



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



comune di
PRATO
Codice Fiscale: 84006890481

Progetto

PALAZZINA VIA ROMA 101 - RIQUALIFICAZIONE

CUP

C33D21002910005

Titolo

Diagnosi energetica

Fase

Progetto Esecutivo

Servizio

Servizio Edilizia storico monumentale ed immobili comunali, Politiche energetiche e Datore di Lavoro

Dirigente del Servizio

Arch. Francesco Caporaso

Responsabile Unico del Procedimento

Arch. Antonio Silvestri

Progettista delle opere architettoniche
Arch. Monica Guasti - Comune di Prato

Progettista delle opere impiantistiche
Ing. Marco Risaliti - Comune di Prato
Ing. Simone Girdali - Comune di Prato

Coordinatore alla sicurezza
in fase di progettazione

Ing. Francesca Macera - Comune di Prato



Tavola: I-DE

Scala:

Spazio riservato agli uffici:

Comune di Prato- (PO)

DIAGNOSI ENERGETICA

Diagnosi Energetica per la realizzazione di:
PALAZZINA VIA ROMA 101- RIQUALIFICAZIONE

DIAGNOSI ENERGETICA a cura di	Ing. Marco Risaliti - Ing. Simone Giraldi
COMMITTENTE	Comune di Prato
EDIFICIO	Via Roma 101 - Prato (PO)
DATA	22/12/2022

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 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 - Fabbricato - involucro trasparente
 - 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
- 8.2. 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
- 8.3. SCENARIO DI INTERVENTO MIGLIORATIVO - Scenario collettivo
 - 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 ANALISI ECONOMICA (UNI EN 15459)

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.

A seguito di richiesta, da parte dell'Amministrazione comunale, di verifica dell'interesse culturale del patrimonio immobiliare pubblico di cui all'art. 12 del D.Lgs 42/2004 dell'immobile in questione, La Soprintendenza per i Beni e per il Paesaggio delle provincie di Firenze, Pistoia e Prato ha risposto con nota prot. n. 1931 del 23.02.2006 che il bene NON presenta interesse artistico, archeologico o etnoantropologico e quindi non rientra fra quelli di cui all'art. 10 comma 1 del D.Lgs 42/2004.

Di conseguenza, si è potuto scegliere materiali e impianti con prestazioni ad alte prestazioni energetiche e ridotti costi di manutenzione come ad esempio gli infissi in alluminio.

Oggetto dell'incarico

E' stato analizzato 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 dal 2019 al 2021.

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
Fabbricato - involucro trasparente	[Serramenti in legno vetro singolo] → [Serramenti in alluminio vetro doppio (U=1,67)]
Impianto climatizzazione - inverno	[Sistema di generazione H] → [NEW Sistema di generazione H]
Scenario collettivo	[Serramenti in legno vetro singolo] → [Serramenti in alluminio vetro doppio (U=1,67)]
	[Sistema di generazione H] → [NEW Sistema di generazione H]

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 l'edificio.

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.

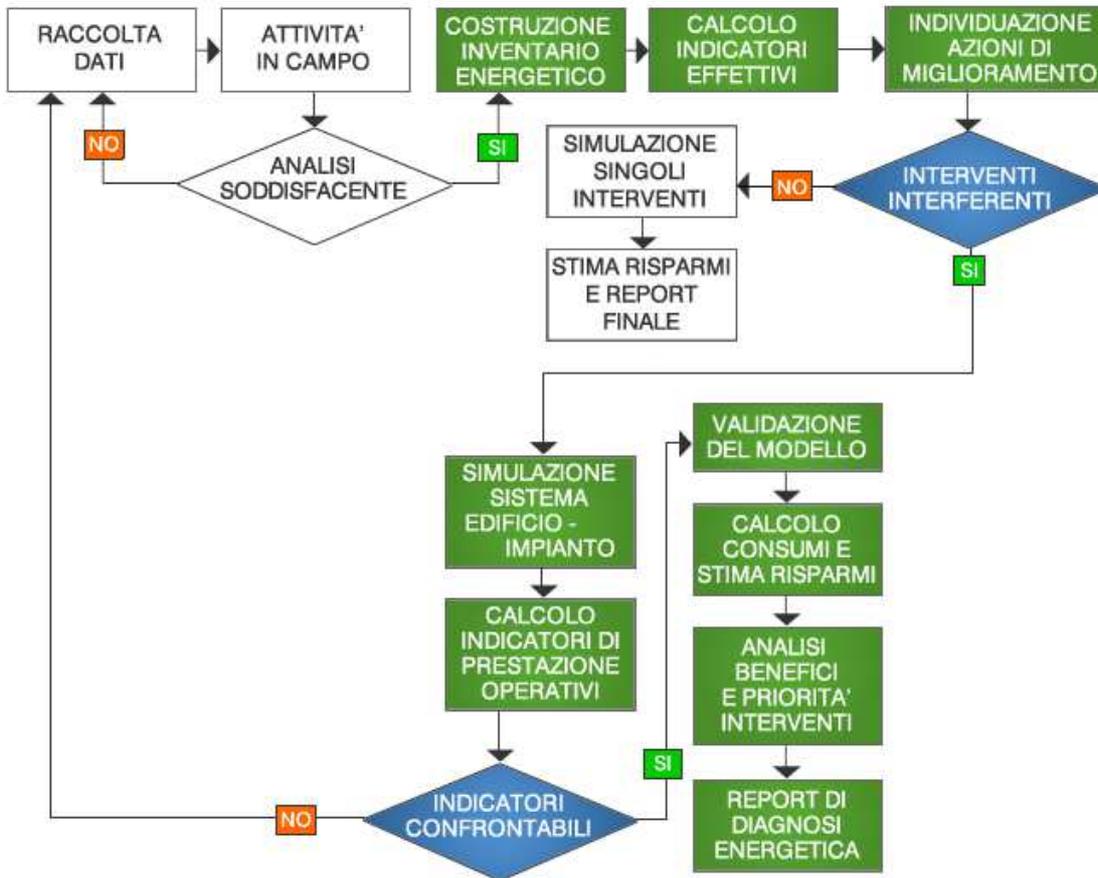
Gli obiettivi dello studio sono:

Diagnosi energetica

- 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 degli anni presi in considerazione nella diagnosi 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.

3. PRESENTAZIONE GENERALE DEL SITO

Inquadramento territoriale

L'immobile, ubicato in Via Roma al numero civico 101 ed identificato catastalmente al NCEU al foglio 62 p.lla 279, si trova nel contesto urbano pratese, in prossimità del centro storico.

3.1 DATI GEOGRAFICI



Comune di:	Prato
Provincia:	PO
Sito in:	Via Roma 101
Altitudine:	61 m.s.l.m.
Latitudine:	43°52'
Longitudine:	11°5'

3.2 CLIMATIZZAZIONE INVERNALE

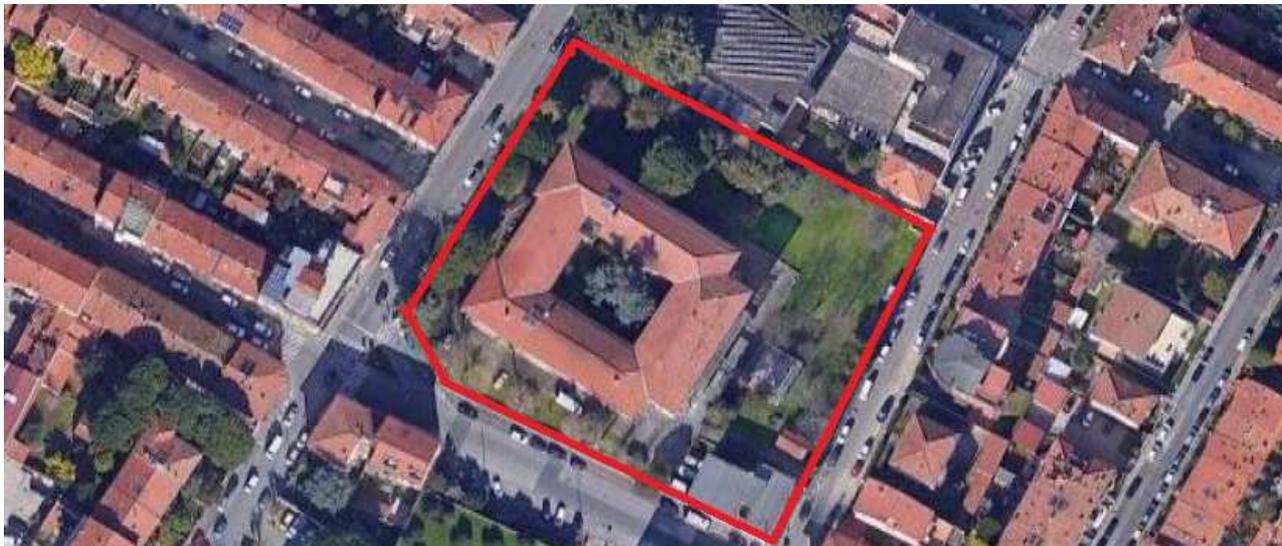
Zona Climatica	D
Temperatura invernale minima dell'aria esterna (norma UNI 5364 e succ agg.) [°C]	0,0
Gradi Giorno (della zona d'insediamento, determinati in base al DPR 412/93) [GG]	1668
Durata convenzionale del periodo di riscaldamento [giorni]	166

3.3 CLIMATIZZAZIONE ESTIVA

Umidità relativa	54,00 %
Temperatura massima estiva di progetto dell'aria esterna [C°]	39,1 °C
Irradianza media giornaliera sul piano orizzontale nel mese di massima insolazione	283,56 W/m²

3.4 LOCALIZZAZIONE DELL'EDIFICIO NEL CONTESTO URBANO

L'immobile, ubicato in Via Roma al numero civico 101, si trova in prossimità del centro storico di Prato, in particolare a circa 500 m dalla Porta Santa Trinita .



4. DESCRIZIONE DEL SISTEMA EDIFICIO IMPIANTO

Per la diagnosi viene costruito di un modello energetico che simuli il sistema edificio-impianto, al fine di valutare le opportunità di risparmio energetico. Tale modello descrive il più realisticamente possibile il comportamento dell'edificio tenendo conto della potenziale interazione tra i sistemi tecnici e l'involucro edilizio. Il sistema tiene anche 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 è 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.

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

Unità immobiliare	S [m ³]	V [m ³]	S/V	Su,H [m ²]
Intero edificio	5 493,32	17 077,95	0,32	2 653,60

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

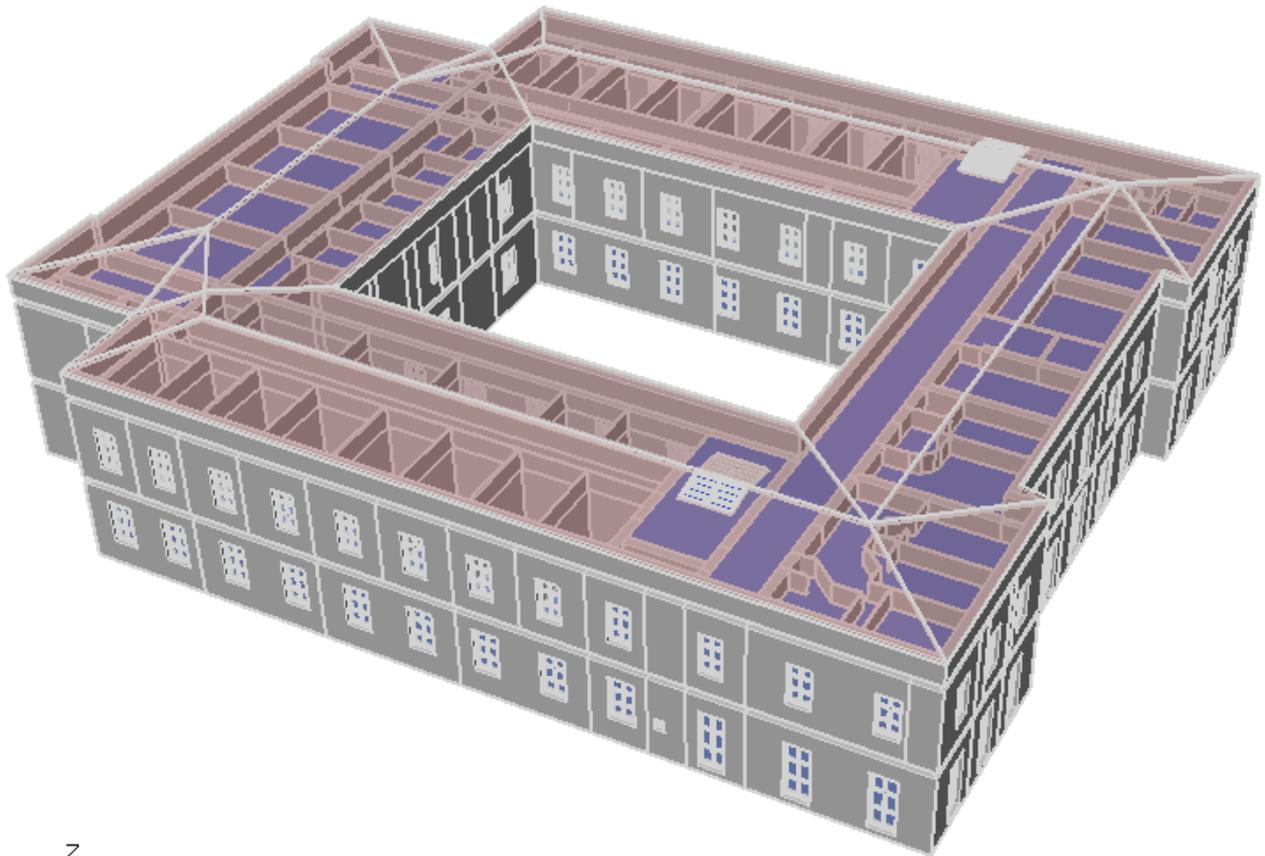
4.1 DESCRIZIONE E BILANCIO TERMICO DELL'INVOLUCRO

L'edificio è un fabbricato su due livelli libero su 4 lati con corte interna inserito in un ampio giardino, sede di uffici di Protezione Civile e di Servizi Sociali e ha struttura in muratura portante e copertura a falde con struttura lignea e manto in coppi e tegole.

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.

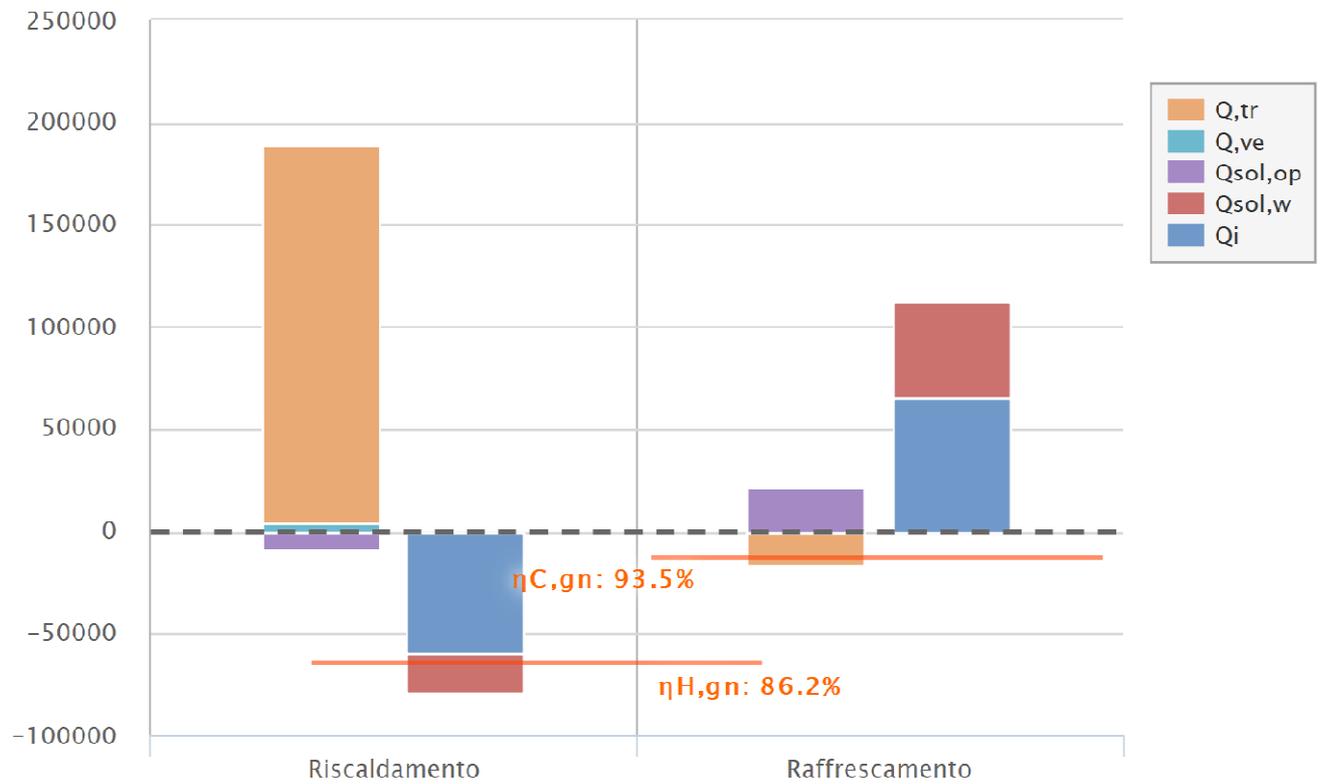
Il bilancio energetico di involucro è calcolato con metodo A3 (tailored rating) con riferimento al metodo riportato nella UNI TS 11300. Il grafico mette a confronto le componenti di energia che determinano il bilancio nei periodo di riscaldamento e raffrescamento: dispersioni per trasmissione e ventilazione,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

Modello 3D dell'edificio



Z

Bilancio termico di involucro [kWh]



4.2 RILIEVO FOTOGRAFICO DELL'INVOLUCRO

Facciate esterne



Diagnosi energetica



Facciate corte interna



Diagnosi energetica



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/m ² K]	Capacità termica [kJ/m ² K]
Muratura in laterizio divisorio interno s=1-18-1 cm	Locale interno alla zona	200,00	2,82	58,23
Muratura in laterizio divisorio interno s=1-28-1 cm	Locale interno alla zona	200,00	2,82	58,23
Muratura in laterizio divisorio interno s=1-8-1 cm	Locale interno alla zona	100,00	3,16	38,69
Muratura in laterizio divisorio interno s=1-8-1 cm ZNR	Zona non riscaldata	100,00	3,16	38,69
Parete esterna in pietra s=2-46-2 cm	Da zona non riscaldata verso esterno	500,00	2,42	76,05
Parete esterna in pietra s=2-46-2 cm	Esterno	500,00	2,42	76,05
Parete interna in pietra s=2-46-2 cm	Locale interno alla zona	500,00	1,99	74,21
Parete interna in pietra s=2-46-2 cm ZNR	Zona non riscaldata	500,00	1,99	74,21

Coperture

Tipologia di copertura	Verso di dispersione	Spessore [mm]	Trasmittanza [W/m ² K]	Capacità termica [kJ/m ² K]
Solaio di copertura – CLS E LAMIERA GRECATA - SOFFITTO P1	Da zona non riscaldata verso esterno	203,00	2,94	91,44

Solai di pavimento e soffitto

Tipologia di solaio	Verso di dispersione	Spessore [mm]	Trasmittanza [W/m ² K]	Capacità termica [kJ/m ² K]
Solaio in laterocemento – blocchi non collaboranti - P1	Locale interno alla zona	350,00	1,03	60,93
Solaio in laterocemento – blocchi non collaboranti - P1 ZNR	Zona non riscaldata	350,00	1,03	60,93
Solaio in laterocemento – blocchi non collaboranti - PT	Zona non riscaldata	350,00	1,03	60,93
Solaio in laterocemento – blocchi non collaboranti - SOFFITTO P1	Zona non riscaldata	315,00	1,25	73,15

Diagnosi energetica

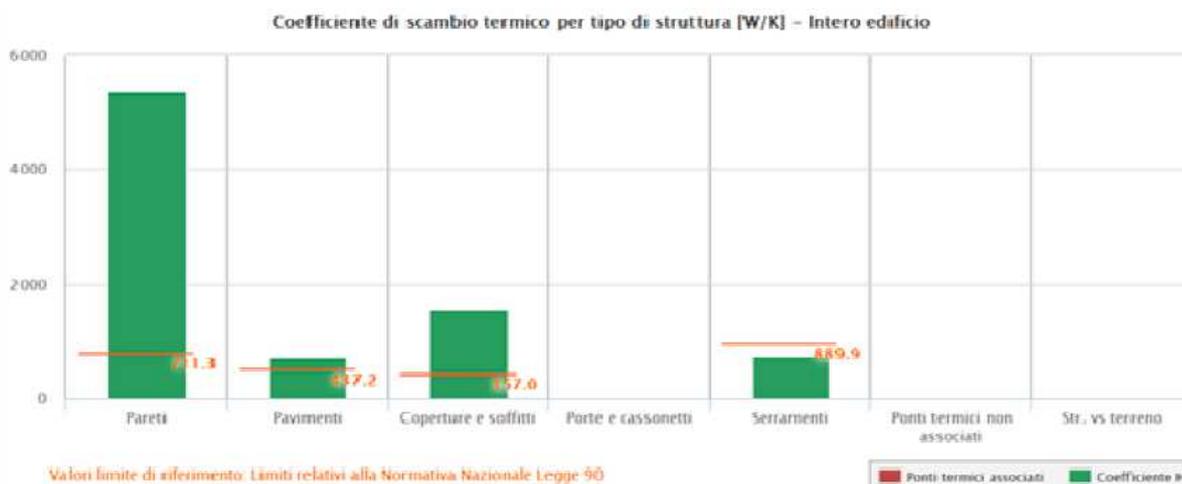
Serramenti

Tipologia di serramento	Verso di dispersione	Tipo di serramento	Larghezza [cm]	Altezza [cm]	Trasmittanza [W/m ² K]
A0- Serramento in legno vetro singolo 170x375	Esterno	Serramento singolo	170	375	4,98
A1- Serramento in legno vetro singolo 135x330	Esterno	Serramento singolo	135	330	4,83
A2- Serramento in legno vetro singolo 120x330	Esterno	Serramento singolo	120	330	4,76
A2- Serramento in legno vetro singolo 130x335	Esterno	Serramento singolo	130	335	4,82
B1 - Serramento in legno vetro singolo 120x235	Esterno	Serramento singolo	120	235	4,66
B2 - Serramento in legno vetro singolo 135x250	Esterno	Serramento singolo	135	250	4,75
B2 - Serramento in legno vetro singolo 135x250 ZNR	Da zona non riscaldata verso esterno	Serramento singolo	135	250	4,75
B2 -Serramento in legno vetro singolo 137x330 ZNR	Da zona non riscaldata verso esterno	Serramento singolo	137	330	4,84
B2 -Serramento in legno vetro singolo 172x363	Esterno	Serramento singolo	172	363	4,98
C1 - Serramento in legno vetro singolo 120xx237	Esterno	Serramento singolo	120	187	4,79
C1 - Serramento in legno vetro singolo 137x247	Esterno	Serramento singolo	137	197	4,88
C1 - Serramento in legno vetro singolo 98x242	Esterno	Serramento singolo	98	192	4,67
C2 - Serramento in legno vetro singolo 124x239	Esterno	Serramento singolo	124	189	4,81
C2 - Serramento in legno vetro singolo 135x235	Esterno	Serramento singolo	135	185	4,86
C2 - Serramento in legno vetro singolo 135x327	Esterno	Serramento singolo	135	227	4,96
D1- Serramento in legno vetro singolo 149x320	Esterno	Serramento singolo	149	220	4,93
G1- Serramento in legno vetro singolo 50x65 ZNR	Da zona non riscaldata verso esterno	Serramento singolo	50	65	4,54
G2- Serramento in legno vetro singolo 50x95	Esterno	Serramento singolo	50	95	4,61
LUCERNARIO 256.5X162.8	Esterno	Serramento singolo	256,5	162,8	5,81

4.4 SCAMBI TERMICI

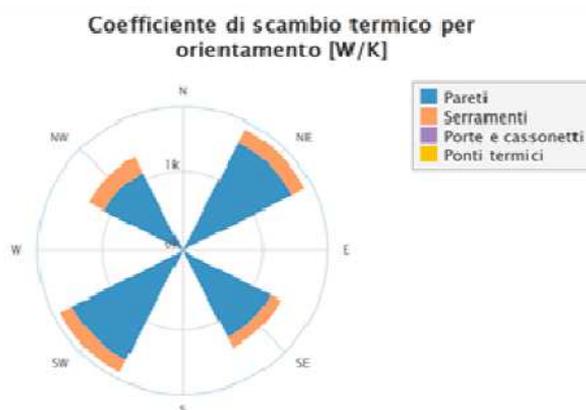
La quota di scambio termico globale per trasmissione viene determinata come sommatoria di tutte le trasmittanze per le relative superfici lorde, opportunamente corrette per il fattore di scambio termico.

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.

Nel fabbricato in esame è presente un impianto termico per il riscaldamento degli ambienti asservito da una centrale termica alimentata a gas metano posta in un locale esterno al fabbricato. Dalla centrale termica partono i circuiti del riscaldamento dotati di elettropompa, forniti di sistema di regolazione climatica, che

alimenta gli impianti termici interni. La centrale termica è stata recentemente oggetto di riqualificazione ed efficientamento con installazione di sistema di regolazione e controllo funzionante in remoto.

Non è presente un impianto di raffrescamento fisso e attualmente nei periodi caldi vengono utilizzati dei condizionatori mobili.

L'attuale impianto di illuminazione è costituito da corpi illuminanti con lampade fluorescenti.

L'impianto di distribuzione esistente con tubazioni in ferro è vetusto e soggetto a frequenti rotture.

4.6 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
Caldiaia a condensazione RIELLO TAU 350 N	Metano	Acqua	349,00	0,98

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.

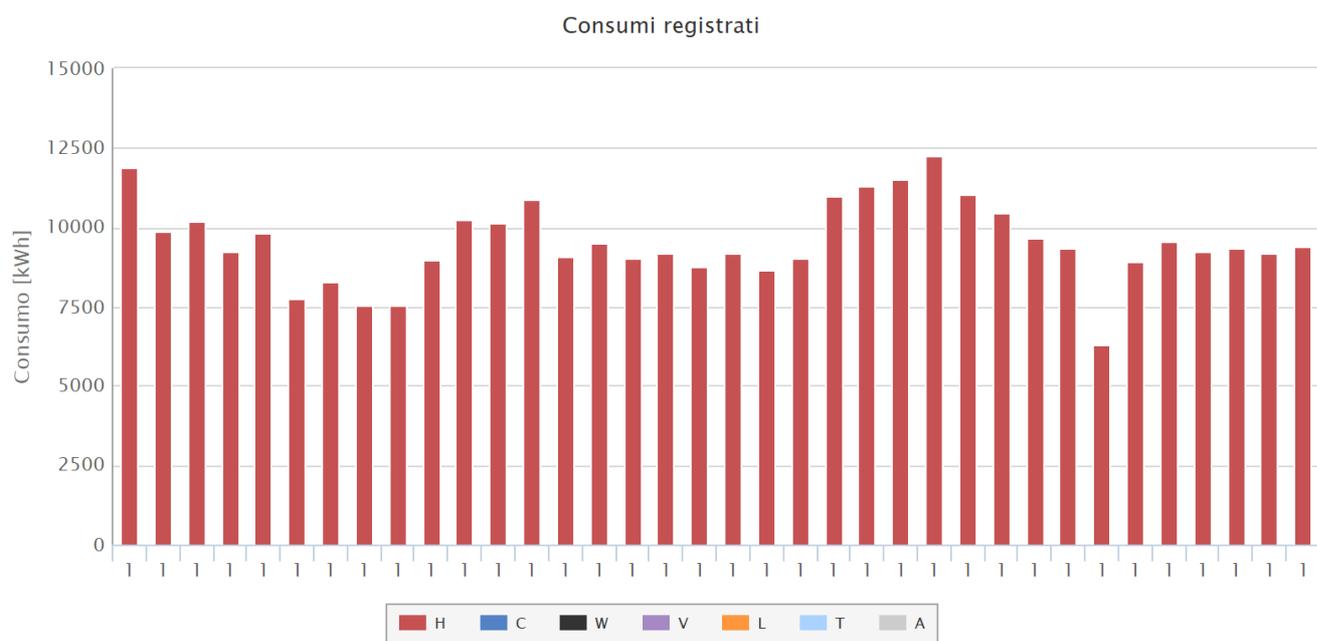
Vettore energetico: **Energia elettrica**

Data inizio	Data fine	Costo [€]	Consumo kWh	Unitario €/kWh
01/01/2019	31/01/2019	5 949,00	11 898,00	0,50
01/02/2019	28/02/2019	4 947,50	9 895,00	0,50
01/03/2019	31/03/2019	5 102,50	10 205,00	0,50
01/04/2019	30/04/2019	4 625,00	9 250,00	0,50
01/05/2019	31/05/2019	4 916,50	9 833,00	0,50
01/06/2019	30/06/2019	3 890,50	7 781,00	0,50
01/07/2019	31/07/2019	4 149,00	8 298,00	0,50
01/08/2019	31/08/2019	3 778,00	7 556,00	0,50
01/09/2019	30/09/2019	3 785,00	7 571,00	0,50
01/10/2019	31/10/2019	4 492,00	8 984,00	0,50
01/11/2019	30/11/2019	5 121,50	10 243,00	0,50
01/12/2019	31/12/2019	5 063,50	10 127,00	0,50
01/01/2020	31/01/2020	5 432,50	10 865,00	0,50
01/02/2020	29/02/2020	4 547,50	9 095,00	0,50
01/03/2020	31/03/2020	4 742,00	9 484,00	0,50
01/04/2020	30/04/2020	4 514,50	9 029,00	0,50
01/05/2020	31/05/2020	4 582,00	9 164,00	0,50
01/06/2020	30/06/2020	4 391,00	8 782,00	0,50
01/07/2020	31/07/2020	4 591,00	9 182,00	0,50
01/08/2020	31/08/2020	4 339,00	8 678,00	0,50
01/09/2020	30/09/2020	4 517,00	9 034,00	0,50
01/10/2020	31/10/2020	5 486,00	10 972,00	0,50
01/11/2020	30/11/2020	5 638,50	11 277,00	0,50

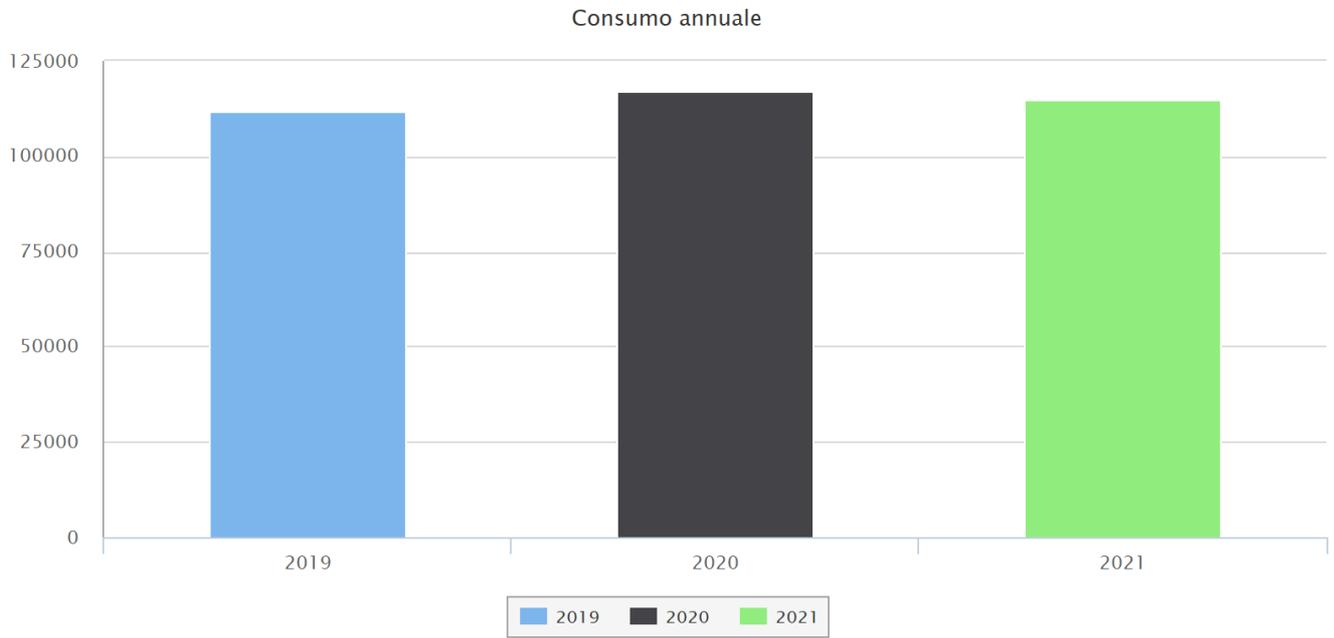
Diagnosi energetica

01/12/2020	31/12/2020	5 748,00	11 496,00	0,50
01/01/2021	31/01/2021	6 120,50	12 241,00	0,50
01/02/2021	28/02/2021	5 518,00	11 036,00	0,50
01/03/2021	31/03/2021	5 217,00	10 435,00	0,50
01/04/2021	30/04/2021	4 836,50	9 673,00	0,50
01/05/2021	31/05/2021	4 671,00	9 342,00	0,50
01/06/2021	30/06/2021	3 139,00	6 278,00	0,50
01/07/2021	31/07/2021	4 475,00	8 950,00	0,50
01/08/2021	31/08/2021	4 783,00	9 566,00	0,50
01/09/2021	30/09/2021	4 628,50	9 257,00	0,50
01/10/2021	31/10/2021	4 687,50	9 375,00	0,50
01/11/2021	30/11/2021	4 587,50	9 175,00	0,50
01/12/2021	31/12/2021	4 693,00	9 386,00	0,50

Dettaglio dei consumi registrati per servizio.



Dettaglio dei consumi annuali



Anno di riferimento	U.M.	Consumo
2019	kWh	111 641,00
2020	kWh	117 058,00
2021	kWh	114 714,00

Diagnosi energetica

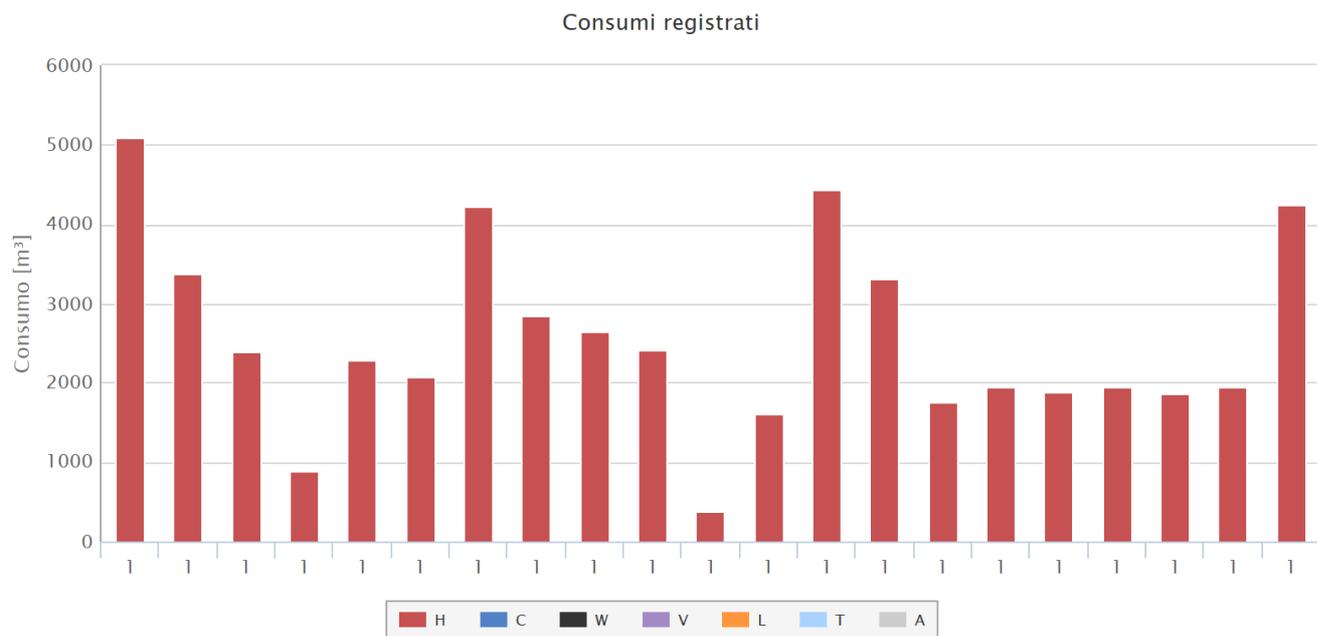
Vettore energetico: **Metano**

Potere calorifico:

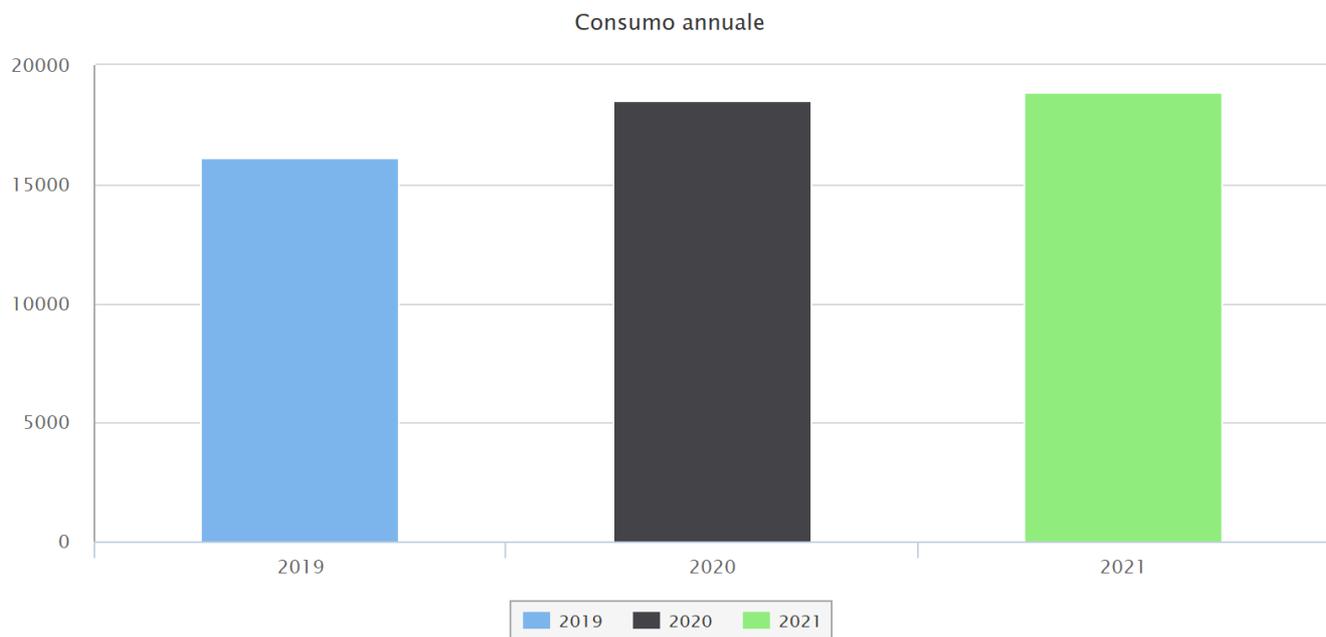
9,45 kWh/m³

Data inizio	Data fine	Costo [€]	Consumo m ³	Unitario €/m ³
01/01/2019	31/01/2019	4 980,36	5 082,00	0,98
01/02/2019	28/02/2019	3 315,34	3 383,00	0,98
01/03/2019	31/03/2019	2 349,06	2 397,00	0,98
01/04/2019	30/04/2019	861,42	879,00	0,98
01/05/2019	31/05/2019	0,00	0,00	0,00
01/06/2019	30/06/2019	0,00	0,00	0,00
01/07/2019	31/07/2019	0,00	0,00	0,00
01/08/2019	31/08/2019	0,00	0,00	0,00
01/09/2019	30/09/2019	0,00	0,00	0,00
01/10/2019	31/10/2019	0,00	0,00	0,00
01/11/2019	30/11/2019	2 243,22	2 289,00	0,98
01/12/2019	31/12/2019	2 036,44	2 078,00	0,98
01/01/2020	31/01/2020	4 144,42	4 229,00	0,98
01/02/2020	29/02/2020	2 789,08	2 846,00	0,98
01/03/2020	31/03/2020	2 580,34	2 633,00	0,98
01/04/2020	30/04/2020	2 369,64	2 418,00	0,98
01/05/2020	31/05/2020	0,00	0,00	0,00
01/06/2020	30/06/2020	0,00	0,00	0,00
01/07/2020	31/07/2020	0,00	0,00	0,00
01/08/2020	31/08/2020	0,00	0,00	0,00
01/09/2020	30/09/2020	0,00	0,00	0,00
01/10/2020	31/10/2020	369,46	377,00	0,98
01/11/2020	30/11/2020	1 567,02	1 599,00	0,98
01/12/2020	31/12/2020	4 341,40	4 430,00	0,98
01/01/2021	31/01/2021	3 249,68	3 316,00	0,98
01/02/2021	28/02/2021	1 722,84	1 758,00	0,98
01/03/2021	31/03/2021	1 907,08	1 946,00	0,98
01/04/2021	30/04/2021	1 846,32	1 884,00	0,98
01/05/2021	31/05/2021	1 907,08	1 946,00	0,98
01/06/2021	30/06/2021	1 820,84	1 858,00	0,98
01/07/2021	31/07/2021	0,00	0,00	0,00
01/08/2021	31/08/2021	0,00	0,00	0,00
01/09/2021	30/09/2021	0,00	0,00	0,00
01/10/2021	31/10/2021	0,00	0,00	0,00
01/11/2021	30/11/2021	1 905,12	1 944,00	0,98
01/12/2021	31/12/2021	4 166,96	4 252,00	0,98

Dettaglio dei consumi registrati per servizio.



Dettaglio dei consumi annuali



Anno di riferimento	U.M.	Consumo
2019	m³	16 108,00
2020	m³	18 532,00
2021	m³	18 904,00

5.2 INVENTARIO ENERGETICO

I consumi, relativi ad ogni vettore energetico (energia elettrica e combustibili), sono ripartiti secondo i servizi energetici presenti, che, in accordo con il D.M. 26 giugno 2015 (Requisiti minimi), sono:

- climatizzazione invernale,
- produzione di ACS,
- illuminazione,
- ascensori

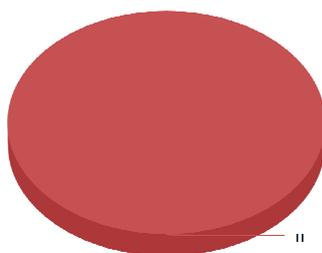
Di seguito viene mostrata la ripartizione dei consumi relativi ad ogni vettore energetico secondo i servizi presenti, nonché la ripartizione dei costi complessivi per servizio.

Inventario energetico
Energia elettrica



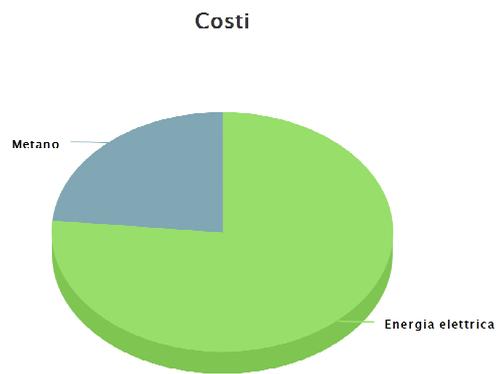
Energia elettrica	U.M.	Consumo
H	kWh	343 413,00

Inventario energetico
Metano



Metano	U.M.	Consumo
H	m³	53 544,00

Diagnosi energetica



Vettore	U.M.	Costo
Energia elettrica	€	171 705,50
Metano	€	52 473,12

6. DATI CLIMATICI E CONDIZIONI DI UTILIZZO REALI

I dati climatici sono calcolati tenendo conto della località in esame (Prato).

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.

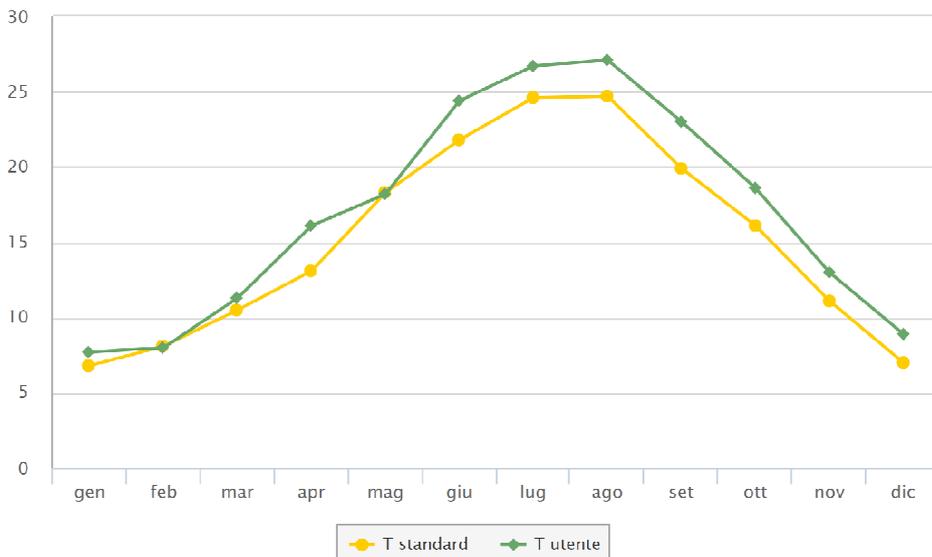
Per la validazione del modello del sistema edificio-impianto, si tiene conto dei dati climatici reali misurati nella località in esame e, in particolare, considerare nei calcoli la media delle temperature effettive degli anni considerati nel calcolo del consumo di riferimento.

6.1 DATI CLIMATICI REALI

Il risultato è stato quindi "corretto" sulla base delle caratteristiche climatiche locali.

Mese	T Standard [°C]	T Calcolo [°C]
Gennaio	6,80	7,70
Febbraio	8,10	8,00
Marzo	10,50	11,30
Aprile	13,10	16,10
Maggio	18,30	18,20
Giugno	21,80	24,40
Luglio	24,60	26,70
Agosto	24,70	27,10
Settembre	19,90	23,00
Ottobre	16,10	18,60
Novembre	11,10	13,00
Dicembre	7,00	8,90

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 sui consumi del gas metano e elettrici
Per ogni mese si è inoltre specificato le ore di attivazione degli impianti.

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Sett	Ott	Nov	Dic
Giorni	18	20	20	8	0	0	0	0	0	0	22	15
Ore/giorno	11	11	11	11	0	0	0	0	0	0	11	11

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_{hve}) 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.

Zona unica

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	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0

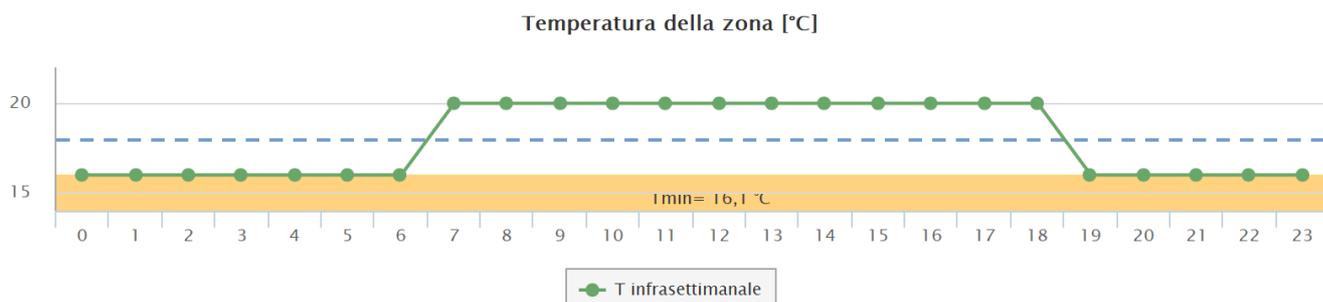
Temperatura media pesata: 18,0°C

Metodo di calcolo per il profilo di temperatura della zona: Temperatura calcolata da profilo di temperature giornaliero

Altri parametri

Ricambi d'aria [1/h]	Apporti interni [W]
0,10	23 882,40

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 si conoscono:

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

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

Consideriamo lo scostamento tra i consumi operativi C_o e i consumi effettivi C_e al massimo del +/- 5%.

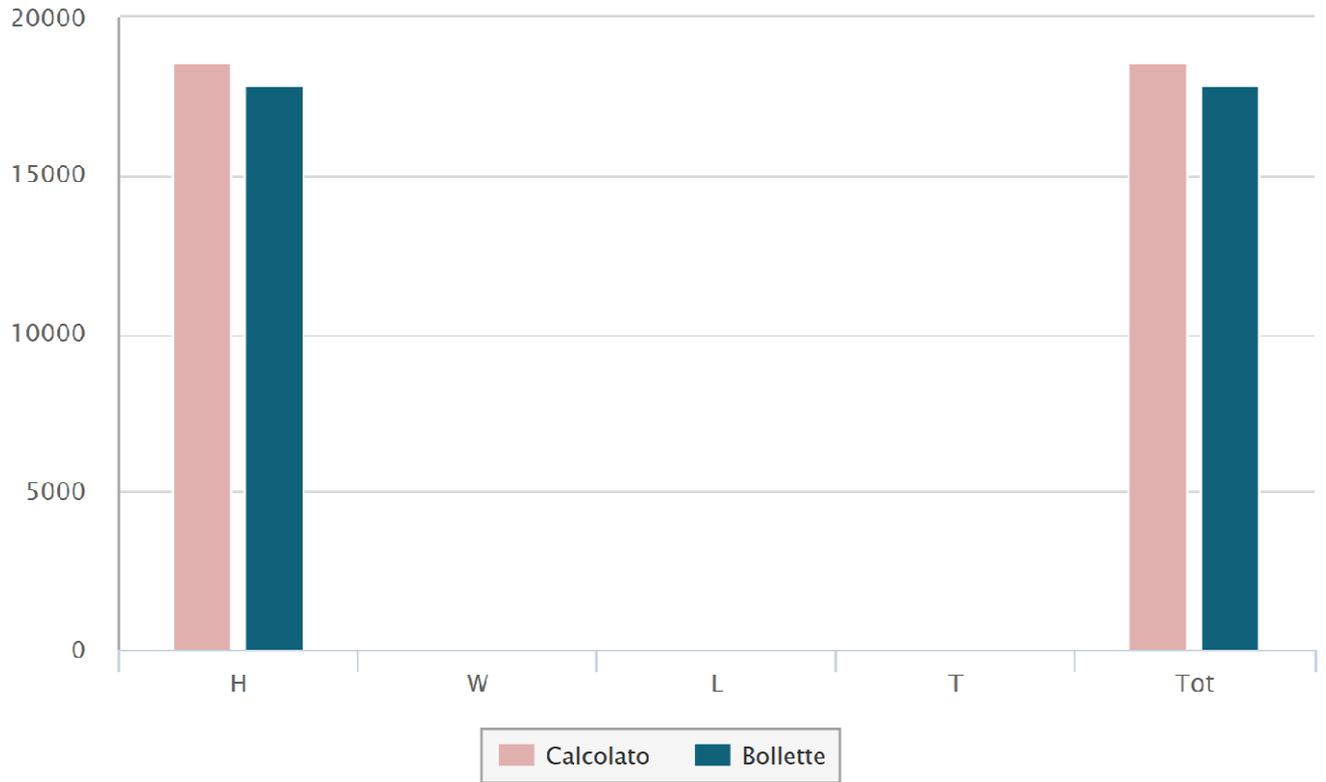
$$-0,05 \leq \frac{C_o - C_e}{C_e} \leq 0,05$$

Si è potuto verificare la correttezza del modello di simulazione del sistema edificio-impianto con i fattori di aggiustamento applicati ai consumi da bolletta che rientrano nel +/- 5%; pertanto il modello risulta validato e costituisce la base per la valutazione degli interventi di riqualificazione energetica.

Diagnosi energetica

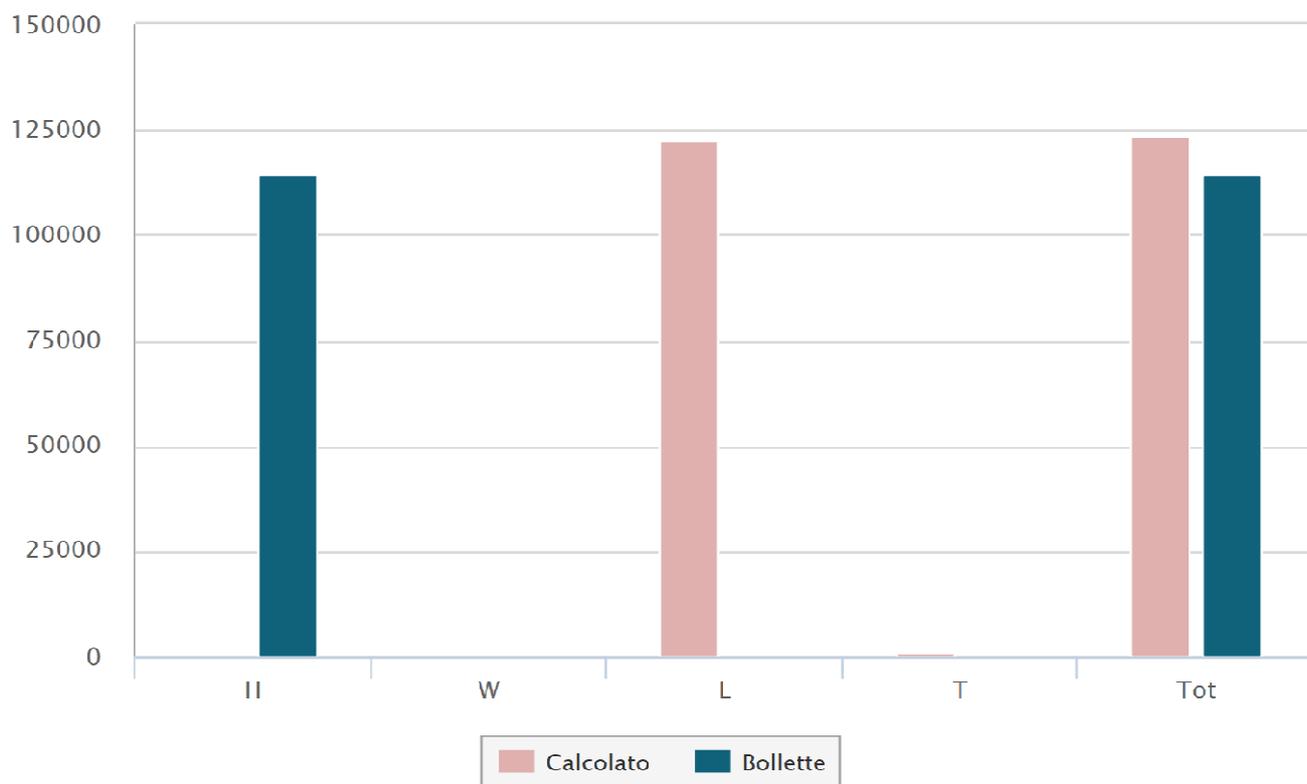
Gas naturale	U.M.	Condizioni operative	Condizioni effettive	Indice di calibrazione K [%]
Consumo H	m³	18 615,44	17 848,00	4,30 %
Consumo	m³	18 615,44	17 848,00	4,30 %
Costo	€	16 567,74	17 491,04	-

Gas naturale



Energia elettrica da rete	U.M.	Condizioni operative	Condizioni effettive	Indice di calibrazione K [%]
Consumo H	kWh	48,73	114 471,00	-99,96 %
Consumo L	kWh	122 287,73	0,00	-
Consumo T	kWh	1 285,58	0,00	-
Consumo	kWh	123 622,03	114 471,00	7,99 %
Costo	€	24 724,41	57 235,17	-

Energia elettrica



8.1. PROPOSTA DI INTERVENTO MIGLIORATIVO - Fabbricato - involucro trasparente

8.1.1 DETTAGLIO DEI SINGOLI INTERVENTI

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

Rif.	Intervento
REN.2	Sostituzione degli infissi

INVOLUCRO TRASPARENTE

Tipologia di intervento

Rif.	Intervento	Ante Operam	Post Operam
REN.2	[Serramenti in legno vetro singolo] - [Serramento in alluminio vetro doppio (U=1,67)]	Serramento in legno vetro singolo	Serramenti in alluminio vetro doppio (U=1,67)

8.1.2 VALUTAZIONE DELLO SCENARIO DI INTERVENTO

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

Valutazione del Risparmio Energetico

Fabbricato - involucro trasparente - (Intervento consigliato)	Consumi		Risparmio energetico	
	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Variazione %
Energia elettrica [kWh]	123 622,0	123 616,4	5,6	0,0
Gas naturale [m³]	18 615,4	16 470,1	2 145,3	11,5

Valutazione del Risparmio Economico e Tempo di ritorno semplice

Fabbricato - involucro trasparente - (Intervento consigliato)	Costi		Risparmio economico	
	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Variazione %
Energia elettrica [€]	24 724,4	24 723,3	1,1	0,0
Gas naturale [€]	16 567,7	14 658,4	1 909,3	11,5
Costo complessivo [€]	41 292,2	39 381,7	1 910,4	4,6

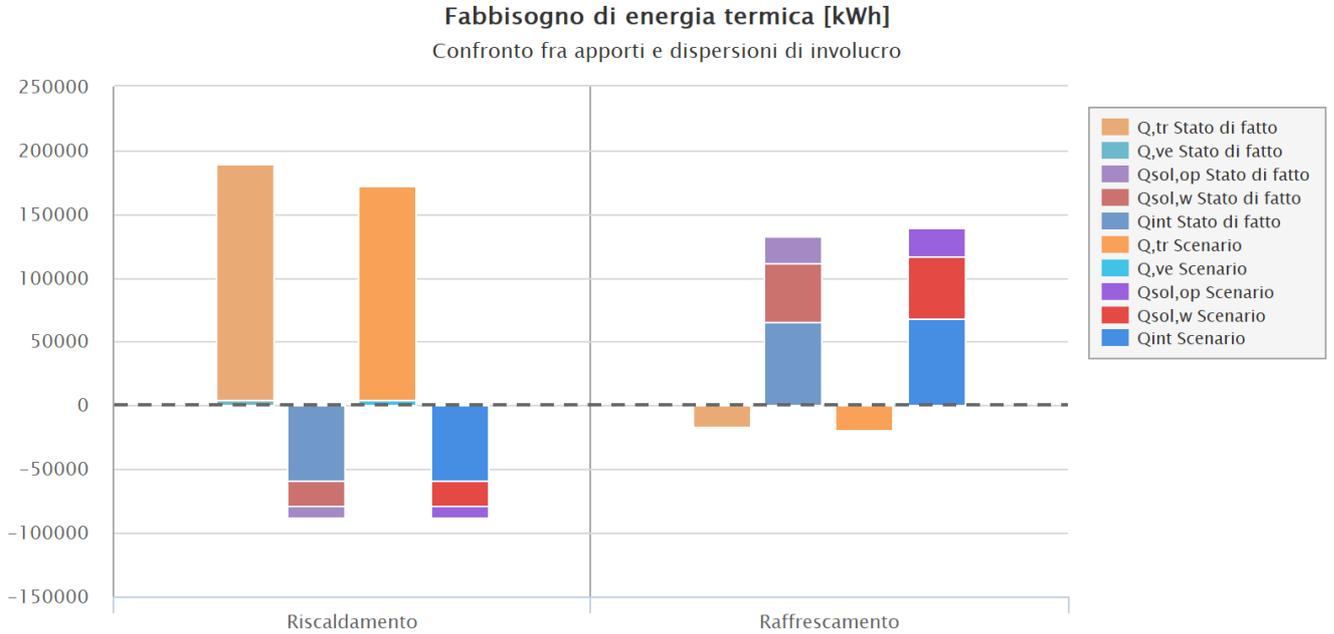
	U.M.	Valore
Costo di investimento	€	580 379,7
Risparmio economico	€/Anno	1 910,4
Tempo di ritorno semplice	Anni	303,8
Risparmio CO2	Kg/m ²	1,6

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	185 062,6	168 016,8	17 045,8	9,2	Fabbisogno di energia termica per trasmissione
QH,ve	kWh	4 056,7	4 116,6	-59,9	-1,5	Fabbisogno di energia termica per ventilazione
Qsol,op	kWh	9 587,2	9 587,2	0	-	Apporti solari sulle superfici opache in riscaldamento
Qsol,w	kWh	19 845,4	19 845,4	0	-	Apporti solari sulle superfici trasparenti in riscaldamento
Qint	kWh	59 037,3	59 037,3	0	-	Apporti interni in riscaldamento
QH,nd	kWh	121 135,5	104 522,5	16 613,0	13,7	Fabbisogno di energia termica per il riscaldamento

Fabbisogni di energia termica per raffrescamento

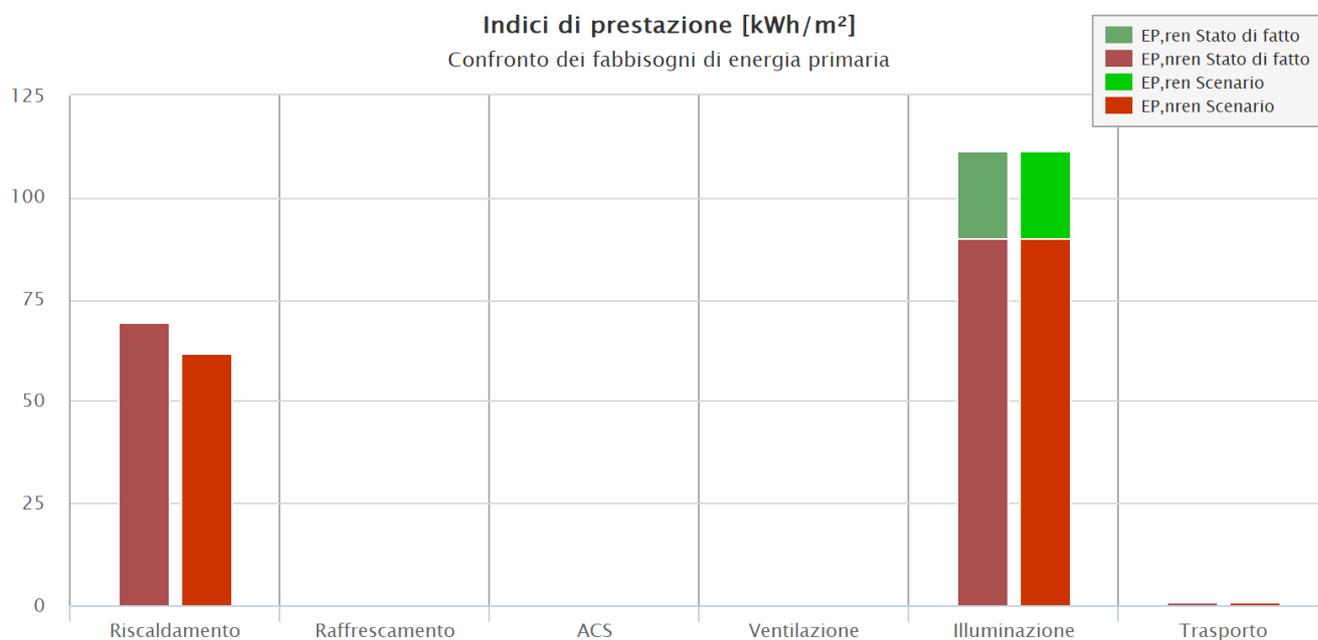
	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
QC,tr	kWh	17 070,0	19 355,3	-2 285,3	-13,4	Fabbisogno di energia termica per trasmissione
QC,ve	kWh	273,6	441,4	-167,8	-61,3	Fabbisogno di energia termica per ventilazione
Qsol,op	kWh	20 904,3	21 846,9	-942,6	-4,5	Apporti solari sulle superfici opache in raffrescamento
Qsol,w	kWh	46 595,4	48 690,9	-2 095,5	-4,5	Apporti solari sulle superfici trasparenti in raffrescamento
Qint	kWh	65 342,2	68 781,3	-3 439,1	-5,3	Apporti interni in raffrescamento
QC,nd	kWh	95 721,8	100 029,1	-4 307,3	-4,5	Fabbisogno di energia termica per il raffrescamento

Fabbisogni di energia termica e dettagli dell'involucro

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPH,nd	kWh/m²	45,6	39,4	6,2	13,6	Indice di prestazione termica utile di riscaldamento
EPC,nd	kWh/m²	36,1	37,7	-1,6	-4,4	Indice di prestazione termica utile di raffrescamento
EPW,nd	kWh/m²	0,0	0,0	0	-	Indice di prestazione termica utile di acs
Asol est/A sup utile	-	0,021	0,021	0	-	Area solare estiva equivalente
YIE	W/m²K	0,27	0,27	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 ²	0,0	0,0	0	-	Indice di prestazione rinnovabile per riscaldamento
EPH,nren	kWh/m ²	69,6	61,6	8,0	11,5	Indice di prestazione non rinnovabile per riscaldamento
EPH,tot	kWh/m ²	69,7	61,6	8,1	11,6	Indice di prestazione totale per riscaldamento
ηH,nren	-	0,655	0,639	-0,016	-2,4	Efficienza globale stagionale di riscaldamento
QR,H	%	0,0	0,0	0	-	Quota rinnovabile per riscaldamento

Illuminazione

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPL,ren	kWh/m ²	21,7	21,7	0	-	Indice di prestazione rinnovabile per illuminazione
EPL,nren	kWh/m ²	89,9	89,9	0	-	Indice di prestazione non rinnovabile per illuminazione
EPL,tot	kWh/m ²	111,5	111,5	0	-	Indice di prestazione totale per ventilazione

Trasporto

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPT,ren	kWh/m ²	0,2	0,2	0	-	Indice di prestazione rinnovabile per trasporto
EPT,nren	kWh/m ²	0,9	0,9	0	-	Indice di prestazione non rinnovabile per trasporto
EPT,tot	kWh/m ²	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 ²	21,9	21,9	0	-	Indice di prestazione globale rinnovabile
EPgl,nren	kWh/m ²	160,5	152,4	8,1	5,0	Indice di prestazione globale non rinnovabile
EPgl,tot	kWh/m ²	182,3	174,3	8,0	4,4	Indice di prestazione globale dell'edificio
QR,HWC	%	0,0	0,0	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 ²	92,7	92,7	0	-	Indice di prestazione non rinnovabile

8.2. PROPOSTA DI INTERVENTO MIGLIORATIVO - Impianto climatizzazione - inverno

Sostituzione di caldaia a gas con impianto a pompa di calore.

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	[Sistema di generazione H] → [NEW Sistema di generazione H]

Caratteristiche dei generatori

Ante Operam

Generatore	Combustibile	Fluido termovettore	Potenza termica utile [kW]	Efficienza
Caldaia a condensazione RIELLO TAU 350 N		Acqua	349,00	0,98

Post Operam

Generatore	Combustibile	Fluido termovettore	Potenza termica utile [kW]	Efficienza
RYYQ20U		Acqua	56,00	3,72
RYYQ20U		Acqua	56,00	3,72
RYYQ10U		Acqua	28,00	3,84
RYYQ18U		Acqua	50,40	4,29
RYYQ18U		Acqua	50,40	4,29
RYYQ18U		Acqua	50,40	4,29
RYYQ18U		Acqua	50,40	4,29
RYYQ16U		Acqua	45,00	3,73

8.2.2 VALUTAZIONE DELLO SCENARIO DI INTERVENTO

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]	123 622,0	175 935,6	-52 313,6	-42,3
Gas naturale [m³]	18 615,4	0,0	18 615,4	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 [€]	24 724,4	35 187,1	-10 462,7	-42,3
Gas naturale [€]	16 567,7	0,0	16 567,7	100,0
Costo complessivo [€]	41 292,2	35 187,1	6 105,0	14,8

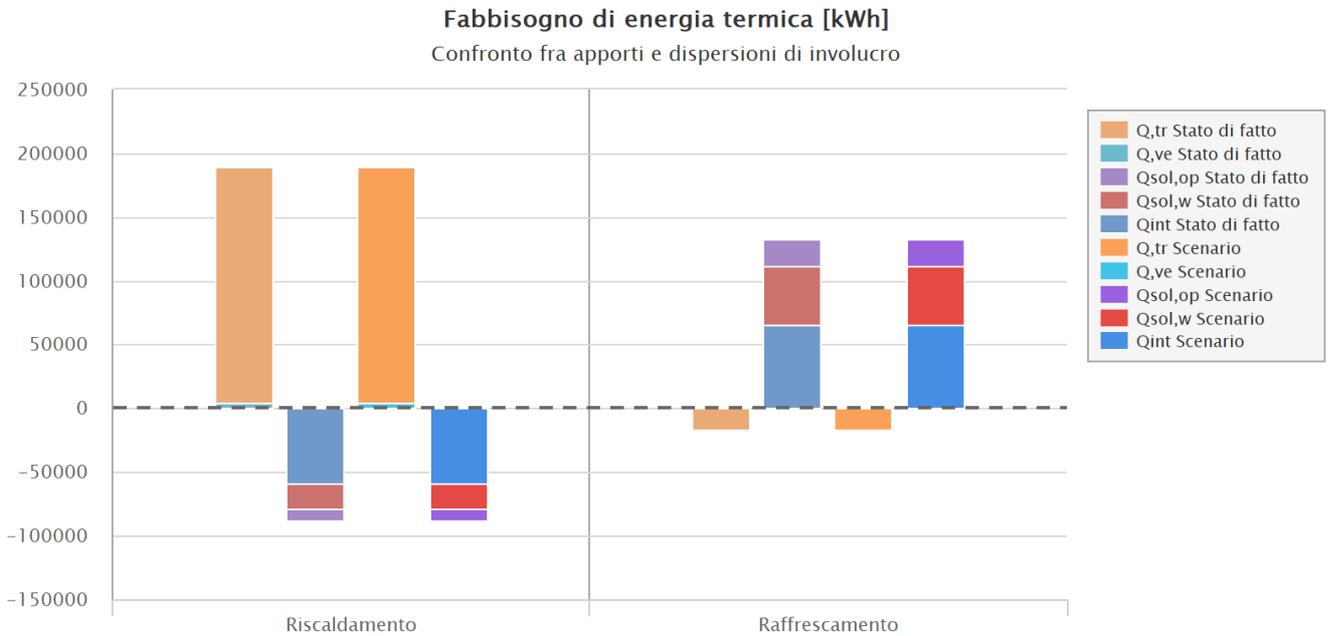
	U.M.	Valore
Costo di investimento	€	871 475,5
Risparmio economico	€/Anno	6 105,0
Tempo di ritorno semplice	Anni	142,7
Risparmio CO2	Kg/m ²	4,9

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	185 062,6	185 062,6	0	-	Fabbisogno di energia termica per trasmissione
QH,ve	kWh	4 056,7	4 056,7	0	-	Fabbisogno di energia termica per ventilazione
Qsol,op	kWh	9 587,2	9 587,2	0	-	Apporti solari sulle superfici opache in riscaldamento
Qsol,w	kWh	19 845,4	19 845,4	0	-	Apporti solari sulle superfici trasparenti in riscaldamento
Qint	kWh	59 037,3	59 037,3	0	-	Apporti interni in riscaldamento
QH,nd	kWh	121 135,5	121 135,5	0	-	Fabbisogno di energia termica per il riscaldamento

Fabbisogni di energia termica per raffrescamento

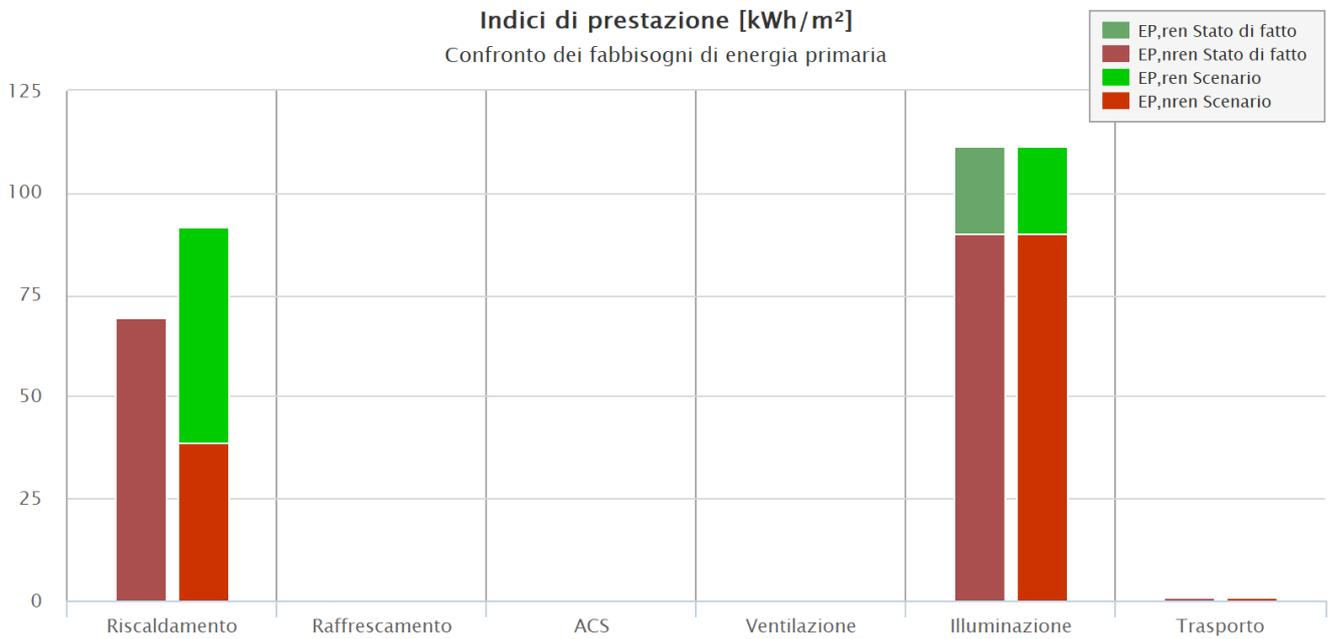
	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
QC,tr	kWh	17 070,0	17 070,0	0	-	Fabbisogno di energia termica per trasmissione
QC,ve	kWh	273,6	273,6	0	-	Fabbisogno di energia termica per ventilazione
Qsol,op	kWh	20 904,3	20 904,3	0	-	Apporti solari sulle superfici opache in raffrescamento
Qsol,w	kWh	46 595,4	46 595,4	0	-	Apporti solari sulle superfici trasparenti in raffrescamento
Qint	kWh	65 342,2	65 342,2	0	-	Apporti interni in raffrescamento
QC,nd	kWh	95 721,8	95 721,8	0	-	Fabbisogno di energia termica per il raffrescamento

Fabbisogni di energia termica e dettagli dell'involucro

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPH,nd	kWh/m ²	45,6	45,6	0	-	Indice di prestazione termica utile di riscaldamento
EPC,nd	kWh/m ²	36,1	36,1	0	-	Indice di prestazione termica utile di raffrescamento
EPW,nd	kWh/m ²	0,0	0,0	0	-	Indice di prestazione termica utile di acs
Asol est/A sup utile	-	0,021	0,021	0	-	Area solare estiva equivalente
YIE	W/m ² K	0,27	0,27	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 ²	0,0	53,2	53,2	-	Indice di prestazione rinnovabile per riscaldamento
EPH,nren	kWh/m ²	69,6	38,5	31,1	44,7	Indice di prestazione non rinnovabile per riscaldamento
EPH,tot	kWh/m ²	69,7	91,7	-22,0	-31,6	Indice di prestazione totale per riscaldamento
ηH,nren	-	0,655	1,186	0,531	81,1	Efficienza globale stagionale di riscaldamento
QR,H	%	0,0	58,0	58,0	-	Quota rinnovabile per riscaldamento

Illuminazione

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPL,ren	kWh/m ²	21,7	21,7	0	-	Indice di prestazione rinnovabile per illuminazione
EPL,nren	kWh/m ²	89,9	89,9	0	-	Indice di prestazione non rinnovabile per illuminazione
EPL,tot	kWh/m ²	111,5	111,5	0	-	Indice di prestazione totale per ventilazione

Trasporto

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPT,ren	kWh/m ²	0,2	0,2	0	-	Indice di prestazione rinnovabile per trasporto
EPT,nren	kWh/m ²	0,9	0,9	0	-	Indice di prestazione non rinnovabile per trasporto
EPT,tot	kWh/m ²	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 ²	21,9	75,1	53,2	242,9	Indice di prestazione globale rinnovabile
EPgl,nren	kWh/m ²	160,5	129,3	31,2	19,4	Indice di prestazione globale non rinnovabile
EPgl,tot	kWh/m ²	182,3	204,4	-22,1	-12,1	Indice di prestazione globale dell'edificio
QR,HWC	%	0,0	58,0	58,0	-	Quota rinnovabile per risc., acs e raff.

Edificio di riferimento

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPgl,nren,rif	kWh/m ²	92,7	92,7	0	-	Indice di prestazione non rinnovabile

8.3. PROPOSTA DI INTERVENTO MIGLIORATIVO - Scenario collettivo

8.3.1 DETTAGLIO DEI SINGOLI INTERVENTI

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

INVOLUCRO TRASPARENTE

Tipologia di intervento

Rif.	Intervento	Ante Operam	Post Operam
REN.2	[Serramenti in legno vetro singolo] - [Serramento in alluminio vetro doppio (U=1,67)]	Serramento in legno vetro singolo	Serramenti in alluminio vetro doppio (U=1,67)

IMPIANTO di CLIMATIZZAZIONE INVERNALE

Tipologia di intervento:

Rif.	Intervento
REN.3	[Sistema di generazione H] → [NEW Sistema di generazione H]

Caratteristiche dei generatori

Ante Operam

Generatore		Combustibile	Fluido termovettore	Potenza termica utile [kW]	Efficienza
	Caldia a condensazione RIELLO TAU 350 N		Acqua	349,00	0,98

Post Operam

Generatore		Combustibile	Fluido termovettore	Potenza termica utile [kW]	Efficienza
	RYYQ20U		Acqua	56,00	3,72
	RYYQ20U		Acqua	56,00	3,72
	RYYQ10U		Acqua	28,00	3,84
	RYYQ18U		Acqua	50,40	4,29
	RYYQ18U		Acqua	50,40	4,29
	RYYQ18U		Acqua	50,40	4,29
	RYYQ18U		Acqua	50,40	4,29
	RYYQ16U		Acqua	45,00	3,73

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

Scenario collettivo	Consumi		Risparmio energetico	
	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Variazione %
Energia elettrica [kWh]	123 622,0	176 364,8	-52 742,8	-42,7
Gas naturale [m³]	18 615,4	0,0	18 615,4	100,0

Valutazione del Risparmio Economico e Tempo di ritorno semplice

Scenario collettivo	Costi		Risparmio economico	
	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Variazione %
Energia elettrica [€]	24 724,4	35 273,0	-10 548,6	-42,7
Gas naturale [€]	16 567,7	0,0	16 567,7	100,0
Costo complessivo [€]	41 292,2	35 273,0	6 019,1	14,6

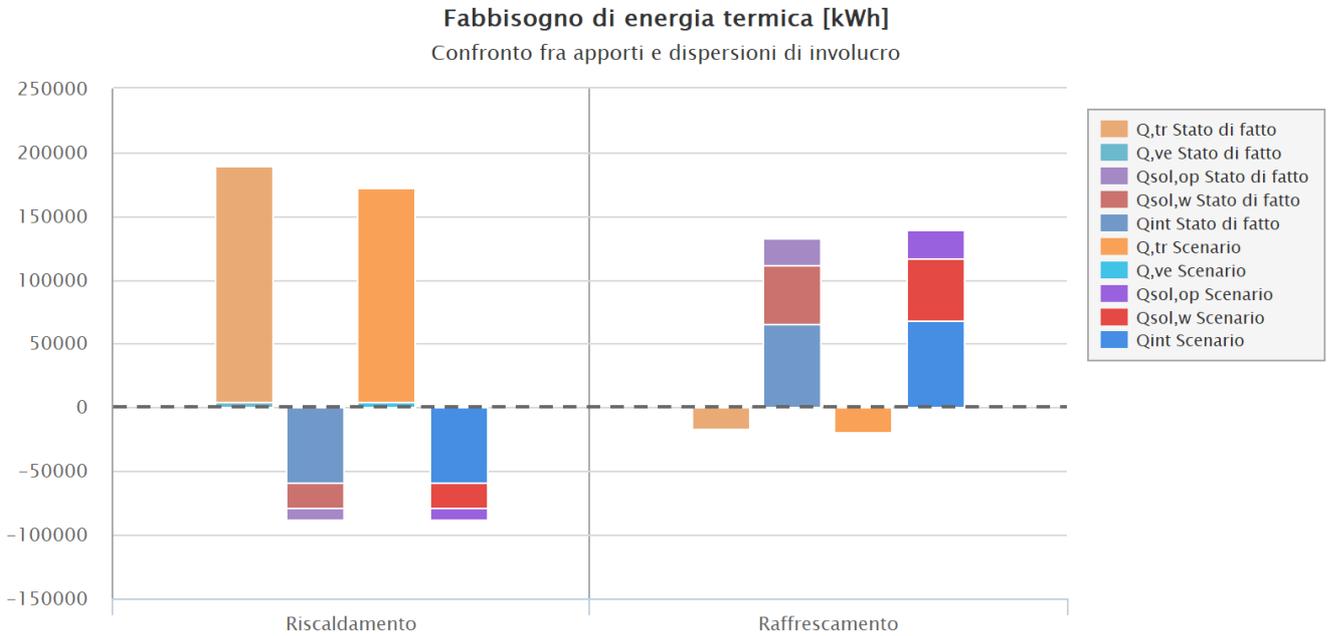
	U.M.	Valore
Costo di investimento	€	1 451 855,0
Risparmio economico	€/Anno	6 019,2
Tempo di ritorno semplice	Anni	241,2
Risparmio CO2	Kg/m ²	4,8

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	185 062,6	168 016,8	17 045,8	9,2	Fabbisogno di energia termica per trasmissione
QH,ve	kWh	4 056,7	4 116,6	-59,9	-1,5	Fabbisogno di energia termica per ventilazione
Qsol,op	kWh	9 587,2	9 587,2	0	-	Apporti solari sulle superfici opache in riscaldamento
Qsol,w	kWh	19 845,4	19 845,4	0	-	Apporti solari sulle superfici trasparenti in riscaldamento
Qint	kWh	59 037,3	59 037,3	0	-	Apporti interni in riscaldamento
QH,nd	kWh	121 135,5	104 522,5	16 613,0	13,7	Fabbisogno di energia termica per il riscaldamento

Fabbisogni di energia termica per raffrescamento

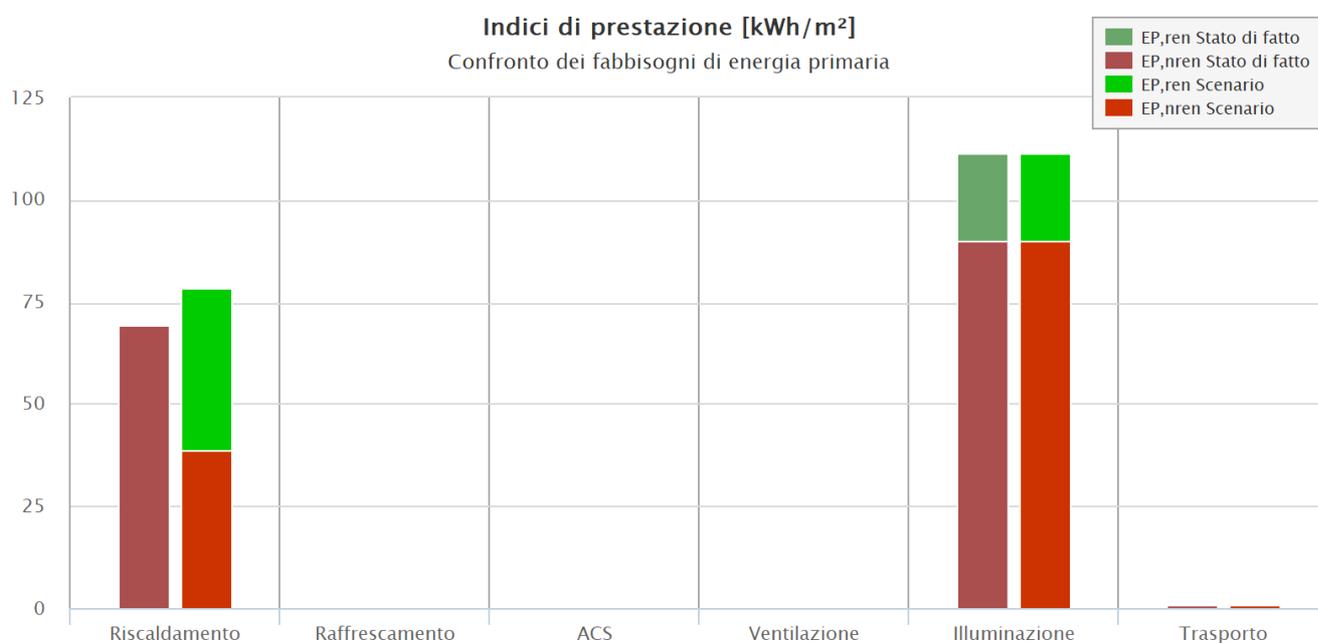
	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
QC,tr	kWh	17 070,0	19 355,3	-2 285,3	-13,4	Fabbisogno di energia termica per trasmissione
QC,ve	kWh	273,6	441,4	-167,8	-61,3	Fabbisogno di energia termica per ventilazione
Qsol,op	kWh	20 904,3	21 846,9	-942,6	-4,5	Apporti solari sulle superfici opache in raffrescamento
Qsol,w	kWh	46 595,4	48 690,9	-2 095,5	-4,5	Apporti solari sulle superfici trasparenti in raffrescamento
Qint	kWh	65 342,2	68 781,3	-3 439,1	-5,3	Apporti interni in raffrescamento
QC,nd	kWh	95 721,8	100 029,1	-4 307,3	-4,5	Fabbisogno di energia termica per il raffrescamento

Fabbisogni di energia termica e dettagli dell'involucro

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPH,nd	kWh/m ²	45,6	39,4	6,2	13,6	Indice di prestazione termica utile di riscaldamento
EPC,nd	kWh/m ²	36,1	37,7	-1,6	-4,4	Indice di prestazione termica utile di raffrescamento
EPW,nd	kWh/m ²	0,0	0,0	0	-	Indice di prestazione termica utile di acs
Asol est/A sup utile	-	0,021	0,021	0	-	Area solare estiva equivalente
YIE	W/m ² K	0,27	0,27	0	-	Trasmittanza termica periodica media

8.3.4 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 ²	0,0	39,6	39,6	-	Indice di prestazione rinnovabile per riscaldamento
EPH,nren	kWh/m ²	69,6	38,8	30,8	44,3	Indice di prestazione non rinnovabile per riscaldamento
EPH,tot	kWh/m ²	69,7	78,4	-8,7	-12,5	Indice di prestazione totale per riscaldamento
ηH,nren	-	0,655	1,015	0,360	55,0	Efficienza globale stagionale di riscaldamento
QR,H	%	0,0	50,5	50,5	-	Quota rinnovabile per riscaldamento

Illuminazione

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPL,ren	kWh/m ²	21,7	21,7	0	-	Indice di prestazione rinnovabile per illuminazione
EPL,nren	kWh/m ²	89,9	89,9	0	-	Indice di prestazione non rinnovabile per illuminazione
EPL,tot	kWh/m ²	111,5	111,5	0	-	Indice di prestazione totale per ventilazione

Trasporto

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPT,ren	kWh/m ²	0,2	0,2	0	-	Indice di prestazione rinnovabile per trasporto
EPT,nren	kWh/m ²	0,9	0,9	0	-	Indice di prestazione non rinnovabile per trasporto
EPT,tot	kWh/m ²	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 ²	21,9	61,5	39,6	180,8	Indice di prestazione globale rinnovabile
EPgl,nren	kWh/m ²	160,5	129,6	30,9	19,3	Indice di prestazione globale non rinnovabile
EPgl,tot	kWh/m ²	182,3	191,1	-8,8	-4,8	Indice di prestazione globale dell'edificio
QR,HWC	%	0,0	50,5	50,5	-	Quota rinnovabile per risc., acs e raff.

Edificio di riferimento

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPgl,nren,rif	kWh/m ²	92,7	92,7	0	-	Indice di prestazione non rinnovabile

8.3a. 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:

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

τ 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	4	% R
Tasso di inflazione	7	% R_i
Durata del calcolo	30	Anni

Diagnosi energetica

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. Ai fini dell'analisi economica, abbiamo considerato l'acconto iniziale del 10% come valore da detrarre nei costi iniziali dell'intervento.

COSTI INIZIALI	Costo [€]	Quantità	Detraibile	Totale [€]	Sostituzioni [€]
Costo dell'intervento	1 451 855,25	1	No	1 451 855,25	-
Acconto PNRR	-145 185,52	1	No	-145 185,52	-
Totale				1 306 669,73	-

Si porta in evidenza la stima dei seguenti costi:

- NB. si considerano due fine vita in 30 anni
- smaltimento macchine impianto CDZ fine vita (15 anni);
- NB. si considerano due fine vita in 30 anni
- smaltimento infissi a fine vita (30 anni);

COSTI SMALTIMENTO NOMINALI	Incidenza sul totale [%]	Valore [€]	Costo aggiuntivo [€]	Totale [€]
Smaltimento macchine CDZ	0.00	0.00	1 500,00	1 500,00
Smaltimento macchine CDZ	0.00	0.00	1 500,00	1 500,00
Smaltimento infissi	0.00	0.00	16 000,00	16 000,00
Totale				19 000,00

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 macchine CDZ		30	1 500,00	VAR	7 413,00
Smaltimento macchine CDZ		30	1 500,00	2,347	4 745,10
Smaltimento infissi		30	16 000,00	2,347	50 614,43
Totale					62 772,53

COSTI PERIODICI	Annuale [€]	Annualità	Tasso [%]	Totale [€]
Manutenzione infissi	1 000,00	30	48,043	64 754,72
Manutenzione impianto	3 000,00	30	48,043	194 264,16
Risparmio Energia elettrica	10 548,55	30	48,043	1 230 098,06
Totale				1 489 116,95

RICAVI PERIODICI	Annuale [€]	Annualità	Tasso [%]	Totale [€]
Risparmio Gas naturale	-16 567,74	30	48,043	-1 932 013,86
Totale				-1 932 013,86

Si porta in evidenza la stima dei costi una TANTUM:

- sostituzione macchine impianto CDZ (15 anni);
- sostituzione macchine impianto CDZ (30anni);

Ai fini dell'analisi economica, abbiamo considerato come valore da detrarre nei costi una tantum il finanziamento ottenuto dal PNRR suddiviso in rate al primo, secondo e terzo anno come indicato nella tabella riepilogativa di seguito.

Diagnosi energetica

COSTI UNA TANTUM	Annuale [€]	Annualità	Tasso [%]	Totale [€]
Sostituzione macchine CDZ	30 000,00	15	1,532	53 357,86
Sostituzione macchine CDZ	30 000,00	30	2,347	94 902,06
1° rata PNRR	-261 333,94	1	1,029	-271 561,14
2° 3° 4° rata PNRR	-784 001,82	2	1,059	-846 565,75
saldo PNRR	-261 333,94	3	1,089	-293 231,93
Totale				-1 263 098,90

Principali risultati

Intervallo di calcolo e tasso attualizzazione

VALORI FINALI	Vita	Valore iniziale [€]	Uso	Valore finale [€]	Valore attualizzato [€]
Costo dell'intervento	30	1 451 855,25	0,00	0,00	0,00
Acconto PNRR	30	-145 185,52	0,00	0,00	0,00
Totale					0,00

COSTO COMPLESSIVO ATTUALIZZATO SENZA INCENTIVI FISCALI [€]	-336 553,56
--	--------------------

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

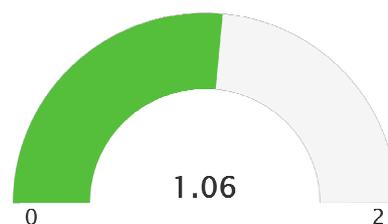
VALORE ATTUALE OPERAZIONE [€]	-336 553,56
-------------------------------	--------------------

EQUIVALENTE ANNUALE	Annualità	Tasso [%]	Totale [€]
Equivalente annuale	30	0,021	-7 005,26

Indici di valutazione

	U.M.	Valore
Costi residui e valori finali	€	0,00
Indice di Profitto	-	1,060
Tempo di Ritorno attualizzato	Anni	2,6
Costo globale	€	-336 553,56
Incentivo	€	0,00

Indice di profitto - da 0 a più di 2



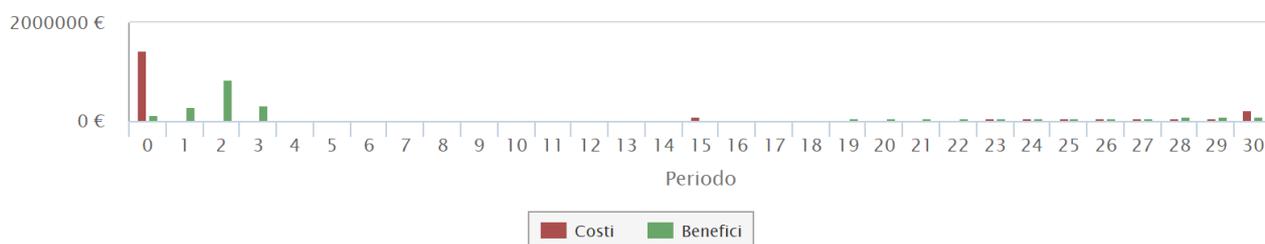
Andamento annuale

	Anno 0	Anno 1	Anno 2	Anno 3	Anno 4
Costi	1 451 855,25	15 334,96	16 165,10	17 041,47	17 966,69
Benefici	145 185,52	289 118,17	865 171,13	312 948,26	20 893,63
Flussi di cassa	-1 306 669,73	273 783,21	849 006,03	295 906,79	2 926,94
Flusso di cassa cumulato	-1 306 669,73	-1 032 886,52	-183 880,49	112 026,30	114 953,25
	Anno 5	Anno 6	Anno 7	Anno 8	Anno 9

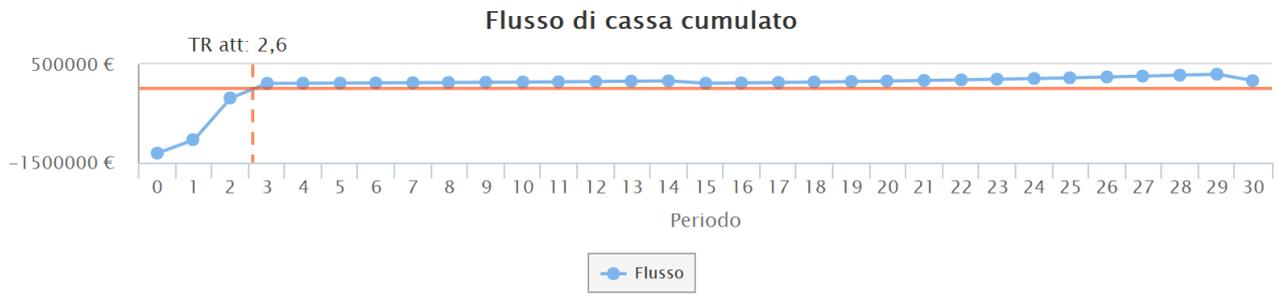
Diagnosi energetica

Costi	18 943,54	19 974,96	21 064,07	22 214,16	23 428,70
Benefici	22 141,22	23 463,31	24 864,34	26 349,03	27 922,37
Flussi di cassa	3 197,68	3 488,34	3 800,27	4 134,87	4 493,66
Flusso di cassa cumulato	118 150,93	121 639,27	125 439,54	129 574,40	134 068,07
	Anno 10	Anno 11	Anno 12	Anno 13	Anno 14
Costi	24 711,39	26 066,12	27 497,02	29 008,44	30 605,01
Benefici	29 589,65	31 356,50	33 228,84	35 212,99	37 315,61
Flussi di cassa	4 878,26	5 290,38	5 731,83	6 204,55	6 710,61
Flusso di cassa cumulato	138 946,33	144 236,70	149 968,53	156 173,08	162 883,68
	Anno 15	Anno 16	Anno 17	Anno 18	Anno 19
Costi	88 317,36	34 073,39	35 955,84	37 944,74	40 046,22
Benefici	39 543,78	41 905,00	44 407,22	47 058,84	49 868,79
Flussi di cassa	-48 773,57	7 831,62	8 451,38	9 114,09	9 822,57
Flusso di cassa cumulato	114 110,11	121 941,73	130 393,10	139 507,20	149 329,77
	Anno 20	Anno 21	Anno 22	Anno 23	Anno 24
Costi	42 266,76	44 613,20	47 092,81	49 713,28	52 482,71
Benefici	52 846,54	56 002,08	59 346,06	62 889,70	66 644,94
Flussi di cassa	10 579,78	11 388,88	12 253,24	13 176,42	14 162,23
Flusso di cassa cumulato	159 909,55	171 298,43	183 551,67	196 728,10	210 890,33
	Anno 25	Anno 26	Anno 27	Anno 28	Anno 29
Costi	55 409,73	58 503,43	61 773,45	65 229,99	68 883,84
Benefici	70 624,41	74 841,50	79 310,41	84 046,15	89 064,68
Flussi di cassa	15 214,68	16 338,07	17 536,95	18 816,16	20 180,83
Flusso di cassa cumulato	226 105,01	242 443,08	259 980,04	278 796,20	298 977,03
	Anno 30	-	-	-	-
Costi	227 753,13	-	-	-	-
Benefici	94 382,87	-	-	-	-
Flussi di cassa	-133 370,26	-	-	-	-
Flusso di cassa cumulato	165 606,77	-	-	-	-

Rapporto costi / benefici



Diagnosi energetica



SCENARI AGGIUNTIVI

PROPOSTA DI INTERVENTO MIGLIORATIVO - Impianto solare termico

1.1 DETTAGLIO DEI SINGOLI INTERVENTI

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

IMPIANTO SOLARE TERMICO

Tipologia di intervento

Rif.	Intervento
REN.6	Installazione di pannelli solari termici

Dimensione dell'intervento

Marca e modello	Tipo	N°	Sup. totale captazione [m ²]	Azimut [°]	Inclinazione [°]	η ₀
ND	Collettore piano vetrato	35	80,50	0,00	30,00	80,50
ND	Collettore piano vetrato	35	80,50	0,00	30,00	80,50
ND	Collettore piano vetrato	35	80,50	0,00	30,00	80,50
ND	Collettore piano vetrato	35	80,50	0,00	30,00	80,50
ND	Collettore piano vetrato	35	80,50	0,00	30,00	80,50

Producibilità e percentuale di copertura dell'impianto solare termico

Mese	Irradiazione mensile [kWh/mq]	Q _{gn,out,H} [kWh]	f _H [%]	Q _{gn,out,W} [kWh]	f _W [%]
Gennaio	85,9	12 516,3	30,14	0,0	0,00
Febbraio	106,2	17 112,8	39,83	0,0	0,00
Marzo	133,3	18 495,5	71,80	0,0	0,00
Aprile	140,1	4 346,2	100,00	0,0	0,00
Maggio	172,2	0,0	0,00	0,0	0,00
Giugno	186,8	0,0	0,00	0,0	0,00
Luglio	200,5	0,0	0,00	0,0	0,00
Agosto	191,1	0,0	0,00	0,0	0,00
Settembre	151,3	0,0	0,00	0,0	0,00
Ottobre	116,4	0,0	0,00	0,0	0,00
Novembre	94,8	13 140,1	54,01	0,0	0,00

Diagnosi energetica

Dicembre	75,6	10 062,9	33,30	0,0	0,00
TOTALE	1 654,4	75 673,8	-	0,0	-

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

Costo dell'intervento

Costo intervento			
Unitario [€/cad]	Batterie accumulo [€/bat]	Fisso [€]	Totale [€]
350 000,00	0,00	0,00	350 000,00

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

	Consumi	Risparmio energetico		
	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Variazione %
Impianto solare termico				
Energia elettrica [kWh]	123 622,0	123 600,3	21,7	0,0
Gas naturale [m ³]	18 615,4	10 303,4	8 312,0	44,7

Valutazione del Risparmio Economico e Tempo di ritorno semplice

	Costi	Risparmio economico		
	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Variazione %
Impianto solare termico				

Diagnosi energetica

Energia elettrica [€]	24 724,4	24 720,1	4,3	0,0
Gas naturale [€]	16 567,7	9 170,0	7 397,7	44,7
Costo complessivo [€]	41 292,1	33 890,1	7 402,1	17,9

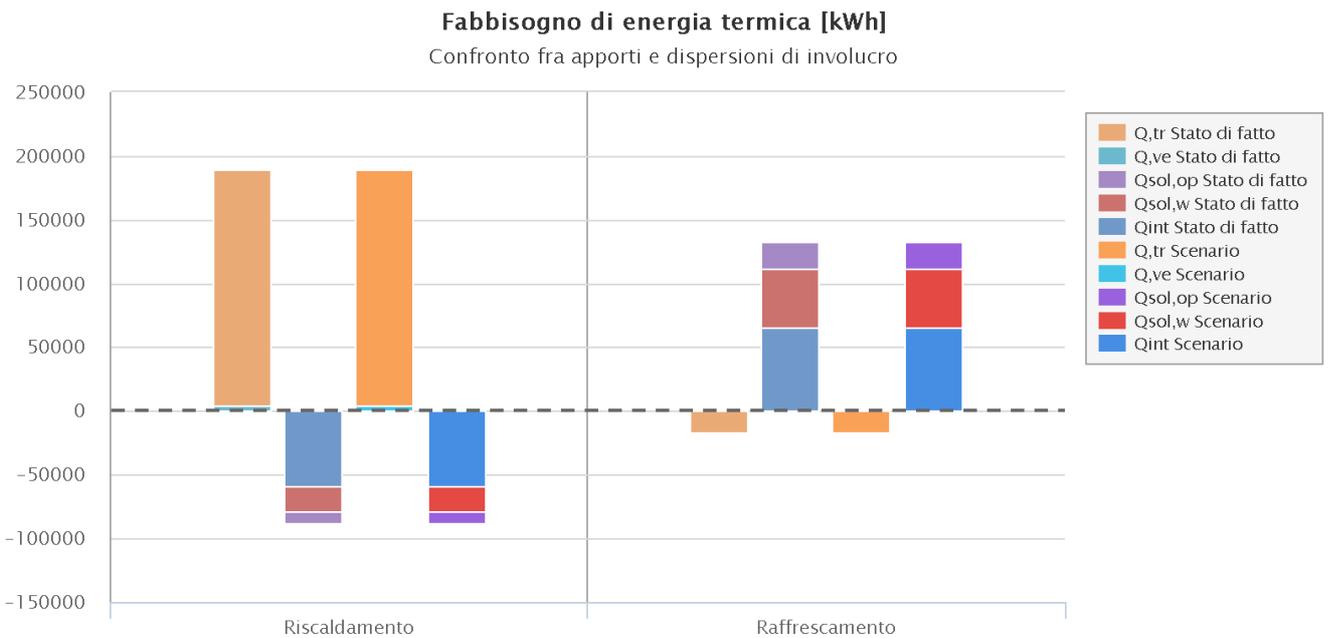
	U.M.	Valore
Costo di investimento	€	350 000,0
Risparmio economico	€/Anno	7 402,1
Tempo di ritorno semplice	Anni	47,3
Risparmio CO2	Kg/m ²	6,2

Tempo di ritorno – da 0 a più di 30 anni



1.3 DETTAGLI DI CALCOLO – INVOLUCRO: FABBISOGNI DI ENERGIA TERMICA

Fabbisogno di energia termica



Fabbisogni di energia termica per riscaldamento

Diagnosi energetica

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
QH,tr	kWh	185 062,6	185 062,6	0	-	Fabbisogno di energia termica per trasmissione
QH,ve	kWh	4 056,7	4 056,7	0	-	Fabbisogno di energia termica per ventilazione
Qsol,op	kWh	9 587,2	9 587,2	0	-	Apporti solari sulle superfici opache in riscaldamento
Qsol,w	kWh	19 845,4	19 845,4	0	-	Apporti solari sulle superfici trasparenti in riscaldamento
Qint	kWh	59 037,3	59 037,3	0	-	Apporti interni in riscaldamento
QH,nd	kWh	121 135,5	121 135,5	0	-	Fabbisogno di energia termica per il riscaldamento

Fabbisogni di energia termica per raffrescamento

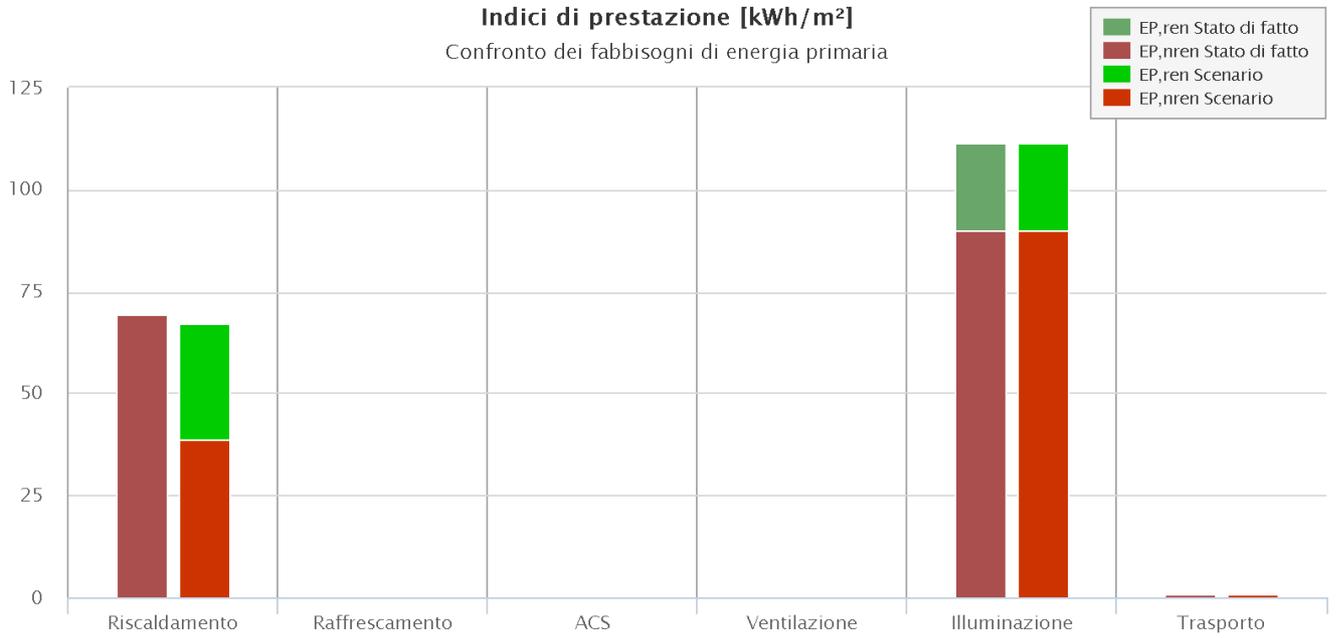
	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
QC,tr	kWh	17 070,0	17 070,0	0	-	Fabbisogno di energia termica per trasmissione
QC,ve	kWh	273,6	273,6	0	-	Fabbisogno di energia termica per ventilazione
Qsol,op	kWh	20 904,3	20 904,3	0	-	Apporti solari sulle superfici opache in raffrescamento
Qsol,w	kWh	46 595,4	46 595,4	0	-	Apporti solari sulle superfici trasparenti in raffrescamento
Qint	kWh	65 342,2	65 342,2	0	-	Apporti interni in raffrescamento
QC,nd	kWh	95 721,8	95 721,8	0	-	Fabbisogno di energia termica per il raffrescamento

Fabbisogni di energia termica e dettagli dell'involucro

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPH,nd	kWh/m ²	45,6	45,6	0	-	Indice di prestazione termica utile di riscaldamento
EPC,nd	kWh/m ²	36,1	36,1	0	-	Indice di prestazione termica utile di raffrescamento
EPW,nd	kWh/m ²	0,0	0,0	0	-	Indice di prestazione termica utile di acs
Asol est/A sup utile	-	0,021	0,021	0	-	Area solare estiva equivalente
YIE	W/m ² K	0,27	0,27	0	-	Trasmittanza termica periodica media

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 ²	0,0	28,5	28,5	-	Indice di prestazione rinnovabile per riscaldamento
EPH,nren	kWh/m ²	69,6	38,5	31,1	44,7	Indice di prestazione non rinnovabile per riscaldamento
EPH,tot	kWh/m ²	69,7	67,1	2,6	3,7	Indice di prestazione totale per riscaldamento
ηH,nren	-	0,655	1,184	0,529	80,8	Efficienza globale stagionale di riscaldamento
QR,H	%	0,0	42,5	42,5	-	Quota rinnovabile per riscaldamento

Illuminazione

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPL,ren	kWh/m ²	21,7	21,7	0	-	Indice di prestazione rinnovabile per illuminazione
EPL,nren	kWh/m ²	89,9	89,9	0	-	Indice di prestazione non rinnovabile per illuminazione
EPL,tot	kWh/m ²	111,5	111,5	0	-	Indice di prestazione totale per ventilazione

Trasporto

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPT,ren	kWh/m ²	0,2	0,2	0	-	Indice di prestazione rinnovabile per trasporto
EPT,nren	kWh/m ²	0,9	0,9	0	-	Indice di prestazione non rinnovabile per trasporto
EPT,tot	kWh/m ²	1,2	1,2	0	-	Indice di prestazione totale per trasporto

Diagnosi energetica

Energia primaria globale

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPgl,ren	kWh/m ²	21,9	50,4	28,5	130,1	Indice di prestazione globale rinnovabile
EPgl,nren	kWh/m ²	160,5	129,4	31,1	19,4	Indice di prestazione globale non rinnovabile
EPgl,tot	kWh/m ²	182,3	179,8	2,5	1,4	Indice di prestazione globale dell'edificio
QR,HWC	%	0,0	42,5	42,5	-	Quota rinnovabile per risc., acs e raff.

Edificio di riferimento

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPgl,nren,rif	kWh/m ²	92,7	92,7	0	-	Indice di prestazione non rinnovabile

2. PROPOSTA DI INTERVENTO MIGLIORATIVO - Cogenerazione

Sostituzione caldaia a uso riscaldamento con turbina a gas (Cogeneratore)

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	[Sistema di generazione H] → [NEW Sistema di generazione H]

Caratteristiche dei generatori

Ante Operam

Generatore	Combustibile	Fluido termovettore	Potenza termica utile [kW]	Efficienza
Caldaia a condensazione RIELLO TAU 350 N		Acqua	349,00	0,98

Post Operam

Generatore	Combustibile	Fluido termovettore	Potenza termica utile [kW]	Efficienza
Cogenerazione		Acqua	350,00	0,00

Costo dell'intervento

Costo intervento

Diagnosi energetica

	Unitario [€/cad]	Fisso [€]	Totale [€]
	750 000,00	0,00	750 000,00

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

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

Cogenerazione	Consumi		Risparmio energetico	
	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Variazione %
Energia elettrica [kWh]	123 622,0	123 573,3	48,7	0,0
Gas naturale [m ³]	18 615,4	0,0	18 615,4	100,0

Valutazione del Risparmio Economico e Tempo di ritorno semplice

Cogenerazione	Costi		Risparmio economico	
	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Variazione %
Energia elettrica [€]	24 724,4	24 714,7	9,7	0,0
Gas naturale [€]	16 567,7	0,0	16 567,7	100,0
Costo complessivo [€]	41 292,1	24 714,7	16 577,4	40,1

Diagnosi energetica

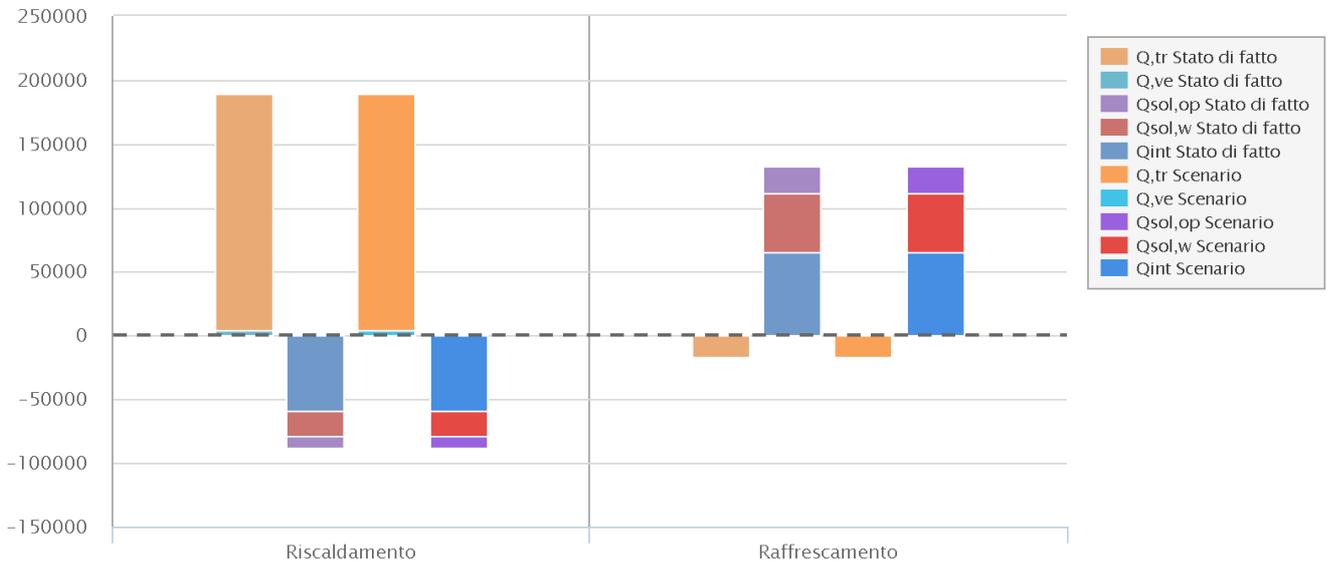
	U.M.	Valore
Costo di investimento	€	750 000,0
Risparmio economico	€/Anno	16 577,5
Tempo di ritorno semplice	Anni	45,2
Risparmio CO2	Kg/m ²	13,9



2.3 DETTAGLI DI CALCOLO – INVOLUCRO: FABBISOGNI DI ENERGIA TERMICA

Fabbisogno di energia termica

Fabbisogno di energia termica [kWh]
Confronto fra apporti e dispersioni di involucro



Fabbisogni di energia termica per riscaldamento

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
QH,tr	kWh	185 062,6	185 062,6	0	-	Fabbisogno di energia termica per trasmissione
QH,ve	kWh	4 056,7	4 056,7	0	-	Fabbisogno di energia termica per ventilazione
Qsol,op	kWh	9 587,2	9 587,2	0	-	Apporti solari sulle superfici opache in riscaldamento

Diagnosi energetica

Qsol,w	kWh	19 845,4	19 845,4	0	-	Apporti solari sulle superfici trasparenti in riscaldamento
Qint	kWh	59 037,3	59 037,3	0	-	Apporti interni in riscaldamento
QH,nd	kWh	121 135,5	121 135,5	0	-	Fabbisogno di energia termica per il riscaldamento

Fabbisogni di energia termica per raffrescamento

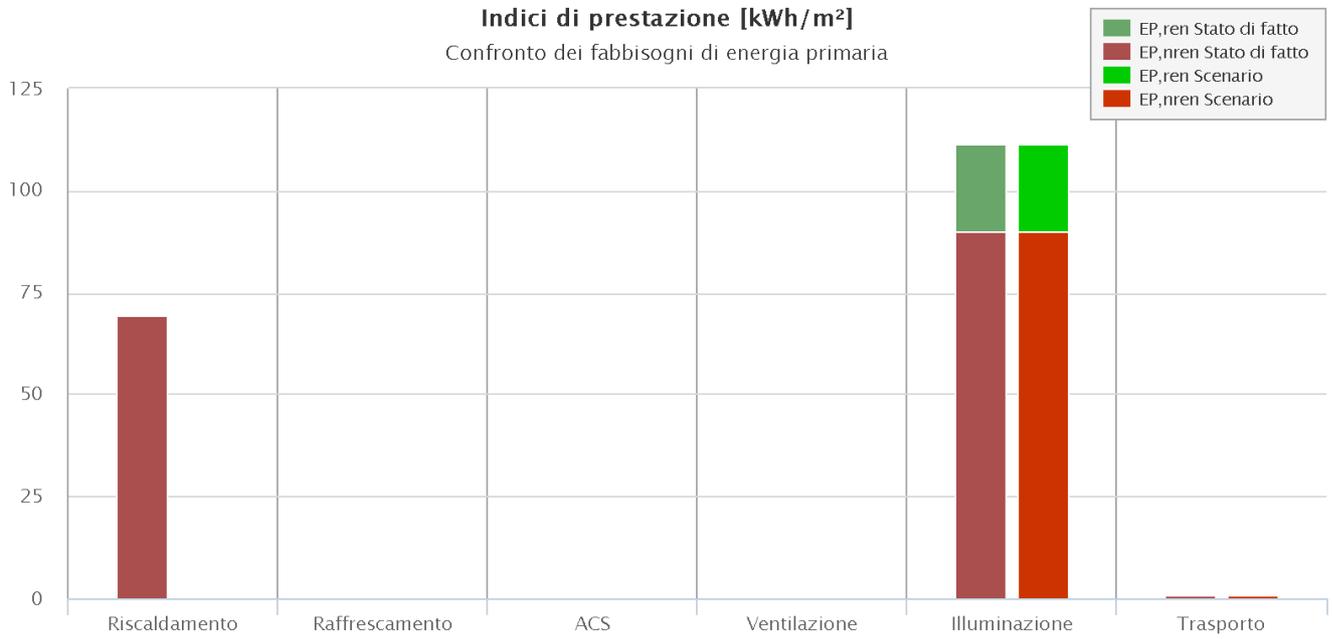
	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
QC,tr	kWh	17 070,0	17 070,0	0	-	Fabbisogno di energia termica per trasmissione
QC,ve	kWh	273,6	273,6	0	-	Fabbisogno di energia termica per ventilazione
Qsol,op	kWh	20 904,3	20 904,3	0	-	Apporti solari sulle superfici opache in raffrescamento
Qsol,w	kWh	46 595,4	46 595,4	0	-	Apporti solari sulle superfici trasparenti in raffrescamento
Qint	kWh	65 342,2	65 342,2	0	-	Apporti interni in raffrescamento
QC,nd	kWh	95 721,8	95 721,8	0	-	Fabbisogno di energia termica per il raffrescamento

Fabbisogni di energia termica e dettagli dell'involucro

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPH,nd	kWh/m ²	45,6	45,6	0	-	Indice di prestazione termica utile di riscaldamento
EPC,nd	kWh/m ²	36,1	36,1	0	-	Indice di prestazione termica utile di raffrescamento
EPW,nd	kWh/m ²	0,0	0,0	0	-	Indice di prestazione termica utile di acs
Asol est/A sup utile	-	0,021	0,021	0	-	Area solare estiva equivalente
YIE	W/m ² K	0,27	0,27	0	-	Trasmittanza termica periodica media

1.4 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 ²	0,0	0,0	0	-	Indice di prestazione rinnovabile per riscaldamento
EPH,nren	kWh/m ²	69,6	0,0	69,6	100,0	Indice di prestazione non rinnovabile per riscaldamento
EPH,tot	kWh/m ²	69,7	0,0	69,7	100,0	Indice di prestazione totale per riscaldamento
ηH,nren	-	0,655	1,000	0,345	52,7	Efficienza globale stagionale di riscaldamento
QR,H	%	0,0	0,0	0	-	Quota rinnovabile per riscaldamento

Illuminazione

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPL,ren	kWh/m ²	21,7	21,7	0	-	Indice di prestazione rinnovabile per illuminazione
EPL,nren	kWh/m ²	89,9	89,9	0	-	Indice di prestazione non rinnovabile per illuminazione
EPL,tot	kWh/m ²	111,5	111,5	0	-	Indice di prestazione totale per ventilazione

Trasporto

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPT,ren	kWh/m ²	0,2	0,2	0	-	Indice di prestazione rinnovabile per trasporto
EPT,nren	kWh/m ²	0,9	0,9	0	-	Indice di prestazione non rinnovabile per trasporto
EPT,tot	kWh/m ²	1,2	1,2	0	-	Indice di prestazione totale per trasporto

Diagnosi energetica

Energia primaria globale

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPgl,ren	kWh/m ²	21,9	21,9	0	-	Indice di prestazione globale rinnovabile
EPgl,nren	kWh/m ²	160,5	90,8	69,7	43,4	Indice di prestazione globale non rinnovabile
EPgl,tot	kWh/m ²	182,3	112,7	69,6	38,2	Indice di prestazione globale dell'edificio
QR,HWC	%	0,0	0,0	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 ²	92,7	92,7	0	-	Indice di prestazione non rinnovabile

3. PROPOSTA DI INTERVENTO MIGLIORATIVO - BACS

Installazione di un sistema di gestione automatica degli edifici e degli impianti conforme al livello B della norma EN15232

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	Installazione sistemi BACS

Caratteristiche dei sistemi di automazione

Diagnosi energetica

Impianto di riscaldamento		CLASSE
Controllo di emissione	Controllo automatico per singolo ambiente con sistema di comunicazione	B
Controllo di emissione per sistemi con attivazione termica delle masse (TABS)	Controllo automatico centralizzato avanzato	B
Regolazione della temperatura dell'acqua calda nella rete di distribuzione (mandata o ritorno)	Controllo in base alla richiesta	A
Controllo delle pompe di circolazione della rete	Controllo multistadio	B
Controllo intermittente di emissione e/o distribuzione	Controllo automatico con sistema start/stop ottimizzato	B
Controllo del generatore a combustione e teleriscaldamento	Controllo a temperatura variabile in funzione della temperatura esterna	B
Controllo di generazione per pompe di calore	Controllo a temperatura variabile in funzione della temperatura esterna	C
Controllo di generazione per unità esterne	Controllo a più stadi della capacità del generatore di calore in base al carico o su richiesta	B
Sequenza di diversi generatori	Priorità basata sul carico e sulla potenzialità del generatore	B
Controllo dell'accumulatore termico (TES)	Predizione di carico sulla base dell'utilizzo dell'accumulo	A

Impianto per acqua calda sanitaria		CLASSE
Controllo della temperatura di accumulo mediante riscaldatore elettrico integrato o pompa di calore elettrica	Controllo automatico on/off, innesco del tempo di ricarica e gestione di accumulo a multisensore	A
Controllo della temperatura di accumulo dell'acs mediante generatore di calore	Controllo automatico on/off, innesco del tempo di ricarica e fornitura in base alla richiesta o gestione di accumulo a multisensore	A
Controllo della temperatura di	Controllo automatico di carica	A

Diagnosi energetica

accumulo mediante collettore solare o generatore di calore	dell'accumulo ad en. solare (Prio. 1) e di carica dell'accumulo supplem. e fornitura in base alla rich. o gest. di accum. a multisens.	
Controllo della pompa di circolazione dell'ACS	Con programmazione oraria	A

Impianto di illuminazione		CLASSE
Controllo dell'illuminazione ambienti da parte degli occupanti	Interruttore manuale + segnale estinzione graduale automatica	B
Controllo in funzione dell'illuminazione naturale	Accensione automatica	B

Schermature esterne		CLASSE
Tipologia di controllo delle aperture (porte, finestre, schermature, ecc.)	Motorizzato con controllo automatico	B

TBM sistemi di gestione tecnica degli edifici		CLASSE
Gestione del setpoint	Impostazione solo da locali tecnici distribuiti / decentralizzati	B
Gestione del tempo di esecuzione	Impostazione individuale secondo un programma predefinito fisso	B
Rilevamento dei guasti di sistemi tecnici di costruzione e supporto alla diagnosi dei guasti	Con indicazione centrale di guasti e allarmi rilevati	B
Report dei consumi energetici e delle condizioni interne	Analisi dei trend e valutazione dei consumi	B
Produzione locale di energia e energie rinnovabili	Coordinamento delle FER locali e della cogenerazione in relazione al profilo della domanda energetica locale, compresa la gestione dell'accumulo di energia; ottimizzazione del proprio consumo	A
Recupero del calore residuo e trasferimento del calore	Gestione del calore di scarto o trasferimento del calore	A

Diagnosi energetica

Integrazione Smart Grid	I sistemi energetici degli edifici sono gestiti e utilizzati in base al carico della rete	A
-------------------------	---	---

BACS EFFICIENZA		H	W	C	V	L
A	Controllo avanzato e automazione					
B	Controllo avanzato	B	B			B
C	Controllo standard					
D	Nessun controllo					

Costo dell'intervento

Costo intervento		
Unitario [€/cad]	Fisso [€]	Totale [€]
236 890,40	0,00	236 890,40

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

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

BACS	Consumi	Risparmio energetico		
	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Variazione %
Energia elettrica [kWh]	123 622,0	108 937,3	14 684,7	11,9
Gas naturale [m ³]	18 615,4	14 706,2	3 909,2	21,0

Valutazione del Risparmio Economico e Tempo di ritorno semplice

BACS	Costi	Risparmio economico		
	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Variazione %
Energia elettrica [€]	24 724,4	21 787,5	2 936,9	11,9
Gas naturale [€]	16 567,7	13 088,5	3 479,2	21,0
Costo complessivo [€]	41 292,1	34 876,0	6 416,1	15,5

Diagnosi energetica

	U.M.	Valore
Costo di investimento	€	236 890,4
Risparmio economico	€/Anno	6 416,2
Tempo di ritorno semplice	Anni	36,9
Risparmio CO2	Kg/m ²	7,9

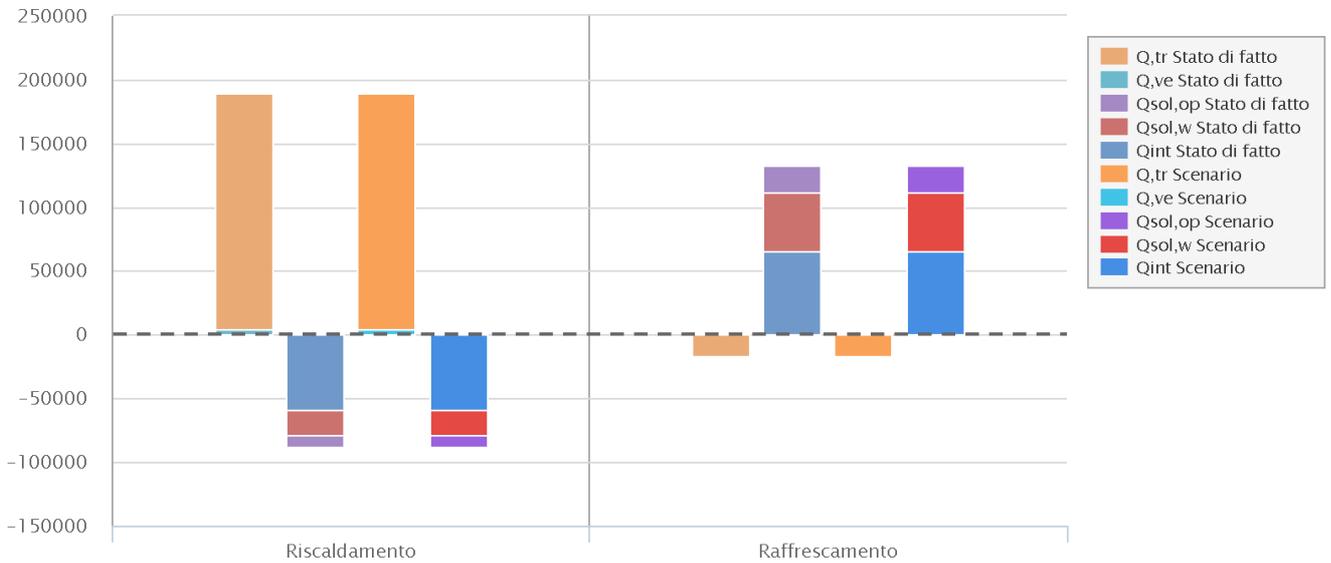


3.3 DETTAGLI DI CALCOLO – INVOLUCRO: FABBISOGNI DI ENERGIA TERMICA

Fabbisogno di energia termica

Fabbisogno di energia termica [kWh]

Confronto fra apporti e dispersioni di involucro



Fabbisogni di energia termica per riscaldamento

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
QH,tr	kWh	185 062,6	185 062,6	0	-	Fabbisogno di energia termica per trasmissione
QH,ve	kWh	4 056,7	4 056,7	0	-	Fabbisogno di energia termica per ventilazione
Qsol,op	kWh	9 587,2	9 587,2	0	-	Apporti solari sulle superfici opache in riscaldamento

Diagnosi energetica

Qsol,w	kWh	19 845,4	19 845,4	0	-	Apporti solari sulle superfici trasparenti in riscaldamento
Qint	kWh	59 037,3	59 037,3	0	-	Apporti interni in riscaldamento
QH,nd	kWh	121 135,5	121 135,5	0	-	Fabbisogno di energia termica per il riscaldamento

Fabbisogni di energia termica per raffrescamento

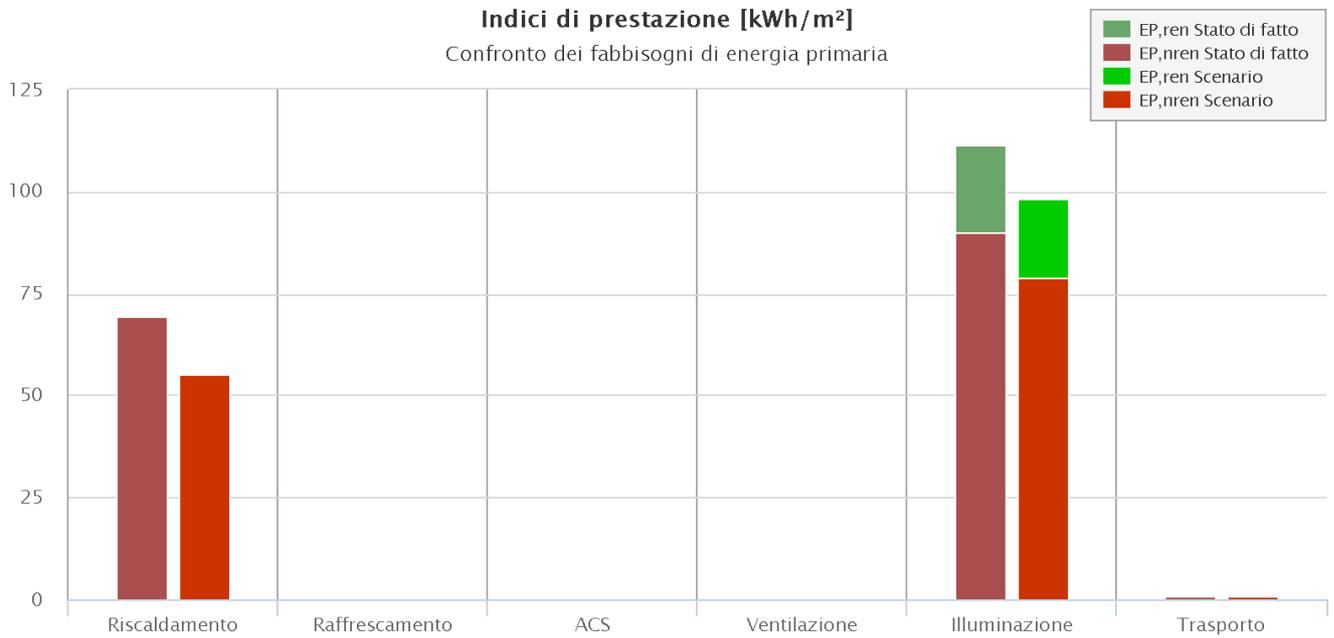
	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
QC,tr	kWh	17 070,0	17 070,0	0	-	Fabbisogno di energia termica per trasmissione
QC,ve	kWh	273,6	273,6	0	-	Fabbisogno di energia termica per ventilazione
Qsol,op	kWh	20 904,3	20 904,3	0	-	Apporti solari sulle superfici opache in raffrescamento
Qsol,w	kWh	46 595,4	46 595,4	0	-	Apporti solari sulle superfici trasparenti in raffrescamento
Qint	kWh	65 342,2	65 342,2	0	-	Apporti interni in raffrescamento
QC,nd	kWh	95 721,8	95 721,8	0	-	Fabbisogno di energia termica per il raffrescamento

Fabbisogni di energia termica e dettagli dell'involucro

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPH,nd	kWh/m ²	45,6	45,6	0	-	Indice di prestazione termica utile di riscaldamento
EPC,nd	kWh/m ²	36,1	36,1	0	-	Indice di prestazione termica utile di raffrescamento
EPW,nd	kWh/m ²	0,0	0,0	0	-	Indice di prestazione termica utile di acs
Asol est/A sup utile	-	0,021	0,021	0	-	Area solare estiva equivalente
YIE	W/m ² K	0,27	0,27	0	-	Trasmittanza termica periodica media

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 ²	0,0	0,0	0	-	Indice di prestazione rinnovabile per riscaldamento
EPH,nren	kWh/m ²	69,6	55,0	14,6	21,0	Indice di prestazione non rinnovabile per riscaldamento
EPH,tot	kWh/m ²	69,7	55,0	14,7	21,1	Indice di prestazione totale per riscaldamento
ηH,nren	-	0,655	0,830	0,175	26,7	Efficienza globale stagionale di riscaldamento
QR,H	%	0,0	0,0	0	-	Quota rinnovabile per riscaldamento

Illuminazione

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPL,ren	kWh/m ²	21,7	19,1	-2,6	-12,0	Indice di prestazione rinnovabile per illuminazione
EPL,nren	kWh/m ²	89,9	79,1	10,8	12,0	Indice di prestazione non rinnovabile per illuminazione
EPL,tot	kWh/m ²	111,5	98,1	13,4	12,0	Indice di prestazione totale per ventilazione

Trasporto

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPT,ren	kWh/m ²	0,2	0,2	0	-	Indice di prestazione rinnovabile per trasporto
EPT,nren	kWh/m ²	0,9	0,9	0	-	Indice di prestazione non rinnovabile per trasporto
EPT,tot	kWh/m ²	1,2	1,2	0	-	Indice di prestazione totale per trasporto

Diagnosi energetica

Energia primaria globale

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPgl,ren	kWh/m ²	21,9	19,3	-2,6	-11,9	Indice di prestazione globale rinnovabile
EPgl,nren	kWh/m ²	160,5	135,0	25,5	15,9	Indice di prestazione globale non rinnovabile
EPgl,tot	kWh/m ²	182,3	154,3	28,0	15,4	Indice di prestazione globale dell'edificio
QR,HWC	%	0,0	0,0	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 ²	92,7	81,9	10,8	11,7	Indice di prestazione non rinnovabile

Firmato da:

SIMONE GIRALDI

codice fiscale GRLSMN69H25G999Q

num.serie: 7789846486973148176

emesso da: ArubaPEC EU Qualified Certificates CA G1

valido dal 23/03/2022 al 21/03/2025

MARCO RISALITI

codice fiscale RSLMRC77C06G999X

num.serie: 5906742511063854953

emesso da: ArubaPEC EU Qualified Certificates CA G1

valido dal 23/03/2022 al 21/03/2025