



Il convegno inizierà alle **ore 15.00**

Isolamento e misure delle condotte d'aria



ASSOCIAZIONE NAZIONALE
PER L'ISOLAMENTO TERMICO E ACUSTICO



ASSOCIAZIONE NAZIONALE
PER L'ISOLAMENTO TERMICO E ACUSTICO



soci individuali

2800



soci onorari

426



soci azienda

99

Servizi per i soci



soci individuali



1. Guide tecniche
2. Software
3. Chiarimenti dedicati



Abbonamento di 12 mesi: **150€+IVA**

Corsi ed eventi

[Chi siamo ▾](#)[News ▾](#)[Diventa Socio ▾](#)[Soci ANIT ▾](#)[Leggi e norme ▾](#)[Pubblicazioni ▾](#)[Corsi ed eventi ▾](#)[Software ▾](#)[Contatti](#)

19/09/2025

Clima e impatto acustico per interventi di nuova edificazione

Online



Iscrizioni aperte

[Iscriviti](#)

Acustica 6 ore

23/09/2025

Materiali fonoassorbenti e metamateriali acustici

Online



Iscrizioni aperte

[Iscriviti](#)

Acustica 6 ore

25/09/2025

Come preparare la Relazione Tecnica Legge 10 – liv.1 e 2

Online



Iscrizioni aperte

[Iscriviti](#)

Efficienza energetica 18 ore

07/10/2025

Radon e interventi di efficientamento energetico

Online



Iscrizioni aperte

[Iscriviti](#)

Altro 4 ore

08/10/2025

Il progetto dei requisiti acustici passivi degli edifici – Livello 1

Online



Iscrizioni aperte

[Iscriviti](#)

Acustica 6 ore

14/10/2025

Il progetto dei requisiti acustici passivi degli edifici – Livello 2

Online



Iscrizioni aperte

[Iscriviti](#)

Acustica 6 ore

16/10/2025

Simulazione dinamica degli edifici con EnergyPlus – Modulo involucro

Online



Iscrizioni aperte

[Iscriviti](#)

Altro 24 ore

17/10/2025

Guida per un APE senza errori con CENED+2.0

Online



Iscrizioni aperte

[Iscriviti](#)

Efficienza energetica 6 ore

28/10/2025

Comfort acustico negli edifici in legno

Online



Iscrizioni aperte

[Iscriviti](#)

Acustica 6 ore

29/10/2025

Termografia in edilizia: abilitazione al 2° livello secondo UNI EN ISO 9712 (MI, BO,TN)

Online e dal vivo a Milano, Bologna e Trento



Iscrizioni aperte

[Iscriviti](#)

Altro 38 ore

Social network e video



7.100 Like
8.300 Followers



8.000 Followers



460 Followers



5.500 Iscritti

ANIT @ANIT1984 · 5.5K subscribers · 249 videos
ANIT è un'associazione senza fini di lucro nata nel 1984. ...more
an.it and 3 more links
Subscribed

Home Videos Shorts **Live** Playlists

Latest Popular Oldest

UNI TR 11936 MATERIALI ISOLANTI E FINITURE PER L'EDILIZIA
Linee guida per verificare la rispondenza al quadro normativo delle informazioni relative alle prestazioni termiche
1:55:17
1.2K views · Streamed 8 months ago

Acustica edilizia per i termotecnici
Introduzione alle regole sui requisiti acustici passivi per chi si occupa di efficientamento energetico
2:09:28
1.7K views · Streamed 1 year ago

Sostenibilità in edilizia: LCA, EPD e CAM
2:14:42
2.6K views · Streamed 1 year ago

Cessione del credito
Il punto della situazione prima delle scadenze '23
2:27:54
3.3K views · Streamed 2 years ago

Nuovo Echo 8.3 - Il software per i requisiti acustici passivi
1:56:07
2.9K views · Streamed 2 years ago

Superbonus 110%: chiarimenti e prospettive al 2025
2:00:04
16K views · Streamed 3 years ago

Efficienza energetica e sicurezza sismica nel Superbonus 110%
2:32:00
4.7K views · Streamed 3 years ago

Conduttività termica: cos'è e come si valuta
2:48:14
5.6K views · Streamed 3 years ago

Collaborazione e patrocini

Patrocini



ORDINE DEGLI ARCHITETTI
PIANIFICATORI
PAESAGGISTI E CONSERVATORI
della Provincia di Bergamo



Collegio Provinciale
Geometri e Geometri Laureati
di Cremona



Collegio Provinciale
Geometri e Geometri Laureati
di Como



Collegio
Geometri e Geometri Laureati
della Provincia di Mantova

Crediti formativi

CREDITI FORMATIVI

INGEGNERI: 2CFP accreditato dal
CNI (**Codice 25p44022**)

GEOMETRI: 2CFP accreditato dal
Collegio di Cremona

ARCHITETTI: 2CFP accreditato
dall'Ordine di Bergamo

*I CFP sono riconosciuti solo per la
presenza all'intero evento
formativo.*

Programma

14.50 Attivazione collegamento

15.00 Canali d'aria e isolamento termico

Ing. Alessandro Panzeri – ANIT

- Inquadramento normativo sui canali d'aria
- Prestazioni di isolamento igrotermico
- Cenni al comfort e alla qualità dell'aria

16.00 L'isolamento dei canali d'aria

Dott. Fabio Raggiotto – Stiferite

- Prestazioni delle condotte
- I condotti in pannelli di poliuretano

16.30 Gli strumenti di misura

Luca Laudi – Testo SPA

- Misure relative agli impianti di ventilazione: temperatura, umidità, pressione, velocità
- Misure ambientali: temperatura, umidità, CO₂

17.00 Risposte a domande online

17.15 Chiusura lavori

stiferite[®]
l'isolante termico



Cenni al comfort e alla qualità dell'aria

Inquadramento normativo

Riferimenti normativi sui parametri di progetto per il comfort ambientale interno - UNI EN 16798-1:2019

Prestazione energetica degli edifici – Ventilazione degli edifici

Parte 1: parametri di ingresso dell’ambiente interno **per la progettazione e la valutazione della prestazione energetica** degli edifici in relazione alla qualità dell’aria interna, all’ambiente termico, all’illuminazione e all’acustica. Modulo1-6

Per quali servizi che potrebbero prevede l’uso di canali d’aria?

- Riscaldamento
- Raffrescamento
- Ventilazione
- Deumidificazione
- Umidificazione
-

Table 1 — Position of this standard within the EN EPB set of standards according to EN ISO 52000-1

Overarching		Building (as such)		Technical Building Systems										
	Descriptions		Descriptions		Descriptions	Heating	Cooling	Ventilation	Humidification	Dehumidification	Domestic Hot water	Lighting	Building automation and control	PV, wind, -
sub1	M1	sub1	M2	sub1		M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11

UNI EN 16798-1

Condizioni di **utilizzo e operative** dell'edificio per la valutazione degli scambi energetici derivanti dalla ventilazione e dall'infiltrazione.

Modi di esprimere il **comfort** all'interno degli ambienti.

Le condizioni di comfort di un ambiente di nuova progettazione dovrebbero portare alla **categoria II** come base di risultato finale.

Category	Level of expectation
IEQ _I	High
IEQ _{II}	Medium
IEQ _{III}	Moderate
IEQ _{IV}	Low
NOTE In the tables only the category numbers are used without the IEQx symbol.	

Overarching		Building (as such)		Technical Building Systems										
	Descriptions		Descriptions		Descriptions	Heating	Cooling	Ventilation	Humidification	Dehumidification	Domestic Hot water	Lighting	Building automation and control	PV, wind, ...
sub1	M1	sub1	M2	sub1		M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11
1	General	1	General	1	General									
2	Common terms and definitions; symbols, units and subscripts	2	Building Energy Needs	2	Needs									
3	Applications	3	(Free) Indoor Conditions without Systems	3	Maximum Load and Power									
4	Ways to Express Energy Performance	4	Ways to Express Energy Performance	4	Ways to Express Energy Performance									
5	Building Functions and Building Boundaries	5	Heat Transfer by Transmission	5	Emission and control									
6	Building Occupancy and Operating Conditions	6	Heat Transfer by Infiltration and Ventilation	6	Distribution and control									
7	Aggregation of Energy Services and Energy Carriers	7	Internal Heat Gains	7	Storage and control									
8	Building Partitioning	8	Solar Heat Gains	8	Generation and control									
9	Calculated Energy Performance	9	Building Dynamics (thermal mass)	9	Load dispatching and operating conditions									
10	Measured Energy Performance	10	Measured Energy Performance	10	Measured Energy Performance									
11	Inspection	11	Inspection	11	Inspection									
12	Ways to Express Indoor Comfort			12	BMS									
13	Outdoor Environment Conditions													
14	Economic Calculation													

UNI EN 16798-1 – Allegato B – valori di riferimento

Valori di **temperatura operante interna** in inverno e in estate in presenza di impianti considerando un valore del 50 % di UR e una velocità dell'aria bassa ($v < 0,1$ m/s) e i valori di met e clo indicati

Tipologia di edificio	Categoria	Temperatura minima (1,0 clo) inverno	Temperatura minima (0,5 clo) estate
Edificio residenziali, spazi occupati, (camere, cucine, soggiorni...) attività sedentaria: 1,2 met	I	21,0	25,5
	II	20,0	26,0
	III	18,0	27,0
	IV	16,0	28,0
Edificio residenziali, altri spazi (tecnici, sgabuzzini...) attività in piedi, camminando: 1,5 met	I	18,0	
	II	16,0	
	III	14,0	
Uffici e spazi con attività similari (uffici singoli, open space, sale conferenze e riunioni, caffetterie, ristoranti, aule scolastiche) attività sedentaria: 1,2 met	I	21,0	25,5
	II	20,0	26,0
	III	19,0	27,0
	IV	18,0	28,0

Riferimenti per obiettivi di progetto e obiettivi poi di «collaudo» – «monitoraggio»

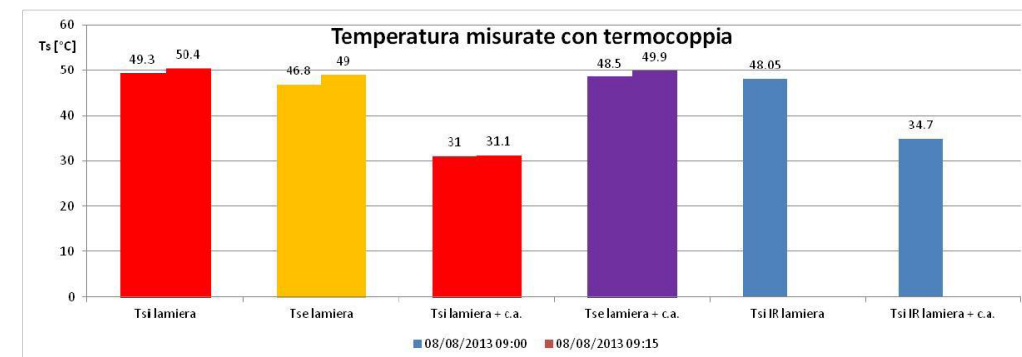
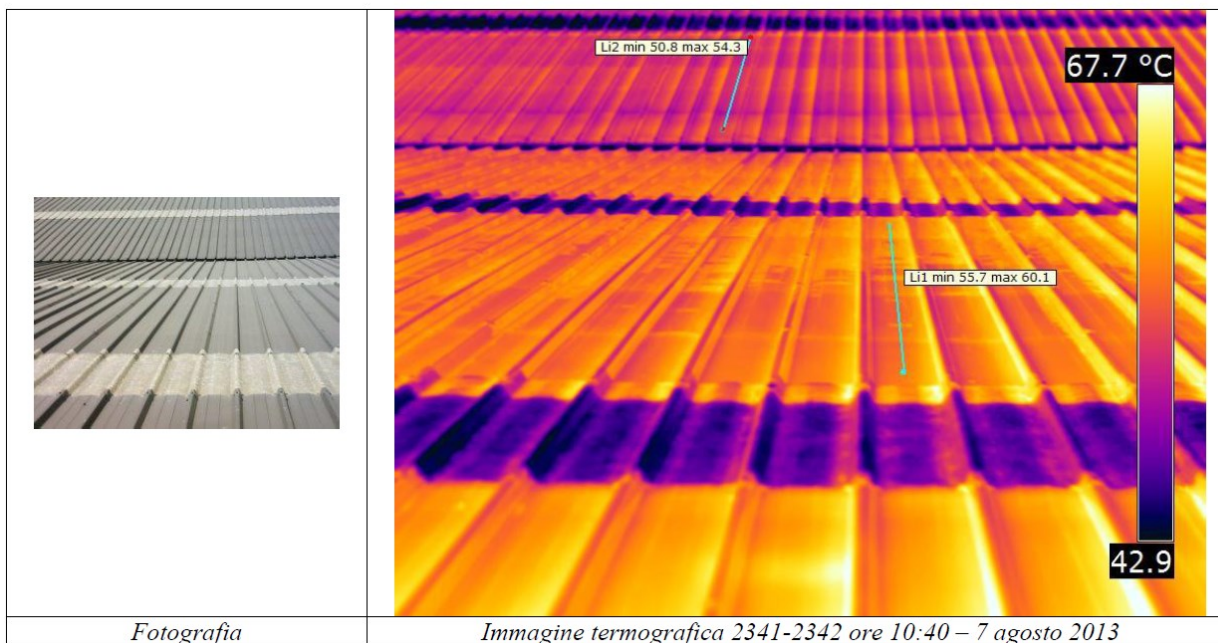
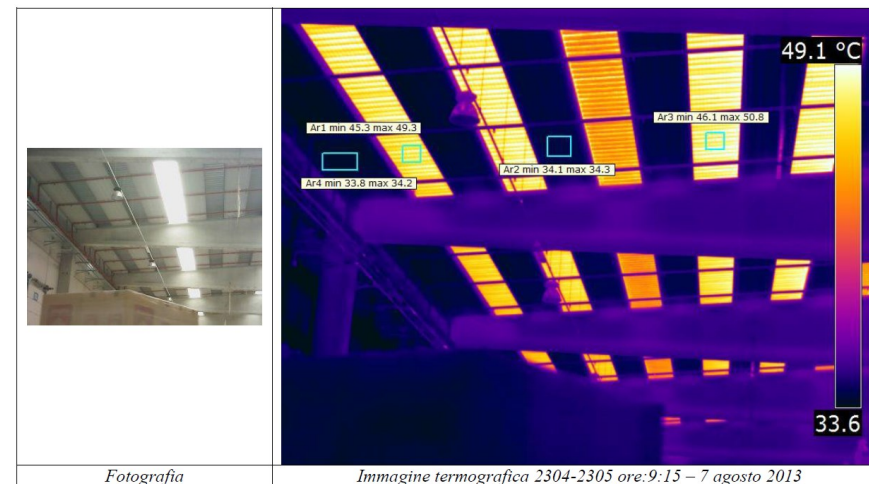
Misure di temperatura dell'aria-operante



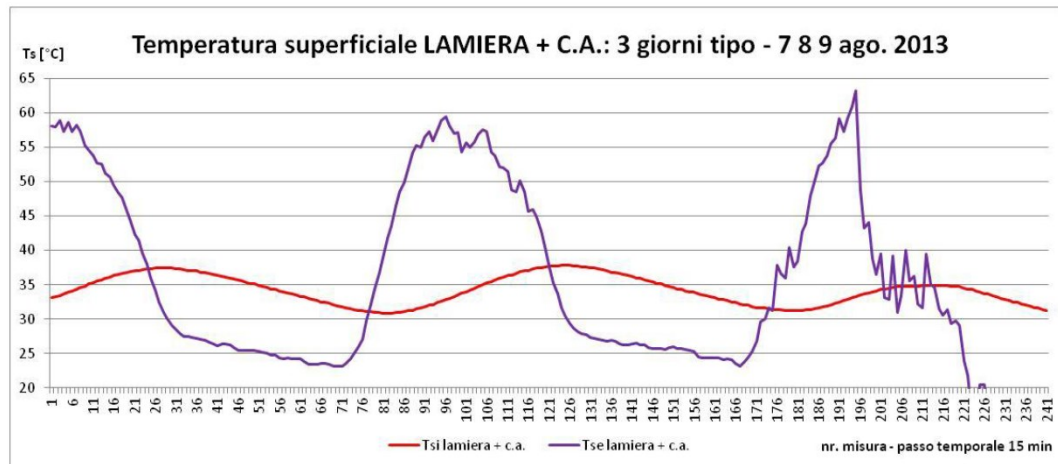
Immagine copertura capannone del basso



Immagine copertura capannone dall'alto

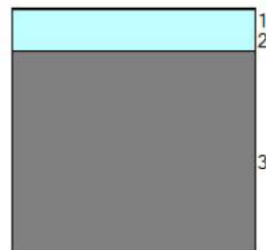


Misure di temperatura dell'aria-operante



Dati generali

Spessore totale	0,242 m
Massa superficiale	495,6 kg/m ²
Massa superficiale esclusi intonaci	495,6 kg/m ²
Resistenza	0,41 m ² K/W
Trasmittanza	2,455 W/m ² K



Parametri dinamici

	Valori invernali	Valori estivi
Trasmittanza periodica	0,911 W/m ² K	0,536 W/m ² K
Fattore di attenuazione	0,371	0,218
Sfasamento	6h 16'	6h 47'
Capacità interna	102,2 kJ/m ² K	71,9 kJ/m ² K
Capacità esterna	63,1 kJ/m ² K	52,1 kJ/m ² K
Ammettenza interna	7,047 W/m ² K	4,991 W/m ² K
Ammettenza esterna	4,206 W/m ² K	3,531 W/m ² K

	Tipo	Materiale	Spessore [m]	Massa superficiale [kg/m ²]	Resistenza [m ² K/W]	Spessore equivalente d'aria [m]
1	MET	Acciaio	0,002	15,6	0,00	4000,000
2	INA	Camera non ventilata	0,040	0,0	0,16	0,040
3	CLS	CLS con aggregato naturale per pareti interne o esterne protette	0,200	480,0	0,10	30,000

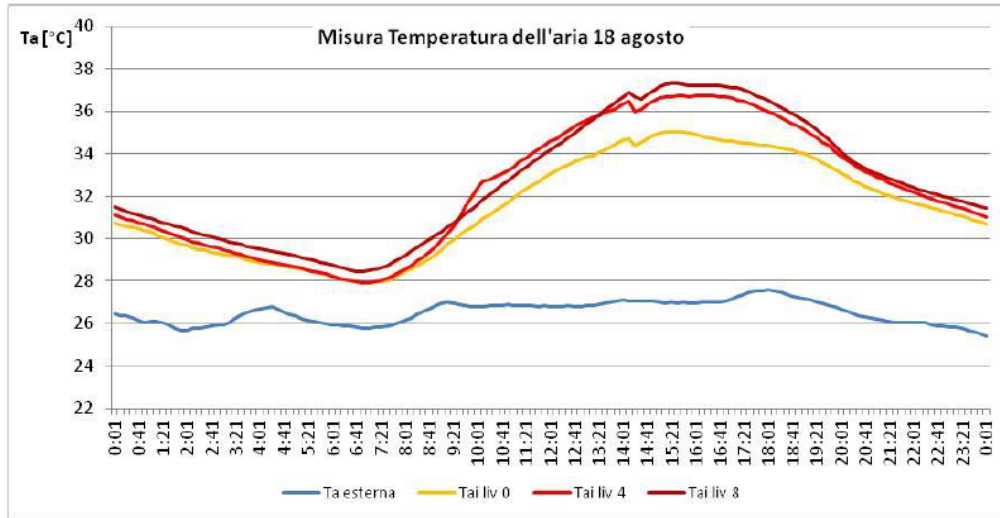
Posa strumentazione di misure (temperatura superficiale)

Validazioni dati ed estensione con indagine termografica

Conferma stratigrafia struttura senza materiale isolante

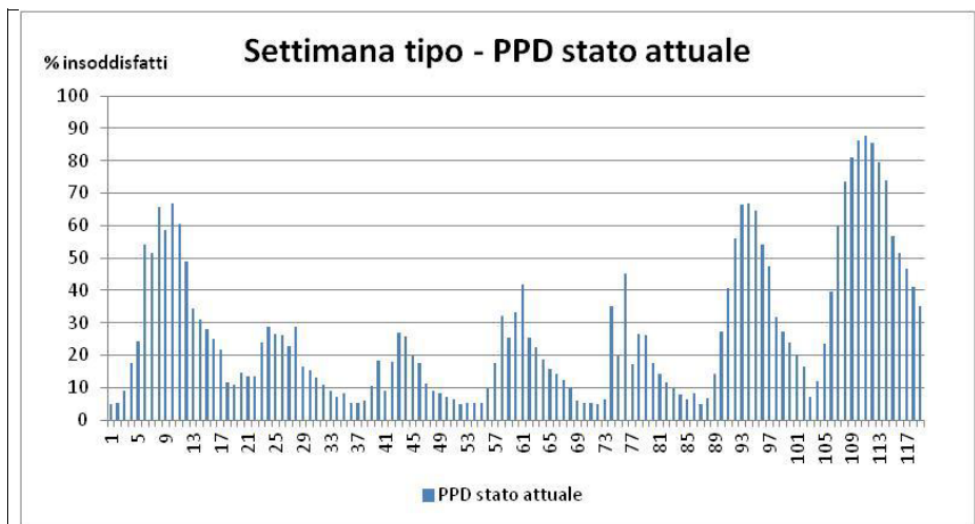
Fonte : Tep srl

Misure di temperatura dell'aria

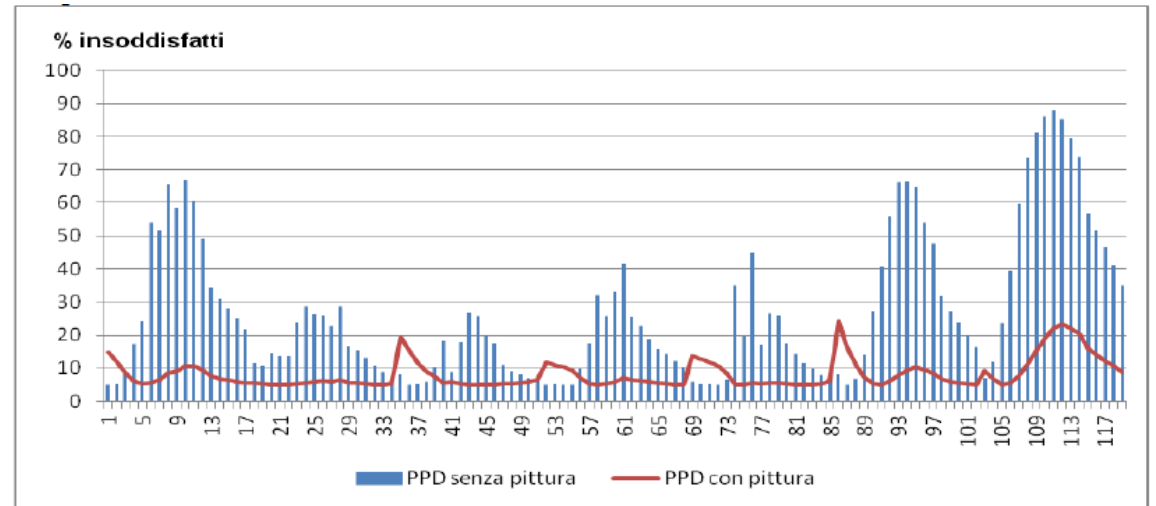


livello 0 ovvero a piano terra
livello 4 a 4 metri di altezza
livello 8 a 8 metri di altezza

MISURA



ELABORAZIONE



PROGETTO

UNI EN 16798-1 – Allegato B – valori di riferimento

Valori per la progettazione della gestione dell'umidità

B.3.3 The recommended criteria for dimensioning of humidification and dehumidification

For buildings with no other humidity requirements than human occupancy (e.g. offices, schools and residential buildings), humidification or dehumidification is usually not needed.

Usually humidification or dehumidification is needed only in special buildings like museums, certain health care spaces, process control, paper industry, etc.). If humidification or dehumidification is used the values in the Table B.16 is recommended as design values under design conditions.

Table B.16 — Example of recommended design criteria for the humidity in occupied spaces if humidification or dehumidification systems are installed

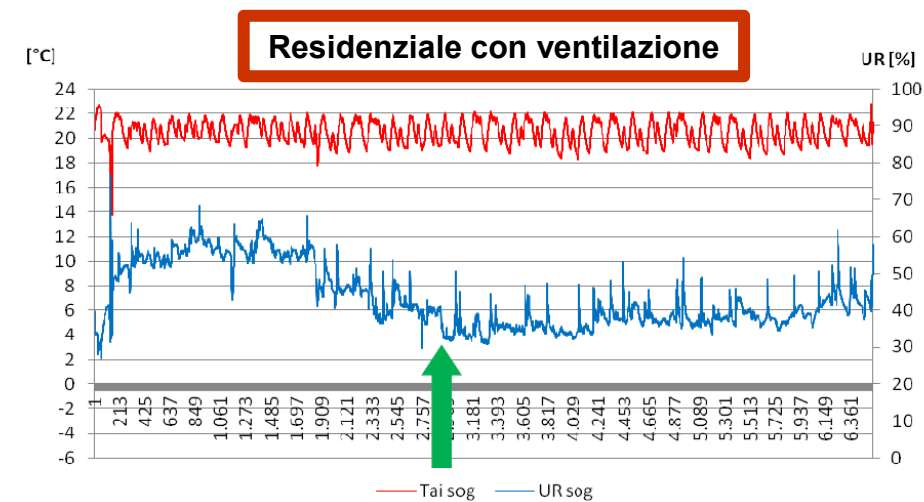
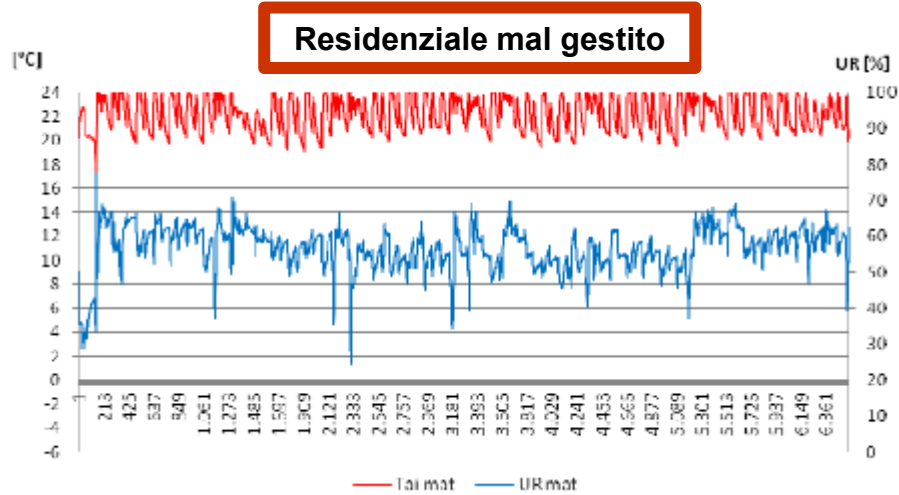
Type of building/space	Category	Design relative humidity for dehumidification, %	Design relative humidity for humidification, %
Spaces where humidity criteria are set by human occupancy. Special spaces (museums, churches, etc.) may require other limits	I	50	30
	II	60	25
	III	70	20

Besides it is recommended to limit the absolute humidity to 12g/kg.

The recommended air flow rates in B.3.1 and B.3.2 may increase the risk of too dry air in very cold climate. In these cases, especially for IEQ category I and II is recommended to use humidity recovery. See FprCEN/TR 16798-2 [7] for further guidance.

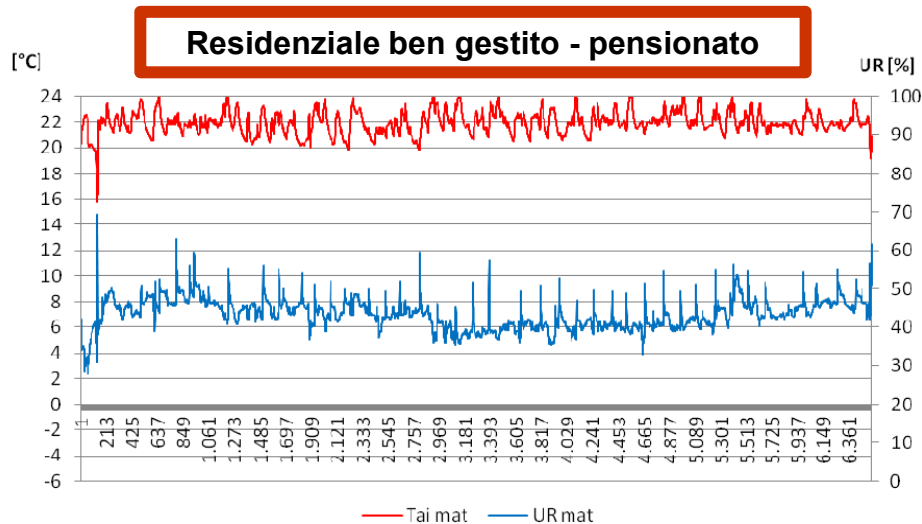
UR aria = 50-60%

Misure igrometriche in edificio residenziale



T aria

UR aria



Il monitoraggio ambientale di temperatura dell'aria e umidità relativa permette di sviluppare valutazioni su:

- impianti presenti
- gestione da parte dell'utenza

Es. di misure dal 18 gennaio al 4 marzo

Fonte : TEP srl

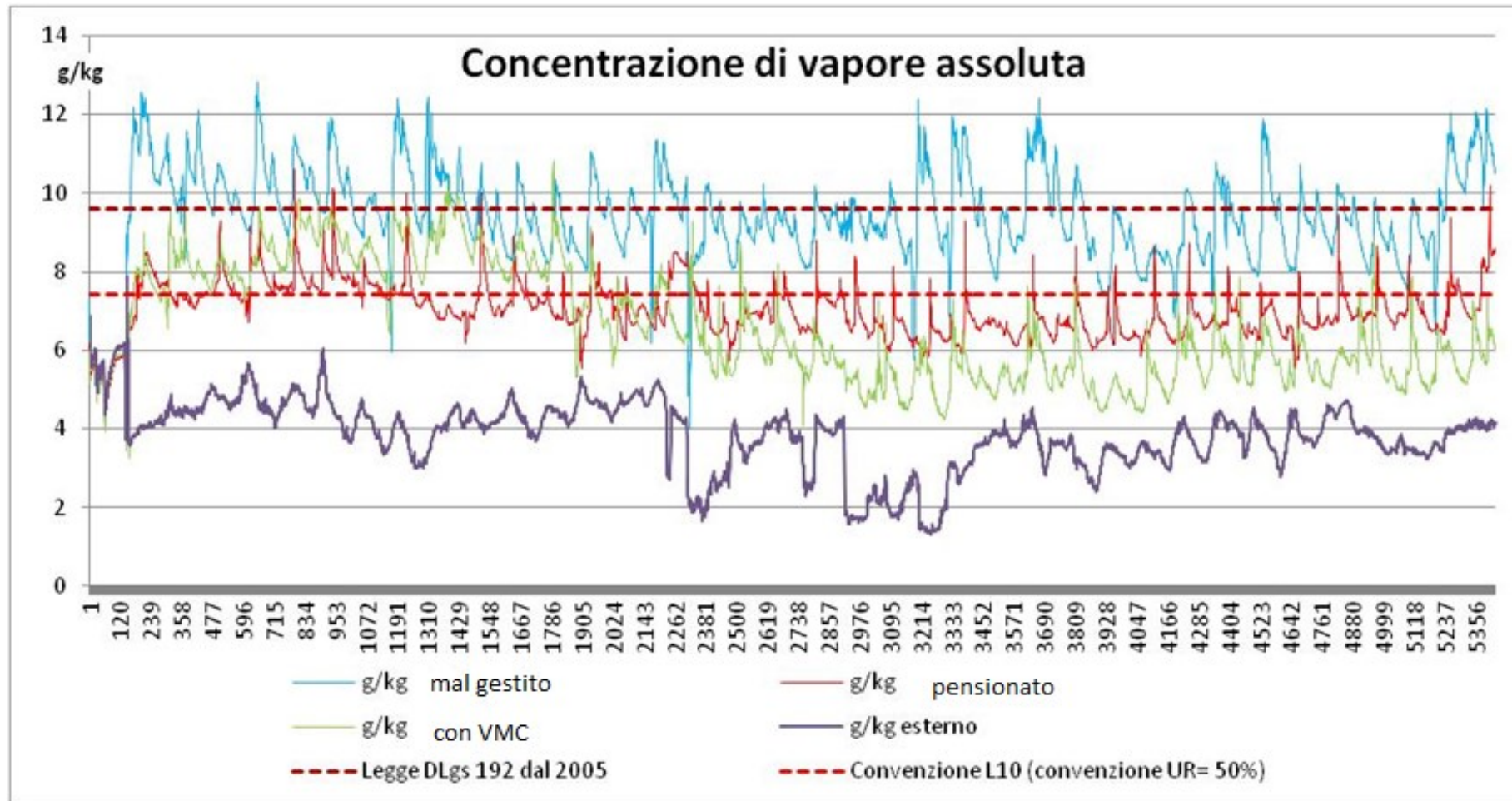
Misure igrometriche in edificio residenziale

Umidità aria

Valore 20°C - 65%

Valore 20°C - 50%

Il monitoraggio e il
giudizio.



Fonte : TEP srl

Conclusioni igrometriche – ponti termici

<i>Nodo parete - copertura</i>	<i>Nodo parete - pilastro</i>	<i>Nodo parete - balcone</i>
<i>Assenza di rischio di formazione di muffa e condensazione con 20°C e 50% (Tsi progetto = 14.7 °C)</i>	<i>Assenza di rischio di formazione di muffa e condensazione con 20°C e 50% (Tsi progetto = 18.3 °C)</i>	<i>Assenza di rischio di formazione di muffa e condensazione con 20°C e 50% (Tsi progetto = 15.0 °C)</i>
<i>Nodo parete – solaio di pavimento</i>	<i>Nodo parete – solaio su garage</i>	<i>Nodo parete – solaio su garage</i>
<i>Assenza di rischio di formazione di muffa e condensazione con 20°C e 50% (Tsi progetto = 18.7 °C)</i>	<i>Assenza di rischio di formazione di muffa e condensazione con 20°C e 50% (Tsi progetto = 14.5 °C)</i>	<i>Assenza di rischio di formazione di muffa e condensazione con 20°C e 50% (Tsi progetto = 15.5 °C)</i>

Residenziale ben gestito - pensionato

Valore 20°C - 50%

UNI EN 16798-1 – Allegato B – valori di riferimento

Valori per valutare condizioni di **discomfort interno** per edificio climatizzati con impianti HVAC

Table B.3 gives default criteria for local thermal discomfort parameters for the three categories for design of buildings and HVAC systems.

Table B.3 — Local thermal discomfort design criteria

	Draught			Vertical air temperature difference (head ankle)		Range of floor temperature		Radiant temperature asymmetry				
	DR (Draught Rate) [%]	Maximum air velocity ^a		PD [%]	Temp. Difference ^b [K]	PD [%]	Floor surface temperature range [°C]	PD [%]	Warm ceiling [K]	Cool wall [K]	Cool ceiling [K]	Warm wall [K]
		Winter [m/s]	summer [m/s]									
Category I	10	0,10	0,12 ^c	3	2	10	19 to 29	5	< 5	< 10	< 14	< 23
Category II	20	0,16	0,19 ^c	5	3	10	19 to 29	5	< 5	< 10	< 14	< 23
Category III	30	0,21	0,24 ^c	10	4	15	17 to 31	10	< 7	< 15	< 18	< 33

^a Assuming an activity level of 1,2 met, a turbulence intensity of 40% and an air temperature equal to the operative temperature of around 20 °C in winter and 23 °C in summer.

^b Difference between 1,1 and 0,1 m above the floor.

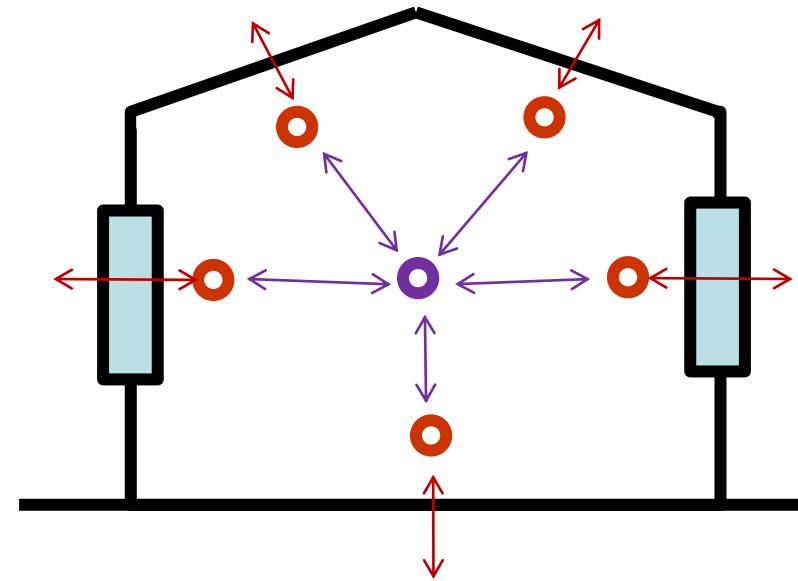
^c When the air temperature is above 25 °C higher maximum air speeds are allowed and often even preferred (draught becomes pleasurable breeze); but only under the condition that occupants have direct control over the air speed. See B.2.3 for examples of operative temperature corrections.

For more information, see EN ISO 7730 [10] and FprCEN/TR 16798-2 [7].

Calcolo orario in regime dinamico



Risoluzione di un sistema lineare
a punti concentrati RC (resistenze-condensatori)



Bilancio tra i nodi e l'ambiente interno
(profilo ventilazione, carichi interni, apporti
solari attraverso le finestre)

UNI EN ISO 52016-1

Scopo e campo di applicazione

Metodi di calcolo per valutare le seguenti grandezze:

	Orario	Mensile
Fabbisogno di energia sensibile (riscaldam., raffrescam.)	X	X
Fabbisogno di energia latente (umidificazione, deumidificazione)	X	X
Temperatura interna (dell'aria, media radiante, operativa)	X	
Carico termico sensibile (riscaldamento, raffrescamento)	X	
Contenuto di umidità e carico termico latente	X	
Carico termico sensibile di progetto (riscaldam., raffrescam.)	X	
Carico termico latente di progetto	X	
Condizioni di immissione dell'aria per garantire la necessaria umidificazione o deumidificazione	X	

Fonte:
V Congresso ANIT, 29 nov. 2018
Prof. Vincenzo Corrado

Calcolo orario in regime dinamico

Visualizza

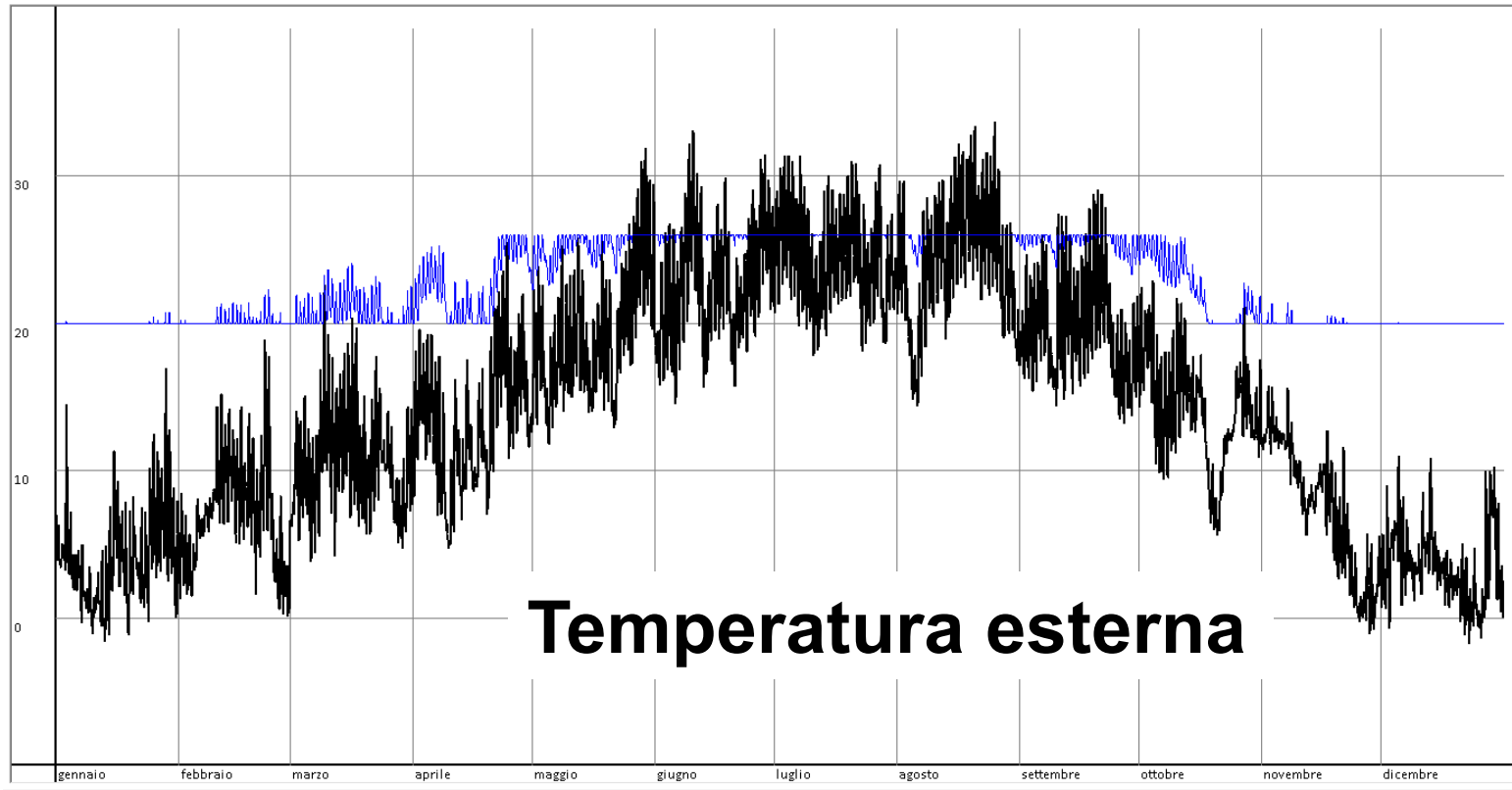
da giovedì 1 gennaio 2015 a giovedì 31 dicembre 2015

Temperature Carichi

Estremi asse Y

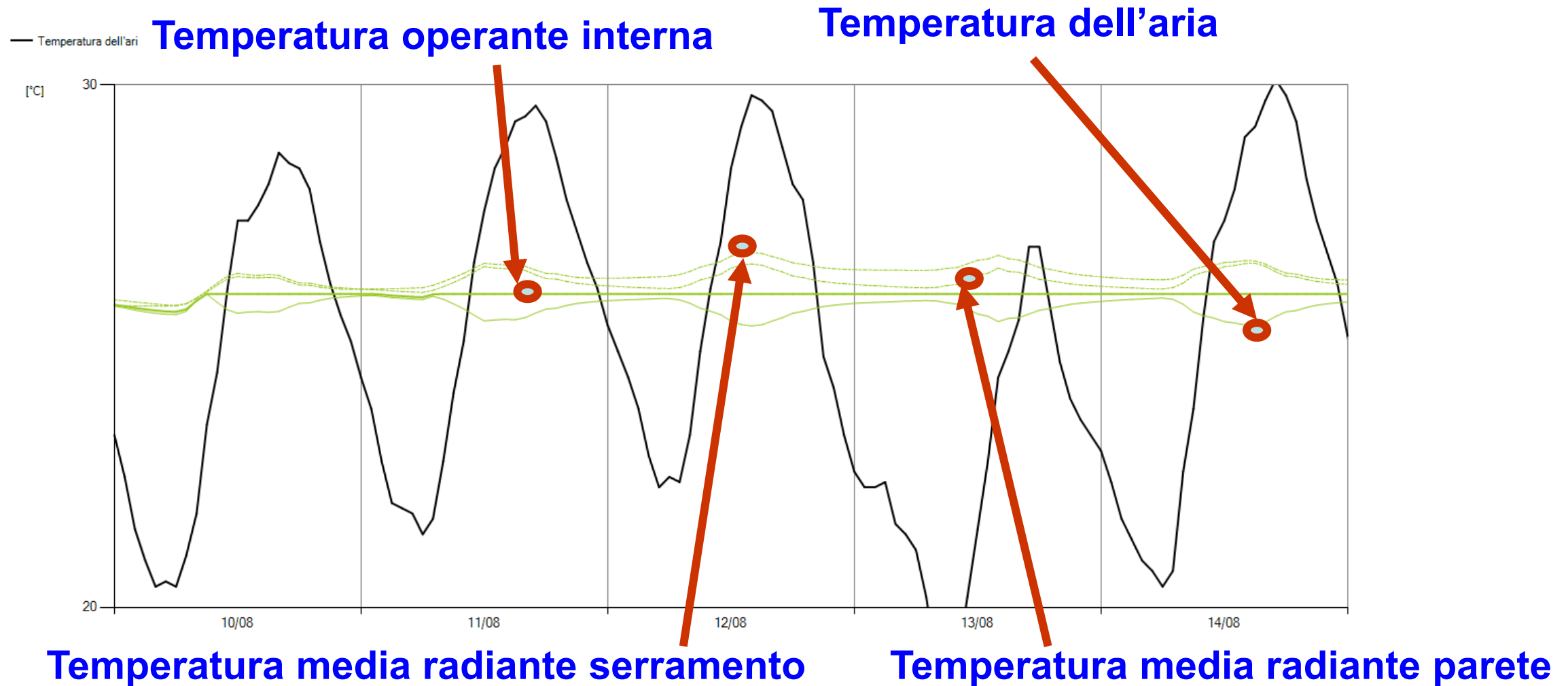
Temperatura minima -1,8 °C Temperatura massima 33,7 °C

Temperatura operante interna

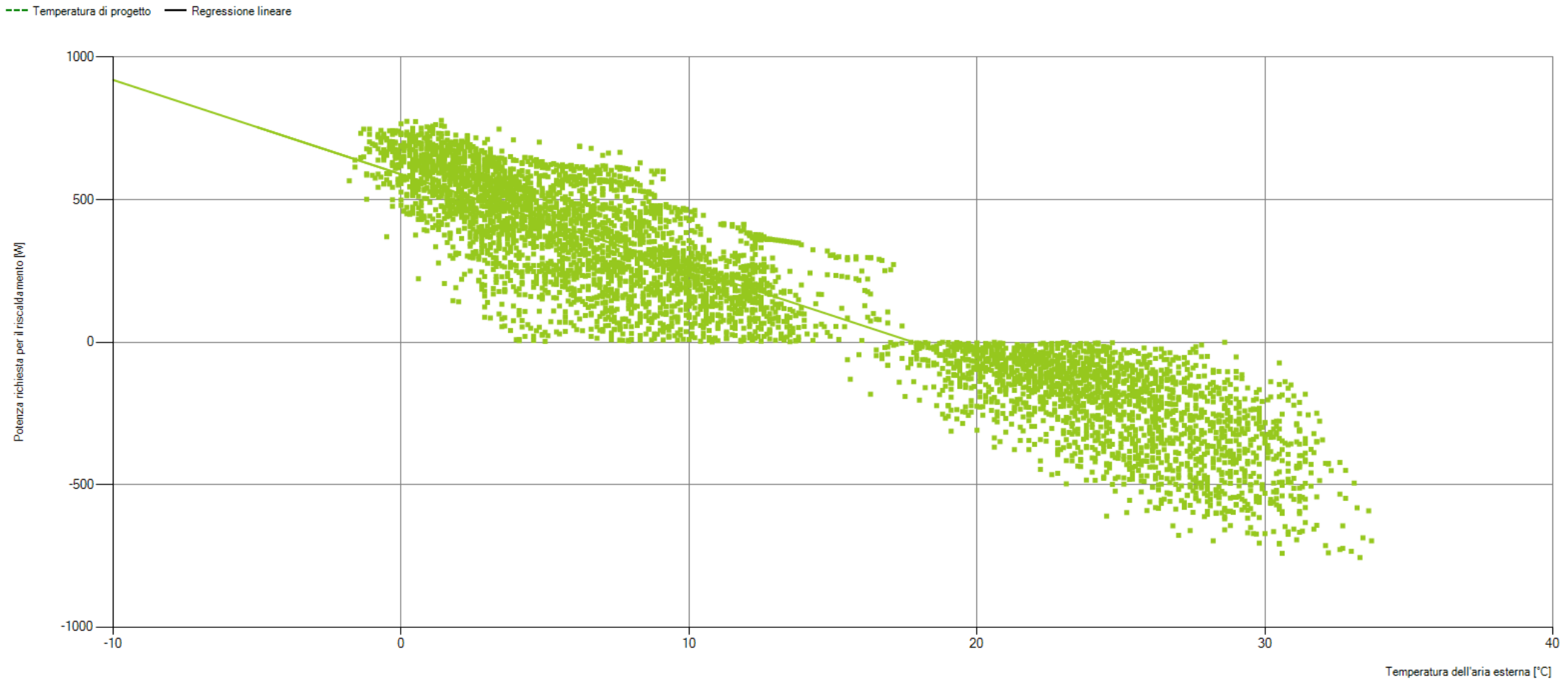


Esempio di calcolo
sviluppato con ICARO

Calcolo orario in regime dinamico



Calcolo orario in regime dinamico



Potenza oraria fornita – firma energetica

Calcolo orario in regime dinamico

Distribuzione % delle potenze

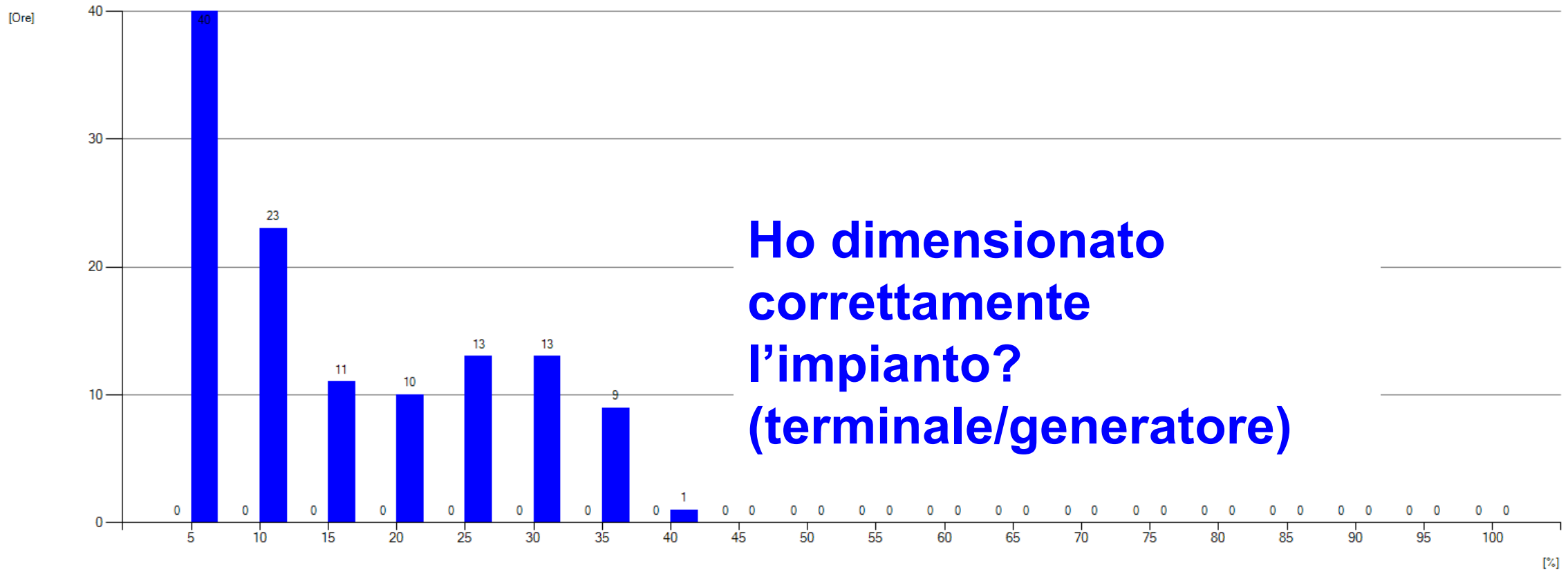
Andamento % delle potenze

Distribuzione mensile

Numero suddivisioni

20

■ Riscaldamento ■ Raffrescamento



Ho dimensionato
correttamente
l'impianto?
(terminale/generatore)

Calcolo orario in regime dinamico

Analisi del comfort adattivo – maggio/agosto

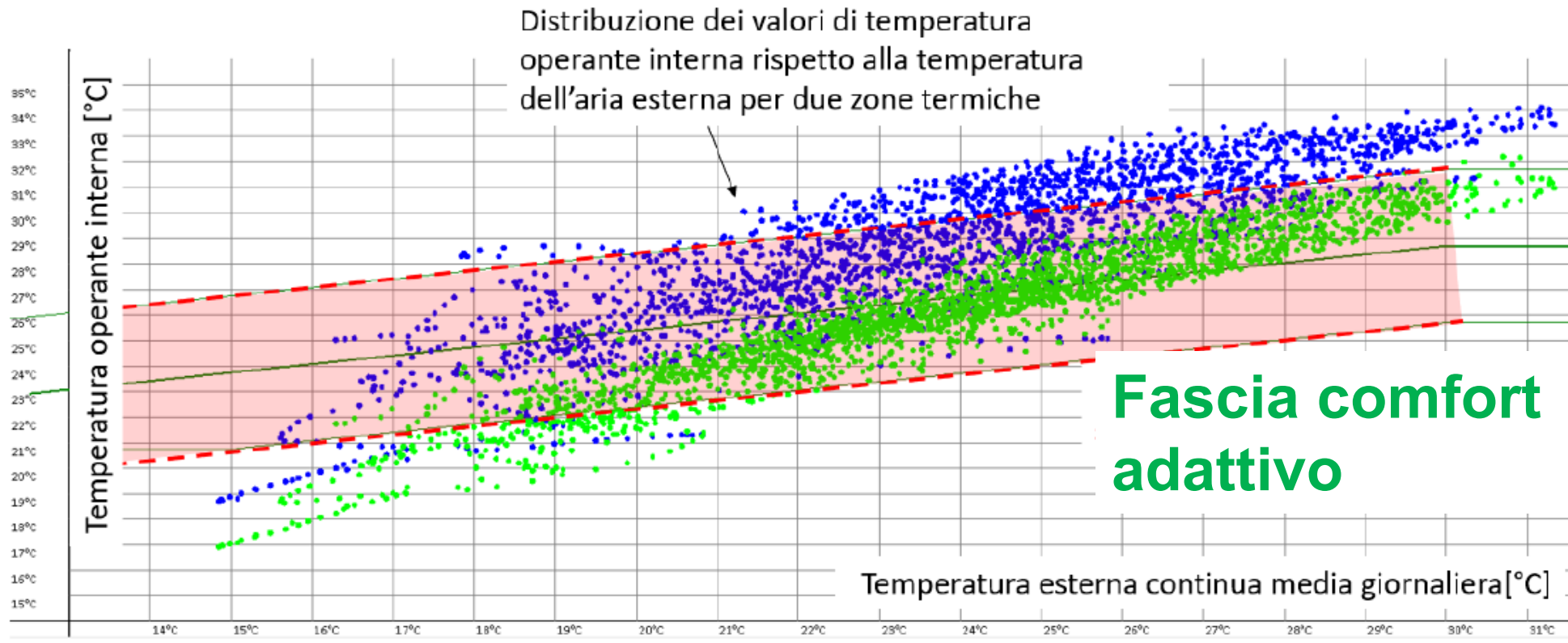


Figura 14.6: analisi del comfort adattivo. Il grafico mostra la fascia di comfort definita dalla norma UNI EN ISO 15251 assieme alla nuvola di valori simulati (in questo caso per due zone termiche – in blu e verde). Questa analisi è efficace per studiare il progetto estivo in condizioni *free running* e ottimizzare le scelte che favoriscono l'ottenimento di ore confortevoli anche in assenza di impianti.

UNI EN 16798-1 – Allegato B – valori di riferimento

CO₂

La valutazione **sulla concentrazione di CO₂** misurata è da realizzarsi sulla base della differenza tra quella presente in ambiente interno e quella presente all'esterno considerabile costante.

Il dato di concentrazione esterno, pressoché pari a quello interno senza presenza di persone, è stimabile in CO₂ = 410 ppm.

Categorie della qualità dell'ambiente interno

Categoria IEQ	Aspettativa di comfort
I	Alta
II	Media
III	Moderata
IV	Bassa

In accordo con appendice B e metodo 2

Categoria IEQ	Valori di Δ di concentrazione di CO ₂ tra ambiente interno ed esterno sulla base di una produzione di 20 l/h per persona
I	550 (10 l/s)
II	800 (7 l/s)
III	1350 (4 l/s)
IV	1350 (4 l/s)

In accordo con appendice C, per destinazioni **d'uso uffici**, il valore massimo di progetto di Δ di concentrazione di CO₂ nell'ambiente interno rispetto all'ambiente esterno è pari a 500 ppm.

Elevate concentrazioni di CO₂ producono mancanza di concentrazione, difficoltà di apprendimento, nausea e cefalea. Il Δ CO₂ non dovrebbe mai superare il valore di **1350 ppm** e nelle scuole per esempio gli **800 ppm**.

Prestazioni ambientali – misura e giudizio della CO₂

A red rectangular box containing the text "CO₂" in a bold, black, sans-serif font.

Il **monitoraggio** della CO₂ è da realizzarsi in accordo con le indicazioni presenti nella norma UN EN 16798-1 del 2019 “Parametri di ingresso dell’ambiente interno per la progettazione e la valutazione della prestazione energetica degli edifici in relazione alla qualità dell’aria interna, all’ambiente termico, all’illuminazione e all’acustica – Modulo M1-6”.

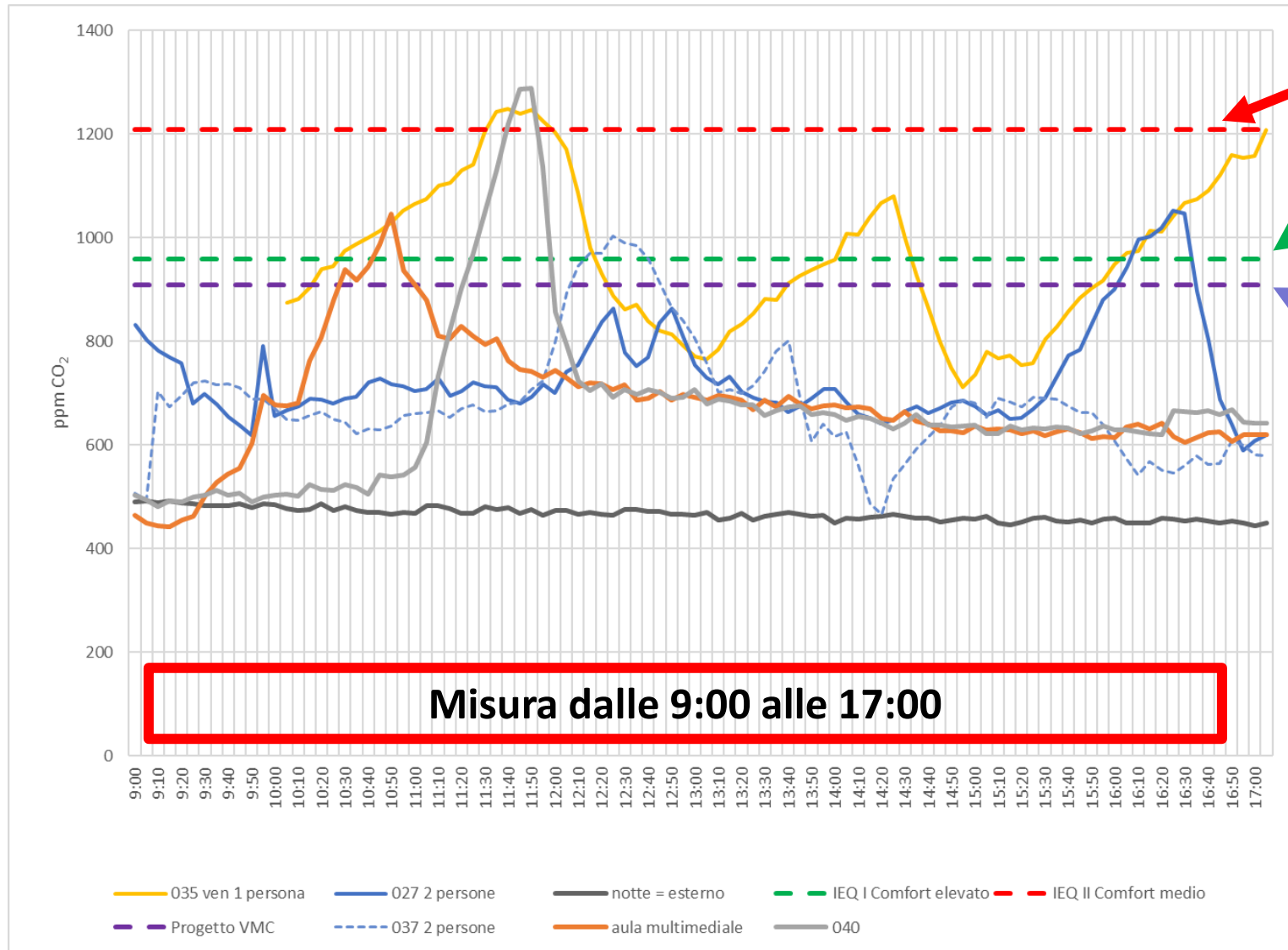
La concentrazione di CO₂ è un indice di presenza delle persone in un ambiente:

- tanto maggiore quanto più elevato il numero di persone
- tanto minore quanto è più elevato il numero di ricambi d’aria

Posizionamento dei misuratori di CO₂:

- lontano da sorgenti dirette di calore
- lontano da sorgenti dirette di CO₂
- lontano da correnti d’aria naturale o artificiale
- altezza compresa tra 1.1 m e 1.7 rappresentativa della tipologia di occupazione dei locali

Prestazioni ambientali – esempio di monitoraggio CO₂



Comfort medio classe II

Comfort elevato classe I

Valore di progetto con VMC

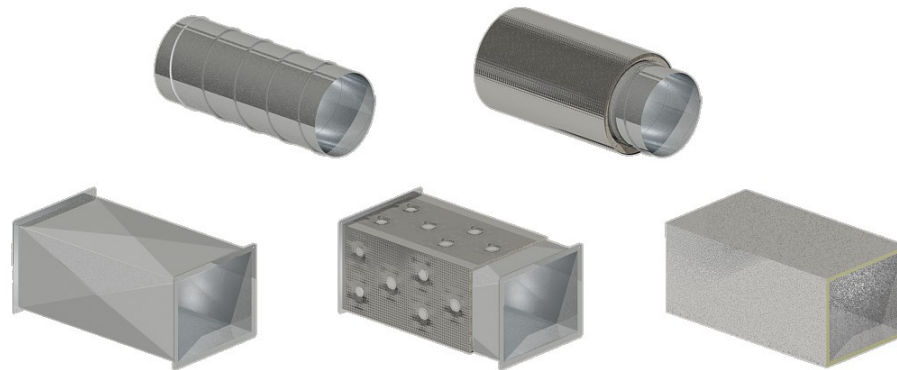
Esempio di misura di CO₂ di un giorno tipo lavorativo in edificio esistente con uffici presidiati da numero di persone differenti privi di impianto di ventilazione dedicato al ricambio d'aria confrontato con i valori da norma.

Inquadramento normativo

Riferimenti normativi sulle prestazioni e requisiti dei canali d'aria

Contesto normativo

- UNI EN 13403:2004 Ventilazione degli edifici - **Condotti non metallici** - Rete delle condotte realizzata con **pannelli di materiale isolante**
- UNI EN 12237: 2004 Ventilazione degli edifici - Reti delle condotte - Resistenza e tenuta delle **condotte circolari di lamiera metallica**
- UNI EN 1507: 2008 Ventilazione degli edifici - **Condotte rettangolari di lamiera metallica** - Requisiti di resistenza e di tenuta
- UNI EN 15727: 2010 Ventilazione degli edifici - Condotte e componenti delle reti di condotte, classificazione della tenuta e prove
- UNI EN 12599: 2012 Ventilazione per edifici - Procedure di prova e metodi di misurazione per la presa in consegna di impianti di ventilazione e di condizionamento dell'aria



Requisiti delle condotte di ventilazione – UNI EN 13403

- **Fattore di perdita di aria e classe di tenuta all'aria:** le condotte devono essere testate per rispettare un massimo di perdita “d'aria” in relazione alla differenza di pressione statica imposta. Sulla base dei risultati delle prove (in accordo con UNI EN 1507) è possibile stabilire la Classe. Il valore che viene misurato è il fattore di perdita di aria in litri al secondo per metro quadro di superficie della condotta.
- **Resistenza alla pressione (senza rinforzi):** le condotte d'aria e le sezioni di raccordo dei giunti, assemblati come dalle indicazioni del fabbricante, devono resistere senza rotture a una pressione interna pari a 2,5 volte la massima pressione positiva fissata dal fabbricante e non minore di 200 Pa. La prova indica cosa si intende per rottura: strappi, lacerazioni o altre aperture più grandi di 4 mm, comprendenti anche gli accessori.
- **Perdite di aria** per rigonfiamento e/o cedimento ovvero nessuna parte del condotto deve gonfiarsi o e/o cedere formando una freccia in misura maggiore del 3% della sua larghezza o comunque non maggiore di 30 mm.
- **Erosione e rilascio di particelle:** il materiale costituente la faccia interna delle condotte sottoposto a prove standardizzate non deve rompersi, sfaldarsi o mostrare segni di delaminazione ed erosione. Sono indicati dei limiti massimi di rilascio di particelle in funzione della dimensione delle stesse.

Requisiti del pannello

- **Salute e sicurezza:** i materiali isolanti utilizzati nei pannelli non devono essere tra quelli non ammessi elencati nelle leggi vigenti.
- **Crescita microbica:** i materiali utilizzati non devono facilitare o costituire una fonte di alimento per lo sviluppo di microbi come da prove standardizzate anche a seguito di simulazioni di pulizia.
- **Resistenza al vapore d'acqua:** la resistenza al vapore d'acqua non deve essere minore di $140 \text{ m}^2 \times \text{h} \times \text{Pa} / \text{mg}$ per il rivestimento esterno per evitare la condensazione all'interno dei condotti con prove in accordo con la UNI EN 12086.
- **Stabilità dimensionale in condizioni di temperatura e umidità:** i cambiamenti dimensionali devono essere minori a $\pm 2\%$ sulla lunghezza, $\pm 1,5\%$ sulla larghezza e $\pm 0,5\%$ sullo spessore in condizioni di temperatura di 70°C e di umidità relativa del 90% per 48 h così come da prove standardizzate.

Requisiti del pannello

- **Assorbimento acustico ponderato:** La classe di assorbimento acustico ponderato del pannello (α_w) deve essere determinata e dichiarata in accordo la EN ISO 11654 (Prospetto B.1)
- **Proprietà termiche:** la conduttività termica e la resistenza termica devono essere basate su misure eseguite in conformità alle UNI EN 12667 o UNI EN 12939 e seguendo le specifiche norme di prodotto relative all'isolante impiegato.
- **Reazione al fuoco:** la classificazione al fuoco (Euroclassi) deve essere determinata in conformità alla EN 13501-1.
- **Caratteristiche meccaniche:** sono rilevanti la rigidezza del pannello misurata mediante una prova di flessione ottenuta mantenendo un pannello a 1,0 m senza supporti e libero di incurvarsi sotto l'effetto del peso proprio.

Prestazioni di isolamento igrotermico

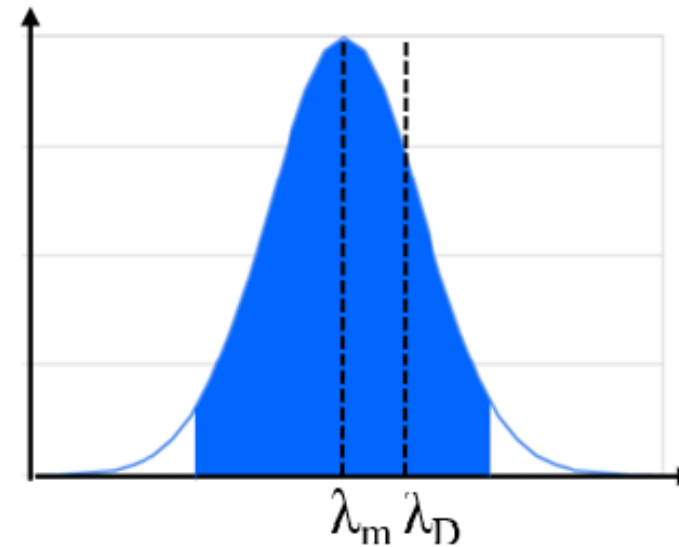
Modelli di valutazione

Prestazioni di isolamento termico

La norma di prodotto per i materiali isolanti per gli impianti degli edifici e per le installazioni industriali e la conseguente marcatura CE del prodotto con dichiarazione di prestazione DoP ha tra i requisiti essenziali quelli di isolamento termico.

$$\lambda_D = \lambda_{90/90} = \lambda_m + k s_\lambda$$

$\lambda_{90/90}$: 90% frattile con livello di confidenza del 90%
 λ_m : conduttività termica media dei valori misurati
 k : fattore funzionale del numero di misurazioni disponibili
 s_λ : deviazione standard delle n misurazioni disponibili



Rappresentazione della formula per il calcolo di λ_D come $\lambda_{90/90}$, ovvero a partire dalla conduttività media λ_m e dai fattori di analisi statistica k e s_λ .

ISOLWASHING:

cos'è e come si combatte

dal greenwashing all'isolwashing



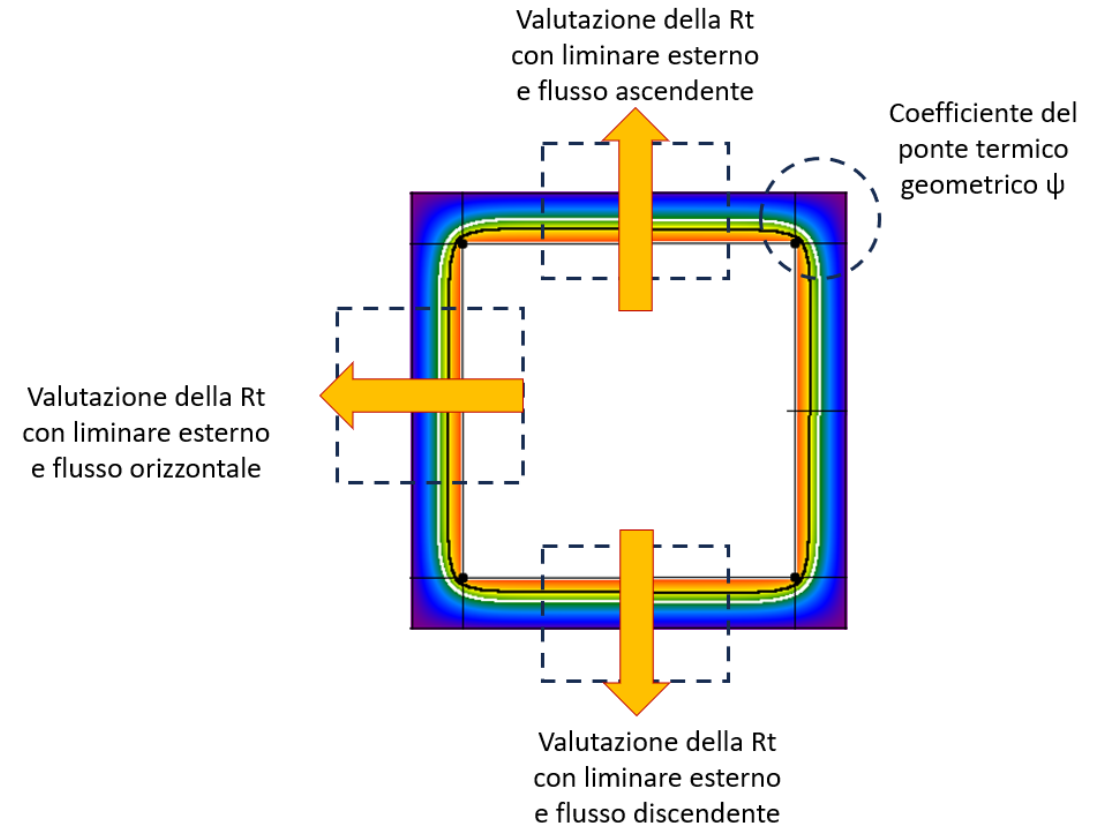
<https://www.anit.it/stampa/isolwashing-come-difendersi-dalle-false-promesse-di-isolamento-termico/>

Il coefficiente dispersivo lineare

Conoscendo lo spessore del materiale isolante e la conduttività dichiarata è possibile realizzare valutazioni legate all'efficacia dell'isolamento termico presente nel prodotto.

L'isolamento termico dei canali d'aria ha infatti due scopi principali: risparmio di energia e controllo del rischio di condensazione.

Il risparmio energetico derivante dall'impiego di condotte isolate termicamente è legato alla quantità di energia dispersa attraverso la superficie del canale e quindi alla sua sezione, oltre che all'isolamento termico.



Esempio di calcolo

Dimensioni geometriche

Altezza	h	[m]
Larghezza	L	[m]
Perimetro	2P	[m]
Superficie disperdente per un metro di profondità	A	[m ²]
Resistenze liminari		
Flusso ascendente	Rse	m ² K/W
Flusso discendente	Rse	m ² K/W
Flusso orizzontale	Rse	m ² K/W

interne	esterne
0,20	0,20
0,30	0,30
1,00	1,01
1,00	1,01
0,043	0,122
0,043	0,122
0,043	0,122

Materiale isolante			
Spessore	s	[m]	0,002
Conduttività termica	λ_D	[W/mK]	100

Resistenza termica complessiva	Rt	m²K/W	0,17		
Trasmittanza	U	W/m²K	6,060		
Coefficiente dispersivo	H	W/K		6,06	6,11
Coefficiente lineare PT angolo	ψ	W/mK		0,0	0
Coefficiente di scambio termico lineare	L2d	W/mK		6,06	6,11

Lunghezza canale d'aria	L	m	20,0
Temperatura interna	°C		30,0
Temperatura esterna	°C		5,0
Potenza dispersa	W		3030

Canale d'aria rettangolare non isolato

Dimensioni geometriche

Altezza	h	[m]
Larghezza	L	[m]
Perimetro	2P	[m]
Superficie disperdente per un metro di profondità	A	[m ²]
Resistenze liminari		
Flusso ascendente	Rse	m ² K/W
Flusso discendente	Rse	m ² K/W
Flusso orizzontale	Rse	m ² K/W

interne	esterne
0,20	0,23
0,30	0,33
1,00	1,12
1,00	1,12
0,043	0,122
0,043	0,122
0,043	0,122

Materiale isolante			
Spessore	s	[m]	0,030
Conduttività termica	λ_D	[W/mK]	0,022

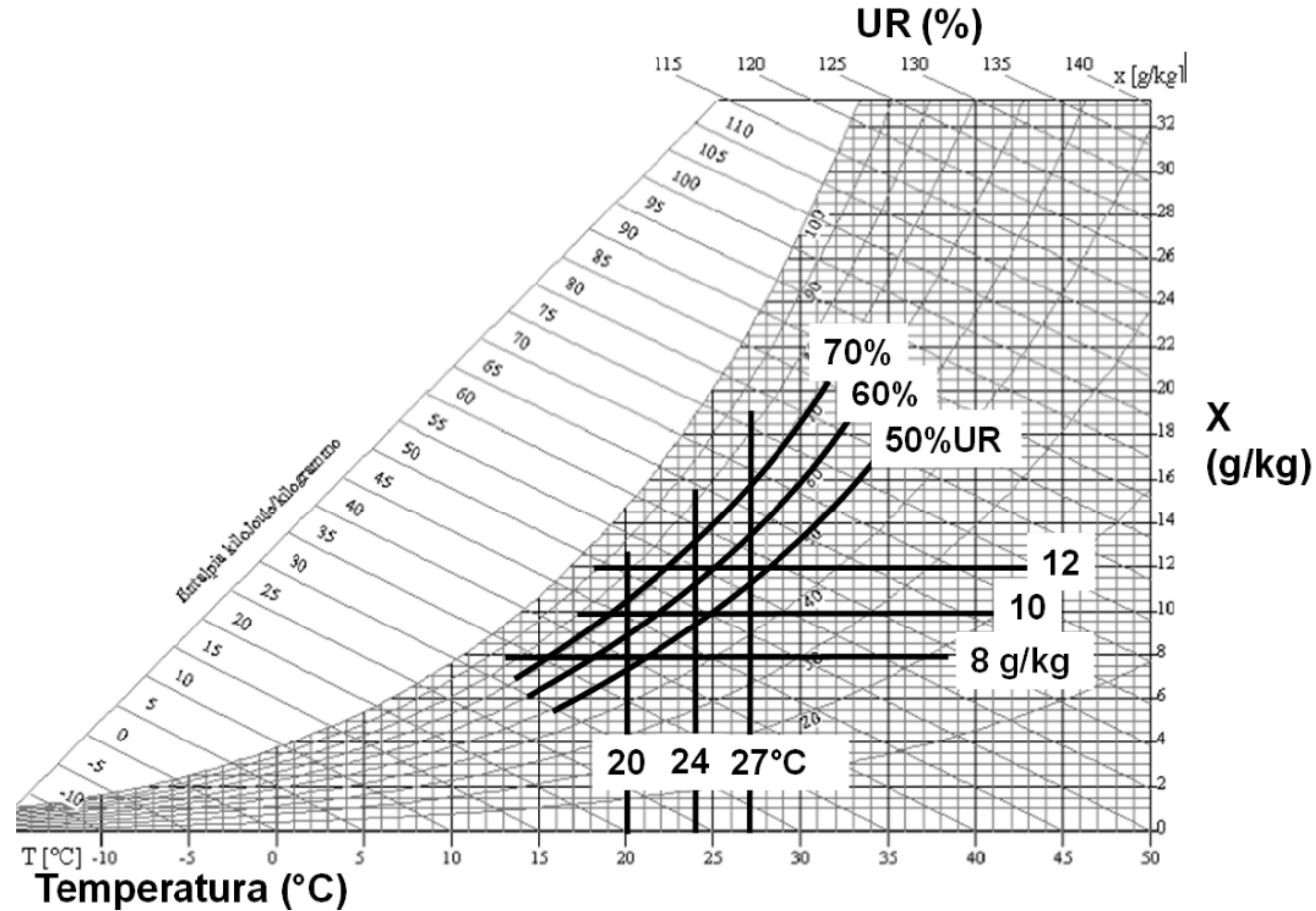
Resistenza termica complessiva	Rt	m²K/W	1,53		
Trasmittanza	U	W/m²K	0,654		
Coefficiente dispersivo	H	W/K		0,65	0,73
Coefficiente lineare PT angolo	ψ	W/mK		0,010	-0,029
Coefficiente di scambio termico lineare	L2d	W/mK		0,69	0,62

Lunghezza canale d'aria	L	m	20,0
Temperatura interna	°C		30,0
Temperatura esterna	°C		5,0
Potenza dispersa	W		347

*Canale d'aria rettangolare isolato
(esempio - Isocanale ALC)*

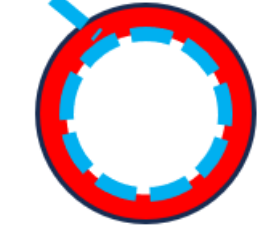
Prestazioni legate alla condensazione

L'isolamento termico delle condotte oltre ad essere la chiave di progettazione per la riduzione delle dispersioni energetiche, è anche lo strumento per evitare i rischi legati alla condensazione superficiale di aria umida.

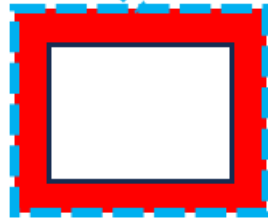


Prestazioni legate alla condensazione

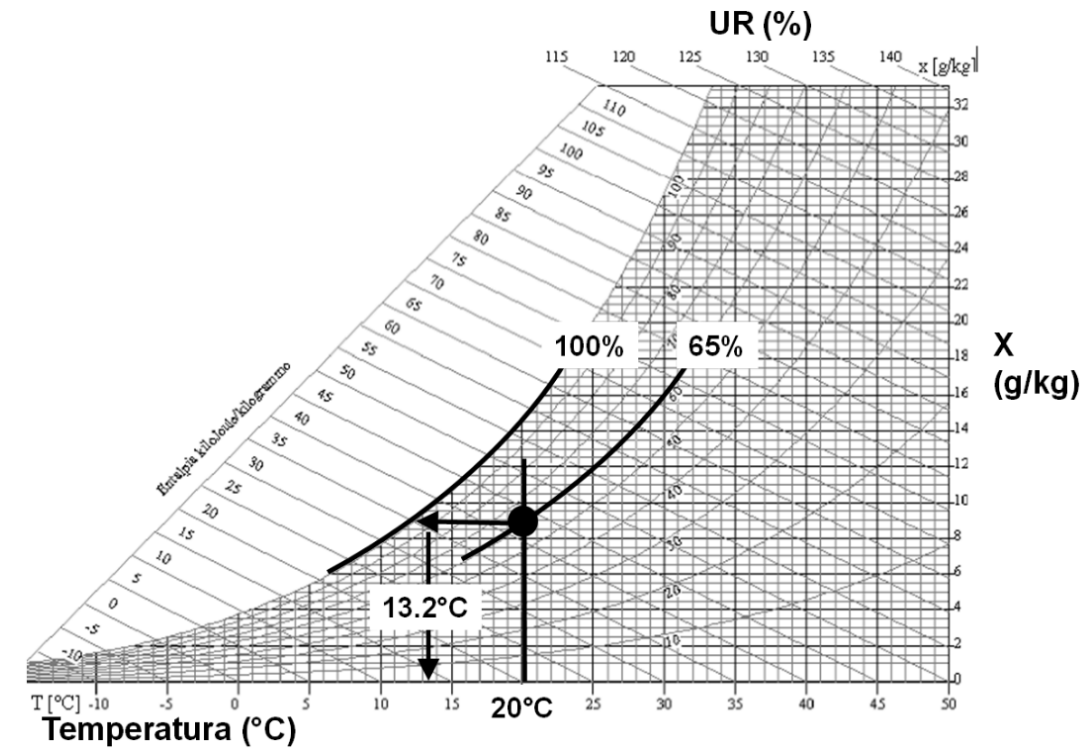
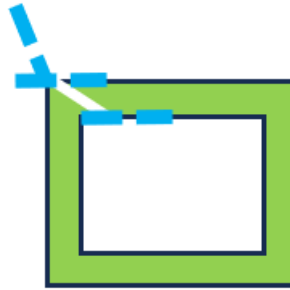
Condensa
superficie
interna



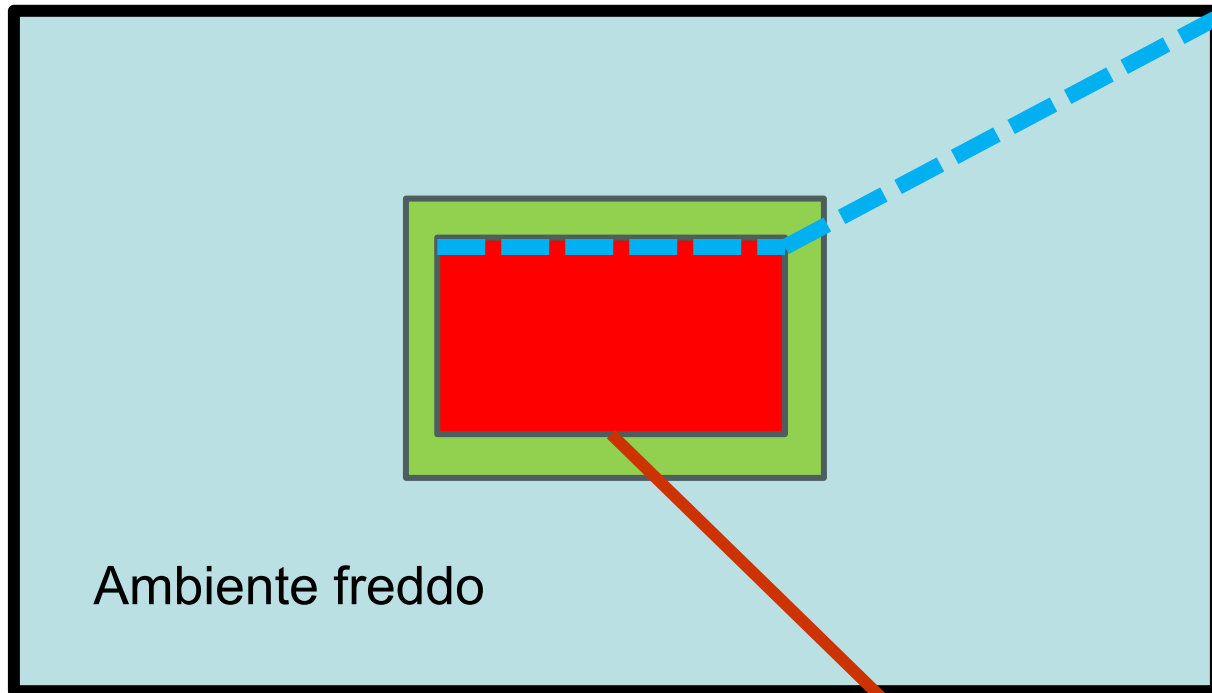
Condensa
superficie
esterna



Condensa da
infiltrazione



Condensazione superficiale interna



Temperatura superficiale da verificare

Strumento: isolamento termico,
spessore e conduttività

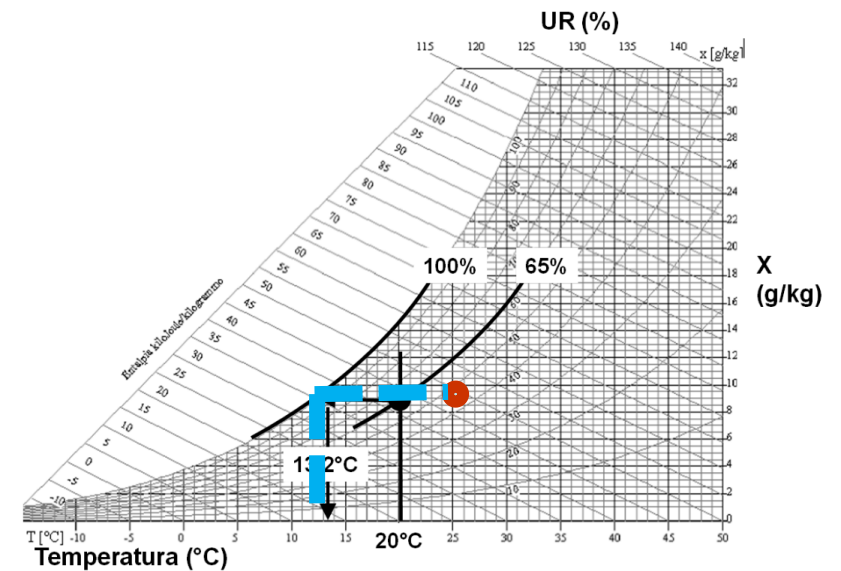
Come per esempio gli edifici in inverno: ambiente
caldo e umido all'interno immerso in ambiente
esterno con punti freddi =

ponti termici all'interno

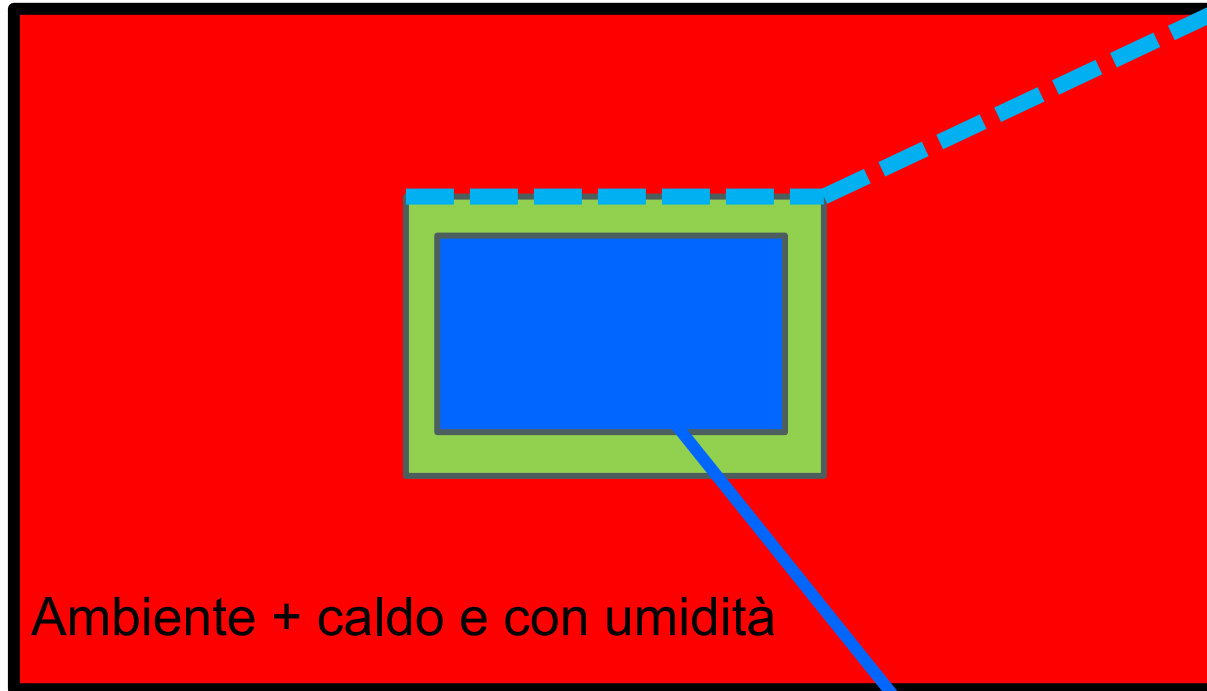
Aria calda umida

25 °C e 50 %

13 °C



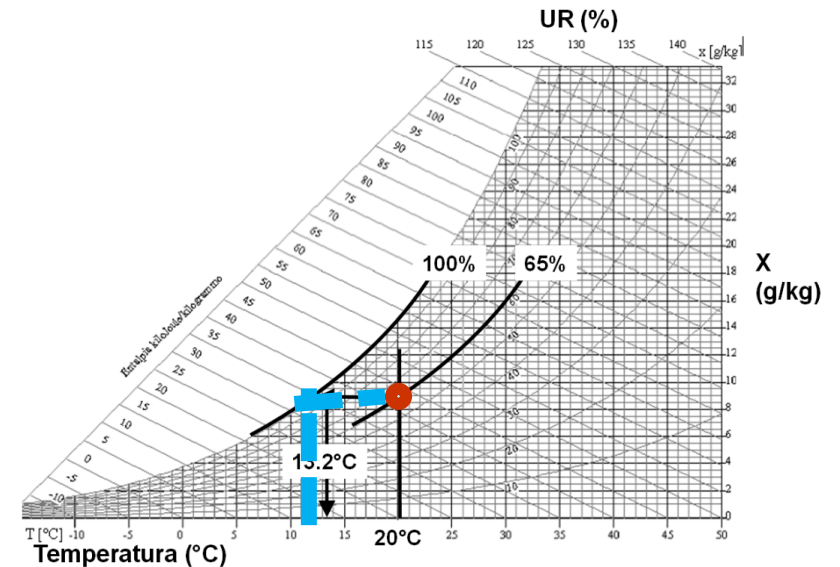
Condensazione superficiale esterna



Temperatura superficiale da verificare

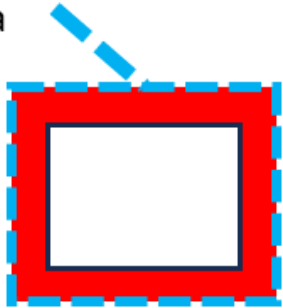
Strumento: isolamento termico,
spessore e conduttività

Aria fredda



Condensa sulla superficie esterna

Condensa
superficie
esterna



Il problema può verificarsi in caso di canali che trasportano aria fredda. Per evitare la condensazione sulla faccia esterna occorre dimensionare correttamente lo spessore dell'isolante. Il metodo di calcolo è quello previsto dalla norma UNI EN ISO 12241. Conoscendo la conducibilità termica del materiale costituente la parete della condotta, è possibile determinarne lo spessore minimo necessario. La formula per determinare la resistenza minima della parete della condotta è la seguente valida per una temperatura esterna maggiore di 0 °C:

$$R \geq \frac{R_{se}(T_a - T_i)}{T_a - \frac{237,3 \ln \frac{p_a}{610,5}}{17,269 - \ln \frac{p_a}{610,5}}} - R_{se} - R_{si}$$

Dove:

R_{se} (m²K/W) è la resistenza superficiale esterna della parete della condotta

R_{si} (m²K/W) è la resistenza superficiale interna della parete della condotta

T_a (°C) è la temperatura dell'ambiente

T_i (°C) è la temperatura interna alla condotta

p_a (Pa) è la pressione di vapore nell'ambiente (ricavabile con la norma UNI EN ISO 13788)

Esempio di valutazione

Esempio di calcolo $T_a = 28^\circ\text{C}$ UR= 70%

A queste condizioni corrisponde una pressione di vapore di 2640 Pa.

- $R_{se} = 0,25$ (valore indicato dalla UNI EN ISO 13788 per le strutture leggere)
- R_{si} in base alle indicazioni della norma UNI EN ISO 12441 può essere trascurata
- $T_i = 8^\circ\text{C}$

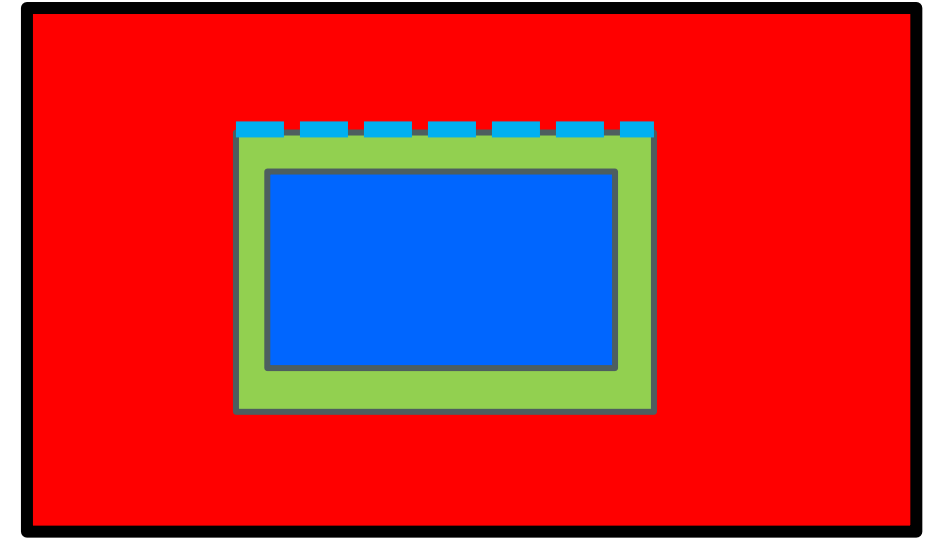
In queste condizioni risulta che la resistenza termica minima è $R \geq 0,581$

La conduttività del materiale isolante costituente la parete è pari a $\lambda_D 0,022 \text{ W/mK}$.

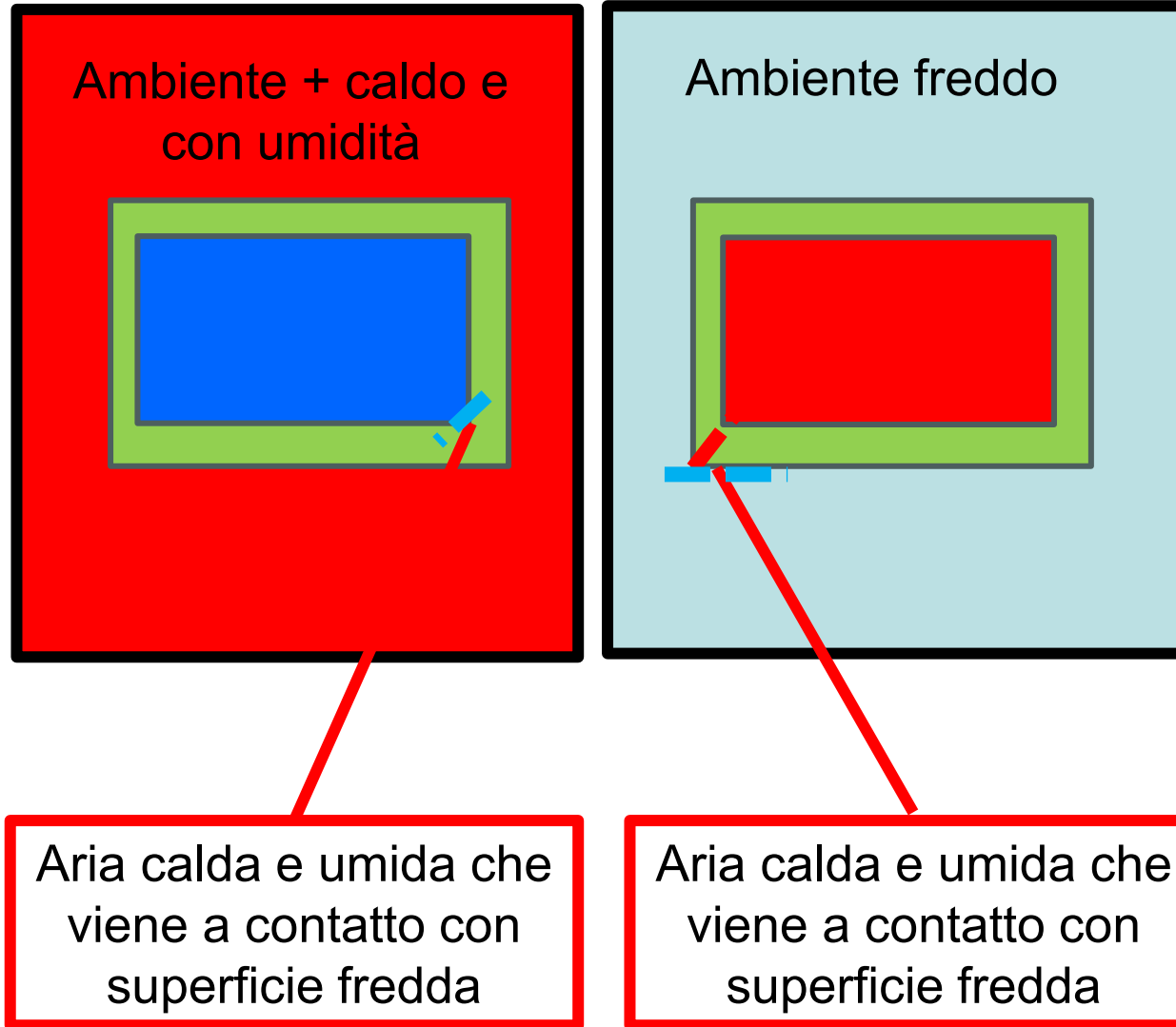
s (spessore materiale isolante) = $R * \lambda_D = 0,013 \text{ m}$

Lo spessore minimo per evitare il rischio di condensazione è quindi di 13 mm.

Per questa applicazione non è impiegabile un canale senza isolamento termico.



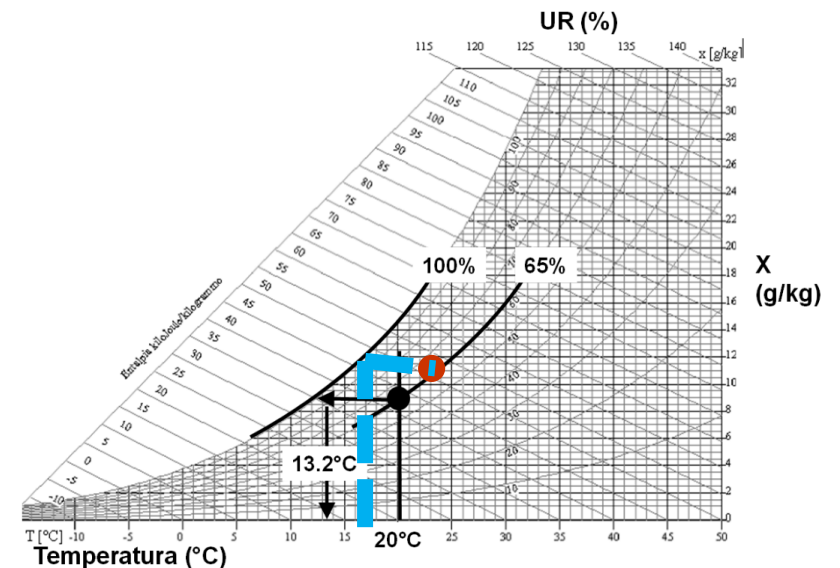
Condensazione da infiltrazione



Superfici oggetto di condensazione

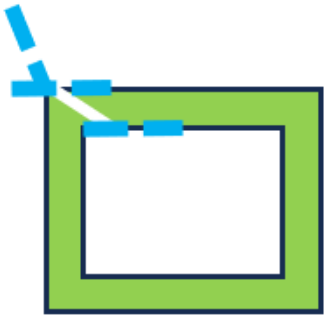
Strumento: canale e giunti a tenuta

Come per esempio gli edifici in inverno: infiltrazioni di aria umida dall'ambiente interno attraverso giunti non adeguati (nodo copertura – parete)c



Condensa da infiltrazione e su superficie interna

Condensa da
infiltrazione



È un fenomeno estremamente raro, poiché le condotte sono solitamente rivestite con materiale metallico avente funzione di barriera al vapore, impedendo quindi la diffusione del vapore stesso nello spessore della parete. Inoltre in corrispondenza degli elementi di discontinuità, come ad esempio i giunti, **sono utilizzati opportuni sigillanti** che garantiscono anche la classe di tenuta del sistema e che prevengono fenomeni di condensa.

La norma UNI EN 13403 “Ventilazione degli edifici- Condotti non metallici, rete delle condotte realizzata con materiale isolante” prescrive che la resistenza al vapore d’acqua della parete nelle condotte non debba essere minore di $140 \text{ m}^2\text{hPa/mg}$ per il rivestimento esterno, al fine di evitare il rischio condensa superficiale interna. **Particolarmente importante è la corretta posa dei canali.** Una non corretta sigillatura dei vari elementi, o in corrispondenza dell’inserimento di pezzi speciali, può causare l’ingresso di aria ambiente nel canale.

Cenni agli altri parametri di progetto

Velocità dell'aria, portata, temperatura e perdite di carico puntuali e distribuite

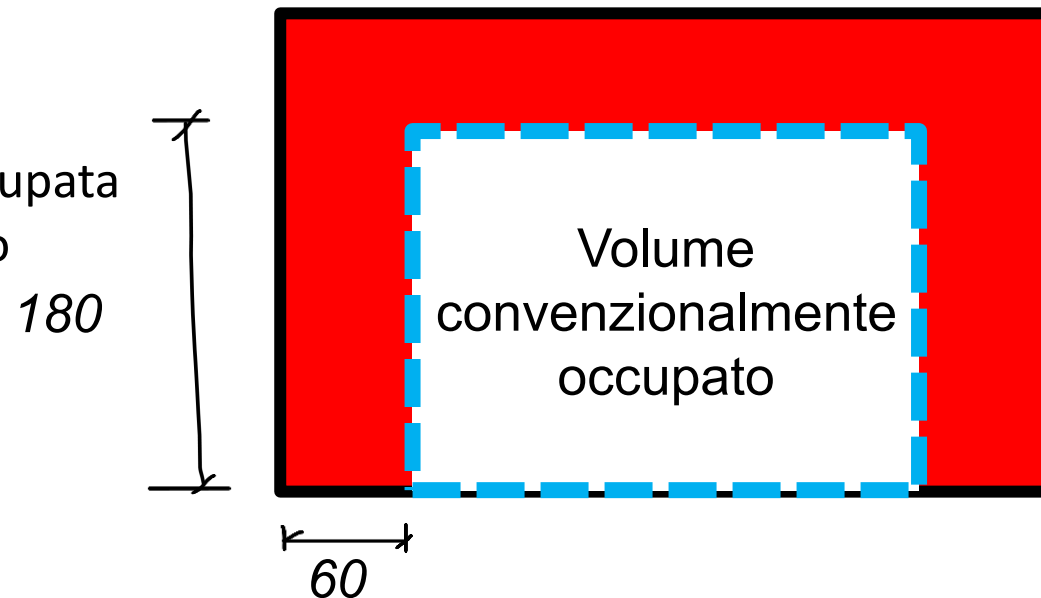
Gli altri parametri di progetto – canali sistemi di diffusione in ambiente

- Temperatura
- Portata
- Sezioni
- Velocità
- Perdite di carico distribuite e localizzate
- Ingombri e distribuzione
- Regolazione e bilanciamento



Sistemi di diffusione dell'aria in ambienti

- Portata da immettere
- Posizione del terminale
- Velocità media dell'aria nella zona occupata
- ΔT tra T immessa e T volume occupato



ANIT



ASSOCIAZIONE
NAZIONALE
PER L'ISOLAMENTO
TERMICO E ACUSTICO



Grazie per l'attenzione

Diritti d'autore: la presentazione è proprietà intellettuale dell'autore e/o della società da esso rappresentata. Nessuna parte può essere riprodotta senza l'autorizzazione dell'autore.