

DOCUMENTAZIONE TECNICA

**Sistemi di
Riscaldamento
Radiante
a Pavimento**



INDICE

L'IMPIANTO A PAVIMENTO RADIANTE.....	5
CENNI STORICI	5
<i>GLI IMPIANTI DEGLI ANNI SETTANTA.....</i>	6
<i>GLI IMPIANTI AL GIORNO D'OGGI.....</i>	6
PERCHÈ SCEGLIERE UN IMPIANTO A PAVIMENTO RADIANTE	7
➤ È VERO CHE IL BENESSERE ED IL COMFORT SONO MIGLIORI DI ALTRI TIPI DI IMPIANTO?	7
<i>I PARAMETRI DEL BENESSERE TERMICO.....</i>	8
➤ È VERO CHE È PIÙ IGIENICO E CHE LA QUALITÀ DELL'ARIA È MIGLIORE DI ALTRI TIPI DI IMPIANTO?	12
➤ È VERO CHE È UN IMPIANTO CHE NON SI FA NOTARE?	12
➤ È VERO CHE È UN IMPIANTO CHE GARANTISCE UN RISPARMIO ENERGETICO?	13
➤ È VERO CHE È UN IMPIANTO CHE AUMENTA IL VALORE DELL'IMMOBILE?	14
➤ È VERO CHE È UN IMPIANTO ANTIVALDALICO?	14
➤ È VERO CHE SI PUÒ SEMPRE USARE ED INSTALLARE UN IMPIANTO A PAVIMENTO RADIANTE?	15
COS'È E DA COSA È COSTITUITO UN IMPIANTO A PAVIMENTO RADIANTE?.....	16
IL PANNELLO ISOLANTE.....	17
A) <i>CONDUTTIVITÀ TERMICA.....</i>	18
B) <i>DENSITÀ.....</i>	19
C) <i>RESISTENZA MECCANICA.....</i>	19
D) <i>STABILITÀ.....</i>	20
E) <i>ASSORBIMENTO D'ACQUA.....</i>	20
F) <i>PERMEABILITÀ AL VAPORE.....</i>	21
G) <i>COMPORAMENTO AL FUOCO.....</i>	21
TIPOLOGIA DEI PANNELLI ISOLANTI.....	22
I PANNELLI ISOLANTI HERZ.....	24
PANNELLO PAVIFLAT	24
<i>CARATTERISTICHE TECNICHE DEL PANNELLO PAVIFLAT.....</i>	25
PANNELLO PAVIPLUS.....	26
<i>CARATTERISTICHE TECNICHE DEL PANNELLO PAVIPLUS.....</i>	27
PANNELLO PAVIPOWER	28
<i>CARATTERISTICHE TECNICHE DEL PANNELLO PAVIPOWER.....</i>	29
PANNELLO PAVIDRY	30
<i>CARATTERISTICHE TECNICHE DEL PANNELLO PAVIDRY.....</i>	31
IL TUBO MULTISTRATO HERZ	32
TUBO MULTISTRATO HERZ PIPEFIX FH.....	32
MATERIALI	33
VANTAGGI.....	33
TRACCIABILITÀ.....	36
<i>CARATTERISTICHE DEI TUBI HERZ PIPEFIX FH - PE-RT/AI/PE-HD.....</i>	37
GARANZIA DEL TUBO HERZ PIPEFIX FH.....	37
LA FASCIA PERIMETRALE ISOLANTE	39
IL GRUPPO COLLETTORI E LA CASSETTA	40
I COLLETTORI.....	40
<i>DATI DI ESERCIZIO DEI COLLETTORI.....</i>	41
<i>PERDITE DEI CARICO DEI COLLETTORI.....</i>	42
<i>DIMENSIONI DEI COLLETTORI E DELLE CASSETTE CONSIGLIATE.....</i>	42
LE CASSETTE DA INCASSO	43
<i>TABELLA PER LA SCELTA DELLE CASSETTE DA INCASSO.....</i>	44

DIMENSIONAMENTO RAPIDO DEGLI IMPIANTI A PAVIMENTO RADIANTE.....	45
PRINCIPI DI BASE	45
PROGETTO E CALCOLO DELLA SUPERFICIE DEI SISTEMI DI RISCALDAMENTO	47
TEMPERATURA MASSIMA DELLA SUPERFICIE DEL PAVIMENTO.....	47
PASSAGGI DI CALCOLO.....	47
1) <i>RICHIESTA DI CALORE REALE.....</i>	<i>48</i>
2) <i>CALCOLO DELLA RICHIESTA DI CALORE SPECIFICO.....</i>	<i>48</i>
3) <i>CALCOLO DELLA STANZA STANDARD.....</i>	<i>49</i>
4) <i>SOVRATEMPERATURA MEDIA.....</i>	<i>49</i>
5) <i>CALCOLO DELLA TEMPERATURA DI MANDATA.....</i>	<i>52</i>
6) <i>CALCOLO DELLA DIFFERENZA DI TEMPERATURA PER TUTTI GLI ALTRI CIRCUITI DI RISCALDAMENTO.....</i>	<i>53</i>
7) <i>ZONE PERIFERICHE.....</i>	<i>54</i>
8) <i>ELEMENTI DI RISCALDAMENTO AGGIUNTIVI.....</i>	<i>54</i>
9) <i>CALCOLO DELLA QUANTITÀ DEL FLUSSO D'ACQUA.....</i>	<i>54</i>
10) <i>CALCOLO DELLA LUNGHEZZA DEI TUBI.....</i>	<i>55</i>
11) <i>CALCOLO DELLE PERDITE DI CARICO.....</i>	<i>56</i>
TABELLE PER IL DIMENSIONAMENTO RAPIDO	58
SISTEMI RADIANTI HERZ.....	64

L'IMPIANTO A PAVIMENTO RADIANTE

CENNI STORICI

L'impianto di riscaldamento a pavimento, a differenza di quanto si possa pensare non è un modo di riscaldare nuovo, nasce infatti, come idea, già molti anni prima della nascita di Cristo; Cinesi, Egiziani e Romani utilizzarono il riscaldamento a pavimento nelle loro abitazioni e nei locali pubblici.

La tecnica di base era molto semplice: si costruivano focolari interrati e si facevano passare i fumi in condotti ricavati sotto i pavimenti del locale da riscaldare. (figura 1 e 2)

Il sistema adottato dai Romani era invece molto più complesso e introduceva il concetto di impianto centralizzato. Con i fumi di un solo grande focolare, essi riuscivano a riscaldare più locali e anche più edifici.

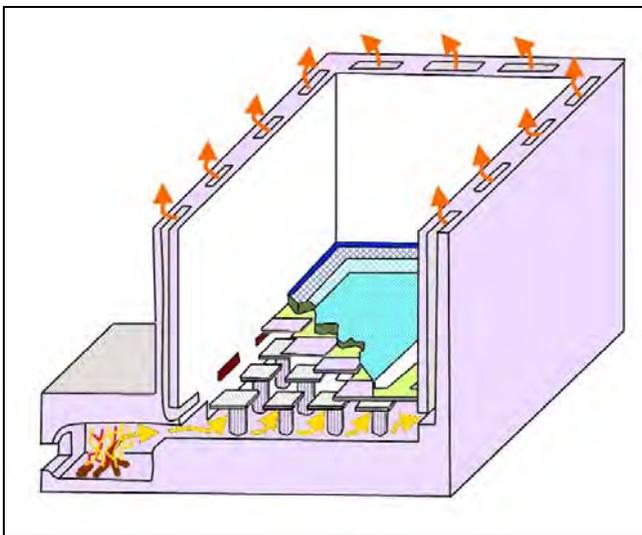


Figura 1



Figura 2

Esempio di un sistema di riscaldamento a pavimento nei tempi Romani

In epoca a noi più vicina solo agli inizi del Novecento il riscaldamento a pavimento appare nella sua configurazione attuale. È questo il periodo in cui furono realizzati i primi impianti di riscaldamento con tubi annegati sotto il pavimento: vale a dire con una tecnica sostanzialmente analoga a quella attuale.

Nei primi anni del secondo dopoguerra, nei paesi europei furono realizzati più di 100.000 alloggi con impianti a pannelli.

I tubi erano in acciaio e venivano annegati direttamente nelle solette senza alcuna interposizione di materiale isolante. Erano impianti che costavano decisamente meno di quelli a radiatori, inoltre richiedevano minore assistenza muraria, non intralciavano le opere di finitura ed evitavano qualsiasi operazione di verniciatura.

Diversi furono però i casi di malessere segnalati, da addebitarsi a tre cause principali:

1. **temperature troppo alte a pavimento**, dovute allo scarso isolamento degli alloggi;
2. **inerzia termica dei pavimenti troppo elevata**, dovuta al fatto che i pannelli (senza isolamento sotto) scaldavano l'intera soletta;
3. **inadeguatezza della regolazione**, che in pratica si effettuava solo manualmente.

I deludenti risultati ottenuti non erano da addebitarsi al tipo di impianto in sé stesso, bensì al mancato rispetto di alcuni limiti progettuali.

GLI IMPIANTI DEGLI ANNI SETTANTA

Negli anni settanta la crisi energetica riportò di nuovo alla ribalta i pannelli radianti.

Sotto la spinta di tale crisi, infatti, quasi tutti i paesi europei emanarono leggi che imposero che l'isolamento termico degli edifici. Fu così possibile riscaldare i locali con minore calore e quindi (nel caso dei pannelli) con temperature a pavimento più basse favorendo così lo sviluppo di questo tipo di riscaldamento che si è ormai evoluto pienamente.

GLI IMPIANTI AL GIORNO D'OGGI

Attualmente la tecnica per gli impianti a pavimento radiante si è molto evoluta eliminando i lati negativi e implementando quelli positivi come il confort, il risparmio energetico, l'igiene, e le termoregolazioni dinamiche che sono tra i principali motivi per cui vale la pena orientarsi verso questo sistema di riscaldamento piuttosto che altri. Anche i costi, un tempo relativamente maggiori, sono ormai divenuti alla portata di ognuno e molto simili a quelli di un normale impianto a radiatori (ben fatto e correttamente dimensionato).

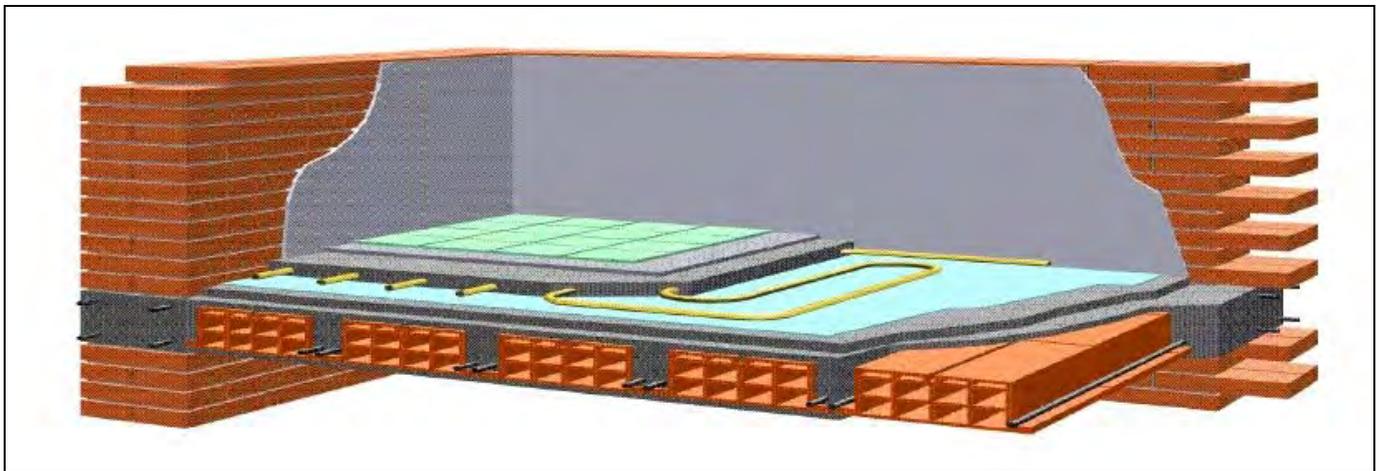


Figura 3. Stratigrafia di un tipico impianto a pavimento radiante

PERCHÈ SCEGLIERE UN IMPIANTO A PAVIMENTO RADIANTE

- È VERO CHE IL BENESSERE ED IL COMFORT SONO MIGLIORI DI ALTRI TIPI DI IMPIANTO?

Il benessere termico è così descritto nella norma UNI EN ISO 7730-2006:

“Il benessere termico è quella condizione della mente per la quale l'uomo esprime soddisfazione per l'ambiente termico circostante.”

L'impianto a pannelli riscalda i locali per irraggiamento.

L'irraggiamento è il sistema usato dal sole per riscaldare la terra ed è considerato il più piacevole per gli esseri umani perché viene percepito direttamente senza nessun mezzo come ad esempio l'aria.

Il risultato è un benessere naturale.

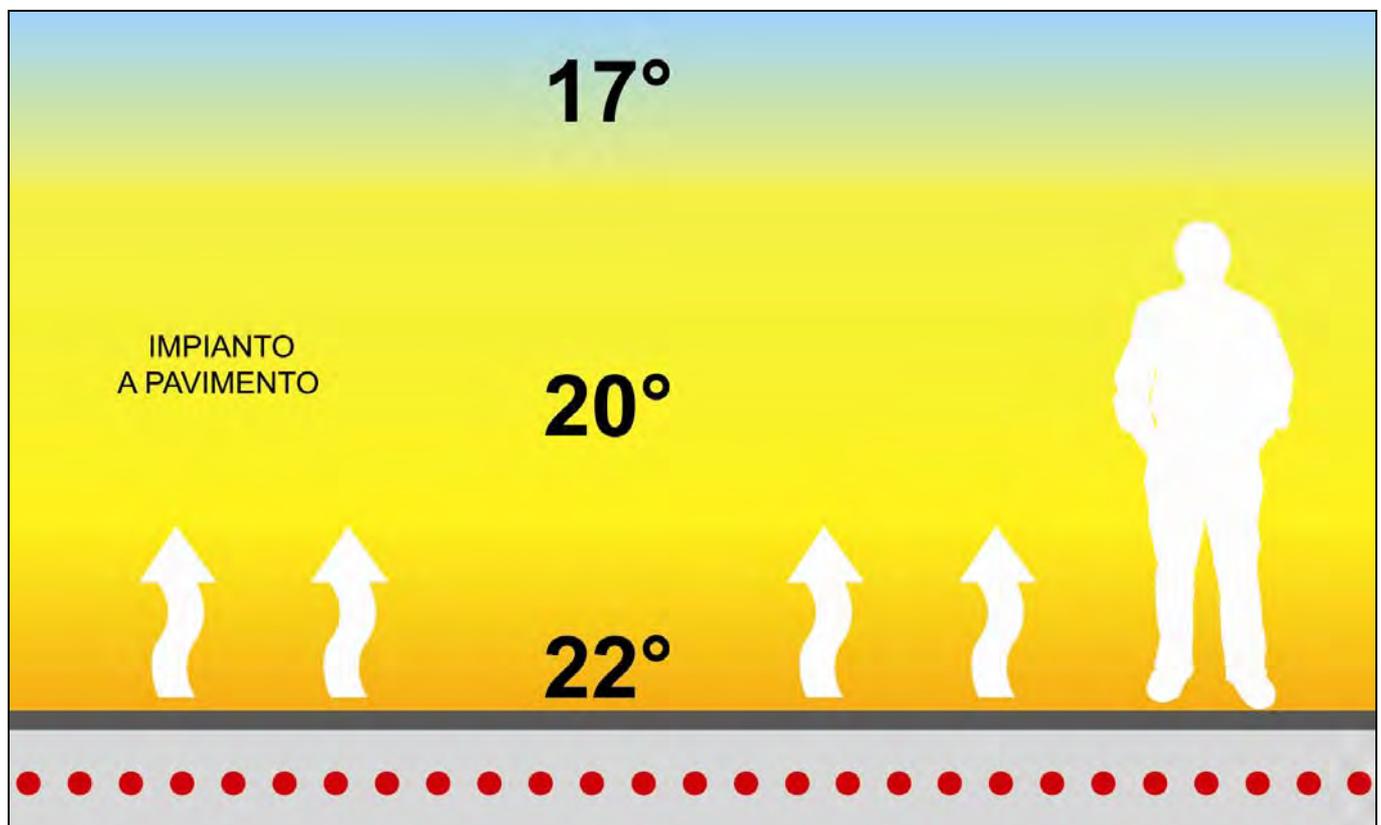


Figura 4

I PARAMETRI DEL BENESSERE TERMICO

Vediamo di trasformare in dati misurabili la definizione citata precedentemente.

La temperatura media radiante concorre a determinare, insieme alla temperatura dell'aria ambiente, la sensazione di benessere del corpo umano per la quale viene usata una grandezza, la TEMPERATURA OPERATIVA definita come:

$$T_{\text{operativa}} = \frac{T_{\text{aria}} + T_{\text{media radiante}}}{2}$$

dove

T_{aria} = temperatura misurata nell'ambiente

$T_{\text{media radiante}}$ = temperatura media ponderata delle temperature superficiali di tutte le superfici dell'ambiente

$$T_{\text{media radiante}} = \frac{tp_1 \times s_1 + tp_2 \times s_2 + \dots + tp_n \times s_n}{s_1 + s_2 + \dots + s_n}$$

dove

tp = temperatura superficiale di ciascuna parete (compresi pavimento e soffitto)

s = superficie di ciascuna parete

La temperatura superficiale della parete è funzione della sua trasmittanza – cioè della sua capacità di trasmettere il calore all'esterno – secondo la formula:

$$tp = T_{\text{aria}} - \frac{K \times \Delta t}{\alpha_i} \quad \text{oppure viceversa} \quad K = \frac{(T_{\text{aria}} - tp) \times \alpha_i}{\Delta t}$$

dove

K = trasmittanza della parete ($W/m^2\text{°C}$);

α_i = coefficiente di adduzione interna, variabile da 5,8 a 9,3 $W/m^2\text{°C}$;

Δt = differenza di temperatura tra interno ed esterno, in °C

Non è nostra intenzione fare un trattato scientifico ma solo fornire alcuni concetti di base, perciò vediamo di trasformare quanto sopra in un semplice esempio pratico al fine di vedere con dei numeri cosa succede.

Prendiamo la figura seguente per fare ciò.

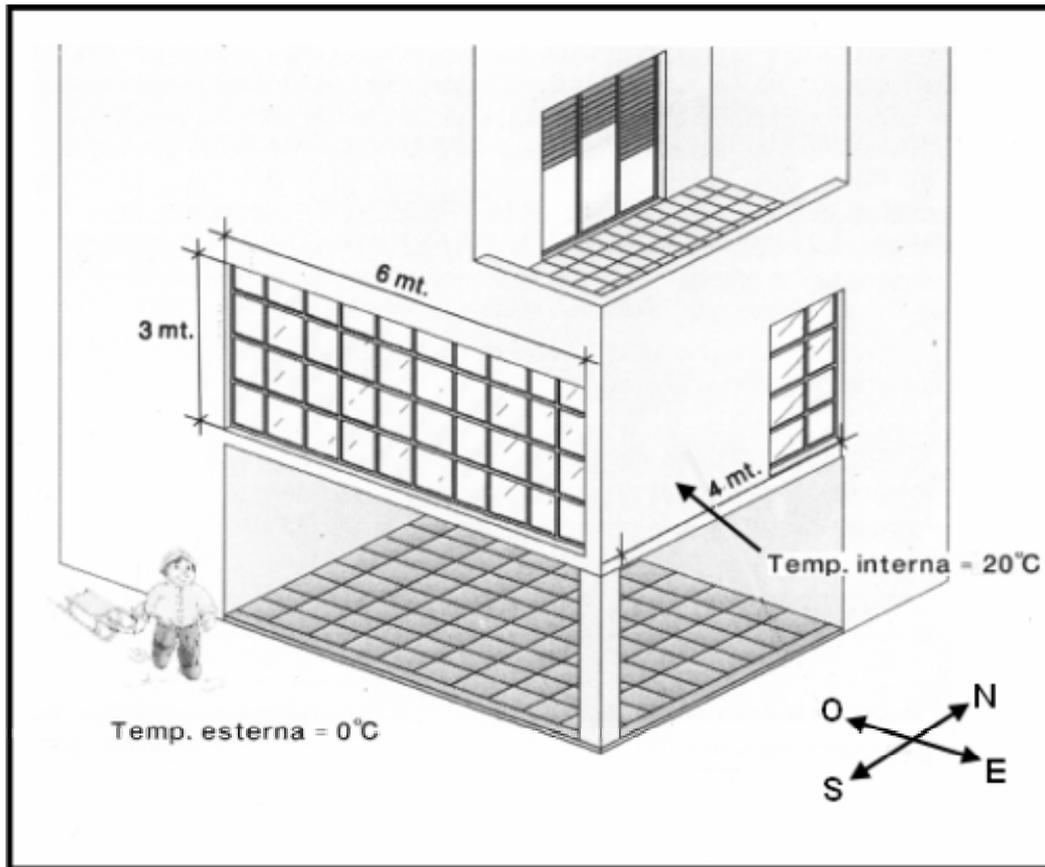


Figura 5 - Esempio per il calcolo delle temperature superficiali

Parete	Superficie (m ²)	K (W/m ² °C)	Δt (°C)	tp (°C)
Vetrata Sud	18	5	20	7,5
Opaca Est	10	1,2	20	17
Vetrata Est	2	5	20	7,5
Pavimento	24	1,4	20	16,5
Divisorie interne	30	-	0	20
Soffitto interno	16	-	0	20
Soffitto balcone	8	1,6	20	16

Tabella 1

Dalle formule viste sopra risulta:

$$T \text{ media radiante} = \frac{18 \times 7,5 + 10 \times 17 + 2 \times 7,5 + 24 \times 16,5 + 30 \times 20 + 16 \times 20 + 8 \times 16}{18 + 10 + 2 + 24 + 30 + 16 + 8} = 16,3^\circ\text{C}$$

e quindi:

$$T \text{ operativa} = \frac{20 + 16,3}{2} = 18^\circ\text{C}$$

A questo punto avremmo dovuto trovarci con un valore di almeno 19 °C per soddisfare i requisiti di confort ma vediamo che così non è, quindi abbiamo 2 modi per risolvere il problema:

- 1) alzare la temperatura dell'aria portandola ad almeno 22 °C ed incorrendo in violazioni delle leggi sul risparmio energetico (che ricordiamo prevedono una temperatura massima di 20 °C);
- 2) isolare le pareti superficiali in modo da alzare la loro temperatura superficiale e non aumentare i consumi. Così facendo otterremo:

Parete	Superficie (m ²)	K (W/m ² °C)	Δt (°C)	Tp (°C)
Vetrata Sud (con doppio vetro)	18	2,8	20	13
Opaca Est (coibentazione)	10	0,6	20	18,5
Vetrata Est (doppio vetro)	2	2,8	20	13
Pavimento (coibentazione)	24	0,8	20	18
Divisorie interne	30	-	0	20
Soffitto interno	16	-	0	20
Soffitto balcone (coibentazione)	8	0,5	20	18,7

Tabella 2

$$T \text{ media radiante} = \frac{18 \times 13 + 10 \times 18,5 + 2 \times 13 + 24 \times 18 + 30 \times 20 + 16 \times 20 + 8 \times 18,7}{18 + 10 + 2 + 24 + 30 + 16 + 8} = 18^\circ\text{C}$$

e

$$T \text{ operativa} = \frac{20 + 18}{2} = 19^\circ\text{C}$$

Così abbiamo ottenuto il risultato desiderato.

Coibentazione corretta dell'edificio e uso di un sistema di riscaldamento a pavimento radiante sono quindi un'abbinata ottimale che permette di avere una temperatura operativa confortevole e un risparmio energetico importante.

È importante notare che già da solo l'impianto a pavimento radiante contribuisce per mezzo dell'irraggiamento ad aumentare la temperatura superficiale delle pareti ed arrivare ancor prima a questi risultati.

Come si evidenzia nelle figure a lato, l'impianto a pannelli radianti è il sistema che crea la situazione di benessere più vicina a quella ideale. Nella figura in alto, si vede come dovrebbe essere distribuito il calore perché un corpo umano tragga il maggior senso di benessere. La figura in centro descrive la situazione con riscaldamento a radiatori e la figura in basso mostra la distribuzione del calore con un impianto a pannelli radianti a pavimento.

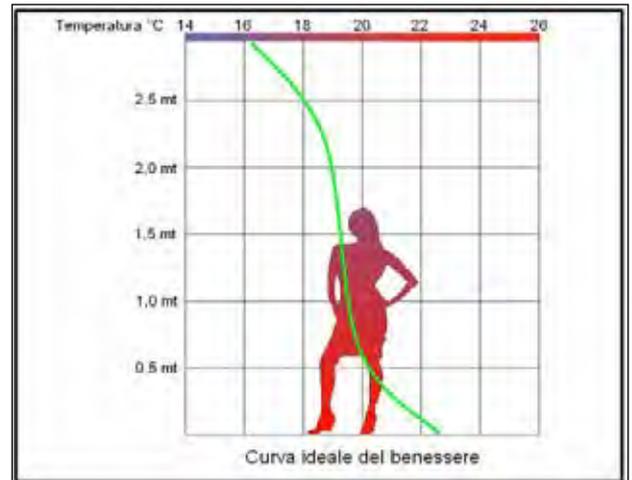


Figura 6

Come si può vedere **nell'impianto a radiatori, si riscalda in modo esagerato e non necessario la zona sopra i 2,5 metri e non si riscalda a sufficienza la zona vicino ai piedi.** Questo è dovuto al moto convettivo dell'aria che riscaldandosi vicino al radiatore tende a salire e poi una volta raffreddata tende a scendere. Questo oltre a non creare un benessere ideale, crea spreco di denaro perché per avere i 20 °C all'altezza di 1,5 metri devo surriscaldare la parte alta fino a 22 °C!

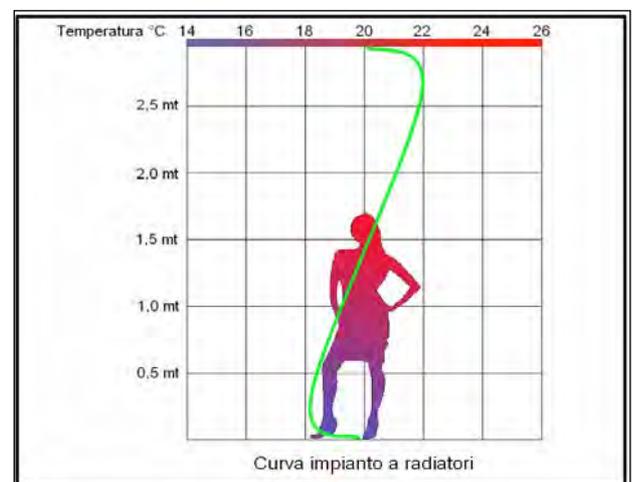


Figura 7

Cosa ben diversa invece nella figura in basso dove si vede che **il calore emesso dal pavimento rimane pressoché costante fino ai 2,5 metri di altezza.** Poi la temperatura diminuisce. **Questo indica benessere "dalla testa ai piedi" e risparmio energetico perché non si riscaldano le zone non necessarie.**

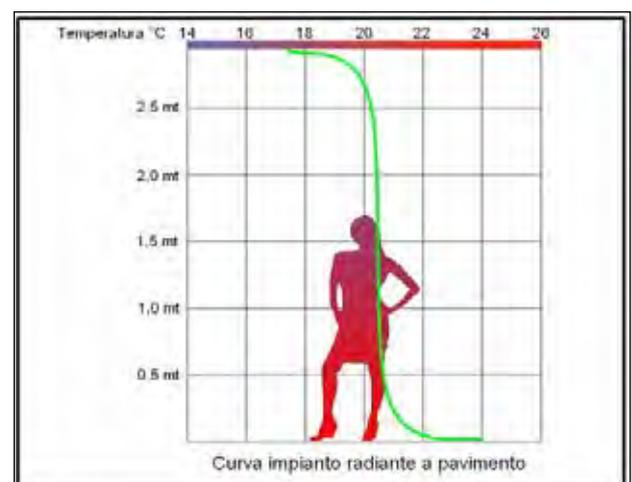


Figura 8

➤ **È VERO CHE È PIÙ IGIENICO E CHE LA QUALITÀ DELL'ARIA È MIGLIORE DI ALTRI TIPI DI IMPIANTO?**

Il riscaldamento a pannelli radianti a pavimento non permette la formazione di zone umide nel pavimento, quindi **non si possono formare muffe** (anche sulle pareti degli ambienti in cui è presente) e conseguenti proliferazioni di acari o batteri.

Essendo un impianto che lavora a bassa temperatura del fluido vettore (acqua) **non si possono innescare combustioni di polveri o pulviscoli** (Figura 9) e **i moti convettivi sono quasi assenti** (Figura 4); questo di conseguenza evita ambienti malsani che potrebbero essere causa di allergie, difficoltà respiratorie, senso di arsuria e irritazioni alla gola.

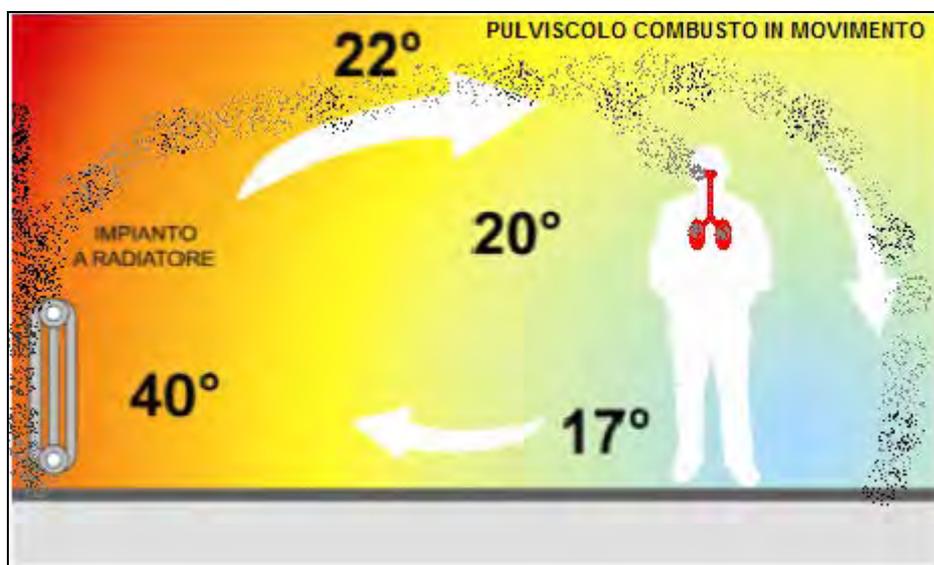


Figura 9

➤ **È VERO CHE È UN IMPIANTO CHE NON SI FA NOTARE?**

La qualità della vita si misura anche dall'estetica degli ambienti in cui viviamo ogni giorno e dalle cose che ci piace mettere all'interno di essi.

L'impianto a pavimento radiante permette ad ognuno di disporre dei suoi ambienti come meglio vuole, non ci sono vincoli di natura estetica in quanto l'impianto essendo integrato nel pavimento non pone limiti alla libertà d'arredo.

Con un impianto a pavimento radiante gli spazi perciò diventano completamente disponibili e liberi permettendo di avere un benessere termico senza antiestetici elementi a vista.

Nelle ristrutturazioni di edifici antichi, storici o nelle chiese questa caratteristica assume un ruolo fondamentale preservando l'integrità architettonica e artistica degli ambienti.

Inoltre tale tipo di impianto è **molto silenzioso e non reca disturbo agli occupanti**, a differenza di altri tipi di impianti.

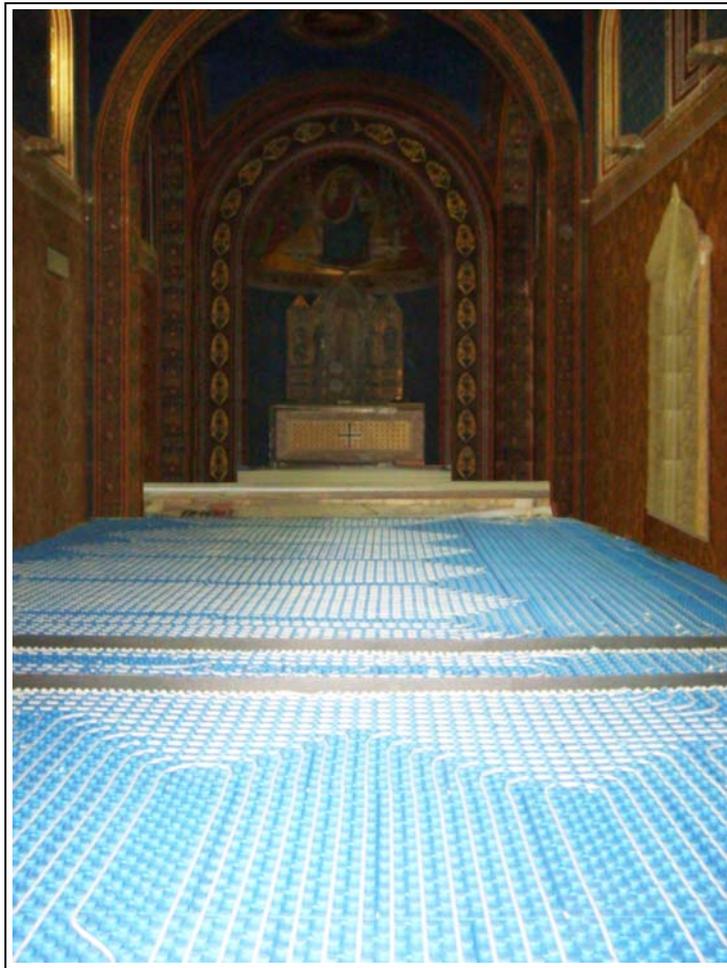


Figura 9 - Chiesa di San Costanzo realizzata a Perugia

➤ È VERO CHE È UN IMPIANTO CHE GARANTISCE UN RISPARMIO ENERGETICO?

Lavorando con basse temperature del fluido vettore (acqua) e su ampie superfici radianti (l'intero pavimento) il livello di comfort che si ottiene è notevolmente superiore e le spese per ottenerlo sicuramente inferiori. È difficile stabilire una percentuale precisa di quanto un impianto a pavimento radiante permetta di risparmiare perché i fattori in gioco sono molti e dipendono sia dalle caratteristiche dei materiali usati che dalla corretta posa degli stessi, ma si può individuare **tra il 15% e il 20% il corretto ordine di grandezza del risparmio ottenibile con tale sistema.**

Ricordiamoci infatti che oltre al normale isolamento dell'abitazione, grazie all'impianto a pavimento aggiungiamo un'ulteriore barriera, con il pannello isolante, alle dispersioni termiche e questo significa minor necessità di calore da fornire per mantenere l'equilibrio termico degli ambienti.

Da alcuni studi sperimentali eseguiti si è trovato che la presenza di un pannello isolante riduce le dispersioni verso il basso di circa la metà.

Fornire calore a bassa temperatura significa avere minori dispersioni e un gradiente termico inferiore rispetto ad altri impianti, oltretutto come abbiamo visto non si genera il fenomeno della stratificazione verso l'alto, perciò anche con stanze molto alte (o chiese) non si va a riscaldare inutilmente un volume non utilizzato.

L'effetto radiante che si propaga poi anche verso i muri circostanti permette di mantenere una temperatura di comfort generalmente inferiore di 1 °C rispetto ad un impianto tradizionale e ad ogni grado centigrado in meno corrisponde circa un 7% di consumo in meno.

Grazie a tutti questi fattori il generatore di calore per l'impianto a pavimento radiante può essere scelto tra varie opzioni quali:

- pompe di calore tradizionali
- caldaie a condensazione
- pannelli solari
- sistemi di recupero del calore
- geotermia
- teleriscaldamento

aumentando con alcuni di essi anche la sicurezza dell'abitazione in quanto non necessitano di sistemi di distribuzione del gas e conseguentemente abbattendone anche i relativi costi di manutenzione.

➤ È VERO CHE È UN IMPIANTO CHE AUMENTA IL VALORE DELL'IMMOBILE?

Certamente è più appetibile spendere qualcosa in più per avere un notevole ventaglio di vantaggi come quelli che fornisce un impianto a pavimento radiante, quindi possiamo affermare che una volta elencati gli stessi e spiegati al potenziale acquirente non si incontreranno riserve sull'investire in un immobile ad alto valore aggiunto.

➤ È VERO CHE È UN IMPIANTO ANTIVALDALICO?

Senza ombra di dubbio gli ambienti pubblici, ove le caratteristiche tecniche lo permettano, dovrebbero essere progettati e costruiti con impianti a pavimento radiante in virtù dei notevoli benefici finora esposti ma anche prestando attenzione alle future spese di manutenzione e gestione.

Non è raro infatti nelle scuole o in generale in ambienti frequentati dal pubblico, vedere radiatori senza valvole termostatiche o senza volantini di comando, ventilconvettori ammaccati e rovinati senza gli accessori di controllo (termostati e/o variatori di velocità) e altri fenomeni simili. Un impianto a pavimento radiante è impossibile da rubare! o manomettere in quanto tutta la sua struttura è annegata nel massetto e solo le cassette di alloggiamento collettori per la distribuzione del fluido sono a vista, ma con un minimo di accortezza nella progettazione si possono sicuramente trovare locali idonei al loro posizionamento dove non siano esposte al pubblico.

Inoltre non ci sono elementi a vista (radiatori) che possono essere potenziali punti pericolosi soprattutto in strutture dedicate ai bambini come gli asili.

➤ È VERO CHE SI PUÒ SEMPRE USARE ED INSTALLARE UN IMPIANTO A PAVIMENTO RADIANTE?

Affermare una cosa del genere sarebbe sicuramente un errore, infatti ci sono situazioni in cui tale sistema non è consigliato o non è idoneo agli scopi che il progettista e l'utilizzatore finale si prefiggono.

Un'abitazione situata in posizioni geografiche dove la richiesta di calore è elevata o, il più delle volte, dove il grado di isolamento generale dell'edificio è pessimo, necessiterà di potenze termiche che un impianto a pavimento radiante non può fornire se si vuole mantenere una temperatura superficiale entro la norma (inferiore a 29 °C nei locali di soggiorno e 35 °C nelle zone periferiche o nei bagni). In questi casi può essere necessario integrare all'impianto a pavimento radiante dei radiatori ove necessario o decidere di fare il tutto con un impianto tradizionale.

I tempi di messa a regime di un impianto a pavimento radiante sono superiori a quelli di un normale impianto a radiatori a causa dell'inerzia termica del massetto sopra la tubazione, perciò in locali dove si prevedano periodi di riscaldamento brevi e discontinui (case vacanza) o dove si vogliano causare repentini cambiamenti delle temperature interne, tale sistema non è molto indicato.

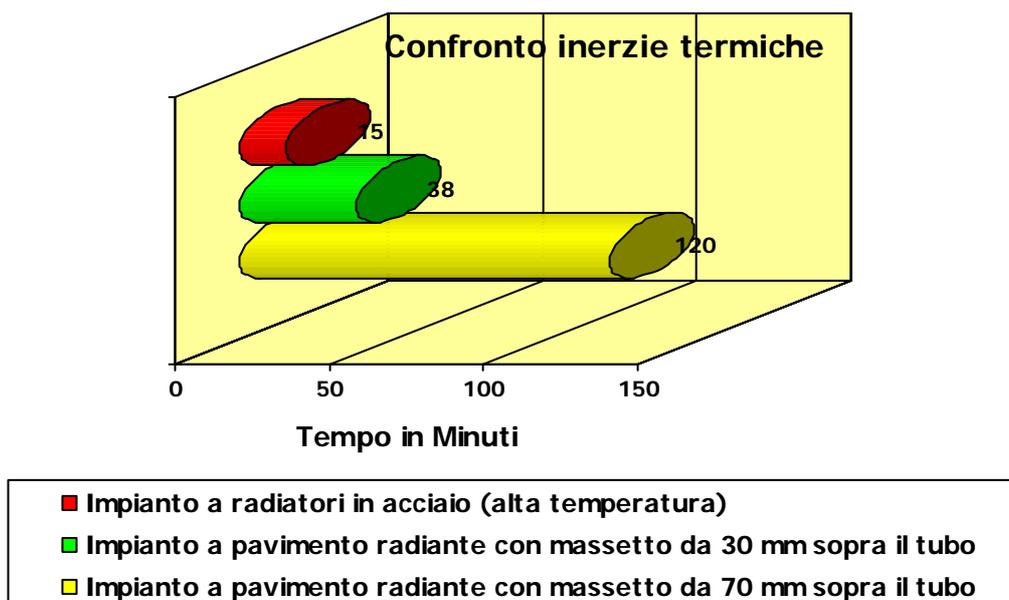


Grafico 1 - Inerzie termiche a confronto

Se la struttura dell'edificio non è stata pensata per l'impianto a pavimento radiante si potrebbero non disporre delle altezze minime indispensabili per l'esecuzione degli impianti tecnici e della successiva posa del pacchetto radiante, quindi un normale impianto a pavimento radiante non trova spazio e si deve far uso di speciali sistemi "ribassati" o in casi particolari (normalmente ristrutturazioni) di sistemi definiti "a secco" cioè senza massetto.

COS'È E DA COSA È COSTITUITO UN IMPIANTO A PAVIMENTO RADIANTE?

Essendo semplicisti al massimo potremmo dire che un impianto a pavimento radiante altro non è che un grandissimo radiatore messo sotto il pavimento.

Sicuramente tale paragone è molto banale, ma rende l'idea.

Esaminiamo da cosa è composto un impianto a pavimento radiante.

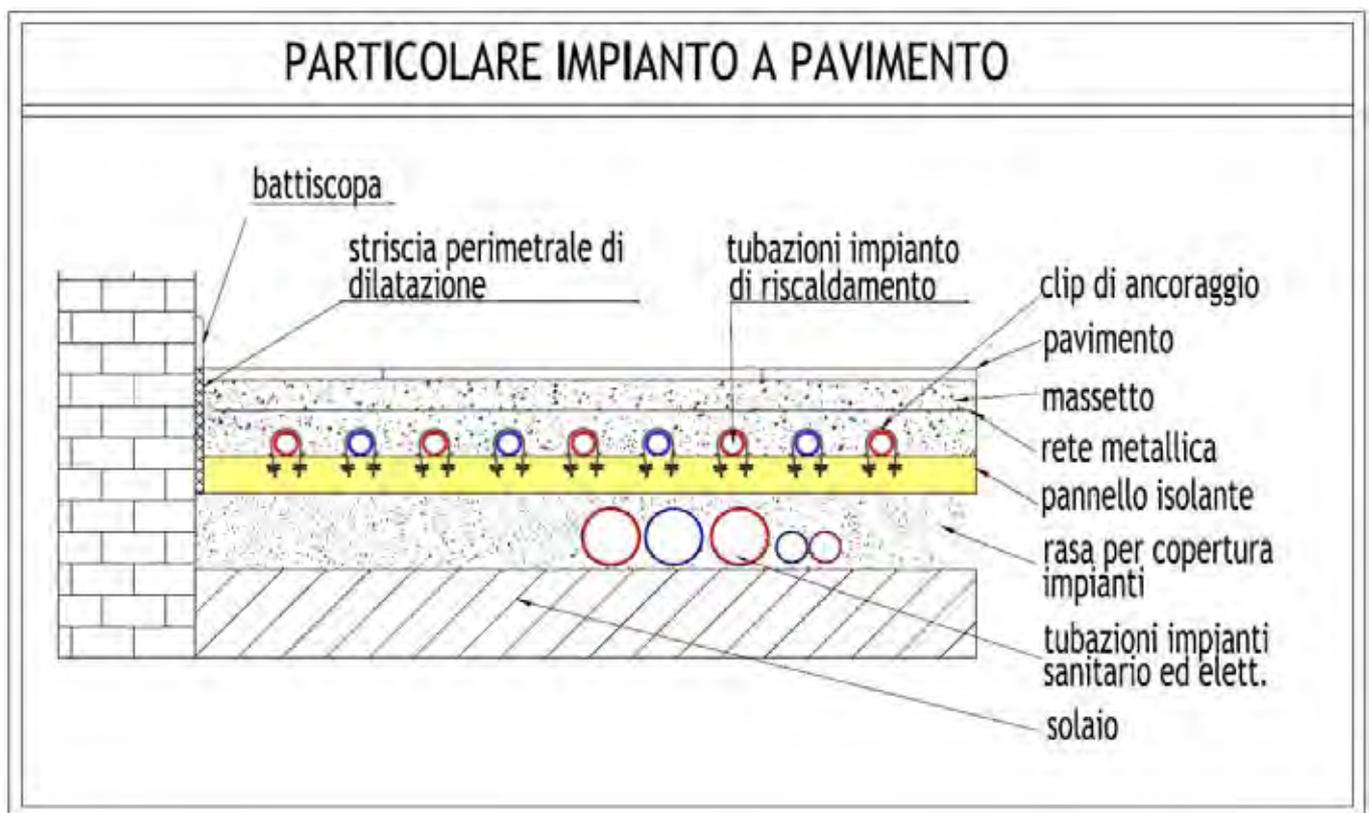


Figura 10 - Sezione tipica di un impianto a pavimento radiante

Innanzitutto vogliamo far notare una cosa basilare, necessaria all'installazione di qualsiasi impianto a pavimento radiante: la superficie su cui si andrà a posare il pannello isolante deve essere liscia, pulita ed uniforme.

Una volta eseguiti gli impianti tecnici si provvede ad effettuare una rasatura (con calcestruzzo aerato o altro) per ottenere una superficie liscia e contigua dove posare il pannello isolante.

Vedremo ora in dettaglio i vari componenti evidenziati in Figura 10, le loro caratteristiche e il loro scopo.

IL PANNELLO ISOLANTE

Il pannello isolante ha 2 principali funzioni:

- 1) ridurre il calore ceduto verso il basso
- 2) limitare l'inerzia termica dell'impianto

Il materiale più usato per questi pannelli è il polistirene (polistirolo), seguito da poliuretano, sughero e altre tipologie.

È fondamentale prestare attenzione alle caratteristiche del tipo di pannello isolante che si installa in quanto deve rispettare i limiti imposti dalla normativa per gli impianti a pavimento EN 1264-4 che prescrive quanto segue:

Resistenza termica dell'isolante [mqK/W]	Spessore minimo dell'isolante (mm) [polistirene con conducibilità termica tipica pari a 0,034 W/mK]	Temperatura dell'aria sottostante
0,75	22	Locale inferiore costantemente riscaldato
1,25	37	Locale inferiore non riscaldato o riscaldato saltuariamente
1,25	37	Locale direttamente sul terreno ¹⁾
1,25	37	Locale inferiore con temperatura dell'aria sottostante = $T_{est.} \geq 0 \text{ °C}$
1,5	44	Locale inferiore con temperatura dell'aria sottostante = $-5 \text{ °C} \leq T_{est.} \leq 0 \text{ °C}$
2	59	Locale inferiore con temperatura dell'aria sottostante = $-15 \text{ °C} \leq T_{est.} \leq -5 \text{ °C}$

¹⁾ Con un livello della falda inferiore a 5 metri questo valore dovrebbe essere aumentato.

Tabella 3

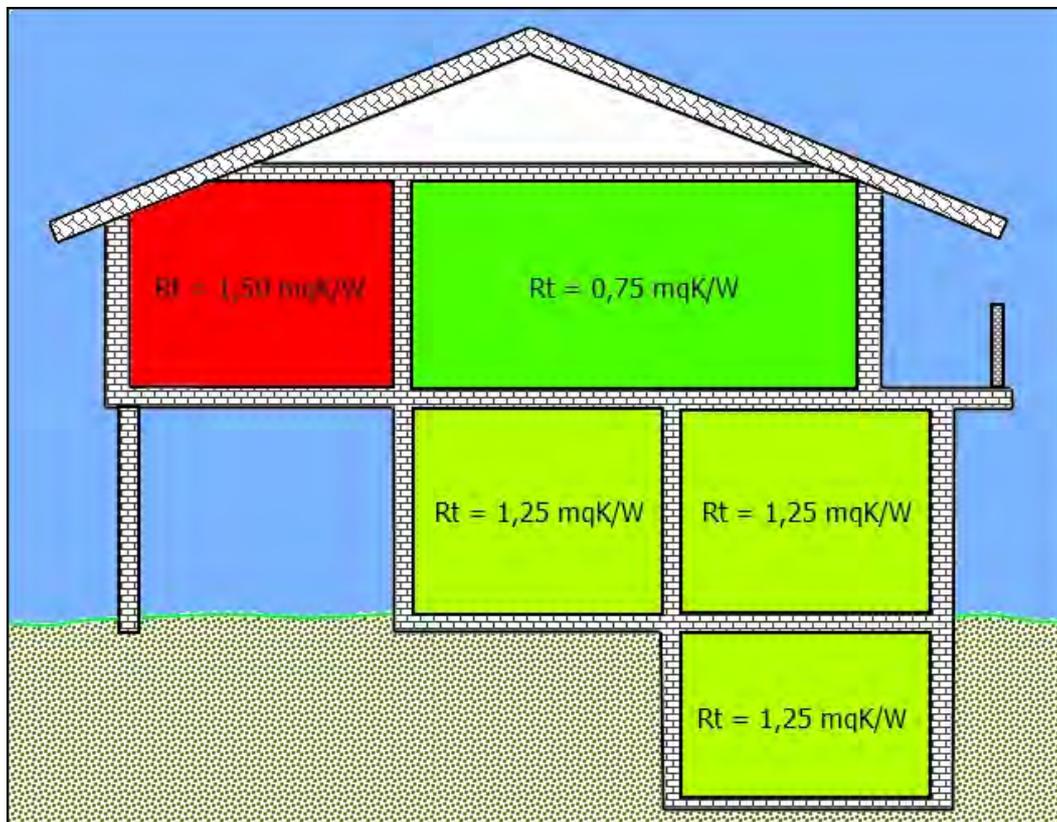


Figura 11 - Resistenze termiche minime richieste secondo la norma 1264-4 a seconda della temperatura sottostante il locale interessato

Sfatiamo il mito dell'isolante perfetto perché non esiste un materiale che sia migliore in assoluto e sia idoneo ad ogni uso o situazione e cerchiamo di valutare le informazioni relative a questo soggetto nel modo più oggettivo possibile.

Molti credono, a torto, che a determinare la conduttività termica e quindi il potere isolante di un determinato prodotto, sia il materiale con cui lo stesso è costruito, per esempio polistirolo o lana di roccia o altro; ricordiamo però che il miglior isolante in assoluto è **l'aria ferma e secca** la cui conducibilità termica $\lambda = 0,026 \text{ W/m}^\circ\text{C}$ è superata solo da qualche altro gas pesante.

Sulla base di questo semplice concetto, un prodotto isolante riesce ad avere una bassa conduttività se riesce a realizzare nella propria massa tante piccole trappole per l'aria e a mantenerla ferma ed asciutta; tutta la ricerca di nuovi materiali è basata su questo elementare principio che conduce verso l'ottenimento di cellule di aria sempre più piccole e sempre più impermeabili (per evitare il movimento dell'aria); nello stesso tempo viene perseguita la riduzione della quantità di materiale con cui sono realizzate le cavità, per esempio lo spessore della sferetta di polistirolo o il diametro della fibra di lana minerale, la quale invece, è il vero responsabile della pur minima conduzione termica del materiale.

Accanto ai requisiti di isolamento termico, un materiale coibente deve anche assicurare quasi sempre altre prestazioni che vanno anch'esse attentamente valutate; di seguito esporremo dettagliatamente le principali caratteristiche tecniche a cui, insieme o singolarmente, lo specifico materiale coibente è chiamato a far fronte.

A) CONDUTTIVITÀ TERMICA

La conduttività termica descrive quanta energia fluisce attraverso un materiale ed è perciò un valore caratteristico dello stesso.

Essa esprime la quantità di calore che in un secondo attraversa 1 metro di spessore di un materiale con un Δt di 1 K ai suoi estremi e si misura in W/mK e si indica con la lettera λ (lambda)

Più piccolo è questo valore più il materiale è isolante e non si lascia attraversare dal calore e perciò negli impianti a pavimento radiante diminuiscono le dispersioni verso il basso a favore della resa termica superiore.

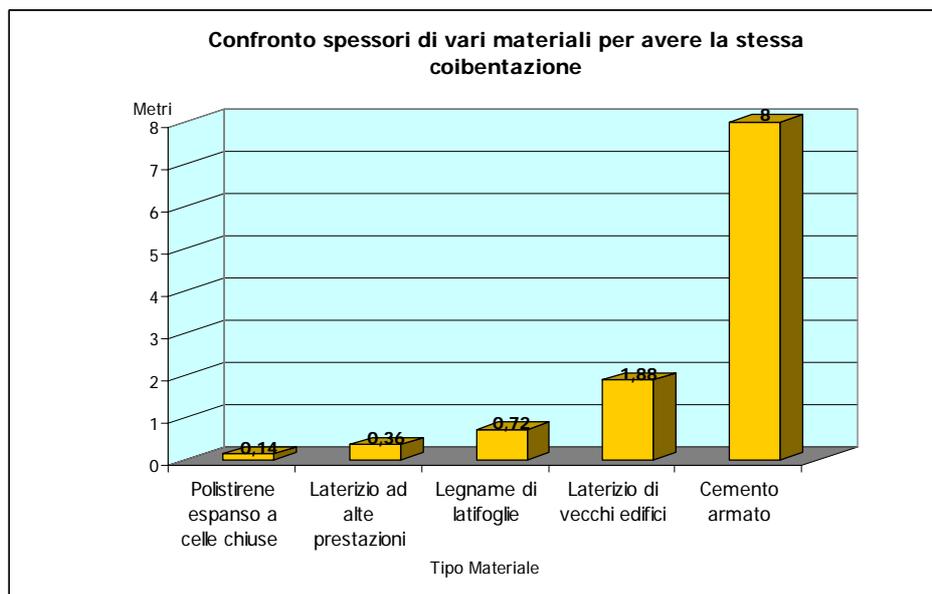


Grafico 2 - Conduttività termiche di alcuni materiali a confronto

Il grafico ci mostra come per avere lo stesso grado di coibentazione bastino 14 cm di polistirene espanso a celle chiuse rispetto ai 72 cm del legname di latifoglie e 8 m di cemento armato!

B) DENSITÀ

Una tendenza molto diffusa in edilizia è quella di applicare estesamente materiali a bassa densità con il motivo che, ovviamente, si riscontrano prezzi sensibilmente inferiori rispetto allo stesso prodotto di densità più elevata.

La variazione di densità di uno stesso materiale determina direttamente anche la sua conduttività termica nonché altre caratteristiche qualitative.

La densità è anche indice per esempio delle proprietà meccaniche di un prodotto; più esso è pesante e più è in grado di resistere alle sollecitazioni meccaniche (compressione, trazione, taglio, ecc.).

Appare evidente come in determinate applicazioni, la densità (e quindi la resistenza meccanica) sia un requisito essenziale anche a discapito della conducibilità; è il caso, per esempio, di tutte le coibentazioni in piano sotto uno strato di protezione o di zavorra (solai calpestabili, pavimenti di autorimesse, coperture piane zavorrate, ecc.).

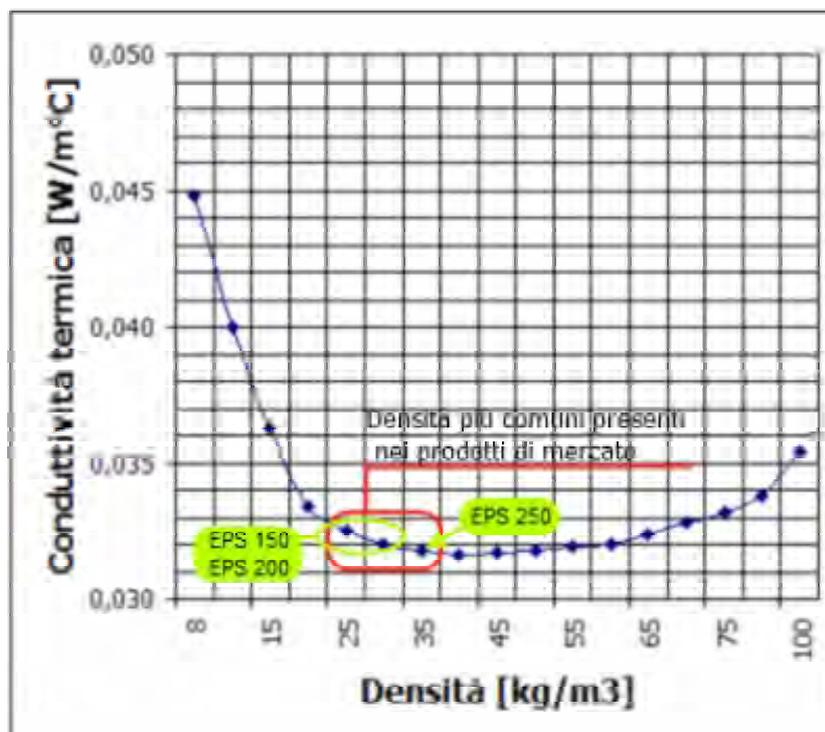


Grafico 3 - Andamento della conduttività in funzione della densità nel caso del polistirene espanso

C) RESISTENZA MECCANICA

Molto spesso i materiali isolanti, anche negli impieghi più comuni, sono chiamati a fornire prestazioni più o meno gravose di resistenza meccanica; qualche volta, per lavori particolarmente impegnativi, la resistenza meccanica diventa un requisito indispensabile e prioritario rispetto a tutte le altre caratteristiche.

Quasi tutti gli isolanti, essendo dei materiali «spugnosi», hanno una resistenza meccanica abbastanza ridotta; nelle prove di laboratorio che si eseguono per le attestazioni delle caratteristiche tecniche si è soliti indicare la resistenza a compressione, che è la più significativa, con due parametri:

- 1) resistenza a compressione al 10% dello schiacciamento;
- 2) resistenza a compressione al 2% dello schiacciamento;

il primo parametro, che è quello normalmente riportato nelle caratteristiche tecniche, indica il limite di sollecitazioni quando il provino ha subito uno schiacciamento del 10% ed in linea di massima dovrebbe indicare una sollecitazione temporanea.

Per i materiali di tipo plastico cellulare, dove non espressamente indicato nelle informazioni tecniche, si assume che il carico ammissibile permanentemente sia pari al 35% di quello sopportato temporaneamente.

Tipo di EPS – Densità	resistenza a compressione al 10% dello schiacciamento		resistenza a compressione permanente (35% del valore temporaneo)	
	[Kpa]	[kgf/m ²]	[Kpa]	[kgf/m ²]
EPS 150	> 150	> 15.295	> 52,5	> 5.353
EPS 200	> 200	> 20.394	> 70	> 7.138
EPS 250	> 250	> 25.492	> 87,5	> 8.922

Tabella 4 - Confronto delle resistenze meccaniche tra vari tipi di EPS

D) STABILITÀ

Il termine stabilità si intende riferito ad un insieme di caratteristiche, anche eterogenee, relative al mantenimento delle proprietà chimico-fisico-dimensionali del materiale rispetto alle variazioni delle condizioni di lavoro; accennando solo alle più importanti, possiamo distinguere:

- 1) Stabilità dimensionale, riguardante la variazione delle dimensioni (allungamenti, ritiri) del prodotto causate da variazioni di temperatura, variazioni di umidità, fenomeni di stagionatura.
- 2) Stabilità delle caratteristiche termofisiche nel tempo e cioè il mantenimento dei valori di conduttività con il passare degli anni. Questo inconveniente, particolarmente sensibile in alcuni materiali come il poliuretano espanso, viene tenuto in debito conto nelle peggiorazioni della conduttività termica.
- 3) Stabilità chimico-fisica che comprende le reazioni dei materiali isolanti nei confronti di possibili agenti aggressivi come, per esempio, raggi ultravioletti, alcuni prodotti chimici, oppure la possibilità di fenomeni di costipamento, insaccamento, ecc..

E) ASSORBIMENTO D'ACQUA

È la capacità di un materiale isolante di assorbire e trattenere all'interno delle sue cavità delle gocce di acqua (igroscopicità).

Questa caratteristica si rivela molto pericolosa per il materiale stesso in quanto la presenza di acqua fa abbassare drasticamente il potere isolante e inoltre può provocare fenomeni di degrado di tutta la muratura.

F) PERMEABILITÀ AL VAPORE

È la proprietà di un materiale di lasciarsi attraversare dal vapore d'acqua.

La resistenza al passaggio del vapore del singolo materiale viene spesso valutata con riferimento alla resistenza offerta da uno strato di uguale spessore di aria ed indicata con il simbolo « μ » (mu, coefficiente di resistenza al passaggio del vapore), adimensionale.

Riportiamo di seguito, a titolo informativo, il coefficiente « μ » di alcuni materiali comunemente usati in edilizia; i valori in tabella sono riferiti al materiale «nudo», senza rivestimenti di qualsiasi natura.

La maggiore o minore permeabilità non è in se stessa un vantaggio o uno svantaggio, ma deve essere attentamente valutata nel complesso della struttura edilizia che si va a realizzare.

Materiale	μ
Aria	1
Lana di roccia, fibra di vetro	1
Laterizio porizzato	5
Intonaco di calce	15
Polistirolo	20
Legno	40
Calcestruzzo	70
Poliuretano espanso	80
Polietilene comune	50.000
Polietilene per barriere al vapore	400.000
Alluminio per barriere al vapore	Infinito

Tabella 5 - Coefficiente di resistenza al passaggio del vapore di alcuni materiali

G) COMPORTAMENTO AL FUOCO

Il comportamento al fuoco di un qualsiasi materiale è un fenomeno complesso, difficile da descrivere con un indice riassuntivo, poiché è il risultato concomitante di vari aspetti tra cui:

- 1) resistenza al fuoco;
 - 2) reazione al fuoco;
 - 3) pericolosità dei fumi;
- e altri fattori.

La norma europea UNI EN 13501-1 regola la classificazione al fuoco dei prodotti e degli elementi da costruzione. I materiali vengono classificati secondo le Euroclassi A1, A2, B, ..., F. I materiali classificati A1 e A2 sono incombustibili e quelli certificati da B a F bruciano in ordine crescente.

TIPOLOGIA DEI PANNELLI ISOLANTI

Nel mercato esistono principalmente 2 tipi di pannelli isolanti in polistirene espanso:

- a superficie piana
- a superficie preformata

Ferme restando le caratteristiche del materiale finora viste, queste due tipologie in cui si possono trovare i pannelli per gli impianti a pavimenti radianti differiscono fondamentalmente nelle modalità di posa dell'impianto e nelle eventuali "abitudini" dell'installatore che lo andrà a installare.

Importante:

Per evitare il degrado dei pannelli isolanti vanno sempre seguiti questi 2 punti:

1- Proteggere il pannello dall'umidità del massetto superiore per mezzo di un foglio protettivo in polietilene (nel caso in cui il pannello non sia provvisto di un film protettivo);

2- Proteggere il pannello dall'umidità ascendente nel caso in cui questo sia posato direttamente sul terreno o sopra locali con forti tassi di umidità, usando un foglio protettivo in polietilene o materiale con funzione simile.

I pannelli piani sono stati i primi ad essere usati in quanto, ricordiamolo, la loro funzione era solo quella di creare una struttura isolante tra il sottofondo e il massetto nel quale posare le tubazioni. Non avendo essi nessun sistema per il bloccaggio del tubo, inizialmente venivano semplicemente coperti da un foglio in polietilene a protezione dell'umidità del massetto e su di essi veniva appoggiata una rete elettrosaldata sulla quale installare degli appositi fissaggi per l'ancoraggio del tubo e per la coesione della rete stessa (normalmente fornita in formati rettangolari con maglia di 10 cm).

Anche nei sistemi a secco o ribassati vengono normalmente usati questo tipo di pannelli solo che vengono fresati per alloggiare la serpentina del tubo e normalmente hanno un foglio protettivo in alluminio per migliorare l'omogeneità nella distribuzione del calore avendo passi di posa medio/grandi.

PaviFlat



PaviDry



Figura 12 - Pannelli piani Herz

I pannelli preformati – o bugnati – si sono sviluppati per migliorare e semplificare le installazioni in quanto, grazie alla loro parte superiore sagomata, permettono l'ancoraggio del tubo con passi di posa fissi e ordinati. Normalmente sono dotati di un film protettivo in PS (polistirolo) compatto che assolve alla funzione di barriera per la protezione dell'umidità del massetto.

Su questa seconda tipologia di prodotto si sono sviluppate svariate forme, misure, interassi di posa etc. ognuna con le proprie caratteristiche.

PaviPlus



PaviPower



Figura 13 - Pannelli preformati Herz

I PANNELLI ISOLANTI HERZ

PANNELLO PAVIFLAT

Pannello per riscaldamento a pavimento realizzato in polistirene espanso sinterizzato autoestinguente ad alta densità, esente da CFC e certificato CE secondo la norma UNI EN 13163. Il rivestimento superiore del pannello è costituito da una pellicola di polistirolo compatto dello spessore di 0,16 mm, che ne migliora la resistenza meccanica, l'isolamento e garantisce una totale barriera al vapore acqueo. Il pannello presenta un'elevata resistenza allo schiacciamento e agli urti grazie all'alta densità del materiale. Le scanalature perimetrali ad incastro consentono una perfetta unione tra le basi, conferendo stabilità al manto di posa ed un perfetto allineamento dei pannelli nonché il taglio di ponti termici ed acustici. Una particolare sagomatura a cilindro, sulla faccia a contatto con il solaio, conferisce un migliore adattamento ad ogni superficie ed un lieve abbattimento del rumore da calpestio.

La tracciatura a croce con interasse 100 mm funge da guida per una posa semplice e veloce, lasciando libertà in caso di esigenze particolari.



Figura 14 - Pannello PaviFlat

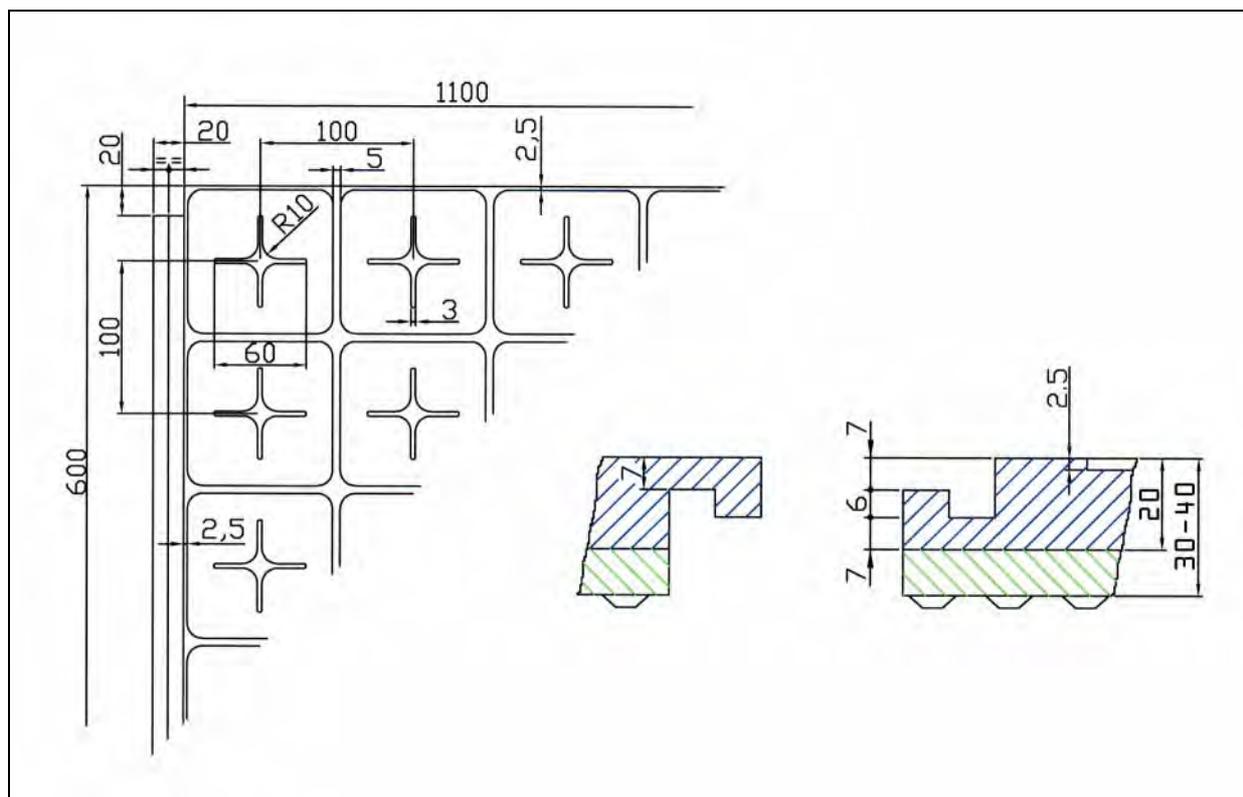


Figura 15 - Dimensioni del pannello PaviFlat

CARATTERISTICHE TECNICHE DEL PANNELLO PAVIFLAT

	Codice 3 F050 20	Codice 3 F050 30	Codice 3 F050 40
Tipo Materiale	EPS 250	EPS 250	EPS 250
Densità (kg/m ³)	35	35	35
Superficie pannello (mm)	1120 x 620	1120 x 620	1120 x 620
Superficie utile (mm)	1100 x 600	1100 x 600	1100 x 600
Spessore utile	20	30	40
Spessore totale (mm)	20	30	40
Passo - Traccia (mm)	100	100	100
Film di copertura in polistirolo compatto (mm)	0,16	0,16	0,16
Incastro pannelli	Maschio/ Femmina	Maschio/ Femmina	Maschio/ Femmina
Conducibilità termica dichiarata (EN 12667) W/Mk	0,034	0,034	0,034
Sollecitazione a compressione al 10% della deformazione (UNI EN 826) kPa	> 250	> 250	> 250
Resistenza termica dichiarata (prEN 12667 o EN 12939) m ² K/W	0,55	0,85	1,15
Assorbimento d'acqua a lungo periodo (UNI EN 12087)	< 5,0 %	< 5,0 %	< 5,0 %
Stabilità dimensionale in condizioni normali e costanti di laboratorio (UNI EN 1603)	+/- 0,2 %	+/- 0,2 %	+/- 0,2 %
Stabilità dimensionale in condizioni specificate di umidità e temperatura (UNI EN 1604)	+/- 1,0 %	+/- 1,0 %	+/- 1,0 %
Reazione al fuoco (EN 13501-1) euroclasse	E	E	E
Quantità in imballo (fascia di cartone protettivo) m ²	15,84	10,56	7,92

PANNELLO PAVIPLUS

Pannello per riscaldamento a pavimento realizzato in polistirene espanso sinterizzato autoestinguente ad alta densità, esente da CFC e certificato CE secondo la norma UNI EN 13163. Il rivestimento superiore del pannello è costituito da una pellicola di polistirolo compatto dello spessore di 0,16 mm, che ne migliora la resistenza meccanica, l'isolamento e garantisce una totale barriera al vapore acqueo. Il pannello presenta un'elevata resistenza allo schiacciamento e agli urti grazie all'alta densità del materiale. Le scanalature perimetrali ad incastro consentono una perfetta unione tra le basi, conferendo stabilità al manto di posa ed un perfetto allineamento dei pannelli nonché il taglio di ponti termici ed acustici. Una particolare sagomatura a cilindro, sulla faccia a contatto con il solaio, conferisce un migliore adattamento ad ogni superficie ed un lieve abbattimento del rumore da calpestio.

Le nocche in rilievo dello spessore di 28 mm (22 mm per modello ribassato) sono adatte all'inserimento di qualsiasi tubazione con diametri da 16 a 20 mm, l'interasse di posa consente passi di 50 mm e suoi multipli.

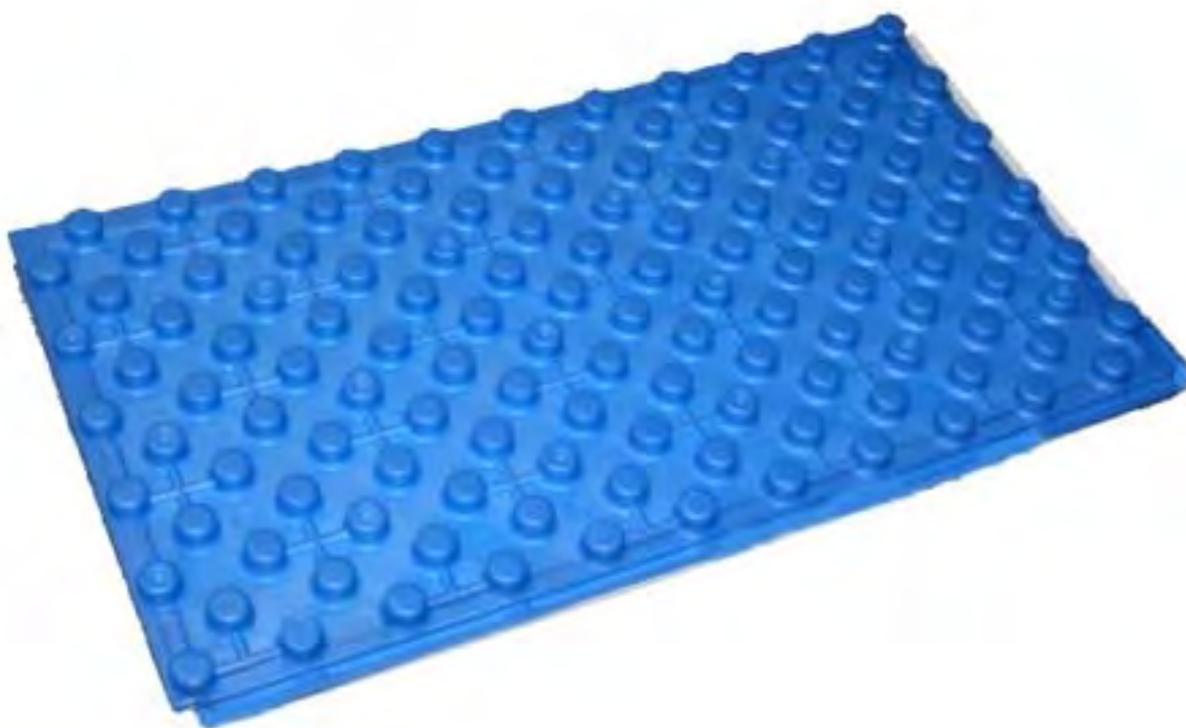


Figura 16 - Pannello PaviPlus

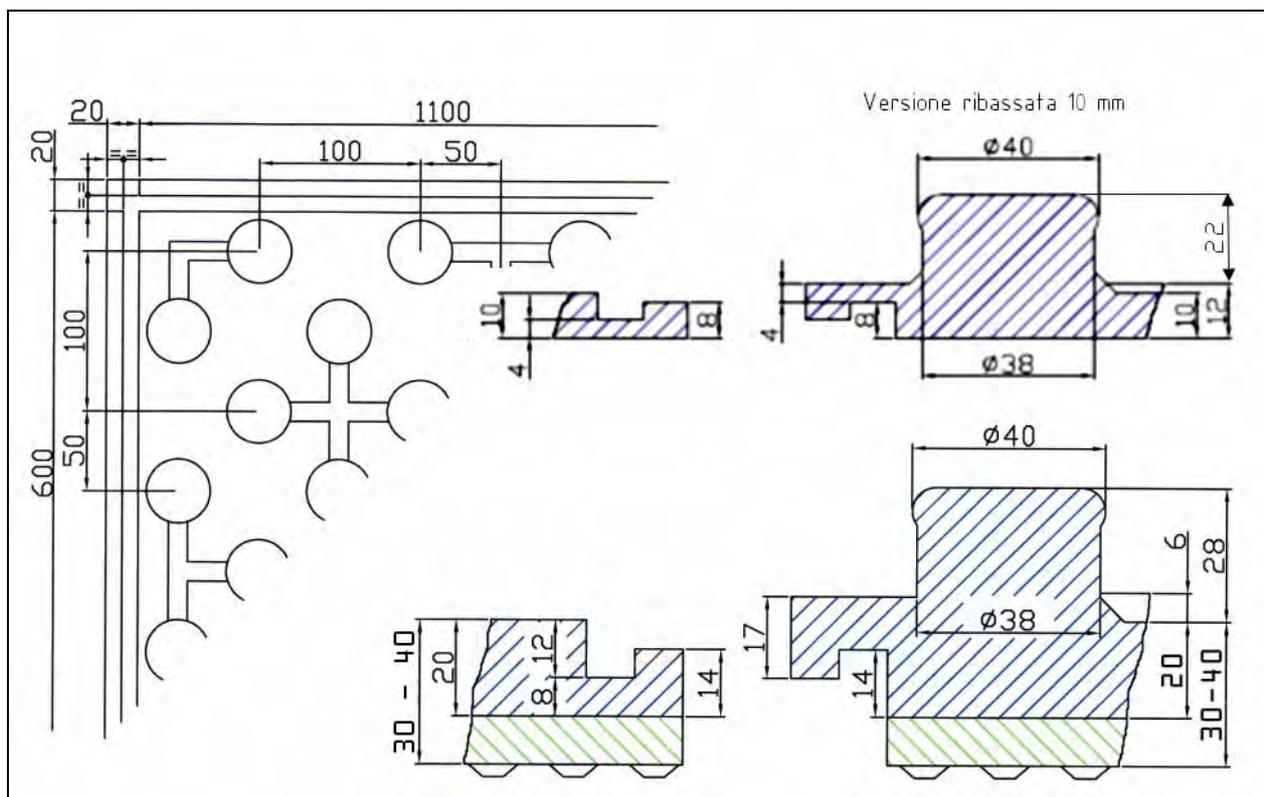


Figura 17 - Dimensioni del pannello PaviPlus standard e versione ribassata

CARATTERISTICHE TECNICHE DEL PANNELLO PAVIPLUS

	Codice 3 F030 00	Codice 3 F030 01	Codice 3 F030 02	Codice 3 F030 13
Tipo Materiale	EPS 250	EPS 250	EPS 250	EPS 250
Densità (kg/m ³)	35	35	35	35
Superficie pannello (mm)	1120 x 620	1120 x 620	1120 x 620	1120 x 620
Superficie utile (mm)	1100 x 600	1100 x 600	1100 x 600	1100 x 600
Spessore utile	10	20	30	40
Spessore totale (mm)	32	48	58	68
Passo (mm)	50	50	50	50
Film di copertura in polistirolo compatto (mm)	0,16	0,16	0,16	0,16
Incastro pannelli	Maschio/ Femmina	Maschio/ Femmina	Maschio/ Femmina	Maschio/ Femmina
Conducibilità termica dichiarata (EN 12667) W/Mk	0,034	0,034	0,034	0,034
Sollecitazione a compressione al 10% della deformazione (UNI EN 826) kPa	> 250	> 250	> 250	> 250
Resistenza termica dichiarata (prEN 12667 o EN 12939) m ² K/W	0,45	0,8	1,1	1,4
Assorbimento d'acqua a lungo periodo (UNI EN 12087)	< 5,0 %	< 5,0 %	< 5,0 %	< 5,0 %
Stabilità dimensionale in condizioni normali e costanti di laboratorio (UNI EN 1603)	+/- 0,2 %	+/- 0,2 %	+/- 0,2 %	+/- 0,2 %
Stabilità dimensionale in condizioni specificate di umidità e temperatura (UNI EN 1604)	+/- 1,0 %	+/- 1,0 %	+/- 1,0 %	+/- 1,0 %
Reazione al fuoco (EN 13501-1) euroclasse	E	E	E	E
Quantità in imballo (fascia di cartone protettivo) m ²	14,52	7,92	6,6	5,28

PANNELLO PAVIPOWER

Pannello per riscaldamento a pavimento realizzato in polistirene espanso sinterizzato autoestinguente ad alta densità, esente da CFC e certificato CE secondo la norma UNI EN 13163. Il rivestimento superiore del pannello è costituito da un foglio plastico rigido termoformato in polistirolo compatto dello spessore di 0,7 mm, che ne innalza la resistenza meccanica, l'isolamento e garantisce una totale barriera al vapore acqueo. Il pannello presenta un'elevata resistenza allo schiacciamento e agli urti grazie alla densità del materiale. Le scanalature perimetrali ad incastro consentono una perfetta unione tra le basi, conferendo stabilità al manto di posa ed un perfetto allineamento dei pannelli nonché il taglio di ponti termici ed acustici. Le nocche in rilievo dello spessore di 21 mm hanno un particolare profilo sottosquadra per bloccare stabilmente il tubo e sono adatte all'inserimento di tubazione con diametri da 16 e 17 mm, l'interasse di posa consente passi di 50 mm e suoi multipli. Il foglio rigido superiore si estende su 2 lati oltre il polistirene inferiore e permette di accoppiare per sovrapposizione ed incastro un pannello vicino all'altro creando un profilo assolutamente compatto, stabile e coeso che garantisce una totale assenza di infiltrazioni tra i pannelli e un manto di posa uniforme.



Figura 18 - Pannello PaviPower



Figura 19 - Particolare del pannello PaviPower

Le nocche con la particolare configurazione sottosquadra tengono incastrato il tubo stabilmente

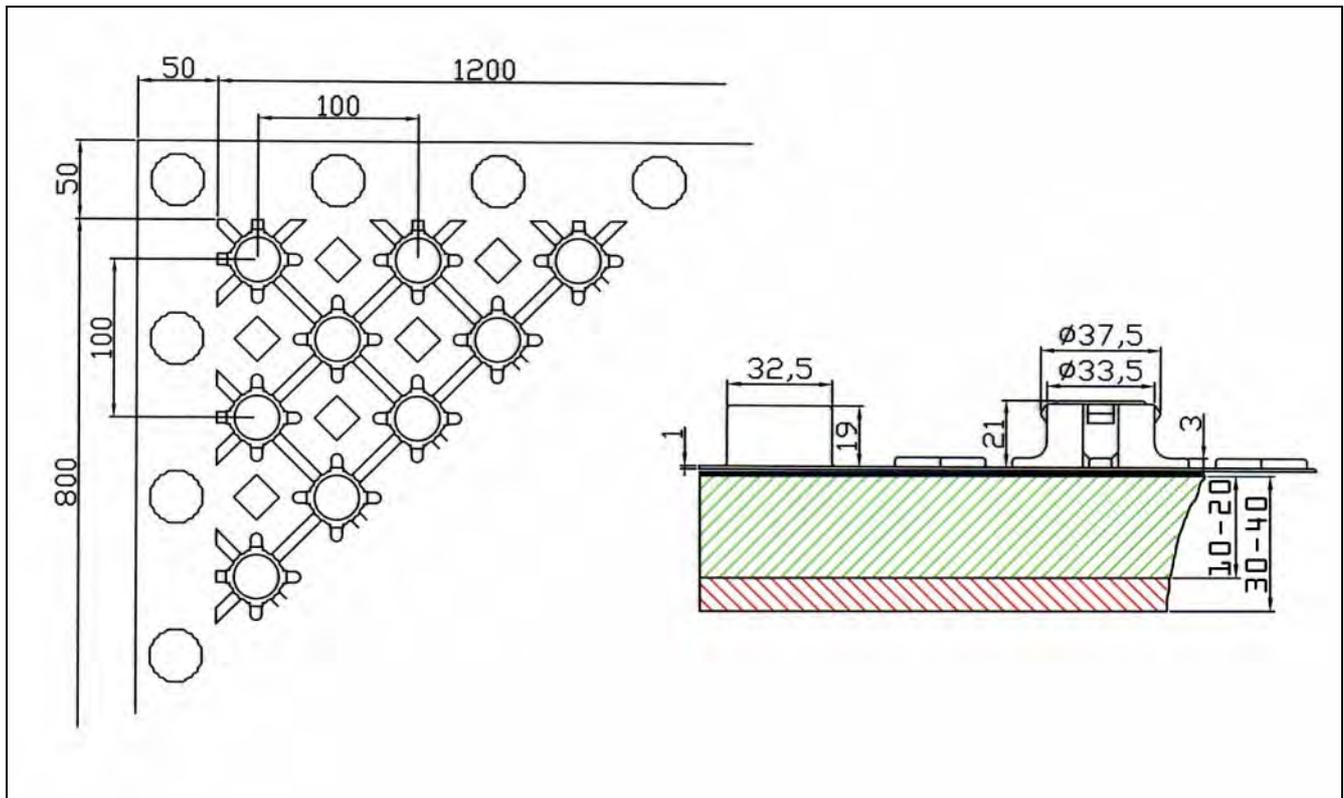


Figura 20 - Dimensioni del pannello PaviPower

CARATTERISTICHE TECNICHE DEL PANNELLO PAVIPOWER

	Codice 3 F060 10	Codice 3 F060 20	Codice 3 F060 30	Codice 3 F060 40
Tipo Materiale	EPS 200	EPS 200	EPS 200	EPS 200
Densità (kg/m ³)	30	30	30	30
Superficie pannello (mm)	1250 x 850	1250 x 850	1250 x 850	1250 x 850
Superficie utile (mm)	1200 x 800	1200 x 800	1200 x 800	1200 x 800
Spessore utile	10	20	30	40
Spessore totale (mm)	32	42	52	62
Passo (mm)	50	50	50	50
Film di copertura in polistirolo compatto (mm)	0,7	0,7	0,7	0,7
Incastro pannelli	Maschio/ Femmina	Maschio/ Femmina	Maschio/ Femmina	Maschio/ Femmina
Conducibilità termica dichiarata (EN 12667) W/Mk	0,035	0,035	0,035	0,035
Sollecitazione a compressione al 10% della deformazione (UNI EN 826) kPa	> 200	> 200	> 200	> 200
Resistenza termica dichiarata (prEN 12667 o EN 12939) m ² K/W	0,45	0,75	1,0	1,3
Assorbimento d'acqua a lungo periodo (UNI EN 12087)	< 5,0 %	< 5,0 %	< 5,0 %	< 5,0 %
Stabilità dimensionale in condizioni normali e costanti di laboratorio (UNI EN 1603)	+/- 0,2 %	+/- 0,2 %	+/- 0,2 %	+/- 0,2 %
Stabilità dimensionale in condizioni specificate di umidità e temperatura (UNI EN 1604)	+/- 1,0 %	+/- 1,0 %	+/- 1,0 %	+/- 1,0 %
Reazione al fuoco (EN 13501-1) euroclasse	E	E	E	E
Quantità in imballo (fascia di cartone protettivo) m ²	17,28	12,48	8,64	7,68

PANNELLO PAVIDRY

Pannello per riscaldamento a pavimento realizzato in polistirene espanso EPS 200 presagomato, autoestinguente, esente da CFC. Il rivestimento superiore del pannello è costituito da una lamina termoconduttrice di alluminio liscio dello spessore di 0,3 mm con incastri per l'alloggiamento della tubazione avente diametro 16 o 17 mm. Il pannello presenta un'elevata resistenza allo schiacciamento e agli urti grazie all'alta densità del materiale. Gli incastri a coda di rondine sui 4 lati consentono una perfetta unione tra le basi, conferendo stabilità al manto di posa ed un perfetto allineamento dei pannelli nonché il taglio di ponti termici ed acustici. Le dimensioni utili sono di 1200 x 600 mm con spessore 28 o 38 mm.

Nei tratti di testa è previsto un pannello in polistirene espanso EPS 200 con film in PST alluminizzato e termoformato per consentire di curvare il tubo. Munito di incastri a coda di rondine che consentono una perfetta unione con gli altri pannelli. Le dimensioni utili sono di 600 x 300 mm con spessore 28 o 38 mm.

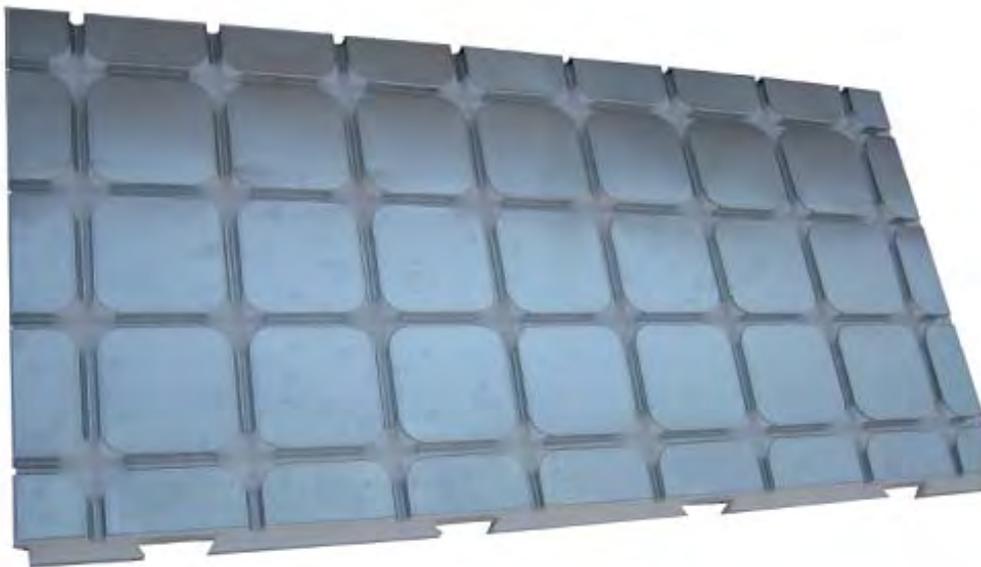


Figura 21 - Pannello PaviDry



Figura 22 - Pannello di testa PaviDry

Alle estremità dei pannelli è necessario usare il pannello di testa per far proseguir correttamente la posa del tubo mantenendo una superficie isolante inferiore omogenea

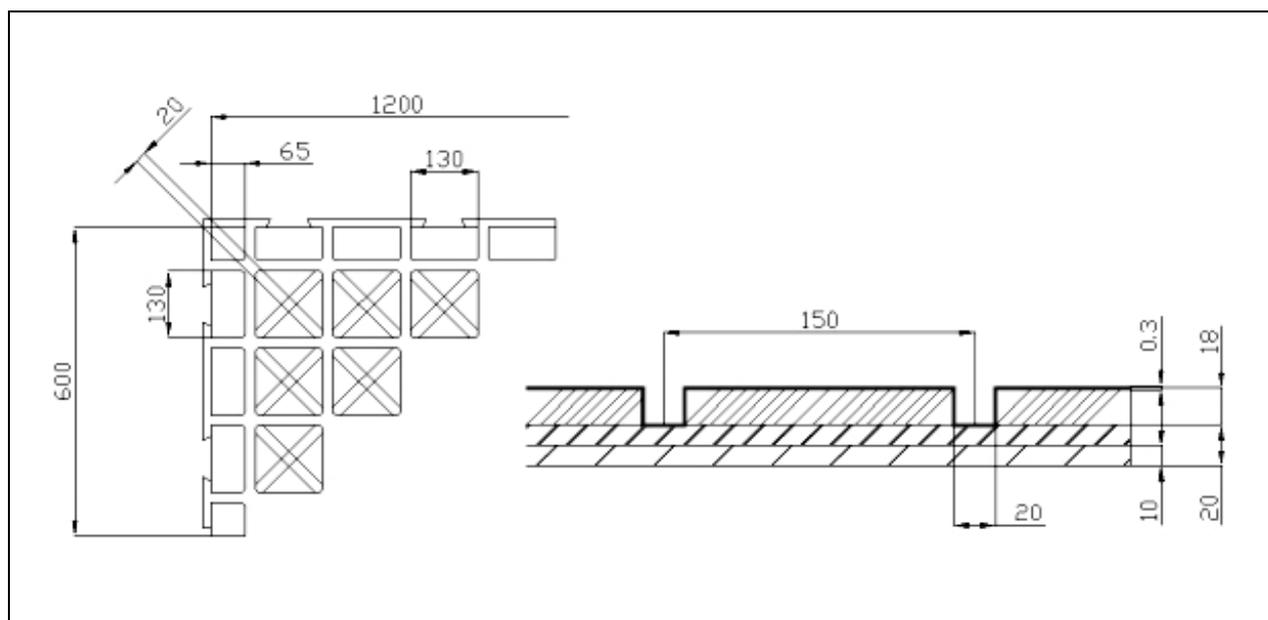


Figura 23 - Dimensioni del pannello PaviDry

CARATTERISTICHE TECNICHE DEL PANNELLO PAVIDRY

	Codice 3 F040 28	Codice 3 F040 38	Codice 3 F045 28	Codice 3 F045 38
	Pannello isolante		Pannello di testa	
Tipo Materiale	EPS 200	EPS 200	EPS 200	EPS 200
Densità (kg/m ³)	30	30	30	30
Superficie pannello (mm)	1215 x 615	1215 x 615	615 x 315	615 x 315
Superficie utile (mm)	1200 x 600	1200 x 600	600 x 300	600 x 300
Spessore isolante garantito sotto il tubo (mm)	10	20	10	20
Spessore totale (mm)	28	38	28	38
Passo (mm)	150	150		
Lamina termoconduttrice in alluminio (mm)	0,3	0,3		
Incastro pannelli	Maschio/ Femmina	Maschio/ Femmina	Maschio/ Femmina	Maschio/ Femmina
Conducibilità termica dichiarata a 10 °C(EN 12939) W/Mk	0,033	0,033	0,033	0,033
Sollecitazione a compressione al 10% della deformazione (UNI EN 826) kPa	> 200	> 200	> 200	> 200
Resistenza termica dichiarata (EN 10211/1) m ² K/W	0,59	0,88	0,59	0,88
Assorbimento d'acqua a lungo periodo (UNI EN 12087)	< 2,0 %	< 2,0 %	< 2,0 %	< 2,0 %
Stabilità dimensionale in condizioni normali e costanti di laboratorio (UNI EN 1603)	+/- 0,2 %	+/- 0,2 %	+/- 0,2 %	+/- 0,2 %
Resistenza alla compressione (kg/cm ²)	2	2	2	2
Reazione al fuoco (EN 13501-1) euroclasse	E	E	E	E
Quantità in imballo (fascia di cartone protettivo) m ²	11,52	8,64	2,88	2,16

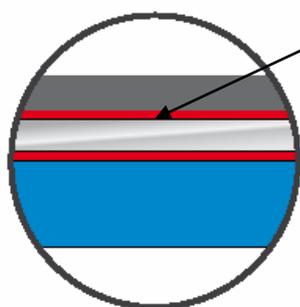
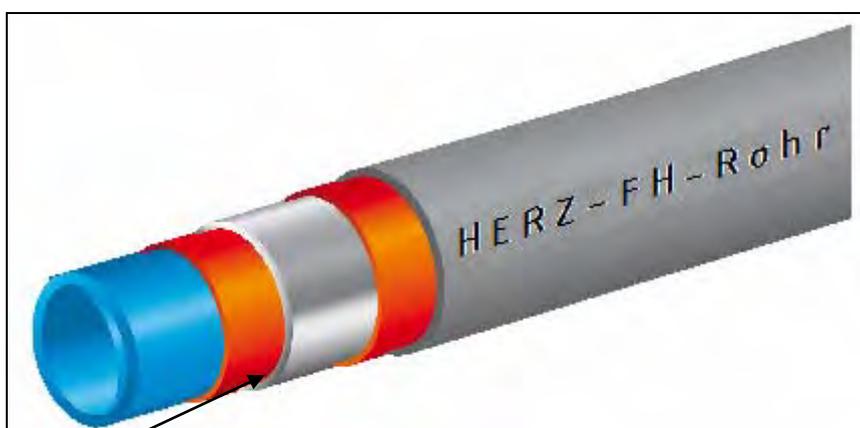
IL TUBO MULTISTRATO HERZ

TUBO MULTISTRATO HERZ PIPEFIX FH

Il tubo multistrato Herz Pipefix-FH è stato sviluppato per resistere alla vasta gamma di temperature e pressione nei sistemi ad acqua calda e fredda. Questo tubo è superiore alle tubazioni convenzionali ed è ideale sia per sistemi di riscaldamento radiante che per sistemi di raffreddamento radiante; trova inoltre uso nelle connessioni ai radiatori e per gli impieghi sanitari.

L'intera gamma Herz PipeFix è sostenuta da decenni di esperienza in materie plastiche e sulla lavorazione dell'alluminio. E questo ampio bacino di conoscenza viene impiegato a vantaggio dei nostri clienti.

Il tubo interno viene estruso partendo da un particolare PE-RT con resistenza alla temperatura aumentata (secondo DIN 16833) e un strato di adesivo applicato su di esso in un processo di co-estrusione. Una striscia di alluminio di 0,2 millimetri di spessore è viene avvolta intorno a questo tubo e saldata testa a testa lungo la sua lunghezza e calibrata sul tubo interno. Successivamente viene applicato un altro strato adesivo e uno strato coprente di polietilene viene estruso sulla superficie ottenuta. La saldatura viene esaminata in linea durante il processo di produzione. Il diametro interno del prodotto finito viene verificato mediante l'uso di una sfera di acciaio che viene introdotta nel tubo per accertarne lo scorrimento.



-  Strato protettivo esterno in polietilene HD (High Density)
-  Strato di plastica adesiva per un forte collegamento
-  Tubo in alluminio omogeneo saldato longitudinalmente testa a testa
-  Strato di plastica adesiva per un forte collegamento
-  Tubo interno in PE-RT stabilizzato per alte temperature

MATERIALI

PE-RT: questo è un copolimero di etilene-octene; La caratteristica della struttura molecolare costituita da una catena lineare principale (etilene) e catene laterali di octene produce un materiale molto duro con un'eccellente flessibilità e di lunga durata.

Alluminio: lo strato di alluminio saldato, dà al tubo la rigidità, la sicurezza al 100% della tenuta d'acqua ed è una barriera impermeabile all'ossigeno.

VANTAGGI

- Nessuna diffusione di ossigeno grazie alla saldatura testa a testa dello strato di alluminio.
- Campo di lavoro operativo fino a max. 95 °C e max. 10 bar; a temperatura costante di 70 °C ha una durata di oltre 50 anni (DVGW). La resistenza di un tubo viene misurata tramite dei test che verificano lo stress a cui è sottoposto durante la sua vita. Ciò dipende dalla pressione e dalla temperatura applicate alla tubazione. Il grafico riporta le pressioni di lavoro in funzione del tempo trascorso. La linea rossa verticale indica un tempo pari a 50 anni ed il punto azzurro evidenziato riporta il valore che il tubo deve sopportare dopo 50 anni a 70 °C con 15 bar (secondo le indicazioni del DVGW). Si può quindi notare come il tubo Pipefix dia garanzie maggiori di durata nel tempo, certificate secondo la norma DIN 16892 per il tubo 16x2 (rettangolo biancorosso).

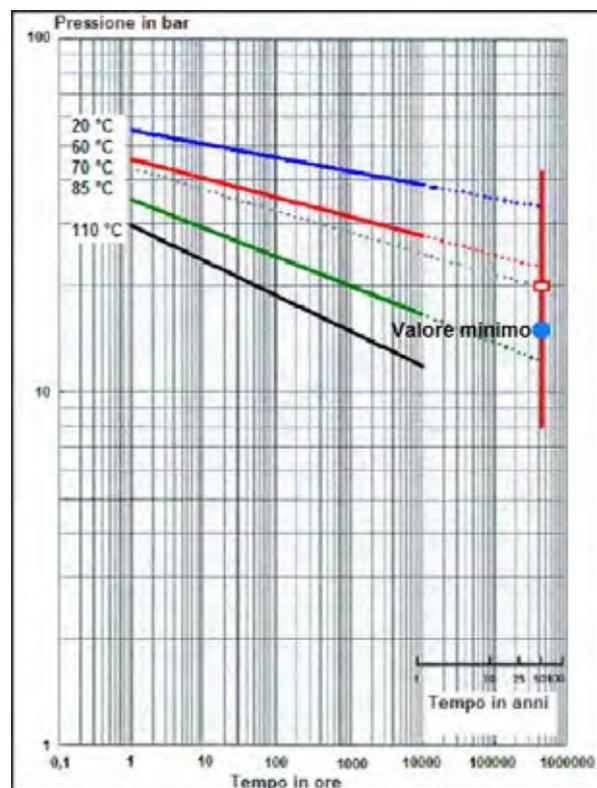


Grafico 4 - Diagramma invecchiamento tubo 16x2 secondo norma DIN 16892

- Elevata resistenza a temperature e pressione che ne consente l'utilizzo in tutte le applicazioni di riscaldamento e sanitario.

- Il tubo interno in PE-RT non si corrode.
- Basse perdite di carico e nessuna formazione di incrostazioni all'interno del tubo grazie alla parete liscia del tubo.

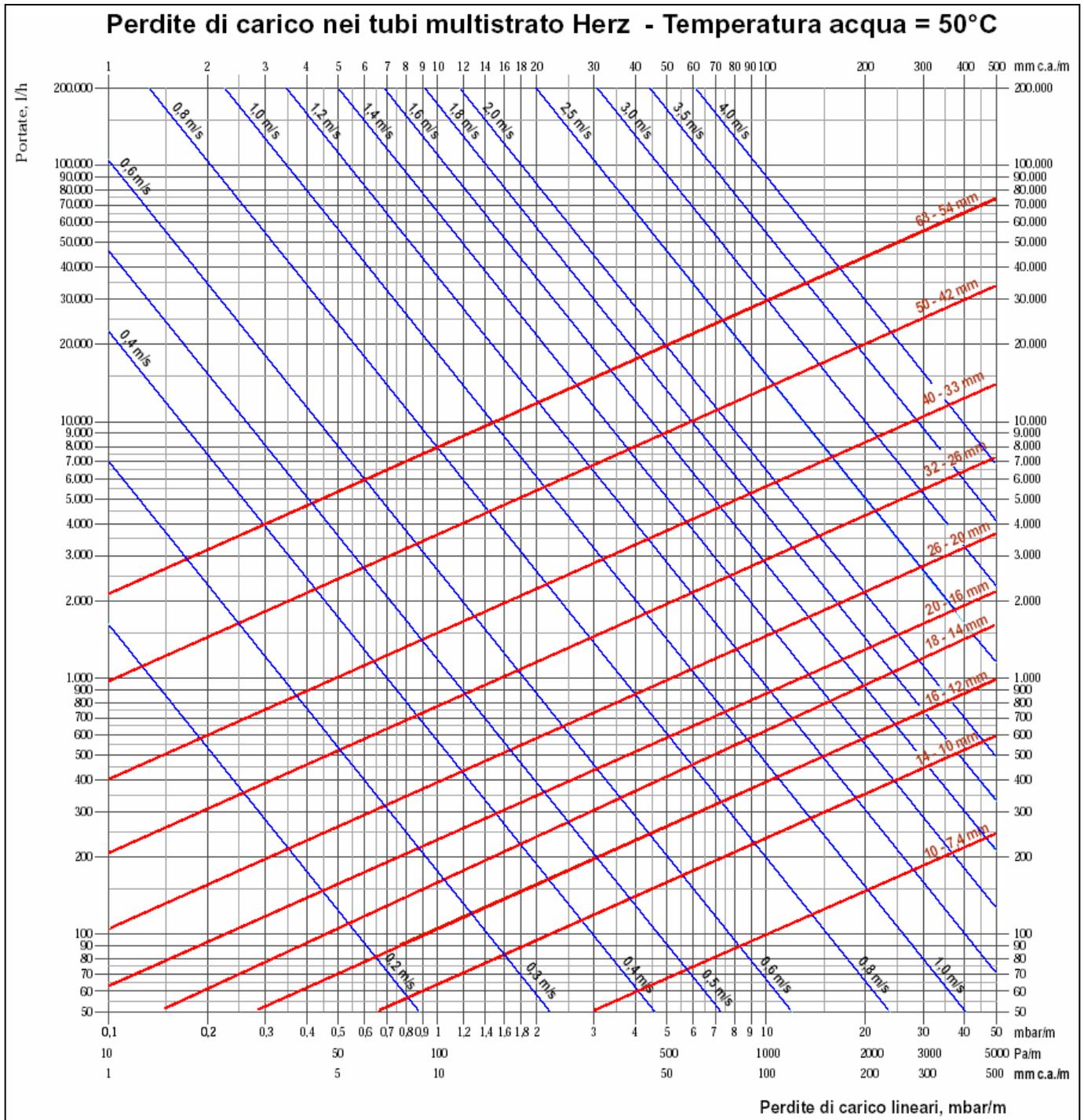
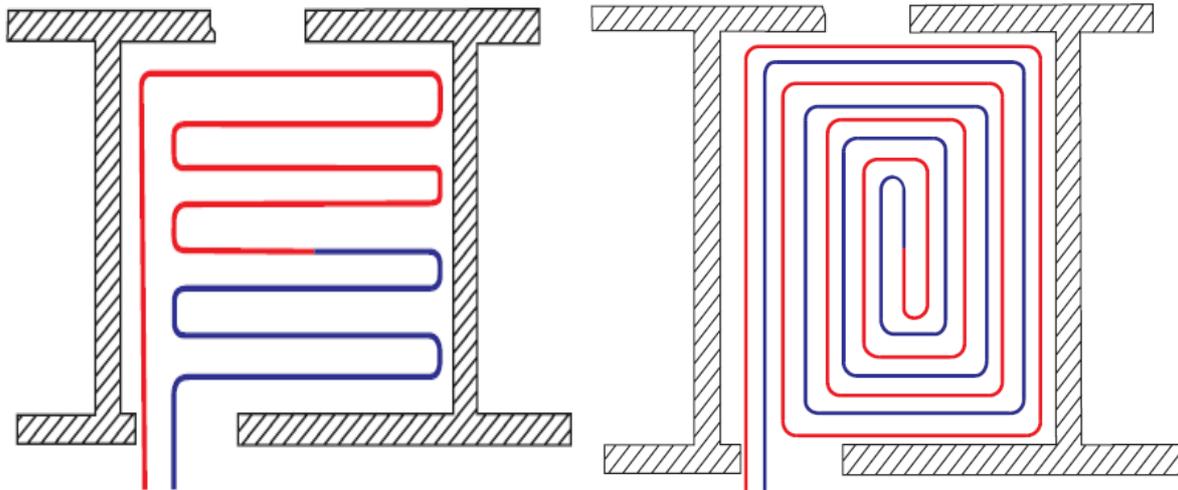


Grafico 5 - Perdite di carico nei tubi multistrato Herz

Le perdite di carico nei circuiti a pavimento radiante vanno considerate attentamente in quanto i continui cambiamenti di direzione della tubazione, a serpentina o a spirale, le incrementano. Quindi si devono moltiplicare le perdite di carico lineari rilevate dal diagramma sopraesposto per una percentuale del:

+ 17% con posa a serpentina semplice o doppia

+ 13% con posa a spirale



Posa a serpentina semplice

Posa a spirale

- Bassa rumorosità (isolamento acustico).
- Alto grado di flessibilità e tuttavia intrinsecamente stabile durante la posa garantisce un lavoro semplice ed economico, mantiene la sezione circolare nelle curve e rimane fermo durante la posa riducendo l'impiego di clips che invece si usano con i tubi in plastica.
- Significativamente più leggero di un tubo in metallo, facile da usare.
- Resistenza ai raggi UV elevata; minimo 6 mesi se non protetto nello stoccaggio.
- Resistente a numerosi prodotti chimici (dettagli su richiesta).
- Bassa dilatazione termica lineare, simile (di poco superiore) ai tubi metallici come si può vedere dalla seguente tabella.

Tipo materiale	Dilatazione termica in mm al m per ogni °K
Herz PipeFix FH	0,023
Acciaio inox	0,016
Rame	0,016
Tubi Plastici (Pe-X, Pe-HD, PB, PPR)	0,120 ÷ 0,200

Tabella 6 - Dilatazioni termiche di vari tubi a confronto

- Buona conduttività termica rispetto ai tubi in plastica che consente l'ottenimento di rese termiche migliori. Un tubo in Pe-X ha una conduttività inferiore a $0,40 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$ mentre il tubo in multistrato Herz PipeFix FH ha un valore pari a $0,43 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$ per le dimensioni 16x2 e 20x2 e addirittura $0,50 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$ per la misura 26x3.

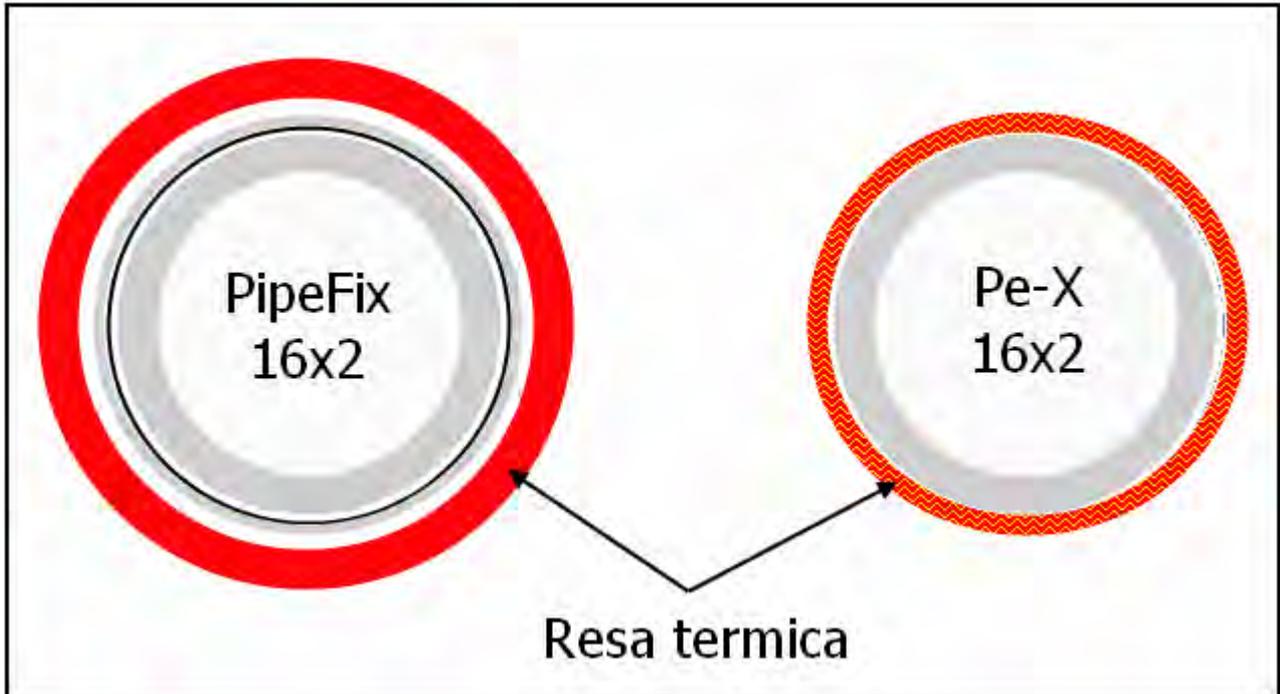


Figura 24 - Confronto resa termica PipeFix e Pe-X

TRACCIABILITÀ

Tutti i tubi multistrato hanno stampato sulla parte esterna le seguenti informazioni:

> | < xxx m HERZ , XX pipe, PE-RT/AL/PE-HD, dimensione esterna per spessore parete tubo, Paese di produzione, 95 °/10 bar, data del test, ora del test, nr. della linea produttiva, nr. d'ordine, strato, nr. operativo.

CARATTERISTICHE DEI TUBI HERZ PIPEFIX FH - PE-RT/AI/PE-HD

		PipeFix FH 16x2	PipeFix FH 20x2	PipeFix FH 26x3
Diametro esterno	mm	16	20	26
Spessore parete	mm	2	2	3
Spessore alluminio	mm	0,2	0,25	0,5
Lunghezza rotolo	m	200-250-500	200	50
Peso	g/m	112	137	296
Contenuto d'acqua	l/m	0,113	0,201	0,307
Temperatura massima di lavoro	°C	95	95	95
Pressione massima di lavoro	bar	10	10	10
Temperatura massima per brevi periodi	°C	110	110	110
Rugosità interna	mm	0,007	0,007	0,007
Conduttività termica	W/m*K	0,43	0,43	0,5
Coefficiente di dilatazione termica	mm/m*K	0,023	0,023	0,023
Resistenza termica	m ² *K/W	0,0046	0,0046	0,0041
Colore		Bianco	Bianco	Bianco
Diffusione ossigeno	mg/l	0	0	0
Raggio min. di curvatura (con utensile)	mm	32	40	78
Raggio min. di curvatura (senza utensile)	mm	80	100	130

GARANZIA DEL TUBO HERZ PIPEFIX FH

Herz garantisce una perfetta qualità per i suoi tubi che sono costruiti con molta cura. Solo materiali di prima qualità vengono usati per la loro produzione. I tubi Herz soddisfano pienamente gli standard richiesti dalle seguenti norme: DIN 4726, DIN 16833 e DIN 16892.

La garanzia viene fornita per tutti i casi di danneggiamento fino ad una durata di 10 anni dalla data di costruzione dei tubi Herz.

Questo certificato di garanzia perde ogni sua validità se i prodotti Herz (tubi e raccordi) o gli accessori raccomandati non sono stati impiegati esclusivamente, se l'installazione non è stata eseguita con attrezzatura o utensili Herz o da Herz raccomandati.

Qualsiasi garanzia fornita da Herz decade se la progettazione, l'installazione e il servizio di manutenzione non hanno seguito le procedure descritte e se l'installazione non è stata eseguita da personale qualificato e certificata. Danni di qualsiasi tipo causati da interferenze esterne (es. cavi elettrici, etc.), così come da errori od omissioni durante l'installazione sono esclusi dalla presente garanzia.

In caso di danni Herz deve essere informata immediatamente, al massimo entro 3 giorni dopo l'evento, ma comunque prima di effettuare qualsiasi riparazione e deve essere permesso di visionare ed esaminare il problema che si è verificato. In caso di inadempienza di tali richieste la garanzia decade.

Il costruttore o il manutentore hanno il dovere di limitare i danni (in caso di danni) ad esempio se ci sono delle tubazioni che perdono l'alimentazione deve essere interrotta immediatamente così come se ci sono dei dispositivi di carico automatico, altrimenti la garanzia è nulla.

Misure prese da Herz allo scopo di limitare i danni non danno riconoscimento alcuno che il danno sia stato causato da prodotti Herz.

La garanzia Herz include la sostituzione dei tubi Herz che hanno causato il danno, sui quali sia stato provato che la causa deriva da errori di produzione e per i quali ci impegnamo ove altri danni siano stati conseguenti a ciò.

Inoltre saranno rimborsati anche i costi per rimuovere, togliere e sostituire le parti difettose che saranno sostituite con nuovi componenti da Herz. Questo include anche ogni lavoro di manutenzione che sia stato necessario per ripristinare le condizioni preesistenti. Apparecchi sostitutivi, interruzione di servizio, perdita del valore o altri danni indiretti risultanti dall'evento dannoso sono esclusi dalla presente garanzia.

La responsabilità della presente garanzia è limitata ad un valore di 1.000.000 € per singolo caso e per un massimo totale di 10.000.000 € per anno.

Herz si riserva il diritto ad incaricare compagnie specializzate di sua scelta a procedere a qualsiasi azione necessaria.

L'uso della garanzia durante il periodo di garanzia non dà luogo a nessuna estensione del periodo della stessa.

LA FASCIA PERIMETRALE ISOLANTE

In polietilene a celle chiuse, leggero, impermeabile, imputrescibile, inattaccabile da muffe e con un'elevata resistenza alle aggressioni chimiche ed alle reazioni alcaline dei manufatti cementizi. Spessore 8 mm altezza 150 mm, con foglio in PE saldato su un lato per la protezione dalle infiltrazioni del massetto di copertura, con banda adesiva sul retro per un saldo ancoraggio alle pareti.

La fascia perimetrale isolante è un elemento molto importante dell'impianto a pavimento e deve assolvere queste principali funzioni:

- assorbire le dilatazioni del massetto
- isolare termicamente il massetto dalle pareti
- garantire discontinuità acustica tra massetto/pavimento e pareti

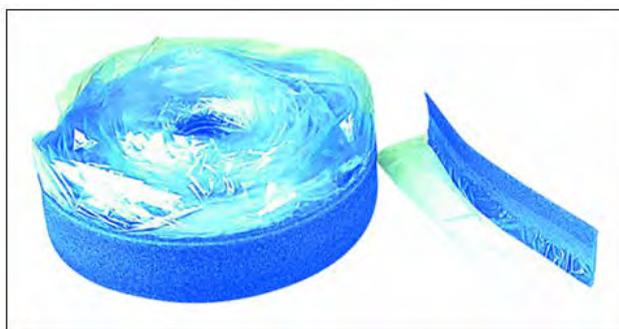


Figura 25 - Fascia perimetrale isolante

Prima della posa dei pannelli isolanti deve essere posata una fascia di dilatazione perimetrale lungo i muri e gli altri componenti edilizi che penetrano nei pannelli stessi. Essa deve essere fissata saldamente per mezzo della parte adesiva a muri, colonne, montanti, telai delle porte. La bandella in nylon deve essere rivoltata sopra il pannello radiante (la serigrafia sovrastampata deve essere leggibile). Quando si andrà a posare il tubo la bandella in polietilene deve essere appoggiata **sopra i pannelli e sotto il tubo**.



Figura 26 - Particolari della posa della fascia perimetrale isolante

N.B. La parte eccedente oltre il pavimento va tagliata ed eliminata solo dopo la posa del rivestimento finale e appena prima della posa dei battiscopa.

IL GRUPPO COLLETTORI E LA CASSETTA

I COLLETTORI

Il set collettori Herz per impianti a pavimento radiante, alloggiato nella sua cassetta da incasso, è ricavato da 2 barre in ottone trafilato nelle quali trovano alloggio, nella mandata:

- i misuratori/regolatori di flusso Flowmeter
- la valvola di sfiato aria
- la valvola di scarico orientabile

mentre nel ritorno:

- gli otturatori termostatici comandabili da attuatori termoelettrici
- la valvola di sfiato aria
- la valvola di scarico orientabile

Il set è completato da una coppia di staffe con supporti in gomma per isolare termicamente e acusticamente i 2 collettori che si installano nella posizione desiderata all'interno della cassetta grazie ai binari regolabili sia in altezza che in larghezza.

Le derivazioni per il collegamento dei tubi sono G $\frac{3}{4}$ e hanno il profilo di connessione per i raccordi di tipo eurokonus.

Le dimensioni del set collettori possono essere sia da 1" che da 1 $\frac{1}{4}$ " .

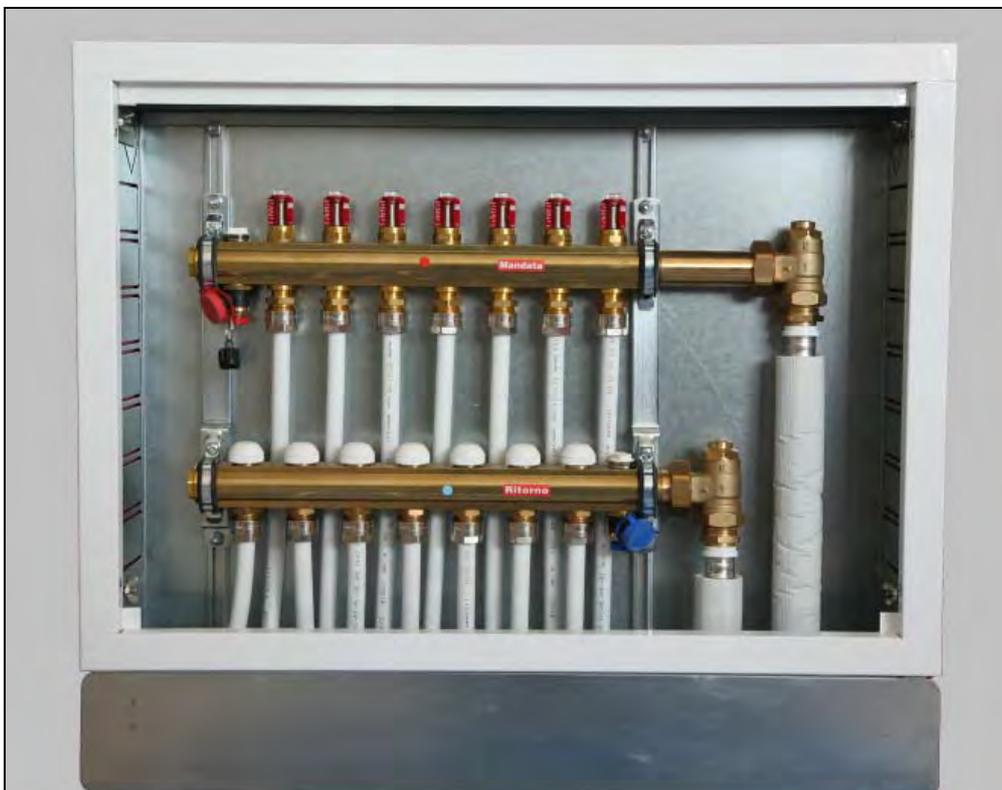


Figura 27 - Cassetta da incasso con set collettori in barra per impianto a pavimento radiante

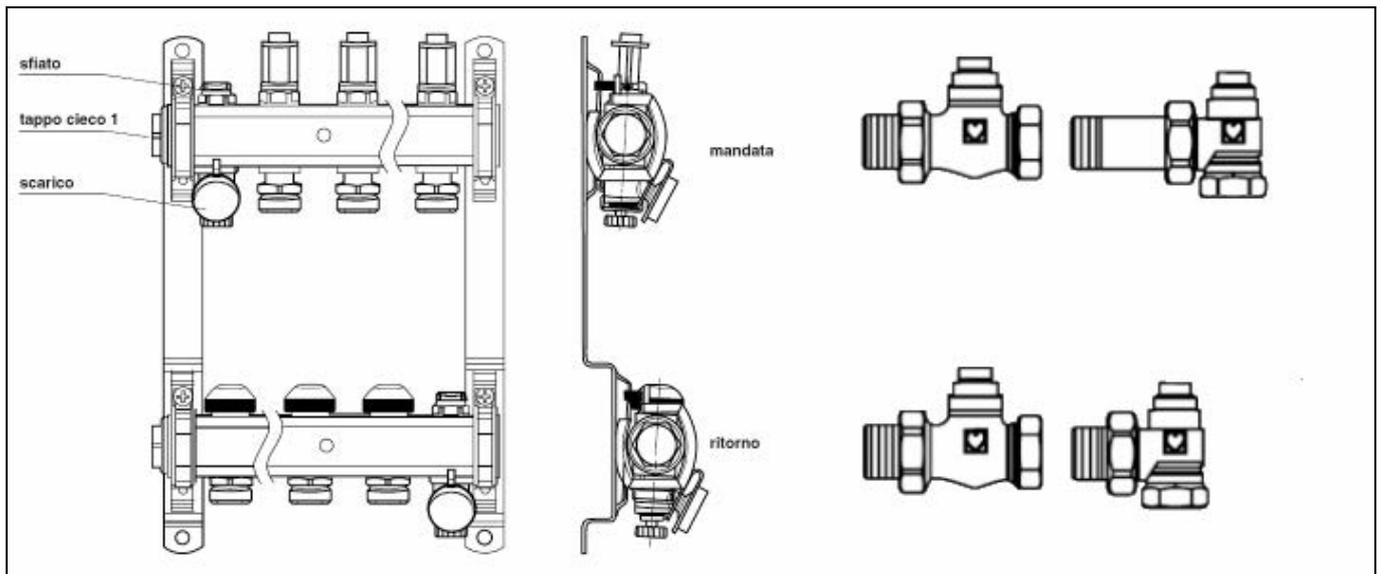


Figura 28 .- Particolari del set collettori a barra e valvole di intercettazione

DATI DI ESERCIZIO DEI COLLETTORI

Temperatura massima	120 °C
Temperatura minima	0 °C
Pressione massima	10 bar
Δp massima per un funzionamento silenzioso	0,2 bar
Δp massima sugli otturatori termostatici	0,4 bar
Misuratori/regolatori di flusso Flowmeter da	0 – 3 l/min e 0 – 6 l/min

I misuratori/regolatori di flusso Flowmeter devono sempre essere installati sulla mandata

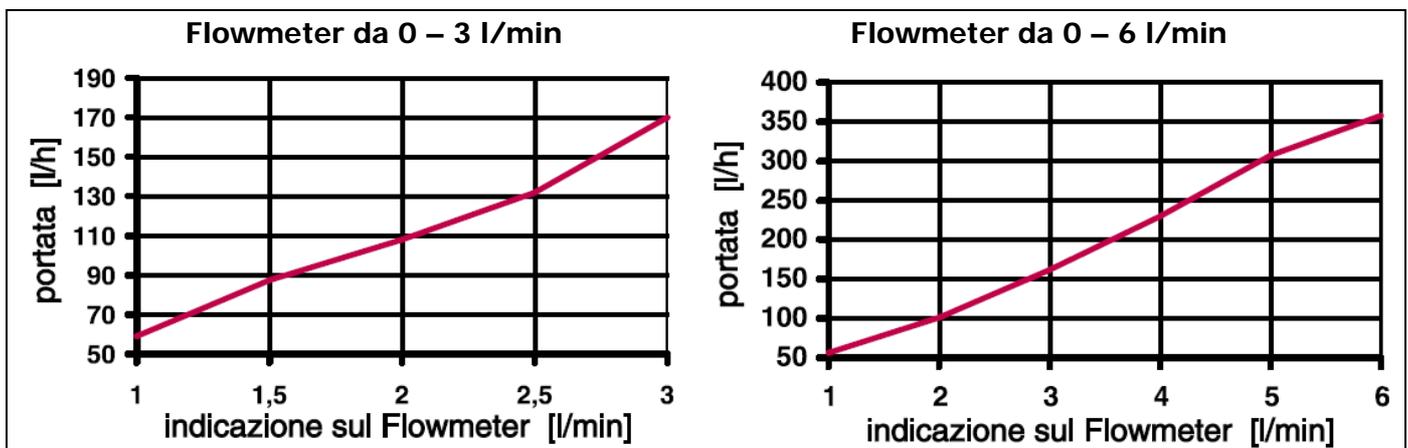
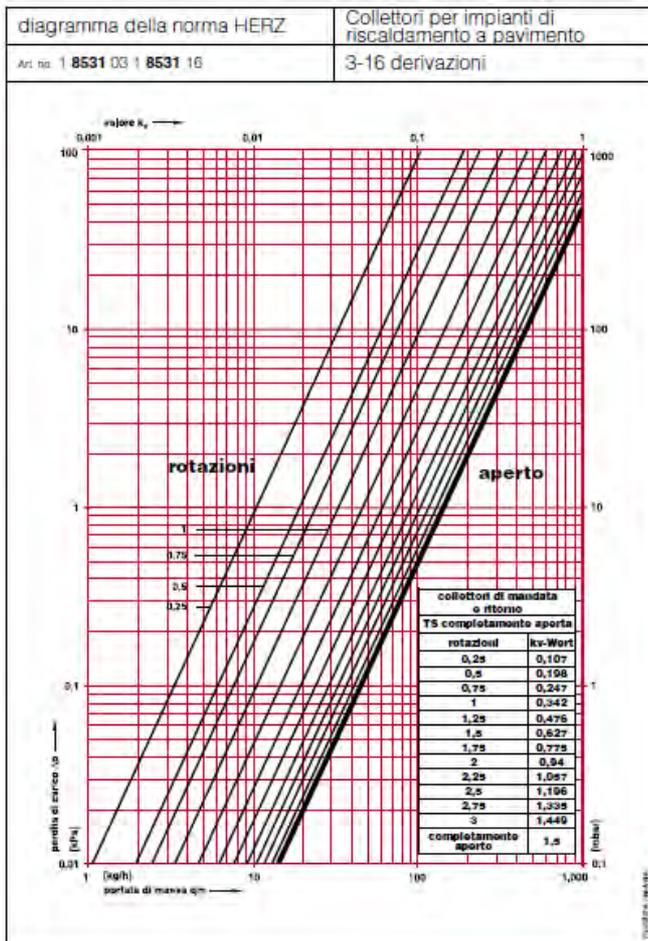
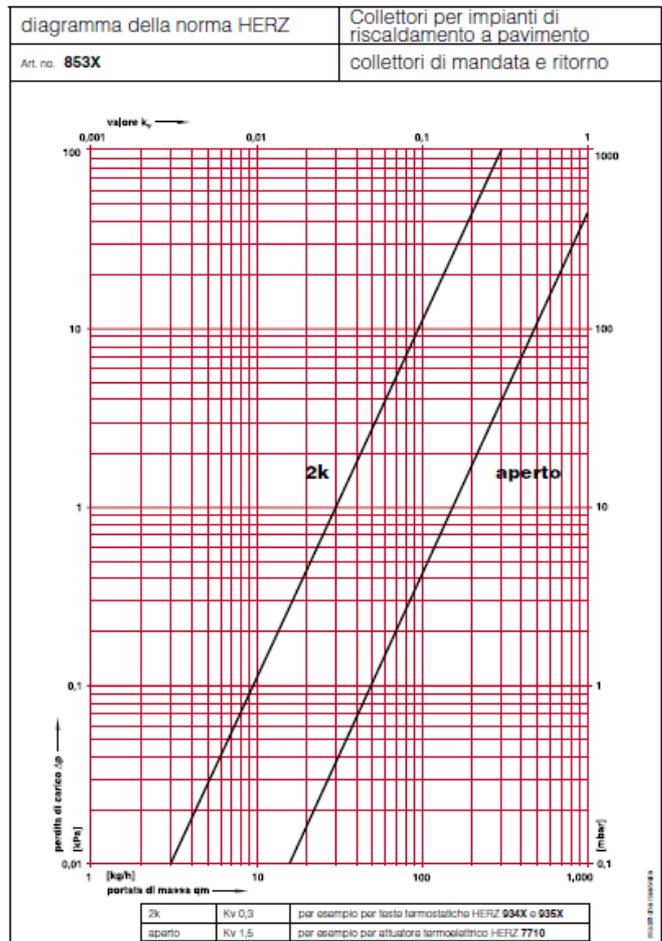


Grafico 6 - Diagrammi per la regolazione dei Flowmeter

PERDITE DEI CARICO DEI COLLETTORI



Collettore di Mandata



Collettore di Ritorno

Gafico 7 - Perdite di carico dei collettori Herz DN 25 e DN 32

DIMENSIONI DEI COLLETTORI E DELLE CASSETTE CONSIGLIATE

Nr. Derivazioni collettore	Lunghezza Collettore (mm)	Larghezza nominale Cassetta (mm)	Lunghezza collettore con valvole a squadra (mm)	Larghezza cassetta con valvole a squadra (mm)	Lunghezza collettore con valvole diritte (mm)	Larghezza cassetta con valvole diritte (mm)
3	221	300	366	500	331	400
4	271	300	416	600	381	500
5	321	400	466	600	431	600
6	371	500	516	750	481	600
7	421	600	566	750	531	750
8	471	600	616	750	581	750
9	521	750	666	900	631	750
10	571	750	716	900	681	900
11	621	750	766	900	731	900
12	671	900	816	1050	781	900
13	721	900	866	1050	831	1050
14	771	900	916	1050	881	1050
15	821	1050	966	1200	931	1050
16	871	1050	1016	1200	981	1200

Tabella 7 - Dimensionamento collettori e cassette

LE CASSETTE DA INCASSO

Le cassette da incasso per l'alloggiamento dei collettori Herz si contraddistinguono per il design accurato e la piacevole estetica che le rendono un elemento dell'impianto che non si fa notare pur essendo l'unico componente a vista.

Caratteristiche:

- Profondità di montaggio regolabile da 80 a 140 mm
- Altezza della cassetta regolabile da 705 a 775 mm
- Possibilità di togliere il pannello anteriore, nel quale è inserito uno sportello ad innesto integrato con chiavistello rotante. Altezza dello sportello 546 mm
- Altezza dei piedini della cassetta regolabile
- Guide di fissaggio per le staffe di sostegno dei collettori regolabili
- Intelaiatura di montaggio e cassetta in lamiera d'acciaio zincata a fuoco
- Sportello anteriore e cornice anteriore laccati bianco (RAL 9010)
- Lamiera zoccolo alla base asportabile e regolabile, altezza 110 mm
- Guida inferiore di inserimento tubi asportabile per un montaggio semplificato dei tubi in acciaio dolce e per tubi in plastica
- Sportello della cassetta con serratura a cilindro disponibile su richiesta



Figura 29 - -Cassetta alloggiamento collettori da incasso

TABELLA PER LA SCELTA DELLE CASSETTE DA INCASSO

Dimensione nominale cassetta (mm)	Profondità cassetta (mm) Compatta/ Normale	Ingombro totale pannello anteriore Ltot (mm)	Larghezza utile interna Lut (mm)
300	80÷110 / 110÷140	409	345
400	80÷110 / 110÷140	459	395
500	80÷110 / 110÷140	513	449
600	80÷110 / 110÷140	598	534
750	80÷110 / 110÷140	748	684
900	80÷110 / 110÷140	898	834
1050	80÷110 / 110÷140	1048	984
1200	80÷110 / 110÷140	1198	1134
1500	80÷110 / 110÷140	1498	1434

Tabella 8 - Dimensioni cassette da incasso

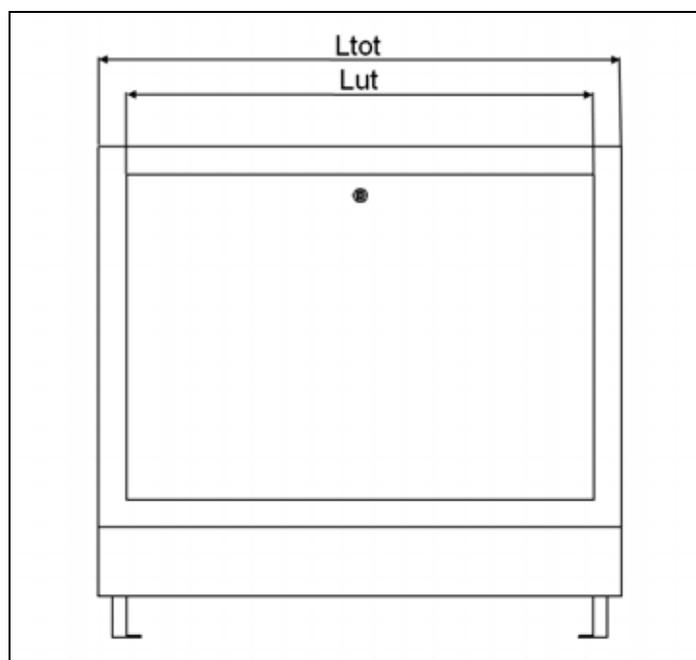


Figura 30 - Dimensioni utili e di ingombro delle cassette

DIMENSIONAMENTO RAPIDO DEGLI IMPIANTI A PAVIMENTO RADIANTE

Le seguenti informazioni non si sostituiscono in alcun modo ad un accurato studio di progettazione e calcolo per un impianto di riscaldamento a pavimento da parte di uno studio termotecnico abilitato e intendono fornire delle istruzioni di base per una stima preliminare rapida e pratica.

PRINCIPI DI BASE

La potenza specifica verso l'alto emessa da un impianto di riscaldamento a pavimento dipende dalla differenza di temperatura tra la superficie del pavimento e quella dell'aria ambiente secondo questa formula:

$$Q_u = 8,92 \times (\theta_{Fm} - \theta_i)^{1,1} \quad (W/m^2)$$

dove

- Q_u = potenza specifica verso l'alto (W/m^2)
- θ_{Fm} = temperatura media del pavimento ($^{\circ}C$)
- θ_i = temperatura ambiente ($^{\circ}C$)

Risulta quindi evidente che la potenza unitaria fornita da questo impianto dipende dalla temperatura che il pavimento riesce a raggiungere fermo restando che questa non deve superare dei valori limite imposti dalla normativa vigente che la fissa a $29^{\circ}C$ per le zone occupate e $35^{\circ}C$ per le zone periferiche. Il valore massimo che si può perciò ottenere, come si vede dal grafico seguente, è di $100 W/m^2$.

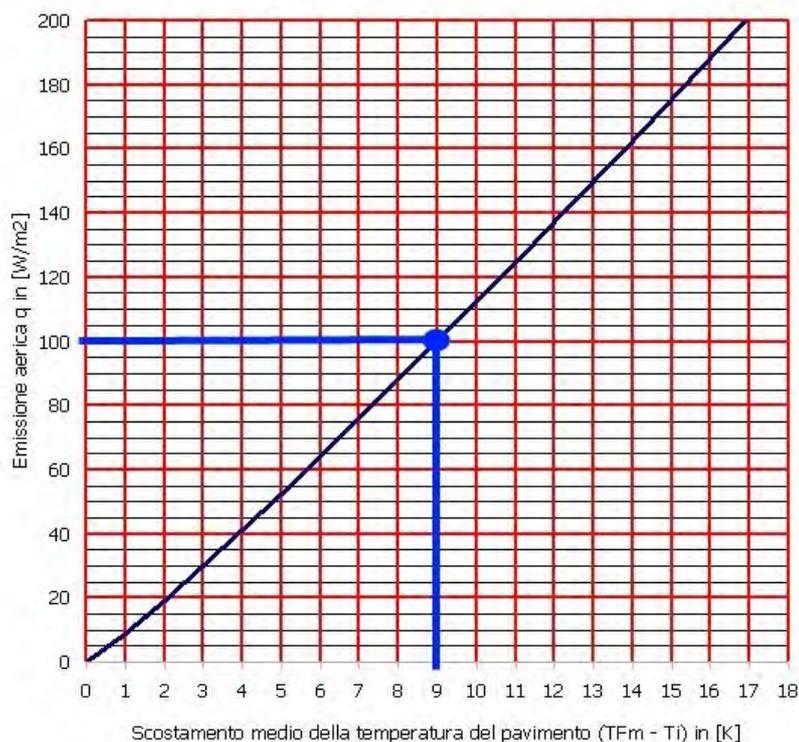
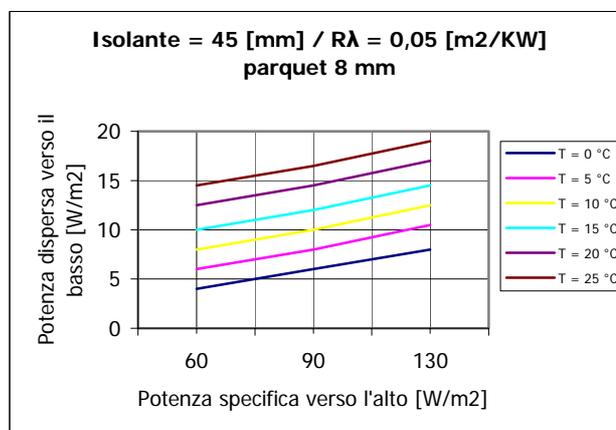
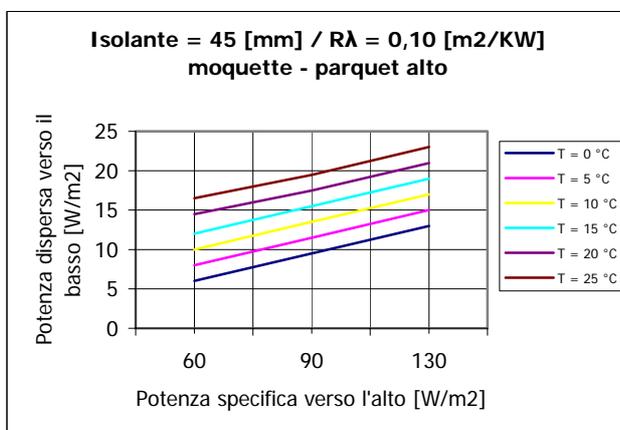
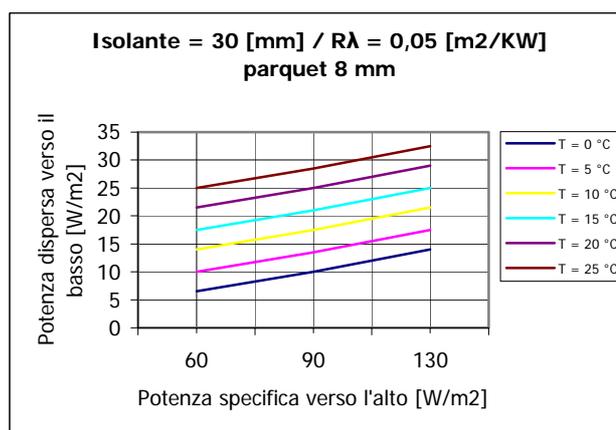
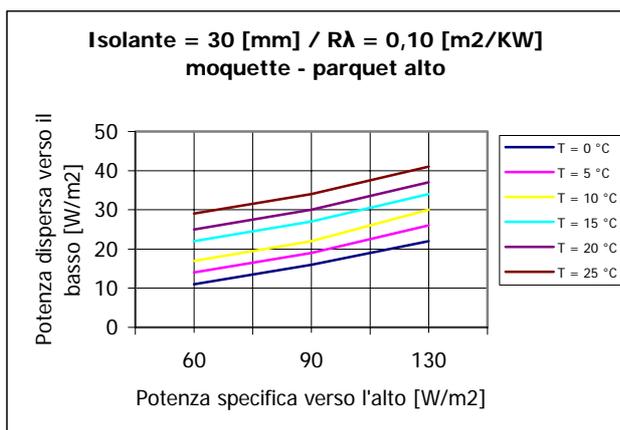


Grafico 8 - Curva caratteristica di base per impianti di riscaldamento a pavimento radiante

Contemporaneamente alla potenza emessa verso l'alto l'impianto emette un flusso di calore anche verso il basso che dipende da alcuni fattori quali le resistenze termiche verso l'alto (massetto + rivestimento pavimento) e verso il basso (pannello isolante + solaio), dal tipo e dimensione del tubo, dalla differenza di temperatura tra l'ambiente da riscaldare e quello sottostante e dalla potenza specifica emessa verso l'alto.

La potenza complessiva di un impianto deve quindi essere superiore a quella emessa verso l'alto ed è il risultato della somma di quella dispersa più quella utile. Nel dimensionare un impianto bisogna quindi sommare alla potenza necessaria, derivante dai calcoli delle dispersioni termiche, una percentuale variabile dal 5% al 25% (vedi grafici seguenti) dipendente dai fattori sopraelencati.



Grafici 9

Potenze disperse verso il basso con un solaio comune in relazione al Δt tra il locale trattato e quello sottostante, allo spessore dell'isolante usato e al tipo di rivestimento.

PROGETTO E CALCOLO DELLA SUPERFICIE DEI SISTEMI DI RISCALDAMENTO

Come per tutti i sistemi di riscaldamento anche per i sistemi di riscaldamento a pavimento un'accurata progettazione è il segreto per un efficiente funzionamento. Il calcolo e la progettazione vengono fatti seguendo regole e standard generali. Ciò si traduce in una stanza confortevole e un sistema efficiente con bassi costi operativi. Il dimensionamento dei sistemi di riscaldamento a pavimento fa riferimento alla norma EN 1264 e il calcolo del carico di calore alla EN 12831. Il punto di partenza per il calcolo è il calore richiesto per ciascuna stanza. Questo dipende dalla posizione della stanza, dai materiali di costruzione, dall'isolamento, dal numero di finestre e da altri fattori. Conoscendo la richiesta di calore il calcolo della dimensione del riscaldamento a pavimento può iniziare.

TEMPERATURA MASSIMA DELLA SUPERFICIE DEL PAVIMENTO

Nel calcolo del sistema, la temperatura di superficie del pavimento dovrebbe rimanere al di sotto della temperatura fisica ideale (indicata nella EN 1264). Temperature di superficie sopra i 25 °C sono poco confortevoli dopo qualche tempo e possono inoltre provocare problemi di salute. Poiché la temperatura massima del pavimento è necessaria soltanto pochi giorni durante l'anno, una temperatura massima di 29 °C può essere applicata nel processo per le zone giorno. Per zone che non sono costantemente utilizzate, come zone periferiche e di passaggio, è consentita una temperatura massima di 35 °C. Queste temperature sono stabilite conformi alla EN 1264 che indica i valori limite per le temperature massime di superficie del pavimento. (zone giorno +9 K, zone periferiche +15 K).

Se la richiesta di calore non può essere raggiunta con l'utilizzo di zone periferiche allora si renderanno necessari emanatori di calore aggiuntivi (radiatori o altri sistemi).

Utilizzando un appropriato isolamento sotto i tubi la quantità di calore dispersa al suolo o nella stanza sottostante dovrebbe essere più bassa del 25% delle perdite di calore e sicuramente inferiore a 20W/m².

PASSAGGI DI CALCOLO

Il punto di partenza è la richiesta di calore dei locali (conforme a EN 12831).

1) RICHIESTA DI CALORE REALE

La perdita di calore della superficie del pavimento può essere dedotta dalla perdita totale di calore per la stanza (poiché questa è l'emittente di calore):

$$P_{NB} = P_N - P_{FB}$$

dove:

P_{NB} richiesta di calore reale (W)

P_N richiesta di calore standard (W)

P_{FB} perdita di calore della superficie del pavimento (W)

Esempio:

Richiesta di calore nominale della stanza standard:

$$P_N = 1000 \text{ W}$$

Perdita di calore della superficie del pavimento (dove è presente l'impianto a pavimento):

$$P_{FB} = 150 \text{ W}$$

Richiesta di calore reale:

$$P_{NB} = 1000 - 150 = 850 \text{ (W)}$$

2) CALCOLO DELLA RICHIESTA DI CALORE SPECIFICO

La richiesta di calore specifico viene calcolata con la richiesta di calore reale e la superficie di riscaldamento disponibile (pavimento della stanza):

$$q_{\text{spec}} = P_{NB} / A_R \quad (\text{W/m}^2)$$

dove:

q_{spec} richiesta di calore specifico (W/m²)

P_{NB} richiesta di calore reale (W)

A_R area della stanza (m²)

Esempio:

Richiesta di calore reale della stanza standard:

$$P_{NB} = 850 \text{ W}$$

Superficie della stanza:

$$A_R = 15 \text{ m}^2$$

Richiesta di calore specifico:

$$q_{\text{spec}} = 850/15 = 57 \text{ (W/m}^2)$$

Per il calcolo della temperatura di mandata del flusso, viene utilizzata la stanza con la richiesta di calore specifico più alta (esclusi i bagni) e definita come stanza standard per il calcolo.

3) CALCOLO DELLA STANZA STANDARD

Soltanto per il calcolo della stanza standard la differenza di temperature tra la mandata e il ritorno viene scelta conforme a **EN 1264 $\sigma < 5$ K**

I bagni non sono presi in considerazione come stanze standard.

4) SOVRATEMPERATURA MEDIA

Questo valore viene determinato tramite un'equazione matematica che prende in considerazione la temperatura di mandata (T_m) e di ritorno (T_r) dell'acqua e la temperatura dell'aria nella stanza (T_i). Questo valore consente di mettere in relazione la potenza specifica emessa con le temperature di mandata e ritorno (Δt) dell'impianto.

Senza addentrarci troppo nei calcoli riportiamo alcuni valori a titolo di esempio per capirne il risultato.

T_{mH}	T_m (con $\Delta t = 5$ °C)										
T_i (°C)	30	33	35	38	40	43	45	48	50	53	55
20	7,21	10,30	12,33	15,36	17,38	20,39	22,40	25,41	27,42	30,40	32,43
24	2,79	6,17	8,24	11,31	13,34	16,37	18,38	21,40	23,41	26,40	28,42

Tabella 9 - Sovratemperatura media T_{mH}

Per dimensionare la stanza standard viene utilizzata la sovratemperatura media, le resistenze termiche del rivestimento del pavimento (che variano la conduttività del calore) e il passo di posa della tubazione.

I diagrammi seguenti mostrano le rese termiche con diversi passi di posa del tubo in relazione alla sovratemperatura media per i principali tipi di rivestimento del pavimento, considerando un massetto di calcestruzzo dello spessore di 45 mm (sopra il tubo) trattato con additivo fluidificante e con una conduttività termica λ di 1,2 W/mK.

All'interno di essi viene evidenziata anche la curva limite che risulta con un $\Delta t_{MR} = 0$ (K) dell'impianto. Questo è il valore massimo ammissibile che può essere usato negli impianti a pavimento radiante e che porta la temperatura superficiale del pavimento a 29 °C per le zone di permanenza e 35 °C per le zone periferiche. Questi due valori non devono mai essere superati per questioni fisiologiche, cioè andare oltre impedisce al corpo un corretto scambio termico e l'impianto da confortevole diventa fastidioso.

Unica eccezione ammessa sono i bagni in quanto la richiesta di calore per essi è superiore e la temperatura dell'aria viene considerata pari a 24 °C; ciò porta ad una temperatura massima superficiale di 33 °C.

DIAGRAMMI DELLE RESE TERMICHE IN RELAZIONE AL TIPO DI RIVESTIMENTO E AL PASSO DI POSA

Diagramma di resa termica con rivestimento ceramica, cotto e simili
 $R_{AB} = 0,02 \text{ [m}^2\text{K/W]}$

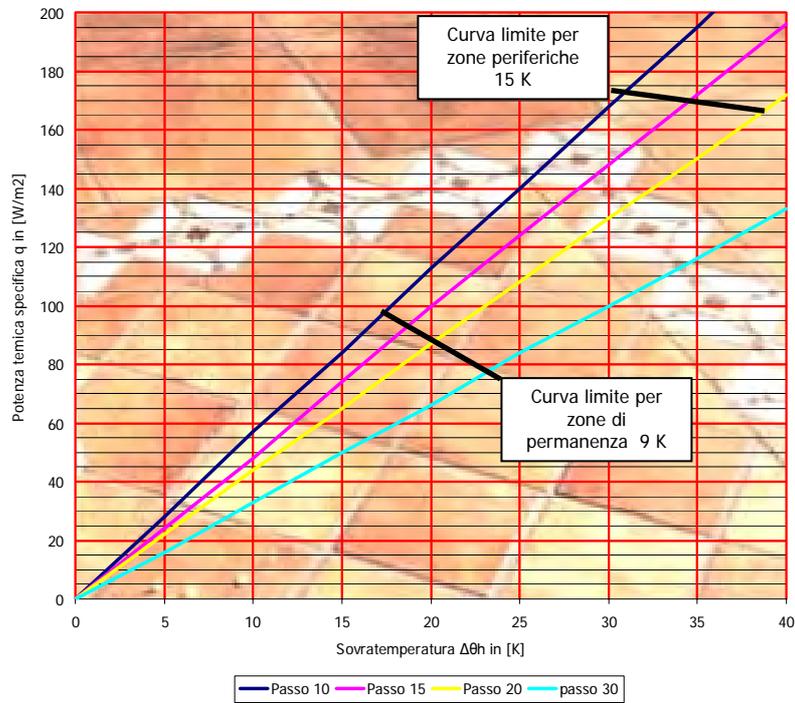


Diagramma di resa termica con rivestimento legno, parquet
 $R_{AB} = 0,06 \text{ [m}^2\text{K/W]}$

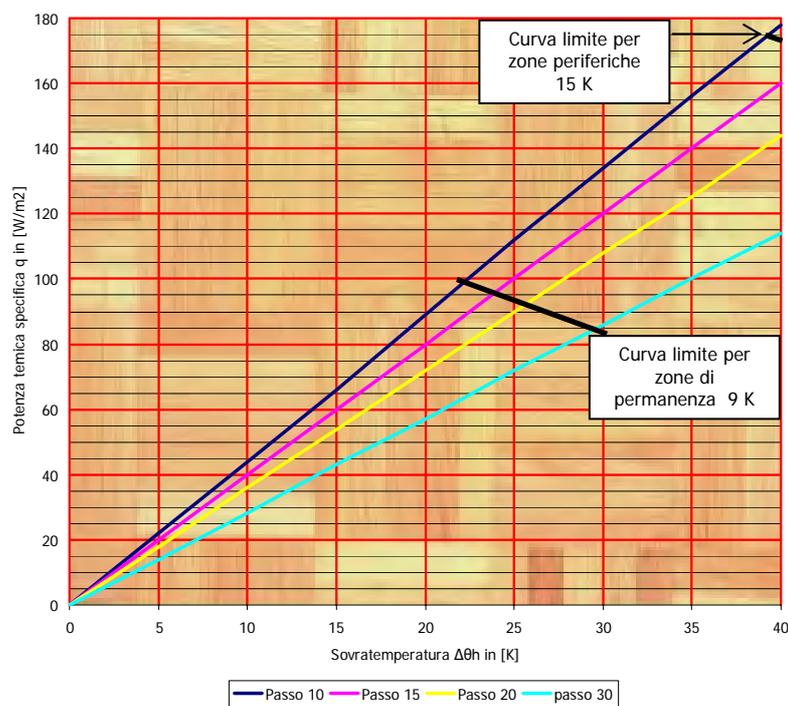


Diagramma di resa termica con rivestimento moquette
 $R_{AB} = 0,1 \text{ [m}^2\text{K/W]}$

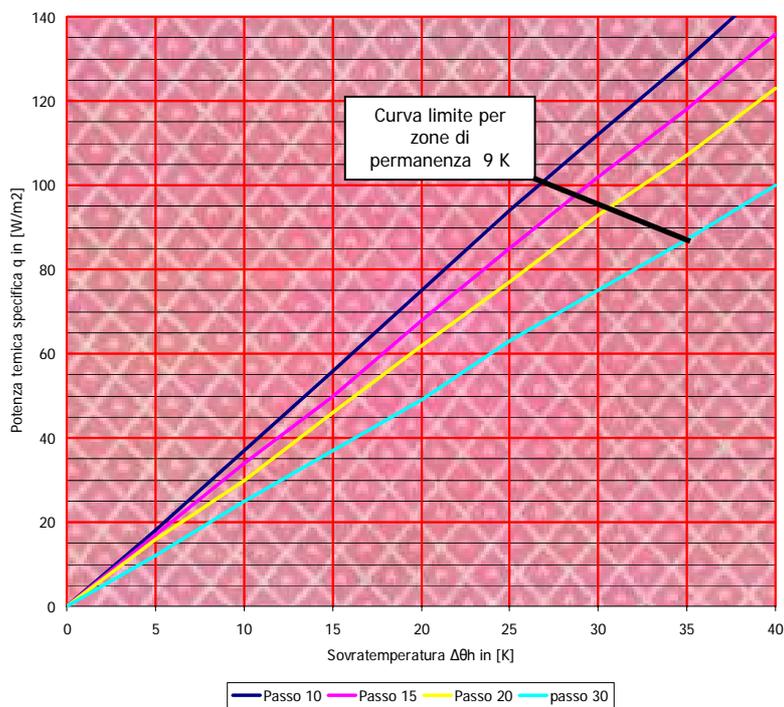
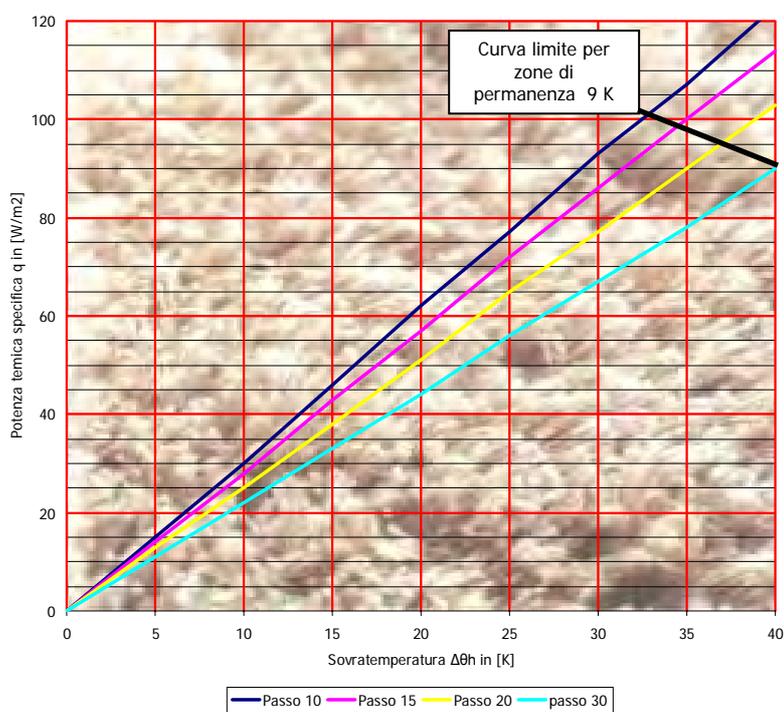


Diagramma di resa termica con rivestimento moquette spessa
 $R_{AB} = 0,15 \text{ [m}^2\text{K/W]}$



5) CALCOLO DELLA TEMPERATURA DI MANDATA

La temperatura di mandata viene calcolata con la seguente formula:

$$t_{VL} = t_i + t_{mH} + (\sigma/2) \quad (^\circ\text{C})$$

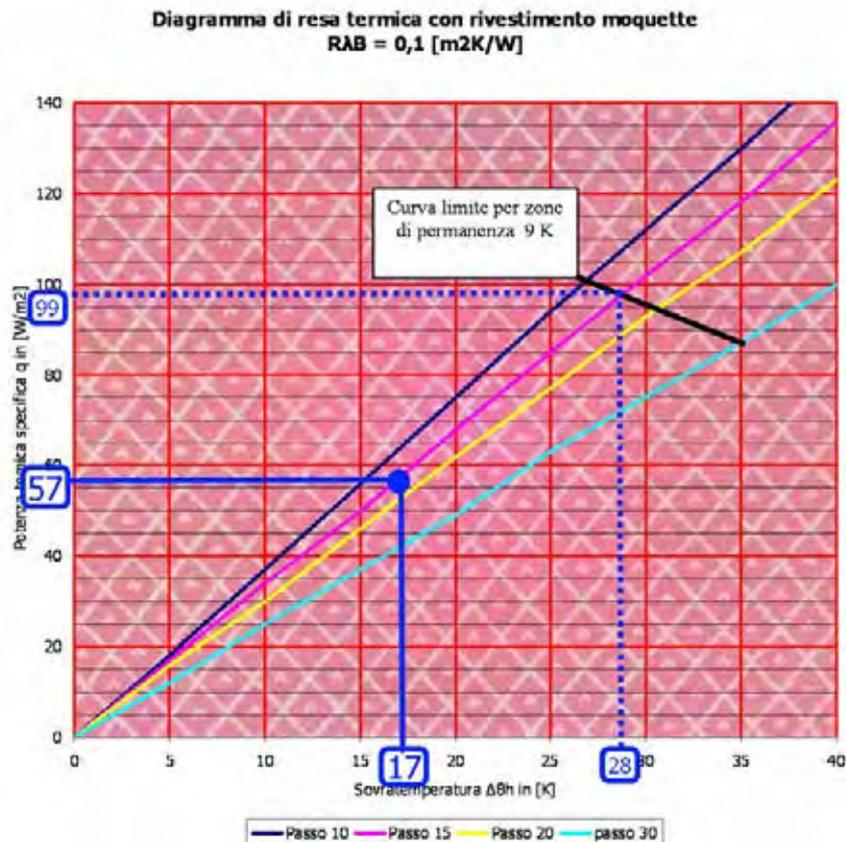
dove

t_{VL} Temperatura del flusso di mandata ($^\circ\text{C}$)

t_i Temperatura interna della stanza ($^\circ\text{C}$)

t_{mH} Sovratemperatura media ($^\circ\text{K}$)

σ Differenza di temperatura, tra temperatura di mandata e di ritorno (K)



Esempio: Valori di progetto e valori limite per le rese termiche e le sovrature medie.

Esempio:

Individuare il passo di posa che si desidera usare prendendo come riferimento il grafico con la resistenza $R_{\Lambda B} = 0,1 \text{ (m}^2\text{K/W)}$.

In questo caso si è scelto il passo 15 cm che determina una sovratemperatura media di 17 K.

Sovratemperatura media: $t_{mH} = 17 \text{ K}$

Temperatura della stanza: $t_i = 20^\circ\text{C}$

Differenza di temperatura: $\sigma = 5 \text{ K}$

Temperatura del flusso di mandata: $20 + 17 + (5/2) = 39,5 \text{ }^\circ\text{C}$

Questa temperatura di mandata è valida per tutti i circuiti di riscaldamento. Per ottenere la corretta resa termica su ciascun circuito, viene variata la differenza di temperatura (differenza di temperatura tra mandata e ritorno) e conseguentemente la portata.

6) CALCOLO DELLA DIFFERENZA DI TEMPERATURA PER TUTTI GLI ALTRI CIRCUITI DI RISCALDAMENTO

Come per la stanza standard la sovratemperatura media si calcola utilizzando la richiesta di calore specifico e il passo di posa dei tubi.

La differenza di temperatura si calcola utilizzando questa temperatura e la temperatura di mandata.

$$\sigma / 2 = t_{VL} - (t_i + t_{mH})$$

$$\sigma = 2 \times (t_{VL} - (t_i + t_{mH}))$$

dove

t_{VL} Temperatura del flusso di mandata (°C)

t_i Temperatura interna della stanza (°C)

t_{mH} Sovratemperatura media (K)

σ Differenza di temperatura ,tra temperatura di mandata e di ritorno (K)

Esempio:

Camera: 50 W/m²

Individuare il passo di posa che si desidera usare prendendo come riferimento il grafico con la resistenza $R_{\lambda B} = 0,1$ (m²K/W).

In questo caso si è scelto il passo 15 cm che determina una sovratemperatura media di 15 K.

Sovratemperatura media: $t_{mH} = 15$ K

Temperatura della stanza: $t_i = 20$ °C

Differenza di temperatura: $\sigma = 2 \times (39,5 - (20 + 15)) = 9$ K

7) ZONE PERIFERICHE

Se la richiesta di calore non è sufficiente utilizzando la massima temperatura del pavimento di 29 °C e il minimo intervallo di installazione tra i tubi (passo), è necessario il calcolo per le zone periferiche. Il calcolo utilizza una temperatura massima del pavimento di 35 °C nelle zone periferiche per raggiungere la potenza di calore richiesta. Se il minimo intervallo tra i tubi di 100 mm non è sufficiente, allora la temperatura del flusso viene aumentata per tutte le stanze. I limiti per il sistema di progettazione sono i seguenti.

8) ELEMENTI DI RISCALDAMENTO AGGIUNTIVI

Se la richiesta di riscaldamento non può essere soddisfatta ricorrendo alle zone periferiche, si rende necessaria una sorgente di calore aggiuntiva. Il riscaldamento a parete, che utilizza la stessa temperatura di flusso del riscaldamento a pavimento, potrebbe essere una sorgente addizionale di calore adatta. Riscaldamento a soffitto, radiatori classici e stufe elettriche sono altre possibili fonti di calore.

9) CALCOLO DELLA QUANTITÀ DEL FLUSSO D'ACQUA

La quantità del flusso d'acqua (portata) è calcolata dalla potenza di riscaldamento e dalla differenza di temperatura calcolata

$$m = P_{NB} / (\sigma \times c) \times 3600 \quad (\text{kg/h})$$

dove

m Quantità del flusso d'acqua - portata (kg/h)

P_{NB} Richiesta di calore reale (kW)

σ Differenza di temperatura (K)

c Capacità di calore specifico dell'acqua = 4.19 (KJ/kgK)

3600 Fattore di moltiplicazione per la conversione da kg/s a kg/h

Esempio

Richiesta di calore reale: $P_{NB} =$ 0,85 kW

Differenza di temperatura: $\sigma =$ 5 K

Capacità di calore specifico: 4,19 (KJ/kgK)

Flusso dell'acqua - portata: $m =$ $0,85 / (5 \times 4,19) \times 3600 = 146$ (kg/h)

10) CALCOLO DELLA LUNGHEZZA DEI TUBI

La lunghezza totale dei tubi per un circuito di riscaldamento non dovrebbe essere superiore ai 100/120 m.

$$L = (A_R / a) + (2 \times L_{ZU}) \text{ (m)}$$

dove

L Lunghezza dei tubi del circuito (m)

A_R Area della stanza (m^2)

a Intervallo tra i tubi (passo) (m)

L_{ZU} Lunghezza del tubo di alimentazione / tubo di ritorno (allacciamenti) (m)

Anche le linee di collegamento (L_{ZU}) dal e al collettore devono essere incluse.

Esempio

Area della stanza: A_R = 12 m^2

Intervallo tra i tubi (passo): a = 0,15 m (150mm)

lunghezza dei tubi di alimentazione: L_{ZU} = 2 m

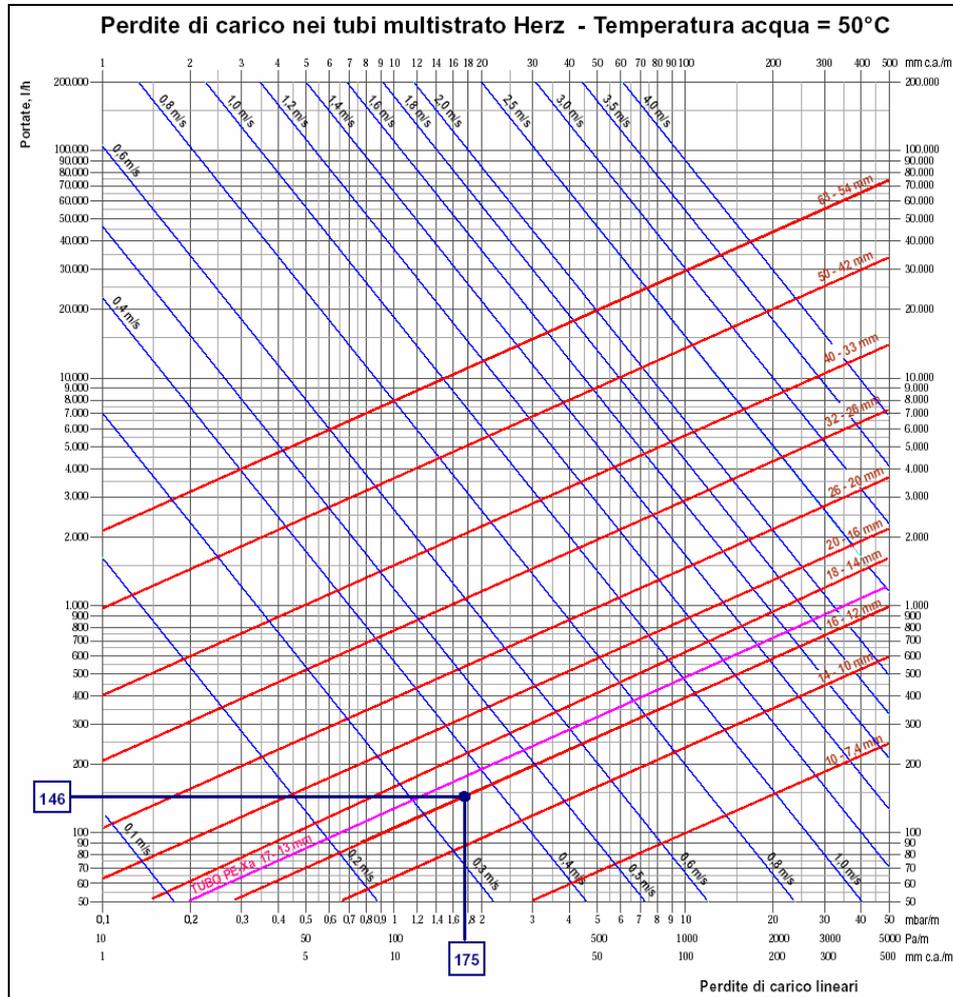
Lunghezza dei tubi per il circuito di riscaldamento: L = $(12 / 0,15) + (2 \times 2) = 84$ m

Se la lunghezza del circuito è maggiore di 100/120 m deve essere divisa in due circuiti (per esempio zona periferica e zona principale).

11) CALCOLO DELLE PERDITE DI CARICO

Usando il grafico ed i valori, L (lunghezza totale circuito) ed m (portata circuito), si può calcolare la perdita di pressione del circuito del riscaldamento a pavimento.

La velocità massima dell'acqua non dovrebbe superare gli 0,5 m/s.



Esempio: Verifica delle perdite di pressione unitarie (Pa/m)

La differenza di pressione Δp_c di un intero circuito dipende dalle perdite di pressione unitarie Δp_u e dalla lunghezza del circuito:

$$\Delta p_c = L \times \Delta p_u \quad (\text{mbar})$$

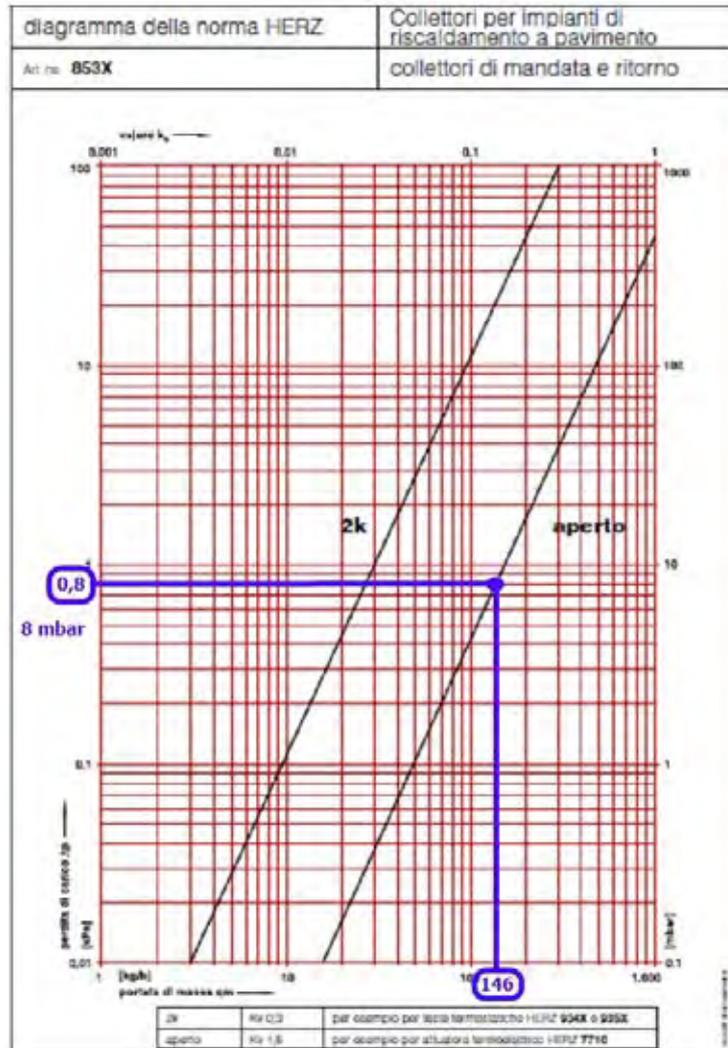
Nelle installazioni degli impianti a pavimento le usuali disposizioni di posa possono essere a spirale o a serpentina (semplice o doppia), va perciò considerato che ogni singola curva della tubazione produce una perdita di carico. Come accennato in precedenza possiamo inserire un fattore arbitrario e modificare il calcolo appena visto così:

- Circuito a spirale: $\Delta p_c = (L \times \Delta p_u) / 100 \times 113 \quad (\text{mbar})$
- Circuito a serpentina: $\Delta p_c = (L \times \Delta p_u) / 100 \times 117 \quad (\text{mbar})$

A questo punto per ottenere le perdite di carico totali del sistema bisogna individuare il circuito con le perdite di carico maggiori e sommare i valori ottenuti da questo circuito alle perdite causate dal gruppo collettore.

Per i collettori Herz la perdita di carico della barra di mandata (con i misuratori/regolatori di portata) e quella della barra di ritorno (con le valvole termostatiche) è circa uguale e perciò si può individuare nel diagramma seguente il singolo valore e poi raddoppiarlo.

$$\Delta p_{TOT} = \Delta p_c + (\Delta p_v \times 2) \quad (\text{mbar})$$



Esempio

$$\Delta p_u = 1,75 \text{ (mbar/m)}$$

$$L = 84 \text{ (m)}$$

$$\Delta p_c = 84 \times 1,75 = 147 \text{ (mbar)}$$

$$\text{Circuito a spirale: } \Delta p_c = (84 \times 1,75)/100 \times 113 = 166 \text{ (mbar)}$$

$$\Delta p_v = 8 \text{ (mbar)}$$

$$\Delta p_{TOT} = 166 + (8 \times 2) = 182 \text{ (mbar)}$$

TABELLE PER IL DIMENSIONAMENTO RAPIDO

Le tabelle nelle pagine seguenti sono state pensate per avere una rapida verifica delle rese termiche di un impianto a pavimento radiante che rispetti le seguenti condizioni:

- ✓ Resistenza termica del pannello isolante: 0,75 m²K/W
- ✓ Temperatura del locale : 20 °C
- ✓ Temperatura del locale sottostante: 20 °C
- ✓ Solaio in cemento
- ✓ Conduttività termica del massetto in calcestruzzo trattato con additivo fluidificante: 1,2 W/mK
- ✓ Spessore del massetto sopra il tubo: 45 mm
- ✓ Lunghezza massima del circuito: 150 m
- ✓ Perdita di carico massima: 250 mbar

N.B. : I VALORI SONO INDICATIVI E NON VINCOLANTI

Temperatura di Mandata = 33 °C		Temperatura Ambiente = 20 °C																
Temperatura Ambiente = 24 °C																		
$R_{\lambda B} = 0,02 \text{ m}^2\text{K/W}$	$R_{\lambda B} = 0,15 \text{ m}^2\text{K/W}$	$R_{\lambda B} = 0,1 \text{ m}^2\text{K/W}$	$R_{\lambda B} = 0,06 \text{ m}^2\text{K/W}$	$R_{\lambda B} = 0,02 \text{ m}^2\text{K/W}$														
Ceramica Cotto Marmo	Moquette spessa Tappeti	Moquette	Parquet 10 mm	Ceramica Cotto Marmo														
Perdite di carico (mbar)	Perdite di carico (mbar)	Perdite di carico (mbar)	Perdite di carico (mbar)	Passo di posa (cm)	Area max x 1 circuito (m^2)	Lunghezza circuito (m)	Portata (Kg/h)	Perdite di carico (mbar)	Passo di posa (cm)	Area max x 1 circuito (m^2)	Lunghezza circuito (m)	Portata (Kg/h)	Perdite di carico (mbar)					
				21	19	17	13	10	9									
40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130
23,9	24,4	24,8	25,2	25,7	26,1	26,5	26,9	27,3	27,8	28,2	28,6	29,0	29,4	29,8	30,2	30,6	31,0	31,5
27,9	28,4	28,8	29,2	29,7	30,1	30,5	30,9	31,3	31,8	32,2	32,6	33,0	33,4	33,8	34,2	34,6	35,0	35,5
20	15	10	5						20	15	10	5						
15	10	5						15	10	5								
19	15	12						19	15	12								
137	160	250						137	160	250								
130	116	103						130	116	103								
246	224	250						246	224	250								
5						5												
13						13												
270						270												
89						89												
216						216												

Temperatura di Mandata = 48 °C

Temperatura Ambiente = 24 °C		Temperatura Ambiente = 20 °C																																																																											
		R _{λB} = 0,02 m ² K/W				R _{λB} = 0,15 m ² K/W				R _{λB} = 0,1 m ² K/W				R _{λB} = 0,06 m ² K/W				R _{λB} = 0,02 m ² K/W																																																											
Ceramica Cotto Marmo		Moquette spessa Tappeti				Moquette				Parquet 10 mm				Ceramica Cotto Marmo																																																															
Passo di posa (cm)		Passo di posa (cm)																																																																											
Area max x 1 circuito (m ²)		Area max x 1 circuito (m ²)				Area max x 1 circuito (m ²)				Area max x 1 circuito (m ²)				Area max x 1 circuito (m ²)																																																															
Lunghezza circuito (m)		Lunghezza circuito (m)																																																																											
Portata (Kg/h)		Portata (Kg/h)																																																																											
Perdite di carico (mbar)		Perdite di carico (mbar)																																																																											
40		23,9				23,4				23,4				23,4				23,9																																																											
45		24,4				23,3				23,3				23,3				24,4																																																											
50		24,8				21				21				21				24,8																																																											
55		25,2				19				19				19				25,2																																																											
60		25,7				17				17				17				25,7																																																											
65		26,1				16				16				16				26,1																																																											
70		26,5				15				15				15				26,5																																																											
75		26,9				14				14				14				26,9																																																											
80		27,3				13				13				13				27,3																																																											
85		27,8				12				12				12				27,8																																																											
90		28,2				11				11				11				28,2																																																											
95		28,6				11				11				11				28,6																																																											
100		29,0				10				10				10				29,0																																																											
105		29,4				10				10				10				29,4																																																											
110		29,8				9				9				9				29,8																																																											
115		30,2				9				9				9				30,2																																																											
120		30,6				8				8				8				30,6																																																											
125		31,0				8				8				8				31,0																																																											
130		31,5				7				7				7				31,5																																																											
Sovratemperatura media del pavimento con T _i = 24 °C		27,9				28,4				28,8				29,2				29,7				30,1				30,5				30,9				31,3				31,8				32,2				32,6				33,0				33,4				33,8				34,2				34,6				35,0				35,5			

SISTEMI RADIANTI HERZ

La varietà dei sistemi di riscaldamento e raffrescamento radiante proposti da Herz permette di scegliere il tipo di installazione più idonea alle necessità che di volta in volta si presentano.

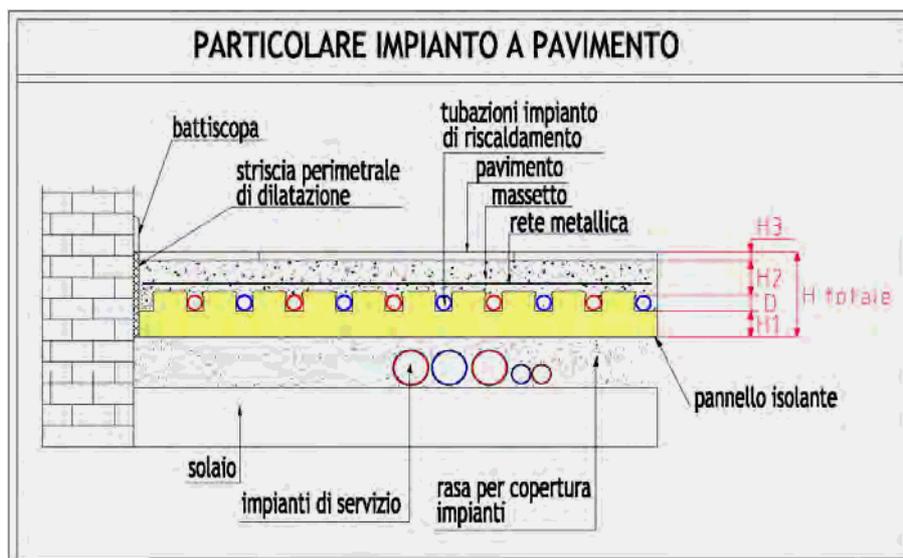
Non esiste un sistema migliore o uno peggiore, tutti nascono con l'obiettivo di soddisfare i più alti standard tecnici e qualitativi e si differenziano per adattarsi all'ambiente da trattare, alle esigenze del cliente finale piuttosto che alle preferenze dell'installatore.

Le variabili presenti quando si pensa ad un sistema radiante impediscono di fornire un vademecum obbligatorio da seguire, nelle prossime pagine mostreremo i vari sistemi e le loro possibilità di utilizzo cercando di rendere più semplice l'individuazione del sistema migliore per le nostre esigenze, fermo restando che ogni scelta va fatta raccogliendo i dati a disposizione e poi trovando i prodotti migliori per soddisfare le richieste del cliente.

Le prime verifiche da effettuare quando si vuole installare un impianto a pavimento radiante sono essenzialmente 2:

- 1- esistono le condizioni della struttura necessarie per la realizzazione dell'impianto? (ad esempio l'altezza disponibile dal solaio grezzo al pavimento finito è sufficiente?)
- 2- la potenza termica che fornisce un impianto a pavimento radiante è sufficiente (nella maggioranza dei locali, bagni esclusi) a riscaldare o raffrescare l'ambiente? (se la struttura è scarsamente isolata e magari si trova in zone molto fredde forse è meglio indirizzare il cliente verso altre soluzioni).

Per realizzare un impianto a pavimento radiante deve essere disponibile un'altezza netta minima H_{tot} che si calcola come segue:



$$H_{tot} = H1 + H2 + H3 + D \quad [\text{cm}]$$

Dove

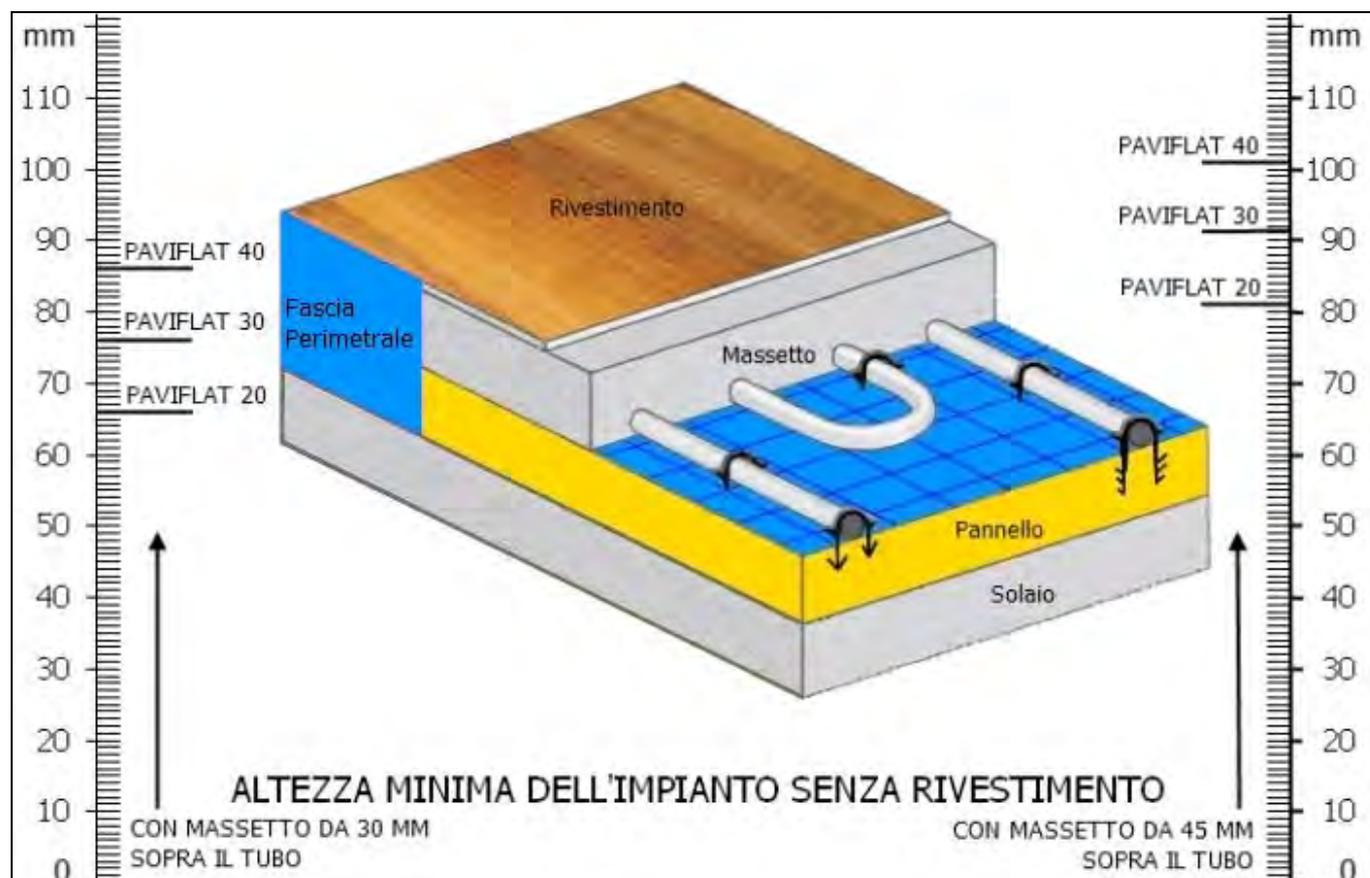
H1 = altezza del pannello isolante (legato al grado di isolamento termico ed acustico)

H2 = altezza del massetto misurata dalla parte superiore del tubo (o bugna) fino al rivestimento

H3 = altezza del rivestimento (piastrelle, parquet, etc.) con relativo collante.

D = diametro esterno del tubo

PAVIFLAT



Caratteristiche

- Pannello isolante liscio con barriera vapore da 0,16 mm
- Passo di posa libero con tracciatura a croce per guida tubo, con interasse 10 cm
- Alta densità EPS 250 – 35 kg/m³
- Tubazioni utilizzabili: PipeFix FH 16 x 2 mm - 20 x 2 mm - Pe-Xa 17 x 2 mm
- Basso spessore necessario con PaviFlat 20 mm e tubo 16 x 2 mm
- Altezze disponibili: 20 mm 30 mm 40 mm
- Resistenza termica: 0,55 m²K/W 0,85 m²K/W 1,15 m²K/W
- Quantità per scatola: 15,84 m² 10,56 m² 7,92 m²
- Dimensioni pannello: 1100 x 600 mm Superficie utile pannello: 0,66 m²

Componenti del sistema



Pannello PaviFlat



Tubo Multistrato



Tubo Pe-Xa



Fascia Perimetrale



Giunto Dilatazione



Guaina Isolante



Angolare Tubo



Additivo Massetto

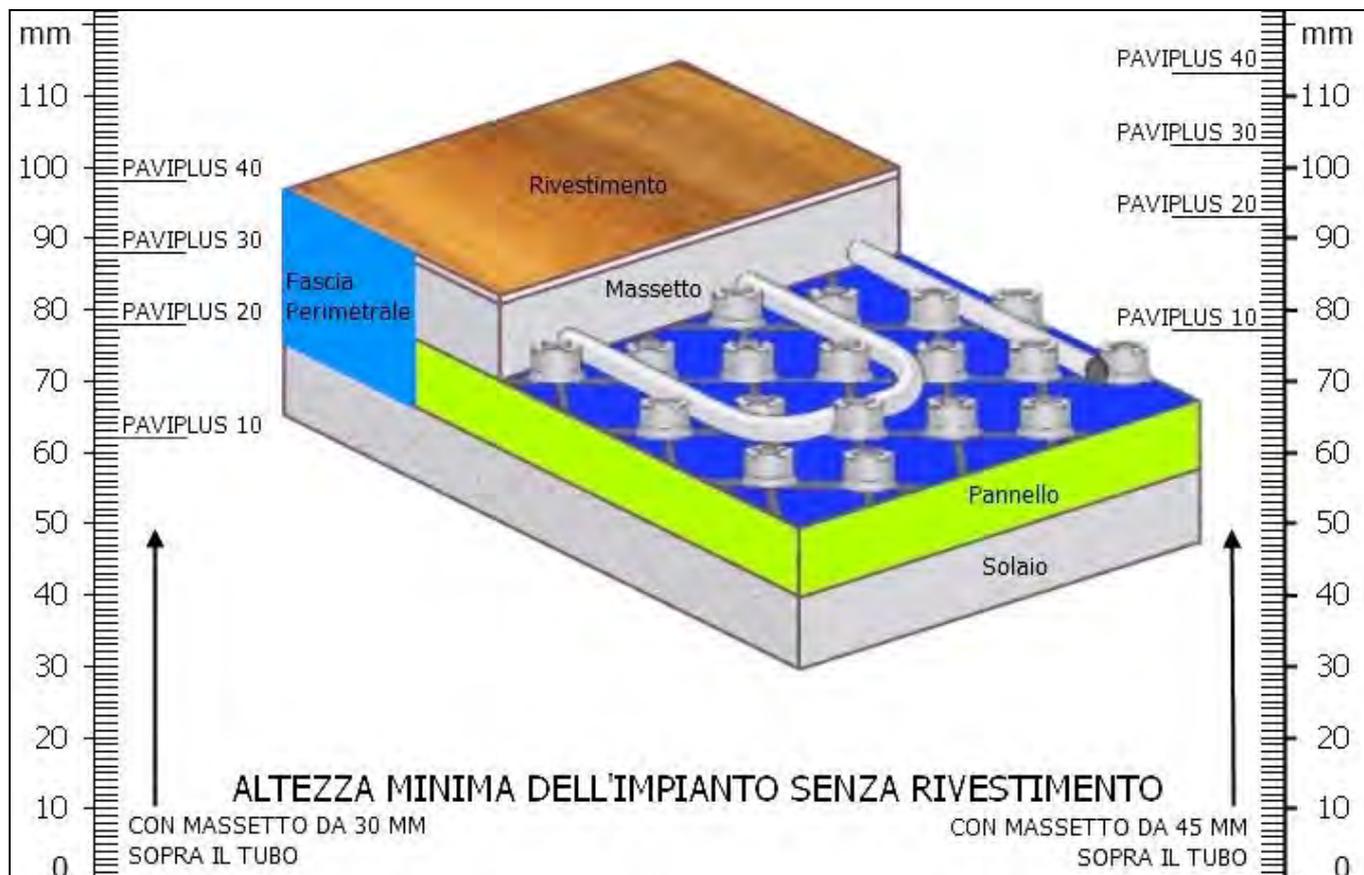


Clip per Tubo



Rete Antiritiro

PAVIPLUS



Caratteristiche

- Pannello isolante bugnato con barriera vapore da 0,16 mm
- Passo di posa 50 mm per guida tubo
- Alta densità EPS 250 – 35 kg/m³
- Tubazioni utilizzabili: PipeFix FH 16 x 2 mm - 20 x 2 mm - Pe-Xa 17 x 2 mm
- Basso spessore necessario con PaviPlus 10 mm e tubo 16 x 2 mm
- Altezze disponibili: 10 mm 20 mm 30 mm 40 mm
- Resistenza termica: 0,45 m²K/W 0,8 m²K/W 1,1 m²K/W 1,4 m²K/W
- Quantità per scatola: 14,52 m² 7,92 m² 6,6 m² 5,28 m²
- Dimensioni pannello: 1100 x 600 mm Superficie utile pannello: 0,66 m²

Componenti del sistema



Pannello PaviPlus



Tubo Multistrato



Tubo Pe-Xa



Fascia Perimetrale



Giunto Dilatazione



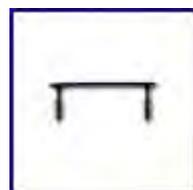
Guaina Isolante



Angolare Tubo



Additivo Massetto

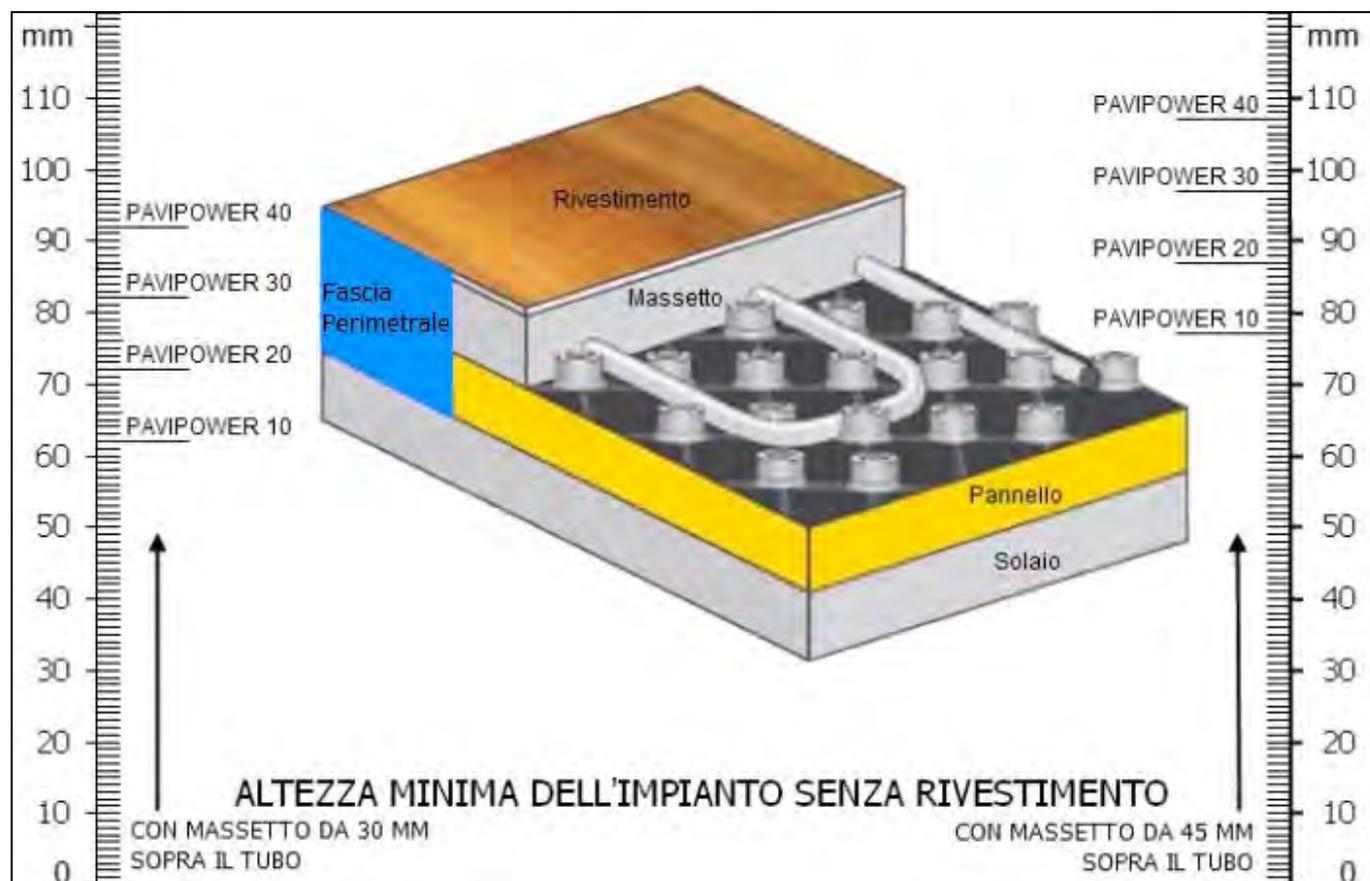


Cavallotto per Tubo



Rete Antiritiro

PAVIPOWER



Caratteristiche

- Pannello isolante bugnato profilo sottosquadra con barriera vapore rigida da 0,7 mm
- Passo di posa 50 mm per guida tubo
- Densità EPS 200 – 30 kg/m³
- Tubazioni utilizzabili: PipeFix FH 16 x 2 mm - Pe-Xa 17 x 2 mm
- Basso spessore necessario con PaviPower 10 mm e tubo 16 x 2 mm
- Altezze disponibili: 10 mm 20 mm 30 mm 40 mm
- Resistenza termica: 0,45 m²K/W 0,75 m²K/W 1 m²K/W 1,3 m²K/W
- Quantità per scatola: 17,28 m² 12,48 m² 8,64 m² 7,68 m²
- Dimensioni pannello: 1200 x 800 mm Superficie utile pannello: 0,96 m²

Componenti del sistema



Pannello PaviPower



Tubo Multistrato



Tubo Pe-Xa



Fascia Perimetrale



Giunto Dilatazione



Guaina Isolante



Angolare Tubo

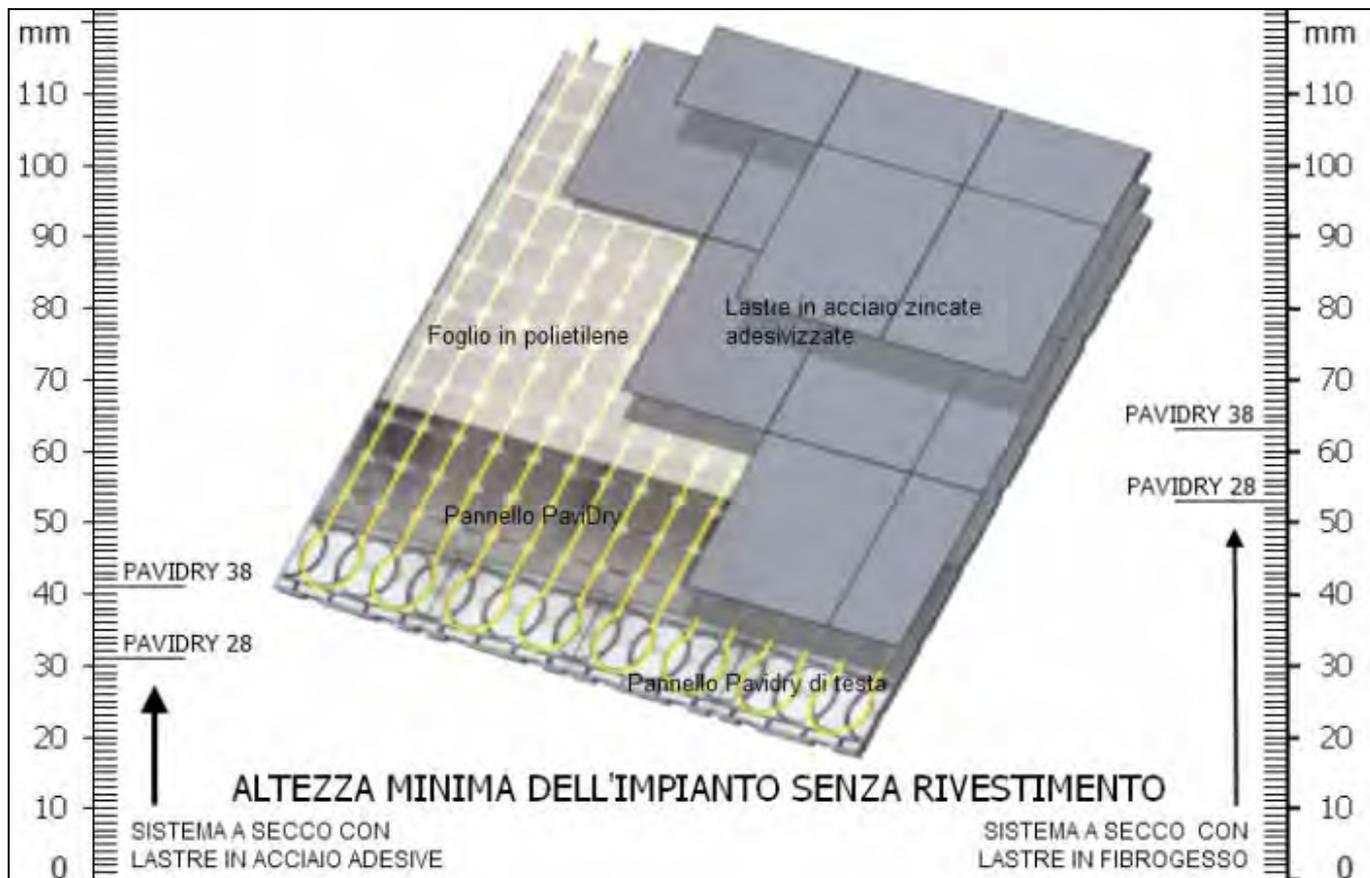


Additivo Massetto



Rete Antiritiro

PAVIDRY



Caratteristiche

- Pannello isolante liscio con lamina termoconduttrice in alluminio da 0,3 mm
- Passo di posa con interasse 15 cm
- Densità EPS 200 – 30 kg/m³
- Tubazioni utilizzabili: PipeFix FH 16 x 2 mm Pe-Xa 17 x 2 mm
- Basso spessore necessario, ideale per ristrutturazioni
- Altezze disponibili: 28 mm 38 mm
- Resistenza termica: 0,59 m²K/W 0,88 m²K/W
- Quantità per scatola: 11,52 m² 8,64 m²
- Dimensioni pannello: 1200 x 600 mm Superficie utile pannello: 0,72 m²

Componenti del sistema



Pannello Pavidry



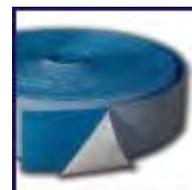
Pannello di Testa



Tubo Multistrato



Tubo Pe-Xa



Fascia Perimetrale



Giunto Dilatazione



Foglio Polietilene

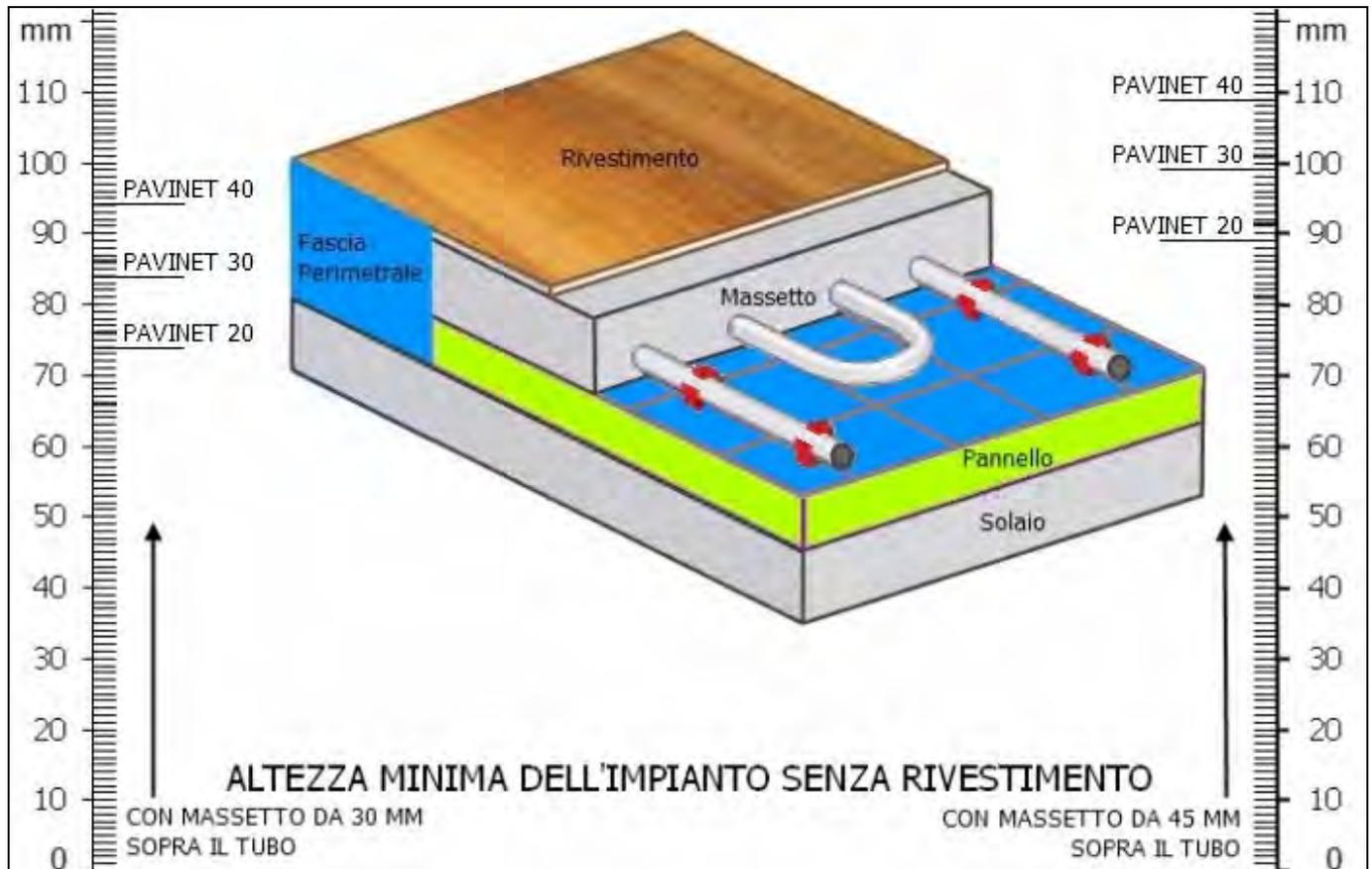


Lastre Acciaio



Lastre Fibrogesso

PAVINET



Caratteristiche

- Pannello isolante liscio con barriera vapore da 0,16 mm
- Rete in acciaio zincato con filo Φ 3 mm e maglia da 10 cm per aggancio clip per tubo
- Alta densità EPS 250 – 35 kg/m³
- Tubazioni utilizzabili: : PipeFix FH 16 x 2 mm - 20 x 2 mm - Pe-Xa 17 x 2 mm
- Basso spessore necessario con PaviFlat 20 mm e tubo 16 x 2 mm
- Altezze disponibili: 20 mm 30 mm 40 mm
- Resistenza termica: 0,55 m²K/W 0,85 m²K/W 1,15 m²K/W
- Quantità per scatola: 15,84 m² 10,56 m² 7,92 m²
- Dimensioni pannello: 1100 x 600 mm Superficie utile pannello: 0,66 m²

Componenti del sistema



Pannello PaviFlat



Tubo Multistrato



Tubo Pe-Xa



Fascia Perimetrale



Giunto Dilatazione



Guaina Isolante



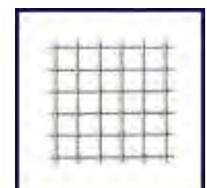
Angolare Tubo



Additivo Massetto



Clip per Tubo



Rete Metallica



HERZ Armaturen, con le sue sette unità di produzione in Europa e le numerose filiali e rappresentanze internazionali, è l'unica ditta austriaca, e nel contempo una delle più importanti d'Europa, produttrice di valvole termostatiche per radiatori, valvole per il riscaldamento e valvole per tubazioni. Un'esperienza pluridecennale, accompagnata da una lunga specializzazione nel settore del riscaldamento e della regolazione, sono la base per sviluppi innovativi con soluzioni valide per la loro forma ed estetica.

HERZ nella storia

Le famiglie Gebauer & Lehrner gettano già nel 1896 le basi per un marchio mondiale, fondando la società nella Herzgasse, nel 10° distretto di Vienna. Il simbolo HERZ (cuore) sarà prima un marchio di prodotto e in un secondo tempo diventerà il nome della società.

Quando fu fondata, oltre 100 anni fa, era una fabbrica produttrice di una vasta gamma di valvole per tutti gli impieghi. Con costanti innovazioni tecniche e massima qualità combinate ad un sempre moderno design, si specializzò a livello internazionale nel campo delle valvole per riscaldamento.

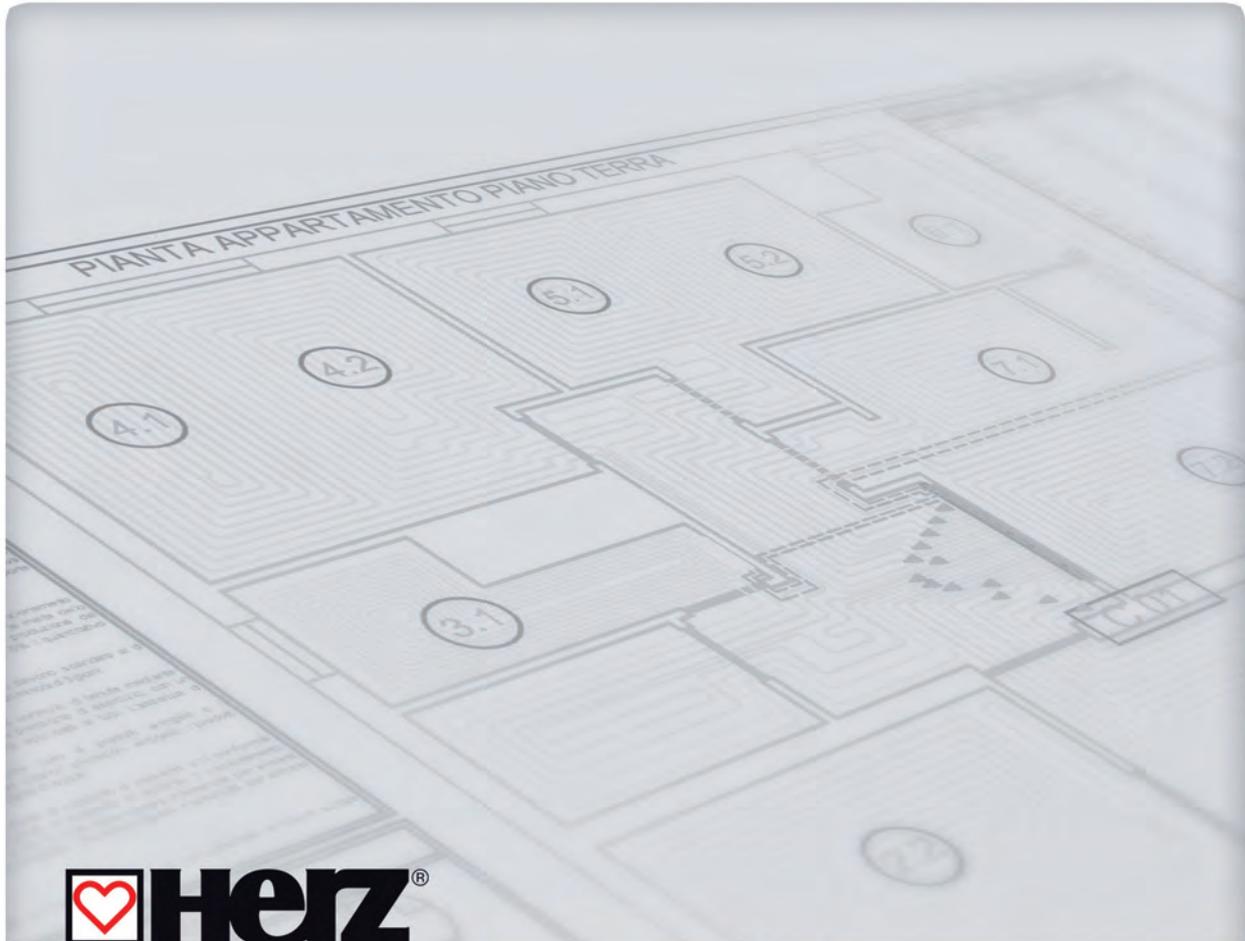
HERZ sviluppa, in collaborazione con rinomati progettisti e fornitori di sistemi, progetti su misura finalizzati al risparmio energetico e alla riduzione dei costi di riscaldamento. La serie di comandi termostatici "DE LUXE" è la risposta di HERZ alle crescenti esigenze estetiche e di design nel settore del riscaldamento.

HERZ nel mondo

Le valvole HERZ sono distribuite in Europa dalle proprie filiali in Gran Bretagna, Germania, Repubblica Ceca, Polonia, Repubblica Slovacca, Ucraina, Ungheria, Romania, Bulgaria, Georgia, Russia, nel Baltico e dai propri partner o rappresentanti. HERZ Armaturen è attiva sui mercati di oltre 70 stati: oltre all'Europa anche in Medio Oriente, nell'America del Nord e del Sud, in Giappone e Nuova Zelanda.

La qualità HERZ

Agli inizi degli anni sessanta HERZ Armaturen ha sviluppato un sistema di assicurazione della qualità, che ha permesso alla società di offrire già allora una garanzia di 5 anni su tutti i prodotti. Ancora oggi HERZ offre questa garanzia su tutti i prodotti contenuti nell'atto di garanzia complementare oltre all'altissimo livello qualitativo nella produzione, che garantisce l'affidabilità dei prodotti stessi. HERZ Armaturen ha messo a punto un sistema di gestione di assicurazione della qualità moderno, certificato anche con la norma ISO 9001, inoltre è in possesso di numerosi certificati nazionali ed internazionali per tutta la gamma di produzione. Le valvole termostatiche HERZ sono conformi alla normativa europea EN 215.



WWW.HERZ-ARMATUREN.IT - INFO@KLIMIT.IT
KLIMIT S.R.L. - VIALE DELLA REPUBBLICA, 8 - 36030 POVOLARO DI DUEVILLE (VI)

