



Utilizzo degli indicatori climatici nella pratica professionale

3 NOVEMBRE 2020

La normativa sui dati climatici per le valutazioni energetiche. Dalla teoria alla pratica

Relatori: arch. Giovanni Murano, Ph.D. (CTI) e ing. Roberto Nidasio (CTI)

COMITATO TERMOTECNICO ITALIANO ENERGIA E AMBIENTE



CHI SIAMO

- **Ente associativo privato** senza scopo di lucro
- Opera sotto mandato **UNI** (Ente italiano di normazione) e all'interno del sistema **UNI-Enti Federati**
- Sviluppa **norme tecniche nazionali e internazionali** nel settore della termotecnica, dell'energia, dell'efficienza energetica e di aspetti connessi come la sostenibilità

Le norme tecniche sono **elaborate dai Soci CTI** con un processo **bottom-up** e rispondono alle esigenze di **mercati e stakeholder**

Attività normativa

Per il mercato

- Il CTI produce **documenti normativi** per UNI
- Il CTI formula la **posizione nazionale** in ambito CEN e ISO



Attività di supporto tecnico al legislatore

Per Ministeri e Pubblica amministrazione

- Supporto tecnico al **legislatore** ed elaborazione di **pareri e proposte** condivisi

Attività di ricerca

Per Commissione Europea e Pubblica amministrazione

- Progetti **Horizon 2020** e altri **bandi EU e nazionali**
- Attività di **consulenza**

FORMAZIONE



Corsi online



Corsi frontali in aula



Sito web e newsletter



Social network



Rivista "Energia e Dintorni"



Convegni

COMUNICAZIONE ED EVENTI

I NUMERI DEL 2019



L'ATTIVITÀ NORMATIVA



HUB Editoriale

COSA NORMIAMO



Involucro edilizio e sue prestazioni energetiche
Materiali isolanti
Calcolo UNI/TS 11300
Sistemi BACS



Gestione dell'energia e diagnosi energetiche
EGE, SGE - UNI CEI EN ISO 50001
Diagnosi energetiche in edifici, trasporti e processi



Impianti a pressione
Progettazione, fabbricazione, messa in servizio e utilizzo



Impiantistica industriale
Turbine a gas
Compressori d'aria e cogeneratori
Teleriscaldamento e teleraffrescamento



Condizionamento dell'aria, ventilazione e refrigerazione
Pompe di calore e condizionatori
Filtrazione e depurazione aria
Refrigerazione industriale



Riscaldamento
Stufe, caminetti, caldaie, pompe di calore geotermiche
Canne fumarie



Sicurezza di processo negli impianti industriali
Gestione della sicurezza degli impianti a rischio di incidente rilevante (Seveso)



Misura e contabilizzazione del calore
Contabilizzazione del calore
Ripartizione delle spese di climatizzazione invernale, estiva e ACS



Fonti energetiche e sostenibilità
Energia solare termica
Biocombustibili solidi
Biogas/Biometano/Bioliquidi
Energia da rifiuti

Corsi formativi (Frontali e Online)

- ✓ SISTEMI DI GESTIONE DELLA SICUREZZA (SGS) PER LA PREVENZIONE DEGLI INCIDENTI RILEVANTI (PIR)
- ✓ CERTIFICATORE ENERGETICO DEGLI EDIFICI – Linee Guida Nazionali (con Esame di abilitazione)
- ✓ PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI
- ✓ ESPERTO NELLA GESTIONE DELL'ENERGIA
- ✓ LE DIAGNOSI ENERGETICHE NELLE COSTRUZIONI, NEI PROCESSI E NEI TRASPORTI
- ✓ CONTABILIZZAZIONE DEL CALORE E RIPARTIZIONE SPESE
- ✓ GENERATORI DI CALORE ALIMENTATI A LEGNA O ALTRI BIOCOMBUSTIBILI
- ✓ BIOGAS/BIOMETANO/BIOLIQUIDI
- ✓ NZEB



Come partecipare alle attività normative?

Vuoi dire la tua sulle regole del gioco?

Vuoi essere più competitivo sul mercato?

Vuoi proporre nuove norme a supporto e a vantaggio della tua azienda o associazione?

Contatta il CTI su

www.cti2000.it

oppure scrivi a
cti@cti2000.it



Come partecipare alle attività normative?

Attività Nazionale CEN/TC 089 ISO/TC 163 ISO/TC 163/SC 1 ISO/TC 163/SC 2 ISO/TC 205

CT 202 - Isolanti e isolamento - Metodi di calcolo e di prova (UNI/TS 11300-1).

Struttura Scadenziario Riunioni Norme Pubblicate CTI Progetti di norma CTI Tutti i messaggi

Organo Tecnico	Titolo	Scopo
CT 202	Isolanti e isolamento - Metodi di calcolo e di prova (UNI/TS 11300-1).	Normazione nel campo delle prestazioni energetiche degli edifici, inclusa la trasmissione di calore nei componenti degli edifici e l'isolamento termico degli impianti installati negli edifici: regole per esprimere le principali proprietà termiche e i requisiti; metodi di calcolo e di prova; dati di input, inclusi i dati climatici; effetti dell'umidità.
CT 202/GL 01	Misura in laboratorio delle proprietà termiche di materiali, elementi e strutture	Determinazione dei metodi di prova delle caratteristiche termiche dei materiali isolanti. Interfaccia all'ISO/TC 163/SC 1/WG 7 e al CEN/TC 89/WG 14.
CT 202/GL 02	Prodotti di isolamento riflettente	Interfaccia al CEN/TC 89/WG 12
CT 202/GL 03	Misura in opera delle prestazioni termiche di materiali, elementi e strutture	Interfaccia all'ISO/TC 163/SC 1/WG 15, all'ISO/TC 163/SC 1/WG 16 e al CEN/TC 89/WG 13
CT 202/GL 04	Tenuta all'aria degli edifici	Interfaccia all'ISO/TC 163/SC 1/WG 10
CT 202/GL 05	Umidità	Interfaccia all'ISO/TC 163/SC 1/WG 8 e al CEN/TC 89/WG 10
CT 202/GL 06	Proprietà termiche di porte e finestre	Interfaccia all'ISO/TC 163/SC 1/WG 17 e al CEN/TC 89/WG 7
CT 202/GL 07	Proprietà termiche di edifici esistenti	Revisione UNI/TR 11552
CT 202/GL 08	Proprietà termiche dei materiali per l'edilizia	Revisione UNI 10351
CT 202/GL 09	Calcolo della trasmissione di energia termica	Interfaccia all'ISO/TC 163/SC 2/WG 9
CT 202/GL 10	Condizione dell'ambiente esterno	Revisione UNI 10349
CT 202/GL 11	Calcolo del bilancio termico in condizioni dinamiche	Assunzioni, condizioni al contorno dinamiche. Interfaccia all'ISO/TC 163/SC 2/WG 15.
CT 202/GL 12	Calcolo dei fabbisogni di energia per riscaldamento e raffreddamento, delle temperature interne e dei carichi termici	Revisione della UNI/TS 11300-1
CT 202/GL 13	Requisiti di prestazione energetica connessi al bilancio di energia termica e alle caratteristiche del fabbricato	Attività consultiva sull'attività ISO/TC 163/WG 4.
CT 202/GL 14	Metodi per esprimere le prestazioni complessive di energia per la certificazione energetica degli edifici	Attività consultiva sull'attività ISO/TC 163/WG 4.
CT 202/GL 15	Parametri dell'ambiente interno	Interfaccia all'ISO/TC 205
CT 202/GL 16	Specifiche di scambio dei dati I/O per software di calcolo delle prestazioni energetiche degli edifici	-

Livello nazionale

UNI/CTI 202 GL 10
Condizioni dell'ambiente esterno



Livello ISO

* number includes updates

STRUCTURE	LIAISONS
REFERENCE ↓	TITLE
ISO/TC 163/SC 2/WG 4 ⓘ	Industrial calculations
ISO/TC 163/SC 2/WG 15 ⓘ	Energy Performance calculation methods
ISO/TC 163/SC 2/WG 16 ⓘ	Hourly data for assessing the annual energy use for heating and cooling

Contenuti della presentazione

- Panoramica sulla normativa tecnica di settore (UNI EN ISO; ISO; UNI)
- UNI 10349-1
- UNI/TR 10349-2
- UNI 10349-3
- Alcuni casi applicativi



Normativa tecnica sui dati climatici

Calcolo e presentazione dei dati climatici

- **UNI EN ISO 15927-1:2004** «Prestazione termoigrometrica degli edifici - Calcolo e presentazione dei dati climatici - Parte 1: Medie mensili dei singoli elementi meteorologici»
- **UNI EN ISO 15927-2:2009** «Prestazione termoigrometrica degli edifici - Calcolo e presentazione dei dati climatici - Parte 2: Dati orari per il calcolo del carico di raffrescamento di progetto»
- **UNI EN ISO 15927-3:2009** «Prestazione termoigrometrica degli edifici - Calcolo e presentazione dei dati climatici - Parte 3: Calcolo di un indice di pioggia battente per superfici verticali a partire dai dati orari di vento e di pioggia»

Normativa tecnica sui dati climatici

Calcolo e presentazione dei dati climatici

- **UNI EN ISO 15927-4:2005** «Prestazione termoigrometrica degli edifici - Calcolo e presentazione dei dati climatici - Parte 4: Dati orari per la valutazione del fabbisogno annuale di energia per il riscaldamento e il raffrescamento»
- **UNI EN ISO 15927-5:2012** «Prestazione termoigrometrica degli edifici - Calcolo e presentazione dei dati climatici - Parte 5: Dati per il carico termico di progetto per il riscaldamento degli ambienti»
- **UNI EN ISO 15927-6:2008** «Prestazione termoigrometrica degli edifici - Calcolo e presentazione dei dati climatici - Parte 6: Differenze di temperatura cumulate (gradi giorno)»

Normativa tecnica sui dati climatici

Calcolo e presentazione dei dati climatici

- **UNI EN ISO 52010-1:2018** «Prestazione energetica degli edifici – Condizioni climatiche esterne - Parte 1: Conversione dei dati climatici per i calcoli energetici»
- **UNI CEN ISO/TR 52010-2:2018** «Prestazioni energetiche degli edifici – Condizioni climatiche esterne – Parte 2: Spiegazione e giustificazione della ISO 52010-1»
- **ISO 6243:1997** «Dati climatici per la progettazione degli edifici – Sistema proposto di simboli»

Normativa tecnica sui dati climatici

Normativa nazionale

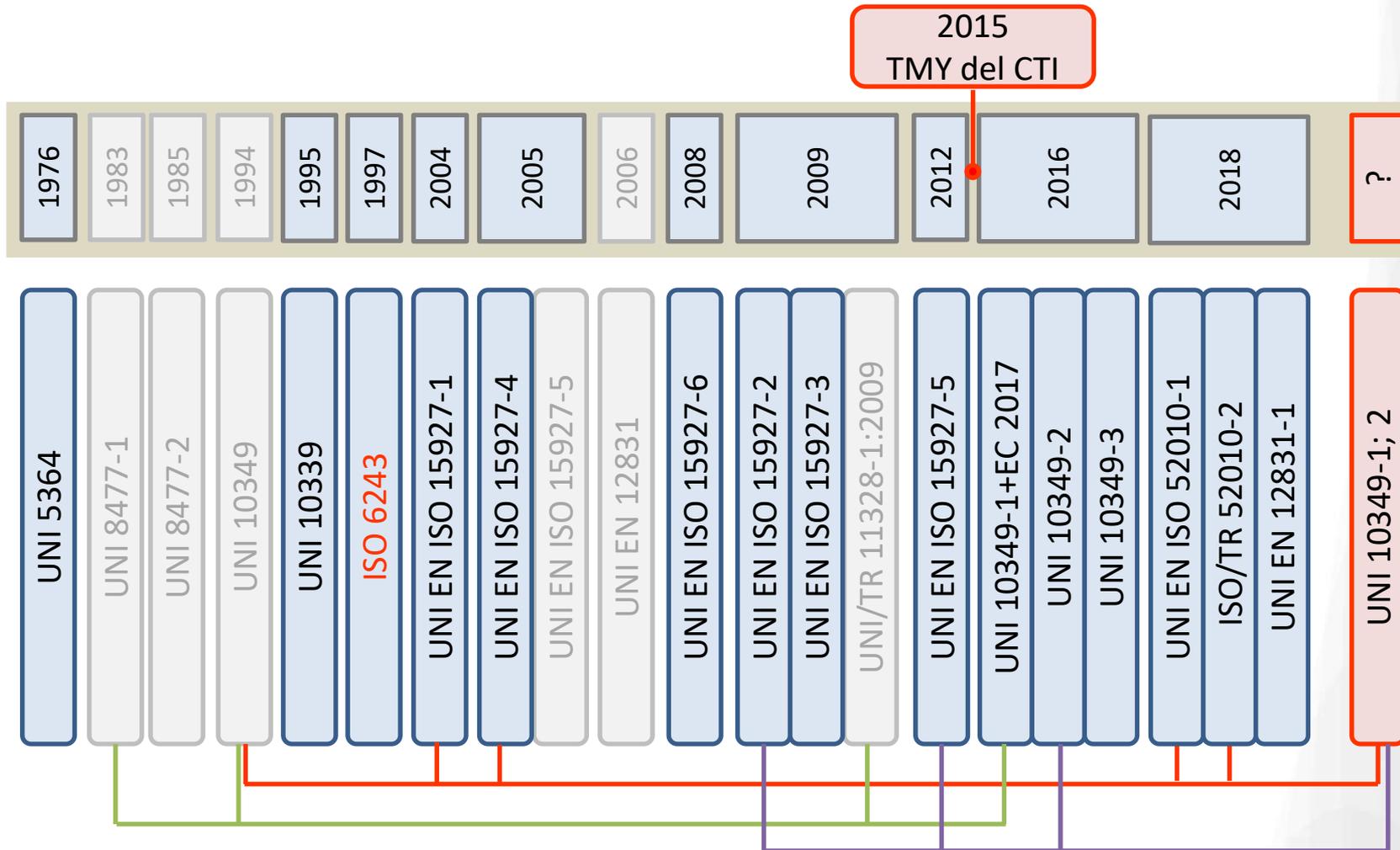
- **UNI 10349-1:2016** «Riscaldamento e raffrescamento degli edifici - Dati climatici - Parte 1: Medie mensili per la valutazione della prestazione termo-energetica dell'edificio e metodi per ripartire l'irradianza solare nella frazione diretta e diffusa e per calcolare l'irradianza solare su di una superficie inclinata»
- **UNI/TR 10349-2:2016** «Riscaldamento e raffrescamento degli edifici - Dati climatici - Parte 2: Dati di progetto»
- **UNI 10349-3:2016** «Riscaldamento e raffrescamento degli edifici - Dati climatici - Parte 3: Differenze di temperatura cumulate (gradi giorno) ed altri indici sintetici»

Normativa tecnica sui dati climatici

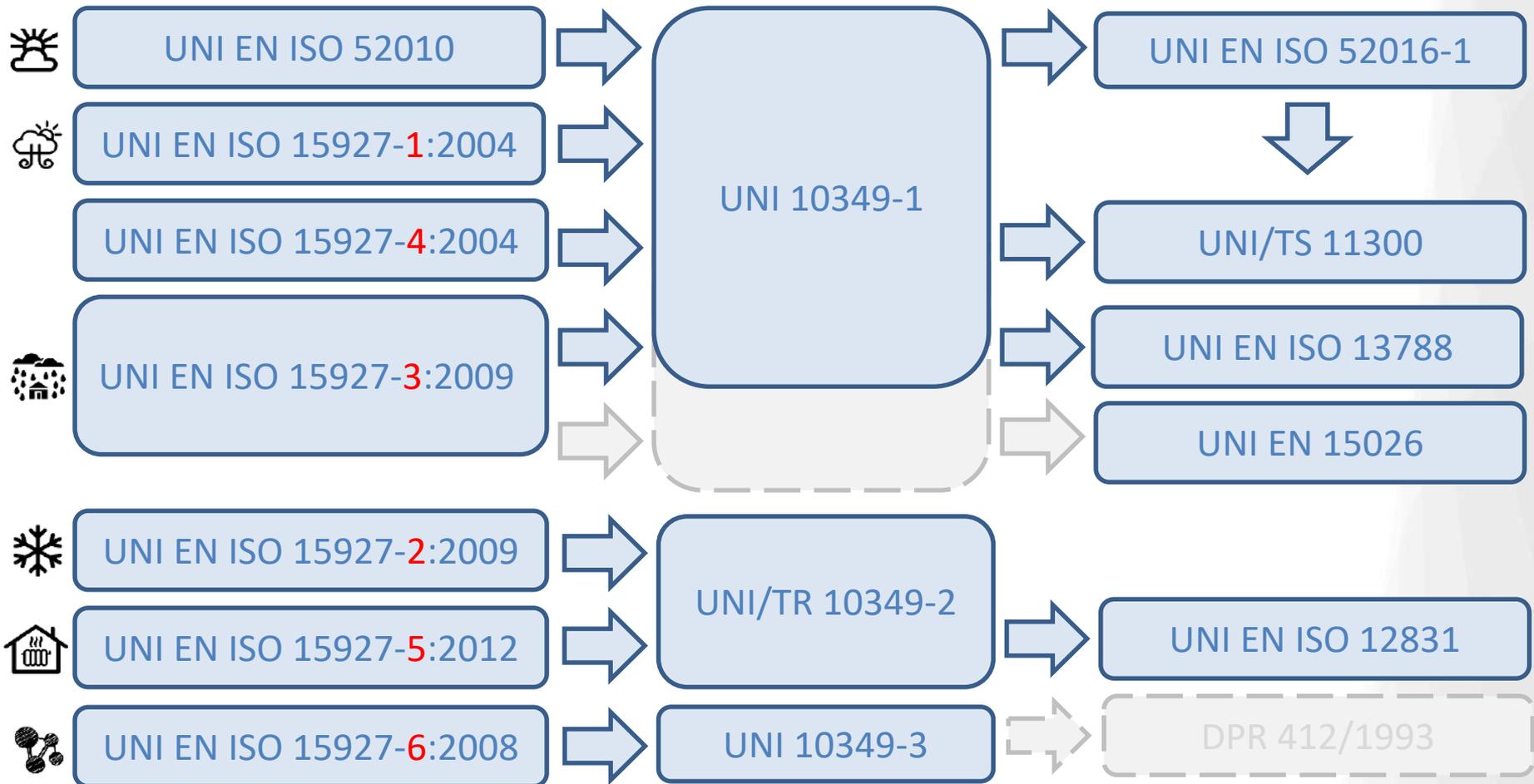
Normativa nazionale

- **UNI 5364:1976** «Impianti di riscaldamento ad acqua calda. Regole per la presentazione dell' offerta e per il collaudo»
- **UNI 10339:1995** «Impianti aeraulici al fini di benessere. Generalità, classificazione e requisiti. Regole per la richiesta d'offerta, l'offerta, l'ordine e la fornitura»
- **UNI EN 12831-1:2018** «Prestazione energetica degli edifici - Metodo per il calcolo del carico termico di progetto - Parte 1: Carico termico per il riscaldamento degli ambienti, Modulo M3-3»

Storiografia delle norme sui/contenenti dati climatici



Normativa tecnica sui dati climatici



Normativa tecnica sui dati climatici

Il calcolo della prestazione termica

UNI EN ISO 52016-1

Prestazione energetica degli edifici - Fabbisogni energetici per riscaldamento e raffrescamento, temperature interne e carichi termici sensibili e latenti - Parte 1: Procedure di calcolo



UNI/TS 11300-1

Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale

- a) Il **fabbisogno di energia termica utile (sensibile)** per il riscaldamento e il raffrescamento degli ambienti, su base oraria o con calcolo mensile.
- b) Il **fabbisogno di energia termica latente** per deumidificazione degli ambienti, su base oraria e con calcolo mensile.
- c) La **temperatura degli ambienti interni** con calcolo su base oraria.
- d) La temperatura degli ambienti interni per la valutazione del **surriscaldamento estivo** dei locali
- e) Il **carico termico sensibile** per il riscaldamento e il raffrescamento con calcolo su base oraria.
- f) Il **carico termico latente** e l'umidità per la (de)umidificazione degli ambienti, con calcolo su base oraria.
- g) Il carico termico di progetto sensibile e latente per il riscaldamento e il raffrescamento utilizzando l'intervallo di calcolo orario.

Normativa tecnica sui dati climatici

Il calcolo della condensa

UNI EN ISO 13788

Prestazione igrotermica dei componenti e degli elementi per edilizia - Temperatura superficiale interna per evitare l'umidità superficiale critica e la condensazione interstiziale - Metodi di calcolo



UNI EN 15026

Prestazione termo igrometrica dei componenti e degli elementi di edificio - Valutazione del trasferimento di umidità mediante una simulazione numerica

La norma fornisce metodi di calcolo per determinare:

- la temperatura superficiale interna** di componenti o elementi edilizi al di sotto della quale è probabile la crescita di muffe, in funzione della temperatura e dell'umidità relative interne; il metodo può essere anche utilizzato per la previsione del rischio di altri problemi di condensazione superficiale
- la valutazione del rischio di condensazione interstiziale** dovuta alla diffusione del vapore acqueo.

La norma specifica le equazioni da utilizzare in un metodo di simulazione per il calcolo del **trasferimento in regime dinamico di calore e umidità** nelle strutture degli edifici.

UNI 10349-1

Contenuti

- La norma fornisce **dati climatici convenzionali** (medie mensili e anni tipo climatici) necessari per la progettazione e la verifica delle prestazioni energetiche e termoigrometriche degli edifici, inclusi gli impianti tecnici per la climatizzazione estiva ed invernale ad essi asserviti.
- Tali dati sono quelli rappresentativi delle **condizioni climatiche tipiche** da utilizzare per la verifica delle prestazioni energetiche e termoigrometriche.
- La norma fornisce anche:
 - un metodo per ripartire l'irradianza solare oraria nella frazioni diretta e diffusa e per calcolare l'irradianza solare su di una superficie comunque inclinata ed orientata con **modello di cielo isotropo** (Appendice A normativa);
 - un metodo per calcolare l'irradianza solare su di una superficie comunque inclinata ed orientata con **modello di cielo di Perez** (Appendice B informativa);
 - un metodo per il **calcolo dell'irradiazione solare media mensile** ricevuta da una superficie fissa comunque inclinata ed orientata (Appendice C normativa);
 - un **metodo per la stima del valore medio giornaliero dell'indice di soleggiamento** da utilizzarsi in mancanza di dati climatici diretti (Appendice D informativa).

UNI 10349-1

Contenuti

- Dati climatici per **110 località nazionali** (non si tratta di Capoluoghi di provincia, o di città metropolitane, ma di località che sono poste in loro prossimità).
- **Dati climatici medi mensili** concernenti temperatura dell'aria, radiazione solare globale su piano orizzontale (e relative frazioni dirette e diffuse), pressione parziale di vapore, velocità del vento.
- **Coordinate geografiche** relative alle stazioni di rilevazione dei dati climatici
- **Relazioni matematiche** per la determinazione dei dati climatici di riferimento per tutte le località italiane.

UNI 10349-1

Correzione e spazializzazione dei dati

- Tutti i dati sono **riferiti alla quota di riferimento della stazione** di rilevazione dei dati;
- Per le località non comprese è possibile calcolare una **temperatura corretta** che tenga conto della diversa localizzazione e altitudine con il seguente criterio:
 - si identifica la stazione di rilevazione dei parametri climatici più vicina in linea d'aria (non necessariamente quella della provincia di appartenenza);
 - si apporta una correzione al valore della temperatura della stazione di rilevazione per tenere conto della differenza di altitudine rispetto alla località di studio:

$$\theta_e = \theta_{e,Ref} - (h - h_{Ref}) \cdot d$$

UNI 10349-1

Spazializzazione della temperatura in base all'altitudine

Valore del coefficiente d



- d rappresenta il gradiente termico associato ad ogni stazione di rilevazione dei dati



- Alba ($h = 172$ m s.l.m.)
- Stazione di Asti ($h_{\text{Ref}} = 175$ m s.l.m.)
- $\theta_{e,\text{Ref,gennaio}} = -0,50$ °C

$$\begin{aligned}\theta_e &= \theta_{e,\text{Ref}} - (h - h_{\text{Ref}}) \cdot d \\ \theta_e &= -0.50 - (172 - 175) \cdot \frac{1}{178} \\ \theta_e &= -0.48$$

UNI 10349-1

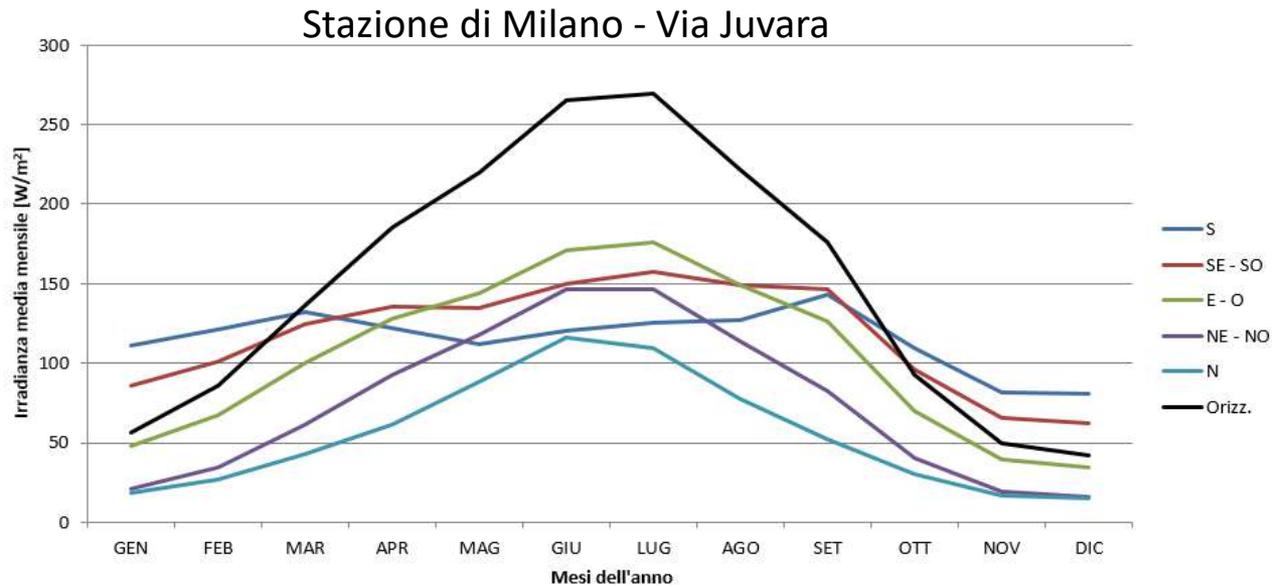
Radiazione solare

- Per le **località non comprese nella lista**, come per la correzione della temperatura dell'aria, si assume l'irradiazione solare della stazione di rilevazione dei dati climatici più vicina in linea d'aria (non necessariamente la stazione di rilevazione dei dati climatici della provincia di appartenenza).
- Per calcolare la **radiazione su superficie diversamente inclinata e orientata** si applica l'appendice A (se il dato di partenza è il valore orario) e l'appendice C (se il dato di partenza è il dato mensile).

UNI 10349-1

Radiazione solare

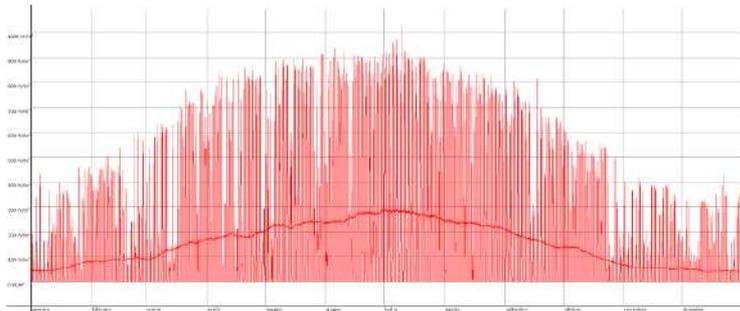
- Radiazione solare media mensile (Radiazione sulle esposizioni calcolata secondo l'appendice C della UNI 10349-1)



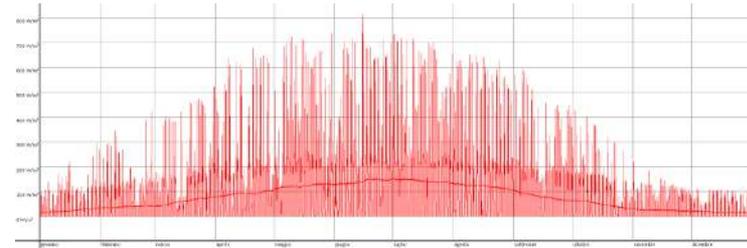
UNI 10349-1

Radiazione solare

Irradianza solare globale su piano
orizzontale

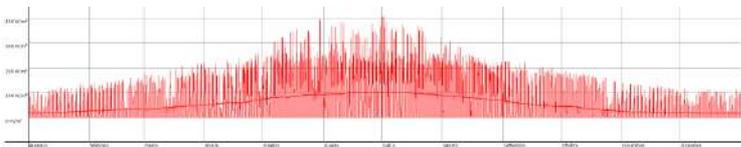


Irradianza solare globale su piano verticale
orientato a Nord-Est

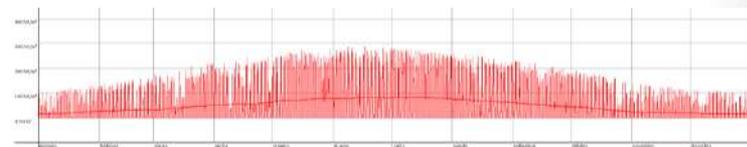


Stazione di Milano - Via Juvara

Irradianza solare globale su piano
verticale orientato a Nord



Irradianza solare globale su piano
verticale orientato a Nord-Ovest



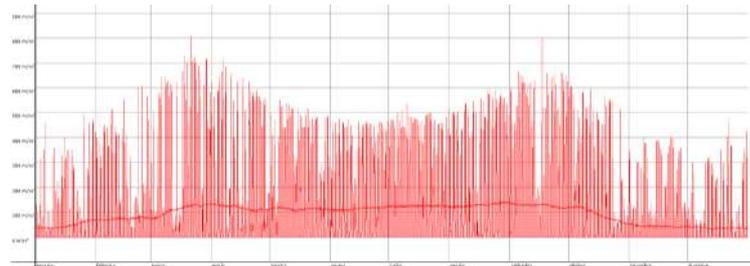
UNI 10349-1

Radiazione solare

Irradianza solare globale su piano verticale orientato ad **Est**

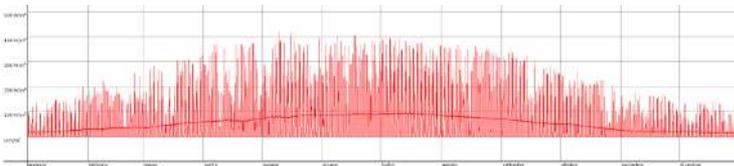


Irradianza solare globale su piano verticale orientato a **Sud**

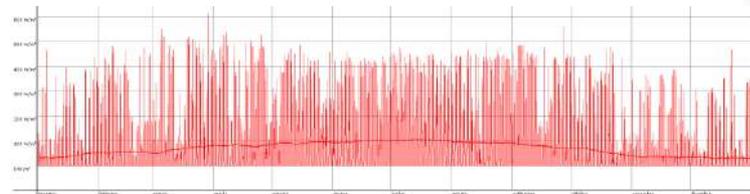


Stazione di Milano - Via Juvara

Irradianza solare globale su piano verticale orientato ad **Ovest**



Irradianza solare globale su piano verticale orientato a **Sud-Ovest**



UNI 10349-1

Velocità del vento

- I valori della velocità del vento sono relativi alle stazioni di rilevazione dei dati climatici ed alla loro quota di riferimento, riportata insieme alla relativa zona di vento. La direzione prevalente del vento è relativa alla città di riferimento indicata (capoluogo di provincia).
- Per le località non comprese è possibile calcolare una velocità del vento corretta che tenga conto della diversa localizzazione e quota, rispetto alla stazione di rilevazione:
 - si identifica la località di riferimento (stazione più vicina in linea d'aria, sullo stesso versante geografico e regione di vento di quella considerata (non necessariamente quella relativa al capoluogo della provincia di appartenenza), rilevando dal prospetto 8 la relativa zona di vento;

UNI 10349-1

Velocità del vento

- si identifica tramite la zona di vento per la località considerata, in funzione della altitudine e distanza dal mare;
- si determina il coefficiente correttivo c ;
- si apporta una correzione al valore della velocità della stazione di rilevazione per tenere conto della diversa localizzazione e della differenza di quota tra questa e la località considerata, secondo la seguente relazione:

$$v = c \cdot v_{\text{Ref}}$$

UNI 10349-1

Velocità del vento

Regione di Vento



Zone di Vento

Regione di vento	Fascia		Entroterra (*) > 20 km						
	costiera	Subcostiera	Altitudine (m)						
	≤ 20 km	≤ 40 km	300	500	800	1200	1500	2000	>2000
A	3	2	1	1	2	2	3	3	4
B	2		1	2	2	3	3	4	4
C	3		2	2	3	3	3	4	4
D	3		3	3	3	4	4	4	4
E	4		3	3	3	4	4	4	4

(*) Ad eccezione della regione A per cui l'entroterra è > 40 km.

Fattore correttivo c

Zona di vento della località di riferimento	Zona di vento			
	1	2	3	4
1	1,000	1,780	2,780	4,000
2	0,562	1,000	1,560	2,250
3	0,360	0,640	1,000	1,440
4	0,250	0,445	0,694	1,000

UNI 10349-1

Pressione parziale di vapore

- I valori della **pressione parziale del vapore d'acqua dell'aria esterna** per le stazioni di rilevazione sono riportati alla loro quota di riferimento.
- Per le **località che si trovano a una quota differente** da quella della stazione rilevazione si assumono, per la stima della pressione parziale media di vapore, gli stessi valori di umidità relativa di quelli della stazione di misura e i valori di temperatura corretti secondo quanto visto nelle diapositive precedenti.
- Nella stima della pressione di vapore per località diverse dalle stazioni di rilevazione dei dati viene assunta **costante l'umidità relativa**.

UNI 10349-1

Pressione parziale di vapore

- Operazioni per la **correzione della pressione parziale di vapore e calcolo dell'umidità massica** (partendo dagli anni tipo climatici del CTI)
 - Determinazione della **pressione atmosferica** alla quota di riferimento

$$p_z = 101325 \cdot \exp\left[-\frac{9.81 \cdot h}{287 \cdot (273.15 - 0.0065 \cdot h)}\right]$$

- Determinazione della **pressione parziale del vapore di acqua in condizioni di saturazione** $p_{wv,sat}$ come:

$$p_{wv,sat} = 610.5 \cdot \exp\left(\frac{17.269 \cdot \theta}{\theta + 237.3}\right) \text{ per } \theta \geq 0^\circ\text{C}$$

$$p_{wv,sat} = 610.5 \cdot \exp\left(\frac{21.875 \cdot \theta}{\theta + 265.5}\right) \text{ per } \theta < 0^\circ\text{C}$$

UNI 10349-1

Pressione parziale di vapore

- Calcolo dell'umidità relativa (riferito al dato di partenza)

$$\varphi_{Staz} = \frac{P_{wv,Staz}}{P_{wv,sat,Staz}}$$

- Calcolo della temperatura corretta (secondo la relazione vista);
- Calcolo della pressione parziale del vapore di acqua in condizioni di saturazione riferita alla temperatura corretta;
- Calcolo della pressione parziale di vapore

$$P_{wv} = \varphi_{Staz} \cdot P_{wv,sat}$$

UNI 10349-1

Umidità massica

- Calcolo dell'umidità massica dell'aria esterna

$$x_e = 622 \cdot \frac{p_{wv}}{p_z - p_{wv}}$$

UNI 10349-1

Dati climatici convenzionali orari

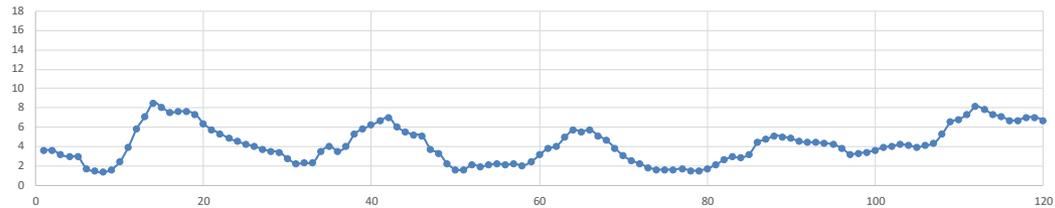
The screenshot shows the CTI ShopOnline website interface. At the top, there is a navigation bar with links like 'Chi siamo', 'Dove siamo', 'Contattaci', 'Come associarsi', 'Catalogo Norme UNI, CEN e ISO', and 'Registrazione Shop'. A search bar is present with the text 'Cerca nello Shop'. Below this is a banner for 'ShopOnline' with the CTI logo and the text 'cultura e normativa del settore termotecnico sito del Comitato Termotecnico Italiano'. There are also logos for 'Ente Federato all'UNI per l'unificazione nel settore termotecnico' and 'W CEN ISO'. A login form is visible with fields for 'User' (muranog) and 'Password', and a 'Recupero Password' link. A horizontal menu contains various categories: 'Info', 'Attività Normativa', 'Gruppi Consultivi', 'Legislazione', 'Ricerca', 'Pubblicazioni', 'Corsi', 'Eventi', 'Validazione Software', 'Certificazione Energetica', 'Shop', and 'Faq'. The main content area features a green header for 'ANNI TIPO CLIMATICI PER APPLICAZIONI TERMOTECNICHE' and 'TEST REFERENCE YEARS FOR THERMOTECNICAL APPLICATIONS'. Below this, there is a text block explaining the availability of data for Italian regions and the revision of UNI 10349. A map of Italy is shown with a selection tool for downloading climate data. At the bottom, there are three product categories: 'Anni Climatici' (Region Umbria v. 3.0), 'Dati di Sintesi', and 'Strumenti di Supporto', all showing 'Prodotti in Evidenza'.

UNI 10349-1

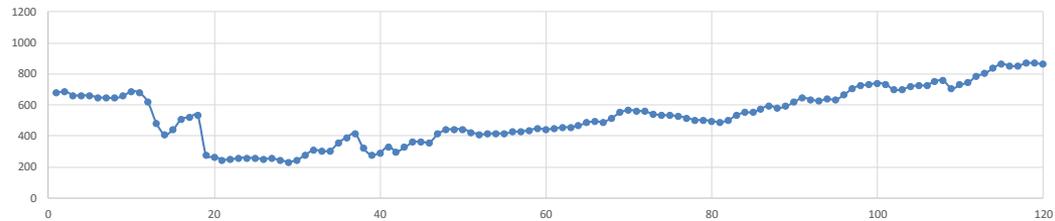
Dati climatici convenzionali orari

TMY - Dati climatici Milano (dal 1 al 15 febbraio)

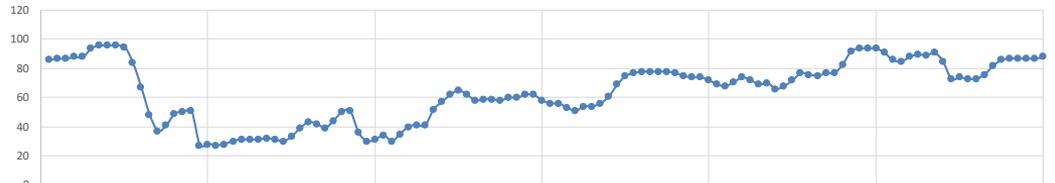
Temperatura dell'aria [°C]



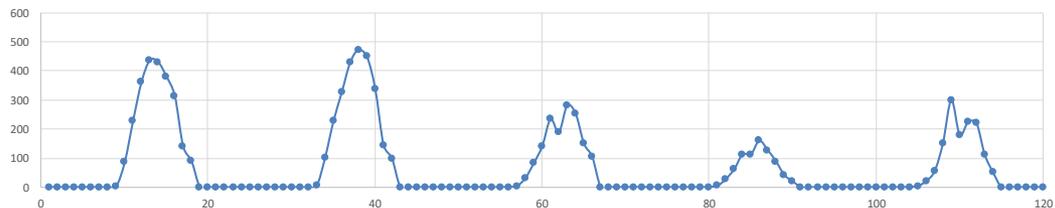
Pressione parziale di vapore [Pa]



Umidità relativa [%]



Irradianza solare globale su piano orizzontale [W/m²]



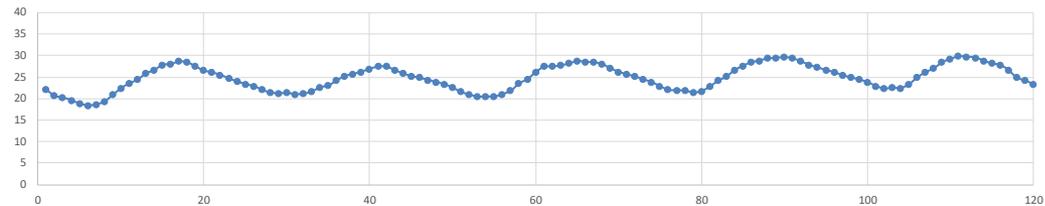
Ore

UNI 10349-1

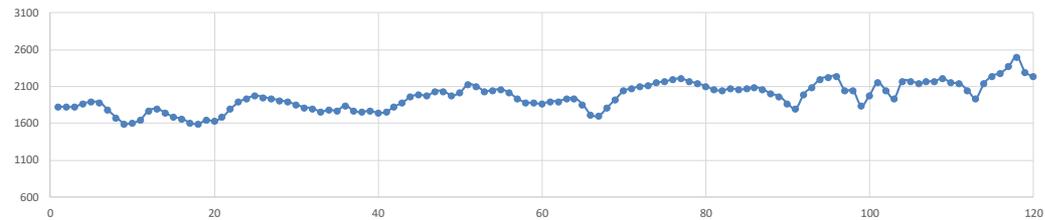
Dati climatici convenzionali orari

TMY - Dati climatici Milano (dal 8 al 23 agosto)

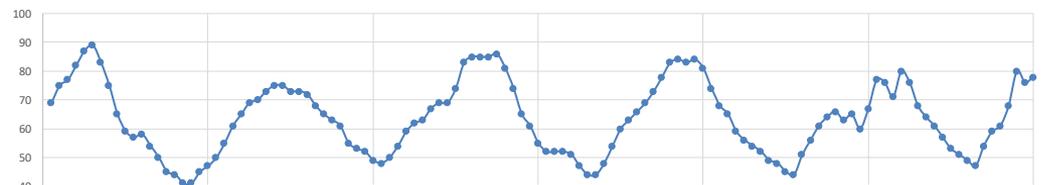
Temperatura dell'aria [°C]



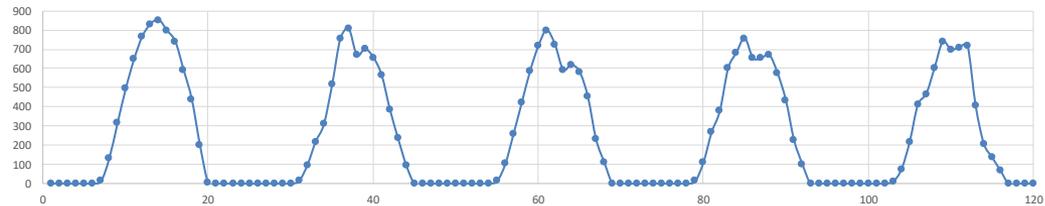
Pressione parziale di vapore [Pa]



Umidità relativa [%]



Irradianza solare globale su piano orizzontale [W/m²]



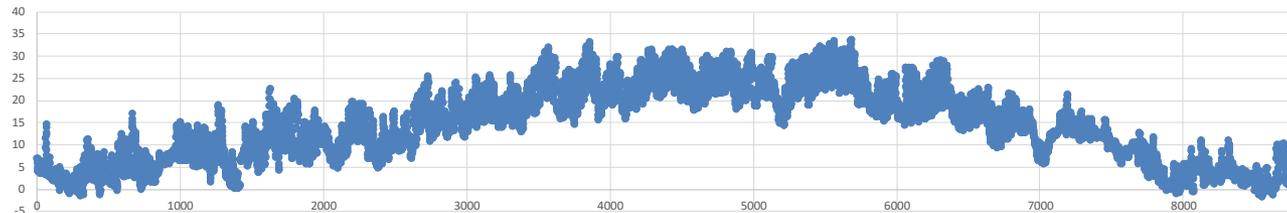
Ore

UNI 10349-1

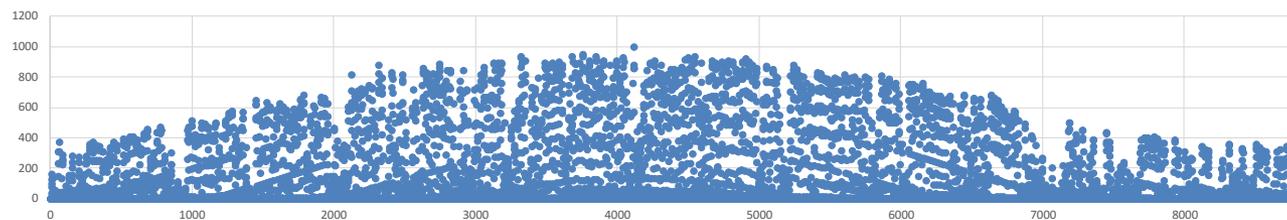
Dati climatici convenzionali orari

TMY - Dati climatici Milano

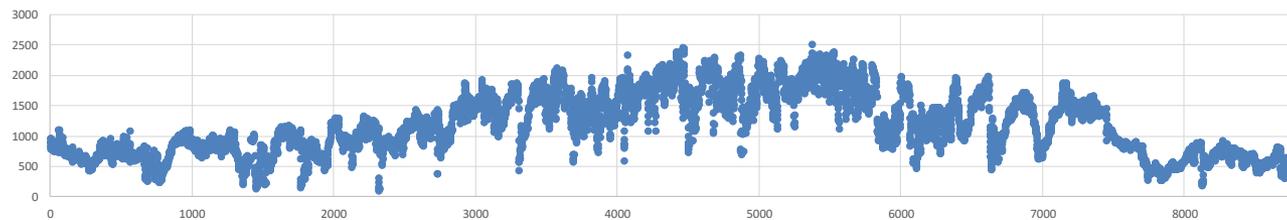
Temperatura dell'aria
[°]



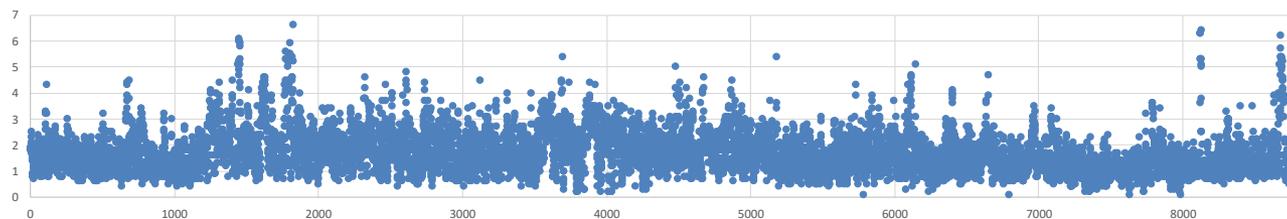
Irradianza solare
globale su piano
orizzontale [W/m²]



Pressione parziale di
vapore [Pa]



Velocità del vento
[m/s]



UNI/TR 10349-2

Dati climatici di progetto

- Riporta i dati rappresentativi delle **condizioni climatiche limite**, da utilizzare per il **dimensionamento degli impianti tecnici per la climatizzazione estiva ed invernale** e per valutare il rischio di **surriscaldamento estivo dei locali**;
- Riporta dati climatici per il calcolo del **carico termico di progetto estivo ed invernale**;
- Specifica le condizioni termo igrometriche esterne estive di progetto per gli impianti di climatizzazione;
- fornisce i criteri per estendere i dati di progetto a località non espressamente indicate nell'elenco;

UNI/TR 10349-2

Dati climatici di progetto

- **Temperatura massima estiva** (distribuzione giornaliera)

$$\theta_t = \theta_{\max} - F(t)\Delta\theta_{\max}$$

θ_{\max} è la temperatura massima giornaliera dell'aria esterna (la temperatura è riportata nella norma solamente per 101 località mentre per le altre deve essere calcolata secondo le indicazioni riportate nella UNI 10349-1)

$F(t)$ è il fattore di distribuzione della temperatura (riportati nella norma);

$\Delta\theta_{\max}$ è l'escursione termica giornaliera dell'aria esterna (riportati solamente per alcune località).

UNI/TR 10349-2

Dati di progetto

- Temperatura e ampiezza massima estiva

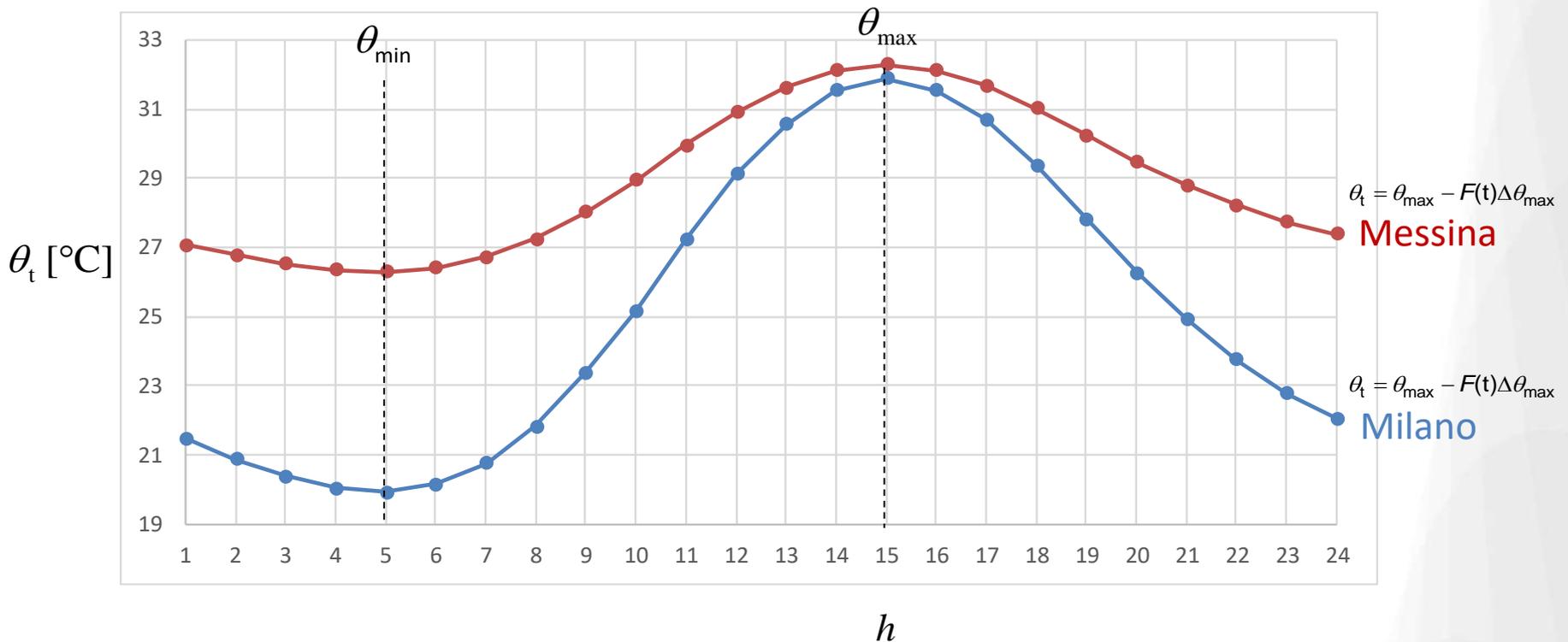
N.	Sigla provincia	Località	Altitudine	θ_{\max}	$\Delta\theta_{\max}$
40	KR	Crotone	8	34,5	10
41	LC	Lecco	214	31,9	8
42	LO	Lodi	87	32,4	12
43	LE	Lecce	49	33	12
44	LI	Livorno	3	31	10
45	LT	Latina	21	33,2	10
46	LU	Lucca	19	32,5	12
47	MC	Macerata	315	31,2	12
48	ME	Messina	3	32,3	6
49	ML	Milano	122	31,9	12
50	MN	Mantova	19	33	12
51	MO	Modena	34	32,2	10

N.	Sigla provincia	Località	Altitudine	θ_{\max}	$\Delta\theta_{\max}$
91	TR	Terni	130	32,8	9
92	TS	Trieste	2	31,1	8
93	TV	Treviso	15	31	10
94	UD	Udine	113	31,4	11
95	VA	Varese	382	29	10
96	VB	Verbania	197	30	10
97	VE	Vercelli	130	32	11
98	VE	Venezia	1	31	9
99	VI	Vicenza	39	32,6	12
100	VR	Verona	59	31,6	11
101	VT	Viterbo	326	31	12

UNI/TR 10349-2

Dati di progetto

- Temperatura massima estiva (Esempio. Distribuzione per Milano e Messina)



UNI/TR 10349-2

Dati di progetto

- **Irradianza solare estiva massima:** distribuzione giornaliera
 - La norma riporta valori di irradianza solare massima estiva incidente su superfici verticali diversamente orientate e sul piano orizzontale in funzione delle ore del giorno e della latitudine;
 - Vengono riportati i valori dell'irradianza solare massima estiva trasmessa attraverso vetro semplice sia disposto verticalmente e diversamente orientato che disposto orizzontalmente;
 - Vengono riportati i valori dell'altezza solare ed azimutale e l'angolo d'incidenza, in funzione delle ore del giorno e della latitudine, relativi all'irradianza solare massima

UNI/TR 10349-2

Dati di progetto

- Per il calcolo dell'irradianza solare massima estiva incidente su una certa superficie verticale ad una specifica ora del giorno, occorre conoscere la **latitudine della località** in esame per interpolare linearmente tra i valori relativi alle latitudini

$$I_T(\varphi) = I_T(\varphi_{r1}) + \frac{I_T(\varphi_{r2}) - I_T(\varphi_{r1})}{\varphi_{r2} - \varphi_{r1}} \cdot (\varphi - \varphi_{r1})$$

$I_T(\varphi)$ è l'irradianza solare massima relativa ad una superficie di orientamento T;

φ è la latitudine della località in esame;

φ_1 è la latitudine della località di riferimento con valore maggiore della località in esame;

$I_T(\varphi_{r1})$ è l'irradianza solare massima relativa alla superficie di orientamento T per la latitudine φ_1 ;

φ_2 è la latitudine della località di riferimento minore della località in esame;

$I_T(\varphi_{r2})$ è l'irradianza solare massima relativa alla superficie di orientamento T per la latitudine φ_2 .

UNI/TR 10349-2

Dati di progetto

- Irradianza solare massima estiva incidente su superfici verticali (W/m^2)

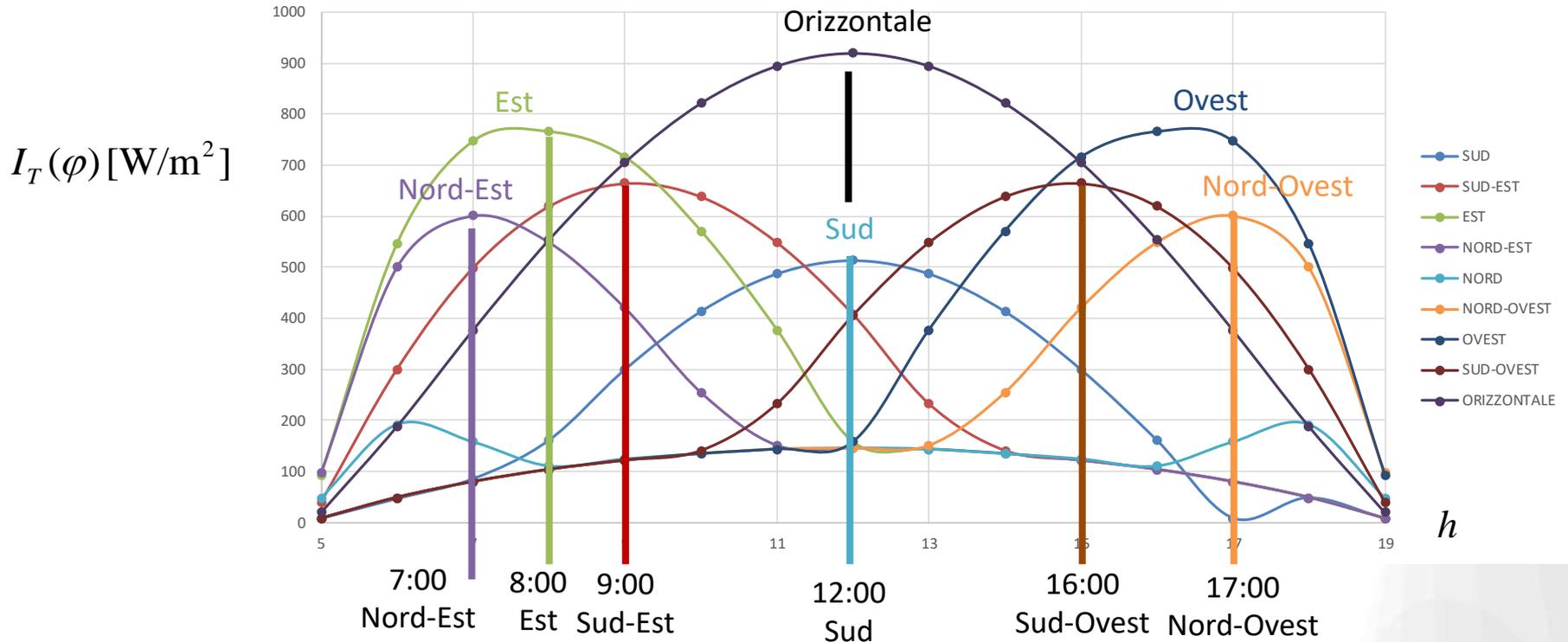
ORA	SUD	SUD-EST	EST	NORD-EST	NORD	NORD-OVEST	OVEST	SUD-OVEST	DIFFUSA	ORIZZONTALE
Latitudine 46 ° N										
5	11	58	137	143	71	11	11	11	11	30
6	50	312	562	511	192	50	50	50	50	198
7	86	509	750	595	147	79	79	79	79	381
8	177	631	764	536	109	102	102	102	102	552
9	321	679	713	402	120	120	120	120	120	698
10	439	655	568	234	133	133	133	140	133	810
11	515	567	374	148	141	141	141	250	141	881
12	541	427	156	144	144	144	156	427	144	909
13	515	250	141	141	141	146	374	567	141	881
14	439	140	133	133	133	234	568	655	133	810
15	321	120	120	120	120	402	713	679	120	698
16	177	102	102	102	109	536	764	631	102	552
17	86	79	79	79	147	595	750	509	79	381
18	50	50	50	50	192	511	582	312	50	198
19	11	11	11	11	71	143	137	56	11	30
Latitudine 44 ° N										
5	7	38	92	96	48	7	7	7	7	19
6	46	300	546	500	191	48	48	48	48	188
7	85	499	747	601	157	79	79	79	79	377
8	161	620	766	549	110	103	103	103	103	554
9	300	665	716	420	124	121	121	121	121	706
10	414	639	571	254	134	134	134	140	134	822
11	488	549	377	150	143	143	143	232	143	895
12	514	408	157	145	145	145	157	406	157	920
13	488	232	143	143	143	150	377	549	143	895
14	414	140	134	134	134	254	571	639	134	822
15	300	121	121	121	124	420	716	665	121	706
16	161	103	103	103	110	549	766	620	103	554
17	8	79	79	79	157	601	747	499	79	377
18	48	48	48	48	191	500	546	300	48	188
19	7	7	7	7	48	96	92	38	7	19

UNI/TR 10349-2

Dati di progetto

- Irradianza solare massima estiva incidente su superfici verticali (W/m^2)

Esempio Irradianza solare massima estiva per località con latitudine $44^\circ N$



UNI/TR 10349-2

Dati di progetto

- **Condizioni termo igrometriche esterne estive di progetto** per gli impianti di climatizzazione
 - Qualora la località di interesse non sia riportata nel prospetto della norma, per determinarne le condizioni termo igrometriche esterne bisogna fare riferimento a quelle della località più vicina presente nel prospetto e correggere i valori delle diverse grandezze usando la medesima relazione riportata nella UNI 10349-1.
 - Le correzioni vanno usate per tener conto del contesto urbano in cui l'edificio è collocato e dell'altezza degli edifici

UNI/TR 10349-2

Dati di progetto

- **Condizioni termo igrometriche esterne estive di progetto** per gli impianti di climatizzazione
 - **Correzione della temperatura per tenere conto della diversa altitudine sul livello del mare:**
 - la temperatura rimane invariata sino a un valore della differenza di quota pari a 200 m;
 - se il valore della differenza di quota è maggiore (o minore) di 200 m, al valore della temperatura va sottratto (o aggiunto) 1° C ogni 200 m oltre i 200 m iniziali;

UNI/TR 10349-2

Dati di progetto

- **Condizioni termo igrometriche esterne estive di progetto** per gli impianti di climatizzazione
 - **Correzione della temperatura per tenere conto del contesto urbano**
 - la temperatura rimane invariata per edifici isolati;
 - il valore della temperatura va aumentato da 0,5 a 1 °C in piccoli agglomerati;
 - il valore della temperatura va aumentato da 1 a 2 °C in un complesso urbano;
 - Per tenere conto dell'altezza degli edifici, limitatamente ai piani di altezza maggiori di quella degli edifici confinanti, il valore della temperatura va aumentato da 1 a 2 °C.

UNI/TR 10349-2

Dati di progetto

- **Temperatura di progetto invernale**
 - È riportata per 103 località, per le altre località deve essere determinata secondo le relazioni viste nella UNI 10349-1 conoscendo l'altitudine del capoluogo di riferimento e della località di progetto.

Prov.	Comune	Altitudine	θ_{d} (°C)	Prov.	Località	Altitudine	θ_{e} (°C)
KR	Crotone	8	0	TS	Trieste	2	-5
LC	Lecco	214	-5	TV	Treviso	15	-5
LO	Lodi	87	-5	UD	Udine	113	-5
LE	Lecce	49	0	VA	Varese	382	-5
LI	Livorno	3	0	VB	Verbania	197	-5
LT	Latina	21	2	VC	Vercelli	130	-7
LU	Lucca	19	0	VE	Venezia	1	-5
MC	Macerata	315	-2	VI	Vicenza	39	-5
ME	Messina	3	5	VR	Verona	59	-5
MI	Milano	122	-5	VT	Viterbo	326	-2
MN	Mantova	19	-5	VV	Vibo Valentia	476	-3
MO	Modena	34	-5				

- Per la determinazione della temperatura dell'aria esterna per le località non incluse nella norma, i dati vanno ricavati secondo i criteri previsti dalla UNI 10349-1;
- zona climatica e gradi giorno sono parametri presenti nella UNI 10349-3;
- La temperatura media annuale è presente nella UNI 10349-1.

UNI 10349-3

Indici climatici sintetici

- **Campo di applicazione della norma**
 - specifica metodi di calcolo e valori di riferimento per la determinazione di indici sintetici da utilizzarsi per la descrizione del clima di una località e per la classificazione climatica del territorio.
 - Gli indici riportati possono essere utilizzati per una stima di massima del consumo energetico per la climatizzazione degli edifici.
 - Gli indici sintetici sono calcolati a partire dai dati climatici dei TMY definiti nella UNI 10349-1.
 - Gli indici sono relativi a stazioni di rilevazione dei dati, le cui relative coordinate geografiche (latitudine, longitudine e quota) sono elencate nella UNI 10349-1.

UNI 10349-3

Indici sintetici climatici

- **Indici sintetici definiti nella norma**
 - **differenze di **temperature** orarie cumulate:** Somma di tutte le differenze orarie di temperatura in un dato periodo, per esempio giorno, mese, stagione, anno.
 - differenze orarie di temperatura nel periodo di **raffrescamento**
 - differenze orarie di temperatura nel periodo di **riscaldamento**
 - **differenze di **umidità massica** orarie cumulate.**
 - differenze orarie di umidità massica nel periodo di **raffrescamento**;
 - differenze orarie di umidità massica nel periodo di **riscaldamento**;
 - **Radiazione solare** cumulata;
 - Indice di severità climatica per la zonizzazione estiva del territorio.

UNI 10349-3

Indici climatici sintetici

Prospetto 4 - Assunzioni per il calcolo dei gradi giorno di raffrescamento

Prospetti	$\theta_{b,c}$ [°C]	Intervallo di calcolo
Prospetto 13	18	15 aprile - 14 ottobre Totale giorni: 183 Totale ore: 4392
Prospetto 14	20	
Prospetto 15	22	
Prospetto 16	24	
Prospetto 17	26	
Prospetto 18	28	

Prospetto 3 - Assunzioni per il calcolo dei gradi giorno di riscaldamento

Prospetti	$\theta_{b,H}$ [°C]	Intervallo di calcolo
Prospetto 7	10	15 ottobre - 14 aprile Totale giorni: 182 Totale ore: 4368
Prospetto 8	12	
Prospetto 9	14	
Prospetto 10	16	
Prospetto 11	18	
Prospetto 12	20	

Prospetto 5 - Assunzioni per il calcolo dei grammi di umidità massica giorno nel periodo di riscaldamento

Prospetto	$x_{b,H}$ [g/kg]	Intervallo di calcolo
Prospetto 19	$\theta_H = 20^\circ\text{C}$ $\varphi = 50\%$ $\rho_z = \text{variabile in altitudine}$	15 ottobre - 14 aprile Totale giorni: 182 Totale ore: 4368

Prospetto 6 - Assunzioni per il calcolo dei grammi di umidità massica giorno nel periodo di raffrescamento

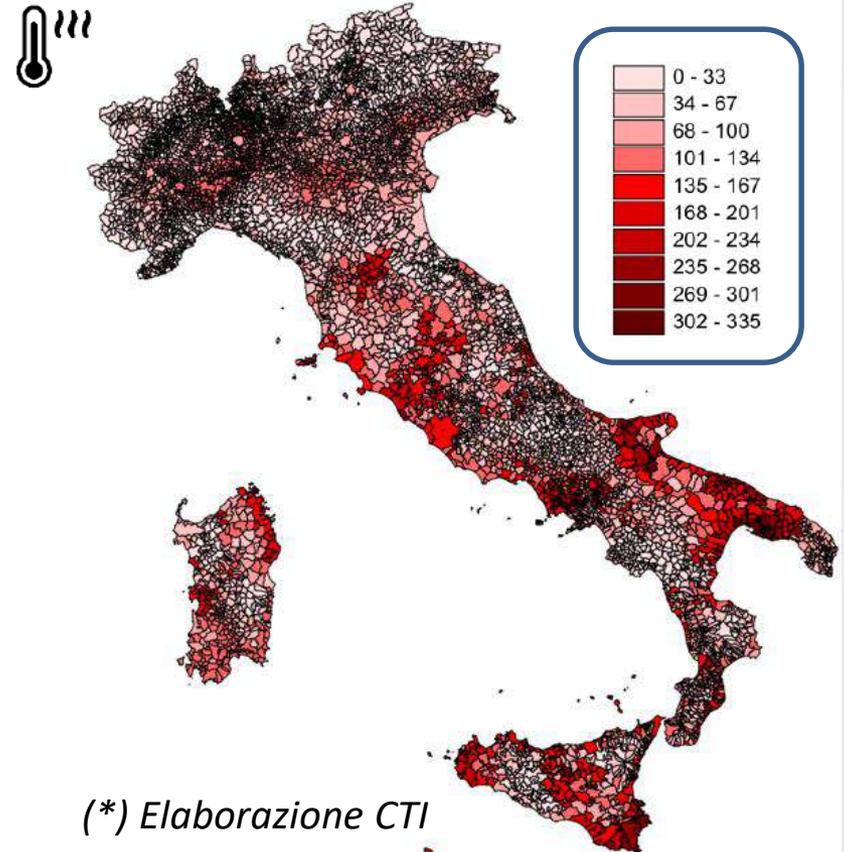
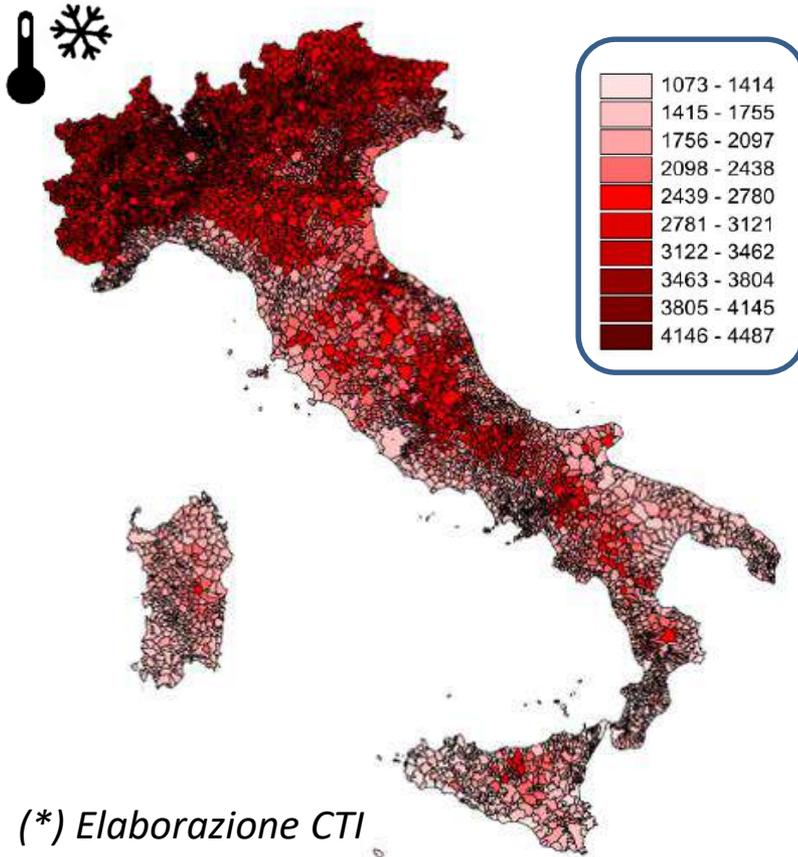
Prospetto	$x_{b,c}$ [g/kg]	Intervallo di calcolo
Prospetto 20	$\theta_c = 26^\circ\text{C}$ $\varphi = 50\%$ $\rho_z = \text{variabile in altitudine}$	15 aprile - 14 ottobre Totale giorni: 183 Totale ore: 4392

UNI 10349-3

Indicizzazione climatica delle località

Gradi giorno invernali ($T_{base}=20^{\circ}\text{C}$)

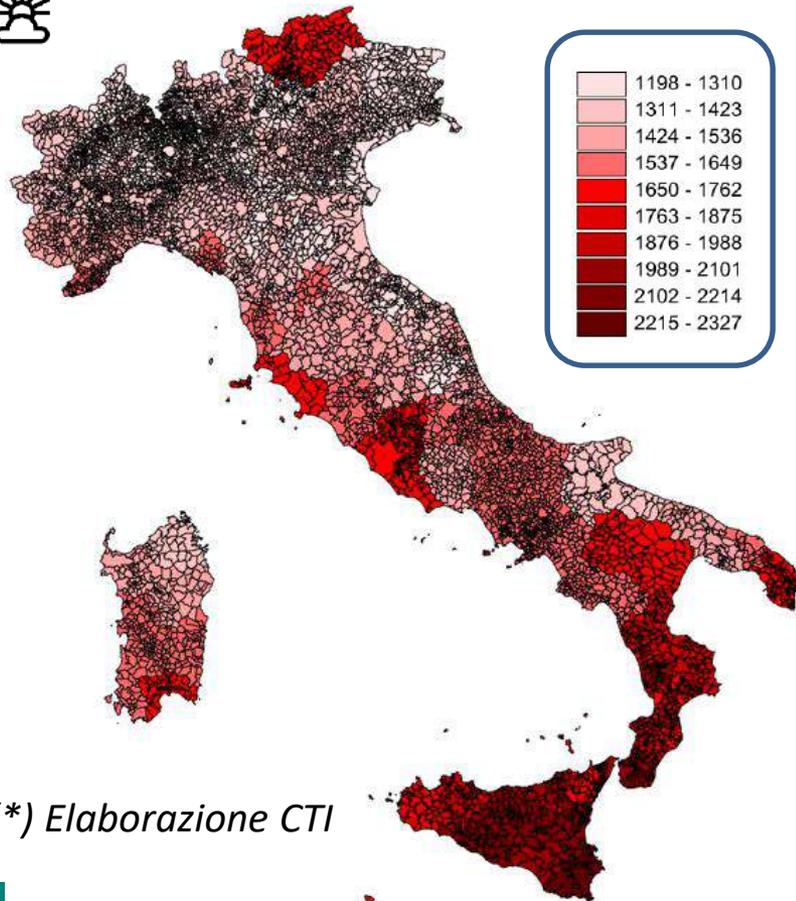
Gradi giorno estivi ($T_{base}=26^{\circ}\text{C}$)



UNI 10349-3

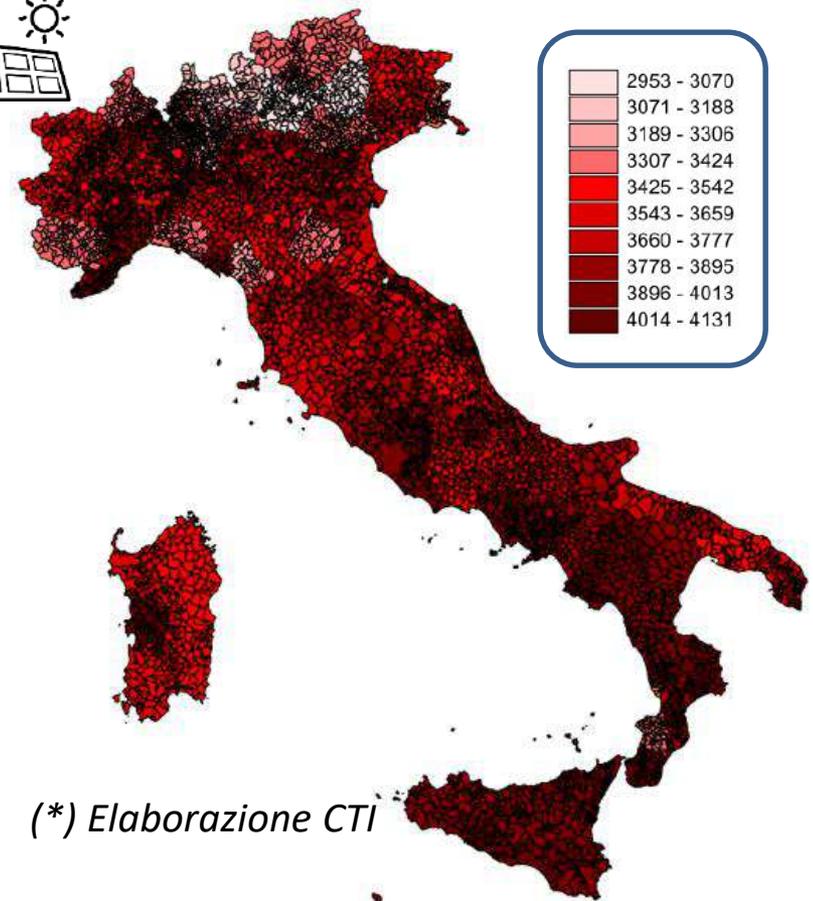
Indicizzazione climatica delle località

Radiazione cumulata invernale



(*) Elaborazione CTI

Radiazione cumulata estiva

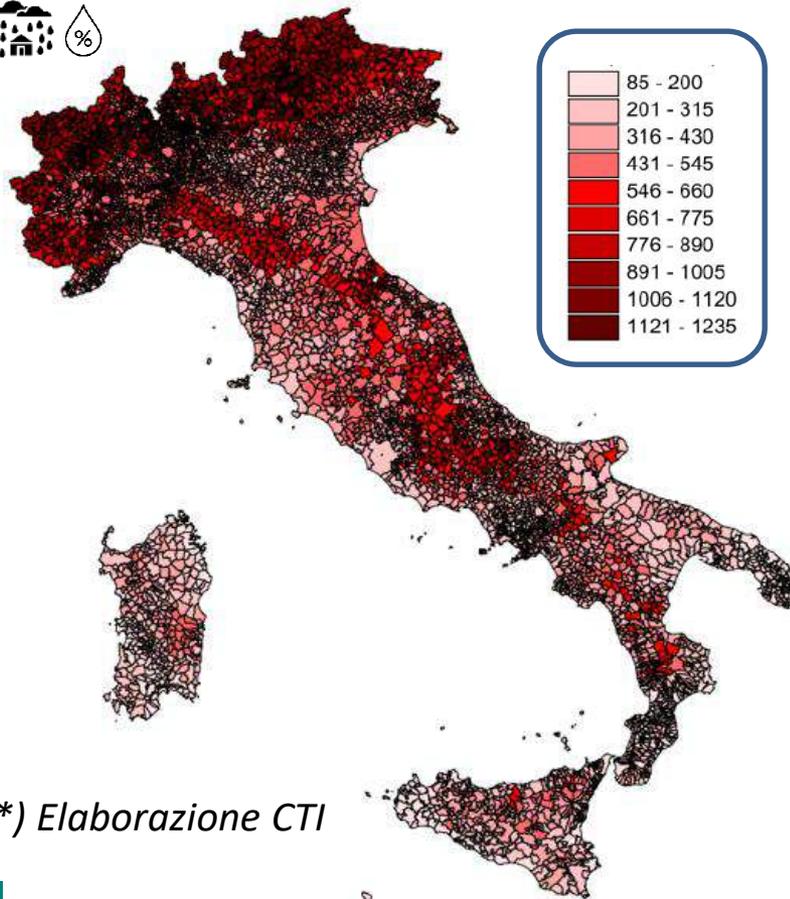


(*) Elaborazione CTI

UNI 10349-3

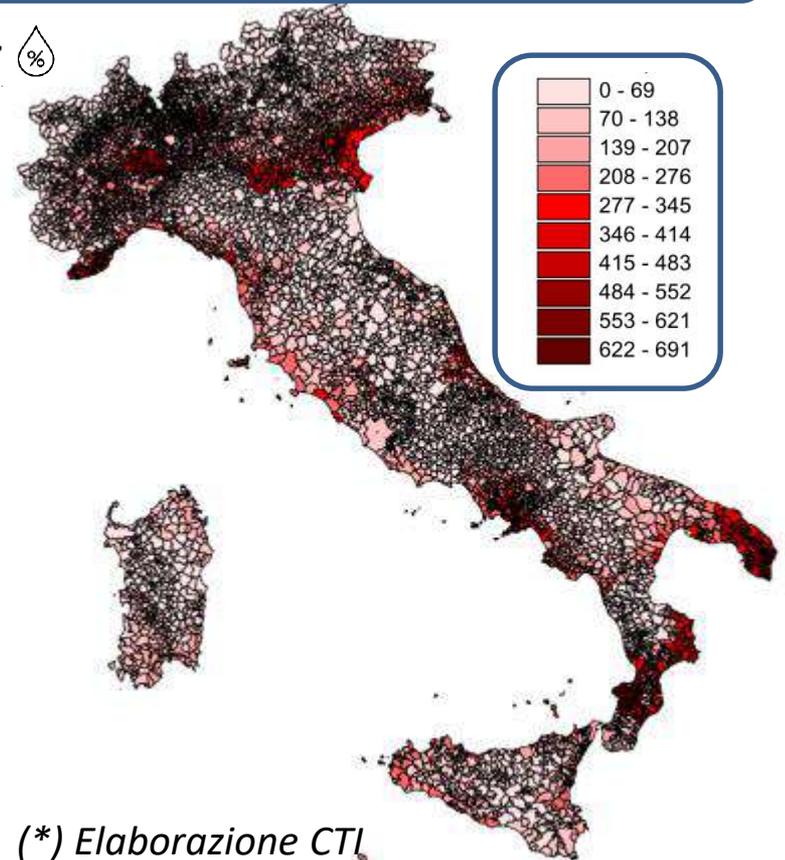
Indicizzazione climatica delle località

Differenze cumulate di umidità massica
invernali



(*) Elaborazione CTI

Differenze cumulate di umidità massica
estive

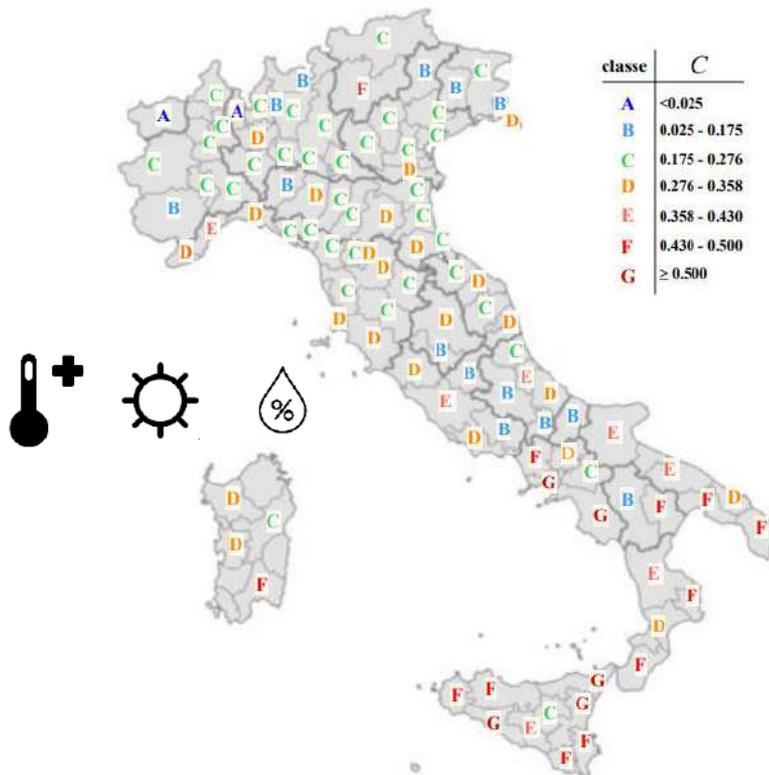


(*) Elaborazione CTI

UNI 10349-3

Indicizzazione climatica delle località

Indice di severità climatica estiva
(ENEA)



(*) Elaborazione ENEA (RdS/2010/186)

Fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale

Equazioni del bilancio energetico

$$Q_{H,nd} = Q_{H,ht} - \eta_{H,gn} \times Q_{gn} = (Q_{H,tr} + Q_{H,ve}) - \eta_{H,gn} \times (Q_{int} + Q_{sol,w})$$

$$Q_{C,nd} = Q_{gn} - \eta_{C,ls} \times Q_{C,ht} = (Q_{int} + Q_{sol,w}) - \eta_{C,ls} \times (Q_{C,tr} + Q_{C,ve})$$

$Q_{H/C,ht}$ è lo scambio di energia termica totale [MJ];

$Q_{H/C,tr}$ è lo scambio di energia termica per trasmissione [MJ];

$Q_{H/C,ve}$ è lo scambio di energia termica per ventilazione [MJ];

Q_{gn} sono gli apporti totali di energia termica [MJ];

Q_{int} sono gli apporti di energia termica dovuti a sorgenti interne [MJ];

$Q_{sol,w}$ sono gli apporti di energia termica dovuti alla radiazione solare incidente sui componenti vetrati [MJ];

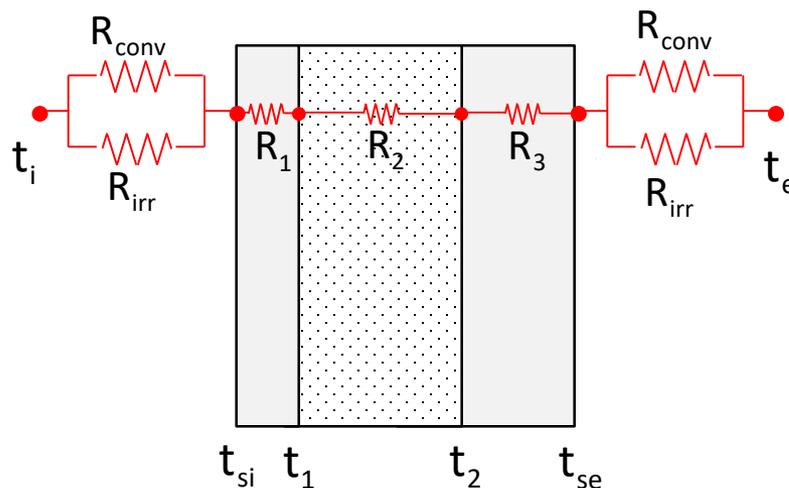
$\eta_{H/C,gn}$ è il fattore di utilizzazione degli apporti/dispersioni di energia termica [MJ];

Certificazione
energetica

Diagnosi
energetica

Alcuni casi applicativi sull'involucro

- Determinazione della temperatura e della pressione di saturazione del vapore nello spessore dell'involucro in condizione stazionarie.



$$t_j = t_i - U \cdot (t_i - t_e) \cdot (R_{si} + \sum_{j=1}^n R_j)$$

$$t_{si} = t_i - U \cdot R_{si} \cdot (t_i - t_e)$$

$$t_1 = t_i - U \cdot (R_{si} + R_1) \cdot (t_i - t_e)$$

$$t_2 = t_i - U \cdot (R_{si} + R_1 + R_2) \cdot (t_i - t_e)$$

$$t_{se} = t_i - U \cdot (R_{si} + R_1 + R_2 + R_3) \cdot (t_i - t_e)$$

Per ogni temperatura posso determinare la pressione di saturazione (vedi formule UNI 10349-3 e UNI EN ISO 15927-6:2008)

Alcuni casi applicativi sull'involucro

- Diffusione del vapore nella parete

$$\frac{G}{A} = M \cdot (p_{vi} - p_{ve})$$

G: portata di vapore acqueo della parete [kg/s]

M: permeanza della parete [kg/m²sPa]

P_{vi}: pressione parziale di vapore dell'ambiente interno [Pa]

P_{ve}: pressione parziale di vapore dell'ambiente esterno [Pa]

β_i e β_e: coefficiente di adduzione superficiale [kg/m²sPa], tendono ad infinito

δ = permeabilità al vapore dello strato j-esimo [kg/m²sPa]

M: permeanza della parete [kg/m²sPa] è la portata in massa che, in condizioni stazionarie, attraversa un'area unitaria per differenza di pressione di vapore unitaria tra ambiente interno ed esterno

$$M = \frac{1}{\frac{1}{\beta_i} + \sum_{j=1}^n \frac{s_j}{\delta_j} + \frac{1}{\beta_e}}$$

$$M = \frac{1}{\sum_{j=1}^n \frac{s_j}{\delta_j}}$$

$$M = \frac{1}{\sum_{j=1}^n \frac{s_j}{\delta_j}} = \frac{1}{\sum_{j=1}^n \frac{s_j \cdot \mu_j}{\delta_{aria}}} = \frac{1}{\delta_{aria} \sum_{j=1}^n S_{d,j}}$$

UNI EN ISO 13788

Cosa chiede il DM 26/06/2015?

Nel caso di intervento che riguardi le strutture opache delimitanti il volume climatizzato **verso l'esterno**, si procede in conformità alla normativa tecnica vigente (UNI EN ISO 13788), alla verifica dell'**assenza**:

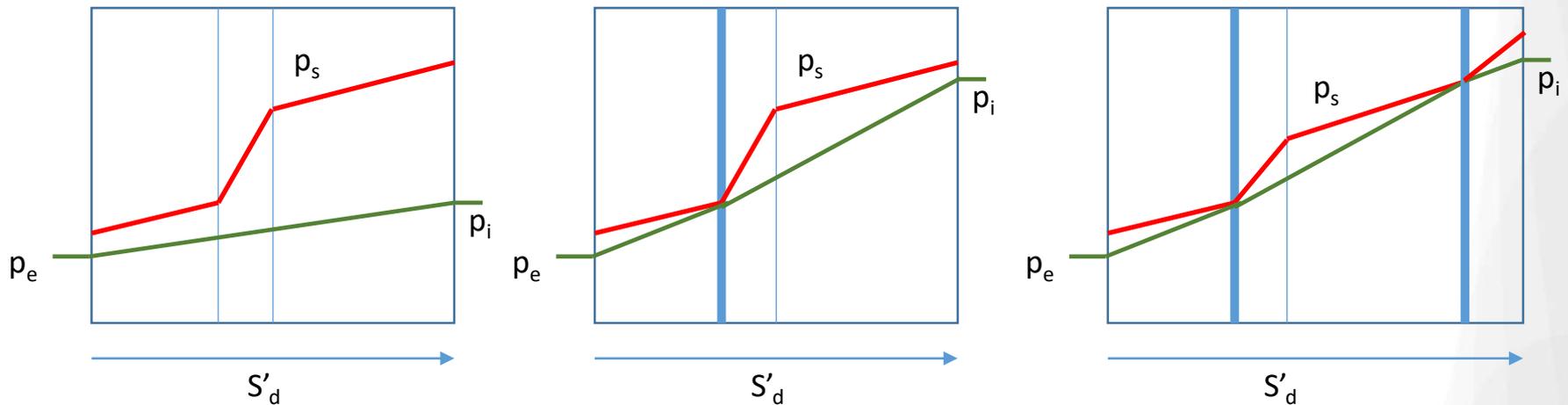
- di rischio di **formazione di muffe**, con particolare attenzione ai ponti termici negli edifici di nuova costruzione;
- di **condensazione interstiziale**.

Le condizioni interne di utilizzazione sono quelle previste nell'appendice alla norma sopra citata, secondo il metodo delle classi di concentrazione.

UNI EN ISO 13788

Il procedimento di calcolo

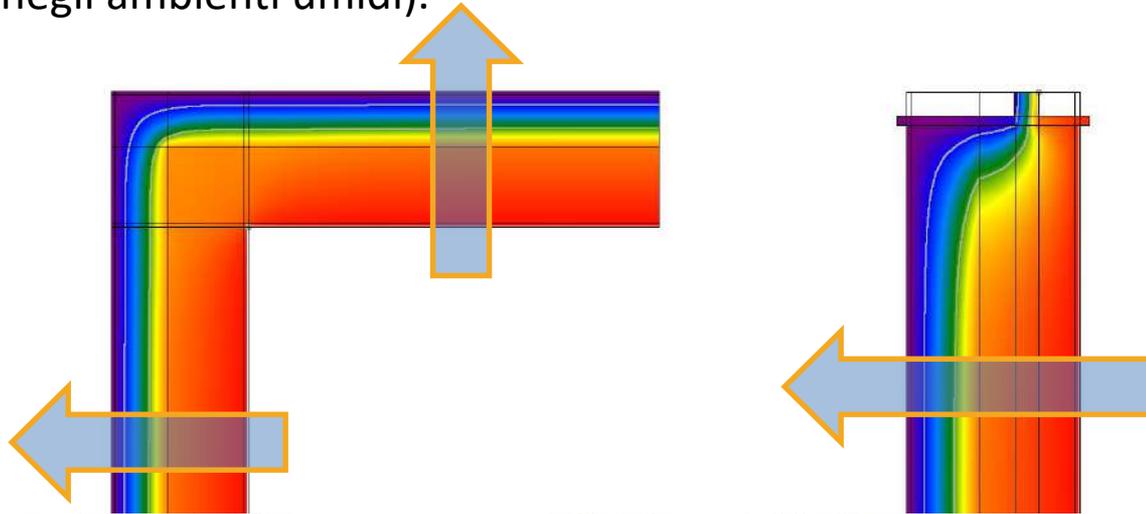
Si riporta su un grafico in ascissa la distribuzione degli spessori d'aria equivalente per la diffusione del vapore e, in ordinata, le corrispondenti pressioni di vapore alla saturazione



In base al caso, determino la portata di acqua condensata

Effetto dei ponti termici

Gli **effetti** dovuti alla presenza di ponti termici nella **stagione di riscaldamento** dell'edificio sono l'incremento degli scambi termici e la diminuzione della temperatura superficiale (con effetti di **condensazione superficiale** e la crescita di **muffe** negli ambienti umidi).



$$f_{Rsi} = \frac{\theta_{si} - \theta_e}{\theta_i - \theta_e}$$

- (13) Le linee guida dell'Organizzazione mondiale della sanità del 2009 stabiliscono che, per quanto concerne la qualità dell'aria interna, edifici più efficienti offrono maggiore comfort e benessere agli occupanti e migliorano la salute. I ponti termici, l'inadeguatezza dell'isolamento e le infiltrazioni d'aria possono generare temperature superficiali al di sotto della temperatura di rugiada dell'aria, oltre che umidità. È fondamentale pertanto garantire un isolamento completo e omogeneo dell'edificio, compresi i balconi, le finestre, i tetti, i muri, le porte e i pavimenti, ed è opportuno prestare particolare attenzione a evitare che la temperatura di una qualsiasi superficie interna dell'edificio scenda al di sotto della temperatura di rugiada.

DIRETTIVA (UE) 2018/844 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 30 maggio 2018

La normativa sui dati climatici per le valutazioni energetiche. Dalla teoria alla pratica

Per approfondire

Attività normativa e dati climatici

- Libralato, M.; **Murano, G.**; De Angelis, A.; Saro, O.; Corrado, V. Influence of the Meteorological Record Length on the Generation of Representative Weather Files. *Energies* 2020, 13, 2103.
- M. Libralato, **G. Murano**, O. Saro, A. De Angelis and V. Corrado, *Generation of Moisture Reference Years for Interstitial Condensation Risk Assessment: Influence of the Meteorological Record Length*, September 2nd -4th 2019, Building Simulation 2019 Rome
- **G. Murano**, D. Dirutigliano, V. Corrado, *Improved Procedure for the Construction of a Typical Meteorological Year for Assessing the Energy Need of a Residential Building*, Official journal of the International Building Performance Simulation Association (IBPSA), 2018
- M. Libralato, **G. Murano**, O. Saro, A. De Angelis and V. Corrado, *Hygrothermal modelling of building enclosures: reference year design for moisture accumulation and condensation risk assessment*, 7th International Building Physics Conference, September 23rd -26th 2018, Syracuse, NY, USA

Per approfondire

Attività normativa e dati climatici

- **G. Murano**, A. Magrini, *The relation between NZEB requirements, local climate, and building features. Discussion of the NZEB model application to two sample buildings, in different climatic conditions*. 3rd AIGE/IIETA International Conference and 12th AIGE 2018 Conference, Reggio Calabria – Messina, 14 – 16 June 2018
- **G. Murano**, G. Riva, Aggiornamento parametri climatici nazionali e zonizzazione del clima nazionale ai fini della certificazione estiva, Settembre 2013, (Ricerca di sistema elettrico) ENEA, MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO, 2013, pagine 213
- G. Riva, **G. Murano**, V. Corrado, P. Baggio, Aggiornamento parametri climatici nazionali e zonizzazione del clima nazionale ai fini della certificazione estiva. Settembre 2012, (Ricerca di sistema elettrico), ENEA, MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO, 2012, pagine 317
- G. Riva, **G. Murano**, V. Corrado, P. Baggio, G. Antonacci, RICERCA DI SISTEMA ELETTRICO, Definizione degli anni tipo climatici delle province delle regioni italiane del centro sud (Abruzzo, Basilicata, Calabria, Campania, Lazio, Marche, Molise, Puglia, Sicilia, Umbria); ENEA, MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO, 2011, pagine 189

Per approfondire

Attività normativa e dati climatici

- G. Riva, **G. Murano**, V. Corrado, P. Baggio, G. Antonacci, RICERCA DI SISTEMA ELETTRICO, Definizione degli anni tipo climatici delle province delle regioni italiane del centro sud (Abruzzo, Basilicata, Calabria, Campania, Lazio, Marche, Molise, Puglia, Sicilia, Umbria); ENEA, MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO, 2011, pagine 189
- G. Riva, **G. Murano**, V. Corrado, P. Baggio, G. Antonacci, RICERCA DI SISTEMA ELETTRICO, Definizione degli anni tipo climatici delle province di alcune regioni italiane (Emilia Romagna - Friuli Venezia Giulia – Liguria – Lombardia – Piemonte Toscana – Trentino Alto Adige Valle D’Aosta – Veneto); ENEA, MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO, 2010, pp 347
- G. Riva, **G. Murano**, V. Corrado, P. Baggio, Sistema edificio-impianto. Definizione degli anni tipo climatici delle province del Nord Italia, LA TERMOTECNICA, 2010, pagine da 61 a 69, ISSN: 0040-3725



Per maggiori informazioni:

www.cti2000.it

<https://try.cti2000.it/>

Informazioni sull'attività normativa (cti@cti2000.it)

Informazioni tecniche:

arch. Giovanni Murano, Ph.D (murano@cti2000.it)

ing. Roberto Nidasio (nidasio@cti2000.it)

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