



POLITECNICO DI TORINO

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA ENERGETICA

Progettazione e gestione di impianti energetici

TESI DI LAUREA MAGISTRALE

Utilizzo del software di modellazione energetica Edilclima nella riqualificazione energetica degli edifici e la sua applicazione pratica attraverso casi studio.

Relatore

Prof. Davide Papurello

Correlatore

Ing. Antonello Tatti

Candidato

Alessandro Arrobbio s291319

ANNO ACCADEMICO 2022-2023

Sommario

ABSTRACT	3
INTRODUZIONE.....	4
SOFTWARE EDILCLIMA EC700	5
METODO DI CALCOLO UTILIZZATO DAL SOFTWARE EDILCLIMA	6
OUTPUT DEL PROGRAMMA.....	7
DESCRIZIONE INTERFACCIA UTENTE	8
DATI GENERALI	9
COMPONENTI INVOLUCRO.....	12
INPUT GRAFICO	19
ZONE / LOCALI CLIMATIZZATI.....	21
LA VENTILAZIONE MECCANICA, NATURALE E IL COMFORT TERMICO	23
VENTILAZIONE NATURALE	23
EFFETTO CAMINO	24
VENTILAZIONE MECCANICA CONTROLLATA.....	25
VENTILAZIONE MECCANICA CONTROLLATA A RECUPERO DI ENERGIA	25
SISTEMI DI VENTILAZIONE MECCANICA CONTROLLATA A SINGOLO FLUSSO E A DOPPIO FLUSSO	26
PRO E CONTRO DELLA VENTILAZIONE MECCANICA.....	27
IMPIANTI.....	28
RISULTATI FABBRICATO	43
ENERGIA INVERNALE	47
ENERGIA ESTIVA	51
RISULTATI ENERGIA PRIMARIA.....	53
ALTRI CALCOLI	66
VERIFICHE DI LEGGE	68
RELAZIONE TECNICA.....	70
ALLEGATI LEGGE 10	73
ATTESTATI ENERGETICI.....	78
INTERVENTI MIGLIORATIVI.....	81
INCENTIVI FISCALI	83
NORMATIVE.....	84
SUPERBONUS 110.....	84
DPR 412/93 ART.2	85
DPR 412/93 ART. 3. CLASSIFICAZIONE GENERALE DEGLI EDIFICI PER CATEGORIE.	87
DM 26/06/2015 (REQUISITI MINIMI)	89
DECRETO LEGISLATIVO 8 NOVEMBRE 2021, N. 199.....	90

RELAZIONE TECNICA EX LEGGE 10.....	91
CASI STUDIO AFFRONTATI:	93
SERRA SOLARE	93
SERRA A GUADAGNO DIRETTO.....	93
SERRA A SCAMBIO CONVETTIVO.....	94
SERRA A SCAMBIO RADIANTE	94
PARTE ENERGETICA	99
GUADAGNI SERRA SOLARE	100
AGRITURISMO BALDISSERO TORINESE.....	101
SUPERBONUS 110 VIA INVORIO TORINO	105
BONUS TENDE DA SOLE:	117
BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA	119
INDICE FIGURE:.....	120

ABSTRACT

Nel presente lavoro di tesi si è trattato come primo argomento il software Edilclima EC700 per la simulazione dinamica degli edifici, spiegandone il funzionamento in modo procedurale, andando ad analizzare ogni aspetto del programma e spiegando approfonditamente tutti gli input richiesti dallo stesso e commentando gli output forniti.

Successivamente vengono trattati e discussi i vari documenti che possono essere redatti grazie all'utilizzo del software come l'attestato di prestazione energetica e la ex legge 10, i quali vengono analizzati nel contenuto e negli aspetti normativi andando a commentare gli aspetti più tecnici e i riferimenti normativi contenuti nelle stesse.

Dopodiché verranno esposte e commentate le normative di riferimento come il DPR 412/93, il D interm. 26/06/15 (DM requisiti minimi) ed il Superbonus 110, che sono state utilizzate come riferimento per la fase di progetto. Le leggi verranno spiegate e commentate, in riferimento all'aspetto utilizzato nella progettazione.

Infine verranno analizzati alcuni casi studio trattati durante l'esperienza nell'ufficio: la serra solare realizzata per la riduzione dei consumi, l'agriturismo a Baldissero Torinese per il quale è stato realizzato l'impianto termosanitario ed il progetto per l'ottenimento del Superbonus 110% realizzato nel condominio in via Invorio a Torino, per il quale vengono analizzate tutte le pratiche prodotte per ottenere il suddetto bonus, come attestato di prestazione energetica ante e post intervento e le pratiche per l'asseverazione sul portale ENEA.

Attraverso l'utilizzo dei disegni in CAD verranno visualizzati gli schemi funzionali progettati, verranno spiegate e commentate le scelte tecniche adottate nei vari casi.

INTRODUZIONE

Nel mondo della progettazione energetica un aspetto fondamentale è quello della simulazione dell'edificio, un corretto calcolo dei consumi può portare a grandi risparmi economici ed energetici, se l'edificio viene isolato in modo corretto grazie a un'oculata scelta del materiale e alla correzione dei ponti termici. Inoltre se per la generazione del calore si prevede una caldaia o pompa di calore che debba soddisfare fabbisogni minori e per esempio installare radiatori che contino meno elementi oppure fancoil meno potenti è possibile ottenere un ulteriore risparmio.

Dato l'aspetto di importanza sempre crescente che sta assumendo il risparmio energetico, inteso come uso dell'energia e dei materiali ed inoltre l'emissione di CO₂, cercare di simulare in modo preciso il consumo di energia permette di non sovradimensionare i generatori di calore, infatti per affrontare l'emergenza climatica sono necessari cambiamenti profondi nei sistemi economici produttivi, la transizione ecologica sostiene l'introduzione di tecnologie e investimenti per rendere i nuovi modelli di sviluppo sostenibili e resilienti nel tempo. Per raggiungere questi obiettivi un primo passo fondamentale è il reindirizzamento delle politiche locali e globali per introdurre e guidare quei cambiamenti sostenuti dalla transizione, come la progressiva sostituzione di energia proveniente da fonti fossili con energia da fonti rinnovabili e anche l'aumento dell'efficienza energetica, l'adozione di sistemi a base zero emissioni per la mobilità di persone e merci, la scelta di modelli circolari di produzione e consumo.

Inizialmente nella trattazione si procederà alla descrizione del software Edilclima: si analizza dapprima il metodo di calcolo utilizzato dal programma e successivamente si discuteranno gli input richiesti ed i vari output del programma, nonché i loro utilizzi.

Inoltre è fondamentale conoscere le normative vigenti per la redazione dei documenti necessari per legge, in quanto non solo forniscono un metodo univoco per la trattazione del problema ma sono anche pratiche necessarie per gli edifici che devono essere prodotte e rispettate per eseguire le opere a regola d'arte.

SOFTWARE EDILCLIMA EC700

Per la simulazione degli edifici si è scelto di usare il software commerciale Edilclima EC700 calcolo delle prestazioni energetiche degli edifici, che è uno dei programmi più utilizzati nell'ambito della progettazione energetica degli edifici negli studi tecnici. Il programma permette di inserire in input tutti i dati di un edificio, cominciando dalle informazioni riguardanti chi si occupa dello studio, l'ubicazione del edificio, la via ed il committente, grazie al luogo verrà quindi determinata la zona climatica e a carico dell'utente verrà scelto il regime normativo da adottare, si prosegue con i componenti dell'involucro, si immettono le varie stratigrafie delle pareti verticali, orizzontali e delle coperture, si inseriscono inoltre i serramenti con le loro relative dimensioni, nonché si caratterizzano i ponti termici in base a dove si trovano nella struttura e verso dove si affacciano, ad esempio all'esterno, su un ambiente riscaldato o non riscaldato.

Nella sezione input grafico si inserisce la planimetria dell'edificio che viene usata come base per disegnare l'involucro ed inserire le finestre e serramenti che precedentemente sono stati definiti.

Successivamente si definiscono le varie zone climatizzate ed eventuali serre / zone non climatizzate, si inserisce l'impianto termico che è stato deciso di adottare per la struttura esaminata ed il programma fornisce in output i risultati del fabbricato ed il consumo di energia primaria organizzato nei vari contributi, si prosegue con le verifiche di legge, la relazione tecnica ex legge 10, gli attestati energetici ed infine incentivi fiscali potenzialmente attuabili per l'edificio in questione.

METODO DI CALCOLO UTILIZZATO DAL SOFTWARE EDILCLIMA

Il metodo di calcolo adottato dal programma è fornito dal vigente quadro normativo, costituito dalle seguenti norme principali:

- UNI/TS 11300-1 "Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale" per il calcolo del fabbisogno di energia utile dell'edificio o della singola unità immobiliare.
- UNI/TS 11300-2 "Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria, per la ventilazione e per l'illuminazione" per il calcolo dei rendimenti del sistema di riscaldamento, per la determinazione del consumo per la produzione di acqua calda sanitaria, per il calcolo dei fabbisogni elettrici di ventilazione ed illuminazione.
- UNI/TS 11300-3 "Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva" per il calcolo dei rendimenti del sistema di raffrescamento dell'edificio o della singola unità immobiliare.
- UNI/TS 11300-4 "Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 4: Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria" per il calcolo del fabbisogno di energia primaria per la climatizzazione invernale e la produzione di acqua calda sanitaria nel caso vi siano sottosistemi di generazione che forniscono energia termica utile da energie rinnovabili o con metodi di generazione diversi dalla combustione a fiamma di combustibili fossili (trattati dalla UNI/TS 11300-2).
- UNI/TS 11300-5 "Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 5: Calcolo dell'energia primaria e dalla quota di energia da fonti rinnovabili".
- UNI/TS 11300-6 "Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 6: Determinazione del fabbisogno di energia per ascensori e scale mobili."
- UNI EN ISO 52016-1 "Prestazione energetica degli edifici - Fabbisogni energetici per riscaldamento e raffrescamento, temperature interne e carichi termici sensibili e latenti."

OUTPUT DEL PROGRAMMA

Per quanto riguarda gli output che si possono produrre si riporta dal manuale di istruzioni di Edilclima:

Il programma EC700 - Calcolo prestazioni energetiche degli edifici può essere utilizzato autonomamente e, grazie ad un'interfaccia semplice ed intuitiva, l'utente potrà inserire tutti i dati necessari per il calcolo di:

- potenza invernale, per il dimensionamento dell'impianto di riscaldamento secondo la norma UNI EN 12831;
- energia utile e primaria per il riscaldamento invernale, secondo le specifiche tecniche UNI/TS 11300-1:2014, UNI/TS 11300-2:2014 e UNI/TS 11300-4:2016;
- energia utile per il raffrescamento estivo, secondo la specifica tecnica UNI/TS 11300-1:2014;
- energia utile e primaria per la produzione di acqua calda sanitaria, secondo la specifica tecnica UNI/TS 11300-2:2014 e UNI/TS 11300-4:2016;
- energia primaria per la climatizzazione estiva, secondo la specifica tecnica UNI/TS 11300-3:2010;
- energia primaria per l'illuminazione artificiale degli ambienti, secondo UNI EN 15193 e UNI/TS 11300-2:2014;
- energia primaria per la ventilazione meccanica, secondo UNI/TS 11300-2:2014;
- energia primaria per il trasporto dovuta ad ascensori e scale mobili, secondo UNI/TS 11300-6:2016;
- energia primaria e quota di energia da fonti rinnovabili, secondo UNI/TS 11300-5:2016.

Il programma consente di effettuare il calcolo dinamico orario dei fabbisogni dell'edificio in conformità alla UNI EN ISO 52016-1.

L'input grafico integrato permette di disegnare l'edificio ed i locali, utilizzando come sfondo un disegno realizzato con altro CAD (in formato .DWG o .DXF) o importato tramite scanner (in formato .BMP).

Terminata la procedura di disegno grafico, vengono determinati in modo automatico l'area, l'orientamento delle superfici disperdenti ed i volumi di ciascun locale.

DESCRIZIONE INTERFACCIA UTENTE

Ora si procede alla descrizione dell'interfaccia del software: si espongono i dati richiesti, si chiariscono i dettagli tecnici e si spiegano e commentano gli output forniti dal programma.

All'apertura del software sulla sinistra dello schermo si trova un menu a tendina per la navigazione nelle varie sezioni, per la compilazione si inizia dalla prima scheda in alto e si prosegue a cascata compilando tutti i campi, si riporta l'immagine della Tab:

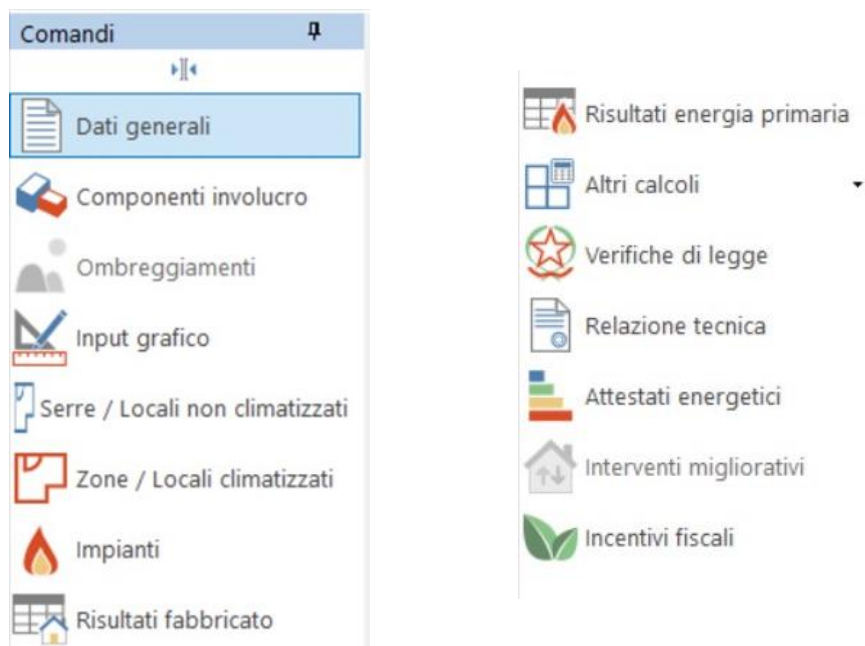


Figura 1: Menu a tendina per la navigazione del software Edilclima

DATI GENERALI

Nella prima sezione della tab, si trova la voce dati generali, nella sezione dati progetto, si riportano lo studio che esegue la progettazione, il luogo in cui si trova l'edificio e la destinazione d'uso dell'edificio secondo DPR 412/93, ovvero se è abitazione residenziale a carattere continuativo, saltuario oppure edificio adibito a uffici, ospedali, attività ricreative, sportive o industriali.

Nella sezione dati climatici, grazie all'ubicazione geografica dell'edificio, è possibile conoscere tutte le caratteristiche del clima della zona di interesse fornite dalla normativa UNI 10349 del 2016, come riportato nella figura seguente:

The screenshot displays the 'Dati climatici' section of the Edilclima software. It is organized into several functional areas:

- Regime normativo:** UNI 10349:2016 (selected) and UNI 10349:1994.
- Dati mensili / Dati geografici:** Comune: Chieri; Provincia: Torino; Distanza dal mare: > 40 km; Regione di vento: A; Direzione prevalente: NE; Velocità vento media: 1.40 m/s; Velocità vento max: 2.80 m/s. A map of Italy shows the location of Chieri.
- Dati invernali:** Stazione di rilevazione per: TO - Bauducchi; Temperatura: TO - Bauducchi; Irraggiamento: TO - Bauducchi; Ventosità: TO - Bauducchi; Temperatura esterna: -8,2 °C; Località di rif.: Torino; Variazione: 0,0 °C; Adottata: -8,2 °C; Periodo convenzionale riscaldamento: Zona climatica: E; Durata: 183 giorni; Dal giorno: 15 ottobre; Al giorno: 15 aprile.
- Dati estivi:** Località riferimento estiva: Torino; Temperatura bulbo secco: 31,0 °C; Temperatura bulbo umido: 22,7 °C; Umidità relativa: 50,0 %; Umidità assoluta: 14,4 g/kg; Escursione termica giornaliera: 11,0 °C.

Figura 2: Sezione dati climatici

Inserendo solamente il luogo di ubicazione dell'edificio Edilclima fornisce in output i dati invernali di temperatura, irraggiamento e ventosità, la temperatura esterna, la zona

climatica e la durata in giorni del periodo convenzionale di riscaldamento. Fornisce inoltre l'irradiazione solare massima sul piano orizzontale e per i dati estivi visualizza la temperatura a bulbo secco, a bulbo umido e l'umidità relativa.

Dati climatici mensili

Descrizione	u.m.	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
Irradiazione solare Nord	[MJ/m ²]	2,0	2,7	3,9	6,0	8,3	10,5	10,4	7,4	5,1	3,6	2,3	2,0
Irradiazione solare Nord-Est	[MJ/m ²]	2,3	3,5	5,9	9,2	11,4	13,8	14,7	11,5	7,9	4,9	2,7	2,2
Irradiazione solare Est	[MJ/m ²]	5,0	6,8	9,5	12,6	13,9	16,2	17,8	15,2	11,8	8,6	5,5	4,9
Irradiazione solare Sud-Est	[MJ/m ²]	8,5	9,9	11,6	13,0	12,7	13,8	15,4	14,8	13,4	11,6	8,7	8,8
Irradiazione solare Sud	[MJ/m ²]	10,8	11,8	12,0	11,5	10,1	10,4	11,4	12,1	12,8	13,0	10,8	11,4
Irradiazione solare Sud-Ovest	[MJ/m ²]	8,5	9,9	11,6	13,0	12,7	13,8	15,4	14,8	13,4	11,6	8,7	8,8
Irradiazione solare Ovest	[MJ/m ²]	5,0	6,8	9,5	12,6	13,9	16,2	17,8	15,2	11,8	8,6	5,5	4,9
Irradiazione solare Nord-Ovest	[MJ/m ²]	2,3	3,5	5,9	9,2	11,4	13,8	14,7	11,5	7,9	4,9	2,7	2,2
Irradiazione solare Orizz. Diffusa	[MJ/m ²]	2,8	3,6	5,2	7,3	8,8	9,4	8,6	7,8	6,7	4,9	3,2	2,7
Irradiazione solare Orizz. Diretta	[MJ/m ²]	3,5	5,4	8,1	11,4	12,7	16,1	19,1	15,1	10,4	6,9	3,9	3,4
Temperatura media	[°C]	8,1	9,1	11,5	15,9	19,2	22,6	26,4	26,6	21,7	17,8	12,7	8,7
Pressione del vapore	[Pa]	953,3	800,4	1003,4	1162,1	1241,3	1601,9	1629,8	1978,5	1565,8	1353,9	1038,5	934,2

OK Annulla

Figura 3: Tabella dati climatici mensili

Come è possibile notare dalla figura precedente inserendo il luogo si ottengono in output:

- i valori dell'irradiazione solare giornaliera media mensile della località per i dodici mesi e per le sette esposizioni verticali, espressa in MJ/m²;
- i valori dell'irradiazione solare giornaliera media mensile della località per i dodici mesi e per l'orientamento orizzontale, suddivisa nella componente diretta e diffusa, espressa in MJ/m²;
- le temperature medie mensili per i dodici mesi, espresse in °C;
- i valori della pressione di vapore della località per i dodici mesi, espressi in Pa.

L'archivio di Edilclima contiene i dati orari degli anni climatici tipo, resi disponibili dal Comitato Termotecnico Italiano, già attualmente adottati per determinare i parametri climatici mensili della UNI 10349:2016.

È possibile scegliere la visualizzazione grafica dei dati climatici orari per l'intero anno.

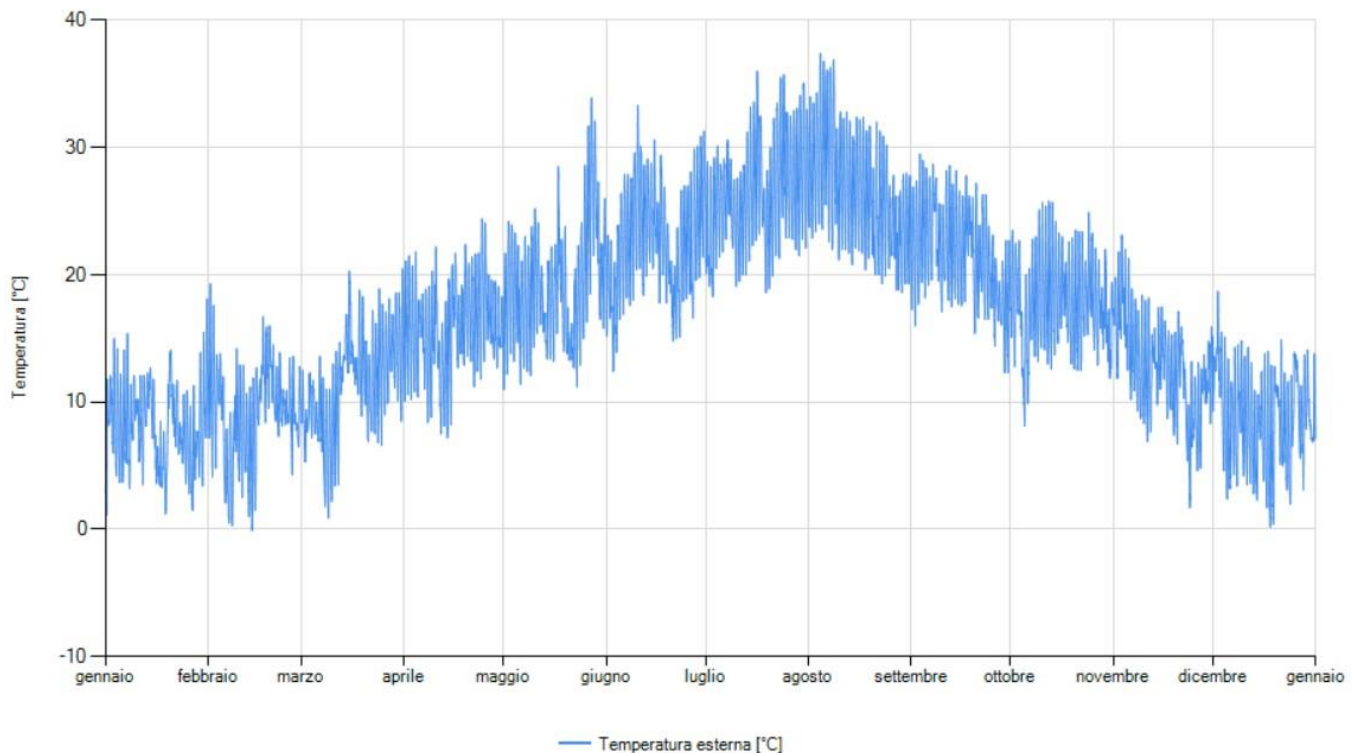


Figura 4: Grafico della temperatura esterna in funzione del mese dell'anno

Dal grafico si può notare come la temperatura esterna venga riportata per ogni mese dell'anno.

Nella tab regime normativo si può scegliere la normativa da adottare per le verifiche di legge e la relazione tecnica, se si vuole fare riferimento al decreto interministeriale 26.06.15 oppure se adottare il CAM – Criteri Ambientali Minimi.

Dati progetto Dati climatici **Regime normativo** Dati default

Verifiche di legge e relazione tecnica

secondo D.Intern. 26.06.15

Verifiche FER: DLgs 08.11.2021, n. 199

Data titolo edilizio

secondo CAM - Criteri Ambientali Minimi DM 11.10.2017

Normativa di calcolo del fattore di luce diurna per destinazione d'uso non residenziali

secondo UNI EN 10840 secondo UNI 15193

Attestati energetici

secondo D.Intern. 26.06.15

Edificio privo di impianto riscaldamento Edificio privo di impianto ACS

Opzioni lavoro

Ponti termici Calcolo analitico Capacità termica Calcolo semplificato

Resistenze liminari Appendice A UNI EN ISO 6946 Definizioni ombreggiamenti Calcolo automatico

Serre e locali non climatizzati Calcolo semplificato Radiazione solare Calcolo con angolo di Azimut

Opzioni normative

Rendimento globale medio stagionale FAQ ministeriali (agosto 2016)

Verifica di condensa interstiziale UNI EN ISO 13788

Regime normativo UNI/TS 11300-4 e 5:2016

Figura 5: Sezione regime normativo

COMPONENTI INVOLUCRO

Nella sezione componenti involucro si inseriscono in input le stratigrafie dell'edificio in esame, ovvero tipologia e spessore di tutti i materiali che compongono i muri, pavimenti, soffitti, ponti termici, componenti finestrati e porte.

Componenti		Muri - riepilogo							
		Codice	Tipo	Descrizione	Sp [mm]	Ue [W/m²K]	θe [°C]	Vti	Esistente
Muri	M1 - Parete esterna 40	M1	T	Parete esterna 40	540,00	0,178	-8,2	✓	<input type="checkbox"/>
	M2 - Sottofinestra	M2	T	Sottofinestra	290,00	0,198	-8,2	✓	<input type="checkbox"/>
	M3 - Porta ingresso	M3	U	Porta ingresso	65,00	1,247	6,0	✓	<input type="checkbox"/>
	M4 - Cassonetto	M4	T	Cassonetto	410,00	1,245	-8,2	●	<input type="checkbox"/>
	M5 - Parete vano scala	M5	T	Parete vano scala	420,00	0,182	-8,2	✓	<input type="checkbox"/>
Pavimenti	P1 - Pavimento interpiano								
	P2 - Pavimento su locali non riscaldati EPS								
Soffitti	S1 - Soffitto interpiano								
	S2 - Soffitto sottotetto								
Ponti Termici	Z1 - IF - Parete - Solaio interpiano								
	Z2 - W - Parete - Telaio								
	Z3 - B - Ponte termico PARETE - BALCONE								
	Z4 - GF - Parete - Solaio rialzato								
	Z5 - R - Parete - Copertura								
Componenti finestrati	W1 - 160x240								

Figura 6: Menu componenti involucro edilizio

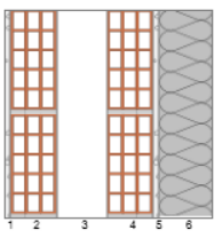
Si riporta un esempio di stratigrafia di una parte esterna di spessore 40 cm:

Muri: M1 - Parete esterna 40

Codice **M 1** Descrizione Parete esterna 40 Tipo **T** da locale climatizzato verso esterno

Dati generali | Stratigrafia | Verifica Termoigrometrica | Grafici | Risultati

Dati struttura



Num	Descrizione	Spessore [mm]	Cond. [W/mK]
1	Intonaco di calce e sabbia	15,00	0,800
2	Muratura in laterizio pareti interne (um. 0.5%)	120,00	0,300
3	Intercapedine non ventilata Av < 500 mm²/m	130,00	0,722
4	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	120,00	0,410

Dati noti

Origine dati	Valori noti		
Trasmittanza potenza	Up	0,179	W/m²K
Trasmittanza energia	Ue	0,178	W/m²K
Spessore totale		540,0	mm
Massa superficiale	Ms	242,8	kg/m²
Trasmittanza periodica	Yie	0,016	W/m²K
Capacità termica areica		48,916	kJ/m²K

Potenza & Energia | Verifica termoigrometrica

Dati UNI TS 11300-1

Temperatura esterna: -8,2 °C

Emissività: ε 0,900

Fattore di assorbimento: α 0,600

Maggiorazione per ponti termici: 0,00 %

Inclinazione sull'orizzonte: Σ 90 deg

Altri dati

Struttura esistente:

Struttura disomogenea:

Contributo Invernale/Estivo: I+E

Porta opaca:

Figura 7: Dati generali componenti involucro

Conoscendo la stratigrafia dell'involucro dell'edificio è possibile creare un nuovo componente definendo gli strati dall'interno verso l'esterno, si aggiungono i materiali dall'archivio di Edilclima, dove sono contenuti quelli più usati e sono definiti secondo le normative oppure si può definirne dei nuovi, avendo cura di ricercare nelle schede tecniche tutti i dati richiesti dal programma per avere le informazioni necessarie al calcolo delle proprietà.

I dati di interesse per i materiali sono: spessore misurato in millimetri, massa volumica, conducibilità termica, resistenza al vapore, conduzione termica specifica ed il riferimento alla norma relativa alla definizione di tali informazioni.

Un parametro molto importante per i materiali che compongono l'edificio è la conducibilità termica; infatti, caratterizzerà la capacità isolante del componente. La conducibilità termica, è una grandezza fisica che misura l'attitudine di una sostanza a trasmettere il calore attraverso la conduzione termica, quando i contributi al trasferimento di calore per convezione e per irraggiamento termico siano trascurabili.

Essa dipende dalla natura del materiale, ma non dalla sua forma, e lega la densità di corrente termica al gradiente di temperatura che provoca il passaggio del calore.

Di seguito si può vedere la scheda riassuntiva delle proprietà di una stratigrafia, come combinazione delle caratteristiche dei singoli materiali:

Muri: M1 - Parete esterna 40			
Codice	M 1	Descrizione	Parete esterna 40
Tipo	T	da locale climatizzato verso esterno	
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> Dati generali Stratigrafia Verifica Termoigrometrica Grafici Risultati </div>			
Trasmittanza U - Potenza	0,179	W/m ² K	
Trasmittanza U - Energia	0,178	W/m ² K	
Spessore totale	540	mm	
Pemeanza	19,249	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa	
Massa superficiale (con intonaci)	243	kg/m ²	
Massa superficiale (senza intonaci)	195	kg/m ²	
Caratteristiche termiche dinamiche			
Trasmittanza periodica	0,016	W/m ² K	
Fattore di attenuazione	0,089		
Sfasamento dell'onda termica	-12,597	h	
Capacità termica areica interna	48,916	kJ/m ² K	
Resistenze termiche superficiali (<input type="checkbox"/> rendi modificabili)			
	Interna (Rsi)	Esterna (Rse)	
Potenza	0,130	0,040	m ² K/W
Energia	0,130	0,071	m ² K/W

Figura 8: Risultati componenti involucro

Il programma esegue inoltre una verifica termoigrometrica per scongiurare la formazione di condensa interstiziale nel muro, mettendo un semaforo verde o rosso a seconda se il test termoigrometrico è superato o meno.

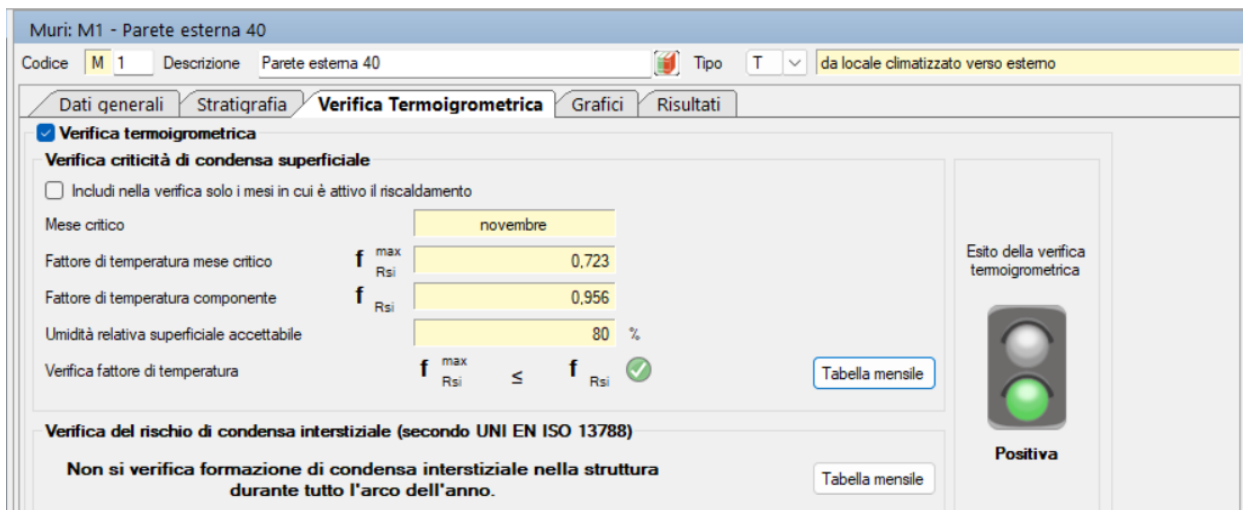


Figura 9: Verifica termoigrometrica componenti involucro

Completando l'inserimento il programma calcola le trasmittanze delle diverse stratigrafie che serviranno alla fine per calcolare le potenze di riscaldamento e raffrescamento dell'interno edificio in esame.

La diminuzione di temperatura delle superfici rispetto alla temperatura dell'ambiente può comportare problemi di condensa superficiale.

Anche in assenza di condensa vera e propria, una temperatura superficiale prossima a quella di saturazione dell'umidità nell'aria può favorire la formazione di muffe o macchie.

Il fattore di temperatura f_{Rsi} è dato dal rapporto tra la differenza di temperatura tra interno ed esterno nel punto "debole", e la differenza di temperatura "media" tra ambiente interno ed esterno:

$$f_{Rsi} = \frac{T_{min} - T_e}{T_i - T_e}$$

T_{min} : temperatura superficiale nel ponte termico;

T_i : Temperatura interna;

T_e : Temperatura esterna

La differenza tra temperatura "media" ed ambiente esterno è un dato relativamente semplice: la temperatura interna di progetto (T_i) è 20°C, mentre la temperatura esterna

(T_e) dipende dal clima locale nel quale si sta progettando. La temperatura superficiale minima (T_{min}) in corrispondenza del ponte termico, invece, richiede un calcolo agli elementi finiti secondo norma EN13788, sulla base della geometria del nodo costruttivo e delle caratteristiche fisiche dei materiali utilizzati.

Il valore di $fRsi$ è un numero puro, che va da 1 a 0:

$fRsi = 1$: la temperatura superficiale del ponte termico è identica a quella del resto della casa, ed è il risultato migliore che si possa ottenere (ed è fisicamente impossibile da ottenere).

$fRsi = 0$: la temperatura in corrispondenza del ponte termico è identica a quella esterna, e il risultato in termini di comfort è disastroso (altrettanto impossibile da ottenere).

È fisicamente impossibile avere un valore di $fRsi = 1$ in un ponte termico, a causa della discontinuità data dal ponte stesso, è sempre bene cercare di ottenere un valore di più alto possibile.

È necessaria anche la definizione dei ponti termici per tipologia come si può vedere dalla seguente immagine:

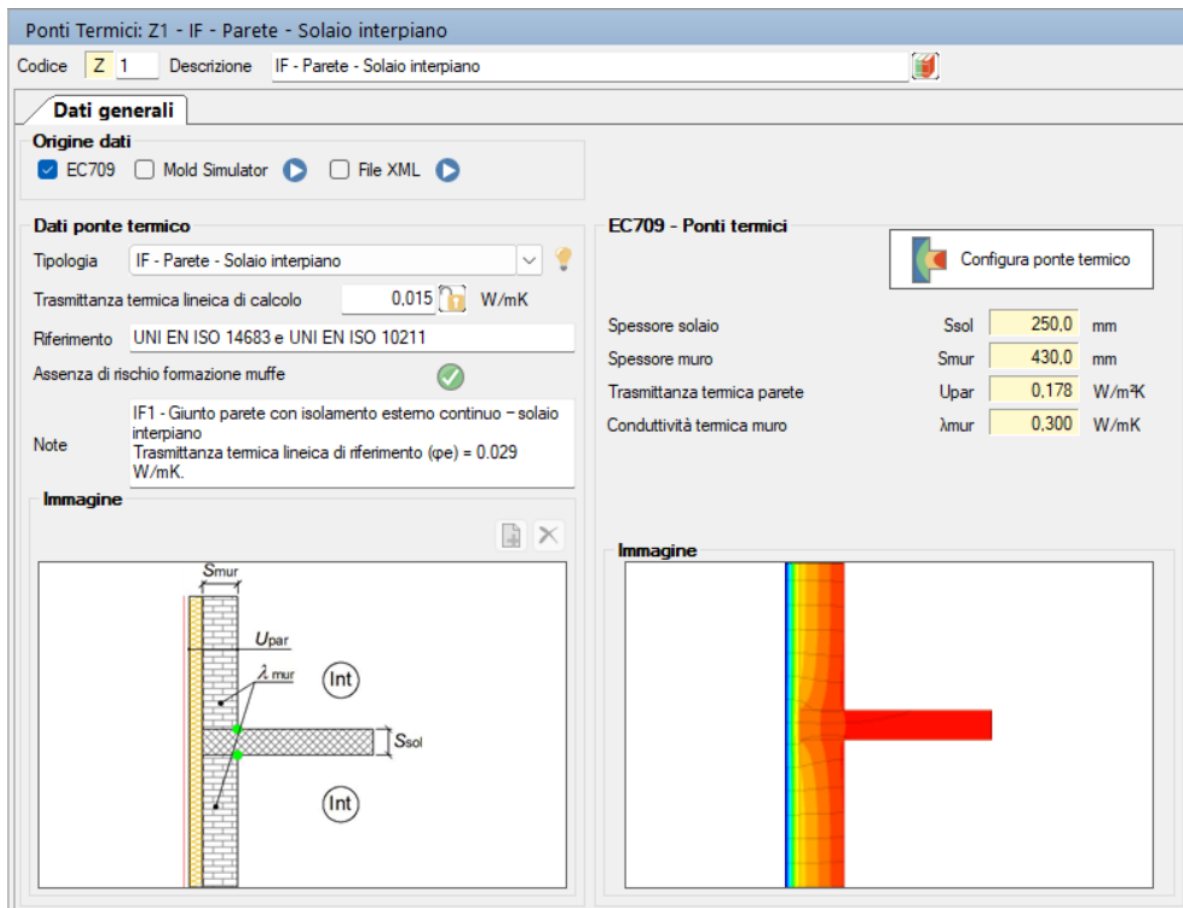


Figura 10: Dati generali ponti termici

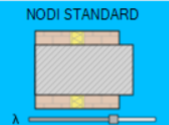
Viene riportata la tipologia di ponte termico, la trasmittanza lineica di calcolo e la norma di riferimento. Nel lato destro gli spessori delle pareti che compongono il ponte termico, la trasmittanza termica e la conducibilità termica.

I ponti termici vengono definiti in base a dove si trovano nell'abitazione, quali pareti lo compongono (verticali, orizzontali) e se si affacciano all'esterno o all'interno, come è possibile vedere nel pannello di definizione dello stesso:


EC709 - [IF - Parete - Solaio interpiano] - IF1

Casistiche

NODI STANDARD



NODI DETTAGLIATI




Tipologia


IF - Parete - Solaio interpiano

Posizione isolante


ESTERNO




INTERCAPEDINE




INTERNO




RIPARTITO



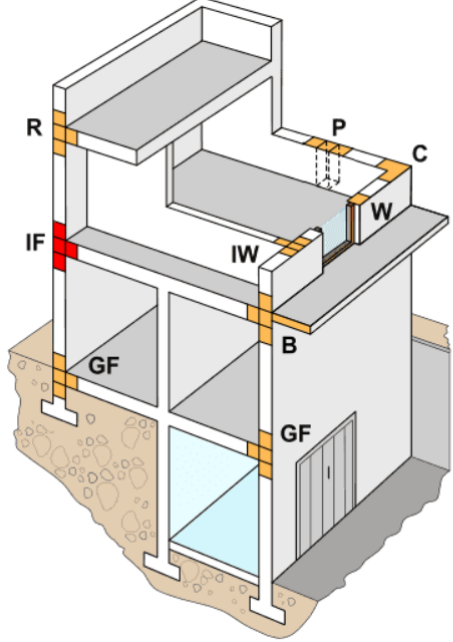
ASSENTE



MISTO



Seleziona la tipologia di ponte termico nell'immagine sottostante.



Caratteristiche




IF1 - Giunto parete con isolamento esterno continuo - solaio interpiano	
IF8 - Giunto parete con isolamento esterno continuo - solaio interpiano con isolamento superiore	
IF8b - Giunto parete con isolamento esterno continuo - solaio interpiano con isolamento inferiore	

Figura 11: Menu tipologia ponti termici

INPUT GRAFICO

Nella sezione input grafico è possibile tracciare l'involucro partendo da una rappresentazione in pianta dell'edificio ottenuta usando un software di disegno CAD, si selezionano dal menu a tendina i muri definiti precedentemente in base allo spessore e alla stratigrafia e si ricalca la pianta, definendo le mura, i componenti finestrati, porte e pilastri, ricreando l'intero edificio nel programma.

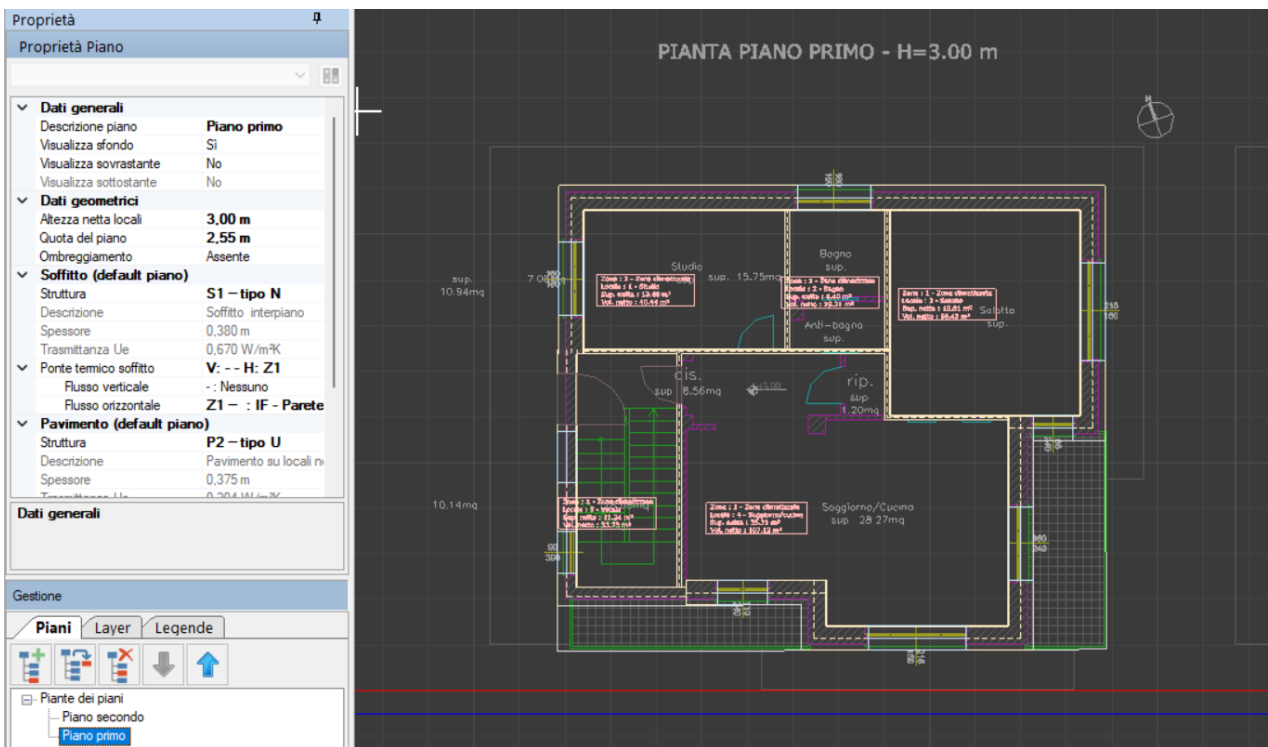


Figura 12: Menu input grafico

Essendo stati creati precedentemente nella sezione componenti involucro, i materiali sono definiti dalle proprie caratteristiche, quella più importante è la trasmittanza termica che va a definire l'isolamento termico dell'edificio.

Per isolamento termico (o coibentazione termica) si intende tutti i sistemi e le operazioni per ridurre il flusso termico scambiato tra due zone con temperatura differenti.

L'isolamento termico in edilizia è volto a contenere il calore all'interno degli edifici in inverno (per la protezione dal caldo estivo è più corretto parlare di "schermatura dal calore").

Quando si completa la rappresentazione dell'edificio in pianta è possibile anche visualizzare il lavoro realizzato in tre dimensioni, per verificare che l'edificio sia rappresentato in modo corretto, come si vede dalle figure seguenti:

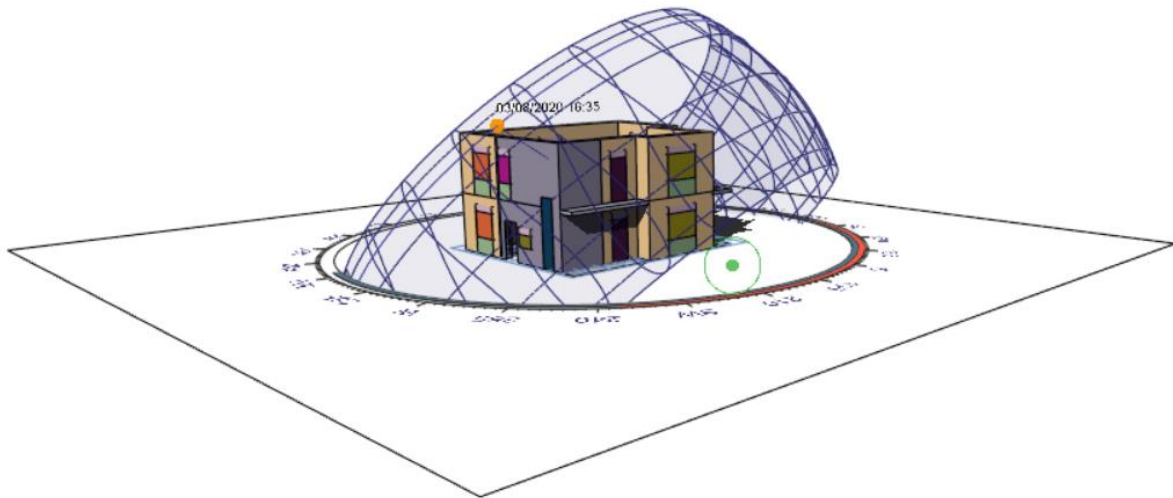


Figura 13: Modello tridimensionale dell'edificio generato da input grafico

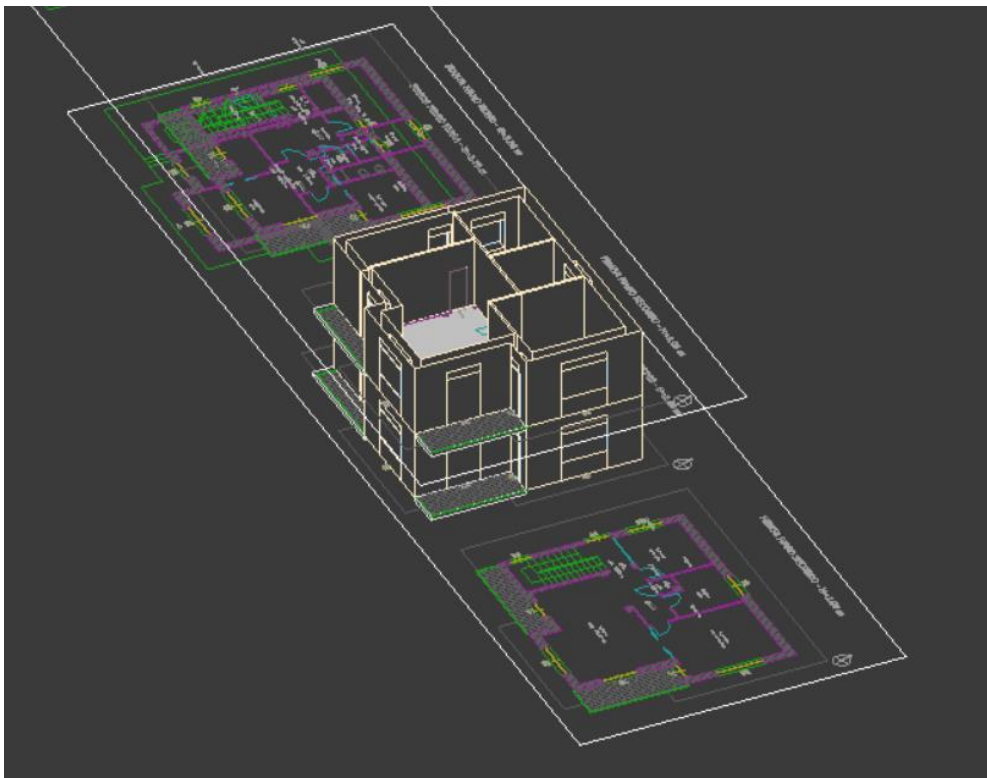


Figura 14: Modello grafico generato da planimetrie dell'edificio

ZONE / LOCALI CLIMATIZZATI

Zone e locali

Edificio

- [-] Zona climatizzata
 - 1 - Studio
 - 2 - Bagno
 - 3 - Salotto
 - 4 - Soggiorno/cucina
 - 5 - Vscala
- [-] Zona climatizzata
 - 1 - Cabina amadio
 - 2 - Bagno
 - 3 - Camera matrimoniale
 - 4 - Vano scala
 - 5 - Salotto

Edificio

Riepilogo zone
Scale mobili / Ascensori
Illuminazione

Nr.	Cat. DPR 412	Descrizione	Sup. netta [m ²]	Vol. lordo [m ³]	Sup. lorda [m ²]	S / V [m ⁻¹]
1	E.1 (1)	Zona climatizzata	85,65	391,33	268,08	0,69
2	E.1 (1)	Zona climatizzata	85,65	403,40	272,94	0,68

Dati edificio

	NETTO	LORDO		
Superficie in pianta	171,30	219,54	m ²	Superficie esterna lorda (con strutture tipo N)
Volume	513,90	794,73	m ³	Superficie esterna lorda (senza strutture tipo N)
				Superficie esterna lorda (con strutture tipo A)
				Rapporto S/V

Figura 15: Menu zone/locali climatizzati

Ora si procede alla definizione degli ambienti climatizzati in riscaldamento e/o raffrescamento e dei locali non riscaldati, che possono essere cantine o serre solari, queste ultime diminuiscono la potenza necessaria per la climatizzazione, sia in estate che in inverno fungendo da cuscinetto termico.

Per ogni zona climatizzata va compilata la seguente tab:

Zona climatizzata - Studio

Locale 1 Descrizione Studio

Dati locale Strutture disperdenti Illuminazione Profilo orario EC701 Dati CAM

Altezza netta 3,00 m

Superficie utile 13,48 = 13,48 m²

Volume netto 40,44 m³

Temperature interne

Potenza invernale $\theta_{int,p,H}$ 20,0 °C

Energia invernale $\theta_{int,e,H}$ 20,0 °C

Energia estiva $\theta_{int,e,C}$ 26,0 °C

Apporti interni aggiuntivi

Energia invernale 0,0 W

Energia estiva 0,0 W

Ventilazione

Ventilazione Naturale Meccanica Ibrida

Metodo di calcolo Calcolo con ricambi d'aria

Categoria edificio

Sottocategoria

Portata d'aria esterna Qop 0,0 10⁻³ m³ / s pers

Indice di affollamento ns 0,00 pers / m²

fve,t 0,60

Ricambi d'aria di riferimento

Potenza invernale n_p,H 0,50 Vol/h

Energia invernale n_e,H 0,30 Vol/h

Energia estiva n_e,C 0,30 Vol/h

Calcolo orario

Ricambio d'aria n 0,30 Vol/h

Figura 16: Tab zona climatizzata

Vengono definite le caratteristiche geometriche del locale, successivamente le temperature interne di progetto invernale ed estiva che sono dati dalle normative. Viene definita il tipo di ventilazione che può essere naturale o meccanica, a seconda della presenza o meno di un'unità di trattamento aria, si definisce inoltre il metodo di calcolo: si può scegliere tra calcolo con ricambi d'aria oppure calcolo mediante portate secondo norma UNI 10339, nel secondo caso in base alla categoria dell'edificio verrà determinata una portata d'aria esterna (Qop) ed un indice di affollamento, tali per cui si calcoleranno la potenza di ventilazione invernale, l'energia di ventilazione invernale e l'energia di ventilazione estiva.

LA VENTILAZIONE MECCANICA, NATURALE E IL COMFORT TERMICO

La ventilazione costituisce un tema molto importante in merito all'ottenimento del comfort termico nei locali chiusi: la qualità dell'aria è, infatti, di vitale importanza per il benessere delle persone.

La ventilazione può essere di due tipi:

- Ventilazione naturale
- Ventilazione meccanica controllata

È proprio per questo motivo che occorre valutare con attenzione le strategie di ventilazione in modo tale da garantire un ambiente salubre in cui il ricambio d'aria sia costante.

VENTILAZIONE NATURALE

La ventilazione naturale consente il ricambio d'aria degli ambienti in modo da eliminare inquinanti nocivi per la salute come virus e batteri.

Garantendo un corretto ricambio d'aria sarà possibile non solo rendere gli ambienti più salubri, ma anche garantire il giusto livello di temperatura e umidità al fine di garantire il corretto comfort termico per gli abitanti. La ventilazione naturale presuppone che vi siano essenzialmente gli elementi della fonte d'aria, della forza che la muove, di un mezzo per controllarne la velocità e per espellere l'aria in eccesso.

La ventilazione, come suggerisce il suo stesso nome, prevede che essa sia indotta dal vento. L'Italia, per le sue particolari condizioni geografiche e morfologiche, ha il pregio di poter godere di ventosità diffusa in tutta la penisola. In particolare per quanto riguarda i sistemi di ventilazione naturale da vento occorre menzionare la ventilazione a lato singolo e quella orizzontale.

Nel primo caso per ventilazione a lato singolo si fa riferimento al movimento dell'aria innescato da aperture disposte su un'unica parete. In questo caso il flusso d'aria è ridotto perché connesso a una sola apertura; diversamente nel caso della ventilazione

orizzontale il meccanismo s'innesca con aperture collocate su pareti opposte e collocate alla medesima altezza.

EFFETTO CAMINO

Per quanto riguarda la ventilazione naturale occorre menzionare anche lo "stack effect" ossia l'effetto camino. Gli edifici (soprattutto quelli a più piani) si comportano come fossero un "camino": all'interno della struttura si genera, infatti, un moto d'aria che porta il vento dal basso verso l'alto a causa della differenza di pressione.

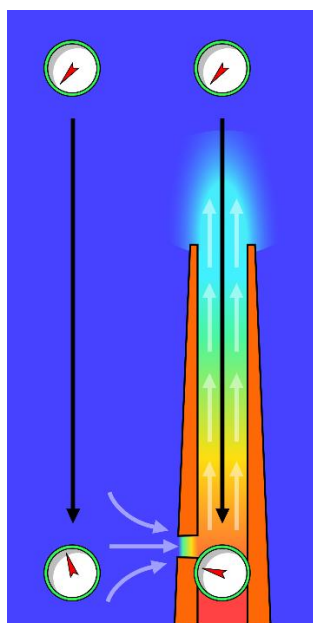


Figura 17: Effetto camino o stack effect

Nell'immagine è possibile vedere il funzionamento dell'effetto camino o stack effect.

L'aria, al pari di qualsiasi gas, all'aumentare della temperatura si espande e tende a salire verso l'alto: proprio per questo motivo in un edificio nei piani più alti salirà l'aria calda, mentre l'aria fredda rimarrà al piano inferiore.

Al fine di consentire questo naturale processo di scambio d'aria è importante che vi sia un'apertura posta sulla sommità dell'edificio in modo tale da garantire un continuo movimento del flusso d'aria.

Le pareti ventilate sono strettamente connesse con il meccanismo dell'effetto camino: grazie ai moti convettivi presenti nelle intercapedini che costituiscono le pareti ventilate, è possibile evitare la formazione di condensa.

VENTILAZIONE MECCANICA CONTROLLATA

Essa deve il suo nome alla presenza di condotti di aria che ne consentono il ricambio negli ambienti. Si tratta di un sistema di ventilazione utilizzato principalmente negli edifici pubblici, essendo obbligatorio per legge, consente di mantenere costantemente l'aria degli ambienti salubre e pulita anche se vi sono presenti molte persone.

Il sistema di ventilazione funziona grazie a dei condotti che vanno a operare il ricambio dell'aria: alla base di questo sistema di ventilazione troviamo, infatti, la presenza di un aspiratore che va ad estrarre l'aria viziata e di un diffusore che porta all'interno dell'ambiente aria pulita proveniente dall'esterno.

Grazie al sistema forzato è possibile, dunque, regolare la portata d'aria che viene immessa in un ambiente con il risultato di avere aria sempre pulita e ambienti salubri.

VENTILAZIONE MECCANICA CONTROLLATA A RECUPERO DI ENERGIA

Esistono diverse tipologie di sistemi di ventilazione forzata, uno dei quali viene definito a recupero di energia. Come si evince dal nome, grazie a questa tipologia di ventilazione meccanica controllata è possibile andare a recuperare in parte l'energia che è stata prodotta per riscaldare (o rinfrescare) la casa.

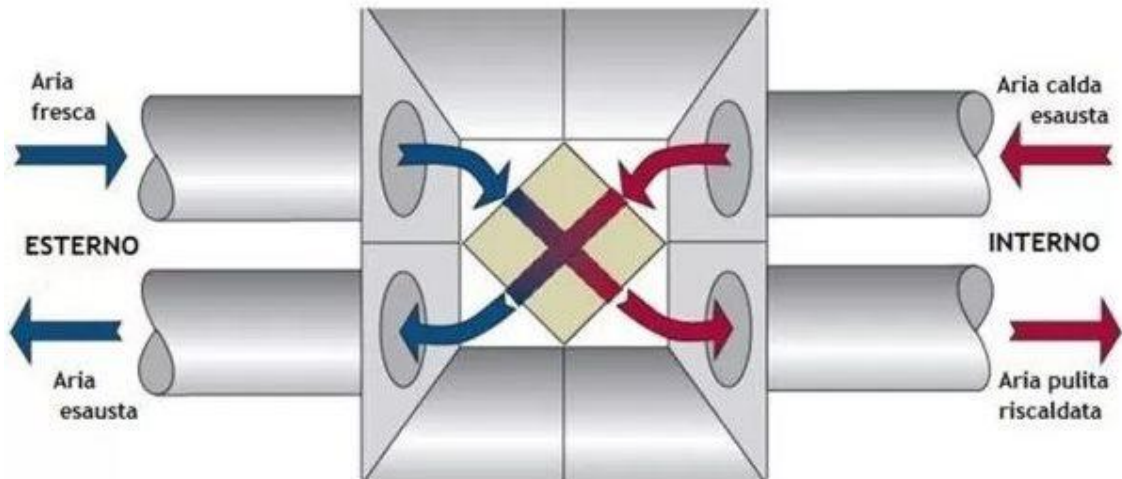


Figura 18: Schema funzionale della ventilazione meccanica controllata con recupero di energia

Grazie alla ventilazione meccanica è possibile ottimizzare le prestazioni energetiche recuperando energia termica.

Questo sistema di ventilazione forzata non solo aspira l'aria nociva, ma invece di espellerla all'esterno come nei sistemi di ventilazione privi del meccanismo di recupero, riesce a recuperarne l'energia termica.

Grazie ad uno scambiatore il flusso d'aria in uscita e in entrata s'incrociano e avviene il recupero di energia termica: in questo modo l'aria in uscita va a riscaldare (o a raffreddare nel caso dell'estate) quella che sta entrando.

SISTEMI DI VENTILAZIONE MECCANICA CONTROLLATA A SINGOLO FLUSSO E A DOPPIO FLUSSO

È possibile installare sistemi di ventilazione meccanica sia a singolo flusso che a doppio flusso. Nel primo caso sarà presente un'unità ventilante che fungerà da sistema d'immissione dell'aria o di estrazione e delle unità di fuoriuscita posizionata, ad esempio, sui telai dei serramenti.

Tra le caratteristiche positive della ventilazione meccanica a singolo flusso vi è sicuramente il fattore prezzo in quanto occorrerà stanziare un investimento inferiore

rispetto al doppio flusso; inoltre sarà minore anche il costo di manutenzione e l'ingombro sarà minimo.

Il sistema di ventilazione a doppio flusso consente il risparmio energetico.

Il sistema a doppio flusso è invece caratterizzato dall'installazione di un'unità di recupero di calore. È immediatamente evidente il beneficio che ciò comporta: si parli di risparmio energetico in quanto questo sistema è in grado di recuperare energia.

Questo sistema è inoltre in grado di garantire un controllo maggiore della depressione e sovrappressione nelle stanze della casa; di contro il doppio flusso richiede un investimento economico maggiore e un ingombro maggiore.

PRO E CONTRO DELLA VENTILAZIONE MECCANICA

L'esigenza di introdurre il sistema di ventilazione meccanica deriva dalla problematica della salubrità dell'aria: molte volte il solo aprire la finestra non basta a garantire che l'aria in entrata sia realmente pulita. Per questo motivo sono state create delle soluzioni che possano purificare l'aria e aiutare a mantenere il corretto comfort.

Questa tipologia di ventilazione ha diversi pregi, tra cui quello di poter regolare la portata d'aria che viene immessa negli ambienti: grazie alla presenza di bocchette la ventilazione meccanica può essere controllata, anche in base alle condizioni di umidità dell'edificio. Grazie alla ventilazione meccanica controllata è dunque possibile regolare il ricambio d'aria in base alle necessità reali.

La presenza di un sistema di ventilazione meccanica va a combattere la formazione di muffe e condensa sulle pareti: questo fenomeno potrebbe verificarsi in caso di presenza di materiali isolanti o di serramenti a tenuta stagna.

Oltre alla formazione di muffe, la presenza della ventilazione meccanica aiuta a mantenere l'aria priva di cattivi odori, pollini e aiuta nell'eliminare i VOC (composti organici volatili). Tutto questo senza dover badare ad aprire la finestra, ma semplicemente dosando l'aria: grazie ad un impianto di ventilazione controllato è possibile, quindi, evitare le fastidiose correnti d'aria.

IMPIANTI

È possibile inserire l'impianto di riscaldamento e raffrescamento che si è deciso di utilizzare nel caso il progetto preveda una nuova centrale termica oppure l'impianto presente nel caso si voglia mantenere quello esistente.

Nella tab principale vengono riportati tutti i servizi energetici: il riscaldamento, la ventilazione, l'acqua calda sanitaria, il raffrescamento, il solare termico ed il solare fotovoltaico. Ognuno di questi se presente, andrà definito dall'utente in modo dettagliato.

Si riporta di seguito la tab principale:

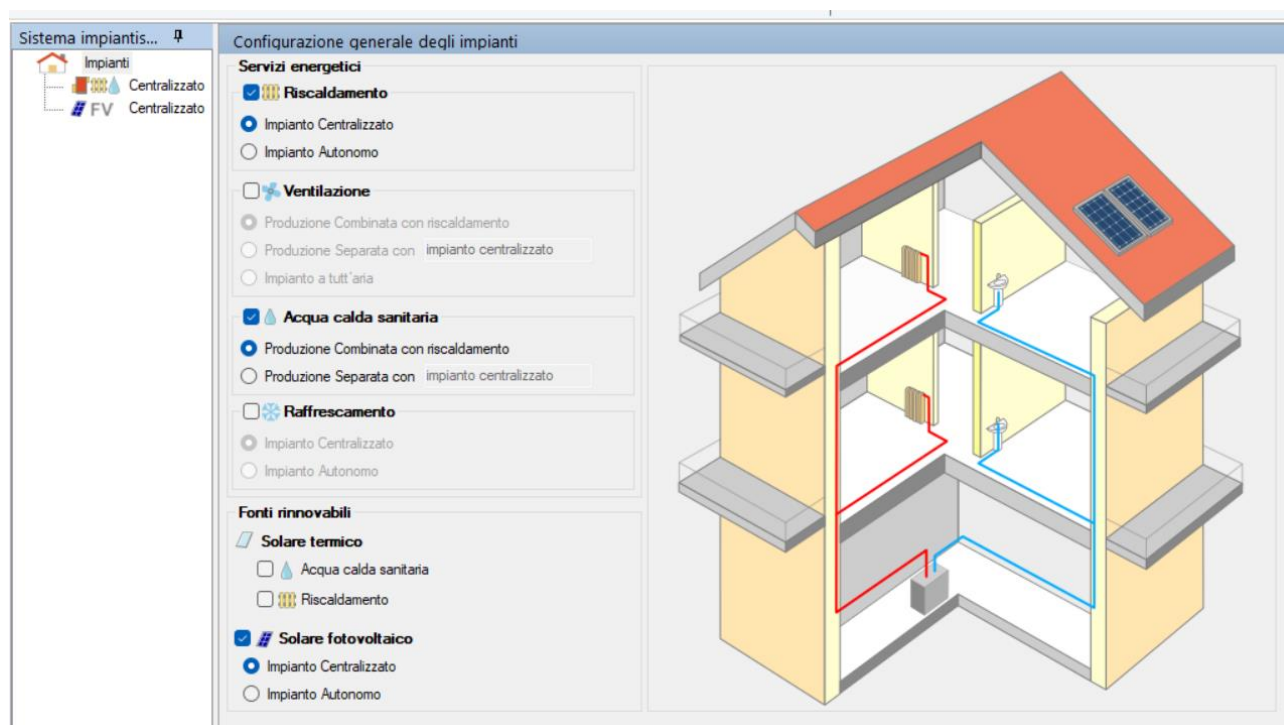


Figura 19: Tab impianti

Nella sotto tab circuiti è possibile visualizzare tutti i locali climatizzati, in caso di calcolo regolamentare si deve impostare il funzionamento continuo mentre, in caso di diagnosi, si deve impostare il regime di funzionamento effettivamente caratterizzante l'impianto (continuo, con spegnimento o con attenuazione) come da norma UNI/TS 11300-1, PUNTO 15.3.

Nella tab accumulo e distribuzione primaria è possibile inserire i dati dell'eventuale accumulo, ovvero: la dispersione termica, in quale ambiente è installato, la temperatura ed il fattore di recupero delle perdite.

Nella tab circuiti è possibile visualizzare la tipologia del sistema di riscaldamento, in questo caso pannelli annegati a pavimento, vi è l'altezza dei locali, il rendimento di emissione e la potenza nominale dei corpi scaldanti:

Figura 20: Sottotab riscaldamento e acqua calda sanitaria sezione circuiti

È possibile inoltre scegliere il tipo di regolazione, nonché scegliere il metodo di calcolo tra semplificato e analitico:

Figura 21: Sottotab riscaldamento e acqua calda sanitaria sezione circuiti

Nella tab temperatura media dell'acqua è possibile scegliere il tipo di circuito con il quale si regola l'impianto, il fluido termovettore, la maggiorazione potenza corpi scaldanti, Δt

nominale lato aria, esponente n del corpo scaldante, Δt di progetto lato acqua, portata nominale. Si può inoltre scegliere il criterio di calcolo in base alla temperatura di mandata fissa oppure variabile:

Impianto Centralizzato - Riscaldamento e acqua calda sanitaria

Circuiti Accumulo e distribuzione primaria Altri carichi Generazione

1 di 1 Circuito Riscaldamento Fluido temovettore: Acqua

Dati generali Sottosistemi **Temperatura media acqua**

Tipo di circuito: Temostato modulante, valvola a 2 vie

Maggiorazione potenza corpi scaldanti	10,0	10,0	%
Δt nominale lato aria	15,0	15,0	°C
Esponente n del corpo scaldante	1,10	1,10	
Δt di progetto lato acqua	10,0	10,0	°C
Portata nominale	791,20		kg/h
Criterio di calcolo			
<input type="radio"/> Temperatura di mandata fissa	80,0	35,0	°C
<input checked="" type="radio"/> Temperatura di mandata variabile			
Temperatura di mandata massima	40,0	80,0	°C
Δt mandata / ritorno	5,0	20,0	°C

Figura 22: Sottotab riscaldamento e acqua calda sanitaria sezione circuiti

Nella tab generazione e nella sotto tab centrale termica, è possibile inserire la macchina di generazione di calore, in questo caso pompa di calore e caldaia a condensazione:

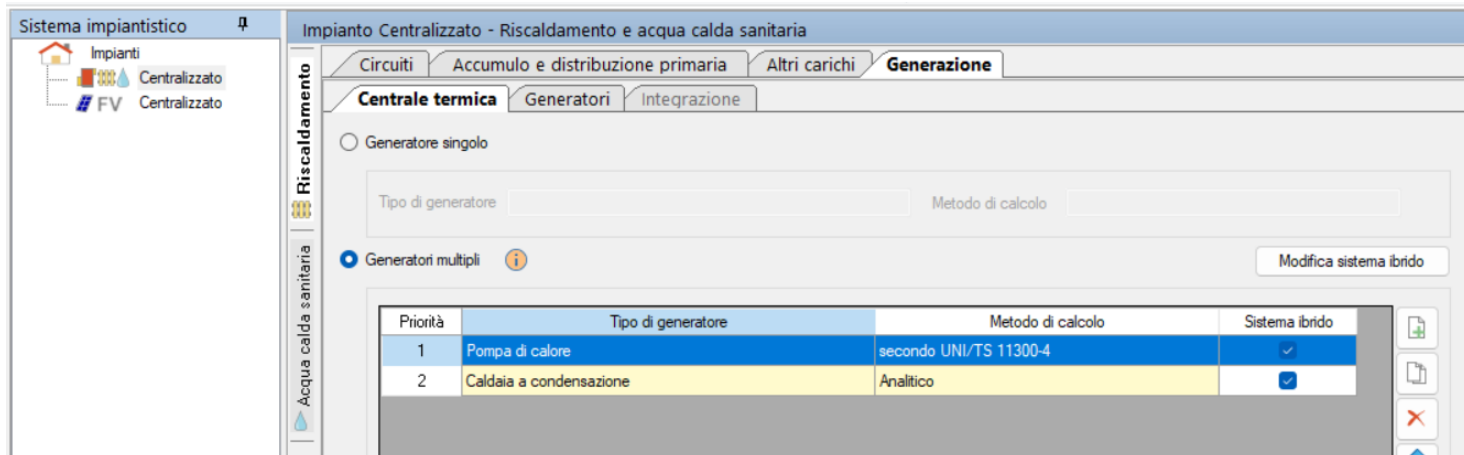


Figura 23: Sottotab riscaldamento e acqua calda sanitaria sezione generazione centrale termica

Per ogni generatore vengono riportate tutte le caratteristiche della macchina: il tipo di generatore, il metodo di calcolo con cui è trattato, la marca/serie/modello, il tipo di pompa di calore (elettrica, ad assorbimento a fuoco diretto o azionata da motore endotermico), la modalità di funzionamento, che può essere modulante oppure funzionamento on-off e la temperatura di annullamento del carico che è la temperatura alla quale la pompa di calore viene disattivata dal dispositivo di controllo di temperatura (modalità di termostato "off"), come valore di default si considera 20°C in riferimento alla UNI/TS 11300-4 par. 9.7.2.

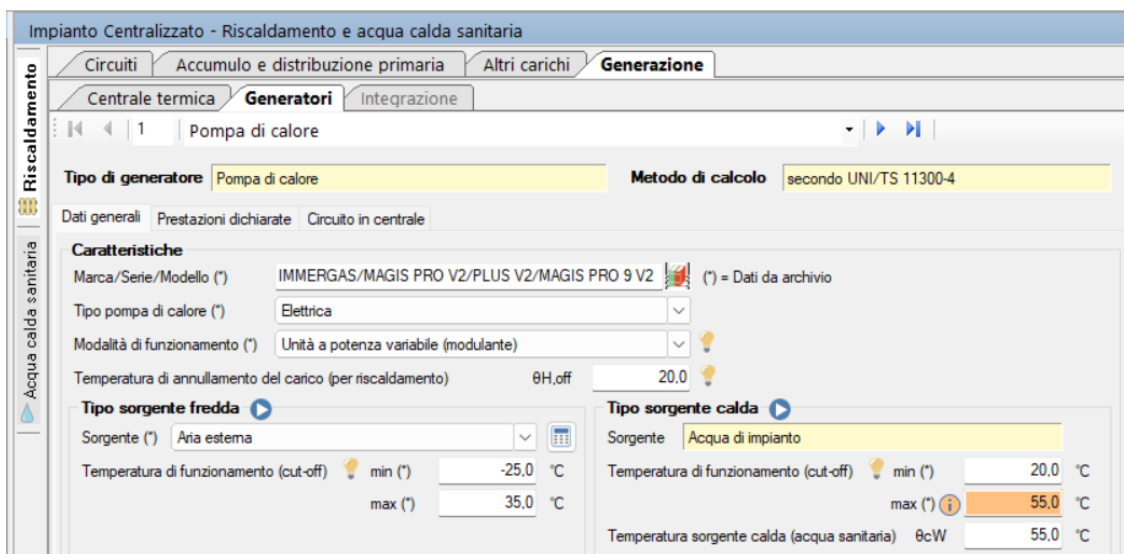


Figura 24: Sottotab riscaldamento e acqua calda sanitaria sezione generazione generatori

Vettore energetico		Fattori di conversione in energia primaria	
Tipo (*)	Energia elettrica	fp_nren (non rinnovabile)	1,950
Potere calorifico inferiore	Hi 1,000 kWh/-	fp_ren (rinnovabile)	0,470
Fattore di emissione CO2	0,4600 kgCO2/kWh	fp_tot	2,420
<input type="checkbox"/> Integrazione			
Rendimento di generazione	100,0 %		
Vettore energetico		Fattori di conversione in energia primaria	
<input checked="" type="checkbox"/> Generatore alimentato dalla rete elettrica			
Tipo (*)	Energia elettrica	fp_nren (non rinnovabile)	1,950
Potere calorifico inferiore	Hi 1,000 kWh/-	fp_ren (rinnovabile)	0,470
Fattore di emissione CO2	0,4600 kgCO2/kWh	fp_tot	2,420
Fabbisogni elettrici			
Potenza elettrica ausiliari (*)	0 W		
<input checked="" type="checkbox"/> Ausiliari sempre in funzione			

Figura 25: Sottotab riscaldamento e acqua calda sanitaria sezione generazione generatori

Tipo sorgente fredda:

La sorgente fredda della pompa di calore rappresenta la tipologia di sorgente dalla quale viene prelevato il calore che verrà poi reso al fluido termovettore a prescindere dalla tipologia di sorgente, è necessario indicare la temperatura minima e massima di cut off, la prima rappresenta la temperatura minima della sorgente fredda alla quale la pompa di calore è in grado di lavorare, la seconda rappresenta invece il valore massimo oltre il quale la pompa di calore smette di funzionare, definendo pertanto un intervallo di temperature entro il quale la macchina sarà in grado di lavorare.

Tipo sorgente calda:

La sorgente calda della pompa di calore può essere acqua o aria, nel caso di sorgente calda acqua occorre prestare attenzione alla temperatura di funzionamento massima di cut off, essa rappresenta anche la massima temperatura a cui la pompa di calore può riscaldare l'acqua utilizzata sia per servizio di riscaldamento che come acqua calda sanitaria. Se la pompa di calore è destinata a produrre anche acqua calda sanitaria occorrerà impostare una temperatura massima di cut off uguale o superiore alla temperatura della sorgente calda altrimenti la stessa non sarà in grado di provvedere al servizio. Ovviamente la sorgente calda aria è disponibile solo per pompe di calore dedicate esclusivamente al servizio di riscaldamento e non per le pompe di calore combinate riscaldamento e acqua calda sanitaria.

Fattori di conversione in energia primaria

Il valore $f_{p,nren}$ corrisponde al fattore di conversione dell'energia primaria non rinnovabile, viene utilizzato per determinare il fabbisogno di energia primaria ed i relativi indicatori di prestazione energetica utilizzato per le verifiche di legge e gli attestati di prestazione energetica.

Il valore $f_{p,ren}$ corrisponde al fattore di conversione in energia primaria rinnovabile e viene utilizzato per determinare l'energia primaria rinnovabile impiegata per il calcolo delle quote rinnovabili richieste dal decreto legislativo 28 del 2011. Il valore del fattore di conversione in energia primaria totale è pari alla somma dei due fattori precedenti i valori sono automaticamente compilati da EC700 in base al combustibile.

Cliccando l'immagine del tastierino di fianco alla voce "sorgente" si ottiene il seguente grafico:

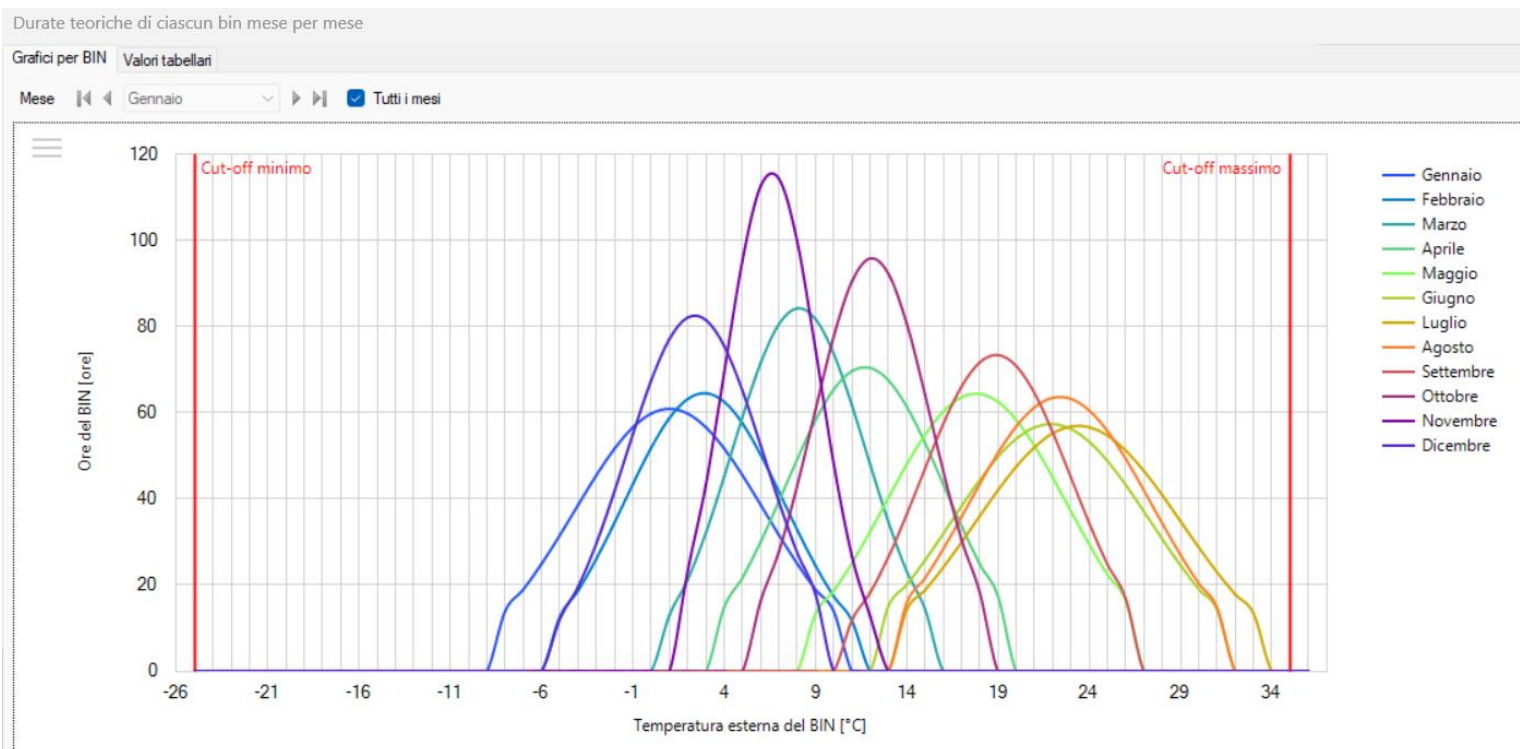


Figura 26: Rappresentazione grafica della durata in ore del BIN in funzione della temperatura esterna del BIN

Esso rappresenta i bin calcolati per tutti i mesi dell'anno, se la pompa di calore può funzionare tutto l'anno allora il grafico deve essere compreso tra le rette di cut in e cut off, che sono verticali e rappresentate in colore rosso.

IL METODO DEI BIN

Se la temperatura della sorgente fredda esterna non è stabile, occorre tenere conto della forte variabilità della prestazione con la temperatura esterna attraverso il metodo dei bin, che consiste nell'analizzare per intervallo di temperatura esterna anziché per intervallo temporale.

Come si può vedere dal grafico tutte le curve che rappresentano i bin di ogni mese, ricadono tra i limiti di cut in e cut off, questo a dimostrazione che la pompa di calore potrà lavorare in ogni mese dell'anno.

Alla voce prestazioni dichiarate si accede alla seguente schermata, dove sono riportati i dati delle prestazioni della pompa di calore, in base alla scelta del tipo di calcolo che può essere semplificato o analitico.

Nel caso di calcolo semplificato si ha la seguente schermata:

Prestazioni della pompa di calore

Calcolo semplificato Calcolo analitico

Coefficiente di prestazione (*) COP: 2,71 Temperatura sorgente fredda (*) θf: -7 °C
 Potenza utile (*) Pu: 9,97 kW Temperatura sorgente calda (*) θc: 35 °C
 Potenza assorbita Pass: 3,68 kW

Coefficienti correttivi della pompa di calore (*)

Calcolo con: fattori di correzione clima di riferimento (UNI EN 14825)

Potenza di progetto Pdes (a -10°C): 8,9 kW

Condizioni di parzializzazione	A	B	C	D
Temperatura di riferimento [°C]	-7	2	7	12
Fattore di carico climatico (PLR) [%]	88	54	35	15
Potenza DC a pieno carico [kW]	7,90	7,70	9,00	10,39
COP a carico parziale	2,64	4,17	6,53	8,87
COP a pieno carico	2,72	3,41	4,81	5,47
Fattore di carico CR [-]	1,00	0,63	0,35	0,13
Fattore correttivo fCOP [-]	1,00	1,22	1,36	1,62

Condizioni nominali

Coefficiente di prestazione COP: 4,07
 Potenza utile Pu: 14,95 kW
 Temperatura sorgente fredda θf: 7 °C
 Temperatura sorgente calda θc: 35 °C

Figura 27: Sottotab riscaldamento e acqua calda sanitaria sezione generazione generatori per la definizione di una pompa di calore con metodo semplificato

Per il calcolo delle prestazioni della pompa di calore utilizzando il metodo semplificato viene inserito un coefficiente di prestazione COP e una potenza utile, quindi, viene determinata una potenza assorbita in base alle temperature della sorgente fredda e della sorgente calda.

E nel caso le prestazioni della pompa di calore siano calcolate con il metodo analitico, si ha la seguente schermata:

Impianto Centralizzato - Riscaldamento e acqua calda sanitaria

Circuiti | Accumulo e distribuzione primaria | Altri carichi | **Generazione**

Centrale termica | **Generatori** | Integrazione

1 | Pompa di calore

Tipo di generatore: Pompa di calore | Metodo di calcolo: secondo UNI/TS 11300-4

Dati generali | Prestazioni dichiarate | Circuito in centrale

Prestazioni della pompa di calore

Calcolo semplificato | Calcolo analitico

Coefficients di prestazione (*) COP				Potenza utile Pu [kW]				Potenza assorbita Pass [kW]			
θf [°C]	θc [°C]			θf [°C]	θc [°C]			θf [°C]	θc [°C]		
	35	45	55		35	45	55		35	45	55
-7	2,72	2,07	1,69	-7	7,90	7,56	6,96	-7	2,90	3,65	4,12
2	3,41	2,71	1,96	2	7,70	6,84	6,16	2	2,26	2,52	3,14
7	4,81	3,69	2,93	7	9,00	8,60	8,00	7	1,87	2,33	2,73
12	5,43	4,17	3,01	12	10,39	10,00	9,00	12	1,91	2,40	2,99

Figura 28: Sottotab riscaldamento e acqua calda sanitaria sezione generazione generatori per la definizione di una pompa di calore con metodo analitico

Dove le prestazioni della pompa di calore sono calcolate per quattro diverse temperature della sorgente fredda e tre della sorgente calda andando così a creare una griglia di risultati sia per i coefficienti di prestazione COP, per la potenza utile e per la potenza assorbita.

Coefficienti correttivi della pompa di calore (*)

Calcolo con fattori di correzione clima di riferimento (UNI EN 14825)

Potenza di progetto Pdes (a -10°C) kW

Condizioni di parzializzazione	A	B	C	D
Temperatura di riferimento [°C]	-7	2	7	12
Fattore di carico climatico (PLR) [%]	88	54	35	15
Potenza DC a pieno carico [kW]	7,90	7,70	9,00	10,39
COP a carico parziale	2,64	4,17	6,53	8,87
COP a pieno carico	2,72	3,41	4,81	5,47
Fattore di carico CR [-]	1,00	0,63	0,35	0,13
Fattore correttivo fCOP [-]	1,00	1,22	1,36	1,62

Condizioni nominali

Coefficiente di prestazione COP Temperatura sorgente fredda θ_f °C

Potenza utile Pu Temperatura sorgente calda θ_c °C

Figura 29: Sottotab riscaldamento e acqua calda sanitaria sezione generazione generatori per la definizione di una pompa di calore con metodo analitico

Per il calcolo dei coefficienti correttivi della pompa di calore vengono riportate quattro diverse condizioni di parzializzazione indicate con le lettere A, B, C, e D caratterizzate da temperature di riferimento diverse. Ne risultano diversi fattori di carico climatico, potenze di DC a pieno carico, COP a carico parziale, COP a pieno carico, fattori di carico e fattori correttivo fCOP.

Ed infine si ha la tab circuito in centrale:

Impianto Centralizzato - Riscaldamento e acqua calda sanitaria

Circuiti Accumulo e distribuzione primaria Altri carichi **Generazione**

Centrale termica **Generatori** Integrazione

1 Pompa di calore

Tipo di generatore Pompa di calore **Metodo di calcolo** secondo UNI/TS 11300-4

Dati generali Prestazioni dichiarate Circuito in centrale

Temperature generazione

Generatore di calore a temperatura scorsevole
 Generatore di calore a temperatura di mandata fissa 80,0 °C

Tipo di circuito in centrale per la generazione Collegamento diretto

Distribuzione del circuito di generazione

Rete di distribuzione (nessuno) Coeff. di recupero 0,80

Fabbisogni elettrici

Potenza elettrica assorbita 0 W Pompa sempre in funzione
Fattore di recupero termico 0,85 Pompa a velocità variabile

Figura 30: Sottotab riscaldamento e acqua calda sanitaria sezione generazione generatori circuito in centrale

Passando ora ad analizzare i dati necessari per la definizione della caldaia a condensazione, nella figura seguente si nota:

Impianto Centralizzato - Riscaldamento e acqua calda sanitaria

Circuiti | Accumulo e distribuzione primaria | Altri carichi | **Generazione**

Centrale termica | **Generatori** | Integrazione

2 | Caldaia a condensazione

Tipo di generatore: Caldaia a condensazione | Metodo di calcolo: Analitico

Dati principali | Dati per generatori modulanti | Circuito in centrale

Caratteristiche

Marca/serie/modello (*) IMMERGAS/MAGIS COMBO V2/V2 PLUS/MAGIS COMBO V2 (*) = Dati da archivio

Potenza nominale al focolare (*) Φ_{cn} 24,90 kW | 7,91 kW

Potenza utile nominale (*) P_n 23,31 kW | 23,31 kW

Perdite camino bruciatore acceso (*) Valore noto da costruttore o misurato | $P'_{ch,on}$ 2,80 %

Perdite camino bruciatore spento (*) Valore noto da costruttore o misurato | $P'_{ch,off}$ 0,01 %

Perdite al mantello (*) Valore noto da costruttore o misurato | $P'_{gn,env}$ 3,60 %

Materiale del generatore Generatore a parete in alluminio | Circolazione permanente di acqua in caldaia

Rendimento utile - 100% (*) $\eta_{gn,Pn}$ 98,1 % | Efficienza energetica stagionale per riscaldamento η_s 93,0 %

Rendimento utile - 30% (*) $\eta_{gn,Pint}$ 95,5 %

Temperatura media dell'acqua 70,0 °C (in condizioni di prova)

ΔT temperatura di ritorno/fumi $\Delta\theta_{w,fl}$ 20,0 °C | 60,0 °C

Tenore di ossigeno dei fumi $O_{2,fl,dry}$ 6,00 % | 6,00 %

Dati Aggiuntivi

Figura 31: Sottotab riscaldamento e acqua calda sanitaria sezione generazione generatori dati principali per la definizione di una caldaia a condensazione

Indicazione delle caratteristiche quali: marche/ serie / modello, la potenza nominale al focolare, la potenza utile nominale, le perdite al camino a bruciatore acceso e spento, le perdite al mantello, il materiale del generatore, i rendimenti utili, la temperatura media dell'acqua, Δt temperatura di ritorno/fumi e tenore di ossigeno dei fumi.

Inoltre vi è ancora il tipo di vettore energetico usato, il potere calorifero inferiore, il fattore di emissione di CO₂, nonché il tipo di bruciatore e la potenza elettrica dello stesso:

Installazione

Ambiente Centrale termica | Temperatura 0,00 °C

Fattore di riduzione delle perdite $k_{gn,env}$ 0,70 | Valori mensili 12

Vettore energetico

Tipo (*) Metano

Potere calorifico inferiore H_i 9,940 kWh/Nm³

Fattore di emissione CO₂ 0,2100 kgCO₂/kWh

Fattori di conversione in energia primaria

$fp_{,nren}$ (non rinnovabile) 1,050

$fp_{,ren}$ (rinnovabile) 0,000

$fp_{,tot}$ 1,050

Fabbisogni elettrici

Tipo di bruciatore Ad aria soffiata

Potenza elettrica bruciatore (*) W_{br} 80 W | 211 W

Potenza elettrica pompe circolazione W_{af} 0 W | 150 W

Fattore di recupero K_{br} 0,80

Fattore di recupero K_{af} 0,80

Pompa di circolazione sempre in funzione

Figura 32: Sottotab riscaldamento e acqua calda sanitaria sezione generazione generatori dati principali per la definizione di una caldaia a condensazione

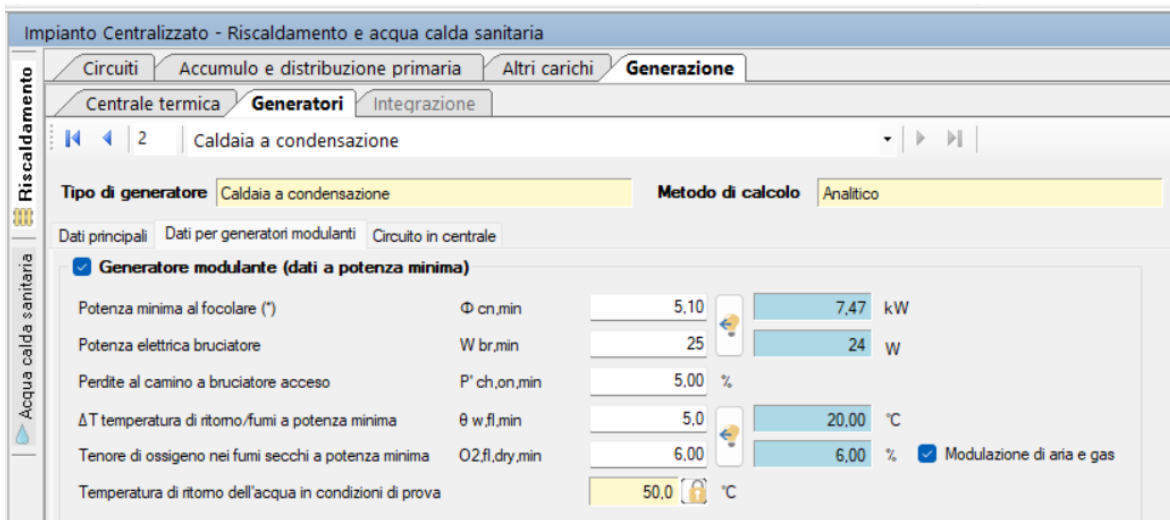


Figura 33: Sottotab riscaldamento e acqua calda sanitaria sezione generazione generatori

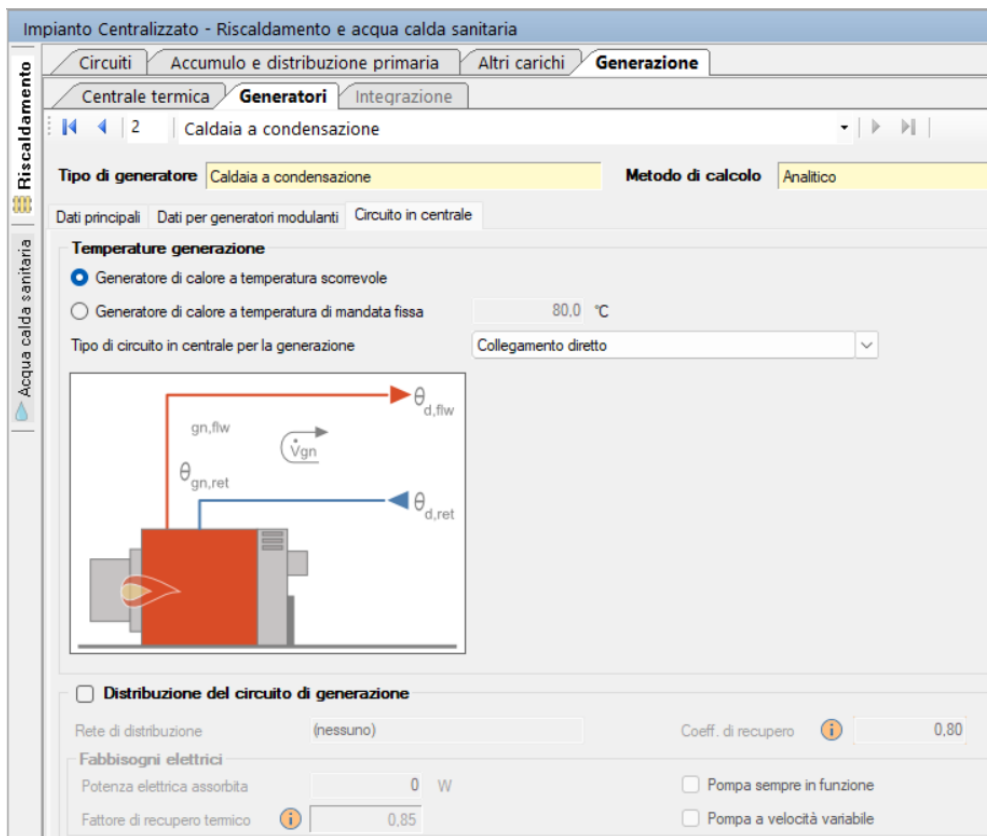


Figura 34: Sottotab riscaldamento e acqua calda sanitaria sezione generazione generatori sezione circuito in centrale

Per quanto riguarda l'acqua calda sanitaria:

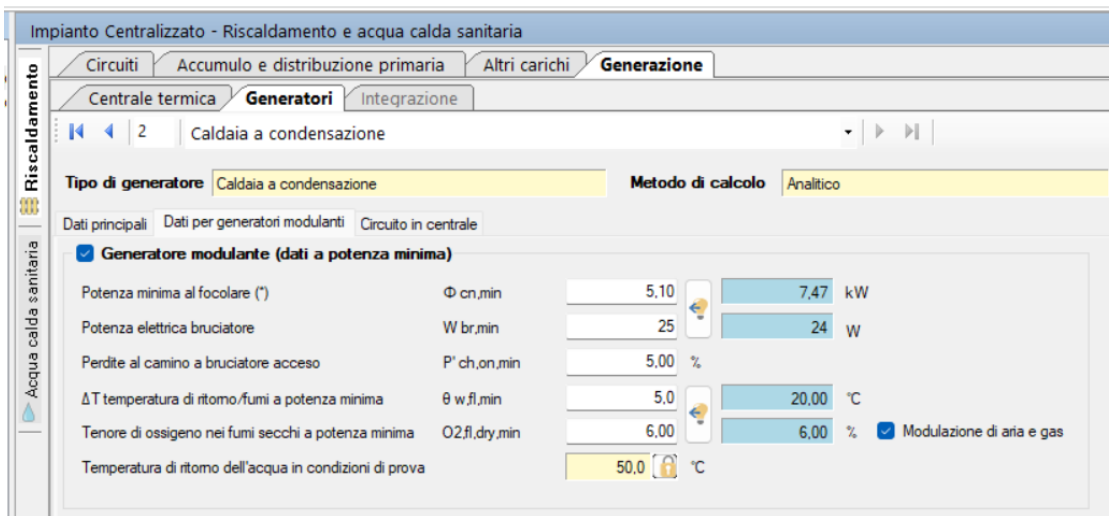


Figura 35: Sottotab riscaldamento e acqua calda sanitaria sezione generazione generatori

Dal pannello selezionando il sistema fotovoltaico si ha:

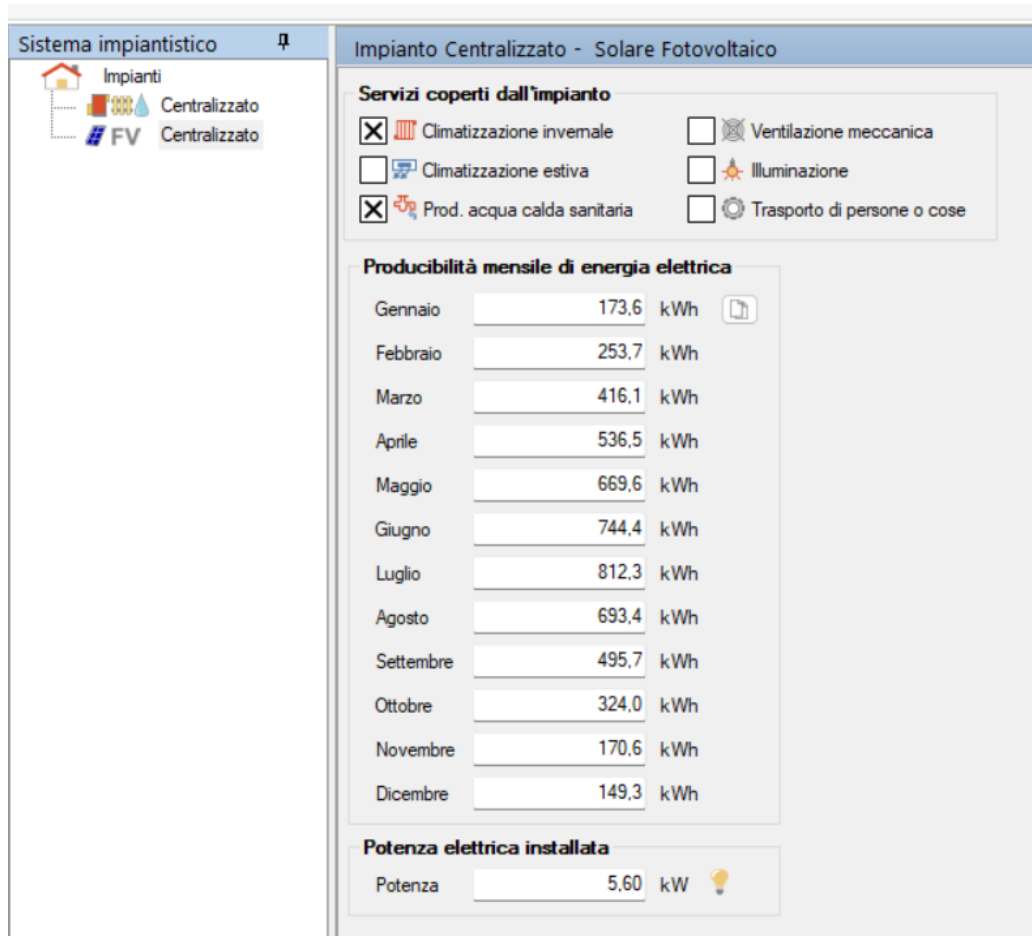


Figura 36: Tab solare fotovoltaico

Come si può vedere dall'immagine viene riportata la producibilità mensile di energia elettrica per ogni mese dell'anno in base alla potenza elettrica installata.

Impianto Centralizzato - Solare Fotovoltaico

Servizi coperti dall'impianto

Climatizzazione invernale Ventilazione meccanica Illuminazione
 Climatizzazione estiva Prod. acqua calda sanitaria Trasporto di persone o cose

Dati sottocampo


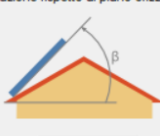
1 di 1 | Nuovo sottocampo | Duplica sottocampo | Elimina sottocampo

Descrizione sottocampo: Nuovo sottocampo

Dati posizionamento pannelli

Seleziona falda (da input grafico) (nessuno)

Orientamento rispetto al Sud Inclinazione rispetto al piano orizzontale

γ: 0.0 ° β: 5.0 °

Ombreggiamento: (nessuno) [Crea]

Coefficiente di riflettanza (albedo): 0.00

Valori mensili: [12]

Dati moduli

Modulo utilizzato (*)	ATAG Italia srl/FV/FV (*) = Dati da archivio		
Numero di moduli	16	Superficie utile singolo modulo (*)	Apv: 1.58 m ²
Potenza di picco singolo modulo (*) Wpv	350 Wp	Efficienza nominale singolo modulo	0.22
Potenza di picco complessiva	5600 Wp	Fattore di efficienza	f _{pv} : 0.70

Fabbisogni elettrici

Potenza assorbita dagli ausiliari: 0 W

Figura 37: Sottotab solare fotovoltaico

È possibile inoltre specificare il tipo di moduli utilizzato, il numero dei moduli e la potenza di picco del singolo modulo, la superficie utile del singolo modulo ed il fattore di efficienza.

Grazie ad essi è possibile ricavare la potenza di picco complessiva e l'efficienza nominale del singolo modulo.

RISULTATI FABBRICATO

Nella sezione risultati fabbricato è possibile visualizzare il riepilogo dei dati precedentemente inseriti e visualizzare come risultato le potenze disperse.

È possibile ottenere in output le tre potenze distinte: in potenza dispersa per trasmissione, potenza dispersa per ventilazione e dispersa per intermittenza, ovvero se l'impianto viene spento e poi fatto ripartire. Vi è riportato anche la potenza totale e quella con maggiorazione di un fattore di sicurezza del 5%.

The screenshot shows the 'Potenza invernale' (Winter Power) section of a software interface. It features tabs for 'Energia Invernale' and 'Energia Estiva'. Below the tabs, there are controls for 'Opzioni di calcolo' (Calculation Options) with radio buttons for 'vicini presenti' (selected) and 'vicini assenti'. A 'Ricalcola' (Recalculate) button is also present. The 'Zona' (Zone) is set to 'Edificio: Minicondominio'. The main section is titled 'Dispersioni per locale' (Local Losses) and contains a table with the following data:

Potenza dispersa per trasmissione, ventilazione, effetto intermittenza e coefficiente di sicurezza										
Locale	Zona	Descrizione	t_i [°C]	V [m³]	S [m²]	Φ_{tr} [W]	Φ_{ve} [W]	Φ_{ih} [W]	Φ_{hl} [W]	$\Phi_{hl(+5\%)}$ [W]
1	1	Studio	20,0	40,4	13,48	361	190	0	551	579
2	1	Bagno	20,0	19,2	6,41	208	90	0	298	313
3	1	Salotto	20,0	56,4	18,81	596	265	0	861	904
4	1	Soggiorno/cucina	20,0	107,1	35,71	915	504	0	1419	1490
5	1	Vscala	20,0	33,7	11,24	458	158	0	617	648
1	2	Cabina amadio	20,0	32,2	10,74	367	151	0	518	544
2	2	Bagno	20,0	27,5	9,15	260	129	0	389	409
3	2	Camera matrimoniale	20,0	56,4	18,81	652	265	0	918	964
4	2	Vano scala	20,0	33,7	11,24	331	158	0	489	514
5	2	Salotto	20,0	107,1	35,71	968	504	0	1472	1546

Below the table, the 'Risultati' (Results) section is divided into two columns: 'Dettaglio dispersioni' (Losses Detail) and 'Totali' (Totals).

Dettaglio dispersioni			Totali		
Potenza dispersa per trasmissione	Φ_{tr}	5118 W	Volume totale	V	513,9 m³
Potenza dispersa per ventilazione	Φ_{ve}	2415 W	Potenza totale	Φ_{hl}	7533 W
Potenza dispersa per intermittenza	Φ_{ih}	0 W	Potenza totale, con fattore di sicurezza	$\Phi_{hl sic}$	7909 W

Figura 38: Tab potenza invernale dispersioni per locale

Nella scheda "Potenza invernale" vengono visualizzate le seguenti ulteriori schede:

- Dispersioni per locale;
- Dispersioni per componente;

- Dispersioni per orientamento;
- Riassunto zone.

Nella scheda “Dispersioni per locale” viene visualizzato l’elenco dei locali relativi alla zona selezionata o all’intero edificio, evidenziando per ciascuno di essi i seguenti parametri:

- θ_i Temperatura interna del locale,
- V Volume netto del locale,
- Φ_{tr} Potenza dispersa per trasmissione dal locale,
- Φ_{ve} Potenza dispersa per ventilazione dal locale,
- Φ_{rh} Potenza dispersa per intermittenza dal locale,
- Φ_{hl} Potenza totale dispersa dal locale,
- $\Phi_{hl}+\%$ Potenza totale dispersa dal locale comprensiva dell’eventuale fattore di sicurezza indicato nella scheda.

Nella sezione “Risultati”, posto nella parte inferiore della maschera, vengono visualizzati i totali complessivi di tutti i locali relativi alla zona selezionata o all’intero edificio, viene inoltre visualizzato anche il valore Φ_{hl} sic, pari alla potenza totale moltiplicata per il coefficiente di sicurezza eventualmente indicato nella scheda “Dati default” dei dati generali del lavoro.

Potenza invernale		Energia Invernale	Energia Estiva				
Zona climatizzata		Opzioni di calcolo					
<input checked="" type="checkbox"/> Intero edificio		<input checked="" type="radio"/> vicini presenti					
		<input type="radio"/> vicini assenti					
Zona	Descrizione Edificio: Minicondominio						
Dispersioni per locale		Dispersioni per componente	Dispersioni per orientamento				
Dispersioni delle strutture opache							
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W/m ² K]	θe [°C]	Sup. Tot [m ²]	ΦT [W]	%
M1	T	Parete esterna 40	0,179	-8,2	198,09	1128	22,1
M2	T	Sottofinestra	0,199	-8,2	15,30	95	1,9
M3	U	Porta ingresso	1,247	6,0	2,48	43	0,8
M4	T	Casopetto	1,295	-8,2	12,15	186	3,6
Totali					497,95	2853	55,7
Dispersioni dei componenti finestrati							
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W/m ² K]	θe [°C]	Sup. Tot [m ²]	ΦT [W]	%
W1	T	160x240	1,300	-8,2	7,68	324	6,3
W2	T	110x240	1,300	-8,2	5,28	194	3,8
W3	T	85x240	1,300	-8,2	4,08	150	2,9
W4	T	215x150	1,300	-8,2	12,91	509	9,9
Totali					45,50	1820	35,6
Dispersioni dei ponti termici							
Cod.	Tipo	Descrizione	ψ [W/mK]	Lungh. Tot [m]	ΦT [W]	%	
Z1	-	IF - Parete - Solaio interpiano	0,015	102,23	47	0,9	
Z2	-	W - Parete - Telaio	0,062	115,45	218	4,3	
Z3	-	B - Ponte termico PARETE - BALCONE	0,185	31,21	174	3,4	
Z5	-	B - Parete - Copertura	0,016	11,29	5	0,1	
Totali					260,18	445	8,7

Figura 39: Tab potenza invernale dispersioni per componente

Nella scheda “**Dispersioni per componente**” vengono visualizzati i tre elenchi relativi alle strutture opache, ai componenti finestrati e ai ponti termici, evidenziando per ciascuno di essi i seguenti parametri:

- U Trasmittanza termica di potenza dell’elemento disperdente,
- Ψ Trasmittanza termica lineica del ponte termico,
- θe Temperatura di esposizione dell’elemento,
- Sup.Tot Superficie totale dell’elemento disperdente su tutto l’edificio o sulla zona visualizzata,
- Lungh.Tot Lunghezza totale del ponte termico su tutto l’edificio o sulla zona visualizzata,
- ΦT Potenza dispersa per trasmissione dall’elemento,
- % Rapporto percentuale tra il ΦT dell’elemento e il ΦT totale dell’edificio o della zona visualizzata.

Potenza invernale		Energia Invernale	Energia Estiva				
Zona climatizzata		Opzioni di calcolo					
<input checked="" type="checkbox"/> Intero edificio		<input type="checkbox"/> vicini presenti					
		<input type="checkbox"/> vicini assenti					
Zona	Descrizione Edificio: Minicondominio						
Dispersioni per locale		Dispersioni per componente					
Dispersioni per orientamento		Riassunto zone					
Prospetto Nord							
<input checked="" type="checkbox"/> Tutte le esposizioni							
Dispersioni delle strutture termiche							
Esp.	Cod.	Tipo	Descrizione	U [W/m²K] / Ψ [W/mK]	Sup. Tot. [m²] / Lungh. [m]	ΦT [W]	%
N	M1	T	Parete esterna 40	0,179	77,61	469	9,2
N	Z1	-	IF - Parete - Solaio interpiano	0,015	35,94	18	0,3
N	W5	T	160x150	1,300	4,80	211	4,1
N	M4	T	Cassonetto	1,295	1,60	70	1,4
N	Z2	-	W - Parete - Telaio	0,062	12,40	26	0,5
N	M2	T	Sottofinestra	0,199	3,04	21	0,4
E	M4	T	Cassonetto	1,295	3,75	158	3,1
E	W1	T	160x240	1,300	7,68	324	6,3
E	Z3	-	B - Ponte termico PARETE - BALCONE	0,185	13,83	83	1,6
E	M2	T	Sottofinestra	0,199	4,09	26	0,5
E	Z2	-	W - Parete - Telaio	0,062	30,61	61	1,2
E	Z1	-	IF - Parete - Solaio interpiano	0,015	16,74	8	0,2
E	W4	T	215x150	1,300	6,45	272	5,3
E	Z5	-	R - Parete - Copertura	0,016	4,61	2	0,0
E	M1	T	Parete esterna 40	0,179	52,55	305	6,0
S	M2	T	Sottofinestra	0,199	4,09	23	0,4
Totali						5118	100,0

Figura 40: Tab potenza invernale dispersioni per orientamento

Nella scheda “**Dispersioni per orientamento**” vengono visualizzate le dispersioni dell’intero edificio ordinate per orientamento, evidenziando per ciascun orientamento i seguenti parametri:

- U/ Ψ Trasmittanza termica dell’elemento disperdente o trasmittanza termica lineica del ponte termico,
- Sup.Tot/Lungh Superficie totale dell’elemento disperdente o lunghezza totale del ponte termico,
- ΦT Potenza dispersa per trasmissione dall’elemento,
- % Rapporto percentuale tra il ΦT dell’elemento e il ΦT totale dell’edificio.

Nella scheda “**Riassunto zone**” vengono visualizzate le dispersioni complessive ordinate per zona termica, evidenziando per ciascuna i seguenti parametri:

- V volume lordo della zona termica,
- Φ_{tr} Potenza dispersa per trasmissione,
- Φ_{ve} Potenza dispersa per il rinnovo dell’aria,
- Φ_{rh} Potenza dispersa per intermittenza,
- Φ_{hl} Potenza dispersa complessivamente.

ENERGIA INVERNALE

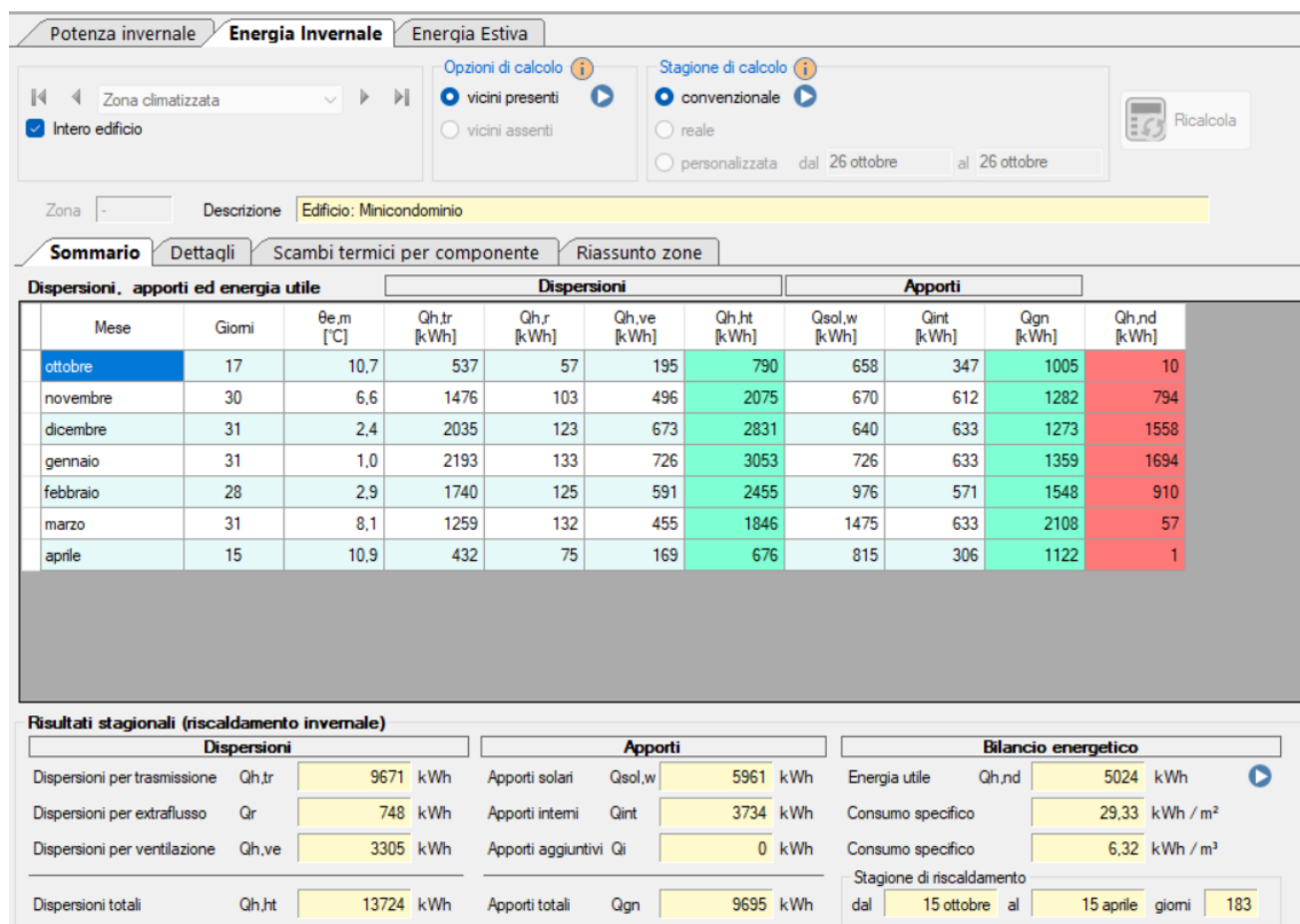


Figura 41: Tab energia invernale sommario

Nella scheda “**Energia invernale**” vengono visualizzate le seguenti ulteriori schede:

- Sommario,
- Dettagli,
- Scambi termici per componente;
- Riassunto zone.

Nella scheda è inoltre possibile selezionare la “Stagione di calcolo” secondo cui effettuare il calcolo dell’energia utile, con possibilità di scegliere la stagione convenzionale (stabilita dal DPR 412/93 in base alla zona climatica di appartenenza), la stagione reale (che ha inizio e termine nel momento in cui la somma degli apporti termici interni e solari eguaglia le perdite di calore per trasmissione, ventilazione ed extraflusso) oppure personalizzata in cui la data di inizio e di fine stagione vengono inserite manualmente.

Nella scheda “**Sommario**” viene visualizzata una tabella con i risultati mensili del calcolo dell’energia utile invernale relativi alla zona selezionata o all’intero edificio, evidenziando per ciascun mese i seguenti parametri:

- $Q_{h,tr}$ Energia dispersa per trasmissione e per extraflusso verso la volta celeste, al netto degli apporti solari attraverso le strutture opache;
- $Q_{h,r}$ Energia dispersa per extraflusso verso la volta celeste;
- $Q_{h,ve}$ Energia dispersa per ventilazione;
- $Q_{h,ht}$ Totale energia dispersa ($= Q_{h,tr} + Q_{h,ve}$);
- $Q_{sol,w}$ Apporti solari attraverso i componenti trasparenti;
- Q_{int} Apporti interni;
- Q_{gn} Totale apporti gratuiti ($= Q_{sol,w} + Q_{int}$);
- γ Rapporto tra il totale degli apporti gratuiti e l’energia totale dispersa;
- τ Costante di tempo;
- η_u, H Fattore di utilizzazione degli apporti termici;
- $Q_{h,nd}$ Energia utile richiesta per il riscaldamento invernale.

Nella sezione “Risultati stagionali (riscaldamento invernale)”, posto nella parte inferiore della maschera, vengono visualizzate le dispersioni e gli apporti complessivi, ottenuti come somma di tutti i mesi, la stagione di riscaldamento considerata e il bilancio energetico.

Nella scheda “Dettagli” vengono visualizzate le tabelle relative al dettaglio dell’energia dispersa e degli apporti termici gratuiti.

Nella prima tabella, “Scambio di energia termica totale”, vengono messi in evidenza i seguenti parametri:

- $\theta_{e,m}$ Temperatura esterna media mensile del mese o della frazione di mese considerata;
- $Q_{h,trT}$ Energia dispersa per trasmissione da locale climatizzato verso esterno;
- $Q_{h,trG}$ Energia dispersa per trasmissione da locale climatizzato verso terreno;
- $Q_{h,trA}$ Energia dispersa per trasmissione da locale climatizzato verso locali a temperatura fissa;
- $Q_{h,trU}$ Energia dispersa per trasmissione da locale climatizzato verso locali non climatizzati;
- $Q_{h,trN}$ Energia dispersa per trasmissione da locale climatizzato verso locali vicini;
- $Q_{h,rT}$ Energia dispersa per extraflusso attraverso i componenti di tipo T;

Nella scheda “**Scambi termici per componente**” vengono visualizzate le dispersioni ordinate per componente suddivise in tre diverse famiglie, evidenziando per ciascun elemento i seguenti parametri:

- U/Ψ Trasmittanza termica dell’elemento disperdente o trasmittanza termica lineica del ponte termico
- $Sup.Tot/Lungh$ Superficie totale dell’elemento disperdente o lunghezza totale del ponte termico
- $Q_{h,tr}$ Energia dispersa per trasmissione dall’elemento
- % Rapporto percentuale tra il $\Phi_{h,tr}$ dell’elemento e il $\Phi_{h,tr}$ totale dell’edificio
- $Q_{h,r}$ Energia dispersa per extraflusso verso la volta celeste

- %Q_{h,r} Rapporto percentuale tra il Q_{h,r} dell'elemento e il totale dei Q_{h,r}
- Q_{sol,k} Apporto solare attraverso gli elementi opachi e finestrati
- %Q_{sol,k} Rapporto percentuale tra il Q_{sol,k} dell'elemento e il totale dei Q_{sol,k}

I medesimi risultati possono essere visualizzati relativamente ad un mese specifico o all'intera stagione, utilizzando le funzioni poste nella parte superiore della scheda.

Nella scheda "**Riassunto zone**" viene visualizzata una tabella con i risultati mensili del calcolo dell'energia utile invernale relativi alla zona selezionata o all'intero edificio, evidenziando per ciascun mese i seguenti parametri:

- Su Superficie utile complessiva della zona;
- V Volume lordo complessivo della zona;
- Q_{h,tr} Energia dispersa per trasmissione e per extraflusso verso la volta celeste, al netto degli apporti solari attraverso le strutture opache;
- Q_{h,ve} Energia dispersa per ventilazione;
- Q_{h,ht} Totale energia dispersa (= Q_{h,tr} + Q_{h,ve});
- Q_{sol,w} Apporti solari attraverso i componenti trasparenti;
- Q_{int} Apporti interni;
- Q_{gn} Totale apporti gratuiti (= Q_{sol,w} + Q_{int});
- Q_{h,nd} Energia utile richiesta per il riscaldamento invernale;
- Consumo specifico, pari al rapporto tra l'energia utile richiesta dalla zona e la sua superficie netta o volume lordo (il rapporto con la superficie netta è relativo alle categorie E.1(1), E.1(2) ed E.1(3).

ENERGIA ESTIVA

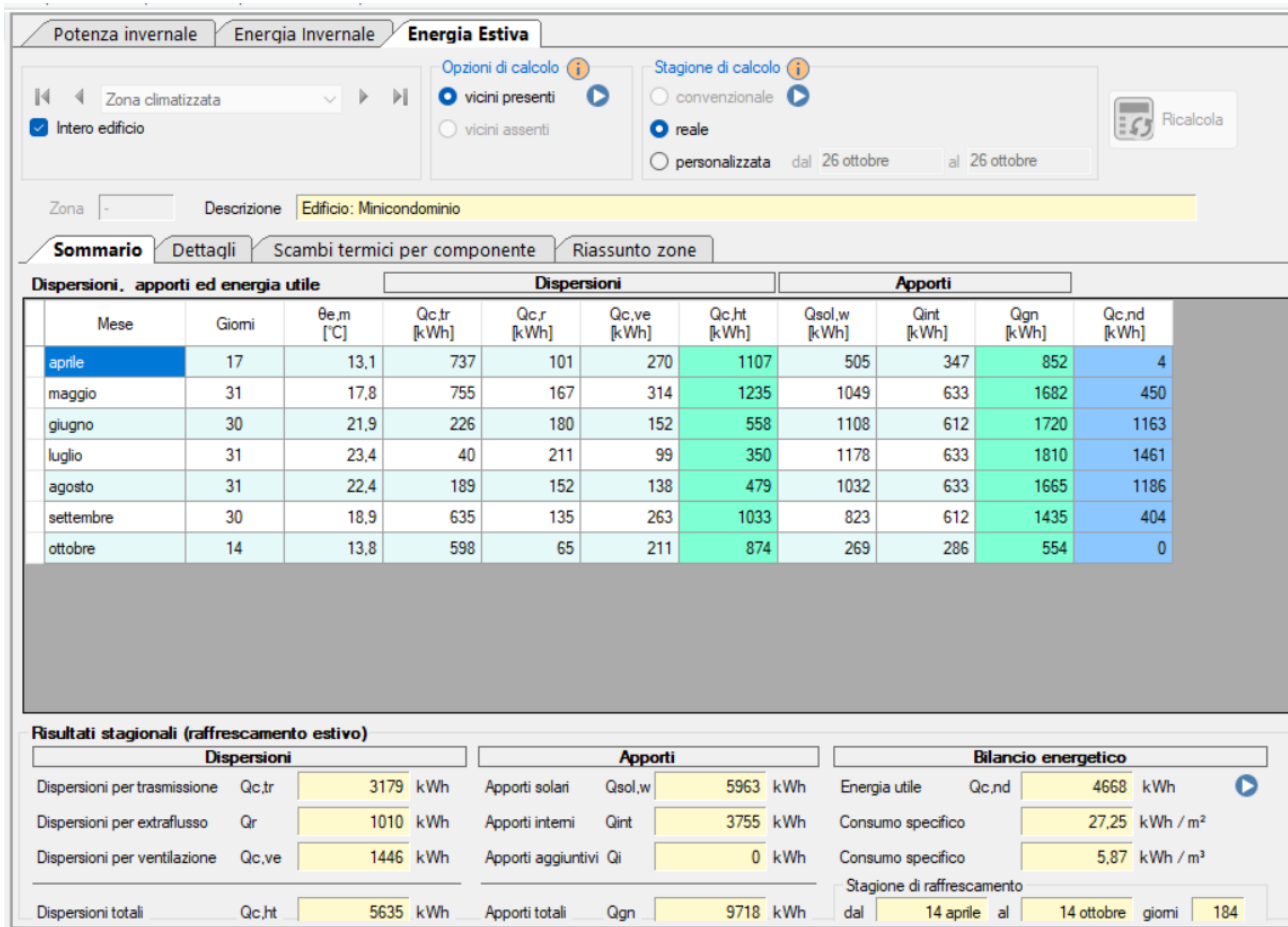


Figura 42: Tab energia estiva sommario

I parametri visualizzati sono gli stessi del caso di energia invernale, a parte nella seconda tabella, "Apporti termici (solari + interni)", vengono messi in evidenza i seguenti parametri:

- $\theta_{e,m}$ Temperatura esterna media mensile del mese o della frazione di mese considerata;
- $Q_{sol,k,w}$ Apporti solari diretti attraverso gli elementi finestrati;
- $Q_{sd,w}$ Apporti solari diretti attraverso le strutture trasparenti delle serre solari adiacenti;
- $Q_{int,k}$ Apporti interni
- $Q_{int,u}$ Apporti interni attraverso i locali non climatizzati adiacenti
- Q_{gn} Totale apporti gratuiti

Se il calcolo dei locali non climatizzati è semplificato, le colonne relative agli apporti gratuiti attraverso le strutture dei locali non climatizzati e le serre solari adiacenti non sono visibili.

Essendo definita a livello legislativo una stagione convenzionale di raffrescamento, nella scheda è obbligatorio selezionare la stagione di calcolo reale per quanto riguarda i calcoli finalizzati alle verifiche di legge o agli attestati di prestazione energetica. Per calcoli aventi scopi differenti, ad esempio quello di diagnosi, è possibile impostare una stagione di calcolo personalizzata, in cui indicare manualmente la data di inizio e di fine stagione.

Terminato l'inserimento degli input è possibile richiedere al programma i risultati, nella sezione risultati fabbricato nella tab "dispersioni per locale", è possibile trovare la temperatura interna di progetto, il volume del locale, la superficie, la potenza dispersa per trasmissione, quella dispersa per ventilazione, quella dispersa per intermittenza e la potenza totale con fattore di sicurezza.

RISULTATI ENERGIA PRIMARIA

Ora che sono state inserite tutte le caratteristiche dei componenti dell'involucro e degli impianti è possibile visualizzare l'energia primaria necessaria per l'edificio.

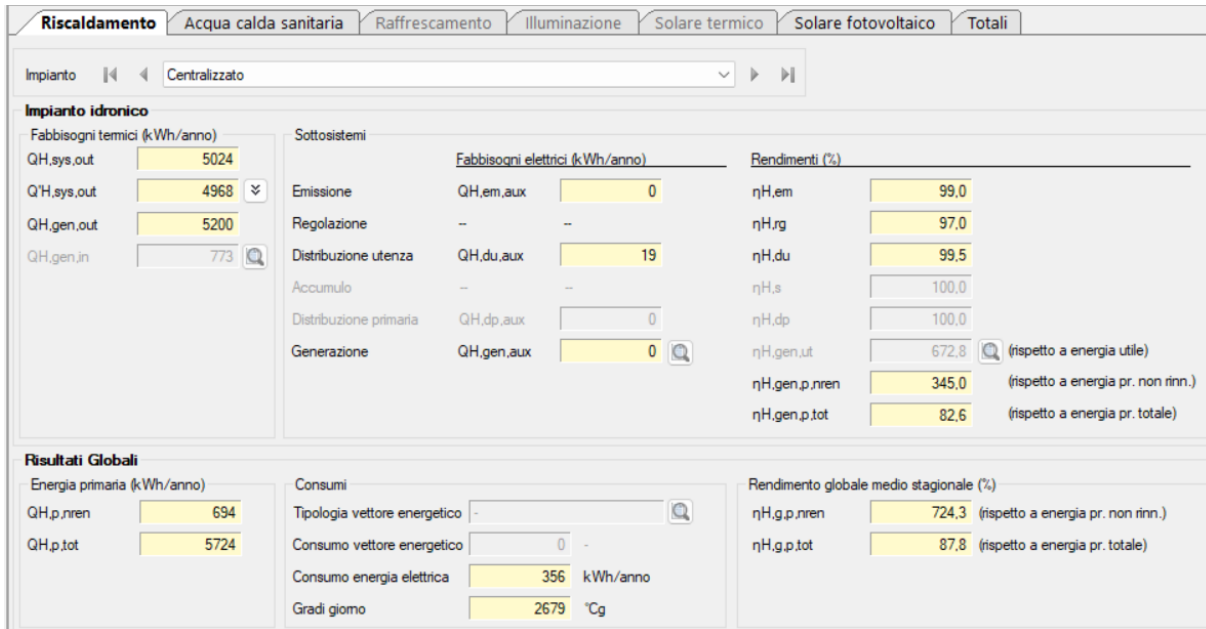


Figura 43: Tab risultati energia primaria riscaldamento

Nella Tab riscaldamento nella parte impianto idronico è possibile vedere i fabbisogni termici del sistema e quelli generati, nella parte sottosistemi è possibile trovare i fabbisogni elettrici relativi all'emissione e alla distribuzione dell'utenza nonché vi sono i vari rendimenti. Le stesse informazioni vengono visualizzate nei risultati globali, viene riportata l'energia primaria non rinnovabile e totale, i consumi elettrici e i gradi giorno, nonché i rendimenti globali medi stagionali rispetto all'energia prodotta non rinnovabile e all'energia prodotta totale.

Si riporta di seguito la legenda della simbologia utilizzata:

QH,sys,nd = fabbisogno di energia termica utile dell'edificio per il riscaldamento, relativo al calcolo effettivo (inclusi cioè gli impianti o dispositivi tecnologici presenti al suo interno, quali la batteria di riscaldamento dell'aria). In presenza di un impianto di ventilazione meccanica, tale fabbisogno è differente dal parametro QH,nd, visualizzato nella maschera "Risultati fabbricato". Quest'ultimo rappresenta infatti il fabbisogno di energia termica utile per il riscaldamento relativa al calcolo del solo fabbricato (esclusi cioè gli impianti o

dispositivi tecnologici presenti al suo interno).

$Q'_{H,sys,out}$ = fabbisogno ideale netto (dedotto dei recuperi dovuti all'impianto di acqua calda sanitaria).

$Q_{H,sys,out,interm}$ = fabbisogno corretto per intermittenza.

$Q_{H,sys,out,cont}$ = fabbisogno corretto per contabilizzazione.

$Q_{H,sys,out,corr}$ = fabbisogno corretto per ulteriori fattori.

$Q_{H,gen,out}$ = fabbisogno in uscita dalla generazione.

$Q_{H,gen,in}$ = fabbisogno in ingresso alla generazione.

$Q_{H,em,aux}$ = fabbisogno elettrico degli ausiliari del sottosistema di emissione.

$Q_{H,du,aux}$ = fabbisogno elettrico degli ausiliari del sottosistema di distribuzione di utenza.

$Q_{H,dp,aux}$ = fabbisogno elettrico degli ausiliari del sottosistema di distribuzione primaria.

$Q_{H,gen,aux}$ = fabbisogno elettrico degli ausiliari del sottosistema di generazione.

Nella medesima sezione sono inoltre indicati i "Rendimenti (%)" dell'impianto idronico:

$\eta_{H,em}$ = rendimento di emissione

$\eta_{H,rg}$ = rendimento di regolazione

$\eta_{H,du}$ = rendimento di distribuzione utenza

$\eta_{H,s}$ = rendimento di accumulo

$\eta_{H,dp}$ = rendimento di distribuzione primaria

$\eta_{H,gen,ut}$ = rendimento di generazione calcolato rispetto all'energia utile

$\eta_{H,gen,p,nren}$ = rendimento di generazione calcolato rispetto all'energia primaria non rinnovabile

$\eta_{H,gen,p,tot}$ = rendimento di generazione calcolato rispetto all'energia primaria totale

Nella Tab acqua calda sanitaria, nella sezione impianto vengono riportati i fabbisogni termici del sistema e nella sezione sottosistemi viene riportata la quota di generazione ed infine i rendimenti:

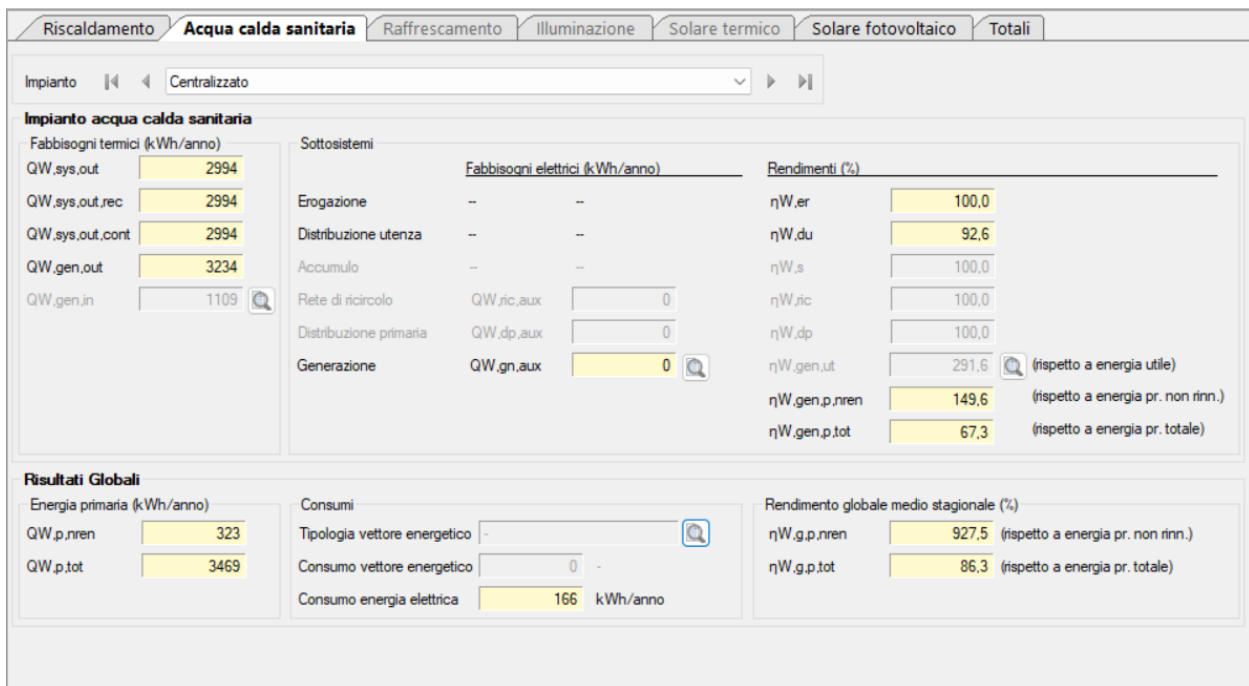


Figura 44: Sottotab acqua calda sanitaria

La sezione “Impianto acqua calda sanitaria” visualizza i fabbisogni termici ed elettrici stagionali calcolati per la produzione di acqua calda sanitaria. Il calcolo è effettuato considerando come stagione di calcolo tutti i mesi dell’anno.

Si riporta di seguito la legenda della simbologia utilizzata:

QW,sys,out = fabbisogno di energia termica utile dell’edificio per acqua calda sanitaria

QW,sys,out,cont = fabbisogno corretto per contabilizzazione

QW,gen,out = fabbisogno in uscita dalla generazione

QW,gen,in = fabbisogno in ingresso alla generazione

QW,ric,aux = fabbisogno elettrico degli ausiliari della rete di ricircolo

QW,dp,aux = fabbisogno elettrico degli ausiliari della rete di distribuzione primaria

QW,gen,aux = fabbisogno elettrico degli ausiliari del sottosistema di generazione

Nella medesima sezione sono inoltre indicati i “Rendimenti (%)” dell’impianto di acqua calda sanitaria:

$\eta_{W,er}$ = rendimento di erogazione

$\eta_{W,du}$ = rendimento di distribuzione utenza

$\eta_{W,s}$ = rendimento di accumulo

$\eta_{W,ric}$ = rendimento della rete di ricircolo

$\eta_{W,dp}$ = rendimento della rete di distribuzione primaria

$\eta_{W,gen,ut}$ = rendimento di generazione calcolato rispetto all'energia utile

$\eta_{W,gen,p,nren}$ = rendimento di generazione calcolato rispetto all'energia primaria non rinnovabile

$\eta_{W,gen,p,tot}$ = rendimento di generazione calcolato rispetto all'energia primaria totale

Nella sezione "Risultati Globali" sono indicati i valori globali di energia primaria (non rinnovabile e totale), i consumi dei vettori energetici e di energia elettrica ed il rendimento globale medio stagionale (calcolato rispetto all'energia primaria non rinnovabile e totale).

Se presente un impianto fotovoltaico, il consumo di energia elettrica terrà conto dell'energia elettrica prodotta e destinata al servizio acqua calda sanitaria.

Si riporta di seguito la legenda della simbologia utilizzata:

$Q_{W,p,nren}$ = fabbisogno di energia primaria non rinnovabile per il servizio acqua calda sanitaria,

$Q_{W,p,tot}$ = fabbisogno di energia primaria totale per il servizio acqua calda sanitaria,

$\eta_{W,g,p,nren}$ = rendimento globale medio stagionale rispetto all'energia primaria non rinnovabile

$\eta_{W,g,p,tot}$ = rendimento globale medio stagionale rispetto all'energia primaria totale

Si può visualizzare l'energia elettrica prodotta dal fotovoltaico nella seguente immagine:



Descrizione	Valore	Unità
Energia elettrica da produzione fotovoltaica	5439	kWh/anno
Fabbisogno elettrico totale dell'impianto	1900	kWh/anno
Percentuale di copertura del fabbisogno annuo	72,6	%
Energia elettrica da rete	521	kWh/anno
Energia elettrica prodotta e non consumata	4060	kWh/anno

Figura 45: Sottotab solare fotovoltaico

Infine per il solare fotovoltaico viene riportata l'energia elettrica da produzione fotovoltaica in $\frac{kWh}{anno}$, il fabbisogno elettrico totale dell'impianto, la percentuale di copertura del fabbisogno annuo, l'energia elettrica da rete e l'energia elettrica prodotta e non consumata.

I risultati di calcolo visualizzati sono i seguenti:

- Energia elettrica da produzione fotovoltaica [kWh/anno]: somma dei valori di energia elettrica mensili inseriti per l'impianto fotovoltaico.
- Fabbisogno elettrico totale dell'impianto [kWh/anno]: somma dei fabbisogni elettrici di tutti gli ausiliari, sia dell'impianto di riscaldamento che di produzione di acqua calda sanitaria.
- Percentuale di copertura del fabbisogno annuo [%]: percentuale di copertura dell'impianto fotovoltaico, calcolato in termini di copertura dell'energia elettrica richiesta dall'impianto.
- Energia elettrica da rete [kWh]: energia elettrica richiesta alla rete di distribuzione nazionale. Il campo è calcolato come differenza tra i precedenti valori di "Fabbisogno elettrico totale dell'impianto" e di "Energia elettrica da produzione fotovoltaica".

- Energia elettrica prodotta e non consumata [kWh]: energia elettrica prodotta dai pannelli fotovoltaici e non utilizzata.

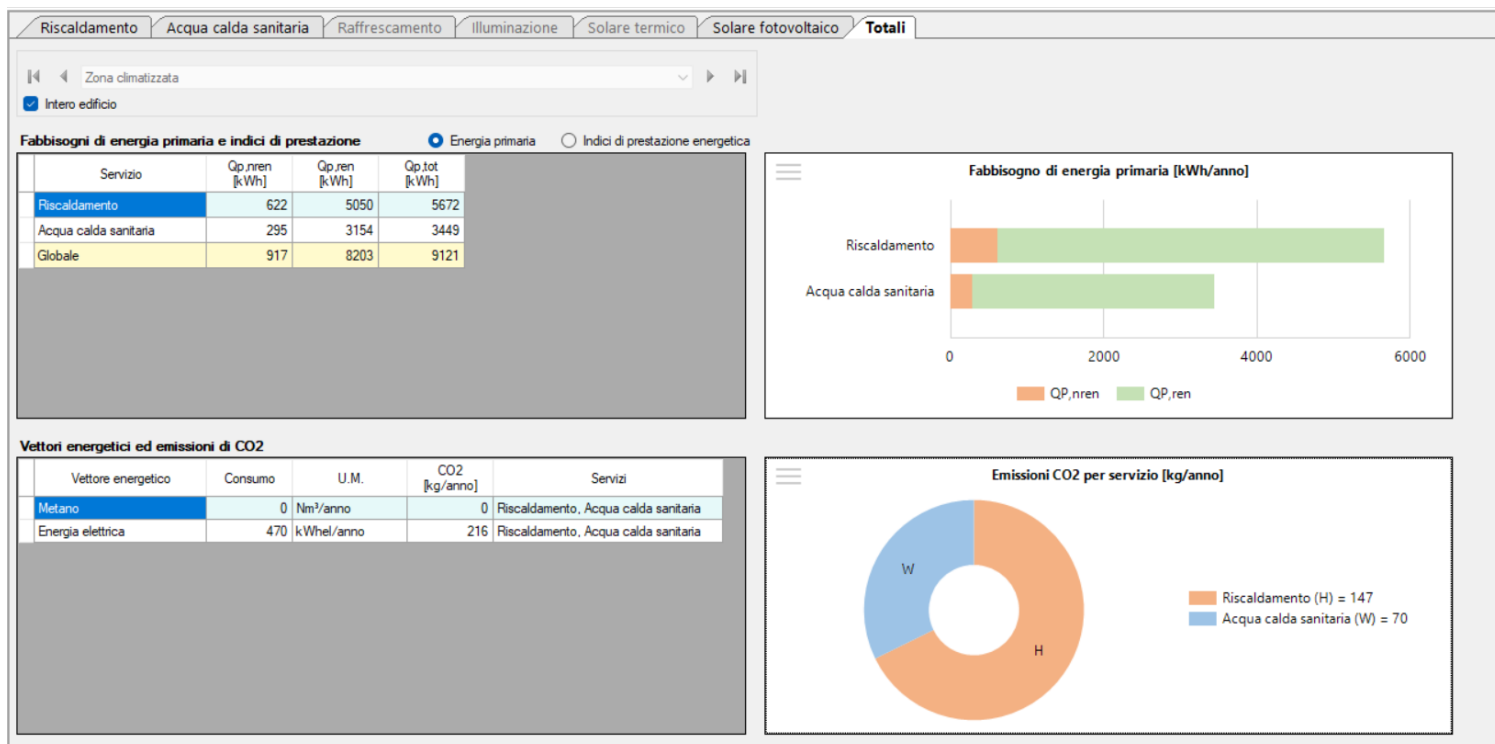


Figura 46: Sottotab risultati totali

Come è possibile notare dall'immagine precedente, per il fabbisogno di energia primaria esaminando il servizio riscaldamento, si può notare la divisione tra energia non rinnovabile e rinnovabile, lo stesso può essere fatto per l'acqua calda sanitaria. La somma dei due dà come risultato il globale. Nella parte destra dell'immagine si può vedere il grafico e notare le proporzioni tra la quota rinnovabile in verde e non rinnovabile in arancione, rispetto anche al totale.

La stessa analitica viene fatta sui vettori energetici e l'emissione di CO₂, viene contabilizzata per il riscaldamento e l'acqua calda sanitaria, viene riportato il consumo energetico annuo. Nella parte destra si può vedere il grafico che mostra la CO₂ emessa per servizio riscaldamento e acqua calda sanitaria, in proporzione al totale.

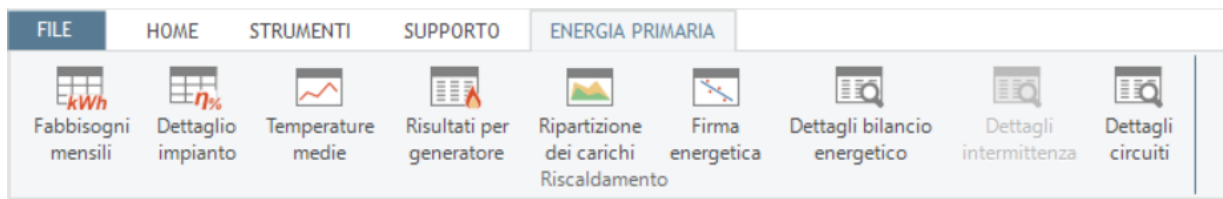


Figura 47: Menu creazione analitiche

Dalla tab in alto è possibile creare varie analitiche come i fabbisogni mensili, il rendimento dettagliato dell'impianto nei vari mesi, le temperature medie, i risultati per generatore, la ripartizione dei carichi, la firma energetica, i dettagli del bilancio energetico e i dettagli dei circuiti:

		Fabbisogni Termici						Fabbisogni Elettrici						Consumi ed energia primaria					
Mese	Giorni	QH.sys.out [kWh]	QH.sys.out [kWh]	QH.sys.out.intem [kWh]	QH.sys.out.cont [kWh]	QH.sys.out.corr [kWh]	QH.gen.out [kWh]	QH.gen.in [kWh]	QH.em.aux [kWh]	QH.du.aux [kWh]	QH.dp.aux [kWh]	QH.gen.aux [kWh]	QH.aux [kWh]	QH.el [kWh]	QH.p.rren [kWh]	QH.p.tot [kWh]	CoH.el [kWh]	GG [°Cg]	CO2H [kgCO2]
gennaio	31	1694	1684	1684	1684	1684	1763	310	0	6	0	0	316	316	379	2092	194	589	89
febbraio	28	910	900	900	900	900	942	131	0	3	0	0	134	134	0	937	0	479	0
marzo	31	57	47	47	47	47	49	4	0	0	0	0	4	4	0	46	0	369	0
aprile	15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	137	0
maggio	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
giugno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
luglio	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
agosto	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
settembre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ottobre	17	10	4	4	4	4	5	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	158	0
novembre	30	794	784	784	784	784	821	76	0	3	0	0	79	79	7	782	3	402	2
dicembre	31	1558	1548	1548	1548	1548	1620	252	0	6	0	0	258	258	309	1862	158	546	73
Totali	183	5024	4968	4968	4968	4968	5200	773	0	19	0	0	791	791	694	5724	356	2679	164

Figura 48: Tabella fabbisogni riscaldamento dettagli mensili

Come si può notare dall'immagine precedente per ogni mese dell'anno vengono riportati i consumi termici elettrici ed energia primaria.

Tab dettaglio impianto:

Riscaldamento										
Acqua calda sanitaria										
Raffrescamento										
Illuminazione										
Solare termico										
Solare fotovoltaico										
Totali										
Impianto riscaldamento - dettagli mensili										
Mese	Giorni	$\eta_{H,em}$ [%]	$\eta_{H,rg}$ [%]	$\eta_{H,du}$ [%]	$\eta_{H,gen,p,nren}$ [%]	$\eta_{H,gen,p,tot}$ [%]	$\eta_{H,g,p,nren}$ [%]	$\eta_{H,g,p,tot}$ [%]	QH,p,nren [kWh]	QH,p,tot [kWh]
gennaio	31	99,0	97,0	99,5	291,8	78,3	447,5	81,0	379	2092
febbraio	28	99,0	97,0	99,5	369,0	84,2	0,0	97,1	0	937
marzo	31	99,0	97,0	99,5	658,2	96,2	0,0	124,5	0	46
aprile	15	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0
maggio	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
giugno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
luglio	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
agosto	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
settembre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ottobre	17	99,0	97,0	99,5	1006,3	102,6	0,0	236,8	0	4
novembre	30	99,0	97,0	99,5	553,8	93,0	12193,0	101,5	7	782
dicembre	31	99,0	97,0	99,5	329,7	81,4	504,9	83,7	309	1862

Figura 49: Tabella rendimenti per ogni mese dell'anno

Nella Tab riscaldamento per ogni mese vengono riportati tutti i rendimenti e il totale di energia.

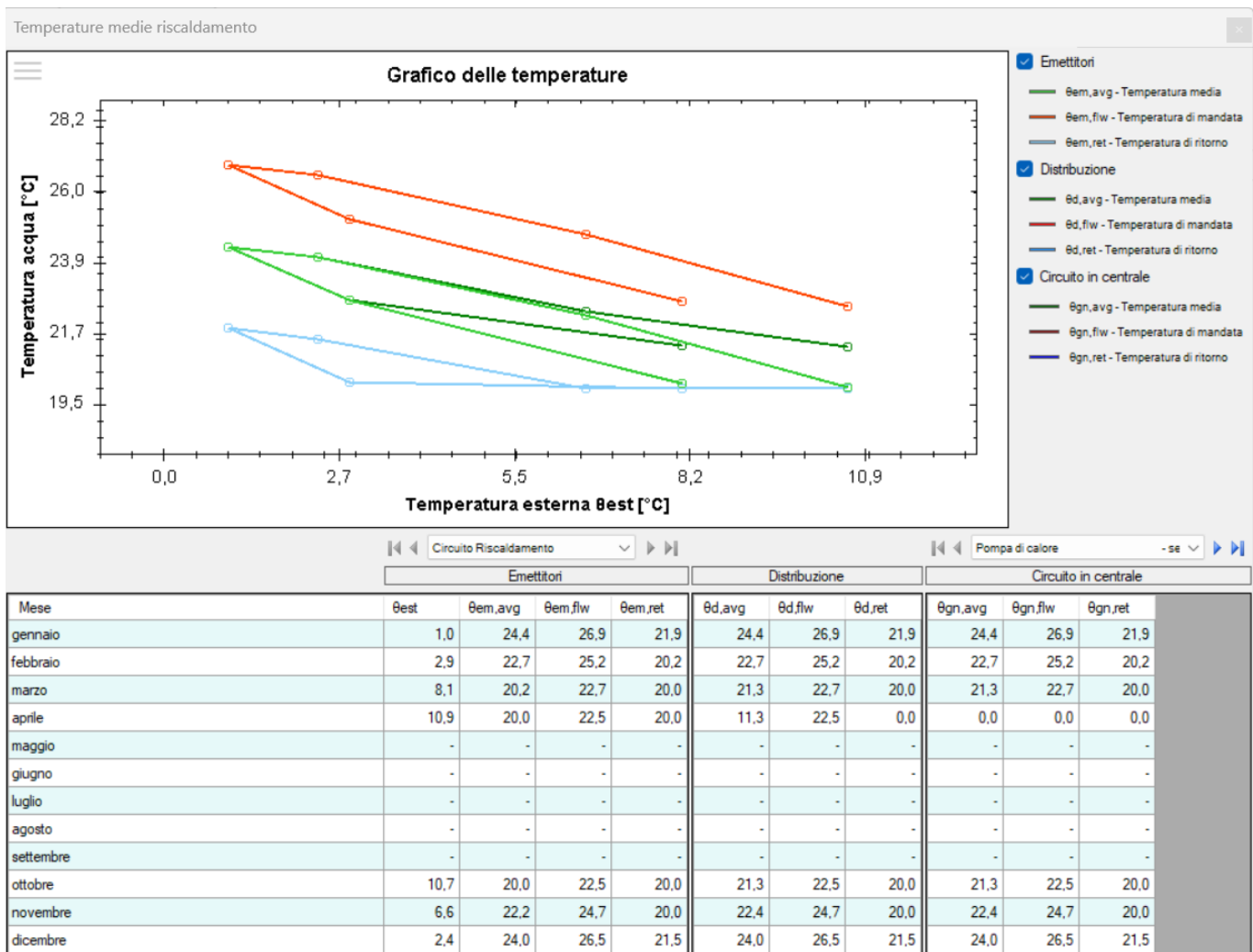


Figura 50: Grafico della temperatura dell'acqua in funzione della temperatura esterna e tabella temperature emettitori distribuzione e circuito in centrale per ogni mese

Il grafico visualizza l'andamento delle temperature medie calcolate nelle varie parti dell'impianto (asse delle ordinate) in funzione della temperatura esterna media mensile della località (asse delle ascisse). Questa presentazione consente di visualizzare il comportamento dell'impianto al variare del carico. Per ogni sezione dell'impianto vengono visualizzate la temperatura media θ_{avg} , la temperatura di mandata θ_{flw} e la temperatura di ritorno θ_{ret} per la parte emettitori (pedice e), distribuzione (pedice d) e circuito in centrale (pedice gn). Nella parte inferiore della maschera, sono riportate in forma numerica le temperature calcolate per la stagione di riscaldamento.

Nell'immagine seguente si visualizza il grafico recante la firma energetica di progetto relativa all'intero edificio o alla singola zona termica oggetto di valutazione:

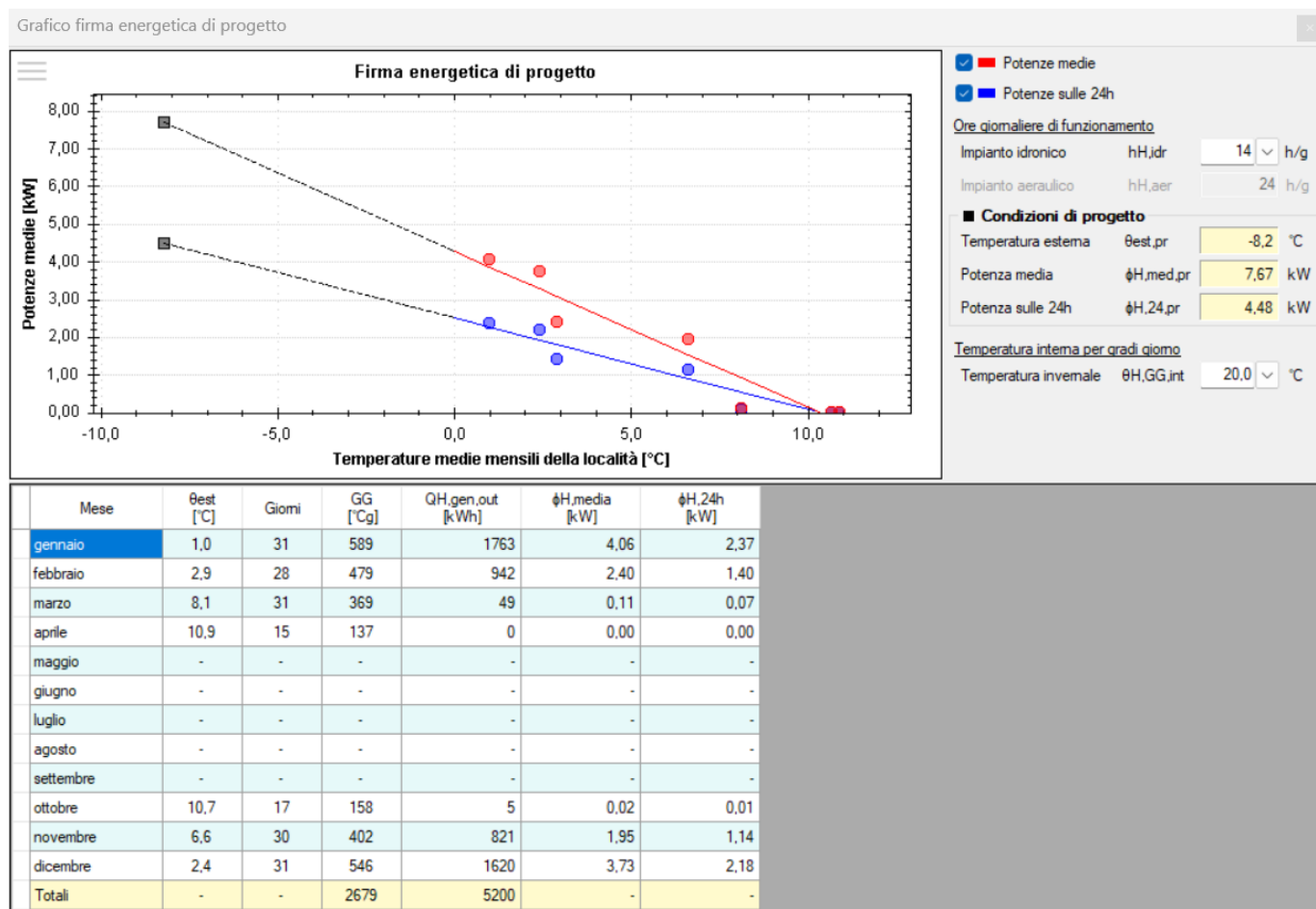


Figura 51: Firma energetica di progetto e tabella analitiche per ogni mese

Il grafico visualizza l'andamento della potenza termica media richiesta dall'edificio (o dalla singola zona) per il riscaldamento degli ambienti (asse delle ordinate) in funzione della temperatura esterna media mensile della località (asse delle ascisse) ed in riferimento agli impianti idronico, aeraulico (ove presente) ed idronico + aeraulico.

Selezionando le caselle sul lato destro del grafico si può scegliere se visualizzare:

- la potenza termica media richiesta dall'edificio nelle ore di effettivo funzionamento del generatore di calore (curva rossa);

- la potenza termica media richiesta dall'edificio ipotizzando un funzionamento continuato del generatore di calore, pari a 24 ore (curva blu).

Le ore giornaliere di funzionamento dell'impianto possono essere impostate manualmente o prelevate dall'apposita casella combinata. Si osserva che, ipotizzando un funzionamento continuato di 24 ore al giorno, la potenza termica richiesta dall'edificio risulta minore in quanto, in un intervallo di tempo maggiore, la medesima quantità di energia, necessaria per il riscaldamento dell'edificio, può essere erogata da un generatore di minore potenza.

Nella parte inferiore della maschera sono riportati, in forma numerica, i parametri visualizzati nel grafico ed in particolare:

$QH_{gen,out}$ = energia termica fornita dal sottosistema di generazione asservito all'impianto idronico o idronico + aeraulico, espressa in kWh;

$QH_{risc,gen,out}$ = energia termica fornita dal sottosistema di generazione asservito all'impianto aeraulico, espressa in kWh;

ΦH_{media} = potenza media richiesta dall'edificio nelle ore di effettiva accensione dell'impianto per il riscaldamento idronico, aeraulico o idronico + aeraulico, espressa in kW;

ΦH_{24h} = potenza media richiesta dall'edificio nelle 24 ore per il riscaldamento idronico, aeraulico o idronico + aeraulico, espressa in kW.

La firma energetica riportata nel grafico viene inoltre estesa fino alla temperatura di progetto della località (vedi linea nera tratteggiata). In corrispondenza di tale temperatura, è possibile leggere la potenza massima richiesta al generatore dall'edificio considerato, nelle ore di effettivo funzionamento o ipotizzando un funzionamento continuato del generatore. Tale procedura può essere utile, ad esempio, in caso di dimensionamento di un nuovo generatore o di verifica del corretto dimensionamento di un generatore esistente.

Per ogni mese e per ogni circuito, sono riportati i seguenti risultati di calcolo:

gg = giorni compresi nella stagione di riscaldamento.

θ_{est} = temperatura esterna dell'aria.

t_{circ} = ore giornaliere di attivazione del circuito.

$QH_{,sys,out}$ = fabbisogno di energia termica utile dell'edificio per il riscaldamento.

$Q'H_{,sys,out}$ = fabbisogno ideale netto (dedotto dei recuperi dovuti all'impianto di acqua calda sanitaria).

$QH_{,sys,out,interm}$ = fabbisogno corretto per intermittenza.

$QH_{,sys,out,cont}$ = fabbisogno corretto per contabilizzazione.

$QH_{,sys,out,corr}$ = fabbisogno corretto per ulteriori fattori.

$\eta_{H,em}$ = rendimento di emissione del circuito.

$\eta_{H,rg}$ = rendimento di regolazione del circuito.

$\eta_{H,du}$ = rendimento di distribuzione utenza del circuito.

ALTRI CALCOLI

Nella tab altri calcoli, in U medie e H't viene visualizzata una maschera in cui è possibile visualizzare, a scelta dell'utente, la trasmittanza termica media delle strutture opache e degli infissi o il coefficiente globale di scambio termico H't.

All'interno della maschera sono presenti appositi grafici e funzioni che consentono di stimare l'incidenza di ciascun componente al calcolo del parametro complessivo:

Visualizza risultati per

Intero edificio

Gruppo zone

Zona singola

Parametro calcolato

Trasmittanza media


Coefficiente globale di scambio termico H't

Raggruppa elementi opachi per

Cod.	Tipo	Descrizione	Esposizione	U [W/m²K]	U media [W/m²K]	Incidenze
M1	T	Parete esterna 40	-	0,178	0,236	
M5	T	Parete vano scala	-	0,182	0,231	
P1	N	Pavimento interpiano	-	0,613	0,613	
P2	U	Pavimento su locali non riscaldati EPS	-	0,204	0,204	
S1	N	Soffitto interpiano	-	0,670	0,670	
S2	U	Soffitto sottotetto	-	0,182	0,182	
W1	T	160x240	-	1,300	-	
W2	T	110x240	-	1,300	-	
W3	T	85x240	-	1,300	-	
M3	U	Porta ingresso	-	1,247	-	

Cod.	Tipo	Descrizione	U / ψ [W/m²K]	Area / Lung.
M1	T	Parete esterna 40	0,178	198,09
M2	T	Sottofinestra	0,198	14,25
Z1	-	IF - Parete - Solaio interpiano	0,015	79,87
Z2	-	W - Parete - Telaio	0,062	97,01
Z3	-	B - Ponte termico PARETE - BALCONE	0,185	25,59
Z5	-	R - Parete - Copertura	0,016	11,29

Incidenze



- M1
- M2
- Z2
- Z3
- Altri

Figura 54: Tab principale altri calcoli trasmittanza media

Nel caso di calcolo dell'H't, nella finestra "Incidenze", vengono riportate tutte le strutture opache, gli infissi e i ponti termici coinvolti nel calcolo in riferimento alla trasmittanza media, come si vede dall'immagine che segue:

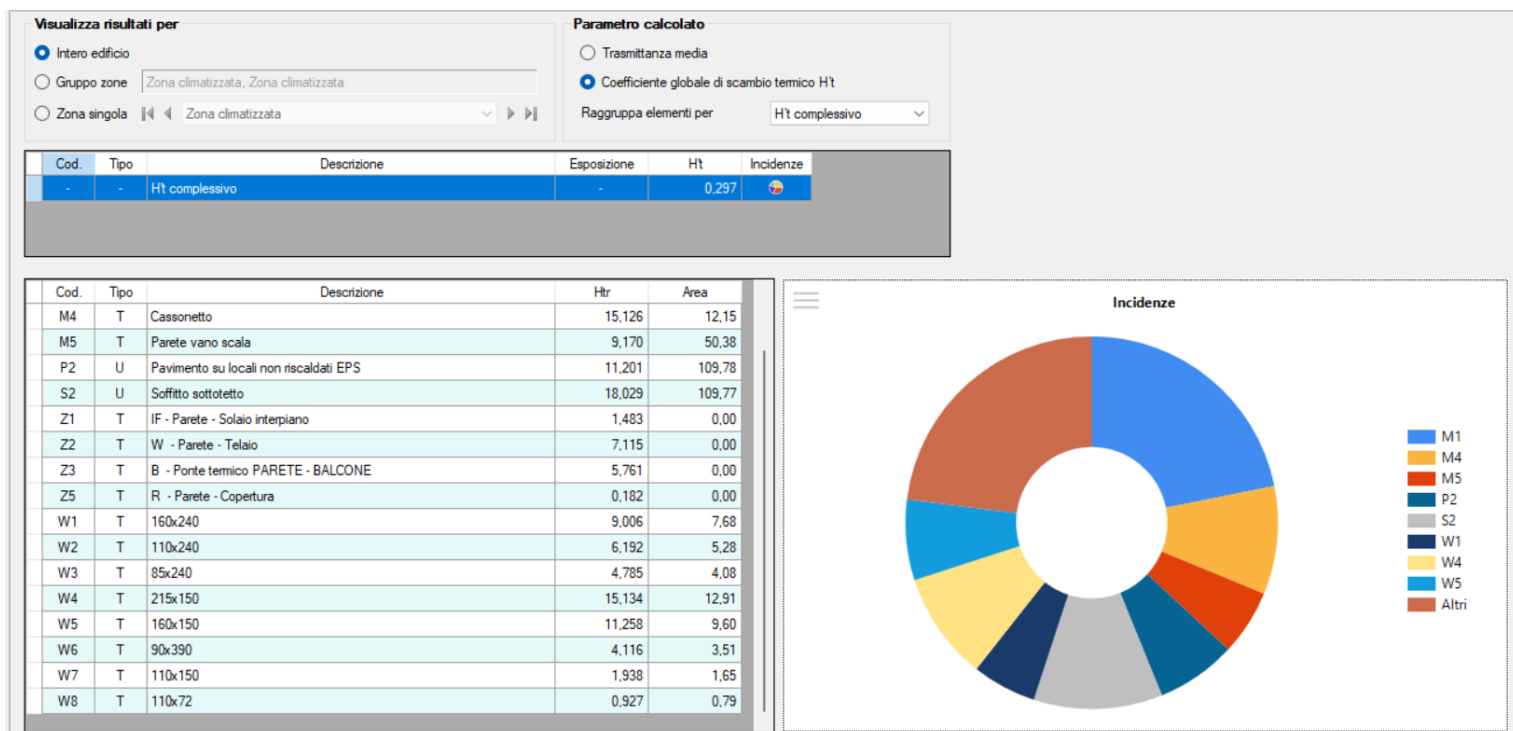


Figura 55: Tab principale altri calcoli coefficiente globale di scambio termico H't

VERIFICHE DI LEGGE

Dopo aver completato la procedura di input dei dati ed eseguito i calcoli relativi all'energia utile e primaria dell'edificio, si preme il pulsante verifiche di legge della barra dei comandi per confrontare le prestazioni dell'edificio con i requisiti minimi imposti dalla legislazione nazionale.

Le verifiche di legge secondo il decreto 26.06.2015 Requisiti minimi vengono eseguite confrontando i parametri calcolati sull'edificio reale con i parametri determinati sull'edificio di riferimento. L'edificio di riferimento, definito dal decreto 26.06.2015 (Allegato 2), è un edificio identico in termini di geometria (sagoma, volumi, superficie calpestabile, superfici degli elementi costruttivi e dei componenti), orientamento, ubicazione territoriale, destinazione d'uso e situazione al contorno e avente caratteristiche termiche e parametri energetici predeterminati.

Verifiche di legge D.Interm. 26.06.15
Verifiche di legge DLqs 8 Novembre 2021 n.199

Fase Fase II - 1 Gennaio 2019 edifici pubblici e 1 Gennaio 2021 al... Edificio ad energia quasi zero

Edificio Minicondominio

Superficie disperdente oggetto di intervento (Sint) 543,45 m²

Superficie disperdente totale (S) 541,02 m²

Percentuale di superficie disperdente interessata dall'intervento (Sint/S) 100,45 %

Ristrutturazione importante (di primo livello) superiore al 50% della superficie disperdente con rifacimento dell'impianto term...

Impianto di riscaldamento esistente

Impianto produzione acqua calda sanitaria esistente

Impianto di raffrescamento esistente

Tipo di verifica	Esito	Valore ammissibile		Valore calcolato	u.m.
Verifica termoigrometrica	Positiva				
Trasmittanza media divisori e strutture locali non climatizzati	-				
Area solare equivalente estiva per unità di superficie utile	Positiva				
Coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione (Ht)	Positiva				
Indice di prestazione termica utile per riscaldamento	Positiva	48,26	>	29,33	kWh/m ²
Indice di prestazione termica utile per il raffrescamento	Positiva	35,11	>	27,25	kWh/m ²
Indice di prestazione energetica globale	Positiva	111,79	>	53,67	kWh/m ²
Efficienza media stagionale dell'impianto per servizi riscaldamento, acqua calda s...	Positiva				

Dettagli - Verifica termoigrometrica

⌕ Verifica termoigrometrica delle strutture opache

Cod.	Tipo	Descrizione	Condensa superficiale	Condensa interstiziale
M5	T	Parete vano scala	Positiva	Positiva
P2	U	Pavimento su locali non riscaldati EPS	Positiva	Positiva
S2	U	Soffitto sottotetto	Positiva	Positiva

Figura 56: Tabella verifiche di legge D.Interm. 26.06.15

La verifica dell'indice di prestazione energetica globale (EP_{gl,tot}) viene eseguita secondo Allegato 1 del decreto Requisiti minimi. La prestazione energetica globale di calcolo è pari alla somma degli indicatori di prestazione energetica dei servizi energetici presenti nell'edificio reale. Gli indicatori di prestazione coinvolti nella somma sono espressi in funzione del fattore di conversione in energia primaria totale (fp,tot). La prestazione energetica globale ammissibile è invece pari alla somma degli indicatori di prestazione energetica calcolati sull'edificio di riferimento. Gli indicatori di prestazione coinvolti nella somma sono espressi in funzione del fattore di conversione in energia primaria totale (fp,tot). La verifica è positiva quando l'EP_{gl,tot} dell'edificio reale risulta inferiore rispetto a quello dell'edificio di riferimento.

La verifica del coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione H't viene richiesta dal decreto 26.06.2015 Requisiti minimi. Il valore calcolato è pari alla somma dei coefficienti medi di scambio termico per trasmissione degli elementi dell'involucro edilizio divisa per la superficie esterna lorda. Il coefficiente di scambio termico per trasmissione si individua come il prodotto fra la trasmittanza della struttura ($\frac{W}{m^2K}$) e la sua superficie (m²).

The screenshot shows a software interface for energy compliance verification. At the top, it indicates 'Verifiche di legge D.Interm. 26.06.15' and 'Verifiche di legge DLgs 8 Novembre 2021 n.199'. The building type is 'Minicondominio' and the intervention type is 'Altre situazioni'. There is a checkbox for 'Escludi biomassa dal calcolo coperture da fonte rinnovabile' which is unchecked.

Tipo di verifica	Esito	Valore ammissibile		Valore calcolato	u.m.	
Prestazione energetica per la climatizzazione invernale, estiva e produzione acqua...	Positiva	37,37	>	5,35	kWh/m ²	<input checked="" type="checkbox"/>
Copertura totale da fonte rinnovabile	Positiva	60,00	<	89,94	%	<input checked="" type="checkbox"/>
Copertura acqua sanitaria da fonte rinnovabile	Positiva	60,00	<	91,44	%	<input checked="" type="checkbox"/>
Verifica potenza elettrica installata	Positiva	0,00	<	5,60	kW	<input checked="" type="checkbox"/>

Below the table, there is a section titled 'Dettagli - Verifica potenza elettrica installata'. It shows the 'Valore ammissibile' as 'DLgs 8.11.2021 n.199, All. 3 - par. 2, punto 3' and the 'Valore calcolato' as 'Potenza elettrica installata: 5,60 kW' and 'Superficie in pianta a livello del terreno: 0,00 m²'.

Figura 57: Verifica del DLgs 8 novembre 2021 n.199

Vi è anche lo specchietto di verifica del DLgs 8 Novembre 2021 n.199, che impone un minimo di copertura totale da fonte rinnovabile.

RELAZIONE TECNICA

Nella sezione relazione tecnica il documento che viene mostrato dipende dal regime di legge selezionato nella scheda "Regime normativo" della maschera "Dati generali" e può essere quindi conforme ai modelli previsti dal decreto 26.06.2015 - Requisiti minimi oppure all'Allegato E del DLgs n. 311/06.

In caso di utilizzo del decreto 26.06.2015, il programma adatta automaticamente il tipo di modello (Allegato 1, 2 o 3) in relazione all'intervento: nuova costruzione, riqualificazione dell'involucro o riqualificazione dell'impianto. La compilazione risulta particolarmente facilitata dalla possibilità di immettere i dati direttamente nei modelli.

Nel documento relazione tecnica che corrisponde alla ex legge 10, vengono riportate le informazioni generali del committente.

Si riporta l'intestazione del documento che restituisce il software:

ALLEGATO 1

RELAZIONE TECNICA DI CUI AL COMMA 1 DELL'ARTICOLO 8 DEL DECRETO LEGISLATIVO 19 AGOSTO 2005, N. 192, ATTESTANTE LA RISPONDEZZA ALLE PRESCRIZIONI IN MATERIA DI CONTENIMENTO DEL CONSUMO ENERGETICO DEGLI EDIFICI

Nuove costruzioni, ristrutturazioni importanti di primo livello, edifici ad energia quasi zero

Un edificio esistente è sottoposto a ristrutturazione importante di primo livello quando l'intervento ricade nelle tipologie indicate al paragrafo 1.4.1, comma 3, lettera a) dell'Allegato 1 del decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo 192/2005.

1. INFORMAZIONI GENERALI

Comune di Chieri Provincia TO

Progetto per la realizzazione di (specificare il tipo di opere):

RISTRUTTURAZIONE IMPORTANTE DI PRIMO LIVELLO

- [] L'edificio (o il complesso di edifici) rientra tra quelli di proprietà pubblica o adibiti ad uso pubblico ai fini dell'articolo 5, comma 15, del decreto del Presidente della Repubblica 26 agosto 1993, n. 412 (utilizzo delle fonti rinnovabili di energia) e dell'allegato I, comma 14 del decreto legislativo.

Figura 58: Relazione tecnica allegato 1

**RELAZIONE TECNICA DI CUI AL COMMA 1 DELL'ARTICOLO 8 DEL DECRETO
LEGISLATIVO 19 AGOSTO 2005, N. 192, ATTESTANTE LA RISPONDENZA ALLE
PRESCRIZIONI IN MATERIA DI CONTENIMENTO DEL CONSUMO ENERGETICO
DEGLI EDIFICI**

***Riqualificazione energetica e ristrutturazioni importanti di secondo livello
Costruzioni esistenti con riqualificazione dell'involucro edilizio e di impianti
termici***

Un edificio esistente è sottoposto a riqualificazione energetica quando i lavori, in qualunque modo denominati, a titolo indicativo e non esaustivo: manutenzione ordinaria o straordinaria, ristrutturazione e risanamento conservativo, ricadono nelle tipologie indicate al paragrafo 1.4.2 dell'Allegato 1 del decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo 192/2005, ed insistono su elementi edilizi facenti parte dell'involucro edilizio che racchiude il volume condizionato e/o impianti aventi proprio consumo energetico.

Figura 59: Relazione tecnica allegato 2

2. FATTORI TIPOLOGICI DELL'EDIFICIO (O DEL COMPLESSO DI EDIFICI)

Gli elementi tipologici forniti, al solo scopo di supportare la presente relazione tecnica, sono i seguenti:

- Piante di ciascun piano degli edifici con orientamento e indicazione d'uso prevalente dei singoli locali.
- Prospetti e sezioni degli edifici con evidenziazione dei sistemi di protezione solare.
- Elaborati grafici relativi ad eventuali sistemi solari passivi specificatamente progettati per favorire lo sfruttamento degli apporti solari.

3. PARAMETRI CLIMATICI DELLA LOCALITÀ

Gradi giorno (della zona d'insediamento, determinati in base al DPR 412/93)	<u>2617</u> GG
Temperatura esterna minima di progetto (secondo UNI 5364 e successivi aggiornamenti)	<u>-8.0</u> °C
Temperatura massima estiva di progetto dell'aria esterna secondo norma	<u>31.0</u> °C

4. DATI TECNICI E COSTRUTTIVI DELL'EDIFICIO (O DEL COMPLESSO DI EDIFICI) E DELLE RELATIVE STRUTTURE

a) Condizionamento invernale

Descrizione	V [m ³]	S [m ²]	S/V [1/m]	Su [m ²]	θ _{int} [°C]	Φ _{int} [%]
Zona climatizzata	197.47	146.48	0.74	43.58	20.0	65.0
Zona climatizzata	212.22	147.71	0.70	48.23	20.0	65.0

Figura 60: Relazione tecnica allegato 2

Nell'allegato alla legge 10 vi sono le stratigrafie di tutti i componenti verticali e orizzontali, viene riportata la trasmittanza termica, lo spessore, la temperatura esterna di progetto che nel caso di Torino è -8 °C, la permeanza al vapore che è l'inverso della resistenza alla

diffusione al vapore e si ricava tramite le relazioni: $P = \frac{\delta}{s}$

- P [kg/Pa m² s]
- S [m]
- δ [kg/s m Pa]

Un componente che abbia permeanza molto bassa (cioè resistenza alla diffusione del vapore elevata) viene definito "barriera al vapore", in quanto attraverso di esso il vapore

fluisce in quantità molto ridotte. A differenza del caso del flusso di calore gli strati d'aria adiacenti alle superfici delle pareti non esercitano resistenza rispetto alla diffusione del vapore (è come se avessero permeanza infinita o resistenza alla diffusione del vapore nulla). Ne consegue che i valori della pressione di vapore all'interno dell'ambiente P_{vi} e all'esterno P_{ve} agiscono direttamente sulle superfici delimitanti la parete.

Vi è ancora la massa superficiale, la trasmittanza periodica che è rappresentata dal simbolo Y_{ie} (W/m^2K), ed è il parametro che valuta la capacità di una parete opaca di sfasare ed attenuare il flusso termico che la attraversa nell'arco delle 24 ore, definita e determinata secondo la norma UNI EN ISO 13786:2008 e successivi aggiornamenti. $Y_{ie}=U \cdot f_d$, dove f_d è il fattore di attenuazione riferito ad una sollecitazione armonica con periodo di 24 ore e U la trasmittanza termica stazionaria. Il DLgs 311/06 limita a 0,12 W/m^2K (secondo le Linee Guida Nazionali) il suo valore.

Il fattore di attenuazione che è utilizzato nel calcolo della Trasmittanza Termica Periodica (Y_{ie}), esprime il rapporto tra l'ampiezza del flusso termico uscente e quello entrante in un componente edilizio.

Ed infine lo sfasamento dell'onda termica, che rappresenta il tempo che il picco massimo della temperatura esterna, impiega ad attraversare completamente un componente edilizio.

ALLEGATI LEGGE 10

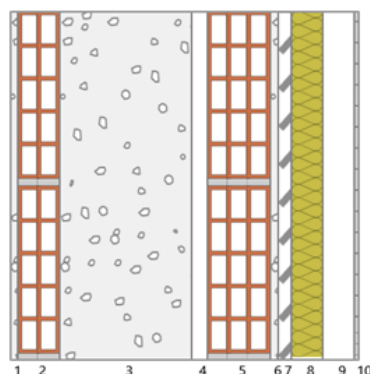
Si riporta un esempio di pagina di ex legge 10 che riporta la stratigrafia della struttura ed il disegno, insieme a tutte le caratteristiche del materiale descritte in precedenza, nonché la legenda e le unità di misura:

CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI
secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 13370

Descrizione della struttura: *Parete esterna 50 CAPPOTTO VENTILATA PT*

Codice: *M1*

Trasmittanza termica	0.099	W/m ² K
Spessore	665	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	-8.0	°C
Permeanza	208.33 3	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	245	kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	197	kg/m ²
Trasmittanza periodica	0.003	W/m ² K
Fattore attenuazione	0.032	-
Sfasamento onda termica	-16.2	h



Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0.130	-	-	-
1	Intonaco di calce e sabbia	15.00	0.8000	-	1600	1.00	10
2	Muratura in laterizio pareti interne (um. 0.5%)	80.00	0.2500	-	600	1.00	7
3	SUPAFIL CAVITY WALL 034 - Lana di vetro per insufflaggio intercapedini	250.00	0.0340	-	35	1.03	1
4	Intercapedine debolmente ventilata Av=600 mm ² /m	30.00	-	-	-	-	-
5	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	120.00	0.3600	-	600	1.00	-
6	Intonaco di calce e sabbia	15.00	0.8000	-	1600	1.00	-
7	Roccia naturale sedimentaria	25.00	2.3000	-	1600	1.00	-
8	Pannello in lana di roccia - standard (cappotto)	60.00	0.0340	-	90	1.03	-
9	Intercapedine debolmente ventilata Av=600 mm ² /m	60.00	-	-	-	-	-
10	Piastrelle in ceramica (piastrelle)	10.00	1.3000	-	2300	0.84	-
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0.071	-	-	-

Legenda simboli

s	Spessore	mm
Cond.	Conduttività termica, comprensiva di eventuali coefficienti correttivi	W/mK
R	Resistenza termica	m ² K/W
M.V.	Massa volumica	kg/m ³
C.T.	Capacità termica specifica	kJ/kgK
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto	-

Figura 61: Allegati legge 10

Devono essere verificate le caratteristiche termoigrometriche dei componenti, in caso contrario vi è il rischio di formazione di condensa interstiziale o superficiale:

In edilizia, la condensa interstiziale è l'umidità da condensa che si forma tra gli strati dei materiali che compongono la parete, il solaio o il tetto.

Si forma quando il vapore acqueo dell'ambiente incontra strati di materiali edili con temperature inferiori a quella di rugiada/condensa.

Mentre la condensa superficiale è visibile ad occhio nudo.

Caratteristiche igrometriche dei componenti opachi secondo UNI EN ISO 13788

Descrizione della struttura: *Parete esterna 50 CAPPOTTO VENTILATA PT*

Codice: *M1*

- La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.
- La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.
- La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale, ma la quantità è rievaporabile durante la stagione estiva.

Condizioni al contorno

Temperature e umidità relativa esterne variabili, medie mensili

Temperatura interna nel periodo di riscaldamento **20.0** °C

Criterio per l'aumento dell'umidità interna **Classe di concentrazione del vapore (0.006 kg/m³)**

Verifica criticità di condensa superficiale

Verifica condensa superficiale ($f_{RSI,max} \leq f_{RSI}$)	Positiva
Mese critico	novembre
Fattore di temperatura del mese critico	$f_{RSI,max}$ 0.725
Fattore di temperatura del componente	f_{RSI} 0.969
Umidità relativa superficiale accettabile	80 %

Verifica del rischio di condensa interstiziale (secondo DM 26.6.2015)

Non si verifica formazione di condensa interstiziale nella struttura durante tutto l'arco dell'anno.

Figura 62: Allegati legge 10 caratteristiche igrometriche dei componenti opachi

Devono essere verificati anche i ponti termici, si tratta di discontinuità di isolamento termico che si possono verificare in corrispondenza agli innesti di elementi strutturali (solai e pareti verticali o pareti verticali tra loro, balconi, davanzali) o anche in presenza di particolari geometrie (spigoli, angoli). Il ponte termico provoca una veloce dispersione di calore da un materiale all'altro e fenomeni di condensa a causa della repentina variazione localizzata delle temperature. I ponti termici possono essere individuati mediante indagini termografiche, utilizzando camere termiche a raggi infrarossi. Questi apparecchi permettono infatti di registrare l'irraggiamento termico degli elementi costruttivi. Il principio è che tanto più elevata è la temperatura superficiale, tanto peggiore è la qualità dell'isolamento termico in quel punto. Se il ponte termico viene corretto in fase di progettazione la trasmittanza termica della parete fittizia (il tratto di parete esterna in corrispondenza del ponte termico) non supera per più del 15% la trasmittanza termica della parete corrente.

CARATTERISTICHE TERMICHE DEI PONTI TERMICI

Descrizione del ponte termico: *R - Parete - Copertura*

Codice: *Z6*

Tipologia	<i>R - Parete - Copertura</i>
Trasmittanza termica lineica di calcolo	<i>-0.400</i> W/mK
Trasmittanza termica lineica di riferimento	<i>-1.600</i> W/mK
Fattore di temperature f_{rsi}	<i>0.605</i> -
Riferimento	<i>UNI EN ISO 14683 e UNI EN ISO 10211</i>

Note *R5e - Giunto parete sporgente con isolamento esterno - copertura non isolata verso ambiente non climatizzato con sporto in cls*

Trasmittanza termica lineica di riferimento (φ_e) = -1.600 W/mK.

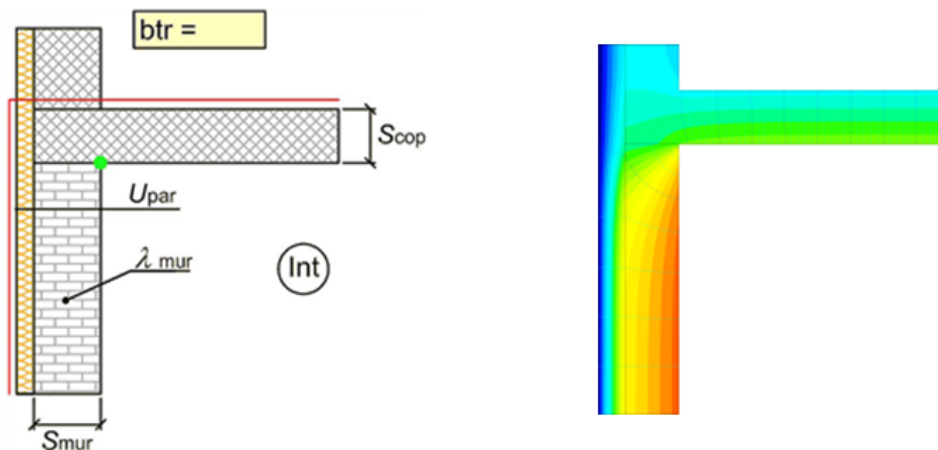


Figura 63: Allegati legge 10 descrizione ponte termico

Come si può evincere dall'immagine i colori rappresentano l'andamento della temperatura, per la parete verticale, che è la più calda, essendo affacciata all'interno del volume riscaldato, è rappresentata con il colore rosso, man mano andando verso l'esterno i colori diventano via via più freddi, fino a raggiungere il blu all'esterno dell'edificio. Per la copertura orizzontale, che non confina direttamente con l'esterno, i colori diventano freddi più lentamente e non raggiungono il blu scuro.

Caratteristiche

Coeff. correzione temperatura	btr	0.70	-
Spessore copertura	Scop	200.0	mm
Spessore muro	Smur	450.0	mm
Trasmittanza termica parete	Upar	0.156	W/m ² K
Conduktività termica muro	λmur	0.300	W/mK

Verifica temperatura critica

Condizioni interne:

Classe concentrazione del vapore	0.006	kg/m ³
Temperatura interna periodo di riscaldamento	20.0	°C
Umidità relativa superficiale ammissibile	80	%

Condizioni esterne:

Temperatura media annuale : **12.6** °C

Mese	θ_i	θ_e	θ_{si}	θ_{acc}	Verifica
ottobre	20.0	14.8	18.0	17.0	POSITIVA
novembre	20.0	14.8	18.0	16.4	POSITIVA
dicembre	20.0	14.8	18.0	15.1	POSITIVA
gennaio	20.0	14.8	18.0	14.5	POSITIVA
febbraio	20.0	14.8	18.0	14.4	POSITIVA
marzo	20.0	14.8	18.0	15.4	POSITIVA
aprile	20.0	14.8	18.0	14.5	POSITIVA

Legenda simboli

θ_i	Temperatura interna al locale	°C
θ_e	Temperatura esterna	°C
θ_{si}	Temperatura superficiale interna in luogo del ponte termico	°C
θ_{acc}	Temperatura minima accettabile per scongiurare il fenomeno di condensa	°C

Figura 64: Allegati legge 10 descrizione ponte termico

Nell'ultima immagine sono riportate tutte le temperature, interna, esterna, superficiale interna e minima accettabile per scongiurare la condensa, nell'ultima colonna è segnato se la verifica è superata.

ATTESTATI ENERGETICI

Nella sezione attestati energetici si trova l'attestato di qualificazione energetica degli edifici secondo dm 26.6.2015 (APE).

Il documento APE è utile a determinare la classe energetica dell'edificio, che si tratta del consumo energetico inteso come energia globale non rinnovabile, misurato in kWh/m²anno.

Si riporta di seguito l'esempio di un edificio degli anni '60 sito a Torino che presenta basse prestazioni sia nella stagione invernale di riscaldamento sia nella stagione estiva di condizionamento, dato dal fatto che la stratigrafia dell'edificio presenta l'intercapedine vuota, utilizzando come isolante termico l'aria, ma ciò conduce a basse prestazioni in termini di comfort termico.

È previsto a tal proposito un intervento di cappottatura dell'edificio per fare in modo di aggiungere l'isolante necessario ed aumentare le performance d'isolamento termico e fare in modo di ridurre il fabbisogno energetico richiesto per la climatizzazione e conseguentemente far aumentare la classe energetica.

In questo caso si riporta l'ape convenzionale ante intervento che è necessaria nel caso di Superbonus 110%, infatti come punto di partenza è necessario che l'edificio in questione sia in grado di compiere almeno 2 salti di classe energetica, oppure uno nel caso sia in penultima classe.

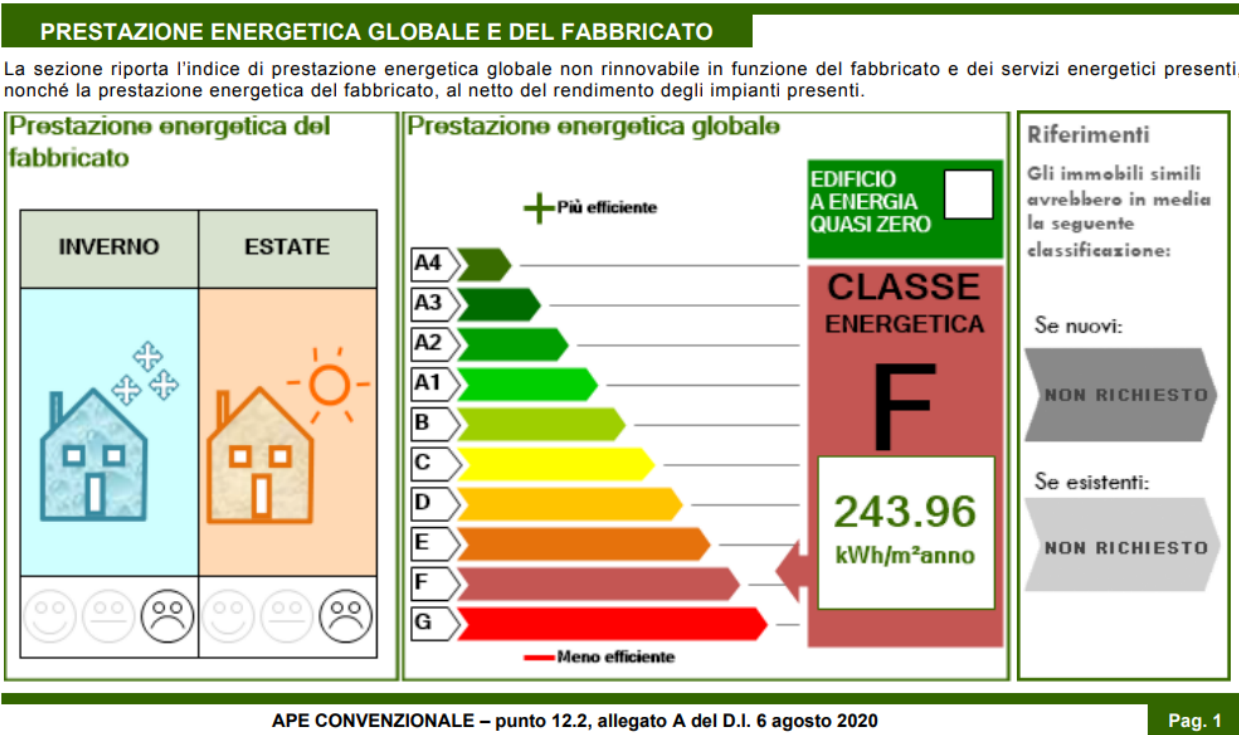


Figura 65: Attestato di prestazione energetica

Vi sono inoltre riportate le caratteristiche dell'edificio, destinazione d'uso, oggetto dell'attestato e la motivazione della redazione dell'APE.

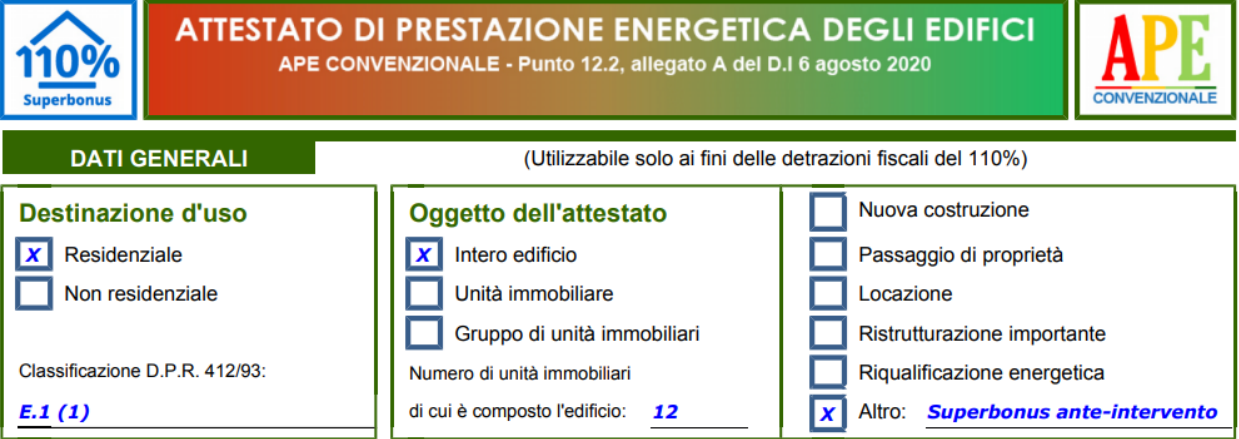


Figura 66: Attestato di prestazione energetica

Viene riportata una stima dei consumi delle fonti energetiche utilizzate:

 ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI APE CONVENZIONALE - Punto 12.2, allegato A del D.l 6 agosto 2020			
PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI IMPIANTI E CONSUMI STIMATI			
La sezione riporta l'indice di prestazione energetica rinnovabile e non rinnovabile, nonché una stima dell'energia consumata annualmente dall'immobile secondo un uso standard.			
Prestazioni energetiche degli impianti e stima dei consumi di energia			
	FONTE ENERGETICHE UTILIZZATE	Quantità annua consumata in uso standard (specificare unità di misura)	Indici di prestazione energetica globali ed emissioni
<input checked="" type="checkbox"/>	Energia elettrica da rete	647 kWh	Indice della prestazione energetica non rinnovabile EP _{gl,nren} kWh/m ² anno 243.96
<input checked="" type="checkbox"/>	Gas naturale	1724 m ³	
<input type="checkbox"/>	GPL		
<input type="checkbox"/>	Carbone		
<input type="checkbox"/>	Gasolio		
<input type="checkbox"/>	Olio combustibile		Indice della prestazione energetica rinnovabile EP _{gl,ren} kWh/m ² anno 0.50
<input type="checkbox"/>	Biomasse solide		
<input type="checkbox"/>	Biomasse liquide		
<input type="checkbox"/>	Biomasse gassose		
<input type="checkbox"/>	Solare fotovoltaico		
<input type="checkbox"/>	Solare termico		Emissioni di CO ₂ kg/m ² anno 49
<input type="checkbox"/>	Eolico		
<input checked="" type="checkbox"/>	Teleriscaldamento	86723 kWh	
<input type="checkbox"/>	Teleraffrescamento		
<input type="checkbox"/>	Altro		

Figura 67: Attestato di prestazione energetica

Inoltre vengono riportate le fonti energetiche utilizzate e la quantità annua consumata con relativa unità di misura. Si riportano inoltre l'indice di prestazione energetica non rinnovabile che andrà poi a determinare la classe energetica, l'indice della prestazione energetica rinnovabile e l'emissione di CO₂.

INTERVENTI MIGLIORATIVI

Nella tab interventi migliorativi è possibile selezionare vari scenari per migliorare l'edificio: intervenendo sull'involucro esterno od interno oppure coibentando la struttura, si può inoltre intervenire sul sistema di generazione, nel caso la struttura presenti un vecchio generatore andarlo a sostituire con uno nuovo con maggiore efficienza energetica e risparmio economico, infine intervenendo sulle fonti rinnovabile, quali pannelli solari per la produzione di acqua calda sanitaria oppure pannelli fotovoltaici.

In fondo alla scheda verrà riportato il costo economico dell'intervento andando a selezionare i prezzi dai cataloghi.

Nr.	Descrizione intervento	Costo intervento [€]	
1	Realizzazione cappotto esterno	3961,80	✓
2	Sostituzione serramenti	3456,00	✓

Figura 68: Tab interventi migliorativi

Scenario 1 Descrizione Nuovo scenario 1

Edificio Zona Zona climatizzata

Dati generali Fabbricato Circuiti Solare termico Generazione Solare fotovoltaico **Risultati**

^ Prestazioni energetiche stagionali

Descrizione	Simbolo	U.M.	Stato di fatto	Scenario	Miglioramento	Variazione %
Prestazione energetica per il riscaldamento	EP _{h,nren}	kWh/m ² anno	4,05	3,43	0,62	15,4 ↓
Prestazione energetica per produzione acs	EP _{w,nren}	kWh/m ² anno	1,88	1,75	0,14	7,2 ↓
Prestazione energetica per il raffrescamento	EP _{c,nren}	kWh/m ² anno	0,00	0,00	0,00	0,0
Prestazione energetica per la ventilazione	EP _{v,nren}	kWh/m ² anno	0,00	0,00	0,00	0,0
Prestazione energetica per l'illuminazione	EP _{l,nren}	kWh/m ² anno	0,00	0,00	0,00	0,0
Prestazione energetica per il trasporto	EP _{t,nren}	kWh/m ² anno	0,00	0,00	0,00	0,0
Prestazione energetica globale	EP _{gl,nren}	kWh/m ² anno	5,93	5,18	0,76	12,8 ↓

^ Analisi economica

Descrizione	Simbolo	U.M.	Stato di fatto	Scenario	Miglioramento	Variazione %
Spesa annua per riscaldamento	Sh	€/anno	88,93	75,24	13,68	15,4 ↓
Spesa annua per acqua calda sanitaria	Sw	€/anno	41,39	38,42	2,97	7,2 ↓
Spesa annua per raffrescamento	Sc	€/anno	0,00	0,00	0,00	0,0
Spesa annua per ventilazione	Sv	€/anno	0,00	0,00	0,00	0,0
Spesa annua per illuminazione	Sl	€/anno	0,00	0,00	0,00	0,0
Spesa annua per trasporto	St	€/anno	0,00	0,00	0,00	0,0
Spesa annua globale	Sgl	€/anno	130,32	113,66	16,66	12,8 ↓

Figura 69: Tab interventi migliorativi risultati

È possibile inoltre come si vede dall'immagine precedente, verificare la percentuale di miglioramento, nel caso di prestazione energetica per il riscaldamento e produzione acqua calda sanitaria.

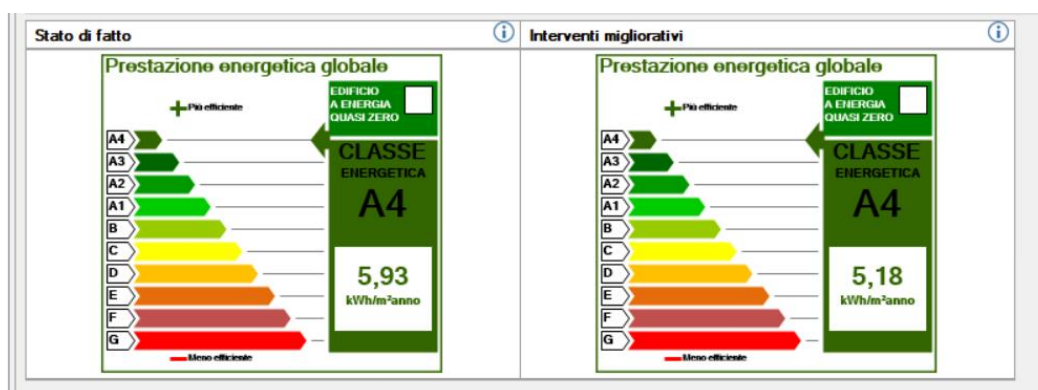


Figura 70: Attestato di prestazione energetica ante e post intervento

Tale miglioramento delle prestazioni va anche a modificare l'indice di prestazione energetica e quindi può anche migliorare la classe energetica.

INCENTIVI FISCALI

Nella sezione incentivi fiscali vengono riportati per quanto riguarda il Superbonus 110% gli interventi trainanti, viene riportata la trasmittanza termica pre intervento e post intervento, avendo cura di rispettare la trasmittanza massima e controllare che la verifica post intervento sia positiva.

Come si può vedere dall'immagine, per le strutture opache si ha:

Interventi trainanti											
Strutture opache											
Descrizione dell'intervento											
Verifica per											
Risparmio di energia primaria											
PV. Pareti verticali											
Cod.	Tipo	Descrizione	Confine	Superficie [m²]	YIE [W/m²K]	Upre [W/m²K]	Umax [W/m²K]	Upost [W/m²K]	Verifica pre intervento	Verifica post intervento	
M5	T	Parete vano scala	verso esterno	50,38	0,023	1,022	0,230	0,182	Positiva	Positiva	
PO. Strutture orizzontali o inclinate (Coperture)											
Cod.	Tipo	Descrizione	Confine	Superficie [m²]	YIE [W/m²K]	Upre [W/m²K]	Umax [W/m²K]	Upost [W/m²K]	Verifica pre intervento	Verifica post intervento	
S2	U	Soffitto sottotetto	zona non riscaldata	109,77	0,013	1,666	0,200	0,182	Positiva	Positiva	
PS. Pavimenti											
Cod.	Tipo	Descrizione	Confine	Superficie [m²]	YIE [W/m²K]	Upre [W/m²K]	Umax [W/m²K]	Upost [W/m²K]	Verifica pre intervento	Verifica post intervento	
P2	U	Pavimento su locali non riscalda...	zona non riscaldata	109,78	0,023	0,000	0,250	0,204	Negativa	Positiva	
POND. Coperture non dipendenti (per spese sostenute a partire dal 1 gennaio 2021)											
Cod.	Tipo	Descrizione	Confine	Superficie [m²]	YIE [W/m²K]	Upre [W/m²K]	Umax [W/m²K]	Upost [W/m²K]	Verifica pre intervento	Verifica post intervento	

Figura 71: Tab incentivi fiscali strutture opache

Anche per i serramenti vale lo stesso:

Pratiche

- Pratiche
 - Nuova pratica
 - APE convenzionale
 - Requisiti tecnici
 - Interventi trainati
 - Interventi trainati
 - Asseverazioni

Interventi trainati

Strutture opache Serramenti e infissi Schermature solari Chiusure oscuranti Solare termico Sostituzione impianti Impianti biomassa Building Automation FV e Accumuli

Descrizione dell'intervento

Verifica per
 Tutte le zone Singola zona 1 - Zona climatizzata

Risparmio di energia primaria
 Risparmio di energia primaria non rinnovabile di progetto: 13690 kWh/anno

IN. Infissi													
	Cod.	Tipo	Descrizione	Confine	Superficie [m ²]	Quantità [-]	Upre [W/m ² K]	Umax [W/m ² K]	Upost [W/m ² K]	Verifica pre intervento	Verifica post intervento		
<input checked="" type="checkbox"/>	M3	U	Porta ingresso	zona non riscaldata	2,48	1	1,813	>	1,300	≥	1,247	Positiva	Positiva
<input checked="" type="checkbox"/>	M4	T	Cassonetto	verso esterno	12,15	16	2,913	>	1,300	≥	1,245	Positiva	Positiva
<input checked="" type="checkbox"/>	W1	T	160x240	verso esterno	7,68	2	5,000	>	1,300	≥	1,300	Positiva	Positiva
<input checked="" type="checkbox"/>	W2	T	110x240	verso esterno	5,28	2	5,000	>	1,300	≥	1,300	Positiva	Positiva
<input checked="" type="checkbox"/>	W3	T	85x240	verso esterno	4,08	2	5,000	>	1,300	≥	1,300	Positiva	Positiva
<input checked="" type="checkbox"/>	W4	T	215x150	verso esterno	12,91	4	5,000	>	1,300	≥	1,300	Positiva	Positiva
<input checked="" type="checkbox"/>	W5	T	160x150	verso esterno	9,60	4	5,000	>	1,300	≥	1,300	Positiva	Positiva
<input checked="" type="checkbox"/>	W6	T	90x390	verso esterno	3,51	1	5,000	>	1,300	≥	1,300	Positiva	Positiva
<input checked="" type="checkbox"/>	W7	T	110x150	verso esterno	1,65	1	5,000	>	1,300	≥	1,300	Positiva	Positiva
<input checked="" type="checkbox"/>	W8	T	110x72	verso esterno	0,79	1	5,000	>	1,300	≥	1,300	Positiva	Positiva

Figura 72: Tab incentivi fiscali serramenti e infissi

NORMATIVE

SUPERBONUS 110

Il Superbonus è l'agevolazione fiscale disciplinata dall'articolo 119 del decreto legge n. 34/2020 (decreto Rilancio), che consiste in una detrazione del 110% delle spese sostenute a partire dal 1 luglio 2020 per la realizzazione di specifici interventi finalizzati all'efficienza energetica e al consolidamento statico o alla riduzione del rischio sismico degli edifici. Tra gli interventi agevolati rientra anche l'installazione di impianti fotovoltaici e delle infrastrutture per la ricarica di veicoli elettrici negli edifici.

L'agevolazione si affianca alle detrazioni, già in vigore da molti anni, spettanti per gli interventi di riqualificazione energetica degli edifici (ecobonus) e per quelli di recupero del patrimonio edilizio, inclusi quelli antisismici (sismabonus), attualmente disciplinate, rispettivamente, dagli articoli 14 e 16 del decreto legge n. 63/2013.

In alternativa alla detrazione, si può beneficiare del Superbonus mediante una delle modalità previste dall'articolo 121 del decreto legge n. 34/2020, è possibile quindi, optare per un contributo anticipato sotto forma di sconto praticato dai fornitori dei beni o servizi oppure per la cessione del credito corrispondente alla detrazione spettante.

Interventi principali o trainanti

Il Superbonus spetta in caso di:

- interventi di isolamento termico sugli involucri
- sostituzione degli impianti di climatizzazione invernale sulle parti comuni
- sostituzione di impianti di climatizzazione invernale sugli edifici unifamiliari o sulle unità immobiliari di edifici plurifamiliari funzionalmente indipendenti
- interventi antisismici.

Interventi aggiuntivi o trainati

Oltre agli interventi trainanti sopra elencati, rientrano nel Superbonus anche le spese per interventi eseguiti insieme ad almeno uno degli interventi principali di isolamento termico, di sostituzione degli impianti di climatizzazione invernale o di riduzione del rischio sismico.

Si tratta di:

- interventi di efficientamento energetico
- installazione di impianti solari fotovoltaici e sistemi di accumulo
- infrastrutture per la ricarica di veicoli elettrici
- interventi di eliminazione delle barriere architettoniche (16-bis, lettera e del Tuir).

DPR 412/93 ART.2

Il territorio nazionale è suddiviso in 6 zone climatiche in base alla media delle temperature giornaliere. Ciò permette di valutare quale sia il fabbisogno termico per ciascuna area, così da ottimizzare i consumi, le emissioni di CO₂ nell'atmosfera e l'impatto economico dell'approvvigionamento energetico.

La definizione delle zone climatiche viene fatta tramite i gradi-giorno (GG). Essi corrispondono alla somma, in tutti i giorni dell'anno, della differenza positiva della temperatura dell'ambiente interno (fissata per convenzione a 20°C) e la temperatura media esterna giornaliera.

$$GG = \sum_{e=1}^n (20 - T_e)$$

Ciò significa che più è elevato tale numero, più rigido sarà il clima in quel territorio. Tale indicatore è valutato da comune a comune.

Il D.P.R. n. 412 del 26 agosto 1993 ha introdotto, in base al calcolo dei gradi-giorno, sei zone climatiche sul territorio italiano:

- Zona A: comuni con gradi-giorno inferiori a 600;
- Zona B: comuni con gradi-giorno tra 600 e 900;
- Zona C: comuni con gradi-giorno tra 901 e 1400;
- Zona D: comuni con gradi-giorno tra 1401 e 2100;
- Zona E: comuni con gradi-giorno tra 2101 e 3000;
- Zona F: comuni con gradi-giorno superiori a 3000.

Di seguito si riporta una mappa delle zone climatiche del territorio italiano:

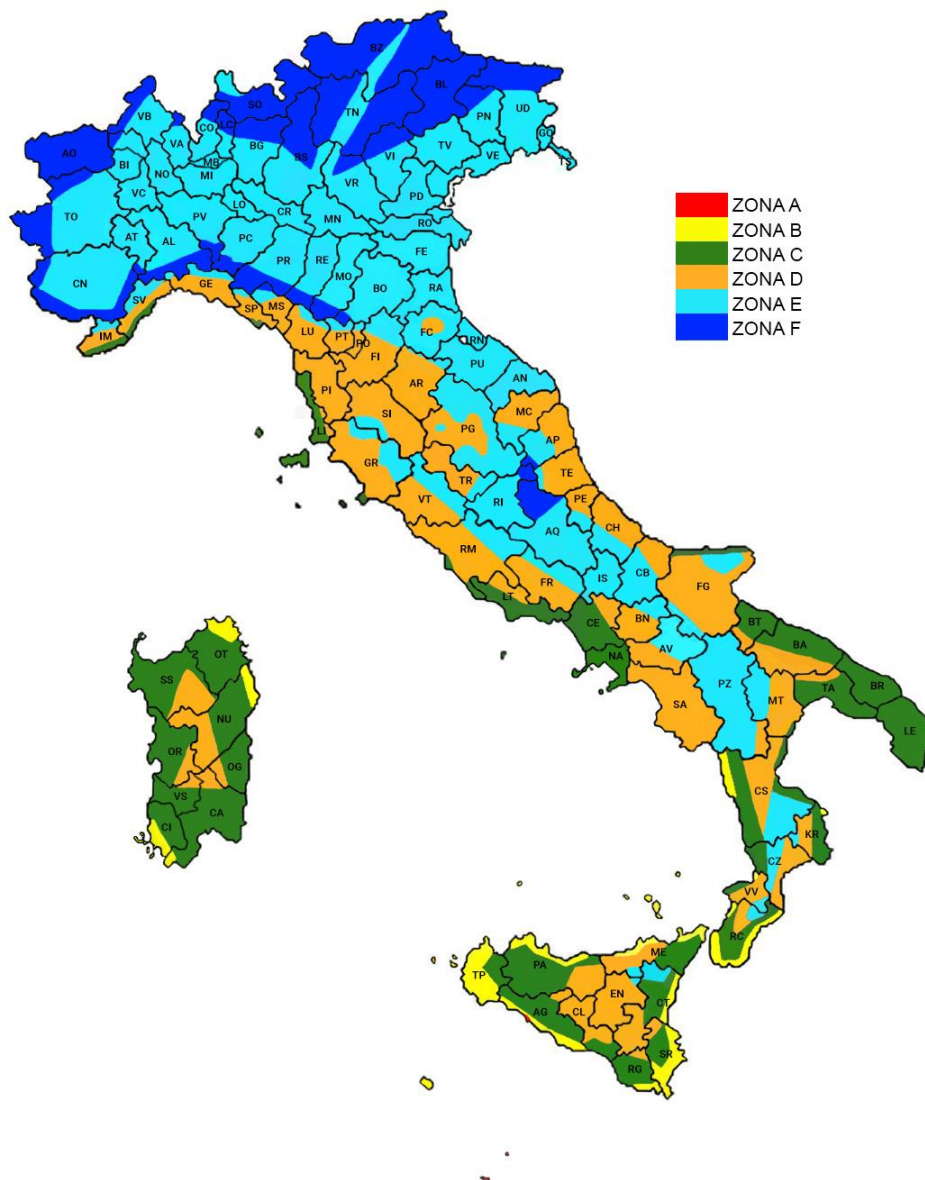


Figura 73: Zone climatiche Italia

La zona A quindi è quella con i climi più caldi (vi appartengono i comuni di Lampedusa e Porto Empedocle in Sicilia), mentre la zona F sono le aree più fredde (comuni delle Alpi e alcuni comuni dell'Appennino).

DPR 412/93 ART. 3. CLASSIFICAZIONE GENERALE DEGLI EDIFICI PER CATEGORIE.

Gli edifici sono classificati in base alla loro destinazione d'uso nelle seguenti categorie:

E.1 Edifici adibiti a residenza e assimilabili:

E.1 (1) abitazioni adibite a residenza con carattere continuativo, quali abitazioni civili e rurali, collegi, conventi, case di pena, caserme;

E.1 (2) abitazioni adibite a residenza con occupazione saltuaria, quali case per vacanze, fine settimana e simili;

E.1 (3) edifici adibiti ad albergo, pensione ed attività similari;

E.2 Edifici adibiti a uffici e assimilabili: pubblici o privati, indipendenti o contigui a costruzioni adibite anche ad attività industriali o artigianali, purché siano da tali costruzioni scorporabili agli effetti dell'isolamento termico;

E.3 Edifici adibiti a ospedali, cliniche o case di cura e assimilabili ivi compresi quelli adibiti a ricovero o cura di minori o anziani nonché le strutture protette per l'assistenza ed il recupero dei tossico-dipendenti e di altri soggetti affidati a servizi sociali pubblici;

E.4 Edifici adibiti ad attività ricreative o di culto e assimilabili:

E.4 (1) quali cinema e teatri, sale di riunioni per congressi;

E.4 (2) quali mostre, musei e biblioteche, luoghi di culto;

E.4 (3) quali bar, ristoranti, sale da ballo;

E.5 Edifici adibiti ad attività commerciali e assimilabili: quali negozi, magazzini di vendita all'ingrosso o al minuto, supermercati, esposizioni;

E.6 Edifici adibiti ad attività sportive:

E.6 (1) piscine, saune e assimilabili;

E.6 (2) palestre e assimilabili;

E.6 (3) servizi di supporto alle attività sportive;

E.7 Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili;

E.8 Edifici adibiti ad attività industriali ed artigianali e assimilabili.

2. Qualora un edificio sia costituito da parti individuali come appartenenti a categorie diverse, le stesse devono essere considerate separatamente e cioè ciascuna nella categoria che le compete.

DM 26/06/2015 (REQUISITI MINIMI)

Il decreto requisiti minimi DM 26/06/2015 “Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prestazioni e requisiti minimi degli edifici “, pubblicato in Gazzetta Ufficiale il 15 luglio 2015 è il nuovo riferimento per l'efficienza energetica in edilizia. Stabilisce i nuovi metodi di calcolo e i requisiti minimi in materia di prestazioni energetiche. Si compone dei seguenti tre importanti decreti attuativi.

1) D.M. REQUISITI MINIMI APE

Definisce le nuove modalità di calcolo della prestazione energetica e i nuovi requisiti minimi di efficienza per i nuovi edifici e quelli sottoposti a ristrutturazione.

2) D.M. LINEE GUIDA CERTIFICAZIONE ENERGETICA APE

Definisce le nuove regole per la redazione dell'APE (Attestato di Prestazione Energetica) e per il relativo calcolo attraverso il cosiddetto “edificio di riferimento”. Il nuovo modello di APE sarà valido su tutto il territorio nazionale.

3) D.M. RELAZIONE TECNICA

Definisce gli schemi di relazione tecnica di progetto, adeguandoli al nuovo quadro normativo, in funzione delle diverse tipologie di opere:

- nuove costruzioni, ristrutturazioni importanti di primo livello, edifici a energia quasi zero (Allegato 1);
- riqualificazione energetica e ristrutturazioni importanti di secondo livello, costruzioni esistenti con riqualificazione dell'involucro edilizio e di impianti termici (Allegato 2);
- riqualificazione degli impianti tecnici (Allegato 3).

Questi tre decreti vanno a completare il recepimento della Direttiva 31/2010/UE iniziato con il Decreto Legge 63/2013 convertito in legge con la L. 90/13.

DECRETO LEGISLATIVO 8 NOVEMBRE 2021, N. 199

Attuazione della direttiva (UE) 2018/2001 del Parlamento europeo e del Consiglio, dell'11 dicembre 2018, sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili.

Si riportano i primi tre articoli del testo della legge, i quali chiariscono le finalità con cui è stata redatta la stessa:

ART. 1

(Finalità)

1. Il presente decreto ha l'obiettivo di accelerare il percorso di crescita sostenibile del Paese, recando disposizioni in materia di energia da fonti rinnovabili, in coerenza con gli obiettivi europei di decarbonizzazione del sistema energetico al 2030 e di completa decarbonizzazione al 2050.

2. Per le finalità di cui al comma 1, il presente decreto definisce gli strumenti, i meccanismi, gli incentivi e il quadro istituzionale, finanziario e giuridico, necessari per il raggiungimento degli obiettivi di incremento della quota di energia da fonti rinnovabili al 2030, in attuazione della direttiva (UE) 2018/2001 e nel rispetto dei criteri fissati dalla legge 22 aprile 2021, n. 53.

3. Il presente decreto reca disposizioni necessarie all'attuazione delle misure del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (di seguito anche: PNRR) in materia di energia da fonti rinnovabili, conformemente al Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima (di seguito anche: PNIEC), con la finalità di individuare un insieme di misure e strumenti coordinati, già orientati all'aggiornamento degli obiettivi nazionali da stabilire ai sensi del Regolamento (UE) n. 2021/1119, con il quale si prevede, per l'Unione europea, un obiettivo vincolante di riduzione delle emissioni di gas a effetto serra di almeno il 55 per cento rispetto ai livelli del 1990 entro il 2030.

Tale decreto, quindi reca disposizioni in materia di energia da fonti rinnovabili, e definisce gli strumenti, i meccanismi, gli incentivi e il quadro istituzionale, finanziario e giuridico,

necessari per il raggiungimento degli obiettivi di incremento della quota di energia da fonti rinnovabili al 2030.

Il Decreto è entrato in vigore il 15 dicembre 2021 e presenta, tra le novità più rilevanti, l'incremento al 60% della copertura da fonti rinnovabili dei consumi energetici di edifici nuovi o soggetti a ristrutturazioni rilevanti. Per gli edifici pubblici tale obbligo sale al 65%.

RELAZIONE TECNICA EX LEGGE 10

La Relazione Tecnica Legge 10 (o Relazione Energetica), è un elaborato tecnico-descrittivo che definisce prestazioni e rendimento del sistema edificio-impianto. Allo scopo di rispettare le prescrizioni in materia di contenimento del consumo energetico, introdotti dalla legge 9 gennaio 1991, n. 10 (per questo anche detta "ex legge 10"), deve riportare dati tecnici e costruttivi dell'edificio e degli impianti (isolamento, ponti termici, rendimento impianti) e le fonti rinnovabili.

La Relazione Tecnica Legge 10 deve essere conforme agli schemi di riferimento contenuti nei decreti ministeriali 26 giugno 2015 (DM Requisiti Minimi), aggiornamento dell'allegato E del d.lgs. 192/2005 che a sua volta modificava la legge 9 gennaio 1991, n. 10.

La Relazione Energetica, introdotta da 30 anni nel panorama edilizio italiano, costituisce di fatto la prima forma scritta di attenzione all'impatto ambientale nel settore delle costruzioni.

La relazione tecnica è obbligatoria per tutti i lavori che prevedono costruzione o interventi che interessano il sistema involucro-impianto:

- edifici di nuova costruzione;
- demolizioni e ricostruzioni;
- ampliamenti superiori al 15% della volumetria preesistente e comunque superiori a 500 m³;
- ristrutturazioni importanti di primo livello;
- ristrutturazioni importanti di secondo livello;
- riqualificazioni energetiche;
- impianti termici di nuova installazione;

- ristrutturazione degli impianti termici esistenti;
- sostituzione di generatori di calore.

La Relazione Energetica non è dovuta in caso di installazione di pompa di calore avente potenza termica inferiore a 15 kW e di sostituzione del generatore di calore dell'impianto di climatizzazione avente potenza inferiore alla soglia prevista dall'articolo 5, comma 2, lettera g) , del DM 37/2008.

La Relazione Tecnica ex legge 10, è uno dei documenti fondamentali da presentare, in Comune e prima dell'inizio dei lavori, per l'accesso agli incentivi fiscali per la riqualificazione del patrimonio edilizio, sotto forma di ecobonus (efficientamento energetico), sismabonus (messa in sicurezza sismica), Superbonus.

CASI STUDIO AFFRONTATI:

SERRA SOLARE



Figura 74: Foto di una serra solare (<https://zazadesign.it/serra-bioclimatica/>)

Una serra bioclimatica è utile nella stagione invernale per riscaldare gli ambienti interni, accumulando calore durante il giorno e mitigando le dispersioni nelle ore notturne.

In base alle modalità con cui viene trasmesso il calore, si possono individuare tre diverse tipologie di serre solari.

SERRA A GUADAGNO DIRETTO

Il guadagno solare avviene all'interno dell'abitazione. Molto spesso possono esserci divisori trasparenti e regolabili tra la serra e l'interno, il pavimento funge da accumulatore.

In questa tipologia va posta molta attenzione alle dispersioni e all'isolamento delle superfici vetrate della serra durante il periodo freddo.

SERRA A SCAMBIO CONVETTIVO

L'abitazione e la serra sono separate da una superficie verticale opaca, con apposite aperture utili allo scambio per convezione. Queste bocchette o serramenti, poste ai piedi e in cima della parete, possono essere regolate. L'isolamento è posto in corrispondenza del muro divisorio.

SERRA A SCAMBIO RADIANTE

Tra la serra e l'abitazione è presente una parete pesante e si cercherà di massimizzare lo scambio radiante. La parete accumula calore e lo cederà quando l'ambiente interno si raffredderà.

Il muro non deve essere isolato, ma è consigliabile prevedere una coibentazione mobile da porre sul lato esterno della parete durante le ore notturne, così da ridurre le dispersioni.

I 3 tipi sono riassunti nella seguente immagine:

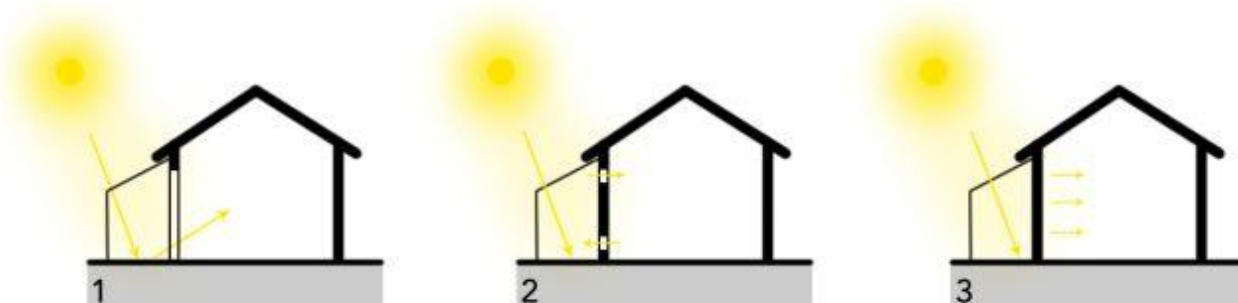


Figura 75: Tipologie serra solare

1. Serra a guadagno diretto, che non prevede muri di separazione tra l'interno e la serra;
2. Serra a scambio convettivo, le cui bocchette possono essere regolate da termostati;
3. Serra a scambio radiante, per la quale sono ottimi elementi di accumulo i laterizi pieni, il calcestruzzo ed elementi lapidei o in terra.

Nel caso studio, si vuole realizzare una serra solare negli spazi esposti e non coperti di un edificio della provincia di Torino, per consentire un guadagno energetico, nella stagione invernale la serra separa la zona riscaldata dall'ambiente esterno a temperatura inferiore,

interponendo un ambiente non riscaldato, in questo modo l'ambiente interno riscaldato si affaccerà su un ambiente non riscaldato invece dell'ambiente esterno. Per il caso estivo, sono previste delle chiusure oscuranti sulla serra climatica, le quali permettono di creare uno spazio cuscinetto che si frappone fra l'ambiente raffrescato e l'esterno, si può quindi estendere il risparmio anche alla stagione estiva. Tali risparmi energetici accumulati nel corso dell'anno si tradurranno in risparmi energetici ed economici.

Si riporta la planimetria dello stato di fatto dove si evidenzia con la campitura la zona dove sorgerà la serra solare:

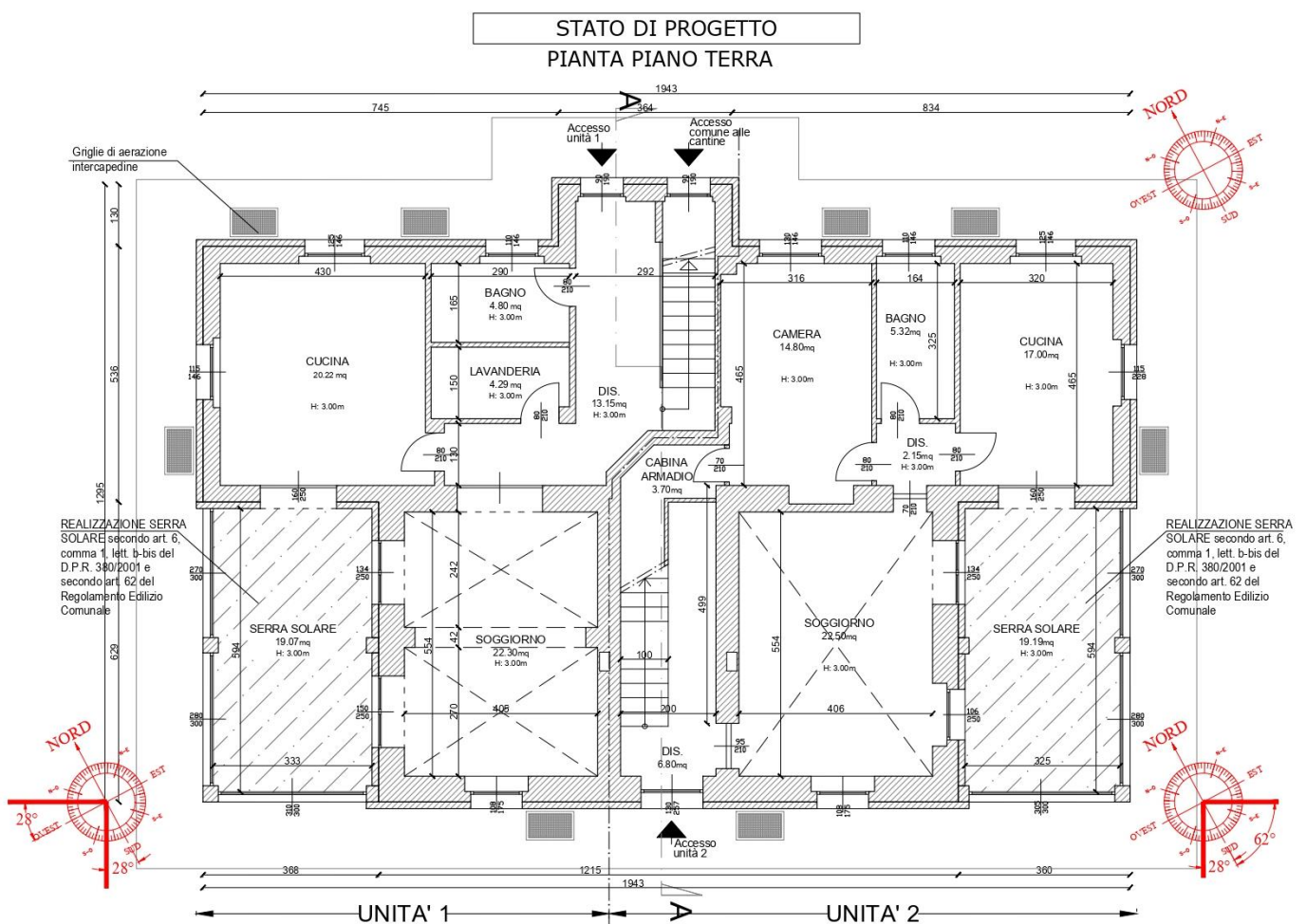


Figura 76: Pianta edificio per realizzazione serra solare

Per realizzare la serra solare vi sono 2 vincoli da rispettare: il primo di carattere strutturale: la serra ai sensi della normativa deve essere costituita per il 60% da superficie vetrata ed il

secondo di carattere energetico, la serra deve comportare un guadagno energetico di almeno il 20%.

Si riportano stralci della normativa “Legge regionale 28 maggio 2007 n. 13”:

“Ai fini dell’esclusione delle serre dal computo della volumetria di cui all’articolo 8 della l.r. 13/2007 si applicano i seguenti criteri:

a) la superficie totale esterna, escluse le pareti che confinano con l’ambiente interno riscaldato e il pavimento, deve essere delimitata da chiusure trasparenti per almeno il 60%;

“7. Elementi costruttivi finalizzati all’utilizzo dell’energia solare.

Rientrano nei casi di esclusione dal calcolo delle volumetrie edilizie di cui all’articolo 8 della l.r. 13/2007, senza che ciò costituisca deroga alla distanza dai confini o da altri edifici, gli elementi costruttivi e le parti di edificio finalizzati alla captazione diretta e all’utilizzo della radiazione solare che consentono una riduzione di almeno il 20% del fabbisogno energetico per il riscaldamento degli edifici. Il 20% del fabbisogno energetico per il riscaldamento dell’edificio è il rapporto tra l’apporto stagionale del componente e il fabbisogno energetico complessivo per il riscaldamento fissato dalla normativa in vigore per la climatizzazione invernale.

Tale esclusione si intende limitata al 10% della volumetria esistente o approvata.”

VINCOLO STRUTTURALE:

Per poter rispettare il primo vincolo di natura strutturale, è necessario utilizzare solo una parte della superficie totale per ottenere una superficie vetrata almeno del 60% rispetto al totale. Nella planimetria sottostante si evidenziano in rosso le pareti vetrate della serra solare.

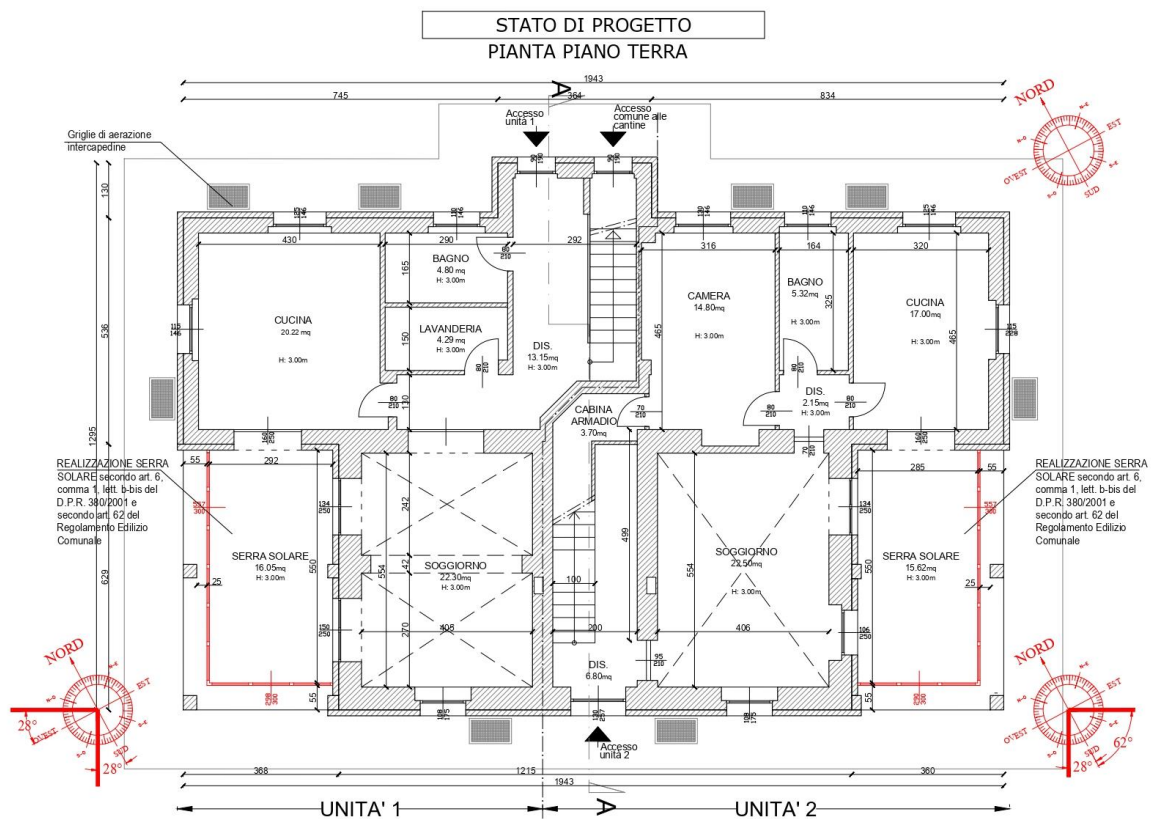


Figura 77: Pianta edificio, in rosso il progetto della serra solare

Sfruttando un foglio di calcolo è possibile ricavare i guadagni solari relativi a finestra, muro, buffer e ventilazione.

Risultati unità 1

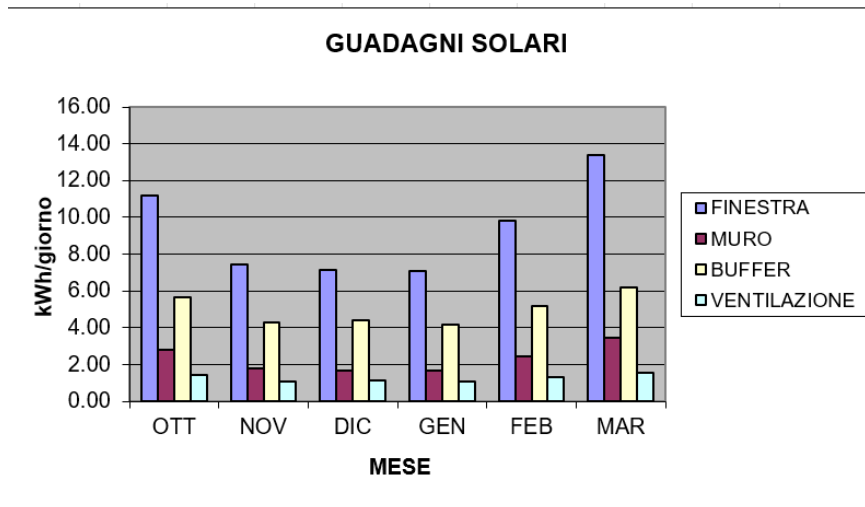


Figura 78: Guadagni solari unità 1

Superficie tot vetrata con soffitto opaco	Verifica 60 % superficie vetrata
42.25	0.61

Risultati unità 2

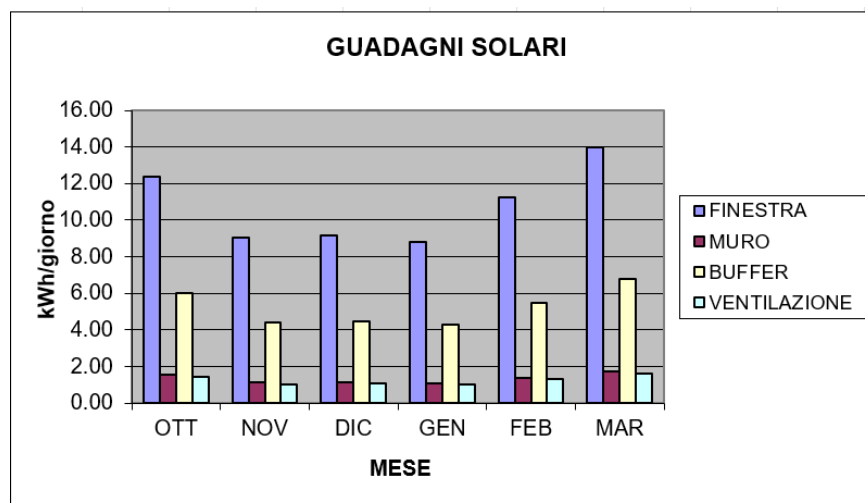


Figura 79: Guadagni solari unità 2

Superficie tot vetrata con soffitto opaco	Verifica 60 % superficie vetrata
41.56	0.61

PARTE ENERGETICA

Per verificare il guadagno energetico della serra, si utilizza la norma UNI 10349 “Riscaldamento e raffrescamento degli edifici; Dati climatici”, si utilizzeranno le temperature medie mensili per la città di Torino, nella quale la serra verrà costruita, si estrapolano le irradiazioni solari medie, avendo cura di utilizzare le tabelle congruenti alle esposizioni delle facciate della serra.

Prospetto XII — Irradiazione solare globale su superficie verticale a NO-NE

N°	GEN.	FEB.	MAR.	APR.	MAG.	GIU.	LUG.	AGO.	SET.	OTT.	NOV.	DIC.
	\bar{H} MJ/m ²	\bar{H} MJ/m ²	\bar{H} MJ/m ²	\bar{H} MJ/m ²	\bar{H} MJ/m ²	\bar{H} MJ/m ²	\bar{H} MJ/m ²	\bar{H} MJ/m ²	\bar{H} MJ/m ²	\bar{H} MJ/m ²	\bar{H} MJ/m ²	\bar{H} MJ/m ²
85	4,5	6,4	9,1	11,4	12,8	13,6	15,5	13,1	10,8	7,9	5,0	4,1
86	5,3	7,4	10,0	13,1	15,4	17,3	18,1	16,2	12,9	9,4	6,1	4,7
87	4,4	6,3	8,9	11,8	13,9	15,1	16,7	15,2	11,3	8,1	5,2	3,9
88	4,1	6,7	10,4	12,4	13,9	15,1	16,3	13,9	11,4	7,3	4,5	3,4
89	4,1	6,1	8,9	11,7	12,9	13,9	15,4	12,5	9,6	7,1	4,4	4,0
90	6,5	8,3	11,5	14,3	17,0	18,0	18,3	17,4	14,2	10,6	7,6	5,7
91	4,5	6,0	8,9	10,2	12,9	13,9	15,5	13,9	11,5	8,1	5,2	3,7
92	3,4	5,5	8,1	10,7	13,2	13,9	15,3	13,7	10,8	7,4	4,1	3,2
93	3,6	6,3	8,9	10,9	13,4	15,4	16,2	14,5	11,1	7,4	3,9	3,2
94	3,6	5,4	8,0	10,5	12,5	13,1	14,5	12,9	10,2	7,3	4,0	3,3
95	4,1	5,7	8,3	10,5	12,5	13,2	14,4	12,4	9,9	6,9	4,6	4,0

Figura 80: Tabella norma UNI 10349

Le serre solari in progetto sono 2, una esposta principalmente a sud-ovest e l'altra esposta a ovest sud-ovest, esse devono comportare un risparmio energetico del 20% per poter essere realizzate.

Ottenuti i dati per le irradiazioni solari medie per la città di Torino in kWh/m², ad esempio nel caso della radiazione che attraversa la finestra, si moltiplicano per un coefficiente

correttivo che è il coefficiente di schermatura e successivamente per l'area della finestra e si ottiene il guadagno solare complessivo in kWh/giorno, infine si moltiplica il guadagno giornaliero per i mesi dell'intera stagione così da ottenere il complessivo.

Con l'ausilio di un foglio di calcolo è possibile ricavare i seguenti dati:

- 1) Guadagno solare diretto, relativo alla radiazione che entra dalle finestre che si affacciano sulla serra solare.
- 2) Guadagno solare da muri massicci all'interno della serra
- 3) Energia solare entrante nella serra
- 4) Dispersioni attraverso lo spazio cuscinetto
- 5) Guadagno solare: effetto cuscinetto e preriscaldamento dell'aria di ricambio
- 6) Guadagni solari della serra.

GUADAGNI SERRA SOLARE

Grazie al foglio di calcolo si è stimato un risparmio di 3255.32 kWh per la serra dell'unità 1 e di 3334.48 kWh per la serra dell'unità 2, ora utilizzando il software Edilclima si stima il consumo complessivo dell'edificio.

Fabbisogni di energia primaria e indici di prestazione			
Servizio	Qp,nren [kWh]	Qp,ren [kWh]	Qp,tot [kWh]
Riscaldamento	2775	13598	16373
Acqua calda sanitaria	798	4617	5415
Globale	3573	18215	21788

Figura 81: Fabbisogni energia primaria e indici di prestazione calcolati con Edilclima

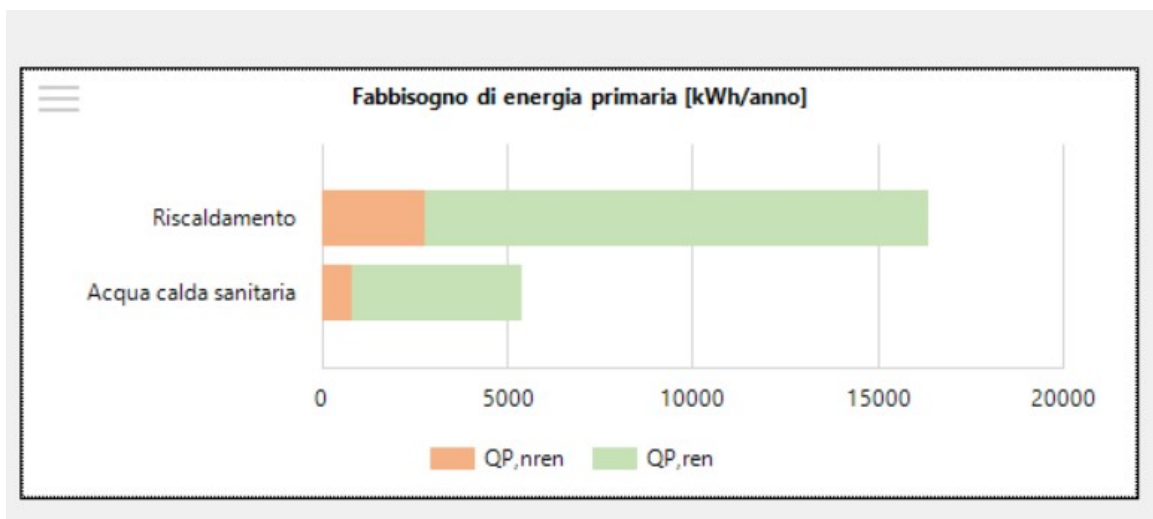


Figura 82: Fabbisogni energia primaria e indici di prestazione calcolati con Edilclima

Consumo totale edificio pari a 21788 kWh.

Si riportano i risultati finali ottenuti:

TOT risparmio [kWh]	TOT consumato [kWh]	Rapporto
6589	21788	0.30

Tali condizioni portano ad un risparmio del 30% che è superiore alla richiesta minima per legge.

AGRITURISMO BALDISSERO TORINESE

Il progetto che si vuole realizzare è la ristrutturazione di una cascina nella campagna di Torino, precisamente a Baldissero Torinese. Questa struttura sarà destinata a essere utilizzata come agriturismo, bed and breakfast e fattoria didattica.

Poiché nell'ambito del progetto è previsto l'apertura di un agriturismo con cucina professionale e un bed and breakfast, che saranno ovviamente destinati al soggiorno di persone, è necessario prevedere un sistema in grado di soddisfare le esigenze di comfort termico e di fornitura di acqua calda sanitaria.

Si riporta lo schema funzionale impianto termosantario in progetto:

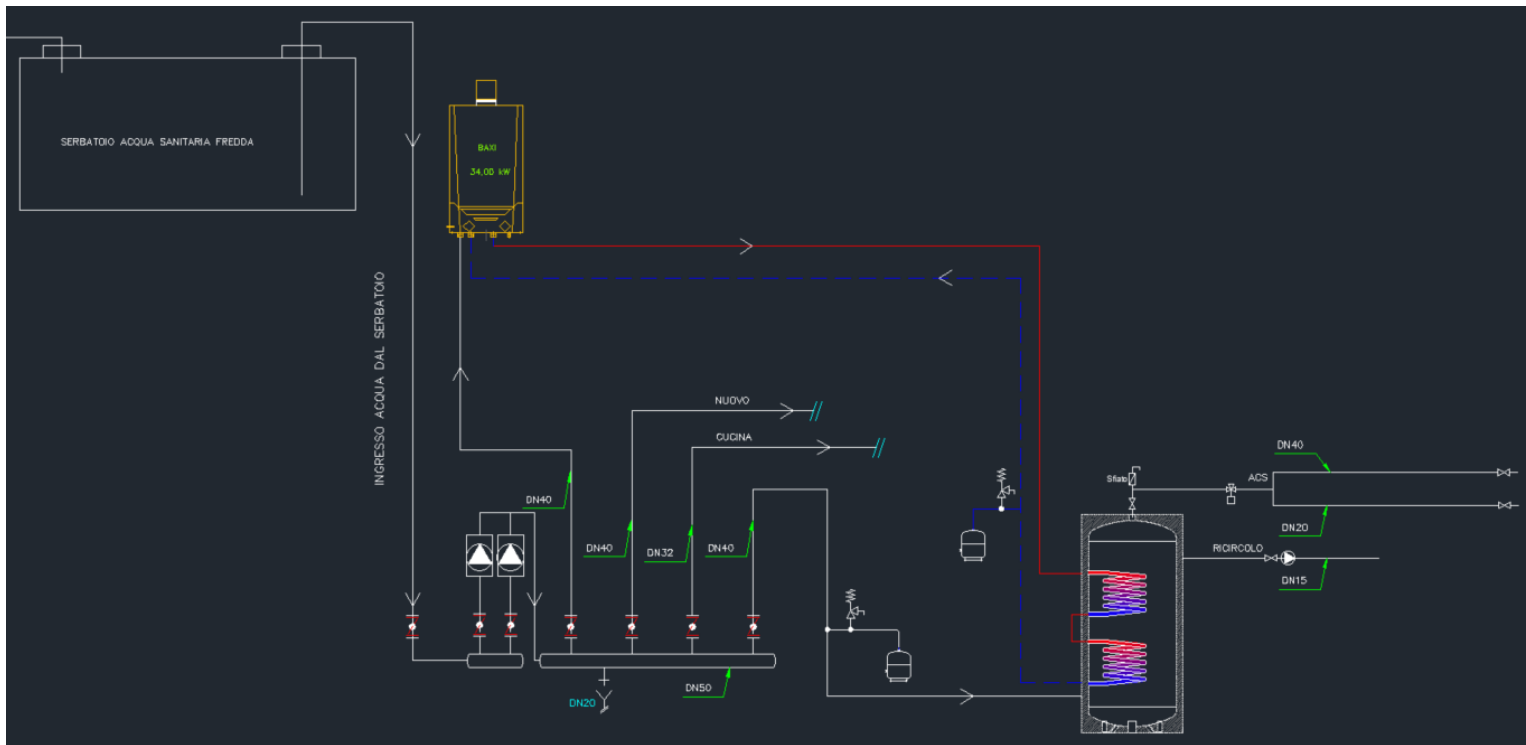


Figura 83: Rappresentazione Autocad impianto progettato

Come si può notare dallo schema funzionale vi è un serbatoio di acqua sanitaria fredda che alimenta il circuito, che grazie all'ausilio di 2 pompe gemellari viene immessa nel circuito, una caldaia BAXI da 34 kW che riscalda l'acqua e la invia ad un accumulo a doppia serpentina, sfruttando la stratificazione dell'acqua calda nella parte superiore.

Nella parte inferiore vi è il ritorno dell'acqua fredda, che parte dall'accumulo e arriva alla caldaia.

Vi è un collettore nella parte centrale dello schema, che manda l'acqua fredda alla caldaia, alla parte denominata con "nuovo", che si riferisce alle utenze del b&b che presto verrà costruito, alla cucina e infine all'accumulo, su quest'ultima mandata vi è un vaso di espansione, il quale permette all'acqua che si riscalda di espandersi ed una valvola di sicurezza della pressione, che interviene in caso di aumento anomalo della pressione, gli stessi componenti si trovano sul ritorno freddo dall'accumulo. Sulla sommità dello stesso vi è la mandata dell'acqua calda ed il ricircolo per mantenere l'acqua in temperatura, all'accumulo vi è inoltre l'arrivo dell'acqua calda dalla caldaia e la mandata della fredda alla caldaia per essere riscaldata, nonché l'arrivo dal collettore.

Si riporta la scheda tecnica della caldaia Baxi utilizzata nel progetto:

BAXI

Dati Tecnici

Power HT+		1.50	1.70	1.90	1.110	1.130	1.150	1.200	1.250
Portata termica nom. riscaldamento	kw	46,3	66,9	87,4	104,9	123,8	143	191	240
Portata termica ridotta	kw	5,1	7,4	9,7	11,7	24,8	28,6	31,8	40
Potenza termica nom. (80/60°C)* P_4	kw	45	65	85	102	121,5	140,3	185,9	232,8
Potenza termica nom. (50/30°C)	kw	48,6	70,2	91,8	110,2	130,6	150,9	200	250
Potenza termica ridotta (80/60°C)	kw	5	7,2	9,4	11,4	24,3	28,1	31	38,8
Potenza termica ridotta (50/30°C)	kw	5,4	7,8	10,2	12,3	26,2	30,2	33,1	41,7
Potenza termica utile al 30% della potenza nom. ed in regime a bassa temperatura** P_2	kw	15	21,7	28,3	34	40,4	46,6	36	46
Classe di eff. ener. stagionale del riscaldamento d'ambiente***		A	A	-	-	-	-	-	-
Rendimento utile (pci) P_n Temp. media 70°C	%	97,4	97,2	97,3	97,2	98,1	98,1	97,32	97,02
Rendimento utile (pci) al 30% Temp. ritorno 30°C	%	108,4	108,1	108,2	108,1	108,5	108,5	109,1	109,1
Rendimento utile a potenza termica nom. e regime a alta temp. η_4	%	87,7	87,6	87,7	87,6	88,4	88,4	87,7	87,4
Rendimento utile al 30% potenza termica e regime a bassa temp. η_2	%	97,7	97,4	97,5	97,4	97,8	97,8	98,3	98,3
Efficienza energetica stagionale η_s	%	93	93	93	93	93	93	94	94
Portata minima sullo scambiatore	l/h	800	1500	2000	2250	2250	3000	3500	4500
Classe NOx (EN483)		6	6	6	6	6	6	6	6

Emissioni ossidi di azoto (NOx)	mg/kwh	27	31	36	22	17	23	34	35
Temperatura min. di funzionamento	°C	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5
Temperatura max di esercizio	°C	80	80	80	80	80	80	90	90
Temperatura massima di mandata riscaldamento	°C	85	85	85	85	85	85	85	85
Contenuto d'acqua	l	2,81	4,98	8,34	9,83	10	11	13	15
Max pressione di funzionamento	bar	4	4	4	4	6	6	6	6
Min pressione di funzionamento	bar	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Regolazione temperatura acqua circuito riscaldamento	°C	25-80	25-80	25-80	25-80	25-80	25-80	25-80	25-80
Diametro condotti fumi concentrici	ø mm	80/125	80/125	110/160	110/160	110/160	110/160	-	-
Diametro condotti separati	ø mm	80	80	110	110	110	110	150▲	150▲
Portata massica fumi max	kg/s	0,021	0,031	0,040	0,047	0,056	0,064	0,086	0,112
Portata massica fumi min	kg/s	0,002	0,004	0,005	0,005	0,012	0,014	0,015	0,019
Massima temperatura fumi	°C	92	76	70	70	70	70	80	80
Prevalenza residua fumi	Pa	270	270	320	370	170	280	230	230
Dimensioni (hxlxp)	mm	904x600x681	904x600x681	1221x600x681	1221x600x681	1221x600x681	1221x600x681	1238x600x1410	1238x600x1410
Peso netto	kg	60	70	104	109	126	132	212	232
Tipo di gas		Metano/GPL							
Pressione di alim. gas (G20/G31)	mbar	20/37	20/37	20/37	20/37	20/37	20/37	20/37	20/37
Perdite al camino a bruciatore spento	%	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Potenza elettrica	w	100	117	146	185	187	283	242	369
Consumo di elettricità ausiliario a pieno carico <i>elmax</i>	w	100	117	146	185	187	283	242	369
Consumo di elettricità ausiliario a carico parziale <i>elmin</i>	w	23	24	24	24	51	52	47	48
Consumo di elettricità ausiliario in modalità stand-by <i>PSB</i>	w	3	3	3	3	4	4	4	4
Lunghezza max possibile cavo sonda esterna	m	120	120	120	120	120	120	120	120
Livello di potenza sonora, all'int. <i>Lwa</i>	dbA	61	64	-	-	63	63	-	-
Grado di protezione		IPX1B	IPX1B	IPX1B	IPX1B	IPX1B	IPX1B	IPX1B	IPX1B

* regime ad alta temperatura: temperatura di ritorno all'entrata della caldaia 60°C e temperatura di mandata all'uscita della caldaia 80°C

** bassa temperatura: temperatura di ritorno (all'entrata della caldaia) 30°C

*** i prodotti con una potenza nominale (Pn)>70kW non sono soggetti ad etichettatura energetica

▲ per collegare gli accessori ø160 è necessario un kit adattatore

Figura 84: Scheda tecnica caldaia utilizzata

SUPERBONUS 110 VIA INVORIO TORINO

Si riporta la fotografia della facciata sul lato strada dell'edificio oggetto di intervento, nello specifico si esegue un Superbonus 110% sulla struttura, la facciata subirà l'intervento di cappottatura per aumentare l'efficienza energetica dell'edificio:

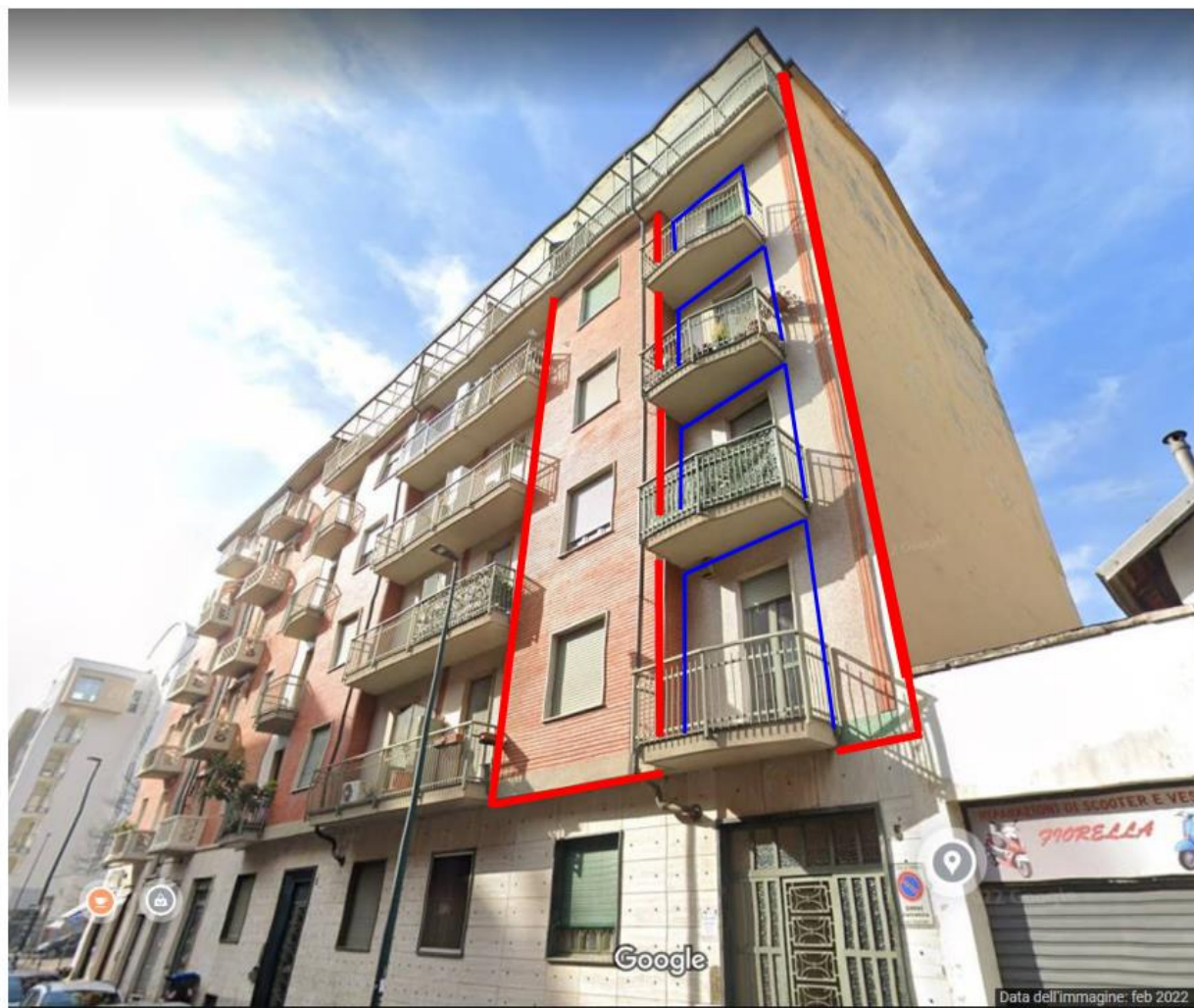


Figura 85: Foto facciata condominio via Invorio

Il condominio situato in via Invorio è oggetto di superbonus 110, quindi devono essere prodotti diversi documenti, oltre all'APE ante e post, necessarie a norma di legge per poter ottenere il superbonus, si progetta l'esecuzione di un cappotto esterno come intervento trainante per poter ottenere un miglioramento di due classi energetiche.

Si riportano di seguito gli attestati di prestazione energetica ante intervento e post intervento nei quali è presente la classe energetica dell'edificio, calcolata mediante l'indice

di prestazione non rinnovabile in $\frac{\text{kWh}}{\text{m}^2\text{anno}}$, calcolato in funzione del fabbricato e dei servizi energetici. nonché la prestazione energetica del fabbricato, al netto del rendimento degli impianti presenti.

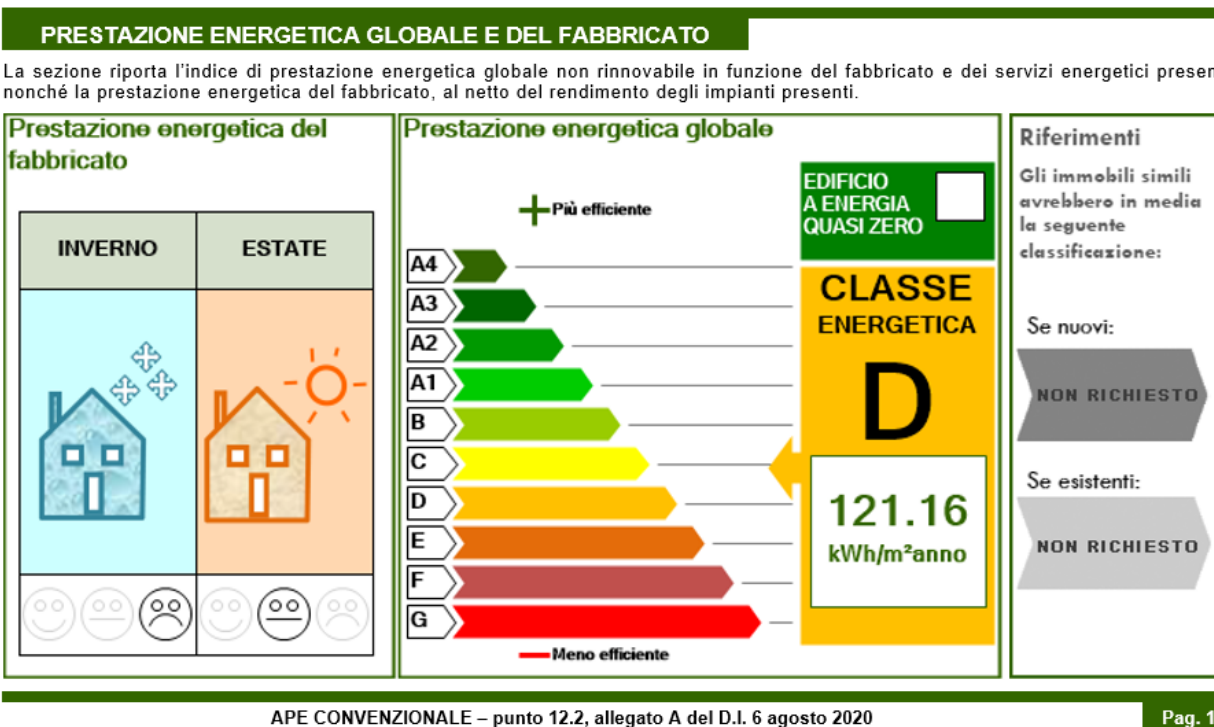
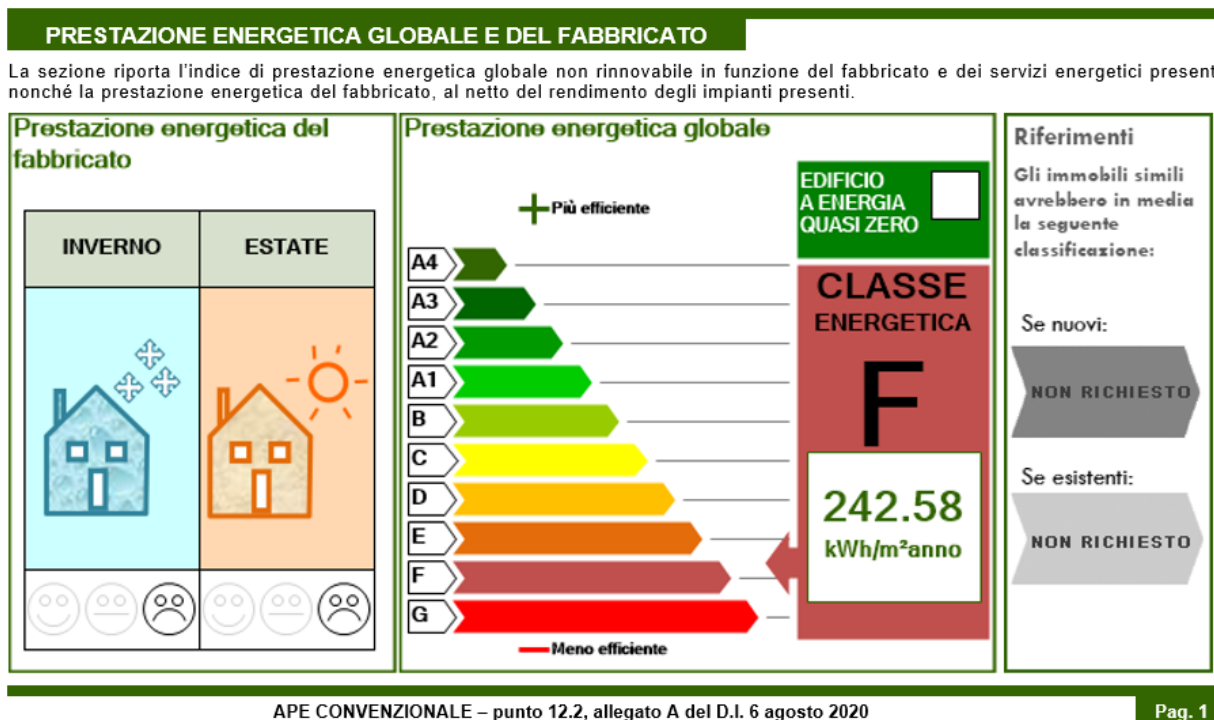


Figura 86: Attestato prestazione energetica

Come è possibile notare dai documenti riportati, andando a eseguire gli attestati di prestazione energetica, si è compiuto il salto delle 2 classi richieste per il Superbonus 110, andando a diminuire la richiesta di energia non rinnovabile, come è possibile notare dalla diminuzione dell'indice di prestazione energetica globale non rinnovabile.

Inoltre nell'APE viene riportato il tipo di impianto presente in ogni appartamento, l'anno di installazione, il vettore energetico utilizzato, la potenza nominale e gli indici di energia primaria rinnovabile e non rinnovabile.



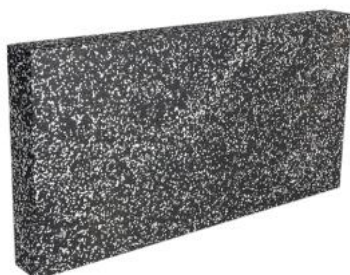
 ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI APE CONVENZIONALE - Punto 12.2, allegato A del D.l 6 agosto 2020									
ALTRI DATI ENERGETICI GENERALI									
Energia esportata	<u>0.00</u> kWh/anno	Vettore energetico: <u>Energia elettrica</u>							
ALTRI DATI DI DETTAGLIO DEL FABBRICATO									
V – Volume riscaldato	<u>2466.72</u>	m ³							
S – Superficie disperdente	<u>1138.36</u>	m ²							
Rapporto S/V	<u>0.46</u>								
EP _{H,nd}	<u>94.11</u>	kWh/m ² anno							
A _{sol,est} /A _{sup utile}	<u>0.0235</u>	-							
Y _{IE}	<u>0.6620</u>	W/m ² K							
DATI DI DETTAGLIO DEGLI IMPIANTI									
Servizio energetico	Tipo di impianto	Anno di installazione	Codice catasto regionale impianti termici	Vettore energetico utilizzato	Potenza Nominale kW	Efficienza media stagionale NON RICHIESTA		EP _{ren}	EP _{nren}
Climatizzazione invernale	<i>Teleriscaldamento</i>	2010		<i>Teleriscaldamento</i>	100.00	-	η_H	0.13	173.34
Climatizzazione estiva									
Prod. acqua calda sanitaria	<i>Rendimento noto stagionale</i>	2010		<i>Gas naturale</i>	15.00	-	η_W	0.00	28.60
	<i>Rendimento noto stagionale</i>	2010		<i>Gas naturale</i>	15.00				

Figura 87: Attestato prestazione energetica

Per l'intervento di cappottatura, grazie ai calcoli eseguiti con il software Edilclima è stato possibile determinare il materiale isolante e lo spessore idoneo ad ottenere il salto di 2 classi energetiche, si riporta la scheda tecnica del materiale utilizzato:

CONVERTO 31 BW

Scheda Tecnica - Ed. 02/2022



Pannello isolante detensionato idoneo per l'applicazione a cappotto, realizzato in polistirene espanso sinterizzato EPS additivato di grafite.

DESCRIZIONE

Pannello per isolamento termico detensionato realizzato in polistirene espanso sinterizzato EPS additivato di grafite al 70%, tagliato da blocco ed ideale per l'applicazione a cappotto: Certificato ETICS secondo le linee guida EAD 040083-00-0404 già ETAG 004 e la norma UNI EN13499:2005, avente il "Certificato di Conformità" [UNI EN 13163]. I pannelli sono pienamente conformi ai requisiti richiesti dal DM 11/1/2017: Criteri Ambientali Minimi per l'edilizia pubblica "CAM" essendo provvisti di un contenuto di riciclato maggiore del 15%. Sono dotati di certificazione di prodotto rilasciata da un organismo di valutazione esterno che attesta e garantisce il contenuto di riciclato.

PROPRIETA' PRINCIPALI

- SEMPLICITA' DI POSA
- ECONOMICITA'
- CONTENUTO DI RICICLATO

DIMENSIONI E SPESSORI

Dimensioni utili: 100 cm x 50 cm

Spessori disponibili: 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 16, 18, 20 cm

DATI TECNICI	Simbolo	Valore	NORMA DI RIFERIMENTO
Conducibilità Termica	λ_D	0,031 W/mK	EN 12667
Reazione al fuoco	EUROCLASSE	E	EN 13501-1
Resistenza al passaggio del vapore acqueo	μ	20-40	EN 12086
Calore specifico	C_p	1450 J/kgK	EN 10456
Resistenza a trazione perpendicolare alle facce	TR	≥ 120	EN 1607
Stabilità dimensionale	DS(N)	$\pm 0,2\%$	EN 1603
Assorbimento d'acqua per immersione parziale	W _{lp}	$\leq 0,5 \text{ Kg/m}^2$	EN 165354
Resistenza al taglio	F_{tk}	$\geq 70 \text{ kPa}$	EN 12090
Modulo di taglio	G_m	$\geq 1000 \text{ kPa}$	EN 12090

Tolleranze dimensionali

Lunghezza	L(2)	$\pm 2 \text{ mm}$	EN 822
Larghezza	W(2)	$\pm 2 \text{ mm}$	EN 822
Spessore	T(1)	$\pm 1 \text{ mm}$	EN 823
Ortogonalità	S(2)	$\pm 2 \text{ mm/m}$	EN 824
Planarità	P(3)	+ 3 mm	EN 825

Figura 88: Scheda tecnica isolante Converto 31 BW

Inoltre è stata anche prevista la cappottatura del tetto e dei balconi per risolvere i ponti termici che impattano molto sull'efficienza energetica finale, come si può vedere dal disegno CAD che segue:

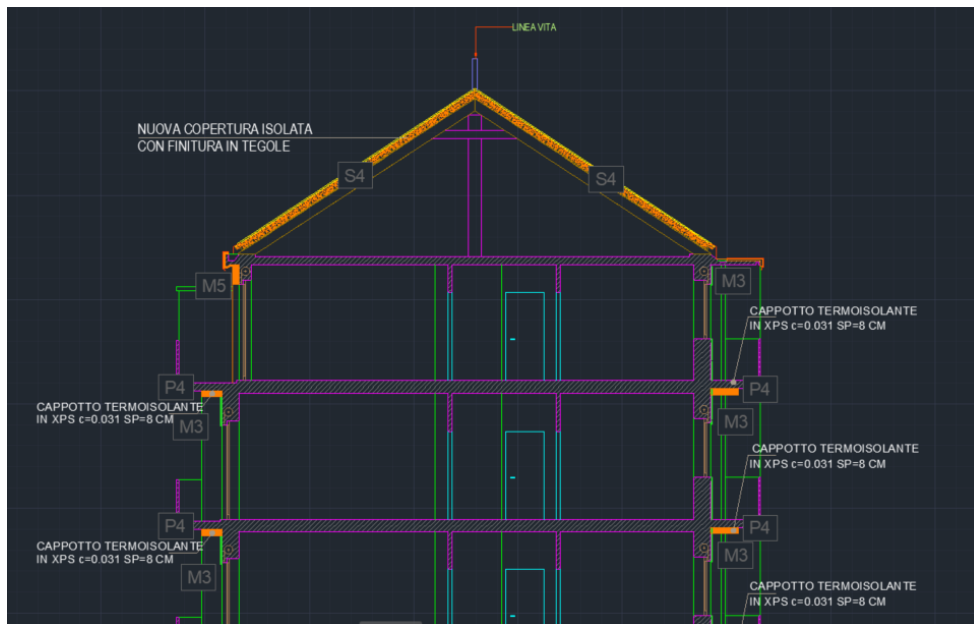


Figura 89: Rappresentazione CAD edificio con cappotto isolante

Si riporta anche stralcio della legge 10 che è stata prodotta per l'edificio analizzato:

5. DATI RELATIVI AGLI IMPIANTI

5.1 Impianti termici

Impianto tecnologico destinato ai servizi di climatizzazione invernale e/o estiva e/o produzione di acqua calda sanitaria, indipendentemente dal vettore energetico utilizzato.

a) Descrizione impianto

Tipologia

Impianto termico autonomo esistente

Sistemi di generazione

Caldaje murali a gas metano esistenti

Sistemi di termoregolazione

Impianti termici autonomi

Sistemi di contabilizzazione dell'energia termica

Impianto termico autonomo

Sistemi di distribuzione del vettore termico

Impianto esistente non oggetto di intervento

Sistemi di ventilazione forzata: tipologie

Non presente

Sistemi di accumulo termico: tipologie

Non presente

Sistemi di produzione e di distribuzione dell'acqua calda sanitaria

Impianto termico autonomo

Trattamento di condizionamento chimico per l'acqua, norma UNI 8065:

Presenza di un filtro di sicurezza:

Figura 90: Pagina estratta da ex legge 10

Come è possibile notare dall'immagine vi è la descrizione dell'impianto partendo dalla tipologia, in questo caso l'impianto termico autonomo, si prosegue con i sistemi di generazione, di termoregolazione e di contabilizzazione dell'energia termica, sistemi di distribuzione del vettore termico, sistemi di ventilazione forzata, sistemi di accumulo termico e infine di produzione e di distribuzione dell'acqua calda sanitaria.

Dopodiché vengono descritte le specifiche dei generatori di energia:

b) Specifiche dei generatori di energia

Installazione di un contatore del volume di acqua calda sanitaria:

Installazione di un contatore del volume di acqua di reintegro dell'impianto:

Zona	<u>Condominio</u>	Quantità	<u>1</u>
Servizio	<u>Riscaldamento</u>	Fluido termovettore	<u>Acqua</u>
Tipo di generatore	<u>Teleriscaldamento</u>	Combustibile	<u>Teleriscaldamento</u>
Certificazione atta a comprovare i fattori di conversione in energia primaria in energia termica fornita al punto di consegna dell'edificio: <input type="checkbox"/>			
Numero protocollo _____			
Fattore di conversione energia primaria rinnovabile (fpren)			<u>0.000</u>
Fattore di conversione energia primaria non rinnovabile (fpnren)			<u>1.500</u>
Potenza termica utile dello scambiatore di calore			<u>100.00</u> kW

Zona	<u>SUB 1</u>	Quantità	<u>1</u>
Servizio	<u>Acqua calda sanitaria</u>	Fluido termovettore	_____
Tipo di generatore	<u>Rendimento noto stagionale</u>	Combustibile	<u>Metano</u>
Marca - modello _____			
Potenza utile nominale Pn			<u>15.00</u> kW

Figura 91: Pagina estratta da ex legge 10

In questo caso si ha un sistema di teleriscaldamento con scambiatore da 100 kW per il riscaldamento del condominio e diverse caldaie a metano da 15 kW per l'acqua calda sanitaria che ogni appartamento utilizza indipendentemente.

6. PRINCIPALI RISULTATI DEI CALCOLI

Edificio: *Condominio*

a) *Involucro edilizio e ricambi d'aria*

Caratteristiche termiche dei componenti opachi dell'involucro edilizio

Cod.	Descrizione	Trasmittanza media [W/m ² K]	Valore limite [W/m ² K]	Verifica
<i>M</i>	<i>Pareti</i>	<i>0.192</i>	<i>0.343</i>	<i>Positiva</i>
<i>P</i>	<i>Pavimenti</i>	<i>0.170</i>	<i>0.483</i>	<i>Positiva</i>
<i>M16</i>	<i>Parete su vano scala 15</i>	<i>1.260</i>	<i>*</i>	<i>*</i>
<i>M3</i>	<i>Parete esterna 40 C+INS CORTILE</i>	<i>1.036</i>	<i>*</i>	<i>*</i>
<i>M4</i>	<i>Parete esterna 40 NON ISOLATA</i>	<i>0.784</i>	<i>*</i>	<i>*</i>
<i>P2</i>	<i>Pavimento verso cantine</i>	<i>1.399</i>	<i>*</i>	<i>*</i>
<i>S3</i>	<i>Soffitto sottotetto</i>	<i>1.647</i>	<i>*</i>	<i>*</i>

(*) Struttura esistente, non soggetta alle verifiche di legge.

Figura 92: Tabella ex legge 10

Nella sezione, principali risultati dei calcoli è possibile trovare la descrizione delle caratteristiche termiche dei componenti opachi dell'involucro con le rispettive trasmittanze nonché il valore limite e la verifica se rispettato.

Caratteristiche igrometriche dei componenti opachi dell'involucro edilizio

Cod.	Descrizione	Condensa superficiale	Condensa interstiziale
<i>M1</i>	<i>Parete esterna 50 CAPPOTTO VENTILATA PT</i>	<i>Positiva</i>	<i>Positiva</i>
<i>M10</i>	<i>Parete vano scala isolato</i>	<i>Positiva</i>	<i>Positiva</i>
<i>M12</i>	<i>SOTTOFINESTRA EPS 160</i>	<i>Positiva</i>	<i>Positiva</i>
<i>M14</i>	<i>SOTTOFINESTRA CAPPOTTO FV</i>	<i>Positiva</i>	<i>Positiva</i>
<i>M2</i>	<i>Parete esterna 40 CAPPOTTO FRONTESPIZIO</i>	<i>Positiva</i>	<i>Positiva</i>
<i>M26</i>	<i>Cassonetto isolato</i>	<i>Positiva</i>	<i>Positiva</i>
<i>M28</i>	<i>Porta ingresso isolata</i>	<i>Positiva</i>	<i>Positiva</i>

Figura 93: Tabella ex legge 10

È riportata inoltre una tabellina riassuntiva per la verifica delle caratteristiche termoigrometriche ovvero l'assenza di condensa superficiale e condensa interstiziale.

b) **Indici di prestazione energetica per la climatizzazione invernale ed estiva, per la produzione di acqua calda sanitaria, per la ventilazione e l'illuminazione**

Determinazione dei seguenti indici di prestazione energetica, espressi in kWh/m² anno, così come definite al paragrafo 3.3 dell'Allegato 1 del decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo 192/2005, rendimenti e parametri che ne caratterizzano l'efficienza energetica:

Metodo di calcolo utilizzato (indicazione obbligatoria)

UNI/TS 11300 e norme correlate

Coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione per unità di superficie disperdente (UNI EN ISO 13789)

SUB 1

Superficie disperdente S	43.25	m ²
Valore di progetto H' _T	0.04	W/m ² K
Valore limite (Tabella 10, appendice A) H' _{T,L}	0.65	W/m ² K
Verifica (positiva / negativa)	Positiva	

Viene riportato il coefficiente medio globale di scambio termico che indica la trasmittanza termica dell'involucro e la verifica se è rispettato il valore limite.

b.1) **Efficienze medie stagionali degli impianti**

Descrizione	Servizi	η_o [%]	$\eta_{o,amm}$ [%]	Verifica
Centralizzato	Riscaldamento	57.5	*	*
SUB 1	Acqua calda sanitaria	66.1	*	*
SUB 2	Acqua calda sanitaria	66.1	*	*
SUB 112	Acqua calda sanitaria	66.1	*	*
SUB 4	Acqua calda sanitaria	66.1	*	*
SUB 16	Acqua calda sanitaria	66.1	*	*
SUB 118	Acqua calda sanitaria	66.1	*	*
SUB 7	Acqua calda sanitaria	66.1	*	*
SUB 8	Acqua calda sanitaria	66.1	*	*
SUB 13	Acqua calda sanitaria	66.1	*	*
SUB 10	Acqua calda sanitaria	66.1	*	*
SUB 114	Acqua calda sanitaria	66.1	*	*

(*) Impianto esistente, non soggetto alle verifiche di legge.

Consumo energia

Energia consegnata o fornita (E _{del})	59712	kWh
Energia rinnovabile (E _{gl,ren})	0.11	kWh/m ²
Energia esportata (E _{exp})	0	kWh
Fabbisogno annuo globale di energia primaria (E _{gl,tot})	130.02	kWh/m ²
Energia rinnovabile in situ (elettrica)	0	kWh _e
Energia rinnovabile in situ (termica)	0	kWh

Figura 94: Pagina estratta da legge 10

Infine vengono riportate le efficienze medie stagionali degli impianti per il sistema di riscaldamento centralizzato e per ognuna delle caldaie per la produzione di acqua calda sanitaria. Vengono riportati anche le energie a consuntivo.

È inoltre stato prodotto un documento nel quale sono riportati tutti i materiali utilizzati e gli interventi attuati che devono essere caricati sul portale ENEA.

Vengono specificati gli interventi adottati e tutte le caratteristiche, che saranno oggetto di asseverazione da parte di un professionista, il quale certifica che l'opera sia eseguita a regola d'arte e rispetti tutte le normative.

Dati per la compilazione dell'asseverazione Super Ecobonus 110% del portale ENEA

Nel presente documento si riportano i parametri finalizzati alla compilazione dell'asseverazione per il Super Ecobonus 110% ai sensi dell'art. 119 della Legge n. 77/2020 e del Decreto 6.8.2020 Asseverazioni.

Tali parametri devono essere inseriti nel portale detrazioni ENEA (<https://detrazionifiscali.enea.it/superecobonus.asp>), ai fini della richiesta di detrazione fiscale per il Super Ecobonus 110%.

INTERVENTI TRAINANTI

Intervento di isolamento termico delle superfici opache verticali, orizzontali e inclinate che interessano l'involucro con un'incidenza superiore al 25% della superficie lorda complessiva disperdente dell'edificio.

Unità oggetto di intervento: ***Tutte le unità oggetto della pratica Super Ecobonus***

Risparmio di energia primaria non rinnovabile di progetto 23261 kWh/anno

PV) Pareti verticali

Codice - Descrizione	M - Pareti verticali		
Confine	-		
Superficie	292.64	m ²	
Trasmittanza limite	0.230	W/m ² K	
Trasmittanza ante intervento	0.870	W/m ² K	Verifica Positiva
Trasmittanza post intervento	0.151	W/m ² K	Verifica Positiva
Trasmittanza termica periodica YIE	0.017	W/m ² K	

Figura 95: Dati per compilazione dell'asseverazione su portale ENEA

Per l'intervento di cappottatura viene riportato la trasmittanza limite, la trasmittanza ante intervento e la trasmittanza post intervento, a fianco viene riportata l'attestazione di verifica positiva, inoltre è presente anche l'informazione sulla trasmittanza termica periodica.

INTERVENTI TRAINATI

Intervento di isolamento termico delle superfici opache verticali, orizzontali e inclinate che interessano l'involucro con un'incidenza inferiore al 25% della superficie lorda complessiva disperdente dell'edificio.

IN) Infissi

Risparmio di energia primaria non rinnovabile di progetto 3729 kWh/anno

Codice - Descrizione	M26 - Cassonetto isolato	
Confine	verso esterno	
Superficie	<u>3.35</u> m ²	
Trasmittanza limite	<u>1.300</u> W/m ² K	
Trasmittanza ante intervento	<u>2.913</u> W/m ² K	Verifica Positiva
Trasmittanza post-intervento	<u>1.235</u> W/m ² K	Verifica Positiva

Figura 96: Dati per compilazione dell'asseverazione su portale ENEA

In questo caso nell'esempio di intervento trainante si è scelto l'isolamento del cassonetto come si può vedere la trasmittanza ante intervento è maggiore di quella post intervento e rispetta il valore limite imposto dalla legge, infatti a destra viene visualizzata la scritta verifica positiva.

Intervento di installazione di schermature solari

Unità oggetto di intervento: **1 - SUB 1**

Risparmio di energia primaria non rinnovabile di progetto 0 kWh/anno

NOTA: Il risparmio di energia primaria non rinnovabile di progetto risulta nullo poiché l'edificio è privo del servizio raffrescamento.

SS. Schermature solari

Codice – Descrizione finestra	W9 - 165x140 sostituzione
Tipo di schermatura	Tenda o veneziana
Installazione	Esterna
Superficie schermatura	2.31 m ²
Superficie finestrata protetta	2.31 m ²
Resistenza termica supplementare	0.08 m ² K/W (valore fisso, impostato dal portale ENEA)
Orientamento	SE
g_{tot}	0.190 -
Materiale schermatura	Tessuto
Meccanismo di regolazione	Manuale

Figura 97: Tabella dati per compilazione dell'asseverazione su portale ENEA

Un'altro esempio è quello di installazione di schermatura solare, dove viene indicato il tipo di schermatura, la superficie nonché la resistenza termica supplementare che fornisce la schermatura, l'orientamento, g tot, che è il fattore solare della combinazione di vetro e dispositivo di schermatura solare e caratterizza la prestazione globale d'insieme, il materiale e il meccanismo di regolazione.

Come si vede dalle immagini precedenti sono riportati gli interventi trainanti che caratterizzano l'ottenimento del Superbonus e quelli trainati, i quali si accodano per l'ottenimento dell'incentivo fiscale.

BONUS TENDE DA SOLE:

Il bonus tende da sole è un’agevolazione fiscale prevista per l’acquisto e la posa in opera di schermature solari o chiusure tecniche mobili oscuranti. Consiste in una detrazione d’imposta pari al 50% delle spese totali sostenute, fino a 60.000 euro, per unità immobiliare (quindi la somma massima detraibile è 30.000 euro, ossia il 50% di 60.000). Si può fruire anche su più immobili, se fanno riferimento a un unico proprietario. La cifra massima resta sempre intesa per singola abitazione. Il bonus tende da sole rientra nell’Ecobonus, ma può rientrare anche nel Superbonus come spesa per la riqualificazione energetica.

Il bonus tende da sole è stato disciplinato per la prima volta dal Decreto Interministeriale del 6 agosto 2020. La misura è stata rinnovata dalla Legge di Bilancio 2021 e poi dalla Legge di Bilancio 2022, che ne ha esteso la validità per le spese sostenute nel 2023 e nel 2024. I criteri e i requisiti per ottenere il bonus per le schermature solari sono stabiliti dall’Agenzia Nazionale per l’Efficienza Energetica –ENEA.

In merito ai sistemi da installare si precisa che:

- le “chiusure oscuranti” (ad esempio persiane, avvolgibili, tapparelle) possono essere in combinazione con vetrate o autonome (aggettanti). Nel caso di sola sostituzione di chiusure oscuranti, la nuova installazione deve possedere un valore della resistenza termica supplementare superiore a quella della precedente installazione affinché venga conseguito un risparmio energetico. Per le “chiusure oscuranti” sono ammessi tutti gli orientamenti;
- per le “schermature solari” (ad esempio tende da sole, veneziane, tende a rullo, tende a bracci) sono ammessi gli orientamenti da “est” a “ovest” passando per “sud” e sono pertanto esclusi “nord”, “nord-est” e “nord-ovest”. Inoltre, devono possedere un valore del fattore di trasmissione solare totale accoppiato al tipo di vetro della superficie vetrata protetta inferiore o uguale a 0,35 valutato con riferimento al vetro tipo C secondo la norma UNI EN 14501;

La figura riporta gli orientamenti ammessi secondo allegato M al DL n. 311 del 2006 nell’edificio del caso studio analizzato per le **schermature solari**:

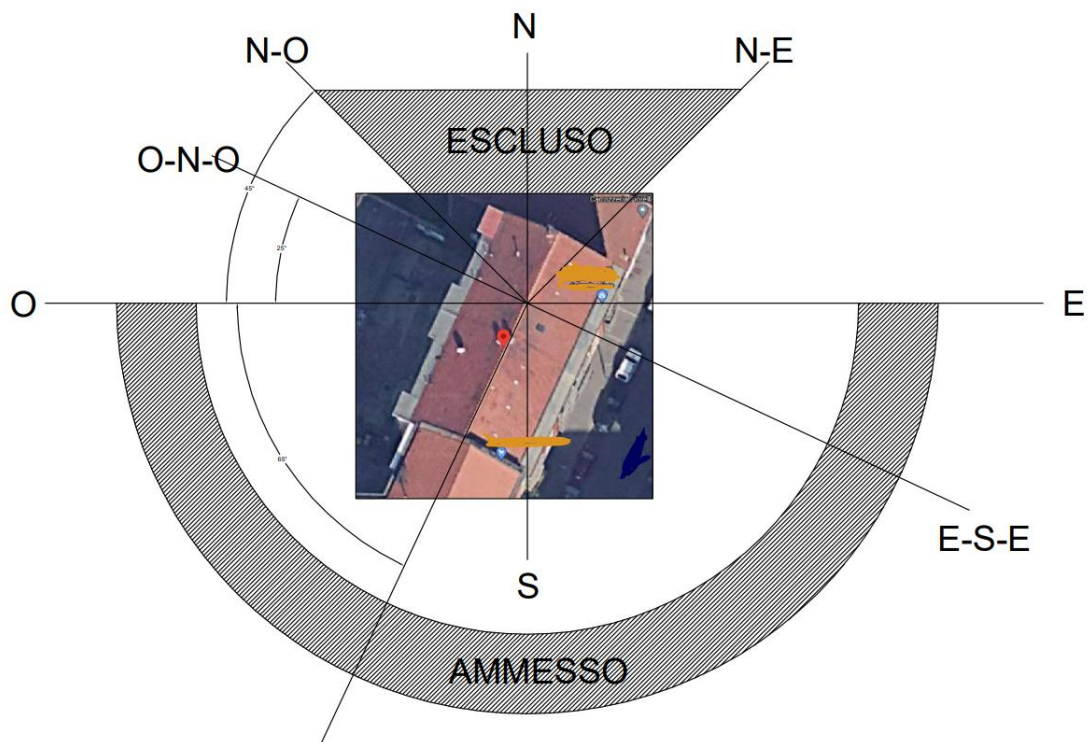


Figura 98: Orientazione infissi via Invorio

Per il bonus tende da sole è concesso un tetto di spesa massimo pari a 60.000 euro. Altro limite da rispettare riguarda il costo delle schermature al metro quadrato, per cui la spesa massima concessa per l'acquisto sarà di 276 euro/mq per ogni tenda.

Il bonus tende da sole può rientrare anche tra i lavori di schermatura del Superbonus, nel momento in cui si procede a uno dei lavori previsti da questa misura per la riqualificazione energetica. Si tratta di lavori di ristrutturazione che mirano a migliorare la condizione energetica dell'immobile, per renderlo più sostenibile a livello ambientale ed economico.

BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

Manuale istruzioni Edilclima EC700

https://it.wikipedia.org/wiki/Conduzione_termica

<https://www.infobuild.it/approfondimenti/la-ventilazione-naturale-meccanica-e-il-comfort-termico/>

<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwi->

[0_DptuiAAxU48rsIHdYQBDEQFnoECBAQAQ&url=https%3A%2F%2Fingegneri.chieti.it%2Fwp-content%2Fuploads%2F2019%2F07%2FSocal-Pompe-di-calore-Weishaupt-2018-05-22-Clean.pdf&usg=AOvVaw2NGIzHI0Q968nfNebHYGZz&opi=89978449](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwi-0_DptuiAAxU48rsIHdYQBDEQFnoECBAQAQ&url=https%3A%2F%2Fingegneri.chieti.it%2Fwp-content%2Fuploads%2F2019%2F07%2FSocal-Pompe-di-calore-Weishaupt-2018-05-22-Clean.pdf&usg=AOvVaw2NGIzHI0Q968nfNebHYGZz&opi=89978449)

<https://www.agenziaentrate.gov.it/portale/web/guest/superbonus-110%25>

<https://luceegasitalia.it/2020/01/22/le-zone-climatiche-italiane-e-i-periodi-di-accensione-degli-impianti-di-riscaldamento/>

https://www.bosettiegatti.eu/info/norme/statali/1993_0412.htm

https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwj26tm5mOuAAxXHh_0HHRdKAngQFnoECBMQAQ&url=https%3A%2F%2Frasenti.bigmat.it%2Fexport%2Fsites%2Fdefault%2Fper-il-tuo-progetto%2F.content%2Fpdf%2Fquaderni-tecnici%2Fqt-isolamento-termico-edilizia-03-app.pdf&usg=AOvVaw2Z4WVg1Y9WYzma8jJRPX0o&opi=89978449

<https://www.normattiva.it/uri-res/N2Ls?urn:nir:stato:decreto.legislativo:2021-11-08;199>

<https://edilizia-roma-studio-tecnico-geometra.it/relazione-tecnica-legge-10/>

<https://edilizia-roma-studio-tecnico-geometra.it/serra-bioclimatica/>

<https://www.infobuildenergia.it/approfondimenti/serre-solari-funzionamento-e-vantaggi/>

<https://emuarchitetti.wordpress.com/2015/10/26/ponti-termici-conoscere-il-fattore-di-temperatura-frsi/>

https://www.la-certificazione-energetica.net/glossario_certificazione_energetica-D-F.html

<https://www.archimedegroup.eu/condensa-interstiziale/>

<https://www.ticonsiglio.com/bonus-tende-da-sole/>

INDICE FIGURE:

Figura 1: Menu a tendina per la navigazione del software Edilclima	8
Figura 2: Sezione dati climatici	9
Figura 3: Tabella dati climatici mensili	10
Figura 4: Grafico della temperatura esterna in funzione del mese dell'anno	11
Figura 5: Sezione regime normativo	12
Figura 6: Menu componenti involucro edilizio	12
Figura 7: Dati generali componenti involucro	13
Figura 8: Risultati componenti involucro	14
Figura 9: Verifica termoigrometrica componenti involucro	15
Figura 10: Dati generali ponti termici	17
Figura 11: Menu tipologia ponti termici	18
Figura 12: Menu input grafico	19
Figura 13: Modello tridimensionale dell'edificio generato da input grafico	20
Figura 14: Modello grafico generato da planimetrie dell'edificio	20
Figura 15: Menu zone/locali climatizzati	21
Figura 16: Tab zona climatizzata	22
Figura 17: Effetto camino o stack effect.....	24
Figura 18: Schema funzionale della ventilazione meccanica controllata con recupero di energia.....	26
Figura 19: Tab impianti	28
Figura 20: Sottotab riscaldamento e acqua calda sanitaria sezione circuiti	29
Figura 21: Sottotab riscaldamento e acqua calda sanitaria sezione circuiti	29
Figura 22: Sottotab riscaldamento e acqua calda sanitaria sezione circuiti	30
Figura 23: Sottotab riscaldamento e acqua calda sanitaria sezione generazione centrale termica	31
Figura 24: Sottotab riscaldamento e acqua calda sanitaria sezione generazione generatori	31
Figura 25: Sottotab riscaldamento e acqua calda sanitaria sezione generazione generatori	32
Figura 26: Rappresentazione grafica della durata in ore del BIN in funzione della temperatura esterna del BIN.....	34
Figura 27: Sottotab riscaldamento e acqua calda sanitaria sezione generazione generatori per la definizione di una pompa di calore con metodo semplificato	35
Figura 28: Sottotab riscaldamento e acqua calda sanitaria sezione generazione generatori per la definizione di una pompa di calore con metodo analitico.....	36
Figura 29: Sottotab riscaldamento e acqua calda sanitaria sezione generazione generatori per la definizione di una pompa di calore con metodo analitico.....	37
Figura 30: Sottotab riscaldamento e acqua calda sanitaria sezione generazione generatori circuito in centrale.....	38
Figura 31: Sottotab riscaldamento e acqua calda sanitaria sezione generazione generatori dati principali per la definizione di una caldaia a condensazione.....	39
Figura 32: Sottotab riscaldamento e acqua calda sanitaria sezione generazione generatori dati principali per la definizione di una caldaia a condensazione.....	39

Figura 33: Sottotab riscaldamento e acqua calda sanitaria sezione generazione generatori	40
Figura 34: Sottotab riscaldamento e acqua calda sanitaria sezione generazione generatori sezione circuito in centrale.....	40
Figura 35: Sottotab riscaldamento e acqua calda sanitaria sezione generazione generatori	41
Figura 36: Tab solare fotovoltaico.....	41
Figura 37: Sottotab solare fotovoltaico.....	42
Figura 38: Tab potenza invernale dispersioni per locale.....	43
Figura 39: Tab potenza invernale dispersioni per componente	45
Figura 40: Tab potenza invernale dispersioni per orientamento	46
Figura 41: Tab energia invernale sommario	47
Figura 42: Tab energia estiva sommario.....	51
Figura 43: Tab risultati energia primaria riscaldamento	53
Figura 44: Sottotab acqua calda sanitaria.....	55
Figura 45: Sottotab solare fotovoltaico.....	57
Figura 46: Sottotab risultati totali	58
Figura 47: Menu creazione analitiche	59
Figura 48: Tabella fabbisogni riscaldamento dettagli mensili.....	59
Figura 49: Tabella rendimenti per ogni mese dell'anno	60
Figura 50: Grafico della temperatura dell'acqua in funzione della temperatura esterna e tabella temperature emettitori distribuzione e circuito in centrale per ogni mese.....	61
Figura 51: Firma energetica di progetto e tabella analitiche per ogni mese.....	62
Figura 52: Tabella dettagli bilancio energetico.....	64
Figura 53: Tabella analitiche dettaglio circuiti	64
Figura 54: Tab principale altri calcoli trasmittanza media	66
Figura 55: Tab principale altri calcoli coefficiente globale di scambio termico H't.....	67
Figura 56: Tabella verifiche di legge D.Interm. 26.06.15	68
Figura 57: Verifica del DLgs 8 novembre 2021 n.199.....	69
Figura 58: Relazione tecnica allegato 1	70
Figura 59: Relazione tecnica allegato 2.....	71
Figura 60: Relazione tecnica allegato 2.....	72
Figura 61: Allegati legge 10	74
Figura 62: Allegati legge 10 caratteristiche igrometriche dei componenti opachi.....	75
Figura 63: Allegati legge 10 descrizione ponte termico	76
Figura 64: Allegati legge 10 descrizione ponte termico	77
Figura 65: Attestato di prestazione energetica.....	79
Figura 66: Attestato di prestazione energetica.....	79
Figura 67: Attestato di prestazione energetica.....	80
Figura 68: Tab interventi migliorativi	81
Figura 69: Tab interventi migliorativi risultati.....	82
Figura 70: Attestato di prestazione energetica ante e post intervento	82
Figura 71: Tab incentivi fiscali strutture opache	83
Figura 72: Tab incentivi fiscali serramenti e infissi.....	84
Figura 73: Zone climatiche Italia	87
Figura 74: Foto di una serra solare (https://zazadesign.it/serra-bioclimatica/).....	93
Figura 75: Tipologie serra solare	94

Figura 76: Pianta edificio per realizzazione serra solare.....	95
Figura 77: Pianta edificio, in rosso il progetto della serra solare	97
Figura 78: Guadagni solari unità 1	98
Figura 79: Guadagni solari unità 2.....	98
Figura 80: Tabella norma UNI 10349.....	99
Figura 81: Fabbisogni energia primaria e indici di prestazione calcolati con Edilclima	100
Figura 82: Fabbisogni energia primaria e indici di prestazione calcolati con Edilclima	101
Figura 83: Rappresentazione Autocad impianto progettato	102
Figura 84: Scheda tecnica caldaia utilizzata	104
Figura 85: Foto facciata condominio via Invorio.....	105
Figura 86: Attestato prestazione energetica	106
Figura 87: Attestato prestazione energetica	107
Figura 88: Scheda tecnica isolante Converto 31 BW.....	108
Figura 89: Rappresentazione CAD edificio con cappotto isolante	109
Figura 90: Pagina estratta da ex legge 10	110
Figura 91: Pagina estratta da ex legge 10	111
Figura 92: Tabella ex legge 10	112
Figura 93: Tabella ex legge 10	112
Figura 94: Pagina estratta da legge 10.....	113
Figura 95: Dati per compilazione dell'asseverazione su portale ENEA	114
Figura 96: Dati per compilazione dell'asseverazione su portale ENEA	115
Figura 97: Tabella dati per compilazione dell'asseverazione su portale ENEA	116
Figura 98: Orientazione infissi via Invorio	118