

L'isolamento dei solai contro terra

Virginia Luisella Pascale, Ingegnere libero professionista

Attraverso l'analisi di un caso applicativo, viene valutato l'impiego dell'argilla espansa nell'isolamento dei solai contro terra.

L'isolamento dei solai contro terra rappresenta un aspetto critico, sia dal punto di vista progettuale sia dal punto di vista realizzativo, non solo per l'esigenza di garantire la continuità dell'isolamento termico, ma anche per la necessità di garantire l'impermeabilizzazione delle strutture di fondazione e proteggere l'involucro edilizio dall'acqua di risalita.

Se a questi aspetti deve essere dedicata una particolare attenzione nelle nuove costruzioni, ancora più complesso può risultare l'intervento sugli edifici esistenti.

Norme tecniche di riferimento

Le principali norme tecniche di riferimento, nella progettazione dell'isolamento termico contro terra, sono la UNI EN ISO 13370 e la UNI EN ISO 10211.

La norma UNI EN ISO 13370 permette di calcolare la trasmittanza termica degli elementi edilizi a contatto con il terreno: solai contro terra, solai su vespaio, involucro edilizio dei piani interrati riscaldati¹. Inoltre, fornisce un metodo di calcolo della trasmittanza termica equivalente dei solai su piani interrati non riscaldati ventilati dall'esterno (cioè consente di calcolare la trasmittanza termica fittizia del pacchetto "solaio su piano interrato + piano interrato").

La norma si applica agli elementi di edifici, o loro parti, che si trovino al di sotto di un piano orizzontale, delimitato dal perimetro esterno dell'edificio, che è situato:

- a livello della superficie interna del pavimento, nel caso di solai contro terra, solai su vespaio e solai su piani interrati non riscaldati;
- a livello della superficie esterna del terreno, nel caso di piani interrati riscaldati.

¹ La norma consente di calcolare la trasmittanza termica di pavimenti e pareti del piano interrato riscaldato, nonché il flusso termico totale disperso verso il terreno attraverso gli elementi edilizi del piano interrato (pavimento e pareti) posti al di sotto del livello del terreno.

La norma UNI EN ISO 10211 consente invece di calcolare la trasmittanza termica lineica dei ponti termici tra elementi edilizi a contatto con il terreno. A scopo esemplificativo, nelle Figure 1 e 2 è riportato un esempio di modellazione bidimensionale del nodo costruttivo tra parete e solaio contro terra.

Isolamento di pavimento contro terra: un caso pratico

Si riporta un caso pratico di isolamento di pavimento contro terra, relativo all'intervento di ristrutturazione edilizia e ampliamento volumetrico, con recupero sottotetto, di un edificio residenziale esistente, situato in regione Liguria. La soluzione progettuale adottata prevede la realizzazione di un pavimento contro terra, isolato mediante uno strato in argilla espansa posto al di sotto del solaio strutturale.

Si ricorda che, in regione Liguria, non è previsto l'obbligo di realizzazione del vespaio areato al di sotto dei pavimenti dei locali con permanenza di persone, ciò anche in ragione del fatto che la Liguria è una delle regioni italiane con più bassa concentrazione di gas Radon (tra 20 e 39 Bq/m³). In altre regioni, quali la Lombardia, la realizzazione del vespaio areato è invece resa obbligatoria dal Regolamento di Igiene e/o da specifiche norme regionali, sia nei casi di nuova costruzione e/o ampliamento volumetrico, sia nei casi di recupero di locali esistenti.

In Figura 3 e Tabella 1 è riportata la stratigrafia del pavimento contro terra del nuovo volume. La scelta di realizzare uno strato di isolamento in argilla espansa al livello delle fondazioni del fabbricato è stata dettata sia dalla capacità dell'argilla di contrastare la risalita di umidità, sia dal fatto che questo tipo di configurazione richiede un isolamento del solaio non strutturale molto inferiore rispetto all'isolamento che è necessario garantire in presenza di vespaio areato.

L'argilla è stata posata direttamente in sacchi, avendo cura di riempire le cavità con prodotto sfuso (ved. Figura 4); il materiale è stato posto in opera su uno strato di tessuto non tessuto ed è stato protetto superiormente con un telo in polietilene. Successivamente è stato realizzato il solaio strutturale in calcestruzzo armato a getto pieno. Per il massetto di sottofondo, realizzato al di sopra del solaio strutturale, è stato scelto un materiale con specifiche proprietà di isolamento termico: infatti il massetto è stato realizzato mediante la posa in opera di un sottofondo alleggerito avente λ_D pari a 0,046 W/(mK).

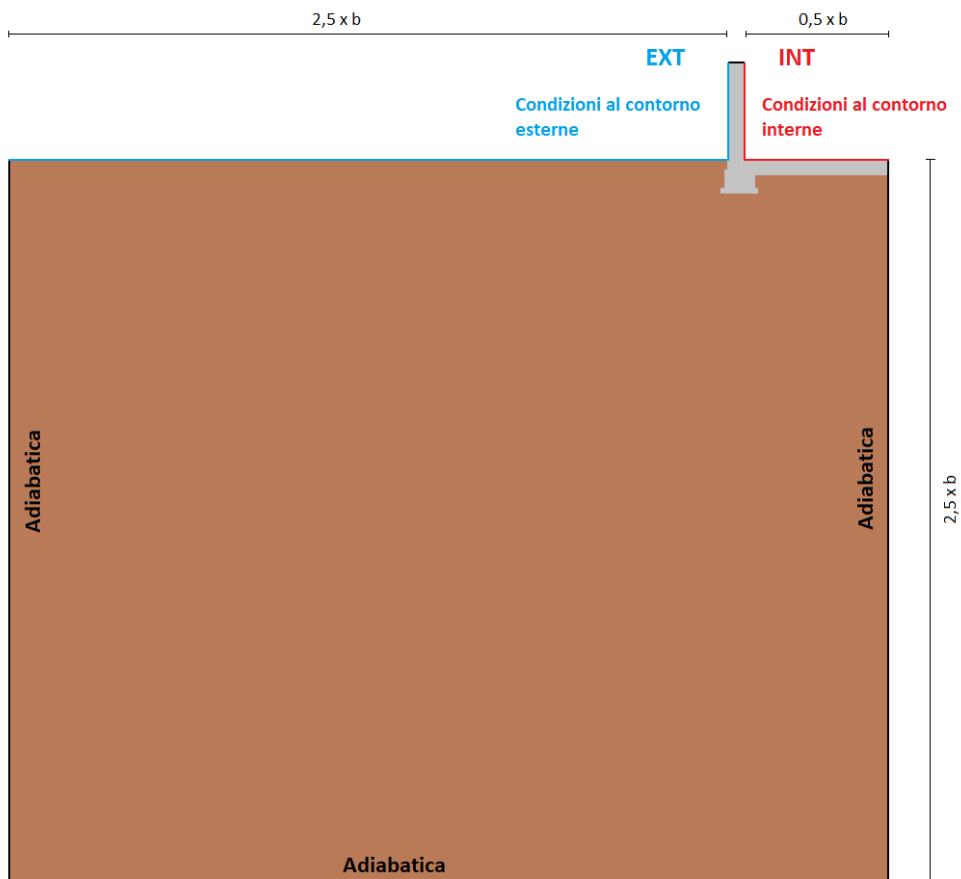


Figura 1 – Modello bidimensionale di ponte termico lineare nel nodo parete – solaio contro terra. Il modello include una porzione di terreno per tenere conto dell'effetto di quest'ultimo sul flusso termico (Q_{INT}) uscente dal nodo costruttivo. b è il valore minore tra 8 m e la larghezza (cioè la dimensione minore) del pavimento dell'edificio. Per edifici a pianta non rettangolare, si può assumere come larghezza la dimensione caratteristica B del pavimento, ricavata secondo la UNI EN ISO 13370. Le condizioni al contorno (resistenza termica superficiale e temperatura dell'aria) sono impostate sul perimetro interno (linea rossa) dei componenti edilizi e sul perimetro esterno (linea azzurra) del nodo costruttivo. I piani di taglio del terreno sono adiabatici, così come i piani di taglio delle strutture edilizie.

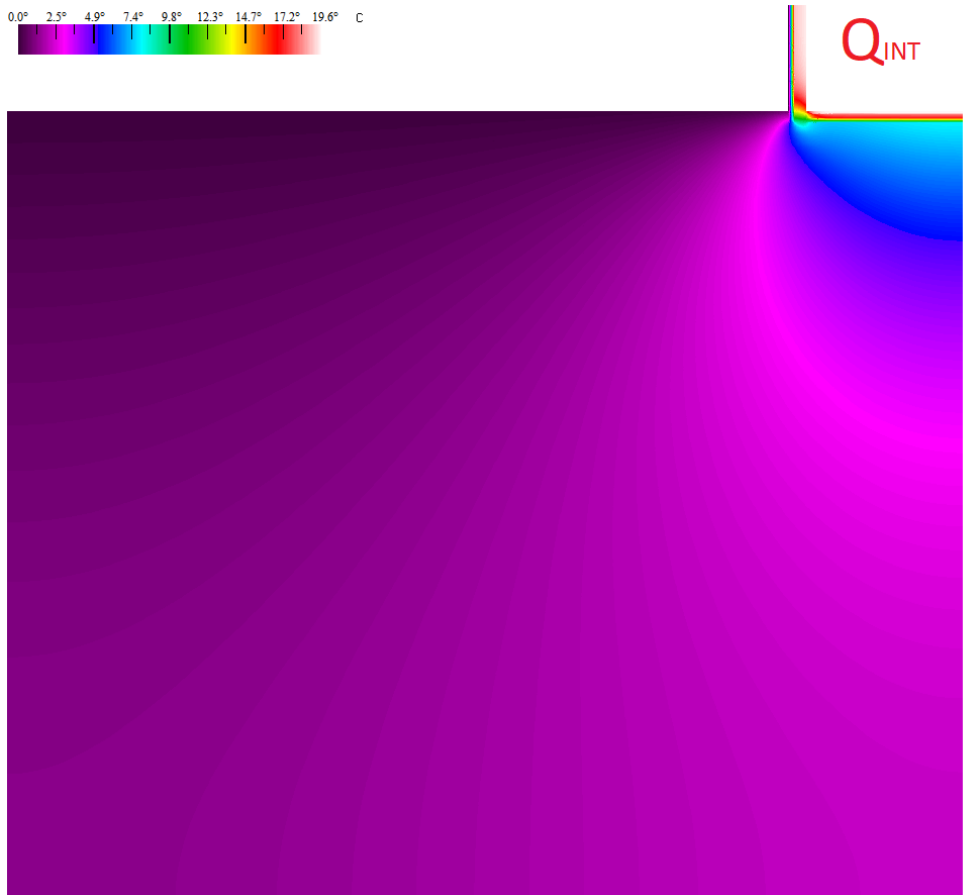


Figura 2 - Modello bidimensionale di ponte termico lineare nel nodo parete – solaio contro terra. Risultati di simulazione: curve isoterme. Il modello include una porzione di terreno per tenere conto dell'effetto di quest'ultimo sul flusso termico (Q_{INT}) uscente dal nodo costruttivo.

Al di sopra dello strato di sottofondo, è stato realizzato un massetto galleggiante, mediante la posa in opera di un materassino anticalpestio in polietilene reticolato espanso a celle chiuse, completo di fascia perimetrale². Lo spessore del massetto di finitura del pavimento galleggiante è stato dimensionato, in funzione della densità del materiale (1000 kg/m^3), per fornire il carico idoneo a far lavorare correttamente il materassino anticalpestio e a garantire la stabilità del sottofondo alleggerito.

La trasmittanza termica del pavimento disperdente verso il terreno, calcolata, secondo la norma UNI EN ISO 13370, in funzione della stratigrafia e della geometria del pavimento contro terra, è pari a $0,124 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (con conduttività termica del terreno $\lambda_g = 2 \text{ W/(mK)}$, dimensione caratteristica del pavimento $B = 4,35 \text{ m}$, spessore equivalente totale del pavimento $d_f = 14,12 \text{ m}$).

Al fine di garantire l'impermeabilità e l'isolamento termico delle fondazioni del nuovo volume, le travi ed i plinti di fondazione sono stati impermeabilizzati con due strati di guaina bituminosa elastoplastomerica da 4 mm, posati a teli sfalsati (ved. Figura 5). Le strutture di fondazione sono state successivamente isolate con pannelli in XPS, protetti dal contatto con il terreno mediante la posa di una membrana bugnata (ved. Figura 6).

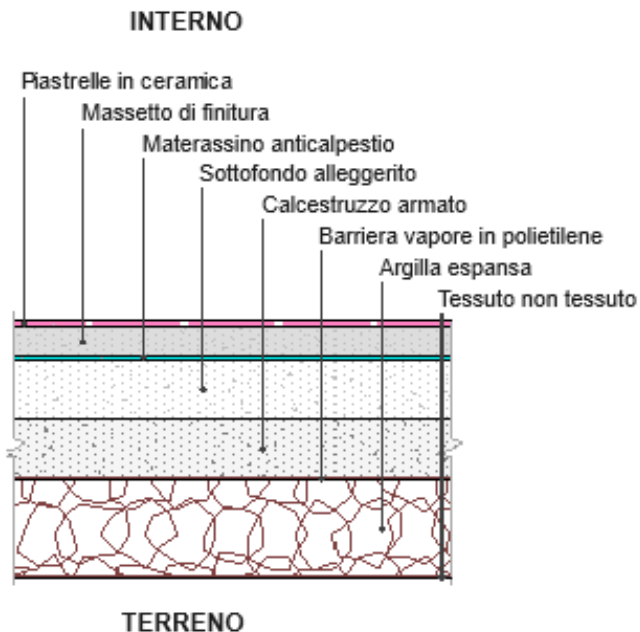
Nelle Figure da 7 a 8 è riportato il modello bidimensionale del ponte termico parete – pavimento contro terra, valutato in corrispondenza del plinto di fondazione. La trasmittanza termica lineica esterna del ponte termico ψ_e è pari a $0,063 \text{ W/(mK)}$. La temperatura superficiale interna minima in corrispondenza del nodo costruttivo è pari a $18,76^\circ\text{C}$, valore che risulta al di sopra della temperatura minima necessaria per evitare la formazione di muffa e condensa superficiale.

Si rileva che l'argilla espansa può essere impiegata con ottimi risultati anche per l'isolamento di solai contro terra esistenti. La Figura 10 si riferisce ad un intervento di parziale demolizione di solaio in latero cemento esistente, con rimozione del ghiaione sottostante il solaio, posa di un telo in tessuto non tessuto e riempimento della cavità

² In caso vi siano dubbi circa l'utilità della posa del materassino anticalpestio sui solai del piano terra di un fabbricato, si ricorda che il rumore da calpestio (o rumore da impatto) si trasmette non solo tra ambienti sovrapposti, ma anche tra ambienti adiacenti posti sullo stesso piano.

tra terreno e solaio strutturale mediante argilla espansa sfusa.

Figura 3 - Stratigrafia del pavimento contro terra con "vespaio" in argilla espansa.



Descrizione	Spessore s	Conduttività λ	Resistenza R	Densità ρ	Capacità C	Fattore μ
	mm	W/(mK)	m^2K/W	Kg/m^3	$KJ/(kgK)$	-
Adduttanza interna	-	-	0,170	-	-	-
Piastrelle in ceramica	15,0	1,300	0,012	2.300	0,84	213,0
Massetto di finitura	80,0	0,251	0,319	1.000	1,00	8,0
Materassino anticalpestio	9,0	0,035	0,257	30	1,00	2.000,0
Sottofondo alleggerito	150,0	0,046	3,261	100	1,00	5,7
Calcestruzzo armato	150,0	1,910	0,079	2.400	0,88	50,0
Barriera vapore in polietilene	0,2	0,400	0,001	940	1,80	700.000,0
Argilla espansa	250,0	0,090	2,778	315	1,00	2,0
Tessuto non tessuto	0,4	1,000	0,000	256	1,80	1,0

Tabella 1– Stratigrafia del pavimento contro terra con "vespaio" in argilla espansa. NB Ai fini del calcolo del flusso termico, l'adduttanza esterna dei componenti edilizi aderenti al suolo è nulla, pertanto si ha: $R_{se} = 0$ (ciò non vale ai fini delle verifiche di muffa e condensa, per le quali è sempre valida la relazione $R_{se} = 0,04 m^2K/W$).



Figura 4- Pavimento contro terra con “vespaio” in argilla espansa. Posa dell’argilla espansa al livello delle travi di fondazione, su di uno strato di tessuto non tessuto.



Figura 5 – Impermeabilizzazione di travi e plinti di fondazione, mediante posa in opera di due strati di guaina bituminosa elastoplastomerica da 4 mm, applicati a teli sfalsati. La guaina è stata posata in totale aderenza sulle strutture di fondazione e sulle pareti in laterizio, fino ad un'altezza di circa 30 cm fuori terra. Prima dell'applicazione della guaina, le superfici delle pareti in laterizio sono state rese planari mediante la realizzazione di uno strato di livellamento in malta cementizia, inoltre, su tutte le superfici di posa della guaina, sono state preventivamente stese due mani di primer bituminoso, avente funzione di promotore di adesione.



Figura 6 --*Isolamento termico di travi e plinti di fondazione, mediante posa in opera di pannelli in XPS, protetti con membrana bugnata. L'incollaggio dei pannelli in XPS è avvenuto mediante l'impiego di impermeabilizzante elastico bicomponente, idoneo alla posa su supporto bituminoso.*

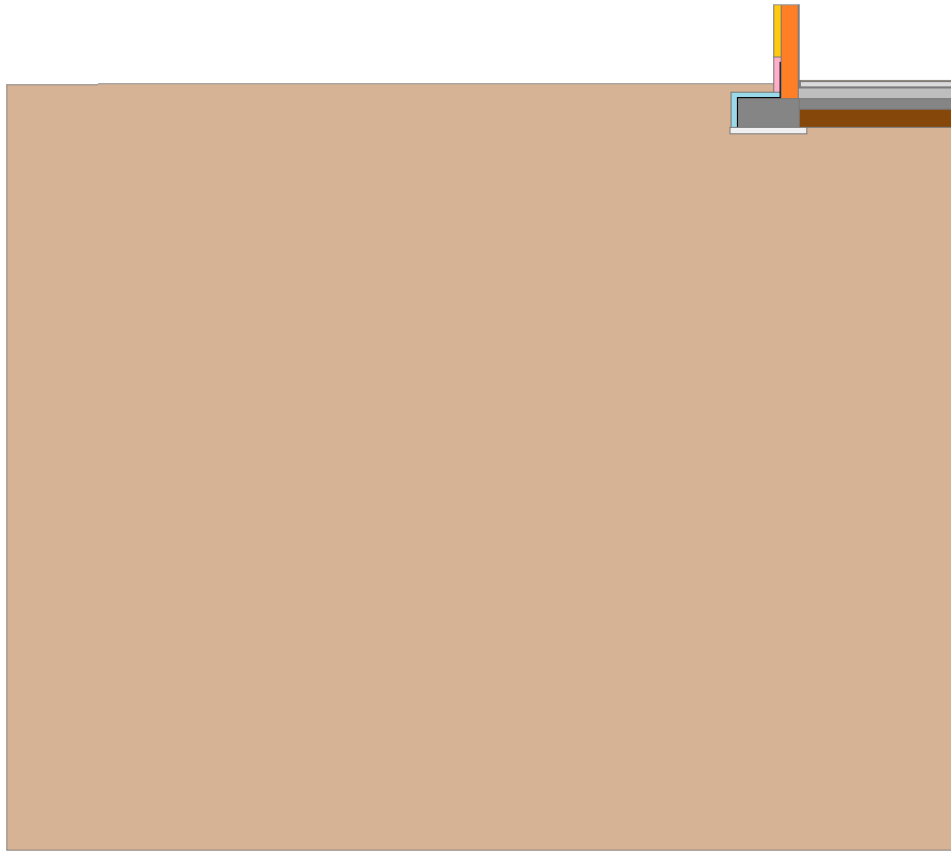


Figura 7 - Modello bidimensionale del ponte termico parete – pavimento contro terra, valutato in corrispondenza del plinto di fondazione. La parete è realizzata in blocchi Poroton 800 con cappotto esterno in lana di roccia ed ha una trasmittanza di $0,222 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. La zoccolatura del cappotto è in pannelli di EPS idrofobizzato e si sviluppa per un'altezza di 50 cm, di cui 40 cm fuori terra e 10 cm interrati. Il pavimento contro terra è realizzato secondo la stratigrafia riportata in Tabella 1 ed ha una la trasmittanza termica, calcolata secondo la UNI EN ISO 13370, pari a $0,124 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Il plinto è in calcestruzzo armato a getto pieno ed è stato realizzato su un sottofondo in magrone, quindi impermeabilizzato mediante un doppio strato di guaina bituminosa elastoplastomerica da 4 mm, che si estende lungo la parete in Poroton 800 sino ad una quota di circa 30 cm al di sopra del livello del terreno. L'isolamento del plinto è realizzato in pannelli di XPS da 8 cm.

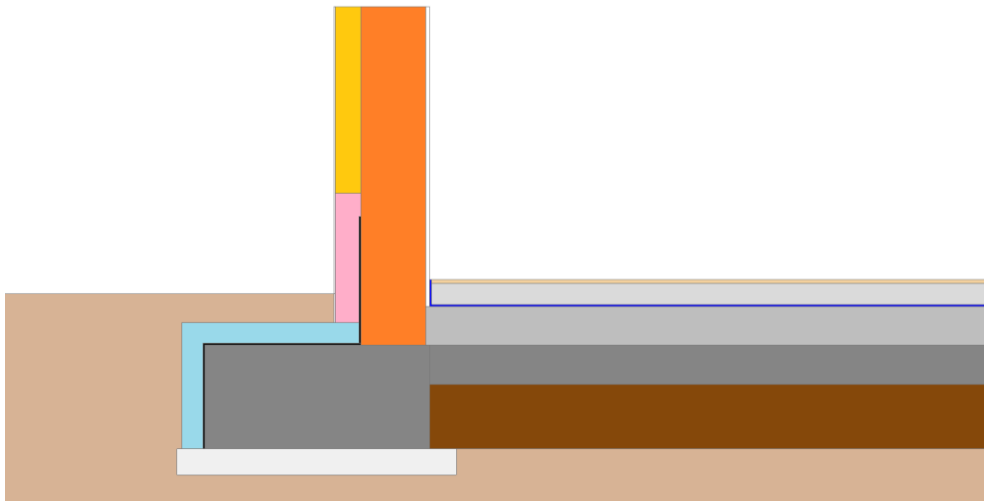


Figura 8- *Modello bidimensionale del ponte termico parete – pavimento contro terra, valutato in corrispondenza del plinto di fondazione. Dettaglio in corrispondenza del nodo costruttivo. Il cappotto esterno della parete in Poroton 800 è realizzato con pannelli in lana di roccia (colore ocra) ed ha una zoccolatura in EPS idrofobizzato (colore rosa). Il plinto e la parete sono rivestiti con un doppio strato di guaina bituminosa (colore nero), che raggiunge la quota di 30 cm fuori terra; il plinto inoltre è rivestito con pannelli isolanti in XPS da 8 cm (colore azzurro). Sul lato interno del fabbricato, si noti in blu il materassino anticalpestio del pavimento contro terra, completo di fascia perimetrale. Nella modellazione del ponte termico, è stata trascurata la presenza della membrana bugnata, posata a protezione del materiale isolante installato al di sotto del livello del terreno: ciò è in accordo con quanto previsto dalla norma UNI EN ISO 10211, che contempla la possibilità di trascurare la presenza di strati non metallici di spessore non superiore a 1 mm.*

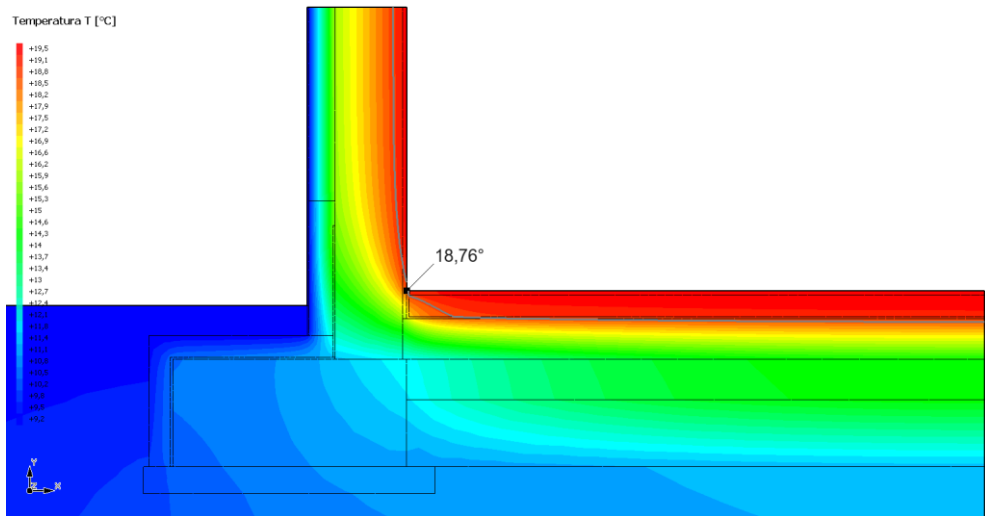


Figura 9 - Modello bidimensionale del ponte termico parete – pavimento contro terra, valutato in corrispondenza del plinto di fondazione. Dettaglio in corrispondenza del nodo costruttivo. Risultati di simulazione: curve isoterme. La temperatura superficiale interna minima in corrispondenza del nodo costruttivo risulta pari a 18,76°C. La trasmittanza termica lineica esterna del ponte termico ψ_e è invece pari a 0,063W/(mK).



Figura 10 – *Intervento di coibentazione di solaio contro terra esistente, realizzato mediante demolizione parziale della caldana e delle pignatte di alleggerimento del solaio, rimozione del ghiaione sottostante e creazione di un “vespaio” in argilla espansa, posato su di uno strato di tessuto non tessuto.*