperatura.

N.B. Tutti gli esempi di calcolo delle pagine seguenti sono stati calcolati con il software PAN 7.1

3.1 Esempi di soluzioni proposte

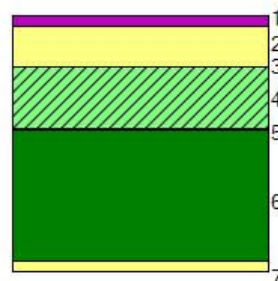
Si propone l'utilizzo della lastra termoisolante X-FOAM HBT, caratterizzata da una resistenza a compressione di 300 kPa (disponibile anche nelle versioni 500 e 700 kPa), è adatta quindi a sopportare anche carichi elevati; la sua conducibilità termica si mantiene costante nel tempo grazie ad un assorbimento d'acqua pressoché nullo (0,7% Vol.); le dimensioni della lastra X-FOAM seguono lo standard 600 x 1250 mm, la gamma spessori va invece da 30 a 300 mm e scegliendo la versione con i quattro bordi battentati (X-FOAM HBT) si ha inoltre un contributo alla minimizzazione o eliminazione dei ponti termici.

Una possibile stratigrafia per questa tipologia di isolamento è:

- Solaio
- Impermeabilizzazione
- X-FOAM HBD/HBT
- Tessuto non tessuto
- Elemento di ripartizione
- Pavimentazione

Caratteristiche della soluzione proposta:

1	VAR	Porcellana (piastrelle)
2	INT	Cemento, sabbia
3	VAR	Tessuto non tessuto
4	ISO	X-FOAM HBT sp.120 mm - Pannello isolante in polistirene estruso (XPS) di colore indaco. Resistenza a compressione ≥ 300 kPa. I pannelli hanno dimensioni 600 x 1250 mm, superficie liscia con pelle di estrusione, bordi laterali battentati.
5	IMP	Impermeabilizzante
6	SOL	Solaio in laterocemento con blocchi 20x49,5x25cm e caldana cls 6cm rif 2.1.04b - sp.solaio 26cm
7	INT	Intonaco di calce e gesso



	s [m]	ρ [kg/m ³]	λ [W/mK]	c [J/kgK]	μ [-]	M _s [kg/m ²]	R [m ² K/W]	S _D [m]	a [m ² /Ms]
							0,10		
1	0,020	2300,0	1,000	841,0	2000000,0	46,0	0,02	40000,00	0,517
2	0,080	1800,0	1,000	1000,0	6,0	144,0	0,08	0,48	0,556
3	0,002	275,0	0,170	1400,0	3,5	0,6	0,01	0,01	0,442
4	0,120	33,0	0,035	1464,4	100,0	4,0	3,43	12,00	0,724
5	0,002	1100,0	0,230	1000,0	50000,0	2,2	0,01	100,00	0,209
6	0,260	1146,0	0,743	1000,0	15,0	298,0	0,35	3,90	0,648
7	0,020	1400,0	0,700	1000,0	10,0	28,0	0,03	0,20	0,500
							0,10		

Elenco simboli

s	Spessore	c	Calore specifico	R	Resistenza termica
ρ	Densità	μ	Fattore di resistenza al vapore	S _D	Spessore equivalente d'aria
λ	Conducibilità	M _s	Massa superficiale	a	Diffusività

Parametri stazionari

Spessore totale	0,504 m
Massa superficiale	522,7 kg/m ²
Massa superficiale esclusi intonaci	350,7 kg/m ²
Resistenza	4,13 m ² K/W
Trasmittanza U	0,242 W/m²K

Verifiche sulla trasmittanza

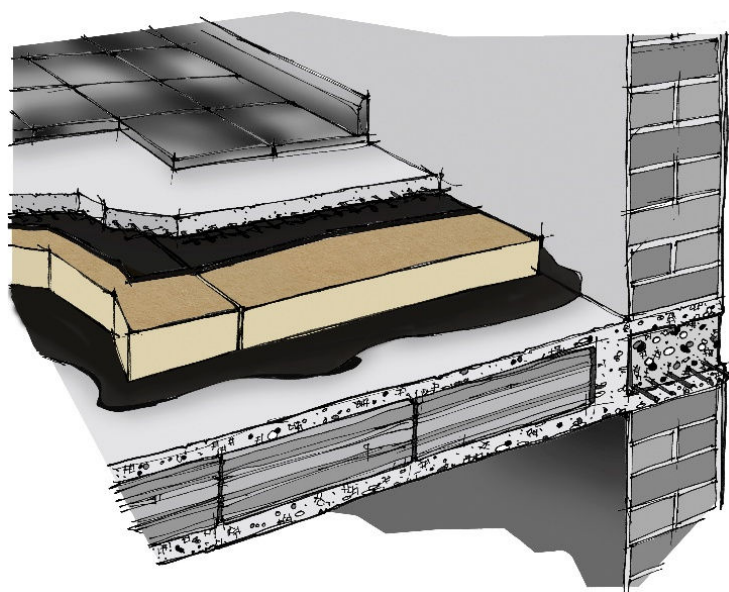
U requisiti minimi	Secondo il decreto requisiti minimi DM 26 giugno 2015 la trasmittanza verso ambienti non riscaldati deve essere corretta tramite il fattore <i>btr,u</i> relativo all'ambiente non riscaldato (vedi paragrafo 1.2 del presente manuale). Pertanto, riferendosi alla tabella a pagina 14 e supponendo che la falda soprastante non sia isolata (<i>btr,u</i> pari a 0,9) la trasmittanza da utilizzare nel calcolo dell'U media è la seguente: $U = 0,242 \times 0,9 = 0,22 \text{ W/m}^2\text{K}$. Il limite di legge comprende i ponti termici, pertanto occorre procedere al calcolo della trasmittanza media della struttura comprensiva di ponti termici (che dipendono dalla geometria del singolo edificio) e confrontarlo con il limite di legge, pari a 0,26 W/m²K.
U detrazioni	La verifica per le detrazioni non è comprensiva di ponti termici, per cui il valore viene confrontato direttamente col valore limite dell'allegato E al Decreto 6 agosto 2020. Per la verifica di detrazione non è prevista l'applicazione del <i>btr,u</i>. $0,242 < 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$ VERIFICA SUPERATA

4. ISOLAMENTO DI SOLAIO SU LOCALE NON RISCALDATO

Un corretto isolamento termico del solaio assicura una buona temperatura della struttura evitando zone fredde, formazione di condensa superficiale e assicurando nel contempo un buon risparmio energetico. Dunque come per il sottotetto risulta altrettanto importante isolare i locali climatizzati che si trovano al di sopra di ambienti non riscaldati che altrimenti sarebbero fonte di grandi dispersioni energetiche.

4.1 Intervento su edifici nuovi

4.1.1 Isolamento di solaio tradizionale



Nel solaio di tipo residenziale la posa dell'isolante termico si effettua all'estradosso della soletta. In questa tipologia di solaio l'isolante è sottoposto a carichi di esercizio che, benché non molto elevati, sono permanenti. L'isolante è inoltre sottoposto a possibili condensazioni di vapore acqueo dall'interno dell'abitazione durante il normale uso, è necessario quindi che la temperatura superficiale del pavimento non sia di molto inferiore a quella dell'aria dell'ambiente interno. Per tutti questi motivi, l'isolante termico da utilizzare in questo tipo di applicazione, dovrà possedere buone proprietà igrometriche, buone prestazioni meccaniche ed elevato potere di isolamento termico (bassa conducibilità) per poter contenere gli spessori.

4.1.2 Solaio con impianto di riscaldamento a pavimento

Un sistema di riscaldamento di particolare interesse, oggi sempre più diffuso, che consente temperature uniformi e notevoli risparmi energetici, è il riscaldamento a pavimento. Questo sistema a bassa temperatura (30-35°C) si sta affermando come uno tra i più efficienti per il riscaldamento domestico.

Questa tecnologia richiede corpi scaldanti distribuiti su grandi superfici, spesso anche sull'intera superficie calpestabile, e l'isolante deve essere disposto sotto l'impianto radiante in modo da garantire che il flusso di calore sia puramente ascendente e prevenire quindi dispersioni attraverso gli strati sottostanti.

Le principali norme di riferimento per i sistemi di riscaldamento a pavimento sono la UNI EN 1264 e UNI EN ISO 11855.

Le norme si applicano a sistemi di riscaldamento e raffrescamento idronici in edifici residenziali, commerciali e industriali.

I metodi presentati nelle norme si applicano ai sistemi integrati in parete, nel pavimento o nel soffitto senza spazi d'aria intorno.

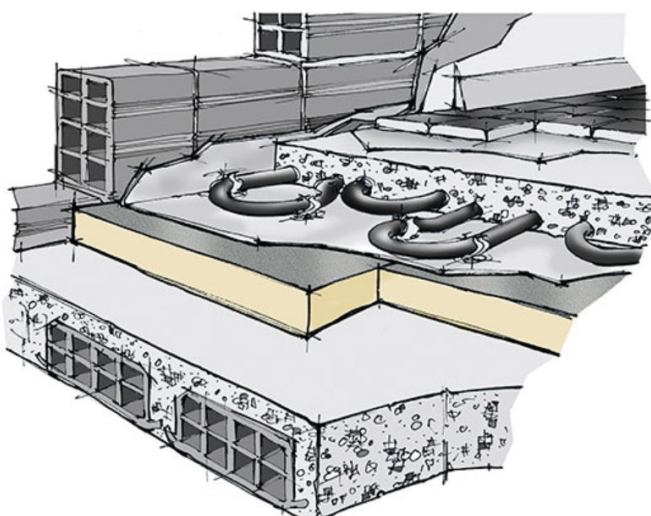
I metodi sono prevalentemente legati a valutazioni in regime stazionario per la determinazione del riscaldamento e raffrescamento.

Risultati dei calcoli sono la temperatura superficiale e l'uniformità della superficie riscaldata/raffrescata, il flusso areico termico nominale tra l'acqua e l'ambiente, il relativo salto termico nominale del fluido termovettore e il campo delle curve caratteristiche per la relazione tra flusso termico areico e relative variabili.

Metodologia di fondo per determinare la potenza di riscaldamento e raffrescamento

Una certa tipologia di superficie (pavimento, parete o soffitto) fornisce, ad una data temperatura superficiale media e temperatura dell'ambiente con cui è a contatto (temperatura operativa), lo stesso flusso di calore in qualsiasi spazio indipendentemente dal tipo di sistema annegato.

In caso di pavimenti su ambiente non riscaldato, è fondamentale che la struttura sia adeguatamente isolata, per limitare le dispersioni verso l'ambiente freddo.



4.1.3 Esempi di soluzioni proposte

Per la prima tipologia di applicazione viene consigliato POLIISO PLUS, il pannello in schiuma polyiso dotato di tecnologia gas tight, caratterizzato da rivestimenti in carta metallizzata multistrato.

Due prodotti invece particolarmente indicati per il secondo tipo di applicazione sono POLIISO AD e POLIISO EXTRA, rispettivamente con rivestimento in alluminio gofrato e alluminio multistrato.

I particolari supporti alluminati consentono ai prodotti di ottenere un valore di $\mu = \infty$, offrendo in altre parole una barriera totale al passaggio del vapore acqueo.

POLIISO PLUS, EXTRA e AD, grazie alla particolare combinazione del tipo di schiuma con struttura cellulare chiusa e dei rivestimenti, forniscono un ottimo valore di conducibilità termica λ_D pari a 0,022 W/mK. Sono caratterizzati, oltre che da una bassa conducibilità termica, anche da alte prestazioni meccaniche, come una resistenza a compressione di 150 kPa, ottima stabilità chimica, alla temperatura (fino a 110°C) e sono caratterizzati da uno scarso assorbimento d'acqua, inferiore all'1% in volume. La gamma POLIISO è disponibile nelle dimensioni standard 600 x 1200 mm ed in spessori che variano da 20 a 160 mm.

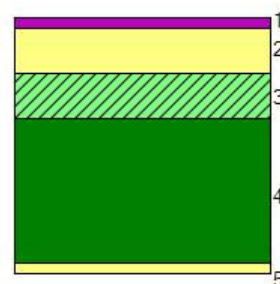
Per l'isolamento di solaio tradizionale

Stratigrafia possibile per questo tipo di soluzione è:

- Solaio
- Membrana impermeabile
- Poliiso plus
- Membrana impermeabile
- Massetto
- Pavimentazione

Caratteristiche della soluzione proposta:

1	VAR	Porcellana (piastrelle)
2	INT	Cemento, sabbia
3	ISO	POLIISO PLUS sp.80 mm - Pannello isolante costituito da schiuma polyiso (PIR) rigida, espansa fra due supporti di carta metallizzata multistrato. Resistenza a compressione ≥ 150 kPa. I pannelli hanno dimensioni 600 x 1200 mm con finitura a bordi dritti.
4	SOL	Solaio in laterocemento con blocchi 20x49,5x25cm e caldana cls 6cm rif 2.1.04b - sp.solaio 26cm
5	INT	Intonaco di calce e gesso



	s [m]	ρ [kg/m³]	λ [W/mK]	c [J/kgK]	μ [-]	M_s [kg/m²]	R [m²K/W]	S_D [m]	a [m²/Ms]
							0,10		
1	0,020	2300,0	1,000	841,0	2000000,0	46,0	0,02	40000,00	0,517
2	0,080	1800,0	1,000	1000,0	6,0	144,0	0,08	0,48	0,556
3	0,080	35,0	0,022	1506,2	125,0	2,8	3,64	10,00	0,417
4	0,260	1146,0	0,743	1000,0	15,0	298,0	0,35	3,90	0,648
5	0,020	1400,0	0,700	1000,0	10,0	28,0	0,03	0,20	0,500
							0,10		

Elenco simboli

s	Spessore	c	Calore specifico	R	Resistenza termica
ρ	Densità	μ	Fattore di resistenza al vapore	S_D	Spessore equivalente d'aria
λ	Conduttività	M_s	Massa superficiale	a	Diffusività

Parametri stazionari

Spessore totale	0,460 m
Massa superficiale	518,8 kg/m ²
Massa superficiale esclusi intonaci	346,8 kg/m ²
Resistenza	4,31 m ² K/W
Trasmittanza U	0,232 W/m²K

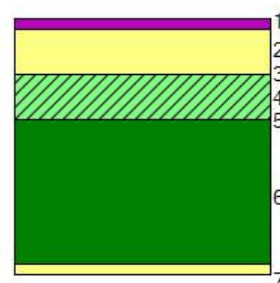
Per il solaio con riscaldamento a pavimento

La stratigrafia possibile per questo tipo di soluzione è:

- Solaio
- Membrana impermeabile
- POLIISO EXTRA
- Strato separatore
- Sistema di riscaldamento
- Massetto
- Pavimentazione

Caratteristiche della soluzione proposta:

1	VAR	Porcellana (piastrelle)	
2	INT	Cemento, sabbia	
3	MET	POLIISO EXTRA sp.80 mm - Pannello isolante costituito da schiuma polyiso (PIR) rigida, espansa fra due supporti di alluminio multistrato. Resistenza a compressione ≥ 150 kPa. I pannelli hanno dimensioni 600 x 1200 mm con finitura a bordi dritti.	Supporto in alluminio multistrato
4	ISO		Schiuma polyiso (PIR) rigida, espansa fra due supporti di alluminio multistrato
5	MET		Supporto in alluminio multistrato
6	SOL	Solaio in laterocemento con blocchi 20x49,5x25cm e caldana cls 6cm rif 2.1.04b - sp.solaio 26cm	
7	INT	Intonaco di calce e gesso	



	s [m]	ρ [kg/m ³]	λ [W/mK]	c [J/kgK]	μ [-]	M _s [kg/m ²]	R [m ² K/W]	S _D [m]	a [m ² /Ms]
							0,04		
1	0,020	2300,0	1,000	841,0	2000000,0	46,0	0,02	40000,00	0,517
2	0,080	1800,0	1,000	1000,0	6,0	144,0	0,08	0,48	0,556
3	0,000	2700,0	220,000	962,3	89900,0	0,1	0,00	4,50	84,672
4	0,080	31,0	0,022	1506,2	40,0	2,5	3,63	3,20	0,471
5	0,000	2700,0	220,000	962,3	89900,0	0,1	0,00	4,50	84,672
6	0,260	1146,0	0,743	1000,0	15,0	298,0	0,35	3,90	0,648
7	0,020	1400,0	0,700	1000,0	10,0	28,0	0,03	0,20	0,500
							0,10		

Elenco simboli

s	Spessore	c	Calore specifico	R	Resistenza termica
ρ	Densità	μ	Fattore di resistenza al vapore	S _D	Spessore equivalente d'aria
λ	Conducibilità	M _s	Massa superficiale	a	Diffusività

Parametri stazionari

Spessore totale	0,460 m
Massa superficiale	518,7 kg/m ²
Massa superficiale esclusi intonaci	346,7 kg/m ²
Resistenza	4,25 m ² K/W
Trasmittanza U	0,235 W/m²K

Verifiche sulla trasmittanza per entrambe le casistiche

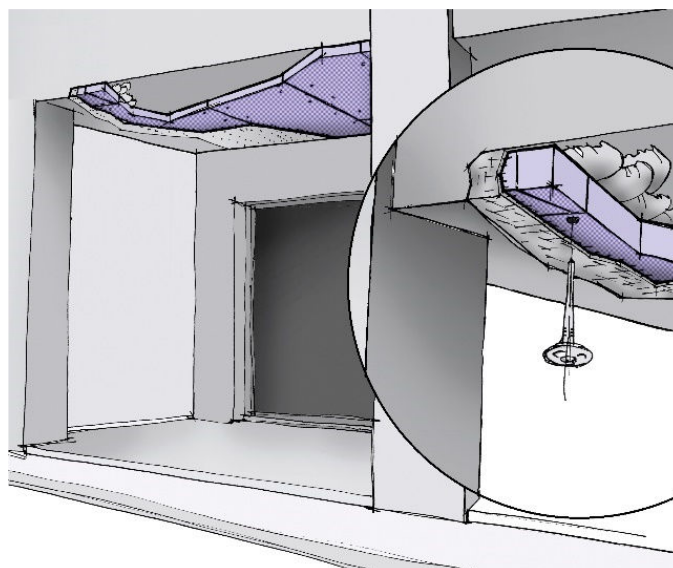
U requisiti minimi	Secondo il decreto requisiti minimi DM 26 giugno 2015 la trasmittanza verso ambienti non riscaldati deve essere corretta tramite il fattore <i>btr,u</i> relativo all'ambiente non riscaldato (vedi paragrafo 1.2 del presente manuale). Pertanto, riferendosi alla tabella a pagina 14 e supponendo che la falda soprastante non sia isolata (<i>btr,u</i> pari a 0,9) la trasmittanza da utilizzare nel calcolo dell'U media è la seguente: $U = 0,235 \times 0,9 = 0,211 \text{ W/m}^2\text{K}$. Il limite di legge comprende i ponti termici, pertanto occorre procedere al calcolo della trasmittanza media della struttura comprensiva di ponti termici (che dipendono dalla geometria del singolo edificio) e confrontarlo con il limite di legge, pari a 0,26 W/m²K.
U detrazioni	La verifica per le detrazioni non è comprensiva di ponti termici, per cui il valore viene confrontato direttamente col valore limite dell'allegato E al Decreto 6 agosto 2020. Per la verifica di detrazione non è prevista l'applicazione del <i>btr,u</i>. $0,235 < 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$ VERIFICA SUPERATA

4.2 Intervento su edifici esistenti

4.2.1 Isolamento su autorimesse

Una possibile soluzione per questa tipologia di strutture è rappresentata dall'installazione all'intradosso, andando ad intervenire quindi sull'ambiente dell'autorimessa, di pannelli prefabbricati costituiti da un isolante preaccoppiato ad una lastra in cartongesso e con barriera al vapore interposta tra isolante e cartongesso. Questa soluzione consente un elevato isolamento con spessori contenuti, uno scarso assorbimento d'acqua, buone proprietà di reazione al fuoco e il mantenimento delle prestazioni nel tempo.

4.2.2 Isolamento su vano cantina



Per un tipo di isolamento come quello su vano cantina al piano terra o interrato, ambienti prettamente più umidi di altri, è possibile invece l'applicazione di lastre isolanti della tipologia per cappotto esterno e/o piani pilotis, tipicamente più resistenti all'umidità.

4.2.3 Esempi di soluzioni proposte

Per l'isolamento su autorimessa

Le moderne schiume polyiso consentono di ottenere eccellenti prestazioni di isolamento termico con spessori sensibilmente inferiori a quelli richiesti da altri materiali isolanti.

Studiato per questo tipo di applicazione, GIBITEC PLUS, è il pannello prefabbricato costituito da una lastra di cartongesso preaccoppiata ad un pannello in poliuretano espanso con rivestimento in carta metallizzata POLIISO PLUS.

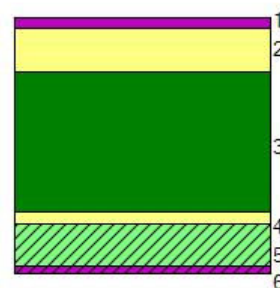
L'isolante ha conducibilità pari a 0,022 W/mK ed è collocabile in euroclasse Bs1d0 di reazione al fuoco.

La stratigrafia proposta per questo tipo di soluzione è:

- Elemento portante
- Collante e/o eventualmente staffe di supporto
- GIBITEC PLUS
- Fissaggio meccanico, rasatura giunti
- Finitura

Caratteristiche della soluzione proposta:

1	VAR	Porcellana (piastrelle)	
2	INT	Cemento, sabbia	
3	SOL	Solaio in laterocemento con blocchi 20x49,5x25cm e caldana cls 6cm rif 2.1.04b – sp.solaio 26cm	
4	INT	Intonaco di calce e gesso	
5	ISO	GIBITEC PLUS sp.93 mm – Pannello sandwich prefabbricato composto da una lastra di cartongesso di 13 mm accoppiato a un pannello POLIISO PLUS. I pannelli hanno dimensioni 1200 x 2000 mm (o 3000 mm), bordi dritti.	POLIISO PLUS sp.80 mm – Pannello isolante costituito da schiuma polyiso (PIR) rigida, espansa fra due supporti di carta metallizzata multistrato. Resistenza a compressione ≥ 150 kPa. I pannelli hanno dimensioni 1200 x 2000 mm con finitura a bordi dritti.
6	VAR		Lastra di cartongesso spessore 13 mm



	s [m]	ρ [kg/m ³]	λ [W/mK]	c [J/kgK]	μ [-]	M _s [kg/m ²]	R [m ² K/W]	S _D [m]	a [m ² /Ms]
							0,10		
1	0,020	2300,0	1,000	841,0	2000000,0	46,0	0,02	40000,00	0,517
2	0,080	1800,0	1,000	1000,0	6,0	144,0	0,08	0,48	0,556
3	0,260	1146,0	0,743	1000,0	15,0	298,0	0,35	3,90	0,648
4	0,020	1400,0	0,700	1000,0	10,0	28,0	0,03	0,20	0,500
5	0,080	35,0	0,022	1506,2	125,0	2,8	3,64	10,00	0,417
6	0,013	810,0	0,250	1000,0	4,0	10,5	0,05	0,05	0,309
							0,10		

Elenco simboli

s	Spessore	c	Calore specifico	R	Resistenza termica
ρ	Densità	μ	Fattore di resistenza al vapore	S_D	Spessore equivalente d'aria
λ	Conduttività	M_s	Massa superficiale	a	Diffusività

Parametri stazionari

Spessore totale	0,473 m
Massa superficiale	529,3 kg/m ²
Massa superficiale esclusi intonaci	357,3 kg/m ²
Resistenza	4,37 m ² K/W
Trasmittanza U	0,229 W/m²K

Verifiche sulla trasmittanza

U requisiti minimi	Secondo il decreto requisiti minimi DM 26 giugno 2015 la trasmittanza verso ambienti non riscaldati deve essere corretta tramite il fattore $b_{tr,u}$ relativo all'ambiente non riscaldato (vedi paragrafo 1.2 del presente manuale). Pertanto, riferendosi alla tabella a pagina 14 e supponendo che la falda soprastante non sia isolata ($b_{tr,u}$ pari a 0,9) la trasmittanza da utilizzare nel calcolo dell'U media è la seguente: $U = 0,229 \times 0,9 = 0,206 \text{ W/m}^2\text{K}$. Il limite di legge comprende i ponti termici, pertanto occorre procedere al calcolo della trasmittanza media della struttura comprensiva di ponti termici (che dipendono dalla geometria del singolo edificio) e confrontarlo con il limite di legge, pari a 0,26 W/m²K.
U detrazioni	La verifica per le detrazioni non è comprensiva di ponti termici, per cui il valore viene confrontato direttamente col valore limite dell'allegato E al Decreto 6 agosto 2020. Per la verifica di detrazione non è prevista l'applicazione del $b_{tr,u}$. $0,229 < 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$ VERIFICA SUPERATA

Per l'isolamento su vano cantina

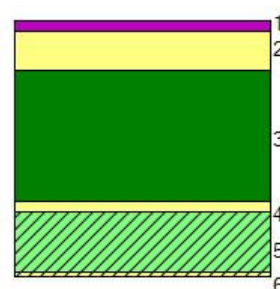
La lastra termoisolante X-FOAM WAFER è caratterizzata da una conducibilità termica ridotta e stabile nel tempo, alta resistenza alla compressione ed un assorbimento d'acqua quasi nullo (0,7% Vol.), oltre ad aver subito specifici test di adesione che la rendono adatto ad applicazioni di questo tipo.

Viene installato con la classica stratigrafia:

- Muratura
- Collante
- X-FOAM WAFER
- Tasselli per fissaggio
- Doppia rasatura armata con rete
- Finitura

Caratteristiche della soluzione proposta:

1	VAR	Porcellana (piastrelle)
2	INT	Cemento, sabbia
3	SOL	Solaio in laterocemento con blocchi 20x49,5x25cm e caldana cls 6cm rif 2.1.04b - sp.solaio 26cm
4	INT	Intonaco di calce e gesso
5	ISO	X-FOAM WAFER sp.120 mm - Pannello isolante in polistirene estruso (XPS) di colore indaco. Resistenza a compressione ≥ 250 kPa. I pannelli hanno dimensioni 600 x 1250 mm, superficie waferata, bordi laterali dritti.
6	INT	Aquafire rasante



	s [m]	ρ [kg/m ³]	λ [W/mK]	c [J/kgK]	μ [-]	M_s [kg/m ²]	R [m ² K/W]	S_D [m]	a [m ² /Ms]
							0,04		
1	0,020	2300,0	1,000	841,0	2000000,0	46,0	0,02	40000,00	0,517
2	0,080	1800,0	1,000	1000,0	6,0	144,0	0,08	0,48	0,556
3	0,260	1146,0	0,743	1000,0	15,0	298,0	0,35	3,90	0,648
4	0,020	1400,0	0,700	1000,0	10,0	28,0	0,03	0,20	0,500
5	0,120	32,0	0,035	1464,4	80,0	3,8	3,43	9,60	0,747
6	0,010	1050,0	0,260	1004,2	10,0	10,5	0,04	0,10	0,247
							0,10		

Elenco simboli

s	Spessore	c	Calore specifico	R	Resistenza termica
ρ	Densità	μ	Fattore di resistenza al vapore	S_D	Spessore equivalente d'aria
λ	Conducibilità	M_s	Massa superficiale	a	Diffusività

Parametri stazionari

Spessore totale	0,510 m
Massa superficiale	530,3 kg/m ²
Massa superficiale esclusi intonaci	347,8 kg/m ²
Resistenza	4,09 m ² K/W
Trasmittanza U	0,245 W/m²K

Verifiche sulla trasmittanza

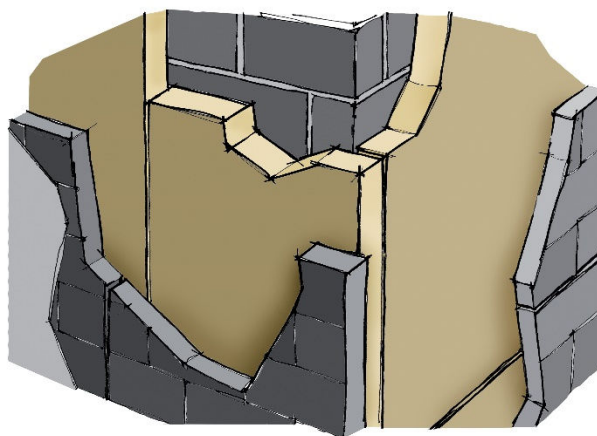
U requisiti minimi	Secondo il decreto requisiti minimi DM 26 giugno 2015 la trasmittanza verso ambienti non riscaldati deve essere corretta tramite il fattore <i>btr,u</i> relativo all'ambiente non riscaldato (vedi paragrafo 1.2 del presente manuale). Pertanto, riferendosi alla tabella a pagina 14 e supponendo che la falda soprastante non sia isolata (<i>btr,u</i> pari a 0,9) la trasmittanza da utilizzare nel calcolo dell'U media è la seguente: $U = 0,245 \times 0,9 = 0,22 \text{ W/m}^2\text{K}$. Il limite di legge comprende i ponti termici, pertanto occorre procedere al calcolo della trasmittanza media della struttura comprensiva di ponti termici (che dipendono dalla geometria del singolo edificio) e confrontarlo con il limite di legge, pari a 0,26 W/m²K.
U detrazioni	La verifica per le detrazioni non è comprensiva di ponti termici, per cui il valore viene confrontato direttamente col valore limite dell'allegato E al Decreto 6 agosto 2020. Per la verifica di detrazione non è prevista l'applicazione del <i>btr,u</i>. $0,245 < 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$ VERIFICA SUPERATA

5. ISOLAMENTO DI PARETE SU VANO SCALA

L'ultimo caso possibile di flusso di calore indesiderato verso ambienti non riscaldati riguarda la dispersione attraverso le pareti laterali. È il caso per esempio dei vani scale come anche degli spazi interni comuni dell'edificio. Per questa tipologia di intervento si possono adottare principalmente due soluzioni: l'isolamento delle pareti dal lato comune o quello dall'interno della singola unità immobiliare privata.

5.1 Edifici di nuova costruzione

Nella realizzazione di un edificio di nuova costruzione, la progettazione e la coibentazione delle pareti vengono sicuramente eseguite senza sottrarre spazio alle parti vivibili, che siano esse private o condominiali. In questo caso gli spazi vengono progettati e dimensionati sin dal principio prevedendo lo spessore necessario di isolante che rispetti le trasmittanze di legge. L'isolante può essere inserito in un'intercapedine tra il muro portante ed una controparete, rimanendo così protetto da intemperie e urti, per massimizzare la durata e la qualità dell'isolamento nel tempo.



5.1.1 Esempi di soluzioni proposte

Intervento su edifici nuovi

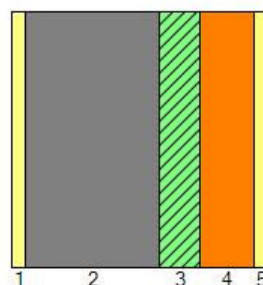
In questo caso l'isolamento in intercapedine è la migliore opzione percorribile ed il pannello in poliuretano espanso rigido POLIISO PLUS è l'isolante che permette di risparmiare più spazio grazie alla sua bassa conducibilità, 0,022 W/mK.

La stratigrafia consigliata in questo caso è:

- Rivestimento esterno
- Elemento di parete esterno
- POLIISO PLUS
- Elemento di parete interno

Caratteristiche della soluzione proposta:

1	INT	Cemento, sabbia
2	CLS	Calcestruzzo - 2400 kg/m ³
3	ISO	POLIISO PLUS sp.60 mm - Pannello isolante costituito da schiuma polyiso (PIR) rigida, espansa fra due supporti di carta metallizzata multistrato. Resistenza a compressione ≥ 150 kPa. I pannelli hanno dimensioni 600 x 1200 mm con finitura a bordi dritti.
4	MUR	Struttura in mattoni forati 8x25x25cm rif 1.1.19 - sp.parete 8cm
5	INT	Gesso, sabbia



	s [m]	ρ [kg/m ³]	λ [W/mK]	c [J/kgK]	μ [-]	M _s [kg/m ²]	R [m ² K/W]	S _D [m]	a [m ² /Ms]
							0,13		
1	0,020	1800,0	1,000	1000,0	6,0	36,0	0,02	0,12	0,556
2	0,200	2400,0	2,000	1000,0	80,0	480,0	0,10	16,00	0,833
3	0,060	35,0	0,022	1506,2	125,0	2,1	2,73	7,50	0,417
4	0,080	775,0	0,400	1000,0	10,0	62,0	0,20	0,80	0,516
5	0,020	1600,0	0,800	1000,0	6,0	32,0	0,03	0,12	0,500
							0,13		

Elenco simboli

s	Spessore	c	Calore specifico	R	Resistenza termica
ρ	Densità	μ	Fattore di resistenza al vapore	S _D	Spessore equivalente d'aria
λ	Conducibilità	M _s	Massa superficiale	a	Diffusività

Parametri stazionari

Spessore totale	0,380 m
Massa superficiale	612,1 kg/m ²
Massa superficiale esclusi intonaci	544,1 kg/m ²
Resistenza	3,33 m ² K/W
Trasmittanza U	0,300 W/m²K

Verifiche sulla trasmittanza

U requisiti minimi	Secondo il decreto requisiti minimi DM 26 giugno 2015, negli edifici nuovi la trasmittanza verso ambienti non riscaldati dell'edificio di riferimento deve essere ottenuta dividendo il valore limite per fattore $b_{tr,u}$ relativo all'ambiente non riscaldato (vedi paragrafo 1.2 del presente manuale). Pertanto, riferendosi alla tabella a pagina 14 e supponendo che il vano scala abbia serramenti esterni ($b_{tr,u}$ pari a 0,8) la trasmittanza di riferimento diventa: $U_{rif} = 0,26 \text{ W/m}^2\text{K} / 0,8 = 0,325 \text{ W/m}^2\text{K}$. La trasmittanza della struttura, pari a 0,300 W/m²K, è inferiore al valore di riferimento.
--------------------	--

5.2 Intervento su edifici esistenti

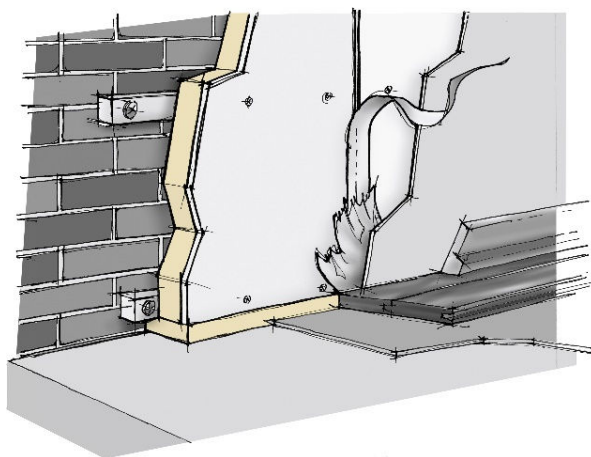
In caso di edifici esistenti i margini di intervento sono normalmente più esigui a causa dei vincoli di spazio e normativi a cui necessariamente ci si deve attenere e visto il bisogno di limitare al minimo la riduzione degli spazi abitabili quando si isola dall'interno.

5.2.1 Interventi in vani scala o disimpegni comuni

Nei casi in cui gli spazi e la tipologia di alcune parti interne comuni lo consentano, è possibile l'applicazione dell'isolante e degli strati successivi per l'adeguamento energetico.

La conducibilità dell'isolante dovrà essere il più bassa possibile, al fine di ridurre al minimo gli spessori necessari.

Una delle possibili soluzioni è l'isolamento termico tramite una lastra preaccoppiata composta da isolante e cartongesso.



5.2.2 Intervento su edifici esistenti, all'interno dell'unità privata

L'isolamento dall'interno delle pareti perimetrali che confinano con ambienti non riscaldati è, in alcuni contesti edilizi e soprattutto nelle ristrutturazioni, la migliore soluzione per coniugare costo dell'intervento, efficienza energetica e comfort degli ambienti interni. Tra gli esempi più significativi possiamo annoverare gli edifici collocati nei centri storici, caratterizzati da parti comuni di pregio architettonico, sulle quali non è possibile prevedere l'applicazione di un sistema di isolamento termico.

Per migliorare l'efficienza energetica della singola unità immobiliare, qualora non siano realizzabili interventi di efficientamento sui vani comuni, isolare dall'interno può essere l'unica soluzione percorribile.

Anche in questo caso la soluzione con il preaccoppiato isolante e cartongesso è quella che consente di minimizzare lo spessore massimizzando la prestazione termica.

5.2.3 Esempi di soluzioni proposte

Interventi su edifici esistenti dal vano scala o dall'interno dell'abitazione

Le moderne schiume polyiso consentono di ottenere eccellenti prestazioni isolanti con spessori contenuti, permettendo di guadagnare importante spazio utile negli ambienti, un grande vantaggio se si pensa al valore al metro quadro di un'abitazione.

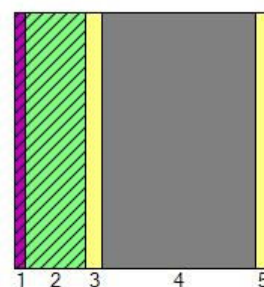
Studiato per questo tipo di applicazione è il pannello prefabbricato GIBITEC PLUS, costituito da una lastra di cartongesso accoppiata ad un pannello in poliuretano espanso con rivestimento in carta metallizzata denominato POLIISO PLUS. La sua conducibilità, durevole nel tempo, è tra le più basse fra gli isolanti tradizionali: con 0,022 W/mK permette la minimizzazione degli spessori necessari a raggiungere le trasmittanze termiche prefissate.

Le indicazioni sulla stratigrafia per questo pannello sono:

- Muratura
- GIBITEC PLUS
- Fissaggio e rasatura giunti
- Finitura

Caratteristiche della soluzione proposta:

1	VAR		Lastra di cartongesso spessore 13 mm
2	ISO	GIBITEC PLUS sp.113 mm - Pannello sandwich prefabbricato composto da una lastra di cartongesso di 13 mm accoppiato a un pannello POLIISO PLUS. I pannelli hanno dimensioni 1200 x 2000 mm (o 3000 mm), bordi dritti.	POLIISO PLUS sp.100 mm - Pannello isolante costituito da schiuma polyiso (PIR) rigida, espansa fra due supporti di carta metallizzata multistrato. Resistenza a compressione ≥ 150 kPa. I pannelli hanno dimensioni 1200 x 2000 mm con finitura a bordi dritti.
3	INT	Malta di calce o di calce e cemento	
4	CLS	CLS a struttura chiusa - con aggregato naturale per pareti interne o esterne protette	
5	INT	Intonaco di calce e gesso	



	s [m]	ρ [kg/m ³]	λ [W/mK]	c [J/kgK]	μ [-]	M_s [kg/m ²]	R [m ² K/W]	S_0 [m]	a [m ² /Ms]
							0,04		
1	0,013	810,0	0,250	1000,0	4,0	10,5	0,05	0,05	0,309
2	0,100	35,0	0,022	1506,2	125,0	3,5	4,55	12,50	0,417
3	0,020	1800,0	0,900	1000,0	16,0	36,0	0,02	0,32	0,500
4	0,200	2400,0	1,910	1000,0	104,0	480,0	0,10	20,80	0,796
5	0,020	1400,0	0,700	1000,0	10,0	28,0	0,03	0,20	0,500
							0,13		

Elenco simboli

s	Spessore	c	Calore specifico	R	Resistenza termica
ρ	Densità	μ	Fattore di resistenza al vapore	S_D	Spessore equivalente d'aria
λ	Conduttività	M_s	Massa superficiale	a	Diffusività

Parametri stazionari

Spessore totale	0,353 m
Massa superficiale	558,0 kg/m ²
Massa superficiale esclusi intonaci	494,0 kg/m ²
Resistenza	4,92 m ² K/W
Trasmittanza U	0,203 W/m²K

Verifiche sulla trasmittanza

U requisiti minimi	Secondo il decreto requisiti minimi DM 26 giugno 2015 la trasmittanza verso ambienti non riscaldati deve essere corretta tramite il fattore $b_{tr,u}$ relativo all'ambiente non riscaldato (vedi paragrafo 1.2 del presente manuale). Pertanto, riferendosi alla tabella a pagina 14 e supponendo che la falda soprastante non sia isolata ($b_{tr,u}$ pari a 0,9) la trasmittanza da utilizzare nel calcolo dell'U media è la seguente: $U = 0,203 \times 0,9 = 0,188 \text{ W/m}^2\text{K}$. Il limite di legge comprende i ponti termici, pertanto occorre procedere al calcolo della trasmittanza media della struttura comprensiva di ponti termici (che dipendono dalla geometria del singolo edificio) e confrontarlo con il limite di legge, pari a 0,28 W/m²K.
U detrazioni	La verifica per le detrazioni non è comprensiva di ponti termici, per cui il valore viene confrontato direttamente col valore limite dell'allegato E al Decreto 6 agosto 2020. Per la verifica di detrazione non è prevista l'applicazione del $b_{tr,u}$. $0,203 < 0,23 \text{ W/m}^2\text{K}$ VERIFICA SUPERATA

CONTATTI

- **ANIT, Associazione Nazionale per l'Isolamento Termico e acustico**
www.anit.it
info@anit.it

- **EDILTEC srl**
Sede operativa: Via Giardini 474/M – 41124 Modena
Tel. 059 2916411
Fax. 059 344232
Sito web: www.ediltec.com
E-mail: info@ediltec.com



ANIT, Associazione Nazionale per l'Isolamento Termico e acustico, ha tra gli obiettivi generali la diffusione, la promozione e lo sviluppo dell'isolamento termico ed acustico nell'edilizia e nell'industria come mezzo per salvaguardare l'ambiente e il benessere delle persone.

ANIT

- diffonde la corretta informazione sull'isolamento termico e acustico degli edifici
- promuove la normativa legislativa e tecnica
- raccoglie, verifica e diffonde le informazioni scientifiche relative all'isolamento termico ed acustico
- promuove ricerche e studi di carattere tecnico, normativo, economico e di mercato.

I soci **ANIT** si dividono nelle categorie

- **SOCI INDIVIDUALI**: Professionisti e studi di progettazione
- **SOCI AZIENDA**: Produttori di materiali e sistemi per l'isolamento termico e acustico
- **SOCI ONORARI**: Enti pubblici e privati, Università e Scuole Edili, Ordini e Collegi professionali

STRUMENTI PER I SOCI

I soci individuali ricevono



Costante aggiornamento
sulle norme in vigore con
le Guide



I software per calcolare
tutti i parametri energetici,
igrotermici e acustici degli
edifici



Servizio di chiarimento
tecnico da parte del
nostro Staff



Abbonamento alla rivista
specializzata Neo-Eubios

I servizi e la quota di iscrizione variano in base alla categoria di associato (Individuale, Azienda, Onorario).
I Soci Individuali possono accedere alla qualifica "Socio Individuale Più" per ottenere servizi avanzati

www.anit.it

info@anit.it

Tel. 0289415126

ANIT - Associazione Nazionale per l'Isolamento Termico e acustico
Via Lanzone 31- 20123 – Milano