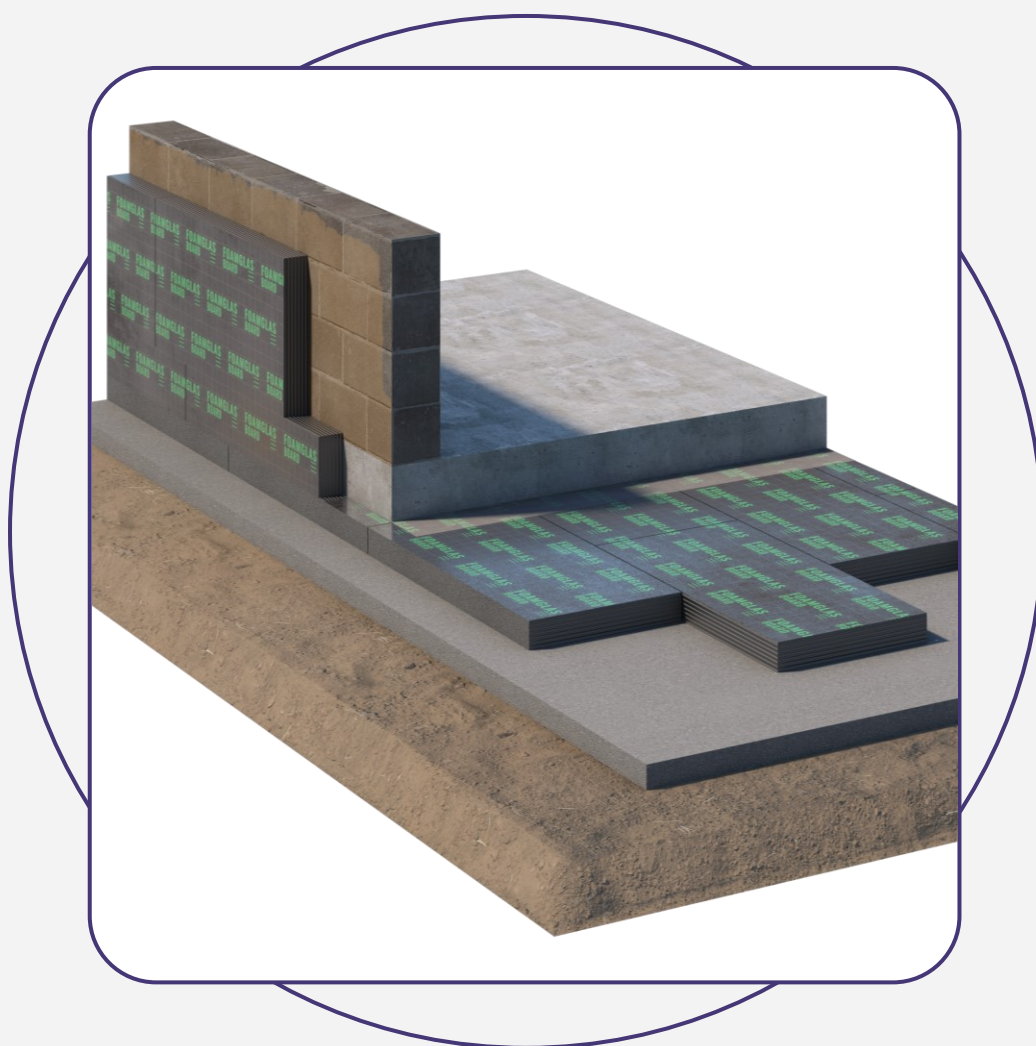




L'ISOLAMENTO TERMICO CONTROTERRA

Il vetro cellulare e l'isolamento termico delle
strutture contro terra degli edifici



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 dello Staff ANIT

I servizi e la quota di iscrizione variano in base alla categoria di associato (Individuale, Azienda, Onorario).

Il presente manuale è realizzato in collaborazione con:



Tutti i diritti sono riservati

Questo documento è stato realizzato da Tep s.r.l.

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 s.r.l.

INDICE

PREMESSA	2
1 LE PRESTAZIONI DELLE STRUTTURE CONTROTERRA	3
1.1 <i>Il contesto legislativo.....</i>	3
1.2 <i>Il contesto degli incentivi – Ecobonus.....</i>	6
2 LA VALUTAZIONE DELLA TRASMITTANZA TERMICA	7
2.1 <i>Il modello di calcolo controterra</i>	7
2.2 <i>Esempi di pavimenti su terreno</i>	10
2.3 <i>Esempi di parete su terreno.....</i>	13
3 I PONTI TERMICI CONTROTERRA	15
3.1 <i>Inquadramento della valutazione dei ponti termici</i>	15
3.2 <i>Controllo del rischio muffa e condensa superficiale</i>	16
3.3 <i>Esempi di ponti termici.....</i>	17
4 LE PRESTAZIONI RICHIESTE AL MATERIALE ISOLANTE	26
4.1 <i>Il vetro cellulare. Marcatura CE e caratteristiche essenziali.....</i>	26
4.2 <i>Caratteristiche essenziali e applicazione controterra.....</i>	27
4.3 <i>Altre prestazioni</i>	29
CONTATTI	30
BIBLIOGRAFIA	30

PREMESSA

Questo manuale approfondisce la tematica del comportamento energetico delle strutture a contatto con il terreno. Nella progettazione di questa tipologia di strutture va tenuto conto delle caratteristiche del terreno stesso, che diventa un mezzo nel quale avviene la trasmissione del flusso termico verso l'esterno.

Si riportano i riferimenti legislativi da rispettare, si descrivono alcune soluzioni di isolamento di strutture e ponti termici con vetro cellulare, un materiale particolarmente adatto all'applicazione controterra.

Si approfondiscono infine le prestazioni del materiale, rispetto alle caratteristiche essenziali definite dalla marcatura CE.

Un utile strumento per il mondo professionale dedicato alle problematiche energetiche e igrometriche delle strutture controterra.

1 LE PRESTAZIONI DELLE STRUTTURE CONTROTERRA

1.1 Il contesto legislativo

Il riferimento nazionale per l'efficienza energetica degli edifici è il **DM 26 giugno 2015 "Requisiti Minimi"**. Questo definisce requisiti obbligatori per varie tipologie di intervento sugli edifici; il loro rispetto dipende direttamente dalle caratteristiche termofisiche dei materiali che costituiscono l'edificio e dall'efficienza degli impianti installati.

Le pareti e i solai controterra contribuiscono con tutte le altre strutture al comportamento energetico dell'edificio.

Focalizzando l'attenzione solo su queste strutture, si ricordano di seguito quali sono gli ambiti di applicazione e gli interventi eventualmente esclusi dall'applicazione dei requisiti minimi del DM 26 giugno 2015.

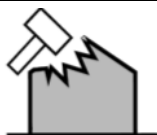
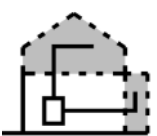
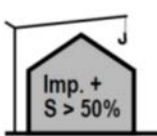
Nel presente documento sono dati per conosciuti i contenuti del decreto sui requisiti minimi nelle sue parti fondamentali e quindi si focalizza l'attenzione alla progettazione delle strutture controterra nel rispetto dei requisiti di legge.

Per maggiori approfondimenti su tutti i requisiti si rimanda alla Guida ANIT Nazionale.

Ambiti di applicazione

Si riporta nella tabella 1 lo schema degli ambiti di intervento del decreto ministeriale (ripreso dalla Guida ANIT) mentre la tabella 2 indica, in base a questi ambiti, quali siano i requisiti specifici in cui sono importanti le prestazioni delle strutture controterra.

È importante ricordare che i requisiti imputati ai vari ambiti di applicazione dipendono dalla categorizzazione del DPR 412/93 che elenca gli edifici con le destinazioni d'uso.

DM 26 giugno 2015 – Ambiti di applicazione del decreto	
	Nuova costruzione (All.1 Art.1.3) Per edificio di nuova costruzione si intende l'edificio il cui titolo abilitativo sia stato richiesto dopo l'entrata in vigore del DM 26/6/15 (<i>ndr, ovvero dal 1° ottobre 2015</i>)
	Demolizione e ricostruzione (All. 1, Art. 1.3) Rientrano in questa categoria gli edifici sottoposti a demolizione e ricostruzione, qualunque sia il titolo abilitativo necessario.
	Ampliamento volumetrico di edifici esistenti o recupero di volumi esistenti precedentemente non riscaldati con installazione di nuovo impianto dedicato (All. 1 Art. 1.3 e Art. 6.1) per il quale valga almeno una delle seguenti condizioni: • nuovo volume lordo climatizzato > 15% volume lordo climatizzato esistente • nuovo volume lordo climatizzato > 500 m³ La parte ampliata di fatto è trattata come una porzione di nuova costruzione.
	Ampliamento volumetrico di edifici esistenti o recupero di volumi esistenti precedentemente non riscaldati collegati all'impianti tecnico che gestisce anche il volume precedentemente riscaldato (All. 1 Art. 1.3 e Art. 6.1) per il quale valga almeno una delle seguenti condizioni: • nuovo volume lordo climatizzato > 15% volume lordo climatizzato esistente • nuovo volume lordo climatizzato > 500 m³
	Ristrutturazioni importanti di primo livello (All. 1 Art. 1.4.1) La ristrutturazione prevede contemporaneamente: • un intervento che interessa l'involucro edilizio con un'incidenza > 50 % della superficie disperdente lorda complessiva dell'edificio; • la ristrutturazione dell'impianto termico per il servizio di climatizzazione invernale e/o estiva asservito all'intero edificio. In tal caso i requisiti di prestazione energetica si applicano all'intero edificio e si riferiscono alla sua prestazione energetica relativa al servizio o servizi interessati.

	Ristrutturazioni importanti di secondo livello (All. 1 Art. 1.4.1) L'intervento interessa l'involucro edilizio con un'incidenza $> 25\%$ della superficie disperdente lorda complessiva dell'edificio e può interessare l'impianto termico per il servizio di climatizzazione invernale e/o estiva.
	Riqualificazione energetica dell'involucro (All. 1 Art. 1.4.2) Interventi sull'involucro che coinvolgono una superficie $\leq 25\%$ della superficie disperdente lorda complessiva dell'edifici. Ricadono in questo ambito anche gli ampliamenti/recuperi $< 15\%$ o a 500m^3

Tabella 1. Ambiti di intervento DM 26 giugno 2015 con i requisiti da rispettare sulle strutture controterra (o in cui se ne valuta il contributo sulla prestazione globale dell'edificio)

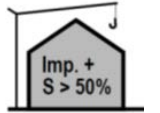
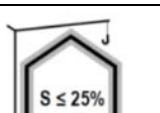
DM 26 giugno 2025 – Requisiti specifici che coinvolgono le strutture controterra				
	Dove si applica	Requisito invernale richiesto	Requisito estivo richiesto	Requisito globale richiesto
	Intero immobile	$EP_{H,nd}$ H'_T	$EP_{C,nd}$ Y_{ie}	$EP_{gl, tot}$
	Nuovo volume o volume recuperato con nuovo impianto	$EP_{H,nd}$ H'_T	$EP_{C,nd}$	$EP_{gl, tot}$
	Nuovo volume o volume recuperato con estensione di impianto	H'_T		
	Intero immobile	$EP_{H,nd}$ H'_T	$EP_{C,nd}$	$EP_{gl, tot}$
	Superficie oggetto di intervento	U_{lim} H'_T		
	Superficie oggetto di intervento	U_{lim}		
(*) Nel caso di ampliamento con volume $\leq 15\%$ del volume lordo climatizzato e $\leq 500\text{ m}^3$ l'intervento va ricondotto agli altri ambiti d'applicazione (FAQ del MISE. 2.11)				

Tabella 2. Requisiti minimi suddivisi per ambito d'applicazione in cui le verifiche sono influenzate dalle prestazioni delle strutture controterra.

I parametri riportati in tabella sono:

- $EP_{H,nd}$: indice di prestazione termica utile per il riscaldamento [kWh/m^2]
- $EP_{C,nd}$: indice di prestazione termica utile per il raffrescamento [kWh/m^2]
- $EP_{gl, tot}$: indice di prestazione energetica globale dell'edificio totale [kWh/m^2]
- H'_T : coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione [$\text{W/m}^2\text{K}$]
- U_{lim} : trasmittanza termica limite [$\text{W/m}^2\text{K}$]
- Y_{ie} : trasmittanza termica periodica [$\text{W/m}^2\text{K}$]

I valori della trasmittanza di riferimento (U_{rif}) e di trasmittanza limite (U_{lim}) sono riportati nella tabella 3 per le strutture orizzontali di pavimento e per le strutture verticali opache.

Ricordiamo che questi valori sono comprensivi di ponti termici e nel caso di strutture rivolte verso il terreno si applica quanto indicato nelle Appendici A e B del DM 26/06/2025, ovvero che:

“[...] i valori limite di trasmittanza devono essere rispettati dalla trasmittanza equivalente della struttura tenendo conto dell'effetto del terreno calcolata secondo UNI EN ISO 13370.”

Per dettagli sul metodo di calcolo si veda il paragrafo seguente.

Strutture orizzontali di pavimento, verso l'esterno, gli ambienti non climatizzati o controterra	Zona climatica	Valori per l'edificio di riferimento U_{rif} [W/m²K]	Valori limite per interventi sull'esistente U_{lim} [W/m²K]
	A e B	0,44	0,42
	C	0,38	0,38
	D	0,29	0,32
	E	0,26	0,29
	F	0,24	0,28

Strutture opache verticali, verso l'esterno, gli ambienti non climatizzati o controterra	Zona climatica	Valori per l'edificio di riferimento U_{rif} [W/m²K]	Valori limite per interventi sull'esistente U_{lim} [W/m²K]
	A e B	0,43	0,40
	C	0,34	0,36
	D	0,29	0,32
	E	0,26	0,28
	F	0,24	0,26

Tabella 3. Valori di trasmittanza di riferimento e limite per le strutture controterra orizzontali (sopra) e verticali (sotto). Tali valori sono riportati nel 26/06/2025.

1.2 Il contesto degli incentivi – Ecobonus

Il 6 ottobre 2020 è entrato in vigore il Decreto 06/08/2020, che riporta i limiti attualmente in vigore per l'accesso alle detrazioni fiscali per interventi di risparmio energetico in edilizia. I limiti si applicano agli interventi iniziati dal 6 ottobre 2020 in poi. Per interventi iniziati fino al 5 ottobre 2020, rimangono validi i limiti precedentemente in vigore (DM 11 marzo 2008, DM 26 gennaio 2010).

In base a quanto riportato nel Decreto 6 agosto 2020 per "Inizio lavori" si intende la data di presentazione della relazione legge 10 (art.12 comma 3 Decreto 6 agosto 2020).

I limiti riportati nel Decreto 6 agosto 2020 sono validi per tutti i tipi di detrazioni per interventi di risparmio energetico, ovvero **Ecobonus e Superbonus (per i casi per cui è ancora previsto)**.

Allegato E del Decreto 6 agosto 2020 – Limiti di trasmittanza termica per l'accesso alle detrazioni				
Zona climatica	Strutture opache verticali (W/m ² K)	Strutture opache orizzontali o inclinate		Finestre comprensive di infissi (W/m ² K)
		Coperture (W/m ² K)	Pavimenti (W/m ² K)	
A	0,38	0,27	0,40	2,60
B	0,38	0,27	0,40	2,60
C	0,30	0,27	0,30	1,75
D	0,26	0,22	0,28	1,67
E	0,23	0,20	0,25	1,30
F	0,22	0,19	0,23	1,00

Tabella 4. *Trasmittanza limite per l'accesso alle detrazioni secondo il 6 agosto 2020.*

Si specifica che, secondo il 6 agosto 2020, il calcolo della trasmittanza termica si esegue secondo la norma UNI EN ISO 6946.

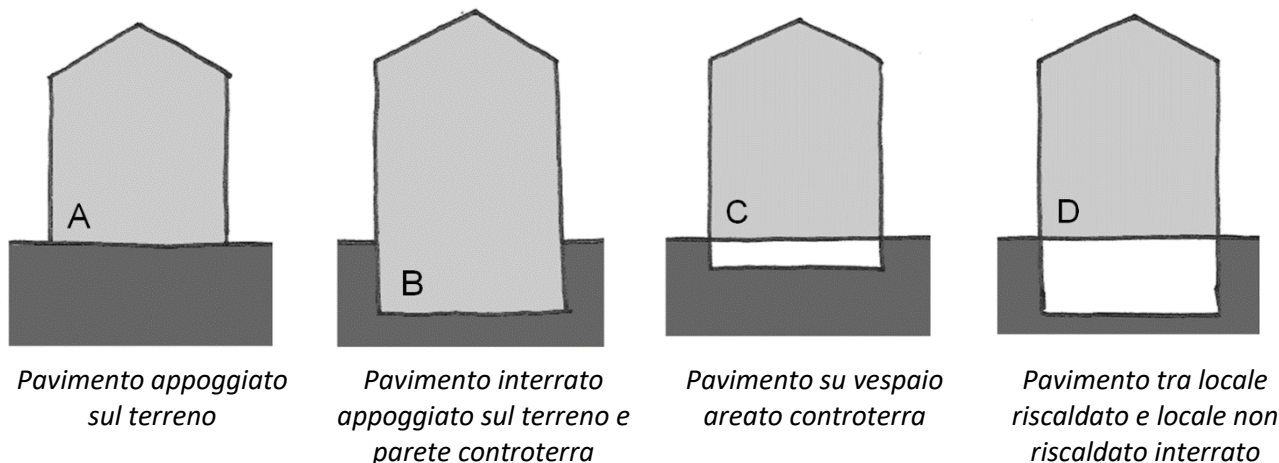
Ai sensi della norma UNI EN ISO 6946, il calcolo della trasmittanza delle strutture opache **non include il contributo dei ponti termici**. Tuttavia, specifichiamo che la norma UNI EN ISO 6946 esclude esplicitamente dal proprio ambito di applicazione le strutture controterra: pertanto la trasmittanza di queste strutture deve essere calcolata con la norma pertinente, ossia la UNI EN ISO 13370.

Quindi, il valore della trasmittanza da confrontare con il limite previsto per le detrazioni fiscali è quello **calcolato con la norma UNI EN ISO 13370, senza considerare il contributo dei ponti termici** (per coerenza con quanto previsto per le altre strutture)

2 LA VALUTAZIONE DELLA TRASMITTANZA TERMICA

2.1 Il modello di calcolo controterra

Il metodo di calcolo del coefficiente di trasmissione di calore attraverso il terreno è descritto dalla norma UNI EN ISO 13370. La norma fornisce procedure che tengono conto della natura tridimensionale del flusso termico e che sono adatte per la valutazione dei coefficienti di scambio termico e dei flussi termici per la maggior parte delle situazioni. Le casistiche previste delle possibilità di scambio fra edificio riscaldato e terreno possono essere schematizzate come segue:



Per ognuno dei quattro casi, la norma prevede un metodo di calcolo costituito da equazioni che a seguito dell'inserimento di un certo numero di dati in ingresso, restituiscono il valore di trasmittanza termica della struttura tenendo conto del contributo positivo del terreno. I casi C e D sono casi particolari di "locali non riscaldati" costituiti in parte da strutture a contatto con il terreno.

Per la valutazione dei locali non riscaldati si rimanda al Manuale ANIT "Isolamento delle strutture verso locali non riscaldati".

L'approfondimento è dedicato ai casi A, B e C con i quali è possibile poi affrontare anche il caso D.

Nota: va ricordato e tenuto sempre presente che questo metodo di calcolo non valuta la dispersione energetica dall'ambiente riscaldato verso il terreno, ma dall'ambiente riscaldato all'esterno attraverso il terreno. Quindi il terreno e le strutture a stretto contatto con esso sono un mezzo attraverso il quale l'energia si propaga verso l'esterno, e devono quindi essere caratterizzati termicamente.

Per questo motivo, le caratteristiche geometriche delle strutture (area e perimetro del pavimento, profondità di interramento ecc...) e la conduttività del terreno sono parte integrante del calcolo.

Calcolo della trasmittanza del pavimento appoggiato sul terreno – Casi A e B

Per valutare il valore di trasmittanza termica comprensiva del terreno sono necessarie due informazioni da esprimere in metri di terreno equivalenti:

- 1) la resistenza termica complessiva della struttura a contatto con il terreno poi espressa con il parametro "spessore equivalente di terreno" in [m] e denominata " d_f " (f = floor)
- 2) la quantità media ponderata geometricamente di terreno a disposizione per migliorare la resistenza termica complessiva espressa con il parametro "dimensione caratteristica" in [m] e denominata "B"

Con questi due parametri e il valore di conduttività del terreno λ_g è possibile stimare la trasmittanza che tiene conto del terreno di un pavimento appoggiato al terreno denominata $U_{fg,sog}$ ovvero U pavimento-terreno (floor ground) appoggiato (slab on ground) con la seguente equazione:

$$U_{fg,sog} = \frac{\lambda_g}{0.457 \cdot B' + d_f}$$

Dove:

$$B = \frac{A}{0.5 \cdot P}$$

e

$$d_f = d_{w,e} + \lambda_g \cdot (R_{si} + R_{f,sog} + R_{se})$$

con:

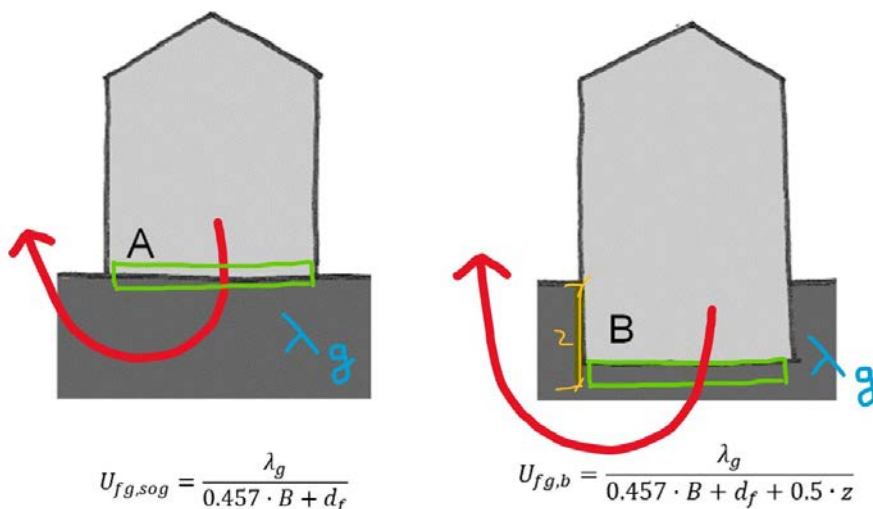
A	area del pavimento appoggiato sul terreno [m ²];
B	dimensione caratteristica del pavimento [m];
P	perimetro esposto del pavimento [m];
$d_{w,e}$	spessore delle pareti dell'edificio a livello del terreno;
λ_g	conduttività termica del terreno [W/mK];
R_{si}	resistenza superficiale interna [m ² K/W];
$R_{f,sog}$	resistenza termica della soletta del pavimento controterra [m ² K/W];
R_{se}	resistenza superficiale esterna [m ² K/W];

Dall'equazione di $U_{fg,sog}$ emerge chiaramente che il comportamento di una struttura a contatto con il terreno è tanto meno disperdente

- minore la trasmittanza termica delle strutture (ovvero con elevati valori di d_f)
- maggiore la quantità di terreno che il flusso termico deve attraversare per passare dall'ambiente interno e all'esterno
- minore è la conduttività del terreno.

Il progettista ha la possibilità di "lavorare" sulla trasmittanza della struttura ovvero sull'isolamento termico della stessa. Il modello di calcolo della trasmittanza termica è descritto dalla norma UNI EN ISO 6946. Nella norma è richiamata l'importanza del valore di conduttività termica dichiarata – λ_D per i materiali isolanti. Il vetro cellulare, con la norma di prodotto armonizzata, la marcatura CE e la DoP ha i valori di conduttività dichiarata. Il tema è infatti affrontato nel presente Manuale.

In caso di pavimento appoggiato sul terreno e anche interrato la trasmittanza che tiene conto del terreno migliora poiché a parità di parametri descritti aumenta quello relativo al percorso del flusso termico come evidenzia l'immagine di destra. Il flusso di calore infatti deve anche superare la profondità "z".



L'equazione per il caso B è simile a quella del pavimento appoggiato sul terreno e viene aggiunto anche il contributo della parte di terreno derivante dalla profondità z in metri di interramento.

Calcolo della trasmittanza del pavimento su vespaio aerato – Caso C

È “pavimento su vespaio aerato” un pavimento che si trova sollevato dal terreno grazie ad un assito o un pavimento in latero cemento; lo spazio sotto è areato in modo convenzionale con aria esterna.

Il valore di trasmittanza è una sommatoria di resistenze termiche: al valore iniziale del solaio U_f si aggiunge una resistenza termica che comprende quella del solaio controterra U_g e quella delle pareti controterra con l'influenza dell'eventuale ventilazione dell'intercapedine U_x .

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{U_f} + \frac{1}{U_g + U_x}$$

Dove:

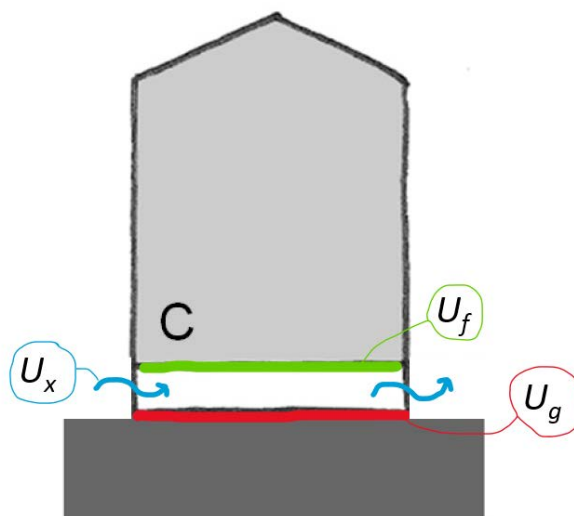
$$U_f = \frac{A \cdot U_{\text{solaio}} + \psi \cdot P}{A}$$

$$U_g = \frac{2\lambda}{\pi B + d_g} \cdot \ln\left(\frac{\pi B}{d_g} + 1\right)$$

$$U_x = 2 \cdot \frac{h \cdot U_w}{B'} + 1450 \frac{\varepsilon \cdot v \cdot f_w}{B'}$$

Con:

- A area del pavimento appoggiato sul terreno [m²];
- B dimensione caratteristica del pavimento [m];
- P perimetro esposto del pavimento [m];
- ψ Coefficiente lineico ponte termico di bordo [W/mK];
- λ_g conduttività termica del terreno [W/mK];
- d_g Spessore equivalente totale del suolo al di sotto del pavimento [m];
- h Altezza della superficie superiore del pavimento sopra il livello del terreno esterno [m];
- U_w Trasmittanza termica delle pareti dell'intercapedine sopra il livello del terreno [W/m²K];
- ε Area delle aperture di ventilazione per unità di lunghezza del perimetro dell'intercapedine [m²/m];
- v Velocità media del vento a 10 m di altezza [m/s];
- f_w coefficiente di schermatura dal vento



2.2 Esempi di pavimenti su terreno

Riportiamo due esempi di pavimenti controterra, con isolamento in vetro cellulare. Per l'edificio di nuova costruzione si è scelta una struttura con integrato impianto radiante a pavimento. Nel caso dell'edificio esistente, si è ipotizzata una struttura semplice controterra.

Per ciascuna struttura vengono indicati i centimetri di vetro cellulare necessari per rientrare nei valori di riferimento (per gli edifici nuovi) e nei valori limite (per gli edifici esistenti). Occorre ricordare che questi valori (di riferimento e limite) sono comprensivi di ponte termico, per cui è necessario mantenere un certo margine nel valore di sezione corrente di progetto, per poter successivamente aggiungere l'effetto dei ponti termici.

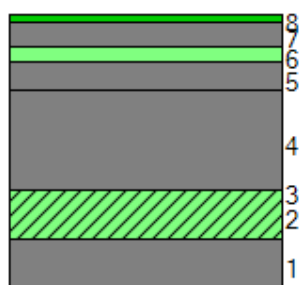
NB. I materiali FOAMGLAS® utilizzati per gli esempi sono FOAMGLAS®BOARD T4+ e FOAMGLAS®BOARD T3+. Va valutata l'esigenza di usare altri materiali della gamma in base alle esigenze soprattutto in termini di resistenza a compressione. I pannelli misurano 60x120 cm e sono rivestiti su entrambe le superfici principali per consentire una posa libera, su un piano opportunamente preparato, utilizzando collante per la sola sigillatura dei giunti. La posa, effettuata a giunti stagni con appositi adesivi FOAMGLAS®, crea uno strato di tenuta stagna continuo, impedendo al gas Radon di penetrare nell'edificio.

Inoltre, impedisce il passaggio di acqua e umidità garantendo pavimenti asciutti e ambienti salubri.

I pannelli possono essere utilizzati come isolamento interno di pavimenti e pareti o direttamente a contatto con il terreno sotto le fondazioni e sulle murature controterra. I pannelli FOAMGLAS® BOARD T3+ hanno una resistenza alla compressione (EN 826 Allegato A) ≥ 500 kPa e sono ampiamente utilizzati per l'isolamento dei pavimenti interni. Pannelli con maggiore resistenza alla compressione sono disponibili in base ai carichi di progetto e al tipo di applicazione.

Nella Dichiarazione Ambientale di Prodotto EPD (EPD-PCE-20200300-IBB1-EN, pubblicato da IBU), la durata dichiarata dell'isolamento FOAMGLAS® è di 100 anni. (Per ulteriori informazioni tecniche, fare riferimento ai documenti EPD/TDS/PDS/DoP disponibili sul sito www.foamglas.it).

2.2.1 Pavimento in edificio di nuova costruzione

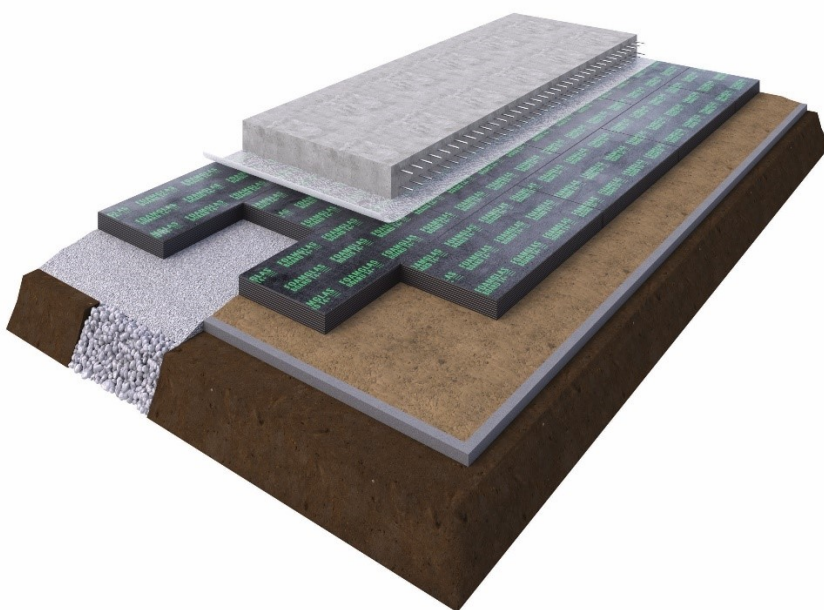


	Tipo	Descrizione
1	CLS	Calcestruzzo - 2000 kg/m ³
2	ISO	FOAMGLAS® BOARD T4+
3	PLA	Strato di separazione in PE
4	CLS	Calcestruzzo - 2400 kg/m ³
5	CLS	Massetto in calcestruzzo ordinario densità 2000 kg/m ³ - 1
6	ISO	Polistirene espanso sinterizzato - EPS 150 - densità 22 - 26 kg/m ³
7	CLS	Massetto in calcestruzzo ordinario densità 2000 kg/m ³ - 1
8	PAV	Piastrelle in ceramica / porcellana

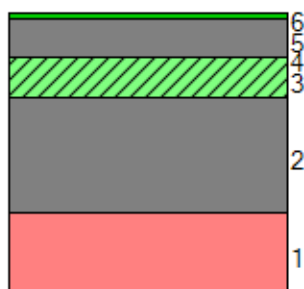
	s [m]	ρ [kg/m ³]	λ [W/mK]	c_p [J/kgK]	μ [-]	m_s [kg/m ²]	R_i [m ² K/W]	S_D [m]	α [m ² /Ms]
							0,04		
1	0,100	2000	1,350	1000	60	200,0	0,074	6,000	0,675
2	0,100	110	0,041	1000	1000000 00	11,0	2,439	1000000 0,000	0,373
3	0,001	2000	0,500	1201	10000	2,0	0,002	10,000	0,208
4	0,200	2400	2,000	1000	80	480,0	0,100	16,000	0,833

5	0,060	2000	1,060	1000	80	120,0	0,057	4,800	0,530
6	0,030	24	0,035	1450	60	0,7	0,857	1,800	1,006
7	0,050	2000	1,060	1000	80	100,0	0,047	4,000	0,530
8	0,015	2300	1,300	841	2000000	34,5	0,012	30000,00 0	0,672
							0,170		

Zona climatica	Località	Trasmittanza di riferimento (W/m ² K)	Trasmittanza sistema parete-terreno (W/m ² K)	Spessore dell'isolante (cm)
C	Napoli	0,38	0,268	6
D	Roma	0,29	0,237	8
E	Milano	0,26	0,212	10
F	Belluno	0,24	0,192	12



2.2.2 Pavimento esistente



	Tipo	Descrizione
1	ROC	Ghiaione - ciottoli di fiume
2	CLS	Calcestruzzo armato (percentuale d'armatura 2%)
3	ISO	FOAMGLAS® BOARD T3+
4	PLA	Strato di separazione in PE
5	CLS	Calcestruzzo - 2000 kg/m ³
6	PAV	Piastrelle in ceramica / porcellana

	s [m]	ρ [kg/m ³]	λ [W/mK]	c_p [J/kgK]	μ [-]	m_s [kg/m ²]	R_i [m ² K/W]	S_D [m]	α [m ² /Ms]
							0,04		
1	0,200	1700	1,200	1000	1	340,0	0,167	0,200	0,706
2	0,300	2400	2,500	1000	80	720,0	0,120	24,000	1,042
3	0,100	95	0,036	1000	1000000 00	9,5	2,778	1000000 0,000	0,379
4	0,001	2000	0,500	1201	10000	2,0	0,002	10,000	0,208
5	0,100	2000	1,350	1000	60	200,0	0,074	6,000	0,675
6	0,015	2300	1,300	841	2000000	34,5	0,012	30000,00 0	0,672
							0,170		

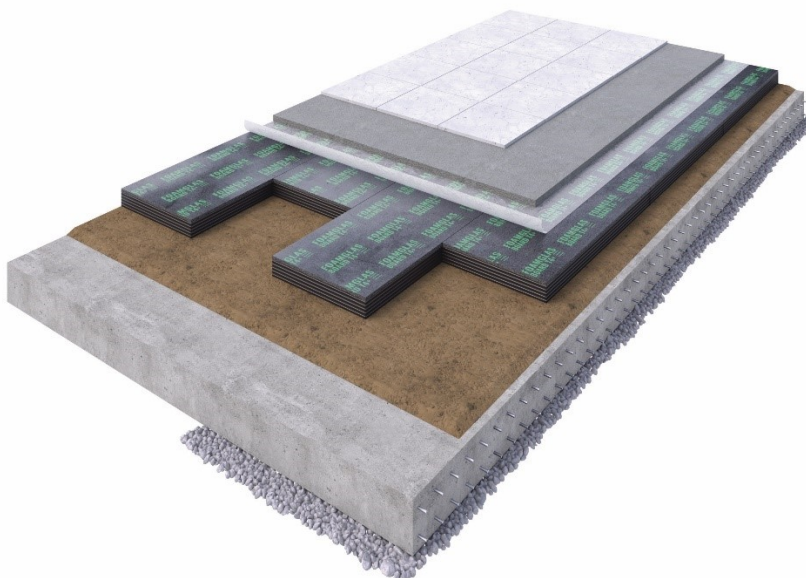
Zona climatica	Località	Trasmittanza limite (W/m ² K)	Trasmittanza sistema parete-terreno (W/m ² K)	Spessore dell'isolante (cm)
C	Napoli	0,38	0,316	8
D	Roma	0,32	0,269	8
E	Milano	0,29	0,234	10
F	Belluno	0,28	0,207	12

Nota: come ampiamente spiegato nel paragrafo precedente, nel calcolo delle prestazioni termiche delle strutture controterra hanno una grande influenza anche la geometria del pavimento e le caratteristiche del terreno. I valori utilizzati nel calcolo sono:

$$A_{\text{pavimento}} = 100 \text{ m}^2$$

$$P_{\text{pavimento}} = 50 \text{ m}$$

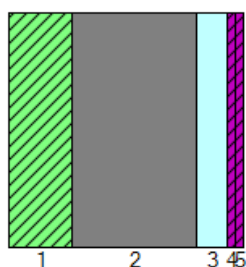
$$\lambda_g = 2 \text{ W/mK}$$



2.3 Esempi di parete su terreno

L'esempio riportato si riferisce ad una parete isolata controterra con vetro cellulare. Questo tipo di configurazione è applicabile a nuovi edifici e ad edifici esistenti, su cui viene eseguita un'opera di scavo e successivo isolamento. Si è voluta inserire una controparete in cartongesso per agevolare il passaggio degli impianti senza la necessità di realizzare tracce.

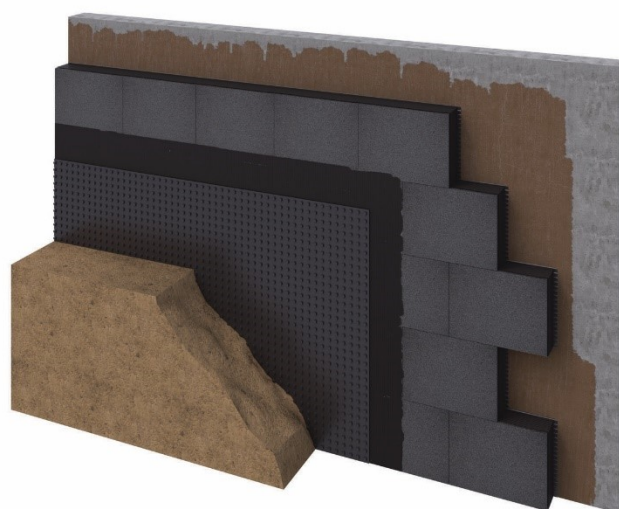
2.3.1 Parete isolata controterra



	Tipo	Descrizione
1	ISO	FOAMGLAS® T3+
2	CLS	Calcestruzzo armato (percentuale d'armatura 2%)
3	INA	Camera non ventilata
4	VAR	Lastra cartongesso
5	VAR	Lastra cartongesso

	s [m]	ρ [kg/m³]	λ [W/mK]	c_p [J/kgK]	μ [-]	m_s [kg/m²]	R_i [m²K/W]	S_D [m]	α [m²/Ms]
							0,04		
1	0,100	95	0,036	1000	1000000	9,5	2,778	100000	0,379
2	0,200	2400	2,500	1000	80	480,0	0,080	16	1,042
3	0,050	1	0,273	1004	1	0,1	0,183	0,05	0,000
4	0,013	1050	0,290	920	18	13,1	0,043	0,225	0,300
5	0,013	1050	0,290	920	18	13,1	0,043	0,225	0,300
							0,130		

Zona climatica	Località	Trasmittanza di riferimento (W/m²K)	Trasmittanza limite (W/m²K)	Trasmittanza sistema parete-terreno (W/m²K)	Spessore solante (cm)
C	Napoli	0,34	0,36	0,287	6
D	Roma	0,29	0,32	0,245	8
E	Milano	0,26	0,28	0,214	10
F	Belluno	0,24	0,26	0,188	12





Protezione dal radon

Il radon è un gas radioattivo di origine naturale prodotto dal decadimento dell'uranio presente in tracce nel terreno. È un gas incolore e inodore che può penetrare negli edifici dal sottosuolo attraverso le parti non stagne dell'involucro e purtroppo la contaminazione da radon, dovuta all'inalazione per via aerea dei sottoprodotti del gas, è una delle principali cause di tumore ai polmoni dopo il fumo.



In Italia il riferimento legislativo sul tema del radon è il DLgs 101/2020 accompagnato dal Piano Nazionale d'Azione per il Radon (PNAR). Il documento definisce gli obblighi di riduzione della concentrazione di radon nei luoghi di lavoro e nelle scuole all'interno dei locali maggiormente a rischio, ovvero nei piani interrati, e nelle aree prioritarie anche nei seminterrati e primi piani, nonché le strategie di riduzione delle concentrazioni negli edifici residenziali.

L'ingresso di radon in un edificio dipende da molteplici fattori, tra cui:

1. La permeabilità al passaggio del gas dell'involucro a contatto col terreno. Il radon sfrutta tutti i passaggi disponibili tra esterno ed interno per penetrare nell'edificio ogni volta che c'è una spinta di pressione. Una partizione senza tenuta o piena di fessure è più esposta al passaggio del gas.
2. La presenza di una differenza di pressione tra il terreno e gli ambienti interni. Differenza che dipende principalmente dallo squilibrio termico tra il terreno (freddo) e gli ambienti interni (caldi durante tutta la stagione di riscaldamento). Quindi in inverno e in presenza di locali riscaldati il gas tende a penetrare e ad accumularsi all'interno dell'edificio in misura maggiore.
3. La concentrazione di radon nel terreno. Quantità molto variabile sia nel tempo che nello spazio. Per questo le Regioni sono chiamate alla pubblicazione di mappe con l'indicazione delle zone di rischio (definite aree prioritarie) per consentire regole e misure di intervento localizzate.

Nel caso un edificio abbia una concentrazione di radon superiore al valore di riferimento (pari a 300 Bq/m³) è necessario impostare una corretta strategia di risanamento attraverso i seguenti metodi:

- ventilare e assicurare una buona qualità dell'aria interna;
- limitare l'infiltrazione del radon attraverso le superfici a contatto con il terreno;
- limitare il trasferimento del radon verso gli spazi abitativi attraverso una corretta compartimentazione;
- ventilare la cantina e isolarla dagli altri locali tramite porte stagne e altri accorgimenti;
- ventilare il vespaio, se presente;
- mettere in depressione il terreno sotto l'edificio con l'installazione di un pozzo radon;
- mettere in depressione il terreno sotto l'edificio grazie alla posa di un drenaggio radon o la creazione di un nuovo vespaio sotto una nuova platea ermetica.

Secondo il PNAR, è bene non fare affidamento alla sola barriera anti radon come unico metodo di risanamento per via delle difficoltà intrinseche di posa in opera e di completa sigillatura dell'edificio (bastano poche fessure non sigillate per vanificare l'effetto di una barriera). Mentre può essere adottata in via preventiva negli edifici di nuova costruzione se posata correttamente.

L'uso di una barriera anti radon è da intendere quindi come parte di una strategia articolata volta a diminuire sia la concentrazione del gas nei locali interni che il suo ingresso dall'ambiente esterno.

I pannelli di vetro cellulare FOAMGLAS® BOARD possono essere impiegati per la prevenzione del gas Radon. Questi pannelli, costituiti da lastre di puro vetro a celle stagne, impediscono il passaggio di tutti i gas ($\mu = \infty$, EN ISO 10456).

3 I PONTI TERMICI CONTROTERRA

3.1 Inquadramento della valutazione dei ponti termici

I ponti termici sono una componente fondamentale del calcolo del comportamento energetico di un edificio. La definizione di ponte termico più rigorosa è quella della norma UNI EN ISO 10211:

“parte dell’involucro edilizio dove la resistenza termica, altrove uniforme, cambia in modo significativo per effetto della compenetrazione totale o parziale di materiale con conduttività termica diversa nell’involucro edilizio, e/o della variazione dello spessore della costruzione, e/o della differenza tra le aree interna ed esterna, come avviene per esempio in corrispondenza delle giunzioni tra parete, pavimento e soffitto.”

In altre parole, si ha un ponte termico, ossia un punto dell’involucro dal quale c’è una maggiore dispersione di energia, ogni volta che nell’involucro stesso è presente una discontinuità.

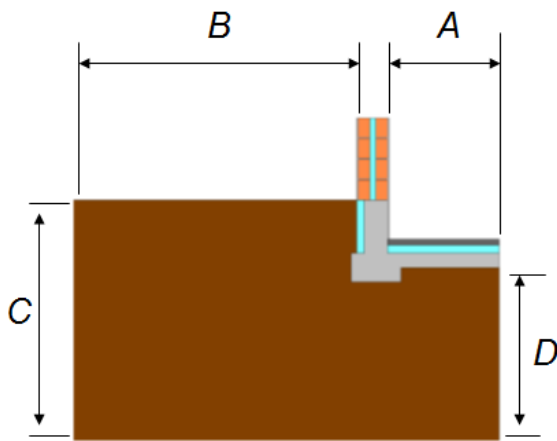
La “quantificazione” dell’effetto della discontinuità dal punto di vista energetico si esprime con il coefficiente lineico Ψ (W/mK) che esprime la maggior dispersione di energia dal nodo. La norma di riferimento per il calcolo di Ψ è la UNI EN ISO 14683, che indica come metodo più efficace il calcolo ad elementi finiti eseguito secondo la UNI EN ISO 10211.

I ponti termici controterra richiedono una valutazione particolare per la quantificazione del coefficiente Ψ . Come già esplicitato nei paragrafi precedenti, infatti, il terreno diviene uno dei materiali in gioco rispetto alla trasmissione del flusso termico dall’ambiente riscaldato verso l’esterno. Quindi anche alcune porzioni di terreno dovranno essere considerate nella definizione geometrica del nodo e, come per il calcolo delle strutture controterra, si dovranno considerare le dimensioni del pavimento e la conducibilità termica del terreno.

In presenza di ponti termici a contatto con il terreno la norma UNI EN ISO 10211 prevede un calcolo che considera due differenti criteri per la definizione dei piani di taglio a seconda che l’obiettivo sia la valutazione della temperatura superficiale (quindi la verifica del rischio di muffa) o del flusso termico (quindi la valutazione dello Ψ del nodo).

I criteri della norma sono descritti nella tabella seguente.

	Obiettivo del calcolo	
	Temperatura superficiale	Flusso termico e temperatura superficiale
A	Almeno tre volte lo spessore della parete	0.5 x dimensione (larghezza o lunghezza) del pavimento perpendicolare alla parete in questione
B	Almeno tre volte lo spessore della parete	2.5 x larghezza del pavimento (intesa come la dimensione minima tra larghezza o lunghezza del pavimento)
C	Almeno 3 metri	2.5 x larghezza del pavimento
D	Almeno 1 metro se il pavimento è interrato per almeno 2 metri. Altrimenti almeno 3 metri.	2.5 x larghezza del pavimento se il pavimento è interrato per almeno 2 metri. Altrimenti 2.5 x larghezza del pavimento.



Descrizione delle dimensioni minime per la posizione del piano di taglio per nodi comprendenti il terreno in funzione dell'obiettivo del calcolo. Fonte: UNI EN ISO 10211, Prosp. 1.

3.2 Controllo del rischio muffa e condensa superficiale

Un aspetto fondamentale della verifica dei ponti termici è quello termoigrometrico. Il ponte termico infatti, essendo una zona a maggior dispersione, è caratterizzato da una temperatura superficiale interna inferiore a quella delle parti correnti. Questo può determinare un maggior rischio di formazione di muffe o di condensazione superficiale. Il DM 26/06/2015 "Requisiti minimi" prescrive la verifica dell'assenza di muffa su tutti i ponti termici per gli edifici di nuova costruzione. Tuttavia è buona pratica progettuale accertare che il fenomeno non si verifichi anche in caso di edifici esistenti sottoposti a riqualificazione.

Per eseguire la verifica di rischio di muffa su un ponte termico si esegue l'analisi ad elementi finiti e si confronta il valore più basso di temperatura superficiale interna risultante con il valore di t_{rischio} nella località di progetto. I ponti termici controterra sono normalmente meno a rischio rispetto a quelli verso l'esterno, perché la temperatura del terreno è abbastanza costante e più alta rispetto a quella esterna (con conseguente rallentamento e maggiore tortuosità del flusso termico), per cui il valore superficiale interno all'ambiente tende a mantenersi più alto di quanto sarebbe se le strutture confinassero direttamente con l'esterno.

3.3 Esempi di ponti termici

Viene riportata, a titolo di esempio, la valutazione agli elementi finiti di alcune tipologie di ponti termici. Di ciascun nodo viene eseguito il calcolo del coefficiente lineico e la verifica del rischio di muffa e condensazione superficiale.

Vengono riportati i coefficienti lineici interno ed esterno (ossia calcolati utilizzando le misure nette interne o lorde esterne). Nelle valutazioni sulle strutture (calcolo del fabbisogno dell'edificio, calcolo U_{media} ecc.) deve essere considerato il coefficiente lineico coerente con il sistema di misure che si sta utilizzando.

In alcuni nodi il valore del coefficiente lineico può risultare negativo. Questo fatto non è un errore o un'assurdità fisica (il ponte termico fa "guadagnare" energia), ma una conseguenza del metodo di calcolo applicato ai ponti termici. Quando si tratta di schematizzare un ponte termico, infatti, la geometria del nodo si semplifica attraverso l'area A del componente di tamponamento e la lunghezza L del ponte termico. Adottando questo metodo su un ponte termico d'angolo, come ad esempio lo spigolo tra due pareti o una fondazione controterra, la valutazione dell'area A risulta essere sovrastimata rispetto alla realtà. E quindi per correggere questa sovrastima che il contributo legato ai ponti termici risulta essere negativo. In questo modo anche per i ponti termici geometrici l'uso del coefficiente lineico ψ consente di valutare correttamente la dispersione energetica dell'involucro.

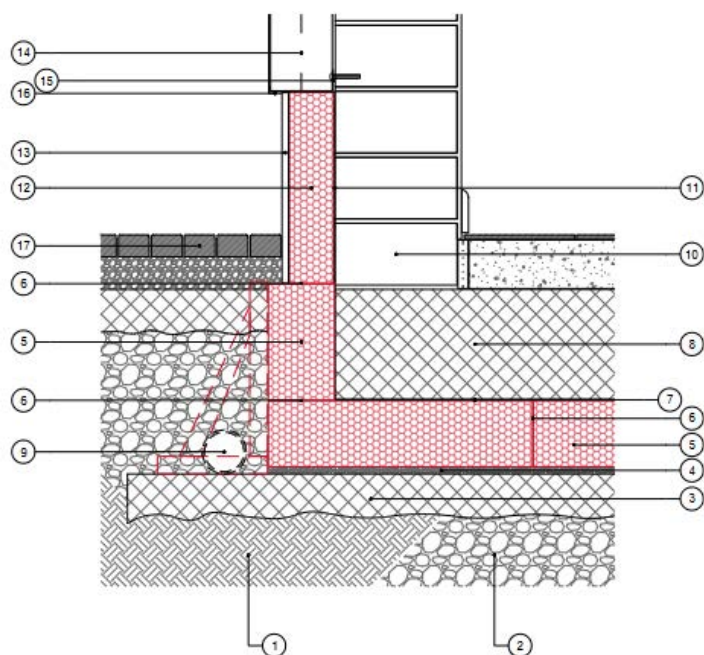
Le verifiche vengono eseguite nella località di Milano (zona climatica E)

Di seguito vengono riportate tre tipologie di ponte termico di nodi parete – solaio controterra rappresentative:

- a) Isolamento della platea controterra e zoccolo di facciata
- b) Isolamento di solaio su locale non riscaldato con muratura controterra e con parte esterna rivestita con lastre per esterni
- c) Muratura prefabbricata e platea ipogea in c.a. in doppia lastra

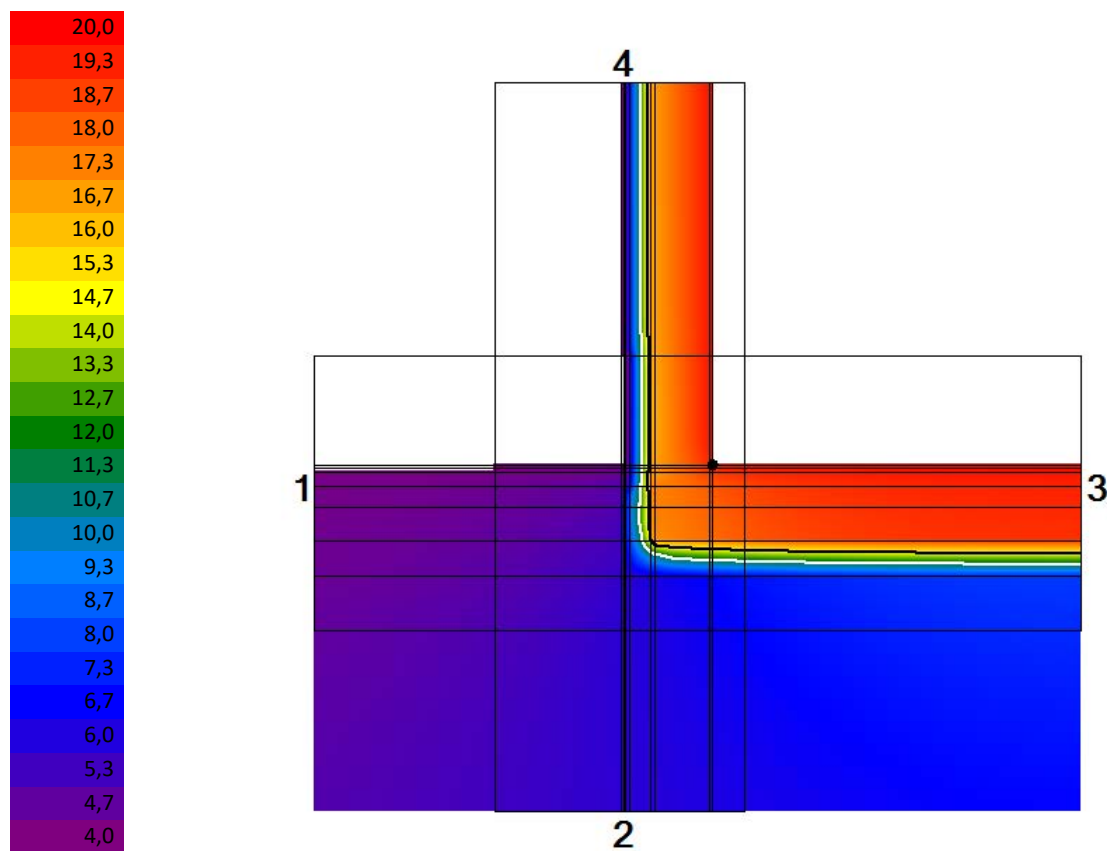
Le stratigrafie sono descritte con un'immagine rappresentativa degli strati funzionali e con un esempio di valutazione agli elementi finiti con i principali strati che influenzano il comportamento termico e di rischio di formazione di muffa superficiale.

a) Isolamento della platea controterra e zoccolo di facciata



1. Terreno
2. Ghiaione
3. Calcestruzzo magro staggiato o inerte staggiato e rullato
4. Eventuale strato di compensazione con inerti
5. FOAMGLAS® BOARD : posa a giunti perimetrali stagni
6. PC® 56
7. Strato di separazione
8. Struttura di fondazione orizzontale
9. Eventuale tubo di drenaggio
10. Muratura perimetrale fuori terra
11. Imprimitura
12. FOAMGLAS®: posa incollata con giunti perimetrali stagni
13. Elemento di rivestimento in lastre incollate con PC®74A1 o con PC®164
14. Isolamento a cappotto con altro isolante
15. Profilo di partenza dell'isolante a cappotto
16. Sigillante
17. Pavimentazione esterna su sottofondo idoneo

Temperatura [°C]



Il grafico rappresenta la distribuzione delle temperature per le seguenti condizioni al contorno.

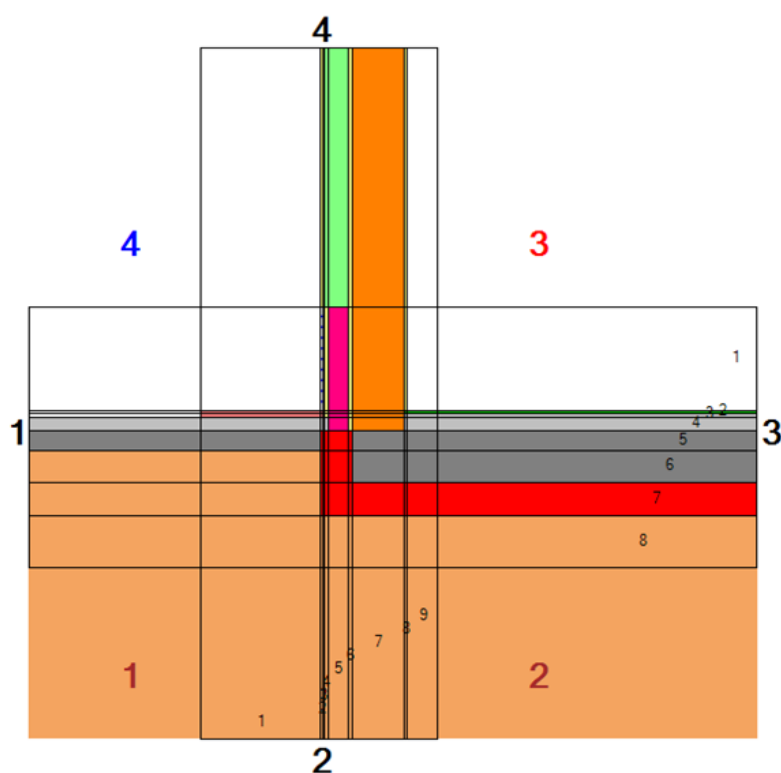
		Temperatura [°C]	Umidità relativa [%]
Condizioni esterne	Gennaio	4,0	83,9
Condizioni interne	Ambiente 3	20,0	57,8
	Ambiente 4	4,0	83,9

Principali risultati del calcolo

	Attraverso struttura 1	Attraverso struttura 2	Totale
Flusso interno Φ_i [W]	6,798	7,126	13,925
Flusso esterno Φ_e [W]	6,957	6,968	13,925
Trasmittanza lineare interna Ψ_i [W/mK]	0,119	0,025	0,144
Trasmittanza lineare esterna Ψ_e [W/mK]	0,129	-0,033	0,096
Coefficiente di accoppiamento L_{2D} [W/mK]	-	-	0,870

Verifiche igrotermiche

Temperatura superficiale minima di progetto [°C]	19,2
Temperatura superficiale minima per evitare il rischio di muffa [°C]	14,8
Temperatura superficiale minima per evitare condensa superficiale [°C]	11,4
Esito della verifica del rischio di formazione di muffa	✓
Esito della verifica del rischio di condensa superficiale	✓

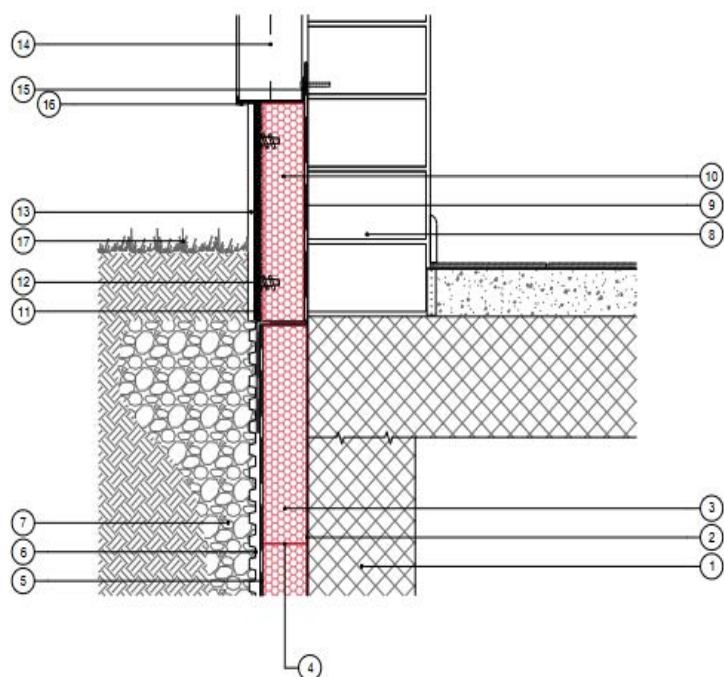


Modellazione geometrica e termica agli elementi finiti – software IRIS 6

In rosso FOAMGLAS® BOARD T4+

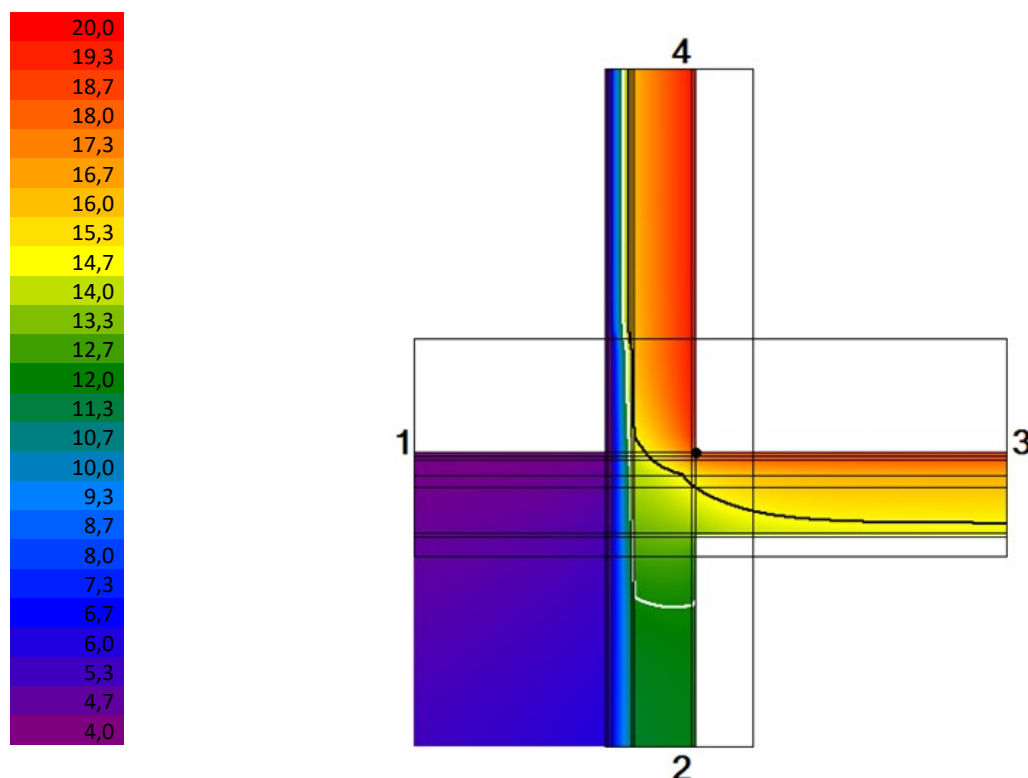
In magenta FOAMGLAS®T3+

- b) Isolamento di solaio su locale non riscaldato con muratura controterra e con parte esterna rivestita con lastre per esterni



1. Parete perimetrale controterra
2. Imprimitura
3. FOAMGLAS® READY: posa incollata con giunti perimetrali stagni
4. PC® 56
5. Impermeabilizzazione bituminosa
6. Eventuale strato protettivo/drenante o guaina bugnata
7. Materiale di rinterro
8. Muratura perimetrale fuori terra
9. Guaina o rasatura di impermeabilizzazione
10. FOAMGLAS®: posa incollata con giunti perimetrali stagni
11. Rasatura con PC®74A1 o con PC®164 e fissaggio meccanico
12. Ancoraggio in nylon non perforante il coibente
13. Rivestimento in lastre incollate o rasatura specifica
14. Isolamento a cappotto con altro isolante
15. Profilo di partenza dell'isolante a cappotto
16. Sigillante
17. Giardino

Temperatura [°C]



Il grafico rappresenta la distribuzione delle temperature per le seguenti condizioni al contorno:

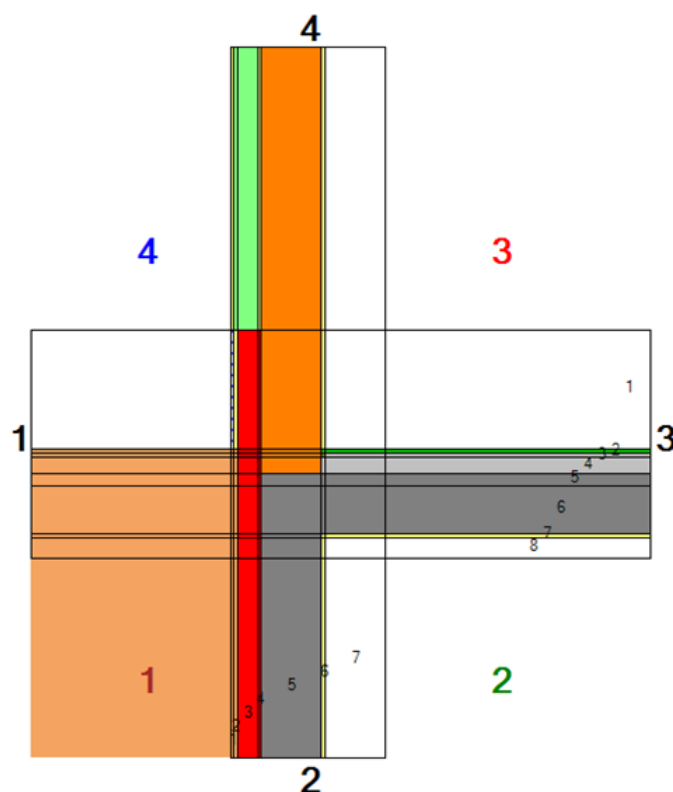
		Temperatura [°C]	Umidità relativa [%]
Condizioni esterne	Gennaio	-0,4	70,5
Condizioni interne	Ambiente 2	9,8	67,8
	Ambiente 3	20,0	52,5
	Ambiente 4	-0,4	70,5

Principali risultati del calcolo

	Attraverso struttura 1	Attraverso struttura 2	Totale
Flusso interno Φ_i [W]	27,776	10,859	38,634
Flusso esterno Φ_e [W]	21,481	17,154	38,634
Trasmittanza lineare interna Ψ_i [W/mK]	0,211	0,081	0,292
Trasmittanza lineare esterna Ψ_e [W/mK]	-0,409	0,524	0,115
Coefficiente di accoppiamento L_{2D} [W/mK]	-	-	1,893

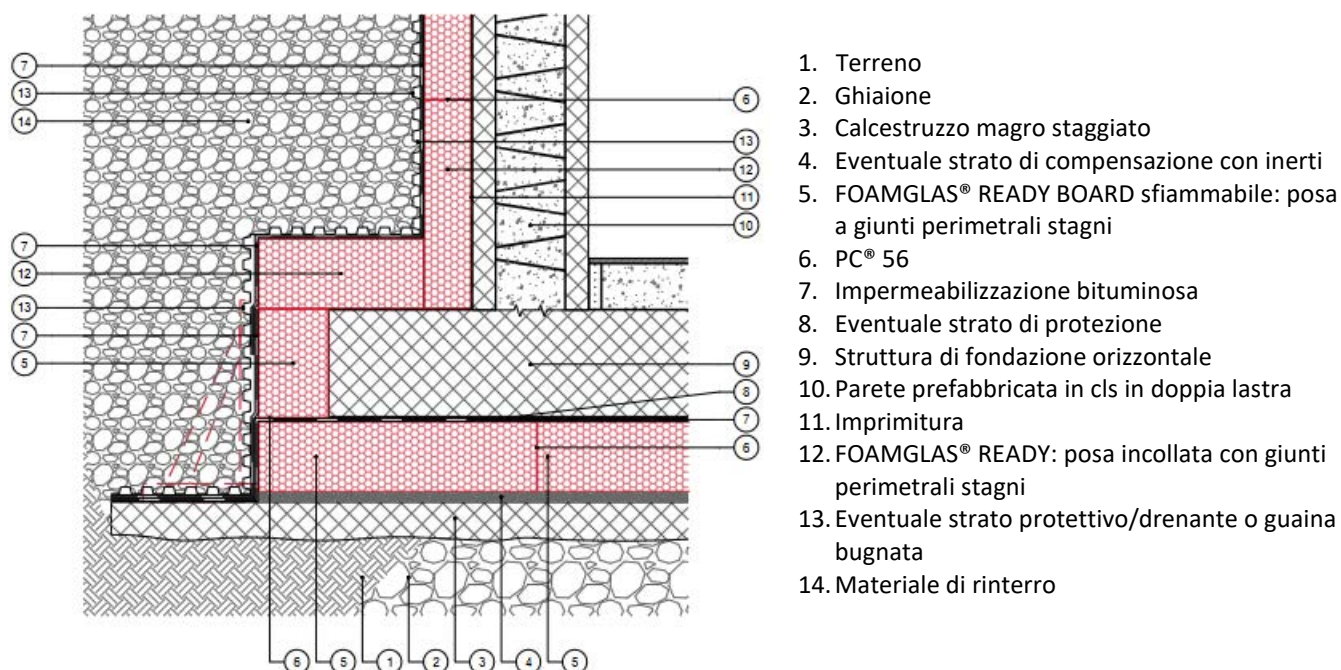
Verifiche igrotermiche

Temperatura superficiale minima di progetto [°C]	17,5
Temperatura superficiale minima per evitare il rischio di muffa [°C]	13,4
Temperatura superficiale minima per evitare condensa superficiale [°C]	10,0
Esito della verifica del rischio di formazione di muffa	✓
Esito della verifica del rischio di condensa superficiale	✓



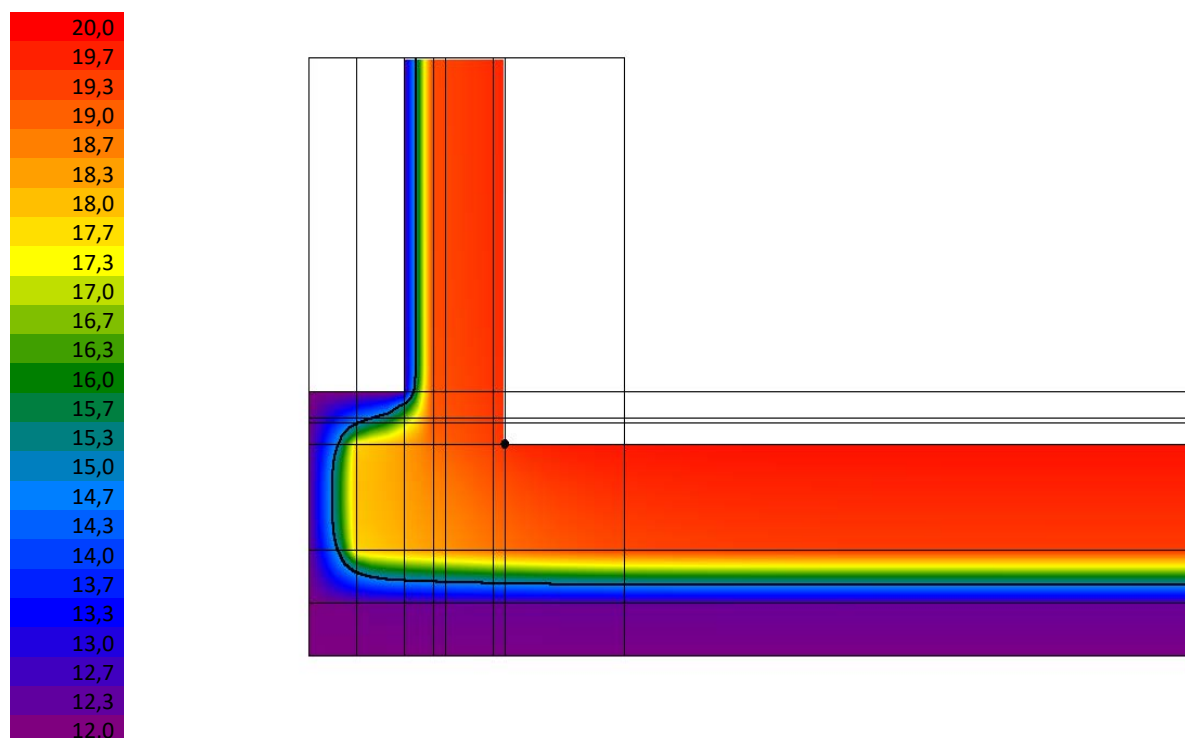
Modellazione geometrica e termica agli elementi finiti – software IRIS 6
In rosso FOAMGLAS® BOARD T3+

c) Muratura prefabbricata e platea ipogea in c.a. in doppia lastra



Questo nodo, essendo completamente interrato, non può essere calcolato applicando la metodologia standard per i nodi controterra, ossia il calcolo delle dispersioni verso l'esterno attraverso il terreno. Pertanto si è considerato il nodo come un ponte termico geometrico, considerando come "temperatura esterna" la temperatura del terreno calcolata secondo la norma UNI EN ISO 13788 per il mese di gennaio (mese più a rischio nella località di Milano). Questa temperatura è pari a 12°C.

Temperatura [°C]



Il grafico rappresenta la distribuzione delle temperature per le seguenti condizioni al contorno:

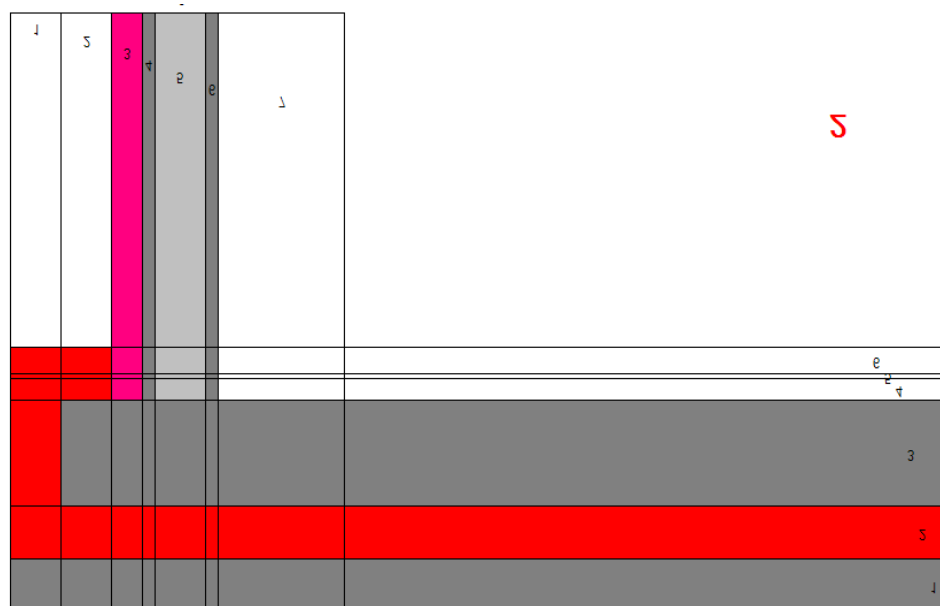
		Temperatura [°C]	Umidità relativa [%]
Condizioni esterne	Gennaio	12,0	83,9
Condizioni interne	Ambiente 1	12,0	83,9
	Ambiente 2	20,0	57,8

Principali risultati del calcolo

	Attraverso struttura 1	Attraverso struttura 2	Totale
Flusso interno Φ_i [W]	3,920	4,890	8,810
Flusso esterno Φ_e [W]	3,483	5,326	8,810
Trasmittanza lineare interna Ψ_i [W/mK]	0,088	0,088	0,176
Trasmittanza lineare esterna Ψ_e [W/mK]	-0,187	0,067	-0,120
Coefficiente di accoppiamento L_{2D} [W/mK]	-	-	1,101

Verifiche igrotermiche

Temperatura superficiale minima di progetto [°C]	19,5
Temperatura superficiale minima per evitare il rischio di muffa [°C]	14,8
Temperatura superficiale minima per evitare condensa superficiale [°C]	11,4
Esito della verifica del rischio di formazione di muffa	✓
Esito della verifica del rischio di condensa superficiale	✓

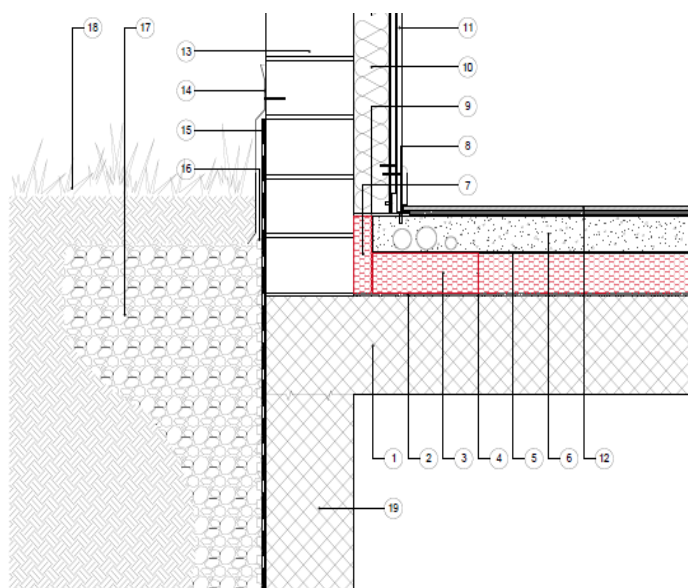


Modellazione geometrica e termica agli elementi finiti – software IRIS 6

In rosso FOAMGLAS® READY BOARD T4+

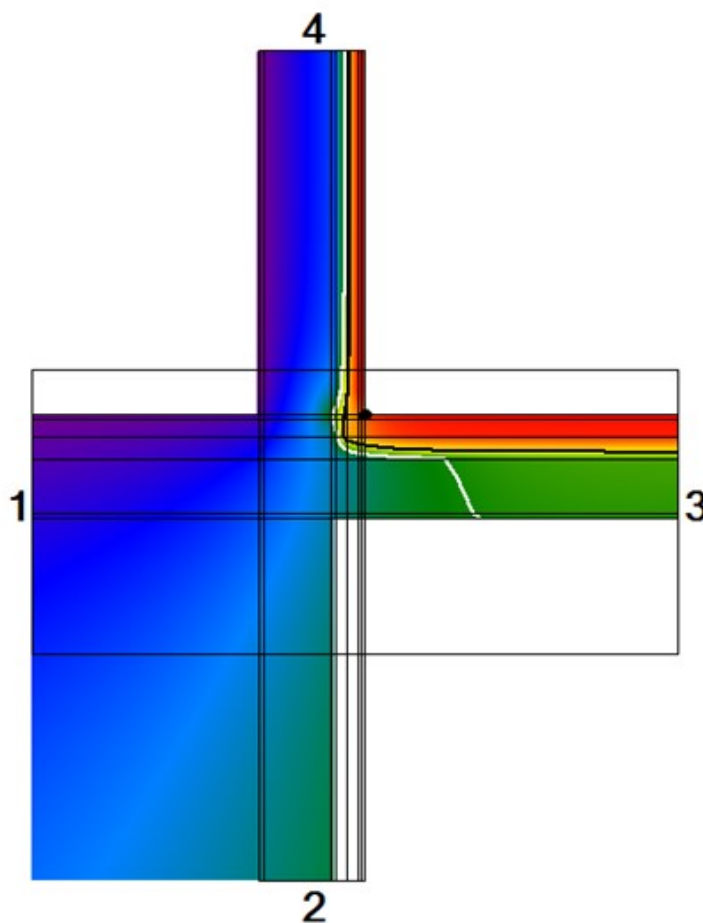
In magenta FOAMGLAS® READY T3+

d) Isolamento su strato di compensazione con massetto



1. Solaiolo interpiano
2. Eventuale strato di compensazione con inerti
3. FOAMGLAS® BOARD
4. PC® 56
5. Strato di separazione
6. Masetto o autolivellante
7. FOAMGLAS® BOARD: posa incollata con giunti perimetrali stagni
8. Staffa di ancoraggio della guida metallica
9. Guida metallica
10. Altro isolante
11. Pannelli in cartongesso o simili
12. Pavimentazione interna
13. Muratura perimetrale fuori terra
14. Banda del sole
15. Guaina o rasatura di impermeabilizzazione
16. Eventuale strato protettivo/drenante o guaina bugnata
17. Materiale di rinterro
18. Giardino
19. Parete perimetrali controterra

Temperatura [°C]



Il grafico rappresenta la distribuzione delle temperature per le seguenti condizioni al contorno:

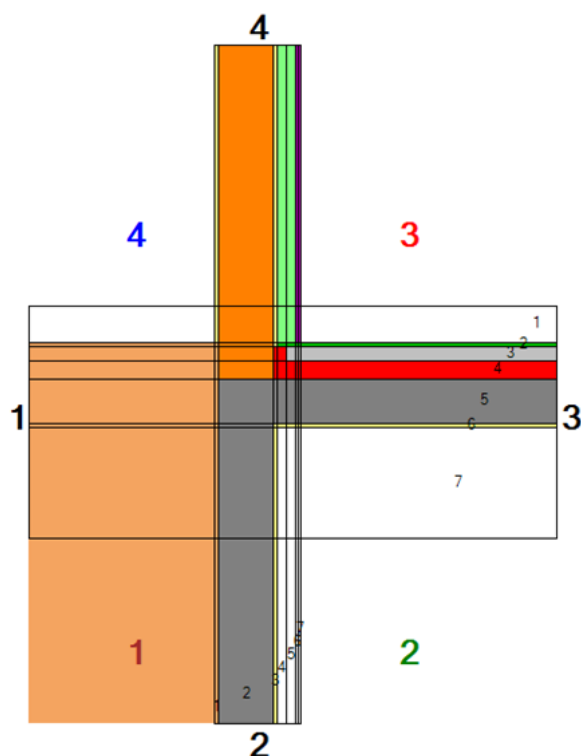
		Temperatura [°C]	Umidità relativa [%]
Condizioni esterne	Gennaio	-0,4	70,5
Condizioni interne	Ambiente 2	9,8	67,8
	Ambiente 3	20,0	52,5
	Ambiente 4	-0,4	70,5

Principali risultati del calcolo

	Attraverso struttura 1	Attraverso struttura 2	Totale
Flusso interno Φ_i [W]	6,231	8,569	14,799
Flusso esterno Φ_e [W]	4,567	10,232	14,799
Trasmittanza lineare interna Ψ_i [W/mK]	0,103	0,017	0,120
Trasmittanza lineare esterna Ψ_e [W/mK]	-0,044	0,148	0,104
Coefficiente di accoppiamento L_{2D} [W/mK]	-	-	0,725

Verifiche igrotermiche

Temperatura superficiale minima di progetto [°C]	17,7
Temperatura superficiale minima per evitare il rischio di muffa [°C]	13,4
Temperatura superficiale minima per evitare condensa superficiale [°C]	10,0
Esito della verifica del rischio di formazione di muffa	✓
Esito della verifica del rischio di condensa superficiale	✓



Modellazione geometrica e termica agli elementi finiti – software IRIS 6
In rosso FOAMGLAS® BOARD T3+

4 LE PRESTAZIONI RICHIESTE AL MATERIALE ISOLANTE

4.1 Il vetro cellulare. Marcatura CE e caratteristiche essenziali

La marcatura CE viene apposta sui prodotti da costruzione per attestare la rispondenza del prodotto alle informazioni fornite dal produttore in merito alle caratteristiche essenziali previste dalla pertinente norma europea armonizzata. Non è quindi un "marchio di qualità", ma unicamente l'attestazione che il prodotto è accompagnato da informazioni affidabili in merito alle sue caratteristiche essenziali, e può essere commercializzato nell'Unione Europea.

Il quadro di riferimento normativo per la marcatura CE dei prodotti da costruzione è in un momento di transizione. Infatti lo scorso 7 gennaio 2025 è entrato in vigore il nuovo Regolamento 2024/3110, che sostituisce il precedente Regolamento 305/2011 (applicato alla normativa nazionale in Italia col D.lgs. 106/2017). In realtà questa sostituzione non avviene immediatamente, ma avverrà gradualmente nel corso del tempo, per cui il nuovo Regolamento sarà gradualmente operativo nel corso dei prossimi anni. Infatti dovranno essere adeguate al nuovo Regolamento tutte le specifiche tecniche di prodotto armonizzate attualmente esistenti, e per far questo servirà un lavoro di diversi anni. All'interno delle nuove norme tecniche armonizzate sarà introdotto anche il requisito essenziale della sostenibilità ambientale, con le relative caratteristiche essenziali per ciascun prodotto. Fino all'aggiornamento, si potranno continuare ad utilizzare le norme tecniche conformi al precedente Regolamento 305/2011.

Sono soggetti ad obbligo di marcatura CE i prodotti per i quali esiste a livello europeo una norma armonizzata di riferimento. Quelli per cui non esiste una norma possono ottenere la marcatura CE attraverso una procedura volontaria, l'ETA (European Technical Assessment), rilasciata sulla base di un EAD (European Assessment Document), ossia un documento guida che illustri quali prestazioni valutare per quel prodotto e con quale metodologia.

Il documento attraverso il quale il fabbricante dichiara le prestazioni del prodotto rispetto alle caratteristiche essenziali definite dalla pertinente norma è la Dichiarazione di Prestazione a Conformità.

Per i pannelli in vetro cellulare la norma armonizzata europea di riferimento è la UNI EN 13167 "Isolanti termici per edilizia- Prodotti di vetro cellulare (CG) ottenuti in fabbrica- Specificazione". Pertanto questi prodotti sono sottoposti ad obbligo di marcatura CE.

La norma definisce i requisiti per i prodotti di vetro cellulare ottenuti in fabbrica, con o senza finiture superficiali o verniciature, che sono utilizzati per l'isolamento termico degli edifici. La norma descrive le caratteristiche del prodotto e comprende procedimenti di prova, valutazione della conformità, marcatura ed etichettatura.

	
4567 1234/ 7456	
AnyCo Ltd, PO Box 21, B-1050	
15 0123 – DoP – 2013/10/07	
EN 13167:2012+A1:2015	
ABCD Roofboard	
ThIB	
R_D	2,40 m ² ·K/W
λ_D	0,041 W/(m·K)
d_N	100 mm
RtF	A1
R_D	2,40 m ² ·K/W
λ_D	0,041 W/(m·K)
DS (70,90)	
CS(Y)600; PL(P)1.5	
BS 450; TP100; TR150	
CC(1.5/1/50)225	
WS; WL(P)	
MU	
AP1; AW1	
CG – EN 13167 – DS(70,90) – CS(Y)600 – PL(P)1.5 – BS 450 – TP100 – TR150 – CC(1.5/1/50)225 – WS – WL(P) – MU	

4.2 Caratteristiche essenziali e applicazione controterra

La norma UNI EN 13167 definisce il seguente elenco di caratteristiche essenziali in relazione alle quali possono essere dichiarate le prestazioni.

Caratteristiche essenziali
Resistenza termica
Reazione al fuoco
Durabilità della resistenza termica rispetto a calore, agenti atmosferici e invecchiamento/degrado
Durabilità della reazione al fuoco rispetto a calore, agenti atmosferici e invecchiamento/degrado
Resistenza a compressione
Resistenza a trazione e a flessione
Durabilità della resistenza a compressione rispetto a calore, agenti atmosferici e invecchiamento/degrado
Permeabilità all'acqua
Permeabilità al vapore acqueo
Indice di assorbimento acustico
Rilascio di sostanze pericolose nell'ambiente interno
Continuous Glowing Combustion

Caratteristiche essenziali da norma di prodotto per pannelli o lastre in vetro cellulare

Ci sono alcune caratteristiche fisiche del materiale, correlate alle caratteristiche essenziali, che assumono particolare importanza nell'applicazione controterra. Oltre all'isolamento termico, ossia la conducibilità termica, sempre la prestazione più importante per un materiale isolante, si possono citare:

- Assorbimento d'acqua
- Stabilità dimensionale
- Resistenza a compressione
- Scorrimento viscoso a compressione
- Permeabilità al vapore acqueo
- Reazione al fuoco

Riportiamo una descrizione più dettagliata di ciascuna caratteristica.



4.2.1 Resistenza termica e conducibilità termica (e loro durabilità)

La resistenza termica e la conducibilità termica devono essere ricavate da misure eseguite in base alla norma UNI EN 12667 o UNI EN 12939 per prodotti spessi. La misura viene eseguita ad una temperatura media di 10°C. Il valore si esprime con tre cifre significative, con arrotondamento coerente a quanto previsto nella norma di prodotto UNI EN 13167. I valori di resistenza termica e conducibilità termica devono essere valori $R_{90,90}$ e $\lambda_{90,90}$, elaborati statisticamente sulla base dei risultati di almeno 10 misure.

Il vetro cellulare è caratterizzato da un valore di resistenza termica molto stabile nel tempo.

Vantaggio: risparmi energetici calcolabili in modo affidabile e comfort termico interno costante per tutto le stagioni e per tutta la durata dell'edificio o dello stabilimento industriale.



4.2.2 Assorbimento d'acqua

L'assorbimento d'acqua per immersione indica quanta acqua viene assorbita dal materiale se immerso per un determinato periodo di tempo. È una caratteristica importante per la prestazione controterra, perché il terreno a contatto con l'isolante può risultare spesso impregnato d'acqua. Secondo la UNI

EN 13167, l'assorbimento d'acqua per immersione deve essere misurato secondo la norma EN 12087 metodo 1A.

L'isolante FOAMGLAS® è impermeabile perché composto da vetro a celle chiuse.

Vantaggio: Non assorbe l'umidità e non si gonfia.



4.2.3 Stabilità dimensionale

La stabilità dimensionale implica che un pannello non deve variare la propria larghezza, lunghezza di più dello 0,5% o il proprio spessore di più dell'1% se sottoposto a particolari condizioni di temperatura e umidità. Le prove devono essere eseguite secondo la EN 1604 dopo opportuno condizionamento dei provini. Questa caratteristica è fondamentale affinché non modifichi eccessivamente le proprie dimensioni se sollecitato termicamente o dalla presenza di umidità, evitando così movimenti all'interno delle strutture. L'isolante FOAMGLAS® è stabile dal punto di vista dimensionale, perché il vetro non si restringe né si gonfia.

Vantaggio: nessun disassamento, restringimento o scorrimento del materiale isolante. Basso coefficiente di espansione termica, quasi uguale a quello dell'acciaio e del cemento.



4.2.4 Resistenza a compressione

Per misurare la resistenza a compressione di un pannello vi si applica un carico progressivo fino a raggiungere o la rottura del provino (misura della resistenza a compressione) o la deformazione relativa del 10 % rispetto allo spessore iniziale (misura della resistenza a compressione al 10% di deformazione) e si quantifica la pressione necessaria. Queste caratteristiche garantiscono che il pannello possa resistere ad un determinato carico prima di rompersi o deformarsi eccessivamente e soprattutto che per un determinato tipo di isolante si possa conoscere questo carico, per poter decidere in maniera appropriata dove posizionarlo. Nelle applicazioni controterra è normalmente richiesta una buona resistenza a compressione. La norma di riferimento per la misura è la EN 826.

Grazie alla sua struttura in vetro, l'isolante FOAMGLAS® è esente da deformazioni e resistente alla compressione, anche in caso di carichi prolungati.

Vantaggio: uso senza rischi come isolamento termico portante. (La norma di riferimento per misurare la resistenza a compressione dell'isolante in vetro cellulare è la EN 826 Allegato A).

4.2.5 Scorrimento viscoso a compressione

La misura dello scorrimento viscoso (creep) a compressione consente di stimare la deformazione a lungo termine di un materiale sotto carico. In pratica consente di capire come un materiale si deformerà nel tempo se sottoposto ad un carico costante. La norma di riferimento per la misura è la UNI EN 1606. Questa caratteristica è importante per l'impiego controterra, dove i carichi applicati al materiale sono importanti e costanti nel tempo.

Il valore di scorrimento viscoso dei prodotti FOAMGLAS® destinati alle applicazioni controterra è disponibile sui documenti DOP, Dichiarazione di Prestazione a Conformità. (Per ulteriori informazioni tecniche, fare riferimento ai documenti EPD/TDS/PDS/DoP disponibili sul sito www.foamglas.it).



4.2.6 Permeabilità al vapore d'acqua

Le proprietà del materiale in merito alla trasmissione del vapore d'acqua devono essere determinate sulla base della norma UNI EN 12086, e dichiarate tramite il fattore di resistenza al passaggio del vapore, μ , per prodotti omogenei e come resistenza al passaggio del vapore, Z per prodotti non omogenei.

In alternativa, per la dichiarazione della resistenza al passaggio del vapore dei prodotti in vetro cellulare può essere usato il valore "infinito", citato dalla UNI EN ISO 10456.

L'isolante FOAMGLAS® è a tenuta di vapore acqueo perché composto da celle di vetro ermeticamente chiuse.

Vantaggio: non può essere penetrato dall'umidità e allo stesso tempo assume la funzione di barriera al vapore.



4.2.7 Reazione al fuoco

La classificazione sulla reazione al fuoco dei materiali deve essere determinata in accordo con la norma UNI EN 13501-1 e le regole di montaggio e fissaggio contenute nella UNI EN 15715.

L'isolante FOAMGLAS® è incombustibile perché costituito di puro vetro. Comportamento al fuoco: Euroclasse A1 (EN 13501-1).

Vantaggio: stoccaggio e lavorazione sicuri. Nessuna trasmissione del fuoco. Non emette fumo o gas tossici in caso di incendio.

4.3 Altre prestazioni

Al di fuori del contesto della marcatura CE vi sono altre caratteristiche che possono essere rilevanti nell'applicazione controterra. Queste sono:



4.3.1 Resistenza agli acidi

L'isolante FOAMGLAS® è resistente ai solventi organici e agli acidi (ad eccezione dell'acido fluoridrico) perché è fatto di puro vetro.

Vantaggio: nessun degrado dell'isolamento in caso di utilizzo in ambienti aggressivi.



4.3.2 Resistenza ai parassiti

Il vetro cellulare FOAMGLAS® è imputrescibile, resistente ai parassiti e alle radici perché è inorganico.

Vantaggio: isolamento senza rischi, specialmente nelle zone a contatto con il terreno (applicazioni interrato, zoccolo dell'edificio, tetti verdi).



4.3.3 Durabilità

La durabilità è una caratteristica fondamentale dal punto vista soprattutto della sostenibilità ambientale. Il materiale con elevata durabilità garantisce le prestazioni per tutta la durata della vita utile dell'edificio e anche un'eventuale riciclabilità o riutilizzo successivo.

L'isolante FOAMGLAS® è caratterizzato da un'alta durabilità, che consente di riutilizzare il materiale in loco.

Vantaggio: questo aspetto influisce sul contenimento dell'impatto ambientale globale dell'edificio.



4.3.4 Protezione dal radon

L'isolante FOAMGLAS® è a tenuta di gas grazie alla sua struttura cellulare ermetica. La potenziale penetrazione del gas Radon viene così evitata, per tutta la vita dell'edificio.

Vantaggio: uno sbarramento efficace e duraturo per contrastare l'ingresso del gas Radon all'interno dell'edificio. Vedi approfondimento a pag. 14

CONTATTI

- ANIT, Associazione Nazionale per l'Isolamento Termico e acustico
www.anit.it
info@anit.it
- Foamglas Italia Srl
www.foamglas.it
info@foamglas.it

BIBLIOGRAFIA

- [1] UNI EN ISO 13370 - 2018 Prestazione termica degli edifici – trasferimento di calore attraverso il terreno – Metodi di calcolo
- [2] UNI EN 13167 – 2015 Prodotti di vetro cellulare (CG) ottenuti in fabbrica - specificazione
UNI EN ISO 13788 – 2013 Prestazione igrotermica dei componenti e degli elementi per edilizia - Temperatura superficiale interna per evitare l'umidità superficiale critica e la condensazione interstiziale - Metodi di calcolo
- [3] R. Esposti, G. Galbusera, A. Panzeri e C. Salani, **Muffa, condensa e ponti termici. Volume 4, Collana: l'isolamento termico e acustico.** 2a Ed. da TEP srl, Gennaio 2014
- [4] M. Borghi, V. Erba, R. Esposti, G. Galbusera, A. Panzeri e D. Petrone, **I materiali isolanti. Volume 1, Collana: l'isolamento termico e acustico.** 2a Ed. da TEP srl, Gennaio 2013
- [5] A. Panzeri, **Ponderazione dei coefficienti lineari. Neo Eubios 61.** Ed. da TEP srl, settembre 2017
- [6] Manuale Anit: correzione dei ponti termici dei nodi controterra – marzo 2019
- [7] Raccolta di dettagli tecnici per una gestione professionale del radon, SUPSI,
<https://radonsolutions.ch>



ASSOCIAZIONE NAZIONALE
PER L'ISOLAMENTO TERMICO E ACUSTICO

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 sull'isolamento termico e 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.

www.anit.it



info@anit.it

Tel. 0289415126