

**PROGETTISTI**

Well Tech engineering Srl  
Musa Progetti

Responsabile della progettazione  
Arch. Calogero Baldo

BIM Manager  
Ing. Filippo Lo Presti

**Gruppo di lavoro**

Ing. Filippo Lo Presti  
Ing. Giuseppe Prinzivalli  
Arch. Kjeld Piscopo  
Arch. Filippo Taglialegami  
Geom. Domenico Girgenti  
Ing. Sandro Feligioni  
Ing. Andrea Ferrara  
Ing. Dario Meli

**PROGETTO**

**AFFIDAMENTO DIRETTO, AI SENSI DELL'ART. 50 COMMA 1 LETTERA B DEL D.LGS. 36/2023 E SS.MM.II., DEL SERVIZIO DI ESECUZIONE DI INDAGINI STRUTTURALI, DI DIAGNOSI ENERGETICA E DI RILIEVO GEOMETRICO, ARCHITETTONICO, STRUTTURALE, IMPIANTISTICO E TECNOLOGICO, DA RESTITUIRE IN MODALITÀ BIM, CON RIFERIMENTO AL COMPENDIO IMMOBILIARE COSTITUITO DA PALAZZO DELLA ZECCA E PALAZZO NISCEMI, SITI IN PALERMO, PIAZZA MARINA-SALITA INTENDENZA E VICOLO NISCEMI. LOTTO UNICO - CIG B1ABE97DB6 - CUP G79D23004770001**

**TITOLO**

**K.01 - Diagnosi energetica**

RUP: ARCH. Federico Citarda

TEL: 091.7495411

FAX: 06.50516067

PIAZZA MARINA - SALITA INTENDENZA, 2 - 90133 (PA)

E-MAIL: [dre.Sicilia@agenziademanio.it](mailto:dre.Sicilia@agenziademanio.it)

PEC: [dre\\_Sicilia@pce.agenziademanio.it](mailto:dre_Sicilia@pce.agenziademanio.it)



**AGENZIA DEL DEMANIO**

**NUMERO DISEGNO**

**PAB0035-ADD-PA0304001-XX-RT-M-P00001**

REV

**02**

REV	COMMENTI					
	DISEGNATO DA	DATA	CONTROLLATO DA	DATA	APPROVATO DA	DATA
0		10/09/2024		10/09/2024		10/09/2024
1		31/12/2024		31/12/2024		31/12/2024
2		07/02/2025		07/02/2025		07/02/2025

Comune di Palermo- (PA)

# DIAGNOSI ENERGETICA

*Documento di Sintesi*

Diagnosi Energetica di sintesi per la realizzazione di:  
SERVIZIO DI ESECUZIONE DI INDAGINI STRUTTURALI, DI  
DIAGNOSI ENERGETICA E DI RILIEVO GEOMETRICO,  
ARCHITETTONICO, STRUTTURALE, IMPIANTISTICO E  
TECNOLOGICO, DA RESTITUIRE IN MODALITÀ BIM, CON  
RIFERIMENTO AL COMPENDIO IMMOBILIARE COSTITUITO DA  
PALAZZO DELLA ZECCA E PALAZZO NISCEMI, SITI IN PALERMO,  
PIAZZA MARINA-SALITA INTENDENZA E VICOLO NISCEMI.

**RAGIONERIA DELLO STATO**

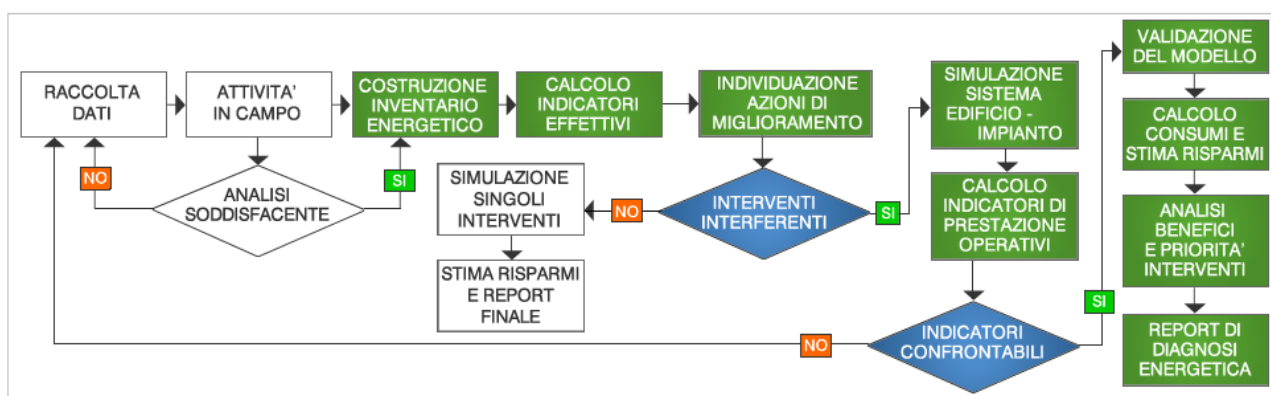
DIAGNOSI ENERGETICA a cura di	<b>Ing. Sandro Feligioni</b>
COMMITTENTE	<b>Agenzia del Demanio - Direzione Regionale Sicilia</b>
EDIFICIO	<b>Piazza Marina - Vicolo Niscemi - Palermo (PA)</b>

## INTRODUZIONE

L'obiettivo della presente diagnosi energetica è definire lo stato di fatto dell'edificio dal punto di vista energetico-prestazionale e individuare interventi di riqualificazione da attuare e promuovere per incrementarne l'efficienza energetica, con particolare attenzione al rapporto tra costi di investimento e benefici attesi.

Questa relazione di sintesi riporta l'analisi sui consumi energetici, gli scenari di intervento analizzati tra cui si indica l'intervento raggiungibile. Il consumo annuale dell'edificio nel suo stato attuale è ricavato dalla raccolta delle bollette.

Come indicato dalla norma UNI CEI EN 16247-2 e dalle Linee Guida ENEA per la diagnosi energetica degli edifici, la procedura generale di diagnosi prevede le seguenti fasi: contatti preliminari, comunicazioni con il committente, incontro preliminare, raccolta dati, attività in campo, analisi, redazione del rapporto di diagnosi energetica e presentazione al committente.



*Diagramma di flusso Diagnosi Energetica*

Di seguito sono riassunti lo scenario di intervento da realizzare e gli altri scenari di intervento simulati, con particolare riferimento a quelli economicamente più convenienti. Nei paragrafi successivi viene analizzato ogni singolo intervento.

Intervento	Costo [€]	Risparmio [€/Anno]	Rid.CO2 [%]	Ammortamento [Anni]
Impianto climatizzazione - inverno	63.680	8.629	-22,01	7,4
Relamping impianto di illuminazione	40.480	4.830	-9,57	8,4
Scenario collettivo	104.160	13.459	-31,58	7,7

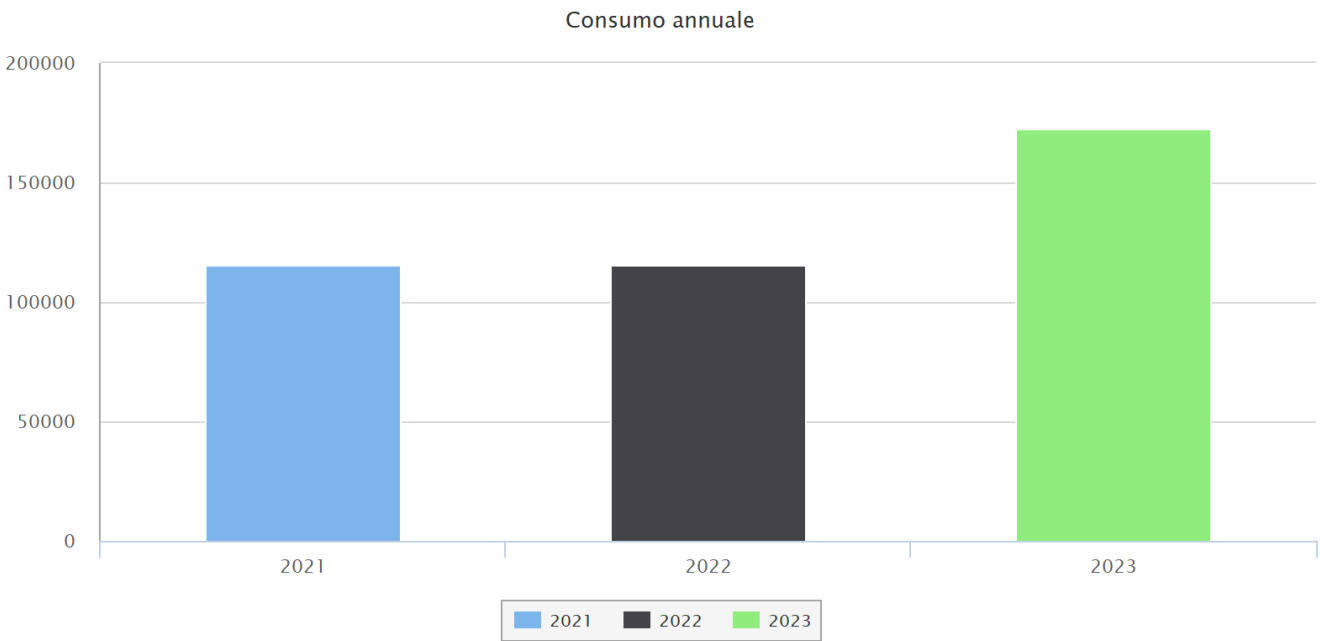
ANALISI DEI CONSUMI ENERGETICI

CONSUMI ANNUALI

Per ogni vettore energetico sono stati raccolti i dati di consumo reale, derivanti da letture o bollette, con i quali si è definito il consumo di riferimento. Affinché l’analisi sia attendibile, è opportuno esaminare almeno i dati di tre anni, attraverso l’andamento mensile, che consente di valutarne la coerenza e di ricercare le cause di eventuali anomalie.

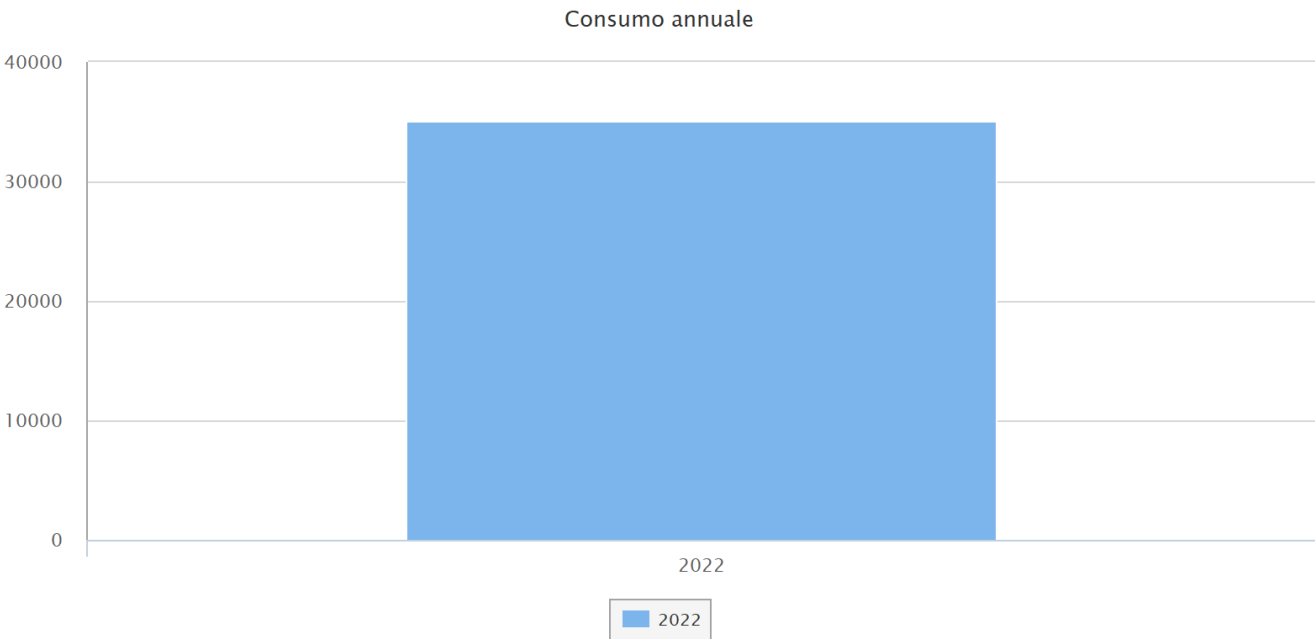
Di seguito viene riportata l’analisi di dettaglio dei consumi annuali di energia disaggregati per vettore energetico.

Vettore energetico: Energia elettrica



Anno di riferimento	U.M.	Consumo
2021	kWh	115.481,00
2022	kWh	115.258,00
2023	kWh	172.850,00
Consumo medio nel triennio di riferimento	kWh	134.529,67

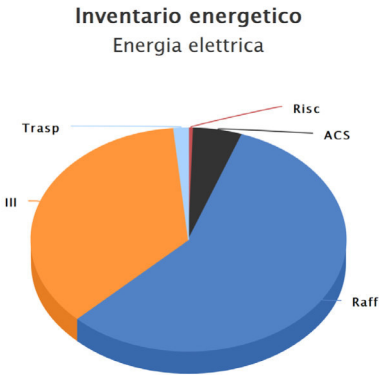
Vettore energetico: Gasolio



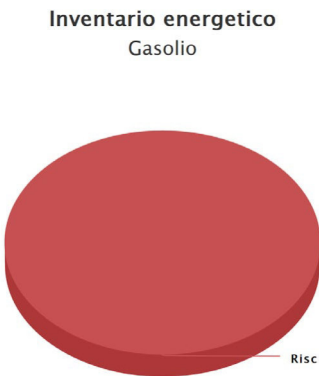
Anno di riferimento	U.M.	Consumo
2022	kg	35.011,00

INVENTARIO ENERGETICO

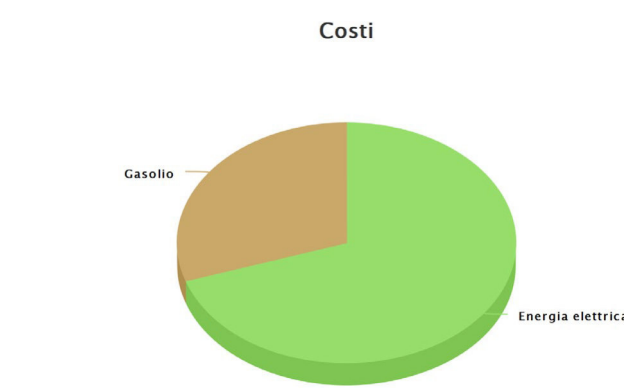
I consumi, relativi ad ogni vettore energetico (energia elettrica e combustibili), vanno ripartiti secondo i servizi energetici presenti. Di seguito viene riportato l’inventario energetico, ovvero la ripartizione dei consumi relativi ad ogni vettore energetico secondo i servizi presenti, nonché la ripartizione dei costi complessivi per servizio.



Energia elettrica	U.M.	Consumo
Riscaldamento	kWh	672,65
ACS	kWh	6.726,48
Raffrescamento	kWh	76.681,91
Illuminazione	kWh	48.430,68
Trasporto - Ascensore	kWh	2.017,95



Gasolio	U.M.	Consumo
Riscaldamento	kg	35.011,00



Vettore	U.M.	Costo
Energia elettrica	€	49.128.22
Gasolio	€	63.545,36

**PROPOSTA DI INTERVENTO MIGLIORATIVO - Scenario collettivo - (Intervento consigliato)**

Nelle seguenti tabelle si riepilogano i principali risultati dello scenario di intervento proposto, tenendo conto delle influenze reciproche.

**Valutazione del Risparmio Energetico**

Scenario collettivo - (Intervento consigliato)	Consumi	Risparmio energetico		
	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Variazione %
Energia elettrica [kWh]	133.628,1	108.777,8	24.850,3	18,6
Gas naturale [m <sup>3</sup> ]	0,0	31.083,1	-31.083,1	-
Gasolio [kg]	33.474,6	0,0	33.474,6	100,0

**Valutazione del Risparmio Economico e Tempo di ritorno semplice**

Scenario collettivo - (Intervento consigliato)	Costi	Risparmio economico		
	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Variazione %
Energia elettrica [€]	26.725,6	21.755,6	4.970,0	18,6
Gas naturale [€]	0,0	27.663,9	-27.663,9	-
Gasolio [€]	36.152,6	0,0	36.152,6	100,0
Costo complessivo [€]	62.878,2	49.419,5	13.458,7	21,4

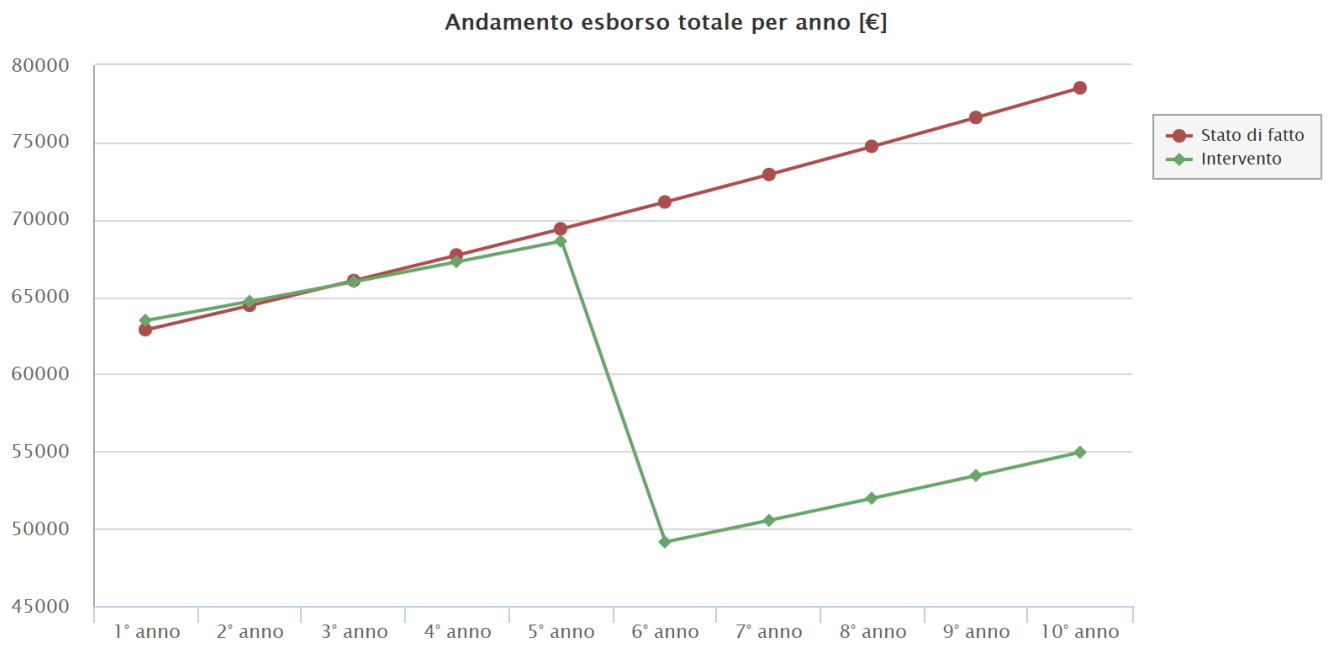
	U.M.	Valore
Costo di investimento	€	104.160,0
Risparmio economico	€/Anno	13.458,7
Tempo di ritorno semplice	Anni	7,7
Risparmio CO2	kg/m2	21,7

Tempo di ritorno – da 0 a più di 30 anni

**Tempo di ritorno dell'investimento**

Il grafico mostra l'andamento della spesa per il riscaldamento nell'arco di 10 anni. In particolare si può confrontare l'esborso totale per anno nella situazione attuale (stato di fatto) con l'esborso dovuto nel caso di realizzazione dell'intervento proposto (intervento).





**PROPOSTA DI INTERVENTO MIGLIORATIVO - Impianto climatizzazione - inverno**

Nelle seguenti tabelle si riepilogano i principali risultati dello scenario di intervento proposto, tenendo conto delle influenze reciproche.

**Valutazione del Risparmio Energetico**

Impianto climatizzazione - inverno	Consumi	Risparmio energetico		
	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Variazione %
Energia elettrica [kWh]	133.628,1	132.928,0	700,1	0,5
Gas naturale [m <sup>3</sup> ]	0,0	31.083,1	-31.083,1	-
Gasolio [kg]	33.474,6	0,0	33.474,6	100,0

**Valutazione del Risparmio Economico e Tempo di ritorno semplice**

Impianto climatizzazione - inverno	Costi	Risparmio economico		
	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Variazione %
Energia elettrica [€]	26.725,6	26.585,6	140,0	0,5
Gas naturale [€]	0,0	27.663,9	-27.663,9	-
Gasolio [€]	36.152,6	0,0	36.152,6	100,0
Costo complessivo [€]	62.878,2	54.249,5	8.628,7	13,7

	U.M.	Valore
Costo di investimento	€	63.680,0
Risparmio economico	€/Anno	8.628,7
Tempo di ritorno semplice	Anni	7,4
Risparmio CO2	kg/m2	15,1

Tempo di ritorno - da 0 a più di 30 anni



## PROPOSTA DI INTERVENTO MIGLIORATIVO – Relamping impianto di illuminazione

Nelle seguenti tabelle si riepilogano i principali risultati dello scenario di intervento proposto, tenendo conto delle influenze reciproche.

### Valutazione del Risparmio Energetico

Altri impianti	Consumi	Risparmio energetico		
	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Variazione %
Energia elettrica [kWh]	133.628,1	109.478,0	24.150,1	18,1
Gasolio [kg]	33.474,6	33.474,6	0	-

### Valutazione del Risparmio Economico e Tempo di ritorno semplice

Altri impianti	Costi	Risparmio economico		
	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Variazione %
Energia elettrica [€]	26.725,6	21.895,6	4.830,0	18,1
Gasolio [€]	36.152,6	36.152,6	0	-
Costo complessivo [€]	62.878,2	58.048,2	4.830,1	7,7

	U.M.	Valore
Costo di investimento	€	40.480,0
Risparmio economico	€/Anno	4.830,0
Tempo di ritorno semplice	Anni	8,4
Risparmio CO2	kg/m2	6,6

Tempo di ritorno – da 0 a più di 30 anni



Comune di Palermo- (PA)

# DIAGNOSI ENERGETICA

Diagnosi Energetica per la realizzazione di:  
SERVIZIO DI ESECUZIONE DI INDAGINI STRUTTURALI, DI  
DIAGNOSI ENERGETICA E DI RILIEVO GEOMETRICO,  
ARCHITETTONICO, STRUTTURALE, IMPIANTISTICO E  
TECNOLOGICO, DA RESTITUIRE IN MODALITÀ BIM, CON  
RIFERIMENTO AL COMPENDIO IMMOBILIARE COSTITUITO DA  
PALAZZO DELLA ZECCA E PALAZZO NISCEMI, SITI IN PALERMO,  
PIAZZA MARINA-SALITA INTENDENZA E VICOLO NISCEMI.

**RAGIONERIA DELLO STATO**

DIAGNOSI ENERGETICA a cura di	<b>Ing. Sandro Feligioni</b>
COMMITTENTE	<b>Agenzia del Demanio - Direzione Regionale Sicilia</b>
EDIFICIO	<b>Piazza Marina - Vicolo Niscemi - Palermo (PA)</b>

## INDICE DELLA RELAZIONE

---

1. PREMESSA METODOLOGICA
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO
3. PRESENTAZIONE GENERALE DEL SITO
  - 3.1 DATI GEOGRAFICI
  - 3.2 CLIMATIZZAZIONE INVERNALE
  - 3.3 CLIMATIZZAZIONE ESTIVA
  - 3.4 LOCALIZZAZIONE DELL'EDIFICIO NEL CONTESTO URBANO
4. DESCRIZIONE DEL SISTEMA EDIFICIO IMPIANTO
  - 4.1 DESCRIZIONE DELL'INVOLUCRO
  - 4.2 RILIEVO FOTOGRAFICO DELL'INVOLUCRO
  - 4.3 CARATTERISTICHE DELLE STRUTTURE
  - 4.4 SCAMBI TERMICI
  - 4.5 DESCRIZIONE DEI SISTEMI IMPIANTISTICI
  - 4.6 RILIEVO FOTOGRAFICO DEI SISTEMI IMPIANTISTICI
  - 4.7 CARATTERISTICHE TECNICHE DEI SISTEMI IMPIANTISTICI
5. ANALISI DEI CONSUMI ENERGETICI
  - 5.1 BOLLETTE ENERGETICHE
  - 5.2 INVENTARIO ENERGETICO
6. DATI CLIMATICI E CONDIZIONI DI UTILIZZO REALI
  - 6.1 DATI CLIMATICI REALI
  - 6.2 TEMPI DI FUNZIONAMENTO DELL'IMPIANTO
  - 6.3 CONDIZIONI DI UTILIZZO REALI
7. CALIBRAZIONE DEL SISTEMA EDIFICIO IMPIANTO
  - 8.1. SCENARIO DI INTERVENTO MIGLIORATIVO - Scenario collettivo
    - 8.1.1 DETTAGLIO DEI SINGOLI INTERVENTI
    - 8.1.2 VALUTAZIONE DELLO SCENARIO DI INTERVENTO
    - 8.1.3 DETTAGLI DI CALCOLO – INVOLUCRO
    - 8.1.4 DETTAGLI DI CALCOLO – IMPIANTO
    - 8.1a TEMPO DI RITORNO SEMPLICE
    - 8.1b ANALISI ECONOMICA (UNI EN 15459)
  - 8.2. SCENARIO DI INTERVENTO MIGLIORATIVO - Impianto climatizzazione - inverno
    - 8.2.1 DETTAGLIO DEI SINGOLI INTERVENTI
    - 8.2.2 VALUTAZIONE DELLO SCENARIO DI INTERVENTO
    - 8.2.3 DETTAGLI DI CALCOLO – INVOLUCRO
    - 8.2.4 DETTAGLI DI CALCOLO – IMPIANTO
    - 8.2a TEMPO DI RITORNO SEMPLICE

8.2b ANALISI ECONOMICA (UNI EN 15459)

8.3. SCENARIO DI INTERVENTO MIGLIORATIVO - Altri impianti

8.3.1 DETTAGLIO DEI SINGOLI INTERVENTI

8.3.2 VALUTAZIONE DELLO SCENARIO DI INTERVENTO

8.3.3 DETTAGLI DI CALCOLO – INVOLUCRO

8.3.4 DETTAGLI DI CALCOLO – IMPIANTO

8.3a TEMPO DI RITORNO SEMPLICE

8.3b ANALISI ECONOMICA (UNI EN 15459)

9. ULTERIORI INTERVENTI DI RISPARMIO ENERGETICO

## 1. PREMESSE METODOLOGICHE

### Obiettivi dell'analisi energetica

L'obiettivo del presente studio è lo svolgimento di un'attività di analisi finalizzata a definire lo stato di fatto dell'edificio dal punto di vista energetico-prestazionale e all'individuazione di interventi di riqualificazione energetica da promuovere per incrementare l'efficienza energetica dello stesso, con particolare attenzione a quelli che risultano economicamente più convenienti.

### Requisiti del referente della Diagnosi Energetica

La Diagnosi Energetica è redatta dall'ing. Sandro Feligioni, direttore tecnico di MUSA Progetti. MUSA Progetti è una società di ingegneria ed E.S.Co. (Energy Service Company) accreditata secondo UNI CEI 11352: 2014 - Certificate RINA n. 4/13 / ESCO. L'ing. Sandro Feligioni è accreditato EGE (esperto gestione dell'energia) per i settori civile, trasporti, servizi e pubblica amministrazione - cert. ICIM-EGE-018653-00.

Di seguito i dati anagrafici e professionali:

- Ing. Sandro Feligioni
- Nato a Comiso (RG) il 06/02/1980
- Indirizzo professionale: via M.Rapisardi 7 - 97019 - Vittoria (RG)
- n.iscrizione ordine: 986 - Ordine ingegneri della Provincia di Ragusa - decorrenza: 2005
- Certificazione di Esperto in Gestione dell'Energia (EGE) – settore civile in conformità alla norma UNI 11339 ed al D.lgs. n. 102/2014, n. ICIM-EGE-018653-00 rilasciata dall'ICIM Spa in data 21/12/2018;**
- Accreditamento presso il SACERT come certificatore energetico degli edifici col n°120 ed abilitato ad operare secondo la procedura BestClass;**
- Operatore addetto alle prove non distruttive, qualificato al livello 2, in conformità alle norme UNI EN 473 e ISO 9712 ultima edizione nel metodo "Termografie infrarosse" per i settori prova pre-servizio e in servizio di attrezzature, impianti e strutture, come da Certificato di qualità di operatore per CAD n. 09DG00939P07 rilasciato da RINA il 21/12/2009.

### Oggetto dell'incarico

L'incarico di redigere la diagnosi energetica del fabbricato indicato è stato affidato ai sottoscritti tecnici, analizzando lo stato attuale del sistema edificio-impianto e le particolari soluzioni di interesse per il miglioramento energetico.

E' stato analizzato il fabbisogno attuale confrontato con i consumi energetici dell'ultimo periodo.

Lo studio è stato eseguito tramite sopralluoghi in loco, ed attività di analisi documentale sulla scorta dei dati e degli elaborati tecnici forniti dall'Amministratore delle proprietà comuni oggetto dello studio.

Le soluzioni di miglioramento analizzate sono le seguenti:

Scenari	Elenco interventi previsti
Impianto climatizzazione - inverno	Sostituzione generatori di calore a gasolio esistenti con più efficiente tecnologia a condensazione
Relamping impianto di illuminazione	Relamping dell'impianto di illuminazione
Scenario collettivo	Sostituzione generatori di calore a gasolio esistenti con più efficiente tecnologia a condensazione
	Relamping dell'impianto di illuminazione

L'attività di diagnosi è proseguita valutando i costi ed i benefici dati degli interventi.

### **Procedura dello studio di fattibilità**

Lo studio di fattibilità richiesto si configura come una procedura di audit energetico per il condominio. Per audit energetico si intende una procedura sistematica finalizzata alla conoscenza degli usi finali di energia e all'individuazione e all'analisi di eventuali inefficienze e criticità energetiche del sistema edificio-impianto.

La fase di audit è composta da una serie di operazioni consistenti nel rilievo ed analisi di dati relativi al sistema edificio-impianto in condizioni di esercizio (dati geometrico-dimensionali, termofisici dei componenti l'involucro edilizio, prestazionali del sistema impiantistico, ecc.) nell'analisi e nelle valutazioni economiche dei consumi energetici dell'edificio.

La finalità dello studio di fattibilità è quello di valutare sotto il profilo costi-benefici i possibili interventi in analisi, quantificando in termini economici il risparmio ottenibile mediante i diversi interventi in termini di risparmio gestionale e di consumo di energia primaria.

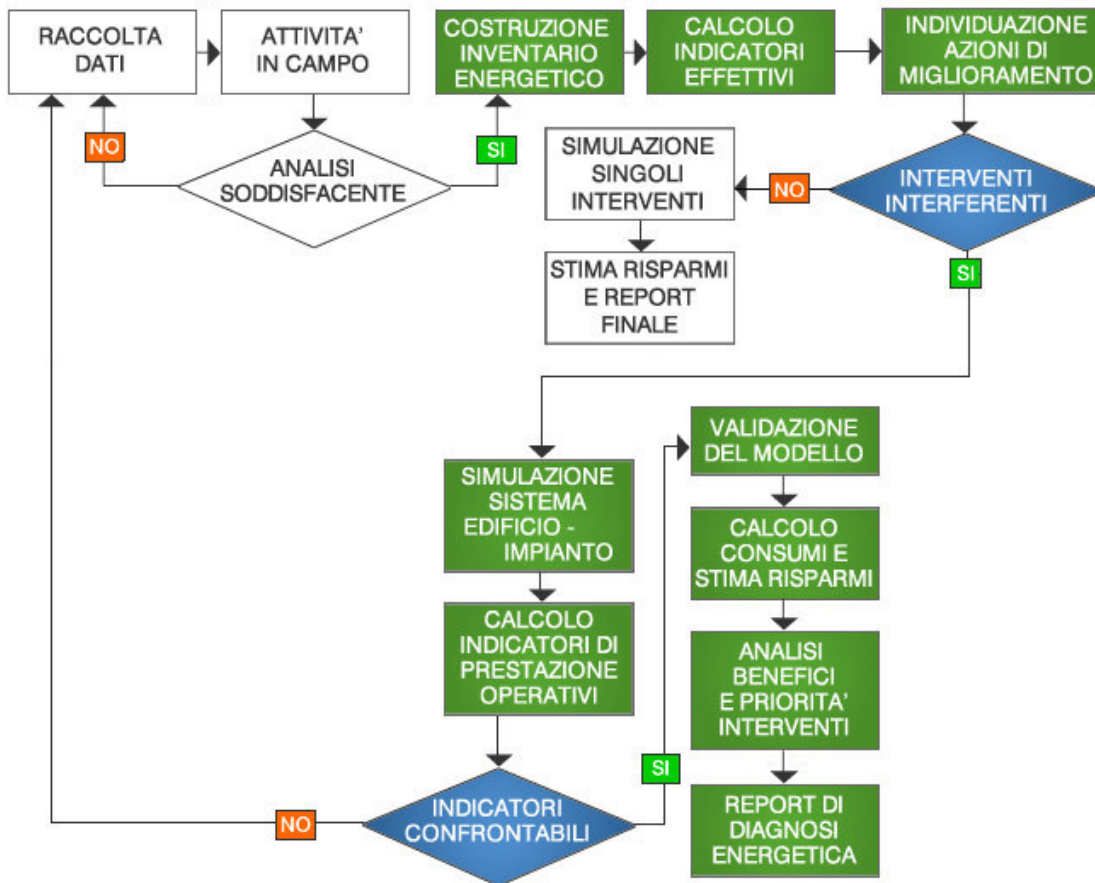
Gli obiettivi dello studio saranno:

- analizzare la configurazione attuale e lo stato dell'impianto, individuando possibili miglioramenti o criticità nella componentistica e nella configurazione attuale;
- definire il bilancio energetico del sistema edificio-impianto;
- definire un indicatore di congruità fra consumi effettivi dell'ultimo triennio e consumi attesi, calcolati con opportuni fattori di aggiustamento a partire dalle condizioni standard
- valutare in termini energetici le variazioni conseguenti all'adozione delle diverse soluzioni proposte;
- valutare in termini economici di investimento iniziale e costi di gestione le diverse soluzioni proposte, anche in riferimento ad incentivi fiscali disponibili;
- proporre miglioramenti anche di tipo gestionale rispetto alla soluzione attuale

L'analisi energetica del sistema edificio-impianto è condotta utilizzando un modello energetico degli edifici e dell'impianto conforme alle norme precedentemente citate. La validazione di tale modello viene eseguita tramite opportuni fattori di aggiustamento tenendo conto dei dati climatici reali, del reale utilizzo del fabbricato.



**Schema a blocchi per la Diagnosi Energetica degli edifici**



## 2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

---

Le valutazioni tecnico economiche sono effettuate considerando la procedura di calcolo dei fabbisogni energetici del complesso di edifici, la normativa vigente in materia di contenimento del fabbisogno energetico degli edifici e degli impianti per la valutazione dei requisiti tecnici richiesti agli interventi considerati, regolamenti nazionali e locali per quello che riguarda eventuali limitazioni o ulteriori imposizioni normative.

L'impianto legislativo su cui è basata la presente analisi è regolato essenzialmente da:

Legge n.10/91 "Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia";

D.P.R. n. 412/1993, "Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento di energia, in attuazione dell'art.4, comma 4, della legge 9 Gennaio 1991, n.10";

D.Lgs. 192/05 "Attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia";

D.Lgs. 311/2006, "Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia";

D.Lgs. 115/08 "Attuazione della direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e abrogazione della direttiva 93/76/CEE";

D.M. 11/03/08, "Attuazione dell'art. 1 comma 24 lettera a) della legge 24.02.07/244 per la definizione dei valori limite di fabbisogno di energia primaria annuo e di trasmittanza termica ai fini dell'applicazione dei commi 344 e 345 dell'art.1 della legge 27.12.06/296";

D.Lgs 102/2014 e s.m.i., Attuazione della direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica, che modifica le direttive 2009/125/CE e 2010/30/UE e abroga le direttive 2004/8/CE e 2006/32/CE

D.I. 26 giugno 2015, Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici

D.I. 26 giugno 2015 Adeguamento del DM 26/09/2009 "Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici";

UNI EN ISO 52016 Fabbisogni energetici per riscaldamento e raffrescamento, temperature interne e carichi termici sensibili e latenti

UNI TS 11300-1 Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale.

UNI TS 11300-2 Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria.

UNI TS 11300-3 Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva.

UNI TS 11300-4 Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria

UNI TS 11300-5 Calcolo dell'energia primaria e della quota di energia da fonti rinnovabili

UNI TS 11300-6 Determinazione del fabbisogno di energia per ascensori, scale mobili e marciapiedi mobili

UNI EN 12831 Impianti di riscaldamento negli edifici Metodo di calcolo del carico termico di progetto

UNI EN 16212 Calcoli dei risparmi e dell'efficienza energetica - Metodi top-down (discendente) e bottom-up (ascendente)

UNI EN CEI 16247-2 Diagnosi energetiche – parte 2 Edifici

Linee Guida per la Diagnosi Energetica - Attività 1.2.1. Realizzazione di un manuale per la corretta redazione della diagnosi energetica di edifici pubblici a partire delle esperienze già realizzate da ENEA.

UNI TR 11775:2020 Diagnosi Energetiche – Linee guida per le diagnosi energetiche negli edifici

### 3. PRESENTAZIONE GENERALE DEL SITO

#### Inquadramento territoriale

L'immobile si trova in un contesto urbano (centro storico) in Piazza Marina - Salita dell'Intendenza 2 e Vicolo Niscemi n. 7-9-11-13 Palermo

#### 3.1 DATI GEOGRAFICI



Comune di:	Palermo
Provincia:	PA
Sito in:	Piazza Marina - Vicolo Niscemi
Altitudine:	14 m.s.l.m.
Latitudine:	38°7'
Longitudine:	13°21'

#### 3.2 CLIMATIZZAZIONE INVERNALE

Zona Climatica	B
Temperatura invernale minima dell'aria esterna (norma UNI 5364 e succ agg.)	5,0 °C
Gradi Giorno (della zona d'insediamento, determinati in base al DPR 412/93) [GG]	751
Durata convenzionale del periodo di riscaldamento [giorni]	121

#### 3.3 CLIMATIZZAZIONE ESTIVA

Umidità relativa	52,46 %
Escursione termica giornaliera	16,3 °C
Temperatura massima estiva di progetto dell'aria esterna	36,9 °C
Irradianza media giornaliera sul piano orizzontale nel mese di massima insolazione	284,72 W/m <sup>2</sup>

### 3.4 LOCALIZZAZIONE DELL'EDIFICIO NEL CONTESTO URBANO

Edificio classificato come "Specialistici Civili Pubblici"



#### 4. DESCRIZIONE DEL SISTEMA EDIFICIO IMPIANTO

Nel caso di diagnosi energetica è indispensabile la costruzione di un modello energetico che simuli il sistema edificio-impianto, al fine di valutare le opportunità di risparmio energetico. Tale modello dovrà descrivere il più realisticamente possibile il comportamento dell'edificio tenendo conto della potenziale interazione tra i sistemi tecnici e l'involucro edilizio. Il sistema dovrà inoltre tenere in considerazione il contesto climatico in cui è inserito e con il quale interagisce, le condizioni di esercizio, gli affollamenti, i profili di utilizzo dell'edificio e degli impianti.

Una volta definito il modello sarà possibile effettuare il calcolo prestazionale in condizioni adattate all'utenza (metodo di calcolo A3- Tailored).

Il presente capitolo riporta una descrizione approfondita del bilancio energetico dell'involucro, seguita dalla descrizione dei componenti tecnici, oltre che la descrizione dei sistemi impiantistici presenti, il tutto accompagnato da schede tecniche e rilievi fotografici reperiti durante i sopralluoghi.

Nella tabella che segue si riportano le principali caratteristiche dimensionali dell'edificio oggetto di diagnosi:

Unità immobiliare	S [m <sup>3</sup> ]	V [m <sup>3</sup> ]	S/V	Su,H [m <sup>2</sup> ]	Su,C [m <sup>2</sup> ]
Agenzia del Demanio	2.038,68	11.083,00	0,18	1.786,90	1.786,90
Ragioneria dello Stato	5.015,52	23.668,99	0,21	3.296,95	3.296,95
Regione Siciliana	3.154,99	16.313,36	0,19	2.415,41	2.415,41
Intero edificio	10.209,19	51.065,35	0,20	7.499,26	7.499,26

*S Superficie disperdente che delimita il volume climatizzato*

*V Volume delle parti di edificio climatizzate al lordo delle strutture che li delimitano*

*S/V rapporto tra superficie disperdente e volume lordi o fattore di forma dell'edificio*

*Su,H superficie utile riscaldata dell'edificio*

*Su,C superficie utile raffrescata dell'edificio*

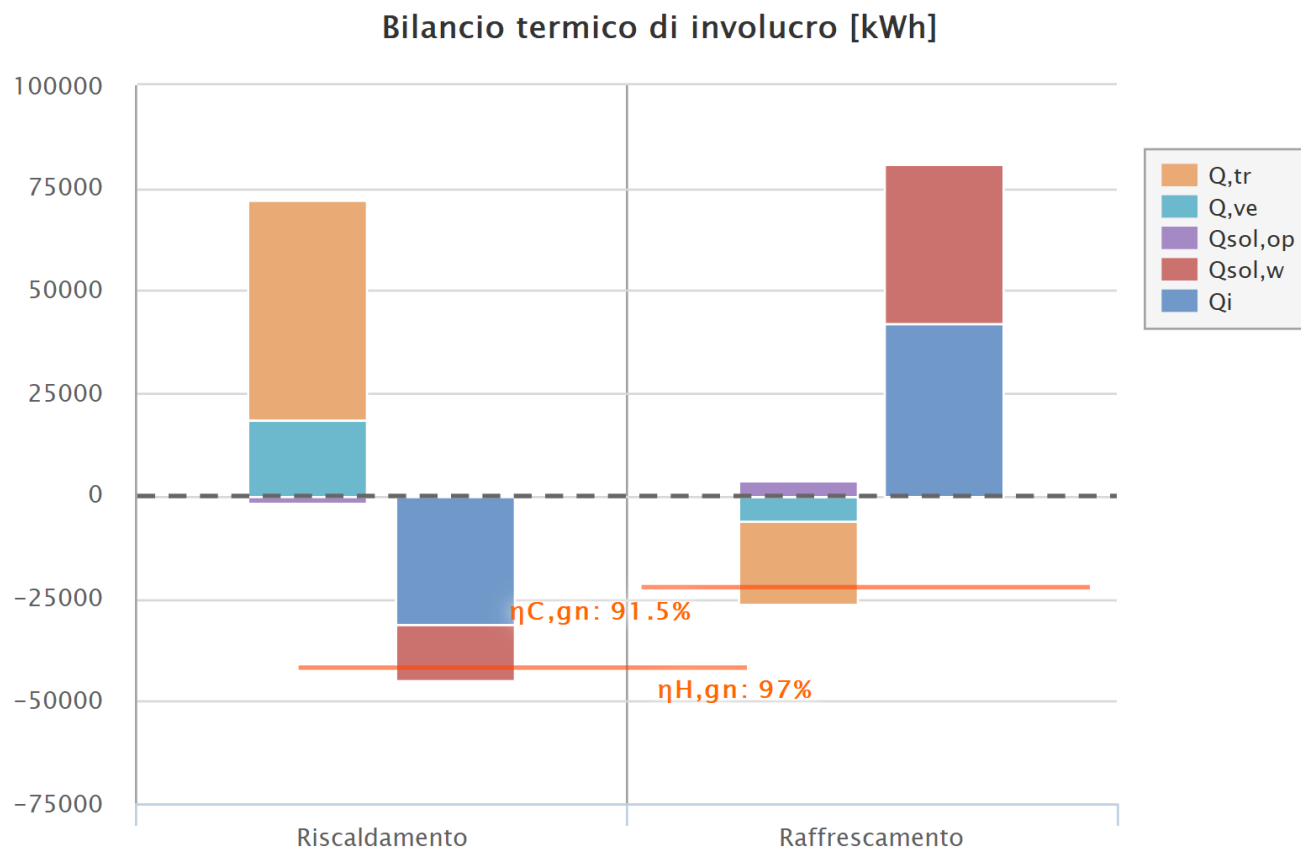
##### 4.1 DESCRIZIONE E BILANCIO TERMICO DELL'INVOLUCRO

In questa parte della relazione vengono presi in esame gli elementi edilizi costituenti l'involucro dell'edificio analizzato, con particolare attenzione a pareti, coperture, solai e serramenti. Viene fornito un dettaglio sul bilancio termico di involucro e un'analisi degli scambi termici complessivi.

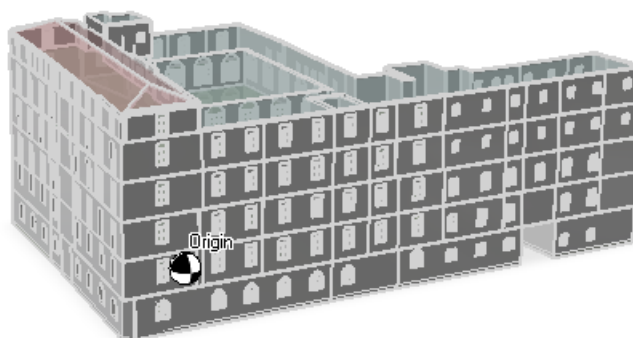
**L'unità immobiliare in oggetto è costituita su più livelli fuori terra e contraddistinto da involucro opaco prevalentemente da muratura con blocchi regolari in calcarenite, solai con struttura lignea. Copertura realizzata con struttura mista di capriate in calcestruzzo armato e reticolari in acciaio, le quali sorreggono le falde realizzate in latrocemento. L'involucro trasparente è prevalentemente caratterizzato da infissi con vetro singolo.**

**Presenta tuttavia caratteristiche e finiture risalenti a varie epoche, tenuto conto dei numerosi interventi manutentivi che ha subito nel corso degli anni per adattarlo alle esigenze delle Amministrazioni utilizzatrici.**

Il bilancio energetico di involucro è calcolato con metodo A3 (tailored rating) con riferimento al metodo riportato nella UNI TS 11300. Il grafico mette a confronto le componenti di energia che determinano il bilancio nei periodi di riscaldamento e raffrescamento: dispersioni per trasmissione e ventilazione, apporti solari e apporti interni



#### 4.2 RILIEVO FOTOGRAFICO DELL'INVOLUCRO



### 4.3 CARATTERISTICHE DELLE STRUTTURE

Attraverso la documentazione resa disponibile dal committente, integrata dai dati reperiti direttamente dal personale tecnico nel corso dei sopralluoghi in sito, è stato definito, lo stato di fatto delle strutture opache e trasparenti con la valutazione della trasmittanza termica degli elementi disperdenti.

#### Pareti verticali

Tipologia di parete	Verso di dispersione	Spessore [mm]	Trasmittanza [W/m²K]	Capacità termica [kJ/m²K]
Muratura in mattoni pieni	Esterno	150,00	2,76	65,05
Muratura in mattoni pieni	Zona non riscaldata	150,00	2,21	68,54
Parete Esterna 0,3	Esterno	300,00	1,44	63,85
Parete Esterna 0,3	Zona non riscaldata	300,00	1,28	61,94
Parete Esterna 0,4	Esterno	400,00	1,14	59,81
Parete Esterna 0,5	Esterno	500,00	0,95	58,71
Parete Esterna 0,5	Zona non riscaldata	500,00	0,87	58,74
Parete Esterna 0,6	Esterno	600,00	0,81	58,80
Parete Esterna 0,6	Zona non riscaldata	600,00	0,75	58,88
Parete Esterna 0,7	Esterno	700,00	0,70	58,98
Parete Esterna 0,7	Zona non riscaldata	700,00	0,66	59,01
Parete Esterna 0,8	Esterno	800,00	0,62	59,03
Parete Esterna 0,85	Esterno	850,00	0,59	59,17
Parete Esterna 0,85	Zona non riscaldata	850,00	0,56	59,17
Parete Esterna 0,9	Esterno	900,00	0,56	59,03
Parete Esterna 0,95	Esterno	950,00	0,53	59,03
Parete Esterna 1,1	Esterno	1.100,00	0,47	59,02
Parete Esterna 1,1	Zona non riscaldata	1.100,00	0,45	59,02
Parete Esterna 1,4	Esterno	1.400,00	0,37	59,02
Parete Esterna 1,65	Esterno	1.650,00	0,32	59,02

#### Coperture

Tipologia di copertura	Verso di dispersione	Spessore [mm]	Trasmittanza [W/m²K]	Capacità termica [kJ/m²K]
Copertura	Esterno	270,00	2,05	82,25

### Solai di pavimento e soffitto

Tipologia di solaio	Verso di dispersione	Spessore [mm]	Trasmittanza [W/m²K]	Capacità termica [kJ/m²K]
Pavimento interpiano	Locale interno alla zona	180,00	1,17	62,77
Solaio esterno	Esterno	180,00	1,53	38,88
Solaio interpiano	Locale interno alla zona	180,00	1,40	38,36

### Serramenti

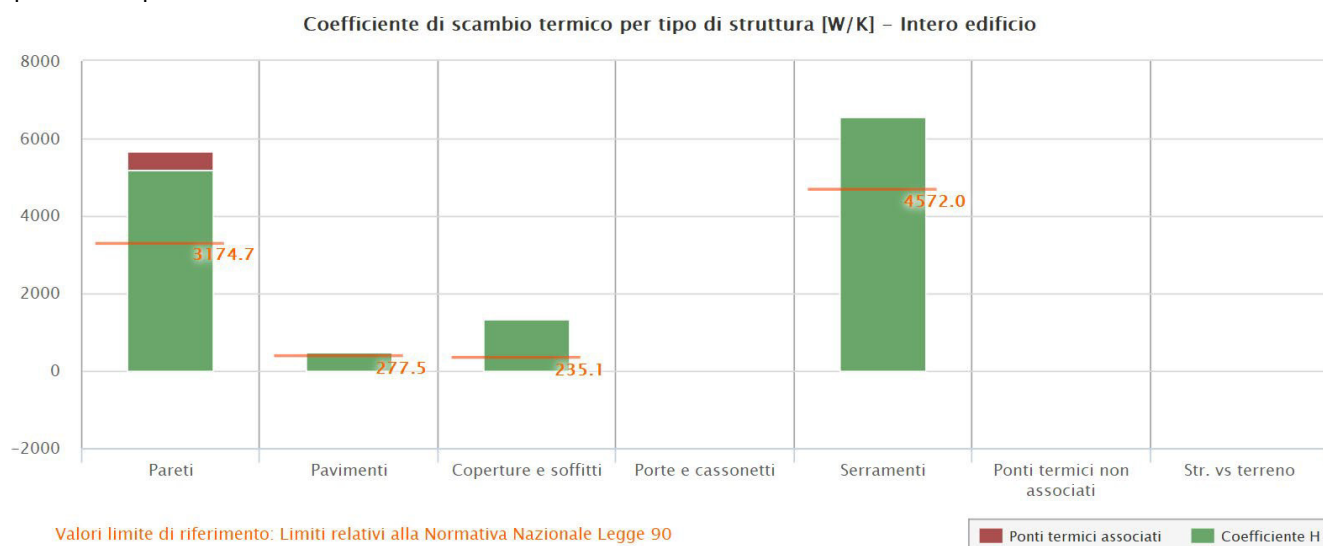
Tipologia di serramento	Verso di dispersione	Tipo di serramento	Larghezza [cm]	Altezza [cm]	Trasmittanza [W/m²K]
Finestra 100x140	Esterno	Serramento singolo	100	140	4,29
Finestra 110x150	Esterno	Serramento singolo	110	150	4,40
Finestra 110x220	Esterno	Serramento singolo	110	220	4,39
Finestra 130x170	Esterno	Serramento singolo	130	170	4,24
Finestra 150x240	Esterno	Serramento singolo	150	240	4,53
Finestra 160x280	Esterno	Serramento singolo	160	280	4,64
Finestra 170x170	Esterno	Serramento singolo	170	170	4,56
Finestra 170x300	Esterno	Serramento singolo	170	210	4,76
Finestra 175x230	Esterno	Serramento singolo	175	230	4,42
Finestra 180x415	Esterno	Serramento singolo	180	275	4,91
Finestra 200x145	Esterno	Serramento singolo	200	145	4,46
Finestra 200x265	Esterno	Serramento singolo	200	265	4,59
Finestra 215x280	Esterno	Serramento singolo	215	280	4,40
Finestra 290x300	Esterno	Serramento singolo	290	300	4,93
Finestra 290x405	Esterno	Serramento singolo	290	260	4,84

## 4.4 SCAMBI TERMICI

La quota di scambio termico globale per trasmissione viene determinata come sommatoria di tutte le trasmittanze per le relative superfici lorde, opportunamente corrette per il fattore di scambio termico.

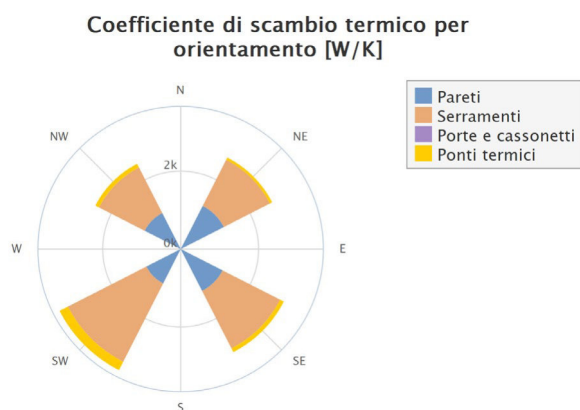
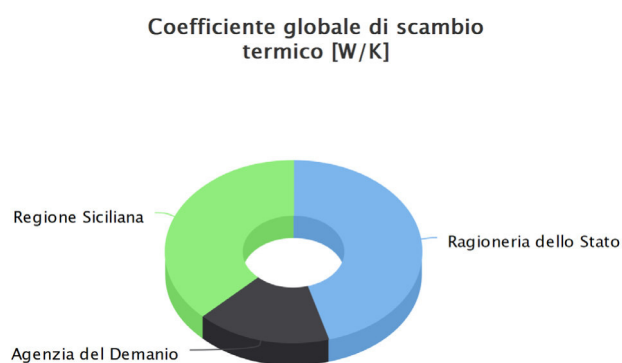


Nel grafico si riporta la distribuzione degli scambi termici per trasmissione in funzione del tipo di struttura opaca o trasparente che costituisce l'involucro.



Il grafico mostra la suddivisione dello scambio termico per zona termica.

Di seguito viene evidenziato il peso dell'orientamento sullo scambio termico globale



## 4.5 DESCRIZIONE DEI SISTEMI IMPIANTISTICI

In questa parte della relazione vengono presi in esame i servizi energetici presenti e le caratteristiche dei sistemi impiantistici. Attraverso la documentazione resa disponibile dal committente, integrata dai dati reperiti direttamente dal personale tecnico nel corso dei sopralluoghi in sito, viene descritto lo stato di fatto e di conservazione degli impianti.

**L'impianto di riscaldamento risulta del tipo centralizzato a colonne montanti. I generatori per riscaldamento sono costituiti da tre caldaie a gasolio di tipo standard non modulanti. I terminali per riscaldamento risultano costituiti da radiatori. Per il raffrescamento, una serie di impianti monosplit a servizio di singole zone termiche. Per l'acqua calda sanitaria risultano presenti scaldacqua di tipo elettrico dislocati nei vari servizi igienici.**

#### 4.6 RILIEVO FOTOGRAFICO DEI SISTEMI IMPIANTISTICI



#### 4.7 CARATTERISTICHE TECNICHE DEI SISTEMI IMPIANTISTICI

Le tabelle che seguono descrivono le caratteristiche tecniche principali dei sistemi impiantistici presenti, eventuali schede di dettaglio vengono riportate negli allegati alla relazione.

##### IMPIANTO di CLIMATIZZAZIONE INVERNALE

##### Caratteristiche dei generatori

Generatore	Combustibile	Fluido termovettore	Potenza termica utile [kW]	Efficienza
Generatore a gas o combustibile fossile	Gasolio	Acqua	407,00	0,88
Generatore a gas o combustibile fossile	Gasolio	Acqua	407,00	0,88
Generatore a gas o combustibile fossile	Gasolio	Acqua	115,00	0,90

## IMPIANTO di CLIMATIZZAZIONE ESTIVA

### Caratteristiche dei generatori

Generatore	Combustibile	Fluido termovettore	Potenza termica utile [kW]	Efficienza
Unificazione impianti monosplit	Energia elettrica	Diretto	310,50	2,50

## IMPIANTO di TRASPORTO

### Caratteristiche dei generatori

	Combustibile	Potenza [kW]
Ascensore	Energia elettrica	5,50

Diagnosi energetica

	Piano Terra - Zecca	Piano Terra - Nisceni	Piano Primo - Zecca	Piano Primo - Nisceni	Piano Secondo - Zecca	Piano Secondo - Nisceni	Piano Terzo - Zecca	Piano Terzo - Nisceni	Piano Quarto	Piano Quinto
Boiler - 1200W	4	1	2	Pompa di calore 300l	2	1	2	0	5	2
split - 9000 btu	16	0	10	4	21	14	51	13	56	10
Ventilconvettori			27	1						
Cassetta 4 vie 4,5 kw	6			7						
2x36	46	5 + 13	7	24	50	58+ 15 (ammezzato)	144	34	8 + 8(ammezzato)	20
1x36	29	3 + 1			4	7 + 1 (ammezzato)	13	1	21	1
2x18	6		2			1			6	
applique led	36 + 35			4	3					
1x18	1	5				1			17	
Lampadina		9								
Faretto		1								
2x58		11				1		1		
Plafoniera fluorescente		5 (ammezzato)	5							2
Lampadario - 8 lampade	1	4 (ammezzato)			1		1		1	
Plafoniera LED rettangolare			81	11						
Faretto su cavo			56							
3x36				1	44	7	1			
Plafoniera LED quadrato				35	1				4	
4x36					1		2		51	9
4x18					4	6		6	31	8
Alogeno							5			

## 5. ANALISI DEI CONSUMI ENERGETICI

Raccolti per ogni vettore energetico i dati di consumo reale, derivanti da letture o bollette, sarà necessario analizzarli. L'obiettivo è quello di definire un consumo di riferimento, da utilizzare come baseline per la valutazione degli interventi migliorativi.

La definizione del consumo effettivo di riferimento passa attraverso la costruzione dell'inventario energetico, ovvero attraverso la descrizione analitica dei consumi relativi ai vari vettori energetici del sistema energetico. L'inventario deve essere rappresentativo dell'energia in ingresso e del suo uso. Si riporta nei successivi paragrafi una valutazione dei consumi energetici dell'edificio.

### 5.1 BOLLETTE ENERGETICHE

Affinché l'analisi sia attendibile, è opportuno esaminare almeno i dati di tre anni, attraverso l'andamento mensile, che consente di valutarne la coerenza e di ricercare le cause di eventuali anomalie.

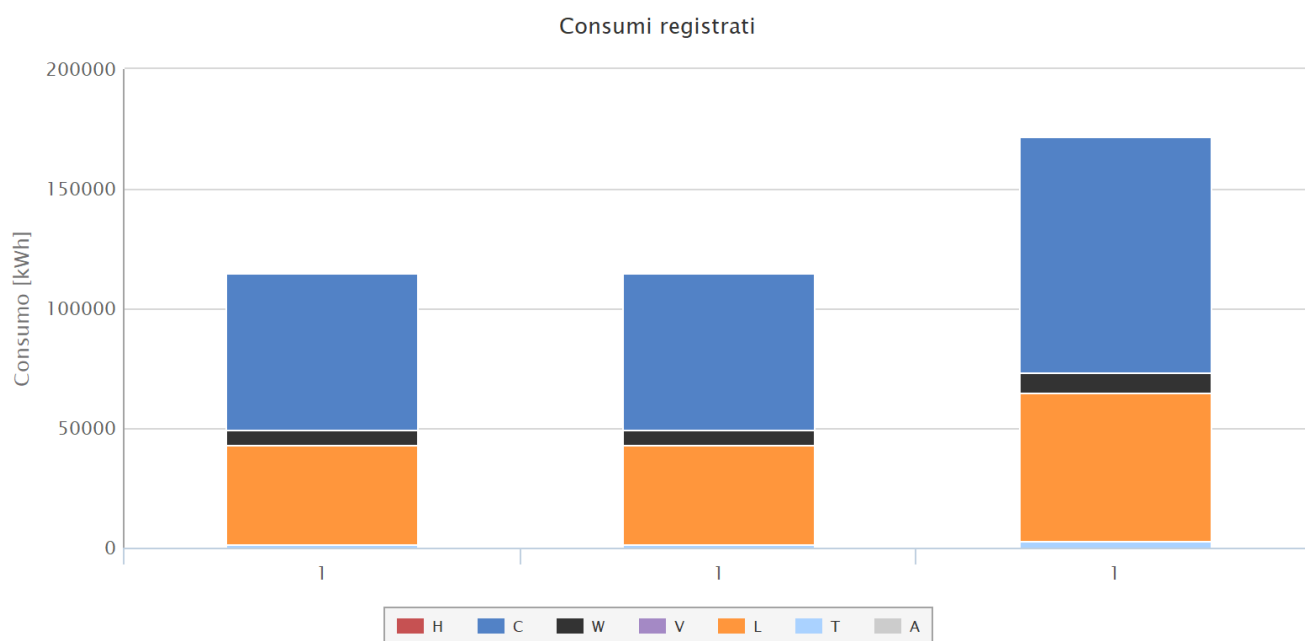
**I dati relativi a consumi e costi di energia elettrica che è stato possibile reperire sono su base annuale riferiti agli anni 2021, 2022 e 2023 e pertanto da questi sono stati desunti i consumi di seguito riportati mentre i dati riferiti ai consumi e costi di gasolio per il riscaldamento sono solo per l'anno 2022.**

Di seguito viene riportata l'analisi di dettaglio dei consumi di energia disaggregati per vettore energetico.

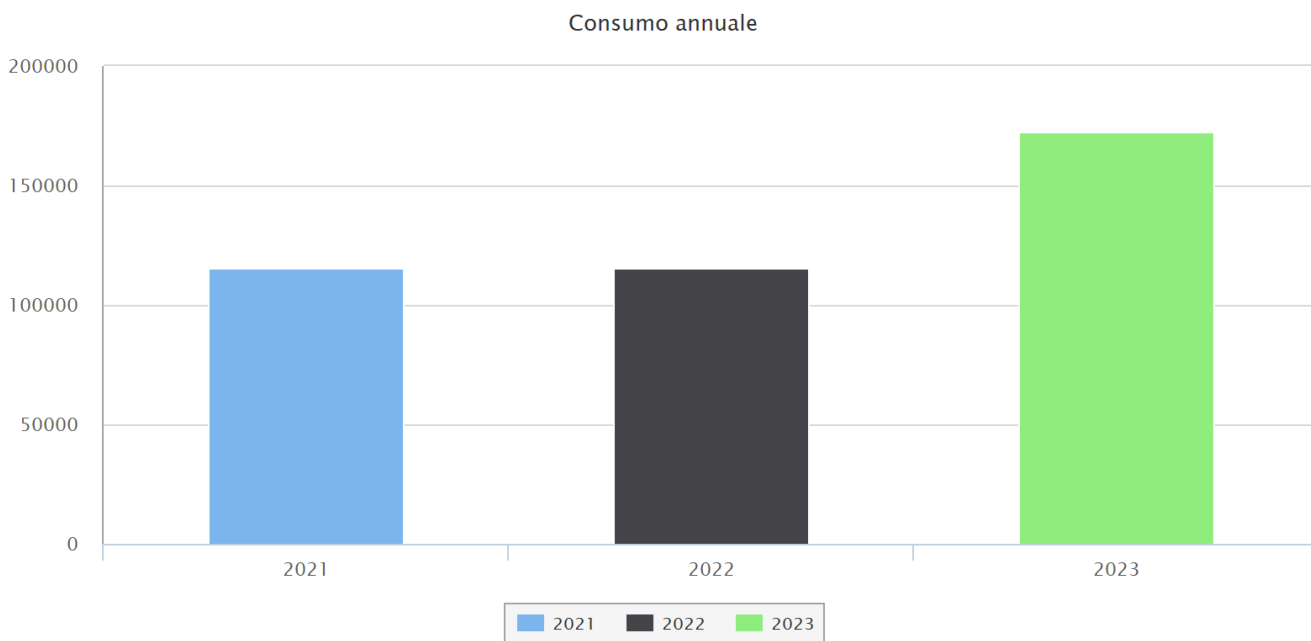
Vettore energetico: Energia elettrica      Potere calorifico: -

Data inizio	Data fine	Costo [€]	Consumo kWh	Unitario €/kWh
01/01/2021	31/12/2021	32.613,64	115.481,00	0,28
01/01/2022	31/12/2022	54.188,43	115.258,00	0,47
01/01/2023	31/12/2023	60.582,60	172.850,00	0,35

#### Dettaglio dei consumi registrati per servizio.



### Dettaglio dei consumi annuali



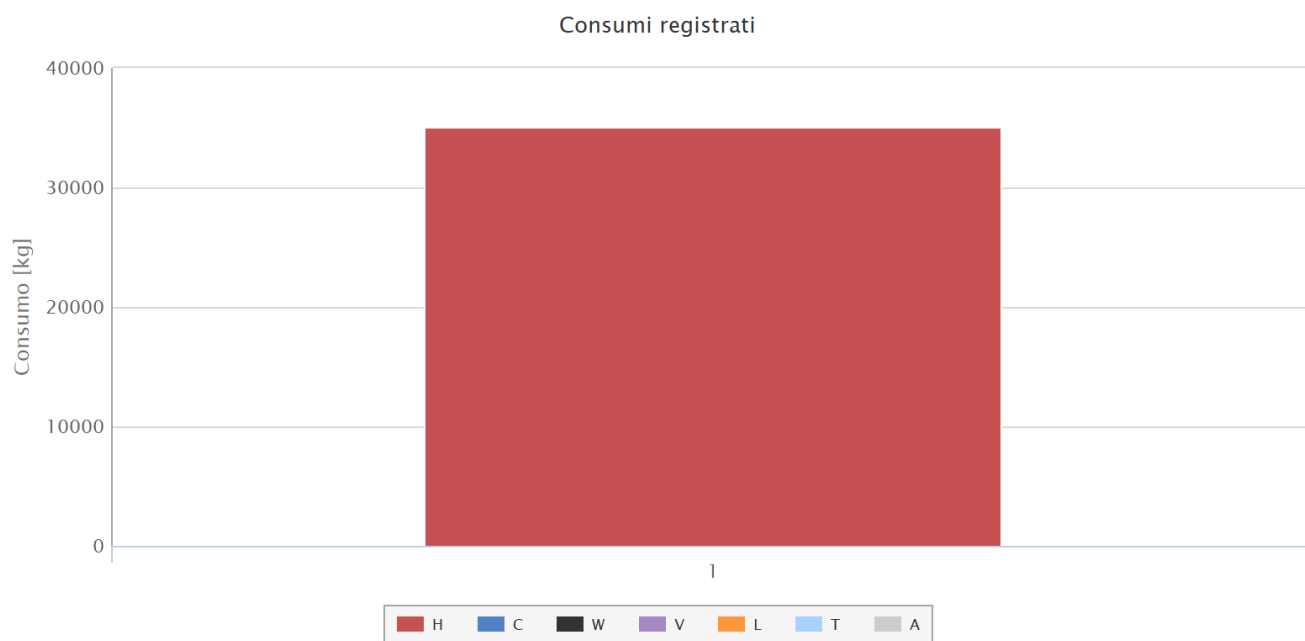
Anno di riferimento	U.M.	Consumo
2021	kWh	115.481,00
2022	kWh	115.258,00
2023	kWh	172.850,00

Vettore energetico: Gasolio      Potere calorifico: 11,86 kWh/kg

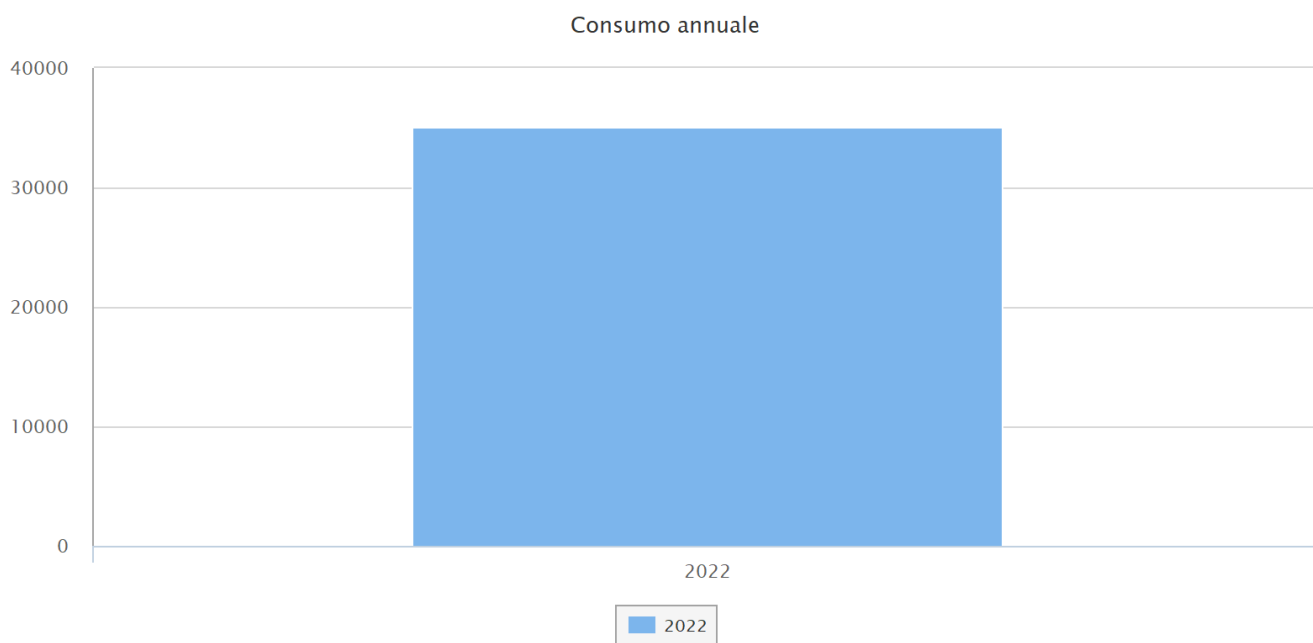
Data inizio	Data fine	Costo [€]	Consumo kg	Unitario €/kg
01/01/2022	31/12/2022	63.545,36	35.011,00	1,82

Non possibile in assenza di sistemi di monitoraggio ricavare analisi curve orarie di carico relativi all'anno di riferimento della diagnosi. Le curve di carico sono desumibili solo a seguito dell'istallazione di opportuni analizzatori di rete. L'istallazione di tali dispositivi non è stata eseguita in quanto avrebbe comportato profondi disservizi all'esercizio ordinario dell'edificio in quanto avrebbe richiesto il sezionamento dell'alimentazione elettrica a valle dei contatori, nelle fasi di installazione e nelle successive fasi di disinstallazione. Questa operazione avrebbe comportato la sospensione temporanea delle attività presenti in edificio con possibili disagi per tutte le apparecchiature non alimentate da UPS. Come previsto da norma UNI 11775- linea guida applicativa della UNI 16247-2, si procede alla stima del fabbisogno elettrico annuale di riferimento.

### Dettaglio dei consumi registrati per servizio.



### Dettaglio dei consumi annuali



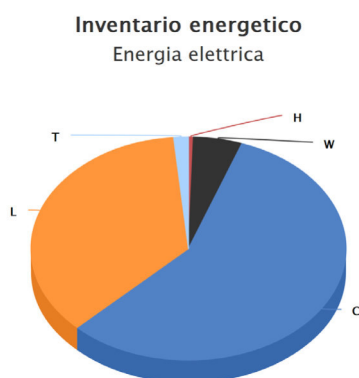
Anno di riferimento	U.M.	Consumo
2022	kg	35.011,00

## 5.2 INVENTARIO ENERGETICO

I consumi, relativi ad ogni vettore energetico (energia elettrica e combustibili), vanno ripartiti secondo i servizi energetici presenti, che, in accordo con il D.M. 26 giugno 2015 (Requisiti minimi), possono essere: climatizzazione invernale, climatizzazione estiva, produzione di ACS, illuminazione, ventilazione meccanica, ascensori e scale mobili. Se fossero presenti consumi non afferenti a questi servizi energetici (ad esempio apparecchiature elettromedicali, frigoriferi, computer...) andrebbero valutati ed esclusi dal consumo di baseline.

Gli ausiliari elettrici per riscaldamento, il raffrescamento e ACS sono stati estrapolati dopo la realizzazione del modello termico, questa operazione si è resa necessaria per stabilire il più probabile consumo da attribuire ad ogni zona così da poter portare in seguito a convergenza il modello elettrico dell' edificio oggetto di Diagnosi Energetica. I consumi relativi ai servizi energetici come ad esempio apparecchiature elettromedicali, frigoriferi, computer ecc. sono stati ripartiti all'interno del consumo del sistema Illuminazione in quanto il software non permette di inserire tali valori all'interno del calcolo diagnosi energetica.

Di seguito viene mostrata la ripartizione dei consumi relativi ad ogni vettore energetico secondo i servizi presenti, nonché la ripartizione dei costi complessivi per servizio.



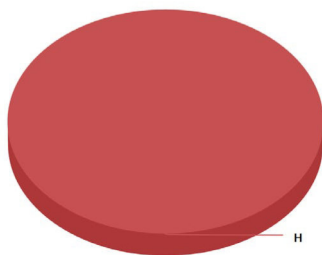
Energia elettrica	U.M.	Consumo
H	kWh	672,65
W	kWh	6.726,48
C	kWh	76.681,91
L	kWh	48.430,68
T	kWh	2.017,95



## Diagnosi energetica

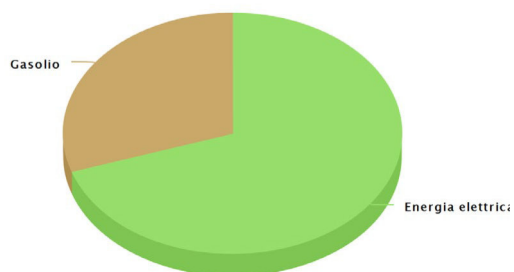
### Inventario energetico

Gasolio



Gasolio	U.M.	Consumo
H	kg	35.011,00

### Costi



Vettore	U.M.	Costo
Energia elettrica	€	49.128,22
Gasolio	€	63.545,36

## 6. DATI CLIMATICI E CONDIZIONI DI UTILIZZO REALI

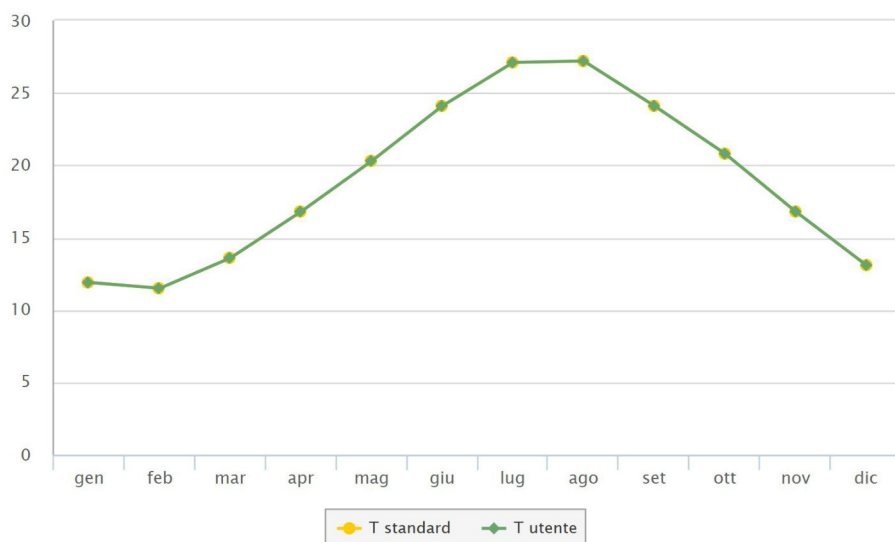
I dati climatici differiscono in base alla località. La norma UNI 10349 fornisce, per il territorio italiano, dati climatici convenzionali, utili nella redazione degli attestati di prestazione energetica e per le diagnosi nella fase di normalizzazione dei consumi. Per la validazione del modello del sistema edificio-impianto, invece, è opportuno tenere conto dei dati climatici reali misurati nella località in esame e, in particolare, considerare nei calcoli la media delle temperature effettive degli anni considerati nel calcolo del consumo di riferimento. Per ottenere i valori di temperature reali è necessario rivolgersi a database meteo di enti pubblici locali e impostare tali valori sul modello, in modo da simulare una situazione più realistica possibile.

### 6.1 DATI CLIMATICI REALI

Il risultato è stato quindi "corretto" sulla base delle caratteristiche climatiche locali, ossia secondo quanto desumibile dalle centraline climatiche locali.

Mese	T Standard [°C]	T Calcolo [°C]
Gennaio	11,90	11,90
Febbraio	11,50	11,50
Marzo	13,60	13,60
Aprile	16,80	16,80
Maggio	20,30	20,30
Giugno	24,10	24,10
Luglio	27,10	27,10
Agosto	27,20	27,20
Settembre	24,10	24,10
Ottobre	20,80	20,80
Novembre	16,80	16,80
Dicembre	13,10	13,10

Temperatura esterna media mensile [°C]



Andamento della temperatura media mensile standard e utente

## 6.2 TEMPI DI FUNZIONAMENTO DELL'IMPIANTO

Nella tabella è indicato per ogni mese, il numero di giorni effettivo di funzionamento della centrale termica. Il numero di giorni incide sul consumo di combustibile.

Per ogni mese è possibile inoltre specificare le ore di attivazione dell'impianto. Le ore giornaliere incidono solo sul consumo di elettricità dei sistemi ausiliari.

Nel caso non siano specificati i tempi di funzionamento dell'impianto, verrà utilizzato il numero di giorni della stagione di riscaldamento e un tempo di attivazione di 24h.

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Sett	Ott	Nov	Dic
Giorni	31	28	31	0	0	0	0	0	0	0	0	31
Ore/giorno	8	8	8	0	0	0	0	0	0	0	0	8

## 6.3 CONDIZIONI DI UTILIZZO REALI

Per ogni zona termica la prestazione energetica viene valutata sia a condizioni standard che adattate all'utenza. In particolare vengono valutate le dispersioni per ventilazione (Q<sub>hve</sub>) in funzione del numero di ricambi d'aria reali.

Gli apporti interni vengono valutati in modo conforme alla normativa UNI TS 11300 sia per il calcolo standard che per il calcolo adattato all'utenza.

La valutazione del fabbisogno in fase di calcolo a condizioni standard si basa sulle temperature interne legate alla destinazione d'uso. Per il calcolo in condizioni Tailored dei viene implementato il profilo d'uso reale calcolando la temperatura media pesata per ogni zona.

### Ragioneria dello Stato

#### Temperatura interna della zona riscaldata

Profilo principale

Ora	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
T	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0

Profilo principale raff

Ora	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
T	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0

Temperatura media pesata: 20,0°C

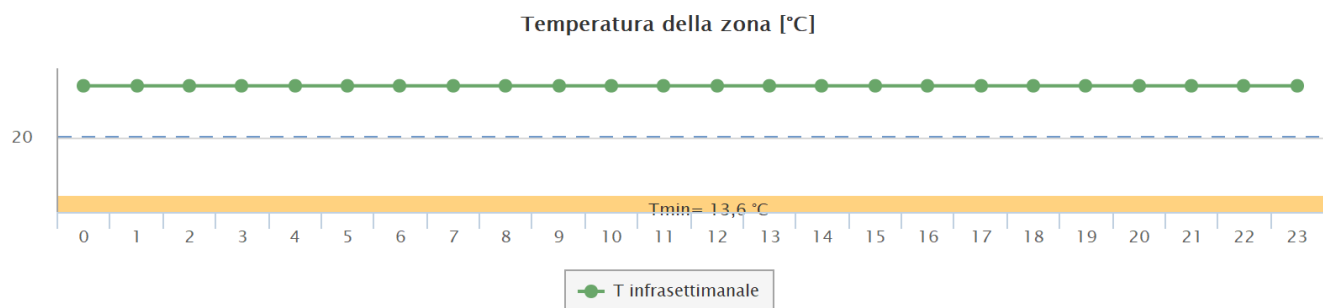
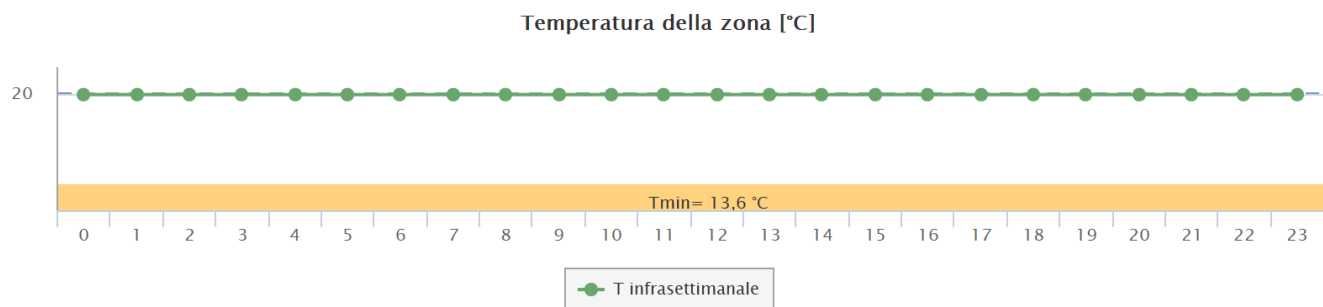
Metodo di calcolo per il profilo di temperatura della zona: Temperatura standard

Altri parametri

Ricambi d'aria [1/h]	Apporti interni [W]	Fabbisogni di ACS Q <sub>h,W</sub> [kWh]
-	10.721,40 W	3.191,93 kWh

Grafico della temperatura interna

## Diagnosi energetica



## 7. CALIBRAZIONE DEL SISTEMA EDIFICIO IMPIANTO

---

Alla costruzione del modello di simulazione del sistema edificio-impianto segue la sua validazione, attraverso il confronto tra i consumi operativi e quelli effettivi, ricavati a partire dalle bollette. Per confrontare i consumi ottenuti dal modello energetico con quelli effettivi sarà fondamentale:

- Conoscere le condizioni termoigrometriche esterne relative agli anni i cui consumi sono stati utilizzati per calcolare il consumo di riferimento;
- Conoscere i profili di utilizzo del sistema edificio-impianto degli stessi anni.

La simulazione del sistema edificio-impianto, in fase di validazione, deve riferirsi infatti alle condizioni termoigrometriche reali (media delle temperature degli stessi anni utilizzati per il calcolo del consumo di riferimento) e agli effettivi profili di utilizzo.

Affinché si possa ritenere accettabile, lo scostamento tra i consumi operativi  $C_o$  e i consumi effettivi  $C_e$  deve essere al massimo del +/- 5%. Il valore dei consumi effettivi  $C_e$  si ottiene considerando il valore medio dei consumi riferiti agli anni presi in riferimento per la seguente diagnosi.

$$-0,05 \leq \frac{C_o - C_e}{C_e} \leq 0,05$$

Lo scostamento massimo, o "margine d'incertezza", deve essere definito in fase di contatto preliminare in funzione dei dati disponibili e del livello di approfondimento richiesto. In particolari situazioni, qualora la caratterizzazione del sistema edificio impianto si basi su dati non certi (stratigrafie ipotizzate, mancanza di misurazioni...), potrà essere

stabilito uno scostamento maggiore del +/- 5%, ma comunque contenuto nel doppio del limite da normativa (+/- 10%):

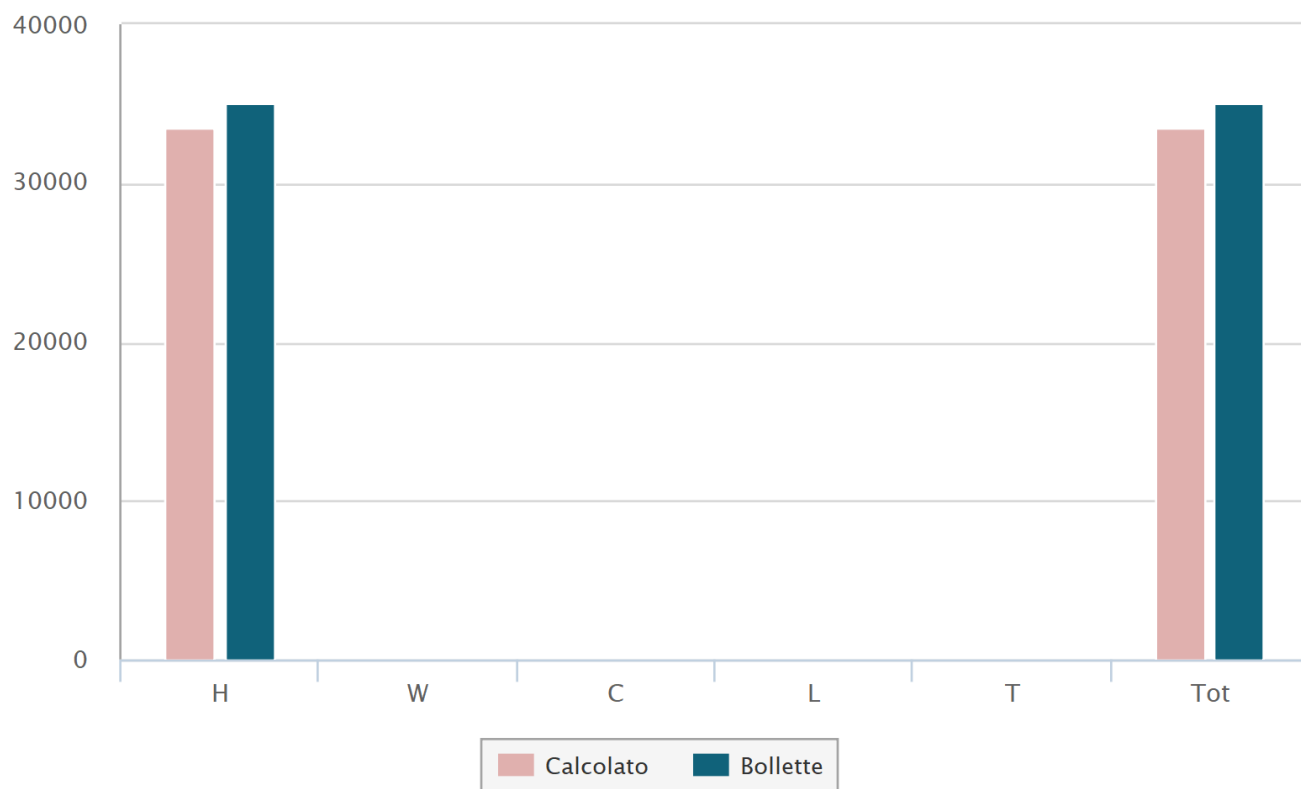
$$-0,1 \leq \frac{C_o - C_e}{C_e} \leq 0,1$$

Se si superano tali valori, è necessario verificare la correttezza del modello di simulazione del sistema edificio-impianto, o dei fattori di aggiustamento applicati ai consumi da bolletta, e apportare le modifiche opportune. Si noti che, finché il modello non risulta validato, non è possibile procedere alle fasi successive della diagnosi. Si riporta, come esempio, un grafico che mette a confronto i consumi effettivi e quelli calcolati tramite simulazione, consumi tra i quali emerge uno scostamento complessivo inferiore al 5%: il modello risulta validato e potrà quindi costituire la base per la valutazione degli interventi di riqualificazione energetica.

## Diagnosi energetica

Gasolio	U.M.	Condizioni operative	Condizioni effettive	Indice di calibrazione K [%]
Consumo H	kg	33.474,59	35.011,00	-4,39 %
Consumo	kg	33.474,59	35.011,00	-4,39 %
Costo	€	36.152,55	63.545,36	-

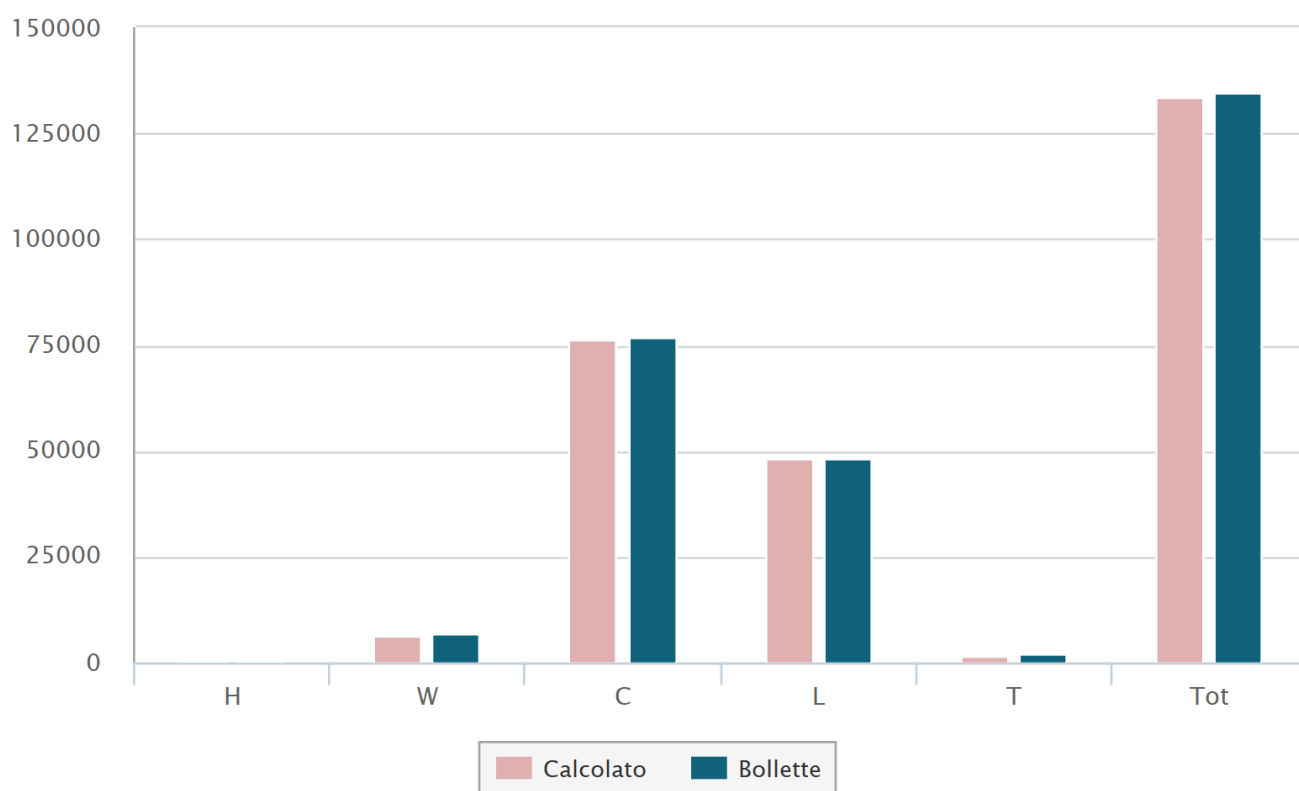
### Gasolio



## Diagnosi energetica

Energia elettrica da rete	U.M.	Condizioni operative	Condizioni effettive	Indice di calibrazione K [%]
Consumo H	kWh	765,55	672,65	13,81 %
Consumo W	kWh	6.594,99	6.726,48	-1,95 %
Consumo C	kWh	76.404,53	76.681,91	-0,36 %
Consumo L	kWh	48.165,58	48.430,68	-0,55 %
Consumo T	kWh	1.697,49	2.017,95	-15,88 %
Consumo	kWh	133.628,14	134.529,67	-0,67 %
Costo	€	26.725,63	49.128,22	-

## Energia elettrica



## 8.1. PROPOSTA DI INTERVENTO MIGLIORATIVO - Scenario collettivo - (Intervento consigliato)

Sulla base di quanto rilevato in sopralluogo e delle caratteristiche impiantistiche e di uso riscontrate, gli interventi definiti e riportati nel documento si reputano quelli più idonei e funzionali allo scopo. Altre tipologie di interventi sono state valutate come non sostenibili sia da un punto di vista costi/benefici che da un punto di vista di impatto ambientale vista la tipologia dell'immobile in questione.

Gli interventi di retrofit energetico riguardano il relamping del sistema di illuminazione presente e la sostituzione della caldaia esistente con una con maggior rendimento. L'analisi di efficientamento è stata effettuata ipotizzando le ore di funzionamento dell'immobile sulla base del tipo di destinazione d'uso e di quanto rilevato durante i sopralluoghi in situ effettuati. Gli interventi proposti non avranno particolare impatto sul contesto paesaggistico in quanto non verranno apportate modifiche al volume o alla sagoma dell'edificio. Gli interventi rientrano tra quelli esclusi dall'autorizzazione paesaggistica semplificata, anche se ricadenti in aree vincolate, ai sensi dell'art 2 comma 1 del DPR 13/02/2017 n.31, All. A.

Il tempo per l'esecuzione degli interventi è stimato in circa 30 giorni e non risultano necessarie ulteriori opere né particolari assistenze di tipo murario per il completamento degli stessi.

### 8.1.1 DETTAGLIO DEI SINGOLI INTERVENTI

Il calcolo dell'intervento proposto è eseguito in condizioni A3, tailored rating, con clima esterno reale.

#### IMPIANTO di CLIMATIZZAZIONE INVERNALE

##### Tipologia di intervento:

Rif.	Intervento
REN.3	Sostituzione generatori di calore a gasolio esistenti con più efficiente tecnologia a condensazione

##### Caratteristiche dei generatori

Ante Operam

Generatore	Combustibile	Fluido termovettore	Potenza termica utile [kW]	Efficienza
Generatore a gas o combustibile fossile		Acqua	407,00	0,88
Generatore a gas o combustibile fossile		Acqua	407,00	0,88
Generatore a gas o combustibile fossile		Acqua	115,00	0,90

Post Operam

Generatore	Combustibile	Fluido termovettore	Potenza termica utile [kW]	Efficienza
Generatore a gas o combustibile fossile		Acqua	467,00	0,98
Generatore a gas o combustibile fossile		Acqua	467,00	0,98

##### Costo dell'intervento

Costo intervento			
	Unitario [€/cad]	Fisso [€]	Totale [€]
	31.840,00	0,00	63.680,00

Le schede tecniche dei generatori, se presenti, sono riportate negli allegati.



**Relamping impianto di illuminazione****Tipologia di intervento:**

Rif.	Intervento
REN.5	Relamping dell'impianto di illuminazione

☒ Relamping interno
**Caratteristiche intervento**

Ante Operam		Post Operam	
Tipologia	Efficienza [lm/W]	Tipologia	Efficienza [lm/W]
Fluorescenti lineari	84,00	LED	110,00

**Tipo di controllo della luce artificiale:**

Automatico

**Tipo sistema di controllo della presenza:**

Con sensore di presenza, auto ON/variante di luce

**Costi complessivi dell'intervento**

Costo intervento		
Unitario [€/cad]	Numero elementi	Totale [€]
80,00	506	40.480,00

Le schede tecniche degli apparecchi installati, se presenti, sono riportate negli allegati.

L'intervento di scenario in oggetto prevede la sostituzione dei soli sistemi di generazione attualmente presenti con di nuovi sistemi di uguali prestazioni e tipologia ma con maggiori efficienze.

In particolare si prevedono i seguenti interventi:

- Sostituzione generatori di calore a gasolio esistenti con più efficiente tecnologia a condensazione con le seguenti caratteristiche:  
Generatore termico premiscelato a condensazione, efficienza energetica 4 stelle, classe NOx 6, funzionante a metano, marcato CEm con mantello completamente coibentato, generatore con singolo o doppio corpo caldaia in funzione della potenza; ogni corpo caldaia è composto da camera di combustione stagna e scambiatore di calore a più ranghi in tubi lisci inclinati d' acciaio inossidabile, raccolta condensa, clapet anti-ricircolo fumi, valvola di sicurezza, bruciatore ceramico premiscelato modulante a fiamma rovescia a bassissime emissioni, circolatore ad alta efficienza modulante in classe A, valvola di non ritorno sia lato acqua che lato fumi, regolatore di cascata, regolatore climatico a microprocessore con display LCD, modulante, programma sanitario con antilegionella, protezione antigelo, orologio interno per programmazione riscaldamento e sanitario; comando esterno ON-OFF, pannello di manutenzione frontale e superiore, incluso collegamento alla canna fumaria;
- Il relamping è un importante intervento di efficienza energetica in grado di ridurre i consumi e migliorare la resa ed il comfort luminoso. Consiste nella sostituzione dei corpi illuminanti delle lampade di vecchia generazione con lampade innovative del tipo Light Emitting Diode (LED). Prevede la sostituzione di tutte quelle lampade fulminate o ancora funzionanti come le fluorescenti, a incandescenza o alogene. La conversione avviene tramite una semplice operazione chiamata plug&play: si interviene alla sostituzione delle lampadine senza modificare le strutture già esistenti dell'impianto luminoso

### 8.1.2 VALUTAZIONE DELLO SCENARIO DI INTERVENTO

La realizzazione simultanea di vari interventi proposti implica la loro influenza reciproca sui risparmi finali conseguibili: il risparmio complessivo non equivale alla somma dei singoli risparmi ottenibili realizzando singolarmente i vari interventi.

Nelle seguenti tabelle si riepilogano i principali risultati dello scenario di intervento proposto, tenendo conto delle influenze reciproche.

#### Valutazione del Risparmio Energetico

Scenario collettivo - (Intervento consigliato)	Consumi	Risparmio energetico		
	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Variazione %
Energia elettrica [kWh]	133.628,1	108.777,8	24.850,3	18,6
Gas naturale [m <sup>3</sup> ]	0,0	31.083,1	-31.083,1	-
Gasolio [kg]	33.474,6	0,0	33.474,6	100,0

#### Valutazione del Risparmio Economico e Tempo di ritorno semplice

Scenario collettivo - (Intervento consigliato)	Costi	Risparmio economico		
	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Variazione %
Energia elettrica [€]	26.725,6	21.755,6	4.970,0	18,6
Gas naturale [€]	0,0	27.663,9	-27.663,9	-
Gasolio [€]	36.152,6	0,0	36.152,6	100,0
Costo complessivo [€]	62.878,2	49.419,5	13.458,7	21,4

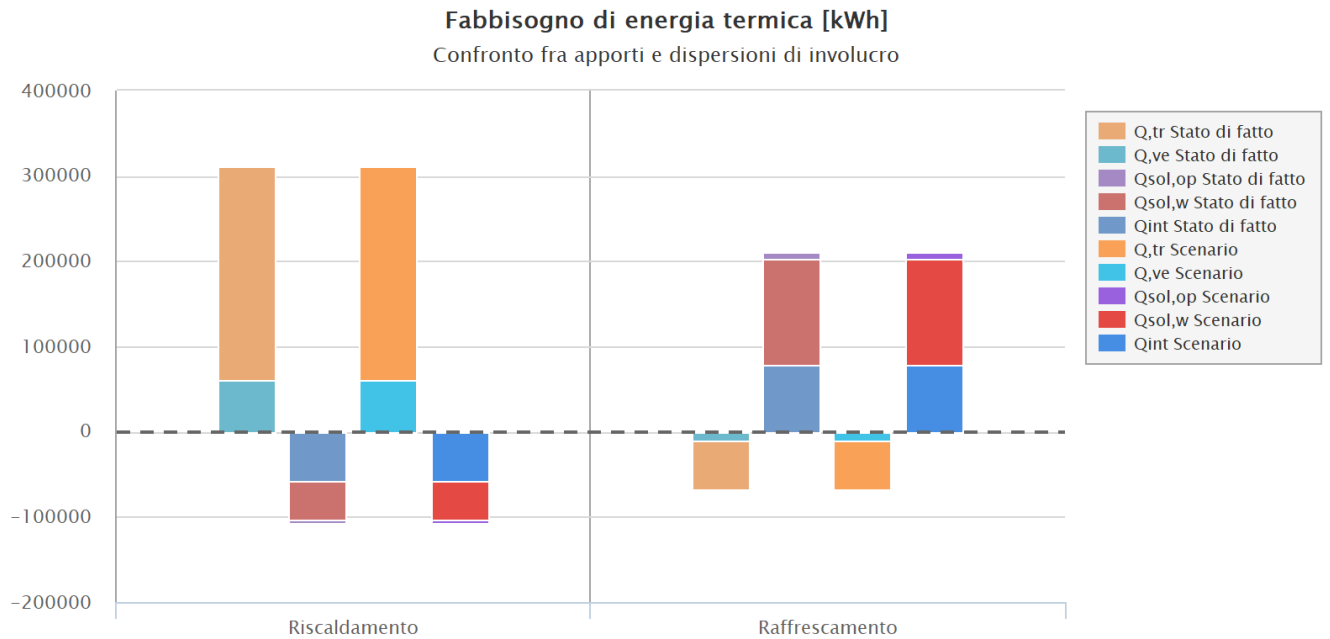
	U.M.	Valore
Costo di investimento	€	104.160,0
Risparmio economico	€/Anno	13.458,7
Tempo di ritorno semplice	Anni	7,7
Risparmio CO2	Kg/m <sup>2</sup>	21,7

Tempo di ritorno – da 0 a più di 30 anni



### 8.1.3 DETTAGLI DI CALCOLO – INVOLUCRO: FABBISOGNI DI ENERGIA TERMICA

#### Fabbisogno di energia termica



#### Fabbisogni di energia termica per riscaldamento

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
QH,tr	kWh	251.688,5	251.688,5	0	-	Fabbisogno di energia termica per trasmissione
QH,ve	kWh	59.666,4	59.666,4	0	-	Fabbisogno di energia termica per ventilazione
Qsol,op	kWh	3.309,0	3.309,0	0	-	Apporti solari sulle superfici opache in riscaldamento
Qsol,w	kWh	45.498,2	45.498,2	0	-	Apporti solari sulle superfici trasparenti in riscaldamento
Qint	kWh	57.446,1	57.446,1	0	-	Apporti interni in riscaldamento
QH,nd	kWh	208.751,5	208.751,5	0	-	Fabbisogno di energia termica per il riscaldamento

#### Fabbisogni di energia termica per raffrescamento

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
QC,tr	kWh	56.472,3	56.472,3	0	-	Fabbisogno di energia termica per trasmissione
QC,ve	kWh	11.044,9	11.044,9	0	-	Fabbisogno di energia termica per ventilazione
Qsol,op	kWh	8.749,8	8.749,8	0	-	Apporti solari sulle superfici opache in raffrescamento
Qsol,w	kWh	124.642,0	124.642,0	0	-	Apporti solari sulle superfici trasparenti in raffrescamento
Qint	kWh	77.386,0	77.386,0	0	-	Apporti interni in raffrescamento
QC,nd	kWh	141.379,5	141.379,5	0	-	Fabbisogno di energia termica per il raffrescamento

### Fabbisogni di energia termica per ACS

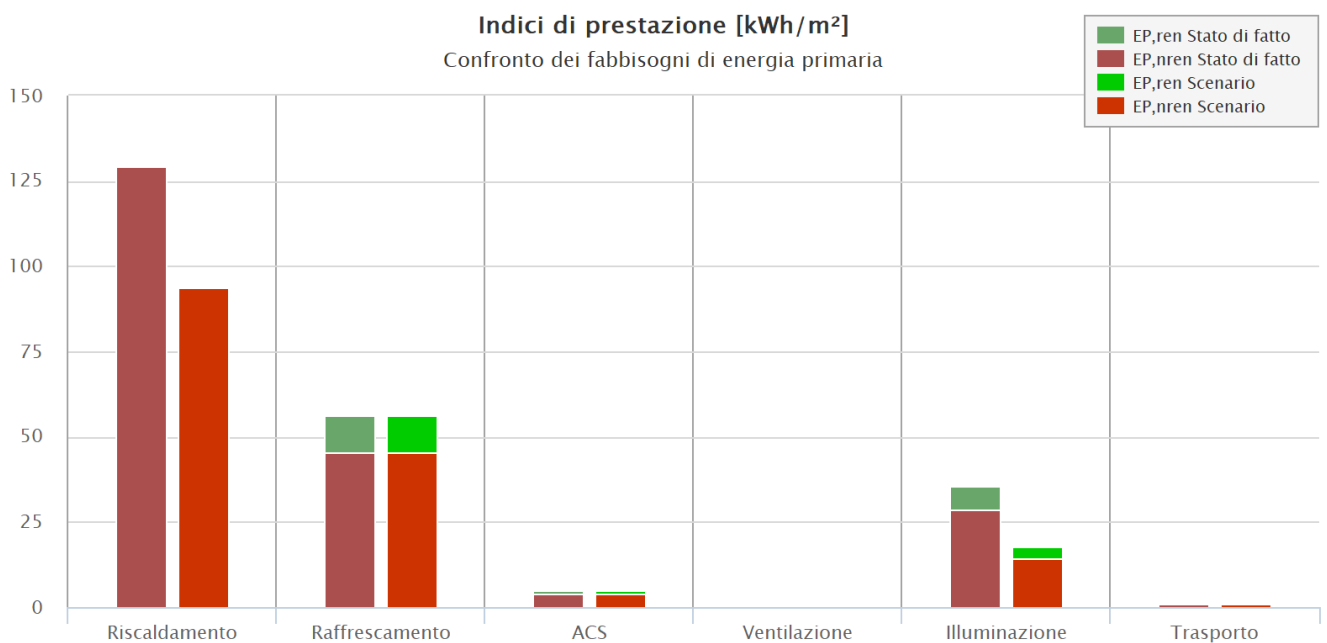
	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
QW	kWh	<b>5.889,3</b>	<b>5.889,3</b>	<b>0</b>	-	Fabbisogno di energia termica per ACS

### Fabbisogni di energia termica e dettagli dell'involucro

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPH,nd	kWh/m <sup>2</sup>	<b>63,3</b>	<b>63,3</b>	<b>0</b>	-	Indice di prestazione termica utile di riscaldamento
EPC,nd	kWh/m <sup>2</sup>	<b>42,9</b>	<b>42,9</b>	<b>0</b>	-	Indice di prestazione termica utile di raffrescamento
EPW,nd	kWh/m <sup>2</sup>	<b>1,8</b>	<b>1,8</b>	<b>0</b>	-	Indice di prestazione termica utile di acs
Asol est/A sup utile	-	<b>0,051</b>	<b>0,051</b>	<b>0</b>	-	Area solare estiva equivalente
YIE	W/m <sup>2</sup> K	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0</b>	-	Trasmittanza termica periodica media

## 8.1.4 DETTAGLI DI CALCOLO – IMPIANTO: FABBISOGNI DI ENERGIA PRIMARIA

### Indici di prestazione



### Climatizzazione invernale

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPH,ren	kWh/m <sup>2</sup>	0,1	0,0	-0,1	-100,0	Indice di prestazione rinnovabile per riscaldamento
EPH,nren	kWh/m <sup>2</sup>	129,3	93,6	35,7	27,6	Indice di prestazione non rinnovabile per riscaldamento
EPH,tot	kWh/m <sup>2</sup>	129,4	93,6	35,8	27,7	Indice di prestazione totale per riscaldamento
ηH,nren	-	0,490	0,677	0,187	38,2	Efficienza globale stagionale di riscaldamento
QR,H	%	0,1	0,0	-0,1	-100,0	Quota rinnovabile per riscaldamento

### Climatizzazione estiva

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPC,ren	kWh/m <sup>2</sup>	10,9	10,9	0	-	Indice di prestazione rinnovabile per raffrescamento
EPC,nren	kWh/m <sup>2</sup>	45,2	45,2	0	-	Indice di prestazione non rinnovabile per raffrescamento
EPC,tot	kWh/m <sup>2</sup>	56,1	56,1	0	-	Indice di prestazione totale per raffrescamento
ηC,nren	-	0,949	0,949	0	-	Efficienza globale stagionale di raffrescamento
QR,C	%	19,4	19,4	0	-	Quota rinnovabile per raffrescamento

### Acqua calda sanitaria

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPW,ren	kWh/m <sup>2</sup>	0,9	0,9	0	-	Indice di prestazione rinnovabile per ACS
EPW,nren	kWh/m <sup>2</sup>	3,9	3,9	0	-	Indice di prestazione non rinnovabile per ACS
EPW,tot	kWh/m <sup>2</sup>	4,8	4,8	0	-	Indice di prestazione totale per ACS
ηW,nren	-	0,458	0,458	0	-	Efficienza globale stagionale di ACS
QR,W	%	19,4	19,4	0	-	Quota rinnovabile per ACS

### Illuminazione

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPL,ren	kWh/m <sup>2</sup>	6,9	3,4	-3,5	-50,7	Indice di prestazione rinnovabile per illuminazione
EPL,nren	kWh/m <sup>2</sup>	28,5	14,2	14,3	50,2	Indice di prestazione non rinnovabile per illuminazione
EPL,tot	kWh/m <sup>2</sup>	35,4	17,6	17,8	50,3	Indice di prestazione totale per ventilazione

## Diagnosi energetica

### Trasporto

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPT,ren	kWh/m <sup>2</sup>	0,2	0,2	0	-	Indice di prestazione rinnovabile per trasporto
EPT,nren	kWh/m <sup>2</sup>	1,0	1,0	0	-	Indice di prestazione non rinnovabile per trasporto
EPT,tot	kWh/m <sup>2</sup>	1,2	1,2	0	-	Indice di prestazione totale per trasporto

### Energia primaria globale

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPgl,ren	kWh/m <sup>2</sup>	19,0	15,5	-3,5	-18,4	Indice di prestazione globale rinnovabile
EPgl,nren	kWh/m <sup>2</sup>	207,9	157,9	50,0	24,1	Indice di prestazione globale non rinnovabile
EPgl,tot	kWh/m <sup>2</sup>	226,9	173,4	53,5	23,6	Indice di prestazione globale dell'edificio
QR,HWC	%	6,3	7,7	1,4	22,2	Quota rinnovabile per risc., acs e raff.

### Edificio di riferimento

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPgl,nren,rif	kWh/m <sup>2</sup>	117,6	103,3	14,3	12,2	Indice di prestazione non rinnovabile

### 8.1a. TEMPO DI RITORNO SEMPLICE

#### Esborso nei prossimi 10 anni in assenza di interventi (simulazione)

Stato attuale	1° anno	2° anno	3° anno	4° anno	5° anno	6° anno	7° anno	8° anno	9° anno	10° anno	Totale
Spesa combustibile €/anno	62.878,18	64.450,14	66.061,39	67.712,93	69.405,75	71.140,89	72.919,42	74.742,40	76.610,96	78.526,24	704.448,30

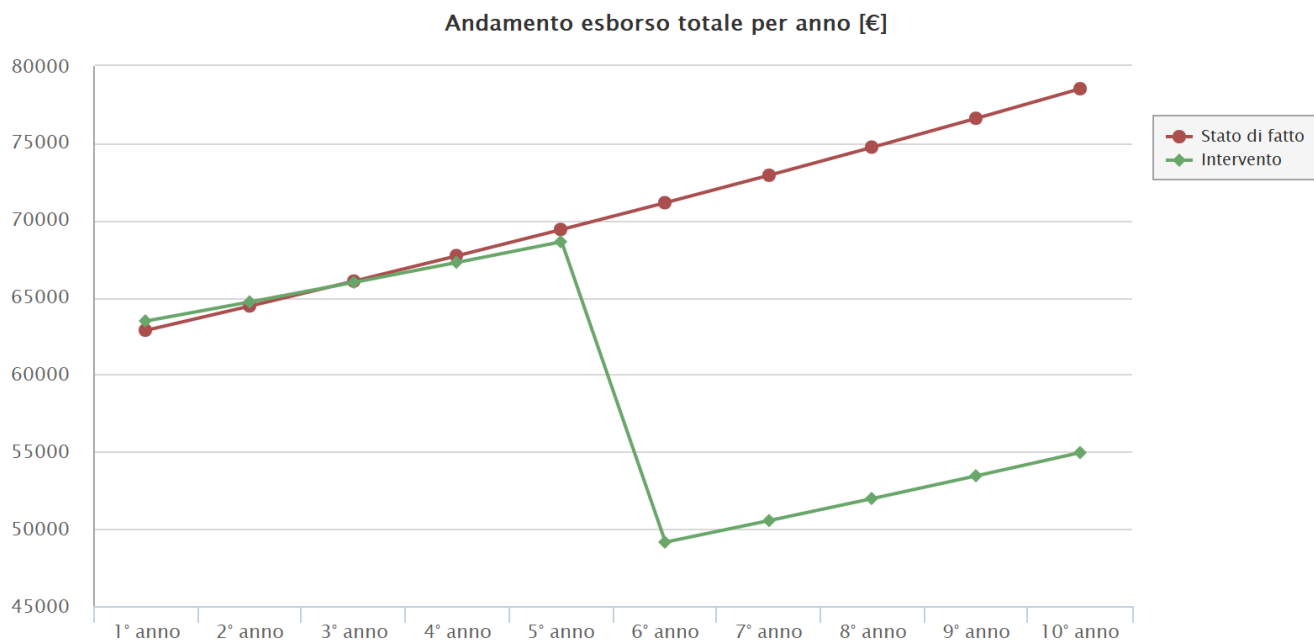
Costo del combustibile: 0,118 €/kWh

Nota: costo del combustibile incrementato del 1,03% ogni anno

Dopo l'intervento	1° anno	2° anno	3° anno	4° anno	5° anno	6° anno	7° anno	8° anno	9° anno	10° anno	Totale
Spesa combustibile €/anno	49.419,49	50.654,98	51.921,35	53.219,39	54.549,87	55.913,62	57.311,46	58.744,25	60.212,85	61.718,17	553.665,44
Ipotesi rateizzazione anni	20.832,00	20.832,00	20.832,00	20.832,00	20.832,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	104.160,00
Recupero fiscale €	6.770,40	6.770,40	6.770,40	6.770,40	6.770,40	6.770,40	6.770,40	6.770,40	6.770,40	6.770,40	67.704,00
Spesa riscaldamento €	63.481,09	64.716,58	65.982,95	67.280,99	68.611,47	49.143,22	50.541,06	51.973,85	53.442,45	54.947,77	590.121,44
Differenza sulla rata €	602,91	266,44	-78,44	-431,94	-794,28	-21.997,67	22.378,36	-22.768,55	23.168,51	-23.578,46	114.326,86

Costo del combustibile: 0,123 €/kWh

Nota: costo del combustibile incrementato del 1,03% ogni anno



Andamento della spesa per il riscaldamento per lo stato attuale e dopo l'intervento

## 8.1b. ANALISI ECONOMICA (UNI EN 15459)

L'analisi economica si fonda sull'approccio del life cycle cost analysis secondo la norma UNI EN 15459. I passi di calcolo per la determinazione del costo globale partono dalla valutazione del tasso di sconto che consente la comparazione del valore della valuta in periodi differenti e quindi riportare al momento iniziale una spesa effettuata dopo p anni.

Il costo globale dell'investimento è determinato come segue:

$$C_G(\tau) = C_1 + \sum_{j=1}^{\tau} \left[ \sum_{i=1}^{\tau} (C_{a,i}(j) \times R_d(i)) - V_{f,\tau}(j) \right] \text{ (€)}$$

$\tau$  è periodo di calcolo

$C_1$  è il costo dell'investimento iniziale

$C_{a,i}(j)$  è il costo annuale per l'anno i del componente j

$V_{f,\tau}(j)$  è il valore finale del componente j alla fine del periodo di calcolo (riferito all'anno iniziale)

Il valore finale del componente è determinato secondo questa formula:

$$V_{f,\tau}(j) = V_0(j) \times (1 + R_p/100)^{n_{\tau}(j) \times \tau_n(j)} \times \left[ \frac{(n_{\tau}(j) + 1) \times \tau_n(j) - \tau}{\tau_n(j)} \right] \times R_d(\tau)$$

$V_0(j)$  è il costo iniziale del componente

$R_p$  è il tasso dell'andamento dei prezzi per i prodotti

$n_{\tau}(j)$  è il numero di sostituzioni del componente j nel periodo di calcolo

$\tau_n(j)$  è la vita del componente j

Il tasso di sconto è calcolato come segue:

$$R_d(p) = \left( \frac{1}{1 + R_R/100} \right)^p$$

con p il numero di anni e  $R_R$  il tasso di interesse reale

$$R_R = \frac{R - R_i}{1 + R_i/100} \%$$

dove R è il tasso di interesse di mercato e  $R_i$  è il tasso di inflazione.

Il fattore di attualizzazione utilizzato per riportare all'anno iniziale tutti i costi e le rendite annuali è stata utilizzata la seguente:

$$f_{pv}(n) = \frac{1 - (1 + R_R/100)^{-n}}{R_R/100}$$

**Ipotesi di calcolo**

Tasso di interesse di mercato	3	% R
Tasso di inflazione	4	% $R_i$
Durata del calcolo	10	Anni

Di seguito il dettaglio dei costi iniziali sostenuti per l'intervento. Nella colonna Sostituzioni è indicato il totale attualizzato delle sostituzioni avvenute per un dato componente nel periodo di calcolo utilizzato per l'analisi.

COSTI INIZIALI	Costo [€]	Quantità	Detraibile	Totale [€]	Sostituzioni [€]
Costo dell'intervento	104.160,00	1	No	104.160,00	-
Totale				104.160,00	-

I costi di manutenzione e di smaltimento possono essere ricavati da una percentuale di incidenza sul totale e da un costo fisso aggiuntivo eventualmente specificato.



## Diagnosi energetica

COSTI DI MANUTENZIONE ANNUALE	Incidenza sul totale [%]	Valore [€]	Costo aggiuntivo [€]	Costo anno [€]
Costo dell'intervento	1,00	104.160,00	0,00	1.041,60
Totale				1.041,60

COSTI SMALTIMENTO NOMINALI	Incidenza sul totale [%]	Valore [€]	Costo aggiuntivo [€]	Totale [€]
Costo dell'intervento	2,00	104.160,00	0,00	2.083,20
Totale				2.083,20

I costi di smaltimento attualizzati comprendo anche le frazioni ancora non utilizzate di eventuali costi di smaltimento da sostenere oltre il periodo di vita del componente.

COSTI SMALTIMENTO ATTUALIZZATI	Vita	Anno	Costo [€]	Tasso[%]	Valore[€]
Smaltimento Costo dell'intervento		10	2.083,20	1,101	1.147,26
Totale					1.147,26

COSTI PERIODICI	Annuale [€]	Annualità	Tasso [%]	Totale [€]
Manutenzione Costo dell'intervento	1.041,60	20	10,550	10.988,71
Risparmio Gas naturale	27.663,93	20	10,550	291.850,02
Totale				302.838,74

RICAVI PERIODICI	Annuale [€]	Annualità	Tasso [%]	Totale [€]
Risparmio Gasolio	-36.152,55	20	10,550	-381.403,60
Risparmio Energia elettrica	-4.970,07	20	10,550	-52.433,44
Totale				-433.837,04

COSTI UNA TANTUM	Annuale [€]	Annualità	Tasso [%]	Totale [€]
Totale				0,00

### Principali risultati

#### Intervallo di calcolo e tasso attualizzazione

VALORI FINALI	Vita	Valore iniziale [€]	Uso	Valore finale [€]	Valore attualizzato [€]
Costo dell'intervento	20	104.160,00	0,50	-52.080,00	-57.363,04
Totale					-57.363,04

COSTO COMPLESSIVO ATTUALIZZATO SENZA INCENTIVI FISCALI [€]	-83.054,08
--	------------

DETRAZIONI FISCALI	Annuale	Annualità	Tasso [%]	Totale [€]
Totale				0,00

VALORE ATTUALE OPERAZIONE [€]	-83.054,08
-------------------------------	------------

EQUIVALENTE ANNUALE	Annualità	Tasso [%]	Totale [€]
Equivalente annuale	10	0,095	-7.872,54

## Indici di valutazione

	U.M.	Valore
Costi residui e valori finali	€	-56.215,77
Indice di Profitto	-	1,204
Tempo di Ritorno attualizzato	Anni	8,0
Costo globale	€	-83.054,08
Incentivo	€	0,00

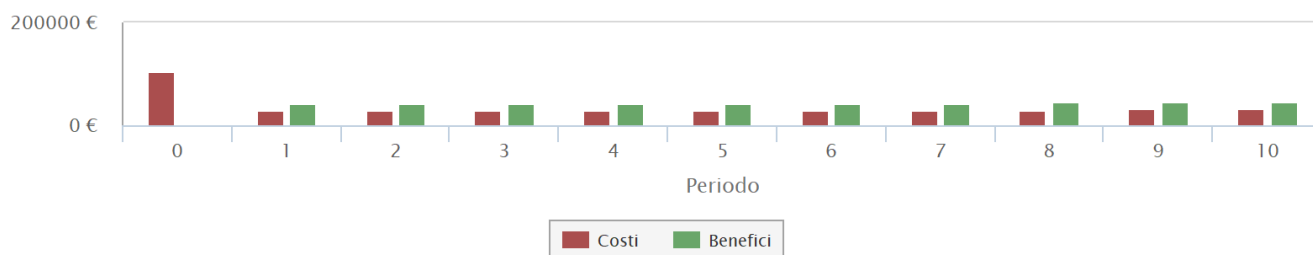


## Andamento annuale

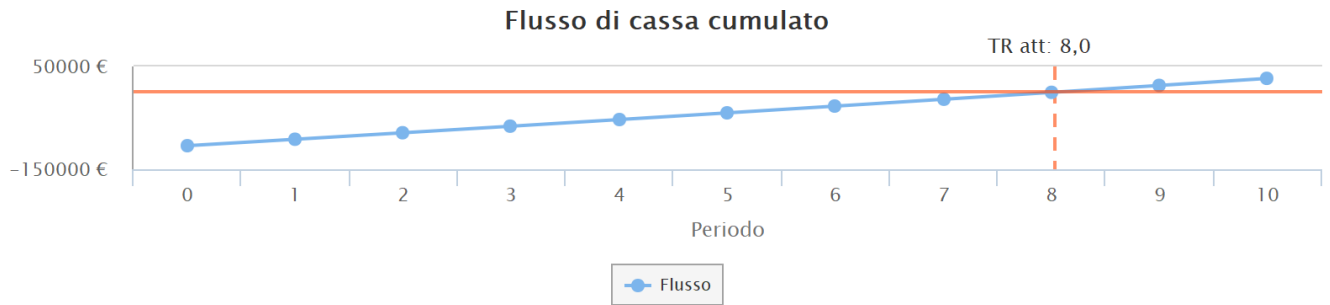
	Anno 0	Anno 1	Anno 2	Anno 3	Anno 4
Costi	104.160,00	28.984,22	29.265,62	29.549,76	29.836,65
Benefici	0,00	41.521,87	41.924,99	42.332,03	42.743,02
Flussi di cassa	-104.160,00	12.537,64	12.659,37	12.782,28	12.906,38
Flusso di cassa cumulato	-104.160,00	-91.622,36	-78.962,99	-66.180,71	-53.274,34
	Anno 5	Anno 6	Anno 7	Anno 8	Anno 9
Costi	30.126,32	30.418,81	30.714,14	31.012,34	31.313,43
Benefici	43.158,00	43.577,01	44.000,09	44.427,28	44.858,61
Flussi di cassa	13.031,68	13.158,20	13.285,95	13.414,94	13.545,18
Flusso di cassa cumulato	-40.242,66	-27.084,46	-13.798,50	-383,56	13.161,62
	Anno 10	-	-	-	-
Costi	31.617,44	-	-	-	-
Benefici	45.294,13	-	-	-	-
Flussi di cassa	13.676,69	-	-	-	-
Flusso di cassa cumulato	26.838,31	-	-	-	-

## Rapporto costi/benefici

### Rapporto costi / benefici



## Flusso di cassa cumulado



Viene, comunque, segnalata la possibilità di accedere agli incentivi per l'efficienza energetica per le pubbliche amministrazioni, quali il Conto Termico che finanzia fino al 65% delle spese sostenute per gli interventi di manutenzione sull'involucro e sugli impianti degli edifici che ne incrementano l'efficienza energetica. In particolare, Il Conto Termico prevede incentivi che variano dal 40% al 65% della spesa sostenuta. Inoltre, il Conto Termico è cumulabile con altri incentivi di natura non statale e nell'ambito degli interventi precedentemente indicati. Finanzia inoltre il 100% delle spese per la Diagnosi Energetica e per l'Attestato di Prestazione Energetica (APE) per le PA (e le ESCO che operano per loro conto) e il 50% per i soggetti privati e le cooperative di abitanti e quelle sociali.

## 8.2. PROPOSTA DI INTERVENTO MIGLIORATIVO - Impianto climatizzazione - inverno

### 8.2.1 DETTAGLIO DEI SINGOLI INTERVENTI

Il calcolo dell'intervento proposto è eseguito in condizioni A3, tailored rating, con clima esterno reale.

#### IMPIANTO di CLIMATIZZAZIONE INVERNALE

##### Tipologia di intervento:

Rif.	Intervento
REN.3	Sostituzione generatori di calore a gasolio esistenti con più efficiente tecnologia a condensazione

##### Caratteristiche dei generatori

Ante Operam

Generatore	Combustibile	Fluido termovettore	Potenza termica utile [kW]	Efficienza
Generatore a gas o combustibile fossile		Acqua	407,00	0,88
Generatore a gas o combustibile fossile		Acqua	407,00	0,88
Generatore a gas o combustibile fossile		Acqua	115,00	0,90

Post Operam

Generatore	Combustibile	Fluido termovettore	Potenza termica utile [kW]	Efficienza
Generatore a gas o combustibile fossile		Acqua	467,00	0,98
Generatore a gas o combustibile fossile		Acqua	467,00	0,98

##### Costo dell'intervento

Costo intervento			
	Unitario [€/cad]	Fisso [€]	Totale [€]
	31.840,00	0,00	63.680,00

Le schede tecniche dei generatori, se presenti, sono riportate negli allegati.

### 8.2.2 VALUTAZIONE DELLO SCENARIO DI INTERVENTO

La realizzazione simultanea di vari interventi proposti implica la loro influenza reciproca sui risparmi finali conseguibili: il risparmio complessivo non equivale alla somma dei singoli risparmi ottenibili realizzando singolarmente i vari interventi.

Nelle seguenti tabelle si riepilogano i principali risultati dello scenario di intervento proposto, tenendo conto delle influenze reciproche.

#### Valutazione del Risparmio Energetico

Impianto climatizzazione - inverno	Consumi	Risparmio energetico		
	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Variazione %
Energia elettrica [kWh]	133.628,1	132.928,0	700,1	0,5
Gas naturale [m <sup>3</sup> ]	0,0	31.083,1	-31.083,1	-
Gasolio [kg]	33.474,6	0,0	33.474,6	100,0

#### Valutazione del Risparmio Economico e Tempo di ritorno semplice

Impianto climatizzazione - inverno	Costi	Risparmio economico		
	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Variazione %
Energia elettrica [€]	26.725,6	26.585,6	140,0	0,5
Gas naturale [€]	0,0	27.663,9	-27.663,9	-
Gasolio [€]	36.152,6	0,0	36.152,6	100,0
Costo complessivo [€]	62.878,2	54.249,5	8.628,7	13,7

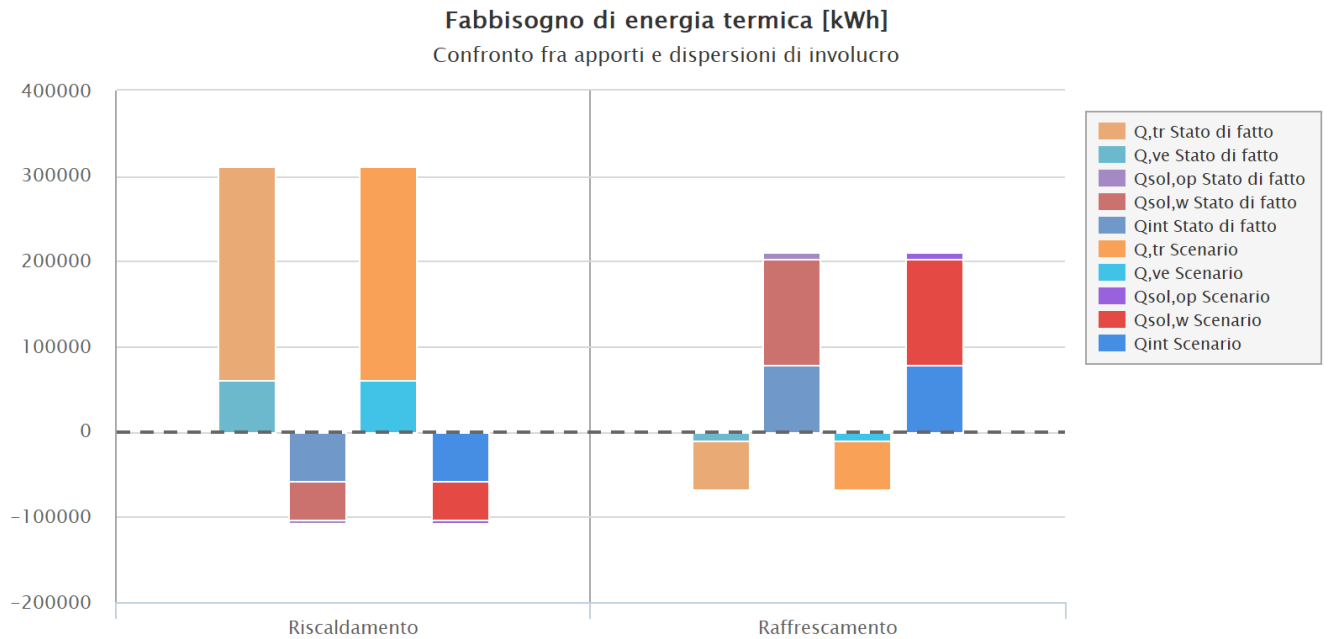
	U.M.	Valore
Costo di investimento	€	63.680,0
Risparmio economico	€/Anno	8.628,7
Tempo di ritorno semplice	Anni	7,4
Risparmio CO2	Kg/m <sup>2</sup>	15,1

Tempo di ritorno – da 0 a più di 30 anni



### 8.2.3 DETTAGLI DI CALCOLO – INVOLUCRO: FABBISOGNI DI ENERGIA TERMICA

#### Fabbisogno di energia termica



#### Fabbisogni di energia termica per riscaldamento

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
QH,tr	kWh	251.688,5	251.688,5	0	-	Fabbisogno di energia termica per trasmissione
QH,ve	kWh	59.666,4	59.666,4	0	-	Fabbisogno di energia termica per ventilazione
Qsol,op	kWh	3.309,0	3.309,0	0	-	Apporti solari sulle superfici opache in riscaldamento
Qsol,w	kWh	45.498,2	45.498,2	0	-	Apporti solari sulle superfici trasparenti in riscaldamento
Qint	kWh	57.446,1	57.446,1	0	-	Apporti interni in riscaldamento
QH,nd	kWh	208.751,5	208.751,5	0	-	Fabbisogno di energia termica per il riscaldamento

#### Fabbisogni di energia termica per raffrescamento

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
QC,tr	kWh	56.472,3	56.472,3	0	-	Fabbisogno di energia termica per trasmissione
QC,ve	kWh	11.044,9	11.044,9	0	-	Fabbisogno di energia termica per ventilazione
Qsol,op	kWh	8.749,8	8.749,8	0	-	Apporti solari sulle superfici opache in raffrescamento
Qsol,w	kWh	124.642,0	124.642,0	0	-	Apporti solari sulle superfici trasparenti in raffrescamento
Qint	kWh	77.386,0	77.386,0	0	-	Apporti interni in raffrescamento
QC,nd	kWh	141.379,5	141.379,5	0	-	Fabbisogno di energia termica per il raffrescamento

### Fabbisogni di energia termica per ACS

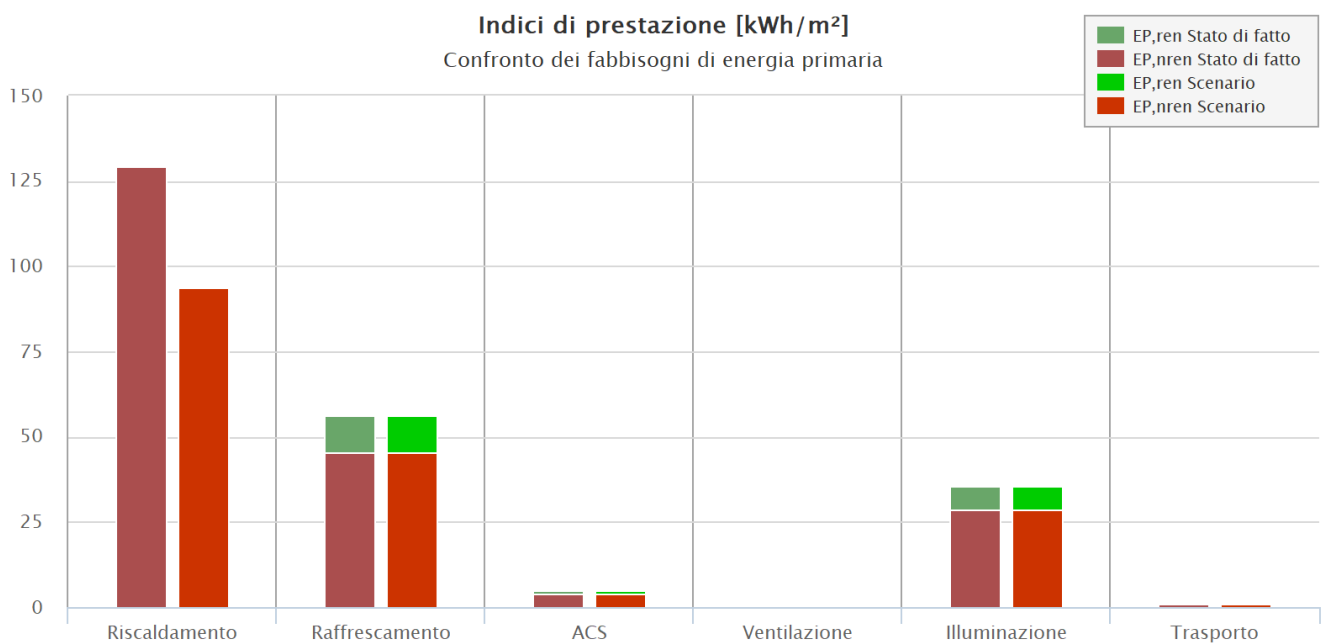
	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
QW	kWh	<b>5.889,3</b>	<b>5.889,3</b>	<b>0</b>	-	Fabbisogno di energia termica per ACS

### Fabbisogni di energia termica e dettagli dell'involucro

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPH,nd	kWh/m <sup>2</sup>	<b>63,3</b>	<b>63,3</b>	<b>0</b>	-	Indice di prestazione termica utile di riscaldamento
EPC,nd	kWh/m <sup>2</sup>	<b>42,9</b>	<b>42,9</b>	<b>0</b>	-	Indice di prestazione termica utile di raffrescamento
EPW,nd	kWh/m <sup>2</sup>	<b>1,8</b>	<b>1,8</b>	<b>0</b>	-	Indice di prestazione termica utile di acs
Asol est/A sup utile	-	<b>0,051</b>	<b>0,051</b>	<b>0</b>	-	Area solare estiva equivalente
YIE	W/m <sup>2</sup> K	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0</b>	-	Trasmittanza termica periodica media

## 8.2.4 DETTAGLI DI CALCOLO – IMPIANTO: FABBISOGNI DI ENERGIA PRIMARIA

### Indici di prestazione



### Climatizzazione invernale

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPH,ren	kWh/m <sup>2</sup>	0,1	0,0	-0,1	-100,0	Indice di prestazione rinnovabile per riscaldamento
EPH,nren	kWh/m <sup>2</sup>	129,3	93,6	35,7	27,6	Indice di prestazione non rinnovabile per riscaldamento
EPH,tot	kWh/m <sup>2</sup>	129,4	93,6	35,8	27,7	Indice di prestazione totale per riscaldamento
ηH,nren	-	0,490	0,677	0,187	38,2	Efficienza globale stagionale di riscaldamento
QR,H	%	0,1	0,0	-0,1	-100,0	Quota rinnovabile per riscaldamento

### Climatizzazione estiva

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPC,ren	kWh/m <sup>2</sup>	10,9	10,9	0	-	Indice di prestazione rinnovabile per raffrescamento
EPC,nren	kWh/m <sup>2</sup>	45,2	45,2	0	-	Indice di prestazione non rinnovabile per raffrescamento
EPC,tot	kWh/m <sup>2</sup>	56,1	56,1	0	-	Indice di prestazione totale per raffrescamento
ηC,nren	-	0,949	0,949	0	-	Efficienza globale stagionale di raffrescamento
QR,C	%	19,4	19,4	0	-	Quota rinnovabile per raffrescamento

### Acqua calda sanitaria

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPW,ren	kWh/m <sup>2</sup>	0,9	0,9	0	-	Indice di prestazione rinnovabile per ACS
EPW,nren	kWh/m <sup>2</sup>	3,9	3,9	0	-	Indice di prestazione non rinnovabile per ACS
EPW,tot	kWh/m <sup>2</sup>	4,8	4,8	0	-	Indice di prestazione totale per ACS
ηW,nren	-	0,458	0,458	0	-	Efficienza globale stagionale di ACS
QR,W	%	19,4	19,4	0	-	Quota rinnovabile per ACS

### Illuminazione

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPL,ren	kWh/m <sup>2</sup>	6,9	6,9	0	-	Indice di prestazione rinnovabile per illuminazione
EPL,nren	kWh/m <sup>2</sup>	28,5	28,5	0	-	Indice di prestazione non rinnovabile per illuminazione
EPL,tot	kWh/m <sup>2</sup>	35,4	35,4	0	-	Indice di prestazione totale per ventilazione



## Diagnosi energetica

### Trasporto

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPT,ren	kWh/m <sup>2</sup>	0,2	0,2	0	-	Indice di prestazione rinnovabile per trasporto
EPT,nren	kWh/m <sup>2</sup>	1,0	1,0	0	-	Indice di prestazione non rinnovabile per trasporto
EPT,tot	kWh/m <sup>2</sup>	1,2	1,2	0	-	Indice di prestazione totale per trasporto

### Energia primaria globale

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPgl,ren	kWh/m <sup>2</sup>	19,0	18,9	-0,1	-0,5	Indice di prestazione globale rinnovabile
EPgl,nren	kWh/m <sup>2</sup>	207,9	172,2	35,7	17,2	Indice di prestazione globale non rinnovabile
EPgl,tot	kWh/m <sup>2</sup>	226,9	191,1	35,8	15,8	Indice di prestazione globale dell'edificio
QR,HWC	%	6,3	7,7	1,4	22,2	Quota rinnovabile per risc., acs e raff.

### Edificio di riferimento

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPgl,nren,rif	kWh/m <sup>2</sup>	117,6	117,6	0	-	Indice di prestazione non rinnovabile

## 8.2a. TEMPO DI RITORNO SEMPLICE

### Esborso nei prossimi 10 anni in assenza di interventi (simulazione)

Stato attuale	1° anno	2° anno	3° anno	4° anno	5° anno	6° anno	7° anno	8° anno	9° anno	10° anno	Totale
Spesa combustibile €/anno	62.878,18	64.450,14	66.061,39	67.712,93	69.405,75	71.140,89	72.919,42	74.742,40	76.610,96	78.526,24	704.448,30

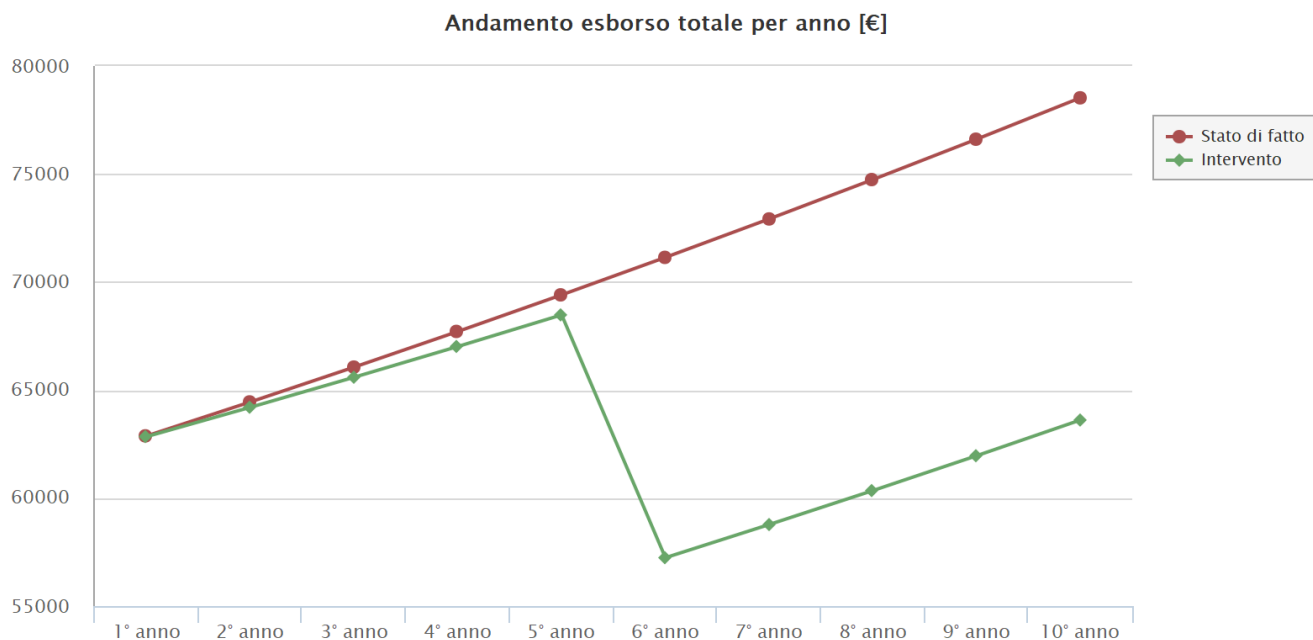
Costo del combustibile: 0,118 €/kWh

Nota: costo del combustibile incrementato del 1,03% ogni anno

Dopo l'intervento	1° anno	2° anno	3° anno	4° anno	5° anno	6° anno	7° anno	8° anno	9° anno	10° anno	Totale
Spesa combustibile €/anno	54.249,52	55.605,76	56.995,91	58.420,80	59.881,32	61.378,36	62.912,82	64.485,64	66.097,78	67.750,22	607.778,12
Ipotesi rateizzazione anni	12.736,00	12.736,00	12.736,00	12.736,00	12.736,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	63.680,00
Recupero fiscale €	4.139,20	4.139,20	4.139,20	4.139,20	4.139,20	4.139,20	4.139,20	4.139,20	4.139,20	4.139,20	41.392,00
Spesa riscaldamento €	62.846,32	64.202,56	65.592,71	67.017,60	68.478,12	57.239,16	58.773,62	60.346,44	61.958,58	63.611,02	630.066,12
Differenza sulla rata €	-31,86	-247,58	-468,69	-695,32	-927,63	-13.901,74	14.145,80	-14.395,97	14.652,38	-14.915,21	-74.382,17

Costo del combustibile: 0,127 €/kWh

Nota: costo del combustibile incrementato del 1,03% ogni anno



Andamento della spesa per il riscaldamento per lo stato attuale e dopo l'intervento

## 8.2b. ANALISI ECONOMICA (UNI EN 15459)

L'analisi economica si fonda sull'approccio del life cycle cost analysis secondo la norma UNI EN 15459. I passi di calcolo per la determinazione del costo globale partono dalla valutazione del tasso di sconto che consente la comparazione del valore della valuta in periodi differenti e quindi riportare al momento iniziale una spesa effettuata dopo p anni.

Il costo globale dell'investimento è determinato come segue:

$$C_G(\tau) = C_1 + \sum_j \left[ \sum_{i=1}^{\tau} (C_{a,i}(j) \times R_d(i)) - V_{f,\tau}(j) \right] (\text{€})$$

$\tau$  è periodo di calcolo

$C_1$  è il costo dell'investimento iniziale

$C_{a,i}(j)$  è il costo annuale per l'anno i del componente j

$V_{f,\tau}(j)$  è il valore finale del componente j alla fine del periodo di calcolo (riferito all'anno iniziale)

Il valore finale del componente è determinato secondo questa formula:

$$V_{f,\tau}(j) = V_0(j) \times (1 + R_p/100)^{n_{\tau}(j) \times \tau_n(j)} \times \left[ \frac{(n_{\tau}(j) + 1) \times \tau_n(j) - \tau}{\tau_n(j)} \right] \times R_d(\tau)$$

$V_0(j)$  è il costo iniziale del componente

$R_p$  è il tasso dell'andamento dei prezzi per i prodotti

$n_{\tau}(j)$  è il numero di sostituzioni del componente j nel periodo di calcolo

$\tau_n(j)$  è la vita del componente j

Il tasso di sconto è calcolato come segue:

$$R_d(p) = \left( \frac{1}{1 + R_R/100} \right)^p$$

con p il numero di anni e  $R_R$  il tasso di interesse reale

$$R_R = \frac{R - R_i}{1 + R_i/100} \%$$

dove R è il tasso di interesse di mercato e  $R_i$  è il tasso di inflazione.

Il fattore di attualizzazione utilizzato per riportare all'anno iniziale tutti i costi e le rendite annuali è stata utilizzata la seguente:

$$f_{pv}(n) = \frac{1 - (1 + R_R/100)^{-n}}{R_R/100}$$

### Ipotesi di calcolo

Tasso di interesse di mercato	3	% R
Tasso di inflazione	4	% $R_i$
Durata del calcolo	10	Anni

Di seguito il dettaglio dei costi iniziali sostenuti per l'intervento. Nella colonna Sostituzioni è indicato il totale attualizzato delle sostituzioni avvenute per un dato componente nel periodo di calcolo utilizzato per l'analisi.

COSTI INIZIALI	Costo [€]	Quantità	Detraibile	Totale [€]	Sostituzioni [€]
Costo dell'intervento	63.680,00	1	No	63.680,00	-
Totale				63.680,00	-

## Diagnosi energetica

I costi di manutenzione e di smaltimento possono essere ricavati da una percentuale di incidenza sul totale e da un costo fisso aggiuntivo eventualmente specificato.

COSTI DI MANUTENZIONE ANNUALE	Incidenza sul totale [%]	Valore [€]	Costo aggiuntivo [€]	Costo anno [€]
Costo dell'intervento	1,00	63.680,00	0,00	636,80
Totale				636,80

COSTI SMALTIMENTO NOMINALI	Incidenza sul totale [%]	Valore [€]	Costo aggiuntivo [€]	Totale [€]
Costo dell'intervento	2,00	63.680,00	0,00	1.273,60
Totale				1.273,60

I costi di smaltimento attualizzati comprendo anche le frazioni ancora non utilizzate di eventuali costi di smaltimento da sostenere oltre il periodo di vita del componente.

COSTI SMALTIMENTO ATTUALIZZATI	Vita	Anno	Costo [€]	Tasso[%]	Valore[€]
Smaltimento Costo dell'intervento		10	1.273,60	1,101	701,40
Totale					701,40

COSTI PERIODICI	Annuale [€]	Annualità	Tasso [%]	Totale [€]
Manutenzione Costo dell'intervento	636,80	20	10,550	6.718,14
Risparmio Gas naturale	27.663,93	20	10,550	291.850,02
Totale				298.568,16

RICAVI PERIODICI	Annuale [€]	Annualità	Tasso [%]	Totale [€]
Risparmio Gasolio	-36.152,55	20	10,550	-381.403,60
Risparmio Energia elettrica	-140,04	20	10,550	-1.477,40
Totale				-382.881,00

COSTI UNA TANTUM	Annuale [€]	Annualità	Tasso [%]	Totale [€]
Totale				0,00

### Principali risultati

#### Intervallo di calcolo e tasso attualizzazione

VALORI FINALI	Vita	Valore iniziale [€]	Uso	Valore finale [€]	Valore attualizzato [€]
Costo dell'intervento	20	63.680,00	0,50	-31.840,00	-35.069,87
Totale					-35.069,87

COSTO COMPLESSIVO ATTUALIZZATO SENZA INCENTIVI FISCALI [€]	-55.001,32
--	------------

DETRAZIONI FISCALI	Annuale	Annualità	Tasso [%]	Totale [€]
Totale				0,00

VALORE ATTUALE OPERAZIONE [€]	-55.001,32
-------------------------------	------------

EQUIVALENTE ANNUALE	Annualità	Tasso [%]	Totale [€]
Equivalente annuale	10	0,095	-5.213,47

## Indici di valutazione

	U.M.	Valore
Costi residui e valori finali	€	-34.368,48
Indice di Profitto	-	1,152
Tempo di Ritorno attualizzato	Anni	7,6
Costo globale	€	-55.001,32
Incentivo	€	0,00

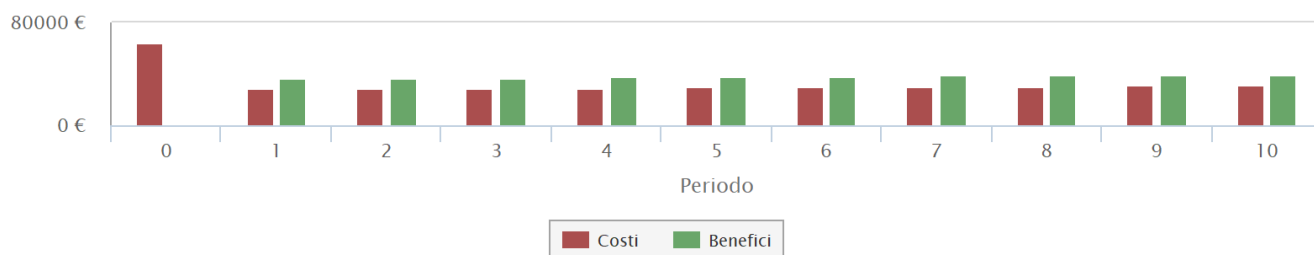


## Andamento annuale

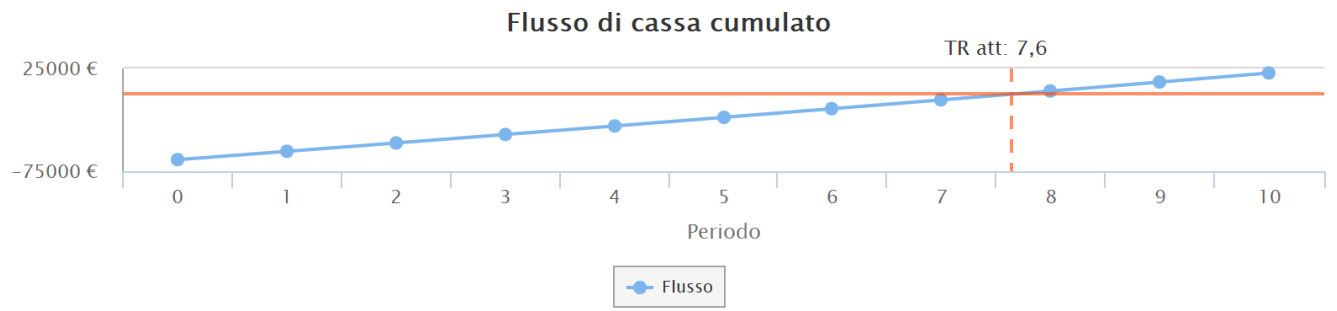
	Anno 0	Anno 1	Anno 2	Anno 3	Anno 4
Costi	63.680,00	28.575,49	28.852,93	29.133,05	29.415,90
Benefici	0,00	36.644,95	37.000,72	37.359,95	37.722,67
Flussi di cassa	-63.680,00	8.069,45	8.147,80	8.226,90	8.306,77
Flusso di cassa cumulato	-63.680,00	-55.610,55	-47.462,75	-39.235,85	-30.929,08
	Anno 5	Anno 6	Anno 7	Anno 8	Anno 9
Costi	29.701,49	29.989,85	30.281,02	30.575,01	30.871,85
Benefici	38.088,91	38.458,70	38.832,09	39.209,10	39.589,77
Flussi di cassa	8.387,42	8.468,85	8.551,07	8.634,09	8.717,92
Flusso di cassa cumulato	-22.541,66	-14.072,81	-5.521,73	3.112,36	11.830,28
	Anno 10	-	-	-	-
Costi	31.171,58	-	-	-	-
Benefici	39.974,14	-	-	-	-
Flussi di cassa	8.802,56	-	-	-	-
Flusso di cassa cumulato	20.632,84	-	-	-	-

## Rapporto costi/benefici

### Rapporto costi / benefici



**Flusso di cassa cumulado**



### 8.3. PROPOSTA DI INTERVENTO MIGLIORATIVO – Relamping impianto di illuminazione

#### 8.3.1 DETTAGLIO DEI SINGOLI INTERVENTI

Il calcolo dell'intervento proposto è eseguito in condizioni A3, tailored rating, con clima esterno reale.

#### ALTRI IMPIANTI

##### Tipologia di intervento:

Rif.	Intervento
REN.5	Relamping dell'impianto di illuminazione

☒ Relamping interno

##### Caratteristiche intervento

Ante Operam		Post Operam	
Tipologia	Efficienza [lm/W]	Tipologia	Efficienza [lm/W]
Fluorescenti lineari	84,00	LED	110,00

##### Tipo di controllo della luce artificiale:

Automatico

##### Tipo sistema di controllo della presenza:

Con sensore di presenza, auto ON/variante di luce

##### Costi complessivi dell'intervento

Costo intervento		
Unitario [€/cad]	Numero elementi	Totale [€]
80,00	506	40.480,00

Le schede tecniche degli apparecchi installati, se presenti, sono riportate negli allegati.

### 8.3.2 VALUTAZIONE DELLO SCENARIO DI INTERVENTO

La realizzazione simultanea di vari interventi proposti implica la loro influenza reciproca sui risparmi finali conseguibili: il risparmio complessivo non equivale alla somma dei singoli risparmi ottenibili realizzando singolarmente i vari interventi.

Nelle seguenti tabelle si riepilogano i principali risultati dello scenario di intervento proposto, tenendo conto delle influenze reciproche.

#### Valutazione del Risparmio Energetico

Altri impianti	Consumi	Risparmio energetico		
	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Variazione %
Energia elettrica [kWh]	133.628,1	109.478,0	24.150,1	18,1
Gasolio [kg]	33.474,6	33.474,6	0	-

#### Valutazione del Risparmio Economico e Tempo di ritorno semplice

Altri impianti	Costi	Risparmio economico		
	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Variazione %
Energia elettrica [€]	26.725,6	21.895,6	4.830,0	18,1
Gasolio [€]	36.152,6	36.152,6	0	-
Costo complessivo [€]	62.878,2	58.048,2	4.830,1	7,7

	U.M.	Valore
Costo di investimento	€	40.480,0
Risparmio economico	€/Anno	4.830,0
Tempo di ritorno semplice	Anni	8,4
Risparmio CO2	Kg/m <sup>2</sup>	6,6

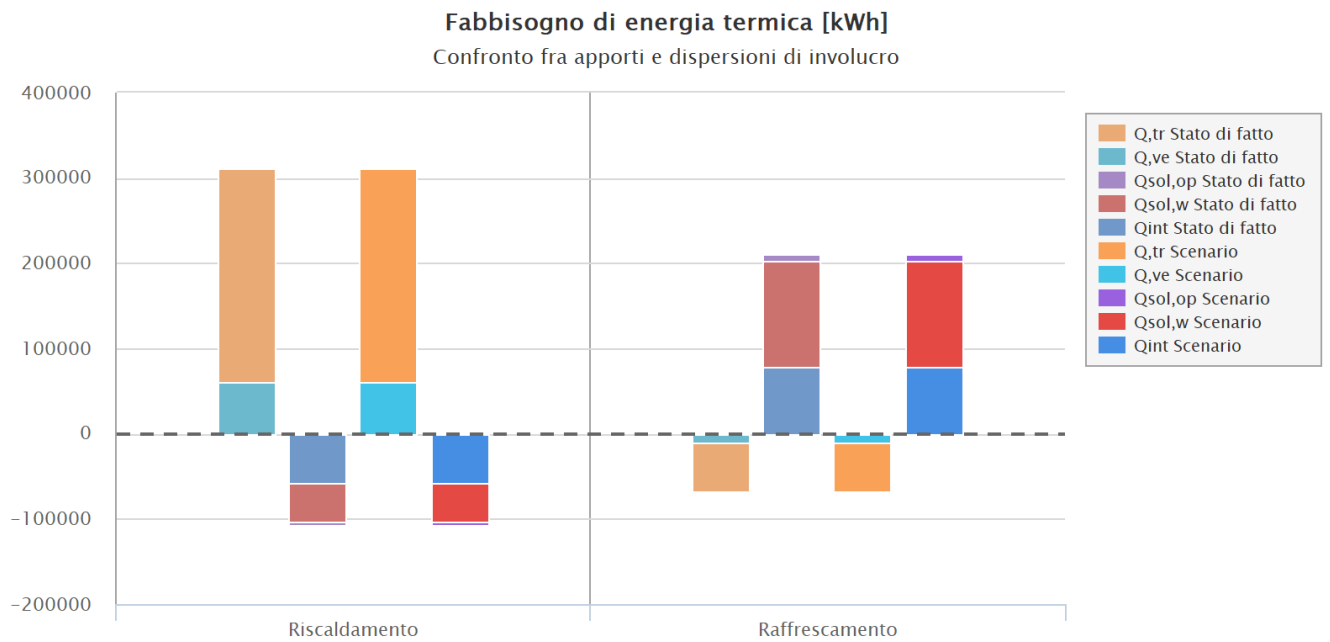
Tempo di ritorno – da 0 a più di 30 anni





### 8.3.3 DETTAGLI DI CALCOLO – INVOLUCRO: FABBISOGNI DI ENERGIA TERMICA

#### Fabbisogno di energia termica



#### Fabbisogni di energia termica per riscaldamento

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
QH,tr	kWh	251.688,5	251.688,5	0	-	Fabbisogno di energia termica per trasmissione
QH,ve	kWh	59.666,4	59.666,4	0	-	Fabbisogno di energia termica per ventilazione
Qsol,op	kWh	3.309,0	3.309,0	0	-	Apporti solari sulle superfici opache in riscaldamento
Qsol,w	kWh	45.498,2	45.498,2	0	-	Apporti solari sulle superfici trasparenti in riscaldamento
Qint	kWh	57.446,1	57.446,1	0	-	Apporti interni in riscaldamento
QH,nd	kWh	208.751,5	208.751,5	0	-	Fabbisogno di energia termica per il riscaldamento

#### Fabbisogni di energia termica per raffrescamento

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
QC,tr	kWh	56.472,3	56.472,3	0	-	Fabbisogno di energia termica per trasmissione
QC,ve	kWh	11.044,9	11.044,9	0	-	Fabbisogno di energia termica per ventilazione
Qsol,op	kWh	8.749,8	8.749,8	0	-	Apporti solari sulle superfici opache in raffrescamento
Qsol,w	kWh	124.642,0	124.642,0	0	-	Apporti solari sulle superfici trasparenti in raffrescamento
Qint	kWh	77.386,0	77.386,0	0	-	Apporti interni in raffrescamento
QC,nd	kWh	141.379,5	141.379,5	0	-	Fabbisogno di energia termica per il raffrescamento

#### Fabbisogni di energia termica per ACS

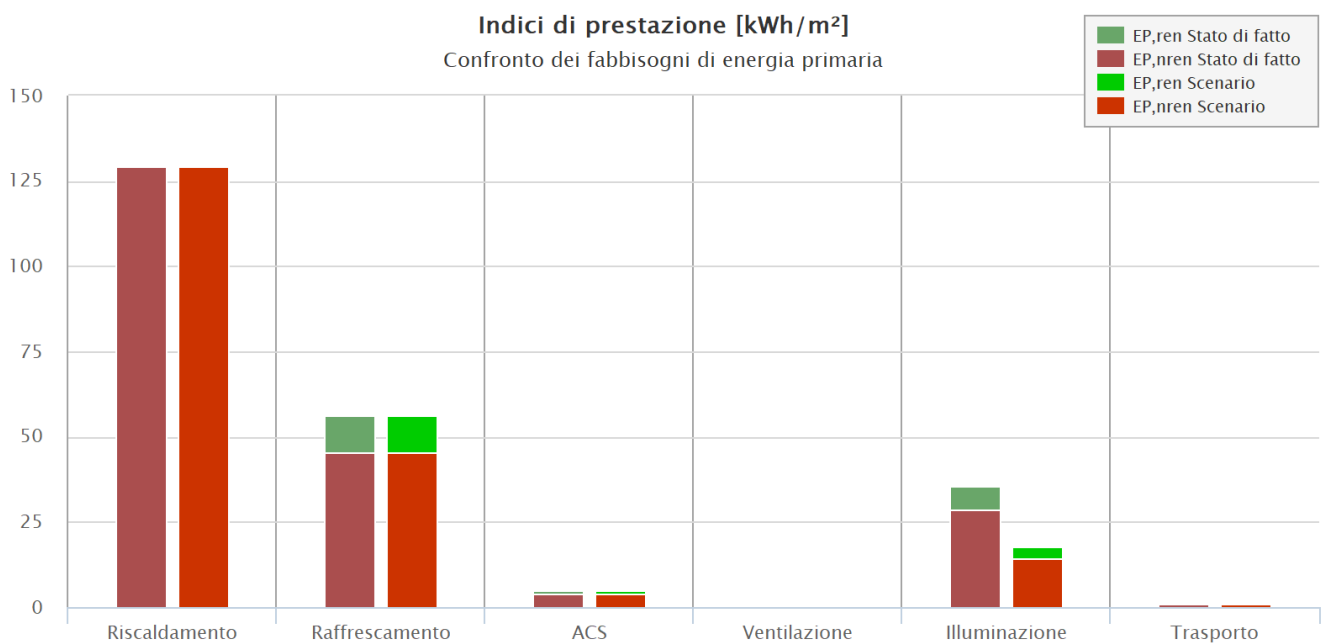
	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
QW	kWh	<b>5.889,3</b>	<b>5.889,3</b>	<b>0</b>	-	Fabbisogno di energia termica per ACS

#### Fabbisogni di energia termica e dettagli dell'involucro

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPH,nd	kWh/m <sup>2</sup>	<b>63,3</b>	<b>63,3</b>	<b>0</b>	-	Indice di prestazione termica utile di riscaldamento
EPC,nd	kWh/m <sup>2</sup>	<b>42,9</b>	<b>42,9</b>	<b>0</b>	-	Indice di prestazione termica utile di raffrescamento
EPW,nd	kWh/m <sup>2</sup>	<b>1,8</b>	<b>1,8</b>	<b>0</b>	-	Indice di prestazione termica utile di acs
Asol est/A sup utile	-	<b>0,051</b>	<b>0,051</b>	<b>0</b>	-	Area solare estiva equivalente
YIE	W/m <sup>2</sup> K	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0</b>	-	Trasmittanza termica periodica media

### 8.3.4 DETTAGLI DI CALCOLO – IMPIANTO: FABBISOGNI DI ENERGIA PRIMARIA

#### Indici di prestazione



### Climatizzazione invernale

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPH,ren	kWh/m <sup>2</sup>	0,1	0,1	0	-	Indice di prestazione rinnovabile per riscaldamento
EPH,nren	kWh/m <sup>2</sup>	129,3	129,3	0	-	Indice di prestazione non rinnovabile per riscaldamento
EPH,tot	kWh/m <sup>2</sup>	129,4	129,4	0	-	Indice di prestazione totale per riscaldamento
ηH,nren	-	0,490	0,490	0	-	Efficienza globale stagionale di riscaldamento
QR,H	%	0,1	0,1	0	-	Quota rinnovabile per riscaldamento

### Climatizzazione estiva

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPC,ren	kWh/m <sup>2</sup>	10,9	10,9	0	-	Indice di prestazione rinnovabile per raffrescamento
EPC,nren	kWh/m <sup>2</sup>	45,2	45,2	0	-	Indice di prestazione non rinnovabile per raffrescamento
EPC,tot	kWh/m <sup>2</sup>	56,1	56,1	0	-	Indice di prestazione totale per raffrescamento
ηC,nren	-	0,949	0,949	0	-	Efficienza globale stagionale di raffrescamento
QR,C	%	19,4	19,4	0	-	Quota rinnovabile per raffrescamento

### Acqua calda sanitaria

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPW,ren	kWh/m <sup>2</sup>	0,9	0,9	0	-	Indice di prestazione rinnovabile per ACS
EPW,nren	kWh/m <sup>2</sup>	3,9	3,9	0	-	Indice di prestazione non rinnovabile per ACS
EPW,tot	kWh/m <sup>2</sup>	4,8	4,8	0	-	Indice di prestazione totale per ACS
ηW,nren	-	0,458	0,458	0	-	Efficienza globale stagionale di ACS
QR,W	%	19,4	19,4	0	-	Quota rinnovabile per ACS

### Illuminazione

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPL,ren	kWh/m <sup>2</sup>	6,9	3,4	-3,5	-50,7	Indice di prestazione rinnovabile per illuminazione
EPL,nren	kWh/m <sup>2</sup>	28,5	14,2	14,3	50,2	Indice di prestazione non rinnovabile per illuminazione
EPL,tot	kWh/m <sup>2</sup>	35,4	17,6	17,8	50,3	Indice di prestazione totale per ventilazione

### Trasporto

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPT,ren	kWh/m <sup>2</sup>	0,2	0,2	0	-	Indice di prestazione rinnovabile per trasporto
EPT,nren	kWh/m <sup>2</sup>	1,0	1,0	0	-	Indice di prestazione non rinnovabile per trasporto
EPT,tot	kWh/m <sup>2</sup>	1,2	1,2	0	-	Indice di prestazione totale per trasporto

### Energia primaria globale

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPgl,ren	kWh/m <sup>2</sup>	19,0	15,6	-3,4	-17,9	Indice di prestazione globale rinnovabile
EPgl,nren	kWh/m <sup>2</sup>	207,9	193,6	14,3	6,9	Indice di prestazione globale non rinnovabile
EPgl,tot	kWh/m <sup>2</sup>	226,9	209,2	17,7	7,8	Indice di prestazione globale dell'edificio
QR,HWC	%	6,3	6,3	0	-	Quota rinnovabile per risc., acs e raff.

### Edificio di riferimento

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPgl,nren,rif	kWh/m <sup>2</sup>	117,6	103,3	14,3	12,2	Indice di prestazione non rinnovabile

### 8.3a. TEMPO DI RITORNO SEMPLICE

#### Esborso nei prossimi 10 anni in assenza di interventi (simulazione)

Stato attuale	1° anno	2° anno	3° anno	4° anno	5° anno	6° anno	7° anno	8° anno	9° anno	10° anno	Totale
Spesa combustibile €/anno	62.878,18	64.450,14	66.061,39	67.712,93	69.405,75	71.140,89	72.919,42	74.742,40	76.610,96	78.526,24	704.448,30

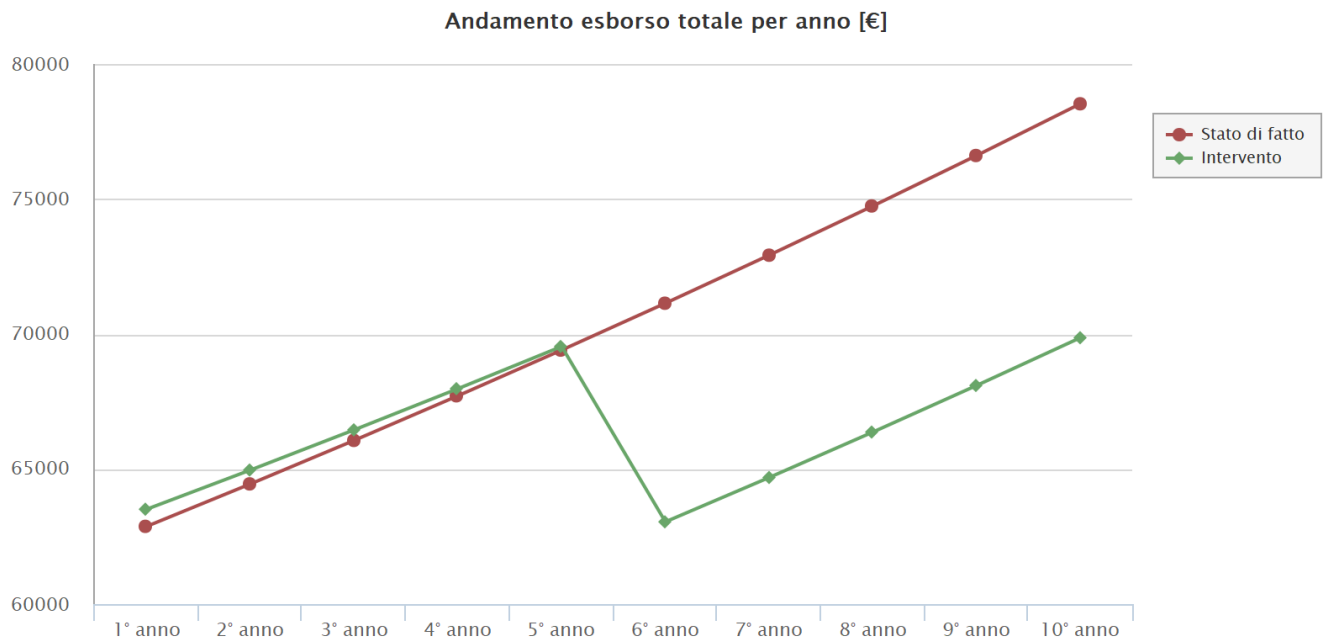
Costo del combustibile: 0,118 €/kWh

Nota: costo del combustibile incrementato del 1,03% ogni anno

Dopo l'intervento	1° anno	2° anno	3° anno	4° anno	5° anno	6° anno	7° anno	8° anno	9° anno	10° anno	Totale
Spesa combustibile €/anno	58.048,15	59.499,35	60.986,84	62.511,51	64.074,29	65.676,15	67.318,06	69.001,01	70.726,03	72.494,18	650.335,57
Ipotesi rateizzazione anni	8.096,00	8.096,00	8.096,00	8.096,00	8.096,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	40.480,00
Recupero fiscale €	2.631,20	2.631,20	2.631,20	2.631,20	2.631,20	2.631,20	2.631,20	2.631,20	2.631,20	2.631,20	26.312,00
Spesa riscaldamento €	63.512,95	64.964,15	66.451,64	67.976,31	69.539,09	71.144,95	72.792,86	74.483,81	76.218,83	77.999,98	664.503,57
Differenza sulla rata €	634,76	514,01	390,24	263,38	133,34	-8.095,94	-8.232,56	-8.372,59	-8.516,13	-8.663,25	-39.944,73

Costo del combustibile: 0,115 €/kWh

Nota: costo del combustibile incrementato del 1,03% ogni anno



Andamento della spesa per il riscaldamento per lo stato attuale e dopo l'intervento

### 8.3b. ANALISI ECONOMICA (UNI EN 15459)

L'analisi economica si fonda sull'approccio del life cycle cost analysis secondo la norma UNI EN 15459. I passi di calcolo per la determinazione del costo globale partono dalla valutazione del tasso di sconto che consente la comparazione del valore della valuta in periodi differenti e quindi riportare al momento iniziale una spesa effettuata dopo p anni.

Il costo globale dell'investimento è determinato come segue:

$$C_G(\tau) = C_1 + \sum_j \left[ \sum_{i=1}^{\tau} (C_{a,i}(j) \times R_d(i)) - V_{f,\tau}(j) \right] (\text{€})$$

$\tau$  è periodo di calcolo

$C_1$  è il costo dell'investimento iniziale

$C_{a,i}(j)$  è il costo annuale per l'anno i del componente j

$V_{f,\tau}(j)$  è il valore finale del componente j alla fine del periodo di calcolo (riferito all'anno iniziale)

Il valore finale del componente è determinato secondo questa formula:

$$V_{f,\tau}(j) = V_0(j) \times (1 + R_p/100)^{n_{\tau}(j) \times \tau_n(j)} \times \left[ \frac{(n_{\tau}(j) + 1) \times \tau_n(j) - \tau}{\tau_n(j)} \right] \times R_d(\tau)$$

$V_0(j)$  è il costo iniziale del componente

$R_p$  è il tasso dell'andamento dei prezzi per i prodotti

$n_{\tau}(j)$  è il numero di sostituzioni del componente j nel periodo di calcolo

$\tau_n(j)$  è la vita del componente j

Il tasso di sconto è calcolato come segue:

$$R_d(p) = \left( \frac{1}{1 + R_R/100} \right)^p$$

con p il numero di anni e  $R_R$  il tasso di interesse reale

$$R_R = \frac{R - R_i}{1 + R_i/100} \%$$

dove R è il tasso di interesse di mercato e  $R_i$  è il tasso di inflazione.

Il fattore di attualizzazione utilizzato per riportare all'anno iniziale tutti i costi e le rendite annuali è stata utilizzata la seguente:

$$f_{pv}(n) = \frac{1 - (1 + R_R/100)^{-n}}{R_R/100}$$

#### Ipotesi di calcolo

Tasso di interesse di mercato	3	% R
Tasso di inflazione	4	% $R_i$
Durata del calcolo	10	Anni

Di seguito il dettaglio dei costi iniziali sostenuti per l'intervento. Nella colonna Sostituzioni è indicato il totale attualizzato delle sostituzioni avvenute per un dato componente nel periodo di calcolo utilizzato per l'analisi.

COSTI INIZIALI	Costo [€]	Quantità	Detraibile	Totale [€]	Sostituzioni [€]
Costo dell'intervento	40.480,00	1	No	40.480,00	-
Totale				40.480,00	-

## Diagnosi energetica

I costi di manutenzione e di smaltimento possono essere ricavati da una percentuale di incidenza sul totale e da un costo fisso aggiuntivo eventualmente specificato.

COSTI DI MANUTENZIONE ANNUALE	Incidenza sul totale [%]	Valore [€]	Costo aggiuntivo [€]	Costo anno [€]
Costo dell'intervento	1,00	40.480,00	0,00	404,80
Totale				404,80

COSTI SMALTIMENTO NOMINALI	Incidenza sul totale [%]	Valore [€]	Costo aggiuntivo [€]	Totale [€]
Costo dell'intervento	2,00	40.480,00	0,00	809,60
Totale				809,60

I costi di smaltimento attualizzati comprendo anche le frazioni ancora non utilizzate di eventuali costi di smaltimento da sostenere oltre il periodo di vita del componente.

COSTI SMALTIMENTO ATTUALIZZATI	Vita	Anno	Costo [€]	Tasso[%]	Valore[€]
Smaltimento Costo dell'intervento		10	809,60	1,101	445,86
Totale					445,86

COSTI PERIODICI	Annuale [€]	Annualità	Tasso [%]	Totale [€]
Manutenzione Costo dell'intervento	404,80	20	10,550	4.270,58
Totale				4.270,58

RICAVI PERIODICI	Annuale [€]	Annualità	Tasso [%]	Totale [€]
Risparmio Gasolio	0,00	20	10,550	0,00
Risparmio Energia elettrica	-4.830,03	20	10,550	-50.956,04
Totale				-50.956,04

COSTI UNA TANTUM	Annuale [€]	Annualità	Tasso [%]	Totale [€]
Totale				0,00

### Principali risultati

#### Intervallo di calcolo e tasso attualizzazione

VALORI FINALI	Vita	Valore iniziale [€]	Uso	Valore finale [€]	Valore attualizzato [€]
Costo dell'intervento	20	40.480,00	0,50	-20.240,00	-22.293,16
Totale					-22.293,16

COSTO COMPLESSIVO ATTUALIZZATO SENZA INCENTIVI FISCALI [€]	-28.052,76
--	------------

DETRAZIONI FISCALI	Annuale	Annualità	Tasso [%]	Totale [€]
Totale				0,00

VALORE ATTUALE OPERAZIONE [€]	-28.052,76
-------------------------------	------------

EQUIVALENTE ANNUALE	Annualità	Tasso [%]	Totale [€]
Equivalente annuale	10	0,095	-2.659,07

## Indici di valutazione

	U.M.	Valore
Costi residui e valori finali	€	-21.847,30
Indice di Profitto	-	1,627
Tempo di Ritorno attualizzato	Anni	8,7
Costo globale	€	-28.052,76
Incentivo	€	0,00

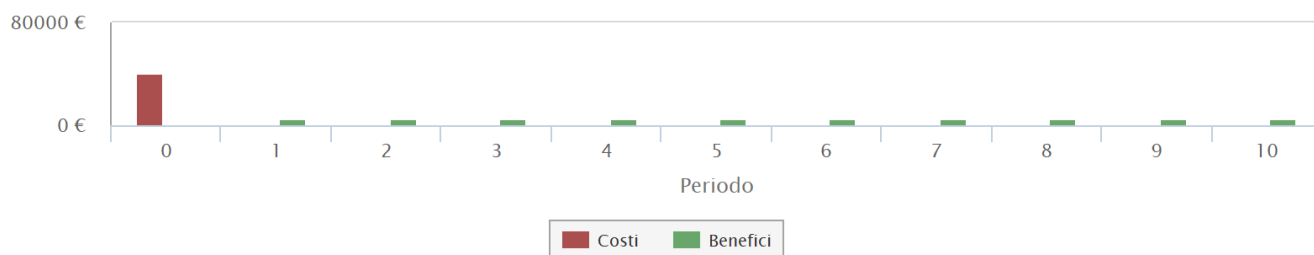


## Andamento annuale

	Anno 0	Anno 1	Anno 2	Anno 3	Anno 4
Costi	40.480,00	408,73	412,70	416,71	420,75
Benefici	0,00	4.876,92	4.924,27	4.972,08	5.020,35
Flussi di cassa	-40.480,00	4.468,19	4.511,57	4.555,38	4.599,60
Flusso di cassa cumulato	-40.480,00	-36.011,81	-31.500,23	-26.944,86	-22.345,25
	Anno 5	Anno 6	Anno 7	Anno 8	Anno 9
Costi	424,84	428,96	433,13	437,33	441,58
Benefici	5.069,09	5.118,31	5.168,00	5.218,18	5.268,84
Flussi di cassa	4.644,26	4.689,35	4.734,88	4.780,85	4.827,26
Flusso di cassa cumulato	-17.701,00	-13.011,65	-8.276,77	-3.495,92	1.331,34
	Anno 10	-	-	-	-
Costi	445,86	-	-	-	-
Benefici	5.319,99	-	-	-	-
Flussi di cassa	4.874,13	-	-	-	-
Flusso di cassa cumulato	6.205,47	-	-	-	-

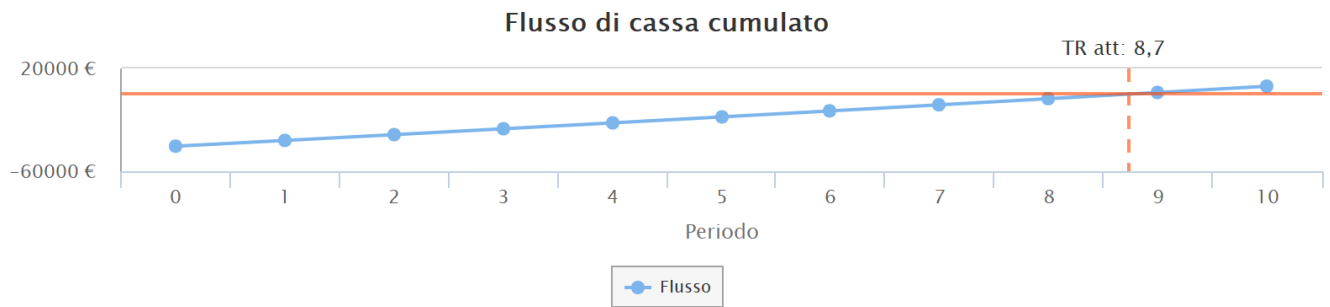
## Rapporto costi/benefici

### Rapporto costi / benefici





## Flusso di cassa cumulato



## 9. Ulteriori interventi di risparmio energetico

### Interventi ad alto costo

Intervento	Tempo di ritorno	Costo
Isolamento termico pareti verticali	62,3	277.086,10
Sostituzione infissi	24,8	343.987,10

### Interventi a basso costo

Intervento	Tempo di ritorno	Costo
Installazione schermature mobili infissi	11,6	19.110,40

Ulteriori interventi di risparmio energetico consistono nel formare e sensibilizzare gli utenti finali ossia quelle misure a costo zero, vale a dire comportamenti quotidiani che permettono di risparmiare fino al 10% in bolletta.

Le misure per ridurre i consumi nel settore sono:

- Prediligere le scale al posto dell'ascensore, permette di ottenere un risparmio di circa 0,05 kWh per ogni utilizzo evitato;
- Uso di lampadine a basso consumo;
- Sistemi di controllo intelligente può portare ad un risparmio di energia per riscaldamento tra il 7% e il 20% e per raffrescamento tra il 2% e il 4%;
- Impostare la temperatura interna a 18°C in inverno consente di ridurre i consumi di riscaldamento del 12%;
- Impostare la temperatura interna a 28°C in estate consente un risparmio in bolletta del 22%;
- Chiudere porte e finestre quando l'impianto è acceso;
- Effettuare regolarmente la manutenzione degli impianti.

Per le verifiche dei requisiti in termini di comfort, salubrità e benessere si rimanda all'allegato corrispondente.

Comune di Palermo- (PA)

# DIAGNOSI ENERGETICA

*Documento di Sintesi*

Diagnosi Energetica di sintesi per la realizzazione di:  
SERVIZIO DI ESECUZIONE DI INDAGINI STRUTTURALI, DI  
DIAGNOSI ENERGETICA E DI RILIEVO GEOMETRICO,  
ARCHITETTONICO, STRUTTURALE, IMPIANTISTICO E  
TECNOLOGICO, DA RESTITUIRE IN MODALITÀ BIM, CON  
RIFERIMENTO AL COMPENDIO IMMOBILIARE COSTITUITO DA  
PALAZZO DELLA ZECCA E PALAZZO NISCEMI, SITI IN PALERMO,  
PIAZZA MARINA-SALITA INTENDENZA E VICOLO NISCEMI.

**AGENZIA DEL DEMANIO**

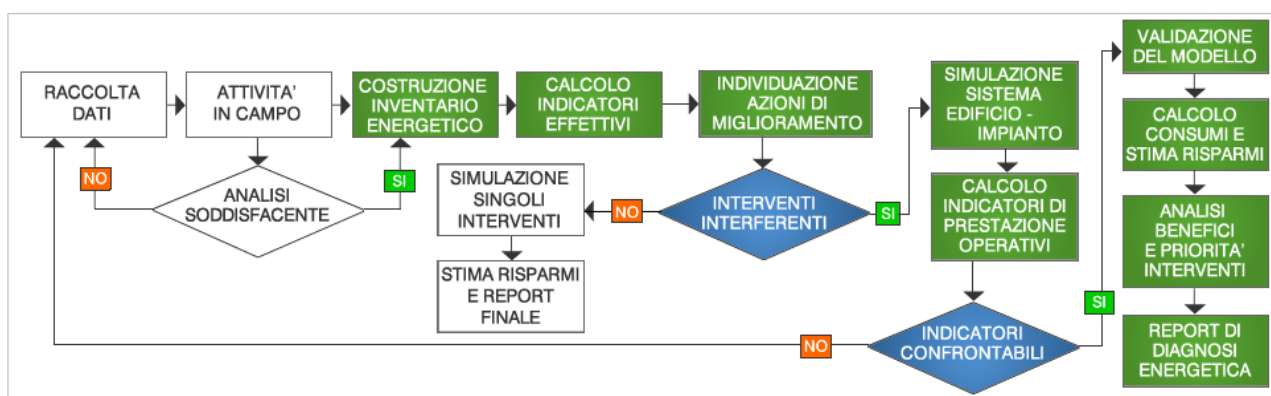
DIAGNOSI ENERGETICA a cura di	<b>Ing. Sandro Feligioni</b>
COMMITTENTE	<b>Agenzia del Demanio - Direzione Regionale Sicilia</b>
EDIFICIO	<b>Piazza Marina - Vicolo Niscemi - Palermo (PA)</b>

## INTRODUZIONE

L'obiettivo della presente diagnosi energetica è definire lo stato di fatto dell'edificio dal punto di vista energetico-prestazionale e individuare interventi di riqualificazione da attuare e promuovere per incrementarne l'efficienza energetica, con particolare attenzione al rapporto tra costi di investimento e benefici attesi.

Questa relazione di sintesi riporta l'analisi sui consumi energetici, gli scenari di intervento analizzati tra cui si indica l'intervento raggiungibile. Il consumo annuale dell'edificio nel suo stato attuale è ricavato dalla raccolta delle bollette.

Come indicato dalla norma UNI CEI EN 16247-2 e dalle Linee Guida ENEA per la diagnosi energetica degli edifici, la procedura generale di diagnosi prevede le seguenti fasi: contatti preliminari, comunicazioni con il committente, incontro preliminare, raccolta dati, attività in campo, analisi, redazione del rapporto di diagnosi energetica e presentazione al committente.



*Diagramma di flusso Diagnosi Energetica*

Di seguito sono riassunti lo scenario di intervento da realizzare e gli altri scenari di intervento simulati, con particolare riferimento a quelli economicamente più convenienti. Nei paragrafi successivi viene analizzato ogni singolo intervento.

Intervento	Costo [€]	Risparmio [€/Anno]	Rid.CO2 [%]	Ammortamento [Anni]
Relamping impianto di illuminazione	18.080	1.002	-8,45	18,1
Impianto Fotovoltaico	30.000	5.889	-45,37	5,1
Scenario collettivo	48.080	6.538	-50,64	7,4

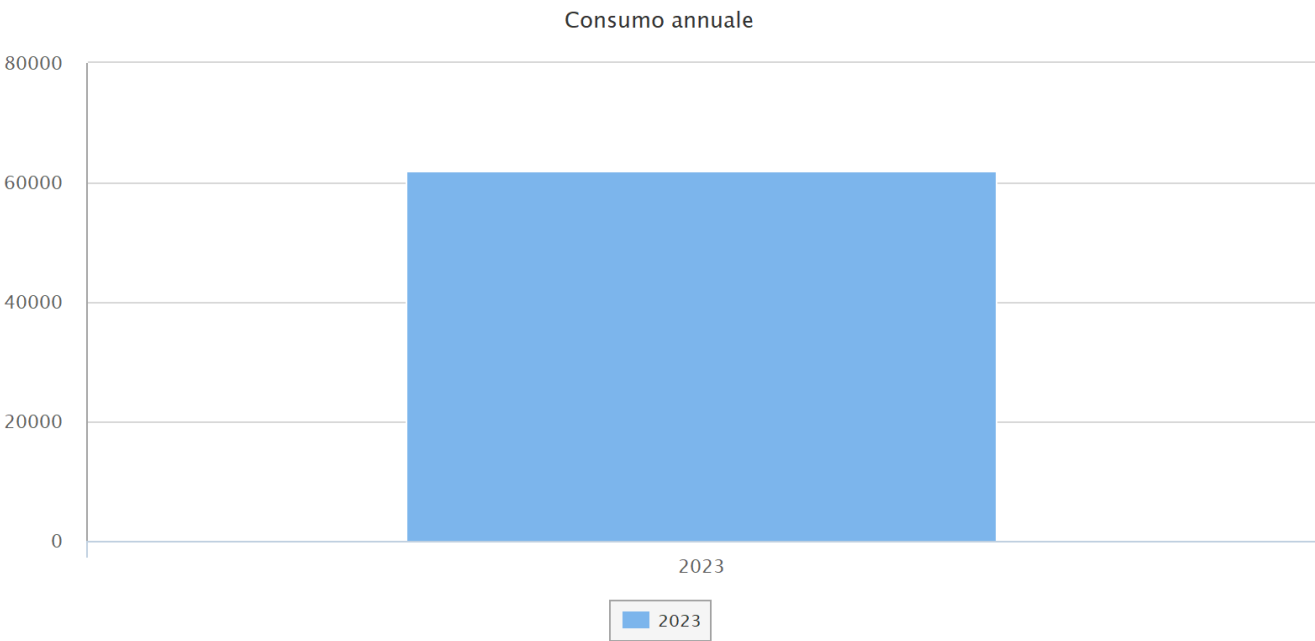
ANALISI DEI CONSUMI ENERGETICI

CONSUMI ANNUALI

Per ogni vettore energetico sono stati raccolti i dati di consumo reale, derivanti da letture o bollette, con i quali si è definito il consumo di riferimento. Affinché l’analisi sia attendibile, è opportuno esaminare almeno i dati di tre anni, attraverso l’andamento mensile, che consente di valutarne la coerenza e di ricercare le cause di eventuali anomalie.

Di seguito viene riportata l’analisi di dettaglio dei consumi annuali di energia disaggregati per vettore energetico.

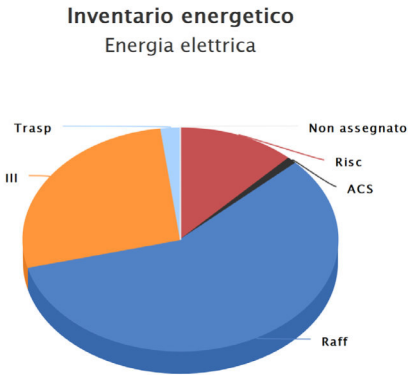
Vettore energetico: Energia elettrica



Anno di riferimento	U.M.	Consumo
2023	kWh	62.112,00

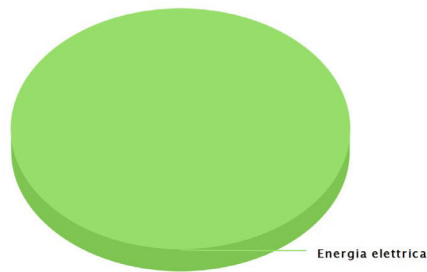
INVENTARIO ENERGETICO

I consumi, relativi ad ogni vettore energetico (energia elettrica e combustibili), vanno ripartiti secondo i servizi energetici presenti. Di seguito viene riportato l’inventario energetico, ovvero la ripartizione dei consumi relativi ad ogni vettore energetico secondo i servizi presenti, nonché la ripartizione dei costi complessivi per servizio.



Energia elettrica	U.M.	Consumo
Riscaldamento	kWh	7.453,44
ACS	kWh	621,12
Raffrescamento	kWh	36.024,96
Illuminazione	kWh	16.770,24
Trasporto - Ascensore	kWh	1.242,24

Costi



Vettore	U.M.	Costo
Energia elettrica	€	13.997,00

**PROPOSTA DI INTERVENTO MIGLIORATIVO - Scenario collettivo - (Intervento consigliato)**


Nelle seguenti tabelle si riepilogano i principali risultati dello scenario di intervento proposto, tenendo conto delle influenze reciproche.

**Valutazione del Risparmio Energetico**

Scenario collettivo - (Intervento consigliato)	Consumi	Risparmio energetico		
	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Variazione %
Energia elettrica [kWh]	64.319,5	31.630,7	32.688,8	50,8

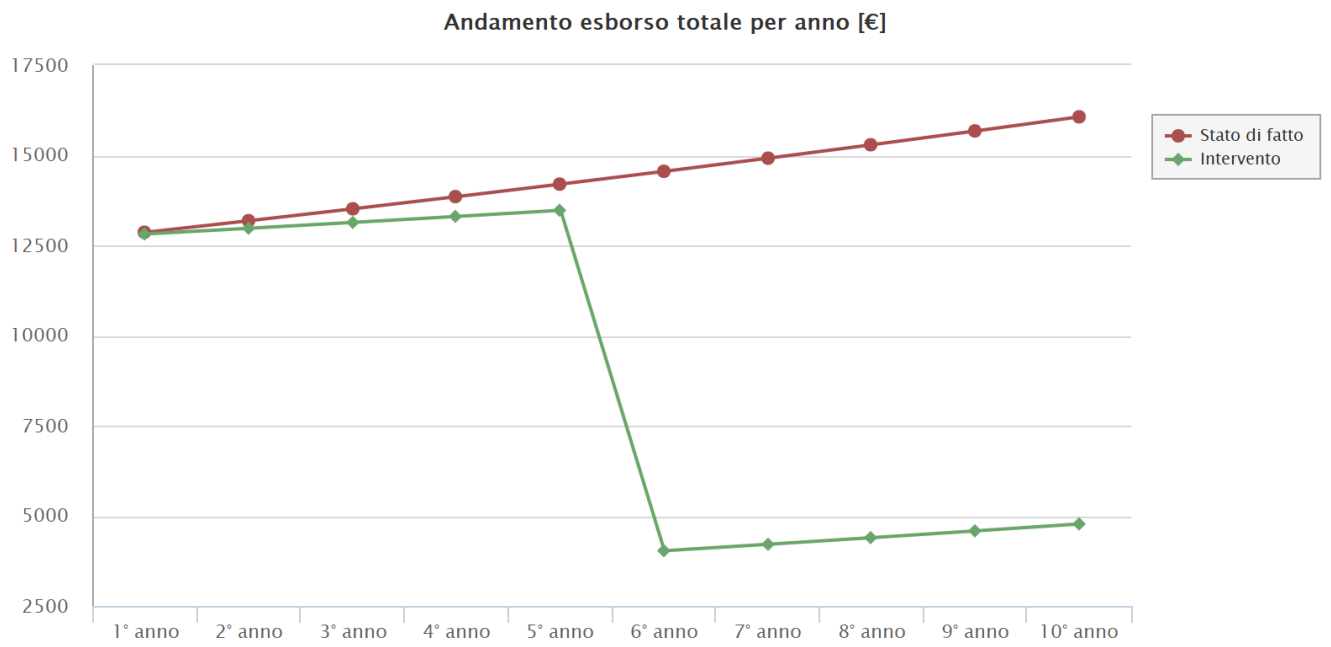
**Valutazione del Risparmio Economico e Tempo di ritorno semplice**

Scenario collettivo - (Intervento consigliato)	Costi	Risparmio economico		
	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Variazione %
Energia elettrica [€]	12.863,9	6.326,1	6.537,8	50,8
Costo complessivo [€]	12.863,9	6.326,1	6.537,8	50,8

	U.M.	Valore	<p>Tempo di ritorno – da 0 a più di 30 anni</p> 
Costo di investimento	€	48.080,0	
Risparmio economico	€/Anno	6.537,8	
Tempo di ritorno semplice	Anni	7,4	
Risparmio CO2	kg/m2	15,1	

**Tempo di ritorno dell'investimento**

Il grafico mostra l'andamento della spesa per il riscaldamento nell'arco di 10 anni. In particolare si può confrontare l'esborso totale per anno nella situazione attuale (stato di fatto) con l'esborso dovuto nel caso di realizzazione dell'intervento proposto (intervento).



## PROPOSTA DI INTERVENTO MIGLIORATIVO – Relamping impianto di illuminazione

Nelle seguenti tabelle si riepilogano i principali risultati dello scenario di intervento proposto, tenendo conto delle influenze reciproche.

### Valutazione del Risparmio Energetico

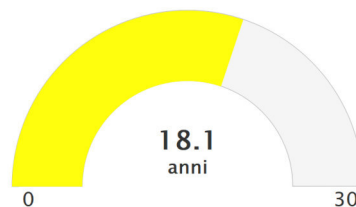
Altri impianti	Consumi	Risparmio energetico		
	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Variazione %
Energia elettrica [kWh]	64.319,5	59.311,7	5.007,8	7,8

### Valutazione del Risparmio Economico e Tempo di ritorno semplice

Altri impianti	Costi	Risparmio economico		
	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Variazione %
Energia elettrica [€]	12.863,9	11.862,3	1.001,6	7,8
Costo complessivo [€]	12.863,9	11.862,3	1.001,6	7,8

	U.M.	Valore
Costo di investimento	€	18.080,0
Risparmio economico	€/Anno	1.001,6
Tempo di ritorno semplice	Anni	18,1
Risparmio CO2	kg/m2	2,5

Tempo di ritorno – da 0 a più di 30 anni





**PROPOSTA DI INTERVENTO MIGLIORATIVO – Impianto Fotovoltaico**

Nelle seguenti tabelle si riepilogano i principali risultati dello scenario di intervento proposto, tenendo conto delle influenze reciproche.

**Valutazione del Risparmio Energetico**

Fonti rinnovabili	Consumi	Risparmio energetico		
	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Variazione %
Energia elettrica [kWh]	64.319,5	34.872,8	29.446,7	45,8

**Valutazione del Risparmio Economico e Tempo di ritorno semplice**

Fonti rinnovabili	Costi	Risparmio economico		
	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Variazione %
Energia elettrica [€]	12.863,9	6.974,6	5.889,3	45,8
Costo complessivo [€]	12.863,9	6.974,6	5.889,3	45,8

	U.M.	Valore
Costo di investimento	€	30.000,0
Risparmio economico	€/Anno	5.889,3
Tempo di ritorno semplice	Anni	5,1
Risparmio CO2	kg/m2	13,5

Tempo di ritorno – da 0 a più di 30 anni



Comune di Palermo- (PA)

# DIAGNOSI ENERGETICA

Diagnosi Energetica per la realizzazione di:  
SERVIZIO DI ESECUZIONE DI INDAGINI STRUTTURALI, DI  
DIAGNOSI ENERGETICA E DI RILIEVO GEOMETRICO,  
ARCHITETTONICO, STRUTTURALE, IMPIANTISTICO E  
TECNOLOGICO, DA RESTITUIRE IN MODALITÀ BIM, CON  
RIFERIMENTO AL COMPENDIO IMMOBILIARE COSTITUITO DA  
PALAZZO DELLA ZECCA E PALAZZO NISCEMI, SITI IN PALERMO,  
PIAZZA MARINA-SALITA INTENDENZA E VICOLO NISCEMI.

**AGENZIA DEL DEMANIO**

DIAGNOSI ENERGETICA a cura di	<b>Ing. Sandro Feligioni</b>
COMMITTENTE	<b>Agenzia del Demanio - Direzione Regionale Sicilia</b>
EDIFICIO	<b>Piazza Marina - Vicolo Niscemi - Palermo (PA)</b>

## INDICE DELLA RELAZIONE

---

1. PREMESSA METODOLOGICA
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO
3. PRESENTAZIONE GENERALE DEL SITO
  - 3.1 DATI GEOGRAFICI
  - 3.2 CLIMATIZZAZIONE INVERNALE
  - 3.3 CLIMATIZZAZIONE ESTIVA
  - 3.4 LOCALIZZAZIONE DELL'EDIFICIO NEL CONTESTO URBANO
4. DESCRIZIONE DEL SISTEMA EDIFICIO IMPIANTO
  - 4.1 DESCRIZIONE DELL'INVOLUCRO
  - 4.2 RILIEVO FOTOGRAFICO DELL'INVOLUCRO
  - 4.3 CARATTERISTICHE DELLE STRUTTURE
  - 4.4 SCAMBI TERMICI
  - 4.5 DESCRIZIONE DEI SISTEMI IMPIANTISTICI
  - 4.6 RILIEVO FOTOGRAFICO DEI SISTEMI IMPIANTISTICI
  - 4.7 CARATTERISTICHE TECNICHE DEI SISTEMI IMPIANTISTICI
5. ANALISI DEI CONSUMI ENERGETICI
  - 5.1 BOLLETTE ENERGETICHE
  - 5.2 INVENTARIO ENERGETICO
6. DATI CLIMATICI E CONDIZIONI DI UTILIZZO REALI
  - 6.1 DATI CLIMATICI REALI
  - 6.2 TEMPI DI FUNZIONAMENTO DELL'IMPIANTO
  - 6.3 CONDIZIONI DI UTILIZZO REALI
7. CALIBRAZIONE DEL SISTEMA EDIFICIO IMPIANTO
  - 8.1. SCENARIO DI INTERVENTO MIGLIORATIVO - Scenario collettivo
    - 8.1.1 DETTAGLIO DEI SINGOLI INTERVENTI
    - 8.1.2 VALUTAZIONE DELLO SCENARIO DI INTERVENTO
    - 8.1.3 DETTAGLI DI CALCOLO – INVOLUCRO
    - 8.1.4 DETTAGLI DI CALCOLO – IMPIANTO
    - 8.1a TEMPO DI RITORNO SEMPLICE
    - 8.1b ANALISI ECONOMICA (UNI EN 15459)
  - 8.2. SCENARIO DI INTERVENTO MIGLIORATIVO - Altri impianti
    - 8.2.1 DETTAGLIO DEI SINGOLI INTERVENTI
    - 8.2.2 VALUTAZIONE DELLO SCENARIO DI INTERVENTO
    - 8.2.3 DETTAGLI DI CALCOLO – INVOLUCRO
    - 8.2.4 DETTAGLI DI CALCOLO – IMPIANTO
    - 8.2a TEMPO DI RITORNO SEMPLICE

- 8.2b ANALISI ECONOMICA (UNI EN 15459)
- 8.3. SCENARIO DI INTERVENTO MIGLIORATIVO - Fonti rinnovabili
  - 8.3.1 DETTAGLIO DEI SINGOLI INTERVENTI
  - 8.3.2 VALUTAZIONE DELLO SCENARIO DI INTERVENTO
  - 8.3.3 DETTAGLI DI CALCOLO – INVOLUCRO
  - 8.3.4 DETTAGLI DI CALCOLO – IMPIANTO
  - 8.3a TEMPO DI RITORNO SEMPLICE
  - 8.3b ANALISI ECONOMICA (UNI EN 15459)
- 9. ULTERIORI INTERVENTI ENERGETICI

## 1. PREMESSE METODOLOGICHE

### Obiettivi dell'analisi energetica

L'obiettivo del presente studio è lo svolgimento di un'attività di analisi finalizzata a definire lo stato di fatto dell'edificio dal punto di vista energetico-prestazionale e all'individuazione di interventi di riqualificazione energetica da promuovere per incrementare l'efficienza energetica dello stesso, con particolare attenzione a quelli che risultano economicamente più convenienti.

### Requisiti del referente della Diagnosi Energetica

La Diagnosi Energetica è redatta dall'ing. Sandro Feligioni, direttore tecnico di MUSA Progetti. MUSA Progetti è una società di ingegneria ed E.S.Co. (Energy Service Company) accreditata secondo UNI CEI 11352: 2014 - Certificate RINA n. 4/13 / ESCO. L'ing. Sandro Feligioni è accreditato EGE (esperto gestione dell'energia) per i settori civile, trasporti, servizi e pubblica amministrazione - cert. ICIM-EGE-018653-00.

Di seguito i dati anagrafici e professionali:

- Ing. Sandro Feligioni
- Nato a Comiso (RG) il 06/02/1980
- Indirizzo professionale: via M.Rapisardi 7 - 97019 - Vittoria (RG)
- n.iscrizione ordine: 986 - Ordine ingegneri della Provincia di Ragusa - decorrenza: 2005
- Certificazione di Esperto in Gestione dell'Energia (EGE) – settore civile in conformità alla norma UNI 11339 ed al D.lgs. n. 102/2014, n. ICIM-EGE-018653-00 rilasciata dall'ICIM Spa in data 21/12/2018;**
- Accreditamento presso il SACERT come certificatore energetico degli edifici col n°120 ed abilitato ad operare secondo la procedura BestClass;**
- Operatore addetto alle prove non distruttive, qualificato al livello 2, in conformità alle norme UNI EN 473 e ISO 9712 ultima edizione nel metodo "Termografie infrarosse" per i settori prova pre-servizio e in servizio di attrezzature, impianti e strutture, come da Certificato di qualità di operatore per CAD n. 09DG00939P07 rilasciato da RINA il 21/12/2009.

### Oggetto dell'incarico

L'incarico di redigere la diagnosi energetica del fabbricato indicato è stato affidato ai sottoscritti tecnici, analizzando lo stato attuale del sistema edificio-impianto e le particolari soluzioni di interesse per il miglioramento energetico.

E' stato analizzato il fabbisogno attuale confrontato con i consumi energetici dell'ultimo periodo.

Lo studio è stato eseguito tramite sopralluoghi in loco, ed attività di analisi documentale sulla scorta dei dati e degli elaborati tecnici forniti dall'Amministratore delle proprietà comuni oggetto dello studio.

Le soluzioni di miglioramento analizzate sono le seguenti:

Scenari	Elenco interventi previsti
Relamping impianto di illuminazione	Relamping dell'impianto di illuminazione
Fonti rinnovabili	Installazione di pannelli solari fotovoltaici
Scenario collettivo	Relamping dell'impianto di illuminazione
	Installazione di pannelli solari fotovoltaici

L'attività di diagnosi è proseguita valutando i costi ed i benefici dati degli interventi.

### **Procedura dello studio di fattibilità**

Lo studio di fattibilità richiesto si configura come una procedura di audit energetico per il condominio. Per audit energetico si intende una procedura sistematica finalizzata alla conoscenza degli usi finali di energia e all'individuazione e all'analisi di eventuali inefficienze e criticità energetiche del sistema edificio-impianto.

La fase di audit è composta da una serie di operazioni consistenti nel rilievo ed analisi di dati relativi al sistema edificio-impianto in condizioni di esercizio (dati geometrico-dimensionali, termofisici dei componenti l'involucro edilizio, prestazionali del sistema impiantistico, ecc.) nell'analisi e nelle valutazioni economiche dei consumi energetici dell'edificio.

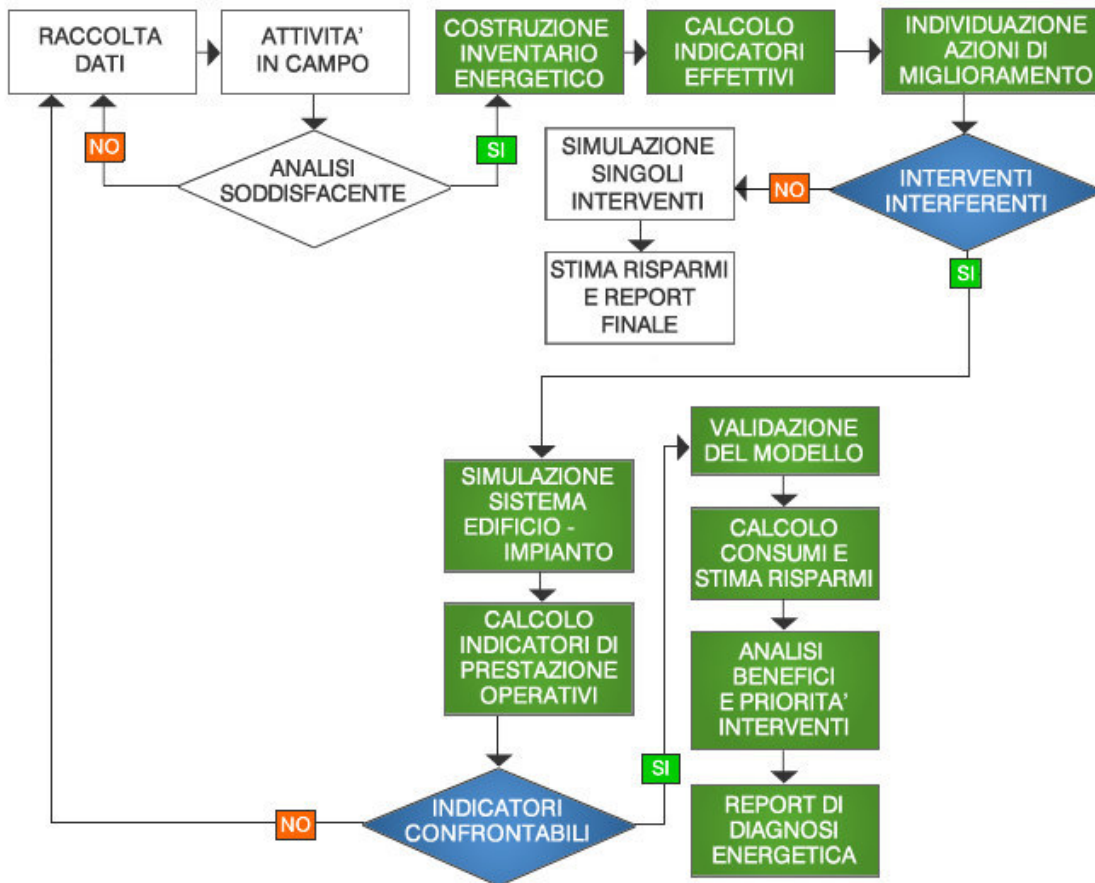
La finalità dello studio di fattibilità è quello di valutare sotto il profilo costi-benefici i possibili interventi in analisi, quantificando in termini economici il risparmio ottenibile mediante i diversi interventi in termini di risparmio gestionale e di consumo di energia primaria.

Gli obiettivi dello studio saranno:

- analizzare la configurazione attuale e lo stato dell'impianto, individuando possibili miglioramenti o criticità nella componentistica e nella configurazione attuale;
- definire il bilancio energetico del sistema edificio-impianto;
- definire un indicatore di congruità fra consumi effettivi dell'ultimo triennio e consumi attesi, calcolati con opportuni fattori di aggiustamento a partire dalle condizioni standard
- valutare in termini energetici le variazioni conseguenti all'adozione delle diverse soluzioni proposte;
- valutare in termini economici di investimento iniziale e costi di gestione le diverse soluzioni proposte, anche in riferimento ad incentivi fiscali disponibili;
- proporre miglioramenti anche di tipo gestionale rispetto alla soluzione attuale

L'analisi energetica del sistema edificio-impianto è condotta utilizzando un modello energetico degli edifici e dell'impianto conforme alle norme precedentemente citate. La validazione di tale modello viene eseguita tramite opportuni fattori di aggiustamento tenendo conto dei dati climatici reali, del reale utilizzo del fabbricato.

**Schema a blocchi per la Diagnosi Energetica degli edifici**



## 2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

---

Le valutazioni tecnico economiche sono effettuate considerando la procedura di calcolo dei fabbisogni energetici del complesso di edifici, la normativa vigente in materia di contenimento del fabbisogno energetico degli edifici e degli impianti per la valutazione dei requisiti tecnici richiesti agli interventi considerati, regolamenti nazionali e locali per quello che riguarda eventuali limitazioni o ulteriori imposizioni normative.

L'impianto legislativo su cui è basata la presente analisi è regolato essenzialmente da:

Legge n.10/91 "Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia";

D.P.R. n. 412/1993, "Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento di energia, in attuazione dell'art.4, comma 4, della legge 9 Gennaio 1991, n.10";

D.Lgs. 192/05 "Attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia";

D.Lgs. 311/2006, "Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia";

D.Lgs. 115/08 "Attuazione della direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e abrogazione della direttiva 93/76/CEE";

D.M. 11/03/08, "Attuazione dell'art. 1 comma 24 lettera a) della legge 24.02.07/244 per la definizione dei valori limite di fabbisogno di energia primaria annuo e di trasmittanza termica ai fini dell'applicazione dei commi 344 e 345 dell'art.1 della legge 27.12.06/296";

D.Lgs 102/2014 e s.m.i., Attuazione della direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica, che modifica le direttive 2009/125/CE e 2010/30/UE e abroga le direttive 2004/8/CE e 2006/32/CE

D.I. 26 giugno 2015, Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici

D.I. 26 giugno 2015 Adeguamento del DM 26/09/2009 "Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici";

UNI EN ISO 52016 Fabbisogni energetici per riscaldamento e raffrescamento, temperature interne e carichi termici sensibili e latenti

UNI TS 11300-1 Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale.

UNI TS 11300-2 Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria.

UNI TS 11300-3 Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva.

UNI TS 11300-4 Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria

UNI TS 11300-5 Calcolo dell'energia primaria e della quota di energia da fonti rinnovabili

UNI TS 11300-6 Determinazione del fabbisogno di energia per ascensori, scale mobili e marciapiedi mobili

UNI EN 12831 Impianti di riscaldamento negli edifici Metodo di calcolo del carico termico di progetto

UNI EN 16212 Calcoli dei risparmi e dell'efficienza energetica - Metodi top-down (discendente) e bottom-up (ascendente)

UNI EN CEI 16247-2 Diagnosi energetiche – parte 2 Edifici

Linee Guida per la Diagnosi Energetica - Attività 1.2.1. Realizzazione di un manuale per la corretta redazione della diagnosi energetica di edifici pubblici a partire dalle esperienze già realizzate da ENEA.

UNI TR 11775:2020 Diagnosi Energetiche – Linee guida per le diagnosi energetiche negli edifici



### 3. PRESENTAZIONE GENERALE DEL SITO

#### Inquadramento territoriale

L'immobile si trova in un contesto urbano (centro storico) in Piazza Marina - Salita dell'Intendenza 2 e Vicolo Niscemi n. 7-9-11-13 Palermo

#### 3.1 DATI GEOGRAFICI



Comune di:	Palermo
Provincia:	PA
Sito in:	Piazza Marina - Vicolo Niscemi
Altitudine:	14 m.s.l.m.
Latitudine:	38°7'
Longitudine:	13°21'

#### 3.2 CLIMATIZZAZIONE INVERNALE

Zona Climatica	B
Temperatura invernale minima dell'aria esterna (norma UNI 5364 e succ agg.)	5,0 °C
Gradi Giorno (della zona d'insediamento, determinati in base al DPR 412/93) [GG]	751
Durata convenzionale del periodo di riscaldamento [giorni]	121

#### 3.3 CLIMATIZZAZIONE ESTIVA

Umidità relativa	52,46 %
Escursione termica giornaliera	16,3 °C

Temperatura massima estiva di progetto dell'aria esterna	36,9 °C
Irradianza media giornaliera sul piano orizzontale nel mese di massima insolazione	284,72 W/m <sup>2</sup>

### 3.4 LOCALIZZAZIONE DELL'EDIFICIO NEL CONTESTO URBANO

Edificio classificato come "Specialistici Civili Pubblici"



#### 4. DESCRIZIONE DEL SISTEMA EDIFICIO IMPIANTO

Nel caso di diagnosi energetica è indispensabile la costruzione di un modello energetico che simuli il sistema edificio-impianto, al fine di valutare le opportunità di risparmio energetico. Tale modello dovrà descrivere il più realisticamente possibile il comportamento dell'edificio tenendo conto della potenziale interazione tra i sistemi tecnici e l'involucro edilizio. Il sistema dovrà inoltre tenere in considerazione il contesto climatico in cui è inserito e con il quale interagisce, le condizioni di esercizio, gli affollamenti, i profili di utilizzo dell'edificio e degli impianti.

Una volta definito il modello sarà possibile effettuare il calcolo prestazionale in condizioni adattate all'utenza (metodo di calcolo A3- Tailored).

Il presente capitolo riporta una descrizione approfondita del bilancio energetico dell'involucro, seguita dalla descrizione dei componenti tecnici, oltre che la descrizione dei sistemi impiantistici presenti, il tutto accompagnato da schede tecniche e rilievi fotografici reperiti durante i sopralluoghi.

Nella tabella che segue si riportano le principali caratteristiche dimensionali dell'edificio oggetto di diagnosi:

Unità immobiliare	S [m <sup>3</sup> ]	V [m <sup>3</sup> ]	S/V	Su,H [m <sup>2</sup> ]	Su,C [m <sup>2</sup> ]
Agenzia del Demanio	2.038,68	11.083,00	0,18	1.786,90	1.786,90
Ragioneria dello Stato	5.015,52	23.668,99	0,21	3.296,95	3.296,95
Regione Siciliana	3.154,99	16.313,36	0,19	2.415,41	2.415,41
Intero edificio	10.209,19	51.065,35	0,20	7.499,26	7.499,26

*S Superficie disperdente che delimita il volume climatizzato*

*V Volume delle parti di edificio climatizzate al lordo delle strutture che li delimitano*

*S/V rapporto tra superficie disperdente e volume lordi o fattore di forma dell'edificio*

*Su,H superficie utile riscaldata dell'edificio*

*Su,C superficie utile raffrescata dell'edificio*

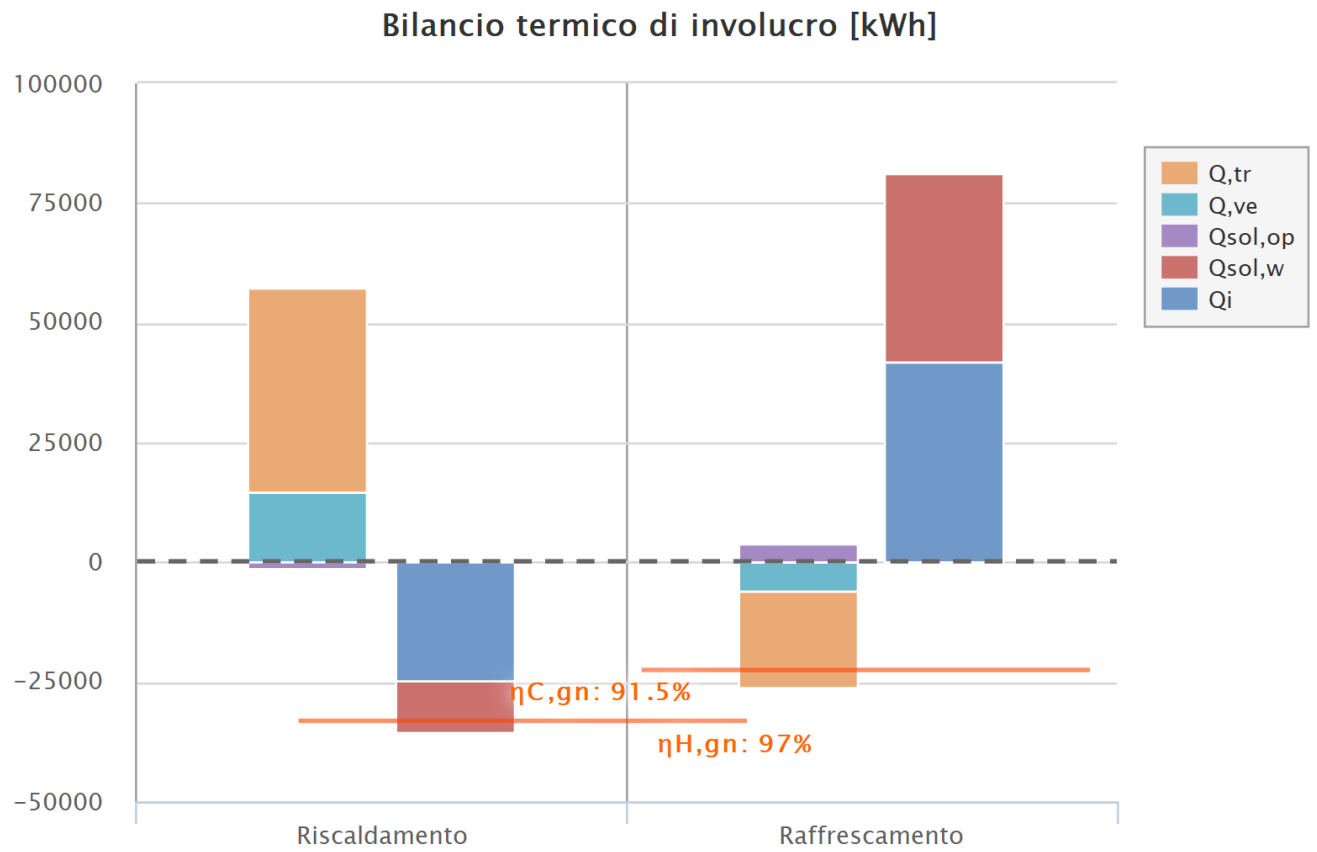
##### 4.1 DESCRIZIONE E BILANCIO TERMICO DELL'INVOLUCRO

In questa parte della relazione vengono presi in esame gli elementi edilizi costituenti l'involucro dell'edificio analizzato, con particolare attenzione a pareti, coperture, solai e serramenti. Viene fornito un dettaglio sul bilancio termico di involucro e un'analisi degli scambi termici complessivi.

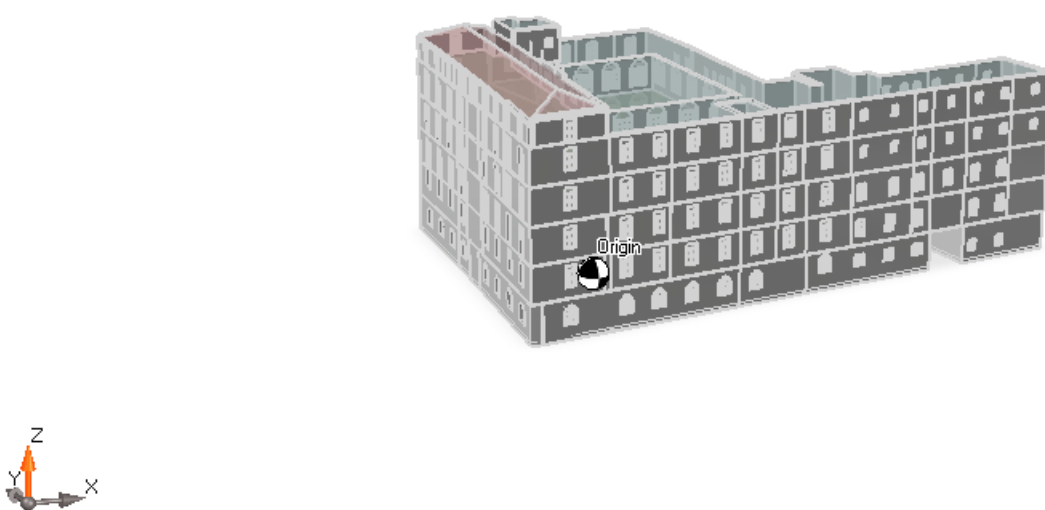
**L'unità immobiliare in oggetto è costituita su più livelli fuori terra e contraddistinto da involucro opaco prevalentemente da muratura con blocchi regolari in calcarenite, solai con struttura lignea. Copertura realizzata con struttura mista di capriate in calcestruzzo armato e reticolari in acciaio, le quali sorreggono le falde realizzate in latroceamento. L'involucro trasparente è prevalentemente caratterizzato da infissi con vetro singolo.**

**Presenta tuttavia caratteristiche e finiture risalenti a varie epoche, tenuto conto dei numerosi interventi manutentivi che ha subito nel corso degli anni per adattarlo alle esigenze delle Amministrazioni utilizzatrici.**

Il bilancio energetico di involucro è calcolato con metodo A3 (tailored rating) con riferimento al metodo riportato nella UNI TS 11300. Il grafico mette a confronto le componenti di energia che determinano il bilancio nei periodi di riscaldamento e raffrescamento: dispersioni per trasmissione e ventilazione, apporti solari e apporti interni



#### 4.2 RILIEVO FOTOGRAFICO DELL'INVOLUCRO



### 4.3 CARATTERISTICHE DELLE STRUTTURE

Attraverso la documentazione resa disponibile dal committente, integrata dai dati reperiti direttamente dal personale tecnico nel corso dei sopralluoghi in sito, è stato definito, lo stato di fatto delle strutture opache e trasparenti con la valutazione della trasmittanza termica degli elementi disperdenti.

#### Pareti verticali

Tipologia di parete	Verso di dispersione	Spessore [mm]	Trasmittanza [W/m²K]	Capacità termica [kJ/m²K]
Muratura in mattoni pieni	Esterno	150,00	2,76	65,05
Muratura in mattoni pieni	Zona non riscaldata	150,00	2,21	68,54
Parete Esterna 0,3	Esterno	300,00	1,44	63,85
Parete Esterna 0,3	Zona non riscaldata	300,00	1,28	61,94
Parete Esterna 0,4	Esterno	400,00	1,14	59,81
Parete Esterna 0,5	Esterno	500,00	0,95	58,71
Parete Esterna 0,5	Zona non riscaldata	500,00	0,87	58,74
Parete Esterna 0,6	Esterno	600,00	0,81	58,80
Parete Esterna 0,6	Zona non riscaldata	600,00	0,75	58,88
Parete Esterna 0,7	Esterno	700,00	0,70	58,98
Parete Esterna 0,7	Zona non riscaldata	700,00	0,66	59,01
Parete Esterna 0,8	Esterno	800,00	0,62	59,03
Parete Esterna 0,85	Esterno	850,00	0,59	59,17
Parete Esterna 0,85	Zona non riscaldata	850,00	0,56	59,17
Parete Esterna 0,9	Esterno	900,00	0,56	59,03
Parete Esterna 0,95	Esterno	950,00	0,53	59,03
Parete Esterna 1,1	Esterno	1.100,00	0,47	59,02
Parete Esterna 1,1	Zona non riscaldata	1.100,00	0,45	59,02
Parete Esterna 1,4	Esterno	1.400,00	0,37	59,02
Parete Esterna 1,65	Esterno	1.650,00	0,32	59,02

#### Coperture

Tipologia di copertura	Verso di dispersione	Spessore [mm]	Trasmittanza [W/m²K]	Capacità termica [kJ/m²K]
Copertura	Esterno	270,00	2,05	82,25

### Solai di pavimento e soffitto

Tipologia di solaio	Verso di dispersione	Spessore [mm]	Trasmittanza [W/m²K]	Capacità termica [kJ/m²K]
Pavimento interpiano	Locale interno alla zona	180,00	1,17	62,77
Solaio esterno	Esterno	180,00	1,53	38,88
Solaio interpiano	Locale interno alla zona	180,00	1,40	38,36

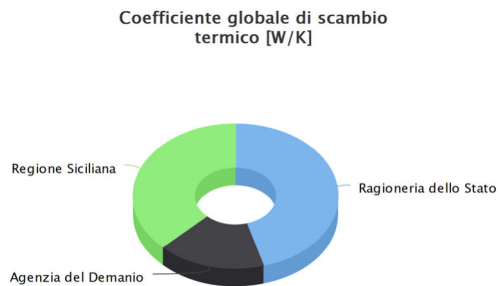
### Serramenti

Tipologia di serramento	Verso di dispersione	Tipo di serramento	Larghezza [cm]	Altezza [cm]	Trasmittanza [W/m²K]
Finestra 100x140	Esterno	Serramento singolo	100	140	4,29
Finestra 110x150	Esterno	Serramento singolo	110	150	4,40
Finestra 110x220	Esterno	Serramento singolo	110	220	4,39
Finestra 130x170	Esterno	Serramento singolo	130	170	4,24
Finestra 150x240	Esterno	Serramento singolo	150	240	4,53
Finestra 160x280	Esterno	Serramento singolo	160	280	4,64
Finestra 170x170	Esterno	Serramento singolo	170	170	4,56
Finestra 170x300	Esterno	Serramento singolo	170	210	4,76
Finestra 175x230	Esterno	Serramento singolo	175	230	4,42
Finestra 180x415	Esterno	Serramento singolo	180	275	4,91
Finestra 200x145	Esterno	Serramento singolo	200	145	4,46
Finestra 200x265	Esterno	Serramento singolo	200	265	4,59
Finestra 215x280	Esterno	Serramento singolo	215	280	4,40
Finestra 290x300	Esterno	Serramento singolo	290	300	4,93
Finestra 290x405	Esterno	Serramento singolo	290	260	4,84

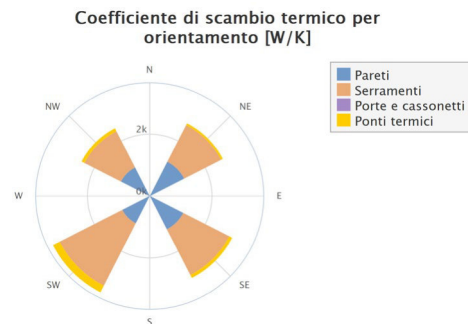
#### 4.4 SCAMBI TERMICI

La quota di scambio termico globale per trasmissione viene determinata come sommatoria di tutte le trasmittanze per le relative superfici lorde, opportunamente corrette per il fattore di scambio termico.

Nel grafico si riporta la distribuzione degli scambi termici per trasmissione in funzione del tipo di struttura opaca o trasparente che costituisce l'involucro.



Il grafico mostra la suddivisione dello scambio termico per zona termica.



Di seguito viene evidenziato il peso dell'orientamento sullo scambio termico globale

#### 4.5 DESCRIZIONE DEI SISTEMI IMPIANTISTICI

In questa parte della relazione vengono presi in esame i servizi energetici presenti e le caratteristiche dei sistemi impiantistici. Attraverso la documentazione resa disponibile dal committente, integrata dai dati reperiti direttamente dal personale tecnico nel corso dei sopralluoghi in sito, viene descritto lo stato di fatto e di conservazione degli impianti.

**La climatizzazione dell'edificio, riscaldamento e raffrescamento, consiste in due impianti di tipo VRF. La produzione di acqua calda sanitaria avviene tramite uno scaldacqua a pompa di calore.**

#### 4.6 RILIEVO FOTOGRAFICO DEI SISTEMI IMPIANTISTICI



#### 4.7 CARATTERISTICHE TECNICHE DEI SISTEMI IMPIANTISTICI

Le tabelle che seguono descrivono le caratteristiche tecniche principali dei sistemi impiantistici presenti, eventuali schede di dettaglio vengono riportate negli allegati alla relazione.

##### IMPIANTO di CLIMATIZZAZIONE INVERNALE

###### Caratteristiche dei generatori

Generatore	Combustibile	Fluido termovettore	Potenza termica utile [kW]	Efficienza
Impianto VRF	Energia elettrica	Diretto	90,00	3,71

##### IMPIANTO di CLIMATIZZAZIONE ESTIVA

###### Caratteristiche dei generatori

Generatore	Combustibile	Fluido termovettore	Potenza termica utile [kW]	Efficienza
Impianto VRF	Energia elettrica	Diretto	80,00	3,10

##### IMPIANTO di TRASPORTO

###### Caratteristiche dei generatori

	Combustibile	Potenza [kW]
Ascensore	Energia elettrica	5,50



Diagnosi energetica

	Piano Terra - Zecca	Piano Terra - Nisceni	Piano Primo - Zecca	Piano Primo - Nisceni	Piano Secondo - Zecca	Piano Secondo - Nisceni	Piano Terzo - Zecca	Piano Terzo - Nisceni	Piano Quarto	Piano Quinto
Boiler - 1200W	4	1	2	Pompa di calore 300l	2	1	2	0	5	2
split - 9000 btu	16	0	10	4	21	14	51	13	56	10
Ventilconvettori			27	1						
Cassetta 4 vie 4,5 kw	6			7						
2x36	46	5 + 13	7	24	50	58+ 15 (ammezzato)	144	34	8 + 8(ammezzato)	20
1x36	29	3 + 1			4	7 + 1 (ammezzato)	13	1	21	1
2x18	6		2			1			6	
applique led	36 + 35			4	3					
1x18	1	5				1			17	
Lampadina		9								
Faretto		1								
2x58		11				1		1		
Plafoniera fluorescente		5 (ammezzato)	5							2
Lampadario - 8 lampade	1	4 (ammezzato)			1		1		1	
Plafoniera LED rettangolare			81	11						
Faretto su cavo			56							
3x36				1	44	7	1			
Plafoniera LED quadrato				35	1				4	
4x36					1		2		51	9
4x18					4	6		6	31	8
Alogeno							5			

## 5. ANALISI DEI CONSUMI ENERGETICI

Raccolti per ogni vettore energetico i dati di consumo reale, derivanti da letture o bollette, sarà necessario analizzarli. L'obiettivo è quello di definire un consumo di riferimento, da utilizzare come baseline per la valutazione degli interventi migliorativi.

La definizione del consumo effettivo di riferimento passa attraverso la costruzione dell'inventario energetico, ovvero attraverso la descrizione analitica dei consumi relativi ai vari vettori energetici del sistema energetico. L'inventario deve essere rappresentativo dell'energia in ingresso e del suo uso. Si riporta nei successivi paragrafi una valutazione dei consumi energetici dell'edificio.

### 5.1 BOLLETTE ENERGETICHE

Affinché l'analisi sia attendibile, è opportuno esaminare almeno i dati di tre anni, attraverso l'andamento mensile, che consente di valutarne la coerenza e di ricercare le cause di eventuali anomalie.

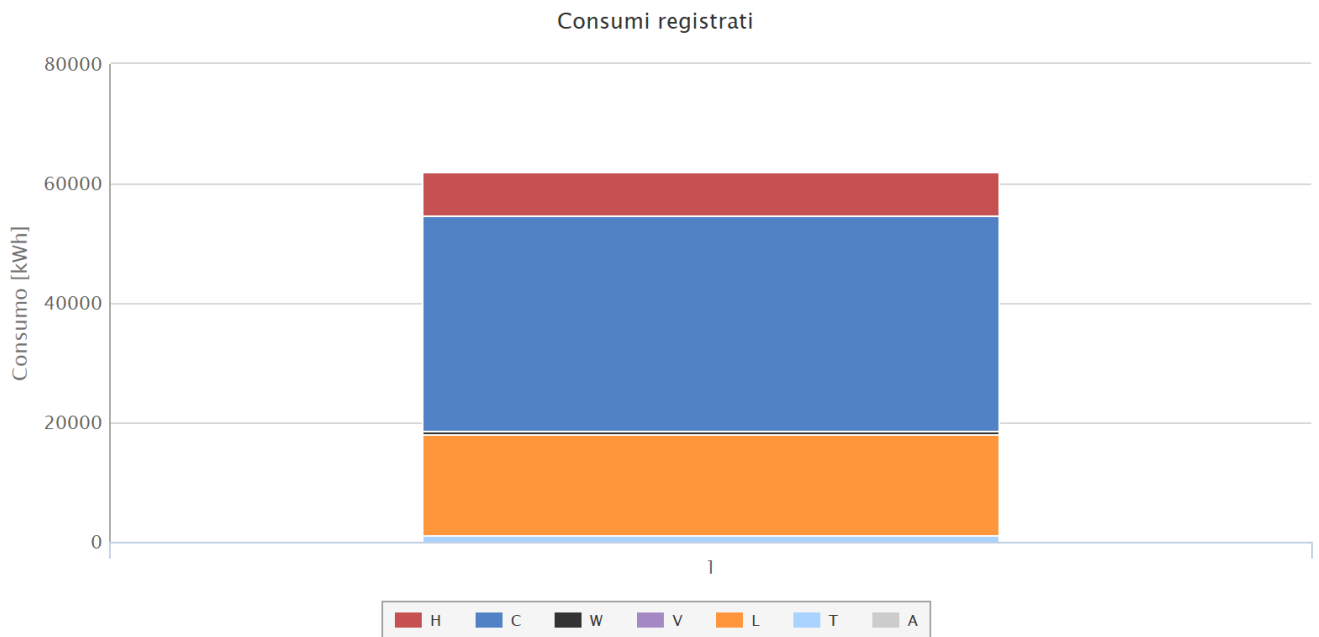
**I dati relativi a consumi e costi di energia elettrica che è stato possibile reperire sono relativi ad alcuni mesi degli anni 2022,2023 e 2024 e pertanto da questi sono stati desunti i consumi di seguito riportati.**

Di seguito viene riportata l'analisi di dettaglio dei consumi di energia disaggregati per vettore energetico.

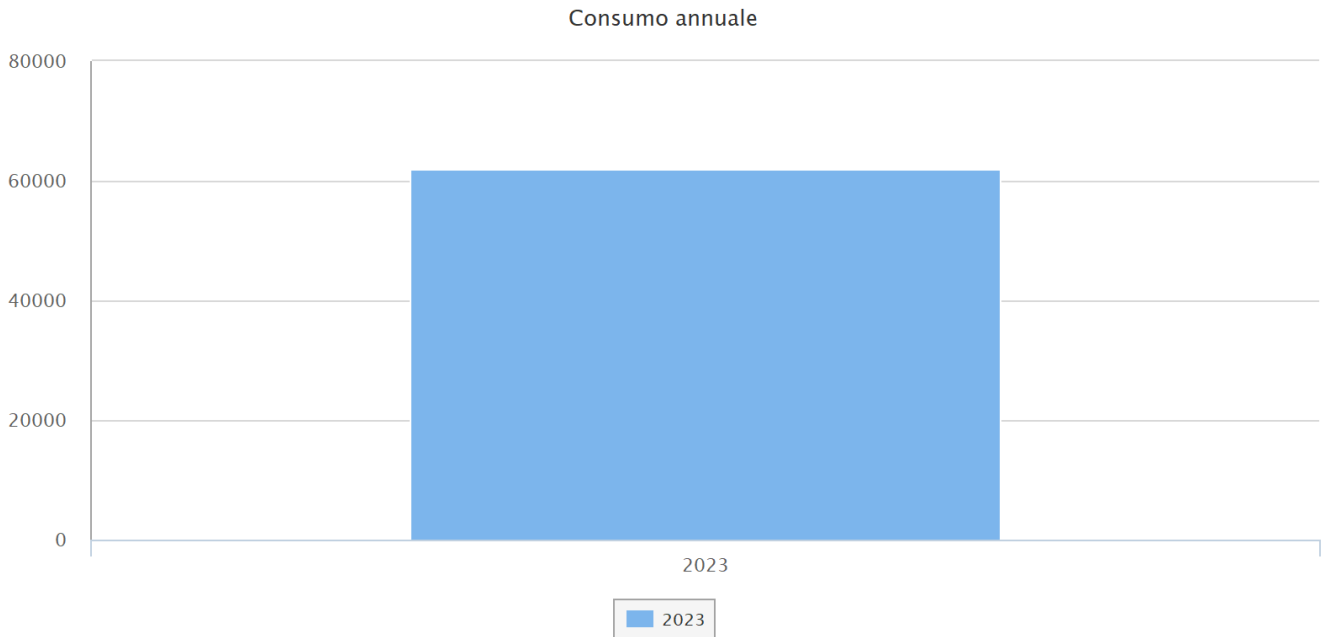
Vettore energetico: Energia elettrica      Potere calorifico: -

Data inizio	Data fine	Costo [€]	Consumo kWh	Unitario €/kWh
01/01/2023	31/12/2023	13.997,00	62.112,00	0,23

#### Dettaglio dei consumi registrati per servizio.



## Dettaglio dei consumi annuali



Anno di riferimento	U.M.	Consumo
2023	kWh	62.112,00

## 5.2 INVENTARIO ENERGETICO

I consumi, relativi ad ogni vettore energetico (energia elettrica e combustibili), vanno ripartiti secondo i servizi energetici presenti, che, in accordo con il D.M. 26 giugno 2015 (Requisiti minimi), possono essere: climatizzazione invernale, climatizzazione estiva, produzione di ACS, illuminazione, ventilazione meccanica, ascensori e scale mobili. Se fossero presenti consumi non afferenti a questi servizi energetici (ad esempio apparecchiature elettromedicali, frigoriferi, computer...) andrebbero valutati ed esclusi dal consumo di baseline.

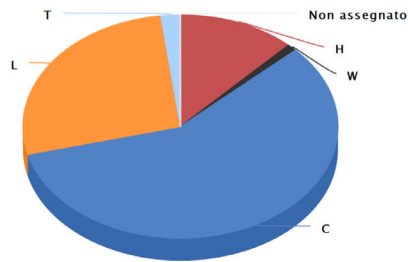
Gli ausiliari elettrici per riscaldamento, il raffrescamento e ACS sono stati estrapolati dopo la realizzazione del modello termico, questa operazione si è resa necessaria per stabilire il più probabile consumo da attribuire ad ogni zona così da poter portare in seguito a convergenza il modello elettrico dell'edificio oggetto di Diagnosi Energetica. I consumi relativi ai servizi energetici come ad esempio apparecchiature elettromedicali, frigoriferi, computer ecc. sono stati ripartiti all'interno del consumo del sistema Illuminazione in quanto il software non permette di inserire tali valori all'interno del calcolo diagnosi energetica.

Di seguito viene mostrata la ripartizione dei consumi relativi ad ogni vettore energetico secondo i servizi presenti, nonché la ripartizione dei costi complessivi per servizio.

## Diagnosi energetica

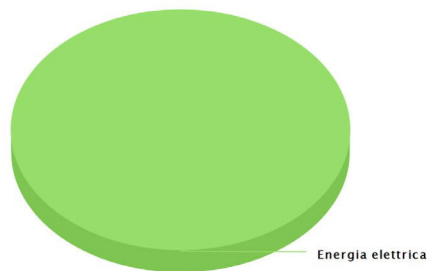
### Inventario energetico

#### Energia elettrica



Energia elettrica	U.M.	Consumo
H	kWh	7.453,44
W	kWh	621,12
C	kWh	36.024,96
L	kWh	16.770,24
T	kWh	1.242,24
Non assegnato	kWh	0,00

### Costi



Vettore	U.M.	Costo
Energia elettrica	€	13.997,00

Non possibile in assenza di sistemi di monitoraggio ricavare analisi curve orarie di carico relativi all'anno di riferimento della diagnosi. Le curve di carico sono desumibili solo a seguito dell'istallazione di opportuni analizzatori di rete. L'istallazione di tali dispositivi non è stata eseguita in quanto avrebbe comportato profondi disservizi all'esercizio ordinario dell'edificio in quanto avrebbe richiesto il sezionamento dell'alimentazione elettrica a valle dei contatori, nelle fasi di installazione e nelle successive fasi di disinstallazione. Questa operazione avrebbe comportato la sospensione temporanea delle attività presenti in edificio con possibili disagi per tutte le apparecchiature non alimentate da UPS. Come previsto da norma UNI 11775- linea guida applicativa della UNI 16247-2, si procede alla stima del fabbisogno elettrico annuale di riferimento.

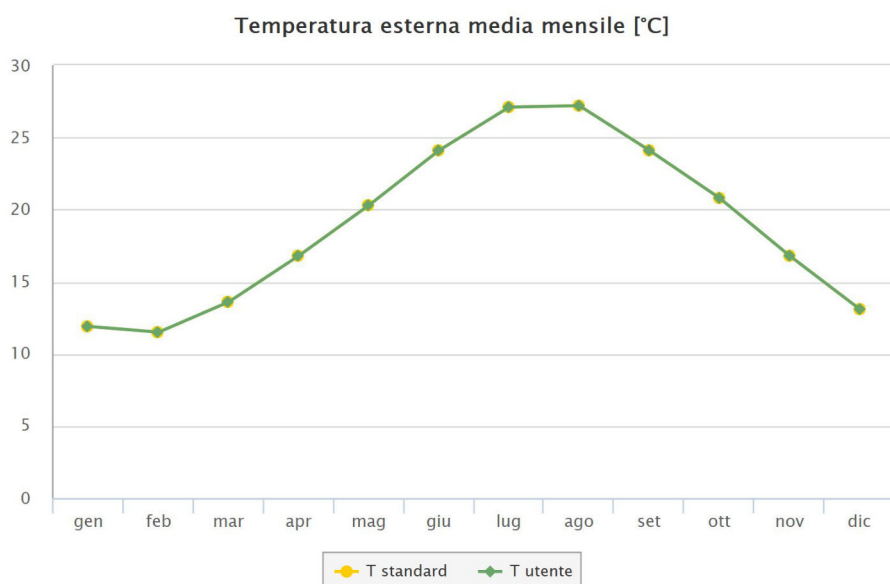
## 6. DATI CLIMATICI E CONDIZIONI DI UTILIZZO REALI

I dati climatici differiscono in base alla località. La norma UNI 10349 fornisce, per il territorio italiano, dati climatici convenzionali, utili nella redazione degli attestati di prestazione energetica e per le diagnosi nella fase di normalizzazione dei consumi. Per la validazione del modello del sistema edificio-impianto, invece, è opportuno tenere conto dei dati climatici reali misurati nella località in esame e, in particolare, considerare nei calcoli la media delle temperature effettive degli anni considerati nel calcolo del consumo di riferimento. Per ottenere i valori di temperature reali è necessario rivolgersi a database meteo di enti pubblici locali e impostare tali valori sul modello, in modo da simulare una situazione più realistica possibile.

### 6.1 DATI CLIMATICI REALI

Il risultato è stato quindi "corretto" sulla base delle caratteristiche climatiche locali, ossia secondo quanto desumibile dalle centraline climatiche locali.

Mese	T Standard [°C]	T Calcolo [°C]
Gennaio	11,90	11,90
Febbraio	11,50	11,50
Marzo	13,60	13,60
Aprile	16,80	16,80
Maggio	20,30	20,30
Giugno	24,10	24,10
Luglio	27,10	27,10
Agosto	27,20	27,20
Settembre	24,10	24,10
Ottobre	20,80	20,80
Novembre	16,80	16,80
Dicembre	13,10	13,10



Andamento della temperatura media mensile standard e utente

## 6.2 TEMPI DI FUNZIONAMENTO DELL'IMPIANTO

Nella tabella è indicato per ogni mese, il numero di giorni effettivo di funzionamento della centrale termica. Il numero di giorni incide sul consumo di combustibile.

Per ogni mese è possibile inoltre specificare le ore di attivazione dell'impianto. Le ore giornaliere incidono solo sul consumo di elettricità dei sistemi ausiliari.

Nel caso non siano specificati i tempi di funzionamento dell'impianto, verrà utilizzato il numero di giorni della stagione di riscaldamento e un tempo di attivazione di 24h.

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Sett	Ott	Nov	Dic
Giorni	24	24	24	0	0	0	0	0	0	0	0	24
Ore/giorno	8	8	8	0	0	0	0	0	0	0	0	8

## 6.3 CONDIZIONI DI UTILIZZO REALI

Per ogni zona termica la prestazione energetica viene valutata sia a condizioni standard che adattate all'utenza. In particolare vengono valutate le dispersioni per ventilazione (Q<sub>hve</sub>) in funzione del numero di ricambi d'aria reali.

Gli apporti interni vengono valutati in modo conforme alla normativa UNI TS 11300 sia per il calcolo standard che per il calcolo adattato all'utenza.

La valutazione del fabbisogno in fase di calcolo a condizioni standard si basa sulle temperature interne legate alla destinazione d'uso. Per il calcolo in condizioni Tailored dei viene implementato il profilo d'uso reale calcolando la temperatura media pesata per ogni zona.

### Agenzia del Demanio

#### Temperatura interna della zona riscaldata

##### Profilo principale

Ora	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
T	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0

##### Profilo principale raff

Ora	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
T	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0

Temperatura media pesata: 20,0°C

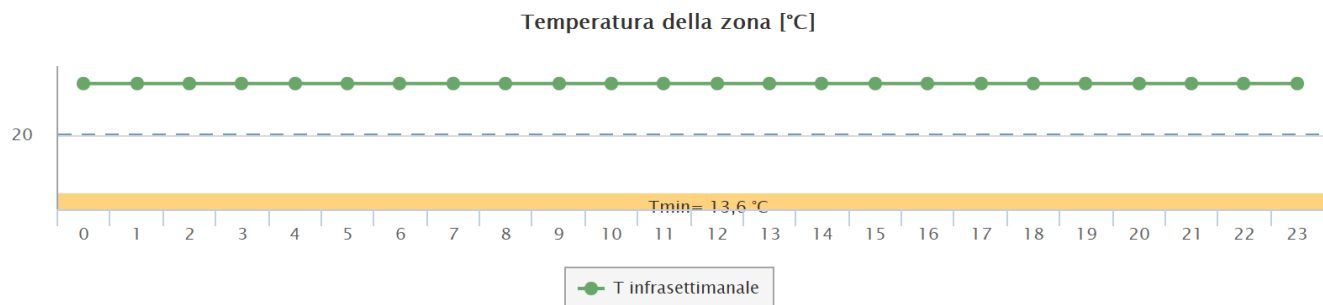
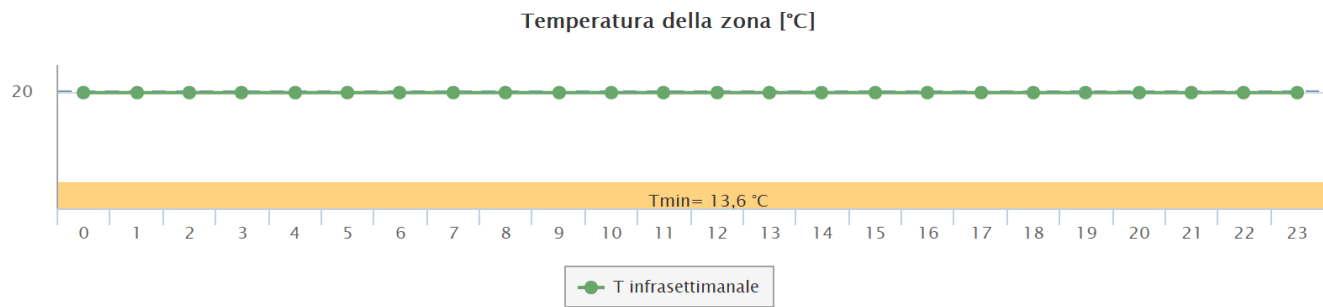
Metodo di calcolo per il profilo di temperatura della zona: Temperatura standard

#### Altri parametri

Ricambi d'aria [1/h]	Apporti interni [W]	Fabbisogni di ACS Q <sub>h,W</sub> [kWh]
-	10.721,40 W	3.191,93 kWh

## Diagnosi energetica

### Grafico della temperatura interna



## 7. CALIBRAZIONE DEL SISTEMA EDIFICIO IMPIANTO

---

Alla costruzione del modello di simulazione del sistema edificio-impianto segue la sua validazione, attraverso il confronto tra i consumi operativi e quelli effettivi, ricavati a partire dalle bollette. Per confrontare i consumi ottenuti dal modello energetico con quelli effettivi sarà fondamentale:

- Conoscere le condizioni termoigrometriche esterne relative agli anni i cui consumi sono stati utilizzati per calcolare il consumo di riferimento;
- Conoscere i profili di utilizzo del sistema edificio-impianto degli stessi anni.

La simulazione del sistema edificio-impianto, in fase di validazione, deve riferirsi infatti alle condizioni termoigrometriche reali (media delle temperature degli stessi anni utilizzati per il calcolo del consumo di riferimento) e agli effettivi profili di utilizzo.

Affinché si possa ritenere accettabile, lo scostamento tra i consumi operativi  $C_o$  e i consumi effettivi  $C_e$  deve essere al massimo del +/- 5%. Il valore dei consumi effettivi  $C_e$  si ottiene considerando il valore medio dei consumi riferiti agli anni presi in riferimento per la seguente diagnosi.

$$-0,05 \leq \frac{C_o - C_e}{C_e} \leq 0,05$$

Lo scostamento massimo, o "margine d'incertezza", deve essere definito in fase di contatto preliminare in funzione dei dati disponibili e del livello di approfondimento richiesto. In particolari situazioni, qualora la caratterizzazione del sistema edificio impianto si basi su dati non certi (stratigrafie ipotizzate, mancanza di misurazioni...), potrà essere

stabilito uno scostamento maggiore del +/- 5%, ma comunque contenuto nel doppio del limite da normativa (+/- 10%):

$$-0,1 \leq \frac{C_o - C_e}{C_e} \leq 0,1$$

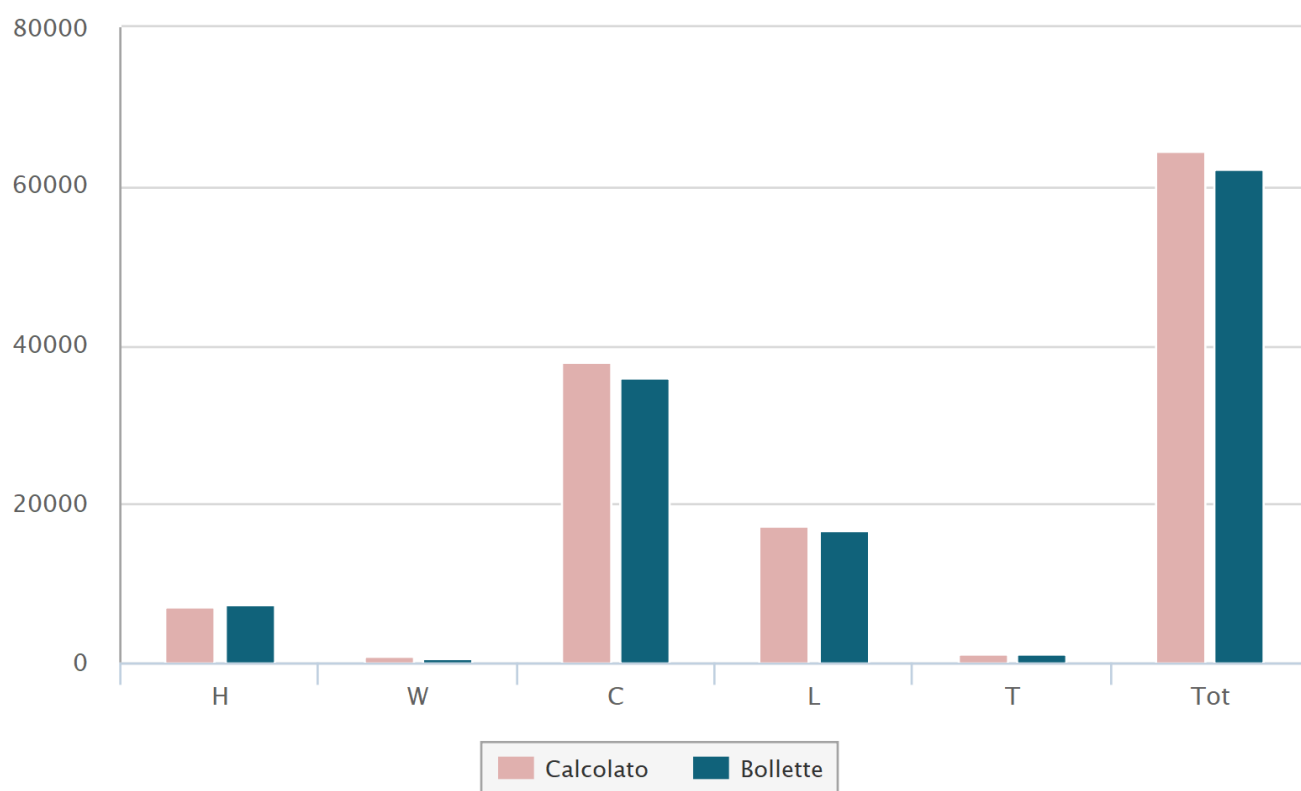
Se si superano tali valori, è necessario verificare la correttezza del modello di simulazione del sistema edificio-impianto, o dei fattori di aggiustamento applicati ai consumi da bolletta, e apportare le modifiche opportune. Si noti che, finché il modello non risulta validato, non è possibile procedere alle fasi successive della diagnosi. Si riporta, come esempio, un grafico che mette a confronto i consumi effettivi e quelli calcolati tramite simulazione, consumi tra i quali emerge uno scostamento complessivo inferiore al 5%: il modello risulta validato e potrà quindi costituire la base per la valutazione degli interventi di riqualificazione energetica.



## Diagnosi energetica

Energia elettrica da rete	U.M.	Condizioni operative	Condizioni effettive	Indice di calibrazione K [%]
Consumo H	kWh	7.123,08	7.453,44	-4,43 %
Consumo W	kWh	920,76	621,12	48,24 %
Consumo C	kWh	37.799,05	36.024,96	4,92 %
Consumo L	kWh	17.338,37	16.770,24	3,39 %
Consumo T	kWh	1.138,24	1.242,24	-8,37 %
Consumo	kWh	64.319,51	62.112,00	3,55 %
Costo	€	12.863,90	13.997,00	-

## Energia elettrica



## 8.1. PROPOSTA DI INTERVENTO MIGLIORATIVO - Scenario collettivo - (Intervento consigliato)

Sulla base di quanto rilevato in sopralluogo e delle caratteristiche impiantistiche e di uso riscontrate, gli interventi definiti e riportati nel documento si reputano quelli più idonei e funzionali allo scopo. Altre tipologie di interventi sono state valutate come non sostenibili sia da un punto di vista costi/benefici che da un punto di vista di impatto ambientale vista la tipologia dell'immobile in questione.

Gli interventi di retrofit energetico riguardano il relamping del sistema di illuminazione presente e installazione di un impianto fotovoltaico da autoconsumo. L'analisi di efficientamento è stata effettuata ipotizzando le ore di funzionamento dell'immobile sulla base del tipo di destinazione d'uso e di quanto rilevato durante i sopralluoghi in situ effettuati.

Gli interventi proposti non avranno particolare impatto sul contesto paesaggistico in quanto non verranno apportate modifiche al volume o alla sagoma dell'edificio.

L'impianto fotovoltaico per autoconsumo verrà installato sulla falda di copertura con la stessa pendenza della copertura ed in totale aderenza con la stessa, in modo da integrarsi completamente.

Gli interventi rientrano tra quelli esclusi dall'autorizzazione paesaggistica semplificata, anche se ricadenti in aree vincolate, ai sensi dell'art 2 comma 1 del DPR 13/02/2017 n.31, All. A.

Il tempo per l'esecuzione degli interventi è stimato in circa 30 giorni e non risultano necessarie ulteriori opere né particolari assistenze di tipo murario per il completamento degli stessi.

### 8.1.1 DETTAGLIO DEI SINGOLI INTERVENTI

Il calcolo dell'intervento proposto è eseguito in condizioni A3, tailored rating, con clima esterno reale.

#### ALTRI IMPIANTI

##### Tipologia di intervento:

Rif.	Intervento
REN.5	Relamping dell'impianto di illuminazione

☒ Relamping interno

#### Caratteristiche intervento

Ante Operam		Post Operam	
Tipologia	Efficienza [lm/W]	Tipologia	Efficienza [lm/W]
Fluorescenti lineari	84,00	LED	110,00

#### Tipo di controllo della luce artificiale:

Automatico

#### Costi complessivi dell'intervento

Costo intervento		
Unitario [€/cad]	Numero elementi	Totale [€]
80,00	226	18.080,00

Le schede tecniche degli apparecchi installati, se presenti, sono riportate negli allegati.

**IMPIANTO FOTOVOLTAICO****Tipologia di intervento**

Rif.	Intervento
REN.6	Installazione di pannelli solari fotovoltaici

**Dimensione dell'intervento**

Marca e modello	Tipo	N°	Sup. totale captazione [m²]	Azimut [°]	Inclinazione [°]	Kpv
Silicio monocristallino – 400 W	Silicio monocristallino	75	141,00	45,00	20,00	0,21

**Producibilità dell'impianto solare fotovoltaico**

Mese	Irradiazione mensile [kWh/mq]	Producibilità pannelli [kWh]
Gennaio	66,9	1.404,7
Febbraio	75,4	1.583,2
Marzo	132,6	2.784,7
Aprile	152,3	3.198,2
Maggio	189,8	3.986,4
Giugno	194,7	4.088,3
Luglio	207,2	4.351,0
Agosto	185,9	3.904,0
Settembre	141,0	2.960,8
Ottobre	118,0	2.478,2
Novembre	84,0	1.764,7
Dicembre	62,2	1.307,2
TOTALE	1.610,1	33.811,5

La relazione tecnica dell'impianto fotovoltaico, se presente, è riportata negli allegati.

**Costo dell'intervento**

Costo intervento			
Unitario [€/cad]	Batterie accumulo [€/bat]	Fisso [€]	Totale [€]
30.000,00	0,00	0,00	30.000,00

Come primo scenario di intervento, si prevede l'installazione nella zona di copertura di pannelli solari fotovoltaici. L'impianto di scenario è costituito da n.75 moduli fotovoltaici da 400Wp in silicio monocristallino con le seguenti caratteristiche tecniche:

- Struttura in alluminio anodizzato resistente alla torsione;
- Telaio in vetro con carichi resistenti fino a 5,4 kN/m²;
- Scatola di giunzione IP 67, con 3 diodi di by-pass, completa di cavo e connettori multicontact MCType.;
- Resa della cella fotovoltaica: > 18,4%;
- Decadimento sulla potenza di picco: <= 20% in 25 anni.

Il sistema sarà compreso di gruppo di conversione trifase (inverter), di dispositivo di separazione CC, di varistori controllati termicamente, di un sistema di monitoraggio della dispersione di terra, della protezione contro l'inversione di polarità. Risultano compresi, inoltre, i seguenti elementi:

- Quadro di campo per protezione CC (2 sezionatori), con interruttore isolante, scaricatore con 2 poli;
- Conduttori L+ ed L- protetti da un elemento per la sovratensione con indicatore di insufficienza;
- Cavo solare sezione 6mmq composto da fili di rame zincato della classe speciale 5 DIN VDE 0295/IEC60228.
- Connettori multicontact per sezionamento lato CC, sezione 2-6 mm<sup>2</sup>;
- Interfaccia RS485/232 per comunicazione tra gli inverter, comunicazione inverter/sistema di acquisizione dati, comunicazione sistema acquisizione dati/ PC o sinottico.

Il sistema sarà installato su tetto attraverso opportuna struttura a zavorre in calcestruzzo. La struttura di sostegno sarà installata senza danneggiare gli elementi di impermeabilizzazione della copertura e gli strati di finitura. Saranno comprese tutte le canalizzazioni destinate ad ospitare i cavi di collegamento fra il generatore fotovoltaico e l'inverter ed ogni altro accessorio e componente necessario.

Nella totalità dei costi saranno incluse:

- Le pratiche ed i collaudi necessari per ottenere le autorizzazioni e gli incentivi del GSE, ENEL o Gestore di rete Locale, Ufficio Provinciale Dogana (ex UTIF), Comune, pratica SSP (Scambio sul Posto) o RID (Ritiro Dedicato) e qualifica SEU presso GSE;
- Le eventuali assistenze murarie ed ogni altra opera necessaria ad eliminare rischi per cose o persone (incluse eventuali prescrizioni antincendio del comando dei Vigili del Fuoco), a permettere il passaggio dei cavi per il completamento dell'impianto;
- Ogni altro onere, accessorio e magistero per dare l'opera completa a perfetta regola d'arte.

Tutti i componenti e materiali da utilizzare dovranno essere scelti ed installati conformemente alle disposizioni elencate alla norma CEI 0-21, predisposto tecnicamente per l'opzione del regime di scambio sul posto (net metering).

Il relamping è un importante intervento di efficienza energetica in grado di ridurre i consumi e migliorare la resa ed il comfort luminoso. Consiste nella sostituzione dei corpi illuminanti delle lampade di vecchia generazione con lampade innovative del tipo Light Emitting Diode (LED). Prevede la sostituzione di tutte quelle lampade fulminate o ancora funzionanti come le fluorescenti, a incandescenza o alogene. La conversione avviene tramite una semplice operazione chiamata plug&play: si interviene alla sostituzione delle lampadine senza modificare le strutture già esistenti dell'impianto luminoso.

### 8.1.2 VALUTAZIONE DELLO SCENARIO DI INTERVENTO

La realizzazione simultanea di vari interventi proposti implica la loro influenza reciproca sui risparmi finali conseguibili: il risparmio complessivo non equivale alla somma dei singoli risparmi ottenibili realizzando singolarmente i vari interventi.

Nelle seguenti tabelle si riepilogano i principali risultati dello scenario di intervento proposto, tenendo conto delle influenze reciproche.

#### Valutazione del Risparmio Energetico

Scenario collettivo - (Intervento consigliato)	Consumi	Risparmio energetico		
	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Variazione %
Energia elettrica [kWh]	64.319,5	31.630,7	32.688,8	50,8

#### Valutazione del Risparmio Economico e Tempo di ritorno semplice

Scenario collettivo - (Intervento consigliato)	Costi	Risparmio economico		
	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Variazione %
Energia elettrica [€]	12.863,9	6.326,1	6.537,8	50,8
Costo complessivo [€]	12.863,9	6.326,1	6.537,8	50,8

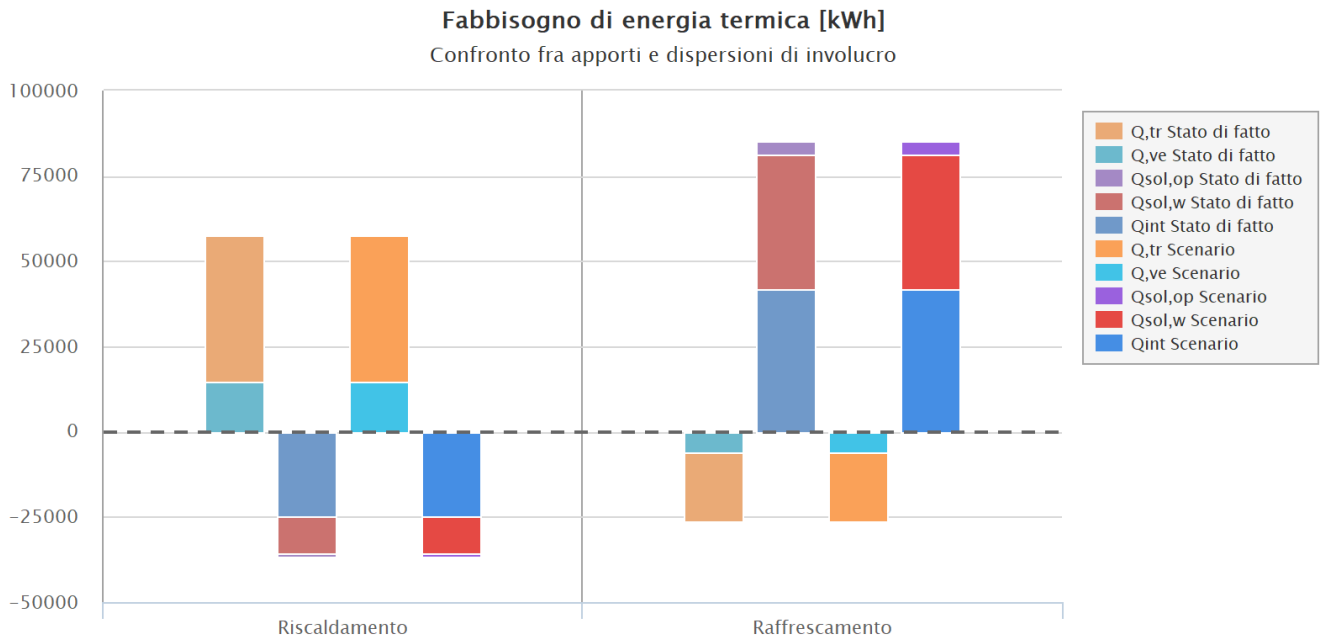
	U.M.	Valore
Costo di investimento	€	48.080,0
Risparmio economico	€/Anno	6.537,8
Tempo di ritorno semplice	Anni	7,4
Risparmio CO2	Kg/m <sup>2</sup>	15,1

Tempo di ritorno – da 0 a più di 30 anni



### 8.1.3 DETTAGLI DI CALCOLO – INVOLUCRO: FABBISOGNI DI ENERGIA TERMICA

#### Fabbisogno di energia termica



#### Fabbisogni di energia termica per riscaldamento

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
QH,tr	kWh	42.925,7	42.925,7	0	-	Fabbisogno di energia termica per trasmissione
QH,ve	kWh	14.543,4	14.543,4	0	-	Fabbisogno di energia termica per ventilazione
Qsol,op	kWh	1.217,2	1.217,2	0	-	Apporti solari sulle superfici opache in riscaldamento
Qsol,w	kWh	10.923,3	10.923,3	0	-	Apporti solari sulle superfici trasparenti in riscaldamento
Qint	kWh	24.702,1	24.702,1	0	-	Apporti interni in riscaldamento
QH,nd	kWh	22.904,1	22.904,1	0	-	Fabbisogno di energia termica per il riscaldamento

#### Fabbisogni di energia termica per raffrescamento

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
QC,tr	kWh	20.237,5	20.237,5	0	-	Fabbisogno di energia termica per trasmissione
QC,ve	kWh	5.925,6	5.925,6	0	-	Fabbisogno di energia termica per ventilazione
Qsol,op	kWh	3.935,2	3.935,2	0	-	Apporti solari sulle superfici opache in raffrescamento
Qsol,w	kWh	39.087,3	39.087,3	0	-	Apporti solari sulle superfici trasparenti in raffrescamento
Qint	kWh	41.942,1	41.942,1	0	-	Apporti interni in raffrescamento
QC,nd	kWh	57.084,6	57.084,6	0	-	Fabbisogno di energia termica per il raffrescamento

#### Fabbisogni di energia termica per ACS

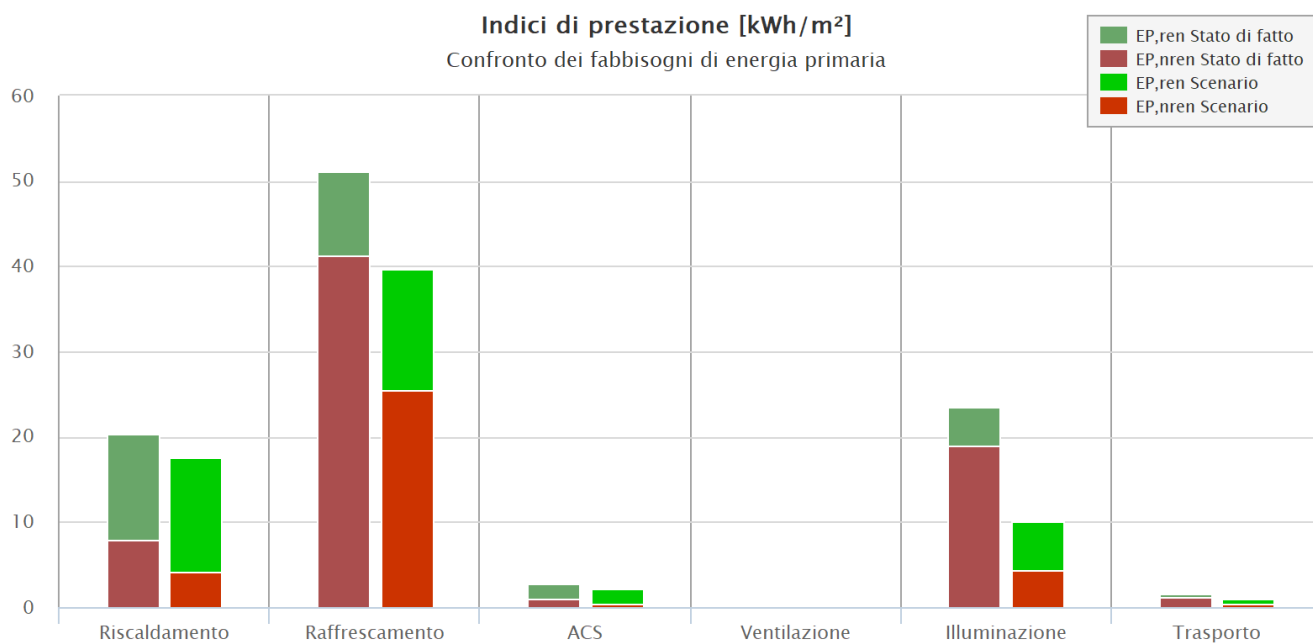
	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
QW	kWh	<b>3.191,9</b>	<b>3.191,9</b>	<b>0</b>	-	Fabbisogno di energia termica per ACS

#### Fabbisogni di energia termica e dettagli dell'involucro

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPH,nd	kWh/m <sup>2</sup>	<b>12,8</b>	<b>12,8</b>	<b>0</b>	-	Indice di prestazione termica utile di riscaldamento
EPC,nd	kWh/m <sup>2</sup>	<b>31,9</b>	<b>31,9</b>	<b>0</b>	-	Indice di prestazione termica utile di raffrescamento
EPW,nd	kWh/m <sup>2</sup>	<b>1,8</b>	<b>1,8</b>	<b>0</b>	-	Indice di prestazione termica utile di acs
Asol est/A sup utile	-	<b>0,027</b>	<b>0,027</b>	<b>0</b>	-	Area solare estiva equivalente
YIE	W/m <sup>2</sup> K	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0</b>	-	Trasmittanza termica periodica media

### 8.1.4 DETTAGLI DI CALCOLO – IMPIANTO: FABBISOGNI DI ENERGIA PRIMARIA

#### Indici di prestazione



### Climatizzazione invernale

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPH,ren	kWh/m <sup>2</sup>	12,5	13,5	1,0	8,0	Indice di prestazione rinnovabile per riscaldamento
EPH,nren	kWh/m <sup>2</sup>	7,8	4,1	3,7	47,4	Indice di prestazione non rinnovabile per riscaldamento
EPH,tot	kWh/m <sup>2</sup>	20,3	17,7	2,6	12,8	Indice di prestazione totale per riscaldamento
ηH,nren	-	1,649	3,114	1,465	88,8	Efficienza globale stagionale di riscaldamento
QR,H	%	61,8	76,7	14,9	24,1	Quota rinnovabile per riscaldamento

### Climatizzazione estiva

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPC,ren	kWh/m <sup>2</sup>	9,9	14,3	4,4	44,4	Indice di prestazione rinnovabile per raffrescamento
EPC,nren	kWh/m <sup>2</sup>	41,2	25,4	15,8	38,3	Indice di prestazione non rinnovabile per raffrescamento
EPC,tot	kWh/m <sup>2</sup>	51,2	39,6	11,6	22,7	Indice di prestazione totale per raffrescamento
ηC,nren	-	0,774	1,260	0,486	62,8	Efficienza globale stagionale di raffrescamento
QR,C	%	19,4	36,0	16,6	85,6	Quota rinnovabile per raffrescamento

### Acqua calda sanitaria

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPW,ren	kWh/m <sup>2</sup>	1,7	1,9	0,2	11,8	Indice di prestazione rinnovabile per ACS
EPW,nren	kWh/m <sup>2</sup>	1,0	0,3	0,7	70,0	Indice di prestazione non rinnovabile per ACS
EPW,tot	kWh/m <sup>2</sup>	2,7	2,2	0,5	18,5	Indice di prestazione totale per ACS
ηW,nren	-	1,778	5,343	3,565	200,5	Efficienza globale stagionale di ACS
QR,W	%	63,2	85,1	21,9	34,7	Quota rinnovabile per ACS

### Illuminazione

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPL,ren	kWh/m <sup>2</sup>	4,6	5,7	1,1	23,9	Indice di prestazione rinnovabile per illuminazione
EPL,nren	kWh/m <sup>2</sup>	18,9	4,3	14,6	77,2	Indice di prestazione non rinnovabile per illuminazione
EPL,tot	kWh/m <sup>2</sup>	23,5	10,0	13,5	57,4	Indice di prestazione totale per ventilazione



## Diagnosi energetica

### Trasporto

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPT,ren	kWh/m <sup>2</sup>	0,3	0,5	0,2	66,7	Indice di prestazione rinnovabile per trasporto
EPT,nren	kWh/m <sup>2</sup>	1,2	0,4	0,8	66,7	Indice di prestazione non rinnovabile per trasporto
EPT,tot	kWh/m <sup>2</sup>	1,5	0,9	0,6	40,0	Indice di prestazione totale per trasporto

### Energia primaria globale

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPgl,ren	kWh/m <sup>2</sup>	29,1	36,0	6,9	23,7	Indice di prestazione globale rinnovabile
EPgl,nren	kWh/m <sup>2</sup>	70,2	34,5	35,7	50,9	Indice di prestazione globale non rinnovabile
EPgl,tot	kWh/m <sup>2</sup>	99,3	70,5	28,8	29,0	Indice di prestazione globale dell'edificio
QR,HWC	%	32,6	49,9	17,3	53,1	Quota rinnovabile per risc., acs e raff.

### Edificio di riferimento

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPgl,nren,rif	kWh/m <sup>2</sup>	62,3	46,8	15,5	24,9	Indice di prestazione non rinnovabile

### 8.1a. TEMPO DI RITORNO SEMPLICE

#### Esborso nei prossimi 10 anni in assenza di interventi (simulazione)

Stato attuale	1° anno	2° anno	3° anno	4° anno	5° anno	6° anno	7° anno	8° anno	9° anno	10° anno	Totale
Spesa combustibile €/anno	12.863,90	13.185,50	13.515,14	13.853,01	14.199,34	14.554,32	14.918,18	15.291,14	15.673,41	16.065,25	144.119,20

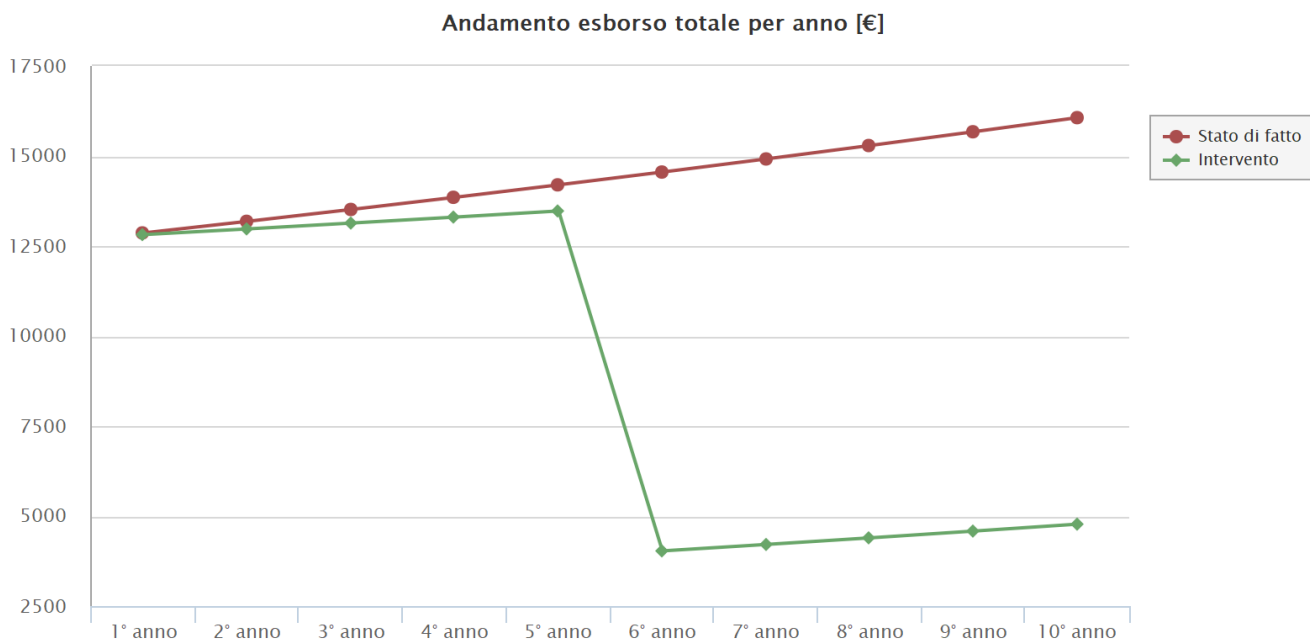
Costo del combustibile: 0,200 €/kWh

Nota: costo del combustibile incrementato del 1,03% ogni anno

Dopo l'intervento	1° anno	2° anno	3° anno	4° anno	5° anno	6° anno	7° anno	8° anno	9° anno	10° anno	Totale
Spesa combustibile €/anno	6.326,14	6.484,29	6.646,40	6.812,56	6.982,87	7.157,44	7.336,38	7.519,79	7.707,78	7.900,48	70.874,12
Ipotesi rateizzazione anni	9.616,00	9.616,00	9.616,00	9.616,00	9.616,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	48.080,00
Recupero fiscale €	3.125,20	3.125,20	3.125,20	3.125,20	3.125,20	3.125,20	3.125,20	3.125,20	3.125,20	3.125,20	31.252,00
Spesa riscaldamento €	12.816,94	12.975,09	13.137,20	13.303,36	13.473,67	4.032,24	4.211,18	4.394,59	4.582,58	4.775,28	87.702,12
Differenza sulla rata €	-46,97	-210,41	-377,94	-549,66	-725,67	-10.522,08	10.707,00	-10.896,55	11.090,83	-11.289,97	-56.417,08

Costo del combustibile: 0,200 €/kWh

Nota: costo del combustibile incrementato del 1,03% ogni anno



Andamento della spesa per il riscaldamento per lo stato attuale e dopo l'intervento

### 8.1b. ANALISI ECONOMICA (UNI EN 15459)

L'analisi economica si fonda sull'approccio del life cycle cost analysis secondo la norma UNI EN 15459. I passi di calcolo per la determinazione del costo globale partono dalla valutazione del tasso di sconto che consente la comparazione del valore della valuta in periodi differenti e quindi riportare al momento iniziale una spesa effettuata dopo p anni.

Il costo globale dell'investimento è determinato come segue:

$$C_G(\tau) = C_1 + \sum_j \left[ \sum_{i=1}^{\tau} (C_{a,i}(j) \times R_d(i)) - V_{f,\tau}(j) \right] \quad (\text{€})$$

$\tau$  è periodo di calcolo

$C_1$  è il costo dell'investimento iniziale

$C_{a,i}(j)$  è il costo annuale per l'anno i del componente j

$V_{f,\tau}(j)$  è il valore finale del componente j alla fine del periodo di calcolo (riferito all'anno iniziale)

Il valore finale del componente è determinato secondo questa formula:

$$V_{f,\tau}(j) = V_0(j) \times (1 + R_p/100)^{n_{\tau}(j) \times \tau_n(j)} \times \left[ \frac{(n_{\tau}(j) + 1) \times \tau_n(j) - \tau}{\tau_n(j)} \right] \times R_d(\tau)$$

$V_0(j)$  è il costo iniziale del componente

$R_p$  è il tasso dell'andamento dei prezzi per i prodotti

$n_{\tau}(j)$  è il numero di sostituzioni del componente j nel periodo di calcolo

$\tau_n(j)$  è la vita del componente j

Il tasso di sconto è calcolato come segue:

$$R_d(p) = \left( \frac{1}{1 + R_R/100} \right)^p$$

con p il numero di anni e  $R_R$  il tasso di interesse reale

$$R_R = \frac{R - R_i}{1 + R_i/100} \%$$

dove R è il tasso di interesse di mercato e  $R_i$  è il tasso di inflazione.

Il fattore di attualizzazione utilizzato per riportare all'anno iniziale tutti i costi e le rendite annuali è stato utilizzato la seguente:

$$f_{pv}(n) = \frac{1 - (1 + R_R/100)^{-n}}{R_R/100}$$

#### Ipotesi di calcolo

Tasso di interesse di mercato	3	% R
Tasso di inflazione	4	% $R_i$
Durata del calcolo	10	Anni

Di seguito il dettaglio dei costi iniziali sostenuti per l'intervento. Nella colonna Sostituzioni è indicato il totale attualizzato delle sostituzioni avvenute per un dato componente nel periodo di calcolo utilizzato per l'analisi.

COSTI INIZIALI	Costo [€]	Quantità	Detraibile	Totale [€]	Sostituzioni [€]
Costo dell'intervento	48.080,00	1	No	48.080,00	-
Totale				48.080,00	-

## Diagnosi energetica

I costi di manutenzione e di smaltimento possono essere ricavati da una percentuale di incidenza sul totale e da un costo fisso aggiuntivo eventualmente specificato.

COSTI DI MANUTENZIONE ANNUALE	Incidenza sul totale [%]	Valore [€]	Costo aggiuntivo [€]	Costo anno [€]
Costo dell'intervento	1,00	48.080,00	0,00	480,80
Totale				480,80

COSTI SMALTIMENTO NOMINALI	Incidenza sul totale [%]	Valore [€]	Costo aggiuntivo [€]	Totale [€]
Costo dell'intervento	2,00	48.080,00	0,00	961,60
Totale				961,60

I costi di smaltimento attualizzati comprendo anche le frazioni ancora non utilizzate di eventuali costi di smaltimento da sostenere oltre il periodo di vita del componente.

COSTI SMALTIMENTO ATTUALIZZATI	Vita	Anno	Costo [€]	Tasso[%]	Valore[€]
Smaltimento Costo dell'intervento		10	961,60	1,101	529,57
Totale					529,57

COSTI PERIODICI	Annuale [€]	Annualità	Tasso [%]	Totale [€]
Manutenzione Costo dell'intervento	480,80	20	10,550	5.072,36
Totale				5.072,36

RICAVI PERIODICI	Annuale [€]	Annualità	Tasso [%]	Totale [€]
Risparmio Energia elettrica	-6.537,76	20	10,550	-68.972,32
Totale				-68.972,32

COSTI UNA TANTUM	Annuale [€]	Annualità	Tasso [%]	Totale [€]
Totale				0,00

Principali risultati

### Intervallo di calcolo e tasso attualizzazione

VALORI FINALI	Vita	Valore iniziale [€]	Uso	Valore finale [€]	Valore attualizzato [€]
Costo dell'intervento	20	48.080,00	0,50	-24.040,00	-26.478,64
Totale					-26.478,64

COSTO COMPLESSIVO ATTUALIZZATO SENZA INCENTIVI FISCALI [€]	-41.769,02
--	------------

DETRAZIONI FISCALI	Annuale	Annualità	Tasso [%]	Totale [€]
Totale				0,00

VALORE ATTUALE OPERAZIONE [€]	-41.769,02
-------------------------------	------------

EQUIVALENTE ANNUALE	Annualità	Tasso [%]	Totale [€]
Equivalente annuale	10	0,095	-3.959,21

## Indici di valutazione

	U.M.	Valore
Costi residui e valori finali	€	-25.949,06
Indice di Profitto	-	1,786
Tempo di Ritorno attualizzato	Anni	7,6
Costo globale	€	-41.769,02
Incentivo	€	0,00

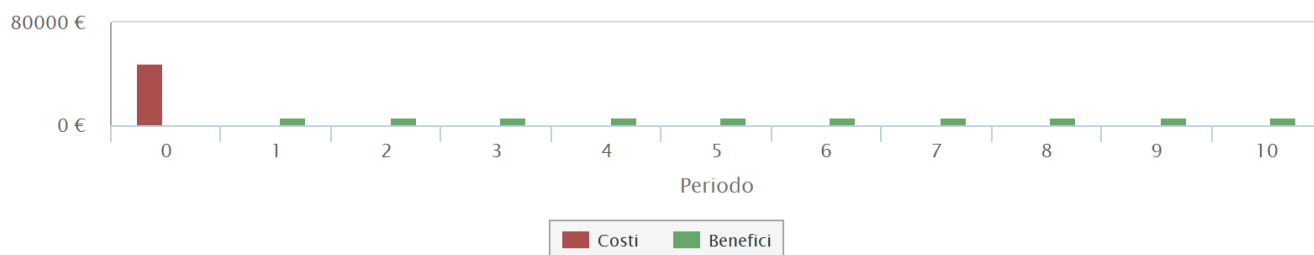


## Andamento annuale

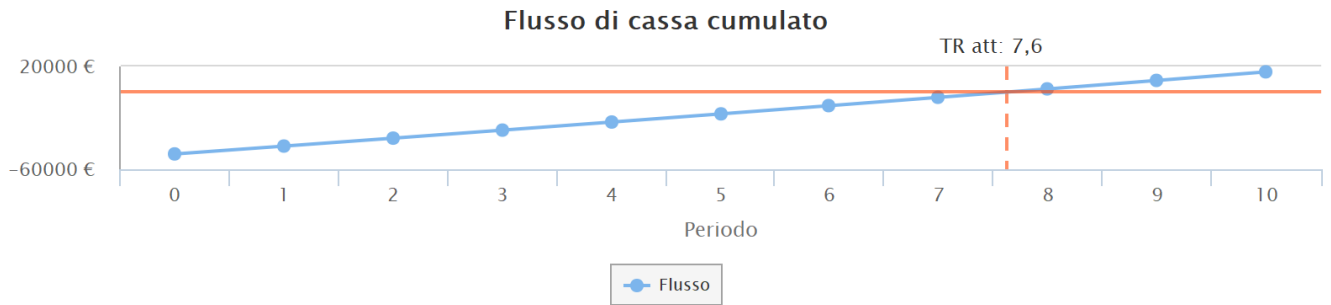
	Anno 0	Anno 1	Anno 2	Anno 3	Anno 4
Costi	48.080,00	485,47	490,18	494,94	499,75
Benefici	0,00	6.601,23	6.665,32	6.730,03	6.795,38
Flussi di cassa	-48.080,00	6.115,77	6.175,14	6.235,09	6.295,63
Flusso di cassa cumulato	-48.080,00	-41.964,23	-35.789,09	-29.554,00	-23.258,37
	Anno 5	Anno 6	Anno 7	Anno 8	Anno 9
Costi	504,60	509,50	514,44	519,44	524,48
Benefici	6.861,35	6.927,96	6.995,23	7.063,14	7.131,72
Flussi di cassa	6.356,75	6.418,47	6.480,78	6.543,70	6.607,23
Flusso di cassa cumulato	-16.901,62	-10.483,15	-4.002,36	2.541,34	9.148,57
	Anno 10	-	-	-	-
Costi	529,57	-	-	-	-
Benefici	7.200,96	-	-	-	-
Flussi di cassa	6.671,38	-	-	-	-
Flusso di cassa cumulato	15.819,96	-	-	-	-

## Rapporto costi/benefici

### Rapporto costi / benefici



## Flusso di cassa cumulato



Viene, comunque, segnalata la possibilità di accedere agli incentivi per l'efficienza energetica per le pubbliche amministrazioni, quali il Conto Termico che finanzia fino al 65% delle spese sostenute per gli interventi di manutenzione sull'involucro e sugli impianti degli edifici che ne incrementano l'efficienza energetica. In particolare, Il Conto Termico prevede incentivi che variano dal 40% al 65% della spesa sostenuta. Inoltre, il Conto Termico è cumulabile con altri incentivi di natura non statale e nell'ambito degli interventi precedentemente indicati. Finanzia inoltre il 100% delle spese per la Diagnosi Energetica e per l'Attestato di Prestazione Energetica (APE) per le PA (e le ESCO che operano per loro conto) e il 50% per i soggetti privati e le cooperative di abitanti e quelle sociali.

**8.2. PROPOSTA DI INTERVENTO MIGLIORATIVO - Altri impianti****8.2.1 DETTAGLIO DEI SINGOLI INTERVENTI**

Il calcolo dell'intervento proposto è eseguito in condizioni A3, tailored rating, con clima esterno reale.

**ALTRI IMPIANTI****Tipologia di intervento:**

Rif.	Intervento
REN.5	Relamping dell'impianto di illuminazione

☒ Relamping interno

**Caratteristiche intervento**

Ante Operam		Post Operam	
Tipologia	Efficienza [lm/W]	Tipologia	Efficienza [lm/W]
Fluorescenti lineari	84,00	LED	110,00

**Tipo di controllo della luce artificiale:**

Automatico

**Costi complessivi dell'intervento**

Costo intervento		
Unitario [€/cad]	Numero elementi	Totale [€]
80,00	226	18.080,00

Le schede tecniche degli apparecchi installati, se presenti, sono riportate negli allegati.

## 8.2.2 VALUTAZIONE DELLO SCENARIO DI INTERVENTO

La realizzazione simultanea di vari interventi proposti implica la loro influenza reciproca sui risparmi finali conseguibili: il risparmio complessivo non equivale alla somma dei singoli risparmi ottenibili realizzando singolarmente i vari interventi.

Nelle seguenti tabelle si riepilogano i principali risultati dello scenario di intervento proposto, tenendo conto delle influenze reciproche.

### Valutazione del Risparmio Energetico

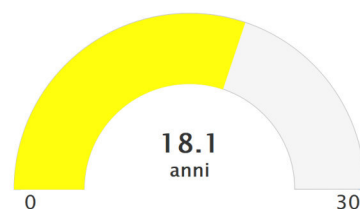
Altri impianti	Consumi	Risparmio energetico		
	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Variazione %
Energia elettrica [kWh]	64.319,5	59.311,7	5.007,8	7,8

### Valutazione del Risparmio Economico e Tempo di ritorno semplice

Altri impianti	Costi	Risparmio economico		
	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Variazione %
Energia elettrica [€]	12.863,9	11.862,3	1.001,6	7,8
Costo complessivo [€]	12.863,9	11.862,3	1.001,6	7,8

	U.M.	Valore
Costo di investimento	€	18.080,0
Risparmio economico	€/Anno	1.001,6
Tempo di ritorno semplice	Anni	18,1
Risparmio CO2	Kg/m <sup>2</sup>	2,5

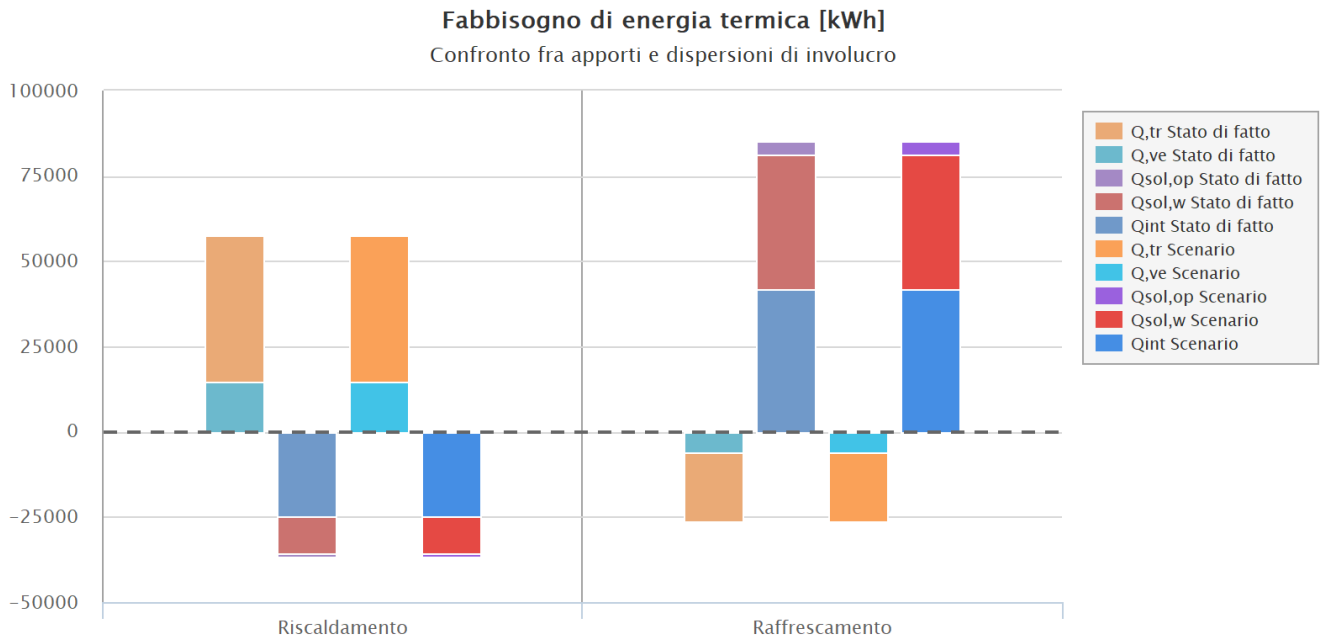
Tempo di ritorno – da 0 a più di 30 anni





### 8.2.3 DETTAGLI DI CALCOLO – INVOLUCRO: FABBISOGNI DI ENERGIA TERMICA

#### Fabbisogno di energia termica



#### Fabbisogni di energia termica per riscaldamento

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
QH,tr	kWh	42.925,7	42.925,7	0	-	Fabbisogno di energia termica per trasmissione
QH,ve	kWh	14.543,4	14.543,4	0	-	Fabbisogno di energia termica per ventilazione
Qsol,op	kWh	1.217,2	1.217,2	0	-	Apporti solari sulle superfici opache in riscaldamento
Qsol,w	kWh	10.923,3	10.923,3	0	-	Apporti solari sulle superfici trasparenti in riscaldamento
Qint	kWh	24.702,1	24.702,1	0	-	Apporti interni in riscaldamento
QH,nd	kWh	22.904,1	22.904,1	0	-	Fabbisogno di energia termica per il riscaldamento

#### Fabbisogni di energia termica per raffrescamento

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
QC,tr	kWh	20.237,5	20.237,5	0	-	Fabbisogno di energia termica per trasmissione
QC,ve	kWh	5.925,6	5.925,6	0	-	Fabbisogno di energia termica per ventilazione
Qsol,op	kWh	3.935,2	3.935,2	0	-	Apporti solari sulle superfici opache in raffrescamento
Qsol,w	kWh	39.087,3	39.087,3	0	-	Apporti solari sulle superfici trasparenti in raffrescamento
Qint	kWh	41.942,1	41.942,1	0	-	Apporti interni in raffrescamento
QC,nd	kWh	57.084,6	57.084,6	0	-	Fabbisogno di energia termica per il raffrescamento

### Fabbisogni di energia termica per ACS

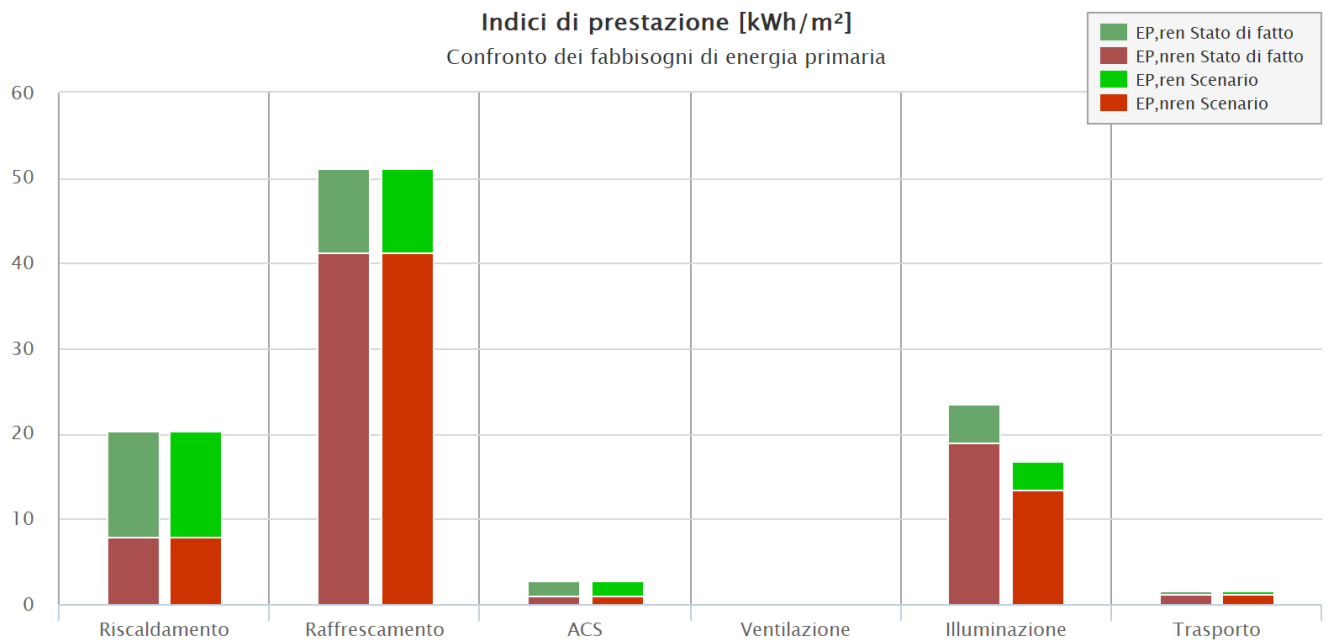
	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
QW	kWh	<b>3.191,9</b>	<b>3.191,9</b>	<b>0</b>	-	Fabbisogno di energia termica per ACS

### Fabbisogni di energia termica e dettagli dell'involucro

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPH,nd	kWh/m <sup>2</sup>	<b>12,8</b>	<b>12,8</b>	<b>0</b>	-	Indice di prestazione termica utile di riscaldamento
EPC,nd	kWh/m <sup>2</sup>	<b>31,9</b>	<b>31,9</b>	<b>0</b>	-	Indice di prestazione termica utile di raffrescamento
EPW,nd	kWh/m <sup>2</sup>	<b>1,8</b>	<b>1,8</b>	<b>0</b>	-	Indice di prestazione termica utile di acs
Asol est/A sup utile	-	<b>0,027</b>	<b>0,027</b>	<b>0</b>	-	Area solare estiva equivalente
YIE	W/m <sup>2</sup> K	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0</b>	-	Trasmittanza termica periodica media

## 8.2.4 DETTAGLI DI CALCOLO – IMPIANTO: FABBISOGNI DI ENERGIA PRIMARIA

### Indici di prestazione



### Climatizzazione invernale

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPH,ren	kWh/m <sup>2</sup>	12,5	12,5	0	-	Indice di prestazione rinnovabile per riscaldamento
EPH,nren	kWh/m <sup>2</sup>	7,8	7,8	0	-	Indice di prestazione non rinnovabile per riscaldamento
EPH,tot	kWh/m <sup>2</sup>	20,3	20,3	0	-	Indice di prestazione totale per riscaldamento
ηH,nren	-	1,649	1,649	0	-	Efficienza globale stagionale di riscaldamento
QR,H	%	61,8	61,8	0	-	Quota rinnovabile per riscaldamento

### Climatizzazione estiva

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPC,ren	kWh/m <sup>2</sup>	9,9	9,9	0	-	Indice di prestazione rinnovabile per raffrescamento
EPC,nren	kWh/m <sup>2</sup>	41,2	41,2	0	-	Indice di prestazione non rinnovabile per raffrescamento
EPC,tot	kWh/m <sup>2</sup>	51,2	51,2	0	-	Indice di prestazione totale per raffrescamento
ηC,nren	-	0,774	0,774	0	-	Efficienza globale stagionale di raffrescamento
QR,C	%	19,4	19,4	0	-	Quota rinnovabile per raffrescamento

### Acqua calda sanitaria

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPW,ren	kWh/m <sup>2</sup>	1,7	1,7	0	-	Indice di prestazione rinnovabile per ACS
EPW,nren	kWh/m <sup>2</sup>	1,0	1,0	0	-	Indice di prestazione non rinnovabile per ACS
EPW,tot	kWh/m <sup>2</sup>	2,7	2,7	0	-	Indice di prestazione totale per ACS
ηW,nren	-	1,778	1,778	0	-	Efficienza globale stagionale di ACS
QR,W	%	63,2	63,2	0	-	Quota rinnovabile per ACS

### Illuminazione

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPL,ren	kWh/m <sup>2</sup>	4,6	3,2	-1,4	-30,4	Indice di prestazione rinnovabile per illuminazione
EPL,nren	kWh/m <sup>2</sup>	18,9	13,5	5,4	28,6	Indice di prestazione non rinnovabile per illuminazione
EPL,tot	kWh/m <sup>2</sup>	23,5	16,7	6,8	28,9	Indice di prestazione totale per ventilazione

## Diagnosi energetica

### Trasporto

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPT,ren	kWh/m <sup>2</sup>	0,3	0,3	0	-	Indice di prestazione rinnovabile per trasporto
EPT,nren	kWh/m <sup>2</sup>	1,2	1,2	0	-	Indice di prestazione non rinnovabile per trasporto
EPT,tot	kWh/m <sup>2</sup>	1,5	1,5	0	-	Indice di prestazione totale per trasporto

### Energia primaria globale

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPgl,ren	kWh/m <sup>2</sup>	29,1	27,8	-1,3	-4,5	Indice di prestazione globale rinnovabile
EPgl,nren	kWh/m <sup>2</sup>	70,2	64,7	5,5	7,8	Indice di prestazione globale non rinnovabile
EPgl,tot	kWh/m <sup>2</sup>	99,3	92,5	6,8	6,8	Indice di prestazione globale dell'edificio
QR,HWC	%	32,6	32,6	0	-	Quota rinnovabile per risc., acs e raff.

### Edificio di riferimento

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPgl,nren,rif	kWh/m <sup>2</sup>	62,3	56,8	5,5	8,8	Indice di prestazione non rinnovabile

## 8.2a. TEMPO DI RITORNO SEMPLICE

## Esborso nei prossimi 10 anni in assenza di interventi (simulazione)

Stato attuale	1° anno	2° anno	3° anno	4° anno	5° anno	6° anno	7° anno	8° anno	9° anno	10° anno	Totale
Spesa combustibile €/anno	12.863,90	13.185,50	13.515,14	13.853,01	14.199,34	14.554,32	14.918,18	15.291,14	15.673,41	16.065,25	144.119,20

Costo del combustibile: 0,200 €/kWh

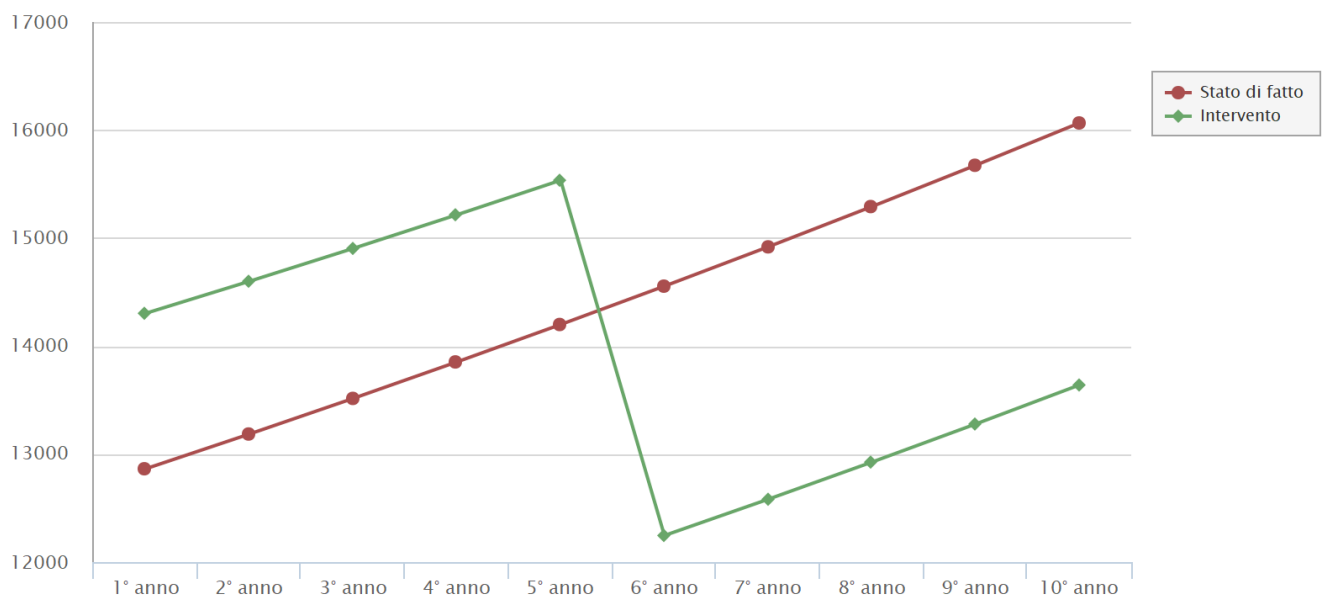
Nota: costo del combustibile incrementato del 1,03% ogni anno

Dopo l'intervento	1° anno	2° anno	3° anno	4° anno	5° anno	6° anno	7° anno	8° anno	9° anno	10° anno	Totale
Spesa combustibile €/anno	11.862,33	12.158,89	12.462,86	12.774,44	13.093,80	13.421,14	13.756,67	14.100,59	14.453,10	14.814,43	132.898,25
Ipotesi rateizzazione anni	3.616,00	3.616,00	3.616,00	3.616,00	3.616,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18.080,00
Recupero fiscale €	1.175,20	1.175,20	1.175,20	1.175,20	1.175,20	1.175,20	1.175,20	1.175,20	1.175,20	1.175,20	11.752,00
Spesa riscaldamento €	14.303,13	14.599,69	14.903,66	15.215,24	15.534,60	12.245,94	12.581,47	12.925,39	13.277,90	13.639,23	139.226,25
Differenza sulla rata €	1.439,23	1.414,19	1.388,53	1.362,22	1.335,26	-2.308,38	-2.336,71	-2.365,75	-2.395,51	-2.426,02	-4.892,95

Costo del combustibile: 0,200 €/kWh

Nota: costo del combustibile incrementato del 1,03% ogni anno

Andamento esborso totale per anno [€]



Andamento della spesa per il riscaldamento per lo stato attuale e dopo l'intervento

## 8.2b. ANALISI ECONOMICA (UNI EN 15459)

L'analisi economica si fonda sull'approccio del life cycle cost analysis secondo la norma UNI EN 15459. I passi di calcolo per la determinazione del costo globale partono dalla valutazione del tasso di sconto che consente la comparazione del valore della valuta in periodi differenti e quindi riportare al momento iniziale una spesa effettuata dopo p anni.

Il costo globale dell'investimento è determinato come segue:

$$C_G(\tau) = C_1 + \sum_j \left[ \sum_{i=1}^{\tau} (C_{a,i}(j) \times R_d(i)) - V_{f,\tau}(j) \right] \quad (\text{€})$$

$\tau$  è periodo di calcolo

$C_1$  è il costo dell'investimento iniziale

$C_{a,i}(j)$  è il costo annuale per l'anno i del componente j

$V_{f,\tau}(j)$  è il valore finale del componente j alla fine del periodo di calcolo (riferito all'anno iniziale)

Il valore finale del componente è determinato secondo questa formula:

$$V_{f,\tau}(j) = V_0(j) \times (1 + R_p/100)^{n_{\tau}(j) \times \tau_n(j)} \times \left[ \frac{(n_{\tau}(j) + 1) \times \tau_n(j) - \tau}{\tau_n(j)} \right] \times R_d(\tau)$$

$V_0(j)$  è il costo iniziale del componente

$R_p$  è il tasso dell'andamento dei prezzi per i prodotti

$n_{\tau}(j)$  è il numero di sostituzioni del componente j nel periodo di calcolo

$\tau_n(j)$  è la vita del componente j

Il tasso di sconto è calcolato come segue:

$$R_d(p) = \left( \frac{1}{1 + R_R/100} \right)^p$$

con p il numero di anni e  $R_R$  il tasso di interesse reale

$$R_R = \frac{R - R_i}{1 + R_i/100} \%$$

dove R è il tasso di interesse di mercato e  $R_i$  è il tasso di inflazione.

Il fattore di attualizzazione utilizzato per riportare all'anno iniziale tutti i costi e le rendite annuali è stata utilizzata la seguente:

$$f_{pv}(n) = \frac{1 - (1 + R_R/100)^{-n}}{R_R/100}$$

### Ipotesi di calcolo

Tasso di interesse di mercato	3	% R
Tasso di inflazione	4	% $R_i$
Durata del calcolo	10	Anni

Di seguito il dettaglio dei costi iniziali sostenuti per l'intervento. Nella colonna Sostituzioni è indicato il totale attualizzato delle sostituzioni avvenute per un dato componente nel periodo di calcolo utilizzato per l'analisi.

COSTI INIZIALI	Costo [€]	Quantità	Detraibile	Totale [€]	Sostituzioni [€]
Costo dell'intervento	18.080,00	1	No	18.080,00	-
Totale				18.080,00	-

## Diagnosi energetica

I costi di manutenzione e di smaltimento possono essere ricavati da una percentuale di incidenza sul totale e da un costo fisso aggiuntivo eventualmente specificato.

COSTI DI MANUTENZIONE ANNUALE	Incidenza sul totale [%]	Valore [€]	Costo aggiuntivo [€]	Costo anno [€]
Costo dell'intervento	1,00	18.080,00	0,00	180,80
Totale				180,80

COSTI SMALTIMENTO NOMINALI	Incidenza sul totale [%]	Valore [€]	Costo aggiuntivo [€]	Totale [€]
Costo dell'intervento	2,00	18.080,00	0,00	361,60
Totale				361,60

I costi di smaltimento attualizzati comprendo anche le frazioni ancora non utilizzate di eventuali costi di smaltimento da sostenere oltre il periodo di vita del componente.

COSTI SMALTIMENTO ATTUALIZZATI	Vita	Anno	Costo [€]	Tasso[%]	Valore[€]
Smaltimento Costo dell'intervento		10	361,60	1,101	199,14
Totale					199,14

COSTI PERIODICI	Annuale [€]	Annualità	Tasso [%]	Totale [€]
Manutenzione Costo dell'intervento	180,80	20	10,550	1.907,41
Totale				1.907,41

RICAVI PERIODICI	Annuale [€]	Annualità	Tasso [%]	Totale [€]
Risparmio Energia elettrica	-1.001,57	20	10,550	-10.566,40
Totale				-10.566,40

COSTI UNA TANTUM	Annuale [€]	Annualità	Tasso [%]	Totale [€]
Totale				0,00

Principali risultati

### Intervallo di calcolo e tasso attualizzazione

VALORI FINALI	Vita	Valore iniziale [€]	Uso	Valore finale [€]	Valore attualizzato [€]
Costo dell'intervento	20	18.080,00	0,50	-9.040,00	-9.957,02
Totale					-9.957,02

COSTO COMPLESSIVO ATTUALIZZATO SENZA INCENTIVI FISCALI [€]	-336,88
--	---------

DETRAZIONI FISCALI	Annuale	Annualità	Tasso [%]	Totale [€]
Totale				0,00

VALORE ATTUALE OPERAZIONE [€]	-336,88
-------------------------------	---------

EQUIVALENTE ANNUALE	Annualità	Tasso [%]	Totale [€]
Equivalente annuale	10	0,095	-31,93

## Indici di valutazione

	U.M.	Valore
Costi residui e valori finali	€	-9.757,88
Indice di Profitto	-	1,017
Tempo di Ritorno attualizzato	Anni	Non raggiunto
Costo globale	€	-336,88
Incentivo	€	0,00

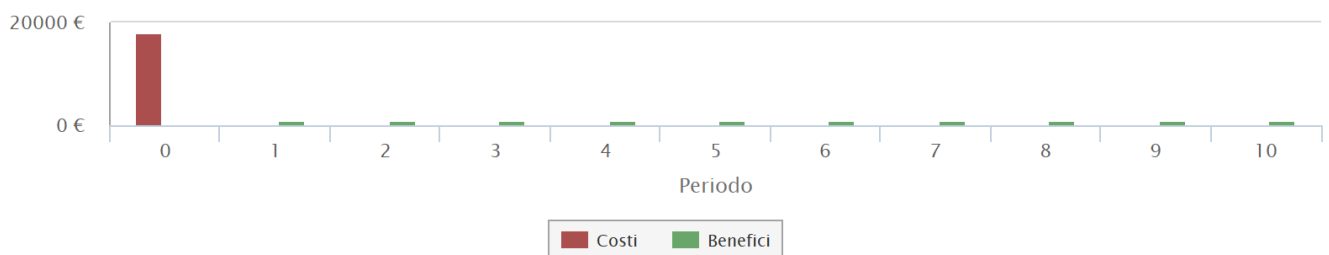


## Andamento annuale

	Anno 0	Anno 1	Anno 2	Anno 3	Anno 4
Costi	18.080,00	182,56	184,33	186,12	187,92
Benefici	0,00	1.011,29	1.021,11	1.031,03	1.041,04
Flussi di cassa	-18.080,00	828,74	836,78	844,91	853,11
Flusso di cassa cumulato	-18.080,00	-17.251,26	-16.414,48	-15.569,57	-14.716,46
	Anno 5	Anno 6	Anno 7	Anno 8	Anno 9
Costi	189,75	191,59	193,45	195,33	197,23
Benefici	1.051,14	1.061,35	1.071,65	1.082,06	1.092,56
Flussi di cassa	861,39	869,76	878,20	886,73	895,34
Flusso di cassa cumulato	-13.855,06	-12.985,30	-12.107,10	-11.220,37	-10.325,04
	Anno 10	-	-	-	-
Costi	199,14	-	-	-	-
Benefici	1.103,17	-	-	-	-
Flussi di cassa	904,03	-	-	-	-
Flusso di cassa cumulato	-9.421,01	-	-	-	-

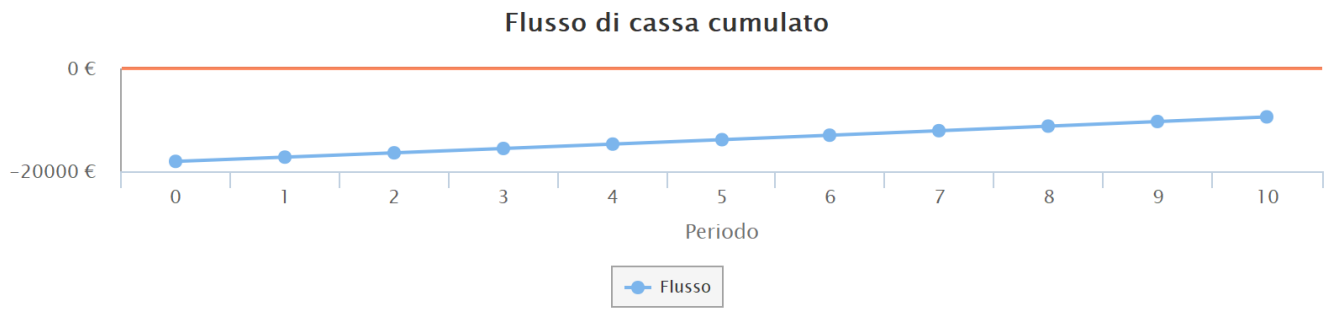
## Rapporto costi/benefici

### Rapporto costi / benefici





**Flusso di cassa cumulato**



### 8.3. PROPOSTA DI INTERVENTO MIGLIORATIVO - Fonti rinnovabili

#### 8.3.1 DETTAGLIO DEI SINGOLI INTERVENTI

Il calcolo dell'intervento proposto è eseguito in condizioni A3, tailored rating, con clima esterno reale.

#### IMPIANTO FOTOVOLTAICO

##### Tipologia di intervento

Rif.	Intervento
REN.6	Installazione di pannelli solari fotovoltaici

##### Dimensione dell'intervento

Marca e modello	Tipo	N°	Sup. totale captazione [m²]	Azimut [°]	Inclinazione [°]	Kpv
Silicio monocristallino – 400W	Silicio monocristallino	75	141,00	45,00	20,00	0,21

##### Producibilità dell'impianto solare fotovoltaico

Mese	Irradiazione mensile [kWh/mq]	Producibilità pannelli [kWh]
Gennaio	66,9	1.404,7
Febbraio	75,4	1.583,2
Marzo	132,6	2.784,7
Aprile	152,3	3.198,2
Maggio	189,8	3.986,4
Giugno	194,7	4.088,3
Luglio	207,2	4.351,0
Agosto	185,9	3.904,0
Settembre	141,0	2.960,8
Ottobre	118,0	2.478,2
Novembre	84,0	1.764,7
Dicembre	62,2	1.307,2
TOTALE	1.610,1	33.811,5

La relazione tecnica dell'impianto fotovoltaico, se presente, è riportata negli allegati.

##### Costo dell'intervento

Costo intervento			
Unitario [€/cad]	Batterie accumulo [€/bat]	Fisso [€]	Totale [€]
30.000,00	0,00	0,00	30.000,00

### 8.3.2 VALUTAZIONE DELLO SCENARIO DI INTERVENTO

La realizzazione simultanea di vari interventi proposti implica la loro influenza reciproca sui risparmi finali conseguibili: il risparmio complessivo non equivale alla somma dei singoli risparmi ottenibili realizzando singolarmente i vari interventi.

Nelle seguenti tabelle si riepilogano i principali risultati dello scenario di intervento proposto, tendendo conto delle influenze reciproche.

#### Valutazione del Risparmio Energetico

Fonti rinnovabili	Consumi		Risparmio energetico	
	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Variazione %
Energia elettrica [kWh]	64.319,5	34.872,8	29.446,7	45,8

#### Valutazione del Risparmio Economico e Tempo di ritorno semplice

Fonti rinnovabili	Costi	Risparmio economico		
	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Variazione %
Energia elettrica [€]	12.863,9	6.974,6	5.889,3	45,8
Costo complessivo [€]	12.863,9	6.974,6	5.889,3	45,8

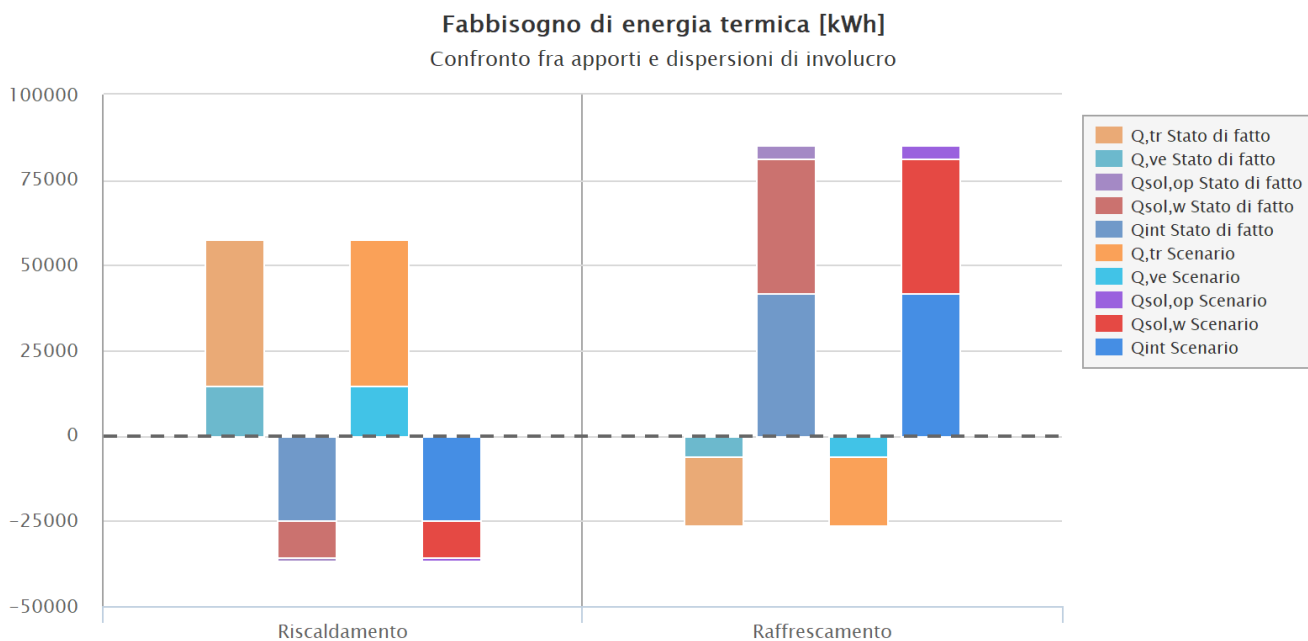
	U.M.	Valore
Costo di investimento	€	30.000,0
Risparmio economico	€/Anno	5.889,3
Tempo di ritorno semplice	Anni	5,1
Risparmio CO2	Kg/m <sup>2</sup>	13,5

Tempo di ritorno – da 0 a più di 30 anni



### 8.3.3 DETTAGLI DI CALCOLO – INVOLUCRO: FABBISOGNI DI ENERGIA TERMICA

#### Fabbisogno di energia termica



#### Fabbisogni di energia termica per riscaldamento

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
QH,tr	kWh	42.925,7	42.925,7	0	-	Fabbisogno di energia termica per trasmissione
QH,ve	kWh	14.543,4	14.543,4	0	-	Fabbisogno di energia termica per ventilazione
Qsol,op	kWh	1.217,2	1.217,2	0	-	Apporti solari sulle superfici opache in riscaldamento
Qsol,w	kWh	10.923,3	10.923,3	0	-	Apporti solari sulle superfici trasparenti in riscaldamento
Qint	kWh	24.702,1	24.702,1	0	-	Apporti interni in riscaldamento
QH,nd	kWh	22.904,1	22.904,1	0	-	Fabbisogno di energia termica per il riscaldamento

#### Fabbisogni di energia termica per raffrescamento

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
QC,tr	kWh	20.237,5	20.237,5	0	-	Fabbisogno di energia termica per trasmissione
QC,ve	kWh	5.925,6	5.925,6	0	-	Fabbisogno di energia termica per ventilazione
Qsol,op	kWh	3.935,2	3.935,2	0	-	Apporti solari sulle superfici opache in raffrescamento
Qsol,w	kWh	39.087,3	39.087,3	0	-	Apporti solari sulle superfici trasparenti in raffrescamento
Qint	kWh	41.942,1	41.942,1	0	-	Apporti interni in raffrescamento
QC,nd	kWh	57.084,6	57.084,6	0	-	Fabbisogno di energia termica per il raffrescamento

### Fabbisogni di energia termica per ACS

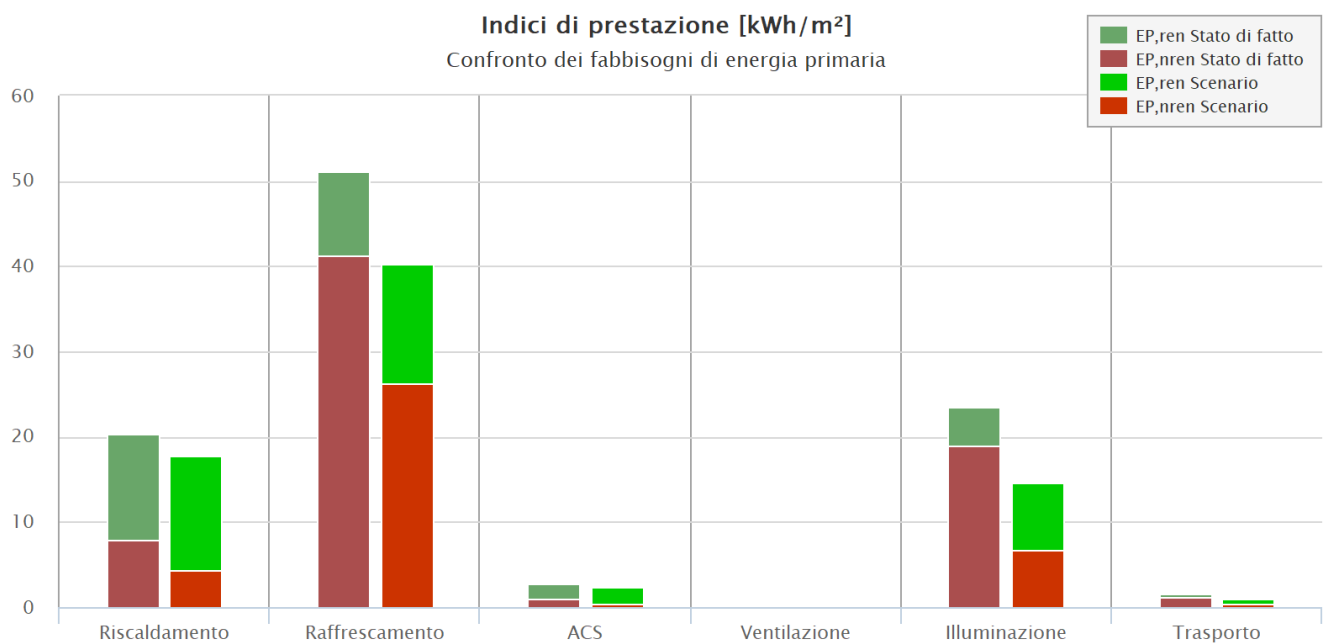
	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
QW	kWh	<b>3.191,9</b>	<b>3.191,9</b>	<b>0</b>	-	Fabbisogno di energia termica per ACS

### Fabbisogni di energia termica e dettagli dell'involucro

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPH,nd	kWh/m <sup>2</sup>	<b>12,8</b>	<b>12,8</b>	<b>0</b>	-	Indice di prestazione termica utile di riscaldamento
EPC,nd	kWh/m <sup>2</sup>	<b>31,9</b>	<b>31,9</b>	<b>0</b>	-	Indice di prestazione termica utile di raffrescamento
EPW,nd	kWh/m <sup>2</sup>	<b>1,8</b>	<b>1,8</b>	<b>0</b>	-	Indice di prestazione termica utile di acs
Asol est/A sup utile	-	<b>0,027</b>	<b>0,027</b>	<b>0</b>	-	Area solare estiva equivalente
YIE	W/m <sup>2</sup> K	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0</b>	-	Trasmittanza termica periodica media

## 8.3.4 DETTAGLI DI CALCOLO – IMPIANTO: FABBISOGNI DI ENERGIA PRIMARIA

### Indici di prestazione



### Climatizzazione invernale

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPH,ren	kWh/m <sup>2</sup>	12,5	13,5	1,0	8,0	Indice di prestazione rinnovabile per riscaldamento
EPH,nren	kWh/m <sup>2</sup>	7,8	4,3	3,5	44,9	Indice di prestazione non rinnovabile per riscaldamento
EPH,tot	kWh/m <sup>2</sup>	20,3	17,8	2,5	12,3	Indice di prestazione totale per riscaldamento
ηH,nren	-	1,649	2,964	1,315	79,7	Efficienza globale stagionale di riscaldamento
QR,H	%	61,8	75,7	13,9	22,5	Quota rinnovabile per riscaldamento

### Climatizzazione estiva

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPC,ren	kWh/m <sup>2</sup>	9,9	14,0	4,1	41,4	Indice di prestazione rinnovabile per raffrescamento
EPC,nren	kWh/m <sup>2</sup>	41,2	26,2	15,0	36,4	Indice di prestazione non rinnovabile per raffrescamento
EPC,tot	kWh/m <sup>2</sup>	51,2	40,3	10,9	21,3	Indice di prestazione totale per raffrescamento
ηC,nren	-	0,774	1,217	0,443	57,2	Efficienza globale stagionale di raffrescamento
QR,C	%	19,4	34,8	15,4	79,4	Quota rinnovabile per raffrescamento

### Acqua calda sanitaria

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPW,ren	kWh/m <sup>2</sup>	1,7	1,9	0,2	11,8	Indice di prestazione rinnovabile per ACS
EPW,nren	kWh/m <sup>2</sup>	1,0	0,4	0,6	60,0	Indice di prestazione non rinnovabile per ACS
EPW,tot	kWh/m <sup>2</sup>	2,7	2,3	0,4	14,8	Indice di prestazione totale per ACS
ηW,nren	-	1,778	5,090	3,312	186,3	Efficienza globale stagionale di ACS
QR,W	%	63,2	84,4	21,2	33,5	Quota rinnovabile per ACS

### Illuminazione

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPL,ren	kWh/m <sup>2</sup>	4,6	7,9	3,3	71,7	Indice di prestazione rinnovabile per illuminazione
EPL,nren	kWh/m <sup>2</sup>	18,9	6,7	12,2	64,6	Indice di prestazione non rinnovabile per illuminazione
EPL,tot	kWh/m <sup>2</sup>	23,5	14,6	8,9	37,9	Indice di prestazione totale per ventilazione

## Diagnosi energetica

### Trasporto

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPT,ren	kWh/m <sup>2</sup>	0,3	0,5	0,2	66,7	Indice di prestazione rinnovabile per trasporto
EPT,nren	kWh/m <sup>2</sup>	1,2	0,4	0,8	66,7	Indice di prestazione non rinnovabile per trasporto
EPT,tot	kWh/m <sup>2</sup>	1,5	1,0	0,5	33,3	Indice di prestazione totale per trasporto

### Energia primaria globale

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPgl,ren	kWh/m <sup>2</sup>	29,1	37,8	8,7	29,9	Indice di prestazione globale rinnovabile
EPgl,nren	kWh/m <sup>2</sup>	70,2	38,1	32,1	45,7	Indice di prestazione globale non rinnovabile
EPgl,tot	kWh/m <sup>2</sup>	99,3	75,9	23,4	23,6	Indice di prestazione globale dell'edificio
QR,HWC	%	32,6	48,8	16,2	49,7	Quota rinnovabile per risc., acs e raff.

### Edificio di riferimento

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPgl,nren,rif	kWh/m <sup>2</sup>	62,3	49,2	13,1	21,0	Indice di prestazione non rinnovabile

## 8.3a. TEMPO DI RITORNO SEMPLICE

## Esborso nei prossimi 10 anni in assenza di interventi (simulazione)

Stato attuale	1° anno	2° anno	3° anno	4° anno	5° anno	6° anno	7° anno	8° anno	9° anno	10° anno	Totale
Spesa combustibile €/anno	12.863,90	13.185,50	13.515,14	13.853,01	14.199,34	14.554,32	14.918,18	15.291,14	15.673,41	16.065,25	144.119,20

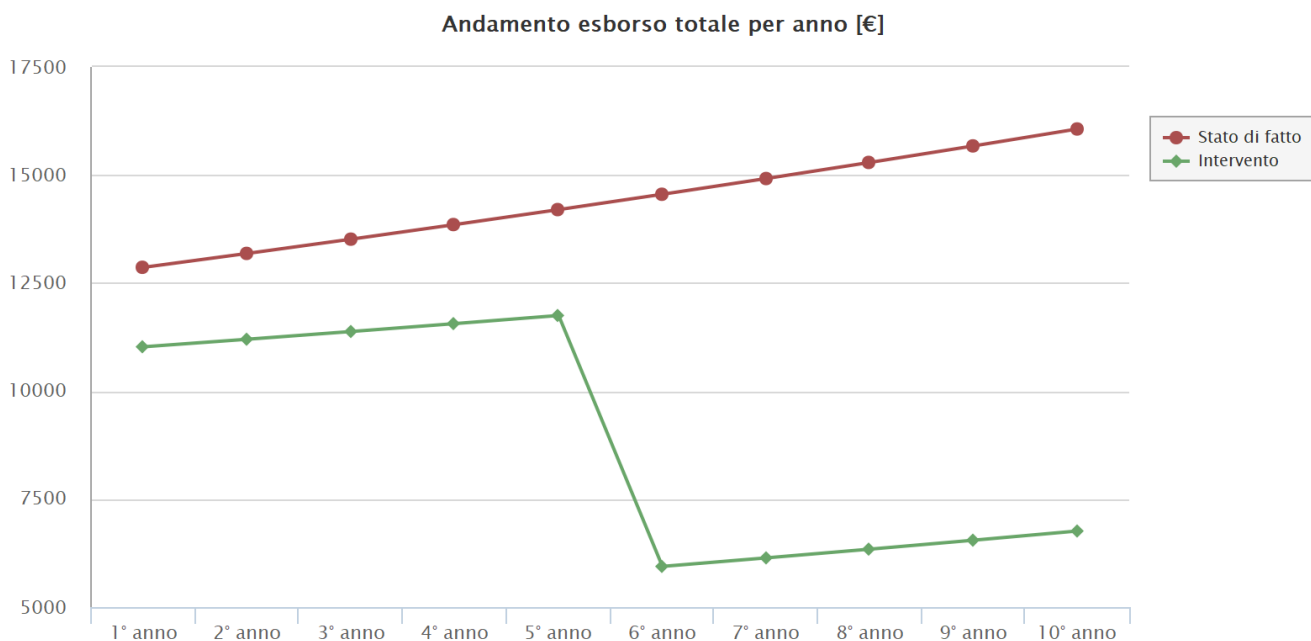
Costo del combustibile: 0,200 €/kWh

Nota: costo del combustibile incrementato del 1,03% ogni anno

Dopo l'intervento	1° anno	2° anno	3° anno	4° anno	5° anno	6° anno	7° anno	8° anno	9° anno	10° anno	Totale
Spesa combustibile €/anno	6.974,56	7.148,93	7.327,65	7.510,84	7.698,61	7.891,08	8.088,36	8.290,56	8.497,83	8.710,27	78.138,70
Ipotesi rateizzazione anni	6.000,00	6.000,00	6.000,00	6.000,00	6.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	30.000,00
Recupero fiscale €	1.950,00	1.950,00	1.950,00	1.950,00	1.950,00	1.950,00	1.950,00	1.950,00	1.950,00	1.950,00	19.500,00
Spesa riscaldamento €	11.024,56	11.198,93	11.377,65	11.560,84	11.748,61	5.941,08	6.138,36	6.340,56	6.547,83	6.760,27	88.638,70
Differenza sulla rata €	-1.839,34	-1.986,57	-2.137,49	-2.292,17	-2.450,73	-8.613,25	-8.779,83	-8.950,57	-9.125,59	-9.304,98	-55.480,50

Costo del combustibile: 0,200 €/kWh

Nota: costo del combustibile incrementato del 1,03% ogni anno



Andamento della spesa per il riscaldamento per lo stato attuale e dopo l'intervento



### 8.3b. ANALISI ECONOMICA (UNI EN 15459)

L'analisi economica si fonda sull'approccio del life cycle cost analysis secondo la norma UNI EN 15459. I passi di calcolo per la determinazione del costo globale partono dalla valutazione del tasso di sconto che consente la comparazione del valore della valuta in periodi differenti e quindi riportare al momento iniziale una spesa effettuata dopo p anni.

Il costo globale dell'investimento è determinato come segue:

$$C_G(\tau) = C_1 + \sum_j \left[ \sum_{i=1}^{\tau} (C_{a,i}(j) \times R_d(i)) - V_{t,\tau}(j) \right] (\text{€})$$

$\tau$  è periodo di calcolo

$C_1$  è il costo dell'investimento iniziale

$C_{a,i}(j)$  è il costo annuale per l'anno i del componente j

$V_{t,\tau}(j)$  è il valore finale del componente j alla fine del periodo di calcolo (riferito all'anno iniziale)

Il valore finale del componente è determinato secondo questa formula:

$$V_{t,\tau}(j) = V_0(j) \times (1 + R_p/100)^{n_{\tau}(j) \times \tau_n(j)} \times \left[ \frac{(n_{\tau}(j) + 1) \times \tau_n(j) - \tau}{\tau_n(j)} \right] \times R_d(\tau)$$

$V_0(j)$  è il costo iniziale del componente

$R_p$  è il tasso dell'andamento dei prezzi per i prodotti

$n_{\tau}(j)$  è il numero di sostituzioni del componente j nel periodo di calcolo

$\tau_n(j)$  è la vita del componente j

Il tasso di sconto è calcolato come segue:

$$R_d(p) = \left( \frac{1}{1 + R_R/100} \right)^p$$

con p il numero di anni e  $R_R$  il tasso di interesse reale

$$R_R = \frac{R - R_i}{1 + R_i/100} \%$$

dove R è il tasso di interesse di mercato e  $R_i$  è il tasso di inflazione.

Il fattore di attualizzazione utilizzato per riportare all'anno iniziale tutti i costi e le rendite annuali è stata utilizzata la seguente:

$$f_{pv}(n) = \frac{1 - (1 + R_R/100)^{-n}}{R_R/100}$$

#### Ipotesi di calcolo

Tasso di interesse di mercato	3	% R
Tasso di inflazione	4	% $R_i$
Durata del calcolo	10	Anni

Di seguito il dettaglio dei costi iniziali sostenuti per l'intervento. Nella colonna Sostituzioni è indicato il totale attualizzato delle sostituzioni avvenute per un dato componente nel periodo di calcolo utilizzato per l'analisi.

COSTI INIZIALI	Costo [€]	Quantità	Detraibile	Totale [€]	Sostituzioni [€]
Costo dell'intervento	30.000,00	1	No	30.000,00	-
Totale				30.000,00	-

## Diagnosi energetica

I costi di manutenzione e di smaltimento possono essere ricavati da una percentuale di incidenza sul totale e da un costo fisso aggiuntivo eventualmente specificato.

COSTI DI MANUTENZIONE ANNUALE	Incidenza sul totale [%]	Valore [€]	Costo aggiuntivo [€]	Costo anno [€]
Costo dell'intervento	1,00	30.000,00	0,00	300,00
Totale				300,00

COSTI SMALTIMENTO NOMINALI	Incidenza sul totale [%]	Valore [€]	Costo aggiuntivo [€]	Totale [€]
Costo dell'intervento	2,00	30.000,00	0,00	600,00
Totale				600,00

I costi di smaltimento attualizzati comprendo anche le frazioni ancora non utilizzate di eventuali costi di smaltimento da sostenere oltre il periodo di vita del componente.

COSTI SMALTIMENTO ATTUALIZZATI	Vita	Anno	Costo [€]	Tasso[%]	Valore[€]
Smaltimento Costo dell'intervento		10	600,00	1,101	330,43
Totale					330,43

COSTI PERIODICI	Annuale [€]	Annualità	Tasso [%]	Totale [€]
Manutenzione Costo dell'intervento	300,00	20	10,550	3.164,95
Totale				3.164,95

RICAVI PERIODICI	Annuale [€]	Annualità	Tasso [%]	Totale [€]
Risparmio Energia elettrica	-5.889,34	20	10,550	-62.131,59
Totale				-62.131,59

COSTI UNA TANTUM	Annuale [€]	Annualità	Tasso [%]	Totale [€]
Totale				0,00

### Principali risultati

#### Intervallo di calcolo e tasso attualizzazione

VALORI FINALI	Vita	Valore iniziale [€]	Uso	Valore finale [€]	Valore attualizzato [€]
Costo dell'intervento	20	30.000,00	0,50	-15.000,00	-16.521,61
Totale					-16.521,61

COSTO COMPLESSIVO ATTUALIZZATO SENZA INCENTIVI FISCALI [€]	-45.157,82
--	------------

DETRAZIONI FISCALI	Annuale	Annualità	Tasso [%]	Totale [€]
Totale				0,00

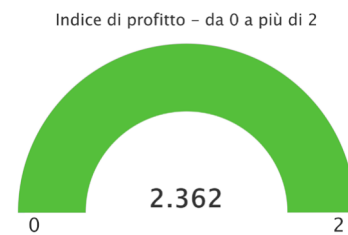
VALORE ATTUALE OPERAZIONE [€]	-45.157,82
-------------------------------	------------

EQUIVALENTE ANNUALE	Annualità	Tasso [%]	Totale [€]
Equivalente annuale	10	0,095	-4.280,43

## Diagnosi energetica

### Indici di valutazione

	U.M.	Valore
Costi residui e valori finali	€	-16.191,18
Indice di Profitto	-	2,362
Tempo di Ritorno attualizzato	Anni	5,2
Costo globale	€	-45.157,82
Incentivo	€	0,00

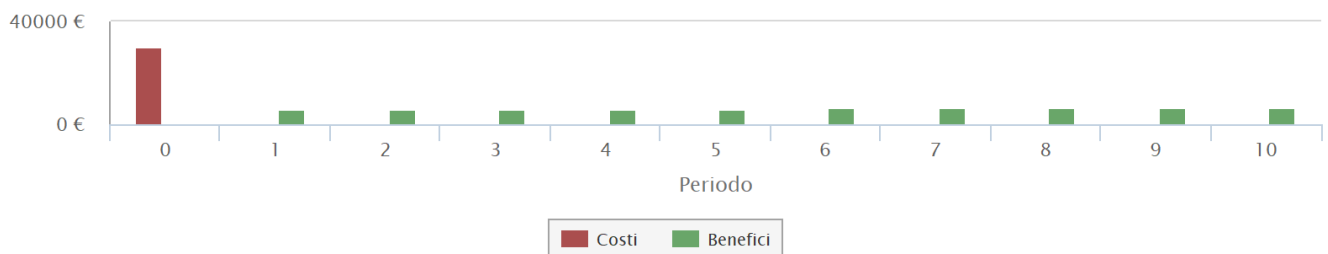


### Andamento annuale

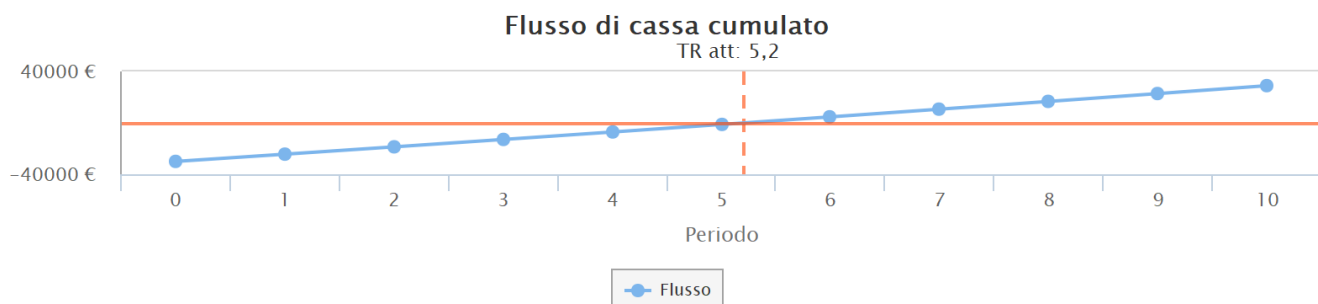
	Anno 0	Anno 1	Anno 2	Anno 3	Anno 4
Costi	30.000,00	302,91	305,85	308,82	311,82
Benefici	0,00	5.946,52	6.004,25	6.062,54	6.121,40
Flussi di cassa	-30.000,00	5.643,61	5.698,40	5.753,72	5.809,58
Flusso di cassa cumulato	-30.000,00	-24.356,39	-18.658,00	-12.904,27	-7.094,69
	Anno 5	Anno 6	Anno 7	Anno 8	Anno 9
Costi	314,85	317,91	320,99	324,11	327,25
Benefici	6.180,84	6.240,84	6.301,43	6.362,61	6.424,39
Flussi di cassa	5.865,99	5.922,94	5.980,44	6.038,51	6.097,13
Flusso di cassa cumulato	-1.228,70	4.694,23	10.674,68	16.713,18	22.810,31
	Anno 10	-	-	-	-
Costi	330,43	-	-	-	-
Benefici	6.486,76	-	-	-	-
Flussi di cassa	6.156,33	-	-	-	-
Flusso di cassa cumulato	28.966,64	-	-	-	-

### Rapporto costi/benefici

#### Rapporto costi / benefici



## Flusso di cassa cumulato



## 9. Ulteriori interventi di risparmio energetico

### Interventi ad alto costo

Intervento	Tempo di ritorno	Costo
Isolamento termico pareti verticali	466,2	108.872,10
Sostituzione infissi	72,1	131.355.00

### Interventi a basso costo

Intervento	Tempo di ritorno	Costo
Installazione schermature mobili infissi	11,2	9.119.30

Ulteriori interventi di risparmio energetico consistono nel formare e sensibilizzare gli utenti finali ossia quelle misure a costo zero, vale a dire comportamenti quotidiani che permettono di risparmiare fino al 10% in bolletta.

Le misure per ridurre i consumi nel settore sono:

- Prediligere le scale al posto dell'ascensore, permette di ottenere un risparmio di circa 0,05 kWh per ogni utilizzo evitato;
- Uso di lampadine a basso consumo;
- Sistemi di controllo intelligente può portare ad un risparmio di energia per riscaldamento tra il 7% e il 20% e per raffrescamento tra il 2% e il 4%;
- Impostare la temperatura interna a 18°C in inverno consente di ridurre i consumi di riscaldamento del 12%;
- Impostare la temperatura interna a 28°C in estate consente un risparmio in bolletta del 22%;
- Chiudere porte e finestre quando l'impianto è acceso;
- Effettuare regolarmente la manutenzione degli impianti.

Per le verifiche dei requisiti in termini di comfort, salubrità e benessere si rimanda all'allegato corrispondente.

Comune di Palermo- (PA)

# DIAGNOSI ENERGETICA

*Documento di Sintesi*

Diagnosi Energetica di sintesi per la realizzazione di:  
SERVIZIO DI ESECUZIONE DI INDAGINI STRUTTURALI, DI  
DIAGNOSI ENERGETICA E DI RILIEVO GEOMETRICO,  
ARCHITETTONICO, STRUTTURALE, IMPIANTISTICO E  
TECNOLOGICO, DA RESTITUIRE IN MODALITÀ BIM, CON  
RIFERIMENTO AL COMPENDIO IMMOBILIARE COSTITUITO DA  
PALAZZO DELLA ZECCA E PALAZZO NISCEMI, SITI IN PALERMO,  
PIAZZA MARINA-SALITA INTENDENZA E VICOLO NISCEMI.

**REGIONE SICILIA**

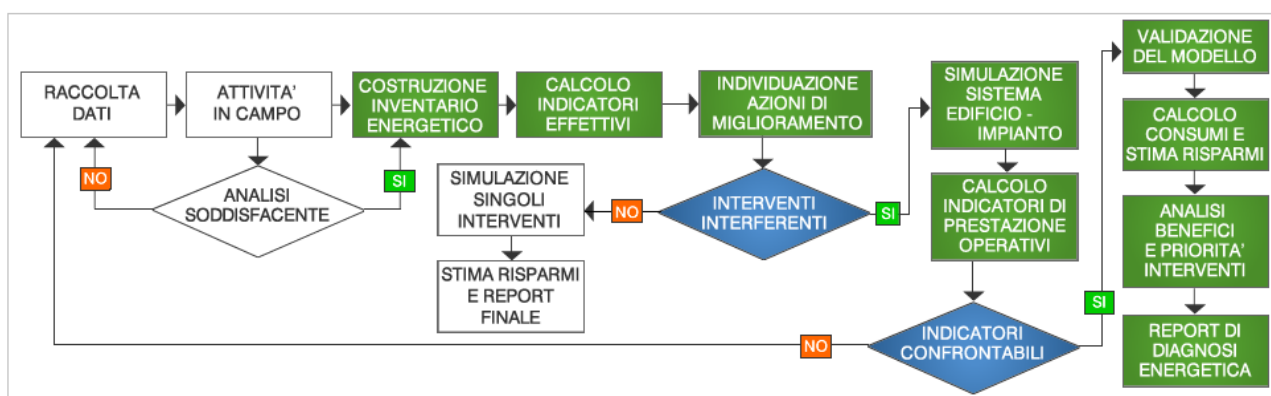
DIAGNOSI ENERGETICA a cura di	<b>Ing. Sandro Feligioni</b>
COMMITTENTE	<b>Agenzia del Demanio - Direzione Regionale Sicilia</b>
EDIFICIO	<b>Piazza Marina - Vicolo Niscemi - Palermo (PA)</b>

## INTRODUZIONE

L'obiettivo della presente diagnosi energetica è definire lo stato di fatto dell'edificio dal punto di vista energetico-prestazionale e individuare interventi di riqualificazione da attuare e promuovere per incrementarne l'efficienza energetica, con particolare attenzione al rapporto tra costi di investimento e benefici attesi.

Questa relazione di sintesi riporta l'analisi sui consumi energetici, gli scenari di intervento analizzati tra cui si indica l'intervento raggiungibile. Il consumo annuale dell'edificio nel suo stato attuale è ricavato dalla raccolta delle bollette.

Come indicato dalla norma UNI CEI EN 16247-2 e dalle Linee Guida ENEA per la diagnosi energetica degli edifici, la procedura generale di diagnosi prevede le seguenti fasi: contatti preliminari, comunicazioni con il committente, incontro preliminare, raccolta dati, attività in campo, analisi, redazione del rapporto di diagnosi energetica e presentazione al committente.



*Diagramma di flusso Diagnosi Energetica*

Di seguito sono riassunti lo scenario di intervento da realizzare e gli altri scenari di intervento simulati, con particolare riferimento a quelli economicamente più convenienti. Nei paragrafi successivi viene analizzato ogni singolo intervento.

Intervento	Costo [€]	Risparmio [€/Anno]	Rid.CO2 [%]	Ammortamento [Anni]
Relamping impianto di illuminazione	14.400	1.053	-5,68	13,7
Fabbricato - involucro opaco	31.259	1.047	-2,15	29,9
Fonti rinnovabili – Impianto fotovoltaico	64.000	10.511	-49,90	6,1
Scenario collettivo	109.659	19.014	-67,69	5,8

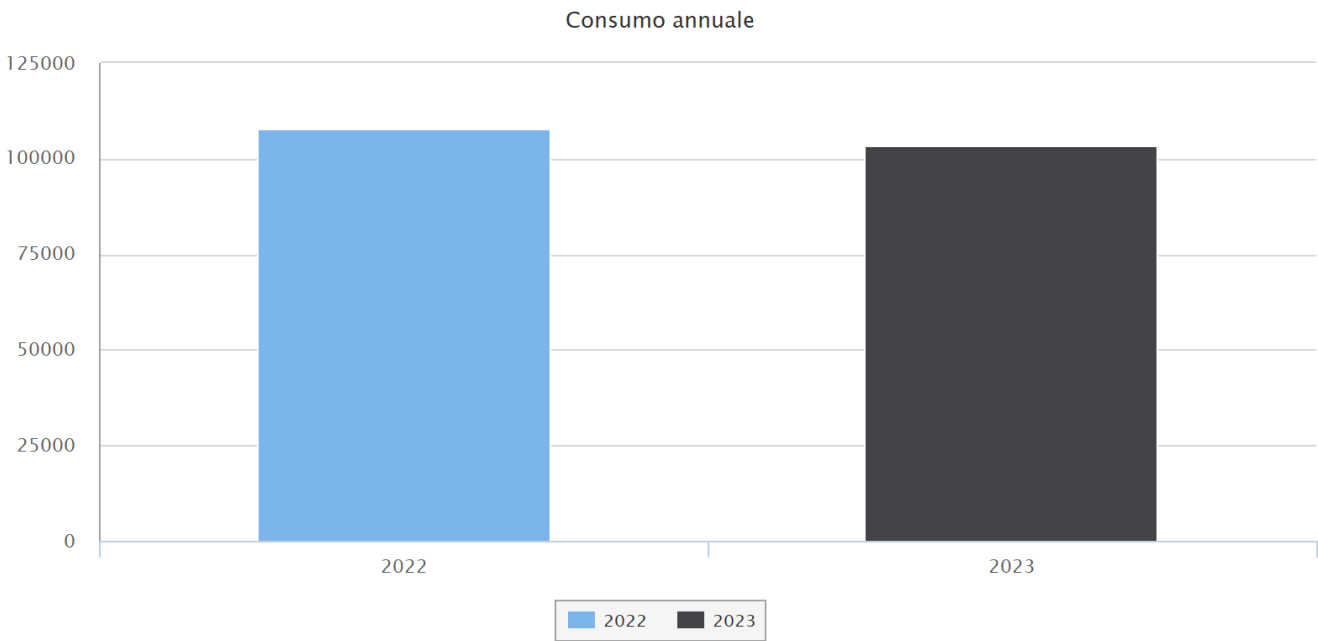
ANALISI DEI CONSUMI ENERGETICI

CONSUMI ANNUALI

Per ogni vettore energetico sono stati raccolti i dati di consumo reale, derivanti da letture o bollette, con i quali si è definito il consumo di riferimento. Affinché l’analisi sia attendibile, è opportuno esaminare almeno i dati di tre anni, attraverso l’andamento mensile, che consente di valutarne la coerenza e di ricercare le cause di eventuali anomalie.

Di seguito viene riportata l’analisi di dettaglio dei consumi annuali di energia disaggregati per vettore energetico.

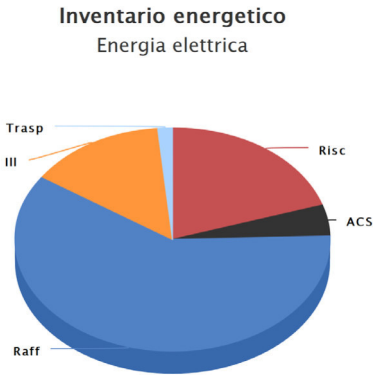
Vettore energetico: Energia elettrica



Anno di riferimento	U.M.	Consumo
2022	kWh	108.019,00
2023	kWh	103.519,00
Consumo medio nel triennio di riferimento	kWh	105.769,00

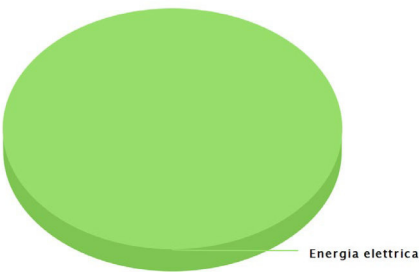
INVENTARIO ENERGETICO

I consumi, relativi ad ogni vettore energetico (energia elettrica e combustibili), vanno ripartiti secondo i servizi energetici presenti. Di seguito viene riportato l’inventario energetico, ovvero la ripartizione dei consumi relativi ad ogni vettore energetico secondo i servizi presenti, nonché la ripartizione dei costi complessivi per servizio.



Energia elettrica	U.M.	Consumo
Riscaldamento	kWh	21.153,80
ACS	kWh	4.759,61
Raffrescamento	kWh	63.461,40
Illuminazione	kWh	14.807,66
Trasporto - Ascensore	kWh	1.586,54

Costi



Vettore	U.M.	Costo
Energia elettrica	€	93.457,64



## PROPOSTA DI INTERVENTO MIGLIORATIVO - Fonti rinnovabili – Impianto fotovoltaico

Nelle seguenti tabelle si riepilogano i principali risultati dello scenario di intervento proposto, tenendo conto delle influenze reciproche.

### Valutazione del Risparmio Energetico

Fonti rinnovabili - (Intervento consigliato)	Consumi	Risparmio energetico		
	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Variazione %
Energia elettrica [kWh]	142.162,0	55.269,3	86.892,7	61,1

### Valutazione del Risparmio Economico e Tempo di ritorno semplice

Fonti rinnovabili - (Intervento consigliato)	Costi	Risparmio economico		
	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Variazione %
Energia elettrica [€]	28.432,4	11.053,9	17.378,5	61,1
Costo complessivo [€]	28.432,4	11.053,9	17.378,5	61,1

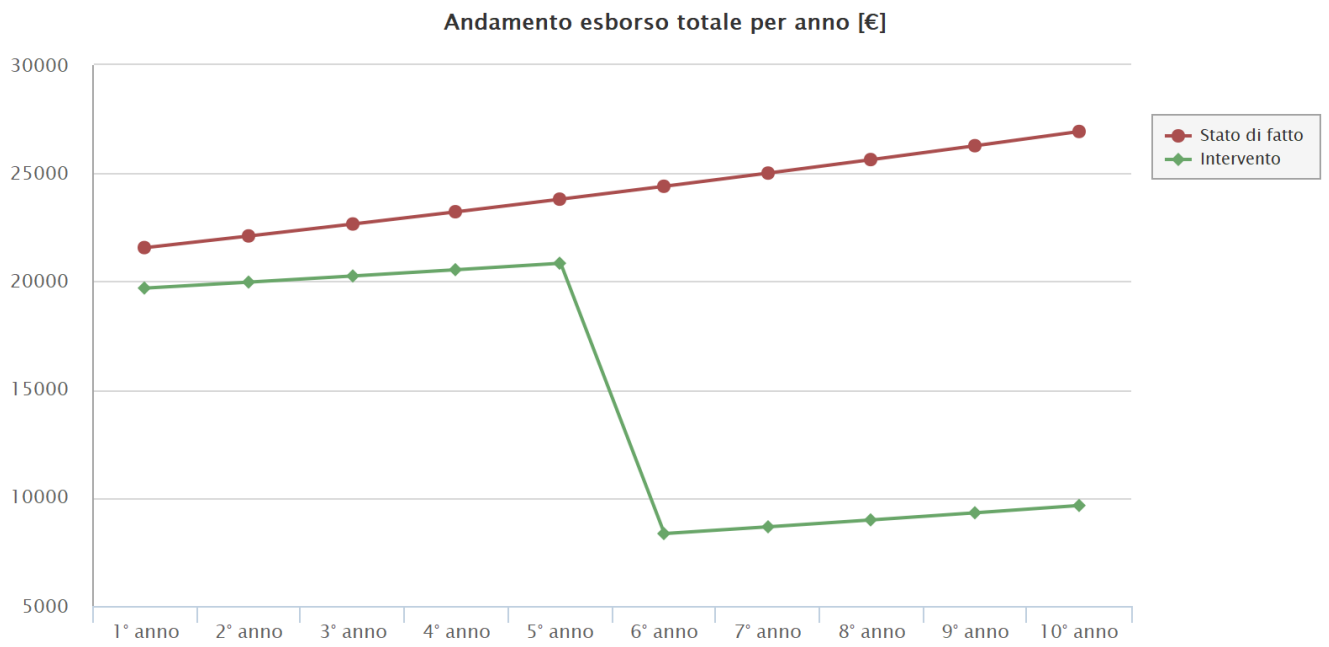
	U.M.	Valore
Costo di investimento	€	64.000,0
Risparmio economico	€/Anno	17.378,6
Tempo di ritorno semplice	Anni	3,7
Risparmio CO2	kg/m2	29,9

Tempo di ritorno – da 0 a più di 30 anni



### Tempo di ritorno dell'investimento

Il grafico mostra l'andamento della spesa per il riscaldamento nell'arco di 10 anni. In particolare si può confrontare l'esborso totale per anno nella situazione attuale (stato di fatto) con l'esborso dovuto nel caso di realizzazione dell'intervento proposto (intervento).



## PROPOSTA DI INTERVENTO MIGLIORATIVO – Relamping impianto di illuminazione

Nelle seguenti tabelle si riepilogano i principali risultati dello scenario di intervento proposto, tenendo conto delle influenze reciproche.

### Valutazione del Risparmio Energetico

Altri impianti	Consumi	Risparmio energetico		
	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Variazione %
Energia elettrica [kWh]	142.162,0	102.559,1	39.602,9	27,9

### Valutazione del Risparmio Economico e Tempo di ritorno semplice

Altri impianti	Costi	Risparmio economico		
	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Variazione %
Energia elettrica [€]	28.432,4	20.511,8	7.920,6	27,9
Costo complessivo [€]	28.432,4	20.511,8	7.920,6	27,9

	U.M.	Valore
Costo di investimento	€	14.400,0
Risparmio economico	€/Anno	7.920,6
Tempo di ritorno semplice	Anni	1,8
Risparmio CO2	kg/m2	14,7

Tempo di ritorno – da 0 a più di 30 anni



**PROPOSTA DI INTERVENTO MIGLIORATIVO - Fabbricato - involucro opaco**

Nelle seguenti tabelle si riepilogano i principali risultati dello scenario di intervento proposto, tenendo conto delle influenze reciproche.

**Valutazione del Risparmio Energetico**

Fabbricato - involucro opaco	Consumi	Risparmio energetico		
	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Variazione %
Energia elettrica [kWh]	142.162,0	102.589,9	39.572,1	27,8

**Valutazione del Risparmio Economico e Tempo di ritorno semplice**

Fabbricato - involucro opaco	Costi	Risparmio economico		
	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Variazione %
Energia elettrica [€]	28.432,4	20.518,0	7.914,4	27,8
Costo complessivo [€]	28.432,4	20.518,0	7.914,4	27,8

	U.M.	Valore
Costo di investimento	€	31.259,3
Risparmio economico	€/Anno	7.914,4
Tempo di ritorno semplice	Anni	3,9
Risparmio CO2	kg/m2	13,5

Tempo di ritorno – da 0 a più di 30 anni



**PROPOSTA DI INTERVENTO MIGLIORATIVO - Scenario collettivo - (Intervento consigliato)**


Nelle seguenti tabelle si riepilogano i principali risultati dello scenario di intervento proposto, tenendo conto delle influenze reciproche.

**Valutazione del Risparmio Energetico**

Scenario collettivo	Consumi	Risparmio energetico		
	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Variazione %
Energia elettrica [kWh]	142.162,0	47.093,0	95.069,0	66,9

**Valutazione del Risparmio Economico e Tempo di ritorno semplice**

Scenario collettivo	Costi	Risparmio economico		
	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Variazione %
Energia elettrica [€]	28.432,4	9.418,6	19.013,8	66,9
Costo complessivo [€]	28.432,4	9.418,6	19.013,8	66,9

	U.M.	Valore	<p>Tempo di ritorno – da 0 a più di 30 anni</p> 
Costo di investimento	€	109.659,3	
Risparmio economico	€/Anno	19.013,8	
Tempo di ritorno semplice	Anni	5,8	
Risparmio CO2	kg/m2	31,9	



Comune di Palermo- (PA)

# DIAGNOSI ENERGETICA

Diagnosi Energetica per la realizzazione di:  
SERVIZIO DI ESECUZIONE DI INDAGINI STRUTTURALI, DI  
DIAGNOSI ENERGETICA E DI RILIEVO GEOMETRICO,  
ARCHITETTONICO, STRUTTURALE, IMPIANTISTICO E  
TECNOLOGICO, DA RESTITUIRE IN MODALITÀ BIM, CON  
RIFERIMENTO AL COMPENDIO IMMOBILIARE COSTITUITO DA  
PALAZZO DELLA ZECCA E PALAZZO NISCEMI, SITI IN PALERMO,  
PIAZZA MARINA-SALITA INTENDENZA E VICOLO NISCEMI.

**REGIONE SICILIA**

DIAGNOSI ENERGETICA a cura di	<b>Ing. Sandro Feligioni</b>
COMMITTENTE	<b>Agenzia del Demanio - Direzione Regionale Sicilia</b>
EDIFICIO	<b>Piazza Marina - Vicolo Niscemi - Palermo (PA)</b>

## INDICE DELLA RELAZIONE

---

1. PREMESSA METODOLOGICA
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO
3. PRESENTAZIONE GENERALE DEL SITO
  - 3.1 DATI GEOGRAFICI
  - 3.2 CLIMATIZZAZIONE INVERNALE
  - 3.3 CLIMATIZZAZIONE ESTIVA
  - 3.4 LOCALIZZAZIONE DELL'EDIFICIO NEL CONTESTO URBANO
4. DESCRIZIONE DEL SISTEMA EDIFICIO IMPIANTO
  - 4.1 DESCRIZIONE DELL'INVOLUCRO
  - 4.2 RILIEVO FOTOGRAFICO DELL'INVOLUCRO
  - 4.3 CARATTERISTICHE DELLE STRUTTURE
  - 4.4 SCAMBI TERMICI
  - 4.5 DESCRIZIONE DEI SISTEMI IMPIANTISTICI
  - 4.6 RILIEVO FOTOGRAFICO DEI SISTEMI IMPIANTISTICI
  - 4.7 CARATTERISTICHE TECNICHE DEI SISTEMI IMPIANTISTICI
5. ANALISI DEI CONSUMI ENERGETICI
  - 5.1 BOLLETTE ENERGETICHE
  - 5.2 INVENTARIO ENERGETICO
6. DATI CLIMATICI E CONDIZIONI DI UTILIZZO REALI
  - 6.1 DATI CLIMATICI REALI
  - 6.2 TEMPI DI FUNZIONAMENTO DELL'IMPIANTO
  - 6.3 CONDIZIONI DI UTILIZZO REALI
7. CALIBRAZIONE DEL SISTEMA EDIFICIO IMPIANTO
  - 8.1. SCENARIO DI INTERVENTO MIGLIORATIVO - Fonti rinnovabili
    - 8.1.1 DETTAGLIO DEI SINGOLI INTERVENTI
    - 8.1.2 VALUTAZIONE DELLO SCENARIO DI INTERVENTO
    - 8.1.3 DETTAGLI DI CALCOLO – INVOLUCRO
    - 8.1.4 DETTAGLI DI CALCOLO – IMPIANTO
    - 8.1a TEMPO DI RITORNO SEMPLICE
    - 8.1b ANALISI ECONOMICA (UNI EN 15459)
  - 8.2. SCENARIO DI INTERVENTO MIGLIORATIVO - Altri impianti
    - 8.2.1 DETTAGLIO DEI SINGOLI INTERVENTI
    - 8.2.2 VALUTAZIONE DELLO SCENARIO DI INTERVENTO
    - 8.2.3 DETTAGLI DI CALCOLO – INVOLUCRO
    - 8.2.4 DETTAGLI DI CALCOLO – IMPIANTO
    - 8.2a TEMPO DI RITORNO SEMPLICE



8.2b ANALISI ECONOMICA (UNI EN 15459)

8.3. SCENARIO DI INTERVENTO MIGLIORATIVO - Fabbricato - involucro opaco

8.3.1 DETTAGLIO DEI SINGOLI INTERVENTI

8.3.2 VALUTAZIONE DELLO SCENARIO DI INTERVENTO

8.3.3 DETTAGLI DI CALCOLO – INVOLUCRO

8.3.4 DETTAGLI DI CALCOLO – IMPIANTO

8.3a TEMPO DI RITORNO SEMPLICE

8.3b ANALISI ECONOMICA (UNI EN 15459)

8.4. SCENARIO DI INTERVENTO MIGLIORATIVO - Scenario collettivo

8.4.1 DETTAGLIO DEI SINGOLI INTERVENTI

8.4.2 VALUTAZIONE DELLO SCENARIO DI INTERVENTO

8.4.3 DETTAGLI DI CALCOLO – INVOLUCRO

8.4.4 DETTAGLI DI CALCOLO – IMPIANTO

8.4a TEMPO DI RITORNO SEMPLICE

8.4b ANALISI ECONOMICA (UNI EN 15459)

9. ULTERIORI INTERVENTI DI RISPARMIO ENERGETICO

## 1. PREMESSE METODOLOGICHE

### Obiettivi dell'analisi energetica

L'obiettivo del presente studio è lo svolgimento di un'attività di analisi finalizzata a definire lo stato di fatto dell'edificio dal punto di vista energetico-prestazionale e all'individuazione di interventi di riqualificazione energetica da promuovere per incrementare l'efficienza energetica dello stesso, con particolare attenzione a quelli che risultano economicamente più convenienti.

### Oggetto dell'incarico

L'incarico di redigere la diagnosi energetica del fabbricato indicato è stato affidato ai sottoscritti tecnici, analizzando lo stato attuale del sistema edificio-impianto e le particolari soluzioni di interesse per il miglioramento energetico.

E' stato analizzato il fabbisogno attuale confrontato con i consumi energetici dell'ultimo periodo.

Lo studio è stato eseguito tramite sopralluoghi in loco, ed attività di analisi documentale sulla scorta dei dati e degli elaborati tecnici forniti dall'Amministratore delle proprietà comuni oggetto dello studio.

Le soluzioni di miglioramento analizzate sono le seguenti:

Scenari	Elenco interventi previsti
Altri impianti	Relamping dell'impianto di illuminazione
Fabbricato - involucro opaco	[Copertura] → [Copertura (U=0,35)]
Fonti rinnovabili	Installazione di pannelli solari fotovoltaici
Scenario collettivo	Relamping dell'impianto di illuminazione
	[Copertura] → [Copertura (U=0,35)]
	Installazione di pannelli solari fotovoltaici

L'attività di diagnosi è proseguita valutando i costi ed i benefici dati degli interventi.

### Procedura dello studio di fattibilità

Lo studio di fattibilità richiesto si configura come una procedura di audit energetico per il condominio. Per audit energetico si intende una procedura sistematica finalizzata alla conoscenza degli usi finali di energia e all'individuazione e all'analisi di eventuali inefficienze e criticità energetiche del sistema edificio-impianto.

La fase di audit è composta da una serie di operazioni consistenti nel rilievo ed analisi di dati relativi al sistema edificio-impianto in condizioni di esercizio (dati geometrico-dimensionali, termofisici dei componenti l'involucro edilizio, prestazionali del sistema impiantistico, ecc.) nell'analisi e nelle valutazioni economiche dei consumi energetici dell'edificio.

La finalità dello studio di fattibilità è quello di valutare sotto il profilo costi-benefici i possibili interventi in analisi, quantificando in termini economici il risparmio ottenibile mediante i diversi interventi in termini di risparmio gestionale e di consumo di energia primaria.

Gli obiettivi dello studio saranno:

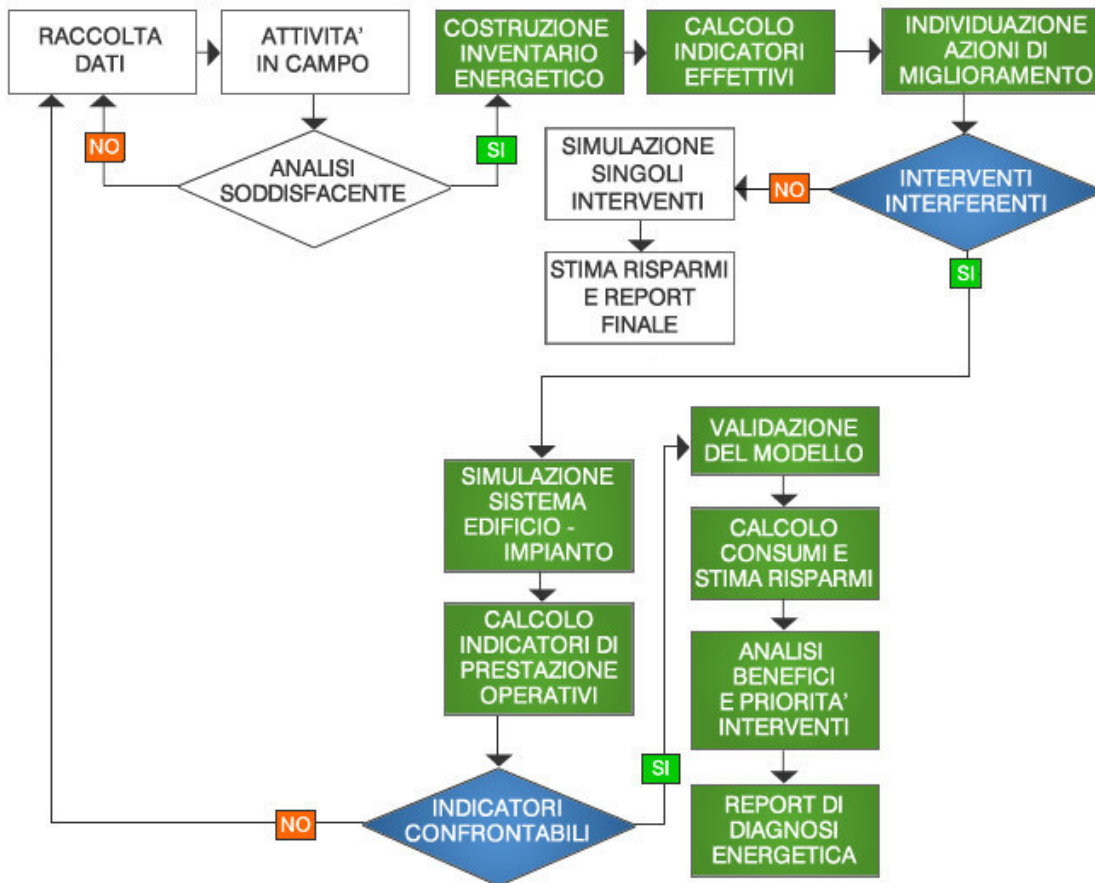
- analizzare la configurazione attuale e lo stato dell'impianto, individuando possibili miglioramenti o criticità nella componentistica e nella configurazione attuale;
- definire il bilancio energetico del sistema edificio-impianto;
- definire un indicatore di congruità fra consumi effettivi dell'ultimo triennio e consumi attesi, calcolati con opportuni fattori di aggiustamento a partire dalle condizioni standard
- valutare in termini energetici le variazioni conseguenti all'adozione delle diverse soluzioni proposte;

## Diagnosi energetica

- valutare in termini economici di investimento iniziale e costi di gestione le diverse soluzioni proposte, anche in riferimento ad incentivi fiscali disponibili;
- proporre miglioramenti anche di tipo gestionale rispetto alla soluzione attuale

L'analisi energetica del sistema edificio-impianto è condotta utilizzando un modello energetico degli edifici e dell'impianto conforme alle norme precedentemente citate. La validazione di tale modello viene eseguita tramite opportuni fattori di aggiustamento tenendo conto dei dati climatici reali, del reale utilizzo del fabbricato.

**Schema a blocchi per la Diagnosi Energetica degli edifici**



## 2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

---

Le valutazioni tecnico economiche sono effettuate considerando la procedura di calcolo dei fabbisogni energetici del complesso di edifici, la normativa vigente in materia di contenimento del fabbisogno energetico degli edifici e degli impianti per la valutazione dei requisiti tecnici richiesti agli interventi considerati, regolamenti nazionali e locali per quello che riguarda eventuali limitazioni o ulteriori imposizioni normative.

L'impianto legislativo su cui è basata la presente analisi è regolato essenzialmente da:

Legge n.10/91 "Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia";

D.P.R. n. 412/1993, "Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento di energia, in attuazione dell'art.4, comma 4, della legge 9 Gennaio 1991, n.10";

D.Lgs. 192/05 "Attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia";

D.Lgs. 311/2006, "Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia";

D.Lgs. 115/08 "Attuazione della direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e abrogazione della direttiva 93/76/CEE";

D.M. 11/03/08, "Attuazione dell'art. 1 comma 24 lettera a) della legge 24.02.07/244 per la definizione dei valori limite di fabbisogno di energia primaria annuo e di trasmittanza termica ai fini dell'applicazione dei commi 344 e 345 dell'art.1 della legge 27.12.06/296";

D.Lgs 102/2014 e s.m.i., Attuazione della direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica, che modifica le direttive 2009/125/CE e 2010/30/UE e abroga le direttive 2004/8/CE e 2006/32/CE

D.I. 26 giugno 2015, Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici

D.I. 26 giugno 2015 Adeguamento del DM 26/09/2009 "Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici";

UNI EN ISO 52016 Fabbisogni energetici per riscaldamento e raffrescamento, temperature interne e carichi termici sensibili e latenti

UNI TS 11300-1 Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale.

UNI TS 11300-2 Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria.

UNI TS 11300-3 Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva.

UNI TS 11300-4 Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria

UNI TS 11300-5 Calcolo dell'energia primaria e della quota di energia da fonti rinnovabili

UNI TS 11300-6 Determinazione del fabbisogno di energia per ascensori, scale mobili e marciapiedi mobili

UNI EN 12831 Impianti di riscaldamento negli edifici Metodo di calcolo del carico termico di progetto

UNI EN 16212 Calcoli dei risparmi e dell'efficienza energetica - Metodi top-down (discendente) e bottom-up (ascendente)

UNI EN CEI 16247-2 Diagnosi energetiche – parte 2 Edifici

Linee Guida per la Diagnosi Energetica - Attività 1.2.1. Realizzazione di un manuale per la corretta redazione della diagnosi energetica di edifici pubblici a partire dalle esperienze già realizzate da ENEA.

UNI TR 11775:2020 Diagnosi Energetiche – Linee guida per le diagnosi energetiche negli edifici

### 3. PRESENTAZIONE GENERALE DEL SITO

#### Inquadramento territoriale

L'immobile si trova in un contesto urbano (centro storico) in Piazza Marina - Salita dell'Intendenza 2 e Vicolo Niscemi n. 7-9-11-13 Palermo

#### 3.1 DATI GEOGRAFICI



Comune di:	Palermo
Provincia:	PA
Sito in:	Piazza Marina - Vicolo Niscemi
Altitudine:	14 m.s.l.m.
Latitudine:	38°7'
Longitudine:	13°21'

#### 3.2 CLIMATIZZAZIONE INVERNALE

Zona Climatica	B
Temperatura invernale minima dell'aria esterna (norma UNI 5364 e succ agg.)	5,0 °C
Gradi Giorno (della zona d'insediamento, determinati in base al DPR 412/93) [GG]	751
Durata convenzionale del periodo di riscaldamento [giorni]	121

#### 3.3 CLIMATIZZAZIONE ESTIVA

Umidità relativa	52,46 %
Escursione termica giornaliera	16,3 °C
Temperatura massima estiva di progetto dell'aria esterna	36,9 °C
Irradianza media giornaliera sul piano orizzontale nel mese di massima insolazione	284,72 W/m <sup>2</sup>

### 3.4 LOCALIZZAZIONE DELL'EDIFICIO NEL CONTESTO URBANO

Edificio classificato come "Specialistici Civili Pubblici"



#### 4. DESCRIZIONE DEL SISTEMA EDIFICIO IMPIANTO

Nel caso di diagnosi energetica è indispensabile la costruzione di un modello energetico che simuli il sistema edificio-impianto, al fine di valutare le opportunità di risparmio energetico. Tale modello dovrà descrivere il più realisticamente possibile il comportamento dell'edificio tenendo conto della potenziale interazione tra i sistemi tecnici e l'involucro edilizio. Il sistema dovrà inoltre tenere in considerazione il contesto climatico in cui è inserito e con il quale interagisce, le condizioni di esercizio, gli affollamenti, i profili di utilizzo dell'edificio e degli impianti.

Una volta definito il modello sarà possibile effettuare il calcolo prestazionale in condizioni adattate all'utenza (metodo di calcolo A3- Tailored).

Il presente capitolo riporta una descrizione approfondita del bilancio energetico dell'involucro, seguita dalla descrizione dei componenti tecnici, oltre che la descrizione dei sistemi impiantistici presenti, il tutto accompagnato da schede tecniche e rilievi fotografici reperiti durante i sopralluoghi.

Nella tabella che segue si riportano le principali caratteristiche dimensionali dell'edificio oggetto di diagnosi:

Unità immobiliare	S [m <sup>3</sup> ]	V [m <sup>3</sup> ]	S/V	Su,H [m <sup>2</sup> ]	Su,C [m <sup>2</sup> ]
Agenzia del Demanio	2.038,68	11.083,00	0,18	1.786,90	1.786,90
Ragioneria dello Stato	5.015,52	23.668,99	0,21	3.296,95	3.296,95
Regione Siciliana	3.154,99	16.313,36	0,19	2.415,41	2.415,41
Intero edificio	10.209,19	51.065,35	0,20	7.499,26	7.499,26

*S Superficie disperdente che delimita il volume climatizzato*

*V Volume delle parti di edificio climatizzate al lordo delle strutture che li delimitano*

*S/V rapporto tra superficie disperdente e volume lordi o fattore di forma dell'edificio*

*Su,H superficie utile riscaldata dell'edificio*

*Su,C superficie utile raffrescata dell'edificio*

##### 4.1 DESCRIZIONE E BILANCIO TERMICO DELL'INVOLUCRO

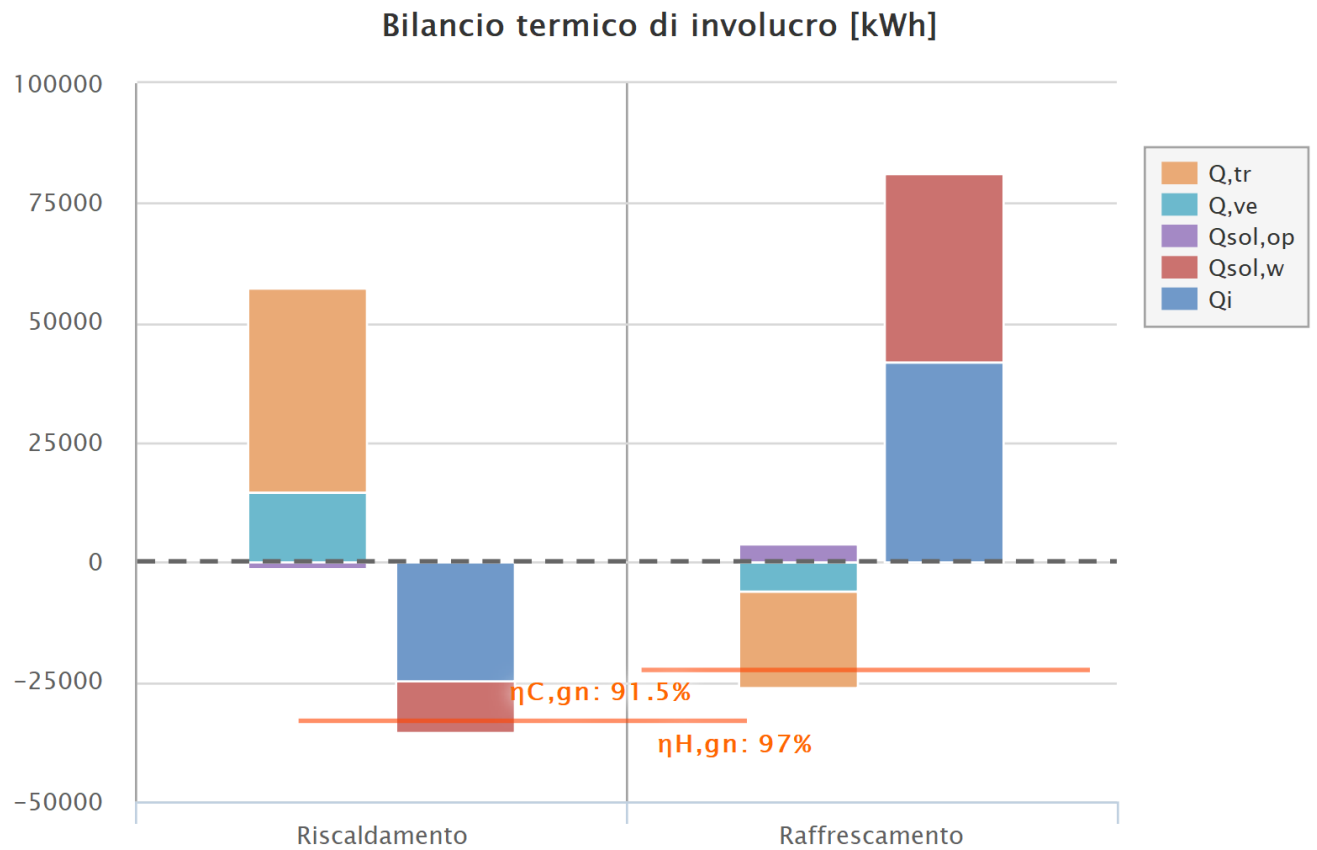
In questa parte della relazione vengono presi in esame gli elementi edilizi costituenti l'involucro dell'edificio analizzato, con particolare attenzione a pareti, coperture, solai e serramenti. Viene fornito un dettaglio sul bilancio termico di involucro e un'analisi degli scambi termici complessivi.

**L'unità immobiliare in oggetto è costituito su più livelli fuori terra e contraddistinto da involucro opaco prevalentemente da muratura con blocchi regolari in calcarenite, solai con struttura lignea. Copertura realizzata con struttura mista di capriate in calcestruzzo armato e reticolari in acciaio, le quali sorreggono le falde realizzate in latrocemento. L'involucro trasparente è prevalentemente caratterizzato da infissi con vetro singolo.**

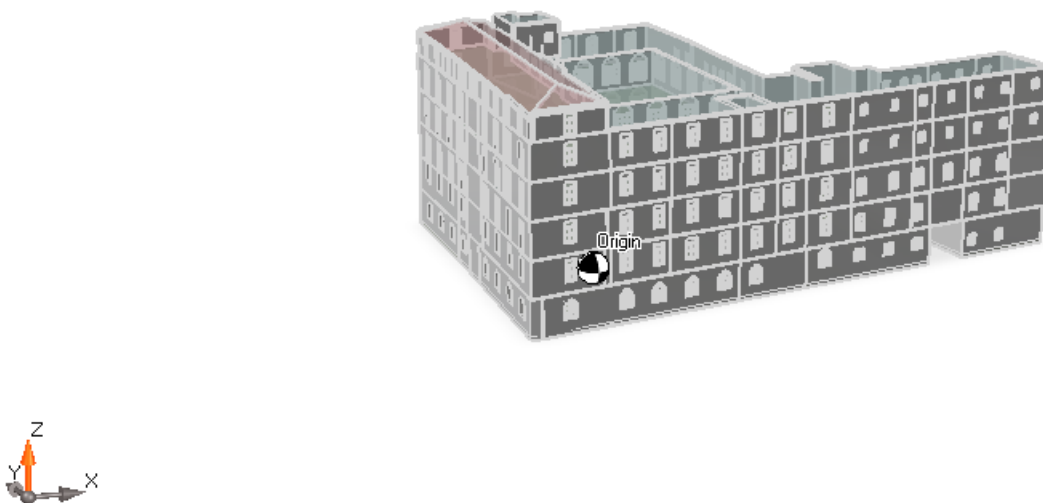
**Presenta tuttavia caratteristiche e finiture risalenti a varie epoche, tenuto conto dei numerosi interventi manutentivi che ha subito nel corso degli anni per adattarlo alle esigenze delle Amministrazioni utilizzatrici.**

Il bilancio energetico di involucro è calcolato con metodo A3 (tailored rating) con riferimento al metodo riportato nella UNI TS 11300. Il grafico mette a confronto le componenti di energia che determinano il bilancio nel periodo di riscaldamento e raffrescamento: dispersioni per trasmissione e ventilazione, apporti solari e apporti interni





#### 4.2 RILIEVO FOTOGRAFICO DELL'INVOLUCRO



### 4.3 CARATTERISTICHE DELLE STRUTTURE

Attraverso la documentazione resa disponibile dal committente, integrata dai dati reperiti direttamente dal personale tecnico nel corso dei sopralluoghi in sito, è stato definito, lo stato di fatto delle strutture opache e trasparenti con la valutazione della trasmittanza termica degli elementi disperdenti.

#### Pareti verticali

Tipologia di parete	Verso di dispersione	Spessore [mm]	Trasmittanza [W/m²K]	Capacità termica [kJ/m²K]
Muratura in mattoni pieni	Esterno	150,00	2,76	65,05
Muratura in mattoni pieni	Zona non riscaldata	150,00	2,21	68,54
Parete Esterna 0,3	Esterno	300,00	1,44	63,85
Parete Esterna 0,3	Zona non riscaldata	300,00	1,28	61,94
Parete Esterna 0,4	Esterno	400,00	1,14	59,81
Parete Esterna 0,5	Esterno	500,00	0,95	58,71
Parete Esterna 0,5	Zona non riscaldata	500,00	0,87	58,74
Parete Esterna 0,6	Esterno	600,00	0,81	58,80
Parete Esterna 0,6	Zona non riscaldata	600,00	0,75	58,88
Parete Esterna 0,7	Esterno	700,00	0,70	58,98
Parete Esterna 0,7	Zona non riscaldata	700,00	0,66	59,01
Parete Esterna 0,8	Esterno	800,00	0,62	59,03
Parete Esterna 0,85	Esterno	850,00	0,59	59,17
Parete Esterna 0,85	Zona non riscaldata	850,00	0,56	59,17
Parete Esterna 0,9	Esterno	900,00	0,56	59,03
Parete Esterna 0,95	Esterno	950,00	0,53	59,03
Parete Esterna 1,1	Esterno	1.100,00	0,47	59,02
Parete Esterna 1,1	Zona non riscaldata	1.100,00	0,45	59,02
Parete Esterna 1,4	Esterno	1.400,00	0,37	59,02
Parete Esterna 1,65	Esterno	1.650,00	0,32	59,02

#### Coperture

Tipologia di copertura	Verso di dispersione	Spessore [mm]	Trasmittanza [W/m²K]	Capacità termica [kJ/m²K]
Copertura	Esterno	270,00	2,05	82,25

### Solai di pavimento e soffitto

Tipologia di solaio	Verso di dispersione	Spessore [mm]	Trasmittanza [W/m²K]	Capacità termica [kJ/m²K]
Pavimento interpiano	Locale interno alla zona	180,00	1,17	62,77
Solaio esterno	Esterno	180,00	1,53	38,88
Solaio interpiano	Locale interno alla zona	180,00	1,40	38,36

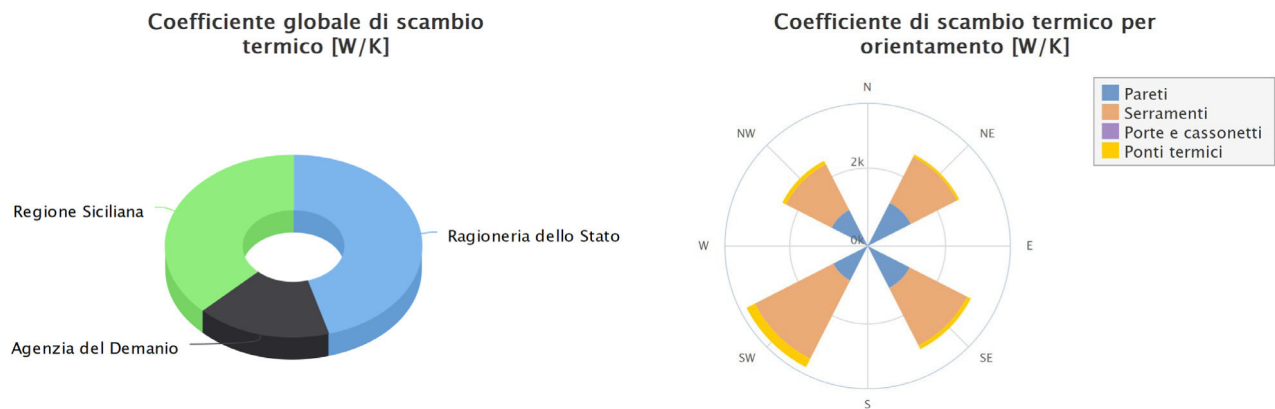
### Serramenti

Tipologia di serramento	Verso di dispersione	Tipo di serramento	Larghezza [cm]	Altezza [cm]	Trasmittanza [W/m²K]
Finestra 100x140	Esterno	Serramento singolo	100	140	4,29
Finestra 110x150	Esterno	Serramento singolo	110	150	4,40
Finestra 110x220	Esterno	Serramento singolo	110	220	4,39
Finestra 130x170	Esterno	Serramento singolo	130	170	4,24
Finestra 150x240	Esterno	Serramento singolo	150	240	4,53
Finestra 160x280	Esterno	Serramento singolo	160	280	4,64
Finestra 170x170	Esterno	Serramento singolo	170	170	4,56
Finestra 170x300	Esterno	Serramento singolo	170	210	4,76
Finestra 175x230	Esterno	Serramento singolo	175	230	4,42
Finestra 180x415	Esterno	Serramento singolo	180	275	4,91
Finestra 200x145	Esterno	Serramento singolo	200	145	4,46
Finestra 200x265	Esterno	Serramento singolo	200	265	4,59
Finestra 215x280	Esterno	Serramento singolo	215	280	4,40
Finestra 290x300	Esterno	Serramento singolo	290	300	4,93
Finestra 290x405	Esterno	Serramento singolo	290	260	4,84

#### 4.4 SCAMBI TERMICI

La quota di scambio termico globale per trasmissione viene determinata come sommatoria di tutte le trasmittanze per le relative superfici lorde, opportunamente corrette per il fattore di scambio termico.

Nel grafico si riporta la distribuzione degli scambi termici per trasmissione in funzione del tipo di struttura opaca o trasparente che costituisce l'involucro.



Il grafico mostra la suddivisione dello scambio termico per zona termica.

Di seguito viene evidenziato il peso dell'orientamento sullo scambio termico globale

#### 4.5 DESCRIZIONE DEI SISTEMI IMPIANTISTICI

In questa parte della relazione vengono presi in esame i servizi energetici presenti e le caratteristiche dei sistemi impiantistici. Attraverso la documentazione resa disponibile dal committente, integrata dai dati reperiti direttamente dal personale tecnico nel corso dei sopralluoghi in sito, viene descritto lo stato di fatto e di conservazione degli impianti.

**L'impianto di climatizzazione del piano quarto e quinto è costituito da una serie di impianti monosplit a servizio di singole zone termiche. Per l'acqua calda sanitaria risultano presenti scaldacqua di tipo elettrico dislocati nei vari servizi igienici.**

#### 4.6 RILIEVO FOTOGRAFICO DEI SISTEMI IMPIANTISTICI



#### 4.7 CARATTERISTICHE TECNICHE DEI SISTEMI IMPIANTISTICI

Le tabelle che seguono descrivono le caratteristiche tecniche principali dei sistemi impiantistici presenti, eventuali schede di dettaglio vengono riportate negli allegati alla relazione.

##### IMPIANTO di CLIMATIZZAZIONE INVERNALE

###### Caratteristiche dei generatori

Generatore	Combustibile	Fluido termovettore	Potenza termica utile [kW]	Efficienza
Unificazione impianti monosplit	Energia elettrica	Diretto	178,20	3,50

##### IMPIANTO di CLIMATIZZAZIONE ESTIVA

###### Caratteristiche dei generatori

Generatore	Combustibile	Fluido termovettore	Potenza termica utile [kW]	Efficienza
Unificazione impianti monosplit	Energia elettrica	Diretto	150,00	3,20

##### IMPIANTO di TRASPORTO

###### Caratteristiche dei generatori

	Combustibile	Potenza [kW]
Ascensore	Energia elettrica	4,50

Diagnosi energetica

	Piano Terra - Zecca	Piano Terra - Nisceni	Piano Primo - Zecca	Piano Primo - Nisceni	Piano Secondo - Zecca	Piano Secondo - Nisceni	Piano Terzo - Zecca	Piano Terzo - Nisceni	Piano Quarto	Piano Quinto
Boiler - 1200W	4	1	2	Pompa di calore 300l	2	1	2	0	5	2
split - 9000 btu	16	0	10	4	21	14	51	13	56	10
Ventilconvettori			27	1						
Cassetta 4 vie 4,5 kw	6			7						
2x36	46	5 + 13	7	24	50	58+ 15 (ammezzato)	144	34	8 + 8(ammezzato)	20
1x36	29	3 + 1			4	7 + 1 (ammezzato)	13	1	21	1
2x18	6		2			1			6	
applique led	36 + 35			4	3					
1x18	1	5				1			17	
Lampadina		9								
Faretto		1								
2x58		11				1		1		
Plafoniera fluorescente		5 (ammezzato)	5							2
Lampadario - 8 lampade	1	4 (ammezzato)			1		1		1	
Plafoniera LED rettangolare			81	11						
Faretto su cavo			56							
3x36				1	44	7	1			
Plafoniera LED quadrato				35	1				4	
4x36					1		2		51	9
4x18					4	6		6	31	8
Alogeno							5			

## 5. ANALISI DEI CONSUMI ENERGETICI

Raccolti per ogni vettore energetico i dati di consumo reale, derivanti da letture o bollette, sarà necessario analizzarli. L'obiettivo è quello di definire un consumo di riferimento, da utilizzare come baseline per la valutazione degli interventi migliorativi.

La definizione del consumo effettivo di riferimento passa attraverso la costruzione dell'inventario energetico, ovvero attraverso la descrizione analitica dei consumi relativi ai vari vettori energetici del sistema energetico. L'inventario deve essere rappresentativo dell'energia in ingresso e del suo uso. Si riporta nei successivi paragrafi una valutazione dei consumi energetici dell'edificio.

### 5.1 BOLLETTE ENERGETICHE

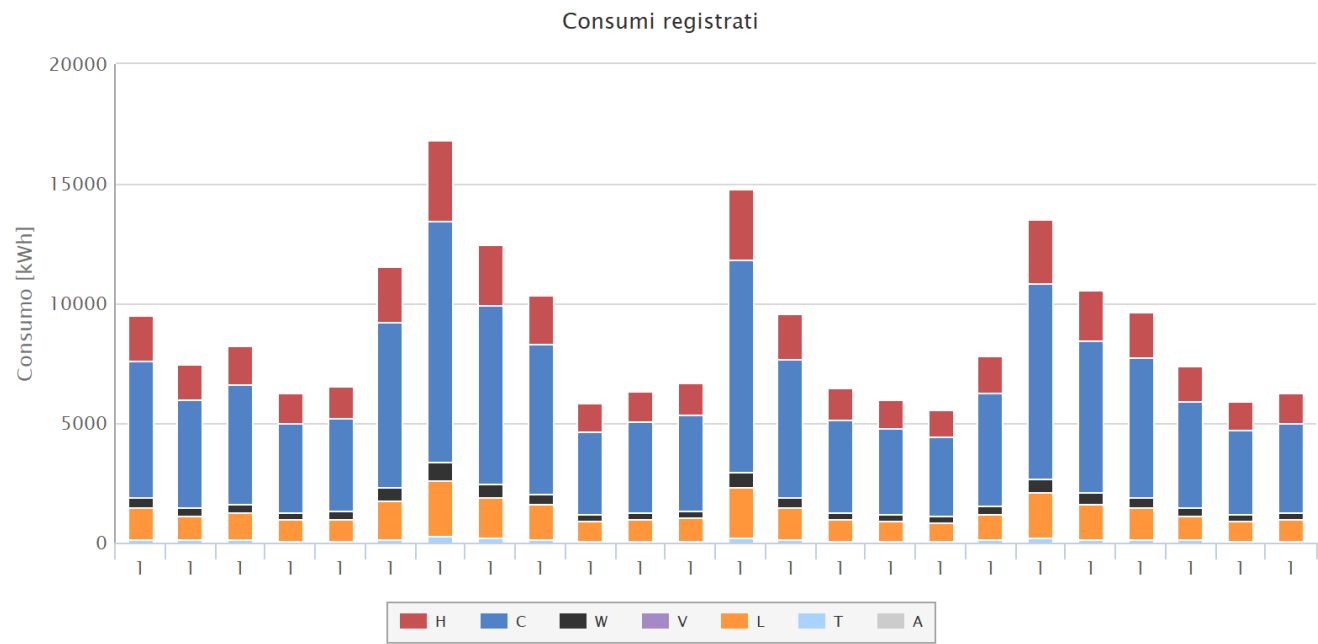
Affinché l'analisi sia attendibile, è opportuno esaminare almeno i dati di tre anni, attraverso l'andamento mensile, che consente di valutarne la coerenza e di ricercare le cause di eventuali anomalie.

Di seguito viene riportata l'analisi di dettaglio dei consumi di energia disaggregati per vettore energetico.

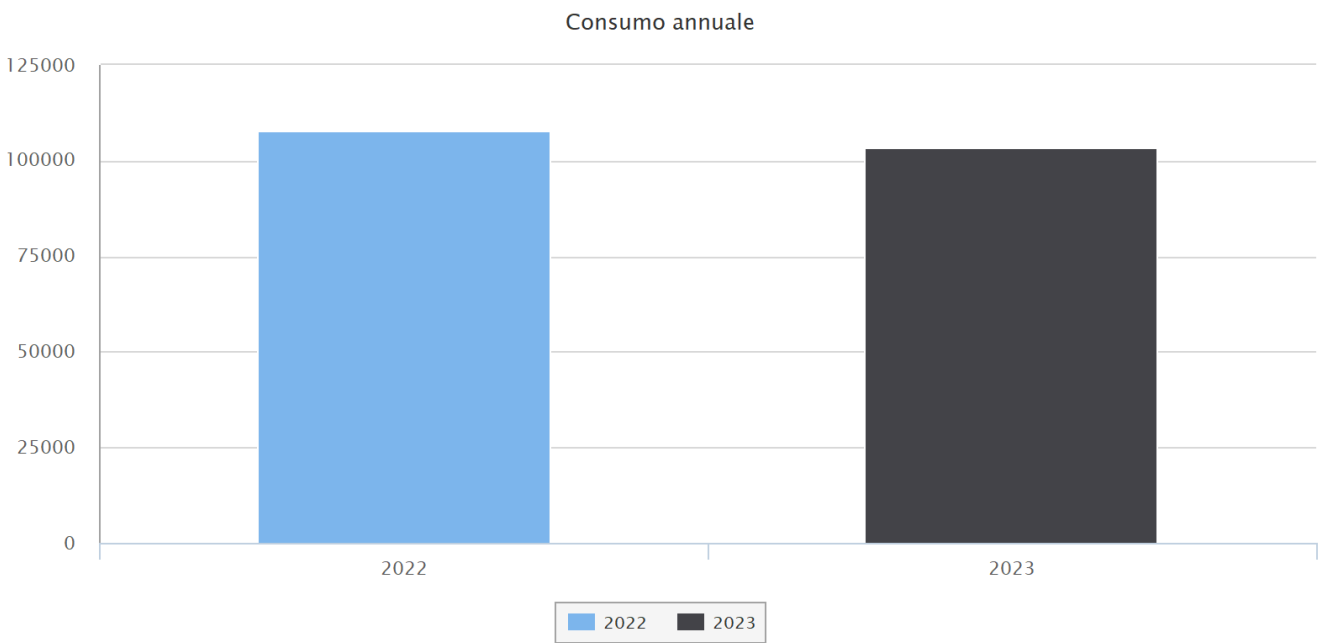
Vettore energetico: Energia elettrica      Potere calorifico: -

Data inizio	Data fine	Costo [€]	Consumo kWh	Unitario €/kWh
01/01/2022	31/01/2022	3.114,88	9.495,00	0,33
01/02/2022	28/02/2022	2.278,27	7.444,00	0,31
01/03/2022	31/03/2022	3.369,08	8.274,00	0,41
01/04/2022	30/04/2022	2.097,40	6.272,00	0,33
01/05/2022	31/05/2022	2.043,24	6.536,00	0,31
01/06/2022	30/06/2022	4.301,89	11.524,00	0,37
01/07/2022	31/07/2022	9.650,70	16.832,00	0,57
01/08/2022	31/08/2022	8.195,22	12.442,00	0,66
01/09/2022	30/09/2022	5.946,67	10.344,00	0,57
01/10/2022	31/10/2022	1.857,62	5.838,00	0,32
01/11/2022	30/11/2022	2.222,48	6.354,00	0,35
01/12/2022	31/12/2022	2.897,82	6.664,00	0,43
01/01/2023	31/01/2023	4.292,54	14.767,00	0,29
01/02/2023	28/02/2023	4.991,72	9.589,00	0,52
01/03/2023	31/03/2023	3.074,78	6.456,00	0,48
01/04/2023	30/04/2023	2.865,97	5.999,00	0,48
01/05/2023	31/05/2023	2.401,59	5.531,00	0,43
01/06/2023	30/06/2023	3.502,45	7.819,00	0,45
01/07/2023	31/07/2023	6.029,51	13.554,00	0,44
01/08/2023	31/08/2023	4.693,58	10.571,00	0,44
01/09/2023	30/09/2023	4.347,00	9.658,00	0,45
01/10/2023	31/10/2023	3.494,55	7.386,00	0,47
01/11/2023	30/11/2023	2.851,52	5.925,00	0,48
01/12/2023	31/12/2023	2.937,16	6.264,00	0,47

Dettaglio dei consumi registrati per servizio.



Dettaglio dei consumi annuali



Anno di riferimento	U.M.	Consumo
2022	kWh	108.019,00
2023	kWh	103.519,00

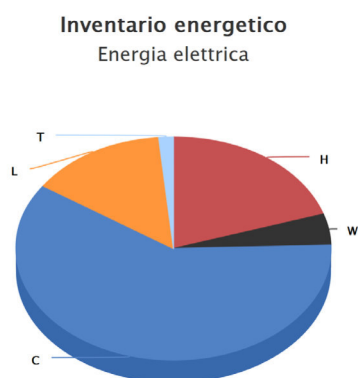


## 5.2 INVENTARIO ENERGETICO

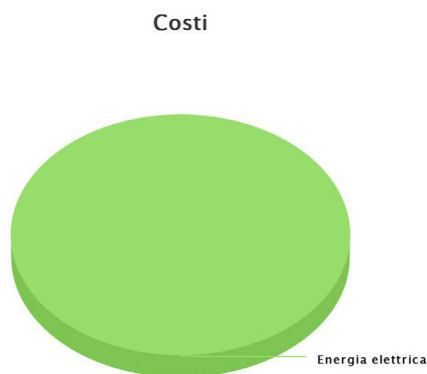
I consumi, relativi ad ogni vettore energetico (energia elettrica e combustibili), vanno ripartiti secondo i servizi energetici presenti, che, in accordo con il D.M. 26 giugno 2015 (Requisiti minimi), possono essere: climatizzazione invernale, climatizzazione estiva, produzione di ACS, illuminazione, ventilazione meccanica, ascensori e scale mobili. Se fossero presenti consumi non afferenti a questi servizi energetici (ad esempio apparecchiature elettromedicali, frigoriferi, computer...) andrebbero valutati ed esclusi dal consumo di baseline.

Gli ausiliari elettrici per riscaldamento, il raffrescamento e ACS sono stati estrapolati dopo la realizzazione del modello termico, questa operazione si è resa necessaria per stabilire il più probabile consumo da attribuire ad ogni zona così da poter portare in seguito a convergenza il modello elettrico dell' edificio oggetto di Diagnosi Energetica. I consumi relativi ai servizi energetici come ad esempio apparecchiature elettromedicali, frigoriferi, computer ecc. sono stati ripartiti all'interno del consumo del sistema Illuminazione in quanto il software non permette di inserire tali valori all'interno del calcolo diagnosi energetica.

Di seguito viene mostrata la ripartizione dei consumi relativi ad ogni vettore energetico secondo i servizi presenti, nonché la ripartizione dei costi complessivi per servizio.



Energia elettrica	U.M.	Consumo
H	kWh	21.153,80
W	kWh	4.759,61
C	kWh	63.461,40
L	kWh	14.807,66
T	kWh	1.586,54



## Diagnosi energetica

Vettore	U.M.	Costo
Energia elettrica	€	46.728,82

Non possibile in assenza di sistemi di monitoraggio ricavare analisi curve orarie di carico relativi all'anno di riferimento della diagnosi. Le curve di carico sono desumibili solo a seguito dell'istallazione di opportuni analizzatori di rete. L'istallazione di tali dispositivi non è stata eseguita in quanto avrebbe comportato profondi disservizi all'esercizio ordinario dell'edificio in quanto avrebbe richiesto il sezionamento dell'alimentazione elettrica a valle dei contatori, nelle fasi di installazione e nelle successive fasi di disinstallazione. Questa operazione avrebbe comportato la sospensione temporanea delle attività presenti in edificio con possibili disagi per tutte le apparecchiature non alimentate da UPS. Come previsto da norma UNI 11775- linea guida applicativa della UNI 16247-2, si procede alla stima del fabbisogno elettrico annuale di riferimento.

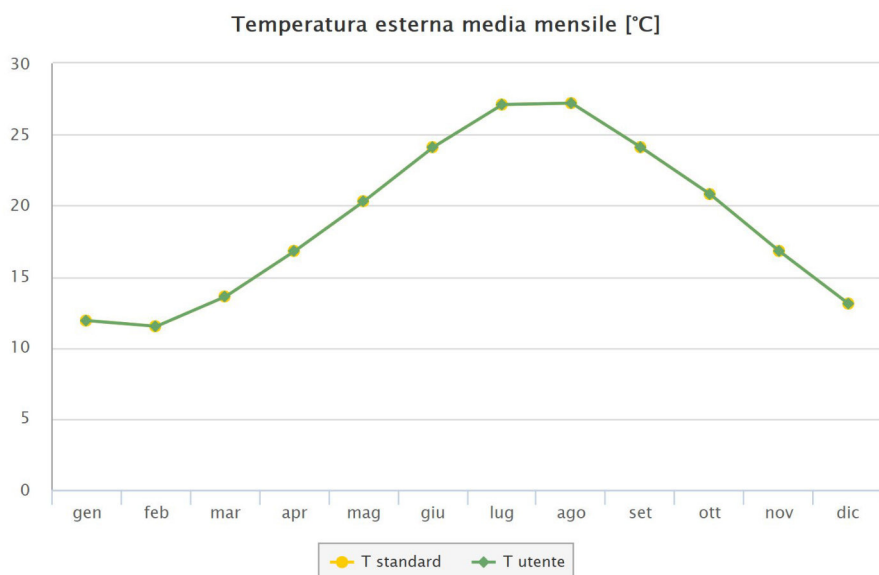
## 6. DATI CLIMATICI E CONDIZIONI DI UTILIZZO REALI

I dati climatici differiscono in base alla località. La norma UNI 10349 fornisce, per il territorio italiano, dati climatici convenzionali, utili nella redazione degli attestati di prestazione energetica e per le diagnosi nella fase di normalizzazione dei consumi. Per la validazione del modello del sistema edificio-impianto, invece, è opportuno tenere conto dei dati climatici reali misurati nella località in esame e, in particolare, considerare nei calcoli la media delle temperature effettive degli anni considerati nel calcolo del consumo di riferimento. Per ottenere i valori di temperature reali è necessario rivolgersi a database meteo di enti pubblici locali e impostare tali valori sul modello, in modo da simulare una situazione più realistica possibile.

### 6.1 DATI CLIMATICI REALI

Il risultato è stato quindi "corretto" sulla base delle caratteristiche climatiche locali, ossia secondo quanto desumibile dalle centraline climatiche locali.

Mese	T Standard [°C]	T Calcolo [°C]
Gennaio	11,90	11,90
Febbraio	11,50	11,50
Marzo	13,60	13,60
Aprile	16,80	16,80
Maggio	20,30	20,30
Giugno	24,10	24,10
Luglio	27,10	27,10
Agosto	27,20	27,20
Settembre	24,10	24,10
Ottobre	20,80	20,80
Novembre	16,80	16,80
Dicembre	13,10	13,10



Andamento della temperatura media mensile standard e utente

## 6.2 TEMPI DI FUNZIONAMENTO DELL'IMPIANTO

Nella tabella è indicato per ogni mese, il numero di giorni effettivo di funzionamento della centrale termica. Il numero di giorni incide sul consumo di combustibile.

Per ogni mese è possibile inoltre specificare le ore di attivazione dell'impianto. Le ore giornaliere incidono solo sul consumo di elettricità dei sistemi ausiliari.

Nel caso non siano specificati i tempi di funzionamento dell'impianto, verrà utilizzato il numero di giorni della stagione di riscaldamento e un tempo di attivazione di 24h.

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Sett	Ott	Nov	Dic
Giorni	24	24	24	0	0	0	0	0	0	0	0	24
Ore/giorno	8	8	8	0	0	0	0	0	0	0	0	8

## 6.3 CONDIZIONI DI UTILIZZO REALI

Per ogni zona termica la prestazione energetica viene valutata sia a condizioni standard che adattate all'utenza. In particolare vengono valutate le dispersioni per ventilazione (Q<sub>hve</sub>) in funzione del numero di ricambi d'aria reali.

Gli apporti interni vengono valutati in modo conforme alla normativa UNI TS 11300 sia per il calcolo standard che per il calcolo adattato all'utenza.

La valutazione del fabbisogno in fase di calcolo a condizioni standard si basa sulle temperature interne legate alla destinazione d'uso. Per il calcolo in condizioni Tailored dei viene implementato il profilo d'uso reale calcolando la temperatura media pesata per ogni zona.

### Regione Siciliana

#### Temperatura interna della zona riscaldata

Profilo principale

Ora	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
T	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0

Profilo principale raff

Ora	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
T	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0

Temperatura media pesata: 20,0°C

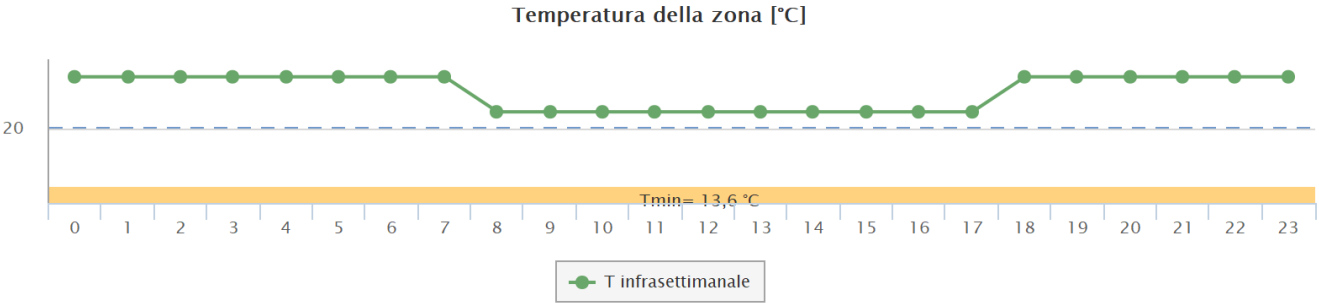
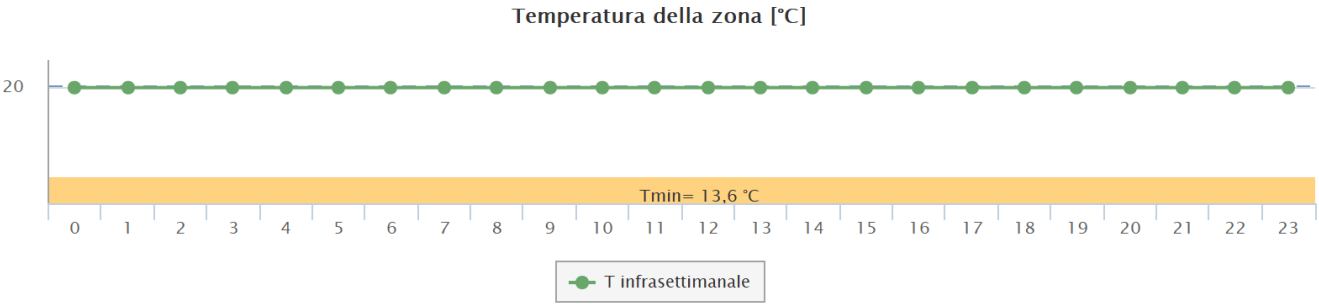
Metodo di calcolo per il profilo di temperatura della zona: Temperatura standard

Altri parametri

Ricambi d'aria [1/h]	Apporti interni [W]	Fabbisogni di ACS Q <sub>h,W</sub> [kWh]
-	14.492,46 W	4.314,63 kWh

Grafico della temperatura interna

Diagnosi energetica



## 7. CALIBRAZIONE DEL SISTEMA EDIFICIO IMPIANTO

---

Alla costruzione del modello di simulazione del sistema edificio-impianto segue la sua validazione, attraverso il confronto tra i consumi operativi e quelli effettivi, ricavati a partire dalle bollette. Per confrontare i consumi ottenuti dal modello energetico con quelli effettivi sarà fondamentale:

- Conoscere le condizioni termoigrometriche esterne relative agli anni i cui consumi sono stati utilizzati per calcolare il consumo di riferimento;
- Conoscere i profili di utilizzo del sistema edificio-impianto degli stessi anni.

La simulazione del sistema edificio-impianto, in fase di validazione, deve riferirsi infatti alle condizioni termoigrometriche reali (media delle temperature degli stessi anni utilizzati per il calcolo del consumo di riferimento) e agli effettivi profili di utilizzo.

Affinché si possa ritenere accettabile, lo scostamento tra i consumi operativi  $C_o$  e i consumi effettivi  $C_e$  deve essere al massimo del +/- 5%. Il valore dei consumi effettivi  $C_e$  si ottiene considerando il valore medio dei consumi riferiti agli anni presi in riferimento per la seguente diagnosi.

$$-0,05 \leq \frac{C_o - C_e}{C_e} \leq 0,05$$

Lo scostamento massimo, o "margine d'incertezza", deve essere definito in fase di contatto preliminare in funzione dei dati disponibili e del livello di approfondimento richiesto. In particolari situazioni, qualora la caratterizzazione del sistema edificio impianto si basi su dati non certi (stratigrafie ipotizzate, mancanza di misurazioni...), potrà essere

stabilito uno scostamento maggiore del +/- 5%, ma comunque contenuto nel doppio del limite da normativa (+/- 10%):

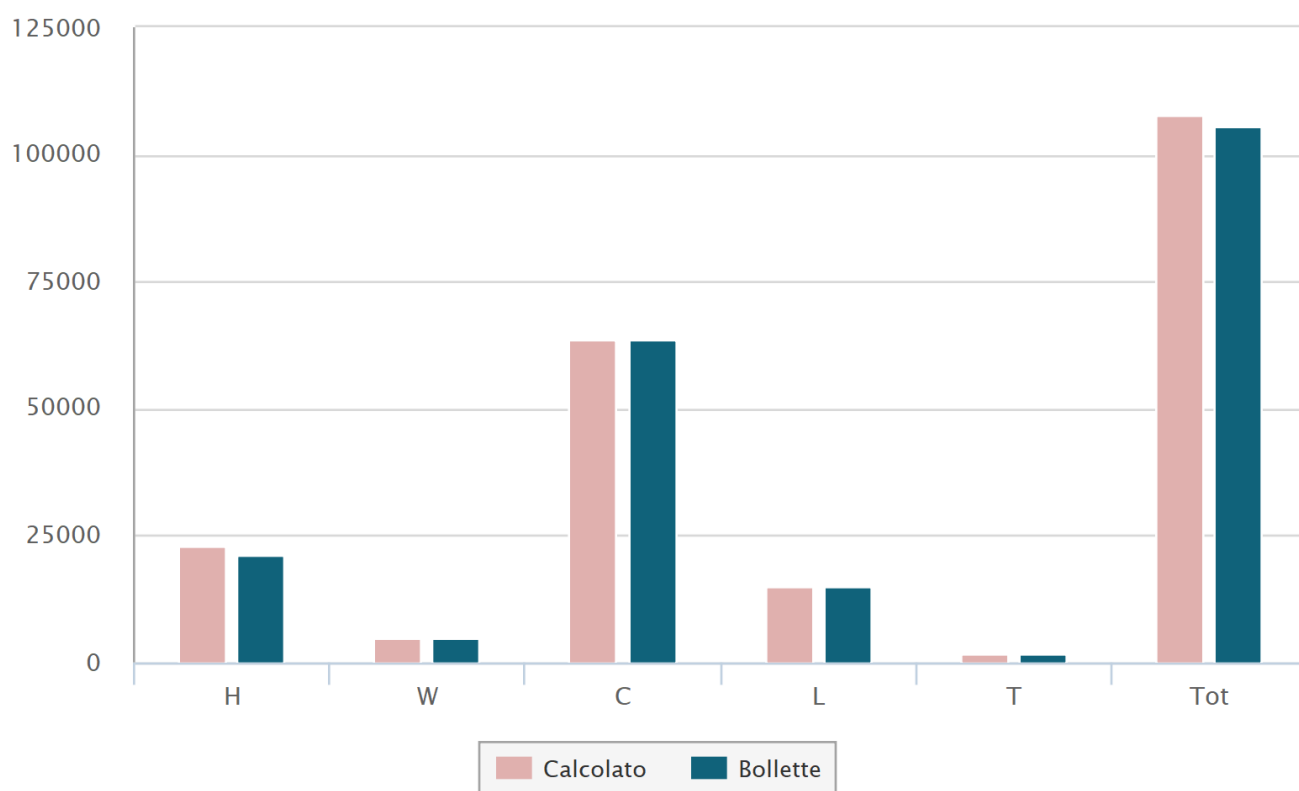
$$-0,1 \leq \frac{C_o - C_e}{C_e} \leq 0,1$$

Se si superano tali valori, è necessario verificare la correttezza del modello di simulazione del sistema edificio-impianto, o dei fattori di aggiustamento applicati ai consumi da bolletta, e apportare le modifiche opportune. Si noti che, finché il modello non risulta validato, non è possibile procedere alle fasi successive della diagnosi. Si riporta, come esempio, un grafico che mette a confronto i consumi effettivi e quelli calcolati tramite simulazione, consumi tra i quali emerge uno scostamento complessivo inferiore al 5%: il modello risulta validato e potrà quindi costituire la base per la valutazione degli interventi di riqualificazione energetica.

## Diagnosi energetica

Energia elettrica da rete	U.M.	Condizioni operative	Condizioni effettive	Indice di calibrazione K [%]
Consumo H	kWh	22.755,23	21.153,80	7,57 %
Consumo W	kWh	4.831,62	4.759,61	1,51 %
Consumo C	kWh	63.784,78	63.461,40	0,51 %
Consumo L	kWh	14.821,42	14.807,66	0,09 %
Consumo T	kWh	1.629,94	1.586,54	2,74 %
Consumo	kWh	107.822,98	105.769,00	1,94 %
Costo	€	21.564,60	46.728,82	-

## Energia elettrica



## 8.1. PROPOSTA DI INTERVENTO MIGLIORATIVO - Fonti rinnovabili – Impianto fotovoltaico

### 8.1.1 DETTAGLIO DEI SINGOLI INTERVENTI

Il calcolo dell'intervento proposto è eseguito in condizioni A3, tailored rating, con clima esterno reale.

#### IMPIANTO FOTOVOLTAICO

##### Tipologia di intervento

Rif.	Intervento
REN.6	Installazione di pannelli solari fotovoltaici

##### Dimensione dell'intervento

Marca e modello	Tipo	N°	Sup. totale captazione [m <sup>2</sup> ]	Azimut [°]	Inclinazione [°]	Kpv
Silicio monocristallino – 400 W	Silicio monocristallino	160	300,80	45,00	20,00	0,21

##### Producibilità dell'impianto solare fotovoltaico

Mese	Irradiazione mensile [kWh/mq]	Producibilità pannelli [kWh]
Gennaio	66,9	2.996,6
Febbraio	75,4	3.377,6
Marzo	132,6	5.940,7
Aprile	152,3	6.822,8
Maggio	189,8	8.504,3
Giugno	194,7	8.721,7
Luglio	207,2	9.282,2
Agosto	185,9	8.328,5
Settembre	141,0	6.316,4
Ottobre	118,0	5.286,8
Novembre	84,0	3.764,7
Dicembre	62,2	2.788,7
TOTALE	1.610,1	72.131,1

La relazione tecnica dell'impianto fotovoltaico, se presente, è riportata negli allegati.

##### Costo dell'intervento

Costo intervento			
Unitario [€/cad]	Batterie accumulo [€/bat]	Fisso [€]	Totale [€]
64.000,00	0,00	0,00	64.000,00



### 8.1.2 VALUTAZIONE DELLO SCENARIO DI INTERVENTO

La realizzazione simultanea di vari interventi proposti implica la loro influenza reciproca sui risparmi finali conseguibili: il risparmio complessivo non equivale alla somma dei singoli risparmi ottenibili realizzando singolarmente i vari interventi.

Nelle seguenti tabelle si riepilogano i principali risultati dello scenario di intervento proposto, tenendo conto delle influenze reciproche.

#### Valutazione del Risparmio Energetico

Fonti rinnovabili - (Intervento consigliato)	Consumi		Risparmio energetico	
	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Variazione %
Energia elettrica [kWh]	142.162,0	55.269,3	86.892,7	61,1

#### Valutazione del Risparmio Economico e Tempo di ritorno semplice

Fonti rinnovabili - (Intervento consigliato)	Costi Ante Operam	Risparmio economico		
		Post Operam	Variazione	Variazione %
Energia elettrica [€]	28.432,4	11.053,9	17.378,5	61,1
Costo complessivo [€]	28.432,4	11.053,9	17.378,5	61,1

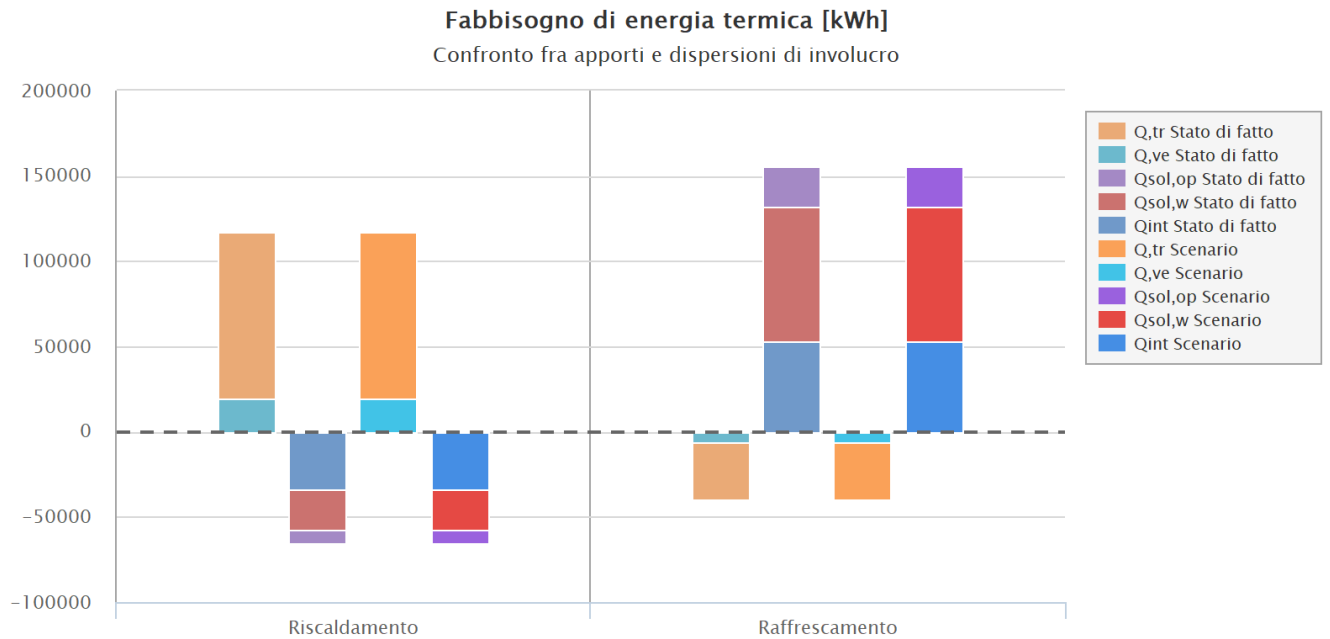
	U.M.	Valore
Costo di investimento	€	64.000,0
Risparmio economico	€/Anno	17.378,6
Tempo di ritorno semplice	Anni	3,7
Risparmio CO2	Kg/m <sup>2</sup>	29,9

Tempo di ritorno – da 0 a più di 30 anni



### 8.1.3 DETTAGLI DI CALCOLO – INVOLUCRO: FABBISOGNI DI ENERGIA TERMICA

#### Fabbisogno di energia termica



#### Fabbisogni di energia termica per riscaldamento

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
QH,tr	kWh	97.707,9	97.707,9	0	-	Fabbisogno di energia termica per trasmissione
QH,ve	kWh	19.498,8	19.498,8	0	-	Fabbisogno di energia termica per ventilazione
Qsol,op	kWh	7.345,9	7.345,9	0	-	Apporti solari sulle superfici opache in riscaldamento
Qsol,w	kWh	24.596,2	24.596,2	0	-	Apporti solari sulle superfici trasparenti in riscaldamento
Qint	kWh	33.390,6	33.390,6	0	-	Apporti interni in riscaldamento
QH,nd	kWh	62.030,2	62.030,2	0	-	Fabbisogno di energia termica per il riscaldamento

#### Fabbisogni di energia termica per raffrescamento

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
QC,tr	kWh	34.279,2	34.279,2	0	-	Fabbisogno di energia termica per trasmissione
QC,ve	kWh	5.819,9	5.819,9	0	-	Fabbisogno di energia termica per ventilazione
Qsol,op	kWh	23.762,6	23.762,6	0	-	Apporti solari sulle superfici opache in raffrescamento
Qsol,w	kWh	79.585,1	79.585,1	0	-	Apporti solari sulle superfici trasparenti in raffrescamento
Qint	kWh	52.520,7	52.520,7	0	-	Apporti interni in raffrescamento
QC,nd	kWh	96.708,2	96.708,2	0	-	Fabbisogno di energia termica per il raffrescamento

**Fabbisogni di energia termica per ACS**

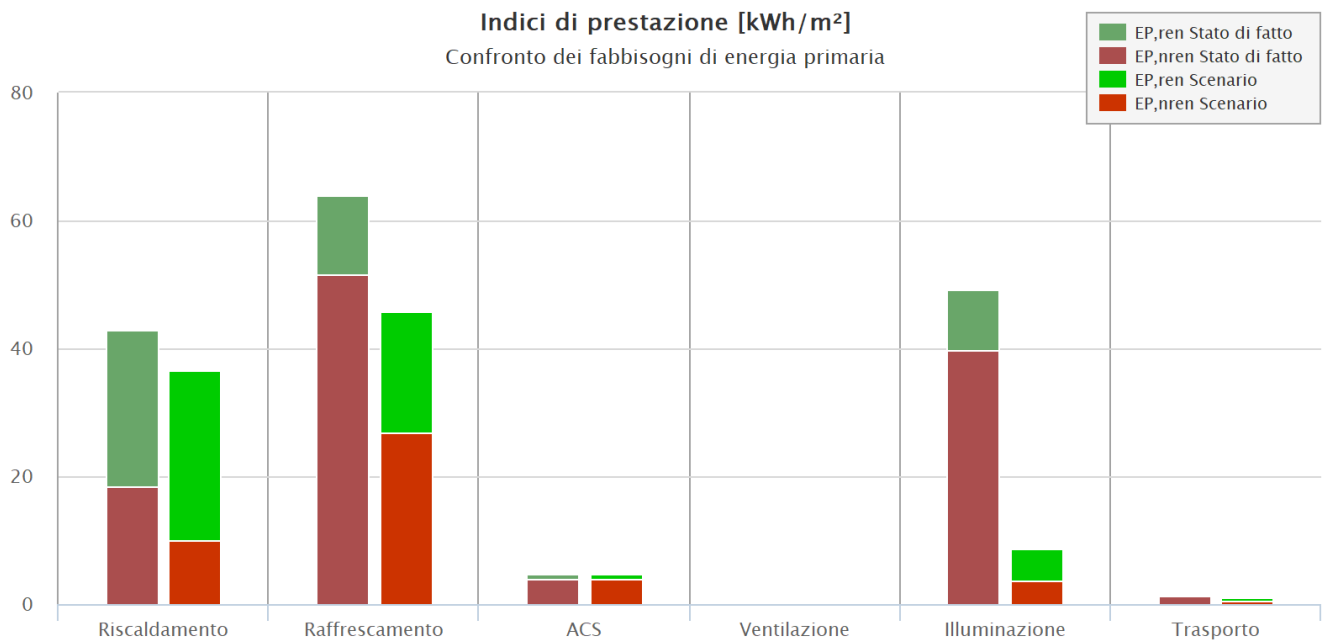
	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
QW	kWh	4.314,6	4.314,6	0	-	Fabbisogno di energia termica per ACS

**Fabbisogni di energia termica e dettagli dell'involucro**

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPH,nd	kWh/m²	25,7	25,7	0	-	Indice di prestazione termica utile di riscaldamento
EPC,nd	kWh/m²	40,0	40,0	0	-	Indice di prestazione termica utile di raffrescamento
EPW,nd	kWh/m²	1,8	1,8	0	-	Indice di prestazione termica utile di acs
Asol est/A sup utile	-	0,045	0,045	0	-	Area solare estiva equivalente
YIE	W/m²K	0,34	0,34	0	-	Trasmittanza termica periodica media

**8.1.4 DETTAGLI DI CALCOLO – IMPIANTO: FABBISOGNI DI ENERGIA PRIMARIA**

**Indici di prestazione**



### Climatizzazione invernale

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPH,ren	kWh/m <sup>2</sup>	24,4	26,7	2,3	9,4	Indice di prestazione rinnovabile per riscaldamento
EPH,nren	kWh/m <sup>2</sup>	18,4	9,9	8,5	46,2	Indice di prestazione non rinnovabile per riscaldamento
EPH,tot	kWh/m <sup>2</sup>	42,8	36,6	6,2	14,5	Indice di prestazione totale per riscaldamento
ηH,nren	-	1,398	2,606	1,208	86,4	Efficienza globale stagionale di riscaldamento
QR,H	%	57,0	73,0	16,0	28,1	Quota rinnovabile per riscaldamento

### Climatizzazione estiva

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPC,ren	kWh/m <sup>2</sup>	12,4	19,1	6,7	54,0	Indice di prestazione rinnovabile per raffrescamento
EPC,nren	kWh/m <sup>2</sup>	51,5	26,8	24,7	48,0	Indice di prestazione non rinnovabile per raffrescamento
EPC,tot	kWh/m <sup>2</sup>	63,9	45,9	18,0	28,2	Indice di prestazione totale per raffrescamento
ηC,nren	-	0,778	1,496	0,718	92,3	Efficienza globale stagionale di raffrescamento
QR,C	%	19,4	41,7	22,3	114,9	Quota rinnovabile per raffrescamento

### Acqua calda sanitaria

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPW,ren	kWh/m <sup>2</sup>	0,9	0,9	0	-	Indice di prestazione rinnovabile per ACS
EPW,nren	kWh/m <sup>2</sup>	3,9	3,9	0	-	Indice di prestazione non rinnovabile per ACS
EPW,tot	kWh/m <sup>2</sup>	4,8	4,8	0	-	Indice di prestazione totale per ACS
ηW,nren	-	0,458	0,458	0	-	Efficienza globale stagionale di ACS
QR,W	%	19,4	19,4	0	-	Quota rinnovabile per ACS

### Illuminazione

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPL,ren	kWh/m <sup>2</sup>	9,6	5,1	-4,5	-46,9	Indice di prestazione rinnovabile per illuminazione
EPL,nren	kWh/m <sup>2</sup>	39,7	3,7	36,0	90,7	Indice di prestazione non rinnovabile per illuminazione
EPL,tot	kWh/m <sup>2</sup>	49,3	8,8	40,5	82,2	Indice di prestazione totale per ventilazione

## Diagnosi energetica

### Trasporto

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPT,ren	kWh/m <sup>2</sup>	0,3	0,6	0,3	100,0	Indice di prestazione rinnovabile per trasporto
EPT,nren	kWh/m <sup>2</sup>	1,3	0,4	0,9	69,2	Indice di prestazione non rinnovabile per trasporto
EPT,tot	kWh/m <sup>2</sup>	1,6	1,0	0,6	37,5	Indice di prestazione totale per trasporto

### Energia primaria globale

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPgl,ren	kWh/m <sup>2</sup>	47,6	52,5	4,9	10,3	Indice di prestazione globale rinnovabile
EPgl,nren	kWh/m <sup>2</sup>	114,8	44,6	70,2	61,1	Indice di prestazione globale non rinnovabile
EPgl,tot	kWh/m <sup>2</sup>	162,4	97,1	65,3	40,2	Indice di prestazione globale dell'edificio
QR,HWC	%	33,8	53,6	19,8	58,6	Quota rinnovabile per risc., acs e raff.

### Edificio di riferimento

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPgl,nren,rif	kWh/m <sup>2</sup>	92,7	55,8	36,9	39,8	Indice di prestazione non rinnovabile

## 8.1a. TEMPO DI RITORNO SEMPLICE

## Esborso nei prossimi 10 anni in assenza di interventi (simulazione)

Stato attuale	1° anno	2° anno	3° anno	4° anno	5° anno	6° anno	7° anno	8° anno	9° anno	10° anno	Totale
Spesa combustibile €/anno	21.564,60	22.103,71	22.656,30	23.222,71	23.803,28	24.398,36	25.008,32	25.633,53	26.274,37	26.931,23	241.596,40

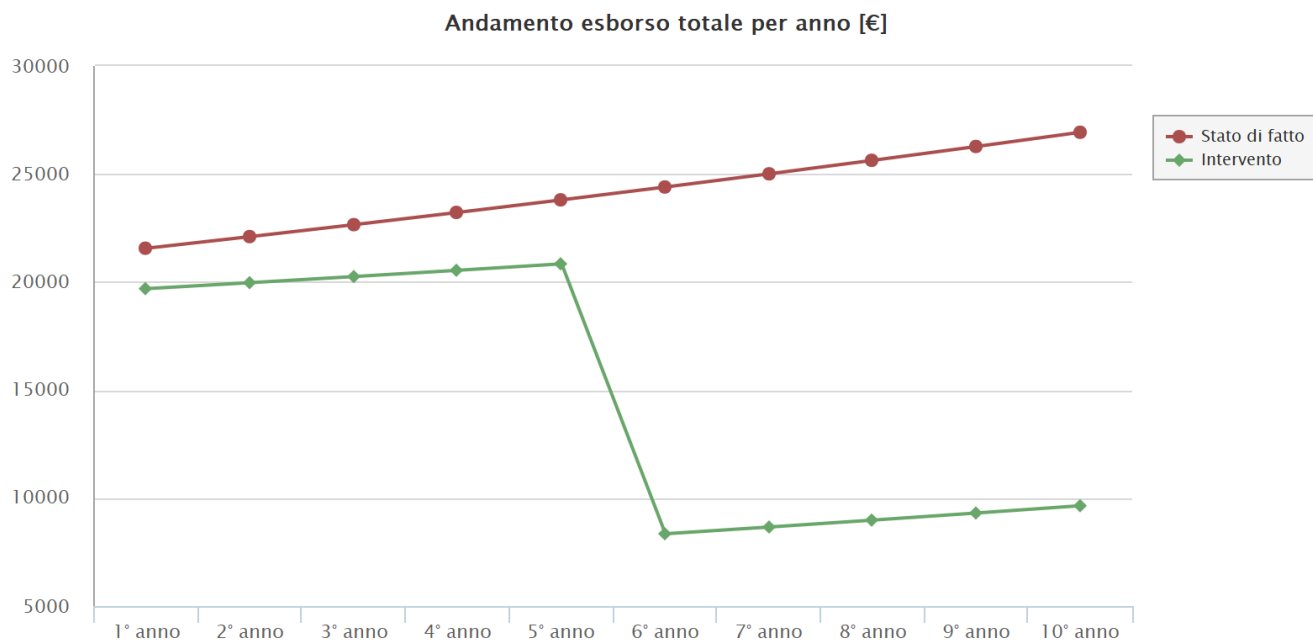
Costo del combustibile: 0,200 €/kWh

Nota: costo del combustibile incrementato del 1,03% ogni anno

Dopo l'intervento	1° anno	2° anno	3° anno	4° anno	5° anno	6° anno	7° anno	8° anno	9° anno	10° anno	Totale
Spesa combustibile €/anno	11.053,86	11.330,20	11.613,46	11.903,80	12.201,39	12.506,43	12.819,09	13.139,56	13.468,05	13.804,75	123.840,58
Ipotesi rateizzazione anni	12.800,00	12.800,00	12.800,00	12.800,00	12.800,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	64.000,00
Recupero fiscale €	4.160,00	4.160,00	4.160,00	4.160,00	4.160,00	4.160,00	4.160,00	4.160,00	4.160,00	4.160,00	41.600,00
Spesa riscaldamento €	19.693,86	19.970,20	20.253,46	20.543,80	20.841,39	8.346,43	8.659,09	8.979,56	9.308,05	9.644,75	146.240,58
Differenza sulla rata €	-1.870,74	-2.133,51	-2.402,84	-2.678,92	-2.961,89	-16.051,94	16.349,23	-16.653,96	16.966,31	-17.286,47	-95.355,81

Costo del combustibile: 0,200 €/kWh

Nota: costo del combustibile incrementato del 1,03% ogni anno



Andamento della spesa per il riscaldamento per lo stato attuale e dopo l'intervento

### 8.1b. ANALISI ECONOMICA (UNI EN 15459)

L'analisi economica si fonda sull'approccio del life cycle cost analysis secondo la norma UNI EN 15459. I passi di calcolo per la determinazione del costo globale partono dalla valutazione del tasso di sconto che consente la comparazione del valore della valuta in periodi differenti e quindi riportare al momento iniziale una spesa effettuata dopo p anni.

Il costo globale dell'investimento è determinato come segue:

$$C_G(\tau) = C_1 + \sum_j \left[ \sum_{i=1}^{\tau} (C_{a,i}(j) \times R_d(i)) - V_{f,\tau}(j) \right] \quad (\text{€})$$

$\tau$  è periodo di calcolo

$C_1$  è il costo dell'investimento iniziale

$C_{a,i}(j)$  è il costo annuale per l'anno i del componente j

$V_{f,\tau}(j)$  è il valore finale del componente j alla fine del periodo di calcolo (riferito all'anno iniziale)

Il valore finale del componente è determinato secondo questa formula:

$$V_{f,\tau}(j) = V_0(j) \times (1 + R_p/100)^{n_{\tau}(j) \times \tau_n(j)} \times \left[ \frac{(n_{\tau}(j) + 1) \times \tau_n(j) - \tau}{\tau_n(j)} \right] \times R_d(\tau)$$

$V_0(j)$  è il costo iniziale del componente

$R_p$  è il tasso dell'andamento dei prezzi per i prodotti

$n_{\tau}(j)$  è il numero di sostituzioni del componente j nel periodo di calcolo

$\tau_n(j)$  è la vita del componente j

Il tasso di sconto è calcolato come segue:

$$R_d(p) = \left( \frac{1}{1 + R_R/100} \right)^p$$

con p il numero di anni e  $R_R$  il tasso di interesse reale

$$R_R = \frac{R - R_i}{1 + R_i/100} \%$$

dove R è il tasso di interesse di mercato e  $R_i$  è il tasso di inflazione.

Il fattore di attualizzazione utilizzato per riportare all'anno iniziale tutti i costi e le rendite annuali è stata utilizzata la seguente:

$$f_{pv}(n) = \frac{1 - (1 + R_R/100)^{-n}}{R_R/100}$$

#### Ipotesi di calcolo

Tasso di interesse di mercato	3	% R
Tasso di inflazione	4	% $R_i$
Durata del calcolo	10	Anni

Di seguito il dettaglio dei costi iniziali sostenuti per l'intervento. Nella colonna Sostituzioni è indicato il totale attualizzato delle sostituzioni avvenute per un dato componente nel periodo di calcolo utilizzato per l'analisi.

COSTI INIZIALI	Costo [€]	Quantità	Detraibile	Totale [€]	Sostituzioni [€]
Costo dell'intervento	64.000,00	1	No	64.000,00	-
Totale				64.000,00	-

## Diagnosi energetica

I costi di manutenzione e di smaltimento possono essere ricavati da una percentuale di incidenza sul totale e da un costo fisso aggiuntivo eventualmente specificato.

COSTI DI MANUTENZIONE ANNUALE	Incidenza sul totale [%]	Valore [€]	Costo aggiuntivo [€]	Costo anno [€]
Costo dell'intervento	1,00	64.000,00	0,00	640,00
Totale				640,00

COSTI SMALTIMENTO NOMINALI	Incidenza sul totale [%]	Valore [€]	Costo aggiuntivo [€]	Totale [€]
Costo dell'intervento	2,00	64.000,00	0,00	1.280,00
Totale				1.280,00

I costi di smaltimento attualizzati comprendo anche le frazioni ancora non utilizzate di eventuali costi di smaltimento da sostenere oltre il periodo di vita del componente.

COSTI SMALTIMENTO ATTUALIZZATI	Vita	Anno	Costo [€]	Tasso[%]	Valore[€]
Smaltimento Costo dell'intervento		10	1.280,00	1,101	704,92
Totale					704,92

COSTI PERIODICI	Annuale [€]	Annualità	Tasso [%]	Totale [€]
Manutenzione Costo dell'intervento	640,00	20	10,550	6.751,90
Totale				6.751,90

RICAVI PERIODICI	Annuale [€]	Annualità	Tasso [%]	Totale [€]
Risparmio Energia elettrica	-10.510,74	20	10,550	-110.886,62
Totale				-110.886,62

COSTI UNA TANTUM	Annuale [€]	Annualità	Tasso [%]	Totale [€]
Totale				0,00

Principali risultati

### Intervallo di calcolo e tasso attualizzazione

VALORI FINALI	Vita	Valore iniziale [€]	Uso	Valore finale [€]	Valore attualizzato [€]
Costo dell'intervento	20	64.000,00	0,50	-32.000,00	-35.246,10
Totale					-35.246,10

COSTO COMPLESSIVO ATTUALIZZATO SENZA INCENTIVI FISCALI [€]	-74.675,91
--	------------

DETRAZIONI FISCALI	Annuale	Annualità	Tasso [%]	Totale [€]
Totale				0,00

VALORE ATTUALE OPERAZIONE [€]	-74.675,91
-------------------------------	------------

EQUIVALENTE ANNUALE	Annualità	Tasso [%]	Totale [€]
Equivalente annuale	10	0,095	-7.078,39



## Indici di valutazione

	U.M.	Valore
Costi residui e valori finali	€	-34.541,18
Indice di Profitto	-	2,055
Tempo di Ritorno attualizzato	Anni	6,3
Costo globale	€	-74.675,91
Incentivo	€	0,00

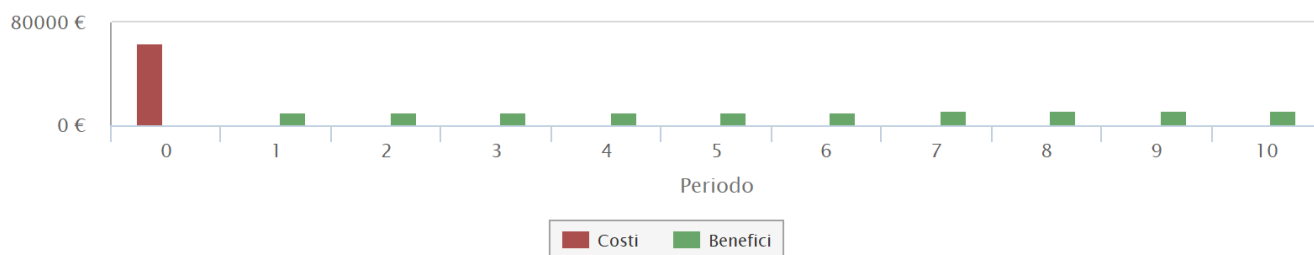


## Andamento annuale

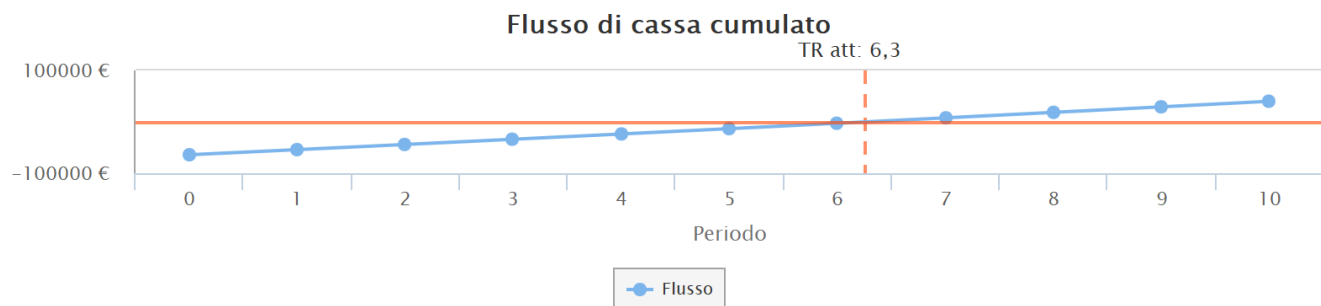
	Anno 0	Anno 1	Anno 2	Anno 3	Anno 4
Costi	64.000,00	646,21	652,49	658,82	665,22
Benefici	0,00	10.612,79	10.715,82	10.819,86	10.924,91
Flussi di cassa	-64.000,00	9.966,57	10.063,34	10.161,04	10.259,69
Flusso di cassa cumulato	-64.000,00	-54.033,43	-43.970,09	-33.809,05	-23.549,37
	Anno 5	Anno 6	Anno 7	Anno 8	Anno 9
Costi	671,68	678,20	684,78	691,43	698,14
Benefici	11.030,97	11.138,07	11.246,21	11.355,39	11.465,64
Flussi di cassa	10.359,30	10.459,87	10.561,42	10.663,96	10.767,50
Flusso di cassa cumulato	-13.190,07	-2.730,20	7.831,23	18.495,19	29.262,69
	Anno 10	-	-	-	-
Costi	704,92	-	-	-	-
Benefici	11.576,96	-	-	-	-
Flussi di cassa	10.872,04	-	-	-	-
Flusso di cassa cumulato	40.134,72	-	-	-	-

## Rapporto costi/benefici

### Rapporto costi / benefici



Flusso di cassa cumulado



## 8.2. PROPOSTA DI INTERVENTO MIGLIORATIVO – Relamping impianto illuminazione

### 8.2.1 DETTAGLIO DEI SINGOLI INTERVENTI

Il calcolo dell'intervento proposto è eseguito in condizioni A3, tailored rating, con clima esterno reale.

#### ALTRI IMPIANTI

##### Tipologia di intervento:

Rif.	Intervento
REN.5	Relamping dell'impianto di illuminazione

☒ Relamping interno

##### Caratteristiche intervento

Ante Operam		Post Operam	
Tipologia	Efficienza [lm/W]	Tipologia	Efficienza [lm/W]
Fluorescenti lineari	84,00	LED	110,00

##### Tipo di controllo della luce artificiale:

Automatico

##### Tipo sistema di controllo della presenza:

Senza sensore di presenza, manuale ON/OFF + sistema automatico spegnimento notturno

##### Costi complessivi dell'intervento

Costo intervento		
Unitario [€/cad]	Numero elementi	Totale [€]
80,00	180	14.400,00

Le schede tecniche degli apparecchi installati, se presenti, sono riportate negli allegati.

## 8.2.2 VALUTAZIONE DELLO SCENARIO DI INTERVENTO

La realizzazione simultanea di vari interventi proposti implica la loro influenza reciproca sui risparmi finali conseguibili: il risparmio complessivo non equivale alla somma dei singoli risparmi ottenibili realizzando singolarmente i vari interventi.

Nelle seguenti tabelle si riepilogano i principali risultati dello scenario di intervento proposto, tenendo conto delle influenze reciproche.

### Valutazione del Risparmio Energetico

Altri impianti	Consumi	Risparmio energetico		
	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Variazione %
Energia elettrica [kWh]	142.162,0	102.559,1	39.602,9	27,9

### Valutazione del Risparmio Economico e Tempo di ritorno semplice

Altri impianti	Costi	Risparmio economico		
	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Variazione %
Energia elettrica [€]	28.432,4	20.511,8	7.920,6	27,9
Costo complessivo [€]	28.432,4	20.511,8	7.920,6	27,9

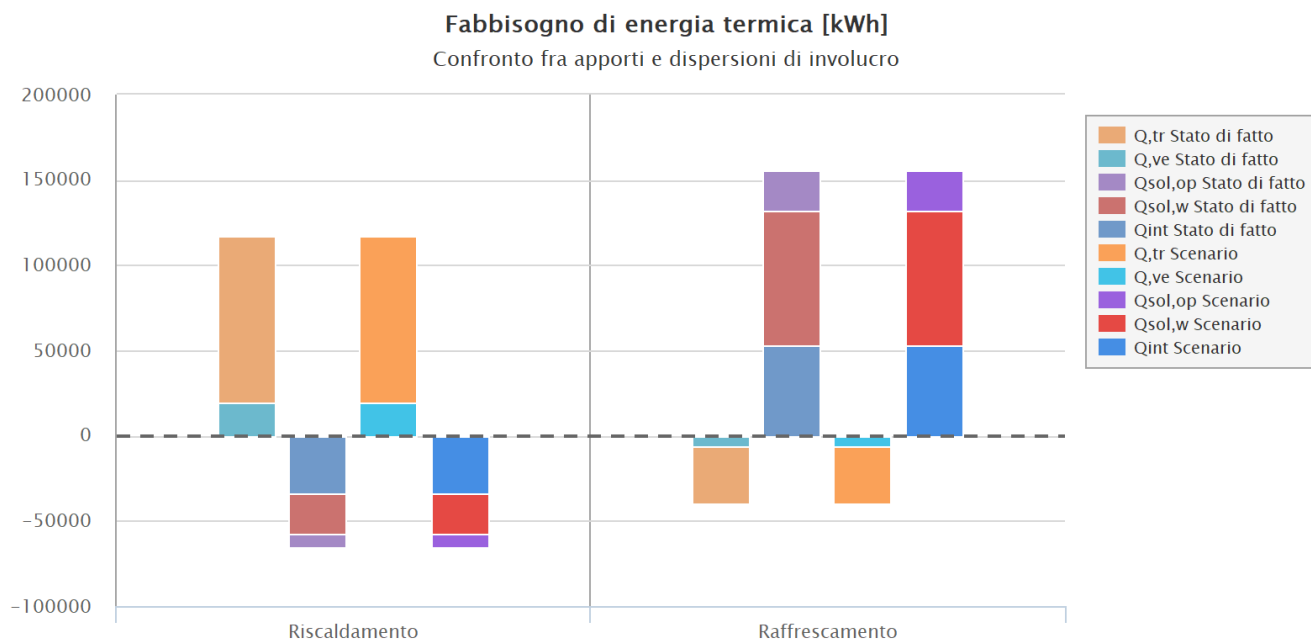
	U.M.	Valore
Costo di investimento	€	14.400,0
Risparmio economico	€/Anno	7.920,6
Tempo di ritorno semplice	Anni	1,8
Risparmio CO2	Kg/m <sup>2</sup>	14,7

Tempo di ritorno – da 0 a più di 30 anni



### 8.2.3 DETTAGLI DI CALCOLO – INVOLUCRO: FABBISOGNI DI ENERGIA TERMICA

#### Fabbisogno di energia termica



#### Fabbisogni di energia termica per riscaldamento

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
QH,tr	kWh	97.707,9	97.707,9	0	-	Fabbisogno di energia termica per trasmissione
QH,ve	kWh	19.498,8	19.498,8	0	-	Fabbisogno di energia termica per ventilazione
Qsol,op	kWh	7.345,9	7.345,9	0	-	Apporti solari sulle superfici opache in riscaldamento
Qsol,w	kWh	24.596,2	24.596,2	0	-	Apporti solari sulle superfici trasparenti in riscaldamento
Qint	kWh	33.390,6	33.390,6	0	-	Apporti interni in riscaldamento
QH,nd	kWh	62.030,2	62.030,2	0	-	Fabbisogno di energia termica per il riscaldamento

#### Fabbisogni di energia termica per raffrescamento

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
QC,tr	kWh	34.279,2	34.279,2	0	-	Fabbisogno di energia termica per trasmissione
QC,ve	kWh	5.819,9	5.819,9	0	-	Fabbisogno di energia termica per ventilazione
Qsol,op	kWh	23.762,6	23.762,6	0	-	Apporti solari sulle superfici opache in raffrescamento
Qsol,w	kWh	79.585,1	79.585,1	0	-	Apporti solari sulle superfici trasparenti in raffrescamento
Qint	kWh	52.520,7	52.520,7	0	-	Apporti interni in raffrescamento
QC,nd	kWh	96.708,2	96.708,2	0	-	Fabbisogno di energia termica per il raffrescamento

**Fabbisogni di energia termica per ACS**

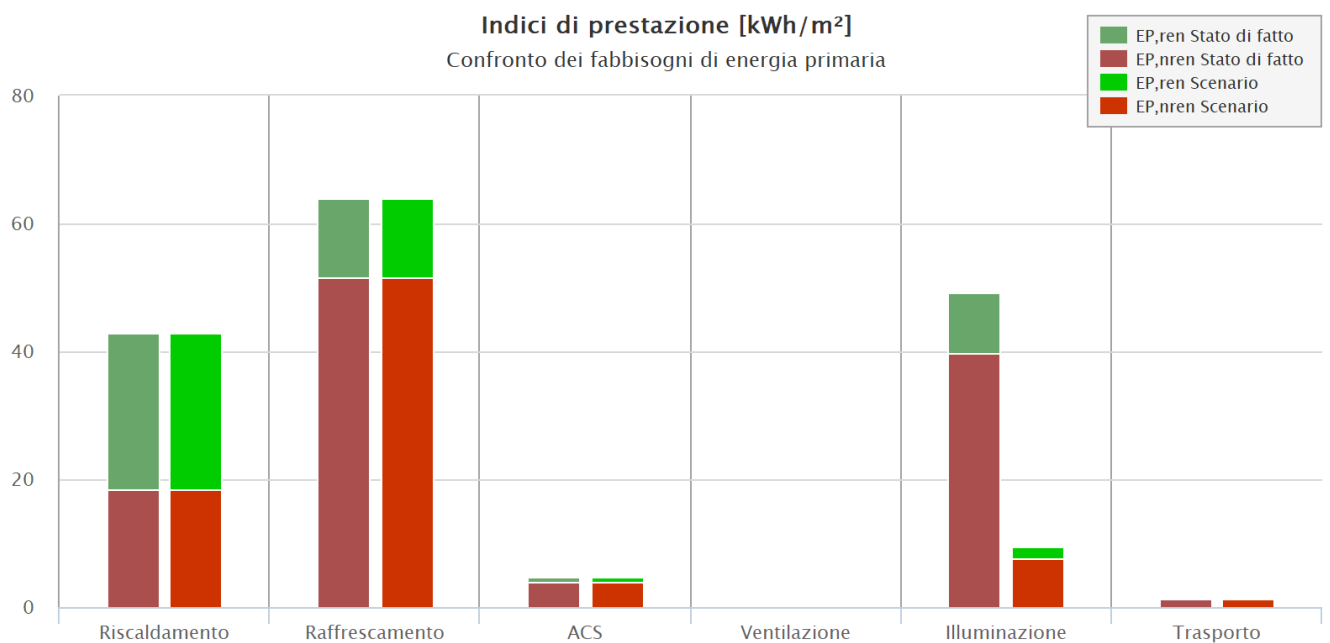
	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
QW	kWh	4.314,6	4.314,6	0	-	Fabbisogno di energia termica per ACS

**Fabbisogni di energia termica e dettagli dell'involucro**

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPH,nd	kWh/m <sup>2</sup>	25,7	25,7	0	-	Indice di prestazione termica utile di riscaldamento
EPC,nd	kWh/m <sup>2</sup>	40,0	40,0	0	-	Indice di prestazione termica utile di raffrescamento
EPW,nd	kWh/m <sup>2</sup>	1,8	1,8	0	-	Indice di prestazione termica utile di acs
Asol est/A sup utile	-	0,045	0,045	0	-	Area solare estiva equivalente
YIE	W/m <sup>2</sup> K	0,34	0,34	0	-	Trasmittanza termica periodica media

**8.2.4 DETTAGLI DI CALCOLO – IMPIANTO: FABBISOGNI DI ENERGIA PRIMARIA**

**Indici di prestazione**



### Climatizzazione invernale

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPH,ren	kWh/m <sup>2</sup>	24,4	24,4	0	-	Indice di prestazione rinnovabile per riscaldamento
EPH,nren	kWh/m <sup>2</sup>	18,4	18,4	0	-	Indice di prestazione non rinnovabile per riscaldamento
EPH,tot	kWh/m <sup>2</sup>	42,8	42,8	0	-	Indice di prestazione totale per riscaldamento
ηH,nren	-	1,398	1,398	0	-	Efficienza globale stagionale di riscaldamento
QR,H	%	57,0	57,0	0	-	Quota rinnovabile per riscaldamento

### Climatizzazione estiva

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPC,ren	kWh/m <sup>2</sup>	12,4	12,4	0	-	Indice di prestazione rinnovabile per raffrescamento
EPC,nren	kWh/m <sup>2</sup>	51,5	51,5	0	-	Indice di prestazione non rinnovabile per raffrescamento
EPC,tot	kWh/m <sup>2</sup>	63,9	63,9	0	-	Indice di prestazione totale per raffrescamento
ηC,nren	-	0,778	0,778	0	-	Efficienza globale stagionale di raffrescamento
QR,C	%	19,4	19,4	0	-	Quota rinnovabile per raffrescamento

### Acqua calda sanitaria

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPW,ren	kWh/m <sup>2</sup>	0,9	0,9	0	-	Indice di prestazione rinnovabile per ACS
EPW,nren	kWh/m <sup>2</sup>	3,9	3,9	0	-	Indice di prestazione non rinnovabile per ACS
EPW,tot	kWh/m <sup>2</sup>	4,8	4,8	0	-	Indice di prestazione totale per ACS
ηW,nren	-	0,458	0,458	0	-	Efficienza globale stagionale di ACS
QR,W	%	19,4	19,4	0	-	Quota rinnovabile per ACS

### Illuminazione

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPL,ren	kWh/m <sup>2</sup>	9,6	1,9	-7,7	-80,2	Indice di prestazione rinnovabile per illuminazione
EPL,nren	kWh/m <sup>2</sup>	39,7	7,7	32,0	80,6	Indice di prestazione non rinnovabile per illuminazione
EPL,tot	kWh/m <sup>2</sup>	49,3	9,6	39,7	80,5	Indice di prestazione totale per ventilazione

## Diagnosi energetica

### Trasporto

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPT,ren	kWh/m <sup>2</sup>	0,3	0,3	0	-	Indice di prestazione rinnovabile per trasporto
EPT,nren	kWh/m <sup>2</sup>	1,3	1,3	0	-	Indice di prestazione non rinnovabile per trasporto
EPT,tot	kWh/m <sup>2</sup>	1,6	1,6	0	-	Indice di prestazione totale per trasporto

### Energia primaria globale

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPgl,ren	kWh/m <sup>2</sup>	47,6	39,9	-7,7	-16,2	Indice di prestazione globale rinnovabile
EPgl,nren	kWh/m <sup>2</sup>	114,8	82,8	32,0	27,9	Indice di prestazione globale non rinnovabile
EPgl,tot	kWh/m <sup>2</sup>	162,4	122,7	39,7	24,4	Indice di prestazione globale dell'edificio
QR,HWC	%	33,8	33,8	0	-	Quota rinnovabile per risc., acs e raff.

### Edificio di riferimento

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPgl,nren,rif	kWh/m <sup>2</sup>	92,7	60,7	32,0	34,5	Indice di prestazione non rinnovabile



## 8.2a. TEMPO DI RITORNO SEMPLICE

### Esborso nei prossimi 10 anni in assenza di interventi (simulazione)

Stato attuale	1° anno	2° anno	3° anno	4° anno	5° anno	6° anno	7° anno	8° anno	9° anno	10° anno	Totale
Spesa combustibile €/anno	21.564,60	22.103,71	22.656,30	23.222,71	23.803,28	24.398,36	25.008,32	25.633,53	26.274,37	26.931,23	241.596,40

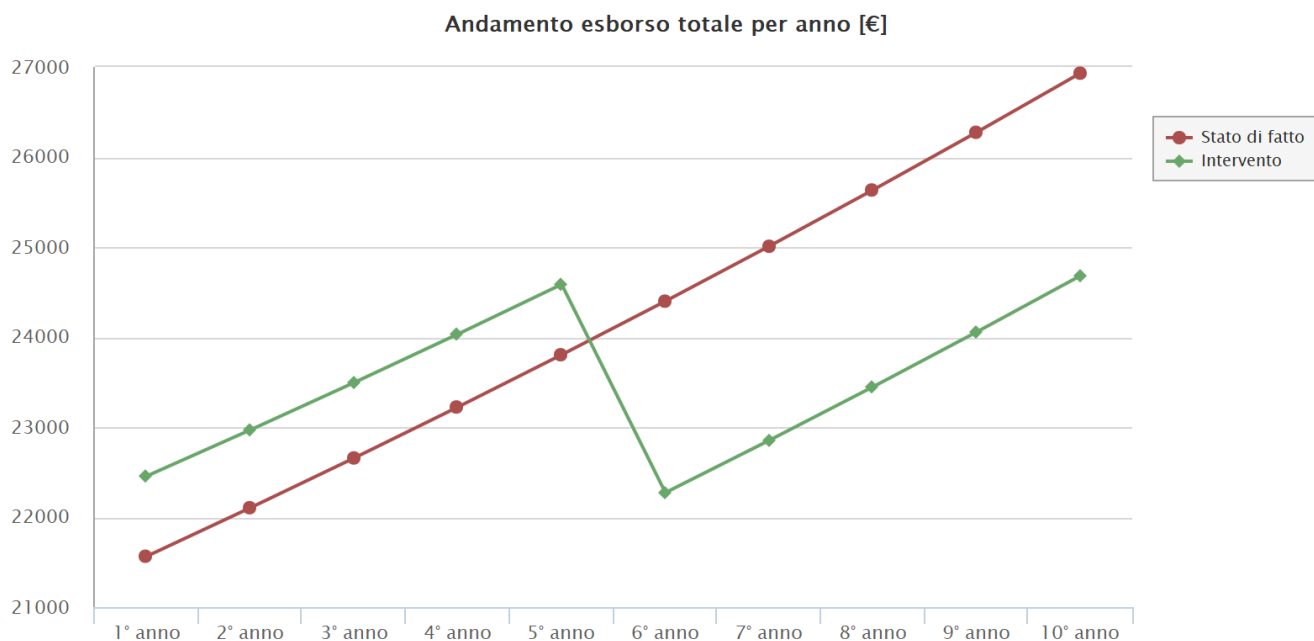
Costo del combustibile: 0,200 €/kWh

Nota: costo del combustibile incrementato del 1,03% ogni anno

Dopo l'intervento	1° anno	2° anno	3° anno	4° anno	5° anno	6° anno	7° anno	8° anno	9° anno	10° anno	Totale
Spesa combustibile €/anno	20.511,83	21.024,62	21.550,24	22.088,99	22.641,22	23.207,25	23.787,43	24.382,12	24.991,67	25.616,46	229.801,82
Ipotesi rateizzazione anni	2.880,00	2.880,00	2.880,00	2.880,00	2.880,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14.400,00
Recupero fiscale €	936,00	936,00	936,00	936,00	936,00	936,00	936,00	936,00	936,00	936,00	9.360,00
Spesa riscaldamento €	22.455,83	22.968,62	23.494,24	24.032,99	24.585,22	22.271,25	22.851,43	23.446,12	24.055,67	24.680,46	234.841,82
Differenza sulla rata €	891,23	864,91	837,93	810,28	781,94	-2.127,11	-2.156,89	-2.187,41	-2.218,70	-2.250,76	-6.754,58

Costo del combustibile: 0,200 €/kWh

Nota: costo del combustibile incrementato del 1,03% ogni anno



Andamento della spesa per il riscaldamento per lo stato attuale e dopo l'intervento

## 8.2b. ANALISI ECONOMICA (UNI EN 15459)

L'analisi economica si fonda sull'approccio del life cycle cost analysis secondo la norma UNI EN 15459. I passi di calcolo per la determinazione del costo globale partono dalla valutazione del tasso di sconto che consente la comparazione del valore della valuta in periodi differenti e quindi riportare al momento iniziale una spesa effettuata dopo p anni.

Il costo globale dell'investimento è determinato come segue:

$$C_G(\tau) = C_1 + \sum_j \left[ \sum_{i=1}^{\tau} (C_{a,i}(j) \times R_d(i)) - V_{f,\tau}(j) \right] \quad (\text{€})$$

$\tau$  è periodo di calcolo

$C_1$  è il costo dell'investimento iniziale

$C_{a,i}(j)$  è il costo annuale per l'anno i del componente j

$V_{f,\tau}(j)$  è il valore finale del componente j alla fine del periodo di calcolo (riferito all'anno iniziale)

Il valore finale del componente è determinato secondo questa formula:

$$V_{f,\tau}(j) = V_0(j) \times (1 + R_p/100)^{n_{\tau}(j) \times \tau_n(j)} \times \left[ \frac{(n_{\tau}(j) + 1) \times \tau_n(j) - \tau}{\tau_n(j)} \right] \times R_d(\tau)$$

$V_0(j)$  è il costo iniziale del componente

$R_p$  è il tasso dell'andamento dei prezzi per i prodotti

$n_{\tau}(j)$  è il numero di sostituzioni del componente j nel periodo di calcolo

$\tau_n(j)$  è la vita del componente j

Il tasso di sconto è calcolato come segue:

$$R_d(p) = \left( \frac{1}{1 + R_R/100} \right)^p$$

con p il numero di anni e  $R_R$  il tasso di interesse reale

$$R_R = \frac{R - R_i}{1 + R_i/100} \%$$

dove R è il tasso di interesse di mercato e  $R_i$  è il tasso di inflazione.

Il fattore di attualizzazione utilizzato per riportare all'anno iniziale tutti i costi e le rendite annuali è stata utilizzata la seguente:

$$f_{pv}(n) = \frac{1 - (1 + R_R/100)^{-n}}{R_R/100}$$

### Ipotesi di calcolo

Tasso di interesse di mercato	3	% R
Tasso di inflazione	4	% $R_i$
Durata del calcolo	10	Anni

Di seguito il dettaglio dei costi iniziali sostenuti per l'intervento. Nella colonna Sostituzioni è indicato il totale attualizzato delle sostituzioni avvenute per un dato componente nel periodo di calcolo utilizzato per l'analisi.

COSTI INIZIALI	Costo [€]	Quantità	Detraibile	Totale [€]	Sostituzioni [€]
Costo dell'intervento	14.400,00	1	No	14.400,00	-
Totale				14.400,00	-

## Diagnosi energetica

I costi di manutenzione e di smaltimento possono essere ricavati da una percentuale di incidenza sul totale e da un costo fisso aggiuntivo eventualmente specificato.

COSTI DI MANUTENZIONE ANNUALE	Incidenza sul totale [%]	Valore [€]	Costo aggiuntivo [€]	Costo anno [€]
Costo dell'intervento	1,00	14.400,00	0,00	144,00
Totale				144,00

COSTI SMALTIMENTO NOMINALI	Incidenza sul totale [%]	Valore [€]	Costo aggiuntivo [€]	Totale [€]
Costo dell'intervento	2,00	14.400,00	0,00	288,00
Totale				288,00

I costi di smaltimento attualizzati comprendo anche le frazioni ancora non utilizzate di eventuali costi di smaltimento da sostenere oltre il periodo di vita del componente.

COSTI SMALTIMENTO ATTUALIZZATI	Vita	Anno	Costo [€]	Tasso[%]	Valore[€]
Smaltimento Costo dell'intervento		10	288,00	1,101	158,61
Totale					158,61

COSTI PERIODICI	Annuale [€]	Annualità	Tasso [%]	Totale [€]
Manutenzione Costo dell'intervento	144,00	20	10,550	1.519,18
Totale				1.519,18

RICAVI PERIODICI	Annuale [€]	Annualità	Tasso [%]	Totale [€]
Risparmio Energia elettrica	-1.052,77	20	10,550	-11.106,55
Totale				-11.106,55

COSTI UNA TANTUM	Annuale [€]	Annualità	Tasso [%]	Totale [€]
Totale				0,00

### Principali risultati

#### Intervallo di calcolo e tasso attualizzazione

VALORI FINALI	Vita	Valore iniziale [€]	Uso	Valore finale [€]	Valore attualizzato [€]
Costo dell'intervento	20	14.400,00	0,50	-7.200,00	-7.930,37
Totale					-7.930,37

COSTO COMPLESSIVO ATTUALIZZATO SENZA INCENTIVI FISCALI [€]	-2.959,14
--	-----------

DETRAZIONI FISCALI	Annuale	Annualità	Tasso [%]	Totale [€]
Totale				0,00

VALORE ATTUALE OPERAZIONE [€]	-2.959,14
-------------------------------	-----------

EQUIVALENTE ANNUALE	Annualità	Tasso [%]	Totale [€]
Equivalente annuale	10	0,095	-280,49

## Indici di valutazione

	U.M.	Valore
Costi residui e valori finali	€	-7.771,77
Indice di Profitto	-	1,186
Tempo di Ritorno attualizzato	Anni	Non raggiunto
Costo globale	€	-2.959,14
Incentivo	€	0,00

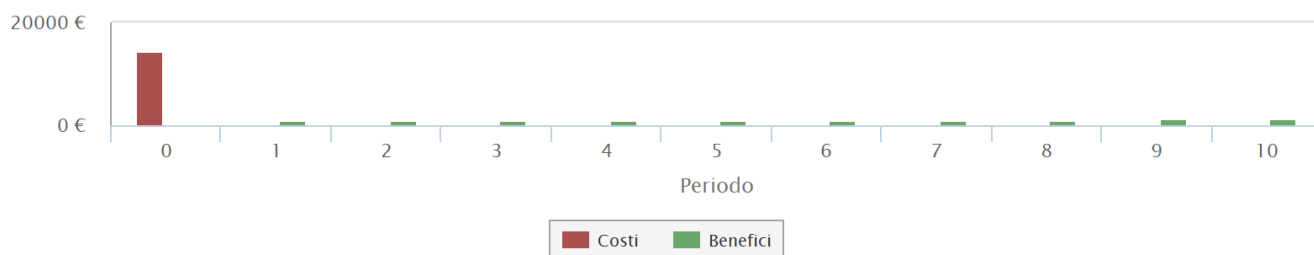


## Andamento annuale

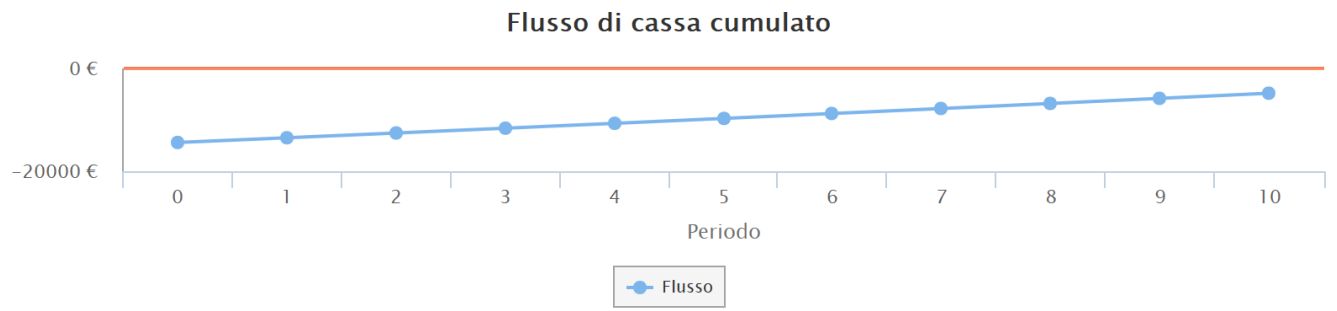
	Anno 0	Anno 1	Anno 2	Anno 3	Anno 4
Costi	14.400,00	145,40	146,81	148,24	149,67
Benefici	0,00	1.062,99	1.073,31	1.083,73	1.094,25
Flussi di cassa	-14.400,00	917,59	926,50	935,50	944,58
Flusso di cassa cumulato	-14.400,00	-13.482,41	-12.555,91	-11.620,41	-10.675,83
	Anno 5	Anno 6	Anno 7	Anno 8	Anno 9
Costi	151,13	152,59	154,08	155,57	157,08
Benefici	1.104,88	1.115,60	1.126,44	1.137,37	1.148,41
Flussi di cassa	953,75	963,01	972,36	981,80	991,33
Flusso di cassa cumulato	-9.722,08	-8.759,07	-7.786,71	-6.804,91	-5.813,58
	Anno 10	-	-	-	-
Costi	158,61	-	-	-	-
Benefici	1.159,56	-	-	-	-
Flussi di cassa	1.000,96	-	-	-	-
Flusso di cassa cumulato	-4.812,62	-	-	-	-

## Rapporto costi/benefici

### Rapporto costi / benefici



**Flusso di cassa cumulato**



### 8.3. PROPOSTA DI INTERVENTO MIGLIORATIVO - Fabbricato - involucro opaco

#### 8.3.1 DETTAGLIO DEI SINGOLI INTERVENTI

Il calcolo dell'intervento proposto è eseguito in condizioni A3, tailored rating, con clima esterno reale.

#### INVOLUCRO OPACO

##### Tipologia di intervento

Rif.	Intervento	Ante Operam	Post Operam
REN.1	[Copertura] → [Copertura (U=0,35)]	Copertura	Copertura (U=0,35)

##### Dimensione e costo dell'intervento

Struttura	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Trasmittanza U Iniziale [W/m <sup>2</sup> K]	Trasmittanza U Finale [W/m <sup>2</sup> K]	Costo Unitario [€/m <sup>2</sup> ]	Costo Fisso [€]	Costo Totale [€]
Copertura (U=0,35)	625,19	2,05	0,35	50,00	0,00	31.259,33

Le schede tecniche Post Operam delle pareti prese in considerazione e le verifiche di assenza di condensa interstiziale e superficiale sono riportate negli allegati.

### 8.3.2 VALUTAZIONE DELLO SCENARIO DI INTERVENTO

La realizzazione simultanea di vari interventi proposti implica la loro influenza reciproca sui risparmi finali conseguibili: il risparmio complessivo non equivale alla somma dei singoli risparmi ottenibili realizzando singolarmente i vari interventi.

Nelle seguenti tabelle si riepilogano i principali risultati dello scenario di intervento proposto, tenendo conto delle influenze reciproche.

#### Valutazione del Risparmio Energetico

Fabbricato - involucro opaco	Consumi	Risparmio energetico		
	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Variazione %
Energia elettrica [kWh]	142.162,0	102.589,9	39.572,1	27,8

#### Valutazione del Risparmio Economico e Tempo di ritorno semplice

Fabbricato - involucro opaco	Costi	Risparmio economico		
	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Variazione %
Energia elettrica [€]	28.432,4	20.518,0	7.914,4	27,8
Costo complessivo [€]	28.432,4	20.518,0	7.914,4	27,8

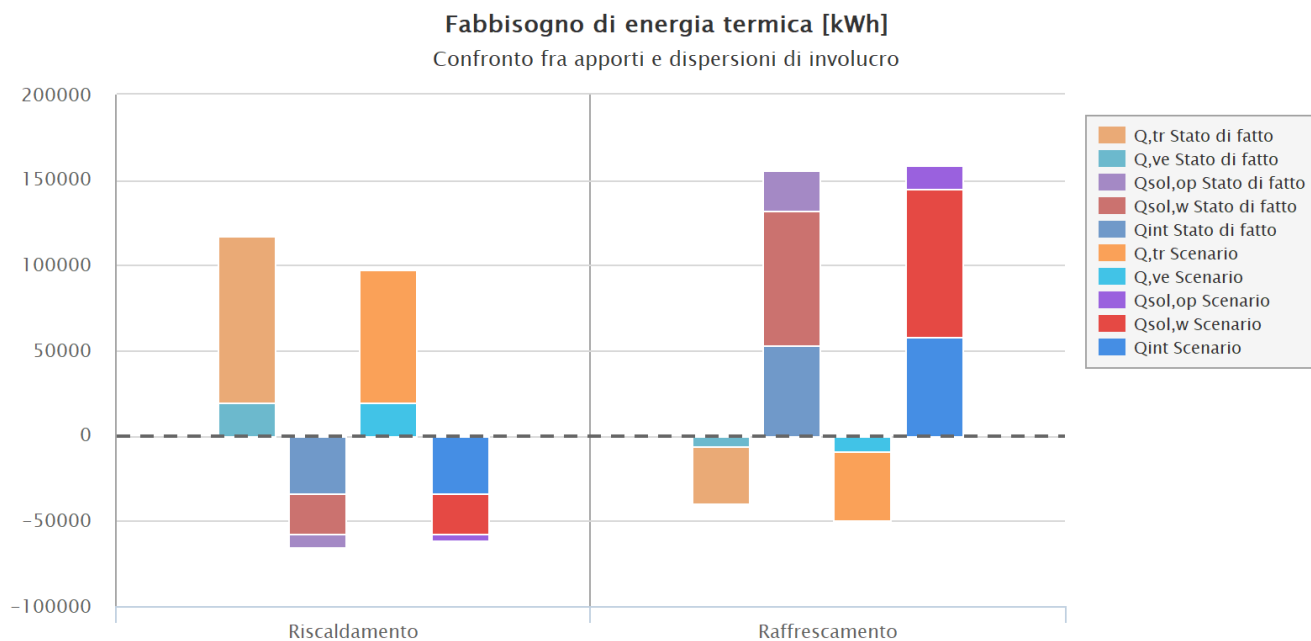
	U.M.	Valore
Costo di investimento	€	31.259,3
Risparmio economico	€/Anno	7.914,4
Tempo di ritorno semplice	Anni	3,9
Risparmio CO2	Kg/m <sup>2</sup>	13,5

Tempo di ritorno – da 0 a più di 30 anni



### 8.3.3 DETTAGLI DI CALCOLO – INVOLUCRO: FABBISOGNI DI ENERGIA TERMICA

#### Fabbisogno di energia termica



#### Fabbisogni di energia termica per riscaldamento

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
QH,tr	kWh	97.707,9	77.855,7	19.852,2	20,3	Fabbisogno di energia termica per trasmissione
QH,ve	kWh	19.498,8	19.613,0	-114,2	-0,6	Fabbisogno di energia termica per ventilazione
Qsol,op	kWh	7.345,9	3.857,9	3.488,0	47,5	Apporti solari sulle superfici opache in riscaldamento
Qsol,w	kWh	24.596,2	24.596,2	0	-	Apporti solari sulle superfici trasparenti in riscaldamento
Qint	kWh	33.390,6	33.390,6	0	-	Apporti interni in riscaldamento
QH,nd	kWh	62.030,2	42.927,6	19.102,6	30,8	Fabbisogno di energia termica per il riscaldamento

#### Fabbisogni di energia termica per raffrescamento

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
QC,tr	kWh	34.279,2	40.824,0	-6.544,8	-19,1	Fabbisogno di energia termica per trasmissione
QC,ve	kWh	5.819,9	8.957,3	-3.137,4	-53,9	Fabbisogno di energia termica per ventilazione
Qsol,op	kWh	23.762,6	13.696,8	10.065,8	42,4	Apporti solari sulle superfici opache in raffrescamento
Qsol,w	kWh	79.585,1	86.843,2	-7.258,1	-9,1	Apporti solari sulle superfici trasparenti in raffrescamento
Qint	kWh	52.520,7	58.085,8	-5.565,1	-10,6	Apporti interni in raffrescamento
QC,nd	kWh	96.708,2	99.800,2	-3.092,0	-3,2	Fabbisogno di energia termica per il raffrescamento



### Fabbisogni di energia termica per ACS

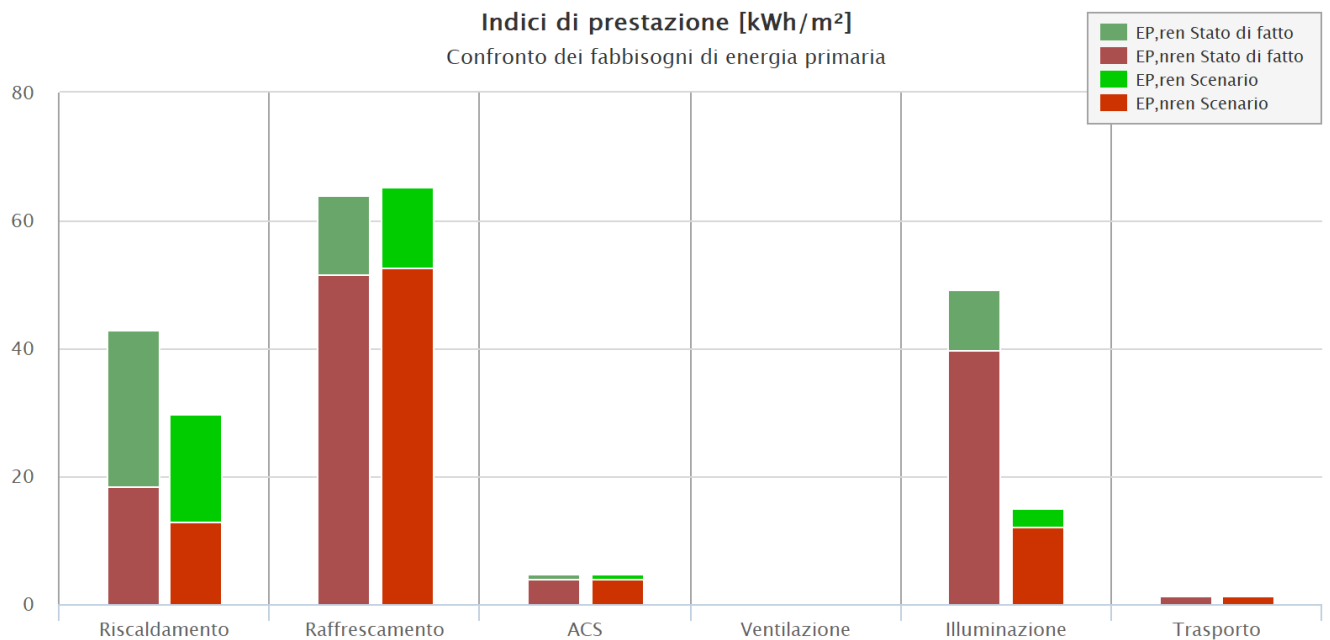
	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
QW	kWh	4.314,6	4.314,6	0	-	Fabbisogno di energia termica per ACS

### Fabbisogni di energia termica e dettagli dell'involucro

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPH,nd	kWh/m <sup>2</sup>	25,7	17,8	7,9	30,7	Indice di prestazione termica utile di riscaldamento
EPC,nd	kWh/m <sup>2</sup>	40,0	41,3	-1,3	-3,2	Indice di prestazione termica utile di raffrescamento
EPW,nd	kWh/m <sup>2</sup>	1,8	1,8	0	-	Indice di prestazione termica utile di acs
Asol est/A sup utile	-	0,045	0,045	0	-	Area solare estiva equivalente
YIE	W/m <sup>2</sup> K	0,34	0,14	0,20	58,8	Trasmittanza termica periodica media

## 8.3.4 DETTAGLI DI CALCOLO – IMPIANTO: FABBISOGNI DI ENERGIA PRIMARIA

### Indici di prestazione



### Climatizzazione invernale

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPH,ren	kWh/m <sup>2</sup>	24,4	16,8	-7,6	-31,1	Indice di prestazione rinnovabile per riscaldamento
EPH,nren	kWh/m <sup>2</sup>	18,4	13,0	5,4	29,3	Indice di prestazione non rinnovabile per riscaldamento
EPH,tot	kWh/m <sup>2</sup>	42,8	29,8	13,0	30,4	Indice di prestazione totale per riscaldamento
ηH,nren	-	1,398	1,367	-0,031	-2,2	Efficienza globale stagionale di riscaldamento
QR,H	%	57,0	56,4	-0,6	-1,1	Quota rinnovabile per riscaldamento

### Climatizzazione estiva

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPC,ren	kWh/m <sup>2</sup>	12,4	12,7	0,3	2,4	Indice di prestazione rinnovabile per raffrescamento
EPC,nren	kWh/m <sup>2</sup>	51,5	52,6	-1,1	-2,1	Indice di prestazione non rinnovabile per raffrescamento
EPC,tot	kWh/m <sup>2</sup>	63,9	65,3	-1,4	-2,2	Indice di prestazione totale per raffrescamento
ηC,nren	-	0,778	0,785	0,007	0,9	Efficienza globale stagionale di raffrescamento
QR,C	%	19,4	19,4	0	-	Quota rinnovabile per raffrescamento

### Acqua calda sanitaria

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPW,ren	kWh/m <sup>2</sup>	0,9	0,9	0	-	Indice di prestazione rinnovabile per ACS
EPW,nren	kWh/m <sup>2</sup>	3,9	3,9	0	-	Indice di prestazione non rinnovabile per ACS
EPW,tot	kWh/m <sup>2</sup>	4,8	4,8	0	-	Indice di prestazione totale per ACS
ηW,nren	-	0,458	0,458	0	-	Efficienza globale stagionale di ACS
QR,W	%	19,4	19,4	0	-	Quota rinnovabile per ACS

### Illuminazione

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPL,ren	kWh/m <sup>2</sup>	9,6	2,9	-6,7	-69,8	Indice di prestazione rinnovabile per illuminazione
EPL,nren	kWh/m <sup>2</sup>	39,7	12,0	27,7	69,8	Indice di prestazione non rinnovabile per illuminazione
EPL,tot	kWh/m <sup>2</sup>	49,3	14,8	34,5	70,0	Indice di prestazione totale per ventilazione

## Diagnosi energetica

### Trasporto

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPT,ren	kWh/m <sup>2</sup>	0,3	0,3	0	-	Indice di prestazione rinnovabile per trasporto
EPT,nren	kWh/m <sup>2</sup>	1,3	1,3	0	-	Indice di prestazione non rinnovabile per trasporto
EPT,tot	kWh/m <sup>2</sup>	1,6	1,6	0	-	Indice di prestazione totale per trasporto

### Energia primaria globale

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPgl,ren	kWh/m <sup>2</sup>	47,6	33,6	-14,0	-29,4	Indice di prestazione globale rinnovabile
EPgl,nren	kWh/m <sup>2</sup>	114,8	82,8	32,0	27,9	Indice di prestazione globale non rinnovabile
EPgl,tot	kWh/m <sup>2</sup>	162,4	116,4	46,0	28,3	Indice di prestazione globale dell'edificio
QR,HWC	%	33,8	30,4	-3,4	-10,1	Quota rinnovabile per risc., acs e raff.

### Edificio di riferimento

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPgl,nren,rif	kWh/m <sup>2</sup>	92,7	65,0	27,7	29,9	Indice di prestazione non rinnovabile

## 8.3a. TEMPO DI RITORNO SEMPLICE

## Esborso nei prossimi 10 anni in assenza di interventi (simulazione)

Stato attuale	1° anno	2° anno	3° anno	4° anno	5° anno	6° anno	7° anno	8° anno	9° anno	10° anno	Totale
Spesa combustibile €/anno	21.564,60	22.103,71	22.656,30	23.222,71	23.803,28	24.398,36	25.008,32	25.633,53	26.274,37	26.931,23	241.596,40

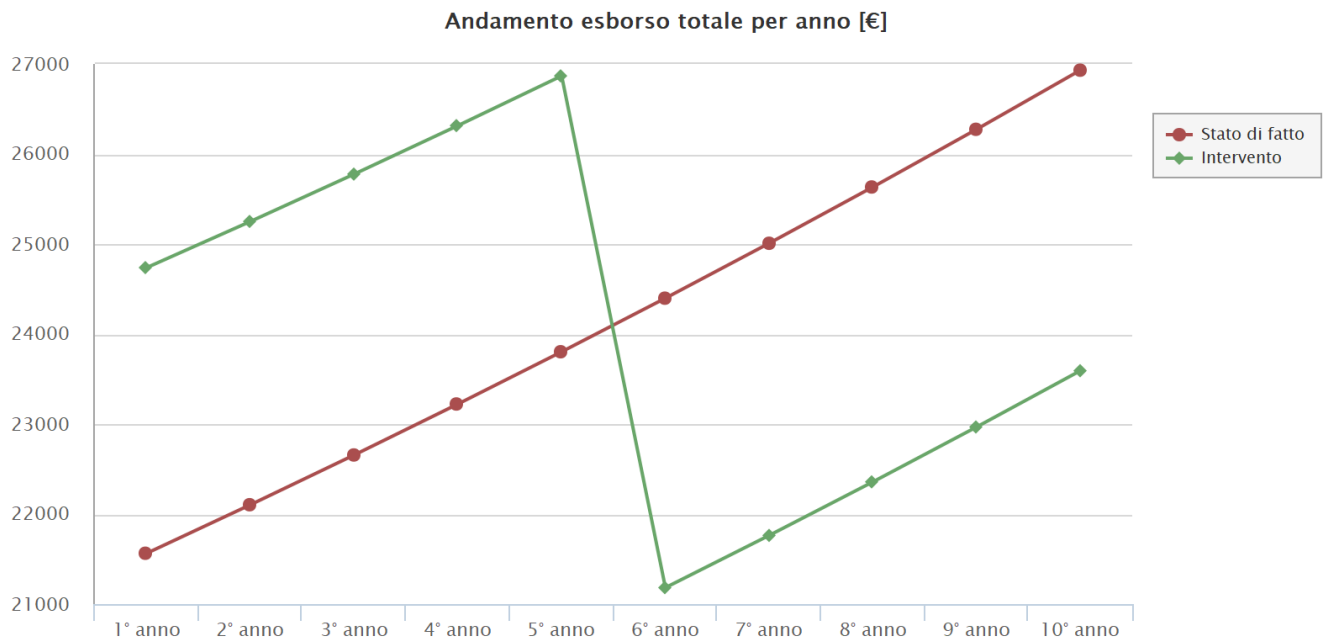
Costo del combustibile: 0,200 €/kWh

Nota: costo del combustibile incrementato del 1,03% ogni anno

Dopo l'intervento	1° anno	2° anno	3° anno	4° anno	5° anno	6° anno	7° anno	8° anno	9° anno	10° anno	Totale
Spesa combustibile €/anno	20.517,98	21.030,93	21.556,70	22.095,62	22.648,01	23.214,21	23.794,56	24.389,43	24.999,16	25.624,14	229.870,75
Ipotesi rateizzazione anni	6.251,87	6.251,87	6.251,87	6.251,87	6.251,87	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	31.259,33
Recupero fiscale €	2.031,86	2.031,86	2.031,86	2.031,86	2.031,86	2.031,86	2.031,86	2.031,86	2.031,86	2.031,86	20.318,56
Spesa riscaldamento €	24.737,99	25.250,94	25.776,71	26.315,63	26.868,02	21.182,35	21.762,71	22.357,57	22.967,31	23.592,29	240.811,51
Differenza sulla rata €	3.173,39	3.147,23	3.120,41	3.092,92	3.064,74	-3.216,01	-3.245,61	-3.275,96	-3.307,06	-3.338,94	-784,89

Costo del combustibile: 0,200 €/kWh

Nota: costo del combustibile incrementato del 1,03% ogni anno



Andamento della spesa per il riscaldamento per lo stato attuale e dopo l'intervento

### 8.3b. ANALISI ECONOMICA (UNI EN 15459)

L'analisi economica si fonda sull'approccio del life cycle cost analysis secondo la norma UNI EN 15459. I passi di calcolo per la determinazione del costo globale partono dalla valutazione del tasso di sconto che consente la comparazione del valore della valuta in periodi differenti e quindi riportare al momento iniziale una spesa effettuata dopo p anni.

Il costo globale dell'investimento è determinato come segue:

$$C_G(\tau) = C_1 + \sum_j \left[ \sum_{i=1}^{\tau} (C_{a,i}(j) \times R_d(i)) - V_{f,\tau}(j) \right] \text{ (€)}$$

$\tau$  è periodo di calcolo

$C_1$  è il costo dell'investimento iniziale

$C_{a,i}(j)$  è il costo annuale per l'anno i del componente j

$V_{f,\tau}(j)$  è il valore finale del componente j alla fine del periodo di calcolo (riferito all'anno iniziale)

Il valore finale del componente è determinato secondo questa formula:

$$V_{f,\tau}(j) = V_0(j) \times (1 + R_p/100)^{n_{\tau}(j) \times \tau_n(j)} \times \left[ \frac{(n_{\tau}(j) + 1) \times \tau_n(j) - \tau}{\tau_n(j)} \right] \times R_d(\tau)$$

$V_0(j)$  è il costo iniziale del componente

$R_p$  è il tasso dell'andamento dei prezzi per i prodotti

$n_{\tau}(j)$  è il numero di sostituzioni del componente j nel periodo di calcolo

$\tau_n(j)$  è la vita del componente j

Il tasso di sconto è calcolato come segue:

$$R_d(p) = \left( \frac{1}{1 + R_R/100} \right)^p$$

con p il numero di anni e  $R_R$  il tasso di interesse reale

$$R_R = \frac{R - R_i}{1 + R_i/100} \%$$

dove R è il tasso di interesse di mercato e  $R_i$  è il tasso di inflazione.

Il fattore di attualizzazione utilizzato per riportare all'anno iniziale tutti i costi e le rendite annuali è stata utilizzata la seguente:

$$f_{pv}(n) = \frac{1 - (1 + R_R/100)^{-n}}{R_R/100}$$

#### Ipotesi di calcolo

Tasso di interesse di mercato	3	% R
Tasso di inflazione	4	% $R_i$
Durata del calcolo	10	Anni

Di seguito il dettaglio dei costi iniziali sostenuti per l'intervento. Nella colonna Sostituzioni è indicato il totale attualizzato delle sostituzioni avvenute per un dato componente nel periodo di calcolo utilizzato per l'analisi.

COSTI INIZIALI	Costo [€]	Quantità	Detraibile	Totale [€]	Sostituzioni [€]
Costo dell'intervento	31.259,33	1	No	31.259,33	-
Totale				31.259,33	-

## Diagnosi energetica

I costi di manutenzione e di smaltimento possono essere ricavati da una percentuale di incidenza sul totale e da un costo fisso aggiuntivo eventualmente specificato.

COSTI DI MANUTENZIONE ANNUALE	Incidenza sul totale [%]	Valore [€]	Costo aggiuntivo [€]	Costo anno [€]
Costo dell'intervento	1,00	31.259,33	0,00	312,59
Totale				312,59

COSTI SMALTIMENTO NOMINALI	Incidenza sul totale [%]	Valore [€]	Costo aggiuntivo [€]	Totale [€]
Costo dell'intervento	2,00	31.259,33	0,00	625,19
Totale				625,19

I costi di smaltimento attualizzati comprendo anche le frazioni ancora non utilizzate di eventuali costi di smaltimento da sostenere oltre il periodo di vita del componente.

COSTI SMALTIMENTO ATTUALIZZATI	Vita	Anno	Costo [€]	Tasso[%]	Valore[€]
Smaltimento Costo dell'intervento		10	625,19	1,101	344,30
Totale					344,30

COSTI PERIODICI	Annuale [€]	Annualità	Tasso [%]	Totale [€]
Manutenzione Costo dell'intervento	312,59	20	10,550	3.297,81
Totale				3.297,81

RICAVI PERIODICI	Annuale [€]	Annualità	Tasso [%]	Totale [€]
Risparmio Energia elettrica	-1.046,62	20	10,550	-11.041,67
Totale				-11.041,67

COSTI UNA TANTUM	Annuale [€]	Annualità	Tasso [%]	Totale [€]
Totale				0,00

Principali risultati

### Intervallo di calcolo e tasso attualizzazione

VALORI FINALI	Vita	Valore iniziale [€]	Uso	Valore finale [€]	Valore attualizzato [€]
Costo dell'intervento	20	31.259,33	0,50	-15.629,66	-17.215,15
Totale					-17.215,15

COSTO COMPLESSIVO ATTUALIZZATO SENZA INCENTIVI FISCALI [€]	6.644,62
--	----------

DETRAZIONI FISCALI	Annuale	Annualità	Tasso [%]	Totale [€]
Totale				0,00

VALORE ATTUALE OPERAZIONE [€]	6.644,62
-------------------------------	----------

EQUIVALENTE ANNUALE	Annualità	Tasso [%]	Totale [€]
Equivalente annuale	10	0,095	629,83

## Indici di valutazione

	U.M.	Valore
Costi residui e valori finali	€	-16.870,85
Indice di Profitto	-	0,808
Tempo di Ritorno attualizzato	Anni	Non raggiunto
Costo globale	€	6.644,62
Incentivo	€	0,00

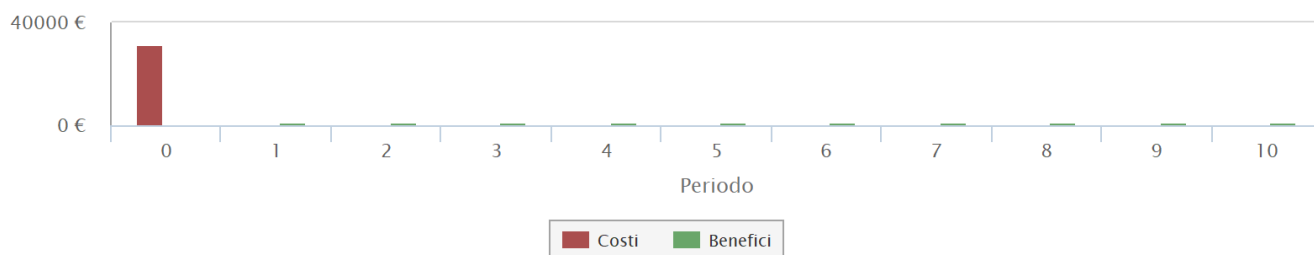


## Andamento annuale

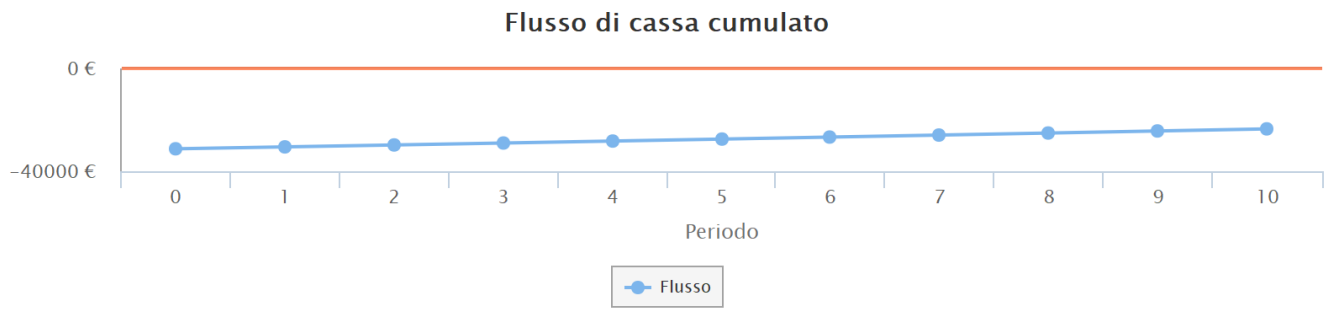
	Anno 0	Anno 1	Anno 2	Anno 3	Anno 4
Costi	31.259,33	315,63	318,69	321,79	324,91
Benefici	0,00	1.056,78	1.067,04	1.077,40	1.087,86
Flussi di cassa	-31.259,33	741,15	748,35	755,61	762,95
Flusso di cassa cumulato	-31.259,33	-30.518,17	-29.769,82	-29.014,21	-28.251,26
	Anno 5	Anno 6	Anno 7	Anno 8	Anno 9
Costi	328,07	331,25	334,47	337,71	340,99
Benefici	1.098,42	1.109,09	1.119,86	1.130,73	1.141,71
Flussi di cassa	770,36	777,84	785,39	793,01	800,71
Flusso di cassa cumulato	-27.480,90	-26.703,06	-25.917,68	-25.124,66	-24.323,95
	Anno 10	-	-	-	-
Costi	344,30	-	-	-	-
Benefici	1.152,79	-	-	-	-
Flussi di cassa	808,49	-	-	-	-
Flusso di cassa cumulato	-23.515,46	-	-	-	-

## Rapporto costi/benefici

### Rapporto costi / benefici



**Flusso di cassa cumulato**





#### 8.4. PROPOSTA DI INTERVENTO MIGLIORATIVO - Scenario collettivo – Intervento consigliato

Sulla base di quanto rilevato in sopralluogo e delle caratteristiche impiantistiche e di uso riscontrate, gli interventi definiti e riportati nel documento si reputano quelli più idonei e funzionali allo scopo. Altre tipologie di interventi sono state valutate come non sostenibili sia da un punto di vista costi/benefici che da un punto di vista di impatto ambientale vista la tipologia dell'immobile in questione.

Gli interventi proposti in tale scenario riguardano il miglioramento dell'involucro edilizio opaco mediante isolamento degli involucri disperdenti verso l'esterno, il relamping del sistema di illuminazione presente e l'installazione di un impianto fotovoltaico da autoconsumo. L'analisi di efficientamento è stata effettuata ipotizzando le ore di funzionamento dell'immobile sulla base del tipo di destinazione d'uso e di quanto rilevato durante i sopralluoghi in situ effettuati.

Gli interventi proposti non avranno particolare impatto sul contesto paesaggistico in quanto non verranno apportate modifiche al volume o alla sagoma dell'edificio. Gli interventi rientrano tra quelli esclusi dall'autorizzazione paesaggistica semplificata, anche se ricadenti in aree vincolate, ai sensi dell'art 2 comma 1 del DPR 13/02/2017 n.31, All. A.

Il tempo per l'esecuzione degli interventi è stimato in circa 120 giorni e comportano una ristrutturazione di primo livello.

##### 8.4.1 DETTAGLIO DEI SINGOLI INTERVENTI

Il calcolo dell'intervento proposto è eseguito in condizioni A3, tailored rating, con clima esterno reale.

#### INVOLUCRO OPACO

##### Tipologia di intervento

Rif.	Intervento	Ante Operam	Post Operam
REN.1	[Copertura] → [Copertura (U=0,35)]	Copertura	Copertura (U=0,35)

##### Dimensione e costo dell'intervento

Struttura	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Trasmittanza U Iniziale [W/m <sup>2</sup> K]	Trasmittanza U Finale [W/m <sup>2</sup> K]	Costo Unitario [€/m <sup>2</sup> ]	Costo Fisso [€]	Costo Totale [€]
Copertura (U=0,35)	625,19	2,05	0,35	50,00	0,00	31.259,33

Le schede tecniche Post Operam delle pareti prese in considerazione e le verifiche di assenza di condensa interstiziale e superficiale sono riportate negli allegati.

**RELAMPING IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE****Tipologia di intervento:**

Rif.	Intervento
REN.5	Relamping dell'impianto di illuminazione

☒ Relamping interno
**Caratteristiche intervento**

Ante Operam		Post Operam	
Tipologia	Efficienza [lm/W]	Tipologia	Efficienza [lm/W]
Fluorescenti lineari	84,00	LED	110,00

**Tipo di controllo della luce artificiale:**

Automatico

**Tipo sistema di controllo della presenza:**

Senza sensore di presenza, manuale ON/OFF + sistema automatico spegnimento notturno

**Costi complessivi dell'intervento**

Costo intervento		
Unitario [€/cad]	Numero elementi	Totale [€]
80,00	180	14.400,00

Le schede tecniche degli apparecchi installati, se presenti, sono riportate negli allegati.

**IMPIANTO FOTOVOLTAICO****Tipologia di intervento**

Rif.	Intervento
REN.6	Installazione di pannelli solari fotovoltaici

**Dimensione dell'intervento**

Marca e modello	Tipo	N°	Sup. totale captazione [m <sup>2</sup> ]	Azimut [°]	Inclinazione [°]	Kpv
Silicio monocristallino – 400 W	Silicio monocristallino	160	300,80	45,00	20,00	0,21

**Producibilità dell'impianto solare fotovoltaico**

Mese	Irradiazione mensile [kWh/mq]	Producibilità pannelli [kWh]
Gennaio	66,9	2.996,6
Febbraio	75,4	3.377,6
Marzo	132,6	5.940,7
Aprile	152,3	6.822,8
Maggio	189,8	8.504,3
Giugno	194,7	8.721,7
Luglio	207,2	9.282,2
Agosto	185,9	8.328,5
Settembre	141,0	6.316,4
Ottobre	118,0	5.286,8
Novembre	84,0	3.764,7
Dicembre	62,2	2.788,7
TOTALE	1.610,1	72.131,1

La relazione tecnica dell'impianto fotovoltaico, se presente, è riportata negli allegati.

**Costo dell'intervento**

Costo intervento			
Unitario [€/cad]	Batterie accumulo [€/bat]	Fisso [€]	Totale [€]
64.000,00	0,00	0,00	64.000,00

Come primo scenario di intervento, si prevede l'installazione nella zona di copertura di pannelli solari fotovoltaici. L'impianto di scenario è costituito da n.160 moduli fotovoltaici da 400Wp in silicio monocristallino con le seguenti caratteristiche tecniche:

- Struttura in alluminio anodizzato resistente alla torsione;
- Telaio in vetro con carichi resistenti fino a 5,4 kN/m<sup>2</sup>;
- Scatola di giunzione IP 67, con 3 diodi di by-pass, completa di cavo e connettori multicontact MCType.;
- Resa della cella fotovoltaica: > 18,4%;
- Decadimento sulla potenza di picco: <= 20% in 25 anni.

Il sistema sarà compreso di gruppo di conversione trifase (inverter), di dispositivo di separazione CC, di varistori controllati termicamente, di un sistema di monitoraggio della dispersione di terra, della protezione contro l'inversione di polarità. Risultano compresi, inoltre, i seguenti elementi:

- Quadro di campo per protezione CC (2 sezionatori), con interruttore isolante, scaricatore con 2 poli;
- Conduttori L+ ed L- protetti da un elemento per la sovratensione con indicatore di insufficienza;
- Cavo solare sezione 6mmq composto da fili di rame zincato della classe speciale 5 DIN VDE 0295/IEC60228.
- Connettori multicontact per sezionamento lato CC, sezione 2-6 mm<sup>2</sup>;
- Interfaccia RS485/232 per comunicazione tra gli inverter, comunicazione inverter/sistema di acquisizione dati, comunicazione sistema acquisizione dati/ PC o sinottico.

Il sistema sarà installato su tetto attraverso opportuna struttura a zavorre in calcestruzzo. La struttura di sostegno sarà installata senza danneggiare gli elementi di impermeabilizzazione della copertura e gli strati di finitura. Saranno comprese tutte le canalizzazioni destinate ad ospitare i cavi di collegamento fra il generatore fotovoltaico e l'inverter ed ogni altro accessorio e componente necessario.

Nella totalità dei costi saranno incluse:

- Le pratiche ed i collaudi necessari per ottenere le autorizzazioni e gli incentivi del GSE, ENEL o Gestore di rete Locale, Ufficio Provinciale Dogana (ex UTIF), Comune, pratica SSP (Scambio sul Posto) o RID (Ritiro Dedicato) e qualifica SEU presso GSE;
- Le eventuali assistenze murarie ed ogni altra opera necessaria ad eliminare rischi per cose o persone (incluse eventuali prescrizioni antincendio del comando dei Vigili del Fuoco), a permettere il passaggio dei cavi per il completamento dell'impianto;
- Ogni altro onere, accessorio e magistero per dare l'opera completa a perfetta regola d'arte.

Tutti i componenti e materiali da utilizzare dovranno essere scelti ed installati conformemente alle disposizioni elencate alla norma CEI 0-21, predisposto tecnicamente per l'opzione del regime di scambio sul posto (net metering).

Il relamping è un importante intervento di efficienza energetica in grado di ridurre i consumi e migliorare la resa ed il comfort luminoso. Consiste nella sostituzione dei corpi illuminanti delle lampade di vecchia generazione con lampade innovative del tipo Light Emitting Diode (LED). Prevede la sostituzione di tutte quelle lampade fulminate o ancora funzionanti come le fluorescenti, a incandescenza o alogene. La conversione avviene tramite una semplice operazione chiamata plug&play: si interviene alla sostituzione delle lampadine senza modificare le strutture già esistenti dell'impianto luminoso.

Rivestimento termoisolante su superfici sub-orizzontali, conformi ad un ETA (European Technical Assessment) rilasciato al fabbricante da un TAB (Technical Assessment Bodies) in accordo con l'EAD 040083-00-0404 con tutti i suoi componenti, costituito da: lastre in polistirene espanso sinterizzato, addizionato con grafite di aspetto grigio, marchiato CE, densità 15÷18 kg/m<sup>3</sup>, conforme alla norma UNI EN 13163, con classi di tolleranza dimensionale L2,W2,T2,S2,P4, conformi alla norma UNI EN 13499 SATE/ETICS, con classe di Reazione al Fuoco E (Classe B-d2-s0 del sistema completo) secondo la UNI EN 13501 e di diffusione del vapore secondo la DIN 4108.

### 8.4.2 VALUTAZIONE DELLO SCENARIO DI INTERVENTO

La realizzazione simultanea di vari interventi proposti implica la loro influenza reciproca sui risparmi finali conseguibili: il risparmio complessivo non equivale alla somma dei singoli risparmi ottenibili realizzando singolarmente i vari interventi.

Nelle seguenti tabelle si riepilogano i principali risultati dello scenario di intervento proposto, tenendo conto delle influenze reciproche.

#### Valutazione del Risparmio Energetico

Scenario collettivo	Consumi	Risparmio energetico		
	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Variazione %
Energia elettrica [kWh]	142.162,0	47.093,0	95.069,0	66,9

#### Valutazione del Risparmio Economico e Tempo di ritorno semplice

Scenario collettivo	Costi	Risparmio economico		
	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Variazione %
Energia elettrica [€]	28.432,4	9.418,6	19.013,8	66,9
Costo complessivo [€]	28.432,4	9.418,6	19.013,8	66,9

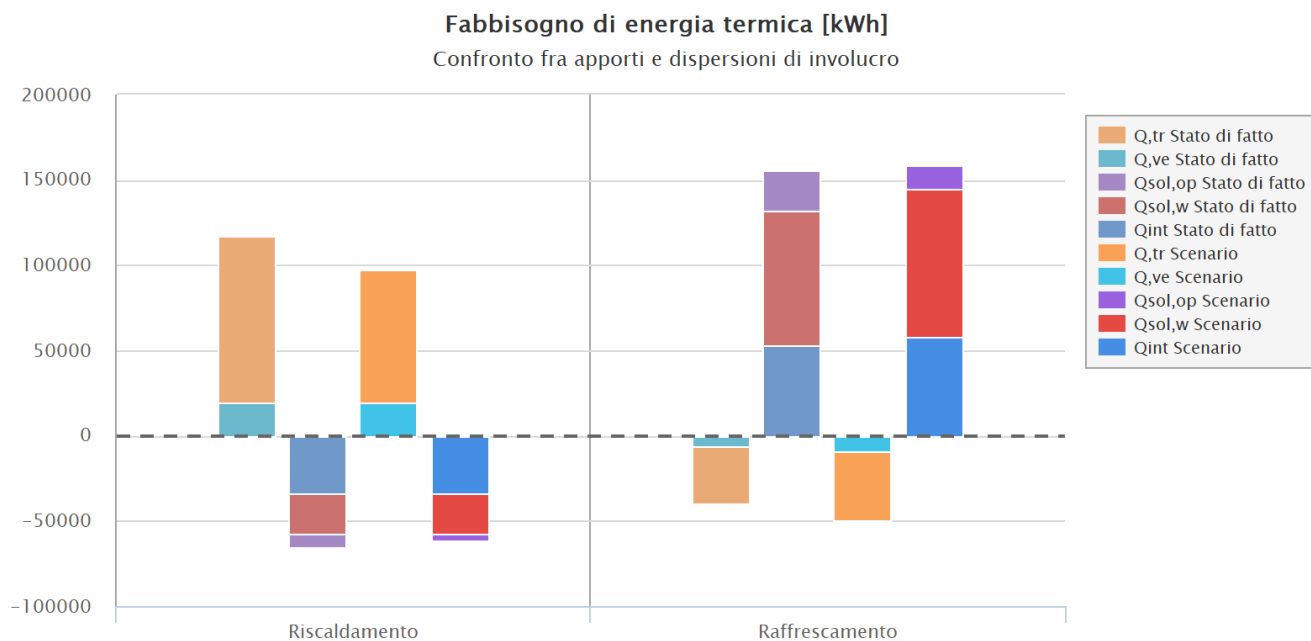
	U.M.	Valore
Costo di investimento	€	109.659,3
Risparmio economico	€/Anno	19.013,8
Tempo di ritorno semplice	Anni	5,8
Risparmio CO2	Kg/m <sup>2</sup>	31,9

Tempo di ritorno – da 0 a più di 30 anni



### 8.4.3 DETTAGLI DI CALCOLO – INVOLUCRO: FABBISOGNI DI ENERGIA TERMICA

#### Fabbisogno di energia termica



#### Fabbisogni di energia termica per riscaldamento

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
QH,tr	kWh	97.707,9	77.855,7	19.852,2	20,3	Fabbisogno di energia termica per trasmissione
QH,ve	kWh	19.498,8	19.613,0	-114,2	-0,6	Fabbisogno di energia termica per ventilazione
Qsol,op	kWh	7.345,9	3.857,9	3.488,0	47,5	Apporti solari sulle superfici opache in riscaldamento
Qsol,w	kWh	24.596,2	24.596,2	0	-	Apporti solari sulle superfici trasparenti in riscaldamento
Qint	kWh	33.390,6	33.390,6	0	-	Apporti interni in riscaldamento
QH,nd	kWh	62.030,2	42.927,6	19.102,6	30,8	Fabbisogno di energia termica per il riscaldamento

#### Fabbisogni di energia termica per raffrescamento

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
QC,tr	kWh	34.279,2	40.824,0	-6.544,8	-19,1	Fabbisogno di energia termica per trasmissione
QC,ve	kWh	5.819,9	8.957,3	-3.137,4	-53,9	Fabbisogno di energia termica per ventilazione
Qsol,op	kWh	23.762,6	13.696,8	10.065,8	42,4	Apporti solari sulle superfici opache in raffrescamento
Qsol,w	kWh	79.585,1	86.843,2	-7.258,1	-9,1	Apporti solari sulle superfici trasparenti in raffrescamento
Qint	kWh	52.520,7	58.085,8	-5.565,1	-10,6	Apporti interni in raffrescamento
QC,nd	kWh	96.708,2	99.800,2	-3.092,0	-3,2	Fabbisogno di energia termica per il raffrescamento

**Fabbisogni di energia termica per ACS**

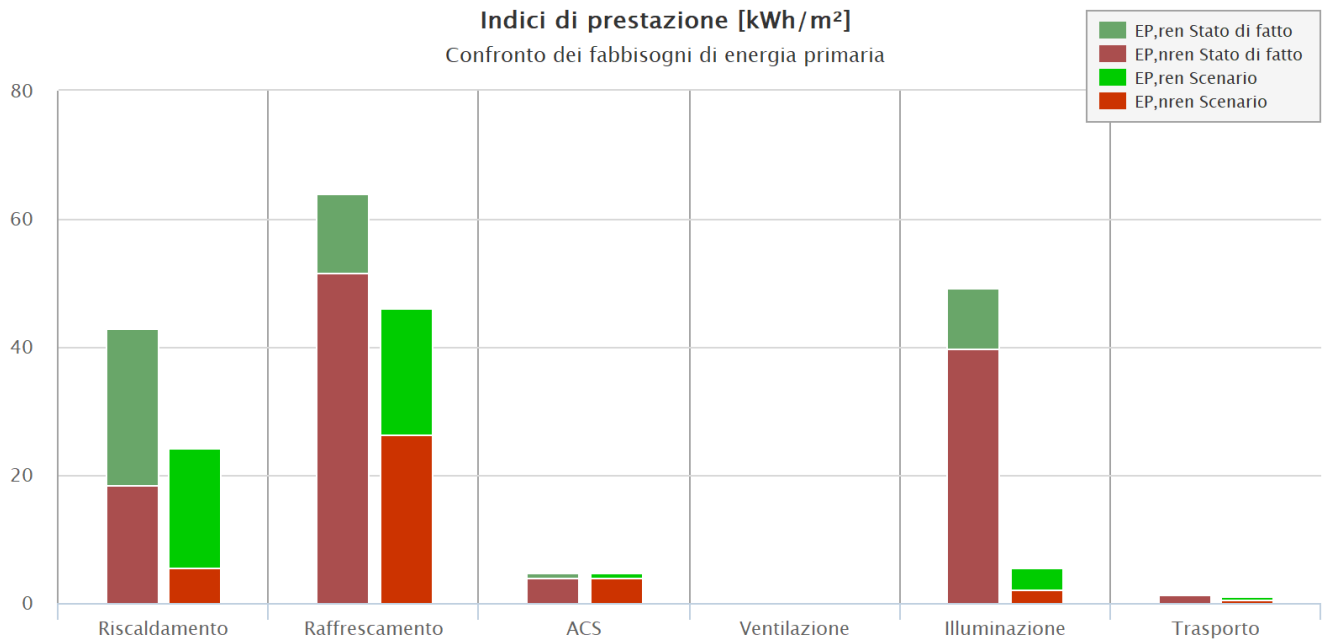
	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
QW	kWh	4.314,6	4.314,6	0	-	Fabbisogno di energia termica per ACS

**Fabbisogni di energia termica e dettagli dell'involucro**

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPH,nd	kWh/m <sup>2</sup>	25,7	17,8	7,9	30,7	Indice di prestazione termica utile di riscaldamento
EPC,nd	kWh/m <sup>2</sup>	40,0	41,3	-1,3	-3,2	Indice di prestazione termica utile di raffrescamento
EPW,nd	kWh/m <sup>2</sup>	1,8	1,8	0	-	Indice di prestazione termica utile di acs
Asol est/A sup utile	-	0,045	0,045	0	-	Area solare estiva equivalente
YIE	W/m <sup>2</sup> K	0,34	0,14	0,20	58,8	Trasmittanza termica periodica media

**8.4.4 DETTAGLI DI CALCOLO – IMPIANTO: FABBISOGNI DI ENERGIA PRIMARIA**

**Indici di prestazione**



## Diagnosi energetica

### Climatizzazione invernale

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPH,ren	kWh/m <sup>2</sup>	24,4	18,9	-5,5	-22,5	Indice di prestazione rinnovabile per riscaldamento
EPH,nren	kWh/m <sup>2</sup>	18,4	5,4	13,0	70,7	Indice di prestazione non rinnovabile per riscaldamento
EPH,tot	kWh/m <sup>2</sup>	42,8	24,2	18,6	43,5	Indice di prestazione totale per riscaldamento
ηH,nren	-	1,398	3,318	1,920	137,3	Efficienza globale stagionale di riscaldamento
QR,H	%	57,0	77,9	20,9	36,7	Quota rinnovabile per riscaldamento

### Climatizzazione estiva

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPC,ren	kWh/m <sup>2</sup>	12,4	19,8	7,4	59,7	Indice di prestazione rinnovabile per raffrescamento
EPC,nren	kWh/m <sup>2</sup>	51,5	26,3	25,2	48,9	Indice di prestazione non rinnovabile per raffrescamento
EPC,tot	kWh/m <sup>2</sup>	63,9	46,1	17,8	27,9	Indice di prestazione totale per raffrescamento
ηC,nren	-	0,778	1,571	0,793	101,9	Efficienza globale stagionale di raffrescamento
QR,C	%	19,4	43,0	23,6	121,6	Quota rinnovabile per raffrescamento

### Acqua calda sanitaria

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPW,ren	kWh/m <sup>2</sup>	0,9	0,9	0	-	Indice di prestazione rinnovabile per ACS
EPW,nren	kWh/m <sup>2</sup>	3,9	3,9	0	-	Indice di prestazione non rinnovabile per ACS
EPW,tot	kWh/m <sup>2</sup>	4,8	4,8	0	-	Indice di prestazione totale per ACS
ηW,nren	-	0,458	0,458	0	-	Efficienza globale stagionale di ACS
QR,W	%	19,4	19,4	0	-	Quota rinnovabile per ACS

### Illuminazione

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPL,ren	kWh/m <sup>2</sup>	9,6	3,4	-6,2	-64,6	Indice di prestazione rinnovabile per illuminazione
EPL,nren	kWh/m <sup>2</sup>	39,7	2,1	37,6	94,7	Indice di prestazione non rinnovabile per illuminazione
EPL,tot	kWh/m <sup>2</sup>	49,3	5,5	43,8	88,8	Indice di prestazione totale per ventilazione



## Diagnosi energetica

### Trasporto

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPT,ren	kWh/m <sup>2</sup>	0,3	0,6	0,3	100,0	Indice di prestazione rinnovabile per trasporto
EPT,nren	kWh/m <sup>2</sup>	1,3	0,4	0,9	69,2	Indice di prestazione non rinnovabile per trasporto
EPT,tot	kWh/m <sup>2</sup>	1,6	0,9	0,7	43,8	Indice di prestazione totale per trasporto

### Energia primaria globale

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPgl,ren	kWh/m <sup>2</sup>	47,6	43,6	-4,0	-8,4	Indice di prestazione globale rinnovabile
EPgl,nren	kWh/m <sup>2</sup>	114,8	38,0	76,8	66,9	Indice di prestazione globale non rinnovabile
EPgl,tot	kWh/m <sup>2</sup>	162,4	81,6	80,8	49,8	Indice di prestazione globale dell'edificio
QR,HWC	%	33,8	52,7	18,9	55,9	Quota rinnovabile per risc., acs e raff.

### Edificio di riferimento

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPgl,nren,rif	kWh/m <sup>2</sup>	92,7	54,2	38,5	41,5	Indice di prestazione non rinnovabile

#### 8.4a. TEMPO DI RITORNO SEMPLICE

##### Esborso nei prossimi 10 anni in assenza di interventi (simulazione)

Stato attuale	1° anno	2° anno	3° anno	4° anno	5° anno	6° anno	7° anno	8° anno	9° anno	10° anno	Totale
Spesa combustibile €/anno	21.564,60	22.103,71	22.656,30	23.222,71	23.803,28	24.398,36	25.008,32	25.633,53	26.274,37	26.931,23	241.596,40

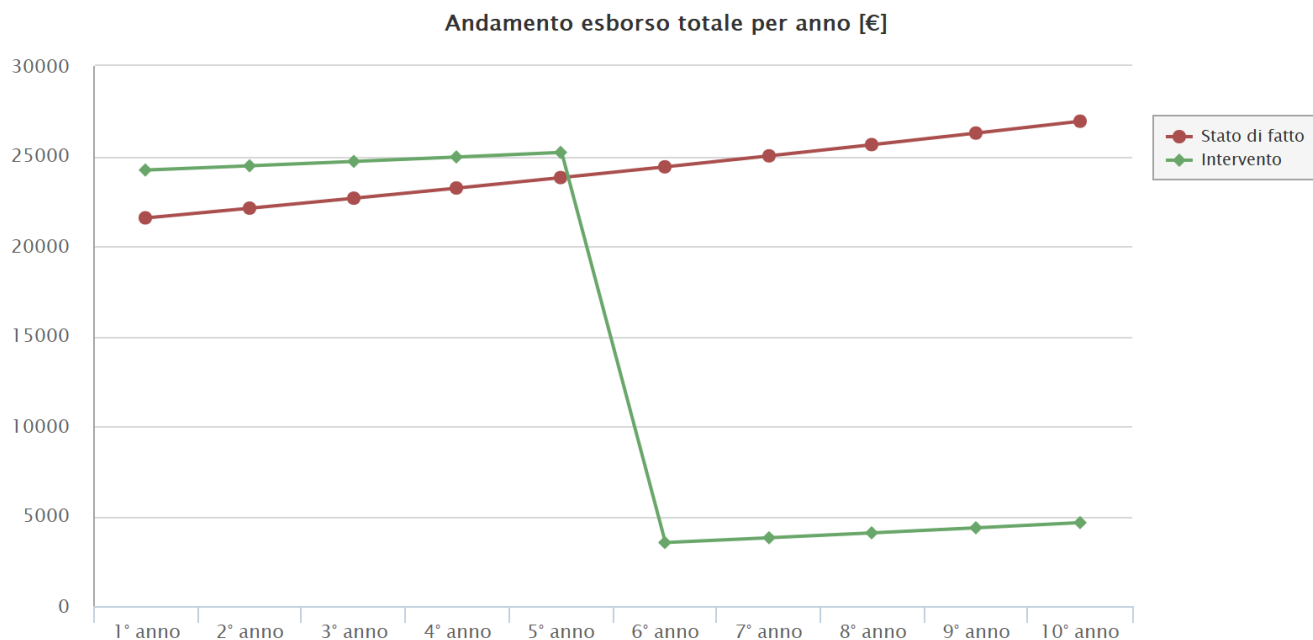
Costo del combustibile: 0,200 €/kWh

Nota: costo del combustibile incrementato del 1,03% ogni anno

Dopo l'intervento	1° anno	2° anno	3° anno	4° anno	5° anno	6° anno	7° anno	8° anno	9° anno	10° anno	Totale
Spesa combustibile €/anno	9.418,61	9.654,07	9.895,42	10.142,81	10.396,38	10.656,29	10.922,70	11.195,76	11.475,66	11.762,55	105.520,25
Ipotesi rateizzazione anni	21.931,87	21.931,87	21.931,87	21.931,87	21.931,87	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	109.659,33
Recupero fiscale €	7.127,86	7.127,86	7.127,86	7.127,86	7.127,86	7.127,86	7.127,86	7.127,86	7.127,86	7.127,86	71.278,56
Spesa riscaldamento €	24.222,62	24.458,08	24.699,43	24.946,82	25.200,39	3.528,43	3.794,84	4.067,91	4.347,80	4.634,69	143.901,02
Differenza sulla rata €	2.658,02	2.354,37	2.043,13	1.724,11	1.397,11	-20.869,93	21.213,48	-21.565,62	21.926,56	-22.296,53	-97.695,38

Costo del combustibile: 0,200 €/kWh

Nota: costo del combustibile incrementato del 1,03% ogni anno



Andamento della spesa per il riscaldamento per lo stato attuale e dopo l'intervento

### 8.4b. ANALISI ECONOMICA (UNI EN 15459)

L'analisi economica si fonda sull'approccio del life cycle cost analysis secondo la norma UNI EN 15459. I passi di calcolo per la determinazione del costo globale partono dalla valutazione del tasso di sconto che consente la comparazione del valore della valuta in periodi differenti e quindi riportare al momento iniziale una spesa effettuata dopo p anni.

Il costo globale dell'investimento è determinato come segue:

$$C_G(\tau) = C_1 + \sum_j \left[ \sum_{i=1}^{\tau} (C_{a,i}(j) \times R_d(i)) - V_{f,\tau}(j) \right] (\text{€})$$

$\tau$  è periodo di calcolo

$C_1$  è il costo dell'investimento iniziale

$C_{a,i}(j)$  è il costo annuale per l'anno i del componente j

$V_{f,\tau}(j)$  è il valore finale del componente j alla fine del periodo di calcolo (riferito all'anno iniziale)

Il valore finale del componente è determinato secondo questa formula:

$$V_{f,\tau}(j) = V_0(j) \times (1 + R_p/100)^{n_{\tau}(j) \times \tau_n(j)} \times \left[ \frac{(n_{\tau}(j) + 1) \times \tau_n(j) - \tau}{\tau_n(j)} \right] \times R_d(\tau)$$

$V_0(j)$  è il costo iniziale del componente

$R_p$  è il tasso dell'andamento dei prezzi per i prodotti

$n_{\tau}(j)$  è il numero di sostituzioni del componente j nel periodo di calcolo

$\tau_n(j)$  è la vita del componente j

Il tasso di sconto è calcolato come segue:

$$R_d(p) = \left( \frac{1}{1 + R_R/100} \right)^p$$

con p il numero di anni e  $R_R$  il tasso di interesse reale

$$R_R = \frac{R - R_i}{1 + R_i/100} \%$$

dove R è il tasso di interesse di mercato e  $R_i$  è il tasso di inflazione.

Il fattore di attualizzazione utilizzato per riportare all'anno iniziale tutti i costi e le rendite annuali è stato utilizzato la seguente:

$$f_{pv}(n) = \frac{1 - (1 + R_R/100)^{-n}}{R_R/100}$$

#### Ipotesi di calcolo

Tasso di interesse di mercato	3	% R
Tasso di inflazione	4	% $R_i$
Durata del calcolo	10	Anni

Di seguito il dettaglio dei costi iniziali sostenuti per l'intervento. Nella colonna Sostituzioni è indicato il totale attualizzato delle sostituzioni avvenute per un dato componente nel periodo di calcolo utilizzato per l'analisi.

COSTI INIZIALI	Costo [€]	Quantità	Detraibile	Totale [€]	Sostituzioni [€]
Costo dell'intervento	109.659,30	1	No	109.659,30	-
Totale				109.659,30	-

I costi di manutenzione e di smaltimento possono essere ricavati da una percentuale di incidenza sul totale e da un costo fisso aggiuntivo eventualmente specificato.

COSTI DI MANUTENZIONE ANNUALE	Incidenza sul totale [%]	Valore [€]	Costo aggiuntivo [€]	Costo anno [€]
Costo dell'intervento	1,00	109.659,30	0,00	1.096,59
Totale				1.096,59

COSTI SMALTIMENTO NOMINALI	Incidenza sul totale [%]	Valore [€]	Costo aggiuntivo [€]	Totale [€]
Costo dell'intervento	2,00	109.659,30	0,00	2.193,19
Totale				2.193,19

I costi di smaltimento attualizzati comprendo anche le frazioni ancora non utilizzate di eventuali costi di smaltimento da sostenere oltre il periodo di vita del componente.

COSTI SMALTIMENTO ATTUALIZZATI	Vita	Anno	Costo [€]	Tasso[%]	Valore[€]
Smaltimento Costo dell'intervento		10	2.193,19	1,101	1.207,83
Totale					1.207,83

COSTI PERIODICI	Annuale [€]	Annualità	Tasso [%]	Totale [€]
Manutenzione Costo dell'intervento	1.096,59	20	10,550	11.568,88
Totale				11.568,88

RICAVI PERIODICI	Annuale [€]	Annualità	Tasso [%]	Totale [€]
Risparmio Energia elettrica	-12.145,99	20	10,550	-128.138,25
Totale				-128.138,25

COSTI UNA TANTUM	Annuale [€]	Annualità	Tasso [%]	Totale [€]
Totale				0,00

Principali risultati

#### Intervallo di calcolo e tasso attualizzazione

VALORI FINALI	Vita	Valore iniziale [€]	Uso	Valore finale [€]	Valore attualizzato [€]
Costo dell'intervento	20	109.659,33	0,50	-54.829,66	-60.391,63
Totale					-60.391,63

COSTO COMPLESSIVO ATTUALIZZATO SENZA INCENTIVI FISCALI [€]	-66.093,83
--	------------

DETRAZIONI FISCALI	Annuale	Annualità	Tasso [%]	Totale [€]
Totale				0,00

VALORE ATTUALE OPERAZIONE [€]	-66.093,83
-------------------------------	------------

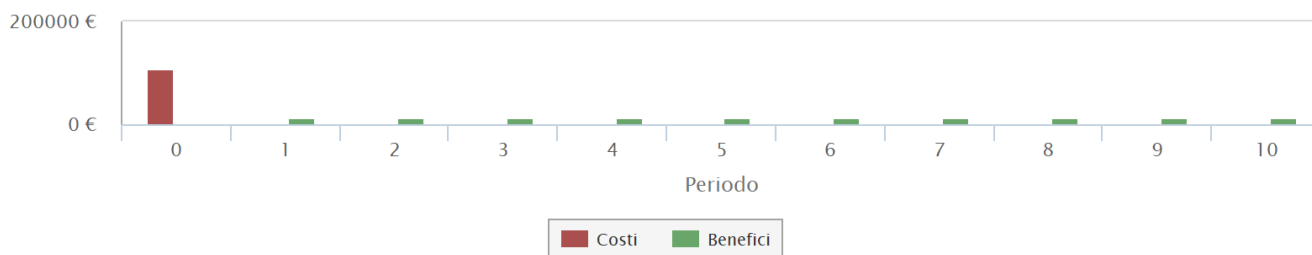
EQUIVALENTE ANNUALE	Annualità	Tasso [%]	Totale [€]
Equivalente annuale	10	0,095	-6.264,91

**Indici di valutazione**

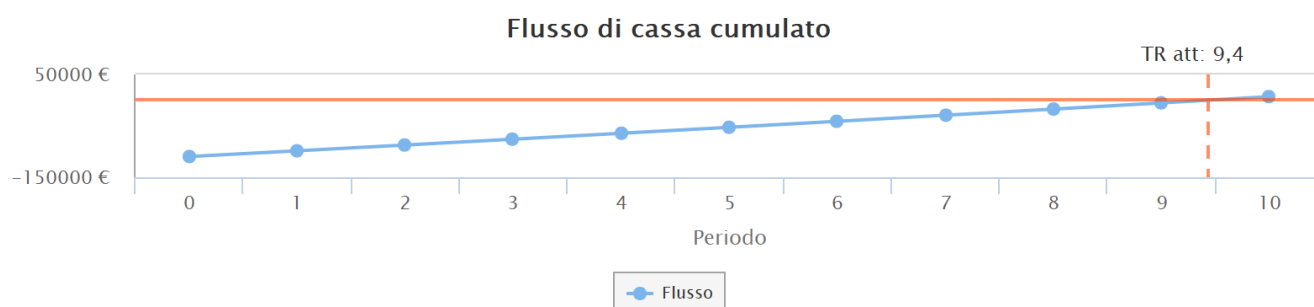
	U.M.	Valore
Costi residui e valori finali	€	-59.183,79
Indice di Profitto	-	1,545
Tempo di Ritorno attualizzato	Anni	9,4
Costo globale	€	-66.093,83
Incentivo	€	0,00

**Andamento annuale**

	Anno 0	Anno 1	Anno 2	Anno 3	Anno 4
Costi	109.659,33	1.107,24	1.117,99	1.128,84	1.139,80
Benefici	0,00	12.263,91	12.382,98	12.503,20	12.624,59
Flussi di cassa	-109.659,33	11.156,67	11.264,99	11.374,36	11.484,79
Flusso di cassa cumulato	-109.659,33	-98.502,66	-87.237,67	-75.863,31	-64.378,52
	Anno 5	Anno 6	Anno 7	Anno 8	Anno 9
Costi	1.150,87	1.162,04	1.173,33	1.184,72	1.196,22
Benefici	12.747,16	12.870,92	12.995,88	13.122,05	13.249,45
Flussi di cassa	11.596,29	11.708,88	11.822,56	11.937,34	12.053,23
Flusso di cassa cumulato	-52.782,23	-41.073,35	-29.250,79	-17.313,46	-5.260,22
	Anno 10	-	-	-	-
Costi	1.207,83	-	-	-	-
Benefici	13.378,09	-	-	-	-
Flussi di cassa	12.170,26	-	-	-	-
Flusso di cassa cumulato	6.910,03	-	-	-	-

**Rapporto costi/benefici****Rapporto costi / benefici**

## Flusso di cassa cumulato



Viene, comunque, segnalata la possibilità di accedere agli incentivi per l'efficienza energetica per le pubbliche amministrazioni, quali il Conto Termico che finanzia fino al 65% delle spese sostenute per gli interventi di manutenzione sull'involucro e sugli impianti degli edifici che ne incrementano l'efficienza energetica. In particolare, Il Conto Termico prevede incentivi che variano dal 40% al 65% della spesa sostenuta. Inoltre, il Conto Termico è cumulabile con altri incentivi di natura non statale e nell'ambito degli interventi precedentemente indicati. Finanzia inoltre il 100% delle spese per la Diagnosi Energetica e per l'Attestato di Prestazione Energetica (APE) per le PA (e le ESCO che operano per loro conto) e il 50% per i soggetti privati e le cooperative di abitanti e quelle sociali.

## 9. Ulteriori interventi di risparmio energetico

Interventi ad alto costo		
Intervento	Tempo di ritorno	Costo
Isolamento termico pareti verticali	143,7	196.550,30
Sostituzione infissi	51,3	198.499,50

Interventi a basso costo		
Intervento	Tempo di ritorno	Costo
Installazione schermature mobili infissi	8,2	11.390,30

Ulteriori interventi di risparmio energetico consistono nel formare e sensibilizzare gli utenti finali ossia quelle misure a costo zero, vale a dire comportamenti quotidiani che permettono di risparmiare fino al 10% in bolletta.

Le misure per ridurre i consumi nel settore sono:

- Prediligere le scale al posto dell'ascensore, permette di ottenere un risparmio di circa 0,05 kWh per ogni utilizzo evitato;
- Uso di lampadine a basso consumo;
- Sistemi di controllo intelligente può portare ad un risparmio di energia per riscaldamento tra il 7% e il 20% e per raffrescamento tra il 2% e il 4%;
- Impostare la temperatura interna a 18°C in inverno consente di ridurre i consumi di riscaldamento del 12%;
- Impostare la temperatura interna a 28°C in estate consente un risparmio in bolletta del 22%;
- Chiudere porte e finestre quando l'impianto è acceso;
- Effettuare regolarmente la manutenzione degli impianti

Per le verifiche dei requisiti in termini di comfort, salubrità e benessere si rimanda all'allegato corrispondente.

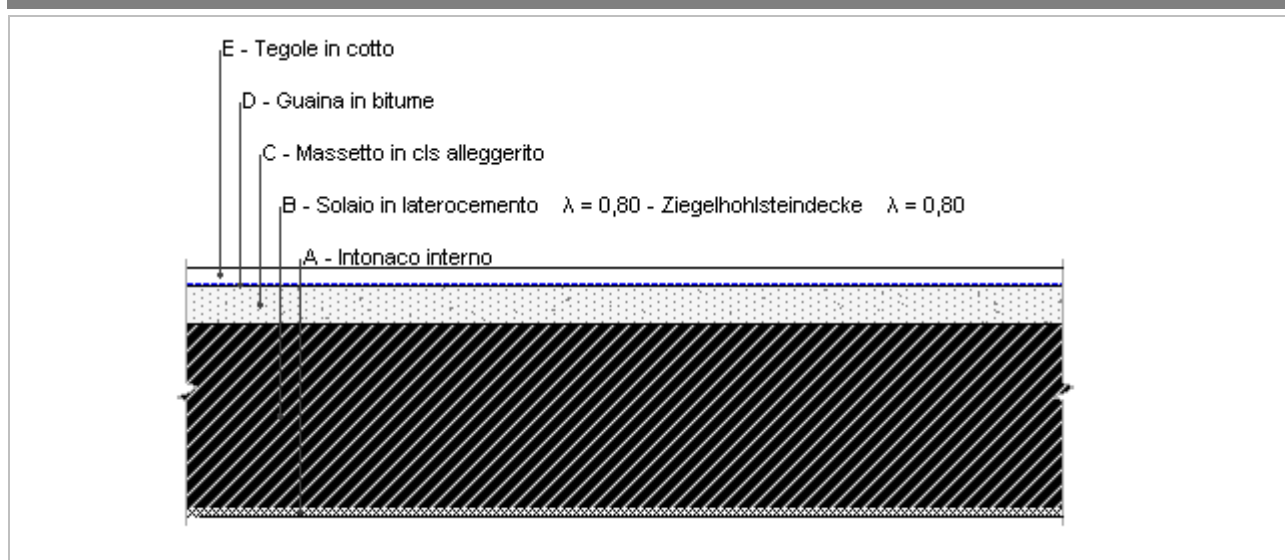
**Copertura (U=0,35)**

---

**Dati della struttura**

Tipologia	270 mm	Disposizione	Orizzontale
Disperde verso	Esterno	Spessore	270 mm
Trasmittanza	0,35 W/(m <sup>2</sup> K)	Capacità termica	
Resistenza	2,86 (m <sup>2</sup> K)/W	Trasmittanza termica periodica	
Valore ricavato da			
Descrizione			

## Copertura



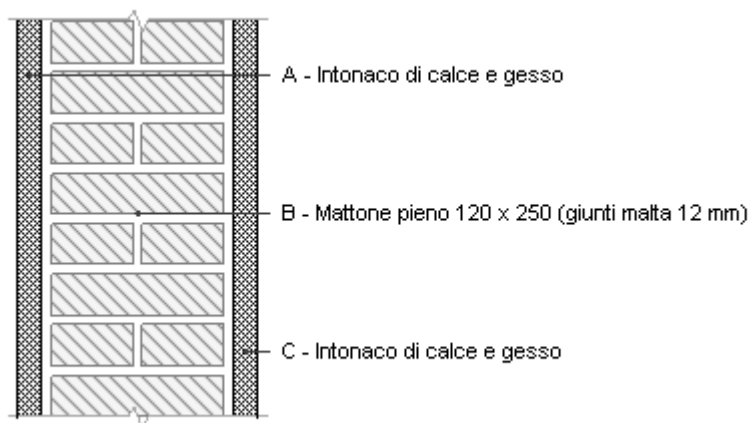
Spessore	270,0 mm	Trasmittanza	2,045 W/m²K
Resistenza	0,489 m²K/W	Massa superf.	417 kg/m²
Tipologia	Copertura		
Descrizione			

## Stratigrafia

	Descrizione	Spessore s	Conduttività λ	Resistenza R	Densità ρ	Capacità C	Fattore μ
		mm	W/(mK)	m²K/W	Kg/m³	kJ/(kgK)	-
	Adduttanza interna (flusso verticale ascendente)	-	-	0,100	-	-	-
A	Intonaco interno	10,0	0,700	0,014	1.400	1,00	11,1
B	Solaio in laterocemento λ = 0,80 - Ziegelhohlsteindecke λ = 0,80	200,0	0,800	0,250	1.600	1,11	35,0
C	Massetto in cls alleggerito	40,0	1,080	0,037	1.600	1,00	3,3
D	Guaina in bitume	5,0	0,170	0,029	1.200	0,92	22.222,2
E	Tegole in cotto	15,0	0,825	0,018	1.800	0,84	10,0
	Adduttanza esterna (flusso verticale ascendente)	-	-	0,040	-	-	-
	TOTALE	270,0		0,489			



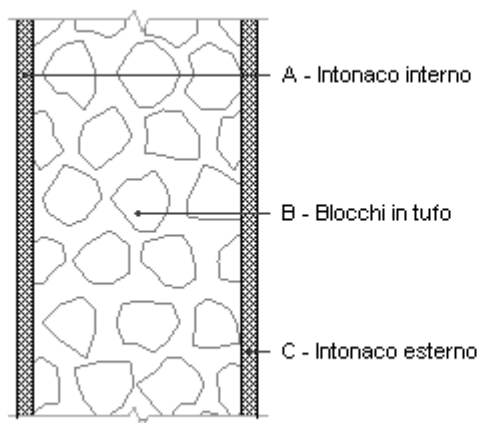
## Muratura in mattoni pieni



Spessore	150,0 mm	Trasmittanza	2,756 W/m <sup>2</sup> K
Resistenza	0,363 m <sup>2</sup> K/W	Massa superf.	216 kg/m <sup>2</sup>
Tipologia	Parete		
Descrizione			

### Stratigrafia

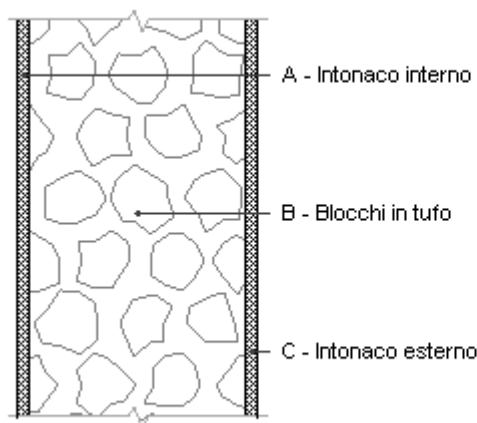
	Descrizione	Spessore s	Conduttività λ	Resistenza R	Densità ρ	Capacità C	Fattore μ
		mm	W/(mK)	m <sup>2</sup> K/W	Kg/m <sup>3</sup>	kJ/(kgK)	-
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-
A	Intonaco di calce e gesso	15,0	0,700	0,021	1.400	0,84	11,1
B	Mattone pieno 120 x 250 (giunti malta 12 mm)	120,0	0,800	0,150	1.800	1,00	5,0
C	Intonaco di calce e gesso	15,0	0,700	0,021	1.400	0,84	11,1
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,040	-	-	-
	TOTALE	150,0		0,363			

**Parete Esterna 0,3**

Spessore	300,0 mm	Trasmittanza	1,442 W/m <sup>2</sup> K
Resistenza	0,694 m <sup>2</sup> K/W	Massa superf.	416 kg/m <sup>2</sup>
Tipologia	Parete		
Descrizione			

**Stratigrafia**

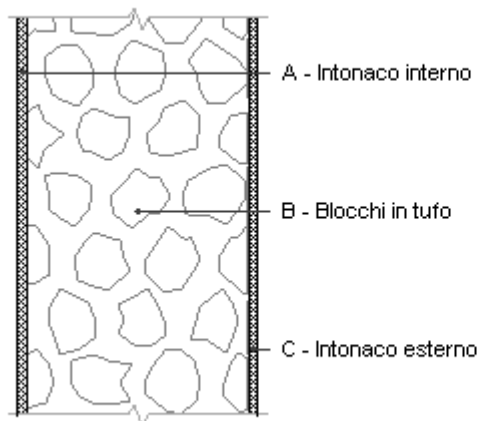
	Descrizione	Spessore s	Conduttività λ	Resistenza R	Densità ρ	Capacità C	Fattore μ
		mm	W/(mK)	m <sup>2</sup> K/W	Kg/m <sup>3</sup>	kJ/(kgK)	-
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-
A	Intonaco interno	20,0	0,700	0,029	1.400	1,00	11,1
B	Blocchi in tufo	260,0	0,550	0,473	1.600	1,00	20,0
C	Intonaco esterno	20,0	0,900	0,022	1.800	1,00	16,7
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,040	-	-	-
	TOTALE	300,0		0,694			

**Parete Esterna 0,4**

Spessore	400,0 mm	Trasmittanza	1,142 W/m <sup>2</sup> K
Resistenza	0,875 m <sup>2</sup> K/W	Massa superf.	576 kg/m <sup>2</sup>
Tipologia	Parete		
Descrizione			

**Stratigrafia**

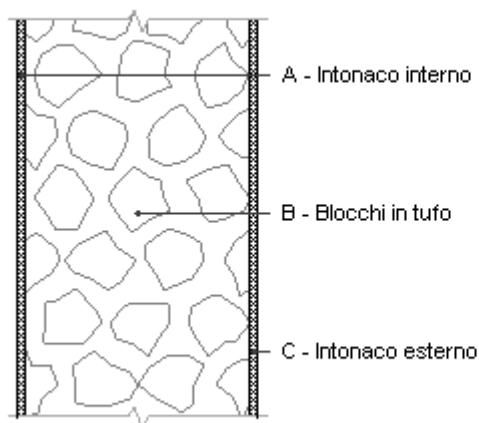
	Descrizione	Spessore s	Conduttività λ	Resistenza R	Densità ρ	Capacità C	Fattore μ
		mm	W/(mK)	m <sup>2</sup> K/W	Kg/m <sup>3</sup>	kJ/(kgK)	-
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-
A	Intonaco interno	20,0	0,700	0,029	1.400	1,00	11,1
B	Blocchi in tufo	360,0	0,550	0,655	1.600	1,00	20,0
C	Intonaco esterno	20,0	0,900	0,022	1.800	1,00	16,7
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,040	-	-	-
	TOTALE	400,0		0,875			

**Parete Esterna 0,5**

Spessore	500,0 mm	Trasmittanza	0,946 W/m <sup>2</sup> K
Resistenza	1,057 m <sup>2</sup> K/W	Massa superf.	736 kg/m <sup>2</sup>
Tipologia	Parete		
Descrizione			

**Stratigrafia**

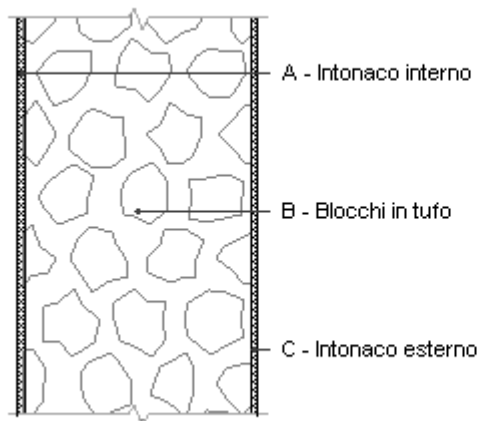
	Descrizione	Spessore s	Conduttività λ	Resistenza R	Densità ρ	Capacità C	Fattore μ
		mm	W/(mK)	m <sup>2</sup> K/W	Kg/m <sup>3</sup>	kJ/(kgK)	-
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-
A	Intonaco interno	20,0	0,700	0,029	1.400	1,00	11,1
B	Blocchi in tufo	460,0	0,550	0,836	1.600	1,00	20,0
C	Intonaco esterno	20,0	0,900	0,022	1.800	1,00	16,7
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,040	-	-	-
	TOTALE	500,0		1,057			

**Parete Esterna 0,6**

Spessore	600,0 mm	Trasmittanza	0,807 W/m <sup>2</sup> K
Resistenza	1,239 m <sup>2</sup> K/W	Massa superf.	896 kg/m <sup>2</sup>
Tipologia	Parete		
Descrizione			

**Stratigrafia**

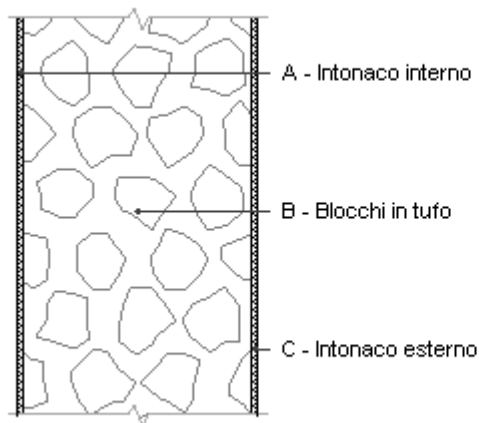
	Descrizione	Spessore s	Conduttività λ	Resistenza R	Densità ρ	Capacità C	Fattore μ
		mm	W/(mK)	m <sup>2</sup> K/W	Kg/m <sup>3</sup>	kJ/(kgK)	-
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-
A	Intonaco interno	20,0	0,700	0,029	1.400	1,00	11,1
B	Blocchi in tufo	560,0	0,550	1,018	1.600	1,00	20,0
C	Intonaco esterno	20,0	0,900	0,022	1.800	1,00	16,7
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,040	-	-	-
	TOTALE	600,0		1,239			

**Parete Esterna 0,7**

Spessore	700,0 mm	Trasmittanza	0,704 W/m <sup>2</sup> K
Resistenza	1,421 m <sup>2</sup> K/W	Massa superf.	1.056 kg/m <sup>2</sup>
Tipologia	Parete		
Descrizione			

**Stratigrafia**

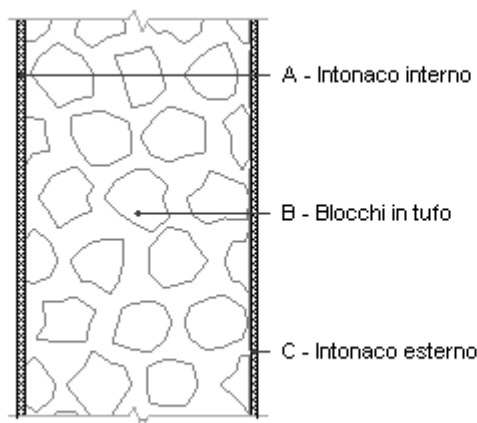
	Descrizione	Spessore s	Conduttività $\lambda$	Resistenza R	Densità $\rho$	Capacità C	Fattore $\mu$
		mm	W/(mK)	m <sup>2</sup> K/W	Kg/m <sup>3</sup>	kJ/(kgK)	-
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-
A	Intonaco interno	20,0	0,700	0,029	1.400	1,00	11,1
B	Blocchi in tufo	660,0	0,550	1,200	1.600	1,00	20,0
C	Intonaco esterno	20,0	0,900	0,022	1.800	1,00	16,7
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,040	-	-	-
	TOTALE	700,0		1,421			

**Parete Esterna 0,8**

Spessore	800,0 mm	Trasmittanza	0,624 W/m <sup>2</sup> K
Resistenza	1,603 m <sup>2</sup> K/W	Massa superf.	1.216 kg/m <sup>2</sup>
Tipologia	Parete		
Descrizione			

**Stratigrafia**

	Descrizione	Spessore s	Conduttività λ	Resistenza R	Densità ρ	Capacità C	Fattore μ
		mm	W/(mK)	m <sup>2</sup> K/W	Kg/m <sup>3</sup>	kJ/(kgK)	-
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-
A	Intonaco interno	20,0	0,700	0,029	1.400	1,00	11,1
B	Blocchi in tufo	760,0	0,550	1,382	1.600	1,00	20,0
C	Intonaco esterno	20,0	0,900	0,022	1.800	1,00	16,7
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,040	-	-	-
	TOTALE	800,0		1,603			

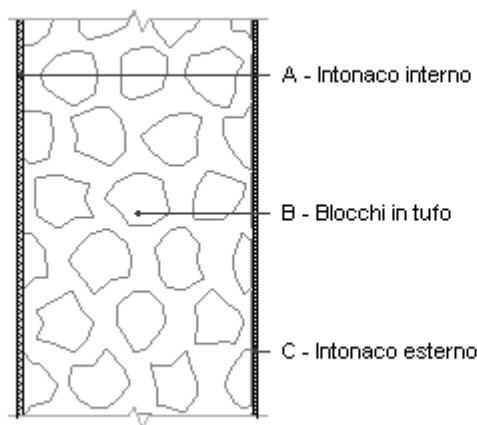
**Parete Esterna 0,85**

Spessore	850,0 mm	Trasmittanza	0,592 W/m <sup>2</sup> K
Resistenza	1,688 m <sup>2</sup> K/W	Massa superf.	1.280 kg/m <sup>2</sup>
Tipologia	Parete		
Descrizione			

**Stratigrafia**

	Descrizione	Spessore s	Conduttività $\lambda$	Resistenza R	Densità $\rho$	Capacità C	Fattore $\mu$
		mm	W/(mK)	m <sup>2</sup> K/W	Kg/m <sup>3</sup>	kJ/(kgK)	-
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-
A	Intonaco interno	25,0	0,700	0,036	1.400	1,00	11,1
B	Blocchi in tufo	800,0	0,550	1,455	1.600	1,00	20,0
C	Intonaco esterno	25,0	0,900	0,028	1.800	1,00	16,7
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,040	-	-	-
	TOTALE	850,0		1,688			

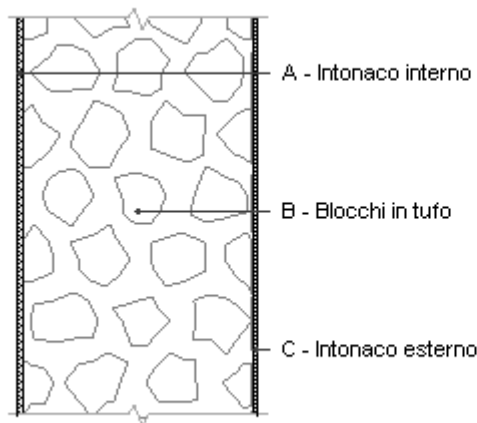


**Parete Esterna 0,9**

Spessore	900,0 mm	Trasmittanza	0,560 W/m <sup>2</sup> K
Resistenza	1,784 m <sup>2</sup> K/W	Massa superf.	1.376 kg/m <sup>2</sup>
Tipologia	Parete		
Descrizione			

**Stratigrafia**

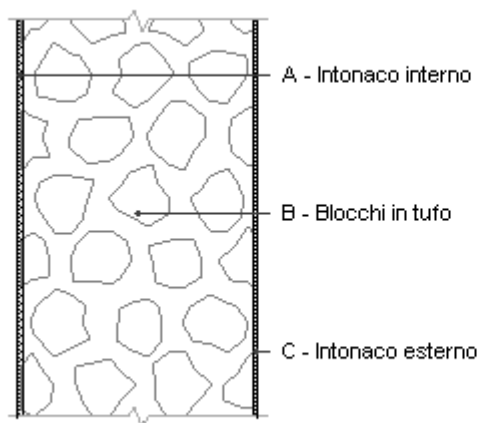
	Descrizione	Spessore s	Conduttività λ	Resistenza R	Densità ρ	Capacità C	Fattore μ
		mm	W/(mK)	m <sup>2</sup> K/W	Kg/m <sup>3</sup>	kJ/(kgK)	-
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-
A	Intonaco interno	20,0	0,700	0,029	1.400	1,00	11,1
B	Blocchi in tufo	860,0	0,550	1,564	1.600	1,00	20,0
C	Intonaco esterno	20,0	0,900	0,022	1.800	1,00	16,7
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,040	-	-	-
	TOTALE	900,0		1,784			

**Parete Esterna 0,95**

Spessore	950,0 mm	Trasmittanza	0,533 W/m <sup>2</sup> K
Resistenza	1,875 m <sup>2</sup> K/W	Massa superf.	1.456 kg/m <sup>2</sup>
Tipologia	Parete		
Descrizione			

**Stratigrafia**

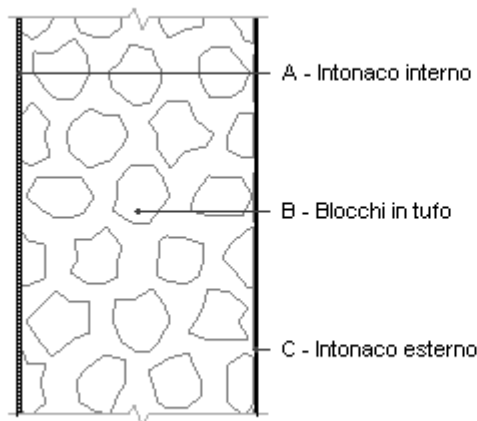
	Descrizione	Spessore s	Conduttività λ	Resistenza R	Densità ρ	Capacità C	Fattore μ
		mm	W/(mK)	m <sup>2</sup> K/W	Kg/m <sup>3</sup>	kJ/(kgK)	-
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-
A	Intonaco interno	20,0	0,700	0,029	1.400	1,00	11,1
B	Blocchi in tufo	910,0	0,550	1,655	1.600	1,00	20,0
C	Intonaco esterno	20,0	0,900	0,022	1.800	1,00	16,7
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,040	-	-	-
	TOTALE	950,0		1,875			

**Parete Esterna 1,1**

Spessore	1.100,0 mm	Trasmittanza	0,466 W/m <sup>2</sup> K
Resistenza	2,148 m <sup>2</sup> K/W	Massa superf.	1.696 kg/m <sup>2</sup>
Tipologia	Parete		
Descrizione			

**Stratigrafia**

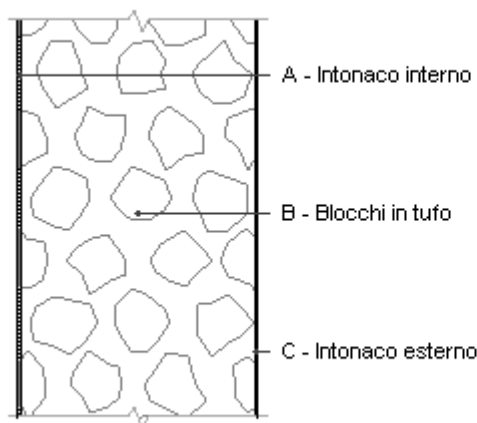
	Descrizione	Spessore s	Conduttività λ	Resistenza R	Densità ρ	Capacità C	Fattore μ
		mm	W/(mK)	m <sup>2</sup> K/W	Kg/m <sup>3</sup>	kJ/(kgK)	-
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-
A	Intonaco interno	20,0	0,700	0,029	1.400	1,00	11,1
B	Blocchi in tufo	1.060,0	0,550	1,927	1.600	1,00	20,0
C	Intonaco esterno	20,0	0,900	0,022	1.800	1,00	16,7
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,040	-	-	-
	TOTALE	1.100,0		2,148			

**Parete Esterna 1,4**

Spessore	1.400,0 mm	Trasmittanza	0,371 W/m <sup>2</sup> K
Resistenza	2,694 m <sup>2</sup> K/W	Massa superf.	2.176 kg/m <sup>2</sup>
Tipologia	Parete		
Descrizione			

**Stratigrafia**

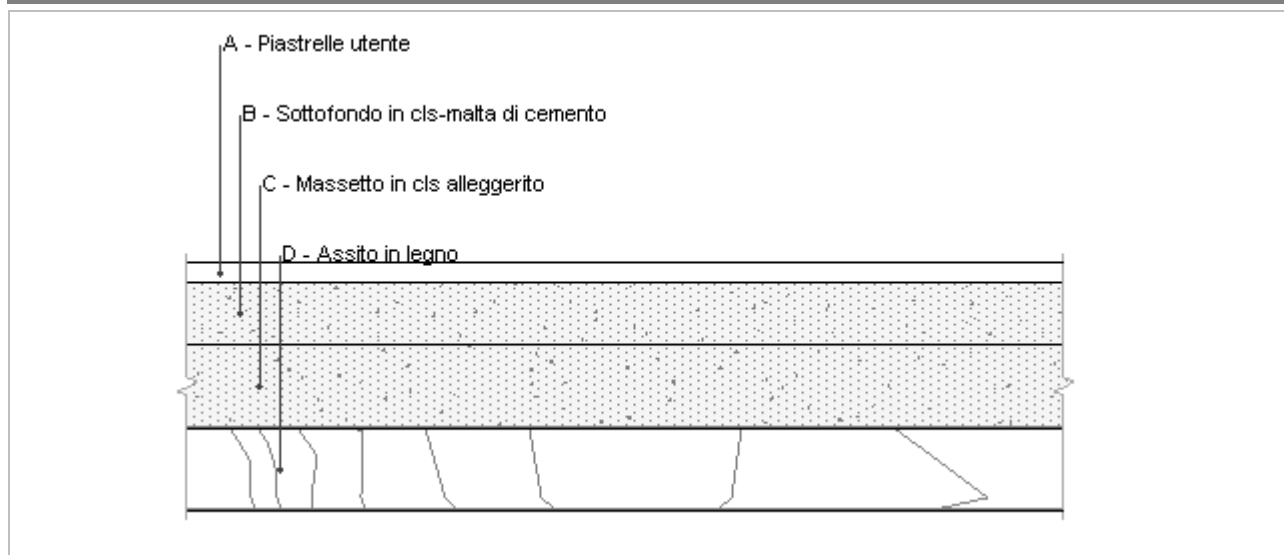
	Descrizione	Spessore s	Conduttività λ	Resistenza R	Densità ρ	Capacità C	Fattore μ
		mm	W/(mK)	m <sup>2</sup> K/W	Kg/m <sup>3</sup>	kJ/(kgK)	-
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-
A	Intonaco interno	20,0	0,700	0,029	1.400	1,00	11,1
B	Blocchi in tufo	1.360,0	0,550	2,473	1.600	1,00	20,0
C	Intonaco esterno	20,0	0,900	0,022	1.800	1,00	16,7
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,040	-	-	-
	TOTALE	1.400,0		2,694			

**Parete Esterna 1,65**

Spessore	1.650,0 mm	Trasmittanza	0,318 W/m <sup>2</sup> K
Resistenza	3,148 m <sup>2</sup> K/W	Massa superf.	2.576 kg/m <sup>2</sup>
Tipologia	Parete		
Descrizione			

**Stratigrafia**

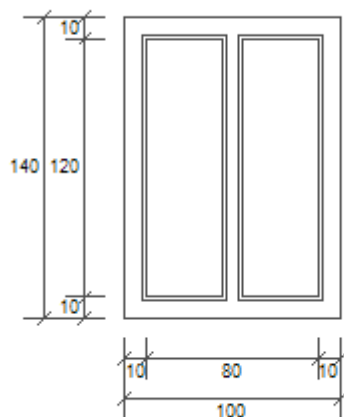
	Descrizione	Spessore s	Conduttività λ	Resistenza R	Densità ρ	Capacità C	Fattore μ
		mm	W/(mK)	m <sup>2</sup> K/W	Kg/m <sup>3</sup>	kJ/(kgK)	-
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-
A	Intonaco interno	20,0	0,700	0,029	1.400	1,00	11,1
B	Blocchi in tufo	1.610,0	0,550	2,927	1.600	1,00	20,0
C	Intonaco esterno	20,0	0,900	0,022	1.800	1,00	16,7
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,040	-	-	-
	TOTALE	1.650,0		3,148			

**Pavimento interpiano**

Spessore	180,0 mm	Trasmittanza	1,171 W/m <sup>2</sup> K
Resistenza	0,854 m <sup>2</sup> K/W	Massa superf.	246 kg/m <sup>2</sup>
Tipologia	Pavimento		
Descrizione			

**Stratigrafia**

	Descrizione	Spessore s mm	Conduttività λ W/(mK)	Resistenza R m <sup>2</sup> K/W	Densità ρ Kg/m <sup>3</sup>	Capacità C kJ/(kgK)	Fattore μ
	Adduttanza interna (flusso verticale discendente)	-	-	0,170	-	-	-
A	Piastrelle utente	15,0	0,580	0,026	1.800	0,85	3,2
B	Sottofondo in cls-malta di cemento	45,0	1,400	0,032	2.000	1,00	999.999,0
C	Massetto in cls alleggerito	60,0	1,080	0,056	1.600	1,00	3,3
D	Assito in legno	60,0	0,150	0,400	550	1,60	44,4
	Adduttanza interna (flusso verticale discendente)	-	-	0,170	-	-	-
	TOTALE	180,0		0,854			

**Finestra 100x140**

Larghezza	L	100 cm
Altezza	H	140 cm
Area del vetro	Ag	0,840 m <sup>2</sup>
Area del telaio	Af	0,560 m <sup>2</sup>
Area totale del serramento	Aw	1,400 m <sup>2</sup>
Perimetro del vetro	p	6,200 m
Trasmittanza	Uw	4,287 W/(m <sup>2</sup> K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	3,322 W/(m <sup>2</sup> K)

**Vetro**

Tipologia	tipo	Vetro singolo
Trasmittanza	Ug	5,746 W/(m <sup>2</sup> K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,850
Emissività	ε	0,837

**Telaio**

Materiale		Legno
Spessore	sf	70 mm
Tipologia	tipo	Legno duro
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	2,099 W/(m <sup>2</sup> K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,000 W/(mK)

**Schermature mobili**

Tipo schermatura	Frangisole a lamelle orizzontali o verticali
Colore	Pastello
Posizione	Schermatura esterna
Trasparenza	Opaca

Fattore di schermatura diffuso	g,gl,sh,d	0,40
Fattore di schermatura diretto	g,gl,sh,b	0,18
Fattore di schermatura tende	g,gl,sh/g,gl	-

**Chiusura oscurante**

Tipo chiusura	Legno (da 25 a 30 mm)
Permeabilità	Alta permeabilità all'aria
Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura $\Delta R$	0,140 m <sup>2</sup> K/W

**Permeabilità all'aria**

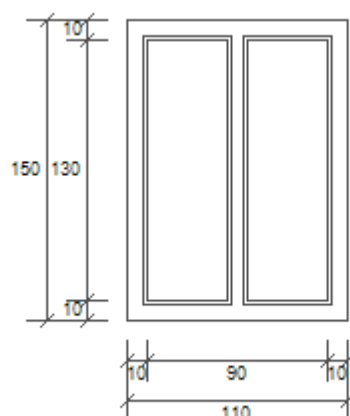
Classe permeabilità all'aria del serramento secondo UNI 1026 (MIN 1-MAX 4) Non dichiarato

La classe di permeabilità all'aria è indicata per i serramenti in funzione dei dati dichiarati dal produttore.

**Strutture associate al serramento**

Strutture opache e ponti termici	Area [m <sup>2</sup> ] o lunghezza [m]	Trasmittanza W/(m <sup>2</sup> K) o W/(mK)
Parete - serramento laterale (Ponte termico)	2,8	0,336
Parete - serramento superiore (Ponte termico)	1,0	0,545



**Finestra 110x150**

Larghezza	L	110 cm
Altezza	H	150 cm
Area del vetro	Ag	1,040 m <sup>2</sup>
Area del telaio	Af	0,610 m <sup>2</sup>
Area totale del serramento	Aw	1,650 m <sup>2</sup>
Perimetro del vetro	p	6,800 m
Trasmittanza	Uw	4,398 W/(m <sup>2</sup> K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	3,392 W/(m <sup>2</sup> K)

**Vetro**

Tipologia	tipo	Vetro singolo
Trasmittanza	Ug	5,746 W/(m <sup>2</sup> K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,850
Emissività	ε	0,837

**Telaio**

Materiale		Legno
Spessore	sf	70 mm
Tipologia	tipo	Legno duro
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	2,099 W/(m <sup>2</sup> K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,000 W/(mK)

**Schermature mobili**

Tipo schermatura	Frangisole a lamelle orizzontali o verticali
Colore	Pastello
Posizione	Schermatura esterna
Trasparenza	Opaca

Fattore di schermatura diffuso	g,gl,sh,d	0,40
Fattore di schermatura diretto	g,gl,sh,b	0,18
Fattore di schermatura tende	g,gl,sh/g,gl	-

**Chiusura oscurante**

Tipo chiusura	Legno (da 25 a 30 mm)
Permeabilità	Alta permeabilità all'aria
Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura $\Delta R$	0,140 m <sup>2</sup> K/W

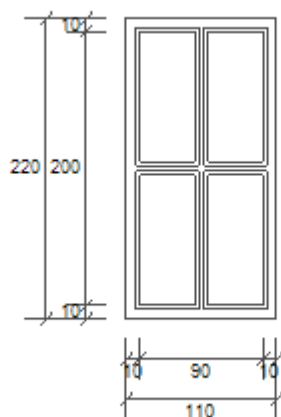
**Permeabilità all'aria**

Classe permeabilità all'aria del serramento secondo UNI 1026 (MIN 1-MAX 4) Non dichiarato

La classe di permeabilità all'aria è indicata per i serramenti in funzione dei dati dichiarati dal produttore.

**Strutture associate al serramento**

Strutture opache e ponti termici	Area [m <sup>2</sup> ] o lunghezza [m]	Trasmittanza W/(m <sup>2</sup> K) o W/(mK)
Parete - serramento laterale (Ponte termico)	3,0	0,336
Parete - serramento superiore (Ponte termico)	1,1	0,545

**Finestra 110x220**

Larghezza	L	110 cm
Altezza	H	220 cm
Area del vetro	Ag	1,520 m <sup>2</sup>
Area del telaio	Af	0,900 m <sup>2</sup>
Area totale del serramento	Aw	2,420 m <sup>2</sup>
Perimetro del vetro	p	10,800 m
Trasmittanza	Uw	4,390 W/(m <sup>2</sup> K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	3,387 W/(m <sup>2</sup> K)

**Vetro**

Tipologia	tipo	Vetro singolo
Trasmittanza	Ug	5,746 W/(m <sup>2</sup> K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,850
Emissività	ε	0,837

**Telaio**

Materiale		Legno
Spessore	sf	70 mm
Tipologia	tipo	Legno duro
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	2,099 W/(m <sup>2</sup> K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,000 W/(mK)

**Schermature mobili**

Tipo schermatura	Frangisole a lamelle orizzontali o verticali
Colore	Pastello
Posizione	Schermatura esterna
Trasparenza	Opaca

Fattore di schermatura diffuso	g,gl,sh,d	0,40
Fattore di schermatura diretto	g,gl,sh,b	0,18
Fattore di schermatura tende	g,gl,sh/g,gl	-

**Chiusura oscurante**

Tipo chiusura	Legno (da 25 a 30 mm)
Permeabilità	Alta permeabilità all'aria
Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura $\Delta R$	0,140 m <sup>2</sup> K/W

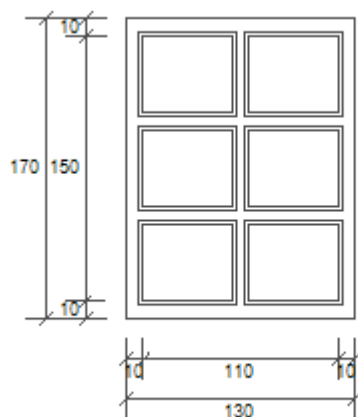
**Permeabilità all'aria**

Classe permeabilità all'aria del serramento secondo UNI 1026 (MIN 1-MAX 4) Non dichiarato

La classe di permeabilità all'aria è indicata per i serramenti in funzione dei dati dichiarati dal produttore.

**Strutture associate al serramento**

Strutture opache e ponti termici	Area [m <sup>2</sup> ] o lunghezza [m]	Trasmittanza W/(m <sup>2</sup> K) o W/(mK)
Parete - serramento laterale (Ponte termico)	4,4	0,336
Parete - serramento superiore (Ponte termico)	1,1	0,545

**Finestra 130x170**

Larghezza	L	130 cm
Altezza	H	170 cm
Area del vetro	Ag	1,300 m <sup>2</sup>
Area del telaio	Af	0,910 m <sup>2</sup>
Area totale del serramento	Aw	2,210 m <sup>2</sup>
Perimetro del vetro	p	11,200 m
Trasmittanza	Uw	4,244 W/(m <sup>2</sup> K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	4,244 W/(m <sup>2</sup> K)

**Vetro**

Tipologia	tipo	Vetro singolo
Trasmittanza	Ug	5,746 W/(m <sup>2</sup> K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,850
Emissività	ε	0,837

**Telaio**

Materiale		Legno
Spessore	sf	70 mm
Tipologia	tipo	Legno duro
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	2,099 W/(m <sup>2</sup> K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,000 W/(mK)

**Schermature mobili**

Tipo schermatura	-
Colore	-
Posizione	-
Trasparenza	-

Fattore di schermatura diffuso	g,gl,sh,d	-
Fattore di schermatura diretto	g,gl,sh,b	-
Fattore di schermatura tende	g,gl,sh/g,gl	-

**Chiusura oscurante**

Tipo chiusura	-
Permeabilità	-
Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura $\Delta R$	0,000 m <sup>2</sup> K/W

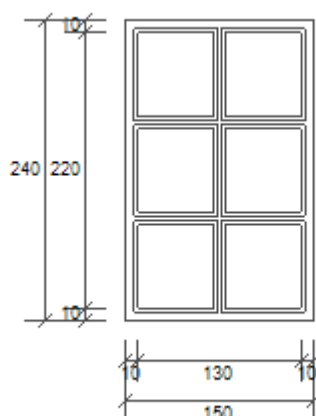
**Permeabilità all'aria**

Classe permeabilità all'aria del serramento secondo UNI 1026 (MIN 1-MAX 4) Non dichiarato

La classe di permeabilità all'aria è indicata per i serramenti in funzione dei dati dichiarati dal produttore.

**Strutture associate al serramento**

Strutture opache e ponti termici	Area [m <sup>2</sup> ] o lunghezza [m]	Trasmittanza W/(m <sup>2</sup> K) o W/(mK)
Assenti	-	-

**Finestra 150x240**

Larghezza	L	150 cm
Altezza	H	240 cm
Area del vetro	Ag	2,400 m <sup>2</sup>
Area del telaio	Af	1,200 m <sup>2</sup>
Area totale del serramento	Aw	3,600 m <sup>2</sup>
Perimetro del vetro	p	15,200 m
Trasmittanza	Uw	4,530 W/(m <sup>2</sup> K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	3,475 W/(m <sup>2</sup> K)

**Vetro**

Tipologia	tipo	Vetro singolo
Trasmittanza	Ug	5,746 W/(m <sup>2</sup> K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,850
Emissività	ε	0,837

**Telaio**

Materiale		Legno
Spessore	sf	70 mm
Tipologia	tipo	Legno duro
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	2,099 W/(m <sup>2</sup> K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,000 W/(mK)

**Schermature mobili**

Tipo schermatura	Frangisole a lamelle orizzontali o verticali
Colore	Pastello
Posizione	Schermatura esterna
Trasparenza	Opaca

Fattore di schermatura diffuso	g,gl,sh,d	0,40
Fattore di schermatura diretto	g,gl,sh,b	0,18
Fattore di schermatura tende	g,gl,sh/g,gl	-

**Chiusura oscurante**

Tipo chiusura	Legno (da 25 a 30 mm)
Permeabilità	Alta permeabilità all'aria
Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura $\Delta R$	0,140 m <sup>2</sup> K/W

**Permeabilità all'aria**

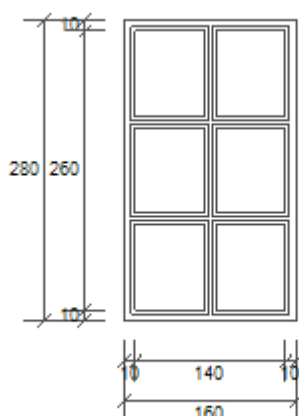
Classe permeabilità all'aria del serramento secondo UNI 1026 (MIN 1-MAX 4) Non dichiarato

La classe di permeabilità all'aria è indicata per i serramenti in funzione dei dati dichiarati dal produttore.

**Strutture associate al serramento**

Strutture opache e ponti termici	Area [m <sup>2</sup> ] o lunghezza [m]	Trasmittanza W/(m <sup>2</sup> K) o W/(mK)
Parete - serramento laterale (Ponte termico)	4,8	0,336
Parete - serramento superiore (Ponte termico)	1,5	0,545



**Finestra 160x280**

Larghezza	L	160 cm
Altezza	H	280 cm
Area del vetro	Ag	3,120 m <sup>2</sup>
Area del telaio	Af	1,360 m <sup>2</sup>
Area totale del serramento	Aw	4,480 m <sup>2</sup>
Perimetro del vetro	p	17,400 m
Trasmittanza	Uw	4,639 W/(m <sup>2</sup> K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	4,639 W/(m <sup>2</sup> K)

**Vetro**

Tipologia	tipo	Vetro singolo
Trasmittanza	Ug	5,746 W/(m <sup>2</sup> K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,850
Emissività	ε	0,837

**Telaio**

Materiale		Legno
Spessore	sf	70 mm
Tipologia	tipo	Legno duro
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	2,099 W/(m <sup>2</sup> K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,000 W/(mK)

**Schermature mobili**

Tipo schermatura	-
Colore	-
Posizione	-
Trasparenza	-

Fattore di schermatura diffuso	g,gl,sh,d	-
Fattore di schermatura diretto	g,gl,sh,b	-
Fattore di schermatura tende	g,gl,sh/g,gl	-

**Chiusura oscurante**

Tipo chiusura	-
Permeabilità	-
Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura $\Delta R$	0,000 m <sup>2</sup> K/W

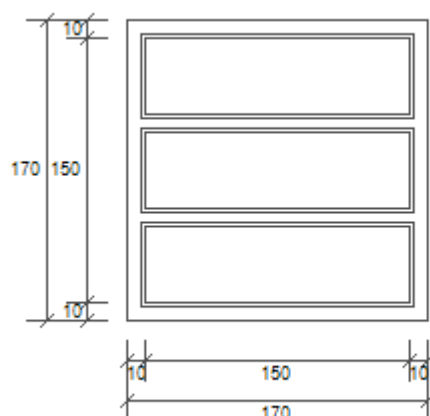
**Permeabilità all'aria**

Classe permeabilità all'aria del serramento secondo UNI 1026 (MIN 1-MAX 4) Non dichiarato

La classe di permeabilità all'aria è indicata per i serramenti in funzione dei dati dichiarati dal produttore.

**Strutture associate al serramento**

Strutture opache e ponti termici	Area [m <sup>2</sup> ] o lunghezza [m]	Trasmittanza W/(m <sup>2</sup> K) o W/(mK)
Assenti	-	-

**Finestra 170x170**

Larghezza	L	170 cm
Altezza	H	170 cm
Area del vetro	Ag	1,950 m <sup>2</sup>
Area del telaio	Af	0,940 m <sup>2</sup>
Area totale del serramento	Aw	2,890 m <sup>2</sup>
Perimetro del vetro	p	11,600 m
Trasmittanza	Uw	4,560 W/(m <sup>2</sup> K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	4,560 W/(m <sup>2</sup> K)

**Vetro**

Tipologia	tipo	Vetro singolo
Trasmittanza	Ug	5,746 W/(m <sup>2</sup> K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,850
Emissività	ε	0,837

**Telaio**

Materiale		Legno
Spessore	sf	70 mm
Tipologia	tipo	Legno duro
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	2,099 W/(m <sup>2</sup> K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,000 W/(mK)

**Schermature mobili**

Tipo schermatura	-
Colore	-
Posizione	-
Trasparenza	-

Fattore di schermatura diffuso	g,gl,sh,d	-
Fattore di schermatura diretto	g,gl,sh,b	-
Fattore di schermatura tende	g,gl,sh/g,gl	-

**Chiusura oscurante**

Tipo chiusura	-
Permeabilità	-
Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura $\Delta R$	0,000 m <sup>2</sup> K/W

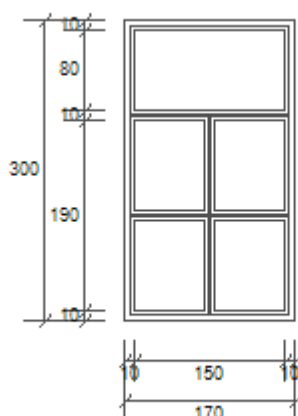
**Permeabilità all'aria**

Classe permeabilità all'aria del serramento secondo UNI 1026 (MIN 1-MAX 4) Non dichiarato

La classe di permeabilità all'aria è indicata per i serramenti in funzione dei dati dichiarati dal produttore.

**Strutture associate al serramento**

Strutture opache e ponti termici	Area [m <sup>2</sup> ] o lunghezza [m]	Trasmittanza W/(m <sup>2</sup> K) o W/(mK)
Assenti	-	-

**Finestra 170x300**

Larghezza	L	170 cm
Altezza	H	210 cm
Area del vetro	Ag	3,720 m <sup>2</sup>
Area del telaio	Af	1,380 m <sup>2</sup>
Area totale del serramento	Aw	5,100 m <sup>2</sup>
Perimetro del vetro	p	17,400 m
Trasmittanza	Uw	4,759 W/(m <sup>2</sup> K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	3,617 W/(m <sup>2</sup> K)

**Vetro**

Tipologia	tipo	Vetro singolo
Trasmittanza	Ug	5,746 W/(m <sup>2</sup> K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,850
Emissività	ε	0,837

**Telaio**

Materiale		Legno
Spessore	sf	70 mm
Tipologia	tipo	Legno duro
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	2,099 W/(m <sup>2</sup> K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,000 W/(mK)

**Schermature mobili**

Tipo schermatura	Frangisole a lamelle orizzontali o verticali
Colore	Pastello
Posizione	Schermatura esterna
Trasparenza	Opaca

Fattore di schermatura diffuso	g,gl,sh,d	0,40
Fattore di schermatura diretto	g,gl,sh,b	0,18
Fattore di schermatura tende	g,gl,sh/g,gl	-

**Chiusura oscurante**

Tipo chiusura	Legno (da 25 a 30 mm)
Permeabilità	Alta permeabilità all'aria
Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura $\Delta R$	0,140 m <sup>2</sup> K/W

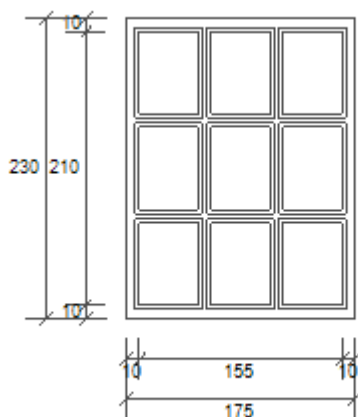
**Permeabilità all'aria**

Classe permeabilità all'aria del serramento secondo UNI 1026 (MIN 1-MAX 4) Non dichiarato

La classe di permeabilità all'aria è indicata per i serramenti in funzione dei dati dichiarati dal produttore.

**Strutture associate al serramento**

Strutture opache e ponti termici	Area [m <sup>2</sup> ] o lunghezza [m]	Trasmittanza W/(m <sup>2</sup> K) o W/(mK)
Parete - serramento laterale (Ponte termico)	6,0	0,336
Parete - serramento superiore (Ponte termico)	1,7	0,545

**Finestra 175x230**

Larghezza	L	175 cm
Altezza	H	230 cm
Area del vetro	Ag	2,565 m <sup>2</sup>
Area del telaio	Af	1,460 m <sup>2</sup>
Area totale del serramento	Aw	4,025 m <sup>2</sup>
Perimetro del vetro	p	19,500 m
Trasmittanza	Uw	4,423 W/(m <sup>2</sup> K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	4,423 W/(m <sup>2</sup> K)

**Vetro**

Tipologia	tipo	Vetro singolo
Trasmittanza	Ug	5,746 W/(m <sup>2</sup> K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,850
Emissività	ε	0,837

**Telaio**

Materiale		Legno
Spessore	sf	70 mm
Tipologia	tipo	Legno duro
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	2,099 W/(m <sup>2</sup> K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,000 W/(mK)

**Schermature mobili**

Tipo schermatura	-
Colore	-
Posizione	-
Trasparenza	-

Fattore di schermatura diffuso	g,gl,sh,d	-
Fattore di schermatura diretto	g,gl,sh,b	-
Fattore di schermatura tende	g,gl,sh/g,gl	-

**Chiusura oscurante**

Tipo chiusura	-
Permeabilità	-
Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura $\Delta R$	0,000 m <sup>2</sup> K/W

**Permeabilità all'aria**

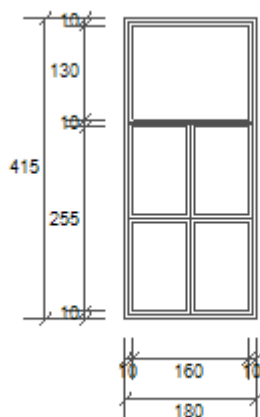
Classe permeabilità all'aria del serramento secondo UNI 1026 (MIN 1-MAX 4) Non dichiarato

La classe di permeabilità all'aria è indicata per i serramenti in funzione dei dati dichiarati dal produttore.

**Strutture associate al serramento**

Strutture opache e ponti termici	Area [m <sup>2</sup> ] o lunghezza [m]	Trasmittanza W/(m <sup>2</sup> K) o W/(mK)
Parete - serramento laterale (Ponte termico)	4,6	0,336
Parete - serramento superiore (Ponte termico)	1,8	0,545



**Finestra 180x415**

Larghezza	L	180 cm
Altezza	H	275 cm
Area del vetro	Ag	5,755 m <sup>2</sup>
Area del telaio	Af	1,715 m <sup>2</sup>
Area totale del serramento	Aw	7,470 m <sup>2</sup>
Perimetro del vetro	p	21,600 m
Trasmittanza	Uw	4,909 W/(m <sup>2</sup> K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	3,709 W/(m <sup>2</sup> K)

**Vetro**

Tipologia	tipo	Vetro singolo
Trasmittanza	Ug	5,746 W/(m <sup>2</sup> K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,850
Emissività	ε	0,837

**Telaio**

Materiale		Legno
Spessore	sf	70 mm
Tipologia	tipo	Legno duro
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	2,099 W/(m <sup>2</sup> K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,000 W/(mK)

**Schermature mobili**

Tipo schermatura	Frangisole a lamelle orizzontali o verticali
Colore	Pastello
Posizione	Schermatura esterna
Trasparenza	Opaca

Fattore di schermatura diffuso	g,gl,sh,d	0,40
Fattore di schermatura diretto	g,gl,sh,b	0,18
Fattore di schermatura tende	g,gl,sh/g,gl	-

**Chiusura oscurante**

Tipo chiusura	Legno (da 25 a 30 mm)
Permeabilità	Alta permeabilità all'aria
Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura $\Delta R$	0,140 m <sup>2</sup> K/W

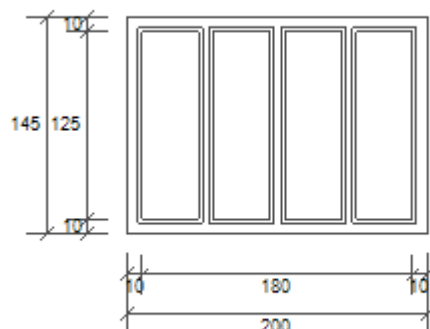
**Permeabilità all'aria**

Classe permeabilità all'aria del serramento secondo UNI 1026 (MIN 1-MAX 4) Non dichiarato

La classe di permeabilità all'aria è indicata per i serramenti in funzione dei dati dichiarati dal produttore.

**Strutture associate al serramento**

Strutture opache e ponti termici	Area [m <sup>2</sup> ] o lunghezza [m]	Trasmittanza W/(m <sup>2</sup> K) o W/(mK)
Parete - serramento laterale (Ponte termico)	8,3	0,336
Parete - serramento superiore (Ponte termico)	1,8	0,545

**Finestra 200x145**

Larghezza	L	200 cm
Altezza	H	145 cm
Area del vetro	Ag	1,875 m <sup>2</sup>
Area del telaio	Af	1,025 m <sup>2</sup>
Area totale del serramento	Aw	2,900 m <sup>2</sup>
Perimetro del vetro	p	13,000 m
Trasmittanza	Uw	4,457 W/(m <sup>2</sup> K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	3,429 W/(m <sup>2</sup> K)

**Vetro**

Tipologia	tipo	Vetro singolo
Trasmittanza	Ug	5,746 W/(m <sup>2</sup> K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,850
Emissività	ε	0,837

**Telaio**

Materiale		Legno
Spessore	sf	70 mm
Tipologia	tipo	Legno duro
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	2,099 W/(m <sup>2</sup> K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,000 W/(mK)

**Schermature mobili**

Tipo schermatura	Frangisole a lamelle orizzontali o verticali
Colore	Pastello
Posizione	Schermatura esterna
Trasparenza	Opaca

Fattore di schermatura diffuso	g,gl,sh,d	0,40
Fattore di schermatura diretto	g,gl,sh,b	0,18
Fattore di schermatura tende	g,gl,sh/g,gl	-

**Chiusura oscurante**

Tipo chiusura	Legno (da 25 a 30 mm)
Permeabilità	Alta permeabilità all'aria
Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura $\Delta R$	0,140 m <sup>2</sup> K/W

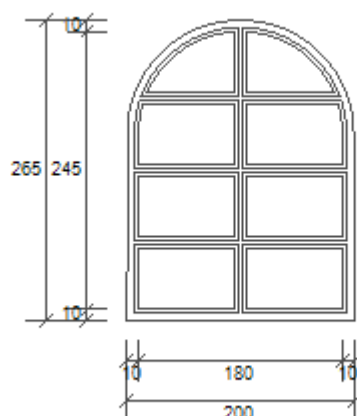
**Permeabilità all'aria**

Classe permeabilità all'aria del serramento secondo UNI 1026 (MIN 1-MAX 4) Non dichiarato

La classe di permeabilità all'aria è indicata per i serramenti in funzione dei dati dichiarati dal produttore.

**Strutture associate al serramento**

Strutture opache e ponti termici	Area [m <sup>2</sup> ] o lunghezza [m]	Trasmittanza W/(m <sup>2</sup> K) o W/(mK)
Parete - serramento laterale (Ponte termico)	2,9	0,336
Parete - serramento superiore (Ponte termico)	2,0	0,545

**Finestra 200x265**

Larghezza	L	200 cm
Altezza	H	265 cm
Area del vetro	Ag	3,318 m <sup>2</sup>
Area del telaio	Af	1,547 m <sup>2</sup>
Area totale del serramento	Aw	4,864 m <sup>2</sup>
Perimetro del vetro	p	21,179 m
Trasmittanza	Uw	4,586 W/(m <sup>2</sup> K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	4,586 W/(m <sup>2</sup> K)

**Vetro**

Tipologia	tipo	Vetro singolo
Trasmittanza	Ug	5,746 W/(m <sup>2</sup> K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,850
Emissività	ε	0,837

**Telaio**

Materiale		Legno
Spessore	sf	70 mm
Tipologia	tipo	Legno duro
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	2,099 W/(m <sup>2</sup> K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,000 W/(mK)

**Schermature mobili**

Tipo schermatura	-
Colore	-
Posizione	-
Trasparenza	-

Fattore di schermatura diffuso	g,gl,sh,d	-
Fattore di schermatura diretto	g,gl,sh,b	-
Fattore di schermatura tende	g,gl,sh/g,gl	-

**Chiusura oscurante**

Tipo chiusura	-
Permeabilità	-
Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura $\Delta R$	0,000 m <sup>2</sup> K/W

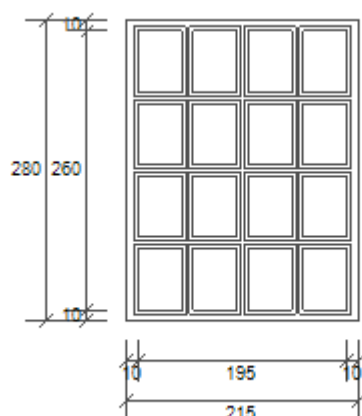
**Permeabilità all'aria**

Classe permeabilità all'aria del serramento secondo UNI 1026 (MIN 1-MAX 4) Non dichiarato

La classe di permeabilità all'aria è indicata per i serramenti in funzione dei dati dichiarati dal produttore.

**Strutture associate al serramento**

Strutture opache e ponti termici	Area [m <sup>2</sup> ] o lunghezza [m]	Trasmittanza W/(m <sup>2</sup> K) o W/(mK)
Parete - serramento laterale (Ponte termico)	4,4	0,336
Parete - serramento superiore (Ponte termico)	2,0	0,545

**Finestra 215x280**

Larghezza	L	215 cm
Altezza	H	280 cm
Area del vetro	Ag	3,795 m <sup>2</sup>
Area del telaio	Af	2,225 m <sup>2</sup>
Area totale del serramento	Aw	6,020 m <sup>2</sup>
Perimetro del vetro	p	31,600 m
Trasmittanza	Uw	4,398 W/(m <sup>2</sup> K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	4,398 W/(m <sup>2</sup> K)

**Vetro**

Tipologia	tipo	Vetro singolo
Trasmittanza	Ug	5,746 W/(m <sup>2</sup> K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,850
Emissività	ε	0,837

**Telaio**

Materiale		Legno
Spessore	sf	70 mm
Tipologia	tipo	Legno duro
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	2,099 W/(m <sup>2</sup> K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,000 W/(mK)

**Schermature mobili**

Tipo schermatura	-
Colore	-
Posizione	-
Trasparenza	-

Fattore di schermatura diffuso	g,gl,sh,d	-
Fattore di schermatura diretto	g,gl,sh,b	-
Fattore di schermatura tende	g,gl,sh/g,gl	-

**Chiusura oscurante**

Tipo chiusura	-
Permeabilità	-
Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura $\Delta R$	0,000 m <sup>2</sup> K/W

**Permeabilità all'aria**

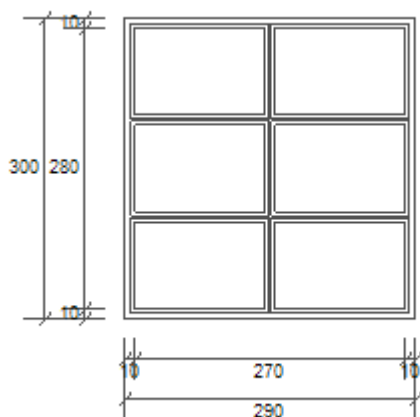
Classe permeabilità all'aria del serramento secondo UNI 1026 (MIN 1-MAX 4) Non dichiarato

La classe di permeabilità all'aria è indicata per i serramenti in funzione dei dati dichiarati dal produttore.

**Strutture associate al serramento**

Strutture opache e ponti termici	Area [m <sup>2</sup> ] o lunghezza [m]	Trasmittanza W/(m <sup>2</sup> K) o W/(mK)
Assenti	-	-



**Finestra 290x300**

Larghezza	L	290 cm
Altezza	H	300 cm
Area del vetro	Ag	6,760 m <sup>2</sup>
Area del telaio	Af	1,940 m <sup>2</sup>
Area totale del serramento	Aw	8,700 m <sup>2</sup>
Perimetro del vetro	p	26,000 m
Trasmittanza	Uw	4,933 W/(m <sup>2</sup> K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	4,933 W/(m <sup>2</sup> K)

**Vetro**

Tipologia	tipo	Vetro singolo
Trasmittanza	Ug	5,746 W/(m <sup>2</sup> K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,850
Emissività	ε	0,837

**Telaio**

Materiale		Legno
Spessore	sf	70 mm
Tipologia	tipo	Legno duro
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	2,099 W/(m <sup>2</sup> K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,000 W/(mK)

**Schermature mobili**

Tipo schermatura	-
Colore	-
Posizione	-
Trasparenza	-

Fattore di schermatura diffuso	g,gl,sh,d	-
Fattore di schermatura diretto	g,gl,sh,b	-
Fattore di schermatura tende	g,gl,sh/g,gl	-

**Chiusura oscurante**

Tipo chiusura	-
Permeabilità	-
Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura $\Delta R$	0,000 m <sup>2</sup> K/W

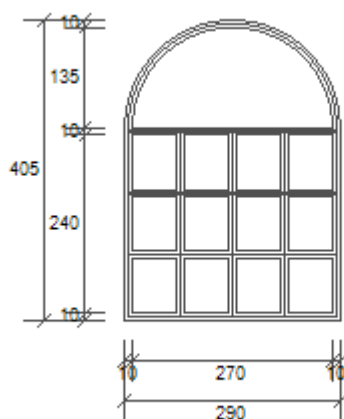
**Permeabilità all'aria**

Classe permeabilità all'aria del serramento secondo UNI 1026 (MIN 1-MAX 4) Non dichiarato

La classe di permeabilità all'aria è indicata per i serramenti in funzione dei dati dichiarati dal produttore.

**Strutture associate al serramento**

Strutture opache e ponti termici	Area [m <sup>2</sup> ] o lunghezza [m]	Trasmittanza W/(m <sup>2</sup> K) o W/(mK)
Parete - serramento laterale (Ponte termico)	6,0	0,336
Parete - serramento superiore (Ponte termico)	2,9	0,545

**Finestra 290x405**

Larghezza	L	290 cm
Altezza	H	260 cm
Area del vetro	Ag	8,138 m <sup>2</sup>
Area del telaio	Af	2,699 m <sup>2</sup>
Area totale del serramento	Aw	10,837 m <sup>2</sup>
Perimetro del vetro	p	38,939 m
Trasmittanza	Uw	4,838 W/(m <sup>2</sup> K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	4,838 W/(m <sup>2</sup> K)

**Vetro**

Tipologia	tipo	Vetro singolo
Trasmittanza	Ug	5,746 W/(m <sup>2</sup> K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,850
Emissività	ε	0,837

**Telaio**

Materiale		Legno
Spessore	sf	70 mm
Tipologia	tipo	Legno duro
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	2,099 W/(m <sup>2</sup> K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,000 W/(mK)

**Schermature mobili**

Tipo schermatura	-
Colore	-
Posizione	-
Trasparenza	-

Fattore di schermatura diffuso	g,gl,sh,d	-
Fattore di schermatura diretto	g,gl,sh,b	-
Fattore di schermatura tende	g,gl,sh/g,gl	-

**Chiusura oscurante**

Tipo chiusura	-
Permeabilità	-
Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura $\Delta R$	0,000 m <sup>2</sup> K/W

**Permeabilità all'aria**

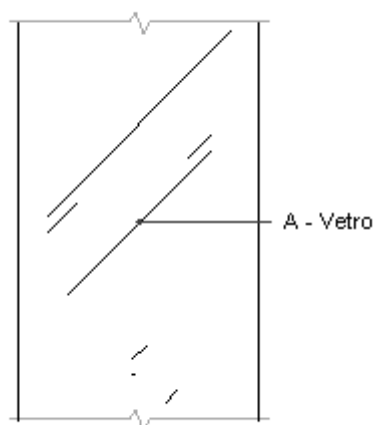
Classe permeabilità all'aria del serramento secondo UNI 1026 (MIN 1-MAX 4) Non dichiarato

La classe di permeabilità all'aria è indicata per i serramenti in funzione dei dati dichiarati dal produttore.

**Strutture associate al serramento**

Strutture opache e ponti termici	Area [m <sup>2</sup> ] o lunghezza [m]	Trasmittanza W/(m <sup>2</sup> K) o W/(mK)
Parete - serramento laterale (Ponte termico)	8,1	0,336
Parete - serramento superiore (Ponte termico)	2,9	0,545

## vetro singolo



Numero lastre	1	Resistenza R	0,174 m <sup>2</sup> K/W
Trasmittanza	5,746 W/m <sup>2</sup> K	Spessore vetro	4,0 mm
Descrizione			

## Stratigrafia

	Strato	Spessore s mm	Conduttività λ W/(mK)	Emissività normale interna ε <sub>ni</sub> -	Emissività normale esterna ε <sub>ne</sub> -	Densità ρ Kg/m <sup>3</sup>	Viscosità dinamica μ 10 <sup>-5</sup> kg/ms	Capacità C kJ/(kgK)
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,000	0,000	-	-	-
A	Vetro	4,0	1,000	0,890	0,890	2.500	0,0	0,84
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,000	0,000	-	-	-
	TOTALE	4,0						

## Resistenze

Costanti dipendenti dall'orientamento del vetro: A = 0,035, N = 0,38

	Strato	Emissività normale interna ε <sub>i</sub> -	Emissività normale esterna ε <sub>ne</sub> -	Salto termico intercapedin e ΔT °C	Conduttanza radiativa h <sub>r</sub> W/m <sup>2</sup> K	Conduttanza lastra h <sub>s</sub> W/m <sup>2</sup> K	Resistenza termica R m <sup>2</sup> K/W
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	-	-	-	0,130
A	Vetro	-	-	-	-	-	0,004
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	-	-	-	0,040

# RELAZIONE TECNICA

## Comfort termo-igrometrico

**Fabbricato:** Palazzo della Zecca e Palazzo Niscemi

**Indirizzo:** Salita dell'Intendenza – Vicolo Niscemi - 90100 - Palermo (Palermo)

**Committente:** Agenzia del Demanio – Direzione Regionale Sicilia

# INDICE

<b>DATI GENERALI.....</b>	<b>3</b>
<b>PREMESSA.....</b>	<b>4</b>
Normativa di riferimento .....	4
Applicazione delle norme al progetto.....	4
Criteri utilizzati per le scelte progettuali.....	4
Procedure di calcolo.....	5
Simboli e abbreviazioni .....	5
Valutazione globale: determinazione del PMV e del PPD.....	5
Valutazione dei Discomfort locali .....	6
Categorie ambiente secondo UNI EN ISO 7730 e UNI EN 15251.....	7
<b>VALUTAZIONE COMFORT DEGLI AMBIENTI TERMICI .....</b>	<b>8</b>
Descrizione intervento .....	8
Ambiente termico: "Ambiente termico 1".....	9
Valutazione globale "Valutazione globale estiva".....	9
Scambio calore tra corpo umano e ambiente .....	11
Valutazione discomfort locali.....	12
Valutazione globale "Valutazione globale invernale".....	13
Scambio calore tra corpo umano e ambiente .....	16
Valutazione discomfort locali.....	17
Categoria ambiente termico: "Ambiente termico 1".....	18
<b>CATEGORIA COMPLESSIVA FABBRICATO .....</b>	<b>21</b>

## DATI GENERALI

### Committente

<b>Pubblica amministrazione</b>	
Ragione Sociale	<b>Agenzia del Demanio - Direzione Regionale Sicilia</b>
Tipo soggetto	<b>Società a patrimonio interamente pubblico</b>
Codice Fiscale	<b>06340981007</b>
P.IVA	<b>06340981007</b>
Nazione	<b>Italia</b>
Indirizzo	
CAP - Comune	
Nome Cognome Rapp.legale	
Nazione di nascita	
Data di nascita	
Luogo di nascita	
Telefono	
Fax	
Email	
Pec	

### Tecnico

<b>Tecnico</b>	
Ragione Sociale	<b>MUSA Progetti. Soc. Coop. di Ingegneria</b>
Codice Fiscale	<b>01184980884</b>
P.IVA	<b>01184980884</b>
Nazione	<b>Italia</b>
Indirizzo	<b>Via M. Rapisardi, 7</b>
CAP - Comune	<b>97019 Vittoria (Ragusa)</b>
Nome Cognome Tecnico	
Nazione di nascita	
Data di nascita	
Luogo di nascita	
Telefono	<b>0932983636</b>
Fax	
Email	
Pec	
Albo	
Provincia albo	
Numero iscrizione albo	



## PREMESSA

### Normativa di riferimento

Il progetto deve rispettare le prescrizioni contenute nelle seguenti norme di riferimento, comprese eventuali varianti, aggiornamenti ed estensioni emanate successivamente dagli organismi di normazione citati.

<b>D. M. 11/10/2017</b>	Adozione dei criteri ambientali minimi per gli arredi per interni, per l'edilizia e per i prodotti tessili (CAM).
<b>UNI EN ISO 7730</b>	Ergonomia degli ambienti termici - Determinazione analitica e interpretazione del benessere termico mediante il calcolo degli indici PMV e PPD e dei criteri di benessere termico locale.
<b>D. M. 26/06/2015</b>	Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici.
<b>UNI EN 13788</b>	Prestazione igrotermica dei componenti e degli elementi per edilizia - Temperatura superficiale interna per evitare l'umidità superficiale critica e la condensazione interstiziale - Metodi di calcolo.
<b>UNI EN 15251</b>	Criteri per la progettazione dell'ambiente interno e per la valutazione della prestazione energetica degli edifici, in relazione alla qualità dell'aria interna, all'ambiente termico, all'illuminazione e all'acustica.

### Applicazione delle norme al progetto

Ai sensi dei CAM:

- "Al fine di assicurare le condizioni ottimali di benessere termo-igrometrico e di qualità dell'aria interna bisogna garantire condizioni conformi almeno alla classe B secondo la norma ISO 7730:2005 in termini di PMV (Voto Medio Previsto) e di PPD (Percentuale Prevista di Insoddisfatti). Inoltre bisogna garantire la conformità ai requisiti previsti nella norma UNI EN 13788 ai sensi del DM 26 giugno 2015 anche in riferimento a tutti i ponti termici sia per edifici nuovi che per edifici esistenti".

### Criteri utilizzati per le scelte progettuali

In applicazione delle leggi sopra citate, il presente progetto comprende la valutazione del comfort termoigrometrico globale in termini di PMV e PPD.

## Procedure di calcolo

### Simboli e abbreviazioni

Simbolo	Descrizione	Unità di misura
$PMV$	Voto Medio Previsto	-
$PPD$	Percentuale Prevista Insoddisfatti	%
$M$	Metabolismo energetico	W/m <sup>2</sup> oppure met
$W$	Potenza meccanica efficace	W/m <sup>2</sup> oppure met
$I_{cl}$	Isolamento termico dell'abbigliamento	m <sup>2</sup> ·K/W oppure clo
$f_{cl}$	Coefficiente di area dell'abbigliamento	m <sup>2</sup> ·K/W
$t_a$	Temperatura dell'aria	°C
$t_r$	Temperatura media radiante	°C
$v_{ar}$	Velocità relativa dell'aria	m/s
$U_r$	Umidità relativa	%
$p_a$	Pressione parziale del vapor d'acqua	Pa
$h_c$	Coefficiente di scambio termico convettivo	W/m <sup>2</sup> ·K
$t_{cl}$	Temperatura superficiale dell'abbigliamento	°C
$h_r$	Coefficiente di scambio termico radiante	W/m <sup>2</sup> ·K
$t_o$	Temperatura operativa	°C
$DR$	Rischio correnti d'aria - Percentuale di insoddisfatti	%
$t_{a,l}$	Temperatura locale dell'aria	°C
$v_{a,l}$	Velocità media locale dell'aria	m/s
$Tu$	Intensità locale di turbolenza	%
$PD$	Percentuale insoddisfatti	%
$\Delta T_{a,v}$	Differenza verticale della temperatura dell'aria	°C
$T_f$	Temperatura pavimento	°C
$\Delta T_{pr}$	Asimmetria radiante	°C

### Valutazione globale: determinazione del PMV e del PPD

Per la determinazione del comfort globale del corpo umano si calcolano PMV e PPD in base al modello di Fanger su cui si basa la UNI EN ISO 7730.

Il PMV prevede il valore medio dei voti sulla sensazione di comfort dati da un gran numero di soggetti per un certo ambiente e si calcola attraverso le equazioni seguenti.

$$PMV = [0,303 \times \exp(-0,036 \times M) + 0,028] \times$$

$$\left\{ \begin{aligned} & (M - W) - \text{a)} [3,05 \times 10^{-3} \times [5\,733 - 6,99 \times (M - W) - p_a]] - \text{b)} [0,42 \times [(M - W) - 58,15]] \\ & - \text{c)} [1,7 \times 10^{-5} \times M \times (5\,867 - p_a)] - \text{d)} [0,0014 \times M \times (34 - t_a)] \\ & - \text{e)} [3,96 \times 10^{-8} \times f_{cl} \times [(t_{cl} + 273)^4 - (\bar{t}_r + 273)^4]] - \text{f)} [f_{cl} \times h_c \times (t_{cl} - t_a)] \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

$$t_{cl} = 35,7 - 0,028 \times (M - W) - \\ - I_{cl} \times \{ 3,96 \times 10^{-8} \times f_{cl} \times [(t_{cl} + 273)^4 - (\bar{t}_r + 273)^4] \times f_{cl} \times h_c \times (t_{cl} - t_a) \} \quad (2)$$

$$h_c = \begin{cases} 2,38 \times |t_{cl} - t_a|^{0,25} & \text{per } 2,38 \times |t_{cl} - t_a|^{0,25} > 12,1 \times \sqrt{v_{ar}} \\ 12,1 \times \sqrt{v_{ar}} & \text{per } 2,38 \times |t_{cl} - t_a|^{0,25} < 12,1 \times \sqrt{v_{ar}} \end{cases} \quad (3)$$

$$f_{cl} = \begin{cases} 1,00 + 1,290/I_{cl} & \text{per } I_{cl} \leq 0,078 \text{ m}^2 \times \text{K/W} \\ 1,05 + 0,645/I_{cl} & \text{per } I_{cl} > 0,078 \text{ m}^2 \times \text{K/W} \end{cases} \quad (4)$$

Per il calcolo di  $t_{cl}$  e  $h_c$ , che sono variabili dipendenti l'una dall'altra, si utilizza un algoritmo iterativo che si ferma quando trova una condizione di equilibrio/convergenza sul valore di  $t_{cl}$ .

L'equazione (1) rappresenta il bilancio termico tra corpo umano e ambiente: alla potenza generata dall'attività metabolica (M) vengono sottratte le varie componenti disperse dal corpo umano: potenza meccanica per lavoro (W), potenza termica dispersa per sudorazione e traspirazione **a)** e **b)**, potenza termica dispersa nella respirazione **c)** e **d)**, potenza termica scambiate per irraggiamento **e)**, potenza scambiata per convezione **f)**.

La pressione parziale del vapor d'acqua è ricavata a partire dall'umidità relativa ( $U_r$ ) e dalla  $t_a$ :

$$p_a = U_r \times 10 \times \exp(16,6536 - 4030,183 / (t_a + 235))$$

La temperatura operativa ( $t_o$ ) è ottenuta dalla seguente:

$$t_o = (h_r \times t_r + h_c \times t_a) / (h_r + h_c)$$

Il PPD dipende direttamente dal PMV e prevede la percentuale degli insoddisfatti per l'ambiente considerato:

$$PPD = 100 - 95 \times \exp(-0,03353 \times PMV^4 - 0,2179 \times PMV^2) \quad (5)$$

### Valutazione dei Discomfort locali

Per la previsione dei discomfort locali la UNI EN ISO 7730 considera i seguenti casi: correnti d'aria, differenza verticale della temperatura dell'aria, pavimenti caldi freddi, asimmetria radiante.

Per calcolare la percentuale di insoddisfatti si utilizzano le seguenti formule:

#### Correnti d'aria

$$DR = (34 - t_{a,l})(\bar{v}_{a,l} - 0,05)^{0,62} (0,37 \times \bar{v}_{a,l} \times Tu + 3,14) \quad (6)$$

#### Differenza verticale della temperatura dell'aria

$$PD = \frac{100}{1 + \exp(5,76 - 0,856 \times \Delta t_{a,v})} \quad (7)$$

#### Pavimenti caldi freddi

$$PD = 100 - 94 \times \exp(-1,387 + 0,118 \times t_f - 0,0025 \times t_f^2) \quad (8)$$

#### Asimmetria radiante

##### **a) Soffitto caldo**

$$PD = \frac{100}{1 + \exp(2,84 - 0,174 \times \Delta t_{pr})} - 5,5 \quad (9)$$

$$\Delta t_{pr} < 23 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

##### **b) Parete fredda**

$$PD = \frac{100}{1 + \exp(6,61 - 0,345 \times \Delta t_{pr})} \quad (10)$$

$$\Delta t_{pr} < 15 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

##### **c) Soffitto freddo**

$$PD = \frac{100}{1 + \exp(9,93 - 0,50 \times \Delta t_{pr})} \quad (11)$$

$$\Delta t_{pr} < 15 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

##### **d) Parete calda**

$$PD = \frac{100}{1 + \exp(3,72 - 0,052 \times \Delta t_{pr})} - 3,5 \quad (12)$$

$$\Delta t_{pr} < 35 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

#### Categorie ambiente secondo UNI EN ISO 7730 e UNI EN 15251

Nella tabella successiva sono riepilogate le categorie ambiente secondo le norme UNI EN ISO 7730 (Classi A, B, C) e UNI EN 15251 (Classi I, II, III, IV che considerano soli i valori di PPD e PMV).

Categoria UNI EN ISO 7730 (UNI EN 15251)	Stato termico complessivo		Discomfort termico locale			
	PPD (%)	PMV	Corrente d'aria DR (%)	Differenz a temp. verticale PD (%)	Paviment i caldi o freddi PD (%)	Asimmetri a radiante PD (%)
Classe A (I)	<6	$-0.2 < PMV < +0.2$	<10	<3	<10	<5
Classe B (II)	<10	$-0.5 < PMV < +0.5$	<20	<5	<10	<5
Classe C (III)	<15	$-0.7 < PMV < +0.7$	<30	<10	<15	<10
- (IV)	$\geq 15$	$PMV \geq +0.7$ $PMV \leq -0.7$	-	-	-	-

I CAM considerano come valide le condizioni conformi alla Classe B della UNI EN ISO 7730, in termini di PMV e PPD.

## VALUTAZIONE COMFORT DEGLI AMBIENTI TERMICI

### Descrizione intervento

Il fabbricato oggetto del progetto è denominato " Palazzo della Zecca e Palazzo Niscemi ", situato in Salita dell'Intendenza – Vicolo Niscemi Palermo (PA) ed è individuato catastalmente dai dati nella tabella seguente:

Dati catastali				
Cod. comune	Sezione	Foglio	Particella	Sub
<b>G273</b>		<b>133</b>	<b>117-118</b>	<b>8 a 63</b>
Categoria	Destinazione d'uso	Immobile rurale	Data accatastamento	
<b>B/4</b>	<b>E.2</b>	<b>No</b>		

La seguente tabella mostra i dati relativi al fabbricato che inquadrano l'intervento rispetto ai CAM:

Dati generali dell'intervento	
Edificio pubblico	<b>Sì</b>
Tipologia edificio	<b>Edifici per uffici</b>
Tipologia intervento	<b>Riqualificazione energetica</b>
Descrizione	<b>Diagnosi energetica</b>

## Ambiente termico: "Ambiente termico 1"

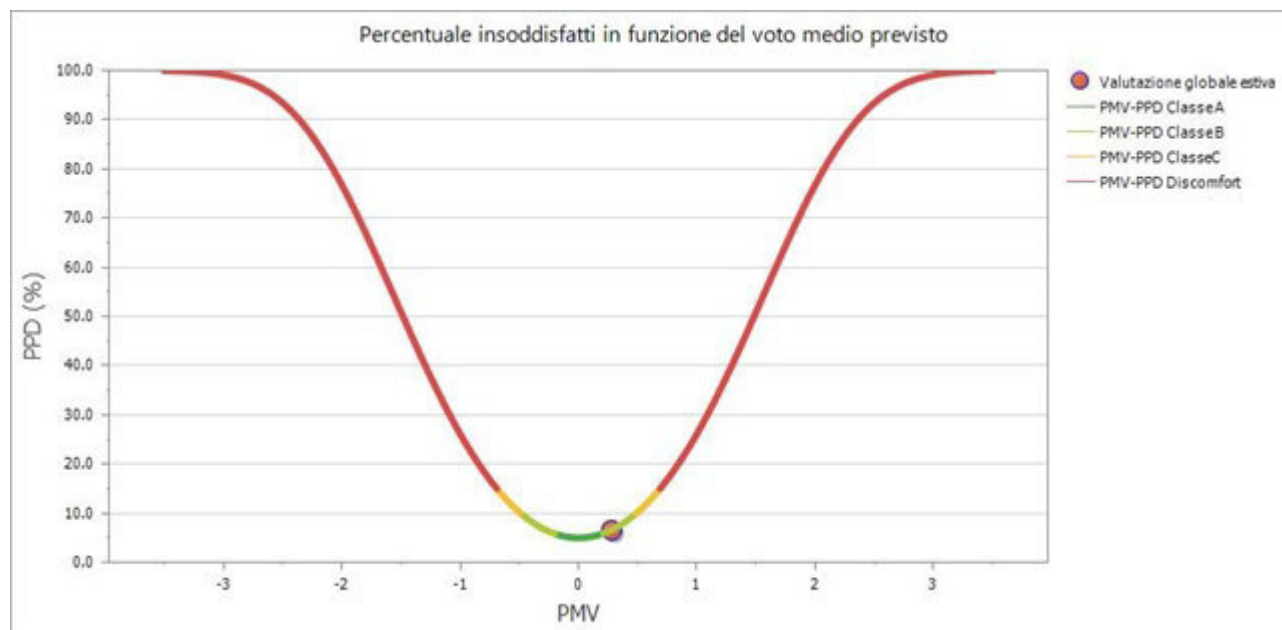
Di seguito sono riportate le valutazioni globali e le valutazioni di discomfort locale per l'ambiente termico.

### Valutazione globale "Valutazione globale estiva"

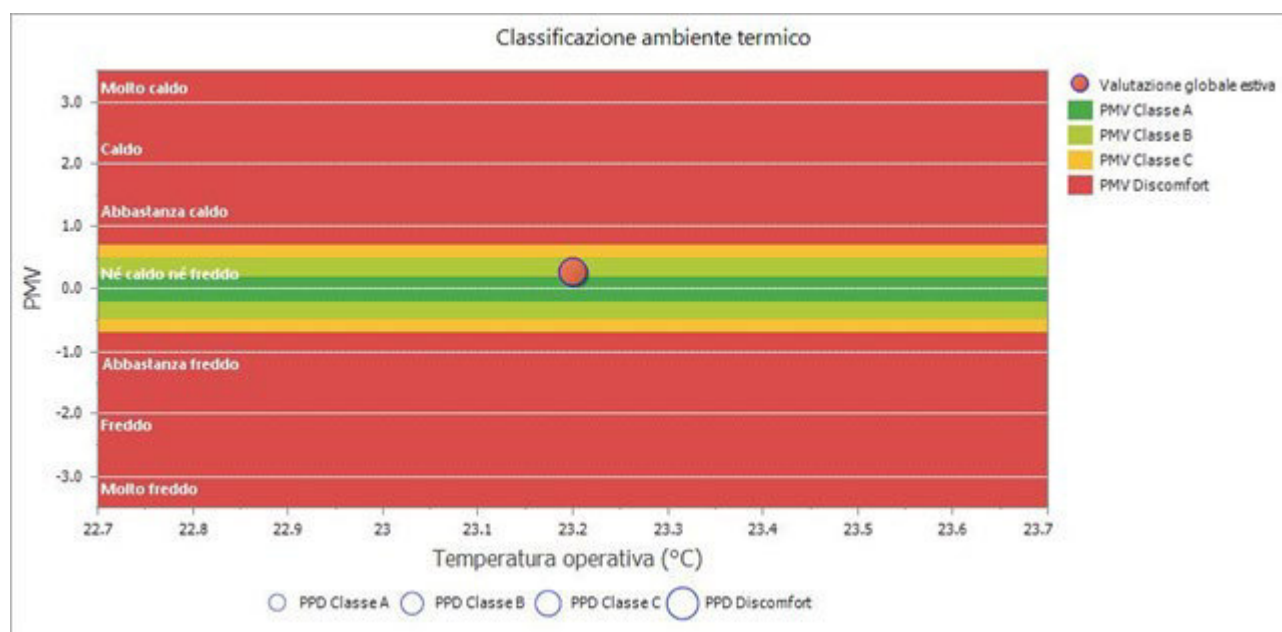
La seguente tabella riporta i dati del comfort termico per il corpo umano nel suo complesso:

Valutazione complessiva del comfort termico: "Valutazione globale estiva"	
Stagione	Estiva
Temperatura aria $t_a$ (°C)	26.0
Temperatura media radiante $t_r$ (°C)	20.0
Umidità relativa (%)	40.0
Velocità relativa aria $v_r$ (m/s)	0.15
Abbigliamento	Abbigliamento da lavoro - Biancheria intima a maniche e gambe corte, camicia, pantaloni, giacca, calzini, scarpe
Isolamento termico abbigliamento $I_{cl}$ (clo)	1.00
Metabolismo	Standard UNI EN ISO 7730 - Attività sedentarie (ufficio, abitazione, scuola, laboratorio)
Metabolismo energetico $M$ (met)	1.20
Potenza meccanica $W$ (met)	0.00
Risultati	
Temperatura operativa $t_o$ (°C)	23.2
Temperatura superficiale $t_{cl}$ (°C)	27.3
Voto medio previsto PMV	0.28
Percentuale prevista insoddisfatti (%)	6.6
Categoria ambiente in termini di PMV e PPD	Classe B
Categoria UNI EN 15251	Categoria II
Sensazione termica	Né caldo né freddo

Il grafico seguente mostra la percentuale prevista di insoddisfatti (PPD) in funzione del voto medio previsto (PMV). La curva rappresenta la funzione (5) ed è colorata in base alla classificazione composta di PMV e PPD.



Il grafico seguente mostra il PMV previsto con evidenziate le fasce delle classificazioni e le sensazioni termiche. La dimensione dei cerchi sul grafico indica la diversa classificazione del PPD.

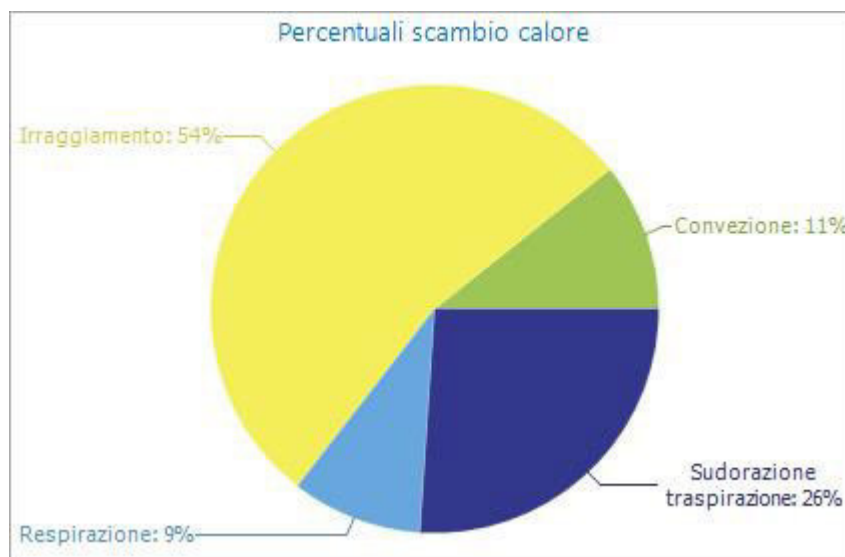


## Scambio calore tra corpo umano e ambiente

La tabella seguente dettaglia lo scambio di calore che avviene tra corpo umano e ambiente alle condizioni indicate nel paragrafo precedente.

Scambio di calore tra corpo umano e ambiente: "Valutazione globale estiva"	
Convezione (W/m <sup>2</sup> )	6.94
Irraggiamento (W/m <sup>2</sup> )	34.66
Respirazione (W/m <sup>2</sup> )	6.15
Sudorazione e traspirazione (W/m <sup>2</sup> )	16.78
Scambio calore totale (W/m <sup>2</sup> )	64.54
Cessione calore (W/m <sup>2</sup> )	5.30 (Il totale del calore scambiato è inferiore al metabolismo energetico decurtato della potenza meccanica)

Lo scambio di calore tra corpo umano e ambiente, in percentuale, è mostrato nel grafico seguente:





Le tabelle seguenti mostrano le percentuali di insoddisfatti per i vari discomfort locali.

Correnti d'aria	
Temperatura aria $t_{a,l}$ (°C)	21.0
Velocità media aria $v_{a,l}$ (m/s)	0.15
Intensità turbolenza $Tu$ (%)	40
Risultati	
Rischio da correnti d'aria DR (%)	16.7
Categoria in termini di PMV, PPD e DR	Classe B

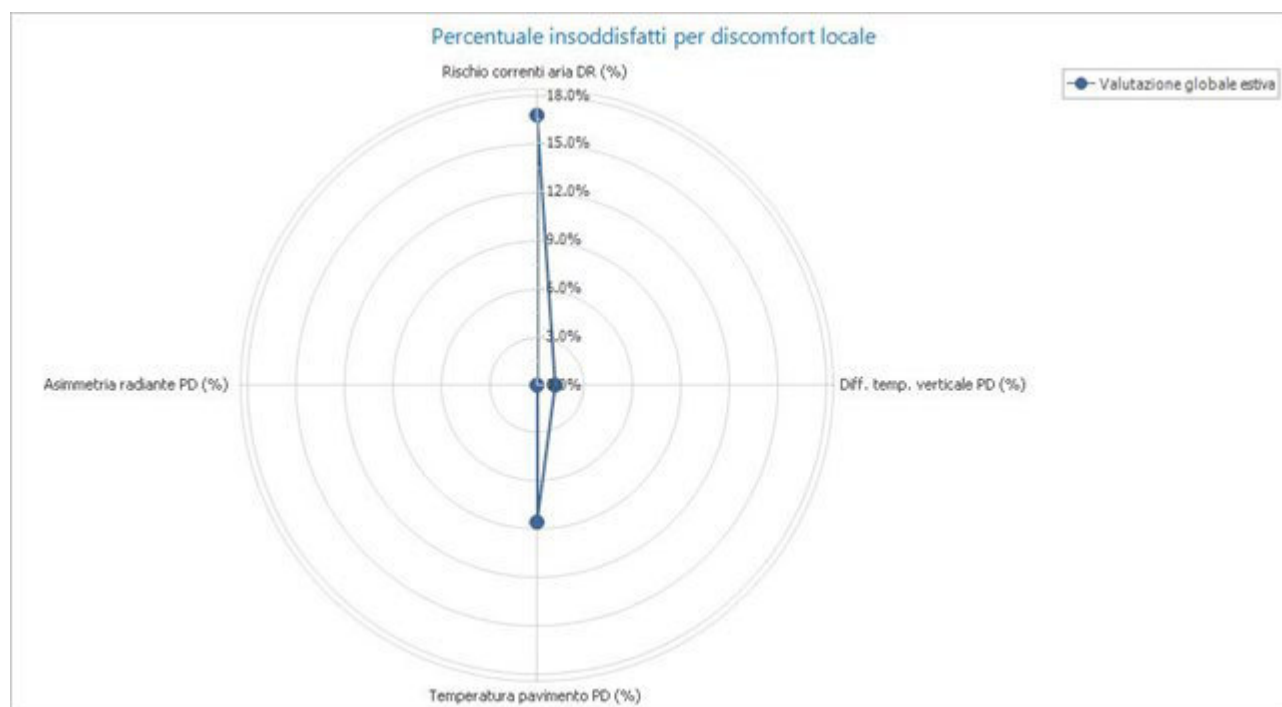
Differenza verticale della temperatura dell'aria	
Differenza temperatura testa-piedi $\Delta T_{a,v}$ (°C)	1.5
Risultati	
Percentuale insoddisfatti PD (%)	1.1
Categoria in termini di PMV, PPD e PD	Classe B

Pavimento caldo freddo	
Temperatura pavimento $T_f$ (°C)	20.0
Risultati	
Percentuale insoddisfatti PD (%)	8.5
Categoria in termini di PMV, PPD e PD	Classe B

Asimmetria radiante soffitto	
Temperatura superficiale $t_{cl}$ (°C)	27.3
Temperatura soffitto (°C)	20.0
Temperatura pavimento (°C)	20.0
Asimmetria temperatura radiante $\Delta T_{pr}$ (°C)	0.0
Tipo calcolo	-
Risultati	
Percentuale insoddisfatti PD (%)	0.0
Categoria in termini di PMV, PPD e PD	Classe B

Asimmetria radiante pareti	
Temperatura superficiale $t_{cl}$ (°C)	27.3
<b>Pareti frontale e posteriore</b>	
Temperatura parete frontale (°C)	20.0
Temperatura parete posteriore (°C)	20.0
Asimmetria temperatura radiante $\Delta T_{pr}$ (°C)	0.0
Tipo calcolo	-
Percentuale insoddisfatti PD (%)	0.0
<b>Pareti destra e sinistra</b>	
Temperatura parete destra (°C)	20.0
Temperatura parete sinistra (°C)	20.0
Asimmetria temperatura radiante $\Delta T_{pr}$ (°C)	0.0
Tipo calcolo	-
Percentuale insoddisfatti PD (%)	0.0
<b>Risultati</b>	
Percentuale insoddisfatti PD (%)	0.0
Categoria in termini di PMV, PPD e PD	Classe B

Il grafico seguente mostra le percentuali di insoddisfatti per i disagi locali:

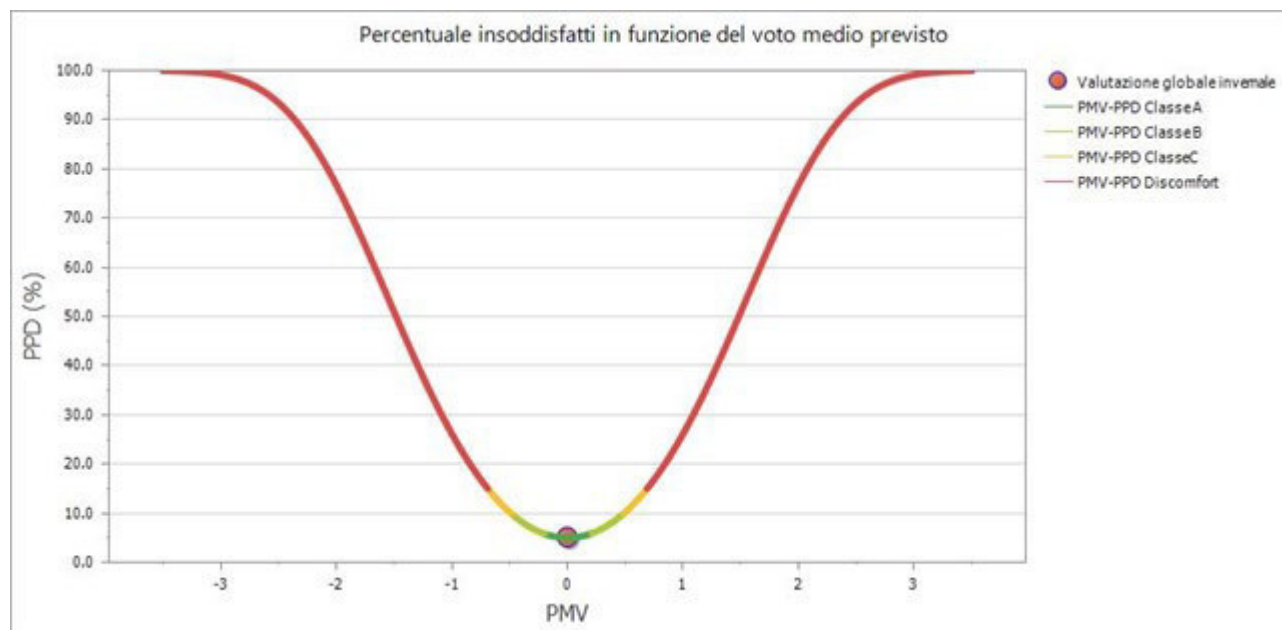


## Valutazione globale "Valutazione globale invernale"

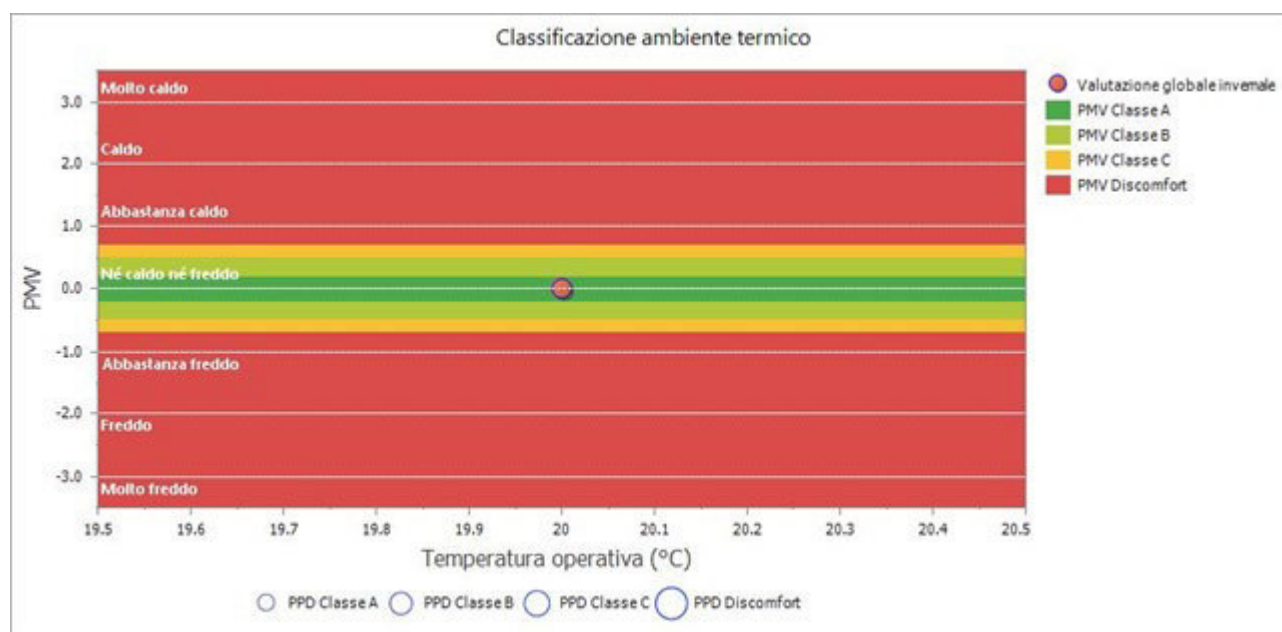
La seguente tabella riporta i dati del comfort termico per il corpo umano nel suo complesso:

Valutazione complessiva del comfort termico: "Valutazione globale invernale"	
Stagione	Invernale
Temperatura aria $t_a$ (°C)	20.0
Temperatura media radiante $t_r$ (°C)	20.0
Umidità relativa (%)	40.0
Velocità relativa aria $v_r$ (m/s)	0.10
Abbigliamento	Abbigliamento giornaliero - Biancheria intima a maniche e gambe lunghe, camicia, pantaloni, maglione con scollo a V, giacca, calzini, scarpe
Isolamento termico abbigliamento $I_{cl}$ (clo)	1.30
Metabolismo	Standard UNI EN ISO 7730 - Attività sedentarie (ufficio, abitazione, scuola, laboratorio)
Metabolismo energetico $M$ (met)	1.20
Potenza meccanica $W$ (met)	0.00
Risultati	
Temperatura operativa $t_o$ (°C)	20.0
Temperatura superficiale $t_{cl}$ (°C)	24.8
Voto medio previsto PMV	0.00
Percentuale prevista insoddisfatti (%)	5.0
Categoria ambiente in termini di PMV e PPD	Classe A
Categoria UNI EN 15251	Categoria I
Sensazione termica	Né caldo né freddo

Il grafico seguente mostra la percentuale prevista di insoddisfatti (PPD) in funzione del voto medio previsto (PMV). La curva rappresenta la funzione (5) ed è colorata in base alla classificazione composta di PMV e PPD.



Il grafico seguente mostra il PMV previsto con evidenziate le fasce delle classificazioni e le sensazioni termiche. La dimensione dei cerchi sul grafico indica la diversa classificazione del PPD.

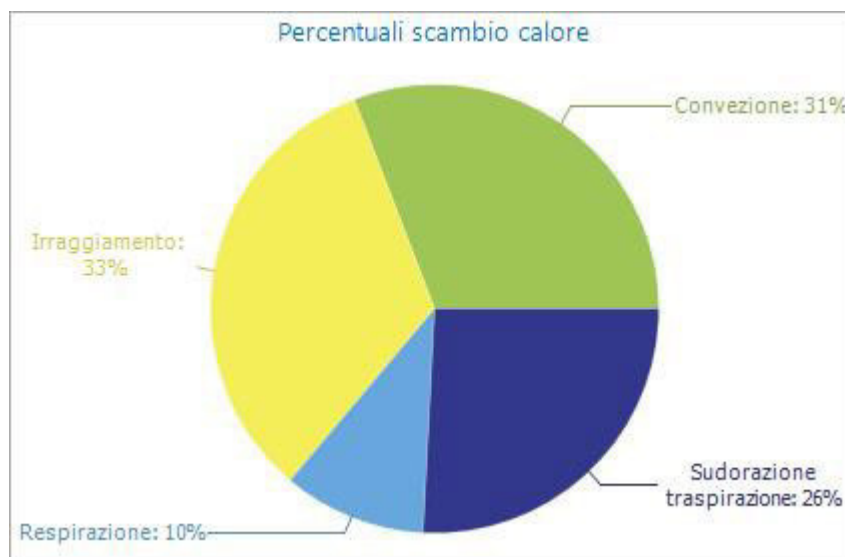


### Scambio calore tra corpo umano e ambiente

La tabella seguente dettaglia lo scambio di calore che avviene tra corpo umano e ambiente alle condizioni indicate nel paragrafo precedente.

Scambio di calore tra corpo umano e ambiente: "Valutazione globale invernale"	
Convezione (W/m <sup>2</sup> )	21.54
Irraggiamento (W/m <sup>2</sup> )	22.98
Respirazione (W/m <sup>2</sup> )	7.22
Sudorazione e traspirazione (W/m <sup>2</sup> )	18.03
Scambio calore totale (W/m <sup>2</sup> )	69.77
Cessione calore (W/m <sup>2</sup> )	0.00 (Il totale del calore scambiato è inferiore al metabolismo energetico decurtato della potenza meccanica)

Lo scambio di calore tra corpo umano e ambiente, in percentuale, è mostrato nel grafico seguente:



Le tabelle seguenti mostrano le percentuali di insoddisfatti per i vari discomfort locali.

Correnti d'aria	
Temperatura aria $t_{a,l}$ (°C)	20.0
Velocità media aria $v_{a,l}$ (m/s)	0.10
Intensità turbolenza $Tu$ (%)	40
Risultati	
Rischio da correnti d'aria DR (%)	10.1
Categoria in termini di PMV, PPD e DR	Classe B

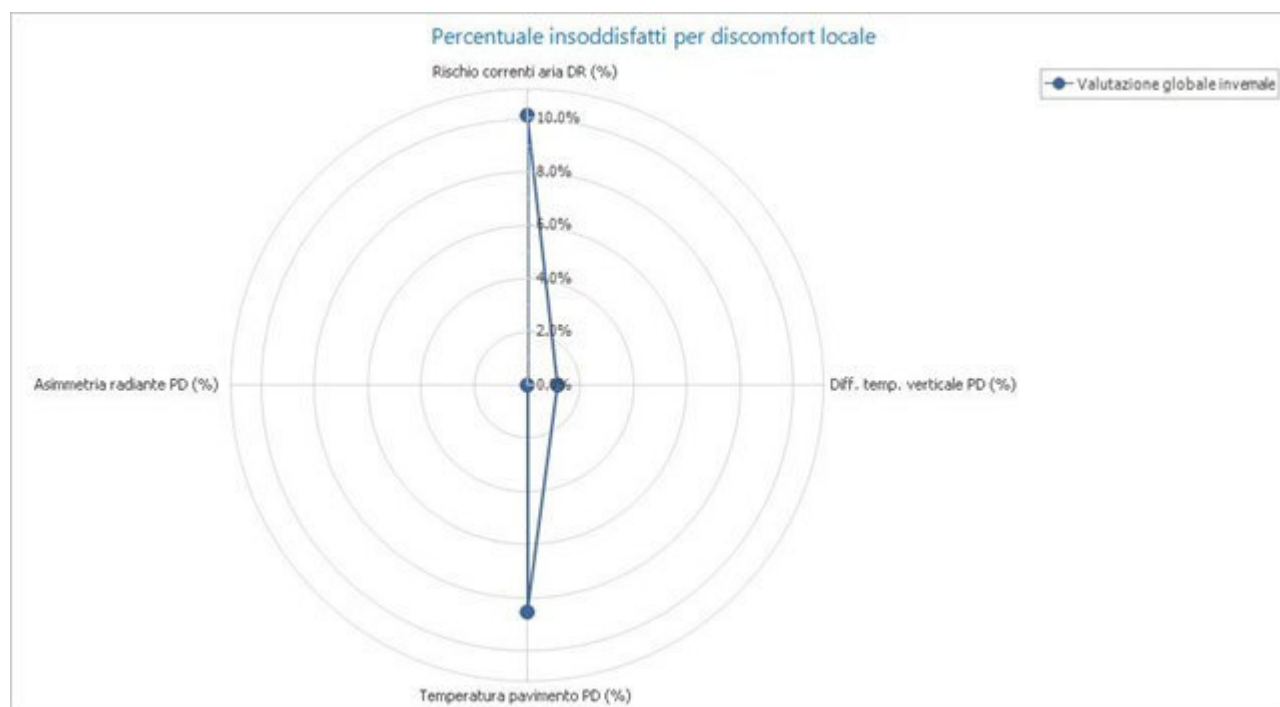
Differenza verticale della temperatura dell'aria	
Differenza temperatura testa-piedi $\Delta T_{a,v}$ (°C)	1.5
Risultati	
Percentuale insoddisfatti PD (%)	1.1
Categoria in termini di PMV, PPD e PD	Classe A

Pavimento caldo freddo	
Temperatura pavimento $T_f$ (°C)	20.0
Risultati	
Percentuale insoddisfatti PD (%)	8.5
Categoria in termini di PMV, PPD e PD	Classe A

Asimmetria radiante soffitto	
Temperatura superficiale $t_{cl}$ (°C)	24.8
Temperatura soffitto (°C)	20.0
Temperatura pavimento (°C)	20.0
Asimmetria temperatura radiante $\Delta T_{pr}$ (°C)	0.0
Tipo calcolo	-
Risultati	
Percentuale insoddisfatti PD (%)	0.0
Categoria in termini di PMV, PPD e PD	Classe A

Asimmetria radiante pareti	
Temperatura superficiale $t_{cl}$ (°C)	24.8
<b>Pareti frontale e posteriore</b>	
Temperatura parete frontale (°C)	20.0
Temperatura parete posteriore (°C)	20.0
Asimmetria temperatura radiante $\Delta T_{pr}$ (°C)	0.0
Tipo calcolo	-
Percentuale insoddisfatti PD (%)	0.0
<b>Pareti destra e sinistra</b>	
Temperatura parete destra (°C)	20.0
Temperatura parete sinistra (°C)	20.0
Asimmetria temperatura radiante $\Delta T_{pr}$ (°C)	0.0
Tipo calcolo	-
Percentuale insoddisfatti PD (%)	0.0
<b>Risultati</b>	
Percentuale insoddisfatti PD (%)	0.0
Categoria in termini di PMV, PPD e PD	Classe A

Il grafico seguente mostra le percentuali di insoddisfatti per i disagi locali:



## Categoria ambiente termico: "Ambiente termico 1"

---

Tenendo conto della valutazione complessiva del comfort in termini di PMV e PPD (**Classe B**) e della percentuale di insoddisfatti a causa dei disagi locali, in base alla tabella delle categorie della UNI EN ISO 7730 (riportata nel capitolo "Procedure di calcolo") la categoria risultante per l'ambiente è **Classe B**.



## CATEGORIA COMPLESSIVA FABBRICATO

Nella tabella seguente sono riepilogati i dati complessivi di classificazione degli ambienti:

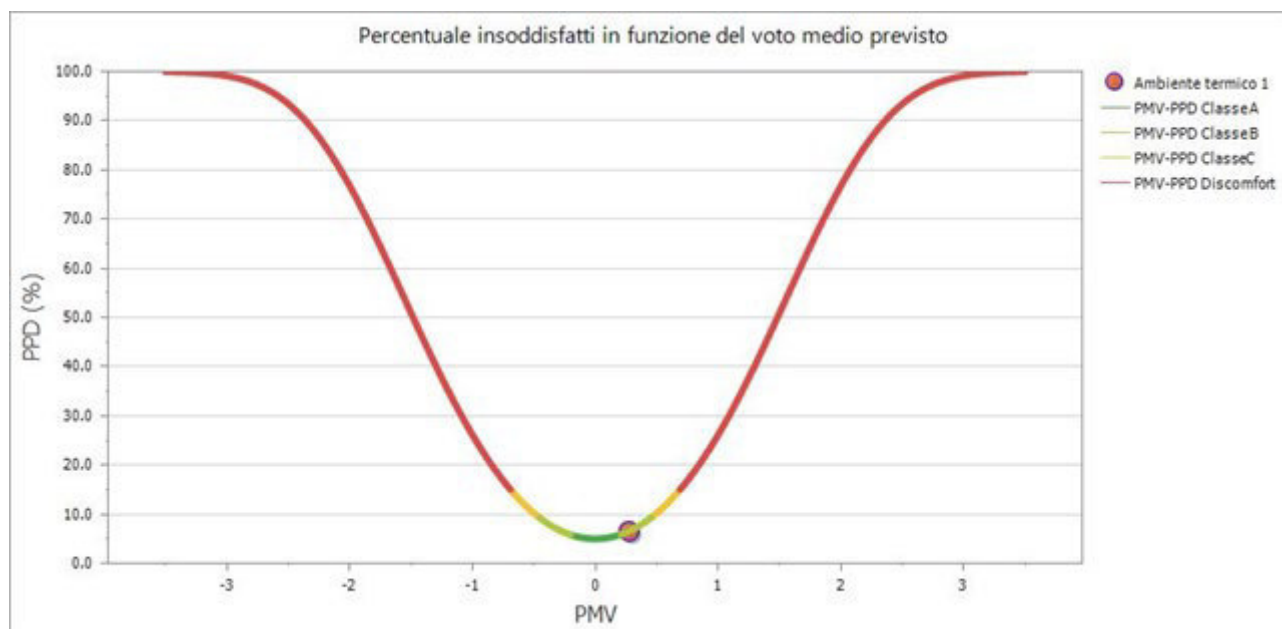
### Valutazione ambienti

Ambiente termico	t <sub>o</sub> (°C)	PMV	PPD (%)	Categoria PMV PPD	Categoria UNI 15251	Categoria
Ambiente termico 1	23.2	23.2	6.6	Classe B	Categoria II	Classe B

#### Legenda

<b>Ambiente termico</b>	Descrizione dell'ambiente termico
<b>t<sub>o</sub> (°C)</b>	Temperatura operativa (°C)
<b>PMV</b>	Voto medio previsto
<b>PPD (%)</b>	Percentuale prevista di insoddisfatti (%)
<b>Categoria PMV PPD</b>	Categoria in termini di PMV e PPD
<b>Categoria UNI 15251</b>	Categoria UNI 15251 in termini di PMV e PPD
<b>Categoria</b>	Categoria complessiva dei discomfort locali

Il grafico seguente mostra per ogni ambiente termico la percentuale prevista di insoddisfatti (PPD) in funzione del voto medio previsto (PMV). La curva rappresenta la funzione (5) ed è colorata in base alla classificazione composta di PMV e PPD.



Il diagramma illustra la classificazione dell'ambiente termico basata sul valore di PMV (Predicted Mean Vote) e sulla temperatura operativa. L'asse verticale rappresenta il PMV, con valori da -3.0 a 3.0. L'asse orizzontale rappresenta la temperatura operativa in gradi Celsius, con valori da 22.7 a 23.7. La scala PMV è divisa in sette zone colorate con etichette corrispondenti:

- Molto caldo (PMV > 2.0)
- Caldo (1.0 < PMV ≤ 2.0)
- Abbastanza caldo (0.5 < PMV ≤ 1.0)
- Né caldo né freddo (0.0 < PMV ≤ 0.5)
- Abbastanza freddo (-0.5 < PMV ≤ 0.0)
- Freddo (-1.0 < PMV ≤ -0.5)
- Molto freddo (PMV ≤ -1.0)

Le zone sono ulteriormente suddivise in classi di comfort (PPD) e discomfort (PMV Discomfort):

- PMV Classe A (verde scuro)
- PMV Classe B (verde chiaro)
- PMV Classe C (giallo)
- PMV Discomfort (rosso)

Un punto specifico è evidenziato con un cerchio rosso a PMV ≈ 0.2 e temperatura operativa ≈ 23.2°C, appartenente alla classe "Né caldo né freddo".

**Percentuale insoddisfatti per discomfort locale**

Legend: Ambiente termico 1

Category	Percentage (%)
Rischio correnti aria DR (%)	17.0
Diff. temp. verticale PD (%)	1.0
Temperatura pavimento PD (%)	6.0
Asimmetria radiante PD (%)	1.0

Relazione tecnica - Pag. 21

## Valutazione globale ambienti

Ambiente "Ambiente termico 1"															
Dati ambiente termico								Risultati valutazione globale							
Ambiente termico	Stagione	t <sub>a</sub> (°C)	t <sub>r</sub> (°C)	U <sub>r</sub> (%)	v <sub>ar</sub> (m/s)	I <sub>cl</sub> (clo)	M (met)	t <sub>o</sub> (°C)	t <sub>cl</sub> (°C)	PMV	PPD (%)	Cat PMV PPD	Cat UNI 15251	Cat	Sensaz. termica
Valutazione globale estiva	Estiva	26.0	20.0	40.0	0.15	1.00	1.20	23.2	27.3	0.28	6.6	Classe B	Categoria II	Classe B	Né caldo né freddo
Valutazione globale invernale	Invernale	20.0	20.0	40.0	0.10	1.30	1.20	20.0	24.8	0.00	5.0	Classe A	Categoria I	Classe B	Né caldo né freddo

### Legenda

<b>Dati ambiente termico Ambiente termico</b>	Descrizione dell'ambiente termico
<b>Dati ambiente termico Stagione</b>	Stagione della valutazione globale dell'ambiente
<b>Dati ambiente termico t<sub>a</sub> (°C)</b>	Temperatura dell'aria (°C)
<b>Dati ambiente termico t<sub>r</sub> (°C)</b>	Temperatura media radiante (°C)
<b>Dati ambiente termico U<sub>r</sub> (%)</b>	Umidità relativa (%)
<b>Dati ambiente termico v<sub>ar</sub> (m/s)</b>	Velocità relativa dell'aria (m/s)
<b>Dati ambiente termico I<sub>cl</sub> (clo)</b>	Isolamento termico dell'abbigliamento (clo)
<b>Dati ambiente termico M (met)</b>	Metabolismo energetico (met)
<b>Risultati valutazione globale t<sub>o</sub> (°C)</b>	Temperatura operativa (°C)
<b>Risultati valutazione globale t<sub>cl</sub> (°C)</b>	Temperatura superficiale dell'abbigliamento (°C)
<b>Risultati valutazione globale PMV</b>	Voto medio previsto
<b>Risultati valutazione globale PPD (%)</b>	Percentuale prevista di insoddisfatti (%)
<b>Risultati valutazione globale Cat PMV PPD</b>	Categoria in termini di PMV e PPD
<b>Risultati valutazione globale Cat UNI 15251</b>	Categoria UNI 15251 in termini di PMV e PPD
<b>Risultati valutazione globale Cat</b>	Categoria comprensiva dei discomfort locali
<b>Risultati valutazione globale Sensaz. termica</b>	Sensazione termica media prevista

La classificazione complessiva del fabbricato è calcolata come la peggiore in termini di valutazioni globali e discomfort locali degli ambienti termici considerati.

La tabella seguente mostra la categoria complessiva per il fabbricato:

<b>Categoria: "Fabbricato"</b>	
Categoria in termini di PMV e PPD	<b>Classe B</b>
Categoria complessiva	<b>Classe B</b>

La categoria in termini di PMV e PPD rispetta quanto previsto dai criteri ambientali minimi (CAM) per progettazione e lavori per nuove costruzioni, ristrutturazioni e manutenzioni di edifici pubblici che prevedono di garantire condizioni conformi alla classe B secondo la norma ISO 7730:2005 in termini di PMV e di PPD.

# RELAZIONE DI CALCOLO DEL PONTE TERMICO

Calcolo della trasmittanza lineica del ponte termico e  
verifica del rischio di formazione di muffa

## INDICE

---

1.     PREMESSA METODOLOGICA
2.     NORMATIVA DI RIFERIMENTO e METODO DI CALCOLO
3.     VALIDAZIONE DEL METODO DI CALCOLO
  
- 4.1    DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - Angolo fra due pareti esterne diverse
- 4.2    CONDIZIONI AL CONTORNO
- 4.3    DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI
- 4.4    CURVE DI TEMPERATURA
- 4.5    RISULTATI DI CALCOLO
- 4.6    VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA
  
- 5.1    DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - Angolo sporgente
- 5.2    CONDIZIONI AL CONTORNO
- 5.3    DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI
- 5.4    CURVE DI TEMPERATURA
- 5.5    RISULTATI DI CALCOLO
- 5.6    VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA
  
- 6.1    DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - Parete - pavimento
- 6.2    CONDIZIONI AL CONTORNO
- 6.3    DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI
- 6.4    CURVE DI TEMPERATURA
- 6.5    RISULTATI DI CALCOLO
- 6.6    VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA
  
- 7.1    DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - Parete - serramento
- 7.2    CONDIZIONI AL CONTORNO
- 7.3    DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI
- 7.4    CURVE DI TEMPERATURA
- 7.5    RISULTATI DI CALCOLO
- 7.6    VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA
  
- 8.1    DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - Parete - serramento laterale
- 8.2    CONDIZIONI AL CONTORNO
- 8.3    DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI
- 8.4    CURVE DI TEMPERATURA
- 8.5    RISULTATI DI CALCOLO

**8.6** VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

**9.1** DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - Parete - serramento superiore

**9.2** CONDIZIONI AL CONTORNO

**9.3** DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI

**9.4** CURVE DI TEMPERATURA

**9.5** RISULTATI DI CALCOLO

**9.6** VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

**10.1** DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - Parete esterna - parete interna

**10.2** CONDIZIONI AL CONTORNO

**10.3** DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI

**10.4** CURVE DI TEMPERATURA

**10.5** RISULTATI DI CALCOLO

**10.6** VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

## 1. PREMESSA

---

Il ponte termico è una discontinuità dell'involucro edilizio nella quale la resistenza termica non è uniforme e cambia in modo significativo; i ponti termici localizzati per la maggioranza dei casi nelle giunzioni tra gli elementi e provocano due effetti:

- Modifica del flusso termico
- Modifica della temperatura superficiale

rispetto agli stessi elementi privi di ponte termico.

La presente relazione riporta la valutazione della trasmittanza lineica  $\psi$  del ponte termico tramite analisi ad elementi finiti, per ponti termico geometrico o strutturale.

Per ciascun ponte termico è analizzata la distribuzione del flusso termico, il coefficiente di accoppiamento termico e la mappa delle temperature interne al nodo. La valutazione del rischio di formazione di muffa e quindi di condensa superficiale si ottiene valutando la temperatura superficiale raggiunta sulla faccia interna.

## 2. NORMA DI RIFERIMENTO E METODO DI CALCOLO

---

Di seguito le norme di riferimento utilizzate per il calcolo.

**UNI EN ISO 10211** – Thermal bridges in building construction – Heat flows and surface temperatures  
General calculation methods.

**UNI EN ISO 13788** - Hygrothermal performance of building components and building elements – Internal surface temperature to avoid critical surface humidity and interstitial condensation - Calculation methods

**UNI EN ISO 6946** - Building components and building elements - Thermal resistance and thermal transmittance - Calculation method

Il metodo di calcolo utilizzato nella valutazione del ponte termico si basa su quanto indicato dalla norma UNI EN ISO 10211.

La norma specifica la definizione dei limiti geometrici del modello e dei criteri da adottare per la sua suddivisione, le condizioni termiche al contorno, i valori termici e le relazioni da utilizzare.

La norma si fonda sulle seguenti ipotesi:

- le condizioni termiche si intendono stazionarie
- tutte le proprietà fisiche sono indipendenti dalla temperatura
- non ci sono sorgenti di calore all'interno delle strutture edilizie

## 3. VALIDAZIONE DEL METODO DI CALCOLO

---

L'Appendice A della norma UNI 10211 riporta le condizioni generali e i requisiti che deve rispettare il metodo numerico per considerarsi validato.

Il presente metodo numerico rispetta tutte le regole contenute nell'appendice A. In particolare:

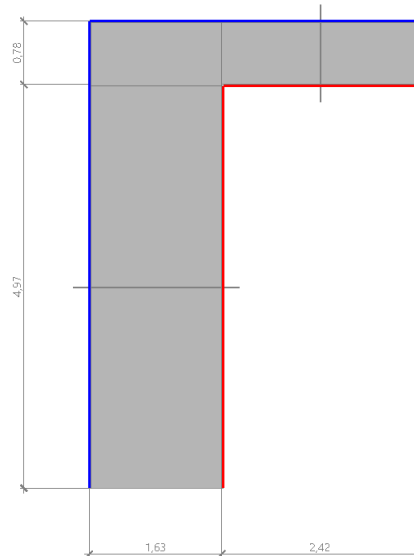
- Fornisce le temperature e i flussi termici
- Consente di calcolare temperature e flussi termici anche in posizioni diverse da quelle indicate.
- Converge alla soluzione analitica (dove esiste) all'aumentare delle suddivisioni.
- Determina il numero di suddivisioni seguendo questa regola: esegue la somma dei valori assoluti di tutti i flussi termici che entrano nell'oggetto considerato, per  $n$  suddivisioni e per  $2n$  suddivisioni. La differenza tra i due risultati non deve essere maggiore del 2% o in alternativa si aumenta il numero di suddivisioni fino a che il criterio non è soddisfatto.



- Le iterazioni di calcolo proseguono finché la somma di tutti i flussi termici (positivi o negativi) entranti nell'oggetto, divisa per la metà della somma dei valori assoluti dei medesimi flussi termici è minore di 0.001

#### 4.1 DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - Angolo fra due pareti esterne diverse

Si riporta di seguito il modello geometrico di ponte termico con il dettaglio dei materiali componenti e delle conduttività termiche utilizzate nella valutazione della trasmittanza.



##### Dettaglio dei materiali

	Materiale	$\lambda$ [W/mK]
1	Intonaco esterno	0,900
2	Intonaco esterno	0,900
3	Blocchi in tufo	0,550
4	Intonaco esterno	0,900
5	Blocchi in tufo	0,550
6	Intonaco interno	0,700
7	Intonaco esterno	0,900
8	Blocchi in tufo	0,550
9	Intonaco interno	0,700

#### 4.2 CONDIZIONI AL CONTORNO

La valutazione è eseguita nel comune di PALERMO - (PA).

Di seguito il dettaglio delle condizioni al contorno utilizzate per la valutazione della trasmittanza termica lineica.

Nelle condizioni al contorno sono specificati l'ambiente interno e uno o più ambienti esterni con le relative resistenze di calcolo.

## Dettaglio dei confini

	Confine	T [°C]	R [m²K/W]
1	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	11,5	0,04
2	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13
3	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13
4	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	11,5	0,04

## 4.3 DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI

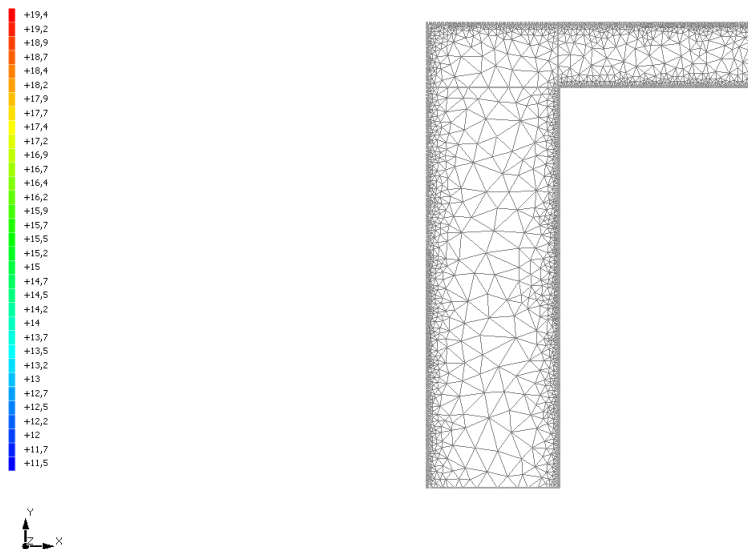
Per portare a convergenza il risultato finale il Ponte termico calcolato è stato suddiviso in triangoli, la mesh di calcolo.

Numero di triangoli utilizzati per la discretizzazione degli elementi

**2.572**

Di seguito la rappresentazione della mesh di calcolo del ponte termico:

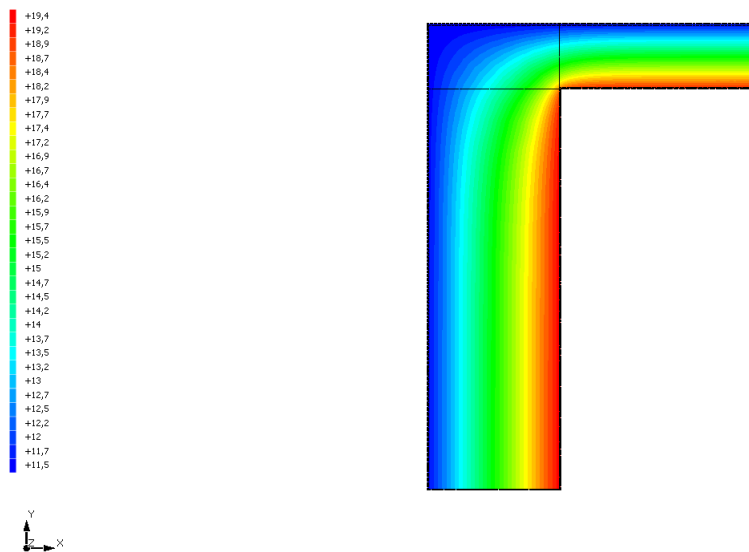
Temperatura T [°C] (calcolo psi)  
Angolo fra due pareti esterne diverse



## 4.4 CURVE DI TEMPERATURA

In base al modello di ponte termico e alle sue condizioni al contorno si ottiene la seguente distribuzione di temperatura all'interno degli elementi:

Temperatura T [°C] (calcolo psi)  
 Angolo fra due pareti esterne diverse



#### 4.5 RISULTATI DI CALCOLO

Di seguito vengono esposti i risultati di calcolo relativi alla struttura di ponte termico.

Il principale risultato il flusso termico per ogni metro di lunghezza e per ogni grado di differenza di temperatura: la trasmittanza termica lineica del ponte termico viene ottenuta per differenza tra la dispersione del modello geometrico comprensivo di ponte termico e la dispersione in assenza di discontinuità.

Flusso $\Phi$	28,72	W/m
$\Psi$ interno	0,3093	W/mK
$\Psi$ esterno	-0,9744	W/mK
Coefficiente di accoppiamento L2D	3,38	W/mK
Temperatura minima	17,9	°C

#### 4.6 VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

Il metodo di calcolo della condensa superficiale su superficie interna è contenuto nella norma UNI EN ISO 13788 che prevede il calcolo del fattore di temperatura superficiale  $f_{Rsi}$  calcolato come segue

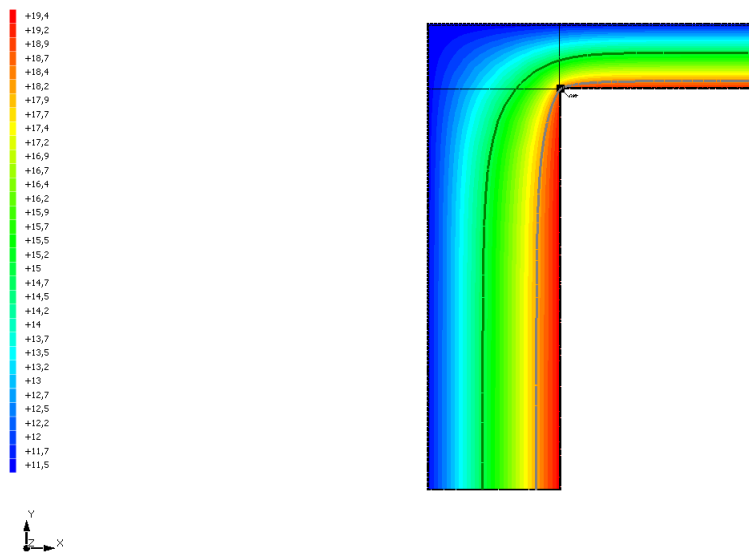
$$f_{Rsi} = \frac{\theta_{si} - \theta_e}{\theta_i - \theta_e}$$

Con  $\theta_{si}$  temperatura superficiale interna [°C]

$\theta_e$  temperatura dell'aria esterna [°C]

$\theta_i$  temperatura dell'aria interna [°C]

Temperatura T [°C] (calcolo psi)  
Angolo fra pareti esterne diverse



La norma precisa che al fine di evitare formazione di muffa, l'umidità superficiale critica da considerare nella valutazione della pressione di saturazione deve essere pari all' 80%.

I dati climatici utilizzati nella verifica sono riferiti al comune di PALERMO, PA

Di seguito il dettaglio di pressione e temperatura valutati lungo tutto l'arco dell'anno:

Tipo di calcolo	Classi di concentrazione
Classe di edificio	Edifici con indice di affollamento non noto

Mese	Te [°C]	$\varphi_e$ [%]	Pe [Pa]	$\Delta p$ [Pa]	Pi [Pa]	Psi [Pa]	Tsi [°C]	Ti [°C]	fRsi
dicembre	13,10	64,6	973,4	344,9	1.318,3	1.647,9	14,48	20,00	0,1996
gennaio	11,90	68,7	956,7	387,6	1.344,3	1.680,3	14,78	20,00	0,3555
febbraio	11,50	69,7	945,3	401,8	1.347,1	1.683,8	14,81	20,00	0,3896
marzo	13,60	66,6	1.036,8	327,2	1.364,0	1.705,0	15,01	20,00	0,2196

Te temperatura esterna media mensile [°C]

$\varphi_e$  umidità relativa esterna [%]

Pe pressione esterna [Pa]

$\Delta P$  variazione di pressione [Pa]

Pi pressione interna [Pa]

Psi pressione di saturazione interna [Pa]

Tsi Temperatura superficiale interna [°C]

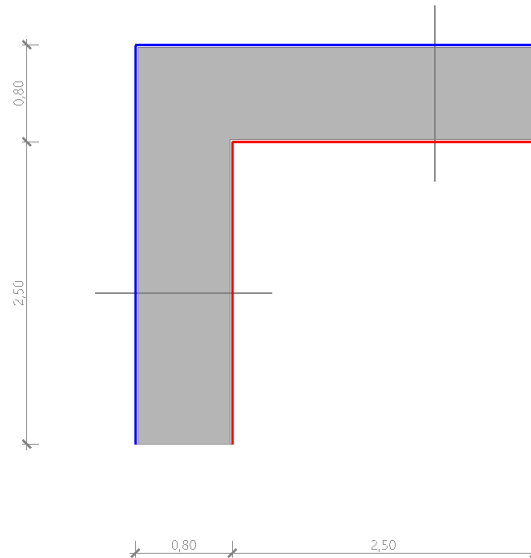
fRsi Fattore di resistenza superficiale

## ESITO DELLA VERIFICA DI ASSENZA DI MUFFA

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsi	0,759
Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsiAmm	0,390
Mese critico	Febbraio
ESITO VERIFICA DI CONDENSA SUPERFICIALE	fRsi > fRsi,max: assenza di muffa

## 5.1 DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - Angolo sporgente

Si riporta di seguito il modello geometrico di ponte termico con il dettaglio dei materiali componenti e delle conduttività termiche utilizzate nella valutazione della trasmittanza.



### Dettaglio dei materiali

	Materiale	$\lambda$ [W/mK]
1	Intonaco esterno	0,900
2	Blocchi in tufo	0,550
3	Intonaco interno	0,700

## 5.2 CONDIZIONI AL CONTORNO

La valutazione è eseguita nel comune di PALERMO - (PA).

Di seguito il dettaglio delle condizioni al contorno utilizzate per la valutazione della trasmittanza termica lineica.

Nelle condizioni al contorno sono specificati l'ambiente interno e uno o più ambienti esterni con le relative resistenze di calcolo.

### Dettaglio dei confini

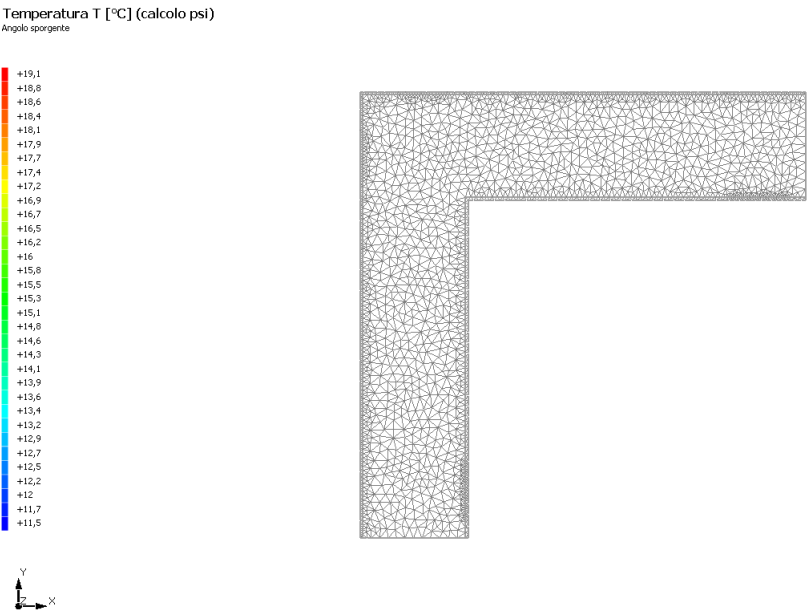
	Confine	T [°C]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	11,5	0,04
2	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	11,5	0,04
3	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13
4	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13

5.3 DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI

Per portare a convergenza il risultato finale il Ponte termico calcolato è stato suddiviso in triangoli, la mesh di calcolo.

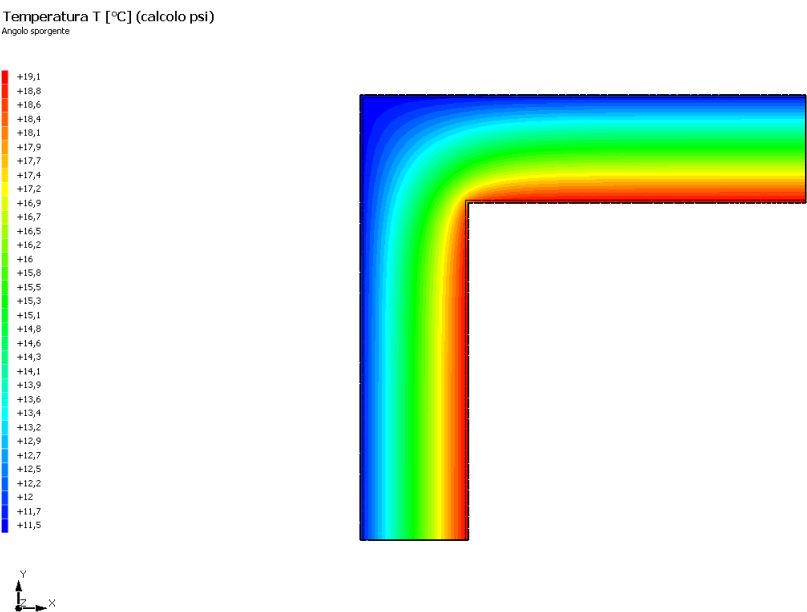
Numero di triangoli utilizzati per la discretizzazione degli elementi 2.074

Di seguito la rappresentazione della mesh di calcolo del ponte termico:



5.4 CURVE DI TEMPERATURA

In base al modello di ponte termico e alle sue condizioni al contorno si ottiene la seguente distribuzione di temperatura all'interno degli elementi:



## 5.5 RISULTATI DI CALCOLO

Di seguito vengono esposti i risultati di calcolo relativi alla struttura di ponte termico.

Il principale risultato il flusso termico per ogni metro di lunghezza e per ogni grado di differenza di temperatura: la trasmittanza termica lineica del ponte termico viene ottenuta per differenza tra la dispersione del modello geometrico comprensivo di ponte termico e la dispersione in assenza di discontinuità.

Flusso $\Phi$	28,64	W/m
$\Psi$ interno	0,2491	W/mK
$\Psi$ esterno	-0,7493	W/mK
Coefficiente di accoppiamento L2D	3,37	W/mK
Temperatura minima	17,6	°C

## 5.6 VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

Il metodo di calcolo della condensa superficiale su superficie interna è contenuto nella norma UNI EN ISO 13788 che prevede il calcolo del fattore di temperatura superficiale  $f_{Rsi}$  calcolato come segue

$$f_{Rsi} = \frac{\theta_{si} - \theta_e}{\theta_i - \theta_e}$$

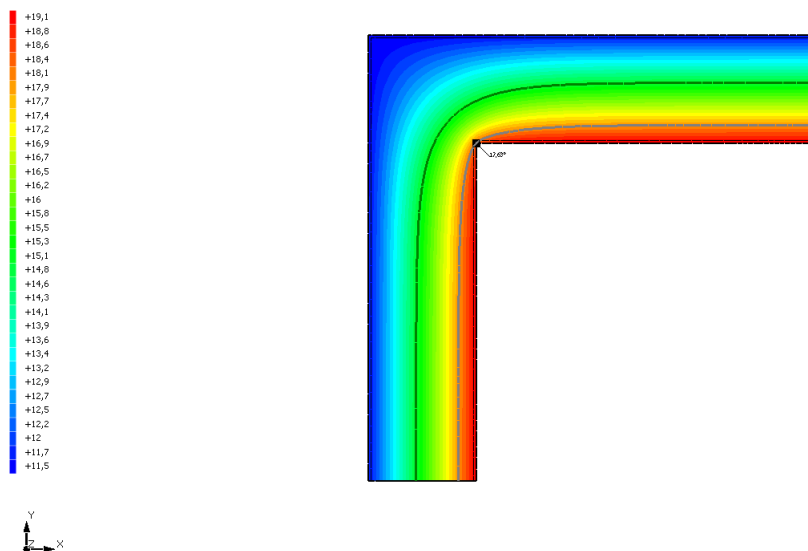
Con  $\theta_{si}$  temperatura superficiale interna [°C]

$\theta_e$  temperatura dell'aria esterna [°C]

$\theta_i$  temperatura dell'aria interna [°C]

Temperatura T [°C] (calcolo psi)

Angolo sporgente



La norma precisa che al fine di evitare formazione di muffa, l'umidità superficiale critica da considerare nella valutazione della pressione di saturazione deve essere pari all' 80%.

I dati climatici utilizzati nella verifica sono riferiti al comune di PALERMO, PA

Di seguito il dettaglio di pressione e temperatura valutati lungo tutto l'arco dell'anno:

Tipo di calcolo	Classi di concentrazione
Classe di edificio	Edifici con indice di affollamento non noto
	141 di 162
	141 di 162



Mese	Te [°C]	$\varphi_e$ [%]	Pe [Pa]	$\Delta p$ [Pa]	Pi [Pa]	Psi [Pa]	Tsi [°C]	Ti [°C]	fRsi
dicembre	13,10	64,6	973,4	344,9	1.318,3	1.647,9	14,48	20,00	0,1996
gennaio	11,90	68,7	956,7	387,6	1.344,3	1.680,3	14,78	20,00	0,3555
febbraio	11,50	69,7	945,3	401,8	1.347,1	1.683,8	14,81	20,00	0,3896
marzo	13,60	66,6	1.036,8	327,2	1.364,0	1.705,0	15,01	20,00	0,2196

*Te temperatura esterna media mensile [°C]*

*$\varphi_e$  umidità relativa esterna [%]*

*Pe pressione esterna [Pa]*

*$\Delta P$  variazione di pressione [Pa]*

*Pi pressione interna [Pa]*

*Psi pressione di saturazione interna [Pa]*

*Tsi Temperatura superficiale interna [°C]*

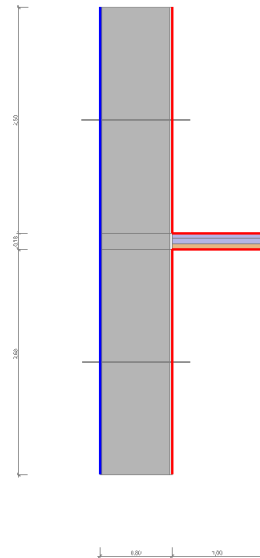
*fRsi Fattore di resistenza superficiale*

## ESITO DELLA VERIFICA DI ASSENZA DI MUFFA

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsi	0,721
Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsiAmm	0,390
Mese critico	Febbraio
ESITO VERIFICA DI CONDENZA SUPERFICIALE	fRsi > fRsi,max: assenza di muffa

## 6.1 DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - Parete - pavimento

Si riporta di seguito il modello geometrico di ponte termico con il dettaglio dei materiali componenti e delle conduttività termiche utilizzate nella valutazione della trasmittanza.



### Dettaglio dei materiali

	Materiale	$\lambda$ [W/mK]
1	Intonaco esterno	0,900
2	Blocchi in tufo	0,550
3	Intonaco interno	0,700
4	Intonaco esterno	0,900
5	Blocchi in tufo	0,550
6	Intonaco interno	0,700
7	Intonaco esterno	0,900
8	Blocchi in tufo	0,550
9	Intonaco interno	0,700
10	Piastrelle utente	0,580
11	Sottofondo in cls-malta di cemento	1,400
12	Massetto in cls alleggerito	1,080
13	Assito in legno	0,150

## 6.2 CONDIZIONI AL CONTORNO

La valutazione è eseguita nel comune di PALERMO - (PA).

Di seguito il dettaglio delle condizioni al contorno utilizzate per la valutazione della trasmittanza termica lineica.

Nelle condizioni al contorno sono specificati l'ambiente interno e uno o più ambienti esterni con le relative resistenze di calcolo.

## Dettaglio dei confini

	Confine	T [°C]	R [m²K/W]
1	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	11,5	0,04
2	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13
3	Temperatura interna: direzione discendente del flusso	20,0	0,17
4	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13
5	Temperatura interna: direzione ascendente del flusso	20,0	0,10

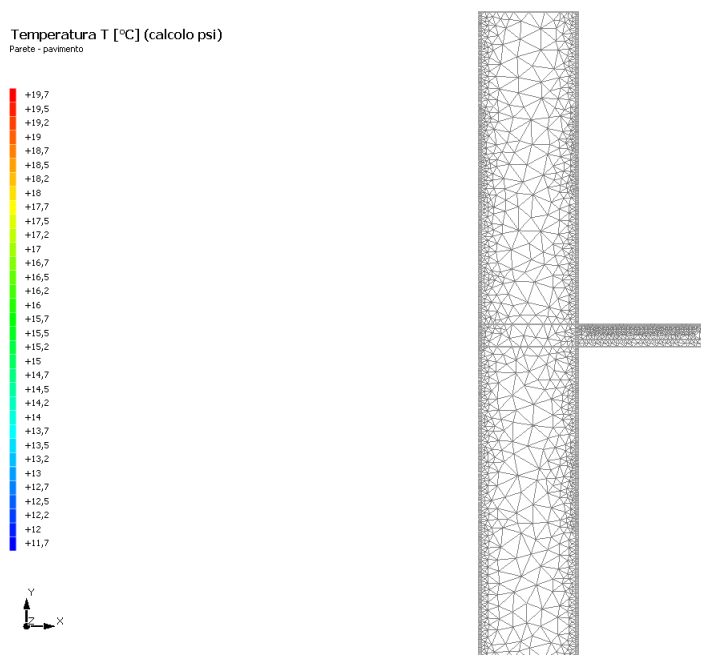
## 6.3 DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI

Per portare a convergenza il risultato finale il Ponte termico calcolato è stato suddiviso in triangoli, la mesh di calcolo.

Numero di triangoli utilizzati per la discretizzazione degli elementi

**1.937**

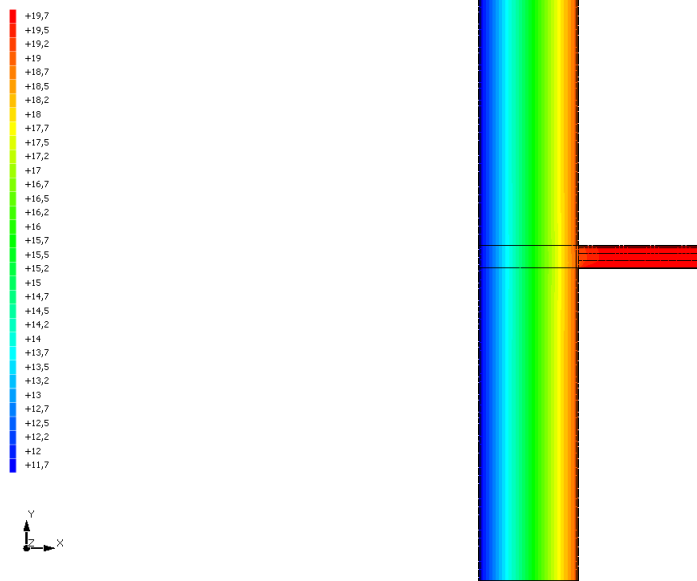
Di seguito la rappresentazione della mesh di calcolo del ponte termico:



## 6.4 CURVE DI TEMPERATURA

In base al modello di ponte termico e alle sue condizioni al contorno si ottiene la seguente distribuzione di temperatura all'interno degli elementi:

Temperatura T [°C] (calcolo psi)  
Parete - pavimento



## 6.5 RISULTATI DI CALCOLO

Di seguito vengono esposti i risultati di calcolo relativi alla struttura di ponte termico.

Il principale risultato il flusso termico per ogni metro di lunghezza e per ogni grado di differenza di temperatura: la trasmittanza termica lineica del ponte termico viene ottenuta per differenza tra la dispersione del modello geometrico comprensivo di ponte termico e la dispersione in assenza di discontinuità.

Flusso $\Phi$	27,46	W/m
$\Psi$ interno	0,1104	W/mK
$\Psi$ esterno	-0,0019	W/mK
Coefficiente di accoppiamento L2D	3,23	W/mK
Temperatura minima	18,8	°C

## 6.6 VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

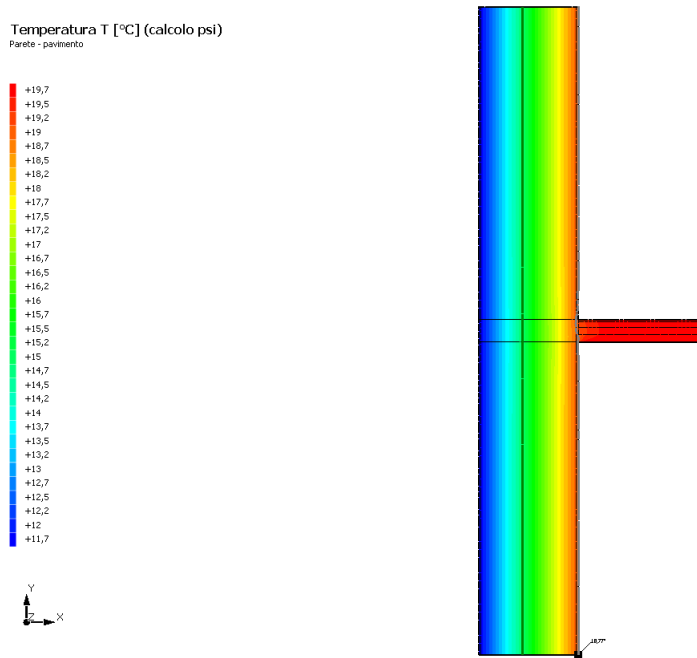
Il metodo di calcolo della condensa superficiale su superficie interna è contenuto nella norma UNI EN ISO 13788 che prevede il calcolo del fattore di temperatura superficiale  $f_{Rsi}$  calcolato come segue

$$f_{Rsi} = \frac{\theta_{si} - \theta_e}{\theta_i - \theta_e}$$

Con  $\theta_{si}$  temperatura superficiale interna [°C]

$\theta_e$  temperatura dell'aria esterna [°C]

$\theta_i$  temperatura dell'aria interna [°C]



La norma precisa che al fine di evitare formazione di muffa, l'umidità superficiale critica da considerare nella valutazione della pressione di saturazione deve essere pari all' 80%.

I dati climatici utilizzati nella verifica sono riferiti al comune di PALERMO, PA

Di seguito il dettaglio di pressione e temperatura valutati lungo tutto l'arco dell'anno:

Tipo di calcolo	Classi di concentrazione
Classe di edificio	Edifici con indice di affollamento non noto

Mese	Te [°C]	$\varphi_e$ [%]	Pe [Pa]	$\Delta p$ [Pa]	Pi [Pa]	Psi [Pa]	Tsi [°C]	Ti [°C]	fRsi
dicembre	13,10	64,6	973,4	344,9	1.318,3	1.647,9	14,48	20,00	0,1996
gennaio	11,90	68,7	956,7	387,6	1.344,3	1.680,3	14,78	20,00	0,3555
febbraio	11,50	69,7	945,3	401,8	1.347,1	1.683,8	14,81	20,00	0,3896
marzo	13,60	66,6	1.036,8	327,2	1.364,0	1.705,0	15,01	20,00	0,2196

Te temperatura esterna media mensile [°C]

$\varphi_e$  umidità relativa esterna [%]

Pe pressione esterna [Pa]

$\Delta P$  variazione di pressione [Pa]

Pi pressione interna [Pa]

Psi pressione di saturazione interna [Pa]

Tsi Temperatura superficiale interna [°C]

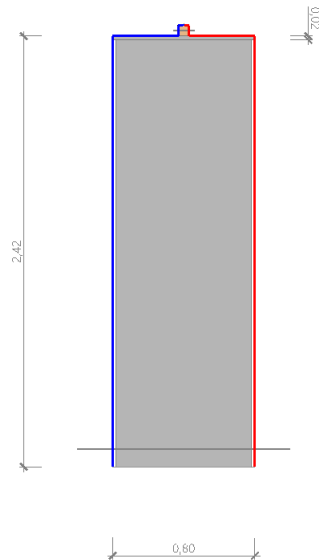
fRsi Fattore di resistenza superficiale

## ESITO DELLA VERIFICA DI ASSENZA DI MUFFA

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsi	0,855
Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsiAmm	0,390
Mese critico	Febbraio
ESITO VERIFICA DI CONDENSA SUPERFICIALE	fRsi > fRsi,max: assenza di muffa

## 7.1 DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - Parete - serramento

Si riporta di seguito il modello geometrico di ponte termico con il dettaglio dei materiali componenti e delle conduttività termiche utilizzate nella valutazione della trasmittanza.



### Dettaglio dei materiali

	Materiale	$\lambda$ [W/mK]
1	Intonaco esterno	0,900
2	Blocchi in tufo	0,550
3	Intonaco interno	0,700
4	Marmo	3,000
5	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	0,120
6	Vetro	1,000

## 7.2 CONDIZIONI AL CONTORNO

La valutazione è eseguita nel comune di PALERMO - (PA).

Di seguito il dettaglio delle condizioni al contorno utilizzate per la valutazione della trasmittanza termica lineica.

Nelle condizioni al contorno sono specificati l'ambiente interno e uno o più ambienti esterni con le relative resistenze di calcolo.

### Dettaglio dei confini

	Confine	T [°C]	R [m²K/W]
1	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	11,5	0,04
2	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13
3	Temperatura esterna: direzione ascendente del flusso	11,5	0,04
4	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	11,5	0,04

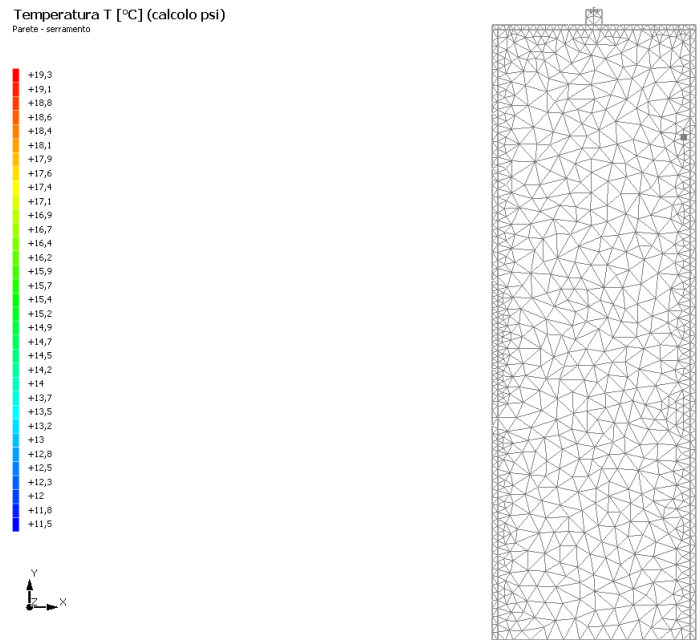
5	Temperatura esterna: direzione ascendente del flusso	11,5	0,04
6	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	11,5	0,04
7	Temperatura interna: direzione discendente del flusso	20,0	0,17
8	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13
9	Temperatura interna: direzione discendente del flusso	20,0	0,17
10	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13

7.3 DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI

Per portare a convergenza il risultato finale il Ponte termico calcolato è stato suddiviso in triangoli, la mesh di calcolo.

Numero di triangoli utilizzati per la discretizzazione degli elementi 994

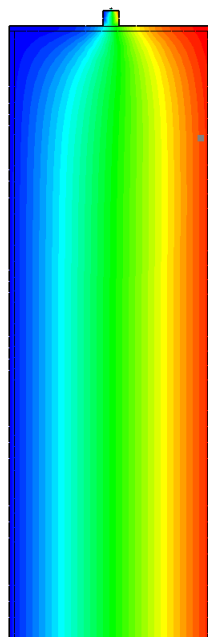
Di seguito la rappresentazione della mesh di calcolo del ponte termico:



7.4 CURVE DI TEMPERATURA

In base al modello di ponte termico e alle sue condizioni al contorno si ottiene la seguente distribuzione di temperatura all'interno degli elementi:

Temperatura T [°C] (calcolo psi)  
Parete - serramento



## 7.5 RISULTATI DI CALCOLO

Di seguito vengono esposti i risultati di calcolo relativi alla struttura di ponte termico.

Il principale risultato il flusso termico per ogni metro di lunghezza e per ogni grado di differenza di temperatura: la trasmittanza termica lineica del ponte termico viene ottenuta per differenza tra la dispersione del modello geometrico comprensivo di ponte termico e la dispersione in assenza di discontinuità.

Flusso $\Phi$	17,69	W/m
$\Psi$ interno	0,4820	W/mK
$\Psi$ esterno	0,4820	W/mK
Coefficiente di accoppiamento L2D	2,08	W/mK
Temperatura minima	15,9	°C

## 7.6 VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

Il metodo di calcolo della condensa superficiale su superficie interna è contenuto nella norma UNI EN ISO 13788 che prevede il calcolo del fattore di temperatura superficiale  $f_{Rsi}$  calcolato come segue

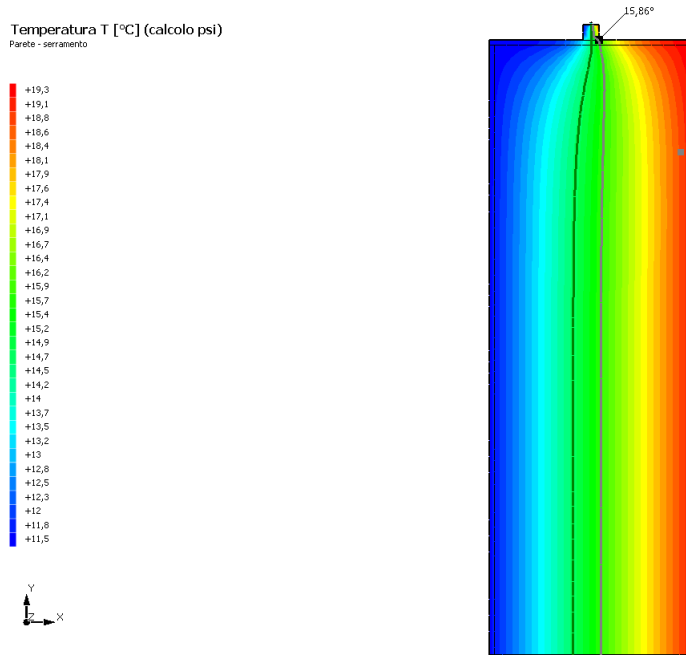
$$f_{Rsi} = \frac{\theta_{si} - \theta_e}{\theta_i - \theta_e}$$

Con  $\theta_{si}$  temperatura superficiale interna [°C]

$\theta_e$  temperatura dell'aria esterna [°C]

$\theta_i$  temperatura dell'aria interna [°C]





La norma precisa che al fine di evitare formazione di muffa, l'umidità superficiale critica da considerare nella valutazione della pressione di saturazione deve essere pari all' 80%.

I dati climatici utilizzati nella verifica sono riferiti al comune di PALERMO, PA

Di seguito il dettaglio di pressione e temperatura valutati lungo tutto l'arco dell'anno:

Tipo di calcolo	Classi di concentrazione
Classe di edificio	Edifici con indice di affollamento non noto

Mese	Te [°C]	$\varphi_e$ [%]	Pe [Pa]	$\Delta p$ [Pa]	Pi [Pa]	Psi [Pa]	Tsi [°C]	Ti [°C]	fRsi
dicembre	13,10	64,6	973,4	344,9	1.318,3	1.647,9	14,48	20,00	0,1996
gennaio	11,90	68,7	956,7	387,6	1.344,3	1.680,3	14,78	20,00	0,3555
febbraio	11,50	69,7	945,3	401,8	1.347,1	1.683,8	14,81	20,00	0,3896
marzo	13,60	66,6	1.036,8	327,2	1.364,0	1.705,0	15,01	20,00	0,2196

Te temperatura esterna media mensile [°C]

$\varphi_e$  umidità relativa esterna [%]

Pe pressione esterna [Pa]

$\Delta P$  variazione di pressione [Pa]

Pi pressione interna [Pa]

Psi pressione di saturazione interna [Pa]

Tsi Temperatura superficiale interna [°C]

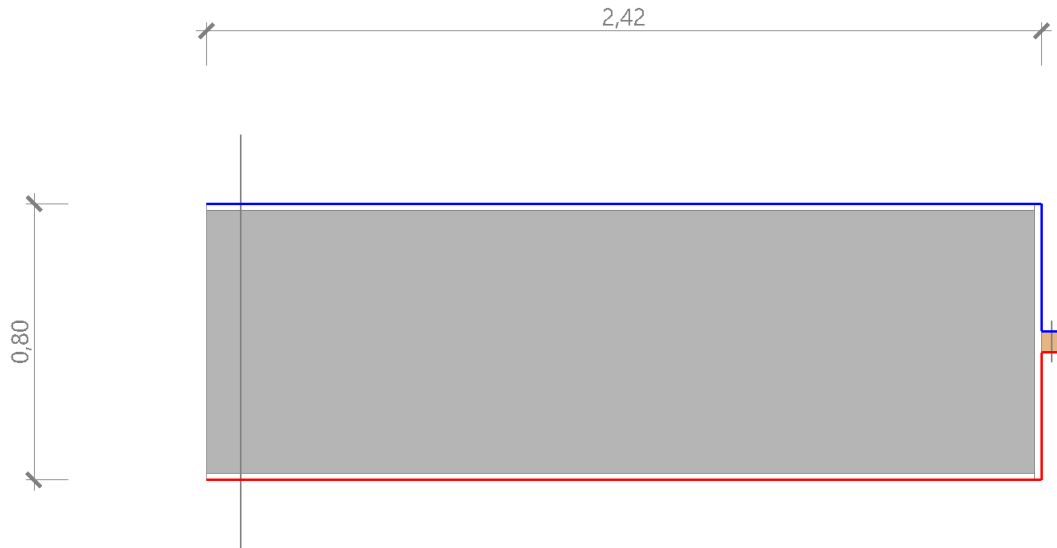
fRsi Fattore di resistenza superficiale

## ESITO DELLA VERIFICA DI ASSENZA DI MUFFA

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsi	0,513
Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsiAmm	0,390
Mese critico	Febbraio
ESITO VERIFICA DI CONDENSA SUPERFICIALE	fRsi > fRsi,max: assenza di muffa

## 8.1 DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - Parete - serramento laterale

Si riporta di seguito il modello geometrico di ponte termico con il dettaglio dei materiali componenti e delle conduttività termiche utilizzate nella valutazione della trasmittanza.



### Dettaglio dei materiali

	Materiale	$\lambda$ [W/mK]
1	Intonaco esterno	0,900
2	Blocchi in tufo	0,550
3	Intonaco interno	0,700
4	Intonaco interno	0,700
5	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	0,120
6	Vetro	1,000

## 8.2 CONDIZIONI AL CONTORNO

La valutazione è eseguita nel comune di PALERMO - (PA).

Di seguito il dettaglio delle condizioni al contorno utilizzate per la valutazione della trasmittanza termica lineica.

Nelle condizioni al contorno sono specificati l'ambiente interno e uno o più ambienti esterni con le relative resistenze di calcolo.

### Dettaglio dei confini

	Confine	T [°C]	R [m²K/W]
1	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	11,5	0,04
2	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13
3	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	11,5	0,04
4	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	11,5	0,04

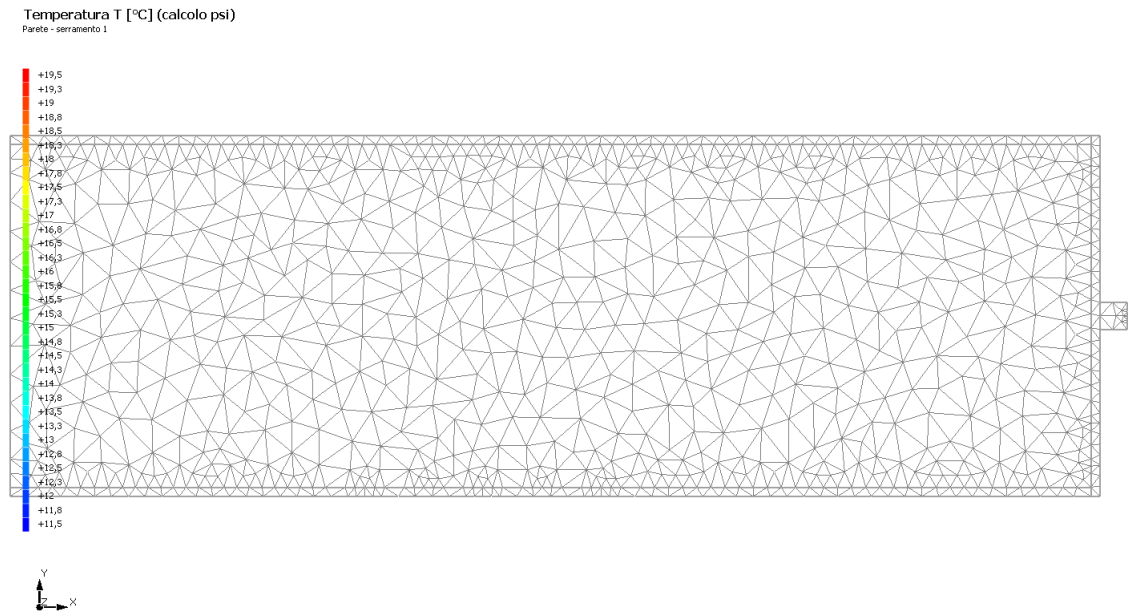
5	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	11,5	0,04
6	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	11,5	0,04
7	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,17
8	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13
9	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,17
10	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13

8.3 DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI

Per portare a convergenza il risultato finale il Ponte termico calcolato è stato suddiviso in triangoli, la mesh di calcolo.

Numero di triangoli utilizzati per la discretizzazione degli elementi 964

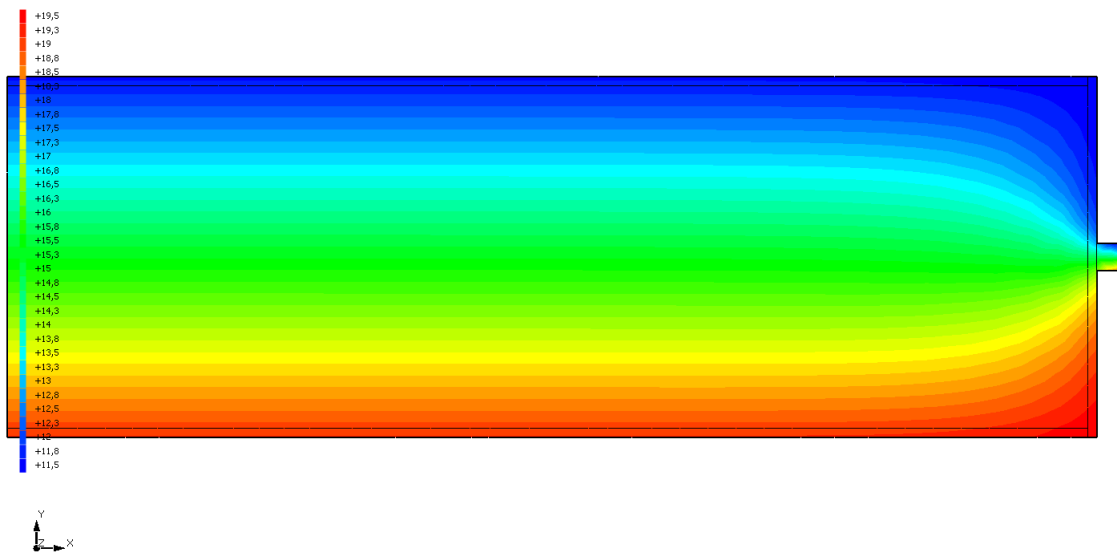
Di seguito la rappresentazione della mesh di calcolo del ponte termico:



8.4 CURVE DI TEMPERATURA

In base al modello di ponte termico e alle sue condizioni al contorno si ottiene la seguente distribuzione di temperatura all'interno degli elementi:

Temperatura T [°C] (calcolo psi)  
 Parete - serramento 1



## 8.5 RISULTATI DI CALCOLO

Di seguito vengono esposti i risultati di calcolo relativi alla struttura di ponte termico.

Il principale risultato il flusso termico per ogni metro di lunghezza e per ogni grado di differenza di temperatura: la trasmittanza termica lineica del ponte termico viene ottenuta per differenza tra la dispersione del modello geometrico comprensivo di ponte termico e la dispersione in assenza di discontinuità.

Flusso $\Phi$	16,46	W/m
$\Psi$ interno	0,3364	W/mK
$\Psi$ esterno	0,3364	W/mK
Coefficiente di accoppiamento L2D	1,94	W/mK
Temperatura minima	16,6	°C

## 8.6 VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

Il metodo di calcolo della condensa superficiale su superficie interna è contenuto nella norma UNI EN ISO 13788 che prevede il calcolo del fattore di temperatura superficiale  $f_{Rsi}$  calcolato come segue

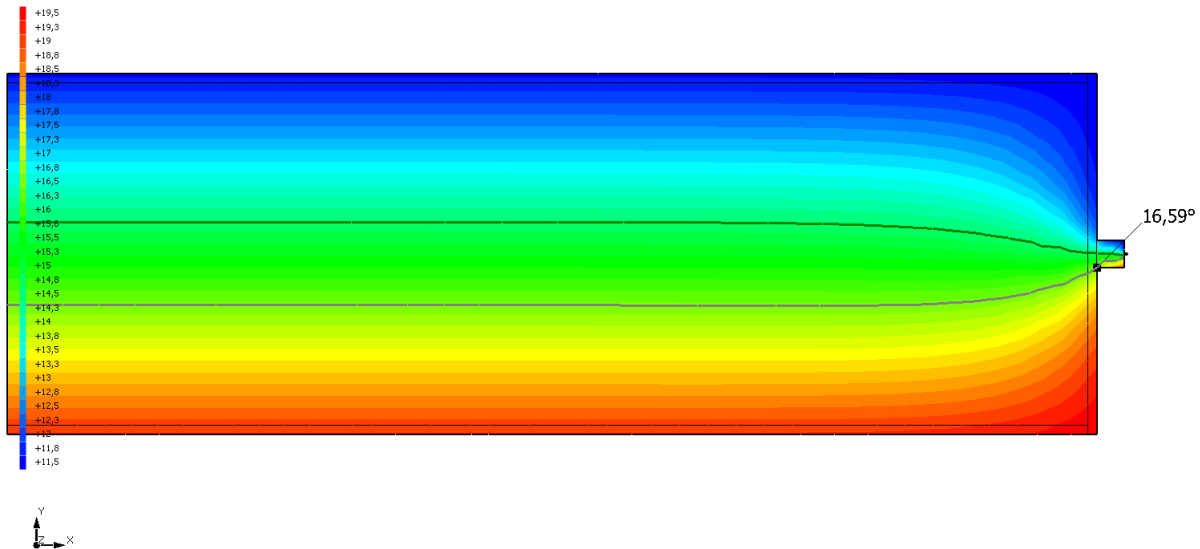
$$f_{Rsi} = \frac{\theta_{si} - \theta_e}{\theta_i - \theta_e}$$

Con  $\theta_{si}$  temperatura superficiale interna [°C]

$\theta_e$  temperatura dell'aria esterna [°C]

$\theta_i$  temperatura dell'aria interna [°C]

Temperatura T [°C] (calcolo psi)  
Parete - serramento 1



La norma precisa che al fine di evitare formazione di muffa, l'umidità superficiale critica da considerare nella valutazione della pressione di saturazione deve essere pari all' 80%.

I dati climatici utilizzati nella verifica sono riferiti al comune di PALERMO, PA

Di seguito il dettaglio di pressione e temperatura valutati lungo tutto l'arco dell'anno:

Tipo di calcolo	Classi di concentrazione
Classe di edificio	Edifici con indice di affollamento non noto

Mese	Te [°C]	$\varphi_e$ [%]	Pe [Pa]	$\Delta p$ [Pa]	Pi [Pa]	Psi [Pa]	Tsi [°C]	Ti [°C]	fRsi
dicembre	13,10	64,6	973,4	344,9	1.318,3	1.647,9	14,48	20,00	0,1996
gennaio	11,90	68,7	956,7	387,6	1.344,3	1.680,3	14,78	20,00	0,3555
febbraio	11,50	69,7	945,3	401,8	1.347,1	1.683,8	14,81	20,00	0,3896
marzo	13,60	66,6	1.036,8	327,2	1.364,0	1.705,0	15,01	20,00	0,2196

Te temperatura esterna media mensile [°C]

$\varphi_e$  umidità relativa esterna [%]

Pe pressione esterna [Pa]

$\Delta P$  variazione di pressione [Pa]

Pi pressione interna [Pa]

Psi pressione di saturazione interna [Pa]

Tsi Temperatura superficiale interna [°C]

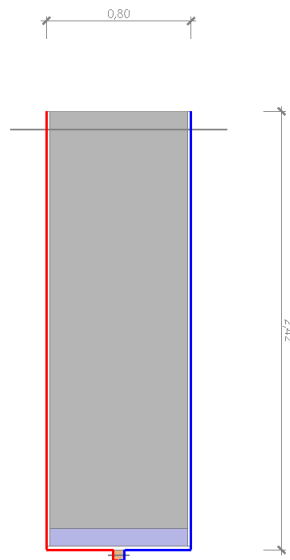
fRsi Fattore di resistenza superficiale

## ESITO DELLA VERIFICA DI ASSENZA DI MUFFA

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsi	0,599
Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsiAmm	0,390
Mese critico	Febbraio
ESITO VERIFICA DI CONDENSA SUPERFICIALE	frsi > frsi,max: assenza di muffa

## 9.1 DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - Parete - serramento superiore

Si riporta di seguito il modello geometrico di ponte termico con il dettaglio dei materiali componenti e delle conduttività termiche utilizzate nella valutazione della trasmittanza.



### Dettaglio dei materiali

	Materiale	$\lambda$ [W/mK]
1	Intonaco esterno	0,900
2	Blocchi in tufo	0,550
3	Intonaco interno	0,700
4	Calcestruzzo (2200 kg a m3)	1,650
5	Intonaco interno	0,700
6	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	0,120
7	Vetro	1,000

## 9.2 CONDIZIONI AL CONTORNO

La valutazione è eseguita nel comune di PALERMO - (PA).

Di seguito il dettaglio delle condizioni al contorno utilizzate per la valutazione della trasmittanza termica lineica.

Nelle condizioni al contorno sono specificati l'ambiente interno e uno o più ambienti esterni con le relative resistenze di calcolo.

### Dettaglio dei confini

	Confine	T [°C]	R [m²K/W]
1	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	11,5	0,04
2	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13
3	Temperatura esterna: direzione ascendente del flusso	11,5	0,04

4	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	11,5	0,04
5	Temperatura esterna: direzione ascendente del flusso	11,5	0,04
6	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	11,5	0,04
7	Temperatura interna: direzione ascendente del flusso	20,0	0,17
8	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13
9	Temperatura interna: direzione ascendente del flusso	20,0	0,17
10	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13

### 9.3 DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI

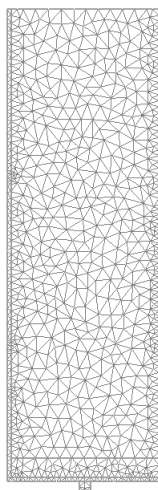
Per portare a convergenza il risultato finale il Ponte termico calcolato è stato suddiviso in triangoli, la mesh di calcolo.

Numero di triangoli utilizzati per la discretizzazione degli elementi

**942**

Di seguito la rappresentazione della mesh di calcolo del ponte termico:

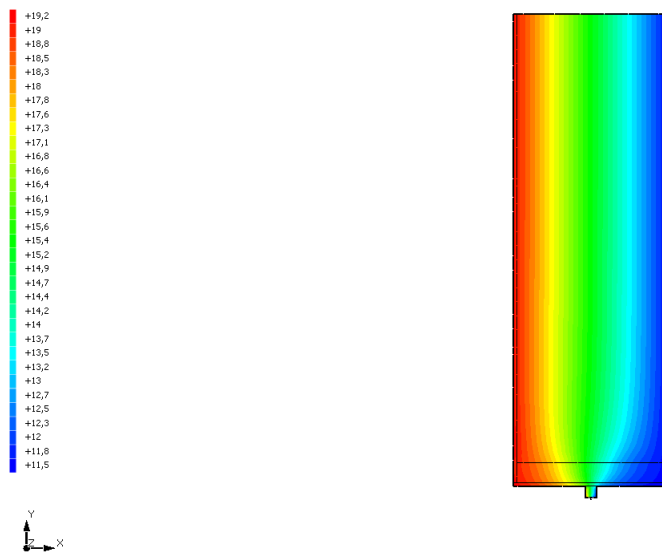
Temperatura T [°C] (calcolo psi)  
Parete - serramento 1



### 9.4 CURVE DI TEMPERATURA

In base al modello di ponte termico e alle sue condizioni al contorno si ottiene la seguente distribuzione di temperatura all'interno degli elementi:

Temperatura T [°C] (calcolo psi)  
Parete - serramento 1



## 9.5 RISULTATI DI CALCOLO

Di seguito vengono esposti i risultati di calcolo relativi alla struttura di ponte termico.

Il principale risultato il flusso termico per ogni metro di lunghezza e per ogni grado di differenza di temperatura: la trasmittanza termica lineica del ponte termico viene ottenuta per differenza tra la dispersione del modello geometrico comprensivo di ponte termico e la dispersione in assenza di discontinuità.

Flusso $\Phi$	18,23	W/m
$\Psi$ interno	0,5449	W/mK
$\Psi$ esterno	0,5449	W/mK
Coefficiente di accoppiamento L2D	2,14	W/mK
Temperatura minima	16,3	°C

## 9.6 VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

Il metodo di calcolo della condensa superficiale su superficie interna è contenuto nella norma UNI EN ISO 13788 che prevede il calcolo del fattore di temperatura superficiale  $f_{Rsi}$  calcolato come segue

$$f_{Rsi} = \frac{\theta_{si} - \theta_e}{\theta_i - \theta_e}$$

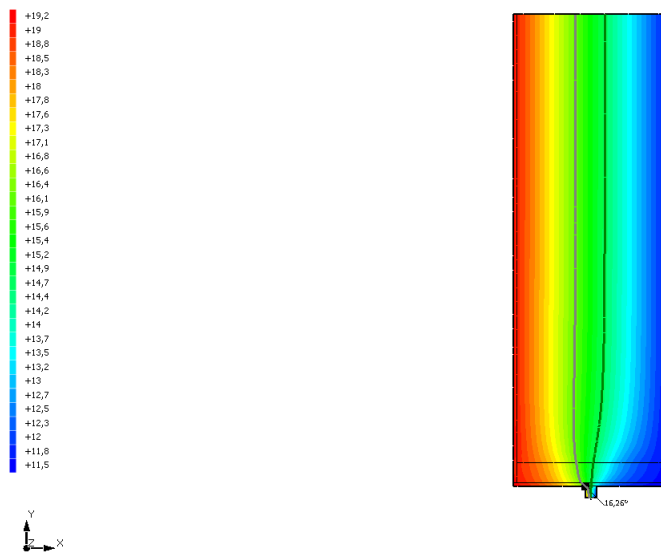
Con  $\theta_{si}$  temperatura superficiale interna [°C]

$\theta_e$  temperatura dell'aria esterna [°C]

$\theta_i$  temperatura dell'aria interna [°C]



Temperatura T [°C] (calcolo psi)  
Parete - serramento 1



La norma precisa che al fine di evitare formazione di muffa, l'umidità superficiale critica da considerare nella valutazione della pressione di saturazione deve essere pari all' 80%.

I dati climatici utilizzati nella verifica sono riferiti al comune di PALERMO, PA

Di seguito il dettaglio di pressione e temperatura valutati lungo tutto l'arco dell'anno:

Tipo di calcolo	Classi di concentrazione
Classe di edificio	Edifici con indice di affollamento non noto

Mese	Te [°C]	$\varphi_e$ [%]	Pe [Pa]	$\Delta p$ [Pa]	Pi [Pa]	Psi [Pa]	Tsi [°C]	Ti [°C]	fRsi
dicembre	13,10	64,6	973,4	344,9	1.318,3	1.647,9	14,48	20,00	0,1996
gennaio	11,90	68,7	956,7	387,6	1.344,3	1.680,3	14,78	20,00	0,3555
febbraio	11,50	69,7	945,3	401,8	1.347,1	1.683,8	14,81	20,00	0,3896
marzo	13,60	66,6	1.036,8	327,2	1.364,0	1.705,0	15,01	20,00	0,2196

Te temperatura esterna media mensile [°C]

$\varphi_e$  umidità relativa esterna [%]

Pe pressione esterna [Pa]

$\Delta P$  variazione di pressione [Pa]

Pi pressione interna [Pa]

Psi pressione di saturazione interna [Pa]

Tsi Temperatura superficiale interna [°C]

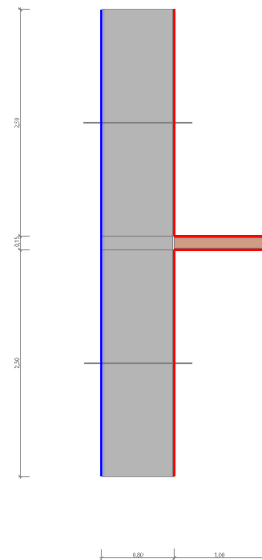
fRsi Fattore di resistenza superficiale

## ESITO DELLA VERIFICA DI ASSENZA DI MUFFA

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsi	0,560
Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsiAmm	0,390
Mese critico	Febbraio
ESITO VERIFICA DI CONDENSA SUPERFICIALE	fRsi > fRsi,max: assenza di muffa

## 10.1 DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - Parete esterna - parete interna

Si riporta di seguito il modello geometrico di ponte termico con il dettaglio dei materiali componenti e delle conduttività termiche utilizzate nella valutazione della trasmittanza.



### Dettaglio dei materiali

	Materiale	$\lambda$ [W/mK]
1	Intonaco esterno	0,900
2	Blocchi in tufo	0,550
3	Intonaco interno	0,700
4	Intonaco esterno	0,900
5	Blocchi in tufo	0,550
6	Intonaco interno	0,700
7	Intonaco esterno	0,900
8	Blocchi in tufo	0,550
9	Intonaco interno	0,700
10	Intonaco di calce e gesso	0,700
11	Mattone pieno 120 x 250 (giunti malta 12 mm)	0,800
12	Intonaco di calce e gesso	0,700

## 10.2 CONDIZIONI AL CONTORNO

La valutazione è eseguita nel comune di PALERMO - (PA).

Di seguito il dettaglio delle condizioni al contorno utilizzate per la valutazione della trasmittanza termica lineica.

Nelle condizioni al contorno sono specificati l'ambiente interno e uno o più ambienti esterni con le relative resistenze di calcolo.

## Dettaglio dei confini

	Confine	T [°C]	R [m²K/W]
1	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	11,5	0,04
2	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13
3	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13
4	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13
5	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13

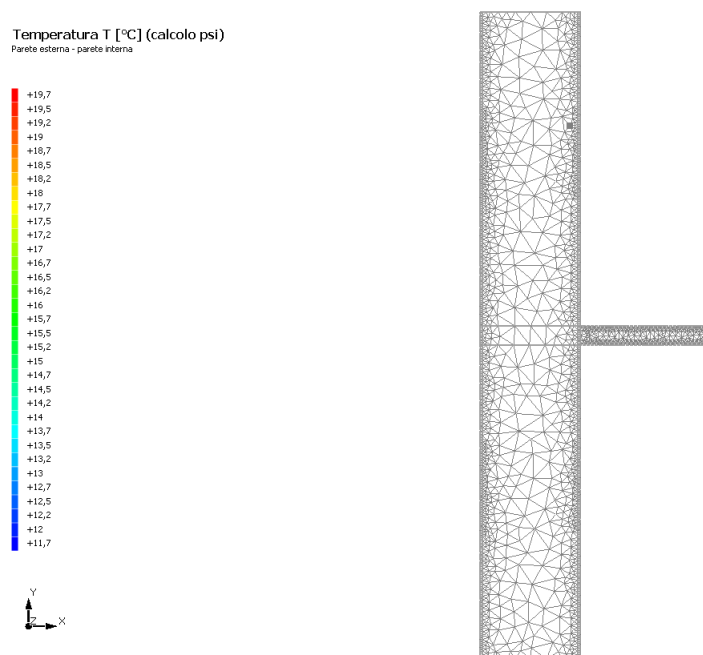
## 10.3 DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI

Per portare a convergenza il risultato finale il Ponte termico calcolato è stato suddiviso in triangoli, la mesh di calcolo.

Numero di triangoli utilizzati per la discretizzazione degli elementi

**1.926**

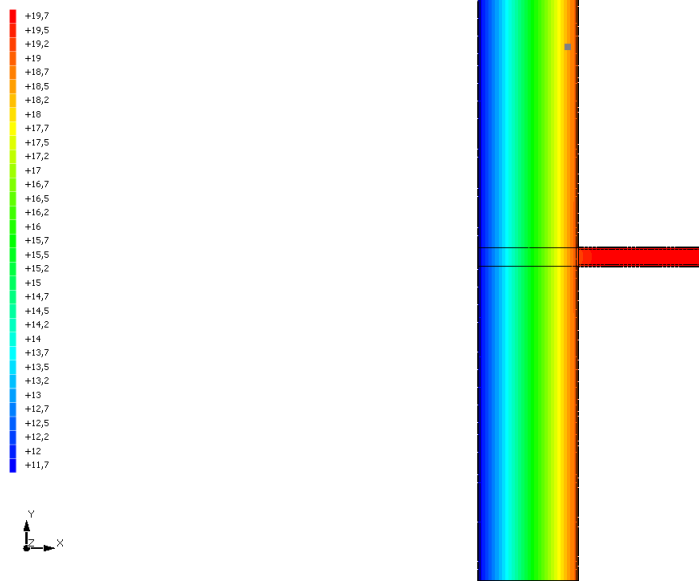
Di seguito la rappresentazione della mesh di calcolo del ponte termico:



## 10.4 CURVE DI TEMPERATURA

In base al modello di ponte termico e alle sue condizioni al contorno si ottiene la seguente distribuzione di temperatura all'interno degli elementi:

Temperatura T [°C] (calcolo psi)  
Parete esterna - parete interna



## 10.5 RISULTATI DI CALCOLO

Di seguito vengono esposti i risultati di calcolo relativi alla struttura di ponte termico.

Il principale risultato il flusso termico per ogni metro di lunghezza e per ogni grado di differenza di temperatura: la trasmittanza termica lineica del ponte termico viene ottenuta per differenza tra la dispersione del modello geometrico comprensivo di ponte termico e la dispersione in assenza di discontinuità.

Flusso $\Phi$	27,32	W/m
$\Psi$ interno	0,0941	W/mK
$\Psi$ esterno	0,0005	W/mK
Coefficiente di accoppiamento L2D	3,21	W/mK
Temperatura minima	18,8	°C

## 10.6 VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

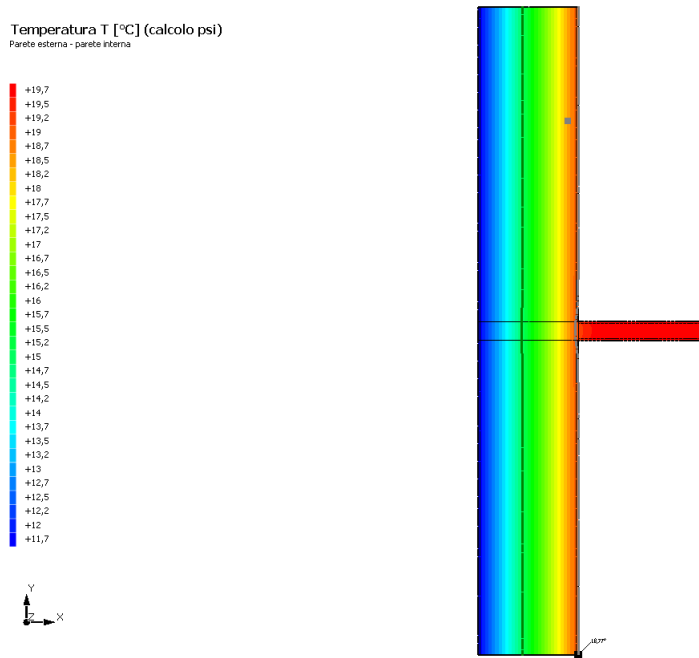
Il metodo di calcolo della condensa superficiale su superficie interna è contenuto nella norma UNI EN ISO 13788 che prevede il calcolo del fattore di temperatura superficiale  $f_{Rsi}$  calcolato come segue

$$f_{Rsi} = \frac{\theta_{si} - \theta_e}{\theta_i - \theta_e}$$

Con  $\theta_{si}$  temperatura superficiale interna [°C]

$\theta_e$  temperatura dell'aria esterna [°C]

$\theta_i$  temperatura dell'aria interna [°C]



La norma precisa che al fine di evitare formazione di muffa, l'umidità superficiale critica da considerare nella valutazione della pressione di saturazione deve essere pari all' 80%.

I dati climatici utilizzati nella verifica sono riferiti al comune di PALERMO, PA

Di seguito il dettaglio di pressione e temperatura valutati lungo tutto l'arco dell'anno:

Tipo di calcolo	Classi di concentrazione
Classe di edificio	Edifici con indice di affollamento non noto

Mese	Te [°C]	$\varphi_e$ [%]	Pe [Pa]	$\Delta p$ [Pa]	Pi [Pa]	Psi [Pa]	Tsi [°C]	Ti [°C]	fRsi
dicembre	13,10	64,6	973,4	344,9	1.318,3	1.647,9	14,48	20,00	0,1996
gennaio	11,90	68,7	956,7	387,6	1.344,3	1.680,3	14,78	20,00	0,3555
febbraio	11,50	69,7	945,3	401,8	1.347,1	1.683,8	14,81	20,00	0,3896
marzo	13,60	66,6	1.036,8	327,2	1.364,0	1.705,0	15,01	20,00	0,2196

Te temperatura esterna media mensile [°C]

$\varphi_e$  umidità relativa esterna [%]

Pe pressione esterna [Pa]

$\Delta P$  variazione di pressione [Pa]

Pi pressione interna [Pa]

Psi pressione di saturazione interna [Pa]

Tsi Temperatura superficiale interna [°C]

fRsi Fattore di resistenza superficiale

## ESITO DELLA VERIFICA DI ASSENZA DI MUFFA

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsi	0,855
Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsiAmm	0,390
Mese critico	Febbraio
ESITO VERIFICA DI CONDENSA SUPERFICIALE	fRsi > fRsi,max: assenza di muffa