

icaro 1

MANUALE DEL SOFTWARE

**Simulazione dinamica oraria
degli edifici secondo
UNI EN ISO 52016-1.**

MANUALE DI UTILIZZO DEL SOFTWARE ICARO 1

Milano, 1 marzo 2024

Documento basato sulla versione ICARO1.0.5



TECNOLOGIA E PROGETTO

Via Lanzone 31, 20123 Milano (MI)
P. IVA e C. F. 10429290157

INDICE

INDICE	2
INTRODUZIONE.....	4
Modelli di calcolo e database	4
Attivazione del software	4
La suite dei software	5
1. MENÙ GENERALE.....	6
(A) Progetto.....	6
(B) Manuale e informazioni	6
2. DATI CLIMATICI	7
(A) Provenienza dei dati	8
(B) Selezione della località	8
(C) Dati geografici e climatici generali	11
(D) Valori climatici medi mensili.....	11
(E) Visualizza dati climatici	11
3. GESTIONE ZONE.....	13
(A) Modello di calcolo	13
(B) Zone termiche	15
(C) Misure esterne o interne.....	15
4. ELEMENTI DISPERDENTI.....	16
(A) Elementi opachi.....	17
(B) Elementi trasparenti.....	17
(C) Ponti termici	18
5. ZONE TERMICHE	19
(A) Destinazione d'uso	19
(B) Area netta riscaldata.....	20
(C) Riscaldamento e Raffrescamento: temperature di set point.....	20
(D) La creazione del profilo orario	20
(E) Visualizzazione dei profili	20
6. DISPERSIONE E APPORTI SOLARI	22
Logiche di inserimento dati.....	22
Dispersioni verso l'esterno	22
(A) Elementi opachi.....	23
(B) Elementi trasparenti.....	25
(C) Ponti termici	26
(D) Risultati: i coefficienti di trasmissione	26
Dispersione verso un'altra zona termica.....	26
Partizioni interne	27
7. APPORTI INTERNI.....	28
(A) Inserimento carichi interni.....	29
(B) Visualizzazione del profilo	29
8. VENTILAZIONE.....	30
(A) Inserimento flussi di aria	30
(B) Gestioni dei flussi	30
9. POTENZE FORNITE	32
10. CALCOLO ZONA TERMICA	34
(A) Avviare il motore di calcolo	35
(B) Definizione presenza impianti.....	35
(C) Risultati numerici.....	35
(D) Visualizzazione grafica.....	35

11. CALCOLO DELL'EDIFICIO.....	36
(A) Avviare il motore di calcolo	36
(B) Determina il periodo temporale oggetto di calcolo	36
(C) Determina presenza e potenza impianti	36
(D) Risultati numerici	37
12. VISUALIZZA ED ESPORTA DATI.....	38
(A) Scelta dei dati da visualizzare e/o esportare	39
(B) Determina il periodo temporale oggetto di visualizzazione	39
(C) Determina il tipo di risultato	39
(D) Anteprima grafica dei risultati	39
(E) Esportazione dei risultati	39
13. GRAFICI DI ANALISI DEI RISULTATI	40
(A) Visualizza	40
(B) Grafici pre-impostati	40
(C) Zona termica	40
14. ESEMPI DI ANALISI DEI RISULTATI	41

Tutti i diritti sono riservati

Questo documento è realizzato da Tep srl ed è aggiornato alla data riportata in copertina.

Nessuna parte del presente manuale può essere riprodotta o divulgata senza l'autorizzazione scritta di Tep srl.

INTRODUZIONE

ICARO è il software sviluppato da TEP srl per la simulazione dinamica oraria degli edifici in accordo con la norma UNI EN ISO 52016-1:2018.

ICARO può essere utilizzato per:

- il calcolo in regime dinamico del fabbisogno energetico d'involucro per i servizi di riscaldamento e raffrescamento,
- l'analisi del comfort estivo in condizioni free running o in presenza di impianti,
- lo studio della temperatura operante per la valutazione del requisito estivo dei CAM (Criteri Ambientali Minimi),
- la valutazione delle potenze necessarie al mantenimento delle temperature di progetto per il riscaldamento e raffrescamento,
- lo studio della riduzione del fabbisogno energetico grazie al contributo di una serra,
- l'analisi dell'efficacia della ventilazione notturna,
- la progettazione e verifica delle schermature fisse.

Modelli di calcolo e database

ICARO implementa i modelli di calcolo forniti dalle seguenti norme:

UNI EN ISO 52016-1: 2018	Prestazione energetica degli edifici – Fabbisogni energetici per riscaldamento e raffrescamento, temperature interne e carichi termici sensibili e latenti – Parte 1: Procedure di calcolo
UNI EN ISO 52017-1: 2018	Prestazione energetica degli edifici – Carichi termici sensibili e latenti e temperature interne – Parte 1: Procedure generali di calcolo
UNI EN ISO 52010-1: 2018	Prestazione energetica degli edifici – Condizioni climatiche esterne – Parte 1: Conversione dei dati climatici per i calcoli energetici
UNI 10349-1, 2 e 3: 2016	Riscaldamento e raffrescamento degli edifici – Dati climatici

ICARO si basa anche sui seguenti riferimenti normativi:

ASHRAE 140: 2017	Standard Method of Test for the Evaluation of Building Energy Analysis Computer Programs
UNI EN ISO 15251: 2008	Criteri per la progettazione dell'ambiente interno e per la valutazione della prestazione energetica degli edifici, in relazione alla qualità dell'aria interna, all'ambiente termico, all'illuminazione e all'acustica

Attivazione del software

Alla prima installazione del software le opzioni sono:

- Versione a tempo (30 giorni), attivazione completa e gratuita per provare il software prima dell'acquisto.
- Socio ANIT Individuale Più, attiva le funzioni previste nella SUITE ANIT riservata ai Soci Individuali Più, l'attivazione sblocca l'uso di tutti i software della Suite "Socio Più".
- Studenti, attiva la versione completa riservata agli studenti di percorsi formativi (scuole, università) con contratto di collaborazione attivo.
- Codice TEP srl, attiva la versione riservata agli utenti TEP.
- Sito TEP srl, attiva la versione riservata agli utenti che acquistano il software tramite il portale e-commerce di TEP.

Le modalità di attivazione di ogni opzione sono descritte nelle relative schermate.

Una volta attivato il software il numero di giorni rimanenti e la tipologia di attivazione sono riportate sulla copertina del software al momento dell'avvio.

È possibile aggiornare l'attivazione cliccando su ATTIVA dalla copertina del software.



La suite dei software

Il software ICARO può essere utilizzato in coordinamento con gli altri software della suite TEP srl. In particolare la descrizione degli elementi d'involucro può essere facilitata tramite una condivisione delle informazioni tecniche con i software:

- PAN per le strutture opache (pareti, solai, coperture, pavimenti);
- APOLLO per le strutture trasparenti (finestre, portefinestre, chiusure tecniche);
- IRIS per i ponti termici (analizzati agli elementi finiti).

In alternativa è possibile richiamare i file creati con LETO per importare la descrizione sia degli elementi disperdenti che delle zone termiche. Attenzione: le modifiche effettuate con ICARO non alterano le informazioni prodotte con gli altri software.



1. MENÙ GENERALE

Dal menu generale si può accedere ai comandi di gestione del progetto (A) e alla sezione con il manuale e le informazioni generali sul software (B).



(A) Progetto

Dalla voce “Progetto” si possono richiamare i comandi standard (nuovo, apri, salva, ecc.) per la gestione del file .icaro o .leto contenente il progetto dell'edificio.

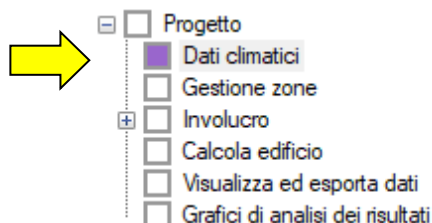
Il file .icaro può essere archiviato in cartelle locali o in cloud e può essere aperto dal software ICARO. L'utilizzo e il salvataggio del file deve essere realizzato in locale.

(B) Manuale e informazioni

Da questa voce si può richiamare il manuale del software, la pagina con la descrizione della licenza d'uso e le informazioni generali sulla versione installata, sulla data dell'aggiornamento e sugli autori.

2. DATI CLIMATICI

La schermata “Dati climatici” presenta le informazioni climatiche della località selezionata (A e B) a partire dalla scelta della fonte di riferimento, ovvero la norma UNI o i dati forniti dall’utente. Le informazioni visualizzate riguardano alcuni dati geografici e climatici generali (C) e i valori medi mensili ricavati dai dati orari caricati (D). È possibile anche visualizzare graficamente il dettaglio dell’andamento orario di alcuni parametri attraverso i grafici della sezione (E).



A

Provenienza dei dati
☒ UNI 10349:2016 ☐ Importazione utente

B

Provincia di appartenenza
 MI - MILANO

Comuni della provincia di MILANO

Provincia di riferimento per il calcolo dei dati climatici
 MI - MILANO

C

Fonte dei gradi giorno
☒ DPR 412/93 ☐ UNI 10349:2016

Latitudine 45° 27' Temperatura di progetto -5,0 °C Gradi giorno 2274 Durata della stagione di riscaldamento 183 giorni
 Longitudine 9° 11' Temperatura media annuale 14,3 °C Zona climatica E Irradianza media del mese di massima insolazione 269,6 W/m²
 Fuso orario UTC +1 Temperatura media stagione di riscaldamento 7,8 °C Densità dell'aria 1,190 kg/m³ Velocità del vento media annuale 1,7 m/s
 Altitudine s.l.m. 122 m

D

	Temperatura [°C]	Pressione [Pa]	Umidità rel. [%]	Irradiazione mensile [kWh/m²]									
				Orizzontale	SUD	Sud-Est	EST	Nord-Est	NORD	Nord-Ovest	OVEST	Sud-Ovest	Diffusa
gennaio	4,0	682	84	42,9	83,7	64,9	35,9	15,6	14,0	15,6	35,9	64,9	19,3
febbraio	7,1	766	76	57,3	80,7	67,4	44,9	23,1	18,2	23,1	44,9	67,4	24,9
marzo	10,6	810	64	101,5	97,9	92,8	74,2	45,9	31,7	45,9	74,2	92,8	43,1
aprile	13,4	1048	68	133,7	88,1	97,7	92,2	66,5	44,0	66,5	92,2	97,7	54,2
maggio	19,4	1523	68	164,2	83,6	100,7	107,7	88,2	65,9	88,2	107,7	100,7	71,6
giugno	22,8	1548	56	190,1	86,5	107,7	122,3	105,2	83,0	105,2	122,3	107,7	81,3
luglio	24,5	1775	58	200,6	93,0	116,9	130,9	108,7	81,4	108,7	130,9	116,9	75,9
agosto	24,3	1864	61	164,0	94,2	110,3	110,9	84,2	57,4	84,2	110,9	110,3	64,2
settembre	19,8	1265	55	126,0	102,6	105,1	90,4	58,8	37,1	58,8	90,4	105,1	48,1
ottobre	14,1	1323	82	68,9	81,5	71,5	52,0	29,6	22,3	29,6	52,0	71,5	30,7
novembre	7,5	822	79	35,6	58,5	46,8	28,4	14,0	12,2	14,0	28,4	46,8	17,3
dicembre	3,5	633	81	31,1	60,8	47,0	25,7	11,9	11,2	11,9	25,7	47,0	16,2

E

Visualizza dati climatici

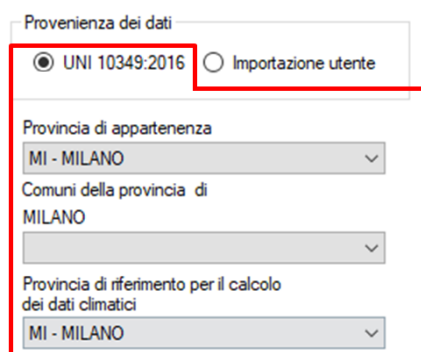
(A) Provenienza dei dati

È possibile selezionare la fonte dei dati climatici scegliendo tra:

- UNI 10349:2016,
- Importazione utente.

Nel primo caso si richiamano i dati climatici (orari e mensili) dei capoluoghi di provincia italiani in accordo con la norma UNI 10349:2016. Si tratta della stessa fonte utilizzata per il calcolo secondo UNI/TS 11300 ai fini della certificazione energetica e del rispetto dei requisiti minimi di legge (DM 26/6/2015).

Nel secondo caso si può caricare un file climatico preparato dall'utente contenente le informazioni necessarie al calcolo in regime dinamico orario come descritto alla sezione (B).

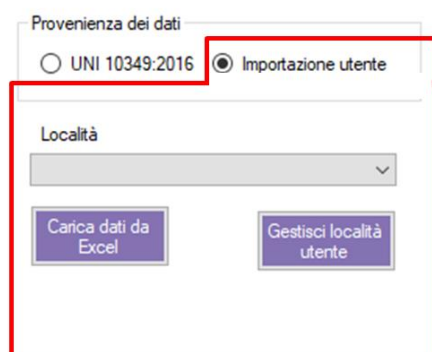
(B) Selezione della località**Dati in accordo con UNI 10349:2016**

La selezione della provincia di appartenenza richiama i dati climatici provinciali della norma UNI 10349:2016. I dati riguardano i valori orari annuali di temperatura dell'aria esterna, pressione di vapore, umidità relativa esterna, irradiazione sul piano orizzontale, orientata e diffusa.

La selezione del comune modifica il valore di altitudine sul livello del mare e conseguentemente:

- i valori di temperatura e pressione di vapore,
- il valore di gradi giorno per la località.

La selezione della seconda provincia di riferimento serve per modificare i dati climatici della località: secondo UNI 10349:2016 la selezione di una seconda provincia diversa dalla prima serve per sostituire i dati climatici della località per tutti i valori climatici.

Dati importati dall'utente

L'utente può caricare un file climatico in formato Excel contenente le informazioni della località desiderata. Una volta importato il file, la località viene memorizzata con il nome indicato dall'utente

e può essere richiamata semplicemente dalla tendina. Le località create possono essere eliminate dal comando “Gestisci località utente”.



Per l'importazione in ICARO il file climatico:

- deve essere preparato in formato .xls o .xlsx,
- deve contenere dati orari di un intero anno (8760 valori) riportati in colonna,
- deve esprimere i valori con le unità di misura richieste da ICARO (vd. immagine sotto),
- può utilizzare come segno di separazione per i decimali sia il punto che la virgola.

A titolo di esempio nel file .zip scaricato dal sito per installare ICARO sono stati predisposti due file climatici denominati LocalitàA.xls e LocalitàB.xlsx da prendere a modello per la creazione dei propri file climatici (nella pagina seguente la descrizione per l'importazione dei dati).

Latitudine <input type="text"/> ° <input type="text"/> ' Longitudine <input type="text"/> ° <input type="text"/> ' Fuso orario <input type="text"/> UTC	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Importa</th> <th>Dato</th> <th>Colonna</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Temperatura [°C]</td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Radiazione diffusa [W/m²]</td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Radiazione diretta orizzontale [W/m²]</td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Radiazione totale orizzontale [W/m²]</td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Radiazione Sud [W/m²]</td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Radiazione Sud-Est [W/m²]</td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Radiazione Est [W/m²]</td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Radiazione Nord-Est [W/m²]</td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Radiazione Nord [W/m²]</td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Radiazione Nord-Ovest [W/m²]</td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Radiazione Ovest [W/m²]</td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Radiazione Sud-Ovest [W/m²]</td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Pressione [Pa]</td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Umidità relativa [%]</td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Velocità vento [m/s]</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Importa	Dato	Colonna	<input type="checkbox"/>	Temperatura [°C]		<input type="checkbox"/>	Radiazione diffusa [W/m²]		<input type="checkbox"/>	Radiazione diretta orizzontale [W/m²]		<input type="checkbox"/>	Radiazione totale orizzontale [W/m²]		<input type="checkbox"/>	Radiazione Sud [W/m²]		<input type="checkbox"/>	Radiazione Sud-Est [W/m²]		<input type="checkbox"/>	Radiazione Est [W/m²]		<input type="checkbox"/>	Radiazione Nord-Est [W/m²]		<input type="checkbox"/>	Radiazione Nord [W/m²]		<input type="checkbox"/>	Radiazione Nord-Ovest [W/m²]		<input type="checkbox"/>	Radiazione Ovest [W/m²]		<input type="checkbox"/>	Radiazione Sud-Ovest [W/m²]		<input type="checkbox"/>	Pressione [Pa]		<input type="checkbox"/>	Umidità relativa [%]		<input type="checkbox"/>	Velocità vento [m/s]		<p>dati obbligatori</p> <p>dati calcolabili a partire dai dati obbligatori</p> <p>dati facoltativi non utilizzati nel calcolo</p>
Importa	Dato	Colonna																																																
<input type="checkbox"/>	Temperatura [°C]																																																	
<input type="checkbox"/>	Radiazione diffusa [W/m²]																																																	
<input type="checkbox"/>	Radiazione diretta orizzontale [W/m²]																																																	
<input type="checkbox"/>	Radiazione totale orizzontale [W/m²]																																																	
<input type="checkbox"/>	Radiazione Sud [W/m²]																																																	
<input type="checkbox"/>	Radiazione Sud-Est [W/m²]																																																	
<input type="checkbox"/>	Radiazione Est [W/m²]																																																	
<input type="checkbox"/>	Radiazione Nord-Est [W/m²]																																																	
<input type="checkbox"/>	Radiazione Nord [W/m²]																																																	
<input type="checkbox"/>	Radiazione Nord-Ovest [W/m²]																																																	
<input type="checkbox"/>	Radiazione Ovest [W/m²]																																																	
<input type="checkbox"/>	Radiazione Sud-Ovest [W/m²]																																																	
<input type="checkbox"/>	Pressione [Pa]																																																	
<input type="checkbox"/>	Umidità relativa [%]																																																	
<input type="checkbox"/>	Velocità vento [m/s]																																																	

I dati minimi necessari al calcolo in regime dinamico orario sono:

- la latitudine e longitudine della località espressa in gradi e minuti,
- il fuso orario UTC della località (necessario per valutare l'ora solare effettiva nel calcolo delle radiazioni verticali per i vari orientamenti),
- la temperatura dell'aria esterna espressa in °C,
- la radiazione totale orizzontale espressa in W/m².

Con queste informazioni il software è in grado di calcolare i restanti dati climatici.

In alternativa l'utente può caricare un file climatico completo contenente per ogni ora dell'anno oltre ai dati obbligatori sopra citati anche:

- la radiazione diffusa [W/m²],
- la radiazione diretta orizzontale [W/m²],
- la radiazione sulle superfici verticali per i diversi orientamenti [W/m²].

Infine il file climatico può contenere anche ulteriori informazioni riguardanti:

- la pressione esterna [Pa],
- l'umidità relativa esterna [%],
- la velocità del vento [m/s].

Nell'attuale versione di ICARO questi dati sono facoltativi e non sono utilizzati nel calcolo, verranno presi in considerazione quando sarà implementato il calcolo dei fabbisogni latenti e l'analisi avanzata delle dispersioni attraverso i vespai aerati.

Caricamento di un file climatico utente

Nel file .zip scaricato dal sito per installare ICARO sono stati predisposti due file climatici denominati LocalitàA.xls e LocalitàB.xlsx. I file riguardano due località immaginarie A e B:

	Formato file	Separatore decimali	Dati presenti
Località A	.xls	.	solo obbligatori
Località B	.xlsx	,	dati completi

Località A

Latitudine 43 ° 46 ' Fuso orario +1 UTC
 Longitudine 11 ° 15 ' UTC

Importa	Dato	Colonna
<input checked="" type="checkbox"/>	Temperatura [°C]	F
<input type="checkbox"/>	Radiazione diffusa [W/m²]	
<input type="checkbox"/>	Radiazione diretta orizzontale [W/m²]	
<input checked="" type="checkbox"/>	Radiazione totale orizzontale [W/m²]	E
<input type="checkbox"/>	Radiazione Sud [W/m²]	
<input type="checkbox"/>	Radiazione Sud-Est [W/m²]	
<input type="checkbox"/>	Radiazione Est [W/m²]	
<input type="checkbox"/>	Radiazione Nord-Est [W/m²]	
<input type="checkbox"/>	Radiazione Nord [W/m²]	
<input type="checkbox"/>	Radiazione Nord-Ovest [W/m²]	
<input type="checkbox"/>	Radiazione Ovest [W/m²]	
<input type="checkbox"/>	Radiazione Sud-Ovest [W/m²]	
<input type="checkbox"/>	Pressione [Pa]	
<input type="checkbox"/>	Umidità relativa [%]	
<input type="checkbox"/>	Velocità vento [m/s]	

Località B

Latitudine 33 ° 38 ' Fuso orario -5 UTC
 Longitudine -84 ° 25 ' UTC

Importa	Dato	Colonna
<input checked="" type="checkbox"/>	Temperatura [°C]	E
<input checked="" type="checkbox"/>	Radiazione diffusa [W/m²]	F
<input checked="" type="checkbox"/>	Radiazione diretta orizzontale [W/m²]	G
<input checked="" type="checkbox"/>	Radiazione totale orizzontale [W/m²]	H
<input checked="" type="checkbox"/>	Radiazione Sud [W/m²]	I
<input type="checkbox"/>	Radiazione Sud-Est [W/m²]	
<input checked="" type="checkbox"/>	Radiazione Est [W/m²]	J
<input type="checkbox"/>	Radiazione Nord-Est [W/m²]	
<input checked="" type="checkbox"/>	Radiazione Nord [W/m²]	K
<input type="checkbox"/>	Radiazione Nord-Ovest [W/m²]	
<input checked="" type="checkbox"/>	Radiazione Ovest [W/m²]	L
<input type="checkbox"/>	Radiazione Sud-Ovest [W/m²]	
<input type="checkbox"/>	Pressione [Pa]	
<input type="checkbox"/>	Umidità relativa [%]	
<input type="checkbox"/>	Velocità vento [m/s]	

(C) Dati geografici e climatici generali

La sezione presenta i dati generali della località richiamati dalla norma UNI 10349:2016 o dal file climatico caricato dall'utente.

I valori riportati in bianco sono editabili dall'utente, in particolare il dato dell'altitudine sul livello del mare può essere modificato per tener conto della differenza tra il valore della località considerata e quella della posizione dell'edificio oggetto d'analisi.

I gradi giorno sono considerati in accordo con DPR 412/93 o norma UNI 10349:2016 in base alla selezione effettuata, oppure nel caso di importazione di un file climatico utente sono calcolati dal software.

La casella dell'irradianza media del mese di massima insolazione può essere verde o gialla a seconda che il valore visualizzato sia inferiore o superiore a 290 W/m^2 (limite di controllo delle prestazioni estive dell'involucro opaco secondo il DM 26/6/2015).

Gli altri valori della sezione riguardano parametri climatici generali.

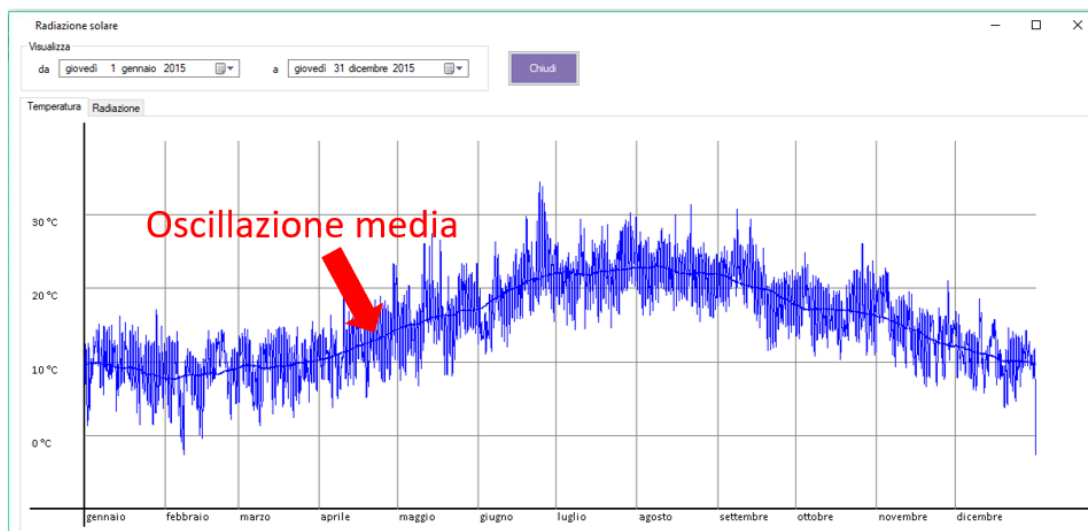
(D) Valori climatici medi mensili

I valori climatici medi mensili visualizzati fanno riferimento alla selezione effettuata alla sezione (A).

I dati mostrati rappresentano i valori medi mensili calcolati sulla base dei dati climatici orari.

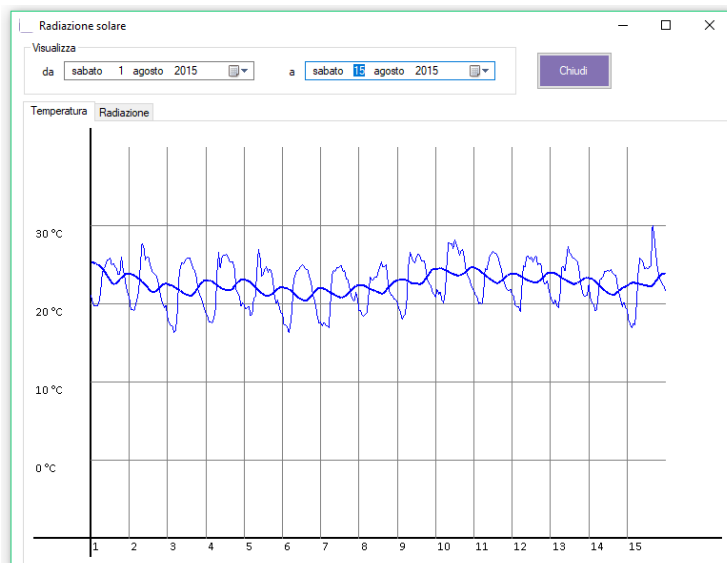
(E) Visualizza dati climatici

Il comando apre una finestra di dialogo per visualizzare l'andamento della temperatura dall'aria esterna e della radiazione diffusa, diretta e totale. Lo strumento è utile per verificare graficamente il file climatico (completezza dei dati) oppure per analizzare i dati per determinati periodi dell'anno.

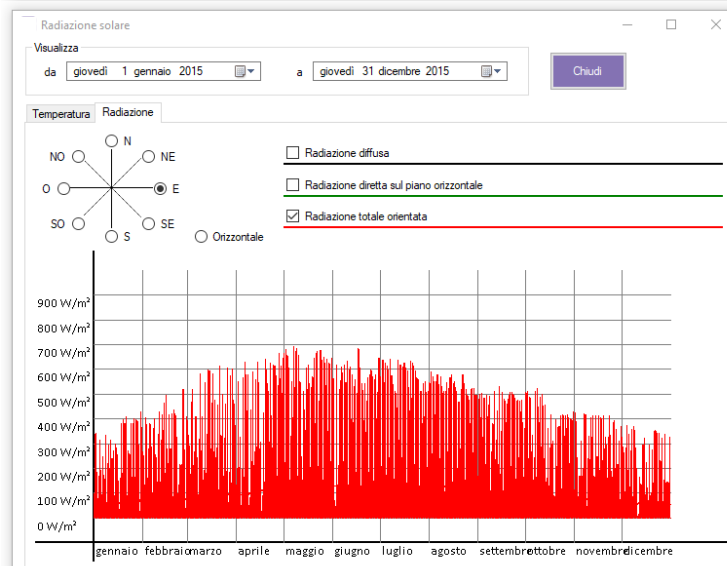


Esempio: andamento della temperatura dell'aria esterna per l'intero anno.

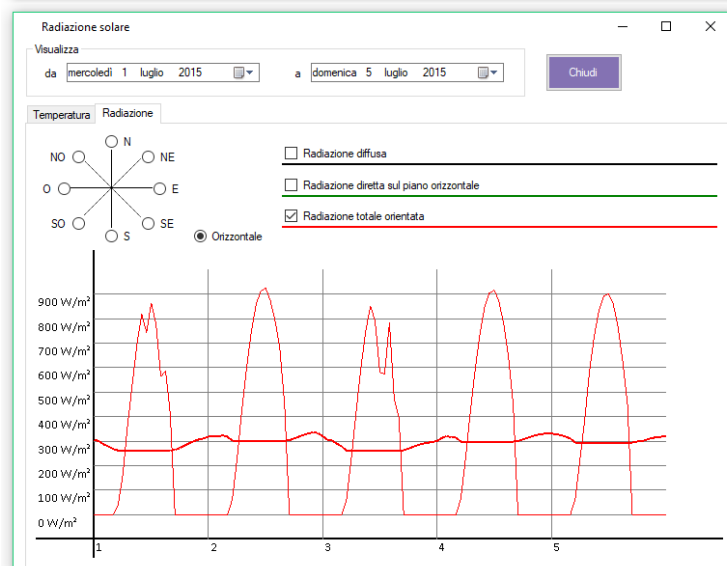
La linea più spessa rappresenta l'oscillazione media del parametro visualizzato. La media considera un periodo di calcolo da 1 a 30 giorni in base all'estensione del grafico visualizzato, ovvero se si visualizza l'andamento annuale la media è calcolata per 30 giorni (centrati ora per ora), se si visualizza un grafico giornaliero la media è calcolata per 1 giorno.



Esempio: profilo della temperatura dell'aria esterna dall'1 al 15 agosto. La linea più spessa rappresenta l'oscillazione media della temperatura.



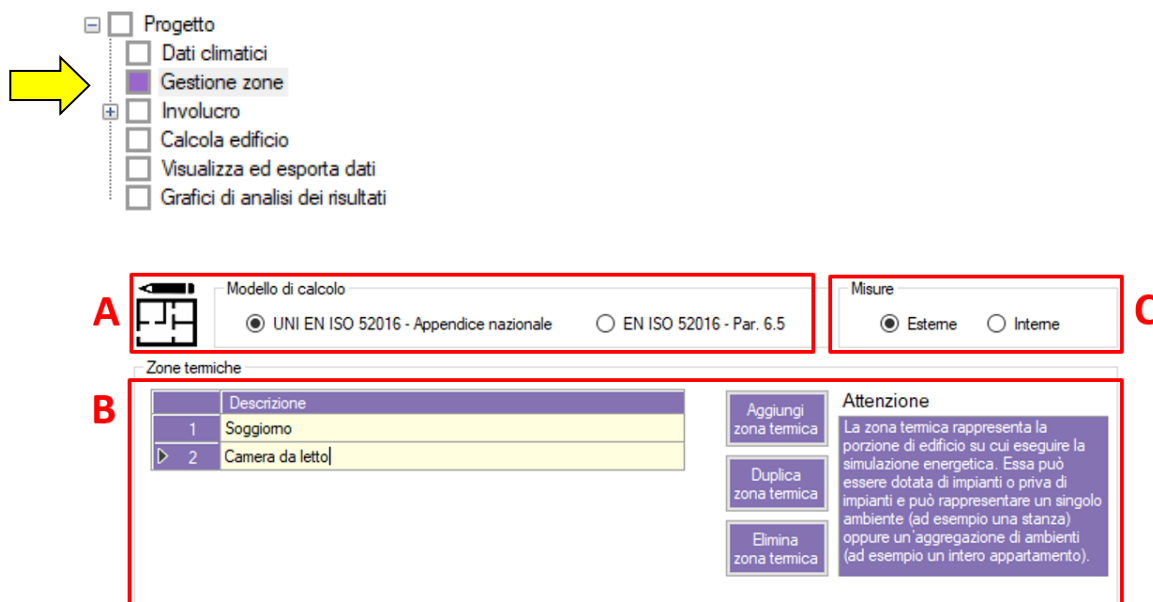
Esempio: visualizzazione della disponibilità di radiazione totale espressa in W/m^2 per l'intero anno sull'orientamento est.



Esempio: radiazione totale disponibile sul piano orizzontale nei primi giorni di luglio. La linea più spessa rappresenta il valore medio della radiazione in questo periodo.

3. GESTIONE ZONE

La schermata consente di impostare il modello di calcolo (A), il numero di zone termiche per l'analisi di fabbisogno o di comfort (B) e l'indicazione sulle misure inserite (esterno o interne) (C).



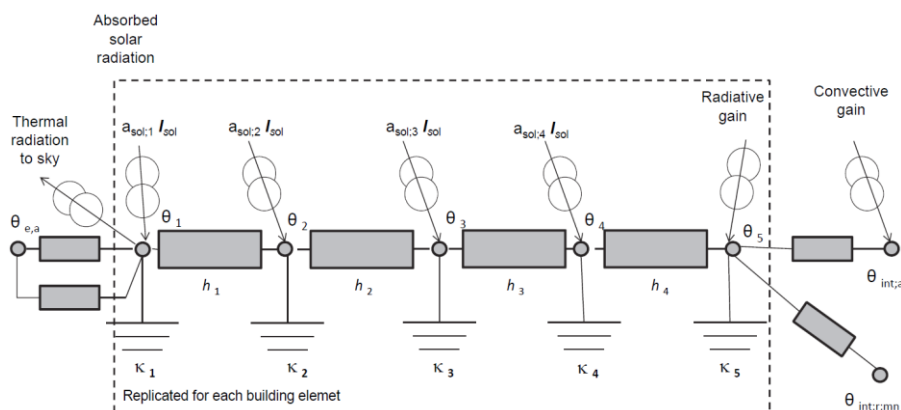
(A) Modello di calcolo

Con la selezione si identifica il modello di calcolo orario dinamico da utilizzare secondo:

- UNI EN ISO 52016 Appendice Nazionale,
- oppure EN ISO 52016 Par. 6.5.

I due modelli di calcolo propongono due differenti schemi (vd. immagine sotto) per l'analisi delle strutture opache. Questi modelli sono finalizzati al calcolo dei fenomeni di trasmissione e accumulo energetico di tutte le strutture opache che compongono l'involucro edilizio.

Modello secondo EN ISO 52016 Par. 6.5

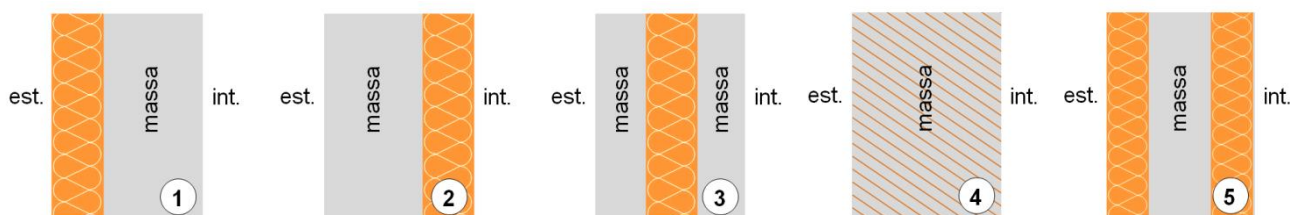


EN ISO 52016 Par. 6.5
Schema RC a 5 nodi per la descrizione di una struttura opaca.

Le strutture opache sono analizzate attraverso uno schema RC (resistenze-condensatori) ridotto a 5 nodi che sintetizza i possibili fenomeni resistivi (resistenza termica) e capacitivi (accumulo/rilascio energetico nel tempo) in atto.

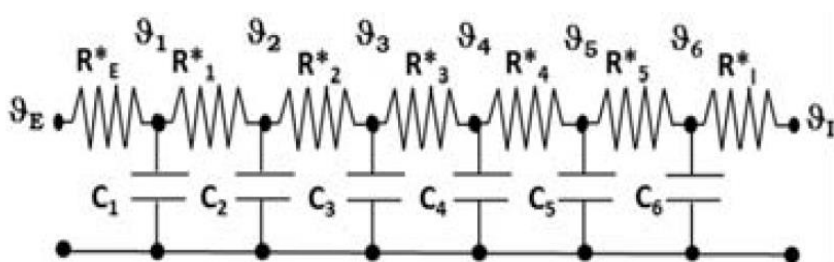
Per l'utente significa che ogni struttura opaca deve essere descritta attraverso:

- la trasmittanza termica espressa in W/m^2K ,
- la capacità termica totale della struttura espressa in kJ/m^2K ,
- l'informazione sulla distribuzione della massa scegliendo tra:
 1. concentrata sul lato interno,
 2. concentrata sul lato esterno,
 3. divisa sul lato interno ed esterno,
 4. equamente distribuita,
 5. concentrata all'interno della struttura.



Con ICARO questa selezione è gestita nella schermata “Elementi disperdenti – Elemento opachi”.

UNI EN ISO 52016 Appendice Nazionale



UNI EN ISO 52016 App. Naz. Schema RC a n nodi per la descrizione di una struttura opaca.

Il progetto di norma che prevede la stesura dell'Appendice Nazionale alla norma UNI EN ISO 52016 propone uno schema RC più dettagliato rispetto al modello europeo: il numero di nodi non è fisso e uguale a 5, ma varia in funzione delle caratteristiche di ogni struttura.

Questo significa che non serve identificare la posizione della massa rispetto ai 5 schemi predefiniti sopra descritti perché l'utente è tenuto a descrivere nel dettaglio l'intera stratigrafia. Ovvero per ogni struttura opaca sono necessarie informazioni su posizione, spessore, conduttività termica, calore specifico e densità di ogni materiale presente.

Con ICARO questa selezione è gestita nella schermata “Elementi disperdenti – Elemento opachi” attraverso l'importazione di stratigrafie note dal software PAN o dalla norma UNI TR 11552.

(B) Zone termiche

In questa sezione sono elencate le zone termiche da utilizzare nella simulazione dinamica.

Si tratta di un elenco senza distinzione tra zone riscaldate/raffrescate e zone prive di impianto.

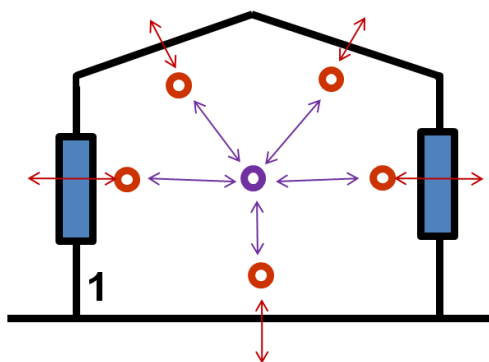
L'obiettivo è identificare con un nome tutte le zone termiche che:

- sono oggetto di studio, ovvero le zone per le quali interessa l'analisi di fabbisogni, temperature, ecc.
- possono influenzare la simulazione dinamica, ovvero ambienti confinanti con le zone di studio (come ad esempio un sottotetto, un vano scala, una serra, ecc.).

Importante:

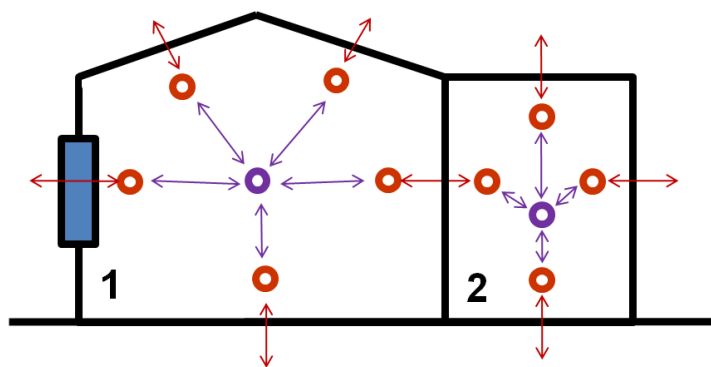
Per ogni zona termica creata:

- le temperature di *set point* di riscaldamento e raffrescamento sono gestite dalla schermata "Involucro – zone termiche";
- la presenza di impianti e la loro potenza è definita dalla schermata "Involucro – zone termiche – calcola";



Esempio 1

L'edificio in esame è schematizzabile con un'unica zona termica. Dalla schermata "Gestione zone" si inserisce la voce ZONA TERMICA 1.



Esempio 2

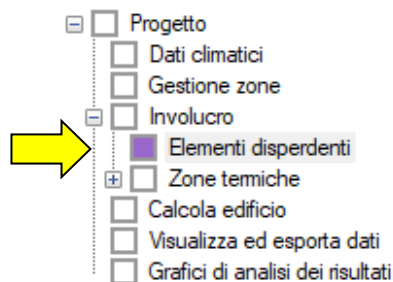
L'edificio si compone di due zone termiche: una riscaldata (1) e una senza impianto (2). Dalla schermata "Gestione zone" si inseriscono entrambe le voci (ZONA TERMICA 1 e ZONA TERMICA 2) perché la presenza della zona 2 è utile allo studio del comportamento energetico della zona 1.

(C) Misure esterne o interne

La selezione identifica il tipo di misure utilizzate per il computo esterne o interne all'involucro edilizio. L'opzione è finalizzata a importare in modo corretto i ponti termici nel caso di caricamento di un progetto di IRIS: il software sceglie in automatico i coefficienti Ψ esterni o interni in base alla selezione effettuata.

4. ELEMENTI DISPERDENTI

Gli elementi disperdenti si distinguono in “Elementi opachi” (A), “Elementi trasparenti” (B) e “Ponti termici” (C). La descrizione degli elementi disperdenti rappresenta l’abaco delle strutture e dei ponti termici da utilizzare per la descrizione della zona termica.



A

Elementi opachi | Elementi trasparenti | Ponti termici

	Descrizione	Trasmitt. termica [W/m²K]	Capacità termica [kJ/m²K]	Trasmitt. periodica [W/m²K]
1	Icaro A.0	1,55	457,1	0,47
2	Icaro A.1	0,25	774,0	0,01
3	Icaro B.1	1,36	341,5	0,66
4	Icaro C.1	0,24	193,7	0,06
5	Icaro A.2	0,46	47,0	0,42

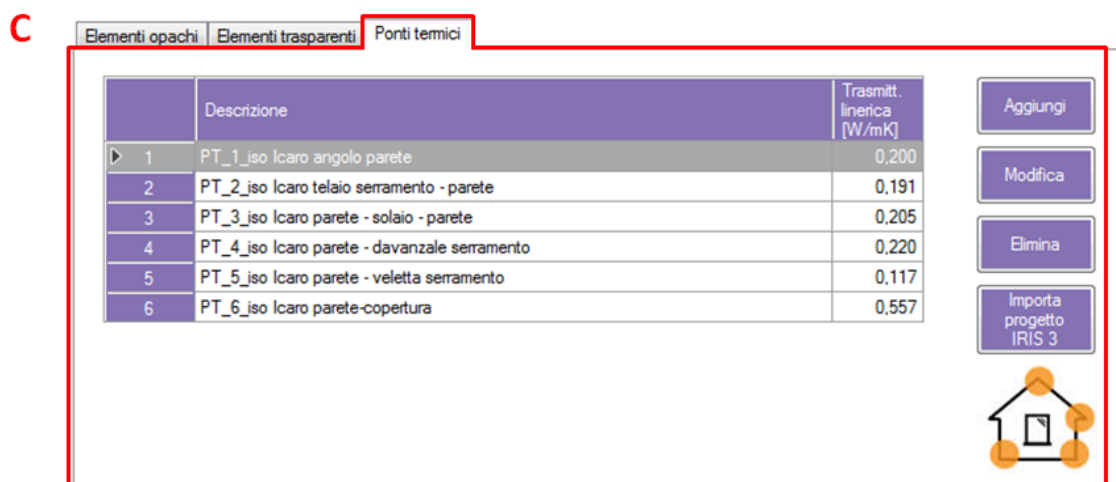
Aggiungi
Modifica
Elimina
Importa progetto PAN 7

B

Elementi opachi | Elementi trasparenti | Ponti termici

	Descrizione	Area [m²]	Trasmitt. termica [W/m²K]	Trasmitt. energia solare
1	F2	2,97	1,33	0,15
2	F1	1,98	1,35	0,15

Aggiungi
Modifica
Elimina
Importa progetto APOLLO 1



(A) Elementi opachi

La creazione degli elementi opachi può essere fatta cliccando su “Aggiungi” o importando un intero progetto salvato precedentemente con il software PAN. Nel caso di creazione di un singolo elemento col tasto “Aggiungi” la finestra di dialogo prevede 2 opzioni di inserimento:

- stratigrafia utente (software PAN): si richiama un elemento precedentemente salvato nel database condiviso attraverso il software PAN;
- UNI TR 11552: si richiama un elemento tra quelli proposti dalla norma. Le stratigrafie elencate sono state ricalcolate per conoscere anche i valori di capacità termica e trasmittanza termica periodica.

Per ogni struttura opaca è necessario indicare se è un soffitto, parete o pavimento, se è una chiusura tecnica opaca/cassonetto, se esterna (e quindi soggetta a irraggiamento solare e a dispersioni per irraggiamento verso la calotta celeste).

In base al metodo di calcolo selezionato nella schermata “Gestione zone” può essere necessario anche identificare la “Distribuzione della massa nella stratigrafia” come indicato al capitolo 4 del manuale.

(B) Elementi trasparenti

La creazione degli elementi trasparenti può essere fatta cliccando su “Aggiungi” o importando un intero progetto salvato precedentemente con il software APOLLO. Nel caso di creazione di un singolo elemento col tasto “Aggiungi” la finestra di dialogo prevede 3 opzioni di inserimento:

- dato noto: si inseriscono i dati sintetici dell’elemento trasparente;
- valutazione semplificata: si crea un elemento trasparente richiamando le informazioni precalcolate in accordo con UNI/TS 11300-1;
- serramento precalcolato (software APOLLO): si richiama un elemento precedentemente salvato nel database condiviso attraverso il software APOLLO.

Per ogni struttura trasparente è possibile indicare la tipologia di chiusura oscurante ai fini del miglioramento della trasmittanza termica media del serramento (U_{corr}) e di schermature mobili ai fini della valutazione del coefficiente g_{gl+sh} (pari a $g_{gl,n}$ per il fattore di riduzione delle schermature). Il dato di g_{gl+sh} è editabile o richiamato direttamente se calcolato con software APOLLO.

(C) Ponti termici

La creazione dei ponti termici può essere fatta cliccando su “Aggiungi” o importando un intero progetto salvato precedentemente con il software IRIS. Nel caso di creazione di un singolo ponte termico col tasto “Aggiungi” la finestra di dialogo prevede 2 opzioni di inserimento:

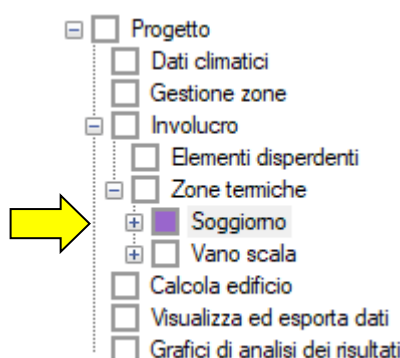
- dato noto: si inseriscono i dati sintetici del ponte termico;
- ponte termico precalcolato (software IRIS): si richiama un ponte termico precedentemente salvato nel database condiviso attraverso il software IRIS.

I valori importati dal software IRIS sono relativi alle misure esterne.

Nel modello di calcolo il ponte termico è trattato solo come elemento disperdente senza capacità termica.

5. ZONE TERMICHE

Le zone termiche presenti nel menu sono quelle create da “Gestione zone”. Cliccando sulle singole zone termiche si accede alla schermata di definizione della destinazione d’uso (A), della superficie relativa all’area netta riscaldata (B), alla gestione dei profili delle temperature di *set point* per il periodo di riscaldamento e raffreddamento (C) e (D) e alla visualizzazione dei dati (E).



A Destinazione d'uso: E.1 (1)-(2) Edifici residenziali

B Area netta riscaldata: 92.00 m²

C Riscaldamento | Raffrescamento
Temperatura di set-point: 20 °C [Aggiungi nuovo profilo] [Apri da archivio] [Salva in archivio]

D

	Descrizione	Data inizio	Data fine	Giorni della settimana	Ora inizio	Ora fine	Temperatura [°C]			
▶	Giorni feriali 0-7	01/01/2015	31/12/2015	lu, ma, me, gio, ve	0	7	18	Modifica	Duplica	Elimina
	Giorni feriali 7-8	01/01/2015	31/12/2015	lu, ma, me, gio, ve	7	8	20	Modifica	Duplica	Elimina
	Giorni feriali 8-18	01/01/2015	31/12/2015	lu, ma, me, gio, ve	8	18	18	Modifica	Duplica	Elimina
	Giorni feriali 18-22	01/01/2015	31/12/2015	lu, ma, me, gio, ve	18	22	21	Modifica	Duplica	Elimina

E

Visualizza da: lunedì 5 gennaio 2015 a: domenica 18 gennaio 2015

26 °C
25 °C
24 °C
23 °C
22 °C
21 °C
20 °C
19 °C
18 °C

20°C 21°C 20°C

19°C

Profilo feriale

Profilo festivo

(A) Destinazione d’uso

La destinazione d’uso può essere scelta dalle categorie presenti nel menu a tendina. Le voci elencate si riferiscono alle categorie identificate dal DPR 412/93.

Attenzione: i valori di temperatura interna invernale ed estiva sono suggeriti in base alla destinazione d’uso in accordo con la norma UNI/TS 11300-1. Tali valori sono considerati solo se le potenze per riscaldamento e/o raffreddamento impostate nella schermata “Calcola” sono diverse da 0 kW.

(B) Area netta riscaldata

L'area netta riscaldata (superficie calpestabile) è considerata nel calcolo del contributo inerziale del volume d'aria e dei mobili presenti nell'ambiente.

Secondo il prospetto 6.5.11 della norma EN ISO 52016 tale contributo espresso in J/K è pari all'area netta riscaldata [m²] moltiplicata per la capacità termica areica dell'aria e dei mobili considerata forfettariamente pari a 10.000 J/(m²K).

(C) Riscaldamento e Raffrescamento: temperature di *set point*

Per ogni zona termica il software suggerisce una temperatura di *set point* per i servizi di riscaldamento e raffrescamento in accordo con la norma UNI/TS 11300 e in base alla destinazione d'uso selezionata.

Tali valori vengono impostati in automatico come costanti (ad esempio 20°C e 26°C), ma possono essere modificati a piacere dall'utente.

Si possono creare nuovi profili con il comando "Aggiungi nuovo profilo", oppure richiamare profili già salvati attraverso il comando "Apri da archivio".

(D) La creazione del profilo orario

Da "Aggiungi nuovo profilo" si accede a una finestra di dialogo per la gestione e creazione dei profili. È possibile aggiungere tutti i profili che si desiderano in base al dettaglio che si vuole raggiungere nella profilazione dell'utenza.

Il software somma le informazioni di tutti i profili e visualizza il risultato nella parte bassa della schermata. Se viene fornito più di un set point per lo stesso lasso di tempo, ICARO considera il valore dell'ultimo profilo.

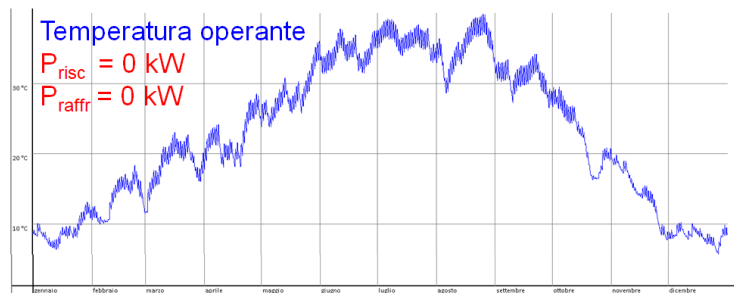
Finestra di dialogo per la creazione di un profilo orario.

(E) Visualizzazione dei profili

La linea rossa rappresenta il profilo orario impostato per il servizio di riscaldamento, la linea blu per quello di raffrescamento. Attraverso il calendario è possibile visualizzare intervalli di tempo desiderati. Nell'esempio riportato in figura si vede il confronto tra il profilo del giorno feriale con valori di temperatura variabili tra 19 e 21°C e il profilo del giorno festivo con temperatura costante sui 20°C.

Importante:

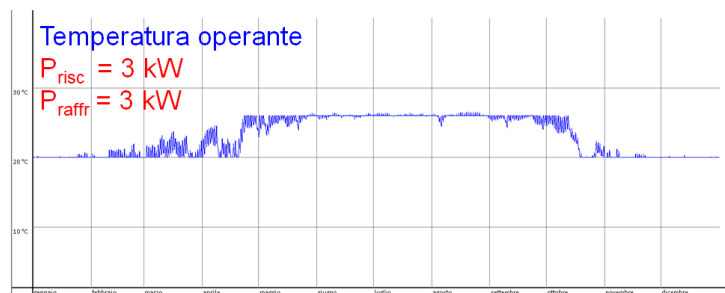
I valori di *set point* sono considerati nel calcolo solo se le potenze per riscaldamento e/o raffrescamento impostate nella schermata "Involucro – zone termiche – calcola" sono diverse da 0 kW. Pertanto nel caso di potenze nulle ($P=0$ kW) i valori di set point non hanno effetto e la simulazione energetica è condotta in regime libero (*free running*).



Esempio 1

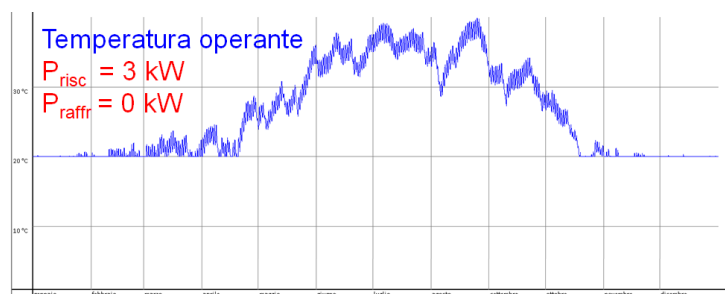
Il grafico rappresenta l'andamento annuale della temperatura operante di una zona termica con potenze di riscaldamento e raffreddamento nulle.

Come si vede l'oscillazione della temperatura è libera (*free running*) durante tutto l'anno.



Esempio 2

In questo caso le potenze sono entrambe pari a 3 kW. La simulazione quindi considera i valori di set point come riferimento per l'attivazione degli impianti sia durante la stagione di riscaldamento che di raffreddamento.



Esempio 3

L'esempio mostra il caso in cui sia stata definita una potenza di riscaldamento (pari a 3 kW), ma non di raffreddamento (0 kW).

Come si vede, l'oscillazione della temperatura operante è libera durante la stagione di raffreddamento, mentre è vincolata al valore di set point durante la stagione di riscaldamento.

6. DISPERSIONE E APPORTI SOLARI

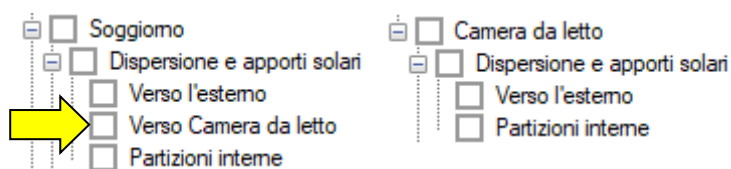
Logiche di inserimento dati

Attraverso questa sezione l'utente inserisce tutte le informazioni per il calcolo delle dispersioni e degli apporti solari delle zone termiche create.

Per procedere è necessario avere ben chiara la modellizzazione energetica dell'edificio diviso in zone termiche a contatto con l'esterno o a contatto tra loro. Nel menu ad albero sono presenti tutti i possibili accoppiamenti tra zone termiche.

Importante:

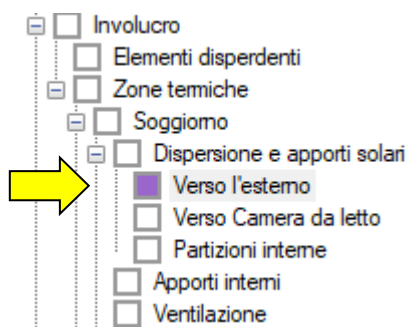
- l'utente deve compilare solo le sezioni di proprio interesse in base alla modellizzazione dell'edificio.
- le zone non riscaldate (per esempio vani scala, sottotetti o serre solari) devono essere caratterizzate con un livello di definizione pari a quello delle zone condizionate;
- le dispersioni attraverso il terreno non sono inserite nell'attuale versione del software;
- quando ci sono due zone termiche in contatto la superficie di separazione viene descritta una sola volta per entrambe le zone termiche:



In questo esempio con due zone termiche "Soggiorno" e "Camera da letto" l'accoppiamento tra le zone è presente solo una volta.

Dispersioni verso l'esterno

La schermata consente l'inserimento delle strutture opache (A), delle strutture trasparenti (B) e dei ponti termici (C) per descrivere lo scambio termico della zona verso l'esterno. I primi risultati legati alle dispersioni sono riportati in forma sintetica come coefficienti di trasmissione e in forma grafica attraverso il diagramma a torta (D).



A Elementi opachi

	Descrizione	Area orizz. [m²]	Area Sud [m²]	Area SE [m²]	Area Est [m²]	Area NE [m²]	Area Nord [m²]	Area NO [m²]	Area Ovest [m²]	Area SO [m²]	Area Totale [m²]	Trasmitt. [W/m²K]	Capacità [kJ/m²K]	Ombregg. diretto
1	Icaro A.1		27.60				29.50				57.10	0.25	774.0	1.00
2	Icaro A.1						33.50				33.50	0.25	774.0	1.00
3	Icaro C.1	100.00									100.00	0.24	193.7	1.00

Aggiungi
Modifica
Duplica
Elimina

B Elementi trasparenti

	Descrizione	Area orizz. [m²]	Area Sud [m²]	Area SE [m²]	Area Est [m²]	Area NE [m²]	Area Nord [m²]	Area NO [m²]	Area Ovest [m²]	Area SO [m²]	Area Totale [m²]	Trasmitt. [W/m²K]	Trasmitt. energia solare	Ombregg. diretto
1	F1		5.94				3.96				9.90	1.35	0.15	1.00

Aggiungi
Modifica
Duplica
Elimina

C Ponti termici

	Descrizione	Lunghezza [m]	Trasmitt. inversa [W/mK]
1	PT_1_iso Icaro angolo parete	13.40	0.20
2	PT_2_iso Icaro telaio serramento - parete	18.00	0.19
3	PT_3_iso Icaro parete - solaio - parete	20.00	0.20
4	PT_4_iso Icaro parete - davanzale serramento	5.50	0.22
5	PT_5_iso Icaro parete - vettura serramento	5.50	0.12
6	PT_6_iso Icaro parete-copertura	40.00	0.56

Aggiungi
Modifica
Duplica
Elimina

D

Coefficiente di trasmissione delle strutture opache
48.81 W/K (49.5%)

Coefficiente di trasmissione delle strutture trasparenti
13.37 W/K (14.1%)

Coefficiente di trasmissione dei ponti termici
34.36 W/K (36.3%)

Coefficiente di trasmissione totale
HD 94.54 W/K

(A) Elementi opachi

Gli elementi che si possono aggiungere in questa sezione sono quelli presenti nell'elenco degli elementi disperdenti precedentemente creati. Dalla tabella riassuntiva sono visualizzati i principali parametri geometrici e termici dei singoli elementi creati. Ogni elemento può essere modificato, duplicato o eliminato con i comandi disponibili sulla destra della schermata.

Cliccando sul tasto "Aggiungi" si accede alla finestra di creazione dell'elemento opaco:

Elemento verticale ☒ Elemento orizzontale ☐

	Descrizione	Trasmitt. [W/m²K]	Capacità [kJ/m²K]
1	Icaro A.0	1.55	457.1
2	Icaro A.1	0.25	774.0
3	Icaro A.2	0.46	47.0

Elemento selezionato

Caratteristiche del tamponamento

Descrizione
Icaro A.1

Trasmittanza 0.25 W/m²K

Capacità termica 774.0 kJ/m²K

Caratteristiche principali dell'elemento

Arete suddivise per orientamento

	Area [m²]	Angolo ostruzioni esterne [°]	Fattori di ombreggiatura f _{sh,dir}												
			gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	annuale
Sud	27.6	31	0.00	0.25	0.77	0.99	0.82	1.00	1.00	0.95	0.82	0.30	0.00	0.00	0.72
SE	0	0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Est	0	0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
NE	0	0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Nord	29.5	0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
NO	0	0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Ovest	0	0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
SO	0	0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
TOTALE	57.1														

Superfici disperdenti per orientamento

Dati geometrici per calcolo ombreggiamento delle ostruzioni esterne

Fattore di ombreggiamento medio di un giorno tipo del mese

Annulla OK

L'utente, una volta selezionato un elemento tra quelli disponibili, deve procedere all'inserimento delle superfici disperdenti e della geometria delle ostruzioni esterne. Se un elemento è presente su più orientamenti l'utente può aggiungere le informazioni in un'unica schermata compilando i dati geometrici corrispondenti a tutti gli orientamenti, oppure aggiungere singolarmente i vari elementi compilando (e aggiungendo) una schermata per volta.

L'ombreggiamento sulle strutture esterne opache viene valutato studiando solo il contributo delle ostruzioni esterne. Cliccando il tasto "Modifica" viene richiesto all'utente l'inserimento di dati geometrici tra superficie ombreggiata e ostruzione.

Per la valutazione dell'ombreggiamento di ostruzioni esterne è necessario:

- affinare il dato della geometria della superficie ombreggiata: in precedenza è stata indicata l'area complessiva della struttura, ma per stimare la parte ombreggiata è necessario indicare anche la sua lunghezza e larghezza;
- descrivere i dati geometrici che mettono in rapporto la struttura ombreggiata dall'ostruzione esterna come indicato in figura.

Ombreggiamenti

Dimensioni della superficie

Larghezza Lop: 10,00 m

Altezza Hop: 2,76 m

Area: 27,60 m²

Orientamento

NO, N, NE, E, SE, S, SO, O

Ostruzioni esterne

Hobst: 25 m

Lobst: 15 m

H0: 4 m

Valori medi mensili

	Giorno	Declinazior	f_sh
gennaio	17	-20,82	0,00
febbraio	15	-13,01	0,00
marzo	16	-2,03	0,00
aprile	15	9,56	0,32
maggio	15	18,70	0,50
giugno	11	23,05	0,73
luglio	17	21,26	0,68
agosto	16	13,84	0,50
settembre	16	3,11	0,00
ottobre	16	-8,51	0,00
novembre	15	-18,23	0,00
dicembre	11	-22,96	0,00

OK Annulla

Una volta inserite le informazioni geometriche la tabella intitolata "Valori medi mensili" mostra il fattore di ombreggiamento dell'ostruzione esterna f_{sh} .

Il valore rappresenta il rapporto tra la superficie non ombreggiata e la superficie complessiva.

Importante:

- se il valore è 1 la superficie ombreggiata è nulla;
- se il valore è 0 tutta la superficie è in ombra;
- il valore mostrato è puramente indicativo poiché rappresenta il comportamento giornaliero medio pesato in base alla radiazione incidente sulla superficie in oggetto nel giorno tipo di ogni mese. Il motore di calcolo valuta in realtà ora per ora l'effettivo ombreggiamento e quindi l'effettivo f_{sh} orario (senza mostrarlo).

(B) Elementi trasparenti

In generale valgono le stesse indicazioni riportate al punto (A) per gli elementi opachi.

Dal tasto aggiungi si accede alla finestra di creazione dell'elemento trasparente. L'utente una volta selezionato un elemento tra quelli disponibili, deve procedere all'inserimento del numero di elementi e degli angoli d'ombreggiatura per ogni orientamento.

Elemento selezionato

Descrizione	Area [m²]	Trasmett. [W/m²K]	Fatt. sole [g/l]
F1	1.98	1.351	0.150

Caratteristiche principali dell'elemento

Descrizione: F1

Area: 1.98 m²

Trasmissione: 1.351 W/m²K

Fattore di trasmissione dell'energia solare: 0.150

Annula OK

Fattore di ombreggiamento medio di un giorno tipo del mese

Ostr.	nr. semestri	Area [m²]	Angoli ombreggiatura [°]			Fattori di ombreggiatura f_sh_dir													
			ostruzioni esterne	oggetti orizzontali	oggetti verticali destro	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	ann.	
Sud	5.54	Modifica	17	36	10	10	0.50	0.77	0.67	0.44	0.06	0.00	0.01	0.24	0.56	0.63	0.47	0.46	0.41
SE	Modifica	0	0	0	0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Est	Modifica	0	0	0	0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
NE	Modifica	0	0	0	0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Nord	3.98	Modifica	0	0	0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
NO	Modifica	0	0	0	0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Ovest	Modifica	0	0	0	0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
SO	Modifica	0	0	0	0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Area Tot.	9.9					1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

N. di elementi trasparenti per orientamento

Dati geometrici per calcolo ombreggiamento delle ostruzioni

La differenza principale con la descrizione delle superfici opache verso l'ambiente esterno è data dalla modellazione del fattore di ombreggiamento orario che per gli elementi trasparenti oltre alle ostruzioni esterne comprende anche gli aggetti orizzontali, verticali destro e sinistro.

Dati geometrici da inserire

☒ Aggetto orizzontale: Doh [0] m, Loh [0] m

☒ Aggetto verticale destro (guardando da dentro a fuori): Dfv [0] m, Lfv [0] m

☒ Aggetto verticale sinistro (guardando da dentro a fuori): Dfs [0] m, Lfs [0] m

☒ Ostruzioni esterne: Hobs [0] m, H0 [0] m, Lobs [0] m

Dimensioni del serramento

Larghezza: 1.1 m

Altezza: 1.8 m

Area: 1.98 m²

OK

Orientamento

NO, N, NE, E, SE, S, SO, O

Valori medi mensili

	Giorno	Declinazione [°]	f_sh_dir	f_sh_dir	f_sh_dir	f_sh_dir
gennaio	17	-20.82	1.00	1.00	1.00	1.00
febbraio	15	-13.01	1.00	1.00	1.00	1.00
marzo	16	-2.03	1.00	1.00	1.00	1.00
aprile	15	9.56	1.00	1.00	1.00	1.00
maggio	15	18.70	1.00	1.00	1.00	1.00
giugno	11	23.05	1.00	1.00	1.00	1.00
luglio	17	21.26	1.00	1.00	1.00	1.00
agosto	16	13.84	1.00	1.00	1.00	1.00
settembre	16	3.11	1.00	1.00	1.00	1.00
ottobre	16	-8.51	1.00	1.00	1.00	1.00
novembre	15	-18.23	1.00	1.00	1.00	1.00
dicembre	11	-22.96	1.00	1.00	1.00	1.00

Esposizione (non editabile)

Fattori di ombreggiamento medi di un giorno tipo del mese

La tabella riassume i diversi fattori di ombreggiamento derivanti dalle diverse tipologie di schermatura:

- f_{sh} : fattore di ombreggiamento complessivo valutato considerando la sovrapposizione degli effetti degli altri fattori;
- f_{ovh} : fattore di ombreggiamento dell'aggetto orizzontale;
- f_{fin} : fattore di ombreggiamento dell'aggetto verticale destro e sinistro;
- f_{obst} : fattore di ombreggiamento delle ostruzioni esterne.

(C) Ponti termici

Dal tasto aggiungi si accede alla finestra di creazione del ponte termico. L'unica informazione richiesta all'utente, in questo caso, è l'estensione lineare del ponte termico.



(D) Risultati: i coefficienti di trasmissione

In questa sezione sono riportati i coefficienti di trasmissione derivanti dai dati inseriti in (A), (B) e (C) espressi in W/K. I dati sono mostrati anche in forma grafica attraverso il diagramma a torta per visualizzare la distribuzione percentuale del peso dei diversi componenti rispetto al tema della trasmissione energetica.

Nella parte bassa è riportato il valore del coefficiente di trasmissione totale H_D (somma dei precedenti).

Dispersione verso un'altra zona termica

L'inserimento delle informazioni verso un'altra zona termica segue le stesse logiche descritte nel caso di dispersioni e apporti solari "verso l'esterno". L'accoppiamento tra due zone è presente solo una volta nel menu della prima zona.

L'inserimento di una struttura di separazione condiziona lo scambio di energia tra le zone e la rispettiva capacità inerziale.

Partizioni interne

Tutte le strutture interne alla zona termica (orizzontali o verticali), ovvero non disperdenti verso l'esterno o verso altre zone termiche, sono da inserire nella sezione "Partizioni interne".

Per inserire le strutture è necessario averle descritte in precedenza tra gli "Elementi disperdenti" (vd. capitolo 5). Le informazioni da compilare sono:

- area, ovvero la superficie dell'elemento espressa in m²;
- la tipologia di divisorio, ovvero se verso altra zona o interno alla zona.

Importante:

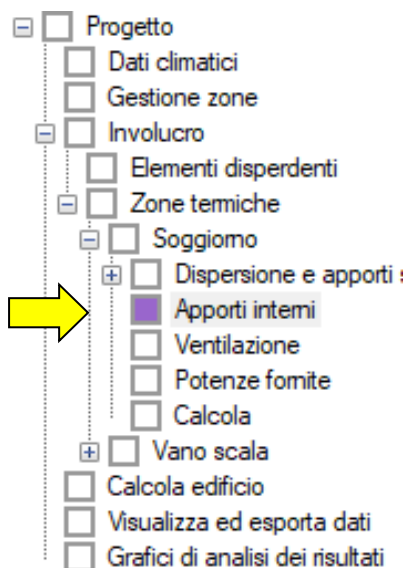
- se si seleziona l'opzione "divisorio verso altra zona", si simula la presenza di una zona termica virtuale (non descritta in "Gestione zone") a contatto con la nostra zona termica. In questo caso l'area inserita rappresenta l'estensione dell'elemento di separazione e ad essa è abbinata metà capacità termica dell'elemento (l'altra metà è attribuita alla zona termica virtuale senza scambio di energia);
- se si seleziona l'opzione "divisorio interno alla zona", l'area inserita (che rappresenta l'estensione di una faccia dell'elemento) viene considerata due volte con metà della sua capacità inerziale.

7. APPORTI INTERNI


Il capitolo “Apporti interni” è presente per ogni zona termica descritta.

La grandezza descritta è una potenza espressa in W (erogata per un'ora).

La schermata consente l'inserimento dettagliato dei carichi interni (A) e la visualizzazione degli stessi (B).



A



Valore di default

W

Aggiungi nuovo profilo

	Descrizione	Data inizio	Data fine	Giorni della settimana	Ora inizio	Ora fine	Apporti interni [W]			
	Apporti serali	01/01/2015	31/12/2015	do, lu, ma, me, gi...	18	20	600	Modifica	Duplica	Elimina
	Apporti notturni	01/01/2015	31/12/2015	do, lu, ma, me, gi...	21	0	150	Modifica	Duplica	Elimina
▶	Apporti notturni	01/01/2015	31/12/2015	do, lu, ma, me, gi...	0	7	150	Modifica	Duplica	Elimina
	Apporti giornalieri	01/01/2015	31/12/2015	do, lu, ma, me, gi...	8	16	100	Modifica	Duplica	Elimina

B



(A) Inserimento carichi interni

È possibile costruire profili di carico con un passo temporale minimo di un'ora.

Per indicare un dato orario (in W) costante è sufficiente editare un valore nella finestra intitolata "Valore di default".

Cliccando su "Aggiungi nuovo profilo" è invece possibile dettagliare il proprio profilo orario potendo indicare:

- data inizio e fine periodo;
- giorno della settimana;
- orario inizio e orario fine.

The screenshot shows the 'Profilo carichi interni' window. It has a title bar 'Descrizione' with the text 'Profilo carichi interni'. Below the title bar, there are two date pickers: 'Data inizio' (set to 'giovedì 1 gennaio 2015') and 'Data fine' (set to 'giovedì 31 dicembre 2015'). Below these is a section 'Giorni della settimana' with checkboxes for 'lunedì', 'martedì', 'mercoledì', 'giovedì', 'venerdì', 'sabato', 'domenica', and a 'Tutti i giorni' option. At the bottom, there are two time pickers: 'Ora inizio' (set to '0') and 'Ora fine' (set to '24'). To the right of these is a text input field containing '0'. Red arrows point from the following text labels to the corresponding fields in the window:

- Dettaglio data inizio e fine** points to the date pickers.
- Dettaglio giorno della settimana** points to the 'Giorni della settimana' section.
- Dettaglio ora inizio e fine** points to the 'Ora inizio' and 'Ora fine' pickers.
- Valore del carico in W** points to the text input field with '0'.

Il software costruisce il profilo finale di carico orario, nel caso si sovrapposizione di informazioni, iniziando dalla prima riga e costruendo il profilo aggiungendo le informazioni progressivamente. Per verificare la corretta costruzione del profilo è possibile visualizzarlo. Sarà possibile esportarlo successivamente in formato .xls.

(B) Visualizzazione del profilo

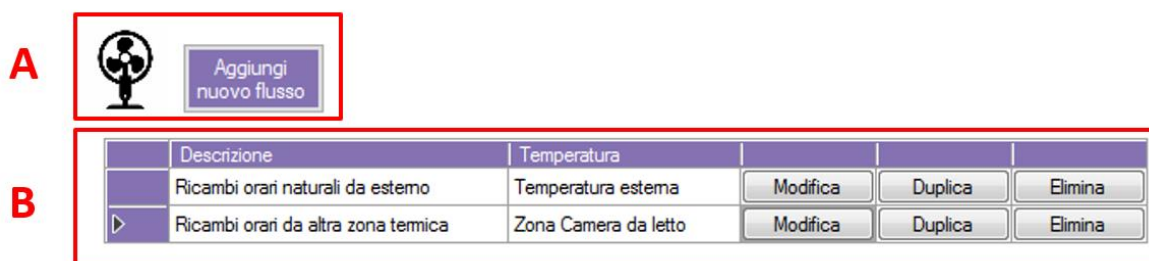
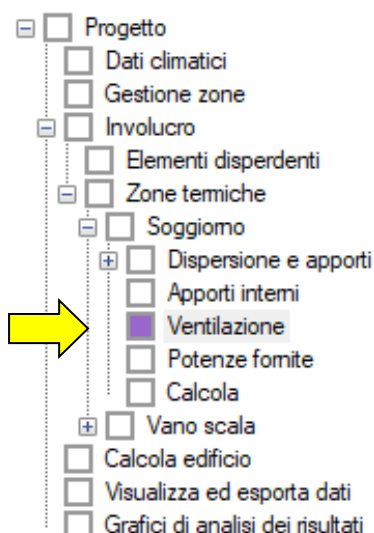
È possibile visualizzare il profilo descritto per mezzo del tasto "Visualizza". La visualizzazione in genere risulta più facile riducendo il periodo. Sull'asse della x è indicato il periodo e sull'asse delle y il valore del carico in W.

8. VENTILAZIONE

Il capitolo “Ventilazione” è presente per ogni zona termica descritta.

La grandezza descritta è una portata oraria e l’unità di misura è $[m^3/h]$ ovvero il numero di m^3 di aria immessa ogni ora.

La schermata consente l’inserimento dettagliato di flussi di aria (A) e la gestione dei flussi descritti (B).



(A) Inserimento flussi di aria

È possibile costruire profili orari di flussi di aria che entrano nella zona termica provenienti da:

- Esterno;
- altra zona termica (descritta in precedenza);
- da sistema di pre-riscaldamento/pre-raffrescamento.

In presenza di diverse tipologie di flusso si costruiscono diversi profili.

(B) Gestioni dei flussi

Una volta descritti i flussi in dettaglio è possibile modificarli, duplicarli o eliminarli dalla tabella di gestione dei flussi.

Origine del flusso d'aria

Descrizione: Ricambio orari naturali da esterno

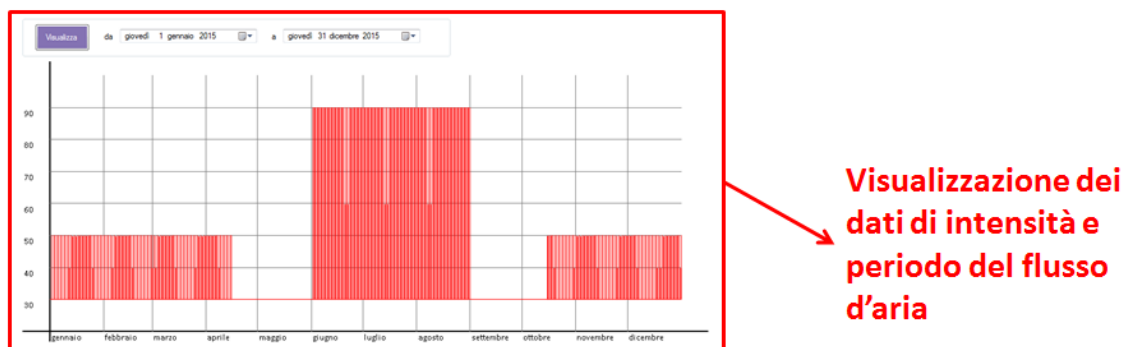
Portata d'aria di default: 30 m³/ora

Provenienza dell'aria: Esterno

Applicazione nuovo profilo

	Descrizione	Data inizio	Data fine	Giorni della settimana	Ora inizio	Ora fine	Portata d'aria (m³/ora)	Modifica	Duplica	Elimina
0	Apertura invernale serramenti sera	01/01/2015	15/04/2015	do, lu, ma, me, gi	20	21	50	Modifica	Duplica	Elimina
	Apertura invernale serramenti sera	15/10/2015	31/12/2015	do, lu, ma, me, gi	20	21	50	Modifica	Duplica	Elimina
	Apertura notturna estate	01/06/2015	31/08/2015	do, lu, ma, me, gi	20	23	90	Modifica	Duplica	Elimina

Dati di intensità e periodo del flusso d'aria



La logica di costruzione del profilo è identica a quella dei carichi interni descritti nella sezione (8).

Descrizione: Apertura invernale serramenti sera

Data inizio: giovedì 1 gennaio 2015 Data fine: mercoledì 15 aprile 2015

Giorni della settimana:

☒ lunedì ☒ martedì ☒ mercoledì ☒ giovedì ☒ venerdì

☒ sabato ☒ domenica ☐ Tutti i giorni

Ora inizio: 20 Ora fine: 21 Portata d'aria: 50 m³/ora

Dettaglio data inizio e fine

Dettaglio giorno della settimana

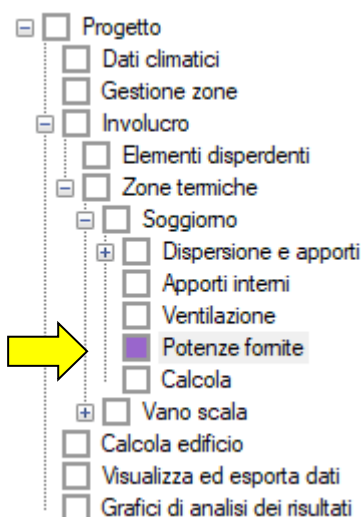
Dettaglio ora inizio e fine

Valore della portata oraria in m³/ora

Il software costruisce il profilo finale di portata oraria, nel caso si sovrapposizione di informazioni, iniziando dalla prima riga e costruendo il profilo aggiungendo le informazioni progressivamente. Per verificare la corretta costruzione del profilo è possibile visualizzarlo e successivamente esportarlo in formato .xls.

9. POTENZE FORNITE

La schermata raccoglie le informazioni per la gestione delle potenze nominali del servizio di riscaldamento e raffrescamento. Il valore della potenza inserita rappresenta la potenza massima disponibile per la simulazione energetica. Questo valore può essere nullo, costante o con un profilo orario variabile come indicato di seguito.



A

Riscaldamento Raffrescamento

Potenza nominale per raffrescamento 3 kW

Aggiungi nuovo profilo

Terminali di emissione Altro

Frazione convettiva 0,4

B

Descrizione	Data inizio	Data fine	Giorni della settimana	Ora inizio	Ora fine	Potenza [kW]			
Giorni feriali 0-13	01/01/2015	31/12/2015	lu, ma, me, gio, ve	0	13	3	Modifica	Duplica	Elimina
Giorni feriali 0-13	01/01/2015	31/12/2015	lu, ma, me, gio, ve	13	24	2	Modifica	Duplica	Elimina
Giorni festivi	01/01/2015	31/12/2015	do, sa	0	24	0	Modifica	Duplica	Elimina

C

Visualizza

da sabato 1 agosto 2015 a martedì 1 settembre 2015

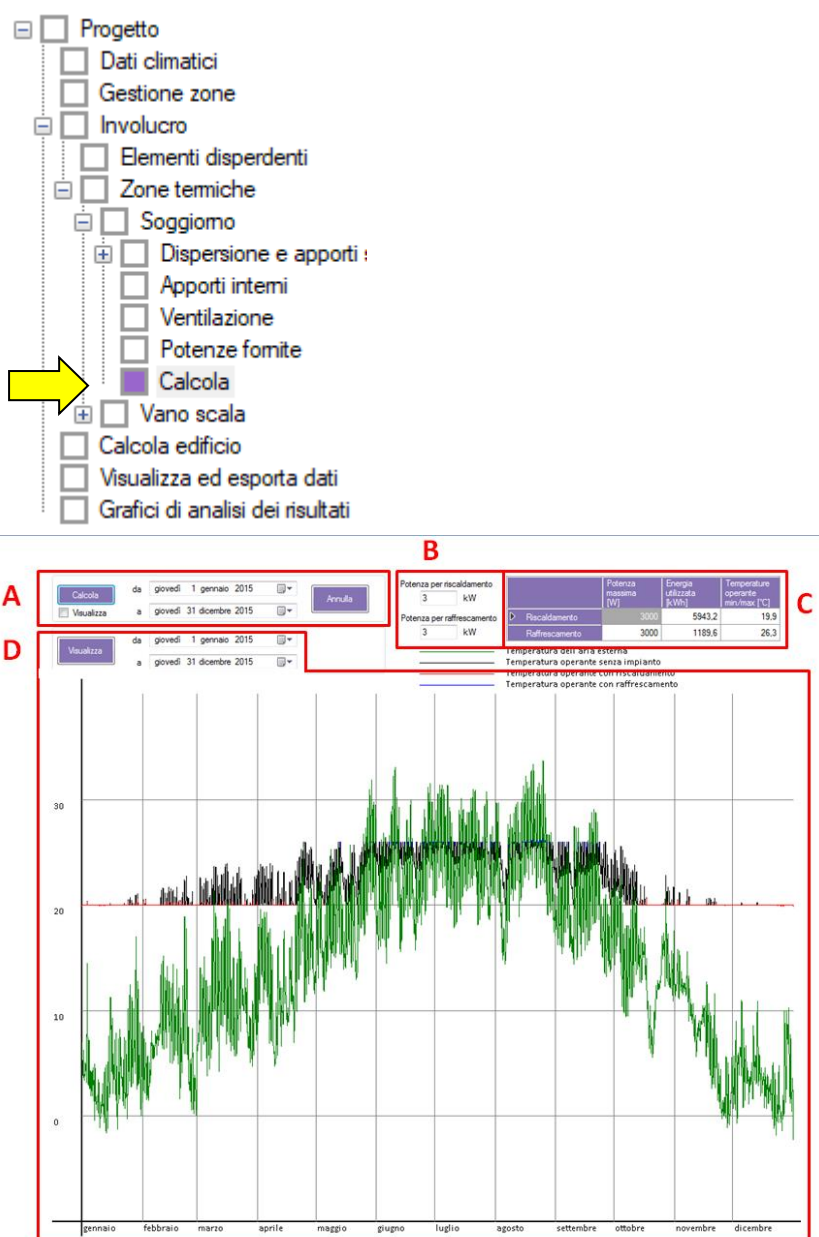
La potenza fornita per i servizi di riscaldamento e raffrescamento può essere definita in 3 modi:

- 1- **Potenza nulla.** Se si inserisce il valore di 0 kW (A), la simulazione energetica non considererà l'attivazione degli impianti, ovvero verrà lanciata una simulazione in *free running*. Questa opzione è interessante per verificare l'andamento delle temperature operante all'interno delle zone termiche e analizzare le condizioni di comfort (soprattutto estive) in assenza di impianti.
- 2- **Potenza costante.** Con l'inserimento di un valore di potenza nella casella "Potenza nominale per riscaldamento" o "Potenza nominale per raffrescamento" (A) si attribuisce la potenza massima disponibile per il servizio considerato. In questo caso la simulazione considererà l'attivazione di un impianto per soddisfare la temperatura di *set point* impostata nella zona termica. L'impianto è considerato sempre capace di modulare la propria potenza tra 0 e il valore inserito dall'utente.
In questo caso è bene definire anche la tipologia del terminale di emissione (B) per identificare la **frazione convettiva** della potenza, ovvero la percentuale di potenza che interagisce per convezione con l'aria della zona termica.
La **frazione non convettiva** invece rappresenta la percentuale di potenza che interagisce per radiazione con le superfici delle strutture che delimitano la zona termica.
- 3- **Potenza con profilo orario definito.** Attraverso il comando "Aggiungi nuovo profilo" (B) si attiva la finestra per la creazione di un profilo orario della potenza massima disponibile (C). Il profilo orario può essere salvato in archivio ed è visualizzato nel grafico riportato nella parte bassa della schermata.

10. CALCOLO ZONA TERMICA

Il capitolo “Calcolo” è presente per ogni zona termica descritta. La parte è dedicata allo studio della singola zona termica. Nel caso questa non abbia “rapporti” con le altre zone termiche e quindi non abbia superfici in comune e/o non abbia degli scambi di aria con altre zone termiche, i risultati che si ottengono si possono ritenere completi. Se invece la zona termica oggetto di studio ha delle relazioni con altre zone termiche descritte, i risultati di questo capitolo sono parziali.

La schermata consente di indicare il periodo di calcolo e di avviare il motore di calcolo (A), di indicare la presenza di impianti di riscaldamento o raffreddamento specificando la potenza massima erogabile/sottraibile alla zona termica (B) e infine di visualizzare i risultati in forma numerica complessiva (C). Il grafico mostra la temperatura operante in riferimento all'esterna (D).



(A) Avviare il motore di calcolo

Il tasto “Calcola” avvia il motore di calcolo con le informazioni prodotte in precedenza nelle altre sezioni e con quelle presenti in questa schermata:

- periodo di inizio e fine calcolo (in default un intero anno);
- valore di potenza per il riscaldamento se presente l'impianto;
- valore di potenza di raffrescamento se presente l'impianto.

Spuntando “Visualizza” è possibile “vedere” lo svolgimento del calcolo orario nel grafico sottostante. La visualizzazione rende molto più lenta l'elaborazione del risultato.

(B) Definizione presenza impianti

È possibile indicare in questo punto la presenza di un impianto di riscaldamento o di raffrescamento sintetizzata in un valore di potenza in kW. Il motore di calcolo valuta ogni ora la temperatura operante e, in relazione alle temperature di set point indicate nella descrizione della zona termica, valuta la potenza che può essere erogata per raggiungere il set point. Se la potenza dell'impianto è sufficiente raggiunge il set point e calcola la quantità di energia erogata/sottratta in quell'ora di calcolo. Nel caso la potenza fosse inferiore a quella necessaria, il set point non viene raggiunto.

Se la zona termica è priva di impianti la potenza viene lasciata a zero e il motore di calcolo realizzerà una valutazione “ad andamento libero” della temperatura operante senza risultati energetici.

(C) Risultati numerici

I risultati presenti in questa tabella sono significativi se la zona termica è dotata di impianto. È possibile infatti visualizzare alla fine del calcolo:

- il valore di “Potenza massima” impiegata in W.
Le informazioni relative a questo dato sono due:
 - è sufficiente o meno la potenza di progetto;
 - il valore di fabbisogno energetico è completo o meno.
- il valore di “Energia utilizzata” in kWh rappresenta il fabbisogno energetico utile della zona termica per il riscaldamento e per il raffrescamento (energia sensibile) ovvero il valore di $Q_{H,nd}$ e $Q_{C,nd}$ delle UNI TS 11300;
- il valore di “Temperatura operante min/max” in °C. Nel caso di presenza di impianti con potenza adeguata è un dato di controllo dei set point impostati in precedenza. In assenza di impianti o con potenze non sufficienti è un primo dato preliminare del comportamento della zona termica.

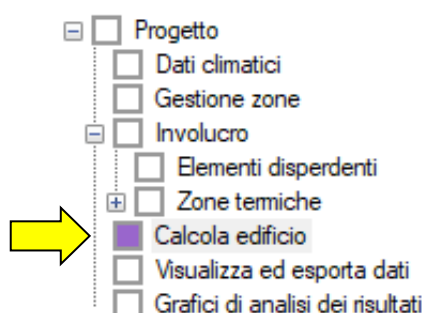
(D) Visualizzazione grafica

Completato il calcolo è possibile visualizzare preliminarmente i risultati della zona termica confrontando il valore di temperatura operante (in nero) con quelli dell'aria esterna (in verde).

Se è presente un impianto l'impiego dell'impianto per il riscaldamento è evidenziato in rosso e per il raffrescamento in blu. È possibile visualizzare un anno fino a un livello di dettaglio di un solo giorno.

11. CALCOLO DELL'EDIFICIO

Il capitolo “Calcolo edificio” è successivo alla completa descrizione di tutte le zone termiche. La sezione è dedicata alla descrizione del periodo di calcolo (B) con indicate le potenze massime disponibili per le diverse zone termiche (C). Una volta descritti questi parametri è possibile avviare il calcolo (A) e verificare i principali risultati energetici e di temperature di set point (D).



A **B**

Calcola da giovedì 1 gennaio 2015 a giovedì 31 dicembre 2015 Annulla

☒ Visualizza

D

Zone termiche	Riscaldamento				Raffrescamento			
	Potenza nominale [kW]	Potenza massima impiegata [W]	Energia utilizzata [kWh]	Temperatura operante minima [°C]	Potenza nominale [kW]	Potenza massima impiegata [W]	Energia utilizzata [kWh]	Temperatura operante massima [°C]
Soggiorno	6	2797	4282.9	20	5	4168	2715.0	26.0
Stanza da letto	2	588	1426.1	20	2.5	780	161.8	26.0

C **C**

(A) Avviare il motore di calcolo

Il tasto “Calcola” avvia il motore di calcolo con le informazioni prodotte in precedenza nelle altre sezioni e con quelle presenti di:

- periodo di inizio e fine calcolo (in default un intero anno);
- valore di potenza per il riscaldamento se presente l'impianto;
- valore di potenza di raffrescamento se presente l'impianto.

Spuntando “Visualizza” è possibile “vedere” lo svolgimento del calcolo orario nei numeri della tabella.

(B) Determina il periodo temporale oggetto di calcolo

In questa sezione si determina il periodo di calcolo: tutto l'anno o un periodo dell'anno. Il periodo minimo oggetto di studio è il giorno.

(C) Determina presenza e potenza impianti

È possibile indicare in questo punto la presenza di un impianto di riscaldamento o di raffrescamento sintetizzata in un valore di potenza in kW. Il motore di calcolo valuta ogni ora la temperatura operante e, in relazione alle temperature di set point indicate nella descrizione della zona termica, valuta la potenza che può essere erogata per raggiungere il set point. Se la potenza dell'impianto è sufficiente raggiunge il set point e calcola la quantità di energia erogata/sottratta in quell'ora di calcolo. Nel caso la potenza fosse inferiore a quella necessaria, il set point non viene raggiunto.

Se la zona termica è priva di impianti la potenza viene lasciata a zero e il motore di calcolo realizzerà una valutazione “ad andamento libero” della temperatura operante senza risultati energetici.

(D) Risultati numerici

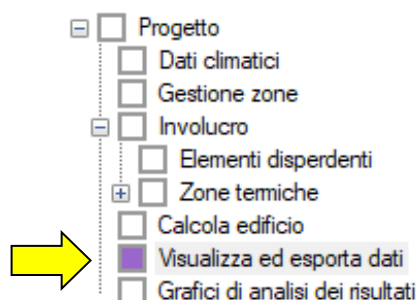
I risultati presenti in questa tabella sono significativi se la zona termica è dotata di impianto.

È possibile infatti visualizzare alla fine del calcolo:

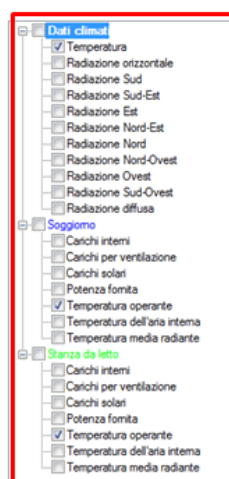
- il valore di “Potenza massima” impiegata in W.
Le informazioni relative a questo dato sono due:
 - è sufficiente o meno la potenza di progetto;
 - il valore di fabbisogno energetico è completo o meno.
- il valore di “Energia utilizzata” in kWh rappresenta il fabbisogno energetico utile della zona termica per il riscaldamento e per il raffrescamento (energia sensibile) ovvero il valore di $Q_{H,nd}$ e $Q_{C,nd}$ delle UNI TS 11300;
- il valore di “Temperatura operante min/max” in °C. Nel caso di presenza di impianti con potenza adeguata è un dato di controllo dei set point impostati in precedenza. In assenza di impianti o con potenze non sufficienti è un primo dato preliminare del comportamento della zona termica.

12. VISUALIZZA ED ESPORTA DATI

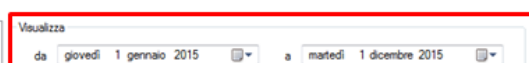
Il capitolo “Visualizza ed esporta i dati” è alla fine del diagramma ad albero. La sezione è dedicata allo studio dei risultati e all’esportazione degli stessi. È possibile scegliere i dati specifici da visualizzare e/o esportare (A), il periodo oggetto di analisi (B) e il tipo di risultato (C). Operate queste scelte il tutto viene visualizzato in forma grafica (D) e reso esportabile in formato .xls (E).



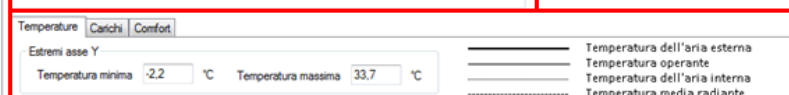
A



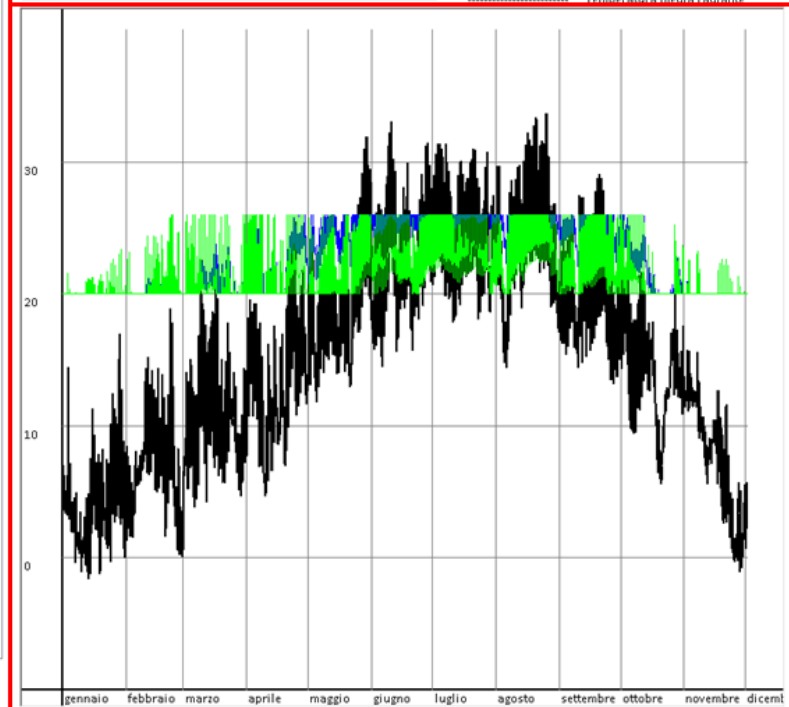
B



C



D



E



(A) Scelta dei dati da visualizzare e/o esportare

I dati da visualizzare e/o esportare sono di due tipologie:

- dati relativi al contesto climatico;
- dati della zona termica.

In riferimento ai dati climatici l'unico dato visualizzabile è quello della temperatura dell'aria esterna. Gli altri dati, se selezionati, verranno solo esportati. Se si vogliono visualizzare è necessario tornare alla sezione "Dati climatici".

I dati delle zone termiche sono tutti visualizzabili ed esportabili e si dividono nelle seguenti categorie:

- carichi in W
- temperatura in °C

Tutti i dati selezionati saranno oggetto di esportazione.

(B) Determina il periodo temporale oggetto di visualizzazione

Il calcolo d'edificio è stato realizzato nella sezione precedente. In questa sezione è possibile visualizzare i risultati di tutto l'anno o di un periodo dell'anno. Il periodo minimo oggetto di studio è il giorno. In relazione al periodo scelto verranno visualizzati graficamente i risultati di temperatura, carichi o comfort.

(C) Determina il tipo di risultato

Sulla base dei calcoli realizzati si possono analizzare in determinati periodi diversi tipi di risultato per tutte le zone termiche studiate e descritte:

- **temperature:** è possibile visualizzare in relazione alla temperatura dell'aria esterna, l'andamento della temperatura operante, dell'aria e media radiante della zona termica;
- **carichi:** è possibile visualizzare i carichi interni, i carichi dovuti alla ventilazione, i carichi dovuto all'energia solare e quelli derivanti dal funzionamento dell'impianto. La trasmissione di energia e l'inerzia non sono invece direttamente visualizzabili;
- **comfort:** è possibile visualizzare il grafico dei risultati di comfort adattivo nel periodo selezionato in relazione alla zona termica e alla categoria (I, II o III) di comfort scelta; in relazione al periodo e alla categoria di comfort vengono evidenziate il numero di ore soddisfatte sul totale.

(D) Anteprima grafica dei risultati

In relazione al periodo indicato e al tipo di risultati scelti vengono mostrati i grafici dei risultati.

(E) Esportazione dei risultati

Il tasto "Esporta" consente di salvare in formato .xls i risultati di calcolo selezionati nel punto (A).

Nel file le righe corrispondono alle ore del periodo scelto (8760 se il periodo è di un anno) e le colonne ai risultati selezionati. Nella prima riga è presente il titolo e l'unità di misura.

L'esportazione è un processo lento, è quindi opportuno scegliere i dati significativi.

13. GRAFICI DI ANALISI DEI RISULTATI

La pagina presenta una serie di modalità di elaborazione dei risultati già preimpostate basate sull'analisi del comfort adattivo, sullo studio della firma energetica, sulla distribuzione d'uso della potenza richiesta e sull'aggregazione mensile dei fabbisogni di riscaldamento e raffrescamento.



(A) Visualizza

Da questi comandi si può definire l'intervallo di tempo della simulazione da visualizzare. L'impostazione di default è dal 1° gennaio al 31 dicembre.

(B) Grafici pre-impostati

Attraverso le schede del menu si accede ai grafici pre-impostati da ICARO. Si tratta di: comfort, firma energetica, uso della potenza disponibile, risultati mensili – riscaldamento, risultati mensili – raffrescamento, risultati mensili – totale.

(C) Zona termica

I grafici mostrati riguardano i risultati della zona termica selezionata. Per i grafici del comfort e della firma energetica è possibile visualizzare più zone termiche contemporaneamente.

14. ESEMPI DI ANALISI DEI RISULTATI

In tema di analisi dei risultati di una simulazione energetica dinamica, e in attesa di conoscere eventuali nuovi riferimenti legislativi o normativi sull'argomento, ad oggi abbiamo a che fare con un mondo molto ampio e ancora poco esplorato.

La mole di informazioni infatti potenzialmente disponibile a valle di una simulazione dinamica oraria è molto più estesa di quella a cui siamo abituati oggi con un'analisi classica semi-stazionaria mensile. Basti pensare al solo cambio di paradigma temporale: si passa da 12 a 8760 valori per ogni parametro simulato.

Inoltre i risultati possono riguardare, oltre al bilancio della zona termica, anche tutti i singoli nodi del modello di calcolo, e ad esempio possiamo conoscere:

- la temperatura dell'aria all'interno degli ambienti,
- la temperatura superficiale delle strutture che costituiscono l'involucro,
- i carichi interni legati all'utilizzo dell'edificio,
- i carichi per ventilazione sulla base dei ricambi d'aria e delle condizioni climatiche,
- i carichi solari sulle strutture opache e trasparenti,
- la potenza richiesta per i servizi di riscaldamento e raffrescamento.

E da questi dati possiamo calcolare anche:

- la temperatura media radiante,
- la temperatura operante interna,
- i carichi di trasmissione attraverso l'involucro.

Da queste considerazioni ne consegue che la difficoltà nella gestione di una simulazione energetica dinamica oraria non sta tanto nella definizione dei dati in ingresso, ma nella capacità di lettura dei risultati in uscita. In altri termini un bravo simulatore energetico "sa" quali dati leggere per capire il modello creato e "sa" come rappresentare le informazioni ottenute per comunicare i risultati nel modo più efficace.

Consideriamo quanto oggi ottenuto con ICARO come un "cantiere aperto": il lavoro di ottimizzazione continua in accompagnamento all'esperienza da maturare e all'evoluzione del quadro legislativo/normativo.

Nelle immagini che seguono presentiamo alcuni esempi di grafici ottenuti con ICARO commentati.

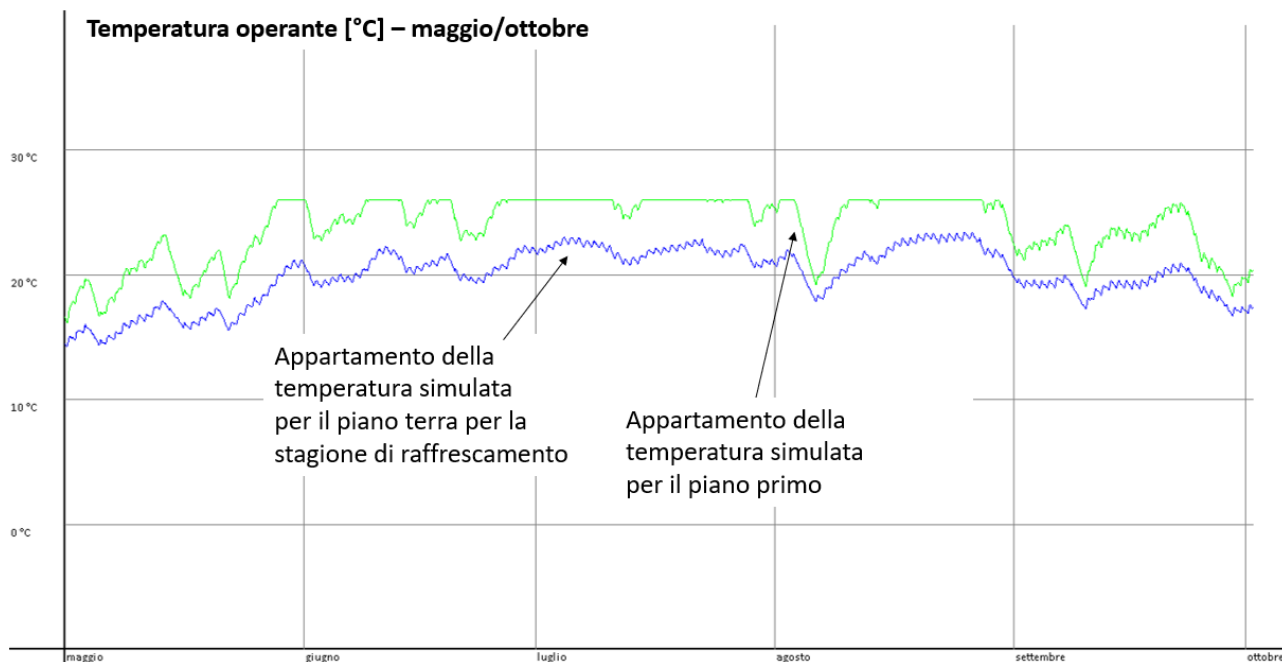


Figura 14.1: andamento della temperatura operante da maggio a ottobre per due zone termiche (in questo caso piano terra e piano primo). La temperatura operante rappresenta la temperatura percepita da un utente all'interno dell'ambiente simulato. Per verificare se questi valori sono considerabili confortevoli, l'analisi può essere abbinata allo studio del comfort adattivo (vd. Figura 14.6).

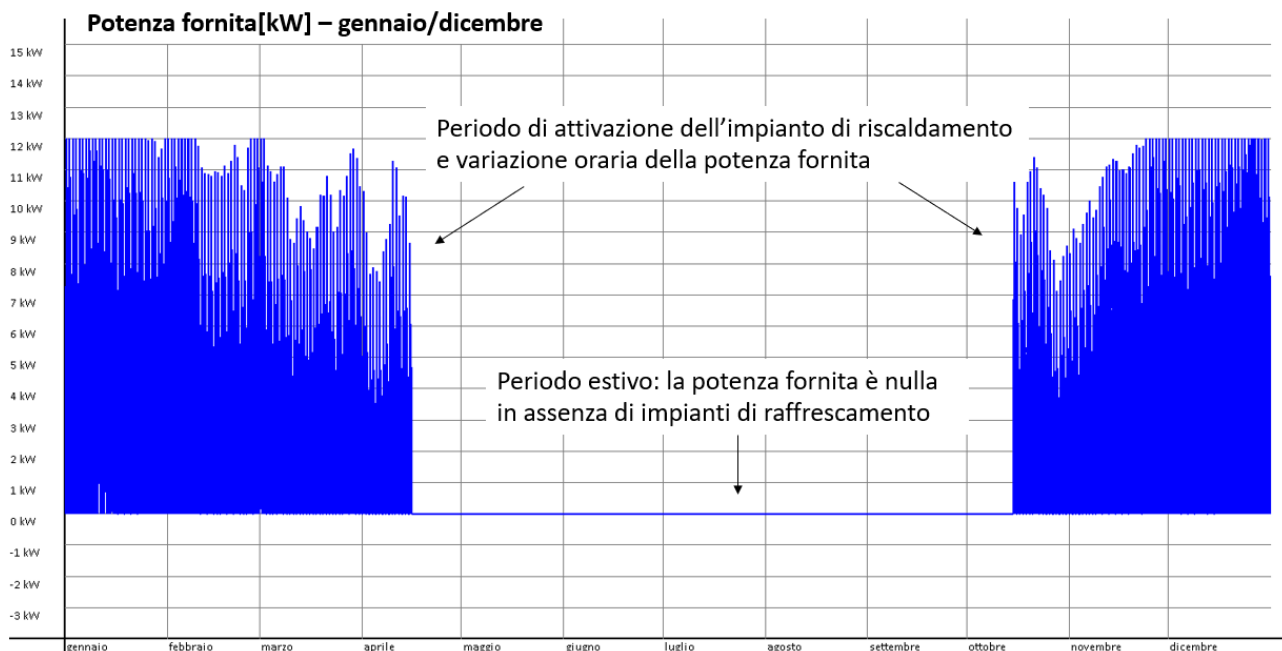


Figura 14.2: andamento annuale della potenza fornita alla zona termica. In questo caso la potenza si attiva durante la stagione di riscaldamento fino a un massimo di 12 kW, mentre è nulla durante il periodo estivo perché non è stato simulato l'impianto di raffrescamento.

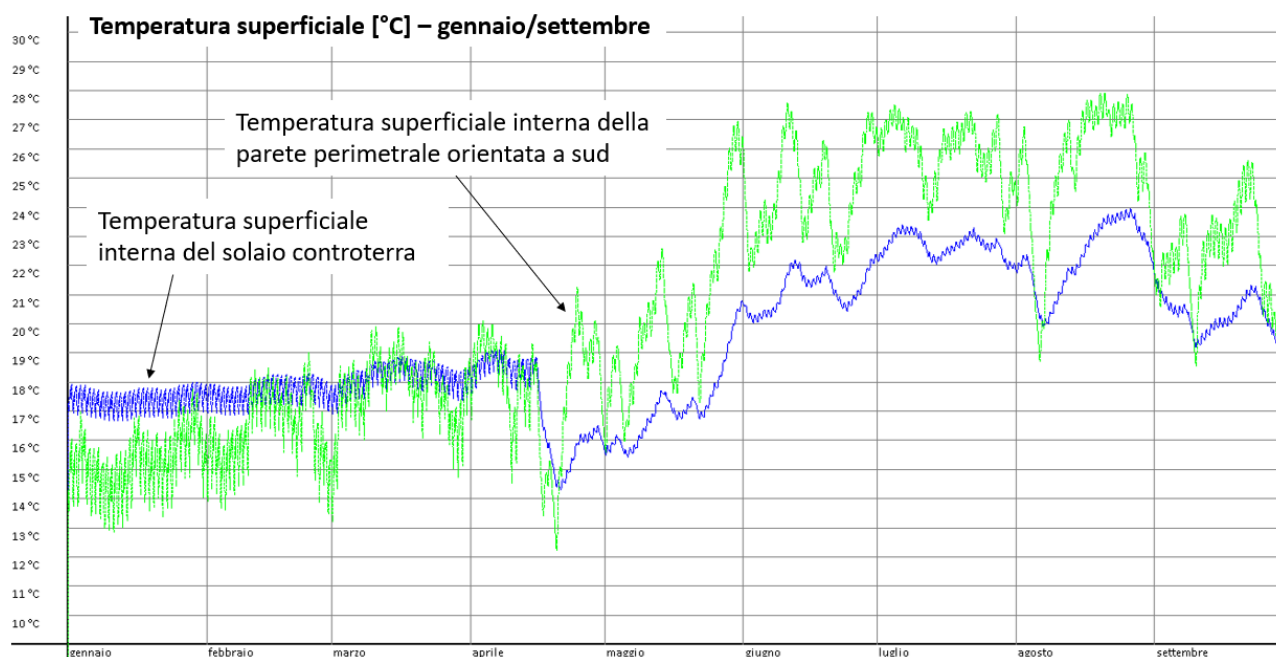


Figura 14.3: confronto della temperatura superficiale interna della parete sud (in verde) e del solaio controterra (in blu). L'andamento evidenzia lo smorzamento termico del terreno sul solaio e la forte l'oscillazione giornaliera sulla parete perimetrale.

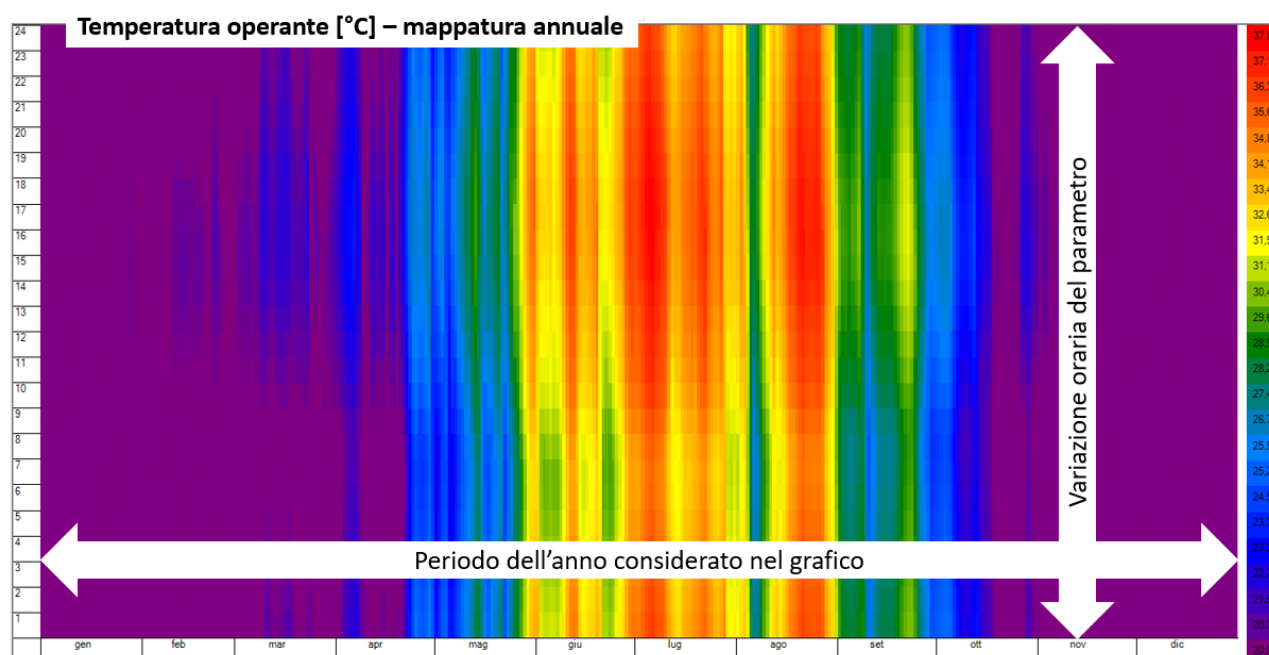


Figura 14.4: mappatura annuale della temperatura operante interna. Ogni giorno è rappresentato da 24 celle impilate in colonna. Il risultato è una sorta di mosaico, dove le tessere rappresentano la variazione della temperatura operante ora per ora (asse verticale) e giorno per giorno (asse orizzontale). Questo tipo di rappresentazione aiuta a identificare a colpo d'occhio la distribuzione del parametro nell'anno.

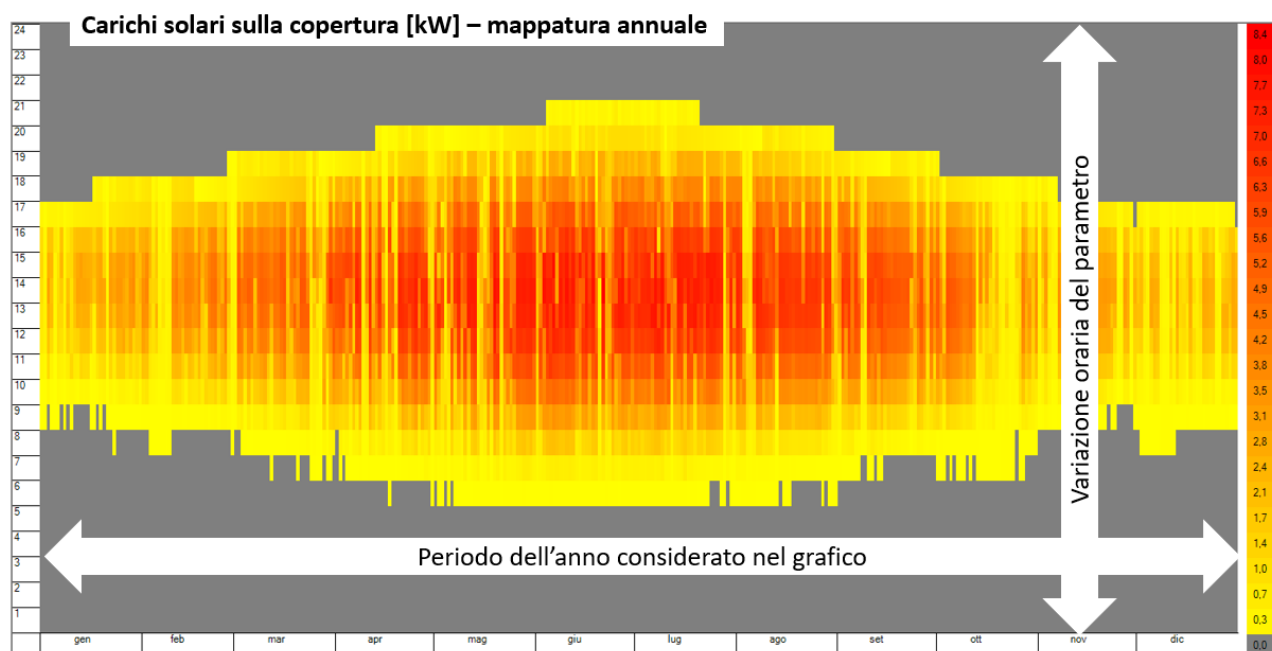


Figura 14.5: mappatura annuale dei carichi solari sulla copertura. In grigio le ore dell'anno senza radiazione (ore notturne), mentre in giallo e rosso la distribuzione della potenza assorbita attraverso l'elemento di copertura.

Analisi del comfort adattivo – maggio/agosto

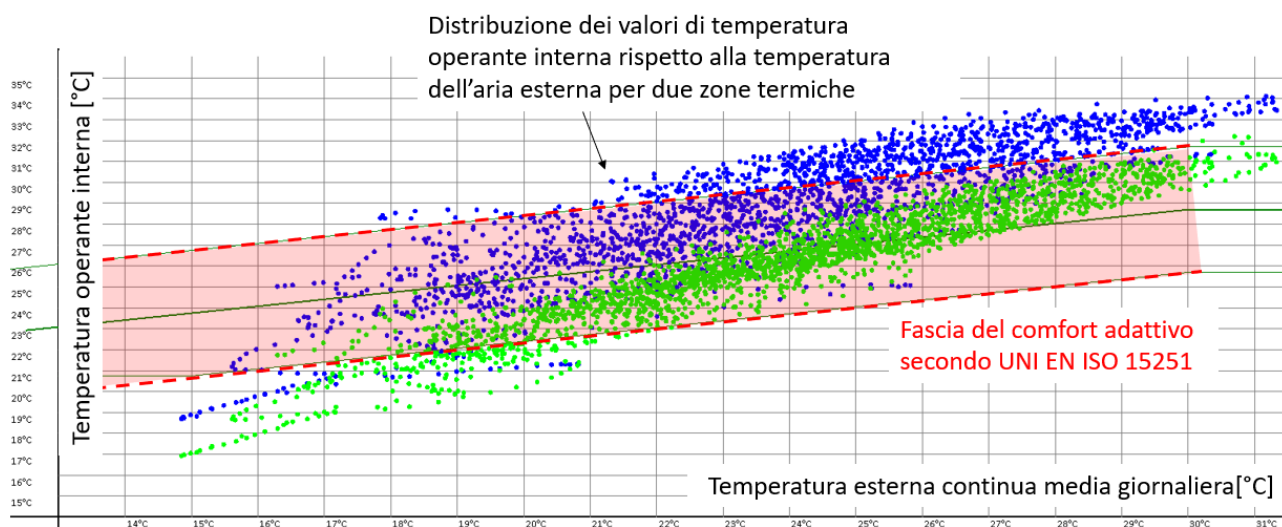


Figura 14.6: analisi del comfort adattivo. Il grafico mostra la fascia di comfort definita dalla norma UNI EN ISO 15251 assieme alla nuvola di valori simulati (in questo caso per due zone termiche – in blu e verde). Questa analisi è efficace per studiare il progetto estivo in condizioni *free running*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

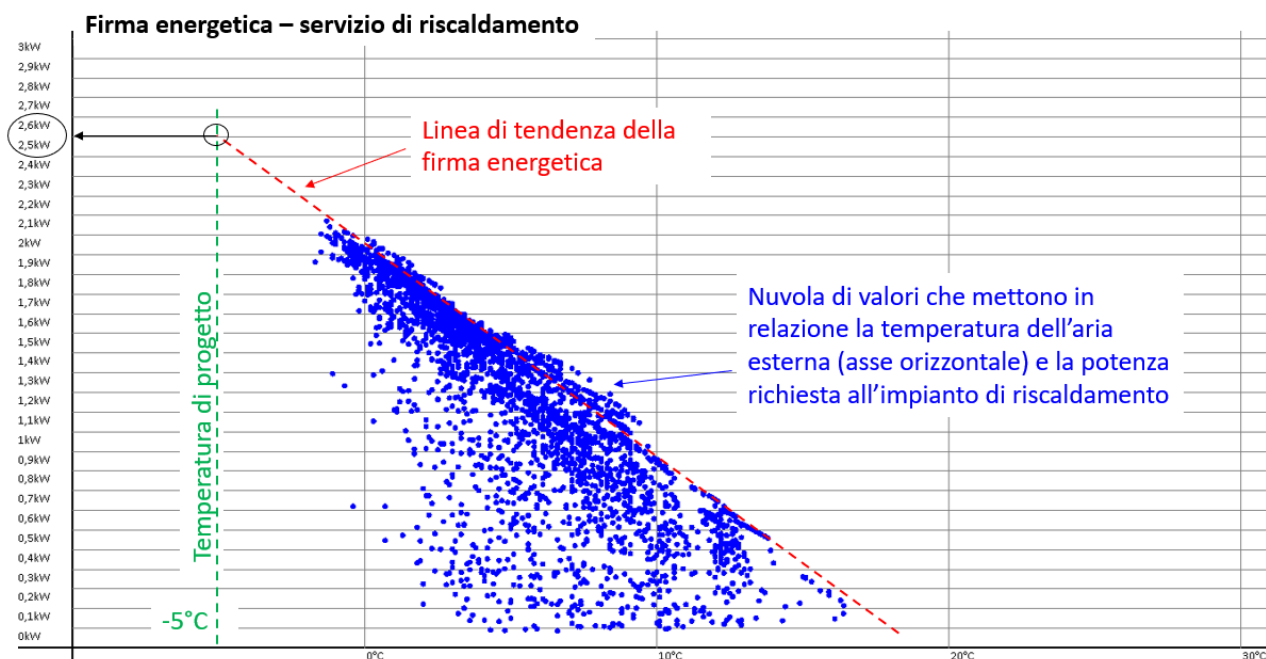


Figura 14.7: firma energetica. Il grafico mostra la potenza richiesta per il servizio di riscaldamento in base alla temperatura dell'aria esterna. Dalla nuvola dei risultati è possibile estrapolare una linea di tendenza e verificare la richiesta in condizioni di progetto (nel caso mostrato a -5°C).

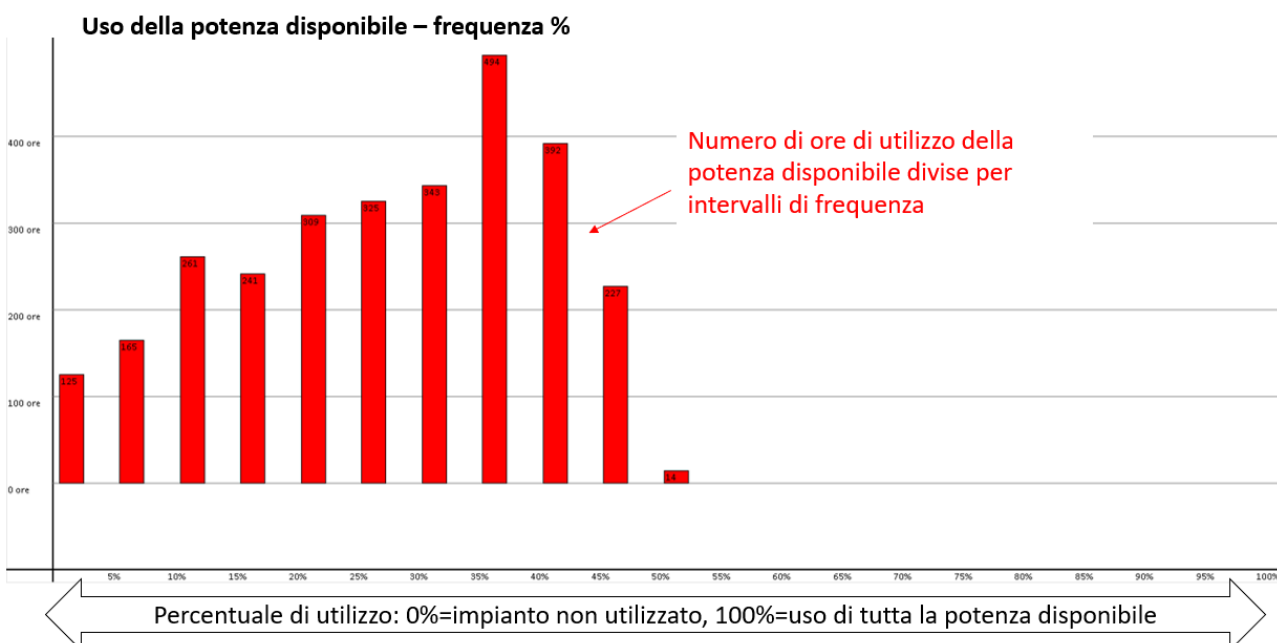


Figura 14.8: uso della potenza disponibile. Le colonne rappresentano il numero di ore in cui è richiesta una certa potenza dall'impianto (rappresentata in % rispetto al totale disponibile). Dal grafico è possibile analizzare il dimensionamento impiantistico e la modulazione prevalente per il servizio mostrato (in questo caso il servizio di riscaldamento).

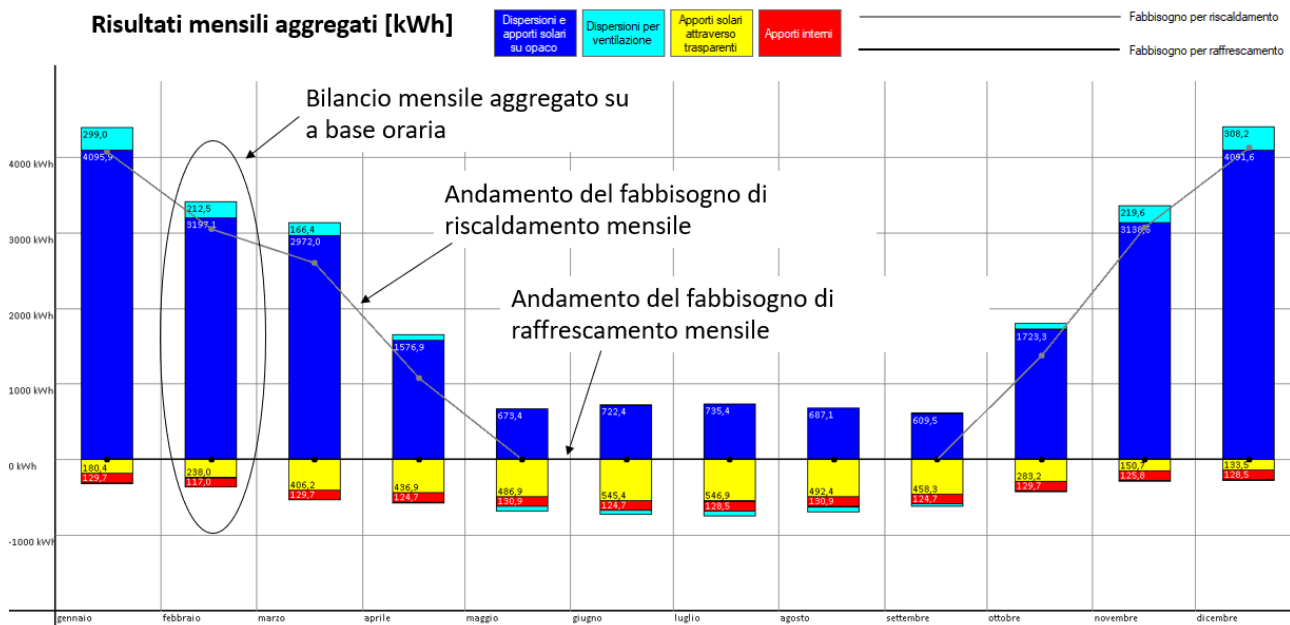


Figura 14.9: risultati mensili aggregati. Per ogni mese sono mostrati i valori totali dei fabbisogni di riscaldamento e raffrescamento (rispettivamente con la linea grigia e nera) e la composizione del bilancio energetico d'involucro suddiviso in: dispersioni e apporti solari sull'opaco (blu), dispersioni per ventilazione (azzurro), apporti solari attraverso le strutture trasparenti (giallo) e apporti interni (rosso).