



REPORT DI DIAGNOSI ENERGETICA

Mausoleo della Bela Rosin
Strada Castello di Mirafiori 140 – TORINO



Il Redattore della diagnosi energetica Ing. Anna Benetti	Il Responsabile della diagnosi energetica Ing. Anna Benetti
---	--

Timbro e firma 	Timbro e firma 
---	---



Sommario

1. Executive summary.....	3
2. Introduzione	5
2.1. Introduzione alla diagnosi e scopo dello studio	5
2.2. Norme tecniche e legislazione di riferimento	6
2.2.1. UNI CEI/TR 11428 e verifica di coerenza	10
2.3. Oggetto della diagnosi.....	12
2.4. Riferimento e contatti auditor e personale coinvolto.....	13
2.5. Documentazione acquisita	13
3. Analisi dei consumi	15
3.1. Unità di misura, fattori di conversione.....	15
3.2. Modalità di raccolta dati di consumo	15
3.3. Analisi dei consumi elettrici.....	16
3.4. Analisi dei consumi termici.....	17
3.5. Risultati dell'analisi dei consumi	19
4. Descrizione dell'edificio.....	20
4.1. Informazioni sul sito	20
4.2. Inquadramento territoriale	21
4.3. Foto del sito.....	22
4.4. Dati geografici e climatici	24
4.5. Caratteristiche tecniche generali e dimensionali	25
4.6. Planimetrie	26
4.1. Considerazioni generali sull'edificio	28
4.1. Considerazioni sull'uso dell'edificio rilevate attraverso interviste.....	28
5. Modello termico	29
5.1. Modellazione involucro edilizio.....	29
5.2. Modellazione impianto termico	32
5.3. Confronto tra Consumo Operativo e Consumo Effettivo	34
5.4. Indici di prestazione energetica.....	35
6. Proposte di intervento.....	36
6.1. Generatore di calore a condensazione e valvole termostatiche.....	36
6.2. Isolamento coperture piane biblioteca e servizi	37

6.3.	Sostituzione serramenti.....	37
6.4.	Cappotto.....	37
6.5.	Conclusioni	38
7.	Allegati.....	39

1. Executive summary

Di seguito si riassumono gli elementi principali (dati e risultati) della diagnosi energetica svolta per il complesso che ospita il Mausoleo della Bela Rosin, in strada Castello di Mirafiori 140 a Torino.

Dati geometrici:

Superficie (m ²)		Volumetria complessiva (m ³)		
300,00		3.998,2		
Piani riscaldati	Superficie utile riscaldata (m ²)	Superficie disperdente involucro edilizio (m ²)	Volume lordo riscaldato (m ³)	Rapporto S/V (m ⁻¹)
1	256,01	1.906,04	3.854,57	0,49

Caratteristiche termo-fisiche dei componenti edilizi:

Descrizione elemento opaco	U [W/m ² K]	Sup. [m ²]
Muratura esterna mattoni pieni uffici biblio	-8	6079
Muratura esterna cassa vuota servizi	-8	2122
Muratura esterna cassa vuota servizi su LNR	3,2	543
muratura mausoleo su intercapedine	8,8	14801
Porta mausoleo ingresso	-8	468
Porte mausoleo su intercapedine LNR	8,8	423
Porta metallo servizi	-8	744
Sottofinestra mattoni pieni uffici biblio	-8	203
pavimento su terreno uffici e servizi	-8	3526
Pavimento mausoleo con pannelli	6	2221
Soffitto biblio (piano+copertura)	-8	4207
Soffitto piano servizi	-8	2496
Soffitto mausoleo con rame	-8	7277

Descrizione elemento trasparente	U [W/m ² K]	Sup. [m ²]
Finestra Biblioteca	-8	672
Porta Finestra Biblioteca	-8	1526
Finestra servizi igienici	-8	218
Finestra top mausoleo	-8	1161

Consumi termici reali:

	Stagione 2012/'13	Stagione 2013/'14	Stagione 2014/'15
Consumi reali (Smc)	10.779	11.985	12.893
GG	2.502	2.136	2.161
Consumo Specifico (Smc/mc risc.)	2,8	3,1	3,3

I Consumi elettrici non sono disponibili.

Interventi proposti:

Interventi	Investimento	Risparmio			PB
	€	%	Smc	€/anno	anni
Generatore di calore a condensazione + valvole + regolazione climatica	16543	11%	1397	950	17
Isolamento coperture piane biblioteca e servizi	16811	11%	1389	945	18
Serramenti	0	100%	12958	8811	0
Cappotto	0	100%	12958	8811	0

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.</u> <u>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.</u> <u>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.</u> <u>4 aprile 2006,</u> <u>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>	<i>Attuazione della direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici</i>	<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</u> <u>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</u> <u>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</u> <u>6946 : 2008</u>	Componenti ed elementi per edilizia – Resistenza termica e trasmissione 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</u> <u>10077 – 1 :</u> <u>2007</u>	Prestazione termica di finestre, porte e chiusure oscuranti – Calcolo della trasmittanza termica – Parte 1: generalità	<i>La norma fornisce metodi di calcolo semplificati di stima delle prestazioni termiche dei telai e valori tabulati della trasmittanza termica delle principali tipologie di vetrazioni</i>

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

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

	<u>14001 : 2004</u>	Requisiti e guida per l'uso	<i>che definisce come deve essere sviluppato un efficace Sistema di Gestione Ambientale. La Certificazione ISO 14001 dimostra l'impegno concreto nel minimizzare l'impatto ambientale dei processi, prodotti e servizi e attesta l'affidabilità del Sistema di Gestione Ambientale applicato. La norma richiede che l'Azienda definisca i propri obiettivi e target ambientali e implementi un Sistema di Gestione Ambientale che permetta di raggiungerli.</i>
(25)	<u>UNI EN ISO 14683 : 2001</u>	Ponti termici in edilizia – Coefficiente di trasmissione termica lineica – Metodi semplificati e valori di riferimento	<i>La norma specifica dei metodi semplificati per la determinazione del flusso di calore attraverso i ponti termici lineari che si manifestano 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>questa l'efficienza energetica nonché il consumo e l'uso dell'energia. La norma ha sostituito la UNI CEI EN 16001, di derivazione europea</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.

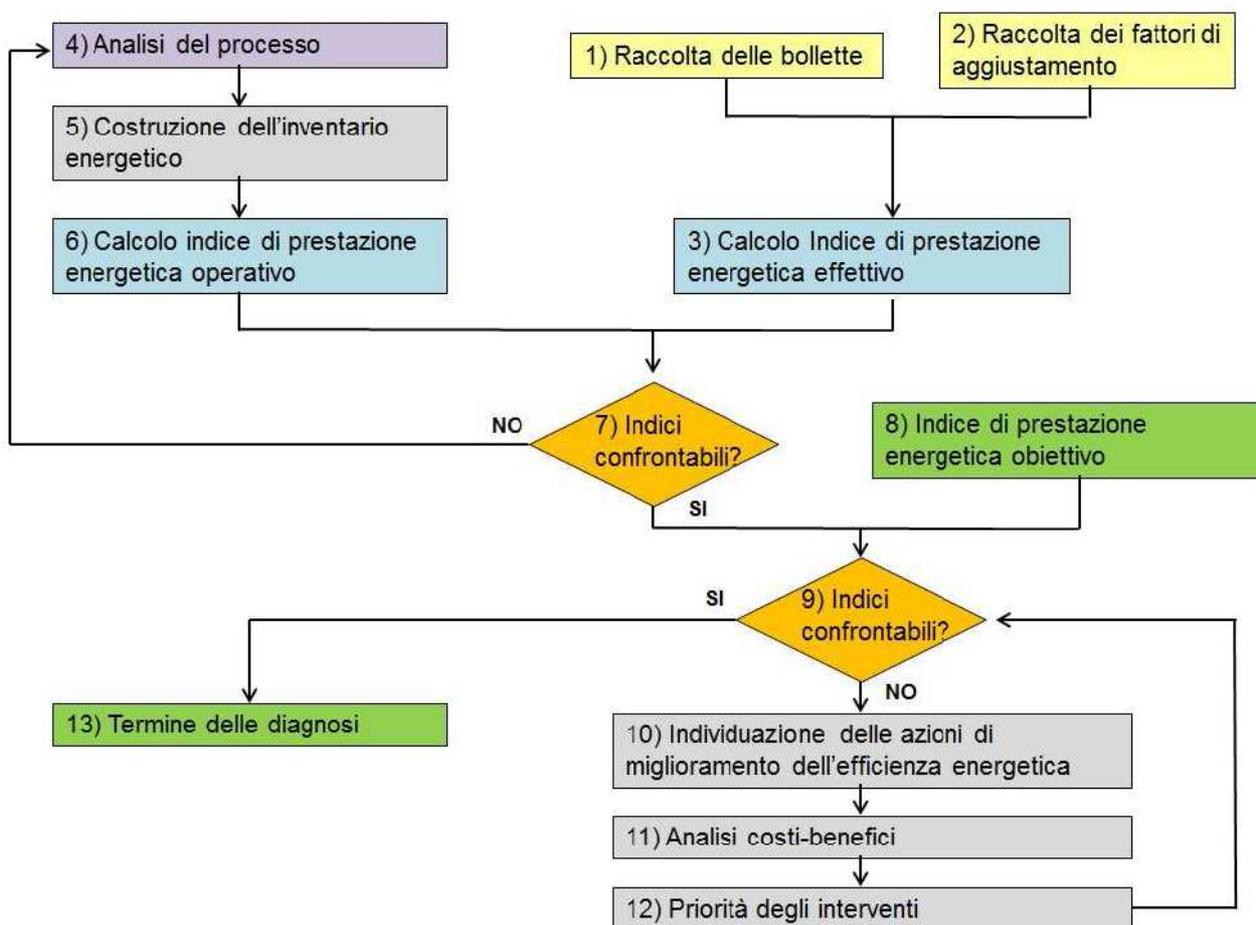


Figura 1 - Azioni previste per la Diagnosi Energetica secondo la norma UNI CEI TR 11428

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 che comprende il Mausoleo della Bela Rosin ed i locali accessori, in strada Castello di Mirafiori 140 a Torino.

Dati geometrici:

Superficie (m2)		Volumetria complessiva (m3)		
300,00		3.998,2		
Piani riscaldati	Superficie utile riscaldata (m2)	Superficie disperdente involucro edilizio (m2)	Volume lordo riscaldata (m3)	Rapporto S/V (m-1)
1	256,01	1.906,04	3.854,57	0,49

L'analisi dei consumi si basa sui consumi termici riferiti alle stagioni termiche 2012/2013, 2013/2014, 2014/2015, mentre non sono disponibili i consumi elettrici.

Consumi termici:

	Stagione 2012/'13	Stagione 2013/'14	Stagione 2014/'15
Consumi reali (Smc)	10.779	11.985	12.893
GG	2.502	2.136	2.161
Consumo Specifico (Smc/mc risc.)	2,8	3,1	3,3

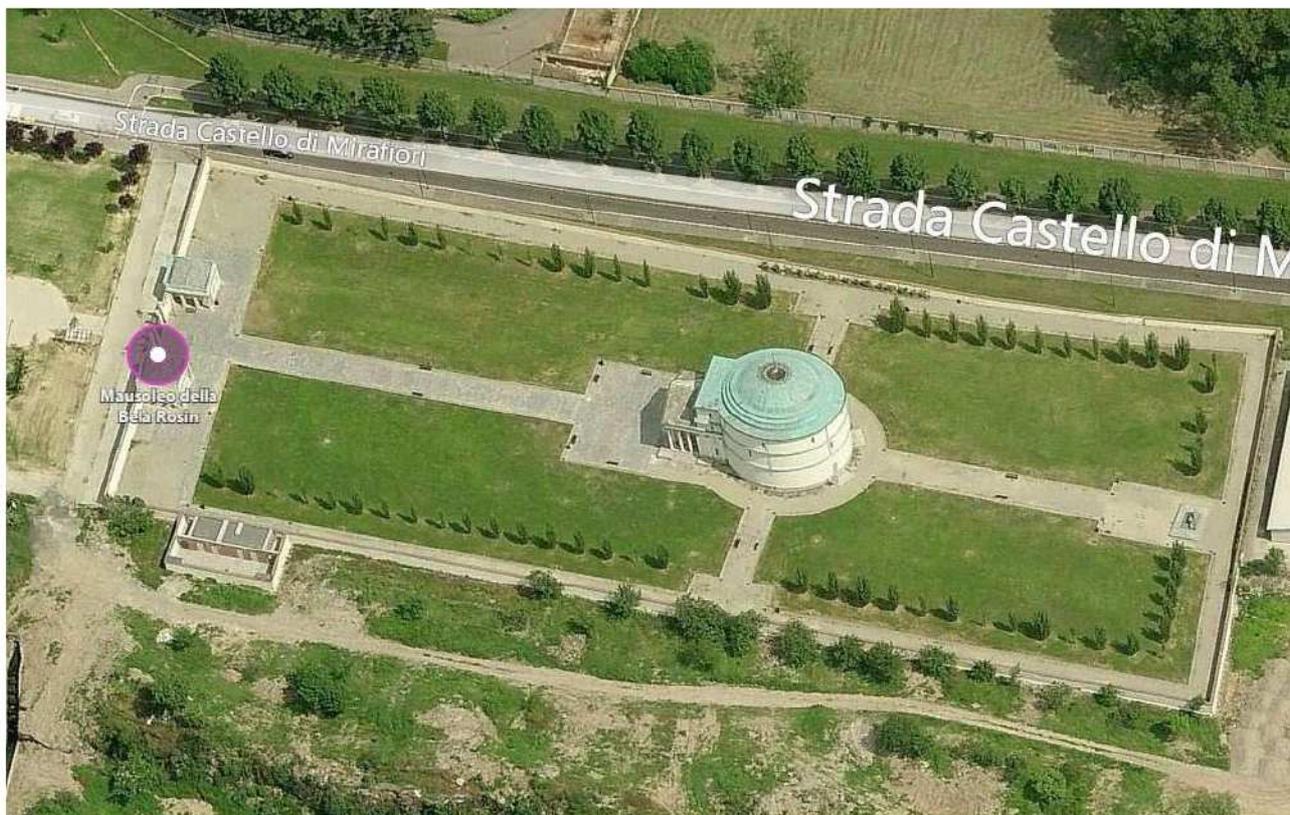


Figura 2 - Vista aerea dell'edificio oggetto di analisi

2.4. Riferimento e contatti auditor e personale coinvolto

NOME	FUNZIONE
Ing. Anna Benetti	Fondazione Torino Smart City
Arch. Gianluca Cesario	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;
- documentazione fotografica prodotta durante i sopralluoghi.
- documentazione fotografica della centrale termica;
- rilievo con strumentazione non invasiva.

Strumentazione non invasiva utilizzata nei sopralluoghi:



Bindella metrica e distanziometro laser:

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



Macchina fotografica digitale:

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



Rilevatore trattamento bassoemissivo:

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

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

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



Spessivetro:

Lo strumento, particolarmente semplice e preciso, permette misure accurate sul vetro e sulle vetrocamera fino a 3 camere.

Lo strumento può misurare le seguenti tipologie di vetro: vetro semplice piano; vetro a 1, 2, 3 camere d'aria; vetro camera con pellicola PVB; vetro stratificato.

3. Analisi dei consumi

3.1. Unità di misura, fattori di conversione

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

- Energia elettrica [kWh_e]
- Metano [Smc]

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

Unità di misura e fattori di conversione dei vettori energetici

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

3.2. Modalità di raccolta dati di consumo

Tutti i dati energetici sono costituiti da:

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

3.3. Analisi dei consumi elettrici

Non è stato possibile reperire i dati relativi ai consumi elettrici.

In sede di sopralluogo sono state comunque rilevate le apparecchiature elettriche presenti, ovvero:

- Materiale per ufficio: pc, stampante e fotocopiatrice.
- Le pompe di circolazione dei circuiti di riscaldamento
- Gli apparecchi di illuminazione

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 [m2]	n° delle lampade	n° dei bulbi	Potenza [W]	Potenza installata [W]	Potenza specifica [W/m2]
biblioteca	31	6	1	36	216	7,0
servizi	15,75	4	1	18	72	4,6

3.4. Analisi dei consumi termici

L'edificio possiede un PDR unico:

PDR	9951208627016
-----	---------------

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]
10.779	11.985	12.893

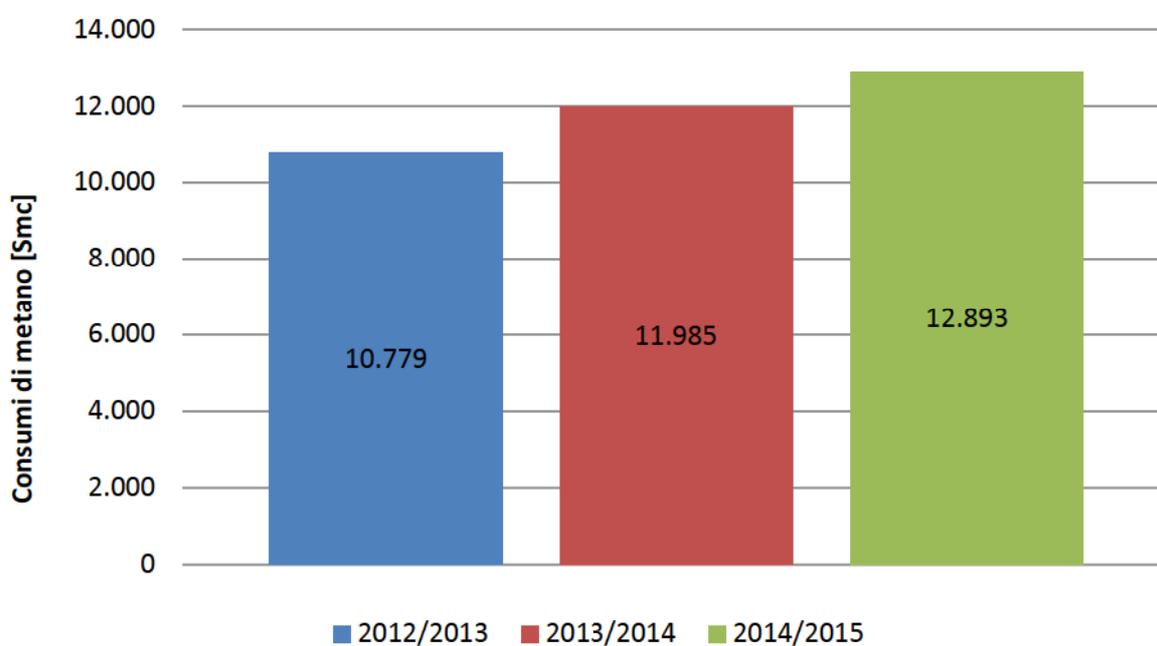


Figura 3 - Consumi di metano ultime tre stagioni di riscaldamento

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

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

I consumi normalizzati risultano essere:

	Stagione termica 2012/'13	Stagione termica 2013/'14	Stagione termica 2014/'15
Consumi normalizzati (Smc)	9.764	12.717	13.522
Consumo Specifico (Smc/mc risc.)	2,53	3,30	3,51

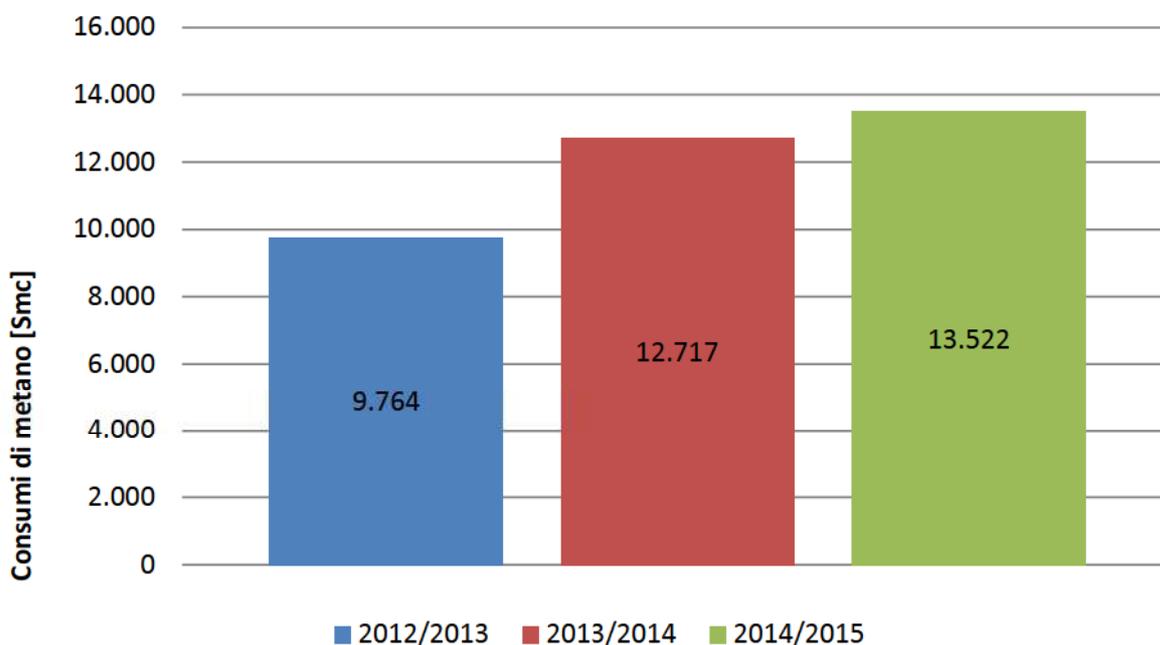


Figura 4 - Consumi di metano normalizzati ultime tre stagioni di riscaldamento

Il grafico ci restituisce un andamento dei consumi di gas all'incirca simile per ogni periodo. Le differenze che intercorrono tra i periodi analizzati, sono dovute al diverso andamento della temperatura esterna e al diverso uso dell'impianto di riscaldamento. Il consumo medio riferito al periodo in analisi è di **11.886 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.

	Smc	TEP
Consumo medio metano	11.886	9,2

	kWh	TEP
Consumo medio En. El.	nr	nr

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

Servizio	€/anno
Spesa media per usi termici	8.155,94

4. Descrizione dell'edificio

4.1. Informazioni sul sito

Comune	Torino
Nome edificio	<i>Mausoleo della Bela Rosin</i>
Indirizzo	Strafa castello di Mirafiori 140
Destinazione d'uso	E.4 (2) Edifici adibiti ad attività ricreative: quali mostre, musei e biblioteche, luoghi di culto.
Contesto urbano	Il mausoleo della Bela Rosin è un edificio neoclassico di Torino situato nel quartiere di Mirafiori Sud, nei pressi del fiume Sangone. È di fatto una copia esatta del Pantheon di Roma, fatto costruire come tomba di famiglia dai figli di Rosa Vercellana, soprannominata in piemontese Bela Rosin (Bella Rosina)
Anno di costruzione	1888
Descrizione generale	<p>Il complesso è costituito da più edifici:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Il Mausoleo - Due edifici posti all'ingresso del sito - Il blocco servizi <p>Il mausoleo è un edificio neoclassico, progettato dall'Architetto Angelo Demezzi. Realizzato a pianta circolare, ha una croce latina posta sulla cupola lastricata in rame.</p> <p>Sul cancello di ingresso campeggiano le insegne dei conti di Mirafiori e Fontanafredda, che per anni hanno assistito a deplorabili atti vandalici che hanno compromesso tutto l'edificio, alla fine recuperato attraverso il restauro da parte del Comune di Torino, riaperto al pubblico il 25 settembre 2005.</p>
Dati di occupazione	<p>La gestione del sito è affidato alle Biblioteche civiche torinesi, che vi organizzano manifestazioni, conferenze, mostre, letture e concerti.</p> <p>Un piccolo punto prestito alimenta il giardino di lettura, con libri che possono essere presi e sfogliati nel parco.</p> <p>Nei pomeriggi della prima e terza domenica del mese i volontari accolgono i visitatori raccontando la storia del luogo.</p> <p><i>Orari</i></p> <p>Aprile – ottobre: merc-dom, 10.00-12.00, 15.30-19.30 Novembre – marzo: ven-dom, 10.00-12.00, 14.30-17.00</p> <p>[fonte: opuscolo informativo]</p>

4.2. Inquadramento territoriale

Il mausoleo della Bela Rosin è un edificio neoclassico di Torino situato nel quartiere di Mirafiori Sud, nei pressi del fiume Sangone.

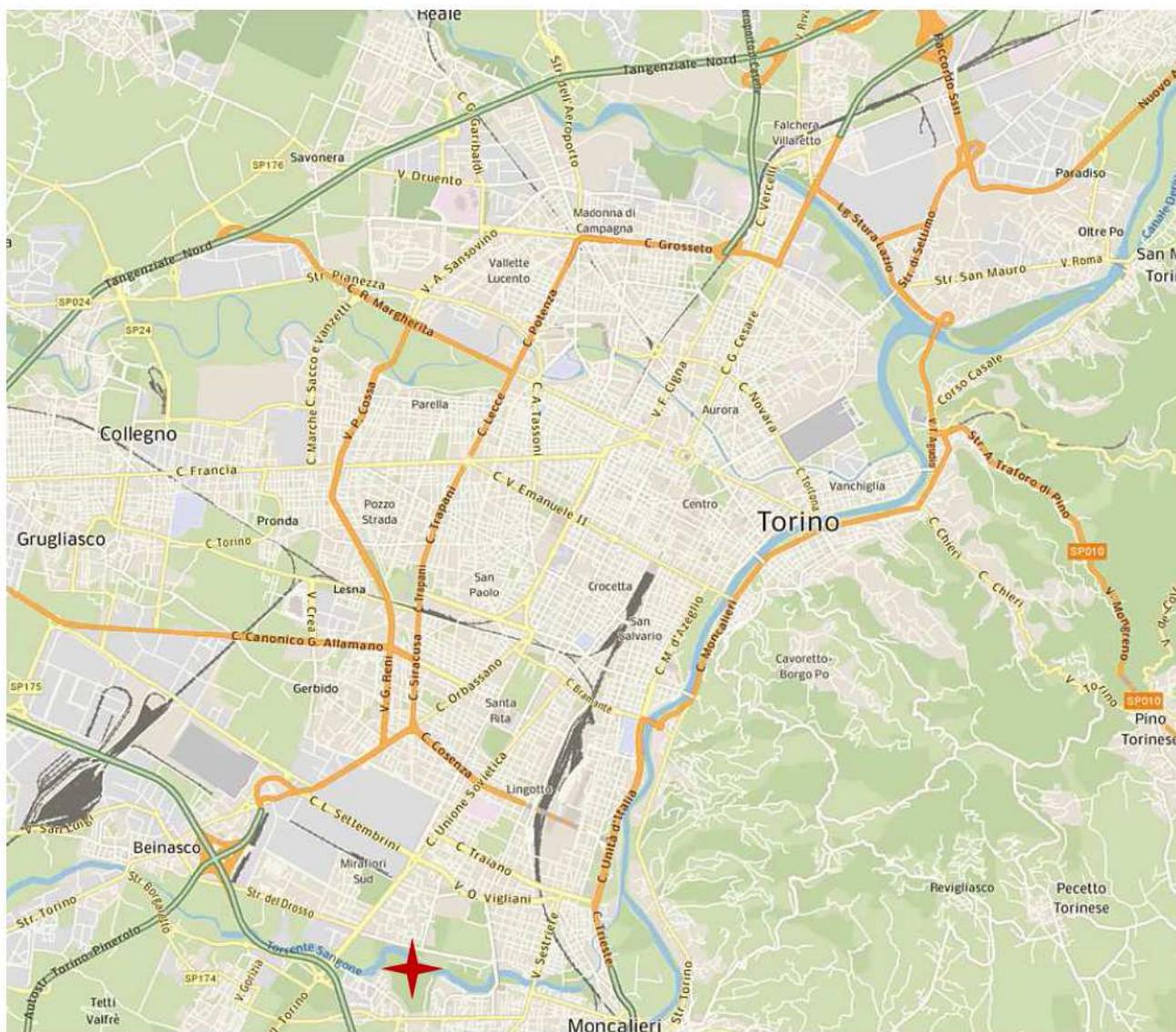


Figura 5 – Localizzazione dell'edificio nel territorio comunale

4.3. Foto del sito

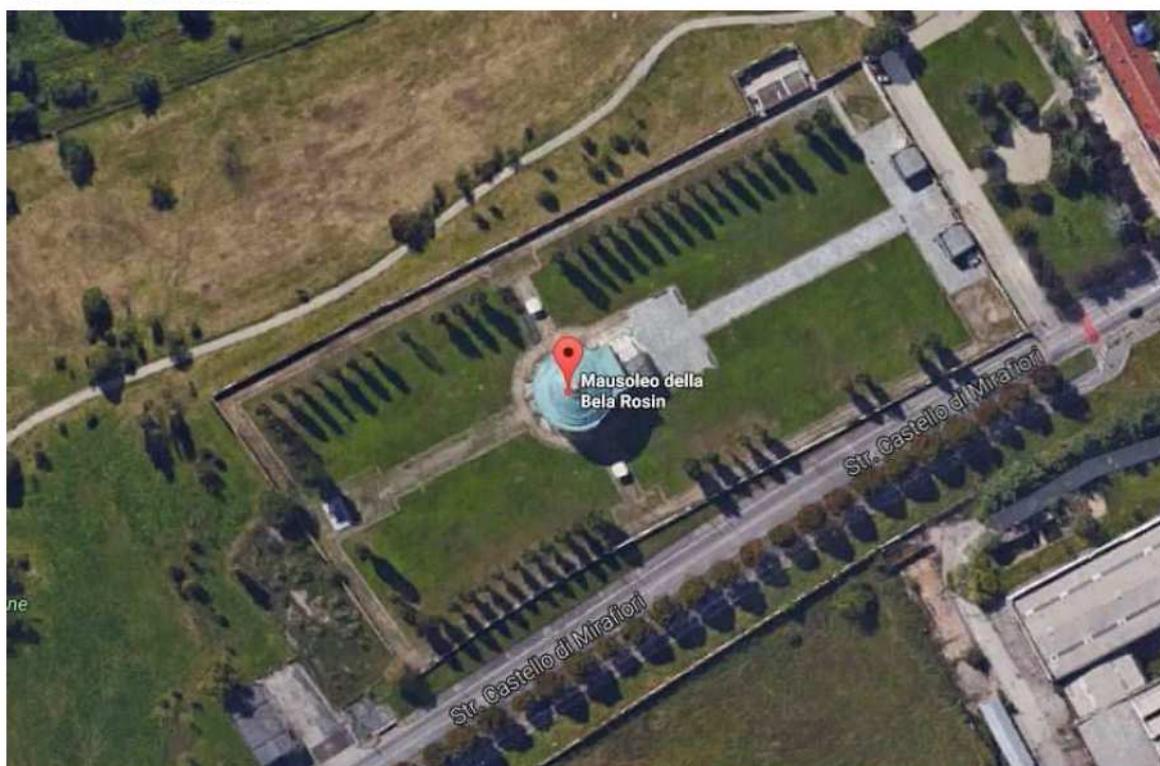


Figura 6 – inquadramento aerofotogrammetrico dell'edificio

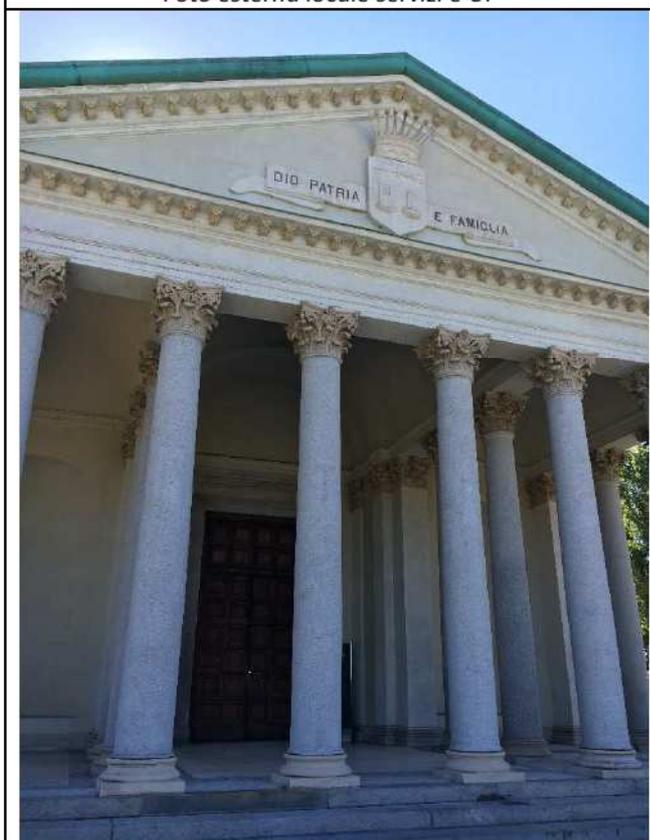




Foto esterna locale servizi e CT



Mausoleo vista retro



Mausoleo ingresso



Foto interna mausoleo



Foto interna locale associazione



Foto interna intercapedine mausoleo

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°00'35.8"N
Longitudine	7°38'28.2"E

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

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

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

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

4.5. Caratteristiche tecniche generali e dimensionali

Piani riscaldati	Superficie utile riscaldata (m ²)	Superficie disperdente involucro edilizio (m ²)	Volume lordo riscaldato (m ³)	Rapporto S/V (m ⁻¹)
1	256,01	361,40	3.854,57	0,49

Si riporta di seguito una descrizione del complesso in oggetto:

Involucro

Il mausoleo è un edificio neoclassico, progettato dall'Architetto Angelo Demezzi nel 1886. Realizzato a pianta circolare, con circa 16 m di diametro e altrettanti di altezza, ha una croce latina posta sulla cupola lastricata in rame.

I lavori di restauro conservativo hanno apportato solo alcune modifiche: l'altare è stato spostato all'esterno, nel parco.

Il pavimento è attualmente un parquet in legno, ma nelle nicchie è ancora presente il pavimento originale a mosaico. È stato realizzato un tromp l'oeil nella parte superiore, per ricordare il soffitto a cassettoni completamente rovinato sia dagli atti vandalici che dalle intemperie. Per ovviare a quest'ultimo inconveniente, l'apertura al centro della cupola è stata chiusa con una copertura in vetro. Per il resto, l'intervento di restauro ha seguito le indicazioni originali del progetto, mantenendo il marmo chiaro e venato e le colonne chiare.

I due edifici posti all'ingresso del sito, di ridotte dimensioni, sono invece realizzati in mattoni portanti, con pavimento su terreno, copertura con solaio piano. I serramenti di questi locali sono in legno e già dotati di vetrocamera 4/12/4.

Infine, il blocco servizi, realizzato in epoca recente, ha murature a cassa vuota, pavimento su terreno e copertura piana in laterocemento. I serramenti sono in metallo senza TT e vetro singolo

Impianto di riscaldamento

Il complesso è servito da un impianto di riscaldamento così composto:

- 1 caldaia tradizionale "ICI CALDAIE RED 90", a basamento alimentata a metano, potenza utile nominale pari a 105kW. La centrale termica si trova nel blocco servizi;
- La distribuzione primaria del fluido termovettore per ogni circuito 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 nel terreno. Le pompe di circolazione sono a giri fissi per tutti i circuiti;
- Terminali di emissione: radiatori in ghisa senza valvole termostatiche nei locali servizi e negli edifici posti all'ingresso del sito (biblioteca e associazione); pannelli radianti a pavimento nel mausoleo;
- Regolazione con compensazione climatica in centrale termica per ogni circuito di mandata;
- 2 circuiti di distribuzione, uno per i radiatori ed uno per i pannelli radianti;

- Accensione impianto (dato fornitoci dal responsabile IREN per gli impianti termici): h24, 7/7

Impianto di produzione acqua calda sanitaria

- La produzione dell'acs avviene con un boiler elettrico da 1500W posto nei servizi igienici

4.6. Planimetrie

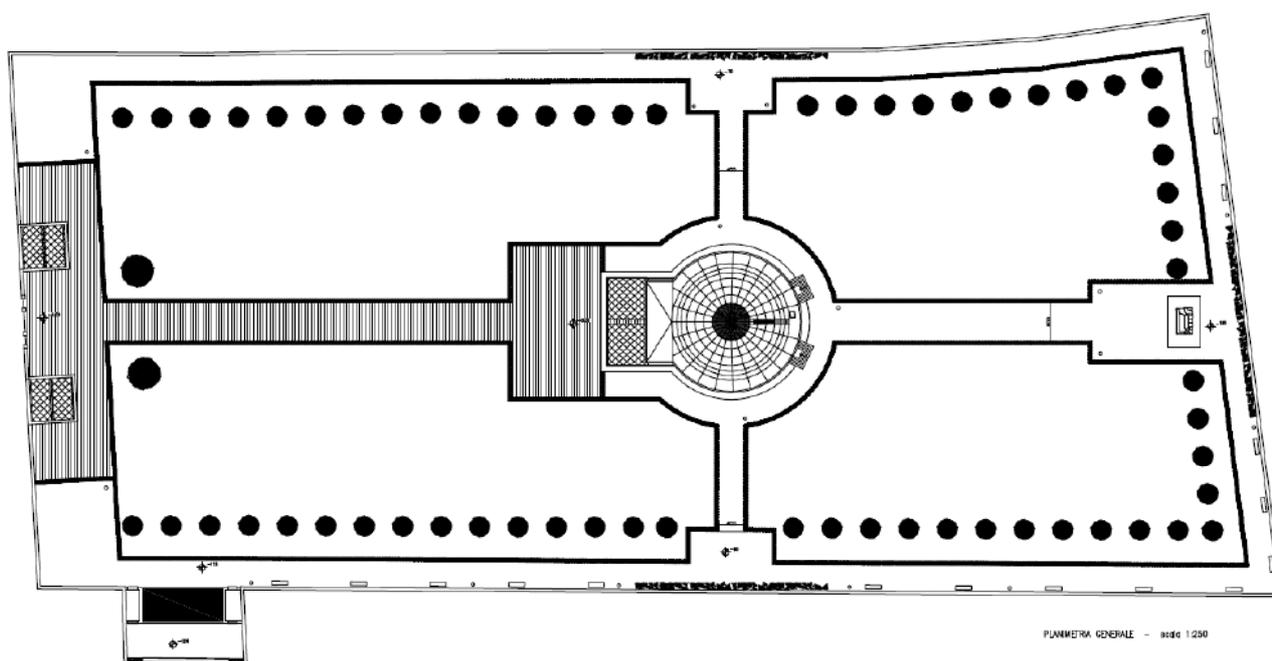


Figura 7 - Pianta generale del sito

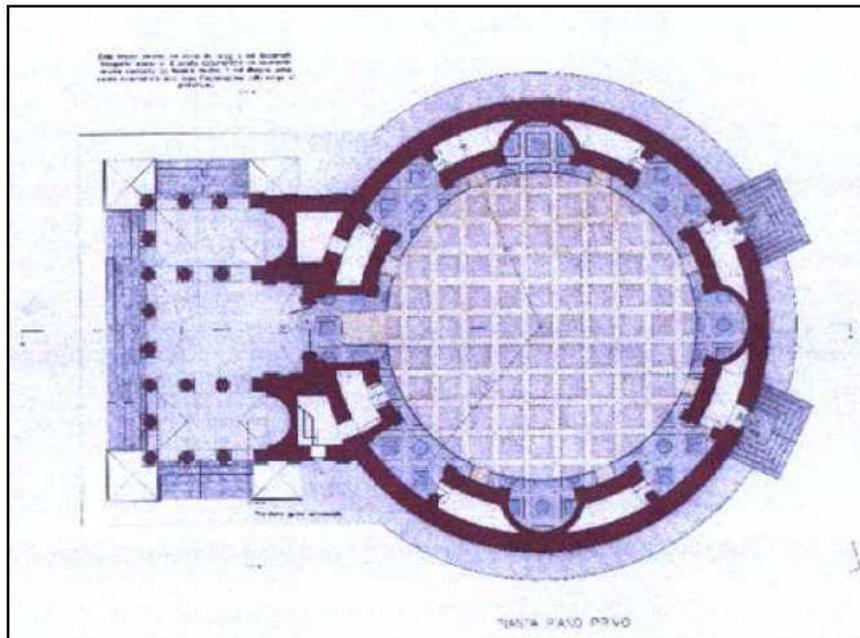


Figura 8 - Pianta mausoleo

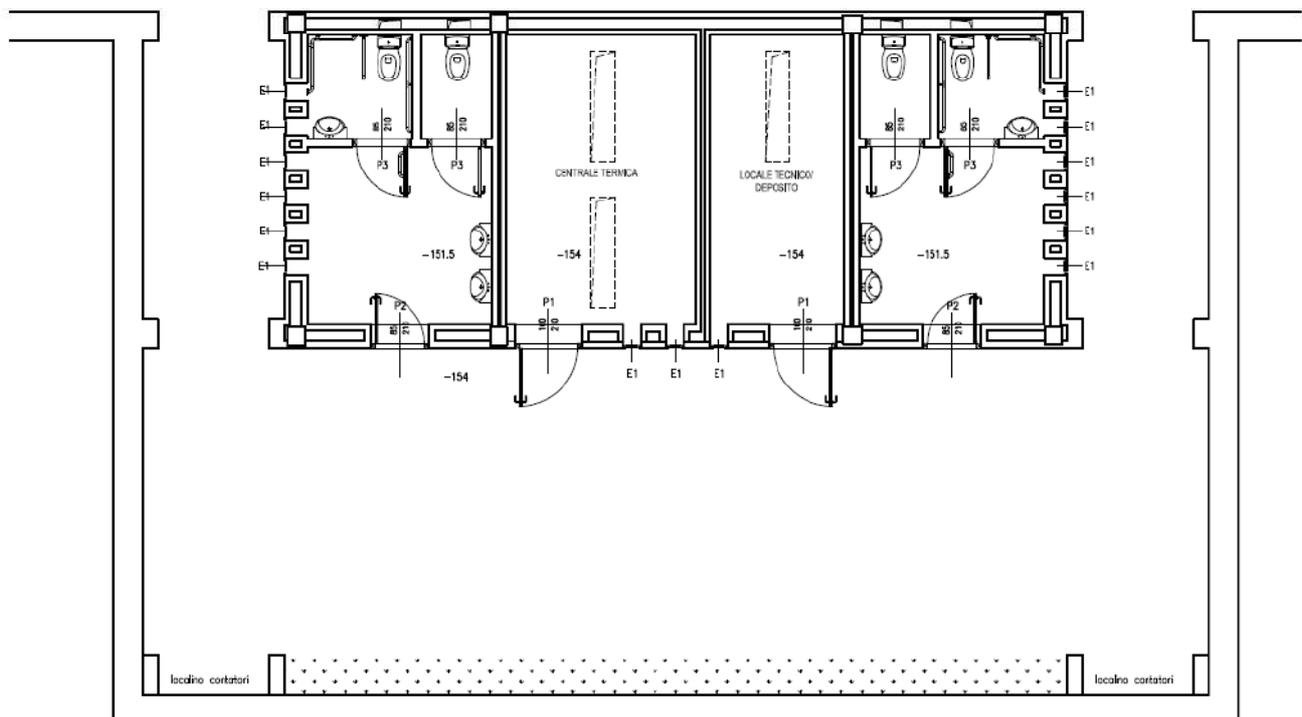


Figura 9 - Pianta blocco servizi

4.1.Considerazioni generali sull'edificio

Il complesso si presenta complessivamente in buone condizioni di manutenzione, anche perché è stato oggetto di restauro nel 2005.

La particolarità del sito e l'importanza dal punto di vista storico limitano la possibilità di effettuare ulteriori interventi di efficientamento energetico.

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

Non sono state rilevate condizioni particolari dagli utenti intervistati.

5. Modello termico

5.1. Modellazione involucro edilizio

Per la costruzione del modello energetico del complesso del mausoleo della Bela Rosin, 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 diffusi, sono state ipotizzate sulla base dei dati reperiti durante il sopralluogo e l'analisi documentale.

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

Dispersioni per componente

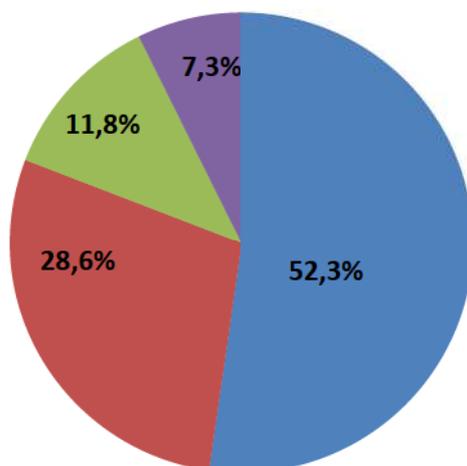
INTERA STAGIONE

Strutture opache

Cod	Descrizione elemento	U [W/m ² K]	Sup. [m ²]	Q _{H,tr} [kWh]	%Q _{H,tr} [%]	Q _{H,r} [kWh]	%Q _{H,r} [%]	Q _{sol,k} [kWh]	%Q _{sol,k} [%]
M1	Muratura esterna mattoni pieni uffici biblio	1,262	143,98	10121	11,1	2173	15,0	2816	16,9
M2	Muratura esterna cassa vuota servizi	1,041	69,40	4024	4,4	0	0,0	0	0,0
M3	Muratura esterna cassa vuota servizi su LNR	0,994	32,52	1081	1,2	-	-	-	-
M4	muratura mausoleo su intercapedine	1,509	875,88	29447	32,2	-	-	-	-
M5	Porta mausoleo ingresso	1,493	10,44	868	0,9	0	0,0	0	0,0
M6	Porte mausoleo su intercapedine LNR	2,052	18,40	841	0,9	-	-	-	-
M7	Porta metallo servizi	4,647	4,52	1170	1,3	0	0,0	0	0,0
M8	Sottofinestra mattoni pieni uffici biblio	1,633	3,74	340	0,4	73	0,5	141	0,8
P1	pavimento su terreno uffici e servizi	0,987	127,62	7016	7,7	-	-	-	-
P2	Pavimento mausoleo con pannelli	0,679	233,78	4419	4,8	-	-	-	-
S1	Soffitto biblio (piano+copertura)	1,664	83,54	7742	8,5	3324	23,0	2909	17,4
S2	Soffitto piano servizi	1,853	44,08	4551	5,0	1954	13,5	1710	10,2
S3	Soffitto mausoleo con rame	1,090	226,70	13766	15,1	5911	40,9	5172	31,0
Totali				85387	93,4	13435	93,0	12748	76,3

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 Biblioteca	2,972	7,02	1162	1,3	232	1,6	1038	6,2
W2	Porta Finestra Biblioteca	2,912	16,14	2618	2,9	404	2,8	867	5,2
W3	Finestra servizi igienici	6,038	1,20	404	0,4	0	0,0	0	0,0
W4	Finestra top mausoleo	4,779	7,08	1885	2,1	376	2,6	2044	12,2
Totali				6068	6,6	1013	7,0	3950	23,7



■ Componenti opachi verticali ■ Coperture ■ Pavimenti ■ Componenti finestrati

Figura 10 - %, 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	-242,80	-3.083,20	-888,00	419,00	934,00	3.941,00
Novembre	-842,13	-10.693,87	-2.466,00	478,00	1.647,00	13.991,00
Dicembre	-1.329,33	-16.880,67	-3.707,00	456,00	1.702,00	21.942,00
Gennaio	-1.307,21	-16.599,79	-3.660,00	462,00	1.702,00	21.990,00
Febbraio	-1.125,81	-14.296,19	-3.285,00	597,00	1.538,00	18.594,00
Marzo	-738,76	-9.381,24	-2.525,00	949,00	1.702,00	13.175,00
Aprile	-159,65	-2.027,35	-814,00	589,00	824,00	3.099,00
	-5.745,68	-72.962,32	-17.345,00	3.950,00	10.049,00	96.732,00
	6%	76%	18%	28%	72%	

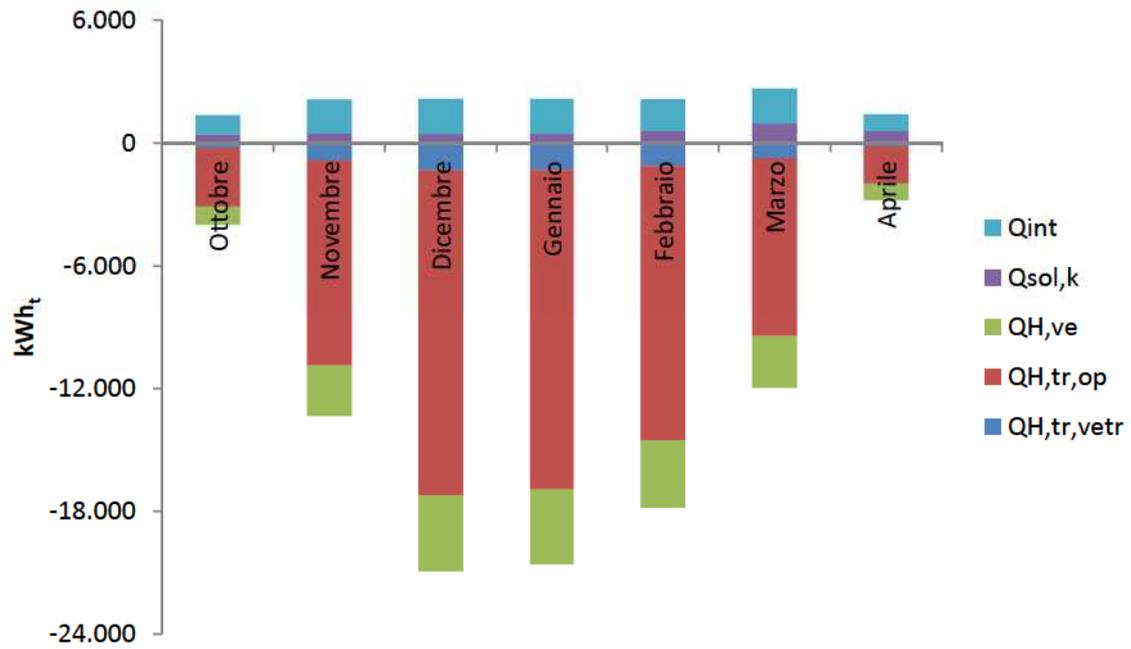


Figura 11 - Andamento mensile dispersioni ed apporti edificio

5.2. Modellazione impianto termico

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

Caratteristiche sottosistema di EMISSIONE1:

Tipo di terminale di erogazione	Radiatori su parete esterna non isolata ($U > 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$)	
Temperatura di mandata di progetto	80,0	°C
Potenza nominale dei corpi scaldanti	25396	W
Rendimento di emissione	91	%

Caratteristiche sottosistema di REGOLAZIONE1:

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 EMISSIONE2:

Tipo di terminale di erogazione	Pannelli annegati a pavimento
Fattore correttivo f_{emb}	1,00
Rendimento di emissione	95,0 %

Caratteristiche sottosistema di REGOLAZIONE2:

Tipo	Per zona + climatica
Caratteristiche	On off
Rendimento di regolazione	94,0 %

Caratteristiche sottosistema di distribuzione utenza:

Metodo di calcolo	Semplificato
Tipo di impianto	Centralizzato a distribuzione orizzontale
Posizione impianto	Impianto a piano terreno, su ambiente non riscaldato o terreno con distribuzione a collettori
Isolamento tubazioni	Isolamento con spessori conformi alle prescrizioni del DPR n. 412/93
Numero di piani	1
Fattore di correzione	1,00
Rendimento di distribuzione utenza	94,0 %
Fabbisogni elettrici	490 W

Caratteristiche sottosistema di GENERAZIONE:

Servizio	Riscaldamento
Tipo di generatore	Caldia tradizionale
Metodo di calcolo	Analitico
Marca/Serie/Modello	ICI Caldaie Red 90

Potenza nominale al focolare Φ_{cn} **115,00** kW
 Generatore a temperatura di mandata fissa **80,0** °C
 Tipo di circuito **Circuito diretto**

Ambiente di installazione:

Ambiente di installazione **Centrale termica**
 Fattore di riduzione delle perdite $k_{gn,env}$ **0,30** -

Vettore energetico:

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



Caldaia in CT



Pavimento radiante nel mausoleo

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	$\eta_{H,e}$	92,7	%
Rendimento di regolazione	$\eta_{H,rg}$	93,4	%
Rendimento di distribuzione utenza	$\eta_{H,du}$	95,1	%
Rendimento di generazione	$\eta_{H,gn}$	80,9	%
Rendimento globale medio stagionale	$\eta_{H,g}$	70,6	%

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	10779	2502
Dati 2013/14	11985	2136
Dati 2014/15	12893	2161

Se ne determinano i seguenti consumi normalizzati:

	Smc norm.
Consumo effettivo 2012/13 normalizzato	9.764
Consumo effettivo 2013/2014 normalizzato	12.717
Consumo effettivo 2014/2015 normalizzato	13.522

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

	Smc
Consumo effettivo	12.001

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

Fabbisogno ambiente	$QH_{,nd}$ [kWh]	96.773
Energia del combustibile risc.	$QH_{,gn,in}$ [kWh]	124.400
Energia del combustibile ACS	$QW_{,gn,in}$ [kWh]	64

Consumo operativo METANO [Smc]	12958
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 dovrebbero ricavare a questo punto gli indicatori di prestazione energetica. 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.

Il caso in esame risulta però particolare, in quanto si tratta di una destinazione d'uso di cui in letteratura non si conoscono approfondimenti.

Pertanto non è stato possibile effettuare un confronto dei consumi con valori di riferimento.

Viene però 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]	115.213
Volume lordo riscaldato [m ³]	3.854,57
GG per utilizzati per la normalizzazione	2617
$EP_{(i+w)}$ [Wh/m ³ GG]	11,4

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 solai piani su esterno e verso sottotetto non abitabile
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	12.958	smc
		$\eta_{H,g}$ ante	0,706	
		$\eta_{H,g}$ post	0,782	
		Consumo post	11.561	smc
		Risparmio	11%	
		Costo intervento	16.543	
		Risparmio	950	Euro/anno
		PB	17,4	anni

6.2. Isolamento coperture piane biblioteca e servizi

L'intervento prevede la posa di 16 cm di isolante tipo XPS sulla copertura piana del blocco servizi e di 10 cm di XPS sul soffitto dei locali biblioteca e associazione.

Descrizione elemento	U ante [W/m ² K]	U post [W/m ² K]	Sup. [m ²]
<i>Soffitto biblio (piano+copertura)</i>	1,799	0,298	381,86
<i>Soffitto piano servizi</i>	2,022	0,211	195,23

Dalle simulazioni di calcolo si ottengono i seguenti risultati:

2	Isolamento coperture piane biblioteca e servizi	Consumo ante	12.958	smc
		Consumo post	11.569	smc
		Risparmio	11%	
		Costo intervento	16.811	
		Risparmio	945	Euro/anno
		PB	17,8	anni

6.3. Sostituzione serramenti

I serramenti dei locali adibiti a biblioteca e servizi sono molto recenti. Per il mausoleo non è ipotizzabile un cambio dei serramenti

6.4. Cappotto

Data la natura degli edifici, non è pensabile realizzare un cappotto termico.

6.5. Conclusioni

Di seguito la sintesi degli interventi proposti:

Interventi	Investimento	Risparmio			PB
	€	%	Smc	€/anno	anni
Generatore di calore a condensazione + valvole + regolazione climatica	16543	11%	1397	950	17
Isolamento coperture piane biblioteca e servizi	16811	11%	1389	945	18
Serramenti	0	100%	12958	8811	0
Cappotto	0	100%	12958	8811	0

In conclusione si osserva che l'intervento più vantaggioso in termini economici è la sostituzione del generatore di calore.

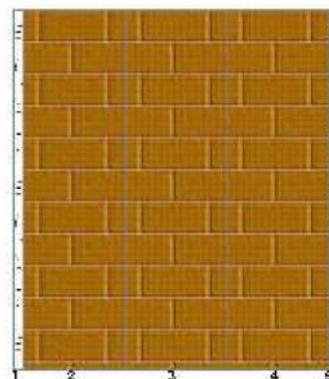
7. Allegati

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

Descrizione della struttura: *Muratura esterna mattoni pieni uffici biblio*

Codice: *M1*

Trasmittanza termica	1,262	W/m ² K
Spessore	450	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	-8,0	°C
Permeanza	49,020	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa (con intonaci) superficiale	804	kg/m ²
Massa (senza intonaci) superficiale	756	kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,125	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,099	-
Sfasamento onda termica	-14,4	h



Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,130	-	-	-
1	Intonaco di calce e sabbia	15,00	0,800	0,019	1600	1,00	10
2	Mattone pieno	140,00	0,778	0,180	1800	0,84	9
3	Mattone pieno	140,00	0,778	0,180	1800	0,84	9
4	Mattone pieno	140,00	0,778	0,180	1800	0,84	9
5	Intonaco di calce e sabbia	15,00	0,800	0,019	1600	1,00	10
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,085	-	-	-

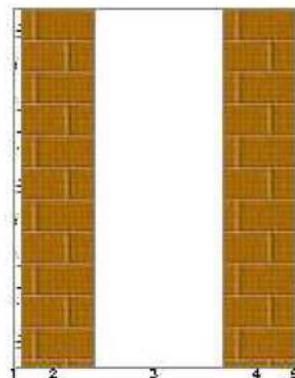
Legenda simboli

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: *Muratura esterna cassa vuota servizi*
Codice: *M2*

Trasmittanza termica	1,041	W/m ² K	
Spessore	400	mm	
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	-8,0	°C	
Permeanza	99,502	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa	
Massa superficiale (con intonaci)	188	kg/m ²	
Massa superficiale (senza intonaci)	156	kg/m ²	
Trasmittanza periodica	0,634	W/m ² K	
Fattore attenuazione	0,609	-	
Sfasamento onda termica	-6,3	h	


Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,130	-	-	-
1	Intonaco di calce e sabbia	10,00	0,800	0,013	1600	1,00	10
2	Mattone forato	100,00	0,370	0,270	780	0,84	9
3	Intercapedine non ventilata Av<500 mm ² /m	180,00	1,000	0,180	-	-	-
4	Mattone forato	100,00	0,370	0,270	780	0,84	9
5	Intonaco di calce e sabbia	10,00	0,800	0,013	1600	1,00	10
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,085	-	-	-

Legenda simboli

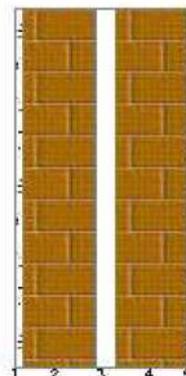
s	Spessore	mm
Cond.	Conduttività termica, comprensiva di eventuali coefficienti correttivi	W/mK
R	Resistenza termica	m ² K/W
M.V.	Massa volumica	kg/m ³
C.T.	Capacità termica specifica	kJ/kgK
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto	-

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

Descrizione della struttura: *Muratura esterna cassa vuota servizi su LNR*

Codice: *M3*

Trasmittanza termica	0,994	W/m ² K
Spessore	250	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	3,2	°C
Permeanza	99,502	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	188	kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	156	kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,561	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,564	-
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	Intonaco di calce e sabbia	10,00	0,800	0,013	1600	1,00	10
2	Mattone forato	100,00	0,370	0,270	780	0,84	9
3	Intercapedine non ventilata Av<500 mm ² /m	30,00	0,167	0,180	-	-	-
4	Mattone forato	100,00	0,370	0,270	780	0,84	9
5	Intonaco di calce e sabbia	10,00	0,800	0,013	1600	1,00	10
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,130	-	-	-

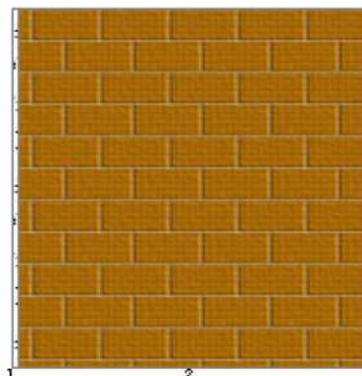
Legenda simboli

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

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

Descrizione della struttura: *muratura mausoleo su intercapedine*
Codice: *M4*

Trasmittanza termica	1,509		W/m ² K
Spessore	700		mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	8,8		°C
Permeanza	5,848		10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	1528		kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	1496		kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,034		W/m ² K
Fattore attenuazione	0,022		-
Sfasamento onda termica	-19,0		h


Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,130	-	-	-
1	Intonaco di calce e sabbia	10,00	0,800	0,013	1600	1,00	10
2	Mur.mista (pietra-later.) pareti esterne (um. 1.5%)	680,00	1,800	0,378	2200	1,00	50
3	Intonaco di calce e sabbia	10,00	0,800	0,013	1600	1,00	10
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,130	-	-	-

Legenda simboli

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

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

Descrizione della struttura: *Porta mausoleo ingresso*
Codice: *M5*

Trasmittanza termica	1,493		W/m ² K
Spessore	100		mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	-8,0		°C
Permeanza	47,619		10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	85		kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	85		kg/m ²
Trasmittanza periodica	1,062		W/m ² K
Fattore attenuazione	0,711		-
Sfasamento onda termica	-4,6		h


Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,130	-	-	-
1	Legno di quercia flusso perpend. alle fibre	100,00	0,220	0,455	850	1,60	42
-	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: *Porte mausoleo su intercapedine LNR*
Codice: *M6*

Trasmittanza termica	2,052		W/m ² K
Spessore	50		mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	8,8		°C
Permeanza	95,238		10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	43		kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	43		kg/m ²
Trasmittanza periodica	1,887		W/m ² K
Fattore attenuazione	0,919		-
Sfasamento onda termica	-2,0		h


Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,130	-	-	-
1	Legno di quercia flusso perpend. alle fibre	50,00	0,220	0,227	850	1,60	42
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,130	-	-	-

Legenda simboli

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

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

Descrizione della struttura: *Porta metallo servizi*

Codice: *M7*

Trasmittanza termica	4,647	W/m ² K
Spessore	4	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	-8,0	°C
Permeanza	0,005	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	31	kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	31	kg/m ²
Trasmittanza periodica	4,641	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,999	-
Sfasamento onda termica	-0,2	h



Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,130	-	-	-
1	Acciaio	4,00	52,000	0,000	7800	0,45	9999999
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,085	-	-	-

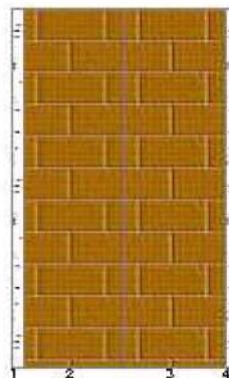
Legenda simboli

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: *Sottofinestra mattoni pieni uffici biblio*
Codice: *M8*

Trasmittanza termica	1,633		W/m ² K
Spessore	310		mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	-8,0		°C
Permeanza	70,922		10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	552		kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	504		kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,405		W/m ² K
Fattore attenuazione	0,248		-
Sfasamento onda termica	-9,9		h


Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	<i>0,130</i>	-	-	-
1	Intonaco di calce e sabbia	<i>15,00</i>	<i>0,800</i>	<i>0,019</i>	<i>1600</i>	<i>1,00</i>	<i>10</i>
2	Mattone pieno	<i>140,00</i>	<i>0,778</i>	<i>0,180</i>	<i>1800</i>	<i>0,84</i>	<i>9</i>
3	Mattone pieno	<i>140,00</i>	<i>0,778</i>	<i>0,180</i>	<i>1800</i>	<i>0,84</i>	<i>9</i>
4	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>	-	-	-

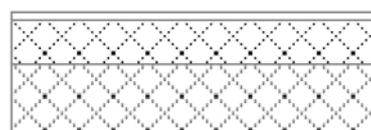
Legenda simboli

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: *pavimento su terreno uffici e servizi*
Codice: *P1*

Trasmittanza termica	3,124	W/m ² K
Trasmittanza controterra	0,987	W/m ² K
Spessore	170	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	-8,0	°C
Permeanza	0,002	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa (con intonaci) superficiale	375	kg/m ²
Massa (senza intonaci) superficiale	375	kg/m ²
Trasmittanza periodica	1,906	W/m ² K
Fattore attenuazione	1,931	-
Sfasamento onda termica	-4,8	h


Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,170	-	-	-
1	Piastrelle in ceramica (piastrelle)	10,00	1,300	0,008	2300	0,84	9999999
2	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	60,00	1,490	0,040	2200	0,88	70
3	C.i.s. di sabbia e ghiaia (pareti esterne)	100,00	1,610	0,062	2200	1,00	96
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,040	-	-	-

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	-

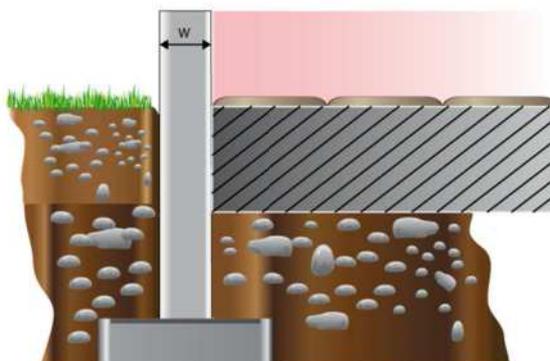
CALCOLO DELLA TRASMITTANZA CONTROTERRA secondo UNI EN ISO 13370

Pavimento appoggiato su terreno:

pavimento su terreno uffici e servizi

Codice: **P1**

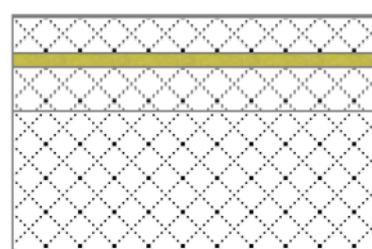
Area del pavimento	90,00 m ²
Perimetro disperdente del pavimento	80,00 m
Spessore pareti perimetrali esterne	450 mm
Conduttività termica del terreno	2,00 W/mK



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

Descrizione della struttura: *Pavimento mausoleo con pannelli*
Codice: *P2*

Trasmittanza termica	0,679		W/m ² K
Spessore	332		mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	6,0		°C
Permeanza	8,214		10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	427		kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	427		kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,066		W/m ² K
Fattore attenuazione	0,098		-
Sfasamento onda termica	-13,6		h


Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,170	-	-	-
1	Legno di abete flusso perpend. alle fibre	2,00	0,120	0,017	450	1,60	625
2	Caldana additivata per pannelli	50,00	1,000	0,050	1800	0,88	30
3	Polistirene espanso sinterizzato (EPS 80)	20,00	0,036	0,556	15	1,45	60
4	Sottofondo di cemento magro	60,00	0,700	0,086	1600	0,88	20
5	C.l.s. in genere	200,00	0,470	0,426	1200	1,00	96
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,170	-	-	-

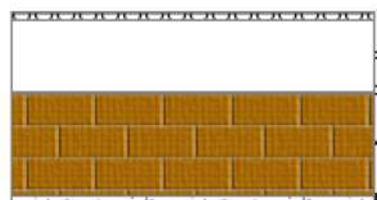
Legenda simboli

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

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

Descrizione della struttura: Soffitto biblio (piano+copertura)
Codice: S1

Trasmittanza termica		1,664	W/m ² K
Spessore		264	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)		-8,0	°C
Permeanza		1,160	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)		286	kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)		278	kg/m ²
Trasmittanza periodica		0,767	W/m ² K
Fattore attenuazione		0,461	-
Sfasamento onda termica		-6,1	h


Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,085	-	-	-
1	Tegole in calcestruzzo	10,00	1,500	0,007	2100	1,00	100
2	Intercapedine non ventilata Av<500 mm ² /m	100,00	0,625	0,160	-	-	-
3	Membrana bituminosa (per THERMO 2G)	3,00	0,170	0,018	1200	0,92	50000
4	Mattone pieno	140,00	0,778	0,180	1800	0,84	9
5	Cartongesso 9,5 mm (per THERMOGES)	10,00	0,211	0,047	840	0,84	8
6	Tegola canadese	1,00	0,230	0,004	1200	0,92	20000
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,100	-	-	-

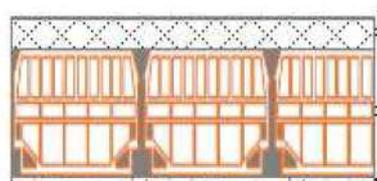
Legenda simboli

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: Soffitto piano servizi
Codice: S2

Trasmittanza termica	1,853		W/m ² K
Spessore	233		mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	-8,0		°C
Permeanza	1,294		10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	281		kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	263		kg/m ²
Trasmittanza periodica	1,097		W/m ² K
Fattore attenuazione	0,592		-
Sfasamento onda termica	-5,9		h


Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,085	-	-	-
1	Membrana bituminosa (per THERMO 2G)	3,00	0,170	0,018	1200	0,92	50000
2	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	40,00	1,490	0,027	2200	0,88	70
3	Blocco da solaio	180,00	0,600	0,300	950	0,84	9
4	Intonaco di cemento e sabbia	10,00	1,000	0,010	1800	1,00	10
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,100	-	-	-

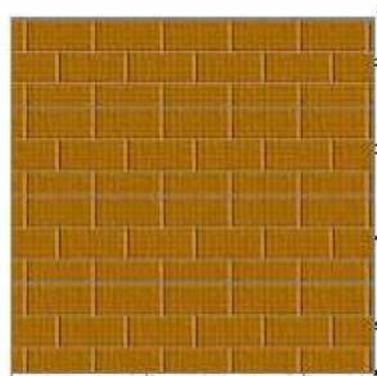
Legenda simboli

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: Soffitto mausoleo con rame
Codice: S3

Trasmittanza termica	1,090		W/m ² K
Spessore	571	mm	
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	-8,0	°C	
Permeanza	0,020	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa	
Massa superficiale (con intonaci)	1033	kg/m ²	
Massa superficiale (senza intonaci)	1017	kg/m ²	
Trasmittanza periodica	0,052	W/m ² K	
Fattore attenuazione	0,048	-	
Sfasamento onda termica	-18,1	h	


Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,085	-	-	-
1	Rame	1,00	380,000	0,000	8900	0,38	9999999
2	Mattone pieno	140,00	0,778	0,180	1800	0,84	9
3	Mattone pieno	140,00	0,778	0,180	1800	0,84	9
4	Mattone pieno	140,00	0,778	0,180	1800	0,84	9
5	Mattone pieno	140,00	0,778	0,180	1800	0,84	9
6	Intonaco di calce e sabbia	10,00	0,800	0,013	1600	1,00	10
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,100	-	-	-

Legenda simboli

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

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

Descrizione della finestra: *Finestra Biblioteca*

Codice: *W1*

Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	Singolo		
Classe di permeabilità	Senza classificazione		
Trasmittanza termica	U_w	2,972	W/m ² K
Trasmittanza solo vetro	U_g	2,525	W/m ² K

Dati per il calcolo degli apporti solari

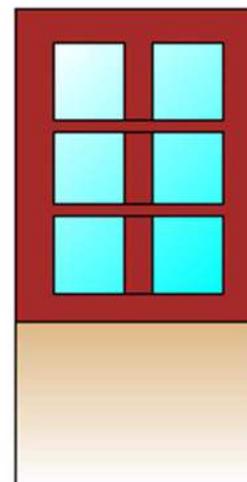
Emissività	ϵ	0,837	-
Fattore tendaggi (invernale)	$f_{c\,inv}$	1,00	-
Fattore tendaggi (estivo)	$f_{c\,est}$	1,00	-
Fattore di trasmittanza solare	$g_{gl,n}$	0,850	-

Caratteristiche delle chiusure oscuranti

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

Dimensioni del serramento

Larghezza	117,0	cm
Altezza	150,0	cm



Caratteristiche del telaio

Trasmittanza termica del telaio	U_f	2,80	W/m ² K
K distanziale	K_d	0,06	W/mK
Area totale	A_w	1,755	m ²
Area vetro	A_g	0,741	m ²
Area telaio	A_f	1,014	m ²
Fattore di forma	F_f	0,42	-
Perimetro vetro	L_g	8,440	m
Perimetro telaio	L_f	5,340	m

Stratigrafia del pacchetto vetrato

Descrizione strato	s	λ	R
Resistenza superficiale interna	-	-	0,130
Primo vetro	4,0	1,00	0,004
Intercapedine	-	-	0,173
Secondo vetro	4,0	1,00	0,004
Resistenza superficiale esterna	-	-	0,085



Legenda simboli

s	Spessore
λ	Conduttività termica
R	Resistenza termica

mm
W/mK
m ² K/W

Caratteristiche del modulo

Trasmittanza termica del modulo U **2,506** W/m²K

Muro sottofinestra

Struttura opaca associata

M8 Sottofinestra mattoni pieni uffici biblio

Trasmittanza termica

U **1,633** W/m²K

Altezza

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

Area

0,94 m²

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

Descrizione della finestra: *Porta Finestra Biblioteca*

Codice: *W2*

Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	Singolo		
Classe di permeabilità	Senza classificazione		
Trasmittanza termica	U_w	2,912	W/m ² K
Trasmittanza solo vetro	U_g	2,525	W/m ² K

Dati per il calcolo degli apporti solari

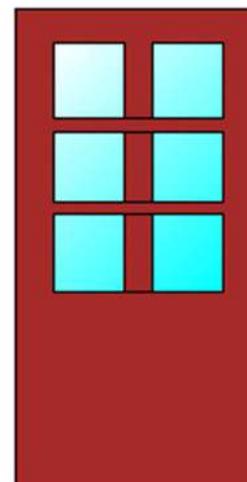
Emissività	ϵ	0,837	-
Fattore tendaggi (invernale)	$f_{c\ inv}$	1,00	-
Fattore tendaggi (estivo)	$f_{c\ est}$	1,00	-
Fattore di trasmittanza solare	$g_{gl,n}$	0,850	-

Caratteristiche delle chiusure oscuranti

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

Dimensioni del serramento

Larghezza		117,0	cm
Altezza		230,0	cm



Caratteristiche del telaio

Trasmittanza termica del telaio	U_f	2,80	W/m ² K
K distanziale	K_d	0,06	W/mK
Area totale	A_w	2,691	m ²
Area vetro	A_g	0,734	m ²
Area telaio	A_f	1,957	m ²
Fattore di forma	F_f	0,27	-
Perimetro vetro	L_g	8,400	m
Perimetro telaio	L_f	6,940	m

Stratigrafia del pacchetto vetrato

Descrizione strato	s	λ	R
Resistenza superficiale interna	-	-	0,130
Primo vetro	4,0	1,00	0,004
Intercapedine	-	-	0,173
Secondo vetro	4,0	1,00	0,004
Resistenza superficiale esterna	-	-	0,085



Legenda simboli

s	Spessore
λ	Conduttività termica
R	Resistenza termica

mm
W/mK
m ² K/W

Caratteristiche del modulo

Trasmittanza termica del modulo U **2,912** W/m²K

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

Descrizione della finestra: *Finestra servizi igienici*

Codice: *W3*

Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	Singolo		
Classe di permeabilità	Senza classificazione		
Trasmittanza termica	U_w	6,038	W/m ² K
Trasmittanza solo vetro	U_g	4,522	W/m ² K

Dati per il calcolo degli apporti solari

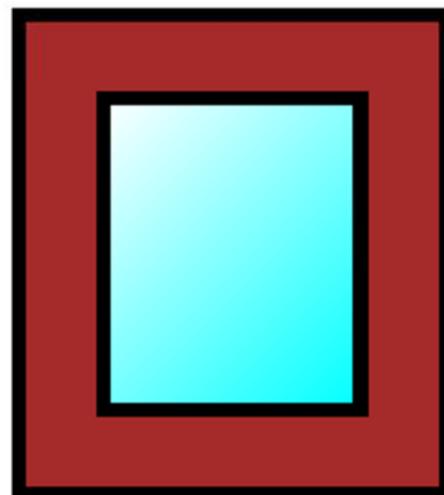
Emissività	ϵ	0,837	-
Fattore tendaggi (invernale)	$f_{c\ inv}$	1,00	-
Fattore tendaggi (estivo)	$f_{c\ est}$	1,00	-
Fattore di trasmittanza solare	$g_{gl,n}$	0,850	-

Caratteristiche delle chiusure oscuranti

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

Dimensioni del serramento

Larghezza		30,0	cm
Altezza		34,0	cm



Caratteristiche del telaio

Trasmittanza termica del telaio	U_f	7,00	W/m ² K
K distanziale	K_d	0,00	W/mK
Area totale	A_w	0,102	m ²
Area vetro	A_g	0,040	m ²
Area telaio	A_f	0,062	m ²
Fattore di forma	F_f	0,39	-
Perimetro vetro	L_g	0,800	m
Perimetro telaio	L_f	1,280	m

Stratigrafia del pacchetto vetrato

Descrizione strato	s	λ	R
Resistenza superficiale interna	-	-	0,130
Primo 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 **6,038** W/m²K

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

Descrizione della finestra: *Finestra top mausoleo*

Codice: *W4*

Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	Singolo		
Classe di permeabilità	Senza classificazione		
Trasmittanza termica	U_w	4,779	W/m ² K
Trasmittanza solo vetro	U_g	4,564	W/m ² K

Dati per il calcolo degli apporti solari

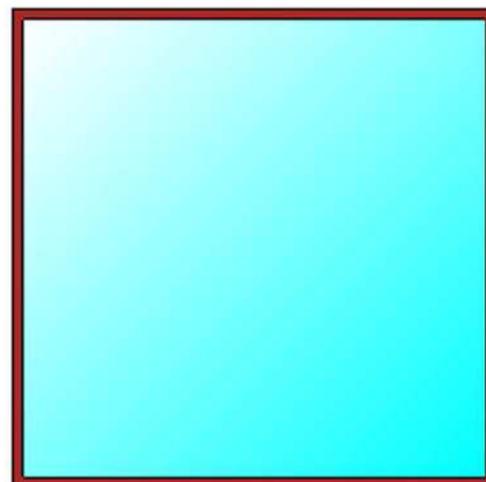
Emissività	ϵ	0,837	-
Fattore tendaggi (invernale)	$f_{c\,inv}$	1,00	-
Fattore tendaggi (estivo)	$f_{c\,est}$	1,00	-
Fattore di trasmittanza solare	$g_{gl,n}$	0,850	-

Caratteristiche delle chiusure oscuranti

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

Dimensioni del serramento

Larghezza		266,0	cm
Altezza		266,0	cm



Caratteristiche del telaio

Trasmittanza termica del telaio	U_f	7,00	W/m ² K
K distanziale	K_d	0,00	W/mK
Area totale	A_w	7,076	m ²
Area vetro	A_g	6,452	m ²
Area telaio	A_f	0,624	m ²
Fattore di forma	F_f	0,91	-
Perimetro vetro	L_g	10,160	m
Perimetro telaio	L_f	10,640	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	Conducibilità termica	W/mK
R	Resistenza termica	m ² K/W

Caratteristiche del modulo

Trasmittanza termica del modulo U **4,779** W/m²K