

REPORT DI DIAGNOSI ENERGETICA

Scuola primaria "Balbis Garrone"
Strada Nuova, 2 – TORINO

Il Redattore della diagnosi energetica
Arch. Silvana Parisi

Il Responsabile della diagnosi energetica
Arch. Silvana Parisi



Sommario

1. Executive summary	3
2. Introduzione	6
2.1. Introduzione alla diagnosi e scopo dello studio.....	6
2.2. Norme tecniche e legislazione di riferimento	7
2.2.1. UNI CEI/TR 11428 e verifica di coerenza	12
2.3. Oggetto della diagnosi	14
2.4. Riferimento e contatti auditor e personale coinvolto	15
2.5. Documentazione acquisita.....	15
3. Analisi dei consumi.....	17
3.1. Unità di misura, fattori di conversione	17
3.2. Modalità di raccolta dati di consumo	17
3.3. Analisi dei consumi elettrici	18
3.4. Analisi dei consumi termici	21
3.5. Risultati dell'analisi dei consumi	23
4. Descrizione dell'edificio.....	25
4.1. Informazioni sul sito.....	25
4.2. Inquadramento territoriale.....	25
4.3. Foto del sito	27
4.4. Dati geografici e climatici.....	28
4.5. Caratteristiche tecniche generali e dimensionali.....	29
4.6. Planimetrie.....	30
4.1. Considerazioni generali sull'edificio.....	31
4.1. Considerazioni sull'uso dell'edificio rilevate attraverso interviste	31
5. Modello termico.....	31
5.1. Modellazione involucro edilizio	31
5.2. Modellazione impianto termico.....	35
5.3. Confronto tra Consumo Operativo e Consumo Effettivo.....	38
5.4. Indici di prestazione energetica	39
6. Proposte di intervento	41
6.1. Generatore di calore a condensazione e valvole termostatiche.....	41
6.2. Isolamento solaio sottotetto e solaio cantina.....	42

6.3.	Cappotto	42
6.4.	Conclusioni.....	43
7.	Allegati	44

1. Executive summary

Di seguito si riassumono gli elementi principali (dati e risultati) della diagnosi energetica svolta per l'edificio sito in via Nuova 2, Torino. L'edificio, sito in località Cavoretto, ospita la scuola primaria Balbis Garrone.

Dati geometrici:

Superficie (m2)		Volumetria complessiva (m3)		
1.482		4.445		
Piani riscaldati	Superficie utile riscaldata (m2)	Superficie disperdente involucro edilizio (m2)	Volume lordo riscaldato (m3)	Rapporto S/V (m-1)
3	1171,43	3.061,23	6.408,50	0,48

Caratteristiche termo-fisiche dei componenti edilizi:

Descrizione elemento opaco	U [W/m2K]	Sup. [m2]
Parete esterna	1,403	1163,85
Sottofinestra	2,223	86,66
cassonetto	1,056	16,81
Pavimento su vespaio aerato	0,452	573,33
Soffitto a terrazzo	1,821	139,24
Solaio sottotetto	1,375	456,42

Descrizione elemento trasparente	U [W/m2K]	Sup. [m2]
finestra aule PT	-8	3164
porta di sicurezza	-8	604
portone	-8	289
finestra scale	-8	684
finestra aule 1P	-8	1244
finestre scale	-8	332
porta di sicurezza	-8	248
finestra 1 anta	-8	71
finestre palestra	-8	1277
finestre mensa	-8	1231
porta di sicurezza	-8	709
finestra scale	-8	320
finestra aule	-8	1947
portafinestra aule	-8	211
finestra aule	-8	1825

Consumi termici reali:

	Stagione 2012/'13	Stagione 2013/'14	Stagione 2014/'15
Consumi reali (Smc)	22.303	19.075	21.567
GG	2.502	2.136	2.161
Consumo Specifico (Smc/mc risc.)	3,5	3,0	3,4

Consumi elettrici:

	Anno 2014	Anno 2015
Consumo elettrico (kWh)	13.118	21.589
Consumo Specifico (kWh/mc)	2,05	3,37

Interventi proposti:

Interventi	Investimento	Risparmio			PB
	€	%	Smc	€/anno	anni
Generatore di calore a condensazione + valvole + regolazione climatica	20226	26%	5844	3974	5
Isolamento sottotetto	18240	18%	4023	2736	7
Cappotto INTERNO	75000	41%	9325	6341	12

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 di 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 alla 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.

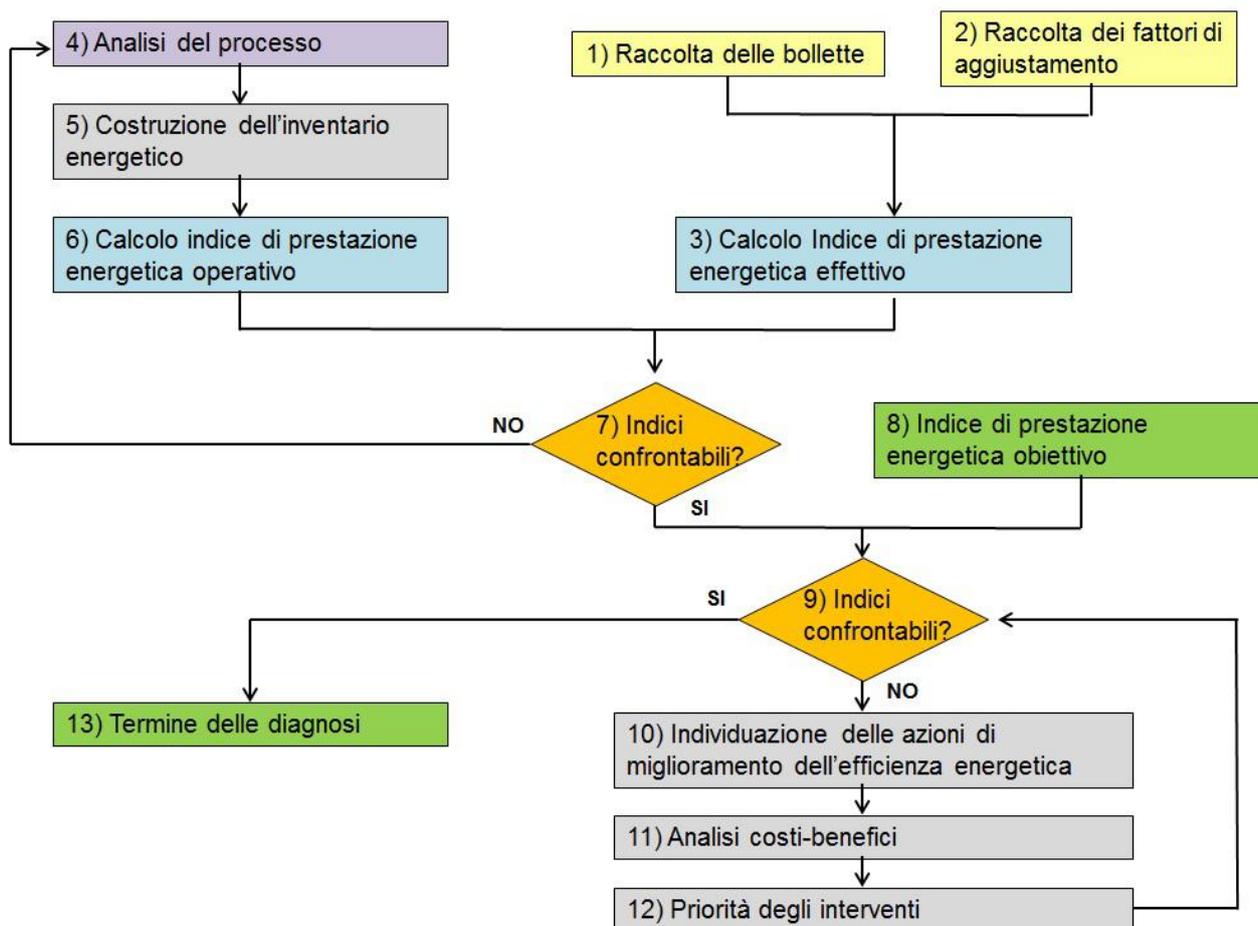


Figura 1 - Azioni previste per la Diagnosi Energetica secondo la norma UNI CEI TR 11428

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 sul complesso comunale della scuola Primaria "Balbis Garrone" sito in via Nuova, 2 a Torino.

Dati geometrici:

Superficie (m2)		Volumetria complessiva (m3)		
1.482		4.445		
Piani riscaldati	Superficie utile riscaldata (m2)	Superficie disperdente involucro edilizio (m2)	Volume lordo riscaldato (m3)	Rapporto S/V (m-1)
3	1171,43	3.061,23	6.408,50	0,48

L'analisi dei consumi si basa sui consumi termici riferiti alle stagioni termiche 2012/2013, 2013/2014, 2014/2015 e per quanto riguarda i consumi elettrici, quelli riferiti agli anni 2014 e al 2015.

Consumi termici:

	Stagione 2012/'13	Stagione 2013/'14	Stagione 2014/'15
Consumi reali (Smc)	22.303	19.075	21.567
GG	2.502	2.136	2.161
Consumo Specifico (Smc/mc risc.)	3,5	3,0	3,4

Consumi elettrici:

	Anno 2014	Anno 2015
Consumo elettrico (kWh)	13.118	21.589
Consumo Specifico (kWh/mc)	2,05	3,37



Figura 2 - Vista aerea dell'edificio oggetto di analisi

2.4. Riferimento e contatti auditor e personale coinvolto

NOME	FUNZIONE
arch. Silvana Parisi	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.



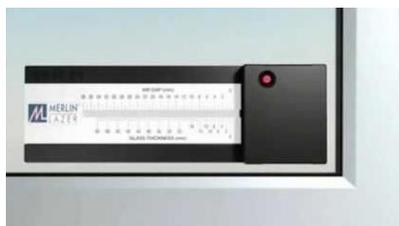
Rilevatore trattamento bassoemissivo:

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

L'edificio possiede un POD unico:

POD	IT020E00087538
-----	----------------

Si riportano di seguito i consumi, da bolletta, relativi agli anni 2014 e 2015 in quanto unici dati disponibili.

MESE	kWh	Tot fattura [€] (IVA INCLUSA)
gen-14	839	€ 260,42
feb-14	730	€ 237,00
mar-14	1.913	€ 488,00
apr-14	1.525	€ 416,00
mag-14	1.242	€ 354,00
giu-14	690	€ 233,00
lug-14	713	€ 236,00
ago-14	713	€ 237,00
set-14	437	€ 176,00
ott-14	932	€ 288,00
nov-14	1.692	€ 445,00
dic-14	1.692	€ 445,00
Totale	13.118	€ 3.815,42

MESE	kWh	Tot fattura [€] (IVA INCLUSA)
gen-15	2.531	€ 607,00
feb-15	2.304	€ 560,00
mar-15	1.526	€ 399,00
apr-15	1.692	€ 427,00
mag-15	1.692	€ 427,00
giu-15	1.692	€ 427,00
lug-15	1.692	€ 428,00
ago-15	1.692	€ 428,00
set-15	1.692	€ 430,00
ott-15	1.692	€ 432,00
nov-15	1.692	€ 432,00
dic-15	1.692	€ 432,00
Totale	21.589	€ 5.429,00

Costo unitario medio (per gli anni 2014 e 2015) del vettore energia elettrica:

0,27	€/kWh IVA ESCLUSA
-------------	--------------------------

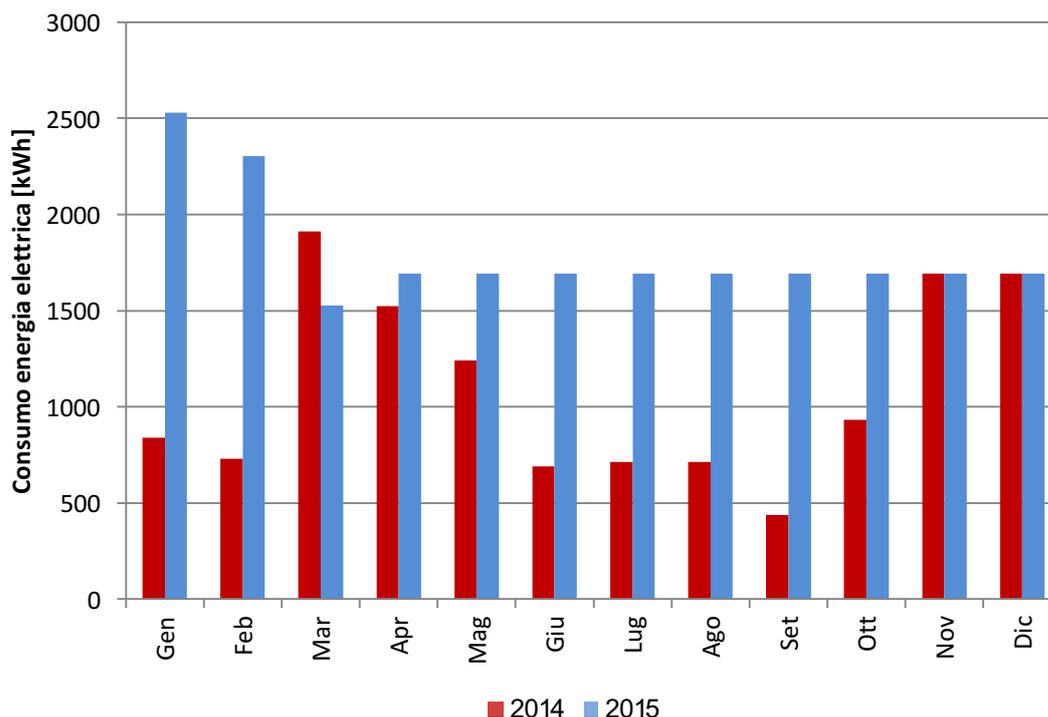


Figura 3 - Andamento mensile consumi elettrici relativi anni 2014 e 2015

Analizzando i dati, il trend di consumi mensili di energia elettrica mostra andamenti diversi per le due annate, con picchi nei mesi primaverili del 2014 e nei mesi invernali del 2015. Non è possibile fare considerazioni per i mesi di novembre e dicembre 2014 e da aprile a dicembre 2015, in quanto le bollette hanno riportato dei consumi stimati.

I consumi elettrici sono dovuti principalmente a:

- illuminazione ambienti indoor;
- Pompe di circolazione dei circuiti idronici di riscaldamento
- Boiler elettrici per la produzione di acqua calda sanitaria
- Apparecchiature varie.

in sede di sopralluogo sono state identificate le seguenti apparecchiature alimentate elettricamente:

- Refettorio: scaldavivande, frigo

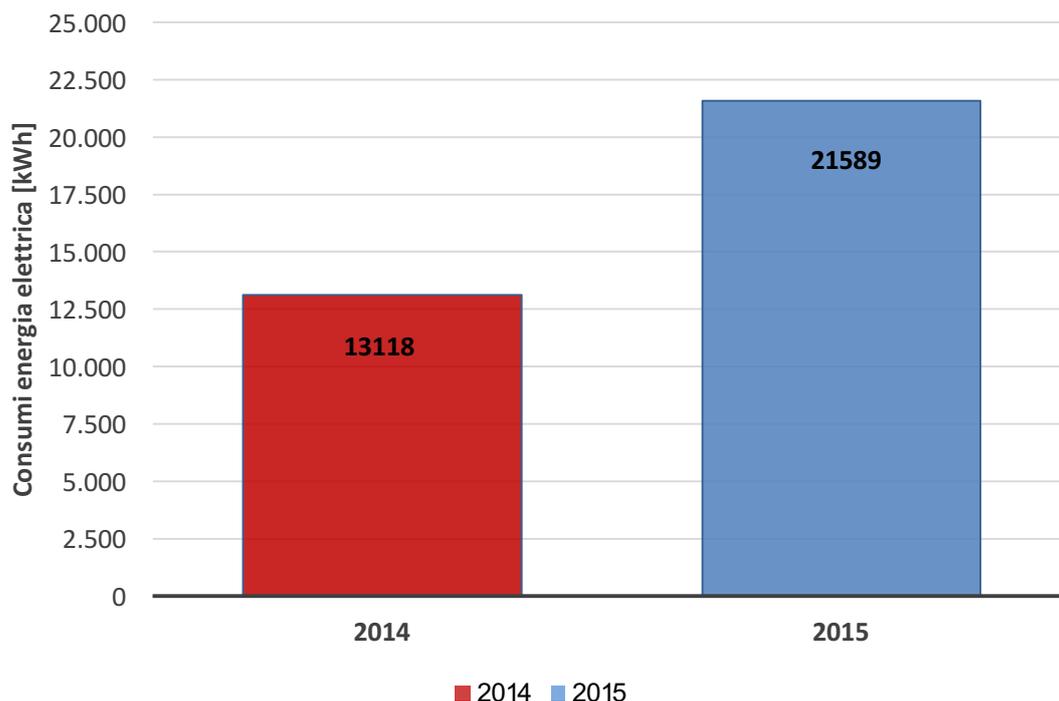


Figura 4 - Consumi elettrici annui 2014-2015

Complessivamente, tra il 2014 e il 2015 si registra una differenza nei consumi notevole, ma come sottolineato in precedenza, le bollette del 2015 hanno riportato quasi esclusivamente consumi stimati.

Le bollette non riportano la suddivisione dei consumi in 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, palestra, 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]
aula tipo	52	7	2	36	504	9,7
palestra	106	8	4	18	576	5,4
scale	45	3	2	36	216	4,8
mensa	115	14	4	18	1008	8,8

3.4. Analisi dei consumi termici

L'edificio possiede un PDR unico:

PDR	09951208109062
-----	----------------

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]
22.303	19.075	21.567

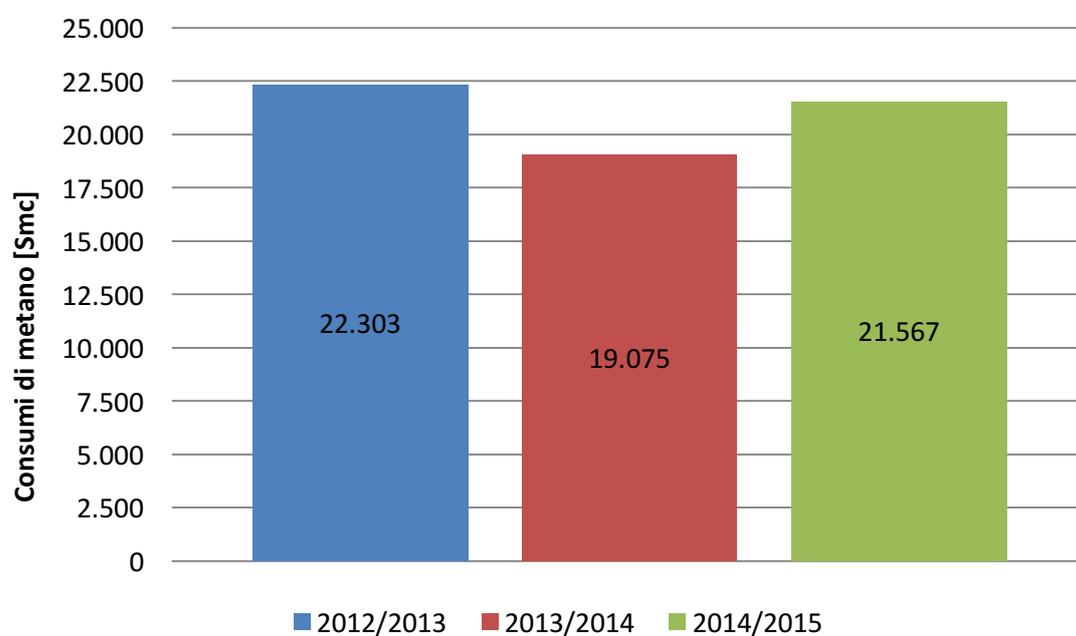


Figura 5 - Consumi di metano ultime tre stagioni di riscaldamento

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)	20.204	20.240	22.620
Consumo Specifico (Smc/mc risc.)	3,15	3,16	3,53

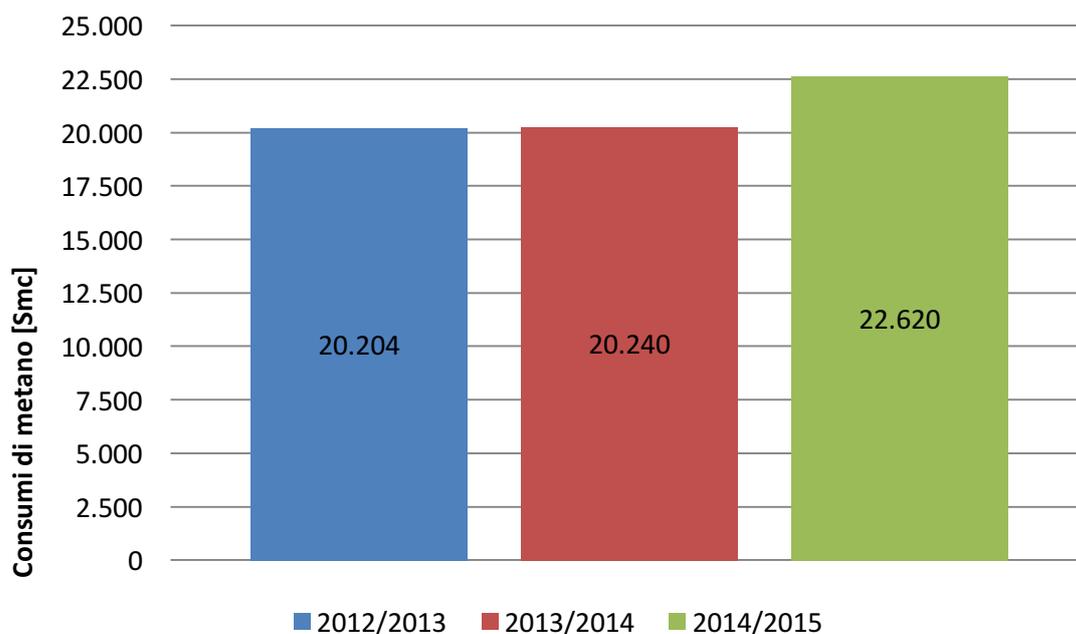


Figura 6 - Consumi di metano normalizzati ultime tre stagioni di riscaldamento

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 riferito al periodo in analisi è di **20982 Smc**.

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

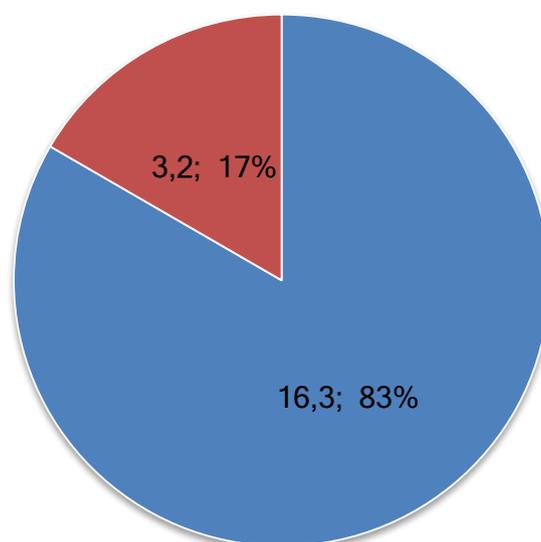
0,68 €/Smc IVA ESCLUSA

3.5. Risultati dell'analisi dei consumi

In questo paragrafo sono presentati i risultati principali dell'analisi dei consumi, mentre si rimanda al capitolo 4 per il dettaglio dell'analisi. Le informazioni qui riportate sono: la ripartizione del fabbisogno energetico distinguendo tra vettori energetici.

	Smc	TEP
Consumo medio metano	20.982	16,3

	kWh	TEP
Consumo medio En. El.	17.354	3,2



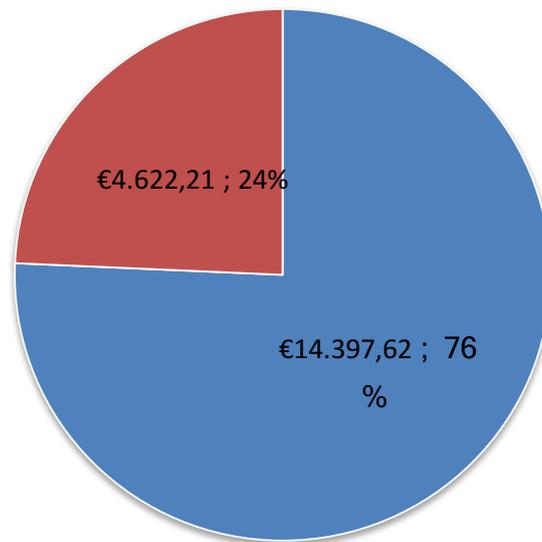
■ Energia primaria energia termica [TEP] ■ Energia primaria energia elettrica [TEP]

Figura 7 - Ripartizione dei consumi in energia primaria [TEP]

Il grafico evidenzia che i consumi di energia primaria per la produzione di energia termica costituiscono la gran parte dei consumi dell'edificio.

Di seguito sono riportate le spese medie sostenute per il consumo di gas metano ed energia elettrica:

Servizio	€/anno	%
Spesa media per usi termici	14.397,62	76%
Spesa media per usi elettrici	4.622,21	24%
Totale	19.019,83	100%



■ Spesa media per usi termici ■ Spesa media per usi elettrici

Figura 8 - Ripartizione della spesa energetica

4. Descrizione dell'edificio

4.1. Informazioni sul sito

Comune	Torino
Nome edificio	<i>Scuola Primaria "Balbis Garrone"</i>
Indirizzo	Via Nuova, 2
Destinazione d'uso	E.7 - Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli ed assimilabili
Contesto urbano	Quartiere Cavoretto Circoscrizione 8
Anno di costruzione	1910
Descrizione generale	Scuola Primaria Comunale
Dati di occupazione	Numero di utenti: 100 alunni Presenza della mensa scolastica , utilizzata da 85 utenti giornalieri, pasti preparati esternamente alla scuola. Non è presente cucina né lavaggio stoviglie.

4.2. Inquadramento territoriale

L'edificio è situato in zona collinare a Sud-Est di Torino (località Cavoretto).

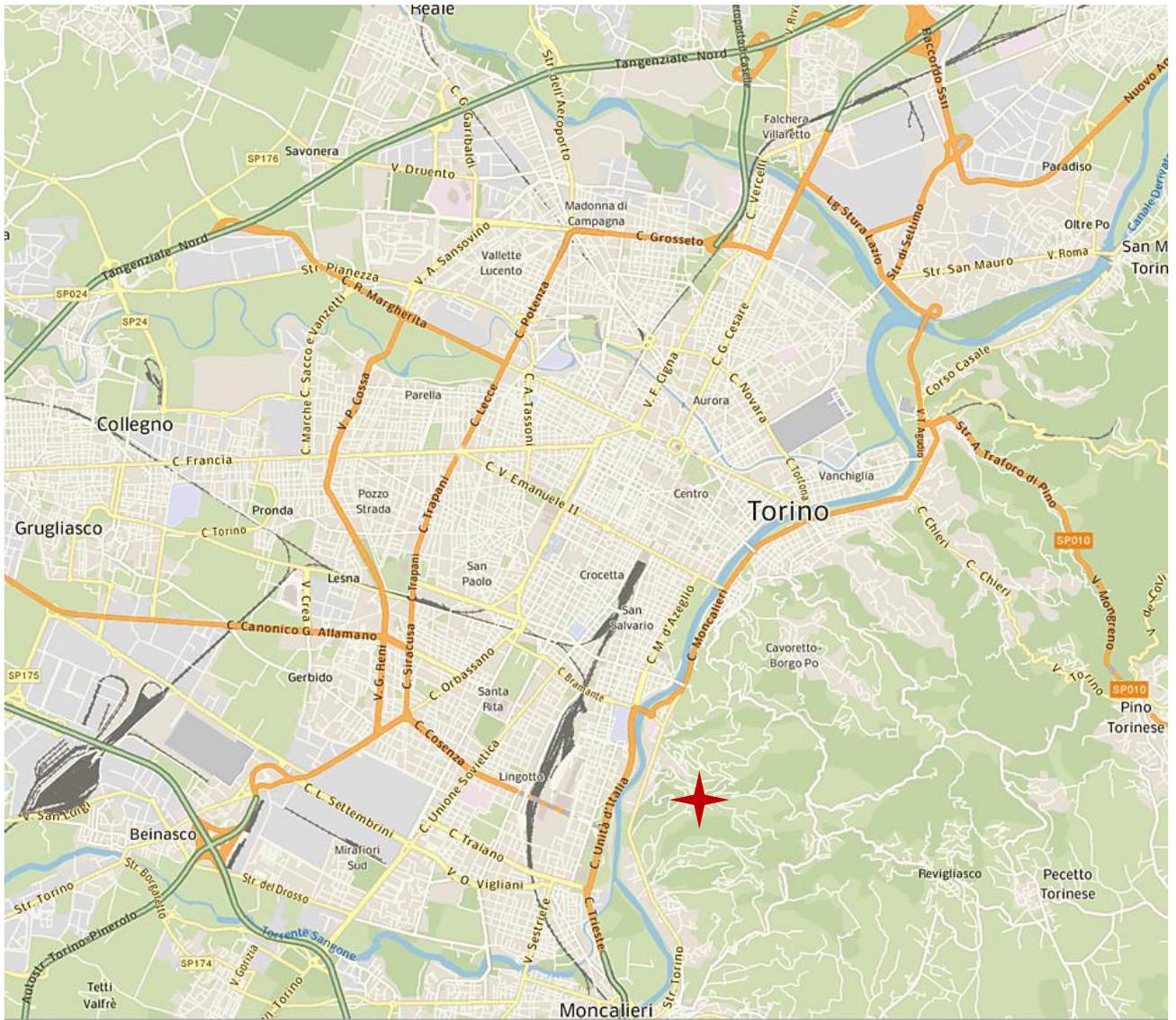


Figura 9 – Localizzazione dell'edificio nel territorio comunale

4.3. Foto del sito



Figura 10 – inquadramento aerofotogrammetrico dell'edificio



Foto esterna



Foto esterne



Foto esterna



Foto esterna



Foto interna



Foto interna

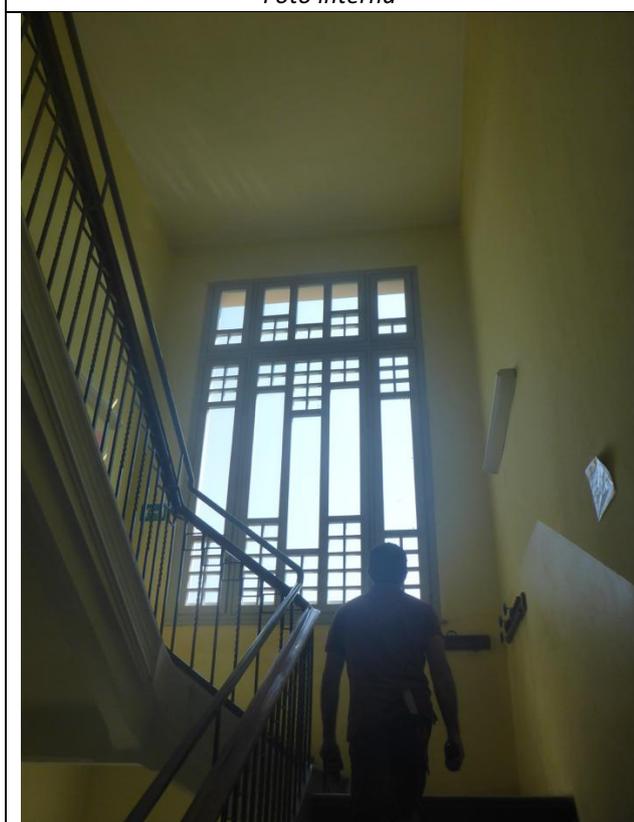


Foto interna



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°01'46,9" N
Longitudine	7°41'16,5" 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 10349/2016.

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 (m2)	Superficie disperdente involucro edilizio (m2)	Volume lordo riscaldato (m3)	Rapporto S/V (m-1)
3	1171,43	1.480,39	6.408,50	0,48

L'edificio si sviluppa su 2 piani fuori terra per un'altezza al filo di gronda di 6 metri circa. Le coperture sono piane con terrazze praticabili.

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

Struttura portante in muratura piena in laterizio, di spessore 52 cm; in corrispondenza dei sottofinestra lo spessore si riduce a 28 cm. Solai in laterocemento o in voltini di laterizio. Il solaio sottotetto non presenta isolamento.

Al piano interrato le murature contro terra presentano una controparete di recente realizzazione che fa supporre la presenza di isolamento. Il piano interrato costituisce un elemento di collegamento tra i due corpi che compongono la scuola; la parte centrale (palestra) presenta una terrazza in copertura, a livello del piano terreno.

I serramenti sono stati oggetto di sostituzione recente, sono costituiti da telaio in legno con doppio vetro 6/14/6 con pellicola basso emissiva. Le porte di sicurezza, anch'esse recenti, sono costituite da telaio in metallo a taglio termico e vetro 6/14/6 senza pellicola basso emissiva. Le schermature solari sono in parte esterne con avvolgibili (non sostituite insieme ai serramenti), in parte con oscuranti esterni.

Impianto di riscaldamento

La scuola è servita da un impianto di riscaldamento così composto:

- 3 caldaie tradizionali murali “ATAG S-HR60”, alimentate a metano, potenza utile nominale 158,7 kW. I due generatori lavorano in parallelo;
 - La distribuzione primaria del fluido termovettore è garantita da una coppia di pompe di circolazione, di cui una equivalente utilizzata come backup;
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. Le pompe di circolazione sono a giri fissi;
 - Terminali di emissione: radiatori in ghisa senza valvole termostatiche;
 - Regolazione con compensazione climatica in centrale termica;
 - 1 circuito di distribuzione;
 - Accensione impianto (dato fornitoci dal responsabile IREN per gli impianti termici): circuito aule dal lunedì al venerdì 06:00 – 18:00.
- L'impianto non è oggetto di telegestione.

Impianto di produzione acqua calda sanitaria

- La produzione dell'acs dei bagni avviene tramite boiler elettrici.

4.6. Planimetrie

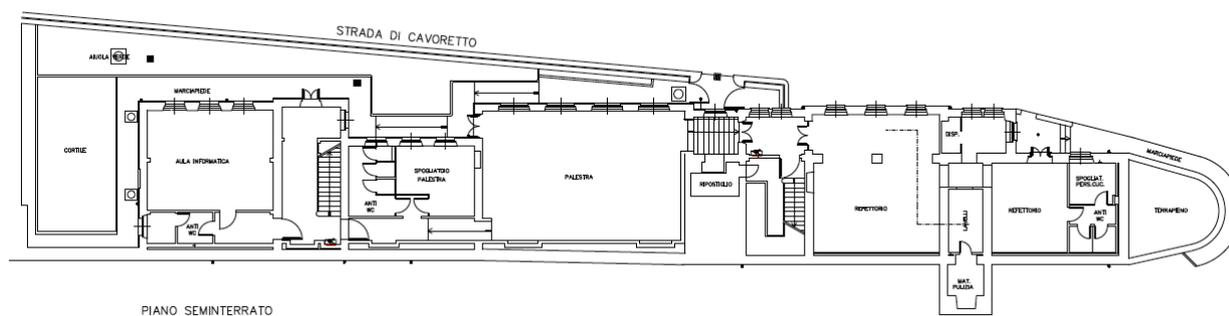


Figura 11 - Pianta piano seminterrato

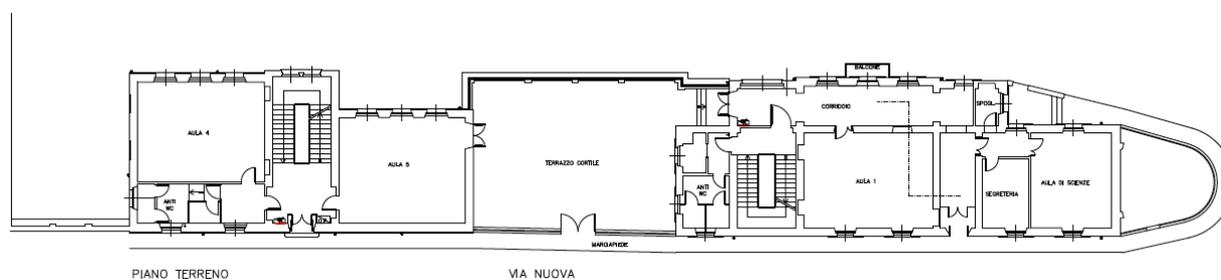


Figura 12 - Pianta piano terra

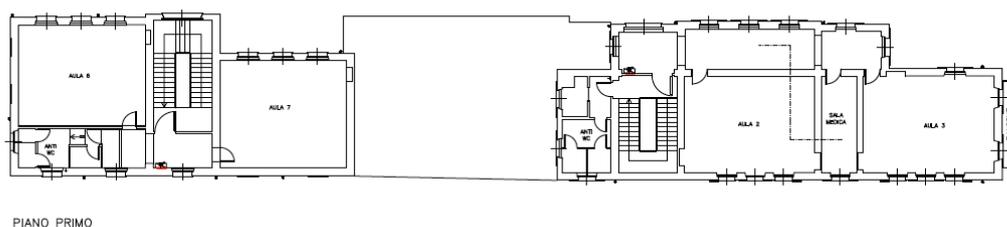


Figura 13 - Pianta piano primo

4.1. Considerazioni generali sull'edificio

L'Edificio si presenta in condizioni discrete, lavori di manutenzione sono stati eseguiti di recente, tra cui la sostituzione di tutti i serramenti. Le pareti del piano interrato sono state oggetto di risanamento in tempi recenti, tramite la costruzione di una controparete.

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

Nella parte relativa alle "criticità legate alle condizioni di confort termoigrometrico segnalate dagli utenti della struttura" della scheda fornitrice, non vengono indicate criticità.

In seguito a conversazione con il personale della scuola primaria si è rilevato un discomfort nella stagione invernale, legato alle infiltrazioni d'aria attraverso i cassonetti; questi ultimi non sono stati oggetto di nessun intervento in occasione della sostituzione dei serramenti.

5. Modello termico

5.1. Modellazione involucro edilizio

Per la costruzione del modello energetico del complesso sito in Via Nuova 2 (Torino), si è individuata un'unica zona termica servita dalla stessa caldaia.

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	Parete esterna	1,320	1163,85	81043	46,6	18372	57,8	24729	36,6
M2	Parete verso terreno	0,000	363,51	0	0,0	-	-	-	-
M3	Sottofinestra	2,020	86,66	9090	5,2	2094	6,6	2713	4,0
M4	cassonetto	1,012	16,81	918	0,5	204	0,6	162	0,2
P1	Pavimento su vespaio aerato	0,452	573,33	13106	7,5	-	-	-	-
S2	Soffitto a terrazzo	1,683	139,24	10995	6,3	5605	17,6	4904	7,3
S4	Solaio sottotetto	1,375	456,42	33057	19,0	-	-	-	-

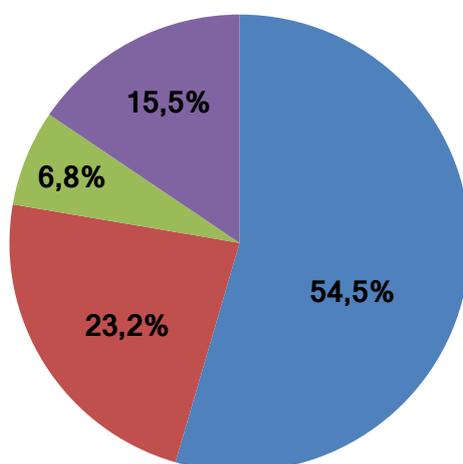
Totali **148209** **85,2** **26274** **82,6** **32509** **48,1**

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	finestra aule PT	1,789	52,87	5033	2,9	1052	3,3	7127	10,5
W2	porta di sicurezza	2,730	6,74	944	0,5	205	0,6	1073	1,6
W3	portone	2,001	4,69	440	0,3	104	0,3	0	0,0
W4	finestra scale	1,888	10,94	969	0,6	230	0,7	1296	1,9
W5	finestra aule 1P	1,818	20,57	2083	1,2	416	1,3	2782	4,1
W6	finestre scale	1,811	5,52	469	0,3	111	0,3	706	1,0
W7	porta di sicurezza	2,815	2,59	342	0,2	81	0,3	325	0,5
W8	finestra 1 anta	1,735	1,42	116	0,1	27	0,1	325	0,5
W9	finestre palestra	1,785	21,29	1782	1,0	423	1,3	3706	5,5
W10	finestre mensa	1,803	20,83	2019	1,2	418	1,3	2969	4,4
W11	porta di sicurezza	2,740	7,34	1032	0,6	224	0,7	820	1,2
W12	finestra scale	1,794	5,33	449	0,3	106	0,3	795	1,2
W13	finestra aule	1,809	33,01	3206	1,8	664	2,1	4253	6,3

W14	portafinestra aule	1,790	3,55	298	0,2	71	0,2	456	0,7
W15	finestra aule	1,827	30,76	2915	1,7	625	2,0	3294	4,9
W16	finestra scale	1,791	5,33	448	0,3	106	0,3	760	1,1
W17	portafinestra aule	1,798	8,49	850	0,5	170	0,5	1506	2,2
W18	W1 senza cassonetto	1,789	11,34	1071	0,6	226	0,7	1289	1,9
W19	W5 senza cassonetto	1,818	13,69	1277	0,7	277	0,9	1587	2,3

Totali **25744** **14,8** **5536** **17,4** **35069** **51,9**



■ Componenti opachi verticali ■ Coperture ■ Pavimenti ■ Componenti finestrati

Figura 14 - %, per componente, di dispersioni per trasmissione ed extraflusso

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	-764,15	-4.165,85	-1.105,00	3.756,00	1.912,00	2.939,00
Novembre	-3.175,64	-17.312,36	-3.239,00	4.195,00	3.374,00	20.773,00
Dicembre	-5.257,91	-28.664,09	-5.008,00	3.954,00	3.486,00	36.278,00
Gennaio	-5.171,89	-28.195,12	-4.942,00	4.019,00	3.486,00	36.480,00
Febbraio	-4.408,36	-24.032,65	-4.433,00	5.355,00	3.149,00	28.798,00
Marzo	-2.685,69	-14.641,32	-3.313,00	8.479,00	3.486,00	15.695,00
Aprile	-460,04	-2.507,96	-1.018,00	5.310,00	1.687,00	1.266,00
	-21.923,67 13%	-119.519,34 73%	-23.058,00 14%	35.068,00 63%	20.580,00 37%	142.229,00

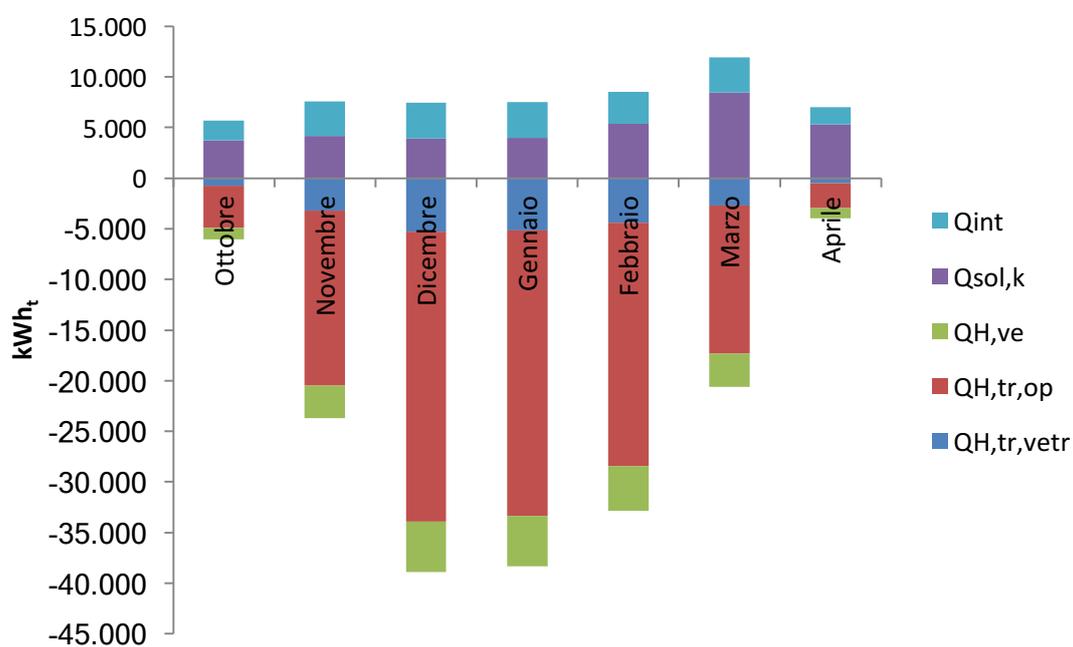


Figura 15 - Andamento mensile dispersioni ed apporti edificio

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
Rendimento di emissione	91,3 %

Caratteristiche sottosistema di regolazione:

Tipo	Solo climatica (compensazione con sonda esterna)
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:

Tipo di impianto	Centralizzato con montanti non isolati correnti in traccia nel lato interno delle pareti esterne
Rendimento di distribuzione utenza	93,1 %

Caratteristiche sottosistema di GENERAZIONE:

Dati generali:

Servizio	Riscaldamento
Tipo di generatore	Caldaia tradizionale
Metodo di calcolo	Analitico
Marca/Serie/Modello	ATAG S-HR60
Potenza nominale al focolare	Φ_{cn} 162,00 kW

Caratteristiche:

Perdita al camino a bruciatore acceso	$P'_{ch,on}$	10,00 %
Caldaia a gas con bruciatore ad aria soffiata		
Perdita al camino a bruciatore spento	$P'_{ch,off}$	0,20 %
Bruciatore aria soffiata, combustibile liquido/gassoso con chiusura dell'aria all'arresto		
Perdita al mantello	$P'_{gn,env}$	3,40 %
Generatore vecchio, isolamento scadente		

Fabbisogni elettrici:

Potenza elettrica bruciatore	W_{br}	544	W
Fattore di recupero elettrico	k_{br}	0,80	-
Potenza elettrica pompe circolazione	W_{af}	740	W
Fattore di recupero elettrico	k_{af}	0,80	-

Ambiente di installazione:

Ambiente di installazione **Centrale termica**

Temperatura dell'acqua del generatore di calore:

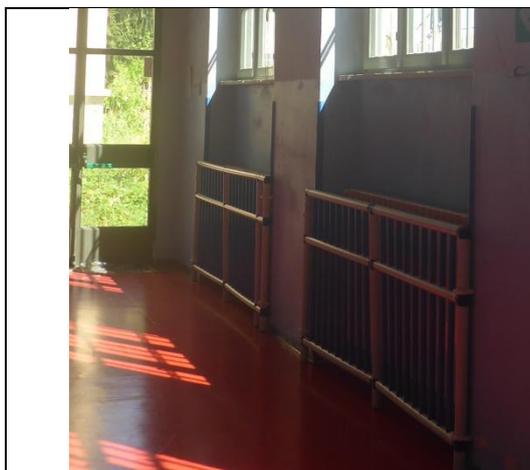
Generatore a temperatura di mandata fissa **80,0** °C

Tipo di circuito **Collegamento diretto**

Vettore energetico:

Tipo **Metano**

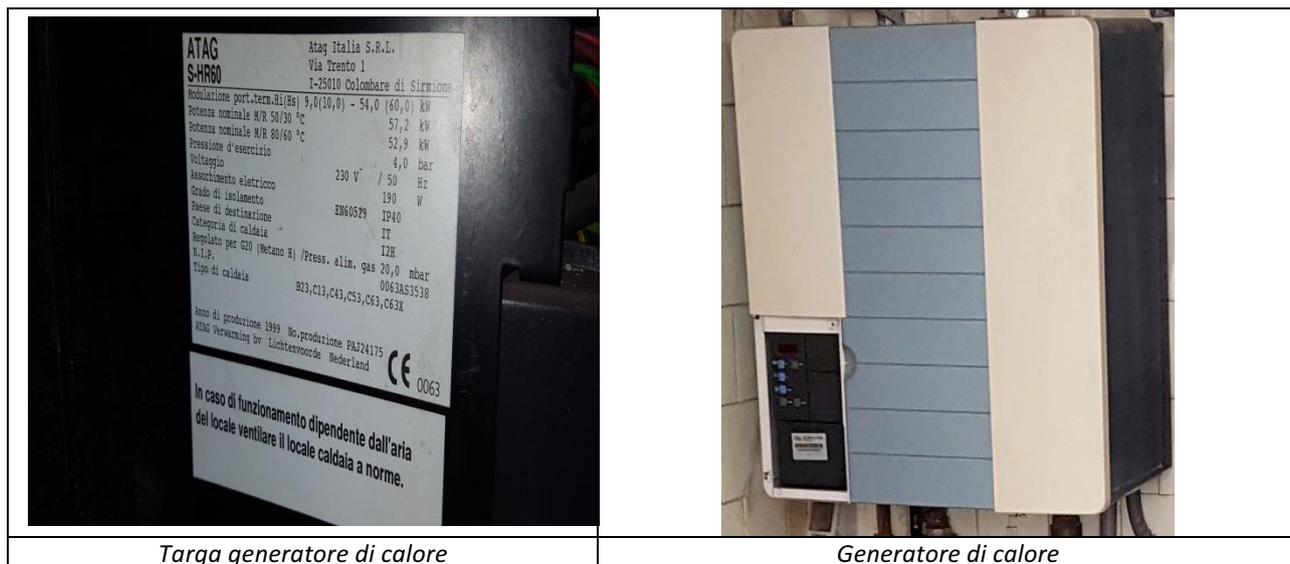
Potere calorifico inferiore H_i **9,6** kWh/Sm³



Radiatore



Sottosistema di distribuzione



Targa generatore di calore

Generatore di calore

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	$\eta_{H,rg}$	84,9	%
Rendimento di distribuzione utenza	$\eta_{H,du}$	93,1	%
Rendimento di generazione	$\eta_{H,gn}$	84,1	%
Rendimento globale medio stagionale	$\eta_{H,g}$	59,9	%

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	22303	2502
Dati 2013/14	19075	2136
Dati 2014/15	21567	2161

Se ne determinano i seguenti consumi normalizzati:

	Smc norm.
Consumo effettivo 2012/13 normalizzato	20.204
Consumo effettivo 2013/2014 normalizzato	20.240
Consumo effettivo 2014/2015 normalizzato	22.620

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

	Smc
Consumo effettivo	21.021

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

Fabbisogno ambiente	QH_{nd} [kWh]	142.229
Energia del combustibile risc.	$QH_{gn,in}$ [kWh]	218.814
Energia del combustibile ACS	$QW_{gn,in}$ [kWh]	320

Consumo operativo METANO [Smc]	22793
Scostamento	8%

Il modello risulta essere veritiero e ben tarato in quanto lo scostamento tra consumo effettivo e consumo operativo è pari al **8%**, perciò inferiore al range di accettabilità previsto, del 10%.

5.4. Indici 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.
CONSUMI ELETTRICI [kWh _e /m ²]	Indica il consumo di energia elettrica in base alla superficie utile dell'edificio studiato. Nel caso di un edificio scolastico, questo dato diventa significativo perché ci riporta i consumi per l'illuminazione, che sono i consumi elettrici principali. Qualora questo indice risulti troppo basso bisognerebbe verificare che gli ambienti non risultino sotto-illuminati. L'indicatore è calcolato in riferimento alla media dei consumi elettrici delle stagioni 2014 e 2015 rispetto alla superficie utile dell'edificio.

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	11,7
Consumi termici [kWh _t /m ²]	150 [kWh _t /m ²]	172,3
Consumi elettrici [kWh _e /m ²]	20 - 25 kWh/m ²	11,7

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 elettrica dedotto dalle bollette è di **11,7 kWh/m²anno**. Questi consumi risultano molto inferiori ai valori di letteratura (convegno di Rivoli). Per quanto riguarda il consumo di energia termica **per la climatizzazione invernale e/o produzione di acqua calda sanitaria** da combustibile, è di **172,3 kWh/m²anno**, valore superiore del **15%** 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]	201.804
Volume lordo riscaldato [m ³]	6.408,50
GG per utilizzati per la normalizzazione	2617

$EP_{(i+w)}$ [Wh/m3GG]	12,0
------------------------	------

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 sottotetto e solaio cantina
3. Sostituzione serramenti
4. 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	22.793	smc
		$\eta_{H,g}$ ante	0,599	
		$\eta_{H,g}$ post	0,817	
		Consumo post	16.949	smc
		Risparmio	26%	
		Costo intervento	€ 20.226,00	
		Risparmio	€ 3.973,92	Euro/anno
		PB	5,1	anni

6.2. Isolamento solaio sottotetto e solaio cantina

L'intervento prevede la posa di 16 cm di isolante del tipo Fibra di vetro con conducibilità pari a 0,04 (W/mK)

Descrizione elemento	U ante [W/m ² K]	U post [W/m ² K]	Sup. [m ²]
<i>Solaio sottotetto</i>	<i>1,374</i>	<i>0,212</i>	<i>456,00</i>

Sulla "Soletta Vs Cantina" la posa dell'isolante è prevista nell'intradosso, su "Soletta Vs sottotetto", viceversa, nell'estradosso.

Dalle simulazioni di calcolo si ottengono i seguenti risultati:

2	Isolamento sottotetto	Consumo ante	22.793	smc
		Consumo post	18.770	smc
		Risparmio	18%	
		Costo intervento	18.240	
		Risparmio	2.736	Euro/anno
		PB	6,7	anni

6.3. Cappotto

L'intervento prevede la posa di 10 cm di isolante del tipo polistirene espanso con conducibilità pari a 0,04 (W/m K) sul lato interno della parete disperdente dell'edificio (5 cm nei sottofinestra).

Descrizione elemento	U ante [W/m ² K]	U post [W/m ² K]	Sup. [m ²]
<i>Parete esterna e sottofinestra</i>	<i>1,403</i>	<i>0,311</i>	<i>1250</i>

Dalle simulazioni di calcolo si ottengono i seguenti risultati:

3	Cappotto INTERNO	Consumo ante	22.793	smc
		Consumo post	13.468	smc
		Risparmio	41%	
		Costo intervento	75.000	
		Risparmio	6.341	Euro/anno
		PB	11,8	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	20226	26%	5844	3974	5
Isolamento sottotetto	18240	18%	4023	2736	7
Cappotto INTERNO	75000	41%	9325	6341	12

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.

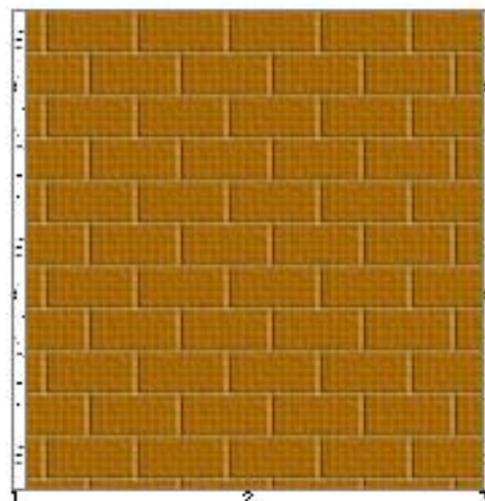
7. Allegati

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

Descrizione della struttura: Parete esterna

Codice: M1

Trasmittanza termica	1,320	W/m ² K
Spessore	530	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	-8,0	°C
Permeanza	52,632	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	1048	kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	1000	kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,082	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,062	-
Sfasamento onda termica	-16,2	h



Stratigrafia:

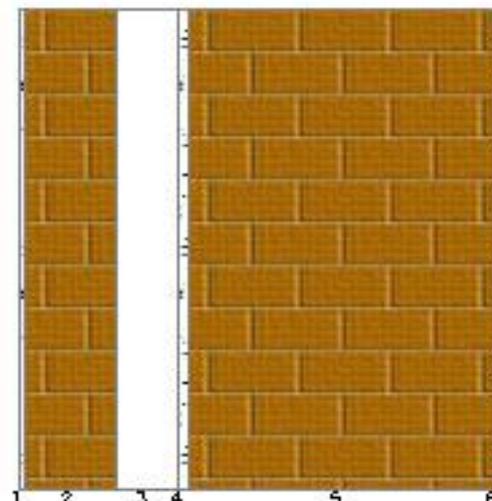
N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,130	-	-	-
1	Intonaco di gesso e sabbia	15,00	0,800	0,019	1600	1,00	10
2	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	500,00	0,990	0,505	2000	0,84	7
3	Intonaco di calce e sabbia	15,00	0,800	0,019	1600	1,00	10
-	Resistenza 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: Parete verso terreno
Codice: M2

Trasmittanza termica	0,774	W/m ² K
Trasmittanza controterra	0,000	W/m ² K
Spessore	790	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	13,8	°C
Permeanza	137,93 1	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	1178	kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	1114	kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,021	W/m ² K
Fattore attenuazione	+Infini to	-
Sfasamento onda termica	-20,6	h


Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,130	-	-	-
1	Intonaco di gesso e sabbia	10,00	0,800	-	1600	1,00	10
2	Blocco forato	150,00	0,333	-	760	0,84	9
3	Intercapedine debolmente ventilata Av=600 mm ² /m	100,00	-	-	-	-	-
4	Intonaco di gesso e sabbia	15,00	0,800	-	1600	1,00	-
5	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	500,00	0,990	-	2000	0,84	-
6	Intonaco di calce e sabbia	15,00	0,800	-	1600	1,00	-
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,040	-	-	-

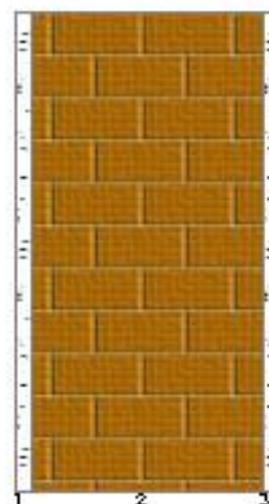
Legenda simboli

s	Spessore	mm
Cond.	Conduttività termica, comprensiva di eventuali coefficienti correttivi	W/mK

R	Resistenza termica	$\text{m}^2\text{K}/\text{W}$
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: *M3*

Trasmittanza termica	2,020		W/m ² K
Spessore	270		mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	-8,0		°C
Permeanza	101,010		10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	528		kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	480		kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,636		W/m ² K
Fattore attenuazione	0,315		-
Sfasamento onda termica	-8,4		h


Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	<i>0,130</i>	-	-	-
1	Intonaco di gesso e sabbia	<i>15,00</i>	<i>0,800</i>	<i>0,019</i>	<i>1600</i>	<i>1,00</i>	<i>10</i>
2	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	<i>240,00</i>	<i>0,990</i>	<i>0,242</i>	<i>2000</i>	<i>0,84</i>	<i>7</i>
3	Intonaco di calce e sabbia	<i>15,00</i>	<i>0,800</i>	<i>0,019</i>	<i>1600</i>	<i>1,00</i>	<i>10</i>
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	<i>0,085</i>	-	-	-

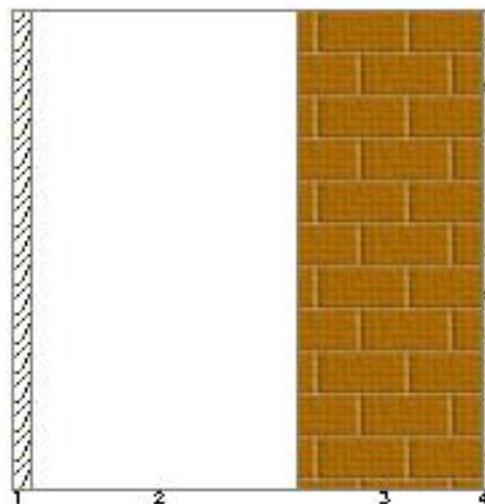
Legenda simboli

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: *cassonetto*
Codice: *M4*

Trasmittanza termica	1,012	W/m ² K
Spessore	525	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	-8,0	°C
Permeanza	16,000	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	197	kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	173	kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,528	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,521	-
Sfasamento onda termica	-6,7	h


Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,130	-	-	-
1	Legno di abete flusso perpend. alle fibre	20,00	0,120	-	450	1,60	625
2	Intercapedine debolmente ventilata Av=600 mm ² /m	290,00	-	-	-	-	-
3	Blocco semipieno	200,00	0,426	-	820	0,84	-
4	Intonaco di calce e sabbia	15,00	0,800	-	1600	1,00	-
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,085	-	-	-

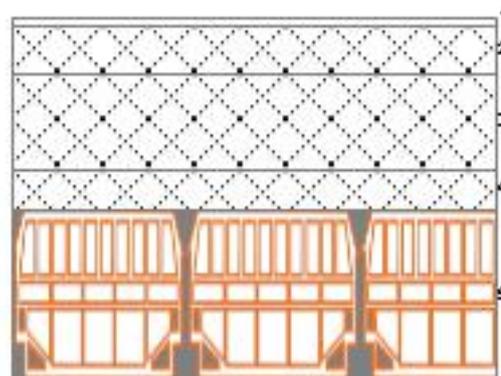
Legenda simboli

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 OPACI
 secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 13370

Descrizione della struttura: *Pavimento su vespaio aerato*
Codice: *P1*

Trasmittanza termica	1,485	W/m ² K
Trasmittanza controterra	0,452	W/m ² K
Spessore	380	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	-8,0	°C
Permeanza	21,368	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	557	kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	557	kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,313	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,694	-
Sfasamento onda termica	-10,2	h


Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,170	-	-	-
1	Piastrelle in ceramica	10,00	1,000	0,010	2300	0,84	200
2	Sottofondo di cemento magro	50,00	0,900	0,056	1800	0,88	30
3	C.I.s. di argilla espansa sottofondi non aerati	100,00	0,940	0,106	1500	0,92	6
4	C.I.s. di sabbia e ghiaia pareti esterne	40,00	2,150	0,019	2400	0,88	100
5	Soletta in laterizio spess. 18-20 - Inter. 50	180,00	0,660	0,273	1100	0,84	7
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,040	-	-	-

Legenda simboli

s	Spessore	mm
Cond.	Conducibilità 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

-

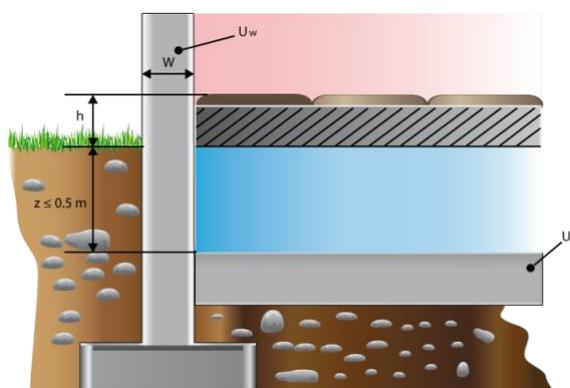
CALCOLO DELLA TRASMITTANZA CONTROTERRA secondo UNI EN ISO 13370

Pavimento su spazio aerato:

Pavimento su vespaio aerato

Codice: P1

Area del pavimento		564,00 m ²
Perimetro disperdente del pavimento		145,00 m
Spessore pareti perimetrali esterne		530 mm
Conduttività termica del terreno		2,00 W/mK
Altezza del pavimento dal terreno	h	0,60 m
Trasmittanza pareti dello spazio aerato	U_w	1,50 W/m ² K
Trasmittanza pavimento dello spazio aerato	U_p	1,50 W/m ² K
Area aperture ventilazione/m di perimetro	ϵ	0,00 m ² /m
Coefficiente di protezione dal vento	f_w	0,02



CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI
secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 13370
Descrizione della struttura: *Soletta interpiano*
Codice: *P2*

Trasmittanza termica	1,276		W/m ² K
Spessore	335		mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	20,0		°C
Permeanza	25,907		10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	468		kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	444		kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,264		W/m ² K
Fattore attenuazione	0,207		-
Sfasamento onda termica	-10,2		h


Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,170	-	-	-
1	Piastrelle in cotto	10,00	0,720	0,014	1800	0,84	7
2	Sottofondo di cemento magro	70,00	0,900	0,078	1800	0,88	30
3	C.I.s. di sabbia e ghiaia pareti esterne	40,00	1,310	0,031	2000	0,88	100
4	Soletta in laterizio spess. 18-20 - Inter. 50	200,00	0,660	0,303	1100	0,84	7
5	Intonaco di gesso e sabbia	15,00	0,800	0,019	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 OPACI
 secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 13370

Descrizione della struttura: *Soletta interpiano*
Codice: *S1*

Trasmittanza termica	1,553	W/m ² K
Spessore	335	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	20,0	°C
Permeanza	25,907	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	468	kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	444	kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,465	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,300	-
Sfasamento onda termica	-9,3	h


Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,100	-	-	-
1	Piastrelle in cotto	10,00	0,720	0,014	1800	0,84	7
2	Sottofondo di cemento magro	70,00	0,900	0,078	1800	0,88	30
3	C.I.s. di sabbia e ghiaia pareti esterne	40,00	1,310	0,031	2000	0,88	100
4	Soletta in laterizio spess. 18-20 - Inter. 50	200,00	0,660	0,303	1100	0,84	7
5	Intonaco di gesso e sabbia	15,00	0,800	0,019	1600	1,00	10
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,100	-	-	-

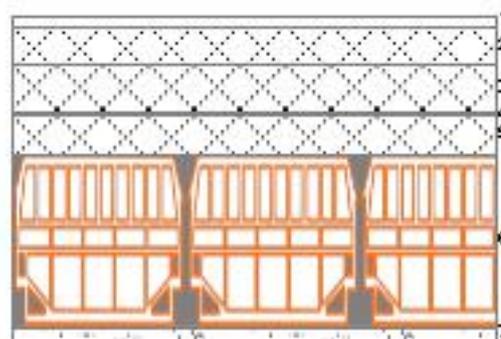
Legenda simboli

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 OPACI
 secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 13370

Descrizione della struttura: Soffitto a terrazzo
Codice: S2

Trasmittanza termica	1,683		W/m ² K
Spessore	337		mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	-8,0		°C
Permeanza	3,838		10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	525		kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	501		kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,488		W/m ² K
Fattore attenuazione	0,290		-
Sfasamento onda termica	-9,3		h


Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,085	-	-	-
1	Piastrelle in ceramica	10,00	1,000	0,010	2300	0,84	200
2	Sottofondo di cemento magro	40,00	0,900	0,044	1800	0,88	30
3	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	50,00	1,490	0,034	2200	0,88	70
4	Barriera vapore in velo di vetro bitumato	2,00	0,230	0,009	1200	0,92	20000
5	C.I.s. di sabbia e ghiaia pareti interne (um. 2-5%)	40,00	1,910	0,021	2400	0,88	100
6	Soletta in laterizio spess. 18-20 - Inter. 50	180,00	0,660	0,273	1100	0,84	7
7	Intonaco di gesso e sabbia	15,00	0,800	0,019	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

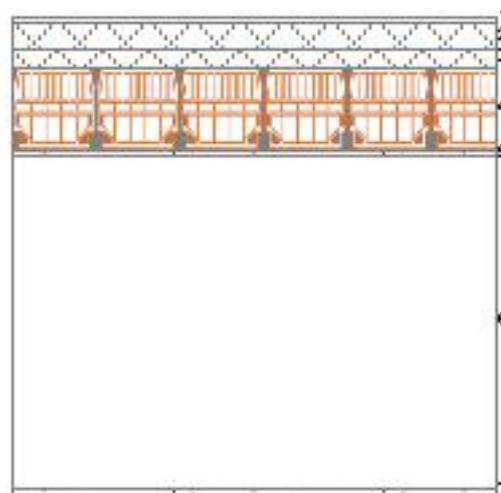
R.V. Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto

-

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

Descrizione della struttura: *Soletta interpiano controsoffitto*
Codice: *S3*

Trasmittanza termica	1,131	W/m ² K
Spessore	1155	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	20,0	°C
Permeanza	25,221	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	486	kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	444	kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,224	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,198	-
Sfasamento onda termica	-10,8	h


Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,100	-	-	-
1	Piastrelle in cotto	10,00	0,720	0,014	1800	0,84	7
2	Sottofondo di cemento magro	70,00	0,900	0,078	1800	0,88	30
3	C.I.s. di sabbia e ghiaia pareti esterne	40,00	1,310	0,031	2000	0,88	100
4	Soletta in laterizio spess. 18-20 - Inter. 50	200,00	0,660	0,303	1100	0,84	7
5	Intonaco di gesso e sabbia	15,00	0,800	0,019	1600	1,00	10
6	Intercapedine non ventilata Av<500 mm ² /m	800,00	5,000	0,160	-	-	-
7	Cartongesso in lastre	20,00	0,250	0,080	900	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: *Solaio sottotetto*
Codice: S4

Trasmittanza termica	1,375	W/m ² K
Spessore	325	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	-8,0	°C
Permeanza	33,113	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	380	kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	356	kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,426	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,310	-
Sfasamento onda termica	-8,9	h


Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,100	-	-	-
1	C.I.s. di argilla espansa sottofondi non aerati a struttura aperta	70,00	0,400	0,175	800	1,00	7
2	C.I.s. di sabbia e ghiaia pareti esterne	40,00	1,310	0,031	2000	0,88	100
3	Soletta in laterizio spess. 18-20 - Inter. 50	200,00	0,660	0,303	1100	0,84	7
4	Intonaco di gesso e sabbia	15,00	0,800	0,019	1600	1,00	10
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,100	-	-	-

Legenda simboli

s	Spessore	mm
Cond.	Conduktività 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: *finestra aule PT*

Codice: *W1*

Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	Singolo		
Classe di permeabilità	Senza classificazione		
Trasmittanza termica	U_w	1,789	W/m ² K
Trasmittanza solo vetro	U_g	1,483	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	$g_{gl,n}$	0,850	-

Caratteristiche delle chiusure oscuranti

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

Dimensioni del serramento

Larghezza		135,0	cm
Altezza		200,0	cm
Altezza sopra luce		80,0	cm

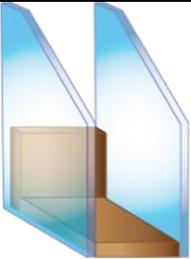
Caratteristiche del telaio

Trasmittanza termica del telaio	U_f	1,60	W/m ² K
K distanziale	K_d	0,08	W/mK
Area totale	A_w	3,780	m ²
Area vetro	A_g	2,247	m ²
Area telaio	A_f	1,533	m ²
Fattore di forma	F_f	0,59	-
Perimetro vetro	L_g	12,220	m

Perimetro telaio L_f **8,300** m

Stratigrafia del pacchetto vetrato

Descrizione strato	s	λ	R
Resistenza superficiale interna	-	-	0,130
Primo vetro	6,0	1,00	0,006
Intercapedine	-	-	0,447
Secondo vetro	6,0	1,00	0,006
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 **1,799** W/m²K

Cassonetto

Struttura opaca associata	M4	cassonetto
Trasmittanza termica	U	1,012 W/m ² K
Altezza	H_{cass}	44,0 cm
Profondità	P_{cass}	18,0 cm
Area frontale		0,59 m ²

Muro sottofinestra

Struttura opaca associata	M3	Sottofinestra
Trasmittanza termica	U	2,020 W/m ² K
Altezza	H_{sott}	86,0 cm
Area		1,16 m ²

CARATTERISTICHE TERMICHE DEI COMPONENTI FINESTRATI

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

Descrizione della finestra: *porta di sicurezza*

Codice: *W2*

Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	Singolo		
Classe di permeabilità	Senza classificazione		
Trasmittanza termica	U_w	2,730	W/m ² K
Trasmittanza solo vetro	U_g	2,421	W/m ² K

Dati per il calcolo degli apporti solari

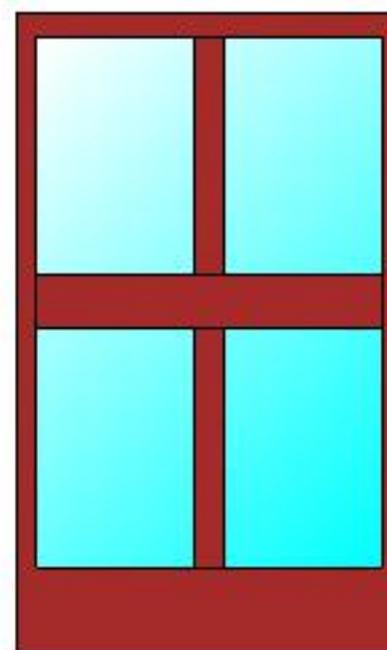
Emissività	ϵ	0,837	-
Fattore tendaggi (invernale)	$f_{c\ inv}$	1,00	-
Fattore tendaggi (estivo)	$f_{c\ est}$	1,00	-
Fattore di trasmittanza solare	$g_{gl,n}$	0,850	-

Caratteristiche delle chiusure oscuranti

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

Dimensioni del serramento

Larghezza		142,0	cm
Altezza		237,0	cm

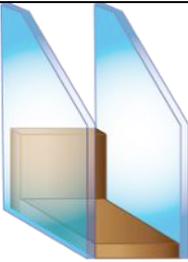


Caratteristiche del telaio

Trasmittanza termica del telaio	U_f	2,50	W/m ² K
K distanziale	K_d	0,08	W/mK
Area totale	A_w	3,365	m ²
Area vetro	A_g	2,059	m ²
Area telaio	A_f	1,306	m ²
Fattore di forma	F_f	0,61	-
Perimetro vetro	L_g	11,720	m
Perimetro telaio	L_f	7,580	m

Stratigrafia del pacchetto vetrato

Descrizione strato	s	λ	R
Resistenza superficiale interna	-	-	0,130
Primo vetro	6,0	1,00	0,006
Intercapedine	-	-	0,186
Secondo vetro	6,0	1,00	0,006
Resistenza superficiale esterna	-	-	0,085



Legenda simboli

s Spessore

mm

λ Conduttività termica

W/mK

R Resistenza termica

m²K/W

Caratteristiche del modulo

Trasmittanza termica del modulo

U **2,730** W/m²K

CARATTERISTICHE TERMICHE DEI COMPONENTI FINESTRATI

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

Descrizione della finestra: *portone*

Codice: *W3*

Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	<i>Singolo</i>		
Classe di permeabilità	<i>Senza classificazione</i>		
Trasmittanza termica	U_w	<i>2,001</i>	W/m ² K
Trasmittanza solo vetro	U_g	<i>4,564</i>	W/m ² K

Dati per il calcolo degli apporti solari

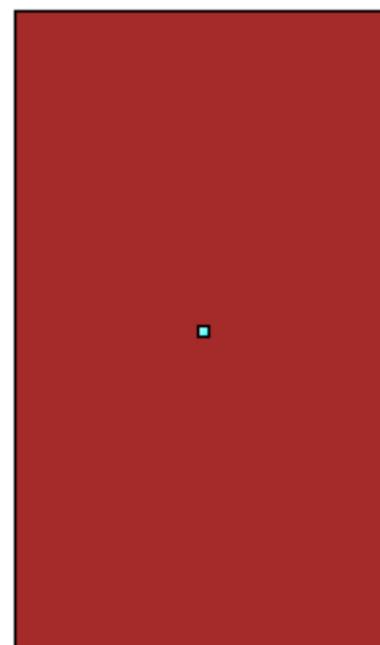
Emissività	ϵ	<i>0,837</i>	-
Fattore tendaggi (invernale)	$f_{c\ inv}$	<i>1,00</i>	-
Fattore tendaggi (estivo)	$f_{c\ est}$	<i>1,00</i>	-
Fattore di trasmittanza solare	$g_{gl,n}$	<i>0,850</i>	-

Caratteristiche delle chiusure oscuranti

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

Dimensioni del serramento

Larghezza		<i>165,0</i>	cm
Altezza		<i>284,0</i>	cm



Caratteristiche del telaio

Trasmittanza termica del telaio	U_f	<i>2,00</i>	W/m ² K
K distanziale	K_d	<i>0,00</i>	W/mK
Area totale	A_w	<i>4,686</i>	m ²
Area vetro	A_g	<i>0,002</i>	m ²
Area telaio	A_f	<i>4,684</i>	m ²
Fattore di forma	F_f	<i>0,00</i>	-
Perimetro vetro	L_g	<i>0,180</i>	m
Perimetro telaio	L_f	<i>8,980</i>	m

Stratigrafia del pacchetto vetrato

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



Legenda simboli

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

Caratteristiche del modulo

Trasmittanza termica del modulo U **2,001** W/m²K

CARATTERISTICHE TERMICHE DEI COMPONENTI FINESTRATI

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

Descrizione della finestra: *finestra scale*

Codice: *W4*

Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	Singolo		
Classe di permeabilità	Senza classificazione		
Trasmittanza termica	U_w	1,888	W/m ² K
Trasmittanza solo vetro	U_g	1,483	W/m ² K

Dati per il calcolo degli apporti solari

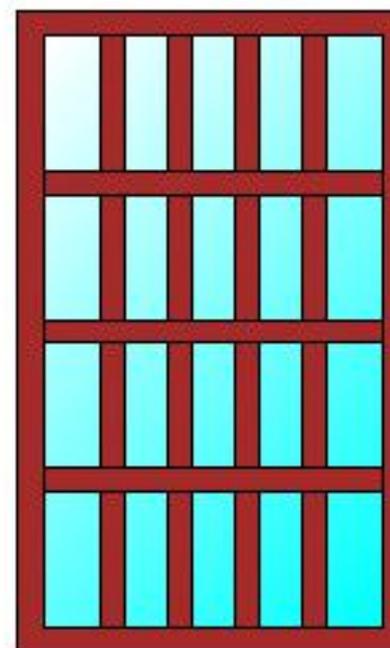
Emissività	ϵ	0,837	-
Fattore tendaggi (invernale)	$f_{c\ inv}$	1,00	-
Fattore tendaggi (estivo)	$f_{c\ est}$	1,00	-
Fattore di trasmittanza solare	$g_{gl,n}$	0,850	-

Caratteristiche delle chiusure oscuranti

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

Dimensioni del serramento

Larghezza		258,0	cm
Altezza		424,0	cm

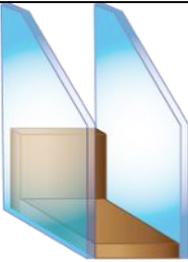


Caratteristiche del telaio

Trasmittanza termica del telaio	U_f	1,60	W/m ² K
K distanziale	K_d	0,08	W/mK
Area totale	A_w	10,939	m ²
Area vetro	A_g	5,483	m ²
Area telaio	A_f	5,457	m ²
Fattore di forma	F_f	0,50	-
Perimetro vetro	L_g	47,340	m
Perimetro telaio	L_f	13,640	m

Stratigrafia del pacchetto vetrato

Descrizione strato	s	λ	R
Resistenza superficiale interna	-	-	0,130
Primo vetro	6,0	1,00	0,006
Intercapedine	-	-	0,447
Secondo vetro	6,0	1,00	0,006
Resistenza superficiale esterna	-	-	0,085



Legenda simboli

s Spessore

mm

λ Conduttività termica

W/mK

R Resistenza termica

m²K/W

Caratteristiche del modulo

Trasmittanza termica del modulo

U **1,888** W/m²K

CARATTERISTICHE TERMICHE DEI COMPONENTI FINESTRATI

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

Descrizione della finestra: *finestra aule 1P*

Codice: *W5*

Caratteristiche del serramento

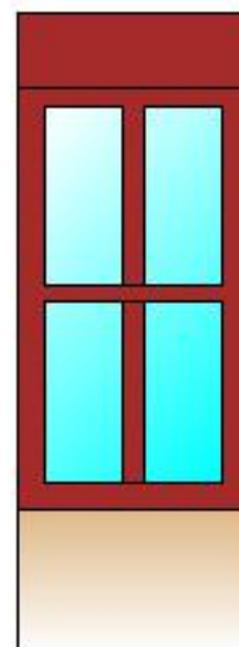
Tipologia di serramento	Singolo		
Classe di permeabilità	Senza classificazione		
Trasmittanza termica	U_w	1,818	W/m ² K
Trasmittanza solo vetro	U_g	1,483	W/m ² K

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	$g_{gl,n}$	0,850	-

Caratteristiche delle chiusure oscuranti

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



Dimensioni del serramento

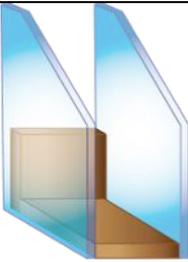
Larghezza		137,0	cm
Altezza		250,0	cm

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	3,425	m ²
Area vetro	A_g	1,960	m ²
Area telaio	A_f	1,465	m ²
Fattore di forma	F_f	0,57	-
Perimetro vetro	L_g	12,200	m
Perimetro telaio	L_f	7,740	m

Stratigrafia del pacchetto vetrato

Descrizione strato	s	λ	R
Resistenza superficiale interna	-	-	0,130
Primo vetro	6,0	1,00	0,006
Intercapedine	-	-	0,447
Secondo vetro	6,0	1,00	0,006
Resistenza superficiale esterna	-	-	0,085



Legenda simboli

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

Caratteristiche del modulo

Trasmittanza termica del modulo U **1,819** W/m²K

Cassonetto

Struttura opaca associata **M4 cassonetto**

Trasmittanza termica U **1,012** W/m²K

Altezza H_{cass} **44,0** cm

Profondità P_{cass} **18,0** cm

Area frontale **0,60** m²

Muro sottofinestra

Struttura opaca associata **M3 Sottofinestra**

Trasmittanza termica U **2,020** W/m²K

Altezza H_{sott} **86,0** 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: *finestre scale*

Codice: *W6*

Caratteristiche del serramento

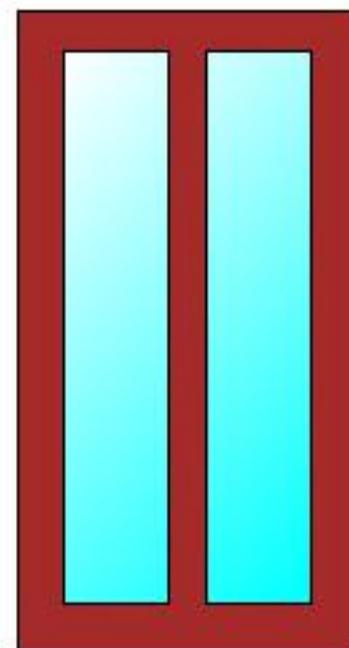
Tipologia di serramento	Singolo		
Classe di permeabilità	Senza classificazione		
Trasmittanza termica	U_w	1,811	W/m ² K
Trasmittanza solo vetro	U_g	1,483	W/m ² K

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	$g_{gl,n}$	0,850	-

Caratteristiche delle chiusure oscuranti

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



Dimensioni del serramento

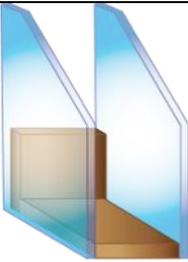
Larghezza		120,0	cm
Altezza		230,0	cm

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	2,760	m ²
Area vetro	A_g	1,492	m ²
Area telaio	A_f	1,268	m ²
Fattore di forma	F_f	0,54	-
Perimetro vetro	L_g	9,460	m
Perimetro telaio	L_f	7,000	m

Stratigrafia del pacchetto vetrato

Descrizione strato	s	λ	R
Resistenza superficiale interna	-	-	0,130
Primo vetro	6,0	1,00	0,006
Intercapedine	-	-	0,447
Secondo vetro	6,0	1,00	0,006
Resistenza superficiale esterna	-	-	0,085



Legenda simboli

s Spessore

mm

λ Conduttività termica

W/mK

R Resistenza termica

m²K/W

Caratteristiche del modulo

Trasmittanza termica del modulo

U **1,811** W/m²K

CARATTERISTICHE TERMICHE DEI COMPONENTI FINESTRATI

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

Descrizione della finestra: *porta di sicurezza*

Codice: *W7*

Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	Singolo		
Classe di permeabilità	Senza classificazione		
Trasmittanza termica	U_w	2,815	W/m ² K
Trasmittanza solo vetro	U_g	2,421	W/m ² K

Dati per il calcolo degli apporti solari

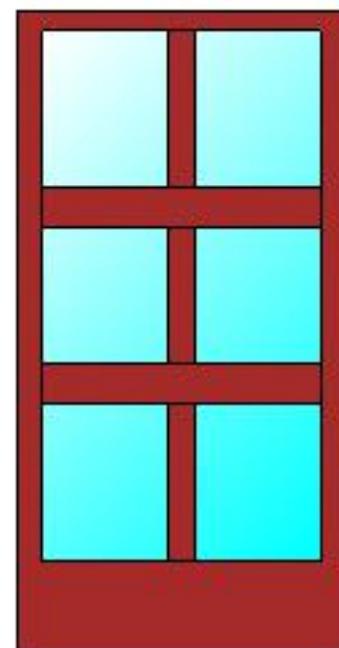
Emissività	ϵ	0,837	-
Fattore tendaggi (invernale)	$f_{c\ inv}$	1,00	-
Fattore tendaggi (estivo)	$f_{c\ est}$	1,00	-
Fattore di trasmittanza solare	$g_{gl,n}$	0,850	-

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		225,0	cm

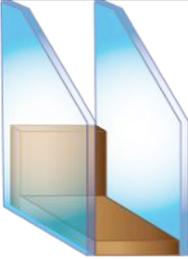


Caratteristiche del telaio

Trasmittanza termica del telaio	U_f	2,50	W/m ² K
K distanziale	K_d	0,08	W/mK
Area totale	A_w	2,588	m ²
Area vetro	A_g	1,375	m ²
Area telaio	A_f	1,213	m ²
Fattore di forma	F_f	0,53	-
Perimetro vetro	L_g	11,540	m
Perimetro telaio	L_f	6,800	m

Stratigrafia del pacchetto vetrato

Descrizione strato	s	λ	R
Resistenza superficiale interna	-	-	0,130
Primo vetro	6,0	1,00	0,006
Intercapedine	-	-	0,186
Secondo vetro	6,0	1,00	0,006
Resistenza superficiale esterna	-	-	0,085



Legenda simboli

s Spessore

mm

λ Conduttività termica

W/mK

R Resistenza termica

m²K/W

Caratteristiche del modulo

Trasmittanza termica del modulo

U **2,815** W/m²K

CARATTERISTICHE TERMICHE DEI COMPONENTI FINESTRATI

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

Descrizione della finestra: *finestra 1 anta*

Codice: *W8*

Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	Singolo		
Classe di permeabilità	Senza classificazione		
Trasmittanza termica	U_w	1,735	W/m ² K
Trasmittanza solo vetro	U_g	1,483	W/m ² K

Dati per il calcolo degli apporti solari

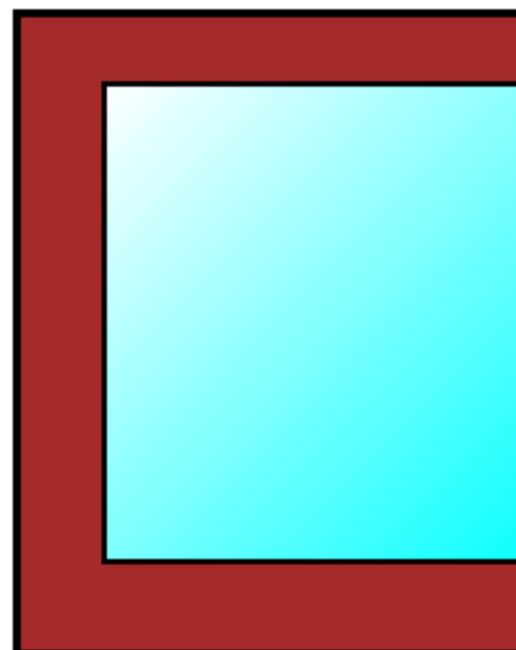
Emissività	ϵ	0,837	-
Fattore tendaggi (invernale)	$f_{c\ inv}$	1,00	-
Fattore tendaggi (estivo)	$f_{c\ est}$	1,00	-
Fattore di trasmittanza solare	$g_{gl,n}$	0,850	-

Caratteristiche delle chiusure oscuranti

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

Dimensioni del serramento

Larghezza		119,0	cm
Altezza		119,0	cm

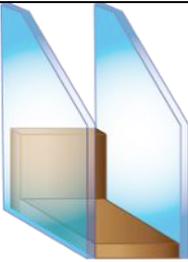


Caratteristiche del telaio

Trasmittanza termica del telaio	U_f	1,60	W/m ² K
K distanziale	K_d	0,08	W/mK
Area totale	A_w	1,416	m ²
Area vetro	A_g	0,774	m ²
Area telaio	A_f	0,642	m ²
Fattore di forma	F_f	0,55	-
Perimetro vetro	L_g	3,520	m
Perimetro telaio	L_f	4,760	m

Stratigrafia del pacchetto vetrato

Descrizione strato	s	λ	R
Resistenza superficiale interna	-	-	0,130
Primo vetro	6,0	1,00	0,006
Intercapedine	-	-	0,447
Secondo vetro	6,0	1,00	0,006
Resistenza superficiale esterna	-	-	0,085



Legenda simboli

s Spessore

mm

λ Conduttività termica

W/mK

R Resistenza termica

m²K/W

Caratteristiche del modulo

Trasmittanza termica del modulo

U **1,735** W/m²K

CARATTERISTICHE TERMICHE DEI COMPONENTI FINESTRATI

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

Descrizione della finestra: *finestre palestra*

Codice: *W9*

Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	Singolo		
Classe di permeabilità	Senza classificazione		
Trasmittanza termica	U_w	1,785	W/m ² K
Trasmittanza solo vetro	U_g	1,483	W/m ² K

Dati per il calcolo degli apporti solari

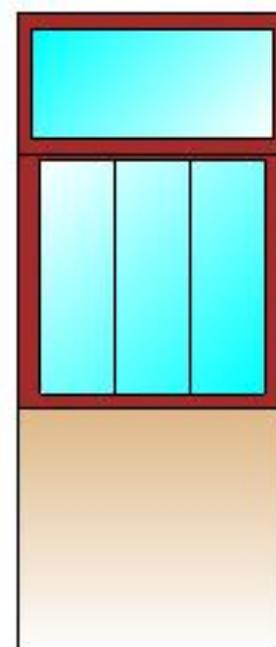
Emissività	ϵ	0,837	-
Fattore tendaggi (invernale)	$f_{c\ inv}$	1,00	-
Fattore tendaggi (estivo)	$f_{c\ est}$	1,00	-
Fattore di trasmittanza solare	$g_{gl,n}$	0,850	-

Caratteristiche delle chiusure oscuranti

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

Dimensioni del serramento

Larghezza		190,0	cm
Altezza		180,0	cm
Altezza sopra luce		100,0	cm



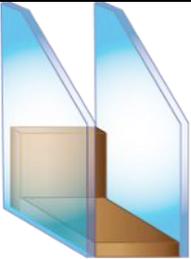
Caratteristiche del telaio

Trasmittanza termica del telaio	U_f	1,60	W/m ² K
K distanziale	K_d	0,08	W/mK
Area totale	A_w	5,320	m ²
Area vetro	A_g	3,917	m ²
Area telaio	A_f	1,403	m ²
Fattore di forma	F_f	0,74	-
Perimetro vetro	L_g	17,980	m

Perimetro telaio L_f **9,400** m

Stratigrafia del pacchetto vetrato

Descrizione strato	s	λ	R
Resistenza superficiale interna	-	-	0,130
Primo vetro	6,0	1,00	0,006
Intercapedine	-	-	0,447
Secondo vetro	6,0	1,00	0,006
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 **1,874** W/m²K

Muro sottofinestra

Struttura opaca associata	M3 Sottofinestra
Trasmittanza termica	U 2,020 W/m ² K
Altezza	H_{sott} 173,0 cm
Area	3,29 m ²

CARATTERISTICHE TERMICHE DEI COMPONENTI FINESTRATI

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

Descrizione della finestra: *finestre mensa*

Codice: *W10*

Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	Singolo		
Classe di permeabilità	Senza classificazione		
Trasmittanza termica	U_w	1,803	W/m ² K
Trasmittanza solo vetro	U_g	1,483	W/m ² K

Dati per il calcolo degli apporti solari

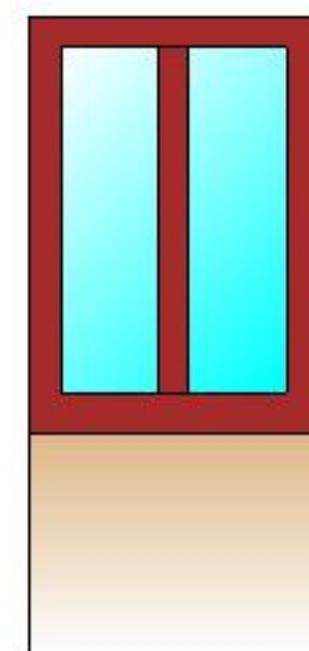
Emissività	ϵ	0,837	-
Fattore tendaggi (invernale)	$f_{c\ inv}$	1,00	-
Fattore tendaggi (estivo)	$f_{c\ est}$	1,00	-
Fattore di trasmittanza solare	$g_{gl,n}$	0,850	-

Caratteristiche delle chiusure oscuranti

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

Dimensioni del serramento

Larghezza		127,0	cm
Altezza		182,0	cm

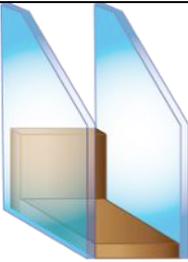


Caratteristiche del telaio

Trasmittanza termica del telaio	U_f	1,60	W/m ² K
K distanziale	K_d	0,08	W/mK
Area totale	A_w	2,311	m ²
Area vetro	A_g	1,283	m ²
Area telaio	A_f	1,028	m ²
Fattore di forma	F_f	0,56	-
Perimetro vetro	L_g	7,740	m
Perimetro telaio	L_f	6,180	m

Stratigrafia del pacchetto vetrato

Descrizione strato	s	λ	R
Resistenza superficiale interna	-	-	0,130
Primo vetro	6,0	1,00	0,006
Intercapedine	-	-	0,447
Secondo vetro	6,0	1,00	0,006
Resistenza superficiale esterna	-	-	0,085



Legenda simboli

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

Caratteristiche del modulo

Trasmittanza termica del modulo U **1,879** W/m²K

Muro sottofinestra

Struttura opaca associata **M3 Sottofinestra**

Trasmittanza termica U **2,020** W/m²K

Altezza H_{sott} **98,0** cm

Area **1,24** m²

CARATTERISTICHE TERMICHE DEI COMPONENTI FINESTRATI

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

Descrizione della finestra: *porta di sicurezza*

Codice: *W11*

Caratteristiche del serramento

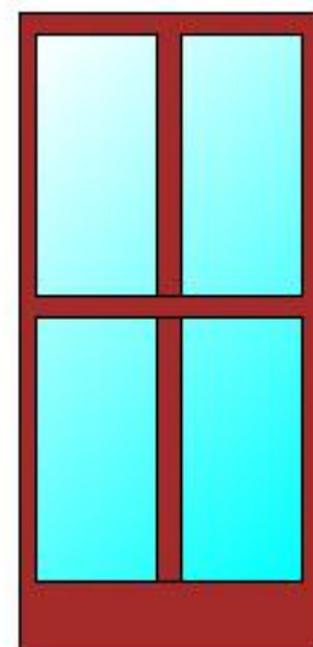
Tipologia di serramento	Singolo		
Classe di permeabilità	Senza classificazione		
Trasmittanza termica	U_w	2,740	W/m ² K
Trasmittanza solo vetro	U_g	2,421	W/m ² K

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	$g_{gl,n}$	0,850	-

Caratteristiche delle chiusure oscuranti

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



Dimensioni del serramento

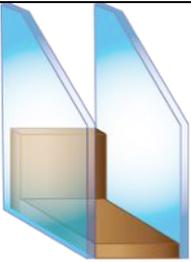
Larghezza		131,0	cm
Altezza		280,0	cm

Caratteristiche del telaio

Trasmittanza termica del telaio	U_f	2,50	W/m ² K
K distanziale	K_d	0,08	W/mK
Area totale	A_w	3,668	m ²
Area vetro	A_g	2,427	m ²
Area telaio	A_f	1,241	m ²
Fattore di forma	F_f	0,66	-
Perimetro vetro	L_g	13,400	m
Perimetro telaio	L_f	8,220	m

Stratigrafia del pacchetto vetrato

Descrizione strato	s	λ	R
Resistenza superficiale interna	-	-	0,130
Primo vetro	6,0	1,00	0,006
Intercapedine	-	-	0,186
Secondo vetro	6,0	1,00	0,006
Resistenza superficiale esterna	-	-	0,085



Legenda simboli

s Spessore

mm

λ Conduttività termica

W/mK

R Resistenza termica

m²K/W

Caratteristiche del modulo

Trasmittanza termica del modulo

U **2,740** W/m²K

CARATTERISTICHE TERMICHE DEI COMPONENTI FINESTRATI

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

Descrizione della finestra: *finestra scale*

Codice: *W12*

Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	Singolo		
Classe di permeabilità	Senza classificazione		
Trasmittanza termica	U_w	1,794	W/m ² K
Trasmittanza solo vetro	U_g	1,483	W/m ² K

Dati per il calcolo degli apporti solari

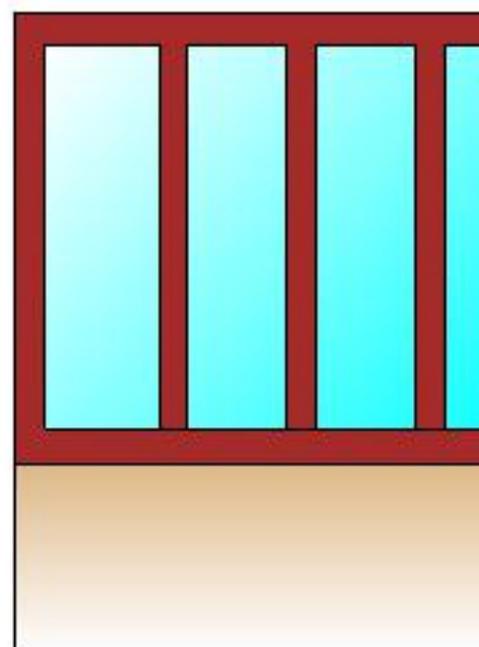
Emissività	ϵ	0,837	-
Fattore tendaggi (invernale)	$f_{c\ inv}$	1,00	-
Fattore tendaggi (estivo)	$f_{c\ est}$	1,00	-
Fattore di trasmittanza solare	$g_{gl,n}$	0,850	-

Caratteristiche delle chiusure oscuranti

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

Dimensioni del serramento

Larghezza		260,0	cm
Altezza		205,0	cm

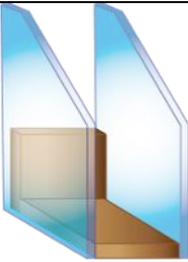


Caratteristiche del telaio

Trasmittanza termica del telaio	U_f	1,60	W/m ² K
K distanziale	K_d	0,08	W/mK
Area totale	A_w	5,330	m ²
Area vetro	A_g	3,360	m ²
Area telaio	A_f	1,970	m ²
Fattore di forma	F_f	0,63	-
Perimetro vetro	L_g	17,840	m
Perimetro telaio	L_f	9,300	m

Stratigrafia del pacchetto vetrato

Descrizione strato	s	λ	R
Resistenza superficiale interna	-	-	0,130
Primo vetro	6,0	1,00	0,006
Intercapedine	-	-	0,447
Secondo vetro	6,0	1,00	0,006
Resistenza superficiale esterna	-	-	0,085



Legenda simboli

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

Caratteristiche del modulo

Trasmittanza termica del modulo U **1,861** W/m²K

Muro sottofinestra

Struttura opaca associata **M3 Sottofinestra**

Trasmittanza termica U **2,020** W/m²K

Altezza H_{sott} **86,0** cm

Area **2,24** m²

CARATTERISTICHE TERMICHE DEI COMPONENTI FINESTRATI

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

Descrizione della finestra: *finestra aule*

Codice: *W13*

Caratteristiche del serramento

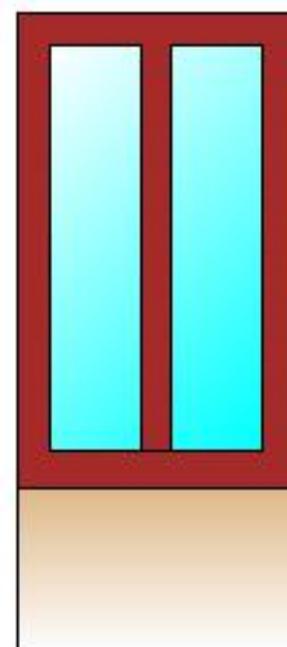
Tipologia di serramento	Singolo		
Classe di permeabilità	Senza classificazione		
Trasmittanza termica	U_w	1,809	W/m ² K
Trasmittanza solo vetro	U_g	1,483	W/m ² K

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	$g_{gl,n}$	0,850	-

Caratteristiche delle chiusure oscuranti

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



Dimensioni del serramento

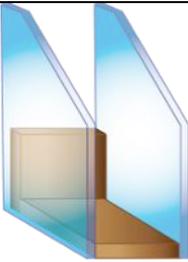
Larghezza		122,0	cm
Altezza		208,0	cm

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	2,538	m ²
Area vetro	A_g	1,424	m ²
Area telaio	A_f	1,114	m ²
Fattore di forma	F_f	0,56	-
Perimetro vetro	L_g	8,720	m
Perimetro telaio	L_f	6,600	m

Stratigrafia del pacchetto vetrato

Descrizione strato	s	λ	R
Resistenza superficiale interna	-	-	0,130
Primo vetro	6,0	1,00	0,006
Intercapedine	-	-	0,447
Secondo vetro	6,0	1,00	0,006
Resistenza superficiale esterna	-	-	0,085



Legenda simboli

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

Caratteristiche del modulo

Trasmittanza termica del modulo U **1,864** W/m²K

Muro sottofinestra

Struttura opaca associata **M3 Sottofinestra**

Trasmittanza termica U **2,020** W/m²K

Altezza H_{sott} **73,0** cm

Area **0,89** m²

CARATTERISTICHE TERMICHE DEI COMPONENTI FINESTRATI

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

Descrizione della finestra: *portafinestra aule*

Codice: *W14*

Caratteristiche del serramento

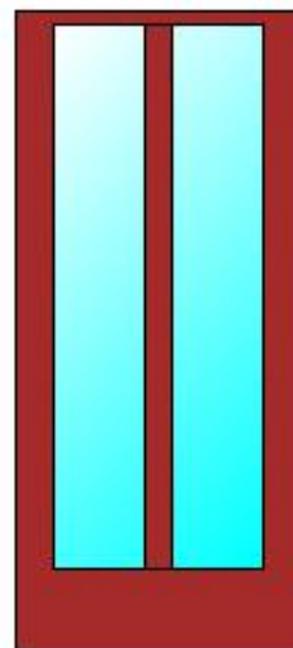
Tipologia di serramento	Singolo		
Classe di permeabilità	Senza classificazione		
Trasmittanza termica	U_w	1,790	W/m ² K
Trasmittanza solo vetro	U_g	1,483	W/m ² K

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	$g_{gl,n}$	0,850	-

Caratteristiche delle chiusure oscuranti

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



Dimensioni del serramento

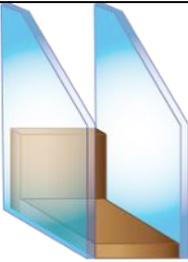
Larghezza		125,0	cm
Altezza		284,0	cm

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	3,550	m ²
Area vetro	A_g	1,928	m ²
Area telaio	A_f	1,622	m ²
Fattore di forma	F_f	0,54	-
Perimetro vetro	L_g	11,240	m
Perimetro telaio	L_f	8,180	m

Stratigrafia del pacchetto vetrato

Descrizione strato	s	λ	R
Resistenza superficiale interna	-	-	0,130
Primo vetro	6,0	1,00	0,006
Intercapedine	-	-	0,447
Secondo vetro	6,0	1,00	0,006
Resistenza superficiale esterna	-	-	0,085



Legenda simboli

s Spessore

mm

λ Conduttività termica

W/mK

R Resistenza termica

m²K/W

Caratteristiche del modulo

Trasmittanza termica del modulo

U **1,790** W/m²K

CARATTERISTICHE TERMICHE DEI COMPONENTI FINESTRATI

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

Descrizione della finestra: *finestra aule*

Codice: *W15*

Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	Singolo		
Classe di permeabilità	Senza classificazione		
Trasmittanza termica	U_w	1,827	W/m ² K
Trasmittanza solo vetro	U_g	1,483	W/m ² K

Dati per il calcolo degli apporti solari

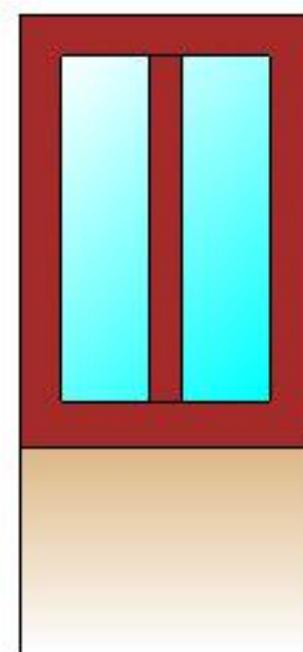
Emissività	ϵ	0,837	-
Fattore tendaggi (invernale)	$f_{c\ inv}$	1,00	-
Fattore tendaggi (estivo)	$f_{c\ est}$	1,00	-
Fattore di trasmittanza solare	$g_{gl,n}$	0,850	-

Caratteristiche delle chiusure oscuranti

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

Dimensioni del serramento

Larghezza		113,0	cm
Altezza		170,0	cm

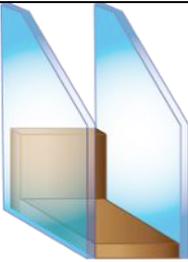


Caratteristiche del telaio

Trasmittanza termica del telaio	U_f	1,60	W/m ² K
K distanziale	K_d	0,08	W/mK
Area totale	A_w	1,921	m ²
Area vetro	A_g	0,925	m ²
Area telaio	A_f	0,996	m ²
Fattore di forma	F_f	0,48	-
Perimetro vetro	L_g	6,800	m
Perimetro telaio	L_f	5,660	m

Stratigrafia del pacchetto vetrato

Descrizione strato	s	λ	R
Resistenza superficiale interna	-	-	0,130
Primo vetro	6,0	1,00	0,006
Intercapedine	-	-	0,447
Secondo vetro	6,0	1,00	0,006
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 **1,890** W/m²K

Muro sottofinestra

Struttura opaca associata **M3 Sottofinestra**

Trasmittanza termica U **2,020** W/m²K

Altezza H_{sott} **82,0** cm

Area **0,93** m²

CARATTERISTICHE TERMICHE DEI COMPONENTI FINESTRATI

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

Descrizione della finestra: *finestra scale*

Codice: *W16*

Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	Singolo		
Classe di permeabilità	Senza classificazione		
Trasmittanza termica	U_w	1,791	W/m ² K
Trasmittanza solo vetro	U_g	1,483	W/m ² K

Dati per il calcolo degli apporti solari

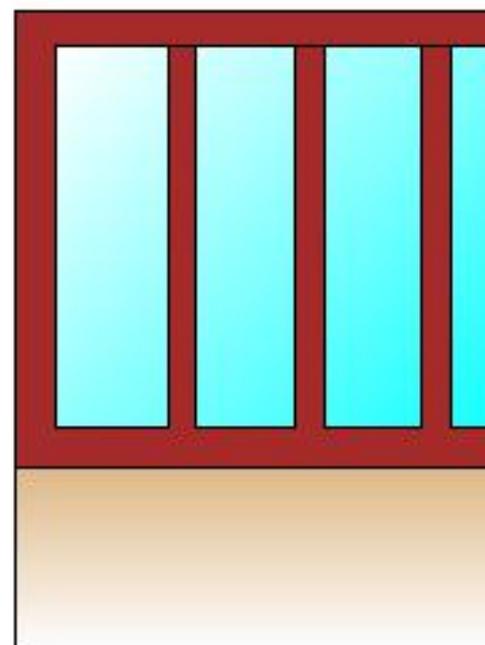
Emissività	ϵ	0,837	-
Fattore tendaggi (invernale)	$f_{c\ inv}$	1,00	-
Fattore tendaggi (estivo)	$f_{c\ est}$	1,00	-
Fattore di trasmittanza solare	$g_{gl,n}$	0,850	-

Caratteristiche delle chiusure oscuranti

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

Dimensioni del serramento

Larghezza		260,0	cm
Altezza		205,0	cm

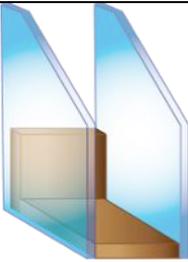


Caratteristiche del telaio

Trasmittanza termica del telaio	U_f	1,60	W/m ² K
K distanziale	K_d	0,08	W/mK
Area totale	A_w	5,330	m ²
Area vetro	A_g	3,215	m ²
Area telaio	A_f	2,115	m ²
Fattore di forma	F_f	0,60	-
Perimetro vetro	L_g	17,440	m
Perimetro telaio	L_f	9,300	m

Stratigrafia del pacchetto vetrato

Descrizione strato	s	λ	R
Resistenza superficiale interna	-	-	0,130
Primo vetro	6,0	1,00	0,006
Intercapedine	-	-	0,447
Secondo vetro	6,0	1,00	0,006
Resistenza superficiale esterna	-	-	0,085



Legenda simboli

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

Caratteristiche del modulo

Trasmittanza termica del modulo U **1,857** W/m²K

Muro sottofinestra

Struttura opaca associata **M3 Sottofinestra**

Trasmittanza termica U **2,020** W/m²K

Altezza H_{sott} **82,0** cm

Area **2,13** m²

CARATTERISTICHE TERMICHE DEI COMPONENTI FINESTRATI

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

Descrizione della finestra: *portafinestra aule*

Codice: *W17*

Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	Singolo		
Classe di permeabilità	Senza classificazione		
Trasmittanza termica	U_w	1,798	W/m ² K
Trasmittanza solo vetro	U_g	1,483	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	$g_{gl,n}$	0,850	-

Caratteristiche delle chiusure oscuranti

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

Dimensioni del serramento

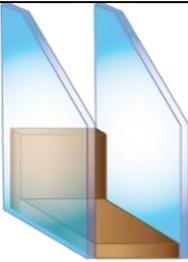
Larghezza		113,0	cm
Altezza		250,0	cm

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	2,825	m ²
Area vetro	A_g	1,399	m ²
Area telaio	A_f	1,426	m ²
Fattore di forma	F_f	0,50	-
Perimetro vetro	L_g	9,040	m
Perimetro telaio	L_f	7,260	m

Stratigrafia del pacchetto vetrato

Descrizione strato	s	λ	R
Resistenza superficiale interna	-	-	0,130
Primo vetro	6,0	1,00	0,006
Intercapedine	-	-	0,447
Secondo vetro	6,0	1,00	0,006
Resistenza superficiale esterna	-	-	0,085



Legenda simboli

s Spessore

mm

λ Conduttività termica

W/mK

R Resistenza termica

m²K/W

Caratteristiche del modulo

Trasmittanza termica del modulo

U **1,798** W/m²K

CARATTERISTICHE TERMICHE DEI COMPONENTI FINESTRATI

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

Descrizione della finestra: *W1 senza cassonetto*

Codice: *W18*

Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	<i>Singolo</i>		
Classe di permeabilità	<i>Senza classificazione</i>		
Trasmittanza termica	U_w	<i>1,789</i>	W/m ² K
Trasmittanza solo vetro	U_g	<i>1,483</i>	W/m ² K

Dati per il calcolo degli apporti solari

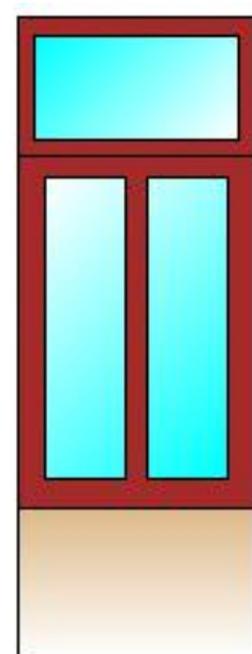
Emissività	ϵ	<i>0,837</i>	-
Fattore tendaggi (invernale)	$f_{c\ inv}$	<i>1,00</i>	-
Fattore tendaggi (estivo)	$f_{c\ est}$	<i>1,00</i>	-
Fattore di trasmittanza solare	$g_{gl,n}$	<i>0,850</i>	-

Caratteristiche delle chiusure oscuranti

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

Dimensioni del serramento

Larghezza		<i>135,0</i>	cm
Altezza		<i>200,0</i>	cm
Altezza sopra luce		<i>80,0</i>	cm



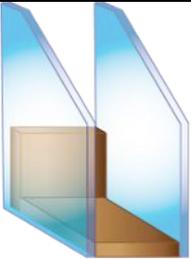
Caratteristiche del telaio

Trasmittanza termica del telaio	U_f	<i>1,60</i>	W/m ² K
K distanziale	K_d	<i>0,08</i>	W/mK
Area totale	A_w	<i>3,780</i>	m ²
Area vetro	A_g	<i>2,247</i>	m ²
Area telaio	A_f	<i>1,533</i>	m ²
Fattore di forma	F_f	<i>0,59</i>	-
Perimetro vetro	L_g	<i>12,220</i>	m

Perimetro telaio L_f **8,300** m

Stratigrafia del pacchetto vetrato

Descrizione strato	s	λ	R
Resistenza superficiale interna	-	-	0,130
Primo vetro	6,0	1,00	0,006
Intercapedine	-	-	0,447
Secondo vetro	6,0	1,00	0,006
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 **1,844** W/m²K

Muro sottofinestra

Struttura opaca associata	M3 Sottofinestra
Trasmittanza termica	U 2,020 W/m ² K
Altezza	H_{sott} 86,0 cm
Area	1,16 m ²

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

Descrizione della finestra: *W5 senza cassonetto*

Codice: *W19*

Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	Singolo		
Classe di permeabilità	Senza classificazione		
Trasmittanza termica	U_w	1,818	W/m ² K
Trasmittanza solo vetro	U_g	1,483	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	$g_{gl,n}$	0,850	-

Caratteristiche delle chiusure oscuranti

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

Dimensioni del serramento

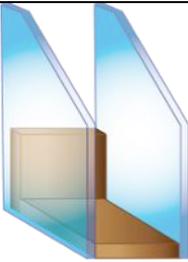
Larghezza		137,0	cm
Altezza		250,0	cm

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	3,425	m ²
Area vetro	A_g	1,960	m ²
Area telaio	A_f	1,465	m ²
Fattore di forma	F_f	0,57	-
Perimetro vetro	L_g	12,200	m
Perimetro telaio	L_f	7,740	m

Stratigrafia del pacchetto vetrato

Descrizione strato	s	λ	R
Resistenza superficiale interna	-	-	0,130
Primo vetro	6,0	1,00	0,006
Intercapedine	-	-	0,447
Secondo vetro	6,0	1,00	0,006
Resistenza superficiale esterna	-	-	0,085



Legenda simboli

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

Caratteristiche del modulo

Trasmittanza termica del modulo U **1,870** W/m²K

Muro sottofinestra

Struttura opaca associata **M3 Sottofinestra**

Trasmittanza termica U **2,020** W/m²K

Altezza H_{sott} **86,0** cm

Area **1,18** m²