



REPORT DI DIAGNOSI ENERGETICA

Scuola d'infanzia
Via Savigliano 7 – TORINO



Il Redattore della diagnosi energetica Arch. Marco Paolo Massara	Il Responsabile della diagnosi energetica Arch. Marco Paolo Massara
Timbro e firma	Timbro e Firma



Sommario

1. Executive summary	3
2. Introduzione	5
2.1. Introduzione alla diagnosi e scopo dello studio	5
2.2. Norme tecniche e legislazione di riferimento	6
2.2.1. UNI CEI/TR 11428 e verifica di coerenza	11
2.3. Oggetto della diagnosi	13
2.4. Riferimento e contatti auditor e personale coinvolto	14
2.5. Documentazione acquisita	14
3. Analisi dei consumi	16
3.1. Unità di misura, fattori di conversione	16
3.2. Modalità di raccolta dati di consumo	16
3.3. Analisi dei consumi elettrici	17
3.4. Analisi dei consumi termici	18
4. Descrizione dell'edificio	20
4.1. Informazioni sul sito	20
4.2. Inquadramento territoriale	20
4.3. Foto del sito	22
4.4. Dati geografici e climatici	23
4.5. Caratteristiche tecniche generali e dimensionali	24
4.6. Planimetrie	26
4.7. Considerazioni generali sull'edificio	29
4.8. Considerazioni sull'uso dell'edificio rilevate attraverso interviste	29
5. Modello termico	30
5.1. Modellazione involucro edilizio	30
5.2. Modellazione impianto termico	33
5.3. Confronto tra Consumo Operativo e Consumo Effettivo	36
5.4. Indice di prestazione energetica	37
6. Proposte di intervento	38
6.1. Generatore di calore a condensazione e valvole termostatiche	38
6.2. Isolamento solaio copertura	39
6.3. Cappotto	39

6.4. Conclusioni.....	39
7. Allegati.....	41

1. Executive summary

Di seguito si riassumono gli elementi principali (dati e risultati) della diagnosi energetica svolta per l'edificio sito in via Savigliano 7, Torino. L'edificio ospita la scuola materna "C. Nigra" – Plesso Scuola Infanzia "Bovetti". Il fabbricato è composto da 4 piani fuori terra, ingresso principale su via Savigliano, copertura realizzata con tetto a falda.

Dati geometrici:

Superficie (m ²)		Volumetria complessiva (m ³)		
937		3.286		
Piani riscaldati	Superficie utile riscaldata (m ²)	Superficie disperdente involucro edilizio (m ²)	Volume lordo riscaldato (m ³)	Rapporto S/V (m ⁻¹)
4	693,95	1.463,07	3.285,51	0,45

Caratteristiche termo-fisiche dei componenti edilizi:

Descrizione elemento opaco	U [W/m ² K]	Sup. [m ²]
Muratura esterna	1,048	518,69
Sottofinestra	1,92	39,86
Muratura interna su NR 70 cm	0,963	183,3
Muratura 10 cm verso parete esterna sottotetto	0,66	138,81
Porta REI	0,794	15,14
Solaio verso piano interrato	0,898	250,62
Copertura inclinata	1,051	191,51
Solaio intermedio verso NR	1,014	7,64

Descrizione elemento trasparente	U [W/m ² K]	Sup. [m ²]
W1	2,432	20,79
W2	2,395	4,62
W3	2,435	12,33
W4	2,031	2,96
W5	2,423	4,96
W6	2,368	12,04
W7	2,409	13,13
W8	2,309	1,12
W9	2,363	15,73
W10	2,428	1,26

W11	2,372	9,48
W12	2,203	1,07
W13	2,43	6,61
W14	2,305	1,05
W15	2,407	10,35

Consumi termici reali:

	Stagione 2012/'13	Stagione 2013/'14	Stagione 2014/'15
Consumi reali (Smc)	13.012	12.331	12.222
GG	2.502	2.136	2.161
Consumo Specifico (Smc/mc risc.)	4,0	3,8	3,7

Interventi proposti:

Interventi	Investimento	Risparmio		PB	
	€	%	Smc	€/anno	anni
Generatore di calore a condensazione + valvole + regolazione climatica	17725	18%	2366	1609	11
Isolamento solaio copertura	21066	8%	1052	715	29
Cappotto	55855	28%	3601	2449	23

2. Introduzione

2.1. Introduzione alla diagnosi e scopo dello studio

La diagnosi energetica viene definita, nell'ambito della legislazione che regola l'efficienza energetica negli usi finali dell'energia, come la *“procedura sistemica volta a fornire un'adeguata conoscenza del profilo di consumo energetico di un edificio o gruppo di edifici, di un'attività o impianto industriale o di servizi pubblici o privati, ad individuare e quantificare le opportunità di risparmio energetico sotto il profilo costi-benefici e riferire in merito ai risultati”*.

La diagnosi energetica, oltre ad essere un servizio obbligatorio per i soggetti coinvolti, diventa utile al committente nel momento in cui quest'ultimo riesca a trovarvi le informazioni necessarie per decidere se e quali interventi di risparmio energetico mettere in atto. La conoscenza delle opportunità di risparmio energetico e la riduzione dei consumi sono gli elementi fondamentali di una diagnosi.

I vantaggi conseguenti alla Diagnosi Energetica possono quindi essere:

- maggiore efficienza energetica del sistema;
- riduzione dei costi per gli approvvigionamenti di energia elettrica e gas;
- miglioramento della sostenibilità ambientale;
- riqualificazione del sistema energetico;

Tali obiettivi sono raggiungibili attraverso l'utilizzo dei seguenti sistemi:

- razionalizzazione dei flussi energetici;
- recupero delle energie disperse (es. recupero del calore);
- individuazione di tecnologie per il risparmio di energia;
- autoproduzione di parte dell'energia consumata;
- miglioramento delle modalità di conduzione e manutenzione (O&M);
- buone pratiche;
- ottimizzazione dei contratti di fornitura energetica.

2.2. Norme tecniche e legislazione di riferimento

NORME TECNICHE E LEGISLAZIONE DI RIFERIMENTO			
DIRETTIVE EUROPEE			
(1)	<u>Dir. Eu. 2003/87/CE</u>	Direttiva Europea Emission Trading	<i>Istituisce un sistema per lo scambio di quote di emissioni dei gas a effetto serra nella Comunità e che modifica la direttiva 96/61/CE del Consiglio</i>
(2)	<u>Dir. Eu. 2012/27/UE</u>	Direttiva Europea sull'efficienza energetica	<i>Modifica le direttive 2009/125/CE e 2010/30/UE e abroga le direttive 2004/8/CE e 2006/32/CE</i>
LEGGI ITALIANE			
(3)	<u>D. Lgs. 4 aprile 2006, n° 216</u>	Attuazione delle direttive 2003/87 e 2004/101/CE in materia di scambio di quote di emissioni dei gas a effetto serra	<i>Tra i settori industriali regolati dalla direttiva ET rientrano anche gli Impianti per la fabbricazione di prodotti ceramici mediante cottura con una capacità di produzione di oltre 75 tonnellate al giorno e con una capacità di forno superiore a 4 m³ e con una densità di colata per forno superiore a 300 kg/m³</i>
(4)	<u>D. Lgs 115/08</u>	Attuazione della direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici	<i>Decreto con cui si promuove la diffusione dell'efficienza energetica in tutti i settori. E' introdotta e definita la diagnosi energetica. Decreto abrogato dal D. Lgs 102/14</i>
(5)	<u>D. Lgs. 3 marzo 2011, n° 28</u>	Attuazione della direttiva 2009/28/CE del 23 aprile 2009 del Parlamento europeo e del Consiglio sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili	<i>Decreto che definisce gli strumenti, i meccanismi, gli incentivi e il quadro istituzionale, finanziario e giuridico, necessari per il raggiungimento degli obiettivi fino al 2020 in materia di quota complessiva di energia da fonti rinnovabili sul consumo finale lordo di energia e di quota di energia da fonti rinnovabili nei trasporti.</i>
(6)	<u>D. Lgs 102/14</u>	Attuazione della direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica	<i>In aggiunta l'Allegato 2 che riporta i criteri minimi per gli audit energetici, compresi quelli realizzati nel quadro dei sistemi di gestione dell'energia</i>
(7)	<u>D.M. 26 giugno 2015</u>	Schemi e modalità di riferimento per la compilazione della relazione tecnica di progetto ai fini dell'applicazione delle prescrizioni e dei requisiti minimi di prestazione energetica negli edifici.	<i>Decreto che detta i criteri generali e i requisiti delle prestazioni energetiche degli edifici. Requisiti e prescrizioni specifici per gli edifici di nuova costruzione o soggetti a ristrutturazioni importanti e/o sottoposti a riqualificazione energetica</i>
NORME TECNICHE			
(8)	<u>UNI EN ISO 6946 : 2008</u>	Componenti ed elementi per edilizia – Resistenza termica e trasmittanza termica – Metodo di calcolo	<i>Metodologia di calcolo per le resistenze termiche e le trasmittanze termiche dei componenti opachi</i>
(9)	<u>UNI EN ISO 10077 – 1 : 2007</u>	Prestazione termica di finestre, porte e chiusure oscuranti – Calcolo della trasmittanza termica – Parte 1: generalità	<i>La norma fornisce metodi di calcolo semplificati di stima delle prestazioni termiche dei telai e valori tabulati della trasmittanza termica delle principali tipologie di vetrazioni</i>

(10)	<u>UNI EN ISO 10211 : 1998</u>	Ponti termici in edilizia. Flussi termici e temperature superficiali. Calcoli dettagliati	<i>La norma definisce le specifiche dei modelli geometrici 3D e 2D di un ponte termico, ai fini del calcolo numerico. La norma include i limiti del modello geometrico e le sue suddivisioni, le condizioni limite ed i valori termici che sono ad esse collegate</i>
(8)	<u>UNI 10339 : 1995</u>	Indicazioni in merito alla classificazione e la definizione dei requisiti minimi degli impianti e dei valori delle grandezze di riferimento durante il funzionamento degli stessi	<i>Applicata agli impianti aeraulici destinati al benessere delle persone e consentire di raggiungere e mantenere: le condizioni di qualità e movimento dell'aria e le condizioni termiche ed igrometriche dell'aria specifiche delle funzioni assegnate (filtrazione, riscaldamento ...)</i>
(9)	<u>UNI 10349 : 1994</u>	Dati climatici necessari per il riscaldamento ed il raffrescamento	<i>La seguente norma fornisce i dati climatici convenzionali necessari per la progettazione e la verifica sia degli edifici sia degli impianti tecnici per il riscaldamento ed il raffrescamento</i>
(10)	<u>UNI 10351 : 1994</u>	Valori di conduttività termica e permeabilità al vapore dei materiali da costruzione	<i>La presente norma fornisce i valori conduttività termica e di permeabilità al vapore dei materiali da costruzione. Deve essere applicata quando non esistano specifiche norme per il materiale considerato</i>
(11)	<u>UNI 10355 : 1994</u>	Murature e solai: Valori della resistenza termica e metodo di calcolo	<i>La norma fornisce i valori delle resistenze termiche unitarie di tipologie di pareti e solai più diffuse in Italia</i>
(12)	<u>UNI EN ISO 10456 : 2008</u>	Materiali e prodotti per l'edilizia – proprietà igrometriche – Valori tabulati di progetto e procedimenti per la determinazione dei valori termici dichiarati e di progetto	<i>La norma specifica i metodi per la determinazione dei valori termici dichiarati e di progetto per materiali e prodotti per l'edilizia tecnicamente omogenei. Fornisce i procedimenti per convertire i valori ottenuti per un insieme di condizioni in quelli validi per un altro insieme di condizioni</i>
(13)	<u>UNI/TS 11300 – 1 : 2014</u>	Prestazione energetica degli edifici – Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale	<i>La norma specifica i procedimenti di calcolo per la determinazione dei fabbisogni di energia termica per la climatizzazione estiva ed invernale dell'edificio</i>
(14)	<u>UNI/TS 11300 – 2 : 2014</u>	Prestazione energetica degli edifici – Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e la produzione di acqua calda sanitaria	<i>La norma fornisce oltre ai metodi di calcolo dei fabbisogni di energia termica utile per la produzione di acqua calda sanitaria ed il calcolo dei fabbisogni di energia fornita e energia primaria per i servizi di climatizzazione invernale e acqua calda sanitaria, anche il metodo di calcolo per la determinazione del fabbisogno di energia primaria per il servizio di ventilazione e le indicazioni e i dati nazionali per la determinazione dei fabbisogni di energia primaria per il servizio di illuminazione, per edifici non residenziali, in accordo con la UNI EN 15193</i>
(15)	<u>UNI/TS 11300 – 3 : 2014</u>	Prestazione energetica degli edifici – Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva	<i>La prestazione energetica di un edificio esprime la quantità di energia primaria richiesta per la climatizzazione degli ambienti e per la produzione di acqua calda sanitaria in condizioni di riferimento per</i>

			<i>quanto riguarda i dati climatici, le temperature interne ed il consumo di acqua calda sanitaria</i>
(16)	<u>UNI/TS 11300 – 4 : 2016</u>	Prestazione energetica degli edifici – Utilizzo di energie rinnovabili e altri metodi di generazione per riscaldamento di ambienti e preparazione di acqua calda sanitaria	<i>La specifica calcola il 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 trattata nella UNI/TS 11300-2</i>
(17)	<u>UNI CEI 11339</u>	Gestione dell'energia. Esperti in gestione dell'energia. Requisiti generali per la qualificazione	<i>E' la norma che stabilisce i requisiti perché una persona possa diventare Esperto in Gestione dell'Energia (EGE): compiti, competenze e modalità di valutazione</i>
(18)	<u>UNI CEI TR 11428:2011</u>	Gestione dell'energia. Diagnosi energetiche: Requisiti generali del servizio di diagnosi energetica	<i>È la norma che regola i requisiti e la metodologia comune per le diagnosi energetiche nonché la documentazione da produrre</i>
(19)	<u>UNI EN 12831 : 2006</u>	Impianti di riscaldamento negli edifici – Metodo di calcolo del carico termico di progetto	<i>La norma fornisce metodi di calcolo delle dispersioni termiche di progetto e del carico termico in condizioni di progetto. Essa può essere utilizzata per tutti gli edifici con altezza interna non maggiore di 5 m, ipotizzati in regime termico stazionario alle condizioni di progetto</i>
(20)	<u>UNI EN ISO 13370 : 2001</u>	Prestazione termica degli edifici – Trasferimento di calore attraverso il terreno – Metodi di calcolo	<i>La norma descrive i metodi di calcolo dei coefficienti del trasferimento del calore e dei flussi termici degli elementi di edifici in contatto con il terreno, compresi le solette appoggiate al terreno, le solette su intercapedine e soprasuoli. Essa si applica agli elementi di edifici o loro parti, che si trovano al di sotto del piano orizzontale delimitato dal perimetro esterno dell'edificio</i>
(21)	<u>UNI EN ISO 13786 : 2001</u>	Prestazione termica dei componenti per edilizia – caratteristiche termiche dinamiche – Metodi di calcolo	<i>La norma definisce metodi per il calcolo del comportamento termico in regime dinamico di componenti edilizi completi. Inoltre essa specifica quali siano le informazioni sul componente edilizio necessarie per il calcolo. Nelle appendici sono forniti metodi semplificati per la stima delle capacità termiche, informazioni per informatizzare il metodo di calcolo, un esempio di calcolo per un componente edilizio</i>
(22)	<u>UNI EN ISO 13789 : 2001</u>	Prestazione termica degli edifici – Coefficienti di trasferimento del calore per trasmissione e ventilazione – Metodo di calcolo	<i>La norma specifica un metodo e fornisce le convenzioni per il calcolo del coefficiente di perdita di calore per trasmissione di un intero edificio e di parti di edificio</i>
(23)	<u>UNI EN ISO 13790 : 2005</u>	Prestazione energetica degli edifici – Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento e il raffrescamento	<i>La norma fornisce un metodo di calcolo semplificato per la determinazione del fabbisogno energetico annuo per il riscaldamento di edifici residenziali e non residenziali, o di loro parti</i>
(24)	<u>UNI EN ISO</u>	Sistemi di gestione ambientale –	<i>La ISO 14001 è una norma internazionale di carattere volontario, applicabile a tutte le tipologie di imprese,</i>

	<u>14001 : 2004</u>	Requisiti e guida per l'uso	<i>che definisce come deve essere sviluppato un efficace Sistema di Gestione Ambientale. La Certificazione ISO 14001 dimostra l'impegno concreto nel minimizzare l'impatto ambientale dei processi, prodotti e servizi e attesta l'affidabilità del Sistema di Gestione Ambientale applicato. La norma richiede che l'Azienda definisca i propri obiettivi e target ambientali e implementi un Sistema di Gestione Ambientale che permetta di raggiungerli.</i>
(25)	<u>UNI EN ISO 14683 : 2001</u>	Ponti termici in edilizia – Coefficiente di trasmissione termica lineica – Metodi semplificati e valori di riferimento	<i>La norma specifica dei metodi semplificati per la determinazione del flusso di calore attraverso i ponti termici lineari che si manifestano alle giunzioni degli elementi dell'edificio. Essa non tratta i ponti termici associati agli infissi e alle facciate</i>
(26)	<u>UNI EN ISO 15316 – 4 – 8 : 2011</u>	Impianti di riscaldamento degli edifici – Metodo di calcolo dei requisiti energetici e dei rendimenti dell'impianto	<i>Parte 4-8: Sistemi di generazione per il riscaldamento degli ambienti, riscaldamento ad aria e sistemi di riscaldamento radianti</i>
(27)	<u>UNI CEI EN 16212 : 2012</u>	Calcoli dei risparmi e dell'efficienza energetica - Metodi top-down (discendente) e bottom-up (ascendente)	<i>La norma ha lo scopo di fornire un approccio generale per i calcoli dei risparmi e dell'efficienza energetica utilizzando metodologie standard. L'impostazione della norma permette l'applicazione ai risparmi energetici negli edifici, nelle automobili, nei processi industriali, ecc. Il suo campo d'applicazione è il consumo energetico in tutti gli usi finali</i>
(28)	<u>UNI CEI EN 16231 : 2012</u>	Metodologia di benchmarking dell'efficienza energetica	<i>La norma definisce i requisiti e fornisce raccomandazioni sulla metodologia di benchmarking dell'efficienza energetica. Lo scopo del benchmarking è l'individuazione di dati chiave e indicatori del consumo energetici. Gli indicatori possono essere sia tecnici che comportamentali, qualitativi e quantitativi, e devono essere mirati alla comparazione delle prestazioni</i>
(29)	<u>UNI CEI EN 16247 : 2012</u>	Requisiti e la metodologia comune per le diagnosi energetiche	<i>È la norma europea che regola i requisiti e la metodologia comune per le diagnosi energetiche nonché la documentazione da produrre: Parte 1 - Requisiti generali Parte 2 - Edifici Parte 3 - Processi Parte 4 - Trasporti Parte 5 – Auditor energetici (in fase di elaborazione)</i>
(30)	<u>UNI CEI EN ISO 50001 : 2011</u>	Sistemi di gestione dell'energia - Requisiti e linee guida per l'uso	<i>E' la versione ufficiale italiana della norma internazionale ISO 50001. La norma specifica i requisiti per creare, avviare, mantenere e migliorare un sistema di gestione dell'energia. L'obiettivo di tale sistema è di consentire che un'organizzazione persegua, con un approccio sistematico, il miglioramento continuo della propria prestazione energetica comprendendo in</i>

			<p><i>questa l'efficienza energetica nonché il consumo e l'uso dell'energia. La norma ha sostituito la UNI CEI EN 16001, di derivazione europea</i></p>
--	--	--	---

2.2.1. UNI CEI/TR 11428 e verifica di coerenza

Al fine di sintetizzare schematicamente la metodologia di lavoro adottata, si riporta di seguito un algoritmo riassuntivo delle fasi di lavoro di audit eseguito come previsto dalla “Procedura di dettaglio della diagnosi energetica” riportata nella UNI CEI TR 11428 par. 4.7.

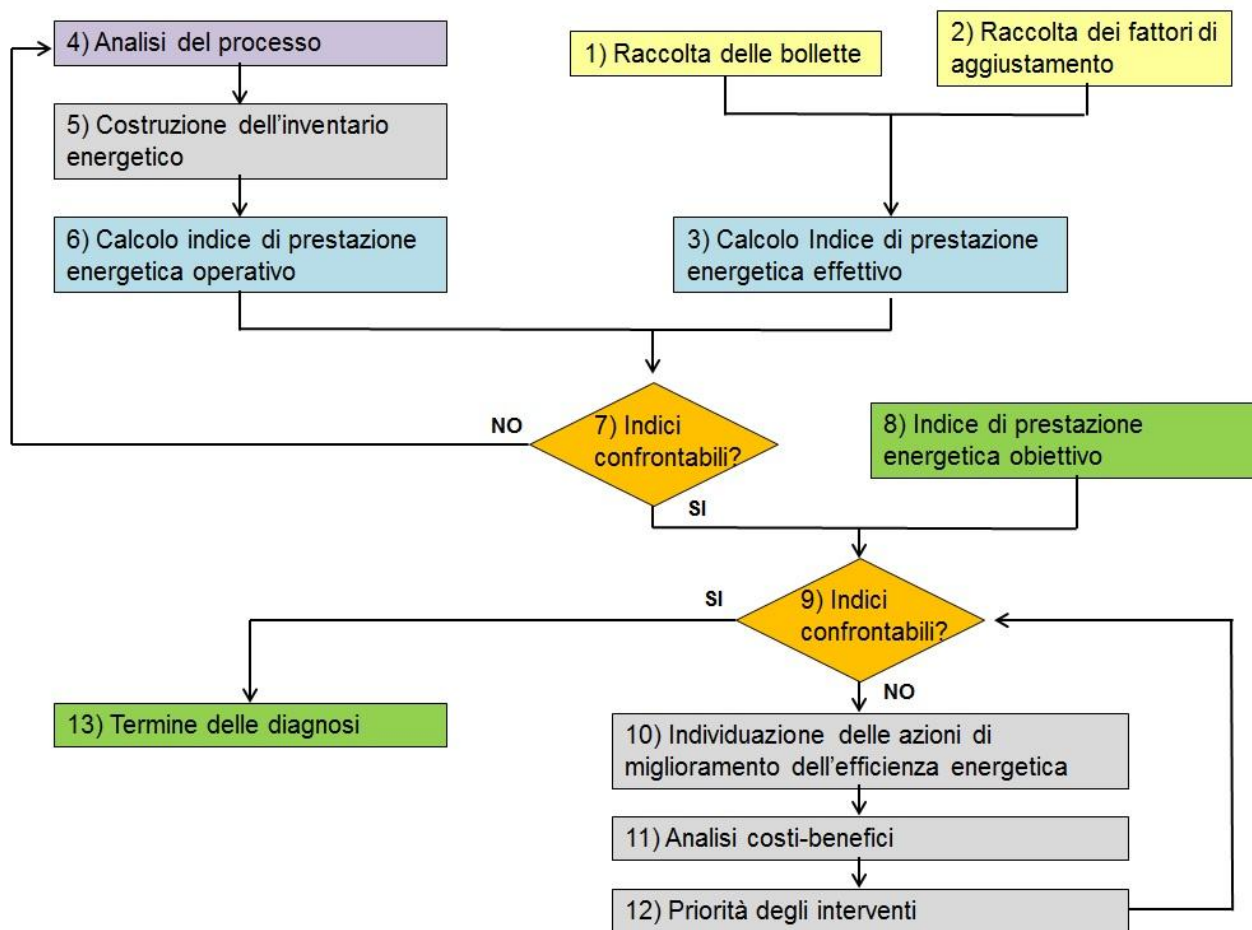


Figura 1 - Azioni previste per la Diagnosi Energetica secondo la norma UNI CEI TR 11428

In base alla norma UNI CEI TR 11428, la Diagnosi Energetica (DE) deve prevedere almeno le seguenti azioni:

1) raccolta dei dati relativi alle bollette di fornitura energetica e ricostruzione dei consumi effettivi di elettricità e combustibili, per uno o più anni considerati significativi ai fini della DE;	CAP.3
2) identificazione e raccolta dei fattori di aggiustamento cui riferire i consumi energetici (es.: orari di utilizzo; superfici, volumetrie, gradi giorno...)	CAP.3
3) identificazione e calcolo di un indice di prestazione energetica effettivo espresso in energia/fattore di riferimento (es.: Tep/unità di prodotto anno, GJ/posto letto anno; kWh/m ² anno);	CAP.5
4) raccolta delle informazioni necessarie alla creazione dell'inventario energetico e allo svolgimento della diagnosi (es.: Processo produttivo, censimento dei macchinari, layout e planimetrie, contratti di fornitura energetica, dati dell'edificio e degli impianti di produzione e trasformazione dell'energia);	CAP.4 e 5
5) costruzione degli inventari energetici (elettrico e termico) relativi all'oggetto della diagnosi;	CAP.5
6) calcolo dell'indice di prestazione energetica operativo;	PAR. 5.4
7) confronto tra l'indice di prestazione energetica operativo e quello effettivo. Se gli indici tendono a convergere, si prosegue l'analisi col passo successivo; altrimenti si ritorna al passo 4) e si affinerà l'analisi del processo produttivo e degli inventari energetici individuando le cause della mancata convergenza. La convergenza tra gli indici può considerarsi raggiunta per scostamenti percentuali tra gli indici ritenuti accettabili in funzione del settore d'intervento e dello stato del sistema energetico;	PAR.5.3
8) individuazione dell'indice di prestazione energetica obiettivo (Nota. Il valore di riferimento serve per il confronto con l'indice di prestazione energetica che, in funzione del mandato impartito al REDE, può essere la media di settore o il benchmark o un riferimento di legge o il consumo precedente ridotto di una certa percentuale per lo stesso settore di intervento. Il dato può essere reperito dalla letteratura, da studi di mercato, presso gli uffici studi delle associazioni di categoria, da istituti di ricerca, dalle stazioni sperimentali, da atti di congressi, oppure può anche essere un riferimento normativo).	
9) se i valori espressi dagli indicatori sono tra loro comparabili, la diagnosi può considerarsi conclusa in quanto l'obiettivo definito dall'indice di riferimento è stato raggiunto;	
10) se esiste uno scarto significativo tra l'indice di prestazione operativo ottenuto nel punto 6 e l'indice di prestazione obiettivo di cui al punto 8, si individuano le misure di miglioramento dell'efficienza che consentano il loro riallineamento;	
11) per tali misure devono essere condotte le rispettive analisi di fattibilità tecnico-economiche;	CAP. 6
12) le misure individuate, singole e/o integrate, sono ordinate in funzione degli indici concordati tra il REDE e il committente. Al termine di tale operazione, eseguire nuovamente il punto 9);	CAP. 6
13) una volta attuati i passi di cui sopra, la diagnosi si considera conclusa.	

2.3.Oggetto della diagnosi

L'obiettivo di questo documento è quello di riportare gli esiti della diagnosi energetica effettuata dalla Fondazione Torino Smart City per conto di IREN Servizi e Innovazione sulla scuola materna "C. Nigra – Plesso Scuola Infanzia "Bovetti" sita in via Savigliano 7 a Torino.

Dati geometrici:

Superficie (m2)		Volumetria complessiva (m3)		
937		3.286		
Piani riscaldati	Superficie utile riscaldata (m2)	Superficie disperdente involucro edilizio (m2)	Volume lordo riscaldato (m3)	Rapporto S/V (m-1)
4	693,95	1.463,07	3.285,51	0,45

L'analisi dei consumi si basa sui consumi termici riferiti alle stagioni termiche 2012/2013, 2013/2014, 2014/2015.

Consumi termici:

	Stagione 2012/'13	Stagione 2013/'14	Stagione 2014/'15
Consumi reali (Smc)	13.012	12.331	12.222
GG	2.502	2.136	2.161
Consumo Specifico (Smc/mc risc.)	4,0	3,8	3,7

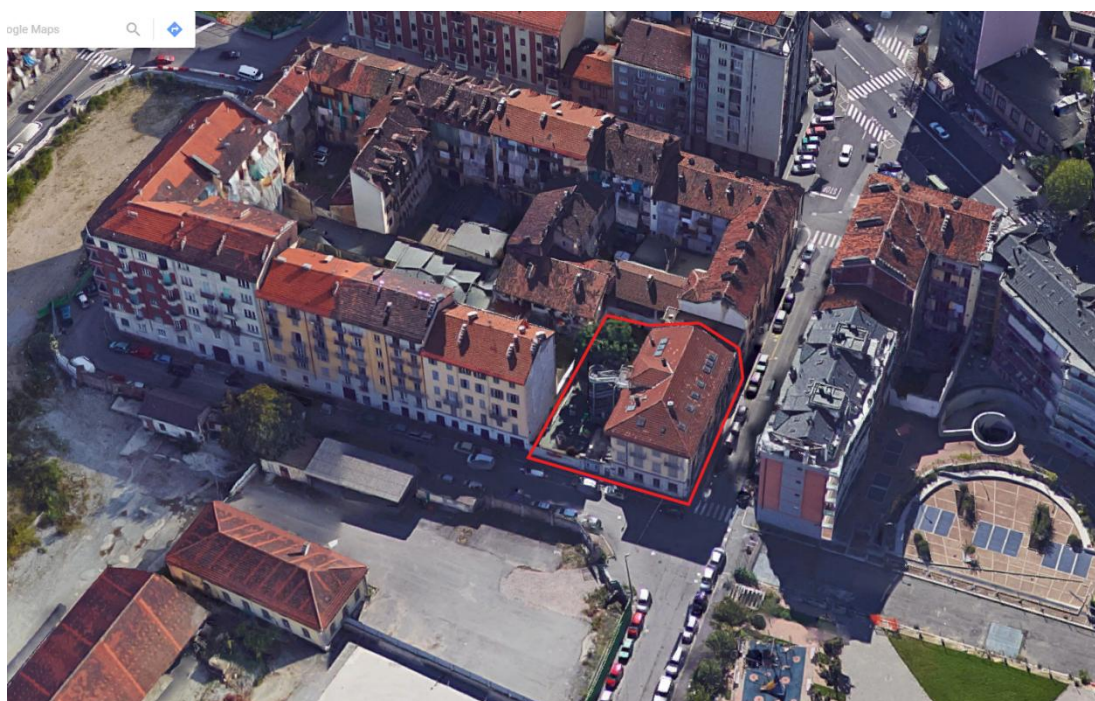


Figura 2 - Vista aerea dell'edificio oggetto di analisi (foto da Google Maps)

2.4. Riferimento e contatti auditor e personale coinvolto

NOME	FUNZIONE
arch. Marco Paolo Massara	Tecnico Fondazione Torino Smart City
arch. Gian Luca Cesario	Tecnico Fondazione Torino Smart City

2.5. Documentazione acquisita

I documenti acquisiti sono:

- elaborati grafici in formato digitale (planimetrie, sezioni e prospetti);
- consumi termici rilevati attraverso letture periodiche per le stagioni termiche 2012/2013, 2013/2014 e 2014/2015;
- consumi elettrici da bollette per gli anni 2014 e 2015;
- documentazione fotografica prodotta durante i sopralluoghi.
- documentazione fotografica della centrale termica;
- rilievo con strumentazione non invasiva.

Strumentazione non invasiva utilizzata nei sopralluoghi:



Bindella metrica e distanziometro laser:

strumenti utilizzati al fine di definire i volumi riscaldati e le superfici disperdenti; misurazione dei locali e dei serramenti con l'utilizzo di bindella metrica e distanziometro laser.



Macchina fotografica digitale:

strumento utilizzato per registrare informazioni di interesse quali le tipologie dei componenti opachi e trasparenti, i terminali di emissione, i corpi illuminanti ed i componenti della centrale termica, con il rilievo di tutti i dati necessari di targa.



Rilevatore trattamento bassoemissivo:

Lo strumento Low-E identifica i vetri con trattamenti di basso emissivo semplicemente premendo un pulsante.

I vetri di tipo basso emissivo, sono componenti vitali nell'efficienza delle finestre e/o porte finestrate.

Lo strumento permette oltre alla rilevazione dei trattamenti anche la possibilità di identificare qual è la faccia del vetro trattata.

Spessivetro:



Lo strumento, particolarmente semplice e preciso, permette misure accurate sul vetro e sulle vetrocamera fino a 3 camere. Lo strumento può misurare le seguenti tipologie di vetro: vetro semplice piano; vetro a 1, 2, 3 camere d'aria; vetro camera con pellicola PVB; vetro stratificato.

3. Analisi dei consumi

3.1. Unità di misura, fattori di conversione

Nel presente documento, i vettori energetici sono espressi con le seguenti unità di misura:

- Energia elettrica [kWh_e]
- Metano [Smc]

Ogni vettore è inoltre correlato con il fattore di conversione in tonnellate di petrolio equivalente (circolare MISE del 18 dicembre 2014 e indicazioni ENEA).

Unità di misura e fattori di conversione dei vettori energetici

VETTORE	FATTORE DI CONVERSIONE IN TEP	UNITÀ DI MISURA	FONTE
Energia Elettrica	0,000187	tep/kWh _e	ENEA
Metano	0,000777	tep/Smc	ENEA
Densità	0,678	Kg/Smc	

3.2. Modalità di raccolta dati di consumo

Tutti i dati energetici sono costituiti da:

- Lettura diretta in campo;
- Analisi dei dati relativi alle bollette;
- Stima dei consumi delle utenze non monitorate.

3.3. Analisi dei consumi elettrici

Non è possibile realizzare un'esatta analisi dei consumi elettrici in quanto i dati da bolletta fornitoci, essendo stimati e non rilevati, sono incongruenti con i profili di consumo reali.

Peraltro l'edificio non è ancora dotato di contatore con letture suddivise per fasce

Per quanto riguarda gli impianti di illuminazione interna, in sede di sopralluogo è stata rilevata, ove possibile, la disposizione delle apparecchiature di illuminazione interna di alcuni locali tipo (aula, corridoio, cucina, ecc.).

Le apparecchiature di illuminazione interna sono costituite essenzialmente da plafoniere e/o apparecchiature ad incasso dotate di sorgenti luminose a tubi fluorescenti con alimentatori elettromagnetici e/o elettronici.

Di seguito si riporta l'elenco delle apparecchiature dei locali tipo esaminati e il relativo calcolo della potenza specifica installata.

STATO DI FATTO						
ZONA		ILLUMINAZIONE			POTENZA	
Locale	Superficie utile [m ²]	n° delle lampade	n° dei bulbi	Potenza [W]	Potenza installata [W]	Potenza specifica [W/m ²]
Sezione Piano terra	66,3	8	2	58	928	14
Cucina	21,42	4	2	58	464	22
Corridoio	19,03	2	2	58	232	12
Zona pranzo piano terra	38,25	4	2	58	464	12
Zona riposo piano terra	38,77	4	2	58	464	12

3.4. Analisi dei consumi termici

L'edificio possiede un PDR unico:

PDR	09951208072920
-----	----------------

I consumi analizzati derivano da lettura stagionale del contatore:

Consumo metano gest. 2012/2013 [Smc]	Consumo metano gest. 2013/2014 [Smc]	Consumo metano gest. 2014/2015 [Smc]
13.012	12.331	12.222

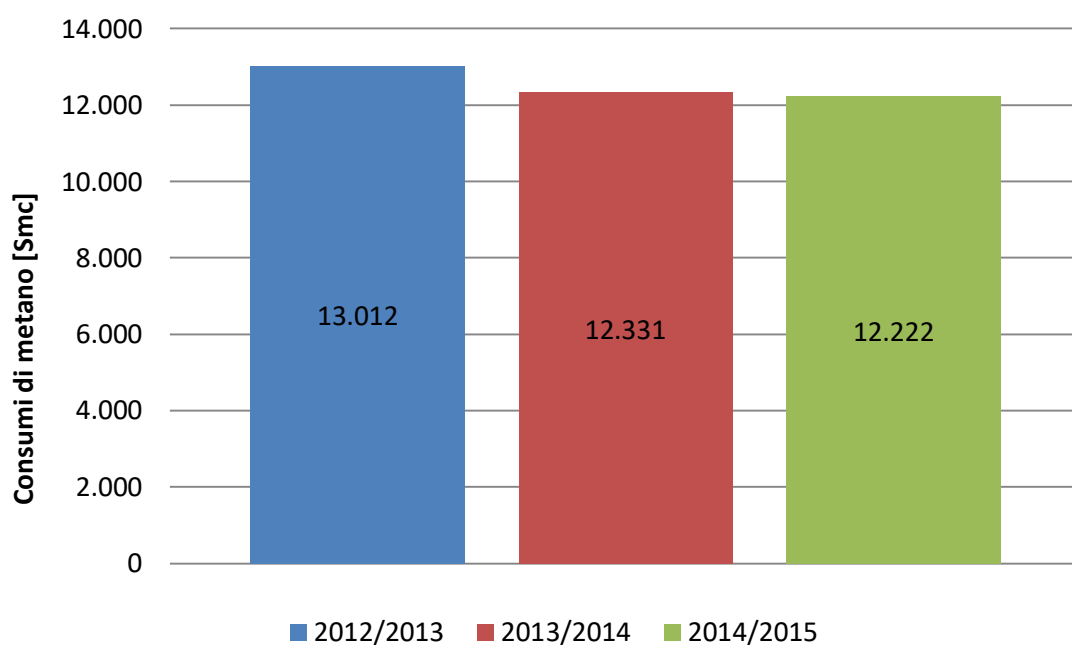


Figura 3 - Consumi di metano ultime tre stagioni di riscaldamento

I Gradi Giorno reali (fonte ARPA) delle 3 stagioni termiche sono:

GG 2012/2013	GG 2013/2014	GG 2014/2015	GG Torino MEDI rilevati
2.502	2.136	2.161	2.266

I consumi normalizzati risultano essere:

	Stagione termica 2012/'13	Stagione termica 2013/'14	Stagione termica 2014/'15
Consumi normalizzati (Smc)	11.787	13.084	12.819
Consumo Specifico (Smc/mc risc.)	3,59	3,98	3,90

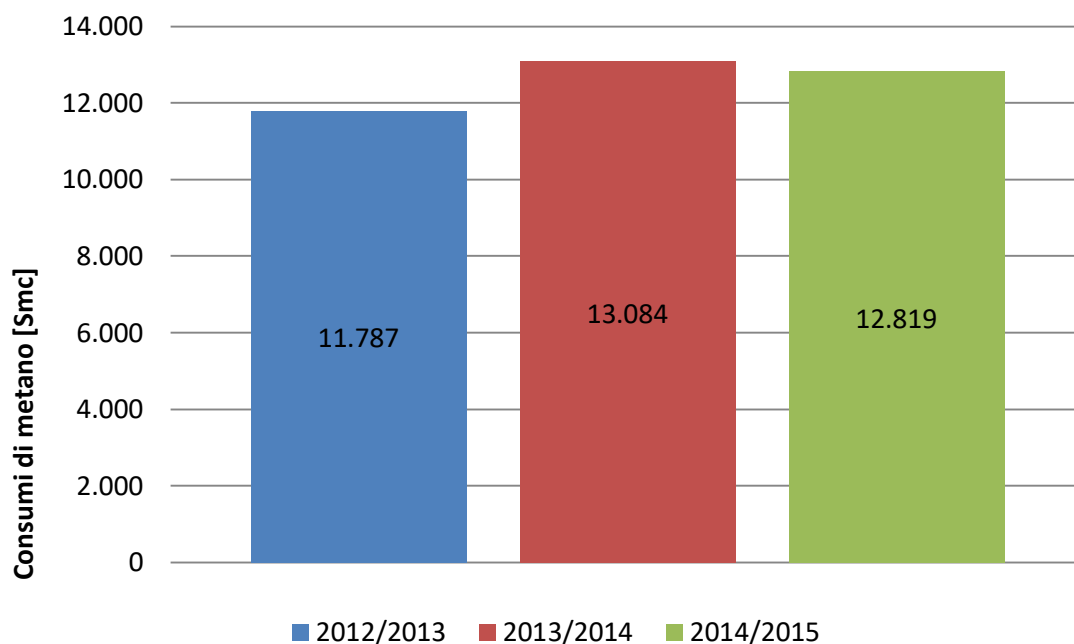


Figura 4 - Consumi di metano normalizzati ultime tre stagioni di riscaldamento

Il grafico ci restituisce un andamento dei consumi di gas all'incirca simile per ogni periodo. Le differenze che intercorrono tra i periodi analizzati, sono dovute al diverso andamento della temperatura esterna e al diverso uso dell'impianto di riscaldamento. Il consumo medio normalizzato riferito al periodo in analisi è di **12563 Smc** equivalenti a **9,8 TEP**.

Il costo complessivo di approvvigionamento del combustibile, utilizzato per le simulazioni, è pari a:

0,68 €/Smc IVA ESCLUSA

La spesa media sostenuta per il consumo di gas metano, iva esclusa, è di **8592,37 €**.

4. Descrizione dell'edificio

4.1. Informazioni sul sito

Comune	Torino
Nome edificio	C. Nigra – Plesso Scuola Infanzia “Bovetti”
Indirizzo	Via Savigliano 7
Destinazione d'uso	E.7 - Edifici adibiti ad attività scolastiche di tutti i livelli e assimilabili
Contesto urbano	Quartiere San Donato Circoscrizione 4
Anno di costruzione	1920-1940
Descrizione generale	Scuola materna
Dati di occupazione	Numero di utenti: 74 alunni Presenza della mensa scolastica , utilizzata da circa 50 utenti giornalieri, i pasti arrivano crudi e vengono cucinati nella scuola materna dalla stessa ditta che consegna i pasti. Lavaggio delle stoviglie interno.

4.2. Inquadramento territoriale

L'edificio è situato in una zona semi-centrale, nel quartiere San Donato, tra le vie Savigliano e Caserta.

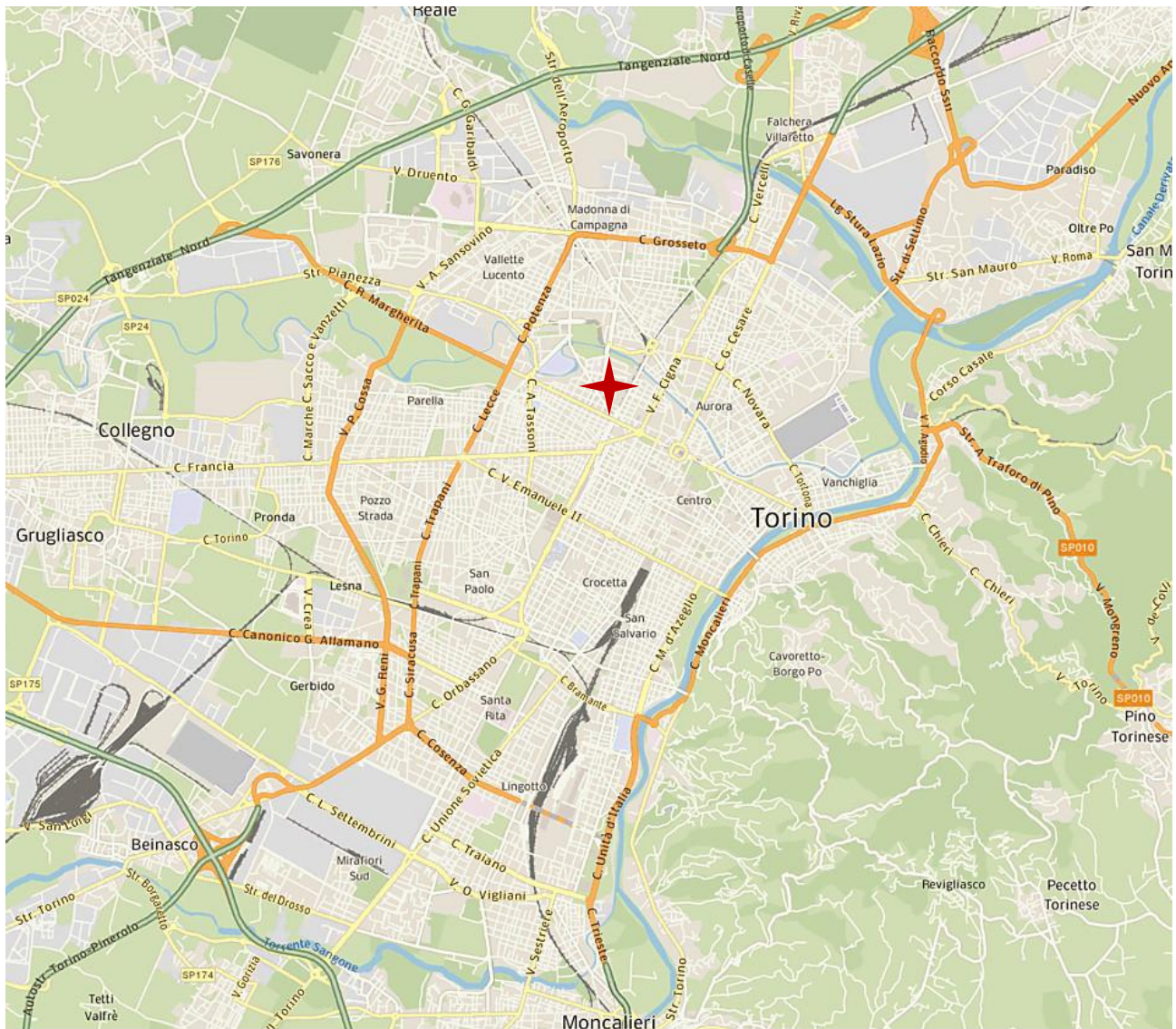


Figura 5 – Localizzazione dell'edificio nel territorio comunale

4.3. Foto del sito



Figura 6 – inquadramento aerofotogrammetrico dell'edificio



Foto esterna



Foto esterne



Foto esterna



Foto esterna



Foto interna



Foto interna

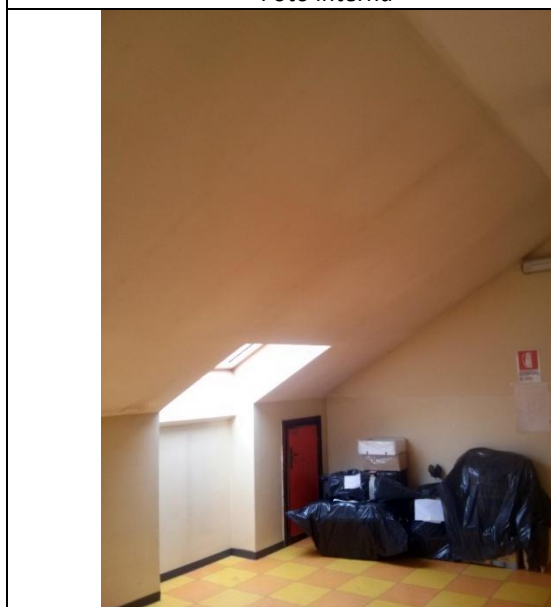


Foto interna



Foto interna

4.4. Dati geografici e climatici

Zona climatica e GG	Zona climatica E Gradi Giorno 2617 ai sensi della UNI 10349
Durata convenzionale del periodo di riscaldamento	15 aprile – 15 ottobre
Temperatura esterna di progetto	-8 °C
Temperatura interna di progetto	20°C
Altitudine s.l.m.	239 m
Latitudine	45°04'57,844" N
Longitudine	7°40'15,963" E

Il parametro più interessante ai fini dell'analisi sono i Gradi Giorno (GG), ovvero un parametro che definisce l'andamento delle temperature in una stagione termica. I GG indicano la somma annuale delle sole differenze positive giornaliere tra la temperatura convenzionale fissata a 20°C, e la temperatura media esterna giornaliera per la stagione del riscaldamento. I GG definiti dalla norma UNI 10349 vengono convenzionalmente utilizzati per il calcolo del fabbisogno termico di un edificio e rappresentano il dato medio su 40 anni.

I valori di irradianza sono desunti dalla norma UNI 10349/1994.

L'analisi della variabilità delle condizioni climatiche è il presupposto di qualsiasi valutazione del comportamento energetico di un edificio. In primo luogo, infatti, i consumi termici di un edificio variano al variare delle condizioni climatiche, pertanto ogni variazione non riconducibile all'aumento o alla diminuzione della temperatura esterna dipende da fattori legati all'uso ed alla manutenzione dell'edificio.

Per questo motivo i consumi forniti per gli ultimi 3 anni sono stati analizzati confrontandoli con i gradi giorno dell'anno relativo e successivamente normalizzati secondo i gradi giorno medi reali del sito.

4.5. Caratteristiche tecniche generali e dimensionali

Piani riscaldati	Superficie utile riscaldata (m ²)	Superficie disperdente involucro edilizio (m ²)	Volume lordo riscaldato (m ³)	Rapporto S/V (m ⁻¹)
4	693,95	1.463,07	3.285,51	0,45

Si riporta di seguito una descrizione dell'edificio in oggetto:

L'edificio è composto da un corpo di fabbrica regolare di forma parallelepipedica di tre piani fuori terra e un piano interrato. È presente inoltre un sottotetto riscaldato sovrastante il secondo piano. Il piano interrato presenta vani ad uso deposito/cantine e locali tecnici, non riscaldati.

Il sistema costruttivo è del tipo in muratura portante mista, con mattoni pieni e sassi di spessore di circa 70 cm e solai interpiano in laterocemento. Il solaio di chiusura inferiore verso il piano interrato non è isolato ed è costituito da volte in muratura.

La copertura è a falde con struttura portante in legno controsoffittata con lucernari per l'ingresso della luce solare. Presumibilmente la copertura è coibentata con un pannello in lana di vetro di 3 cm.

I serramenti esterni sono stati recentemente sostituiti, circa 5/6 anni fa, sono in legno con vetrocamera basso-emissivo (non tutti) 10/9/4 e sono dotati di persiane esterne. Sono presenti in corrispondenza dei sottofinestra rastremazioni delle pareti spesse 30 cm.

Per definire il valore della trasmittanza dei componenti trasparenti, non conoscendo nel dettaglio le caratteristiche specifiche di vetro e telaio, si fa riferimento alle caratteristiche termofisiche contenute nell'appendice B della UNI 11300-1:2014.

Impianto di riscaldamento

A sud-est dell'edificio è posta all'esterno la centrale termica, composta da due caldaie a condensazione installate a parete con le seguenti caratteristiche:

- caldaie a condensazione "ATAG Q60S" potenza utile nominale 54 kW. I due generatori lavorano in parallelo.

Le caldaie lavorano solo per il servizio riscaldamento e funzionano in cascata. Tra le caldaie e i collettori di distribuzione è presente un separatore idraulico. A valle del separatore idraulico, sono installati in locale separato posto al piano interrato dell'edificio, i collettori di distribuzione di mandata e di ritorno dal quale si staccano i circuiti di distribuzione.

Il circuito di distribuzione primaria del fluido termovettore è suddiviso in 3 sotto circuiti ed è costituito da una coppia di pompe di circolazione a giri fissi a tre stadi ($P_{max}=260$ W), di cui una equivalente utilizzata come backup, di valvola di miscelazione e regolazione con compensazione climatica. La distribuzione ai terminali avviene per mezzo di una rete di trasporto del fluido vettore posta in orizzontale al piano interrato con diramazioni a colonne montanti.

Terminali di emissione: radiatori in ghisa senza valvole termostatiche.

Accensione impianto (dato fornitoci dal responsabile IREN per gli impianti termici): lunedì 04:00-18:00 e dal martedì al venerdì 06:00 – 18:00.

Impianto di produzione acqua calda sanitaria

La produzione dell'acs dei bagni avviene tramite boiler elettrici mentre per la cucina avviene tramite scaldabagno istantaneo a gas.

4.6. Planimetrie

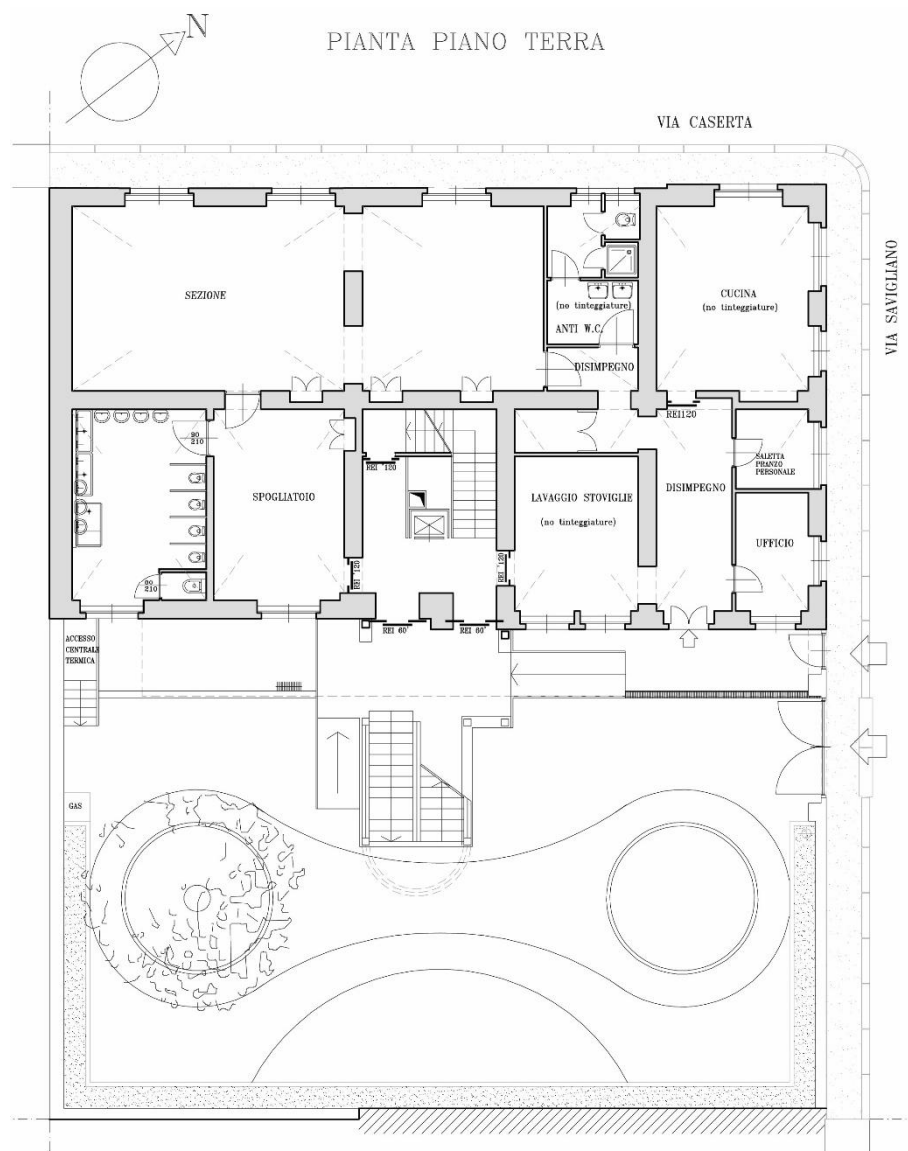


Figura 7 - Piano terra

PIANTA PIANO PRIMO

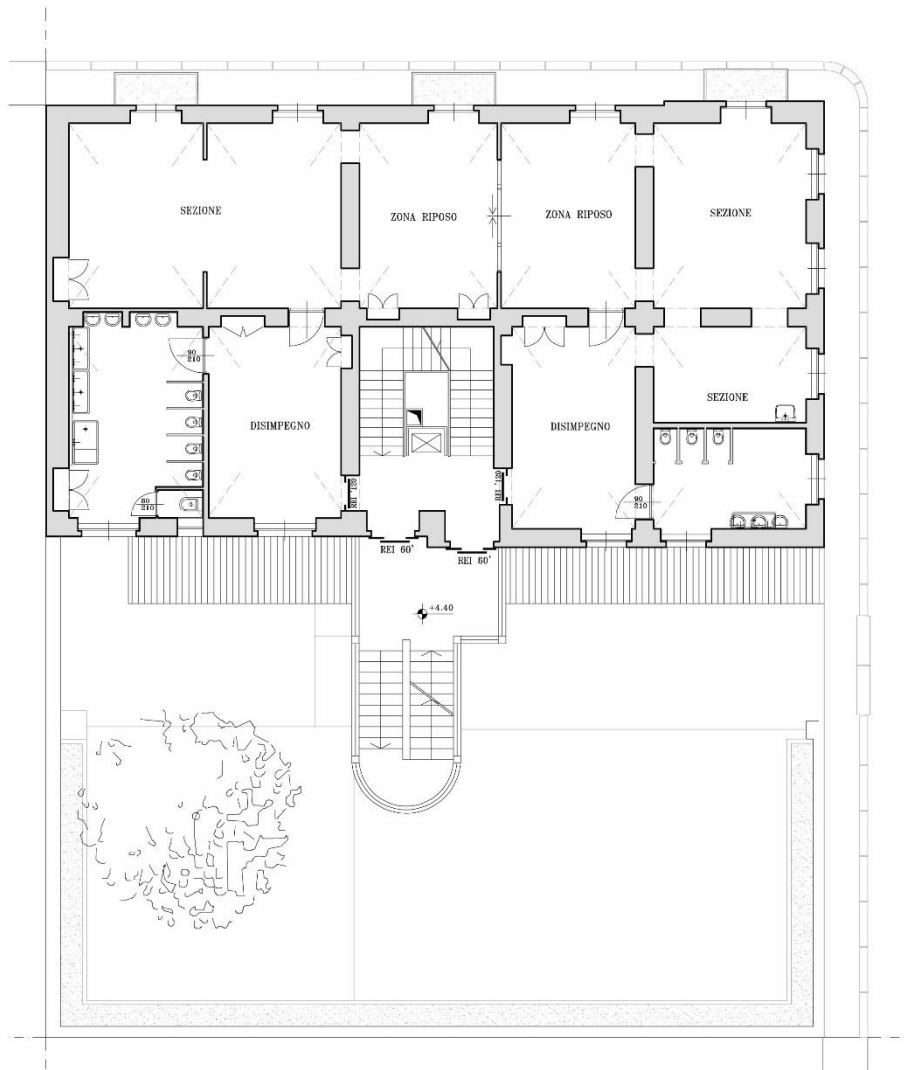


Figura 8 - Primo piano

PIANTA PIANO SECONDO

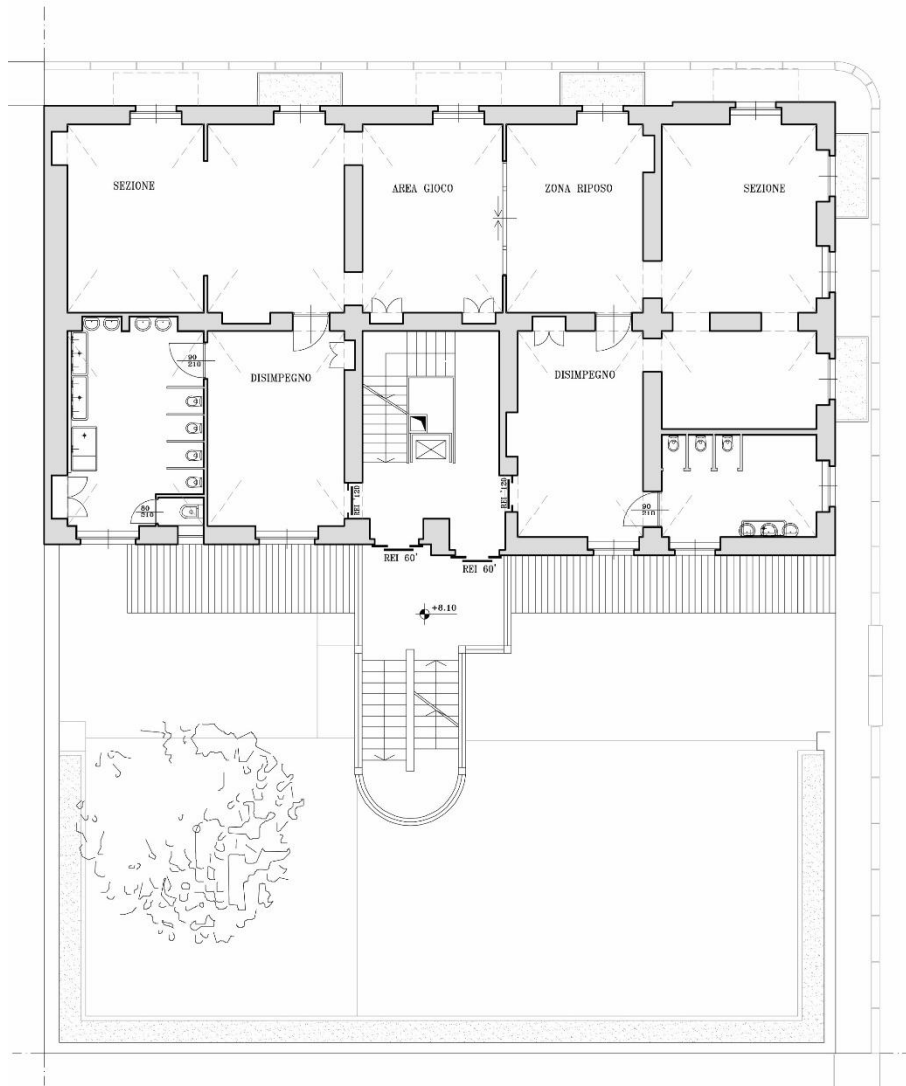


Figura 9 - Secondo piano

PIANTA PIANO SOTTOTETTO

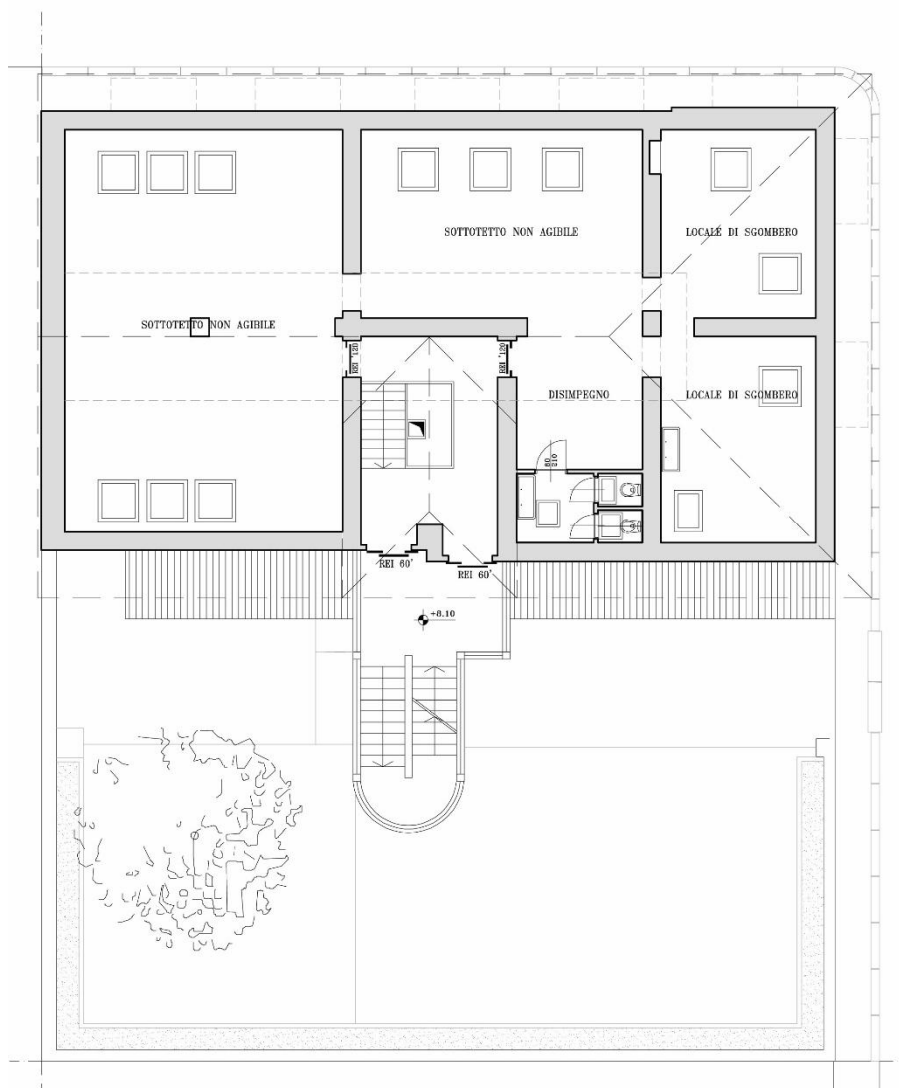


Figura 10 - Piano sottotetto

4.7. Considerazioni generali sull'edificio

L'Edificio si presenta in condizioni discrete. In anni recenti parte dei serramenti sono stati sostituiti con altri con prestazioni termiche migliori.

Il solaio del sottotetto (presumibilmente dotato di pannello in lana di roccia), mette in evidenza le dispersioni termiche in corrispondenza delle travi del tetto.

4.8. Considerazioni sull'uso dell'edificio rilevate attraverso interviste

In seguito a conversazione con il personale didattico della scuola si è rilevato un discomfort nella sezione posta a nord-ovest al secondo piano, il quale riferisce che in inverno detta aula è fredda.

5. Modello termico

5.1. Modellazione involucro edilizio

Per la costruzione del modello energetico si è individuata un'unica zona termica servita dalla stessa centrale termica.

Il modello è stato eseguito utilizzando il software Edilclima EC 700.

Le stratigrafie murarie, non potendo effettuare carotaggi, sono state ipotizzate sulla base dei dati reperiti durante il sopralluogo e l'analisi documentale.

In allegato vengono riportate le caratteristiche fisiche e termo-igrometriche dei componenti di involucro utilizzati nel modello al fine di definire il fabbisogno di energia termica dell'edificio.

Dispersioni per componente

INTERA STAGIONE

Strutture opache

Cod	Descrizione elemento	U [W/m ² K]	Sup. [m ²]	Q _{H,tr} [kWh]	%Q _{H,tr} [%]	Q _{H,r} [kWh]	%Q _{H,r} [%]	Q _{sol,k} [kWh]	%Q _{sol,k} [%]
M1	Muratura esterna	1,001	518,10	28884	36,8	5602	41,8	3297	18,7
M2	Sottofinestra	1,767	39,86	3923	5,0	744	5,6	418	2,4
M3	Muratura interna su NR 70 cm	0,963	183,07	4912	6,3	-	-	-	-
M5	Muratura 10 cm verso parete esterna sottotetto	0,660	138,75	4590	5,8	-	-	-	-
M7	Porta REI	0,794	15,14	335	0,4	-	-	-	-
P1	Solaio verso piano interrato	0,898	250,09	10003	12,7	-	-	-	-
S2	Copertura inclinata	1,003	191,41	10698	13,6	4325	32,3	4019	22,7
S3	Solaio intermedio verso NR	1,014	7,62	387	0,5	-	-	-	-
Totali				63731	81,2	10671	79,7	7735	43,8

Strutture trasparenti

Cod	Descrizione elemento	U [W/m ² K]	Sup. [m ²]	Q _{H,tr} [kWh]	%Q _{H,tr} [%]	Q _{H,r} [kWh]	%Q _{H,r} [%]	Q _{sol,k} [kWh]	%Q _{sol,k} [%]
W1	W1	2,276	20,79	2636	3,3	526	4,0	1309	7,5
W2	W2	2,266	4,62	584	0,7	117	0,9	240	1,4
W3	W3	2,302	12,33	1581	2,0	172	1,3	840	4,8
W4	W4	1,942	2,96	320	0,4	20	0,2	62	0,4
W5	W5	2,279	4,96	630	0,8	126	0,9	760	4,3
W6	W6	2,238	12,04	1501	1,9	300	2,3	631	3,6
W7	W7	2,277	13,13	1666	2,1	333	2,5	704	4,0
W8	W8	2,194	1,12	137	0,2	27	0,2	137	0,8
W9	W9	2,198	15,73	1926	2,4	385	2,9	3078	17,5

W10	W10	2,279	1,26	160	0,2	32	0,2	223	1,3
W11	W11	2,241	9,48	1183	1,5	236	1,8	502	2,9
W12	W12	2,110	1,07	126	0,2	25	0,2	40	0,2
W13	W13	2,300	6,61	846	1,1	137	1,0	733	4,2
W14	W14	2,193	1,05	128	0,2	26	0,2	126	0,7
W15	W15	2,276	10,35	1312	1,6	262	2,0	548	3,1
Totali		14737	18,3	2723	20,6	9933	56,5		

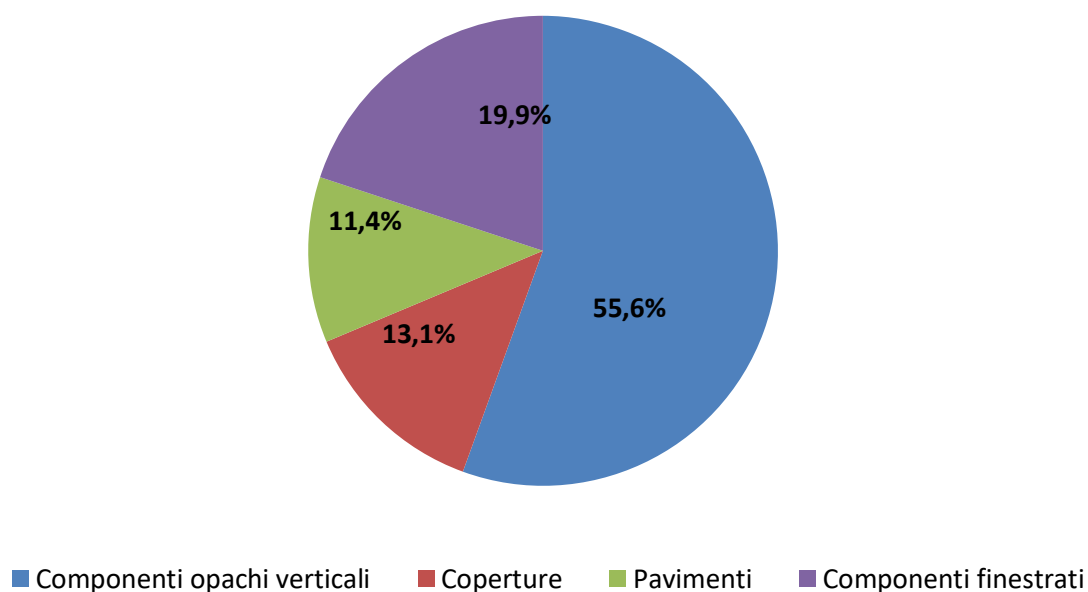


Figura 11 - %, per componente, di dispersioni per trasmissione ed extraflusso

Analizzando il diagramma a torta di Figura 11, emerge che le dispersioni maggiori si hanno in corrispondenza delle strutture opache verticali (55,6%) e dei componenti finestrati (19,9%).

Fabbisogno di energia utile

Dispersioni, apporti e fabbisogno di energia utile:

Mese	Dispersioni			Apporti		Fabbisogno
	QH,tr,vetr kWh	QH,tr,op kWh	QH,ve kWh	Qsol,k kWh	Qint kWh	QH,nd kWh
Ottobre	-637,00	-2.564,00	-1.112,00	1.050,00	1.133,00	3.145,00
Novembre	-2.045,12	-8.231,88	-3.087,00	1.097,00	1.999,00	12.219,00
Dicembre	-3.178,63	12.794,37	-4.640,00	961,00	2.065,00	19.606,00
Gennaio	-3.130,47	12.600,53	-4.582,00	1.019,00	2.065,00	19.623,00
Febbraio	-2.730,68	10.991,32	-4.112,00	1.461,00	1.865,00	16.377,00
Marzo	-1.887,12	-7.595,88	-3.161,00	2.590,00	2.065,00	10.948,00
Aprile	-479,39	-1.929,61	-1.019,00	1.756,00	999,00	2.191,00
	14.088,40	56.707,60	21.713,00	9.934,00	12.191,00	84.109,00
	15%	61%	23%	45%	55%	

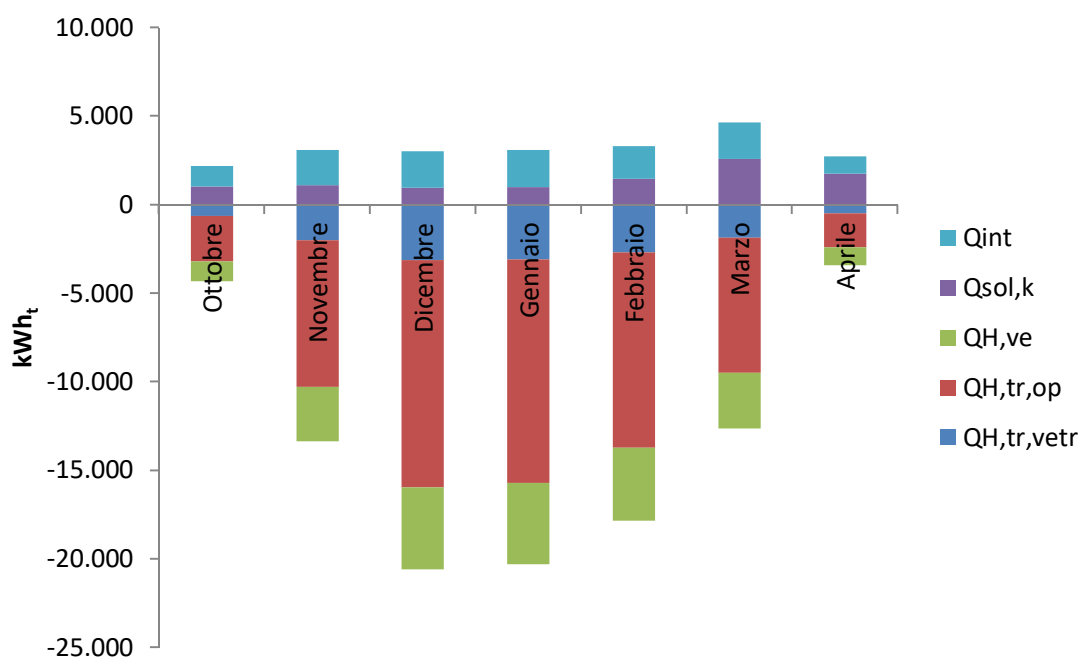


Figura 12 - Andamento mensile dispersioni ed apporti edificio

5.2. Modellazione impianto termico

Di seguito si riassumono i valori caratteristici degli elementi costituenti l'impianto termico.

Caratteristiche sottosistema di emissione:

Tipo di terminale di erogazione	Radiatori su parete esterna non isolata ($U > 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$)	
Temperatura di mandata di progetto	80,0	°C
Potenza nominale dei corpi scaldanti	87701	W
Fabbisogni elettrici	0	W
Rendimento di emissione	91,3	%

Caratteristiche sottosistema di regolazione:

Tipo	Solo climatica (compensazione con sonda esterna)	
Caratteristiche	--	
Rendimento di regolazione	100,0%	(In caso di regolazione climatica il rendimento dipende dal fattore di utilizzo degli apporti e dal rapporto apporti/perdite)

Caratteristiche sottosistema di distribuzione utenza:

Metodo di calcolo	Semplificato	
Tipo di impianto	Centralizzato con montanti non isolati correnti in traccia nel lato interno delle pareti esterne	
Rendimento di distribuzione utenza	93,8	%

Caratteristiche sottosistema di GENERAZIONE:

Generatore 1 - Caldaia a condensazione
--

Dati generali:

Servizio	Riscaldamento		
Tipo di generatore	Caldaia a condensazione		
Marca/Serie/Modello	ATAG Q60S		
Potenza utile nominale	$\Phi_{gn,Pn}$	54,00	kW

Caratteristiche:

Rendimento utile a potenza nominale	$\eta_{gn,Pn}$	97,30	%
Rendimento utile a potenza intermedia	$\eta_{gn,Pint}$	109,30	%

Fabbisogni elettrici:

Potenza assorbita dagli ausiliari a $\Phi_{gn,Pn}$	$W_{aux,Pn}$	150	W
Potenza assorbita dagli ausiliari a $\Phi_{gn,Pint}$	$W_{aux,Pint}$	110	W
Potenza assorbita dagli ausiliari a $\Phi_{gn,I,Po}$	$W_{aux,Po}$	10	W

Ambiente di installazione:

Ambiente di installazione	Esterno
---------------------------	----------------

Temperatura dell'acqua del generatore di calore:

Generatore di calore a temperatura scorrevole

Tipo di circuito **Collegamento con portata indipendente**

Vettore energetico:

Tipo **Metano**
 Potere calorifico inferiore H_i **9,600** kWh/Nm³

Generatore 2 - Caldaia a condensazione
--

Dati generali:

Servizio **Riscaldamento**
 Tipo di generatore **Caldaia a condensazione**

Marca/Serie/Modello **ATAG Q60S**
 Potenza utile nominale $\Phi_{gn,Pn}$ **54,00** kW

Caratteristiche:

Rendimento utile a potenza nominale $\eta_{gn,Pn}$ **97,30** %
 Rendimento utile a potenza intermedia $\eta_{gn,Pint}$ **109,30** %

Fabbisogni elettrici:

Potenza assorbita dagli ausiliari a $\Phi_{gn,Pn}$ $W_{aux,Pn}$ **150** W
 Potenza assorbita dagli ausiliari a $\Phi_{gn,Pint}$ $W_{aux,Pint}$ **110** W
 Potenza assorbita dagli ausiliari a $\Phi_{gn,I,Po}$ $W_{aux,Po}$ **10** W

Ambiente di installazione:

Ambiente di installazione **Esterno**

Temperatura dell'acqua del generatore di calore:

Generatore di calore a temperatura scorrevole

Tipo di circuito **Collegamento con portata indipendente**

Vettore energetico:

Tipo **Metano**
 Potere calorifico inferiore H_i **9,600** kWh/Nm³



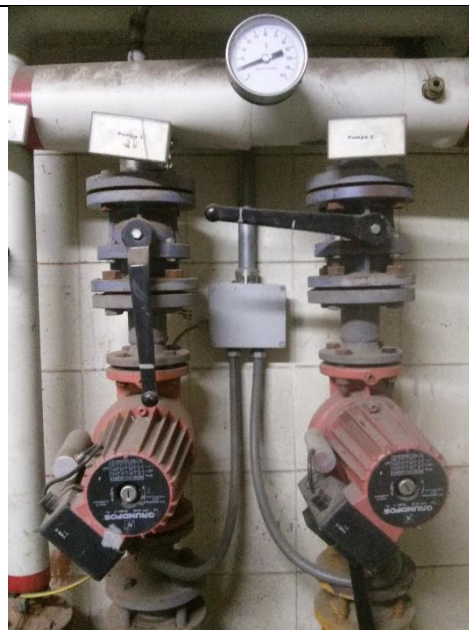
Radiatore



Sottosistema di distribuzione



Generatori di calore



Pompe di circolazione

Nella tabella seguente si riportano i valori relativi ai rendimenti dei singoli sottosistemi del modello impiantistico:

Rendimenti stagionali dell'impianto:

Descrizione	Simbolo	Valore	u.m.
Rendimento di emissione	$\eta_{H,e}$	91,3	%
Rendimento di regolazione	$\eta_{H,rg}$	88,1	%
Rendimento di distribuzione utenza	$\eta_{H,du}$	93,8	%
Rendimento di generazione	$\eta_{H,gn}$	96,8	%
Rendimento globale medio stagionale	$\eta_{H,g}$	72,9	%

5.3. Confronto tra Consumo Operativo e Consumo Effettivo

Si riportano, di seguito i dati stagionali di consumo in (Smc di gas metano) registrati nelle precedenti tre stagioni termiche con i relativi Gradi Giorno invernali. I gradi giorno presenti in tabella, rappresentano la media dei dati rilevati presso le stazioni meteorologiche presenti sul territorio del comune di Torino e sono stati desunti dal sito web di Arpa Piemonte:

Periodo	Smc Consumo	GG
Dati 2012/13	13012	2502
Dati 2013/14	12331	2136
Dati 2014/15	12222	2161

Se ne determinano i seguenti consumi normalizzati:

	Smc norm.
Consumo effettivo 2012/13 normalizzato	11.787
Consumo effettivo 2013/2014 normalizzato	13.084
Consumo effettivo 2014/2015 normalizzato	12.819

Si individua la media dei consumi termici normalizzati come valore di consumo effettivo dell'edificio:

	Smc
Consumo effettivo	12.563

D'altra parte il modello ha restituito i seguenti valori di consumo:

Fabbisogno ambiente	$QH_{,nd}$ [kWh]	84.109
Energia del combustibile risc.	$QH_{,gn,in}$ [kWh]	108.612
Energia del combustibile ACS	$QW_{,gn,in}$ [kWh]	15.340

Consumo operativo METANO [Smc]	12912
Scostamento	3%

Il modello risulta essere veritiero e ben tarato in quanto lo scostamento tra consumo effettivo e consumo operativo è inferiore al range di accettabilità previsto del 10%.

5.4. Indice di prestazione energetica

Dall'analisi dei consumi si ricavano a questo punto gli indicatori di prestazione energetica (tabelle sottostanti). Questi indicatori rappresentano il benchmark di riferimento, rispetto al quale comparare il consumo energetico di un edificio con un set di altri edifici simili. Inoltre hanno lo scopo di fornire gli elementi tecnici oggettivi per verificare le prestazioni relative allo stato di fatto dell'edificio, attraverso il quale, è possibile individuare e poi valutare le possibili azioni di efficientamento energetico.

DENSITA' DI UTILIZZO [m ² /alunno]	Un rapporto molto alto indica uno scarso utilizzo degli spazi della scuola che comporterebbe anche spreco energetico e costi aggiuntivi per manutenzione, pulizie etc. Sarebbe dunque necessario un piano di ottimizzazione degli spazi. L'indicatore viene calcolato in riferimento alla superficie utile rispetto ai dati di occupazione forniti da IREN
CONSUMI TERMICI [kWh _t /m ²]	Indica il consumo di energia termica in base alla superficie riscaldata. Attraverso questo rapporto si valuta l'efficienza della scuola dal punto di vista termico. L'indicatore è calcolato sulla media dei consumi termici delle stagioni 2012/2013, 2013/2014 e 2014/2015.

Gli indicatori analizzati per l'edificio in analisi sono i seguenti:

INDICATORE	BENCHMARK	EDIFICIO IN ANALISI
Densità di utilizzo [m ² /alunno]	8 m ² /alunno	9,4
Consumi termici [kWh _t /m ²]	150 [kWh _t /m ²]	173,8

I dati di benchmark per gli edifici scolastici sono stati desunti dagli atti del convegno tenutosi a Rivoli su "L'analisi dei consumi energetici del comune di Rivoli".

Il consumo specifico di energia termica **per la climatizzazione invernale**, è di **173,8 kWh/m²anno**, valore superiore del **16%** rispetto all'indice di riferimento.

Viene inoltre calcolato un ulteriore indice di prestazione normalizzato rispetto ai gradi giorno standard (UNI 10349) utilizzando i seguenti dati di partenza:

Consumo termico effettivo normalizzato [kWh]	120.609
Volume lordo riscaldato [m ³]	3.285,51
GG per utilizzati per la normalizzazione	2617

EP _(i+w) [Wh/m ³ GG]	14,0
--	------

6. Proposte di intervento

Alla luce dell'analisi fin qui svolta, e di quanto rilevato durante il sopralluogo, si esamina la fattibilità tecnico economica dei seguenti interventi di efficientamento energetico dell'edificio in esame:

1. Sostituzione generatore di calore + posa valvole termostatiche
2. Isolamento solaio di copertura
3. Cappotto esterno

6.1. Generatore di calore a condensazione e valvole termostatiche

Si propone la sostituzione del generatore di calore tradizionale con uno nuovo a condensazione con le seguenti caratteristiche:

- Funzionamento a temperatura scorrevole;
- Bruciatore ad aria soffiata;
- Regolazione climatica guidata da sonda esterna di temperatura.

Dalle simulazioni di calcolo si ottengono i seguenti risultati:

1	Generatore di calore a condensazione + valvole + regolazione climatica	Consumo ante	12.912	smc
		$\eta_{H,g}$ ante	0,729	
		$\eta_{H,g}$ post	0,929	
		Consumo post	10.546	smc
		Risparmio	18%	
		Costo intervento	€ 17.725,24	
		Risparmio	€ 1.608,88	Euro/anno
		PB	11,0	anni

6.2. Isolamento solaio copertura

L'intervento prevede il rifacimento della copertura inclinata con pannelli isolanti tipo ISOTEC da 12 cm in PUR (conducibilità pari a 0,023 (W/mK) più tegole.

Descrizione elemento	U ante [W/m ² K]	U post [W/m ² K]	Sup. [m ²]
<i>Copertura inclinata</i>	<i>1,003</i>	<i>0,178</i>	<i>191,41</i>

Dalle simulazioni di calcolo si ottengono i seguenti risultati:

2	Isolamento solaio copertura	Consumo ante	12.912	smc
		Consumo post	11.860	smc
		Risparmio	8%	
		Costo intervento	21.066	
		Risparmio	715	Euro/anno
		PB	29,4	anni

6.3. Cappotto

L'intervento prevede la posa di 14 cm di isolante in polistirene espanso sinterizzato (EPS 200) con conducibilità pari a 0,033 (W/m K) sul lato esterno della parete disperdente dell'edificio.

Descrizione elemento	U ante [W/m ² K]	U post [W/m ² K]	Sup. [m ²]
<i>Muratura esterna</i>	<i>1,001</i>	<i>0,19</i>	<i>518,10</i>
<i>Sottofinestra</i>	<i>1,767</i>	<i>0,207</i>	<i>39,86</i>

Dalle simulazioni di calcolo si ottengono i seguenti risultati:

3	Cappotto	Consumo ante	12.912	smc
		Consumo post	9.311	smc
		Risparmio	28%	
		Costo intervento	55.855	
		Risparmio	2.449	Euro/anno
		PB	22,8	anni

6.4. Conclusioni

Di seguito la sintesi degli interventi proposti:

Interventi	Investimento	Risparmio			PB
	€	%	Smc	€/anno	anni
Generatore di calore a condensazione + valvole + regolazione climatica	17725	18%	2366	1609	11
Isolamento solaio copertura	21066	8%	1052	715	29
Cappotto	55855	28%	3601	2449	23

In conclusione si osserva che l'intervento più vantaggioso e che comporta il più alto grado di efficientamento energetico è la sostituzione del generatore di calore.

Per tutti gli altri interventi si consiglia di eseguirli nell'ambito di eventuali lavori di ristrutturazione futuri (es. rifacimento intonaco facciata) per ammortizzare i costi fissi ed abbassare i PB.

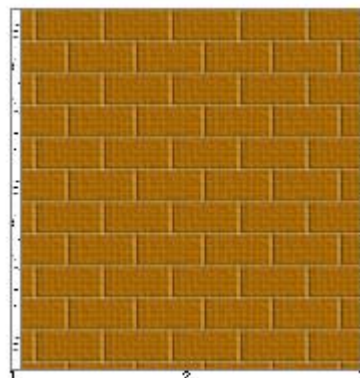
7. Allegati

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

Descrizione della struttura: *Muratura esterna*

Codice: *M1*

Trasmittanza termica	1,001	W/m ² K
Trasmittanza con maggiorazione ponte termico	1,001	W/m ² K
Maggiorazione ponte termico	0,00	%
Spessore	700	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	-8,0	°C
Permeanza	5,945	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa (con intonaci) superficiale	1054	kg/m ²
Massa (senza intonaci) superficiale	990	kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,023	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,023	-
Sfasamento onda termica	-21,0	h



Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	<i>0,130</i>	-	-	-
1	Intonaco di calce e gesso	<i>20,00</i>	<i>0,700</i>	<i>0,029</i>	<i>1400</i>	<i>1,00</i>	<i>10</i>
2	Muratura mattoni e sassi	<i>660,00</i>	<i>0,900</i>	<i>0,733</i>	<i>1500</i>	<i>1,00</i>	<i>50</i>
3	Malta di calce o di calce e cemento	<i>20,00</i>	<i>0,900</i>	<i>0,022</i>	<i>1800</i>	<i>1,00</i>	<i>22</i>
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	<i>0,085</i>	-	-	-

Legenda simboli

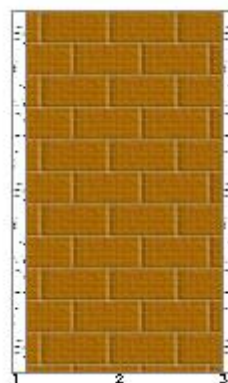
s	Spessore	mm
Cond.	Conduttività termica, comprensiva di eventuali coefficienti correttivi	W/mK
R	Resistenza termica	m ² K/W
M.V.	Massa volumica	kg/m ³
C.T.	Capacità termica specifica	kJ/kgK
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto	-

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

Descrizione della struttura: Sottofinestra

Codice: M2

Trasmittanza termica	1,767	W/m ² K
Trasmittanza con maggiorazione ponte termico	1,767	W/m ² K
Maggiorazione ponte termico	0,00	%
Spessore	310	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	-8,0	°C
Permeanza	14,144	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	469	kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	405	kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,477	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,270	-
Sfasamento onda termica	-9,4	h



Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,130	-	-	-
1	Intonaco di calce e gesso	20,00	0,700	0,029	1400	1,00	10
2	Muratura mattoni e sassi	270,00	0,900	0,300	1500	1,00	50
3	Malta di calce o di calce e cemento	20,00	0,900	0,022	1800	1,00	22
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,085	-	-	-

Legenda simboli

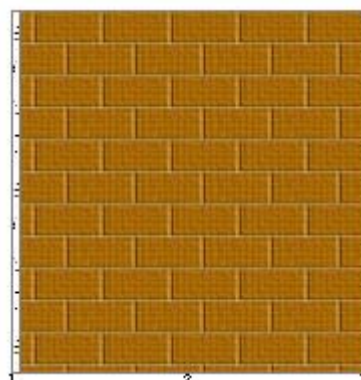
s	Spessore	mm
Cond.	Conduttività termica, comprensiva di eventuali coefficienti correttivi	W/mK
R	Resistenza termica	m ² K/W
M.V.	Massa volumica	kg/m ³
C.T.	Capacità termica specifica	kJ/kgK
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto	-

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

Descrizione della struttura: *Muratura interna su NR 70 cm*

Codice: *M3*

Trasmittanza termica	0,963	W/m ² K
Trasmittanza con maggiorazione ponte termico	0,963	W/m ² K
Maggiorazione ponte termico	0,00	%
Spessore	700	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	6,0	°C
Permeanza	5,917	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	1056	kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	1005	kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,019	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,019	-
Sfasamento onda termica	-21,3	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	0,800	0,019	1600	1,00	10
2	Muratura mattoni e sassi	670,00	0,900	0,744	1500	1,00	50
3	Intonaco di cemento e sabbia	15,00	1,000	0,015	1800	1,00	10
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,130	-	-	-

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	-

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

Descrizione della struttura: *divisorio interno 50 cm*

Codice: *M4*

Trasmittanza termica **1,226** W/m²K

Trasmittanza con maggiorazione ponte termico **1,226** W/m²K

Maggiorazione ponte termico **0,00** %

Spessore **500** mm

Permeanza **8,403** 10⁻¹²kg/sm²Pa

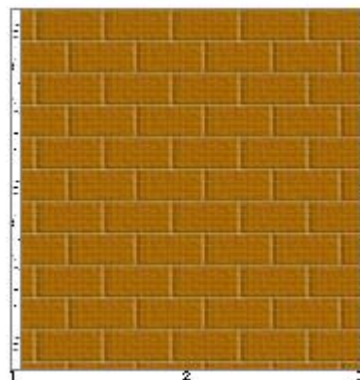
Massa (con intonaci) superficiale **756** kg/m²

Massa (senza intonaci) superficiale **705** kg/m²

Trasmittanza periodica **0,089** W/m²K

Fattore attenuazione **0,073** -

Sfasamento onda termica **-15,4** 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	0,800	0,019	1600	1,00	10
2	Muratura mattoni e sassi	470,00	0,900	0,522	1500	1,00	50
3	Intonaco di cemento e sabbia	15,00	1,000	0,015	1800	1,00	10
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,130	-	-	-

Legenda simboli

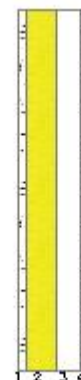
s	Spessore	mm
Cond.	Conduttività termica, comprensiva di eventuali coefficienti correttivi	W/mK
R	Resistenza termica	m ² K/W
M.V.	Massa volumica	kg/m ³
C.T.	Capacità termica specifica	kJ/kgK
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto	-

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

Descrizione della struttura: *Muratura 10 cm verso parete esterna sottotetto*

Codice: *M5*

Trasmittanza termica	0,660	W/m ² K
Trasmittanza con maggiorazione ponte termico	0,660	W/m ² K
Maggiorazione ponte termico	0,00	%
Spessore	101	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	-5,2	°C
Permeanza	775,19 4	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	23	kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	2	kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,653	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,990	-
Sfasamento onda termica	-0,9	h



Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,130	-	-	-
1	Cartongesso 12,5 mm (per THERMOGES)	13,00	0,211	0,062	840	0,84	8
2	Fibre minerali feldspatiche - Pannello semirigido	40,00	0,042	0,952	40	1,03	1
3	Intercapedine non ventilata Av<500 mm ² /m	35,00	0,194	0,180	-	-	-
4	Cartongesso 12,5 mm (per THERMOGES)	13,00	0,211	0,062	840	0,84	8
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,130	-	-	-

Legenda simboli

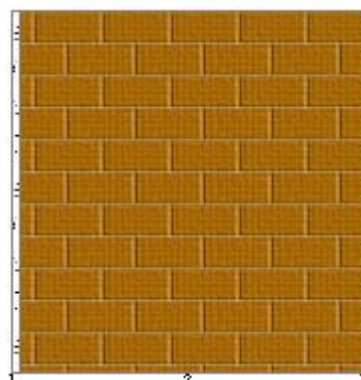
s	Spessore	mm
Cond.	Conduttività termica, comprensiva di eventuali coefficienti correttivi	W/mK
R	Resistenza termica	m ² K/W
M.V.	Massa volumica	kg/m ³
C.T.	Capacità termica specifica	kJ/kgK
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto	-

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

Descrizione della struttura: *Muratura verso altri edifici*

Codice: *M6*

Trasmittanza termica	0,963	W/m ² K
Trasmittanza con maggiorazione ponte termico	0,963	W/m ² K
Maggiorazione ponte termico	0,00	%
Spessore	700	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	20,0	°C
Permeanza	5,917	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	1056	kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	1005	kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,019	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,019	-
Sfasamento onda termica	-21,3	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	0,800	0,019	1600	1,00	10
2	Muratura mattoni e sassi	670,00	0,900	0,744	1500	1,00	50
3	Intonaco di cemento e sabbia	15,00	1,000	0,015	1800	1,00	10
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,130	-	-	-

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	-

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

Descrizione della struttura: Porta REI

Codice: M7

Trasmittanza termica	0,794	W/m ² K
Trasmittanza con maggiorazione ponte termico	0,794	W/m ² K
Maggiorazione ponte termico	0,00	%
Spessore	52	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	6,0	°C
Permeanza	0,002	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	100	kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	100	kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,761	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,958	-
Sfasamento onda termica	-1,8	h



Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,130	-	-	-
1	Acciaio	6,00	52,000	0,000	7800	0,45	9999999
2	Pannello in lana di roccia a doppia densità	40,00	0,040	1,000	165	1,03	1
3	Acciaio	6,00	52,000	0,000	7800	0,45	9999999
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,130	-	-	-

Legenda simboli

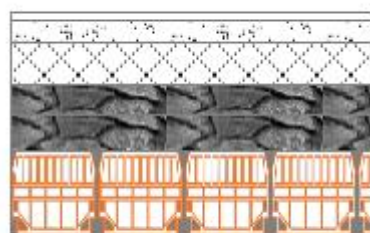
s	Spessore	mm
Cond.	Conduttività termica, comprensiva di eventuali coefficienti correttivi	W/mK
R	Resistenza termica	m ² K/W
M.V.	Massa volumica	kg/m ³
C.T.	Capacità termica specifica	kJ/kgK
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto	-

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

Descrizione della struttura: *Solaio verso piano interrato*

Codice: *P1*

Trasmittanza termica	0,898	W/m ² K
Trasmittanza con maggiorazione ponte termico	0,898	W/m ² K
Maggiorazione ponte termico	0,00	%
Spessore	310	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	-2,4	°C
Permeanza	0,002	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	546	kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	486	kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,098	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,109	-
Sfasamento onda termica	-12,3	h



Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,170	-	-	-
1	Piastrelle in ceramica (piastrelle)	10,00	1,300	0,008	2300	0,84	9999999
2	Malta di cemento	30,00	1,400	0,021	2000	1,00	22
3	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	60,00	1,490	0,040	2200	0,88	70
4	Pomice naturale sfusa	40,00	0,080	0,500	400	1,00	3
5	Ciotoli e pietre frantumati (um. 2%)	50,00	0,700	0,071	1500	1,00	5
6	Volta in mattoni	120,00	0,900	0,133	2000	0,84	10
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,170	-	-	-

Legenda simboli

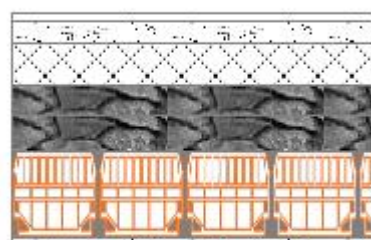
s	Spessore	mm
Cond.	Conduttività termica, comprensiva di eventuali coefficienti correttivi	W/mK
R	Resistenza termica	m ² K/W
M.V.	Massa volumica	kg/m ³
C.T.	Capacità termica specifica	kJ/kgK
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto	-

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

Descrizione della struttura: *Solaio intermedio*

Codice: P2

Trasmittanza termica	0,888	W/m ² K
Trasmittanza con maggiorazione ponte termico	0,888	W/m ² K
Maggiorazione ponte termico	0,00	%
Spessore	320	mm
Permeanza	0,002	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa (con intonaci) superficiale	562	kg/m ²
Massa (senza intonaci) superficiale	486	kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,090	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,101	-
Sfasamento onda termica	-12,6	h



Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,170	-	-	-
1	Piastrelle in ceramica (piastrelle)	10,00	1,300	0,008	2300	0,84	9999999
2	Malta di cemento	30,00	1,400	0,021	2000	1,00	22
3	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	60,00	1,490	0,040	2200	0,88	70
4	Pomice naturale sfusa	40,00	0,080	0,500	400	1,00	3
5	Ciotoli e pietre frantumati (um. 2%)	50,00	0,700	0,071	1500	1,00	5
6	Volta in mattoni	120,00	0,900	0,133	2000	0,84	10
7	Intonaco di calce e sabbia	10,00	0,800	0,013	1600	1,00	10
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,170	-	-	-

Legenda simboli

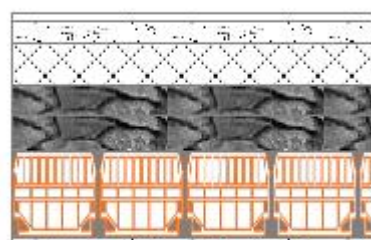
s	Spessore	mm
Cond.	Conduttività termica, comprensiva di eventuali coefficienti correttivi	W/mK
R	Resistenza termica	m ² K/W
M.V.	Massa volumica	kg/m ³
C.T.	Capacità termica specifica	kJ/kgK
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto	-

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

Descrizione della struttura: *Solaio intermedio*

Codice: S1

Trasmittanza termica	1,014	W/m ² K
Trasmittanza con maggiorazione ponte termico	1,014	W/m ² K
Maggiorazione ponte termico	0,00	%
Spessore	320	mm
Permeanza	0,002	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa (con intonaci) superficiale	562	kg/m ²
Massa (senza intonaci) superficiale	486	kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,177	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,175	-
Sfasamento onda termica	-11,6	h



Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,100	-	-	-
1	Piastrelle in ceramica (piastrelle)	10,00	1,300	0,008	2300	0,84	9999999
2	Malta di cemento	30,00	1,400	0,021	2000	1,00	22
3	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	60,00	1,490	0,040	2200	0,88	70
4	Pomice naturale sfusa	40,00	0,080	0,500	400	1,00	3
5	Ciotoli e pietre frantumati (um. 2%)	50,00	0,700	0,071	1500	1,00	5
6	Volta in mattoni	120,00	0,900	0,133	2000	0,84	10
7	Intonaco di calce e sabbia	10,00	0,800	0,013	1600	1,00	10
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,100	-	-	-

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	-

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

Descrizione della struttura: Copertura inclinata

Codice: S2

Trasmittanza termica	1,003	W/m ² K
Trasmittanza con maggiorazione ponte termico	1,003	W/m ² K
Maggiorazione ponte termico	0,00	%

Spessore	43	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	-8,0	°C

Permeanza	1492,5 37	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
-----------	----------------------------	---



Massa superficiale (con intonaci)	11	kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	0	kg/m ²

Trasmittanza periodica	1,001	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,998	-
Sfasamento onda termica	-0,3	h

Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,085	-	-	-
1	Feltro in lana di vetro	30,00	0,040	0,750	12	1,03	1
2	Cartongesso 12,5 mm (per THERMOGES)	13,00	0,211	0,062	840	0,84	8
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,100	-	-	-

Legenda simboli

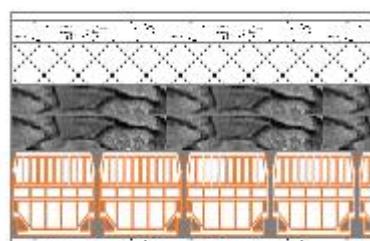
s	Spessore	mm
Cond.	Conduttività termica, comprensiva di eventuali coefficienti correttivi	W/mK
R	Resistenza termica	m ² K/W
M.V.	Massa volumica	kg/m ³
C.T.	Capacità termica specifica	kJ/kgK
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto	-

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

Descrizione della struttura: *Solaio intermedio verso NR*

Codice: *S3*

Trasmittanza termica	1,014	W/m ² K
Trasmittanza con maggiorazione ponte termico	1,014	W/m ² K
Maggiorazione ponte termico	0,00	%
Spessore	320	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	-5,2	°C
Permeanza	0,002	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	562	kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	486	kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,177	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,175	-
Sfasamento onda termica	-11,6	h



Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,100	-	-	-
1	Piastrelle in ceramica (piastrelle)	10,00	1,300	0,008	2300	0,84	9999999
2	Malta di cemento	30,00	1,400	0,021	2000	1,00	22
3	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	60,00	1,490	0,040	2200	0,88	70
4	Pomice naturale sfusa	40,00	0,080	0,500	400	1,00	3
5	Ciotoli e pietre frantumati (um. 2%)	50,00	0,700	0,071	1500	1,00	5
6	Volta in mattoni	120,00	0,900	0,133	2000	0,84	10
7	Intonaco di calce e sabbia	10,00	0,800	0,013	1600	1,00	10
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,100	-	-	-

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	-

CARATTERISTICHE TERMICHE DEI COMPONENTI FINESTRATI secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 10077

Descrizione della finestra: **W1**

Codice: W1

Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	Singolo		
Classe di permeabilità	Senza classificazione		
Trasmittanza termica	U_w	2,276	W/m ² K
Trasmittanza solo vetro	U_g	2,272	W/m ² K

Dati per il calcolo degli apporti solari

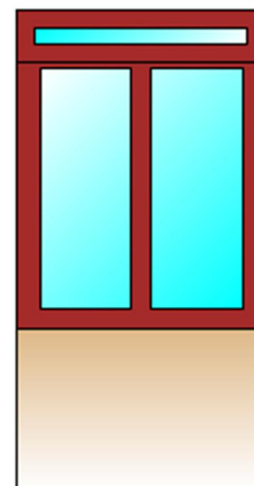
Emissività	ϵ	0,837	-
Fattore tendaggi (invernale)	$f_{c\ inv}$	1,00	-
Fattore tendaggi (estivo)	$f_{c\ est}$	1,00	-
Fattore di trasmittanza solare	$g_{gl,n}$	0,670	-

Caratteristiche delle chiusure oscuranti

Resistenza termica chiusure		0,00	m ² K/W
f shut		0,6	-

Dimensioni del serramento

Larghezza		165,0	cm
Altezza		175,0	cm
Altezza sopra luce		35,0	cm

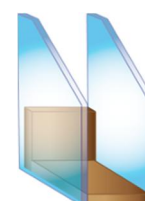


Caratteristiche del telaio

Trasmittanza termica del telaio	U_f	1,60	W/m ² K
K distanziale	K_d	0,08	W/mK
Area totale	A_w	3,465	m ²
Area vetro	A_g	2,079	m ²
Area telaio	A_f	1,386	m ²
Fattore di forma	F_f	0,60	-
Perimetro vetro	L_g	11,820	m
Perimetro telaio	L_f	7,500	m

Stratigrafia del pacchetto vetrato

Descrizione strato	s	λ	R
Resistenza superficiale interna	-	-	0,130
Primo vetro	10,0	1,00	0,010
Intercapedine	-	-	0,211
Secondo vetro	4,0	1,00	0,004
Resistenza superficiale esterna	-	-	0,085



Legenda simboli

s Spessore

mm

λ Conduttività termica
R Resistenza termica

W/mK
m²K/W

Caratteristiche del modulo

Trasmittanza termica del modulo U **2,104** W/m²K

Muro sottofinestra

Struttura opaca associata **M2 Sottofinestra**
Trasmittanza termica U **1,767** W/m²K
Altezza H_{sott} **107,0** cm
Area **1,77** m²

CARATTERISTICHE TERMICHE DEI COMPONENTI FINESTRATI secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 10077

Descrizione della finestra: **W2**

Codice: W2

Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	Singolo		
Classe di permeabilità	Senza classificazione		
Trasmittanza termica	U_w	2,266	W/m ² K
Trasmittanza solo vetro	U_g	2,272	W/m ² K

Dati per il calcolo degli apporti solari

Emissività	ϵ	0,837	-
Fattore tendaggi (invernale)	$f_{c\,inv}$	1,00	-
Fattore tendaggi (estivo)	$f_{c\,est}$	1,00	-
Fattore di trasmittanza solare	$g_{gl,n}$	0,670	-

Caratteristiche delle chiusure oscuranti

Resistenza termica chiusure	f_{shut}	0,00	m ² K/W
f shut		0,6	-

Dimensioni del serramento

Larghezza	110,0	cm
Altezza	175,0	cm
Altezza sopra luce	35,0	cm

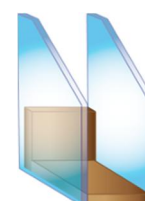


Caratteristiche del telaio

Trasmittanza termica del telaio	U_f	1,60	W/m ² K
K distanziale	K_d	0,08	W/mK
Area totale	A_w	2,310	m ²
Area vetro	A_g	1,144	m ²
Area telaio	A_f	1,166	m ²
Fattore di forma	F_f	0,50	-
Perimetro vetro	L_g	9,620	m
Perimetro telaio	L_f	6,400	m

Stratigrafia del pacchetto vetrato

Descrizione strato	s	λ	R
Resistenza superficiale interna	-	-	0,130
Primo vetro	10,0	1,00	0,010
Intercapedine	-	-	0,211
Secondo vetro	4,0	1,00	0,004
Resistenza superficiale esterna	-	-	0,085



Legenda simboli

s Spessore

mm

λ Conduttività termica
R Resistenza termica

W/mK
m²K/W

Caratteristiche del modulo

Trasmittanza termica del modulo U **2,098** W/m²K

Muro sottofinestra

Struttura opaca associata **M2 Sottofinestra**
 Trasmittanza termica U **1,767** W/m²K
 Altezza H_{sott} **107,0** cm
 Area **1,18** m²

CARATTERISTICHE TERMICHE DEI COMPONENTI FINESTRATI secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 10077

Descrizione della finestra: **W3**

Codice: W3

Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	Singolo		
Classe di permeabilità	Senza classificazione		
Trasmittanza termica	U_w	2,302	W/m ² K
Trasmittanza solo vetro	U_g	2,272	W/m ² K

Dati per il calcolo degli apporti solari

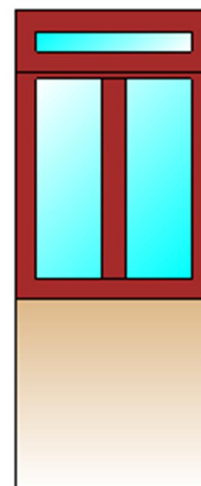
Emissività	ϵ	0,837	-
Fattore tendaggi (invernale)	$f_{c\ inv}$	1,00	-
Fattore tendaggi (estivo)	$f_{c\ est}$	1,00	-
Fattore di trasmittanza solare	$g_{gl,n}$	0,670	-

Caratteristiche delle chiusure oscuranti

Resistenza termica chiusure	R_{shut}	0,00	m ² K/W
f shut		0,6	-

Dimensioni del serramento

Larghezza	110,0	cm
Altezza	125,0	cm
Altezza sopra luce	35,0	cm

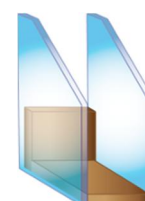


Caratteristiche del telaio

Trasmittanza termica del telaio	U_f	1,60	W/m ² K
K distanziale	K_d	0,08	W/mK
Area totale	A_w	1,760	m ²
Area vetro	A_g	0,905	m ²
Area telaio	A_f	0,855	m ²
Fattore di forma	F_f	0,51	-
Perimetro vetro	L_g	7,840	m
Perimetro telaio	L_f	5,400	m

Stratigrafia del pacchetto vetrato

Descrizione strato	s	λ	R
Resistenza superficiale interna	-	-	0,130
Primo vetro	10,0	1,00	0,010
Intercapedine	-	-	0,211
Secondo vetro	4,0	1,00	0,004
Resistenza superficiale esterna	-	-	0,085



Legenda simboli

s Spessore

mm

λ Conduttività termica
R Resistenza termica

W/mK
m²K/W

Caratteristiche del modulo

Trasmittanza termica del modulo U **2,088** W/m²K

Muro sottofinestra

Struttura opaca associata **M2 Sottofinestra**
Trasmittanza termica U **1,767** W/m²K
Altezza H_{sott} **107,0** cm
Area **1,18** m²

CARATTERISTICHE TERMICHE DEI COMPONENTI FINESTRATI secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 10077

Descrizione della finestra: W4

Codice: W4

Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	Singolo		
Classe di permeabilità	Senza classificazione		
Trasmittanza termica	U_w	1,942	W/m ² K
Trasmittanza solo vetro	U_g	2,272	W/m ² K

Dati per il calcolo degli apporti solari

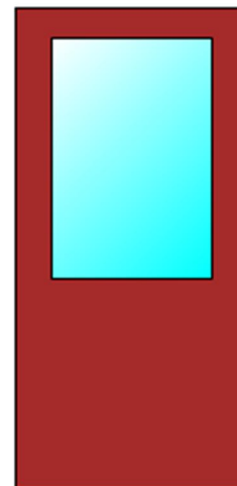
Emissività	ϵ	0,837	-
Fattore tendaggi (invernale)	$f_{c\ inv}$	1,00	-
Fattore tendaggi (estivo)	$f_{c\ est}$	1,00	-
Fattore di trasmittanza solare	$g_{gl,n}$	0,670	-

Caratteristiche delle chiusure oscuranti

Resistenza termica chiusure		0,00	m ² K/W
f shut		0,6	-

Dimensioni del serramento

Larghezza		120,0	cm
Altezza		247,0	cm

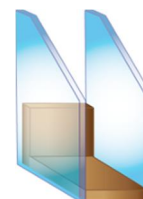


Caratteristiche del telaio

Trasmittanza termica del telaio	U_f	1,60	W/m ² K
K distanziale	K_d	0,08	W/mK
Area totale	A_w	2,964	m ²
Area vetro	A_g	1,017	m ²
Area telaio	A_f	1,947	m ²
Fattore di forma	F_f	0,34	-
Perimetro vetro	L_g	4,120	m
Perimetro telaio	L_f	7,340	m

Stratigrafia del pacchetto vetrato

Descrizione strato	s	λ	R
Resistenza superficiale interna	-	-	0,130
Primo vetro	4,0	1,00	0,004
Intercapedine	-	-	0,211
Secondo vetro	10,0	1,00	0,010
Resistenza superficiale esterna	-	-	0,085



Legenda simboli

s	Spessore
λ	Conduttività termica
R	Resistenza termica

mm
W/mK
m ² K/W

Caratteristiche del modulo

Trasmittanza termica del modulo U **1,942** W/m²K

CARATTERISTICHE TERMICHE DEI COMPONENTI FINESTRATI secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 10077

Descrizione della finestra: **W5**

Codice: W5

Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	Singolo		
Classe di permeabilità	Senza classificazione		
Trasmittanza termica	U_w	2,279	W/m ² K
Trasmittanza solo vetro	U_g	2,272	W/m ² K

Dati per il calcolo degli apporti solari

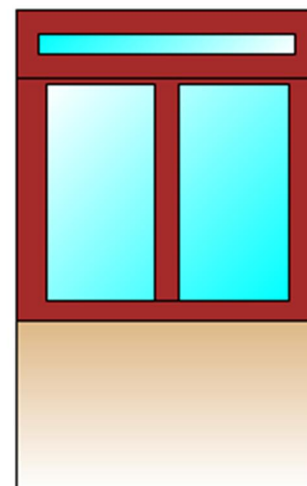
Emissività	ϵ	0,837	-
Fattore tendaggi (invernale)	$f_{c\ inv}$	1,00	-
Fattore tendaggi (estivo)	$f_{c\ est}$	1,00	-
Fattore di trasmittanza solare	$g_{gl,n}$	0,670	-

Caratteristiche delle chiusure oscuranti

Resistenza termica chiusure		0,00	m ² K/W
f shut		0,6	-

Dimensioni del serramento

Larghezza		155,0	cm
Altezza		125,0	cm
Altezza sopra luce		35,0	cm

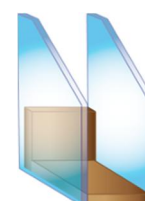


Caratteristiche del telaio

Trasmittanza termica del telaio	U_f	1,60	W/m ² K
K distanziale	K_d	0,08	W/mK
Area totale	A_w	2,480	m ²
Area vetro	A_g	1,376	m ²
Area telaio	A_f	1,104	m ²
Fattore di forma	F_f	0,55	-
Perimetro vetro	L_g	9,500	m
Perimetro telaio	L_f	6,300	m

Stratigrafia del pacchetto vetrato

Descrizione strato	s	λ	R
Resistenza superficiale interna	-	-	0,130
Primo vetro	10,0	1,00	0,010
Intercapedine	-	-	0,211
Secondo vetro	4,0	1,00	0,004
Resistenza superficiale esterna	-	-	0,085



Legenda simboli

s Spessore

mm

λ Conduttività termica
R Resistenza termica

W/mK
m²K/W

Caratteristiche del modulo

Trasmittanza termica del modulo U **2,099** W/m²K

Muro sottofinestra

Struttura opaca associata

M2 Sottofinestra

Trasmittanza termica

U **1,767** W/m²K

Altezza

H_{sott} **87,0** cm

Area

1,35 m²

CARATTERISTICHE TERMICHE DEI COMPONENTI FINISTRATI

secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 10077

Descrizione della finestra: W6

Codice: W6

Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	Singolo		
Classe di permeabilità	Senza classificazione		
Trasmittanza termica	U_w	2,238	W/m ² K
Trasmittanza solo vetro	U_g	2,272	W/m ² K

Dati per il calcolo degli apporti solari

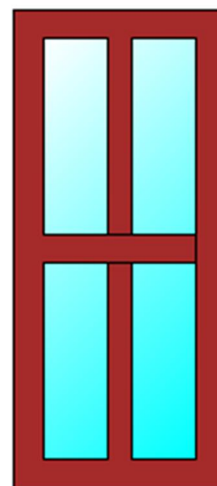
Emissività	ϵ	0,837	-
Fattore tendaggi (invernale)	$f_{c\ inv}$	1,00	-
Fattore tendaggi (estivo)	$f_{c\ est}$	1,00	-
Fattore di trasmittanza solare	$g_{gl,n}$	0,670	-

Caratteristiche delle chiusure oscuranti

Resistenza termica chiusure		0,00	m ² K/W
f shut		0,6	-

Dimensioni del serramento

Larghezza		115,0	cm
Altezza		262,0	cm

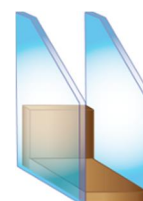


Caratteristiche del telaio

Trasmittanza termica del telaio	U_f	1,60	W/m ² K
K distanziale	K_d	0,08	W/mK
Area totale	A_w	3,013	m ²
Area vetro	A_g	1,505	m ²
Area telaio	A_f	1,508	m ²
Fattore di forma	F_f	0,50	-
Perimetro vetro	L_g	11,400	m
Perimetro telaio	L_f	7,540	m

Stratigrafia del pacchetto vetrato

Descrizione strato	s	λ	R
Resistenza superficiale interna	-	-	0,130
Primo vetro	10,0	1,00	0,010
Intercapedine	-	-	0,211
Secondo vetro	4,0	1,00	0,004
Resistenza superficiale esterna	-	-	0,085



Legenda simboli

s	Spessore
λ	Conduttività termica
R	Resistenza termica

mm
W/mK
m ² K/W

Caratteristiche del modulo

Trasmittanza termica del modulo U **2,238** W/m²K

CARATTERISTICHE TERMICHE DEI COMPONENTI FINESTRATI secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 10077

Descrizione della finestra: **W7**

Codice: W7

Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	Singolo		
Classe di permeabilità	Senza classificazione		
Trasmittanza termica	U_w	2,277	W/m ² K
Trasmittanza solo vetro	U_g	2,272	W/m ² K

Dati per il calcolo degli apporti solari

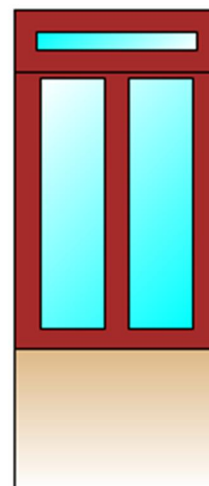
Emissività	ϵ	0,837	-
Fattore tendaggi (invernale)	$f_{c\,inv}$	1,00	-
Fattore tendaggi (estivo)	$f_{c\,est}$	1,00	-
Fattore di trasmittanza solare	$g_{gl,n}$	0,670	-

Caratteristiche delle chiusure oscuranti

Resistenza termica chiusure		0,00	m ² K/W
f shut		0,6	-

Dimensioni del serramento

Larghezza		115,0	cm
Altezza		155,0	cm
Altezza sopra luce		35,0	cm

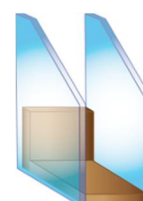


Caratteristiche del telaio

Trasmittanza termica del telaio	U_f	1,60	W/m ² K
K distanziale	K_d	0,08	W/mK
Area totale	A_w	2,185	m ²
Area vetro	A_g	1,115	m ²
Area telaio	A_f	1,070	m ²
Fattore di forma	F_f	0,51	-
Perimetro vetro	L_g	9,120	m
Perimetro telaio	L_f	6,100	m

Stratigrafia del pacchetto vetrato

Descrizione strato	s	λ	R
Resistenza superficiale interna	-	-	0,130
Primo vetro	10,0	1,00	0,010
Intercapedine	-	-	0,211
Secondo vetro	4,0	1,00	0,004
Resistenza superficiale esterna	-	-	0,085



Legenda simboli

s Spessore

mm

λ Conduttività termica
R Resistenza termica

W/mK
 m^2K/W

Caratteristiche del modulo

Trasmittanza termica del modulo U **2,126** W/m²K

Muro sottofinestra

Struttura opaca associata

M2 Sottofinestra

Trasmittanza termica

U **1,767** W/m²K

Altezza

H_{sott} **80,0** cm

Area

0,92 m²

CARATTERISTICHE TERMICHE DEI COMPONENTI FINESTRATI secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 10077

Descrizione della finestra: W8

Codice: W8

Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	Singolo		
Classe di permeabilità	Senza classificazione		
Trasmittanza termica	U_w	2,194	W/m ² K
Trasmittanza solo vetro	U_g	2,272	W/m ² K

Dati per il calcolo degli apporti solari

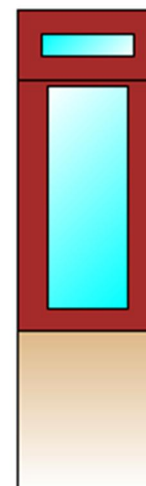
Emissività	ϵ	0,837	-
Fattore tendaggi (invernale)	$f_{c\,inv}$	1,00	-
Fattore tendaggi (estivo)	$f_{c\,est}$	1,00	-
Fattore di trasmittanza solare	$g_{gl,n}$	0,670	-

Caratteristiche delle chiusure oscuranti

Resistenza termica chiusure		0,00	m ² K/W
f shut		0,6	-

Dimensioni del serramento

Larghezza		70,0	cm
Altezza		125,0	cm
Altezza sopra luce		35,0	cm

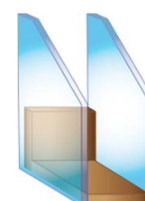


Caratteristiche del telaio

Trasmittanza termica del telaio	U_f	1,60	W/m ² K
K distanziale	K_d	0,08	W/mK
Area totale	A_w	1,120	m ²
Area vetro	A_g	0,495	m ²
Area telaio	A_f	0,625	m ²
Fattore di forma	F_f	0,44	-
Perimetro vetro	L_g	4,160	m
Perimetro telaio	L_f	4,600	m

Stratigrafia del pacchetto vetrato

Descrizione strato	s	λ	R
Resistenza superficiale interna	-	-	0,130
Primo vetro	10,0	1,00	0,010
Intercapedine	-	-	0,211
Secondo vetro	4,0	1,00	0,004
Resistenza superficiale esterna	-	-	0,085



Legenda simboli

s Spessore

mm

λ Conduttività termica
R Resistenza termica

W/mK
m²K/W

Caratteristiche del modulo

Trasmittanza termica del modulo U **2,052** W/m²K

Muro sottofinestra

Struttura opaca associata **M2 Sottofinestra**
Trasmittanza termica U **1,767** W/m²K
Altezza H_{sott} **80,0** cm
Area **0,56** m²

CARATTERISTICHE TERMICHE DEI COMPONENTI FINESTRATI secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 10077

Descrizione della finestra: W9

Codice: W9

Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	Singolo		
Classe di permeabilità	Senza classificazione		
Trasmittanza termica	U_w	2,198	W/m ² K
Trasmittanza solo vetro	U_g	2,004	W/m ² K

Dati per il calcolo degli apporti solari

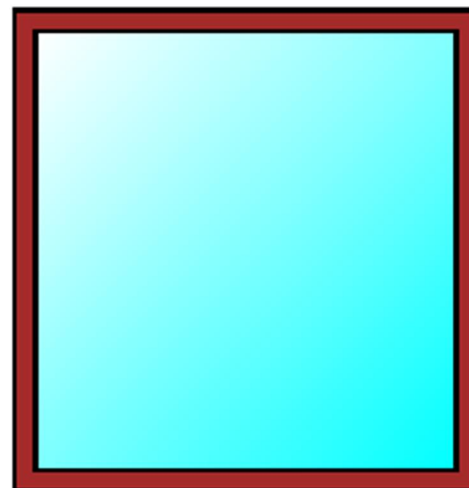
Emissività	ϵ	0,837	-
Fattore tendaggi (invernale)	$f_{c\ inv}$	1,00	-
Fattore tendaggi (estivo)	$f_{c\ est}$	1,00	-
Fattore di trasmittanza solare	$g_{gl,n}$	0,670	-

Caratteristiche delle chiusure oscuranti

Resistenza termica chiusure		0,00	m ² K/W
f shut		0,6	-

Dimensioni del serramento

Larghezza		108,0	cm
Altezza		112,0	cm

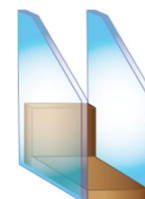


Caratteristiche del telaio

Trasmittanza termica del telaio	U_f	1,60	W/m ² K
K distanziale	K_d	0,08	W/mK
Area totale	A_w	1,210	m ²
Area vetro	A_g	1,000	m ²
Area telaio	A_f	0,210	m ²
Fattore di forma	F_f	0,83	-
Perimetro vetro	L_g	4,000	m
Perimetro telaio	L_f	4,400	m

Stratigrafia del pacchetto vetrato

Descrizione strato	s	λ	R
Resistenza superficiale interna	-	-	0,130
Primo vetro	4,0	1,00	0,004
Intercapedine	-	-	0,276
Secondo vetro	4,0	1,00	0,004
Resistenza superficiale esterna	-	-	0,085



Legenda simboli

s	Spessore	mm
λ	Conduttività termica	W/mK
R	Resistenza termica	m ² K/W

Caratteristiche del modulo

Trasmittanza termica del modulo U **2,198** W/m²K

CARATTERISTICHE TERMICHE DEI COMPONENTI FINISTRATI secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 10077

Descrizione della finestra: W10

Codice: W10

Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	Singolo		
Classe di permeabilità	Senza classificazione		
Trasmittanza termica	U_w	2,279	W/m ² K
Trasmittanza solo vetro	U_g	2,004	W/m ² K

Dati per il calcolo degli apporti solari

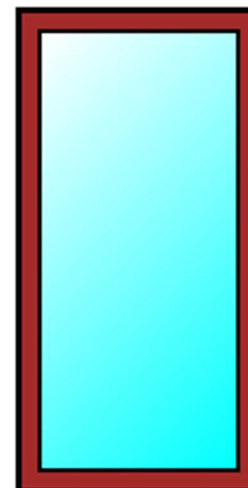
Emissività	ϵ	0,837	-
Fattore tendaggi (invernale)	$f_{c\text{ inv}}$	1,00	-
Fattore tendaggi (estivo)	$f_{c\text{ est}}$	1,00	-
Fattore di trasmittanza solare	$g_{gl,n}$	0,670	-

Caratteristiche delle chiusure oscuranti

Resistenza termica chiusure		0,00	m ² K/W
f shut		0,6	-

Dimensioni del serramento

Larghezza		56,0	cm
Altezza		112,0	cm

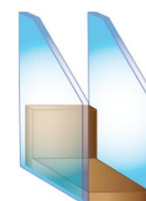


Caratteristiche del telaio

Trasmittanza termica del telaio	U_f	1,60	W/m ² K
K distanziale	K_d	0,08	W/mK
Area totale	A_w	0,627	m ²
Area vetro	A_g	0,469	m ²
Area telaio	A_f	0,158	m ²
Fattore di forma	F_f	0,75	-
Perimetro vetro	L_g	2,960	m
Perimetro telaio	L_f	3,360	m

Stratigrafia del pacchetto vetrato

Descrizione strato	s	λ	R
Resistenza superficiale interna	-	-	0,130
Primo vetro	4,0	1,00	0,004
Intercapedine	-	-	0,276
Secondo vetro	4,0	1,00	0,004
Resistenza superficiale esterna	-	-	0,085



Legenda simboli

s	Spessore	mm
λ	Conduttività termica	W/mK
R	Resistenza termica	m ² K/W

Caratteristiche del modulo

Trasmittanza termica del modulo U **2,279** W/m²K

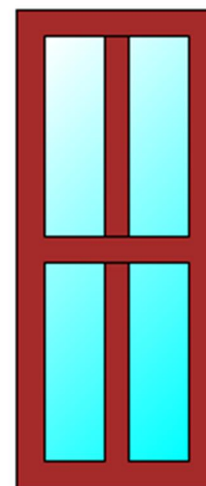
CARATTERISTICHE TERMICHE DEI COMPONENTI FINESTRATI secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 10077

Descrizione della finestra: W11

Codice: W11

Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	Singolo	
Classe di permeabilità	Senza classificazione	
Trasmittanza termica	U_w	2,241 W/m ² K
Trasmittanza solo vetro	U_g	2,272 W/m ² K



Dati per il calcolo degli apporti solari

Emissività	ϵ	0,837	-
Fattore tendaggi (invernale)	$f_{c\ inv}$	1,00	-
Fattore tendaggi (estivo)	$f_{c\ est}$	1,00	-
Fattore di trasmittanza solare	$g_{gl,n}$	0,670	-

Caratteristiche delle chiusure oscuranti

Resistenza termica chiusure	0,00	m ² K/W
f shut	0,6	-

Dimensioni del serramento

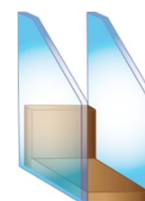
Larghezza	115,0	cm
Altezza	275,0	cm

Caratteristiche del telaio

Trasmittanza termica del telaio	U_f	1,60	W/m ² K
K distanziale	K_d	0,08	W/mK
Area totale	A_w	3,162	m ²
Area vetro	A_g	1,596	m ²
Area telaio	A_f	1,566	m ²
Fattore di forma	F_f	0,50	-
Perimetro vetro	L_g	11,920	m
Perimetro telaio	L_f	7,800	m

Stratigrafia del pacchetto vetrato

Descrizione strato	s	λ	R
Resistenza superficiale interna	-	-	0,130
Primo vetro	10,0	1,00	0,010
Intercapedine	-	-	0,211
Secondo vetro	4,0	1,00	0,004
Resistenza superficiale esterna	-	-	0,085



Legenda simboli

s	Spessore	mm
λ	Conduttività termica	W/mK
R	Resistenza termica	m ² K/W

Caratteristiche del modulo

Trasmittanza termica del modulo U **2,241** W/m²K

CARATTERISTICHE TERMICHE DEI COMPONENTI FINESTRATI secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 10077

Descrizione della finestra: W12

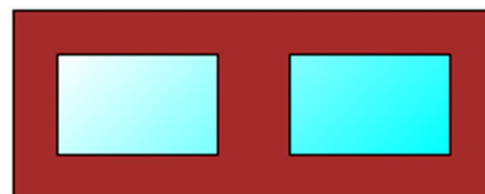
Codice: W12

Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	Singolo		
Classe di permeabilità	Senza classificazione		
Trasmittanza termica	U_w	2,110	W/m ² K
Trasmittanza solo vetro	U_g	2,272	W/m ² K

Dati per il calcolo degli apporti solari

Emissività	ϵ	0,837	-
Fattore tendaggi (invernale)	$f_{c\ inv}$	1,00	-
Fattore tendaggi (estivo)	$f_{c\ est}$	1,00	-
Fattore di trasmittanza solare	$g_{gl,n}$	0,670	-



Caratteristiche delle chiusure oscuranti

Resistenza termica chiusure		0,00	m ² K/W
f shut		0,6	-

Dimensioni del serramento

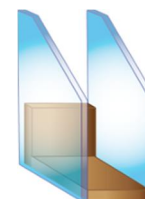
Larghezza		165,0	cm
Altezza		65,0	cm

Caratteristiche del telaio

Trasmittanza termica del telaio	U_f	1,60	W/m ² K
K distanziale	K_d	0,08	W/mK
Area totale	A_w	1,072	m ²
Area vetro	A_g	0,385	m ²
Area telaio	A_f	0,688	m ²
Fattore di forma	F_f	0,36	-
Perimetro vetro	L_g	3,600	m
Perimetro telaio	L_f	4,600	m

Stratigrafia del pacchetto vetrato

Descrizione strato	s	λ	R
Resistenza superficiale interna	-	-	0,130
Primo vetro	10,0	1,00	0,010
Intercapedine	-	-	0,211
Secondo vetro	4,0	1,00	0,004
Resistenza superficiale esterna	-	-	0,085



Legenda simboli

s	Spessore	mm
λ	Conduttività termica	W/mK
R	Resistenza termica	m ² K/W

Caratteristiche del modulo

Trasmittanza termica del modulo U **2,110** W/m²K

CARATTERISTICHE TERMICHE DEI COMPONENTI FINESTRATI

secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 10077

Descrizione della finestra: **W13**

Codice: W13

Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	Singolo		
Classe di permeabilità	Senza classificazione		
Trasmittanza termica	U_w	2,300	W/m ² K
Trasmittanza solo vetro	U_g	2,272	W/m ² K

Dati per il calcolo degli apporti solari

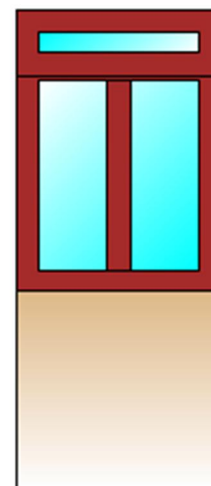
Emissività	ϵ	0,837	-
Fattore tendaggi (invernale)	$f_{c\ inv}$	1,00	-
Fattore tendaggi (estivo)	$f_{c\ est}$	1,00	-
Fattore di trasmittanza solare	$g_{gl,n}$	0,670	-

Caratteristiche delle chiusure oscuranti

Resistenza termica chiusure	R_{shut}	0,00	m ² K/W
f shut		0,6	-

Dimensioni del serramento

Larghezza	110,0	cm
Altezza	115,0	cm
Altezza sopra luce	35,0	cm

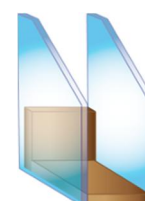


Caratteristiche del telaio

Trasmittanza termica del telaio	U_f	1,60	W/m ² K
K distanziale	K_d	0,08	W/mK
Area totale	A_w	1,650	m ²
Area vetro	A_g	0,832	m ²
Area telaio	A_f	0,818	m ²
Fattore di forma	F_f	0,50	-
Perimetro vetro	L_g	7,440	m
Perimetro telaio	L_f	5,200	m

Stratigrafia del pacchetto vetrato

Descrizione strato	s	λ	R
Resistenza superficiale interna	-	-	0,130
Primo vetro	10,0	1,00	0,010
Intercapedine	-	-	0,211
Secondo vetro	4,0	1,00	0,004
Resistenza superficiale esterna	-	-	0,085



Legenda simboli

s Spessore

mm

λ Conduttività termica
R Resistenza termica

W/mK
 m^2K/W

Caratteristiche del modulo

Trasmittanza termica del modulo U **2,078** W/m²K

Muro sottofinestra

Struttura opaca associata

M2 Sottofinestra

Trasmittanza termica

U **1,767** W/m²K

Altezza

H_{sott} **107,0** cm

Area

1,18 m²

CARATTERISTICHE TERMICHE DEI COMPONENTI FINESTRATI secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 10077

Descrizione della finestra: W14

Codice: W14

Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	Singolo		
Classe di permeabilità	Senza classificazione		
Trasmittanza termica	U_w	2,193	W/m ² K
Trasmittanza solo vetro	U_g	2,272	W/m ² K

Dati per il calcolo degli apporti solari

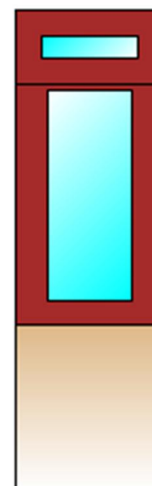
Emissività	ϵ	0,837	-
Fattore tendaggi (invernale)	$f_{c\ inv}$	1,00	-
Fattore tendaggi (estivo)	$f_{c\ est}$	1,00	-
Fattore di trasmittanza solare	$g_{gl,n}$	0,670	-

Caratteristiche delle chiusure oscuranti

Resistenza termica chiusure		0,00	m ² K/W
f shut		0,6	-

Dimensioni del serramento

Larghezza		70,0	cm
Altezza		115,0	cm
Altezza sopra luce		35,0	cm

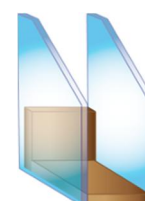


Caratteristiche del telaio

Trasmittanza termica del telaio	U_f	1,60	W/m ² K
K distanziale	K_d	0,08	W/mK
Area totale	A_w	1,050	m ²
Area vetro	A_g	0,455	m ²
Area telaio	A_f	0,595	m ²
Fattore di forma	F_f	0,43	-
Perimetro vetro	L_g	3,960	m
Perimetro telaio	L_f	4,400	m

Stratigrafia del pacchetto vetrato

Descrizione strato	s	λ	R
Resistenza superficiale interna	-	-	0,130
Primo vetro	10,0	1,00	0,010
Intercapedine	-	-	0,211
Secondo vetro	4,0	1,00	0,004
Resistenza superficiale esterna	-	-	0,085



Legenda simboli

s Spessore

mm

λ Conduttività termica
R Resistenza termica

W/mK
 m^2K/W

Caratteristiche del modulo

Trasmittanza termica del modulo U **2,045** W/m²K

Muro sottofinestra

Struttura opaca associata **M2 Sottofinestra**
Trasmittanza termica U **1,767** W/m²K
Altezza H_{sott} **80,0** cm
Area **0,56** m²

CARATTERISTICHE TERMICHE DEI COMPONENTI FINISTRATI secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 10077

Descrizione della finestra: **W15**

Codice: W15

Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	Singolo		
Classe di permeabilità	Senza classificazione		
Trasmittanza termica	U_w	2,276	W/m ² K
Trasmittanza solo vetro	U_g	2,272	W/m ² K

Dati per il calcolo degli apporti solari

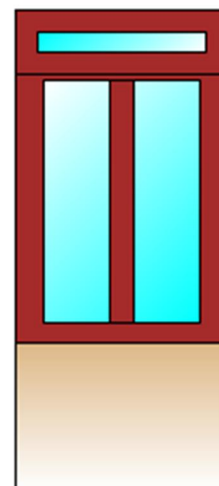
Emissività	ϵ	0,837	-
Fattore tendaggi (invernale)	$f_{c\,inv}$	1,00	-
Fattore tendaggi (estivo)	$f_{c\,est}$	1,00	-
Fattore di trasmittanza solare	$g_{gl,n}$	0,670	-

Caratteristiche delle chiusure oscuranti

Resistenza termica chiusure		0,00	m ² K/W
f shut		0,6	-

Dimensioni del serramento

Larghezza		115,0	cm
Altezza		145,0	cm
Altezza sopra luce		35,0	cm

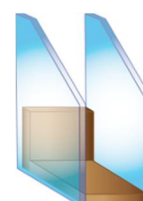


Caratteristiche del telaio

Trasmittanza termica del telaio	U_f	1,60	W/m ² K
K distanziale	K_d	0,08	W/mK
Area totale	A_w	2,070	m ²
Area vetro	A_g	1,043	m ²
Area telaio	A_f	1,027	m ²
Fattore di forma	F_f	0,50	-
Perimetro vetro	L_g	8,720	m
Perimetro telaio	L_f	5,900	m

Stratigrafia del pacchetto vetrato

Descrizione strato	s	λ	R
Resistenza superficiale interna	-	-	0,130
Primo vetro	10,0	1,00	0,010
Intercapedine	-	-	0,211
Secondo vetro	4,0	1,00	0,004
Resistenza superficiale esterna	-	-	0,085



Legenda simboli

s Spessore

mm

λ Conduttività termica
R Resistenza termica

W/mK
 m^2K/W

Caratteristiche del modulo

Trasmittanza termica del modulo U **2,119** W/m²K

Muro sottofinestra

Struttura opaca associata

M2 Sottofinestra

Trasmittanza termica

U **1,767** W/m²K

Altezza

H_{sott} **80,0** cm

Area

0,92 m²