

RELAZIONE DI DIAGNOSI ENERGETICA

(rapporto finale)

secondo UNI CEI EN 16247-1-2

Committente

Nome *Comune di Sasso Marconi*
Indirizzo *P.zza dei Martiri della Liberazione, 6 - 40037 Sasso Marconi (BO)*

Edificio / condominio

Descrizione *Scuola Elementare "Capoluogo"*
Indirizzo *Via Porrettana, 469 - 40037 Sasso Marconi (BO)*

Studio tecnico

Nome *AESS Modena*
Indirizzo *Via Enrico Caruso 3, 41122 Modena MO Italy*



Software di calcolo *Edilclima EC700 versione 10.20.30 ed EC720 versione 5.19.49*
Data di redazione del documento *14/10/2020*

SOMMARIO

1	Premessa
2	Sintesi della diagnosi energetica
3	Generalità ed impostazioni di calcolo
4	Analisi energetica dell'edificio
4.1	Dati climatici (calcolo mensile)
4.2	Caratteristiche del fabbricato (calcolo mensile)
4.2.1	<i>Strutture disperdenti</i>
4.2.2	<i>Principali risultati dei calcoli</i>
4.3	Caratteristiche degli impianti
4.3.1	<i>Impianto di riscaldamento idronico</i>
4.3.2	<i>Impianto di acqua calda sanitaria</i>
4.3.3	<i>Altri impianti</i>
4.4	Principali risultati dei calcoli
5	Confronto con i consumi reali
5.1	Edificio
5.1.1	<i>2017/2018</i>
5.1.2	<i>2018/2019</i>
5.1.3	<i>Stagione media</i>
6	Raccomandazioni circa i possibili interventi
6.1	Isolamento solaio sottotetto
6.1.1	<i>Coibentazione solaio confinante verso ambiente non climatizzato</i>
6.1.2	<i>Prestazioni raggiungibili</i>
6.2	Sostituzione generatore di calore e installazione valvole termostatiche
6.2.1	<i>Installazione valvole termostatiche su tutti i corpi radianti</i>
6.2.2	<i>Sostituzione del generatore di calore ad uso combinato (riscaldamento e acqua calda sanitaria) mediante caldaia a condensazione classificata **** stelle</i>
6.2.3	<i>Prestazioni raggiungibili</i>
6.3	Scenario 1 + Scenario 2
6.3.1	<i>Coibentazione solaio confinante verso ambiente non climatizzato</i>
6.3.2	<i>Installazione valvole termostatiche su tutti i corpi radianti</i>
6.3.3	<i>Sostituzione del generatore di calore ad uso combinato (riscaldamento e acqua calda sanitaria) mediante caldaia a condensazione classificata **** stelle</i>
6.3.4	<i>Prestazioni raggiungibili</i>
7	Analisi economica degli interventi
7.1	Isolamento solaio sottotetto
7.2	Sostituzione generatore di calore e installazione valvole termostatiche
7.3	Scenario 1 + Scenario 2

1 PREMESSA

Per “diagnosi energetica” di un edificio si intende, in conformità al DLgs 192/05 (allegato A, comma 10), un elaborato tecnico, riguardante tanto il fabbricato quanto gli impianti, volto ad individuare le possibili opportunità di risparmio energetico (quantificandone i risparmi conseguibili, energetico ed economico, ed i rispettivi tempi di ritorno), ad identificare la classe energetica raggiungibile a valle degli interventi ed a fornire, nel contempo, un’adeguata motivazione delle scelte impiantistiche prospettate. La diagnosi energetica di un edificio può essere diretta, in generale, a differenti scopi, quali una riqualificazione energetica, un’analisi volontaria o il soddisfacimento di obblighi di legge (es. nuova installazione o ristrutturazione di impianti con potenza superiore o uguale a 100 kW_t, compreso il distacco dall’impianto centralizzato, adempimenti connessi alle grandi imprese ed imprese energivore, ecc.).

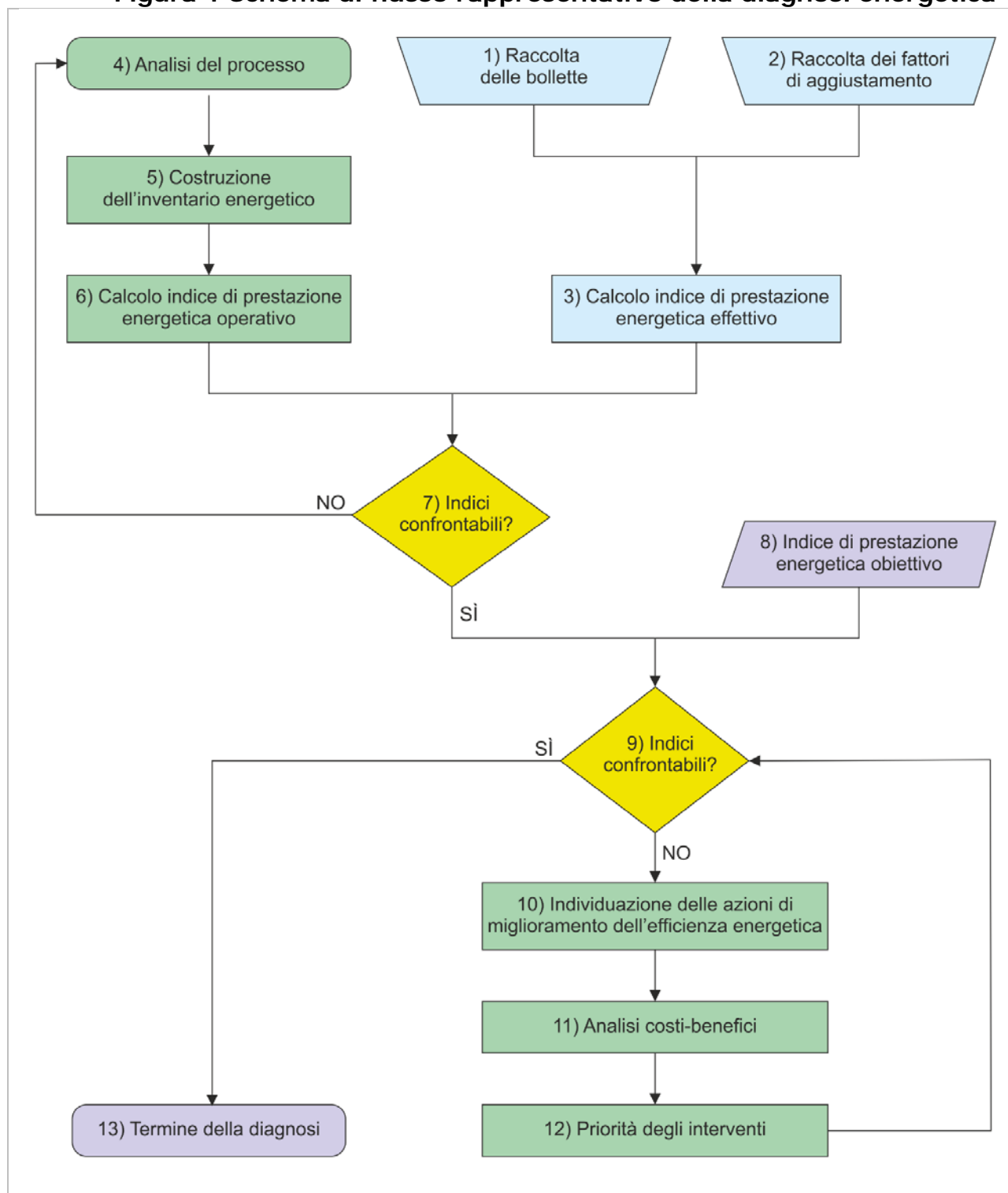
Modalità operative

Le modalità operative, gli scopi ed i passaggi essenziali di una diagnosi energetica sono definiti dalle norme UNI CEI/TR 11428 ed UNI CEI EN 16247. In particolare la prima, costituente una sorta di linea guida nazionale, disciplina i requisiti ed aspetti generali mentre la seconda, traduzione italiana della corrispondente norma europea, si articola in quattro parti, riguardanti, rispettivamente, i principi di base, gli edifici, i processi ed i trasporti. Ad esse si aggiungono, per ciascun ambito di applicazione della diagnosi, i rispettivi progetti di linee guida CTI, ad oggi in fase di elaborazione. Secondo tali norme, la diagnosi energetica di un edificio consiste in una procedura sistematica ed articola in passaggi ben definiti, così sintetizzabili: il rilievo delle bollette (consumi storici), l’analisi energetica dell’edificio (volta a fornirne un’adeguata conoscenza del profilo di consumo energetico, tenuto conto di tutti i servizi energetici dei quali l’edificio è provvisto), il confronto tra i consumi calcolati ed i consumi reali (validazione sul campo del modello di calcolo), l’individuazione delle opportunità di risparmio energetico (ottimizzandole sotto il profilo dei costi-benefici) ed il resoconto finale in merito alle valutazioni svolte ed ai risultati conseguiti. A ciò si aggiunge una verifica finale, a valle dell’esecuzione delle opere, basata sul confronto tra le prestazioni attese ed i consumi effettivamente raggiunti. Secondo chiarimenti forniti da CTI ed ENEA, la conformità della diagnosi alle predette normative è garanzia di rispetto dei requisiti richiesti dall’allegato 2 al DLgs 102/14. Gli aspetti procedurali ed i passaggi essenziali della diagnosi sono riassumibili in uno schema di flusso, raffigurato nella pagina seguente (figura 1).

Metodologie di calcolo

L’analisi energetica dell’edificio consiste nell’individuazione dei flussi di energia relativi al fabbricato (involucro edilizio) ed agli impianti (sistemi tecnologici dedicati ai differenti servizi). Presupposto di tale analisi è l’esecuzione di un accurato rilievo. Occorre però mettere in evidenza una profonda differenza, dal punto di vista metodologico, tra i calcoli finalizzati alla certificazione energetica ed i calcoli finalizzati alla diagnosi. Se infatti lo scopo dei calcoli di certificazione è quello di definire indicatori di riferimento, volti a “contrassegnare” gli edifici ed a consentirne il confronto, l’obiettivo primario di una diagnosi è la costruzione di un modello di calcolo affidabile, finalizzato all’individuazione dei consumi effettivi ed alla modellazione delle possibili opere di efficientamento. Ne consegue che, in caso di certificazione, occorre attenersi a metodologie ben circoscritte nonché strettamente normate. In particolare, le metodologie di calcolo per la valutazione delle prestazioni energetiche degli edifici sono ad oggi definite dai decreti attuativi della Legge 90/13, vale a dire i DM 26.06.15, secondo i quali il pacchetto normativo di riferimento è costituito dalle specifiche tecniche UNI/TS 11300 ed altre norme EN ad esse correlate. In caso invece di diagnosi, pur costituendo le UNI/TS 11300 il metodo di base ed un punto di riferimento, ci si avvale di un calcolo più “libero”, il quale si discosta, ove necessario, da esse in virtù dell’obiettivo primario perseguito, vale a dire la comprensione delle ragioni dei consumi effettivi. I differenti scopi ed approcci dei calcoli finalizzati alla certificazione ed alla diagnosi sono inoltre espressi ed enfatizzati dall’adozione di differenti opzioni ed impostazioni. Il calcolo delle prestazioni energetiche può essere infatti condotto secondo tre differenti modalità di valutazione, come definite dalle specifiche tecniche UNI/TS 11300 (prospetto 2): A1 (di progetto), A2 (standard) ed A3 (adattata all’utenza). Le prime due modalità (A1 ed A2), le quali trovano applicazione, rispettivamente, ai calcoli di progetto ed alla formulazione dell’APE, si fondano sull’adozione di parametri convenzionali, rappresentativi delle condizioni di clima ed utenza standard. La terza modalità (A3), da utilizzarsi ai fini delle diagnosi energetiche, si fonda invece su parametri quanto più possibile effettivi, volti a rappresentare le reali condizioni dell’edificio.

Figura 1 Schema di flusso rappresentativo della diagnosi energetica



2 SINTESI DELLA DIAGNOSI ENERGETICA

La presente diagnosi energetica ha come oggetto un edificio così identificato:

Caratteristiche generali dell'edificio oggetto della diagnosi

Descrizione edificio	<i>Scuola Elementare "Capoluogo"</i>
Comune	<i>Sasso Marconi</i>
Provincia	<i>Bologna</i>
CAP	<i>40037</i>
Indirizzo edificio	<i>Via Porrettana, 469 - 40037 Sasso Marconi (BO)</i>
Zona climatica	<i>E</i>
Gradi giorno DPR 412/93 (GG _{DPR 412/93}) [°Cg]	<i>2339</i>
Categoria prevalente (DPR 412/93)	<i>E.7</i>
Altre categorie (DPR 412/93)	
Numero di unità immobiliari	<i>1</i>
Numero di fabbricati	<i>1</i>
Periodo di costruzione	<i>Anni '50</i>
Scopo / contesto della diagnosi energetica	<i>Fornitura di un Servizio Energia</i>
Riferimento	<i>DLgs 115/08, allegato 2 + DLgs 102/14</i>

Descrizione sintetica dell'edificio

L'immobile è inserito in un contesto urbano. E' un edificio a blocco ad uso esclusivamente scolastico. La sua costruzione risale agli anni '50. E' composto di due piani fuori terra.

Immagine edificio



Le caratteristiche dimensionali dell'edificio sono così riassumibili:

Caratteristiche dimensionali complessive dell'edificio

Superficie utile	S _{utile}	1230,82	m ²
Superficie lorda	S _{lorda}	1409,60	m ²
Volume netto	V _{netto}	5531,87	m ³
Volume lordo	V _{lordo}	6992,20	m ³
Fattore di forma	S/V	0,43	m ⁻¹

L'edificio è provvisto, nel suo stato di fatto, dei seguenti servizi energetici ed impianti:

Servizi ed impianti di cui è provvisto l'edificio

Servizio / impianto	Tipologia	Caratteristiche
Riscaldamento idronico (H _{idr})	Centralizzato	-
Acqua calda sanitaria (W)	Centralizzato	Combinato
Climatizzazione estiva (C)	Assente	-
Ventilazione (V)	Assente	-
Riscaldamento aeraulico (H _{aer})	Assente	-
Illuminazione (L)	Considerato	-
Trasporto (T)	Presente	-
Solare termico (ST)	Assente	-
Solare fotovoltaico (SF)	Assente	-

Le prestazioni energetiche dell'edificio sono, nello stato di fatto, così riassumibili:

Prestazioni energetiche stato di fatto

Indice di prestazione energetica globale non innovabile	EP _{gl,nren}	163,95	kWh _p /m ² anno
Classe energetica		E	
Spesa globale annua	S _{gl}	18667,05	€/anno

Sono stati individuate le seguenti possibili opere di risparmio energetico (raccomandazioni), articolate in differenti scenari. Ciascuno scenario si articola a sua volta in più interventi.

Raccomandazioni

Scenario	1	Descrizione scenario	Isolamento solaio sottotetto		
Intervento	Descrizione intervento				
1	Coibentazione solaio confinante verso ambiente non climatizzato				
Parametri di valutazione		Stato di fatto	Scenario	Δ	%
Costo complessivo scenario(C) [€]			25879,00		
Spesa globale annua (S _{gl})[€/anno]		18667,05	16733,10	1933,95	10,40
Tempo di ritorno semplice (t _r) [anni]			13,4		
EP _{gl,nren} [kWh _p /m²anno]		163,95	145,09	18,86	11,50
Classe energetica		E	D		

Scenario	2	Descrizione scenario	Sostituzione generatore di calore e installazione valvole termostatiche		
Intervento	Descrizione intervento				
1	Installazione valvole termostatiche su tutti i corpi radianti				
2	Sostituzione del generatore di calore ad uso combinato (riscaldamento e acqua calda sanitaria) mediante caldaia a condensazione classificata **** stelle				
Parametri di valutazione		Stato di fatto	Scenario	Δ	%
Costo complessivo scenario(C) [€]			33210,00		
Spesa globale annua (S _{gl})[€/anno]		18667,05	16459,10	2207,95	11,80
Tempo di ritorno semplice (t _r) [anni]			15,0		
EP _{gl,nren} [kWh _p /m ² anno]		163,95	142,81	21,14	12,90
Classe energetica		E	D		

Scenario	3	Descrizione scenario	Scenario 1 + Scenario 2		
Intervento	Descrizione intervento				
1	Coibentazione solaio confinante verso ambiente non climatizzato				
2	Installazione valvole termostatiche su tutti i corpi radianti				
3	Sostituzione del generatore di calore ad uso combinato (riscaldamento e acqua calda sanitaria) mediante caldaia a condensazione classificata **** stelle				
Parametri di valutazione		Stato di fatto	Scenario	Δ	%
Costo complessivo scenario(C) [€]			59089,00		
Spesa globale annua (S _{gl})[€/anno]		18667,05	14806,96	3860,09	20,70
Tempo di ritorno semplice (t _r) [anni]			15.3		

EP _{gl,nren} [kWh _p /m ² anno]	163,95	126,65	37,29	22,70
Classe energetica	E	D		

Le opere di risparmio energetico verranno descritte, nel dettaglio, al capitolo "Raccomandazioni circa i possibili interventi".

3 GENERALITA' ED IMPOSTAZIONI DI CALCOLO

La procedura di diagnosi energetica richiede una valutazione dell'edificio nel suo complesso, tenuto conto di tutti i servizi energetici ed impianti in esso presenti (progetto di linee guida CTI, punto 1).

Rilievo dell'edificio

Il rilievo delle caratteristiche dell'edificio è stato effettuato con riferimento sia alle strutture disperdenti esterne sia ai sottosistemi impiantistici.

Software di calcolo

I software di calcolo adottati sono EC700 versione 10.20.30 (modulo base, provvisto di certificato di validazione CTI n. 73) ed EC720 versione 5.19.49 (modulo aggiuntivo, specifico per la diagnosi energetica).

Metodo ed impostazioni di calcolo

L'analisi è stata eseguita applicando le specifiche tecniche UNI/TS 11300 ed adottando la modalità di valutazione A3 (Tailored Rating). Il calcolo dell'energia termica utile invernale ed estiva è stato condotto secondo il metodo mensile. La modalità di valutazione A3 si basa sulle condizioni effettive di utilizzo (tenendo conto, ad esempio, di aspetti quali la stagione di calcolo reale, il regime di funzionamento dell'impianto ed il fattore di contabilizzazione). La modalità di valutazione A2 (Asset Rating), così come la modalità di valutazione A1 (Design Rating), si basa invece sulle condizioni standard (adozione di valori convenzionali o tabulati). La valutazione A3 può discostarsi in modo più o meno marcato dalla valutazione A2 secondo lo scopo ed in base alla discrezione ed esperienza del progettista (al limite le due modalità di valutazione possono coincidere). Si riassumono, nel prospetto seguente, le principali differenze tra le modalità di valutazione A1, A2 ed A3.

Prospetto 1 Principali differenze tra le modalità di valutazione A1, A2 ed A3

Parametro	A1 / A2	A3
Dati climatici	Convenzionali	Convenzionali / reali
Fattori di ombreggiatura	Convenzionali	Convenzionali / analitici / forfettari
Apporti interni	Convenzionali	Convenzionali / reali
Temperature interne	Convenzionali	Convenzionali / reali
Umidità relativa interna	Convenzionale	Convenzionale / reale
Ricambi d'aria	Convenzionali	Convenzionali / reali
Stagione di riscaldamento	Convenzionale	Convenzionale / reale / nota
Stagione di raffrescamento	Convenzionale	Reale / nota
Vicini	Presenti	Presenti / assenti
Regime di funzionamento impianto	Continuo	Continuo / intermittente
Fattore di contabilizzazione	Non considerato	Considerato / non considerato
Rendimento di emissione	Semplificato / analitico	Semplificato / analitico / misure
Rendimento di regolazione	Convenzionale	Convenzionale / corretto
Consumi di ACS	Convenzionali	Convenzionali / reali
Temperature reti di distribuzione ACS	Convenzionali	Convenzionali / reali
Illuminazione	Ambienti interni	Ambienti interni ed esterni

Principali impostazioni di calcolo adottate (dati climatici, fabbricato, zone, locali ed impianti)

Nella valutazione degli scenari di efficientamento energetico, vengono utilizzati i dati climatici standard di cui alla norma UNI 10349:2016.

L'edificio costituisce unica zona termica, modellata per locali inserendo gli elementi disperdenti.

Stagioni di calcolo

Energia invernale

Stagione di riscaldamento	Convenzionale		
Dal	15 ottobre	Al	15 aprile
Giorni di riscaldamento (n_{risc})	183		

Energia estiva

Stagione di raffrescamento	Reale		
Dal	14 maggio	Al	15 settembre
Giorni di raffrescamento (n_{raffr})	125		

Fattori di conversione in energia primaria

Vettore energetico	$f_{p,nren}$ [kWh _p /kWh _{t/el}]	$f_{p,ren}$ [kWh _p /kWh _{t/el}]	$f_{p,tot}$ [kWh _p /kWh _{t/el}]	f_{co2} [kg/kWh _{t/el}]
Energia elettrica da rete	1,950	0,470	2,420	0,460
Solare termico	0,000	1,000	1,000	-
Solare fotovoltaico	0,000	1,000	1,000	-
Ambiente esterno (pompa di calore)	0,000	1,000	1,000	-
Energia esportata da fotovoltaico	0,000	1,000	1,000	-

Nota: i fattori di conversione dell'energia consegnata dai vettori energetici sono definiti dalla Tabella 1 del decreto "requisiti minimi" (DM 26.06.15). I fattori di conversione dell'energia elettrica esportata sono definiti dalla UNI/TS 11300-5, in vigore dal 29.06.16 (fino a tale data, si adottano invece quelli definiti dalla Raccomandazione CTI/14). Il costo dell'energia elettrica da rete è tratto dai prezzi correnti mentre i parametri relativi ai singoli combustibili verranno dettagliati, nel presente documento, in relazione a ciascun generatore.

Caratteristiche dei singoli vettori energetici

Vettore energetico	UM	PCI [kWh _t /UM]	c [€/UM]
Metano	Sm ³	9,423	0,82
Propano	Sm ³	24,636	0,82
Butano	Sm ³	32,021	0,82
Gasolio	kg	11,870	1,70
GPL	kg	12,778	1,63
Legname (25% umidità)	kg	3,833	0,15
Olio combustibile	kg	11,750	1,07
Pellet	kg	4,667	0,25
Carbone	kg	7,917	0,14
Teleriscaldamento	kWh _t	-	0,09
GPL (70% Propano + 30% Butano)	Sm ³	26,780	5,50
Energia elettrica	kWh	-	0,25

Valori limite

I valori limite dei parametri energetici, da adottarsi come riferimento per la valutazione ed il giudizio sui valori calcolati, sono definiti, così come le classi energetiche, dai decreti attuativi della Legge 90/13 (i cosiddetti DM 26.06.15, afferenti, rispettivamente, ai requisiti minimi ed alle linee guida nazionali), in relazione allo specifico edificio ed attraverso i corrispondenti edifici di riferimento. Per "edificio di riferimento" si intende una sorta di edificio "gemello" di quello considerato, con il quale condivide determinate caratteristiche, caratterizzato, però, da valori predefiniti di taluni parametri (quali, secondo il caso, trasmittanze, efficienze impiantistiche, ecc.). I valori minimi della quota rinnovabile sono invece definiti dal DLgs n. 28/11 (allegato 3, comma 1). Si precisa che la classe energetica ed i valori limite indicati nel presente documento, da considerarsi quali un riferimento, si basano sul calcolo effettuato secondo la valutazione A3 quindi non coincideranno necessariamente con quelli calcolati, rispettivamente, ai fini dell'APE (valutazione A2) o del progetto (valutazione A1).

Simboli adottati

Nella presente relazione si adotteranno, per i parametri energetici ed i servizi, i seguenti simboli principali (in conformità alle specifiche tecniche UNI/TS 11300):

Legenda dei parametri energetici:			
Q	Energia termica o elettrica	E	Consumo, energia consegnata, esportata o primaria
W	Energia elettrica	Φ	Potenza termica o elettrica
Legenda dei principali pedici:			
del	potenza o energia consegnata	em	emissione
p	energia primaria	reg	regolazione
out	uscita	du	distribuzione di utenza
in	ingresso	dp	distribuzione primaria
aux	ausiliari	gen	generazione
Legenda dei servizi:			
H _{idr}	Riscaldamento idronico	C	Raffrescamento (idronico ed aerale)
H _{aer}	Riscaldamento aerale (trattamenti aria)	W	Acqua calda sanitaria
H	Riscaldamento (idronico ed aerale)	V	Ventilazione
C _{idr}	Raffrescamento idronico	L	Illuminazione
C _{aer}	Raffrescamento aerale (trattamenti aria)	T	Trasporto di persone o cose

4 ANALISI ENERGETICA DELL'EDIFICIO

4.1 Dati climatici (calcolo mensile)

Si sintetizzano di seguito le caratteristiche geografiche della località ed i principali dati climatici adottati nel calcolo. Si precisa che per "gradi giorno" si intende, in conformità alla norma UNI EN ISO 15927-6, la sommatoria degli scostamenti giornalieri tra la temperatura interna invernale ed esterna. In particolare, i gradi giorno "DPR 412/93" sono quelli definiti dal decreto ed utilizzati per la definizione della zona climatica. I gradi giorno "calcolati" sono invece rappresentativi delle temperature esterne in corrispondenza della quali è stata condotta l'analisi energetica.

Caratteristiche geografiche

Comune	Sasso Marconi		
Provincia	Bologna		
Altitudine s.l.m.		128	m
Latitudine nord		44°23'	
Longitudine est		11°14'	
Gradi giorno DPR 412/93	GG _{DPR412/93}	2339	°Cg
Gradi giorno calcolati	GG _{calc}	2419	°Cg
Zona climatica		E	
Regione di vento		ADRIATICO	
Direzione del vento prevalente		Sud-Ovest	
Distanza da mare		> 40	km
Velocità del vento media	V _{media}	2,00	m/s
Velocità del vento massima	V _{max}	4,00	m/s
Temperatura esterna di progetto	θ _{e,des}	-5,4	°C
Irradianza mensile massima sul piano orizzontale		273,1	W _t /m ²

Dati climatici mensili

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
θ _{H,int} [°C]	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
θ _e [°C]	0,9	5,0	9,2	13,2	17,3	21,8	24,4	21,2	18,9	15,2	8,9	3,4
n _{risc} [g]	31	28	31	15	0	0	0	0	0	17	30	31
GG _{calc} [°Cg]	592	420	335	116	0	0	0	0	0	109	333	515
p [Pa]	523,7	508,6	672,6	951,8	1124,3	1380,9	1383,5	1415,9	1470,9	1309,0	881,9	629,0

Irradiazione solare giornaliera media mensile (H) [MJ/m²]

Orient.	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
N	1,6	2,6	3,8	5,5	8,3	9,2	9,7	7,0	4,8	2,9	1,9	1,4
NE	1,8	3,3	5,2	7,9	10,9	11,4	12,8	9,6	6,8	3,5	2,1	1,4
E	3,6	6,1	7,9	10,7	13,1	13,1	15,2	12,3	9,7	5,4	3,6	2,3
SE	6,0	9,0	9,6	11,2	12,2	11,6	13,6	12,1	11,0	7,0	5,4	3,6
S	7,6	10,7	10,0	10,1	10,2	9,5	10,9	10,5	10,7	7,8	6,5	4,5
SO	6,0	9,0	9,6	11,2	12,2	11,6	13,6	12,1	11,0	7,0	5,4	3,6
O	3,6	6,1	7,9	10,7	13,1	13,1	15,2	12,3	9,7	5,4	3,6	2,3
NO	1,8	3,3	5,2	7,9	10,9	11,4	12,8	9,6	6,8	3,5	2,1	1,4
Orizzontale	4,5	8,0	11,1	15,8	20,2	20,6	23,6	18,5	14,0	7,6	4,8	3,1

Legenda:

θ _{H,int}	Temperatura interna invernale
θ _e	Temperatura esterna media mensile
n _{risc}	Giorni di riscaldamento
GG _{calc}	Gradi giorno calcolati
p	Pressione del vapore

4.2 Caratteristiche del fabbricato (calcolo mensile)

Il calcolo del fabbisogno di energia termica utile del fabbricato (inteso come solo involucro edilizio, senza considerare gli impianti) si fonda, in caso di metodo mensile, su un bilancio termico tra dispersioni ed apporti. Tale calcolo deve essere condotto per ciascuna zona termica. In particolare, secondo quanto indicato dalla UNI/TS 11300-1 (punto 12), ai fini delle prestazioni termiche del fabbricato ($Q_{H/C,nd,rif}$), ovvero l'energia utile, si considera la sola ventilazione naturale o "di riferimento" mentre, ai fini delle prestazioni energetiche dell'edificio ($E_{H/C,p}$), ovvero l'energia primaria, si considera la ventilazione meccanica o "effettiva", ove presente. Il fabbisogno complessivo dell'edificio si ottiene poi come sommatoria dei fabbisogni delle singole zone.

Calcolo invernale

Il fabbisogno mensile di energia utile della singola zona per riscaldamento ($Q_{H,nd,rif}$) si calcola nel seguente modo (UNI/TS 11300-1, formula 1):

$$Q_{H,nd} = (Q_{H,tr} + Q_{H,r} + Q_{H,ve} - Q_{H,sol,op}) - \eta_{H,gn} \times (Q_{H,int} + Q_{H,sol,w}) \quad [kWh_t]$$

dove:

$Q_{H,tr}$ = dispersioni per trasmissione [kWh_t];

$Q_{H,r}$ = dispersioni per extraflusso [kWh_t];

$Q_{H,ve}$ = dispersioni per ventilazione [kWh_t];

$Q_{H,sol,op}$ = apporti solari attraverso i componenti opachi [kWh_t];

$\eta_{H,gn}$ = fattore di utilizzazione degli apporti [-];

$Q_{H,int}$ = apporti interni [kWh_t];

$Q_{H,sol,w}$ = apporti solari attraverso i componenti finestrati [kWh_t].

Calcolo estivo

Il fabbisogno mensile di energia utile della singola zona per raffrescamento ($Q_{C,nd,rif}$) si calcola nel seguente modo (UNI/TS 11300-1, formula 2):

$$Q_{C,nd} = (Q_{C,int} + Q_{C,sol,w}) - \eta_{C,ls} \times (Q_{C,tr} + Q_{C,r} + Q_{C,ve} - Q_{C,sol,op}) \quad [kWh_t]$$

dove:

$Q_{C,int}$ = apporti interni [kWh_t];

$Q_{C,sol,w}$ = apporti solari attraverso i componenti finestrati [kWh_t];

$\eta_{C,ls}$ = fattore di utilizzazione delle perdite [-];

$Q_{C,tr}$ = dispersioni per trasmissione [kWh_t];

$Q_{C,r}$ = dispersioni per extraflusso [kWh_t];

$Q_{C,ve}$ = dispersioni per ventilazione [kWh_t];

$Q_{C,sol,op}$ = apporti solari attraverso i componenti opachi [kWh_t].

4.2.1 Strutture disperdenti

Si descrivono di seguito le differenti strutture disperdenti costituenti il fabbricato raffrontandone le rispettive trasmittanze medie ai corrispondenti limiti di legge ed esplicitandone le dispersioni (invernali ed estive). Per ciascuna struttura verrà inoltre evidenziata la rispettiva incidenza sulle dispersioni totali. I valori limite sono costituiti, come prescritto dal DM 26.06.15 (appendice A), dalle trasmittanze del cosiddetto "edificio di riferimento". Per edificio di riferimento si intende un edificio identico a quello reale, per geometria ed ubicazione, ma contraddistinto da valori prefissati di determinati parametri. Si riporta inoltre una breve descrizione dei componenti finestrati ed opachi.

Descrizione sintetica dei componenti opachi

(vs esterno) Muratura portante in mattoni pieni intonacata sia esternamente che internamente, non coibentata.

(vs piano interrato) Solaio in latero-cemento, pavimento in ceramica.

(vs sottotetto) Solaio in latero-cemento, non pavimentato.

(vs esterno) Copertura civile inclinata.

Descrizione sintetica dei componenti finestrati

Telaio: Legno, Metallo.

Vetro: Vetrocamera.

4.2.2 Dispersioni edificio

Dispersioni invernali

Muri										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W _t /m ² K]	S _{tot} [m ²]	Q _{H,tr} [kWh _t]	%	Q _{H,r} [kWh _t]	%	Q _{H,sol, op} [kWh _t]	%
M1	T	Parete esterna	1,738	417,28	42107,2	16,3	5527,6	34,0	7424,4	17,3
M2	T	Parete esterna	1,446	467,24	39222,5	15,1	4773,8	29,4	6390,8	14,9
M3	T	Parete esterna	2,407	10,83	1513,4	0,6	26,0	0,2	22,2	0,1
M4	T	Parete esterna	1,466	310,67	26442,7	10,2	2290,2	14,1	1947,8	4,5
M10	T	PLEGNO	4,158	23,02	5557,5	2,1	748,0	4,6	1218,8	2,8
M11	T	PALL	0,502	2,40	70,0	0,0	3,1	0,0	2,7	0,0
Totale				1231,44	114913,2	44,4	13368,6	82,3	17006,7	39,6

Pavimenti										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W _t /m ² K]	S _{tot} [m ²]	Q _{H,tr} [kWh _t]	%	Q _{H,r} [kWh _t]	%	Q _{H,sol, op} [kWh _t]	%
P1	U	Pavimento su cantina	1,260	756,16	27662,5	10,7	0,0	0,0	0,0	0,0
Totale				756,16	27662,5	10,7	0,0	0,0	0,0	0,0

Soffitti										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W _t /m ² K]	S _{tot} [m ²]	Q _{H,tr} [kWh _t]	%	Q _{H,r} [kWh _t]	%	Q _{H,sol, op} [kWh _t]	%
S1	U	Soffitto sottotetto	1,918	517,58	51864,2	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0
S3	T	Soffitto a terrazzo	1,763	105,96	10844,7	4,2	0,0	0,0	2474,7	5,8
S4	T	Soffitto a terrazzo	1,580	135,85	12464,5	4,8	0,0	0,0	2844,3	6,6
Totale				759,39	75173,4	29,0	0,0	0,0	5319,0	12,4

Componenti finestrati										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W _t /m ² K]	S _{tot} [m ²]	Q _{H,tr} [kWh _t]	%	Q _{H,r} [kWh _t]	%	Q _{H,sol, w} [kWh _t]	%
W1	T	F1	2,371	110,76	15247,5	5,9	1602,8	9,9	15019,5	35,0
W2	T	F2	2,192	6,86	873,1	0,3	34,9	0,2	85,6	0,2
W3	T	F3	2,199	2,60	331,9	0,1	13,0	0,1	46,3	0,1
W4	T	F4	2,587	49,97	7506,2	2,9	433,2	2,7	1725,3	4,0
W5	T	F5	2,539	12,84	1892,8	0,7	22,3	0,1	96,3	0,2
W6	T	F6	2,567	15,84	2361,3	0,9	210,4	1,3	689,4	1,6
W7	T	F7	2,538	1,22	179,8	0,1	8,9	0,1	25,3	0,1
W8	T	F8	2,547	21,00	3105,1	1,2	368,2	2,3	1140,1	2,7
W9	T	F9	2,533	2,12	311,8	0,1	20,5	0,1	144,4	0,3
W10	T	F10	2,568	2,78	414,5	0,2	23,5	0,1	89,1	0,2
W11	T	F11	2,583	7,82	1172,8	0,5	146,8	0,9	1533,6	3,6
Totale				233,81	33396,8	12,9	2884,4	17,7	20594,9	48,0

Ponti termici						
Cod.	Tipo	Descrizione	ψ [W _t /mK]	L _{tot} [m]	Q _{H,tr} [kWh _t]	%
Z1	-	GF - Parete - Solaio rialzato	0,037	321,69	519,3	0,2
Z2	-	IF - Parete - Solaio interpiano	0,023	335,44	448,9	0,2
Z3	-	R - Parete - Copertura	0,077	460,52	1949,7	0,8
Z4	-	W - Parete - Telaio	0,159	525,42	4837,3	1,9
Totale				1643,07	7755,2	3,0

Dispersioni estive

Muri										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W _t /m ² K]	S _{tot} [m ²]	Q _{c,tr} [kWh _t]	%	Q _{c,r} [kWh _t]	%	Q _{c,sol, op} [kWh _t]	%
M1	T	Parete esterna	1,738	417,28	9748,6	16,3	5159,0	34,0	10063,8	16,3
M2	T	Parete esterna	1,446	467,24	9080,8	15,1	4455,5	29,4	8786,8	14,2
M3	T	Parete esterna	2,407	10,83	350,4	0,6	24,3	0,2	51,6	0,1
M4	T	Parete esterna	1,466	310,67	6122,0	10,2	2137,4	14,1	4160,6	6,7
M10	T	PLEGNO	4,158	23,02	1286,7	2,1	698,1	4,6	1379,8	2,2
M11	T	PALL	0,502	2,40	16,2	0,0	2,9	0,0	6,1	0,0
Totale				1231,44	26604,7	44,4	12477,2	82,3	24448,8	39,6

Pavimenti										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W _t /m ² K]	S _{tot} [m ²]	Q _{c,tr} [kWh _t]	%	Q _{c,r} [kWh _t]	%	Q _{c,sol, op} [kWh _t]	%
P1	U	Pavimento su cantina	1,260	756,16	6404,4	10,7	0,0	0,0	0,0	0,0
Totale				756,16	6404,4	10,7	0,0	0,0	0,0	0,0

Soffitti										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W _t /m ² K]	S _{tot} [m ²]	Q _{c,tr} [kWh _t]	%	Q _{c,r} [kWh _t]	%	Q _{c,sol, op} [kWh _t]	%
S1	U	Soffitto sottotetto	1,918	517,58	12007,6	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0
S3	T	Soffitto a terrazzo	1,763	105,96	2510,8	4,2	0,0	0,0	4702,4	7,6
S4	T	Soffitto a terrazzo	1,580	135,85	2885,8	4,8	0,0	0,0	5404,8	8,8
Totale				759,39	17404,1	29,0	0,0	0,0	10107,3	16,4

Componenti finestrati										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W _t /m ² K]	S _{tot} [m ²]	Q _{c,tr} [kWh _t]	%	Q _{c,r} [kWh _t]	%	Q _{c,sol, w} [kWh _t]	%
W1	T	F1	2,371	110,76	3530,1	5,9	1495,9	9,9	17537,9	28,4
W2	T	F2	2,192	6,86	202,1	0,3	32,5	0,2	170,6	0,3
W3	T	F3	2,199	2,60	76,8	0,1	12,1	0,1	101,8	0,2
W4	T	F4	2,587	49,97	1737,8	2,9	404,4	2,7	3496,1	5,7
W5	T	F5	2,539	12,84	438,2	0,7	20,8	0,1	261,2	0,4
W6	T	F6	2,567	15,84	546,7	0,9	196,3	1,3	1525,0	2,5
W7	T	F7	2,538	1,22	41,6	0,1	8,3	0,1	69,7	0,1
W8	T	F8	2,547	21,00	718,9	1,2	343,7	2,3	2320,1	3,8
W9	T	F9	2,533	2,12	72,2	0,1	19,2	0,1	263,8	0,4
W10	T	F10	2,568	2,78	96,0	0,2	21,9	0,1	204,3	0,3
W11	T	F11	2,583	7,82	271,5	0,5	137,0	0,9	1185,3	1,9
Totale				233,81	7732,0	12,9	2692,1	17,7	27135,7	44,0

Ponti termici						
Cod.	Tipo	Descrizione	ψ [W _t /mK]	L _{tot} [m]	Q _{c,tr} [kWh _t]	%
Z1	-	GF - Parete - Solaio rialzato	0,037	321,69	120,2	0,2
Z2	-	IF - Parete - Solaio interpiano	0,023	335,44	103,9	0,2
Z3	-	R - Parete - Copertura	0,077	460,52	451,4	0,8
Z4	-	W - Parete - Telaio	0,159	525,42	1119,9	1,9
Totale				1643,07	1795,5	3,0

Trasmittanze termiche medie

Muri						
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W _t /m ² K]	U_{media} [W _t /m ² K]	U_{limite} [W _t /m ² K]	
					2015	2021
M1	T	Parete esterna	1,738	1,821	0,300	0,280
M2	T	Parete esterna	1,446	1,510	0,300	0,280
M3	T	Parete esterna	2,407	2,732	0,300	0,280
M4	T	Parete esterna	1,466	1,587	0,300	0,280

Pavimenti						
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W _t /m ² K]	U_{media} [W _t /m ² K]	U_{limite} [W _t /m ² K]	
					2015	2021
P1	U	Pavimento su cantina	1,260	1,268	0,620	0,580

Soffitti						
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W _t /m ² K]	U_{media} [W _t /m ² K]	U_{limite} [W _t /m ² K]	
					2015	2021
S1	U	Soffitto sottotetto	1,918	1,958	0,289	0,267
S3	T	Soffitto a terrazzo	1,763	1,771	0,260	0,240
S4	T	Soffitto a terrazzo	1,580	1,612	0,260	0,240

Componenti finestrati						
Cod.	Tipo	Descrizione	U_w [W _t /m ² K]	$U_{w,limite}$ [W _t /m ² K]		U_g [W _t /m ² K]
				2015	2021	
M10	T	PLEGNO	4,158	1,900	1,400	-
M11	T	PALL	0,502	1,900	1,400	-
W1	T	F1	2,371	1,900	1,400	3,035
W2	T	F2	2,192	1,900	1,400	3,035
W3	T	F3	2,199	1,900	1,400	3,035
W4	T	F4	2,587	1,900	1,400	3,035
W5	T	F5	2,539	1,900	1,400	3,035
W6	T	F6	2,567	1,900	1,400	3,035
W7	T	F7	2,538	1,900	1,400	3,035
W8	T	F8	2,547	1,900	1,400	3,035
W9	T	F9	2,533	1,900	1,400	3,035
W10	T	F10	2,568	1,900	1,400	3,035
W11	T	F11	2,583	1,900	1,400	3,035

Legenda dei simboli:

U	Trasmittanza termica (comprensiva dei ponti termici)
U_{media}	Trasmittanza termica media (comprensiva dei ponti termici o strutture opache poste in sottrazione)
U_w	Trasmittanza serramento (vetro + telaio)
U_g	Trasmittanza solo vetro
S_{tot}	Superficie disperdente totale
Ψ	Trasmittanza termica lineica del ponte termico
L_{tot}	Lunghezza totale del ponte termico
$Q_{H,tr}$	Dispersioni per trasmissione
$Q_{H,r}$	Dispersioni per extraflusso
$Q_{H,sol,o}$	Apporti solari attraverso i componenti opachi
$Q_{H,sol,w}^p$	Apporti solari attraverso i componenti finestrati
%	Incidenza sulle dispersioni totali

Legenda tipologie di componente:

T	Verso l'esterno
G	Verso il terreno
U	Verso locali confinanti non climatizzati
N	Verso locali confinanti climatizzati (locali vicini)
A	Verso locali a temperatura fissa
E	Da locale non climatizzato verso l'esterno
R	Da locale non climatizzato verso il terreno
D	Divisorio interno alla zona climatizzata

Risultati energia invernale

Dispersioni			
Dispersioni per trasmissione	$Q_{H,tr}$	236575	kWh _t
Dispersioni per extraflusso	$Q_{H,r}$	16253	kWh _t
Dispersioni per ventilazione	$Q_{H,ve}$	92503	kWh _t
Apporti			
Apporti solari attraverso i componenti opachi	$Q_{H,sol,op}$	22326	kWh _t
Apporti solari attraverso i componenti finestrati	$Q_{H,sol,w}$	20595	kWh _t
Apporti interni	$Q_{H,int}$	21623	kWh _t
Apporti aggiuntivi	$Q_{H,aqq}$	0	kWh _t
Bilancio energetico			
Fabbisogno del fabbricato	$Q_{H,nd}$	303905	kWh _t
Indice di prestazione termica del fabbricato	$EP_{H,nd}$	246,91	kWh _t /m ²
Valore limite	$EP_{H,nd,lim}$	93,83	kWh _t /m ²

Risultati energia estiva

Dispersioni			
Dispersioni per trasmissione	$Q_{C,tr}$	25385	kWh _t
Dispersioni per extraflusso	$Q_{C,r}$	15169	kWh _t
Dispersioni per ventilazione	$Q_{C,ve}$	21416	kWh _t
Apporti			
Apporti solari attraverso i componenti opachi	$Q_{C,sol,op}$	34556	kWh _t
Apporti solari attraverso i componenti finestrati	$Q_{C,sol,w}$	27136	kWh _t
Apporti interni	$Q_{C,int}$	14770	kWh _t
Apporti aggiuntivi	$Q_{C,aqq}$	0	kWh _t
Bilancio energetico			
Fabbisogno del fabbricato	$Q_{C,nd}$	9929	kWh _t
Indice di prestazione termica del fabbricato	$EP_{C,nd}$	8,07	kWh _t /m ²
Valore limite	$EP_{C,lim}$	7,44	kWh _t /m ²

4.3 Caratteristiche degli impianti

Si dettagliano di seguito le caratteristiche degli impianti di riscaldamento idronico ed acqua calda sanitaria, che sono l'oggetto, nell'analisi condotta, delle principali opere di risparmio energetico. In particolare, per ciascun sottosistema impiantistico, si effettua una sintesi dei dati principali. Ogni sottosistema è fonte sia di perdite termiche (in parte recuperate) sia di fabbisogni elettrici (anch'essi in parte recuperati sotto forma di calore). Scopo del calcolo è giungere, per ciascun servizio, alla determinazione dell'energia, termica o elettrica, consegnata dai singoli vettori energetici (ai fini del soddisfacimento dei fabbisogni energetici dell'edificio), ossia, in altri termini, alla quantificazione dei consumi, di combustibile ed energia elettrica. L'energia consegnata ed esportata (surplus) da ciascun vettore vengono poi convertite, attraverso appositi fattori, in energia primaria. L'energia primaria complessiva (Q_p) viene infine calcolata, per ciascun servizio, come sommatoria delle componenti dovute ai singoli vettori (UNI/TS 11300-5, formule da 12 a 14):

$$Q_p = \sum_k (Q_{del,k} \times f_{p,del,k}) - (Q_{exp,k} \times f_{p,exp,k}) \quad [kWh_p]$$

dove:

$Q_{del,k}$ = energia consegnata dal singolo vettore energetico [$kWh_{t/el}$];

$f_{p,del,k}$ = fattore di conversione dell'energia consegnata dal singolo vettore [$kWh_p/kWh_{t/el}$];

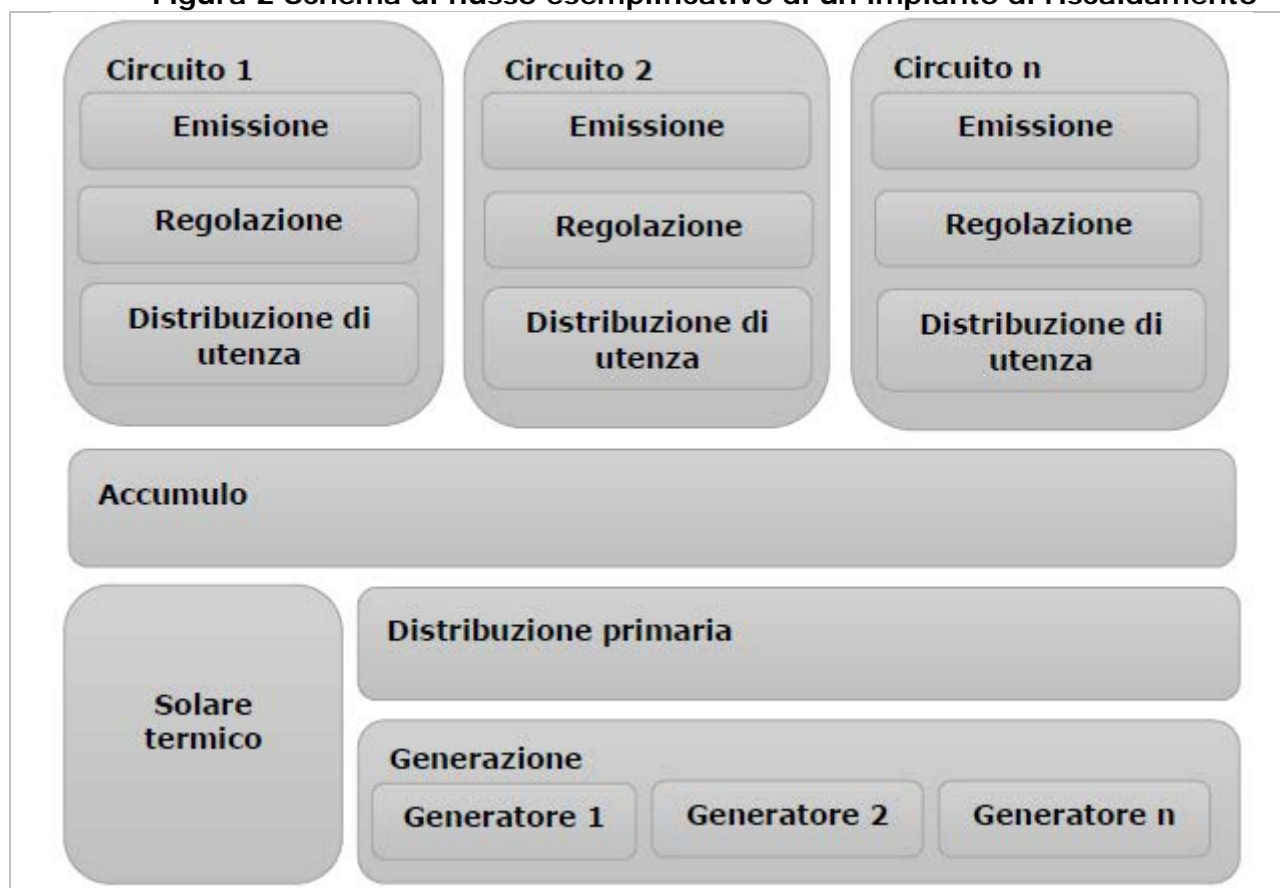
$Q_{exp,k}$ = energia esportata dal singolo vettore energetico [kWh_{el}];

$f_{p,exp,k}$ = fattore di conversione dell'energia esportata dal singolo vettore [kWh_p/kWh_{el}].

4.3.1 Impianto di riscaldamento idronico

L'impianto di riscaldamento idronico si articola in più sottosistemi impiantistici, come evidenziato nello schema di flusso esemplificativo sotto riportato (figura 2). In particolare, l'impianto può essere costituito da uno o più circuiti di utenza (gruppi di locali aventi caratteristiche uniformi), a loro volta alimentati da uno o più generatori. In presenza di un impianto solare termico, quest'ultimo concorre al soddisfacimento del fabbisogno in ingresso all'accumulo. La presenza di un impianto solare fotovoltaico, così come di eventuali cogeneratori, fornisce invece un contributo al soddisfacimento del fabbisogno elettrico, dovuto alla generazione ed agli ausiliari.

Figura 2 Schema di flusso esemplificativo di un impianto di riscaldamento



Si riporta di seguito una descrizione sintetica dell'impianto. Si forniscono inoltre un riassunto dei principali dati caratterizzanti i sottosistemi impiantistici, una sintesi dei principali risultati del calcolo ed un riepilogo dei rendimenti.

Descrizione sintetica dell'impianto di riscaldamento idronico

La produzione dell'acqua calda a servizio della climatizzazione invernale è di tipo autonomo e viene assicurata da n.1 caldaia a combustione alimentata a metano a servizio dello stabile, collocata in centrale termica esterna.

L'emissione è assicurata da radiatori su parete esterna e da strisce radianti a soffitto nella palestra. La regolazione è da centrale termica.

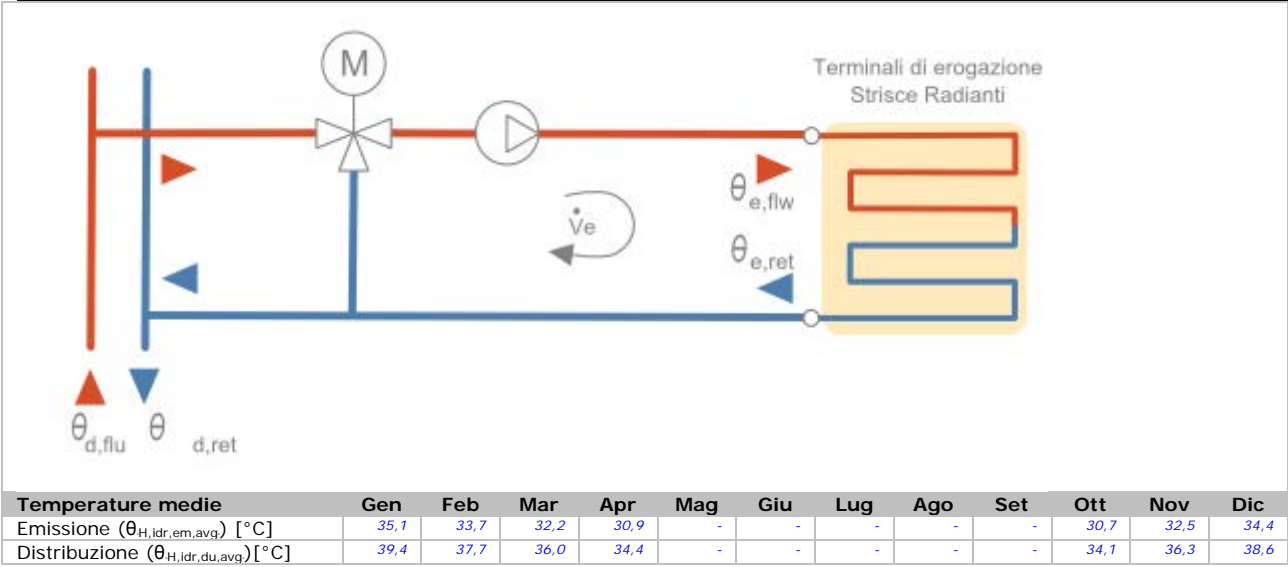
4.3.1.1 Impianto centralizzato

Dati generali

Tipologia di impianto	Pluricircuito
Fluido termovettore	Acqua

Circuito Riscaldamento

Regime di funzionamento		Continuo											
Emissione													
Tipologia		Radiatori su parete esterna non isolata ($U > 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$)											
Rendimento		$\eta_{H,ldr,em}$									89,0	%	
Ausiliari		$Q_{H,ldr,em,aux}$									0,0	kWh _{el}	
Regolazione													
Tipologia		Manuale (solo termostato di caldaia)											
Caratteristiche		-											
Rendimento		$\eta_{H,ldr,reg}$									87,9	%	
Distribuzione													
Metodo di calcolo		Semplificato											
Tipologia di impianto		Autonomo, edificio condominiale											
Rendimento		$\eta_{H,ldr,du}$									96,0	%	
Ausiliari		$Q_{H,ldr,du,aux}$									0,0	kWh _{el}	
Temperatura media													
Tipologia di circuito		A temperatura fissa											



Generazione

Configurazione centrale termica	Generatore singolo
---------------------------------	--------------------

Generatore 1 - Caldaia a condensazione

Dati generali

Numero	1		
Tipologia	Caldaia a condensazione		
Metodo di calcolo	Analitico		
Marca / serie / modello	VISSMANN/VITOCROSSAL CM2/186		
Potenza utile nominale	Φ_n	175,00	kW _t

Immagine



Rendimenti termici

Riscaldamento idronico	$\eta_{H,idr,gen,ut}$	95,1	%
ACS	$\eta_{W,gen,ut}$	94,2	%

Ausiliari

Riscaldamento idronico	$Q_{H,idr,gen,aux}$	929,3	kWh _{el}
ACS	$Q_{W,gen,aux}$	0,2	kWh _{el}

Vettore energetico

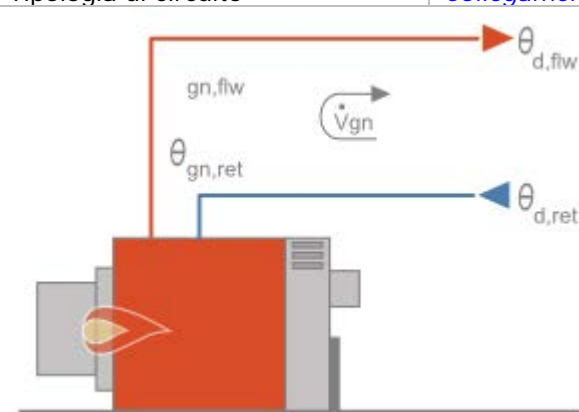
Tipologia	Metano		
Potere calorifico inferiore	PCI	9,940	kWh/Nm ³
Costo	c	0,87	€/ Nm ³
Fattore di emissione di CO ₂	f _{CO2}	0,210	kg/kWh _p

Fattori di conversione in energia primaria (energia consegnata dal combustibile)

Non rinnovabile	f _{p,nren}	1,050	-
Rinnovabile	f _{p,ren}	0,000	-
Totale	f _{p,tot}	1,050	-

Circuito in centrale

Tipologia di circuito	Collegamento diretto
-----------------------	----------------------



Temperature medie	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Riscaldamento ($\theta_{H,idr,gen,avg}$) [°C]	43,4	41,8	40,1	38,6	-	-	-	-	-	38,3	40,5	42,6

Principali risultati dei calcoli

Fabbisogni termici

Fabbisogno del fabbricato (ventilazione naturale)	$Q_{H,nd}$	303905	kWh _t
Fabbisogno dell'edificio (ventilazione effettiva)	$Q_{H,sys,out}$	303905	kWh _t
Energia recuperata dall'impianto di ACS	$Q_{H,W,rh}$	5	kWh _t
Fabbisogno ideale netto (dedotto dei recuperi)	$Q'_{H,sys,out}$	303903	kWh _t
Fabbisogno corretto per intermittenza	$Q_{H,sys,out,interm}$	303903	kWh _t
Fabbisogno corretto per contabilizzazione	$Q_{H,sys,out,cont}$	303903	kWh _t
Fabbisogno corretto per ulteriori fattori	$Q_{H,sys,out,corr}$	111773	kWh _t
Perdite di emissione non recuperate	$Q_{H,em,ls,nrh}$	10779	kWh _t
Fabbisogno in ingresso all'emissione	$Q_{H,em,in}$	122551	kWh _t
Perdite di regolazione non recuperate	$Q_{H,rg,ls,nrh}$	16864	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla regolazione	$Q_{H,rg,in}$	139416	kWh _t
Perdite di distribuzione di utenza non recuperate	$Q_{H,du,ls,nrh}$	4423	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla distribuzione di utenza	$Q_{H,du,in}$	143839	kWh _t
Perdite di accumulo non recuperate	$Q_{H,s,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso all'accumulo	$Q_{H,s,in}$	143839	kWh _t
Energia prodotta dal solare termico	$Q_{H,sol,out}$	0	kWh _t
Eccedenza del solare termico	$Q_{H,sol,surplus}$	0	kWh _t
Contributo netto del solare termico	$Q_{H,sol,out,net}$	0	kWh _t
Fabbisogno effettivo in ingresso all'accumulo	$Q_{H,s,in,eff}$	143839	kWh _t
Perdite di distribuzione primaria non recuperate	$Q_{H,dp,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla distribuzione primaria	$Q_{H,dp,in}$	143839	kWh _t
Fabbisogno in uscita dalla generazione	$Q_{H,gen,out}$	143839	kWh _t
Perdite dei circuiti di generazione non recuperate	$Q_{H,gen,circ,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso ai circuiti di generazione	$Q_{H,gen,circ,in}$	143839	kWh _t
Perdite di generazione non recuperate	$Q_{H,gen,ls,nrh}$	7447	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla generazione (energia termica)	$Q_{H,gen,in,t}$	151286	kWh _t
Energia da ambiente esterno (pompa di calore)	$Q_{H,gen,in,RES}$	0	kWh _t

Fabbisogni elettrici

Fabbisogno elettrico ausiliari emissione	$Q_{H,em,aux}$	0	kWh _{el}
Fabbisogno elettrico ausiliari distribuzione di utenza	$Q_{H,du,aux}$	0	kWh _{el}
Ausiliari solare termico	$Q_{H,sol,aux}$	0	kWh _{el}
Fabbisogno elettrico ausiliari distribuzione primaria	$Q_{H,dp,aux}$	0	kWh _{el}
Fabbisogno elettrico ausiliari generazione	$Q_{H,gen,aux}$	929	kWh _{el}
Fabbisogno in ingresso alla generazione (energia elettrica)	$Q_{H,gen,in,el}$	0	kWh _{el}
Fabbisogno elettrico complessivo	$Q_{H,el}$	929	kWh _{el}
Energia prodotta dal fotovoltaico	$Q_{H,PV,out}$	0	kWh _{el}
Eccedenza del fotovoltaico	$Q_{H,PV,surplus}$	0	kWh _{el}
Contributo netto del fotovoltaico	$Q_{H,PV,out,net}$	0	kWh _{el}
Energia prodotta dalla cogenerazione	$Q_{H,CG,out}$	0	kWh _{el}
Eccedenza della cogenerazione	$Q_{H,CG,surplus}$	0	kWh _{el}
Contributo netto della cogenerazione	$Q_{H,CG,out,net}$	0	kWh _{el}
Fabbisogno elettrico effettivo (da rete)	$Q_{H,el,eff}$	929	kWh _{el}

Energia primaria

Non rinnovabile	$Q_{H,p,nren}$	160662	kWh _p
Rinnovabile	$Q_{H,p,ren}$	437	kWh _p
Totale	$Q_{H,p,tot}$	161099	kWh _p

Riepilogo rendimenti

Impianto idronico

Emissione	$\eta_{H, idr,em}$	91,2	%
Regolazione	$\eta_{H, idr,reg}$	87,9	%
Distribuzione di utenza	$\eta_{H, idr,du}$	96,9	%
Accumulo	$\eta_{H, idr,s}$	100,0	%
Distribuzione primaria	$\eta_{H, idr,dp}$	-	%
Generazione (rispetto all'energia utile)	$\eta_{H, idr,gen,ut}$	95,1	%
Generazione (rispetto all'energia primaria non rinnovabile)	$\eta_{H, idr,gen,p,nren}$	89,5	%
Generazione (rispetto all'energia primaria totale)	$\eta_{H, idr,gen,p,tot}$	89,3	%
Globale medio stagionale (rispetto a en. pr. non rinn.)	$\eta_{H,g,p,nren}$	189,2	%
Globale medio stagionale (rispetto a en. pr. tot.)	$\eta_{H,g,p,tot}$	188,6	%
Valore limite	$\eta_{H,g,lim}$	203,8	%

4.3.2 Impianto di acqua calda sanitaria

L'impianto di acqua calda sanitaria si articola, così come l'impianto di riscaldamento, in più sottosistemi impiantistici, come evidenziato nello schema di flusso esemplificativo sotto riportato (figura 3). In particolare, l'impianto può essere costituito da una o più zone (a seconda che sia autonomo o centralizzato), a loro volta alimentate da uno o più generatori. Tra generazione ed utenze sono interposti ulteriori sottosistemi, ossia distribuzione primaria, ricircolo ed accumulo (quest'ultimo, secondo i casi, centralizzato o autonomo). La presenza di un impianto solare o fotovoltaico può fornire un contributo al soddisfacimento del fabbisogno, rispettivamente, termico (in ingresso all'accumulo) ed elettrico (generazione ed ausiliari). Al soddisfacimento del fabbisogno elettrico può inoltre concorrere l'energia prodotta da cogenerazione.

Figura 3 Schema di flusso esemplificativo di un impianto di ACS



Si riporta di seguito una descrizione sintetica dell'impianto. Si forniscono inoltre un riassunto dei principali dati caratterizzanti i sottosistemi impiantistici, una sintesi dei principali risultati del calcolo ed un riepilogo dei rendimenti.

Descrizione sintetica dell'impianto di ACS

La produzione di ACS è di tipo autonomo e combinato con il riscaldamento.

4.3.2.1 Impianto centralizzato

Erogazione, distribuzione di utenza ed accumuli autonomi

Fabbisogno ideale	$Q_{W,nd}$	68	kWh _t
Rendimento di erogazione	$\eta_{W,er}$	100,0	%
Rendimento di distribuzione di utenza	$\eta_{W,du}$	92,6	%

Principali risultati dei calcoli

Fabbisogni termici

Fabbisogno di energia termica utile	$Q_{W,sys,out}$	68	kWh _t
Fabbisogno corretto per recupero reflui docce	$Q_{W,sys,out,rec}$	68	kWh _t
Fabbisogno corretto per contabilizzazione	$Q_{W,sys,out,cont}$	68	kWh _t
Perdite di erogazione non recuperate	$Q_{W,er,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso all'erogazione	$Q_{W,er,in}$	68	kWh _t
Perdite di distribuzione di utenza non recuperate	$Q_{W,du,ls,nrh}$	5	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla distribuzione di utenza	$Q_{W,du,in}$	73	kWh _t
Perdite di ricircolo non recuperate	$Q_{W,ric,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso al ricircolo	$Q_{W,ric,in}$	73	kWh _t
Perdite di accumulo non recuperate	$Q_{W,s,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso all'accumulo	$Q_{W,s,in}$	73	kWh _t
Perdite della distribuzione di prerisc. solare non recuperate	$Q_{W,sol,dis,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla distribuzione di prerisc. solare	$Q_{W,sol,dis,in}$	0	kWh _t
Perdite dell'accumulo di prerisc. solare non recuperate	$Q_{W,sol,s,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso all'accumulo di prerisc. solare	$Q_{W,sol,s,in}$	0	kWh _t
Energia prodotta dal solare termico	$Q_{W,sol,out}$	0	kWh _t
Eccedenza del solare termico	$Q_{W,sol,surplus}$	0	kWh _t
Contributo netto del solare termico	$Q_{W,sol,out,net}$	0	kWh _t
Fabbisogno effettivo in ingresso all'accumulo	$Q_{W,s,in,eff}$	73	kWh _t
Perdite di distribuzione primaria non recuperate	$Q_{W,dp,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla distribuzione primaria	$Q_{W,dp,in}$	73	kWh _t
Fabbisogno in uscita dalla generazione	$Q_{W,gen,out}$	73	kWh _t
Perdite dei circuiti di generazione non recuperate	$Q_{W,gen,circ,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso ai circuiti di generazione	$Q_{W,gen,circ,in}$	73	kWh _t
Perdite di generazione non recuperate	$Q_{W,gen,ls,nrh}$	5	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla generazione (energia termica)	$Q_{W,gen,in,t}$	78	kWh _t
Energia da ambiente esterno (pompa di calore)	$Q_{W,gen,in,RES}$	0	kWh _t

Fabbisogni elettrici

Fabbisogno elettrico ausiliari rete di ricircolo	$Q_{W,ric,aux}$	0	kWh _{el}
Fabbisogno elettrico ausiliari solare termico	$Q_{W,sol,aux}$	0	kWh _{el}
Fabbisogno elettrico ausiliari distribuzione primaria	$Q_{W,dp,aux}$	0	kWh _{el}
Fabbisogno elettrico ausiliari generazione	$Q_{W,gen,aux}$	0	kWh _{el}
Fabbisogno in ingresso alla generazione (energia elettrica)	$Q_{W,gen,in,el}$	0	kWh _{el}
Fabbisogno elettrico complessivo	$Q_{W,el}$	0	kWh _{el}
Energia prodotta dal fotovoltaico	$Q_{W,PV,out}$	0	kWh _{el}
Eccedenza del fotovoltaico	$Q_{W,PV,surplus}$	0	kWh _{el}
Contributo netto del fotovoltaico	$Q_{W,PV,out,net}$	0	kWh _{el}
Energia prodotta dalla cogenerazione	$Q_{W,CG,out}$	0	kWh _{el}
Eccedenza della cogenerazione	$Q_{W,CG,surplus}$	0	kWh _{el}
Contributo netto della cogenerazione	$Q_{W,CG,out,net}$	0	kWh _{el}
Fabbisogno elettrico effettivo (da rete)	$Q_{W,el,eff}$	0	kWh _{el}

Energia primaria

Non rinnovabile	$Q_{W,p,nren}$	82	kWh _p
Rinnovabile	$Q_{W,p,ren}$	0	kWh _p
Totale	$Q_{W,p,tot}$	82	kWh _p

Riepilogo rendimenti

Erogazione	$\eta_{W,er}$	100,0	%
Distribuzione di utenza	$\eta_{W,du}$	92,6	%
Accumulo	$\eta_{W,s}$	100,0	%
Tubazione di ricircolo	$\eta_{W,ric}$	-	%
Distribuzione primaria	$\eta_{W,dp}$	-	%
Generazione (rispetto all'energia utile)	$\eta_{W,gen,ut}$	94,2	%
Generazione (rispetto all'energia primaria non rinnovabile)	$\eta_{W,gen,nren}$	89,3	%
Generazione (rispetto all'energia primaria totale)	$\eta_{W,gen,tot}$	89,2	%
Globale medio stagionale (risp. a en. pr. non rinn)	$\eta_{W,g,p,nren}$	82,7	%
Globale medio stagionale (risp. a en. pr. totale)	$\eta_{W,g,p,tot}$	82,6	%
Valore limite	$\eta_{W,g,p,tot,lim}$	56,7	%

4.3.3 Altri impianti

4.3.3.1 Impianto di illuminazione

Descrizione sintetica impianto di illuminazione

Impianto prevalente a tubi fluorescenti.

4.3.3.2 Impianto di trasporto

Descrizione sintetica impianto di trasporto

Montascale elettrico, a 2 fermate.

4.4 Principali risultati dei calcoli (stato di fatto)

Si riportano nel seguito i principali risultati del calcolo caratterizzanti lo stato di fatto. In particolare si riassumono i consumi, la spesa, gli indici di prestazione termica ed energetica, la classe energetica, i rendimenti ed altri parametri, quali quota rinnovabile ed emissioni.

4.4.1 Edificio

Consumi ed energia consegnata

Servizio	Consumo ed energia consegnata		Metano		Energia primaria			Spesa ed emissioni	
			Q _{del} [kWh _t]	Q _{exp} [kWh _{el}]	Q _{p,nren} [kWh _p]	Q _{p,ren} [kWh _p]	Q _{p,tot} [kWh _p]	S [€]	Em _{CO2} [kg]
	Co	UM							
Riscaldamento (H)	16055	Sm ³	151286	0	158850	0	158850	13165,49	31770
Acqua calda sanitaria (W)	8	Sm ³	78	0	82	0	82	6,78	16
Globale (GI)	16064	Sm³	151364	0	158932	0	158932	13172,27	31786

Servizio	Consumo ed energia consegnata		Energia elettrica		Energia primaria			Spesa ed emissioni	
			Q _{del} [kWh _{el}]	Q _{exp} [kWh _{el}]	Q _{p,nren} [kWh _p]	Q _{p,ren} [kWh _p]	Q _{p,tot} [kWh _p]	S [€]	Em _{CO2} [kg]
	Co	UM							
Riscaldamento (H)	929	kWh	929	-	1812	437	2249	232,33	427
Acqua calda sanitaria (W)	0	kWh	0	-	0	0	0	0,05	0
Illuminazione (L)	20393	kWh	20393	-	39766	9585	49350	5098,14	9381
Trasporto (T)	657	kWh	657	-	1281	309	1590	164,25	302
Globale (GI)	21979	kWh	21979	-	42859	10330	53189	5494,78	10110

Spesa

Servizio	S [€]
Riscaldamento (H)	13397,82
Acqua calda sanitaria (W)	6,83
Raffrescamento (C)	0,00
Ventilazione (V)	0,00
Illuminazione (L)	5098,14
Trasporto (T)	164,25
Globale (GI)	18667,05

Rendimenti

Riscaldamento idronico ($H_{idr.}$)	
Sottosistema	Valore calcolato [-]
Emissione (η_{em})	91,2
Regolazione (η_{reg})	87,9
Distribuzione di utenza (η_{du})	96,9
Accumulo (η_s)	100,0
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	95,1
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	89,5
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	89,3
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$)	189,2
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$)	188,6
Valore limite (η_{lim})	203,8

Acqua calda sanitaria (W)	
Sottosistema	Valore calcolato [-]
Erogazione (η_{er})	100,0
Distribuzione di utenza (η_{du})	92,6
Accumulo (η_s)	100,0
Ricircolo (η_{ric})	100,0
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	94,2
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	89,3
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	89,2
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$)	82,7
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$)	82,6
Valore limite (η_{lim})	56,7

Indici di prestazione termica del fabbricato

Servizio	Q_{nd} [kWh_t]	EP_{nd} [kWh_t/m²]	$EP_{nd,limite}$ [kWh_t/m²]
Riscaldamento (H)	303905	246,91	93,83
Raffrescamento (C)	9929	8,07	7,44

Indici di prestazione energetica dell'edificio

Servizio	Energia primaria			Indici di prestazione energetica			
	$Q_{p,nren}$ [kWh_p]	$Q_{p,ren}$ [kWh_p]	$Q_{p,tot}$ [kWh_p]	EP_{nren} [kWh_p/m²]	EP_{ren} [kWh_p/m²]	EP_{tot} [kWh_p/m²]	$EP_{tot,limite}$ [kWh_p/m²]
Riscaldamento (H)	160662	437	161099	130,53	0,35	130,89	-
Acqua calda sanitaria (W)	82	0	82	0,07	0,00	0,07	-
Raffrescamento (C)	0	0	0	0,00	0,00	0,00	-
Ventilazione (V)	0	0	0	0,00	0,00	0,00	-
Illuminazione (L)	39766	9585	49350	32,31	7,79	40,10	-
Trasporto (T)	1281	309	1590	1,04	0,25	1,29	-
Globale	201791	10330	212121	163,95	8,39	172,34	87,53

Classe energetica ($EP_{gl,nren}$)



Nota: classe energetica indicativa, avente valenza di riferimento ed obiettivo, valutata, coerentemente con il calcolo di diagnosi, secondo la modalità di valutazione A3.

Quota rinnovabile

Servizio	QR [%]	Valore minimo [%]		
		1° fase (31.05.12 - 31.12.13)	2° fase (01.01.14 - 31.12.16)	3° fase (dal 01.01.17)
Riscaldamento (H)	0,3	-	-	-
Acqua calda sanitaria (W)	0,1	50	-	-
Raffrescamento (C)	0,0	-	-	-
Globale (H + W + C)	0,3	20	35	50
Ventilazione (V)	0,0	-	-	-
Illuminazione (L)	19,4	-	-	-
Trasporto (T)	19,4	-	-	-
Globale	4,9	-	-	-

Nota: il DLgs 28/11 (allegato 3, comma 1) prevede, per la verifica di copertura globale (riscaldamento, raffrescamento ed ACS), tre differenti fasi di vigenza, corrispondenti a valori limiti via via più stringenti.

Emissioni

Servizio	Emissioni di CO ₂ [kg]
Riscaldamento (H)	32197,52
Acqua calda sanitaria (W)	16,46
Raffrescamento (C)	0,00
Ventilazione (V)	0,00
Illuminazione (L)	9380,58
Trasporto (T)	302,22
Globale (GI)	41896,78

Legenda:

Co	Consumo
Em _{CO2}	Emissioni di CO ₂
EP _{nd}	Indice di prestazione termica
EP _{nren}	Indice di prestazione energetica non rinnovabile
EP _{ren}	Indice di prestazione energetica rinnovabile
EP _{tot}	Indice di prestazione energetica totale
η _{ut}	Rendimento rispetto all'energia utile
η _{p,nren}	Rendimento rispetto all'energia primaria non rinnovabile
η _{p,tot}	Rendimento rispetto all'energia primaria totale
Q _{nd}	Fabbisogno di energia utile (ventilazione naturale)
Q _{del}	Energia consegnata
Q _{exp}	Energia elettrica esportata
Q _{p,nren}	Energia primaria rinnovabile
Q _{p,ren}	Energia primaria non rinnovabile
Q _{p,tot}	Energia primaria totale
QR	Quota rinnovabile
S	Spesa

5 Confronto con i consumi reali

Come dato di consumo di convalida sono stati utilizzati i dati storici forniti dal committente.

Per questo edificio il committente non ha fornito consumi storici di energia elettrica, non è stato pertanto possibile validare il modello elettrico.

Il confronto, effettuato su base annua ed attraverso la firma energetica, ha condotto al seguente esito.

5.1 Edificio

5.1.1 2017/2018

5.1.1.1 Consumi annui

Gradi giorno

Gradi giorno calcolati	GG _{calc}	2419	°Cg
Gradi giorno reali	GG _{reali}	2324	°Cg

Fattori di normalizzazione

Riscaldamento	f _{H,norm}	1,041	-
Acqua calda sanitaria	f _{W,norm}	1,000	-
Trasporto	f _{T,norm}	1,000	-
Illuminazione	f _{L,norm}	1,000	-

Consumi annui

Riscaldamento						
Contatore	Vettore energetico	Servizi	UM	CO _{H,calc}	CO _{H,reale}	Δ [%]
1	Metano	Hidr, W	Sm ³	16055	14920	7,6
2	Energia elettrica	Hidr, W, L, T	kWh	929	0	100,0
Servizi differenti						
Contatore	Vettore energetico	Servizi	UM	CO _{NHC,calc}	CO _{NHC,reale}	Δ [%]
1	Metano	Hidr, W	Sm ³	8	4	100,0
2	Energia elettrica	Hidr, W, L, T	kWh	21050	0	100,0
Globale						
Contatore	Vettore energetico	Servizi	UM	CO _{gl,calc}	CO _{gl,reale}	Δ [%]
1	Metano	Hidr, W	Sm ³	16064	14924	7,6
2	Energia elettrica	Hidr, W, L, T	kWh	21979	0	100,0

Legenda dei simboli:

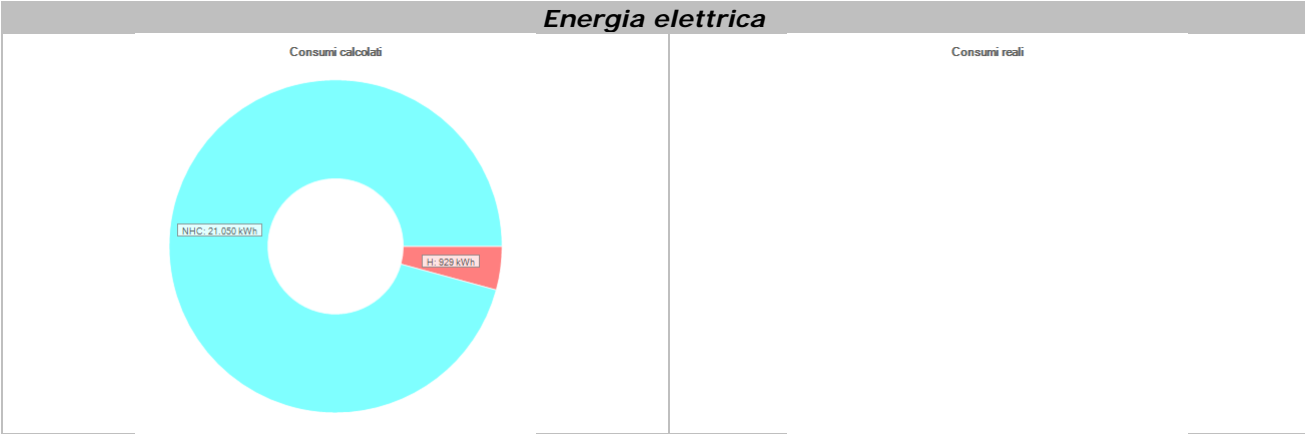
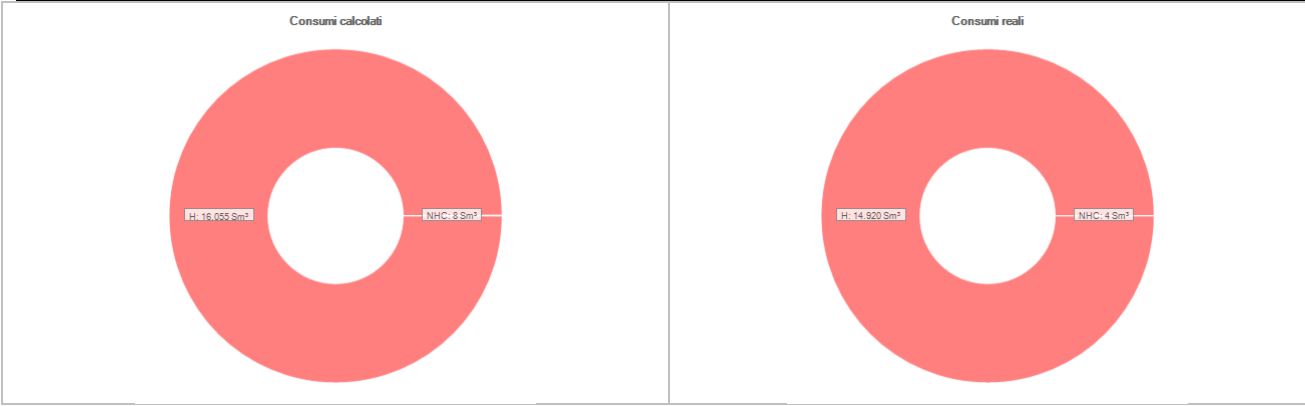
CO _{calc}	Consumo calcolato
CO _{reale}	Consumo reale
Δ	Scostamento

Legenda dei servizi:

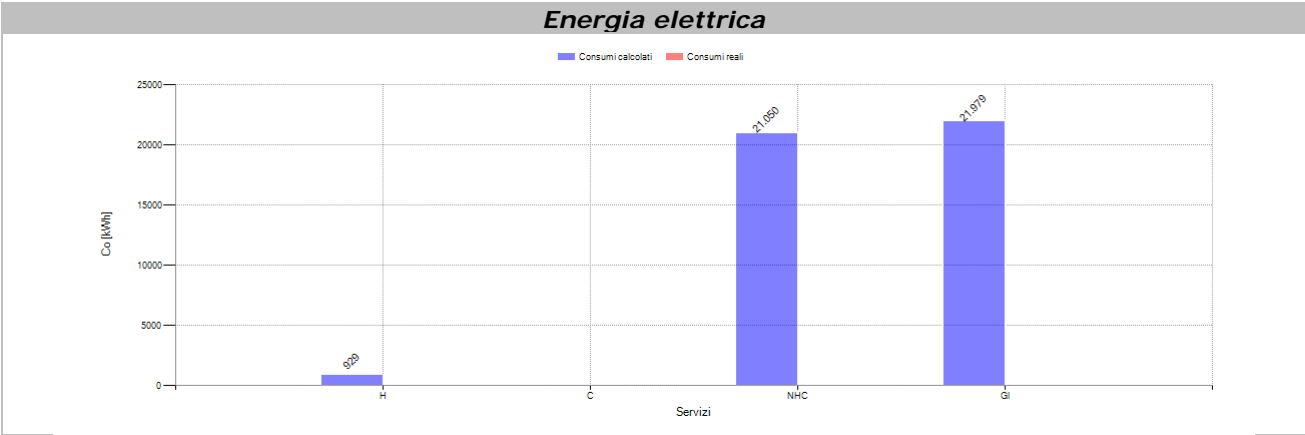
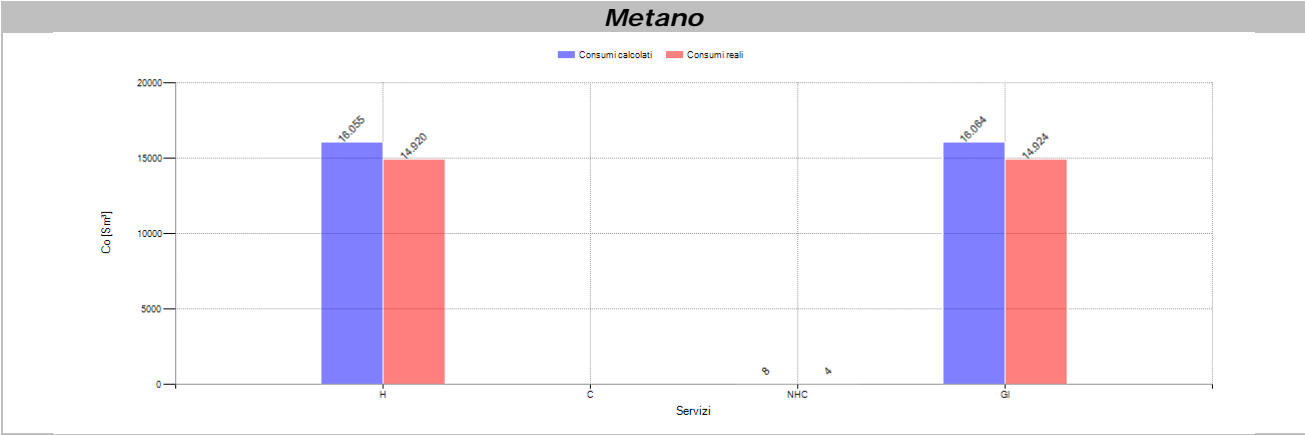
H _{idr}	Riscaldamento idronico
H _{aer}	Riscaldamento aerulico (trattamenti aria)
W	Acqua calda sanitaria
C	Raffrescamento
V	Ventilazione
L	Illuminazione
T	Trasporto
NHC	Servizi differenti dal riscaldamento o raffrescamento

Suddivisione per servizio

Metano



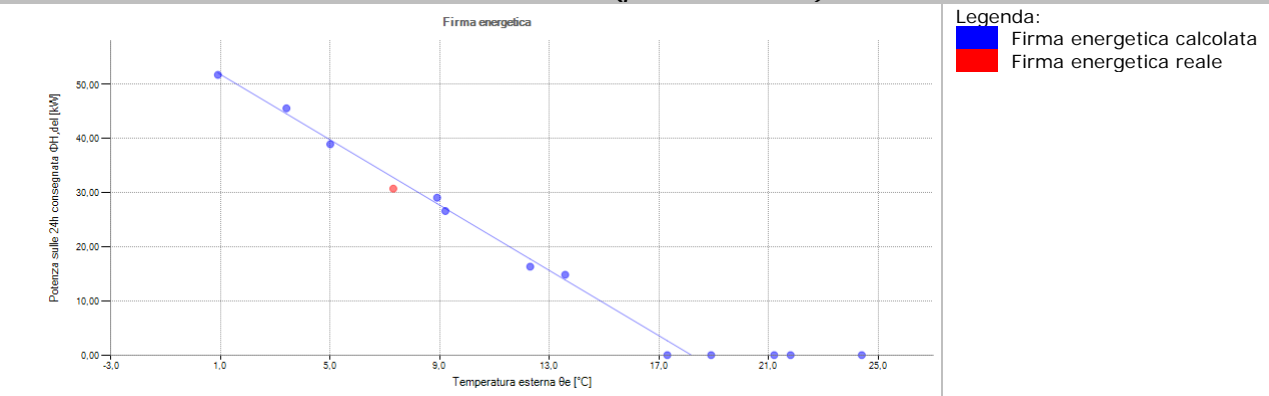
Confronto



5.1.1.2 Firme energetiche

Contatore	1	Unità di misura	Sm ³
Vettore energetico	Metano	Servizi	Hidr, W

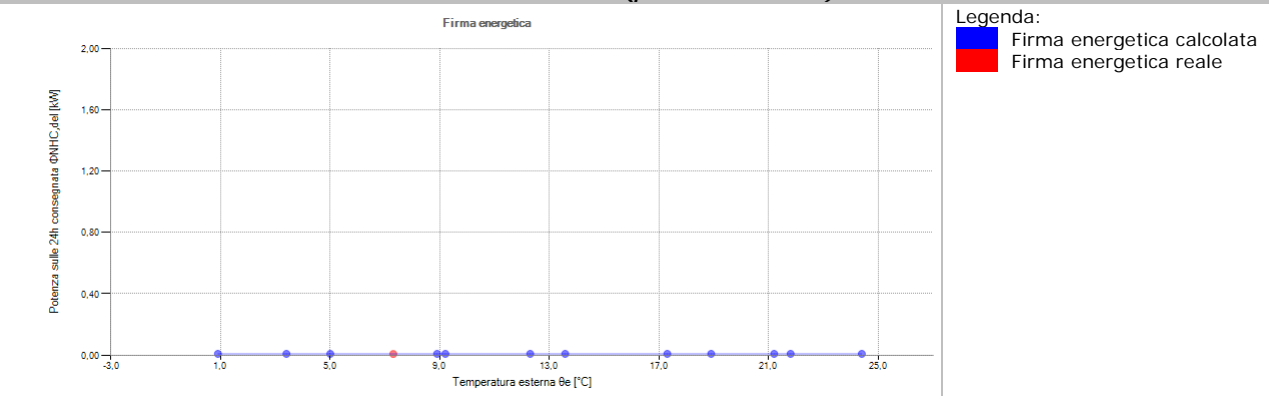
Riscaldamento (potenza sulle 24 h)



Firma energetica calcolata									
Mesi	Codice Mesi	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θe [°C]	GG [°Cg]	Co _H [Sm ³]	Q _{H,del} [kWh/t _{el}]	Φ _{H,del} [kW/t _{el}]
gennaio	H	31	31	-	0,9	592	4087	38514	51,77
febbraio	H	28	28	-	5,0	420	2778	26176	38,95
marzo	H	31	31	-	9,2	335	2102	19803	26,62
aprile	H	30	15	-	12,3	116	624	5881	16,34
maggio	NH	31	0	-	17,3	0	0	0	0,00
giugno	NH	30	0	-	21,8	0	0	0	0,00
luglio	NH	31	0	-	24,4	0	0	0	0,00
agosto	NH	31	0	-	21,2	0	0	0	0,00
settembre	NH	30	0	-	18,9	0	0	0	0,00
ottobre	H	31	17	-	13,6	109	643	6057	14,84
novembre	H	30	30	-	8,9	333	2222	20934	29,07
dicembre	H	31	31	-	3,4	515	3600	33921	45,59
TOTALE		365	183	-	-	2419	16055	151286	-

Firma energetica reale									
Periodo	Codice Periodo	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θe [°C]	GG [°Cg]	Co _H [Sm ³]	Q _{H,del} [kWh/t _{el}]	Φ _{H,del} [kW/t _{el}]
1 - 2017/2018	H	183	183	-	7,3	2324	14332	135049	30,75
TOTALE		183	183	-	-	2324	14332	135049	-

Servizi differenti (potenza sulle 24 h)

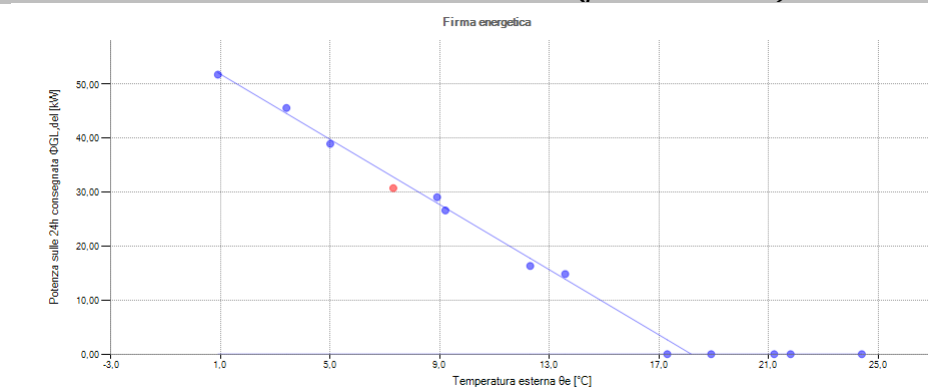


Firma energetica calcolata									
Mesi	Codice Mesi	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θe [°C]	GG [°Cg]	Co _{NHC} [Sm ³]	Q _{NHC,del} [kWh/t _{el}]	Φ _{NHC,del} [kW/t _{el}]
gennaio	H	31	-	-	0,9	-	1	7	0,01
febbraio	H	28	-	-	5,0	-	1	6	0,01
marzo	H	31	-	-	9,2	-	1	7	0,01
aprile	H	30	-	-	12,3	-	1	6	0,01
maggio	NH	31	-	-	17,3	-	1	7	0,01
giugno	NH	30	-	-	21,8	-	1	6	0,01
luglio	NH	31	-	-	24,4	-	1	7	0,01
agosto	NH	31	-	-	21,2	-	1	7	0,01
settembre	NH	30	-	-	18,9	-	1	6	0,01
ottobre	H	31	-	-	13,6	-	1	7	0,01
novembre	H	30	-	-	8,9	-	1	6	0,01
dicembre	H	31	-	-	3,4	-	1	7	0,01
TOTALE		365	-	-	-	-	8	78	-

Firma energetica reale									
Periodo	Codice Periodo	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θe [°C]	GG [°Cg]	Co _{NHC} [Sm ³]	Q _{NHC,del} [kWh/t _{el}]	Φ _{NHC,del} [kW/t _{el}]
1 - 2017/2018	H	183	-	-	7,3	-	4	35	0,01

TOTALE	183	-	-	-	-	4	35	-
--------	-----	---	---	---	---	---	----	---

Globale (potenza sulle 24 h)



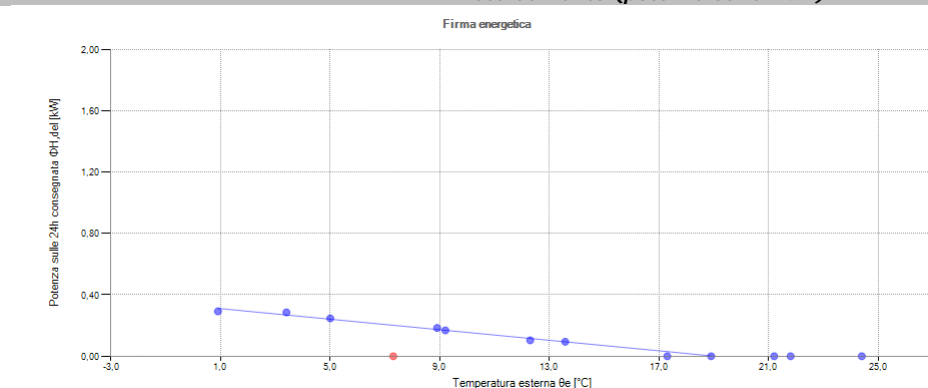
Legenda:
■ Firma energetica calcolata
■ Firma energetica reale

Firma energetica calcolata									
Mesi	Codice Mesi	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θe [°C]	GG [°Cg]	Co _{gl} [Sm³]	Q _{gl,del} [kWh _{t/et}]	Φ _{gl,del} [kW _{t/et}]
gennaio	H	31	31	0	0,9	592	4088	38521	51,78
febbraio	H	28	28	0	5,0	420	2779	26182	38,96
marzo	H	31	31	0	9,2	335	2102	19810	26,63
aprile	H	30	15	0	12,3	116	625	5887	16,34
maggio	NH	31	0	18	17,3	0	1	7	0,01
giugno	NH	30	0	30	21,8	0	1	6	0,01
luglio	NH	31	0	31	24,4	0	1	7	0,01
agosto	NH	31	0	31	21,2	0	1	7	0,01
settembre	NH	30	0	15	18,9	0	1	6	0,01
ottobre	H	31	17	0	13,6	109	643	6063	14,85
novembre	H	30	30	0	8,9	333	2222	20940	29,08
dicembre	H	31	31	0	3,4	515	3601	33928	45,60
TOTALE		365	183	125	-	2419	16064	151364	-

Firma energetica reale									
Periodo	Codice Periodo	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θe [°C]	GG [°Cg]	Co _{gl} [Sm³]	Q _{gl,del} [kWh _{t/et}]	Φ _{gl,del} [kW _{t/et}]
1 - 2017/2018	H	183	183	0	7,3	2324	14336	135084	30,76
TOTALE		183	183	0	-	2324	14336	135084	-

Contatore	2	Unità di misura	kWh
Vettore energetico	Energia elettrica	Servizi	Hidr, W, L, T

Riscaldamento (potenza sulle 24 h)

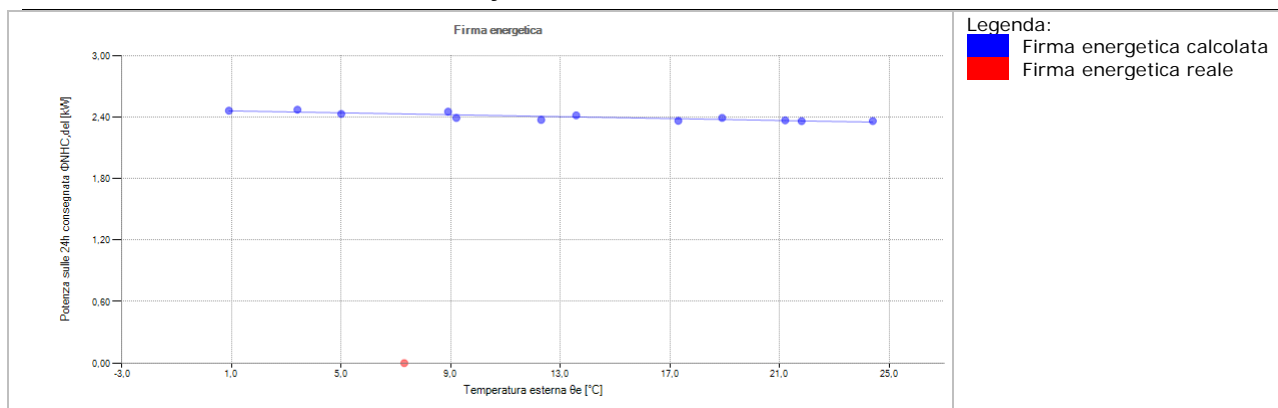


Legenda:
■ Firma energetica calcolata
■ Firma energetica reale

Firma energetica calcolata									
Mesi	Codice Mesi	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θe [°C]	GG [°Cg]	Co _H [kWh]	Q _{H,del} [kWh _{t/et}]	Φ _{H,del} [kW _{t/et}]
gennaio	H	31	31	-	0,9	592	217	217	0,29
febbraio	H	28	28	-	5,0	420	166	166	0,25
marzo	H	31	31	-	9,2	335	125	125	0,17
aprile	H	30	15	-	12,3	116	37	37	0,10
maggio	NH	31	0	-	17,3	0	0	0	0,00
giugno	NH	30	0	-	21,8	0	0	0	0,00
luglio	NH	31	0	-	24,4	0	0	0	0,00
agosto	NH	31	0	-	21,2	0	0	0	0,00
settembre	NH	30	0	-	18,9	0	0	0	0,00
ottobre	H	31	17	-	13,6	109	38	38	0,09
novembre	H	30	30	-	8,9	333	133	133	0,18
dicembre	H	31	31	-	3,4	515	213	213	0,29
TOTALE		365	183	-	-	2419	929	929	-

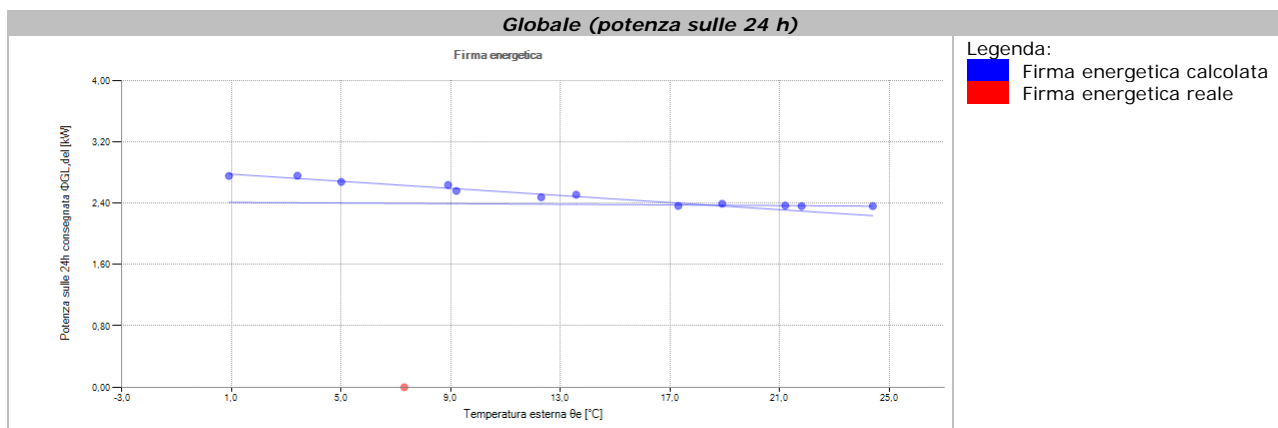
Firma energetica reale									
Periodo	Codice Periodo	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θe [°C]	GG [°Cg]	Co _H [kWh]	Q _{H,del} [kWh _{t/et}]	Φ _{H,del} [kW _{t/et}]
1 - 2017/2018	H	183	183	-	7,3	2324	0	0	0,00
TOTALE		183	183	-	-	2324	0	0	-

Servizi differenti (potenza sulle 24 h)



Firma energetica calcolata									
Mesi	Codice Mesi	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θ _e [°C]	GG [°Cg]	Co _{NHC} [kWh]	Q _{NHC,del} [kWh/t _{el}]	Φ _{NHC,del} [kW/t _{el}]
gennaio	H	31	-	-	0,9	-	1832	1832	2,46
febbraio	H	28	-	-	5,0	-	1633	1633	2,43
marzo	H	31	-	-	9,2	-	1779	1779	2,39
aprile	H	30	-	-	12,3	-	1708	1708	2,37
maggio	NH	31	-	-	17,3	-	1758	1758	2,36
giugno	NH	30	-	-	21,8	-	1699	1699	2,36
luglio	NH	31	-	-	24,4	-	1757	1757	2,36
agosto	NH	31	-	-	21,2	-	1761	1761	2,37
settembre	NH	30	-	-	18,9	-	1722	1722	2,39
ottobre	H	31	-	-	13,6	-	1797	1797	2,42
novembre	H	30	-	-	8,9	-	1766	1766	2,45
dicembre	H	31	-	-	3,4	-	1839	1839	2,47
TOTALE		365	-	-	-	-	21050	21050	-

Firma energetica reale									
Periodo	Codice Periodo	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θ _e [°C]	GG [°Cg]	Co _{NHC} [kWh]	Q _{NHC,del} [kWh/t _{el}]	Φ _{NHC,del} [kW/t _{el}]
1 - 2017/2018	H	183	-	-	7,3	-	0	0	0,00
TOTALE		183	-	-	-	-	0	0	-



Firma energetica calcolata									
Mesi	Codice Mesi	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θ _e [°C]	GG [°Cg]	Co _{gl} [kWh]	Q _{gl,del} [kWh/t _{el}]	Φ _{gl,del} [kW/t _{el}]
gennaio	H	31	31	0	0,9	592	2049	2049	2,75
febbraio	H	28	28	0	5,0	420	1799	1799	2,68
marzo	H	31	31	0	9,2	335	1904	1904	2,56
aprile	H	30	15	0	12,3	116	1745	1745	2,48
maggio	NH	31	0	18	17,3	0	1758	1758	2,36
giugno	NH	30	0	30	21,8	0	1699	1699	2,36
luglio	NH	31	0	31	24,4	0	1757	1757	2,36
agosto	NH	31	0	31	21,2	0	1761	1761	2,37
settembre	NH	30	0	15	18,9	0	1722	1722	2,39
ottobre	H	31	17	0	13,6	109	1836	1836	2,51
novembre	H	30	30	0	8,9	333	1898	1898	2,64
dicembre	H	31	31	0	3,4	515	2051	2051	2,76
TOTALE		365	183	125	-	2419	21979	21979	-

Firma energetica reale									
Periodo	Codice Periodo	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θ _e [°C]	GG [°Cg]	Co _{gl} [kWh]	Q _{gl,del} [kWh/t _{el}]	Φ _{gl,del} [kW/t _{el}]
1 - 2017/2018	H	183	183	0	7,3	2324	0	0	0,00
TOTALE		183	183	0	-	2324	0	0	-

Legenda dei simboli:

- g Giorni (del mese o periodo)
- g_{risc} Giorni di riscaldamento (del mese o periodo)
- g_{raffr} Giorni di raffrescamento (del mese o periodo)
- θ_e Temperatura esterna media (del mese o periodo)

GG	Gradi giorno (del mese o periodo)
Co	Consumo (del mese o periodo)
Q _{del}	Energia consegnata (del mese o periodo)
Φ _{del}	Potenza consegnata (del mese o periodo)

Legenda dei servizi:

H	Riscaldamento (idronico ed aeraulico)
C	Raffrescamento
NHC	Servizi differenti dal riscaldamento o raffrescamento
gl	Globale

Legenda dei codici:

H	Riscaldamento
C	Raffrescamento
HC	Sia riscaldamento che raffrescamento
NH	Non riscaldamento
NC	Non raffrescamento
NHC	Né riscaldamento né raffrescamento

5.1.2 2018/2019

5.1.2.1 Consumi annui

Gradi giorno

Gradi giorno calcolati	GG _{calc}	2419	°Cg
Gradi giorno reali	GG _{reali}	2050	°Cg

Fattori di normalizzazione

Riscaldamento	f _{H,norm}	1,180	-
Acqua calda sanitaria	f _{W,norm}	1,000	-
Trasporto	f _{T,norm}	1,000	-
Illuminazione	f _{L,norm}	1,000	-

Consumi annui

Riscaldamento						
Contatore	Vettore energetico	Servizi	UM	Co _{H,calc}	Co _{H,reale}	Δ [%]
1	Metano	Hidr, W	Sm ³	16055	16656	-3,6
2	Energia elettrica	Hidr, W, L, T	kWh	929	0	100,0

Servizi differenti						
Contatore	Vettore energetico	Servizi	UM	Co _{NHC,calc}	Co _{NHC,reale}	Δ [%]
1	Metano	Hidr, W	Sm ³	8	4	100,0
2	Energia elettrica	Hidr, W, L, T	kWh	21050	0	100,0

Globale						
Contatore	Vettore energetico	Servizi	UM	Co _{gl,calc}	Co _{gl,reale}	Δ [%]
1	Metano	Hidr, W	Sm ³	16064	16659	-3,6
2	Energia elettrica	Hidr, W, L, T	kWh	21979	0	100,0

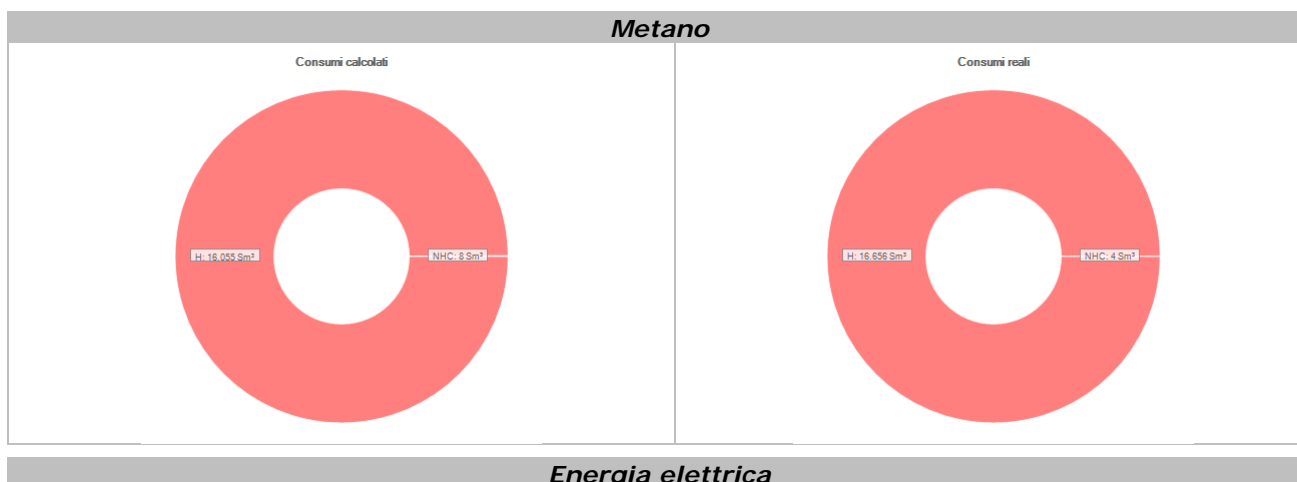
Legenda dei simboli:

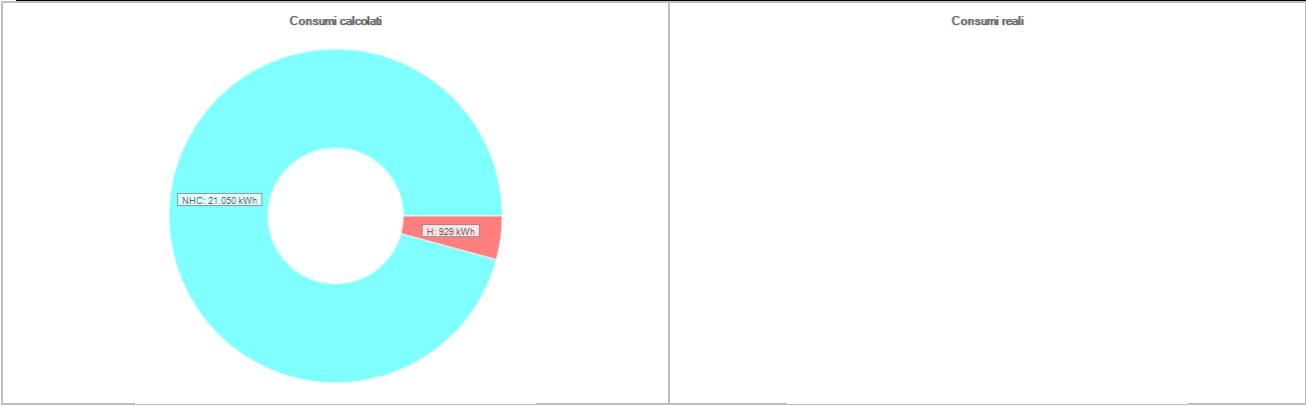
Co _{calc}	Consumo calcolato
Co _{reale}	Consumo reale
Δ	Scostamento

Legenda dei servizi:

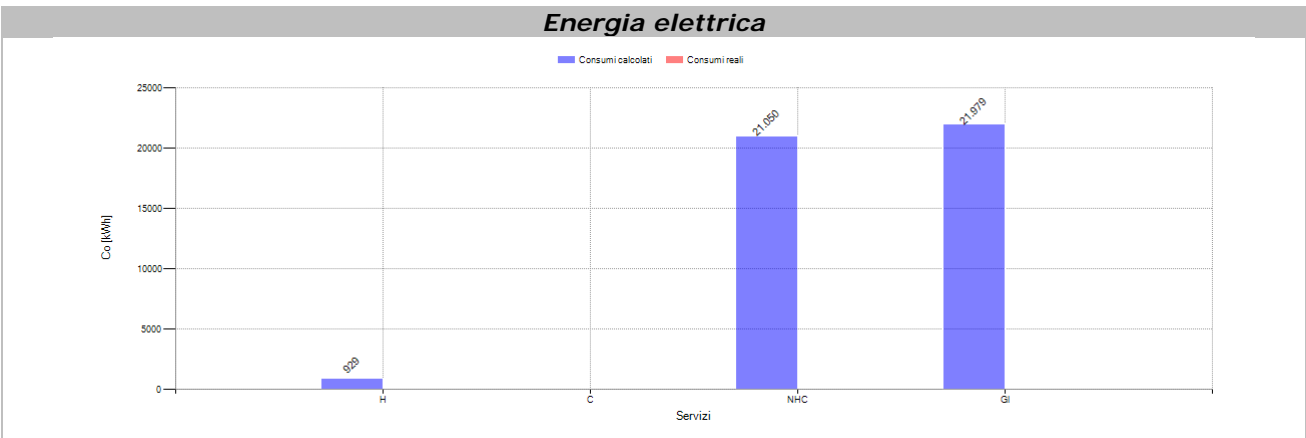
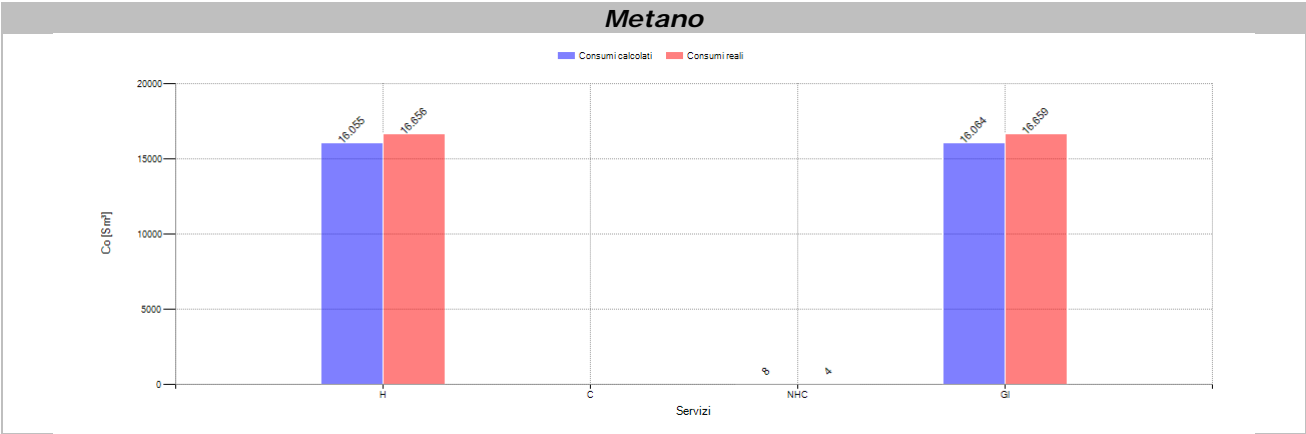
H _{idr}	Riscaldamento idronico
H _{aer}	Riscaldamento aeraulico (trattamenti aria)
W	Acqua calda sanitaria
C	Raffrescamento
V	Ventilazione
L	Illuminazione
T	Trasporto
NHC	Servizi differenti dal riscaldamento o raffrescamento

Suddivisione per servizio





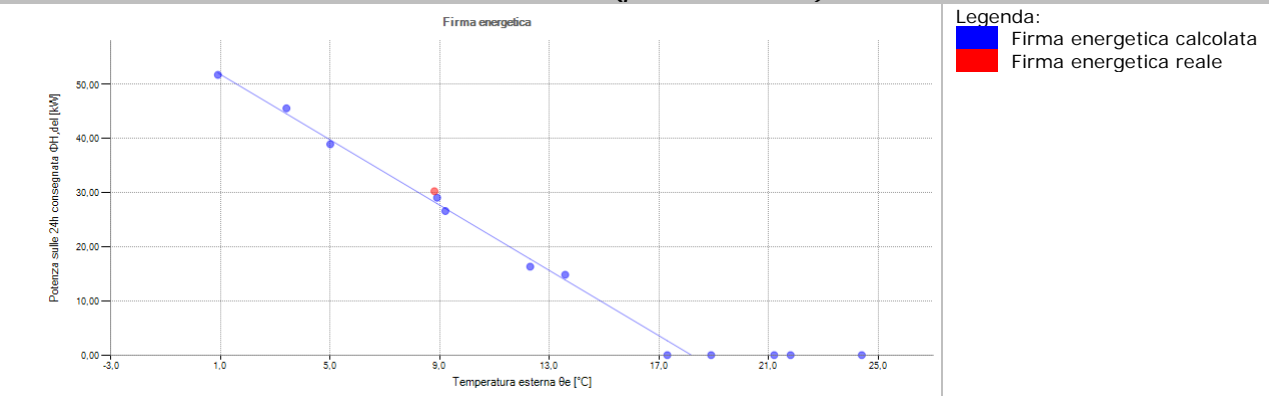
Confronto



5.1.2.2 Firme energetiche

Contatore	1	Unità di misura	Sm ³
Vettore energetico	Metano	Servizi	Hidr, W

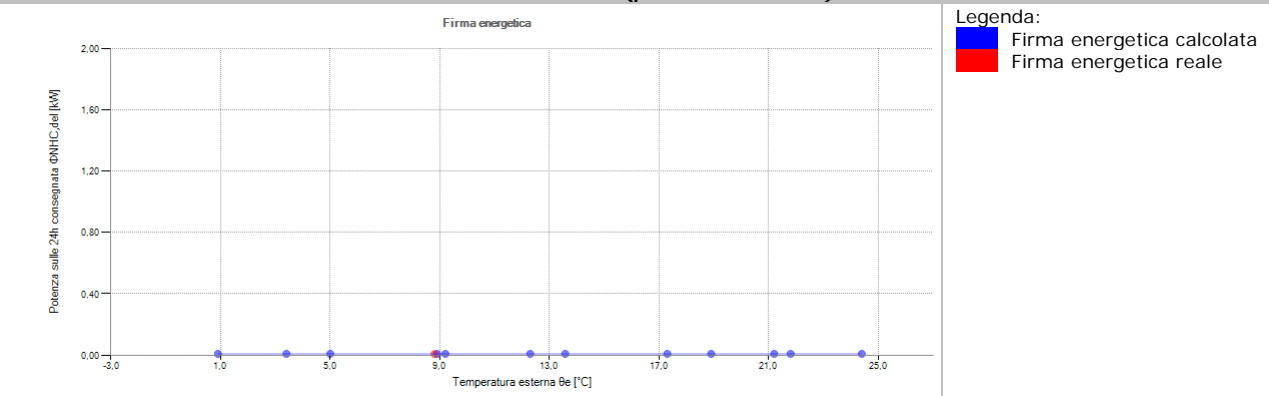
Riscaldamento (potenza sulle 24 h)



Firma energetica calcolata									
Mesi	Codice Mesi	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θe [°C]	GG [°Cg]	Co _H [Sm ³]	Q _{H,del} [kWh _{t/el}]	Φ _{H,del} [kW _{t/el}]
gennaio	H	31	31	-	0,9	592	4087	38514	51,77
febbraio	H	28	28	-	5,0	420	2778	26176	38,95
marzo	H	31	31	-	9,2	335	2102	19803	26,62
aprile	H	30	15	-	12,3	116	624	5881	16,34
maggio	NH	31	0	-	17,3	0	0	0	0,00
giugno	NH	30	0	-	21,8	0	0	0	0,00
luglio	NH	31	0	-	24,4	0	0	0	0,00
agosto	NH	31	0	-	21,2	0	0	0	0,00
settembre	NH	30	0	-	18,9	0	0	0	0,00
ottobre	H	31	17	-	13,6	109	643	6057	14,84
novembre	H	30	30	-	8,9	333	2222	20934	29,07
dicembre	H	31	31	-	3,4	515	3600	33921	45,59
TOTALE		365	183	-	-	2419	16055	151286	-

Firma energetica reale									
Periodo	Codice Periodo	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θe [°C]	GG [°Cg]	Co _H [Sm ³]	Q _{H,del} [kWh _{t/el}]	Φ _{H,del} [kW _{t/el}]
1 - 2017/2018	H	183	183	-	8,8	2050	14113	132986	30,28
TOTALE		183	183	-	-	2050	14113	132986	-

Servizi differenti (potenza sulle 24 h)

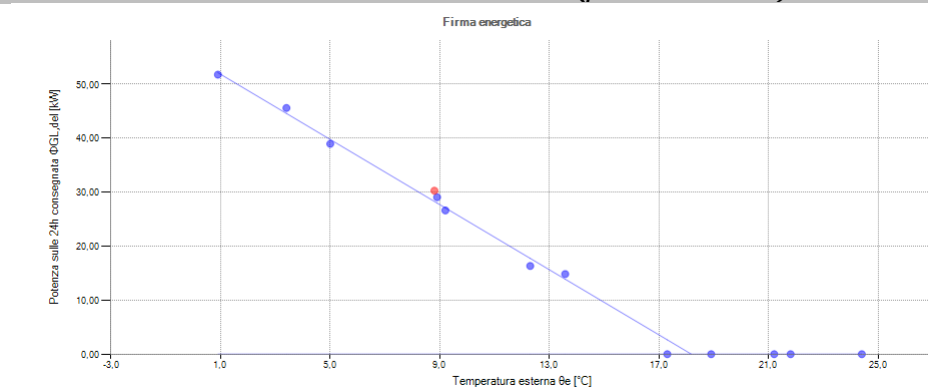




Firma energetica calcolata									
Mesi	Codice Mesi	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θe [°C]	GG [°Cg]	Co _{NHC} [Sm ³]	Q _{NHC,del} [kWh _{t/el}]	Φ _{NHC,del} [kW _{t/el}]
gennaio	H	31	-	-	0,9	-	1	7	0,01
febbraio	H	28	-	-	5,0	-	1	6	0,01
marzo	H	31	-	-	9,2	-	1	7	0,01
aprile	H	30	-	-	12,3	-	1	6	0,01
maggio	NH	31	-	-	17,3	-	1	7	0,01
giugno	NH	30	-	-	21,8	-	1	6	0,01
luglio	NH	31	-	-	24,4	-	1	7	0,01
agosto	NH	31	-	-	21,2	-	1	7	0,01
settembre	NH	30	-	-	18,9	-	1	6	0,01
ottobre	H	31	-	-	13,6	-	1	7	0,01
novembre	H	30	-	-	8,9	-	1	6	0,01
dicembre	H	31	-	-	3,4	-	1	7	0,01
TOTALE		365	-	-	-	-	8	78	-

Firma energetica reale									
Periodo	Codice Periodo	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θe [°C]	GG [°Cg]	Co _{NHC} [Sm ³]	Q _{NHC,del} [kWh _{t/el}]	Φ _{NHC,del} [kW _{t/el}]
1 - 2017/2018	H	183	-	-	8,8	-	4	34	0,01

TOTALE	183	-	-	-	-	4	34	-
--------	-----	---	---	---	---	---	----	---

Globale (potenza sulle 24 h)



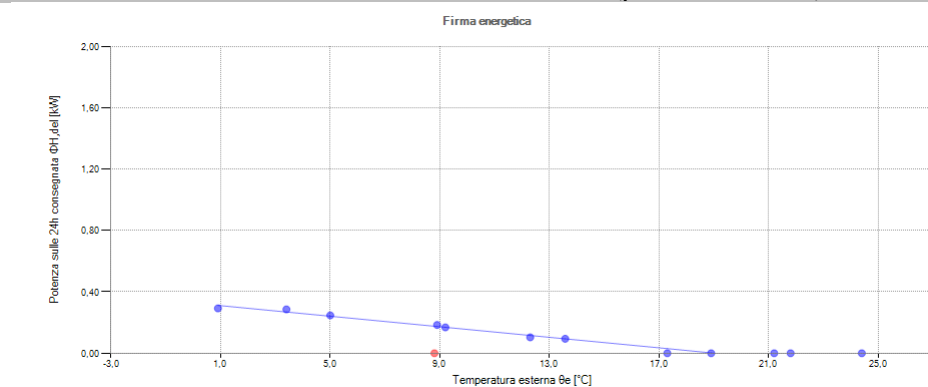
Legenda:
 Firma energetica calcolata
 Firma energetica reale



Firma energetica calcolata									
Mesi	Codice Mesi	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θ_e [°C]	GG [°Cg]	Co _{gl} [Sm³]	Q _{gl,del} [kWh _{t/el}]	$\Phi_{gl,del}$ [kW _{t/el}]
gennaio	H	31	31	0	0,9	592	4088	38521	51,78
febbraio	H	28	28	0	5,0	420	2779	26182	38,96
marzo	H	31	31	0	9,2	335	2102	19810	26,63
aprile	H	30	15	0	12,3	116	625	5887	16,34
maggio	NH	31	0	18	17,3	0	1	7	0,01
giugno	NH	30	0	30	21,8	0	1	6	0,01
luglio	NH	31	0	31	24,4	0	1	7	0,01
agosto	NH	31	0	31	21,2	0	1	7	0,01
settembre	NH	30	0	15	18,9	0	1	6	0,01
ottobre	H	31	17	0	13,6	109	643	6063	14,85
novembre	H	30	30	0	8,9	333	2222	20940	29,08
dicembre	H	31	31	0	3,4	515	3601	33928	45,60
TOTALE		365	183	125	-	2419	16064	151364	-

Firma energetica reale									
Periodo	Codice Periodo	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θ_e [°C]	GG [°Cg]	Co _{gl} [Sm³]	Q _{gl,del} [kWh _{t/el}]	$\Phi_{gl,del}$ [kW _{t/el}]
1 - 2017/2018	H	183	183	0	8,8	2050	14117	133020	30,29
TOTALE		183	183	0	-	2050	14117	133020	-

Contatore	2	Unità di misura	kWh
Vettore energetico	Energia elettrica	Servizi	Hidr, W, L, T

Riscaldamento (potenza sulle 24 h)

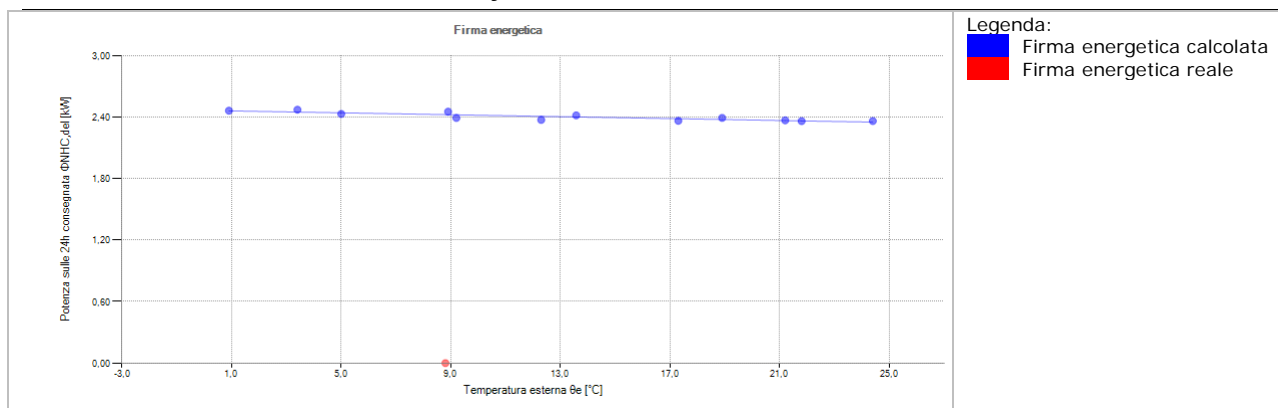


Legenda:
 Firma energetica calcolata
 Firma energetica reale

Firma energetica calcolata									
Mesi	Codice Mesi	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θ_e [°C]	GG [°Cg]	Co _H [kWh]	Q _{H,del} [kWh _{t/el}]	$\Phi_{H,del}$ [kW _{t/el}]
gennaio	H	31	31	-	0,9	592	217	217	0,29
febbraio	H	28	28	-	5,0	420	166	166	0,25
marzo	H	31	31	-	9,2	335	125	125	0,17
aprile	H	30	15	-	12,3	116	37	37	0,10
maggio	NH	31	0	-	17,3	0	0	0	0,00
giugno	NH	30	0	-	21,8	0	0	0	0,00
luglio	NH	31	0	-	24,4	0	0	0	0,00
agosto	NH	31	0	-	21,2	0	0	0	0,00
settembre	NH	30	0	-	18,9	0	0	0	0,00
ottobre	H	31	17	-	13,6	109	38	38	0,09
novembre	H	30	30	-	8,9	333	133	133	0,18
dicembre	H	31	31	-	3,4	515	213	213	0,29
TOTALE		365	183	-	-	2419	929	929	-

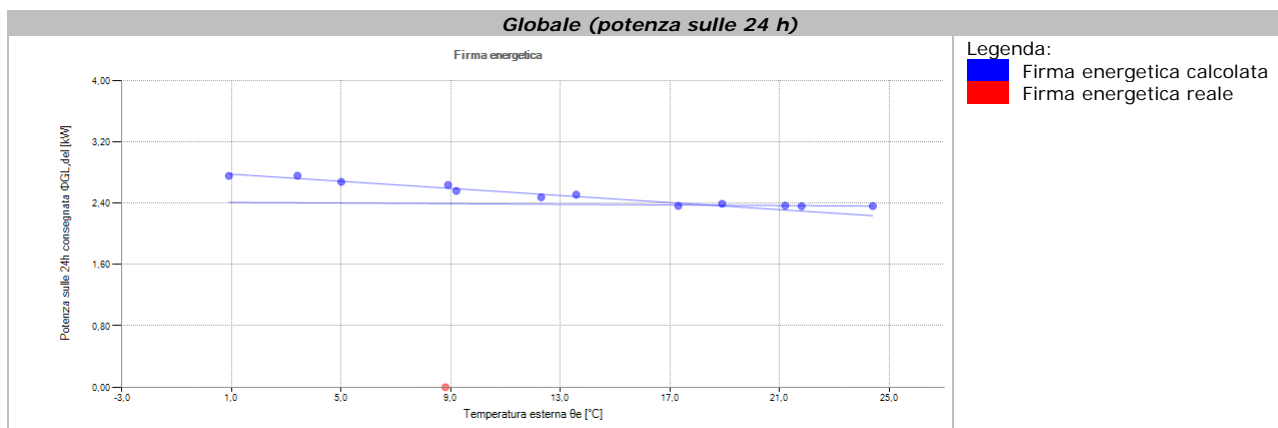
Firma energetica reale									
Periodo	Codice Periodo	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θ_e [°C]	GG [°Cg]	Co _H [kWh]	Q _{H,del} [kWh _{t/el}]	$\Phi_{H,del}$ [kW _{t/el}]
1 - 2017/2018	H	183	183	-	8,8	2050	0	0	0,00
TOTALE		183	183	-	-	2050	0	0	-

Servizi differenti (potenza sulle 24 h)



Firma energetica calcolata									
Mesi	Codice Mesi	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θ _e [°C]	GG [°Cg]	Co _{NHC} [kWh]	Q _{NHC,del} [kWh/t _{el}]	Φ _{NHC,del} [kW/t _{el}]
gennaio	H	31	-	-	0,9	-	1832	1832	2,46
febbraio	H	28	-	-	5,0	-	1633	1633	2,43
marzo	H	31	-	-	9,2	-	1779	1779	2,39
aprile	H	30	-	-	12,3	-	1708	1708	2,37
maggio	NH	31	-	-	17,3	-	1758	1758	2,36
giugno	NH	30	-	-	21,8	-	1699	1699	2,36
luglio	NH	31	-	-	24,4	-	1757	1757	2,36
agosto	NH	31	-	-	21,2	-	1761	1761	2,37
settembre	NH	30	-	-	18,9	-	1722	1722	2,39
ottobre	H	31	-	-	13,6	-	1797	1797	2,42
novembre	H	30	-	-	8,9	-	1766	1766	2,45
dicembre	H	31	-	-	3,4	-	1839	1839	2,47
TOTALE		365	-	-	-	-	21050	21050	-

Firma energetica reale									
Periodo	Codice Periodo	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θ _e [°C]	GG [°Cg]	Co _{NHC} [kWh]	Q _{NHC,del} [kWh/t _{el}]	Φ _{NHC,del} [kW/t _{el}]
1 - 2017/2018	H	183	-	-	8,8	-	0	0	0,00
TOTALE		183	-	-	-	-	0	0	-



Firma energetica calcolata									
Mesi	Codice Mesi	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θ _e [°C]	GG [°Cg]	Co _{gl} [kWh]	Q _{gl,del} [kWh/t _{el}]	Φ _{gl,del} [kW/t _{el}]
gennaio	H	31	31	0	0,9	592	2049	2049	2,75
febbraio	H	28	28	0	5,0	420	1799	1799	2,68
marzo	H	31	31	0	9,2	335	1904	1904	2,56
aprile	H	30	15	0	12,3	116	1745	1745	2,48
maggio	NH	31	0	18	17,3	0	1758	1758	2,36
giugno	NH	30	0	30	21,8	0	1699	1699	2,36
luglio	NH	31	0	31	24,4	0	1757	1757	2,36
agosto	NH	31	0	31	21,2	0	1761	1761	2,37
settembre	NH	30	0	15	18,9	0	1722	1722	2,39
ottobre	H	31	17	0	13,6	109	1836	1836	2,51
novembre	H	30	30	0	8,9	333	1898	1898	2,64
dicembre	H	31	31	0	3,4	515	2051	2051	2,76
TOTALE		365	183	125	-	2419	21979	21979	-

Firma energetica reale									
Periodo	Codice Periodo	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θ _e [°C]	GG [°Cg]	Co _{gl} [kWh]	Q _{gl,del} [kWh/t _{el}]	Φ _{gl,del} [kW/t _{el}]
1 - 2017/2018	H	183	183	0	8,8	2050	0	0	0,00
TOTALE		183	183	0	-	2050	0	0	-

Legenda dei simboli:

- g Giorni (del mese o periodo)
- g_{risc} Giorni di riscaldamento (del mese o periodo)
- g_{raffr} Giorni di raffrescamento (del mese o periodo)
- θ_e Temperatura esterna media (del mese o periodo)

GG	Gradi giorno (del mese o periodo)
Co	Consumo (del mese o periodo)
Q _{del}	Energia consegnata (del mese o periodo)
Φ _{del}	Potenza consegnata (del mese o periodo)

Legenda dei servizi:

H	Riscaldamento (idronico ed aeraulico)
C	Raffrescamento
NHC	Servizi differenti dal riscaldamento o raffrescamento
gl	Globale

Legenda dei codici:

H	Riscaldamento
C	Raffrescamento
HC	Sia riscaldamento che raffrescamento
NH	Non riscaldamento
NC	Non raffrescamento
NHC	Né riscaldamento né raffrescamento

5.1.3 Stagione media

5.1.3.1 Consumi annui

Gradi giorno

Gradi giorno calcolati	GG _{calc}	2419	°Cg
Gradi giorno reali	GG _{reali}	2187	°Cg

Fattori di normalizzazione

Riscaldamento	f _{H,norm}	1,106	-
Acqua calda sanitaria	f _{W,norm}	1,000	-
Trasporto	f _{T,norm}	1,000	-
Illuminazione	f _{L,norm}	1,000	-

Consumi annui

Riscaldamento						
Contatore	Vettore energetico	Servizi	UM	Co _{H,calc}	Co _{H,reale}	Δ [%]
1	Metano	Hidr, W	Sm ³	16055	15733	2,0
2	Energia elettrica	Hidr, W, L, T	kWh	929	0	100,0

Servizi differenti						
Contatore	Vettore energetico	Servizi	UM	Co _{NHC,calc}	Co _{NHC,reale}	Δ [%]
1	Metano	Hidr, W	Sm ³	8	4	100,0
2	Energia elettrica	Hidr, W, L, T	kWh	21050	0	100,0

Globale						
Contatore	Vettore energetico	Servizi	UM	Co _{gl,calc}	Co _{gl,reale}	Δ [%]
1	Metano	Hidr, W	Sm ³	16064	15737	2,1
2	Energia elettrica	Hidr, W, L, T	kWh	21979	0	100,0

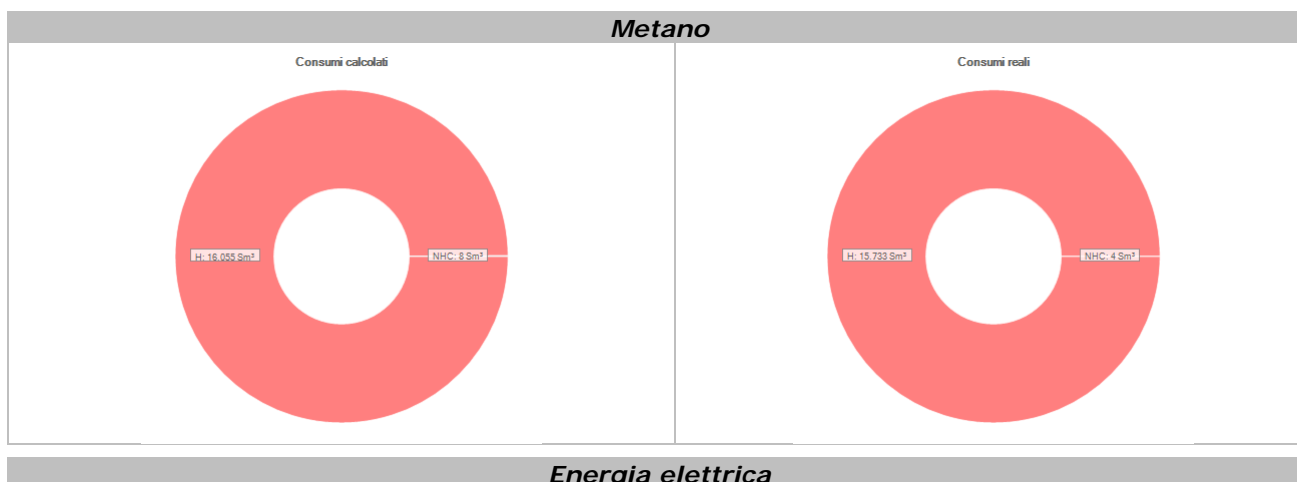
Legenda dei simboli:

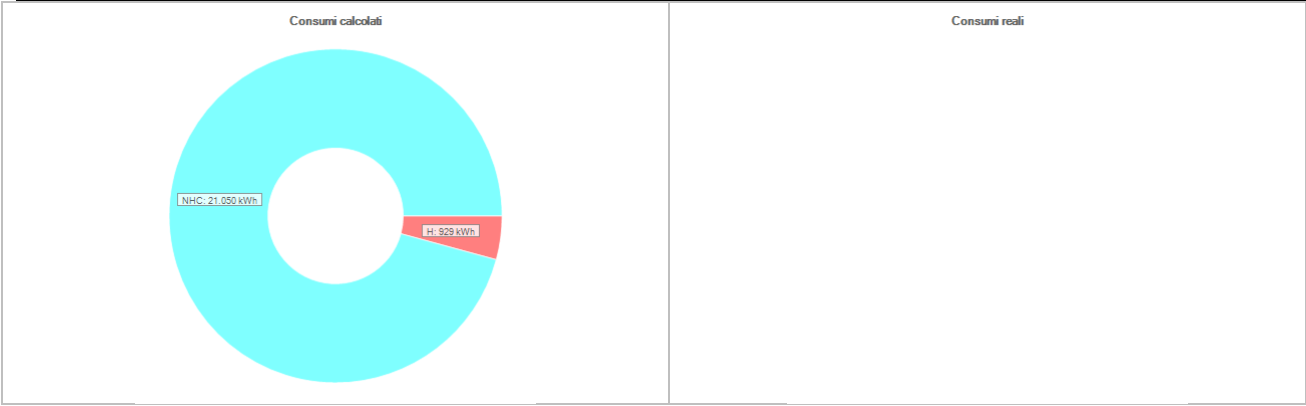
Co _{calc}	Consumo calcolato
Co _{reale}	Consumo reale
Δ	Scostamento

Legenda dei servizi:

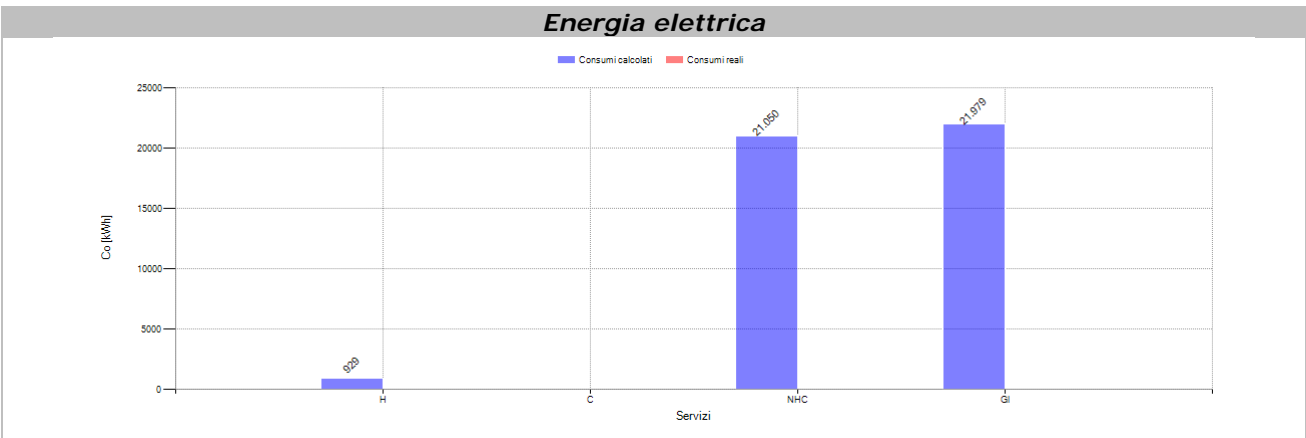
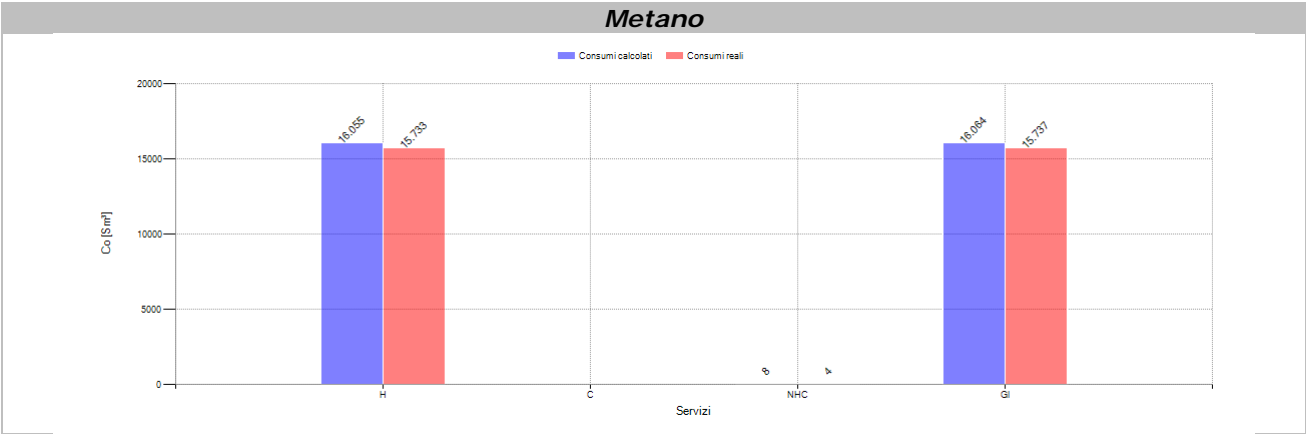
H _{idr}	Riscaldamento idronico
H _{aer}	Riscaldamento aeraulico (trattamenti aria)
W	Acqua calda sanitaria
C	Raffrescamento
V	Ventilazione
L	Illuminazione
T	Trasporto
NHC	Servizi differenti dal riscaldamento o raffrescamento

Suddivisione per servizio





Confronto



6 RACCOMANDAZIONI CIRCA I POSSIBILI INTERVENTI

Gli interventi di riqualificazione energetica possono essere, in generale, distinti in differenti categorie principali (prospetto 2) da considerarsi in ordine logico di priorità. In particolare, gli interventi relativi alla termoregolazione ed alla contabilizzazione dovrebbero essere anteposti a tutti gli altri in quanto tali da predisporre l'edificio ad accogliere le ulteriori opere.

Prospetto 2 Classificazione degli interventi di risparmio energetico

Categoria di intervento	Tipologia	Beneficio
Interventi sul fabbricato	Cappotto interno, cappotto esterno, insufflaggio, isolamento coperture orizzontali, isolamento cassonetti, sostituzione serramenti, sostituzione solo vetro	Riduzione trasmittanze termiche (W_t/m^2K)
Interventi sui circuiti di utenza	Sostituzione dei terminali di emissione, installazione di sistemi di termoregolazione, installazione di sistemi di contabilizzazione	Aumento dei rendimenti di emissione o regolazione, riduzione della temperatura media dell'impianto, riduzione del fabbisogno in ingresso alla regolazione (fattore di contabilizzazione)
Interventi sul sottosistema di generazione ed adozione di fonti rinnovabili	Installazione di collettori solari	Riduzione del fabbisogno in uscita dalla generazione ($Q_{gen,out}$)
	Sostituzione del generatore con generatori multipli o sistemi più efficienti	Miglioramento del rendimento di generazione ed incremento della quota rinnovabile
	Installazione di moduli fotovoltaici	Riduzione del prelievo di energia elettrica dalla rete

Nel caso considerato si sono simulati i seguenti scenari di risparmio energetico, ciascuno articolato in più interventi (i singoli scenari ed interventi sono descritti nel dettaglio nei capitoli successivi):

Riepilogo scenari

N°	Descrizione	C [€]	ΔS_{gl} [€/anno]	t_r [anni]	$\Delta EP_{gl,nren}$ [kWh _p /m ² anno]	Classe energetica
1	Isolamento solaio sottotetto	25879,00	1933,95	13,4	18,86	D
2	Sostituzione generatore di calore e installazione valvole termostatiche	33210,00	2207,95	15,0	21,14	D
3	Scenario 1 + Scenario 2	59089,00	3860,09	15,3	37,29	D

Legenda:

C	Costo stimato
ΔS_{gl}	Risparmio economico (variazione spesa globale annua)
t_r	Tempo di ritorno semplice
$\Delta EP_{gl,nren}$	Risparmio energetico (variazione indice di prestazione energetica globale non rinnovabile)

6.1 Isolamento solaio sottotetto

Dati generali

Numero	1		
Descrizione	Isolamento solaio sottotetto		
Costo stimato	C	25879,00	€
Risparmio economico conseguibile	ΔS_{gl}	1933,95	€/anno
Tempo di ritorno semplice	t_r	13,4	anni
Risparmio energetico conseguibile	$\Delta EP_{gl,nren}$	18,86	kWh _p /m ² anno
Classe energetica raggiungibile	D		

Descrizione sintetica scenario

Riepilogo interventi

N°	Descrizione
1	Coibentazione solaio confinante verso ambiente non climatizzato

6.1.1 Coibentazione solaio confinante verso ambiente non climatizzato

Dati generali

Intervento	1
Tipologia	Coibentazione solaio confinante verso ambiente non climatizzato
Descrizione	Coibentazione solaio confinante verso ambiente non climatizzato
Zone di pertinenza	Edificio

Descrizione sintetica intervento

Stato di fatto

Struttura esistente

Codice	S1
Descrizione	Soffitto sottotetto
Tipo	da locale climatizzato verso locali non climatizzati
Superficie di calcolo	S_{calc} 517,58 m ²

Risultati stato di fatto

Spessore totale	S_{tot}	230,00	mm
Trasmittanza iniziale	U_{in}	1,918	W _t /m ² K
Trasmittanza iniziale media	$U_{in,media}$	1,958	W _t /m ² K
Valore limite	$U_{media,lim}$	0,289	W _t /m ² K

Intervento

Isolante

Tipologia	Pannelli in fibra di legno 50 kg/m³		
Conduttività	λ	0,038	W _t /mK
Spessore	s	130,00	mm

Risultati intervento

Spessore totale	S_{tot}	360,00	mm
Trasmittanza finale	U_{fin}	0,254	W _t /m ² K
Percentuale di superficie isolata	p_{is}	100,0	%
Trasmittanza finale effettiva	$U_{fin,eff}$	0,254	W _t /m ² K
Trasmittanza finale media	$U_{fin,media}$	0,254	W _t /m ² K
Valore limite	$U_{media,lim}$	0,289	W _t /m ² K

6.1.2 Prestazioni raggiungibili

Si riportano di seguito le prestazioni raggiungibili, a seguito delle opere di risparmio energetico, per lo scenario considerato. I risultati vengono forniti sia in forma numerica sia in forma grafica, attraverso diagrammi a torta ed istogrammi, oltre che mediante le firme energetiche invernale ed estiva.

6.1.2.1 Edificio

Consumi (Co)

Servizio	Metano [Sm ³]		Δ [%]
	Stato di fatto	Scenario	
Riscaldamento (H)	16055	13731	-14,5
Acqua calda sanitaria (W)	8	8	0,0
Globale	16064	13739	-14,5

Servizio	Energia elettrica [kWh]		Δ [%]
	Stato di fatto	Scenario	
Riscaldamento (H)	929	819	-11,8
Acqua calda sanitaria (W)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	20393	20393	0,0
Trasporto (T)	657	657	0,0
Globale	21979	21869	-0,5

Spesa (S) [€]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	13397,82	11463,88	14,4
Acqua calda sanitaria (W)	6,83	6,83	0,0
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	5098,14	5098,14	0,0
Trasporto (T)	164,25	164,25	0,0
Globale	18667,05	16733,10	10,4

Valutazione economica preliminare

Costo stimato (C) [€]	25879,00
Risparmio economico conseguibile (ΔS _{gl}) [€/anno]	1933,95
Tempo di ritorno semplice (t _r) [anni]	13,4

Rendimenti (η) [%]

Riscaldamento idronico (H_{idr})			
Sottosistema	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Emissione (η_{em})	91,2	91,2	0,0
Regolazione (η_{reg})	87,9	86,8	-1,2
Distribuzione di utenza (η_{du})	96,9	96,9	0,0
Accumulo (η_s)	100,0	100,0	0,0
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	95,1	95,5	0,5
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	89,5	89,9	0,4
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	89,3	89,7	0,4
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$)	189,2	187,6	-0,8
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$)	188,6	187,1	-0,8
Valore limite (η_{lim})	203,8	-	-

Acqua calda sanitaria (W)			
Sottosistema	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Erogazione (η_{er})	100,0	100,0	0,0
Distribuzione di utenza (η_{du})	92,6	92,6	0,0
Accumulo (η_s)	100,0	100,0	0,0
Ricircolo (η_{ric})	100,0	100,0	0,0
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	94,2	94,2	0,0
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	89,3	89,3	0,0
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	89,2	89,2	0,0
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$)	82,7	82,7	0,0
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$)	82,6	82,6	0,0
Valore limite (η_{lim})	56,7	-	-

Indici di prestazione termica del fabbricato (EP_{nd}) [kWh_t/m^2]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]	Valore limite
Riscaldamento (H)	246,91	209,49	-15,2	93,83
Raffrescamento (C)	8,07	9,34	15,7	7,44

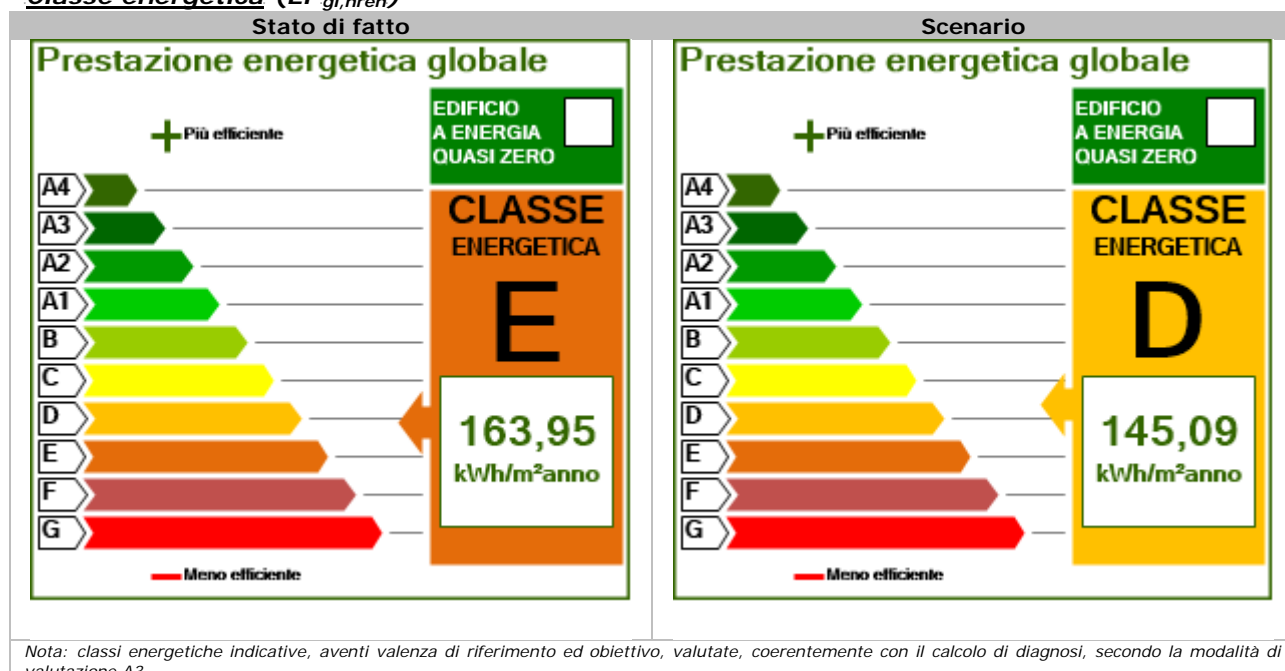
Indici di prestazione energetica dell'edificio (EP) [kWh_p/m^2]

Non rinnovabile (EP_{nren})			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	130,53	111,67	-14,5
Acqua calda sanitaria (W)	0,07	0,07	0,0
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	32,31	32,31	0,0
Trasporto (T)	1,04	1,04	0,0
Globale (GI)	163,95	145,09	-11,5

Rinnovabile (EP_{ren})			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	0,35	0,31	-11,8
Acqua calda sanitaria (W)	0,00	0,00	0,0
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	7,79	7,79	0,0
Trasporto (T)	0,25	0,25	0,0
Globale (GI)	8,39	8,35	-0,5

Totale (EP_{tot})			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	130,89	111,98	-14,4
Acqua calda sanitaria (W)	0,07	0,07	0,0
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	40,10	40,10	0,0
Trasporto (T)	1,29	1,29	0,0
Globale (GI)	172,34	153,44	-11,0
Valore limite ($EP_{gl,tot,lim}$)	87,53	-	-

Classe energetica ($EP_{gl,nren}$)



Quota rinnovabile (QR) [%]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]	Valore minimo
Riscaldamento (H)	0,3	0,3	0,0	-
Acqua calda sanitaria (W)	0,1	0,1	0,0	50
Raffrescamento (C)	0,0	0,0	0,0	-
Globale (H + W + C)	0,3	0,3	0,0	20 / 35 / 50
Ventilazione (V)	0,0	0,0	0,0	-
Illuminazione (L)	19,4	19,4	0,0	-
Trasporto (T)	19,4	19,4	0,0	-
Globale (GI)	4,9	5,4	12,3	-

Nota: il DLgs 28/11 (allegato 3, comma 1) prevede, per la verifica di copertura globale (riscaldamento, raffrescamento ed ACS), tre differenti fasi di vigenza, corrispondenti a valori minimi via via più stringenti:
- 1° fase (31.05.12 - 31.12.13);
- 2° fase (01.01.14 - 31.12.16);
- 3° fase (dal 01.01.17).

Emissioni (Em_{CO2}) [kg]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	32197,52	27546,41	-14,4
Acqua calda sanitaria (W)	16,46	16,46	0,0
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	9380,58	9380,58	0,0
Trasporto (T)	302,22	302,22	0,0
Globale (GI)	41896,78	37245,67	-11,1

Legenda:

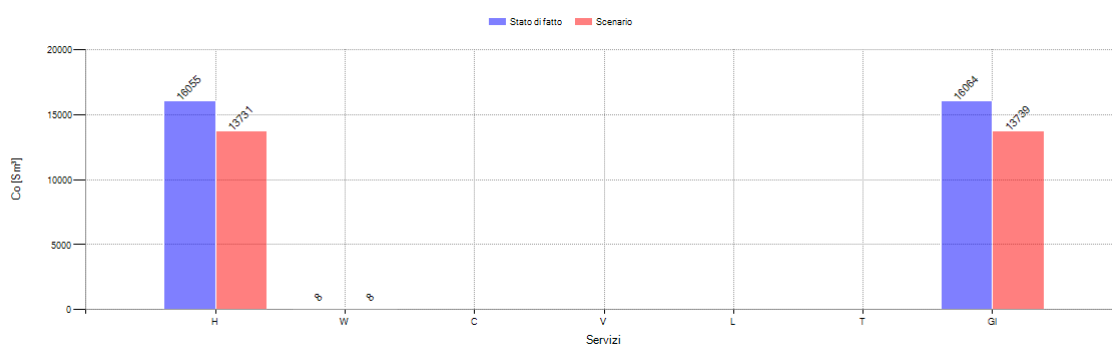
Co	Consumo
Em	Emissioni
EP _{nd}	Indice di prestazione termica
EP _{nren}	Indice di prestazione energetica non rinnovabile
EP _{ren}	Indice di prestazione energetica rinnovabile
EP _{tot}	Indice di prestazione energetica totale
η_{ut}	Rendimento rispetto all'energia utile
$\eta_{p,nren}$	Rendimento rispetto all'energia primaria non rinnovabile
$\eta_{p,tot}$	Rendimento rispetto all'energia primaria totale
QR	Quota rinnovabile
S	Spesa

Grafici

Si descrivono di seguito, attraverso istogrammi, i consumi di combustibile, energia elettrica ed energia primaria a monte ed a valle degli interventi. Si evidenzia inoltre, attraverso diagrammi a torta, come si modifica la composizione dell'energia primaria (per servizio o per vettore energetico) a seguito dell'esecuzione degli interventi. Si rappresentano infine le firme energetiche invernali ed estive dell'edificio, riferite, rispettivamente, allo stato di fatto ed allo scenario. La firma energetica esprime la correlazione tra la temperatura esterna (θ_e), riportata sull'asse delle ascisse, ed il fabbisogno di potenza in ingresso alla generazione ($\Phi_{gen,in}$), riportato sull'asse delle ordinate. Tale correlazione, rappresentata attraverso una nuvola di punti ed una retta interpolante, costituisce un significativo strumento di visualizzazione ed interpretazione della prestazione energetica dell'edificio.

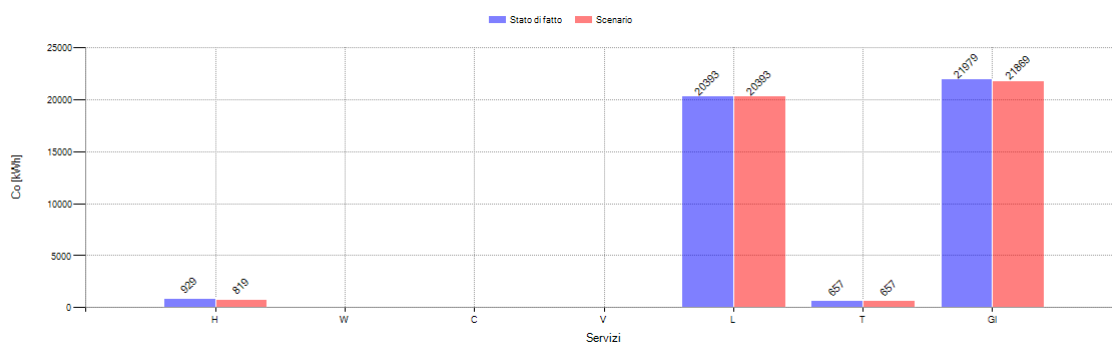
Consumi di combustibile ed energia elettrica

Metano



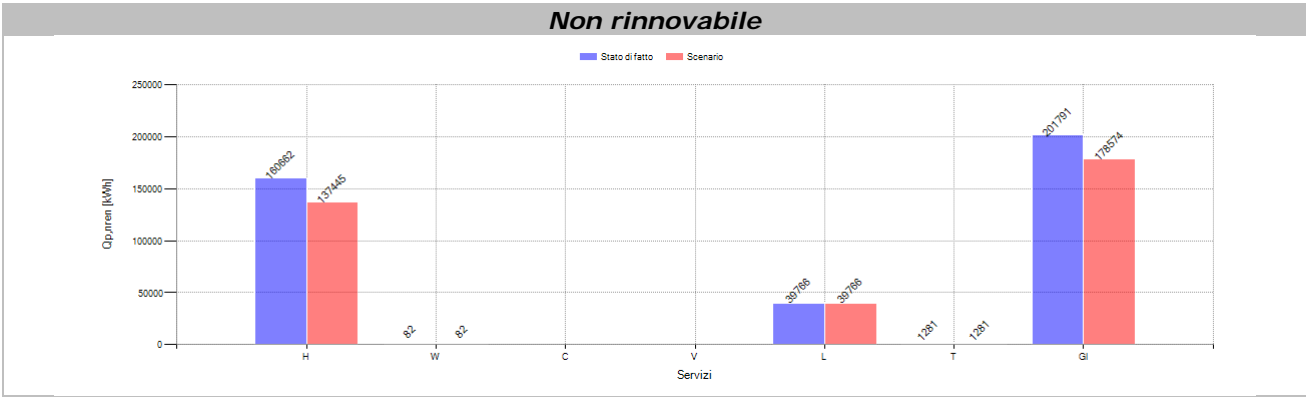
Servizio	Co _{in} [Sm³]	Co _{fin} [Sm³]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	16055	13731	-14,5
Acqua calda sanitaria (W)	8	8	0,0
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	0	0	0,0
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (GI)	16064	13739	-14,5

Energia elettrica

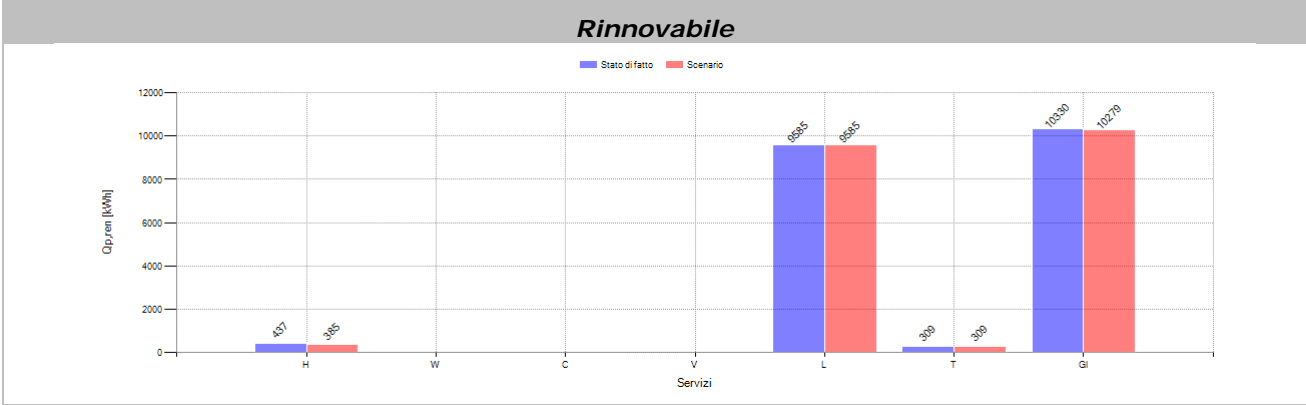


Servizio	Co _{in} [kWh]	Co _{fin} [kWh]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	929	819	-11,8
Acqua calda sanitaria (W)	0	0	0,0
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	20393	20393	0,0
Trasporto (T)	657	657	0,0
Globale (GI)	21979	21869	-0,5

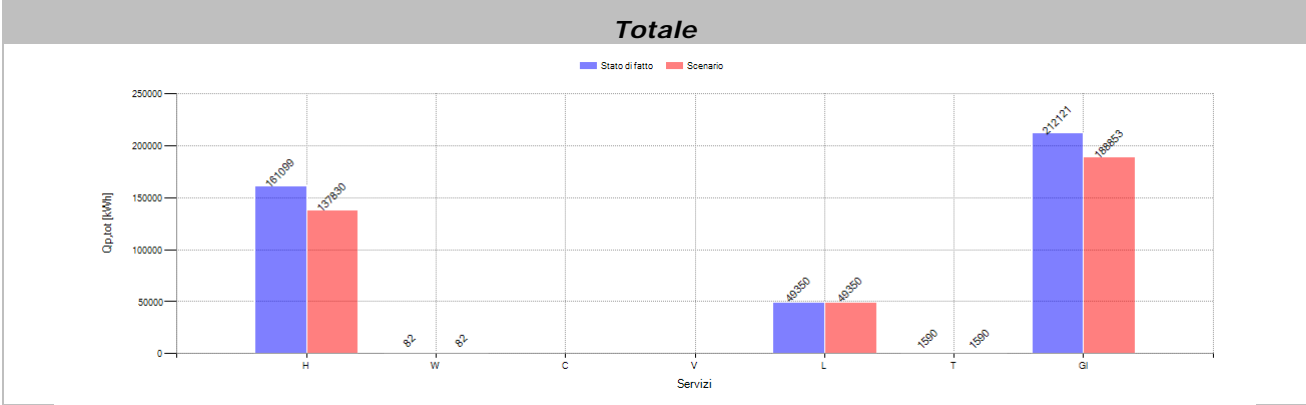
Consumi di energia primaria



Servizio	Q _{p,nren,in} [kWh _p]	Q _{p,nren,fin} [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	160662	137445	-14,5
Acqua calda sanitaria (W)	82	82	0,0
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	39766	39766	0,0
Trasporto (T)	1281	1281	0,0
Globale (GI)	201791	178574	-11,5

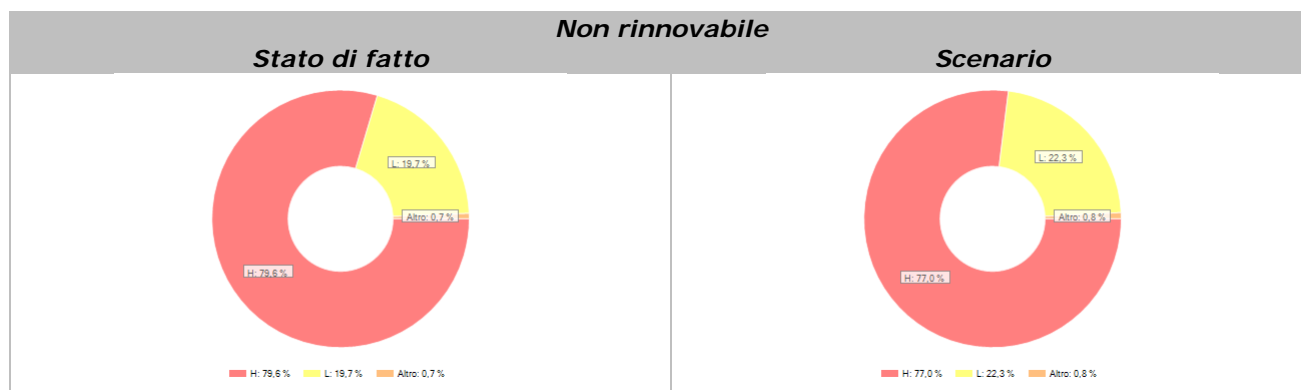


Servizio	Q _{p,ren,in} [kWh _p]	Q _{p,ren,fin} [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	437	385	-11,8
Acqua calda sanitaria (W)	0	0	0,0
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	9585	9585	0,0
Trasporto (T)	309	309	0,0
Globale (GI)	10330	10279	-0,5

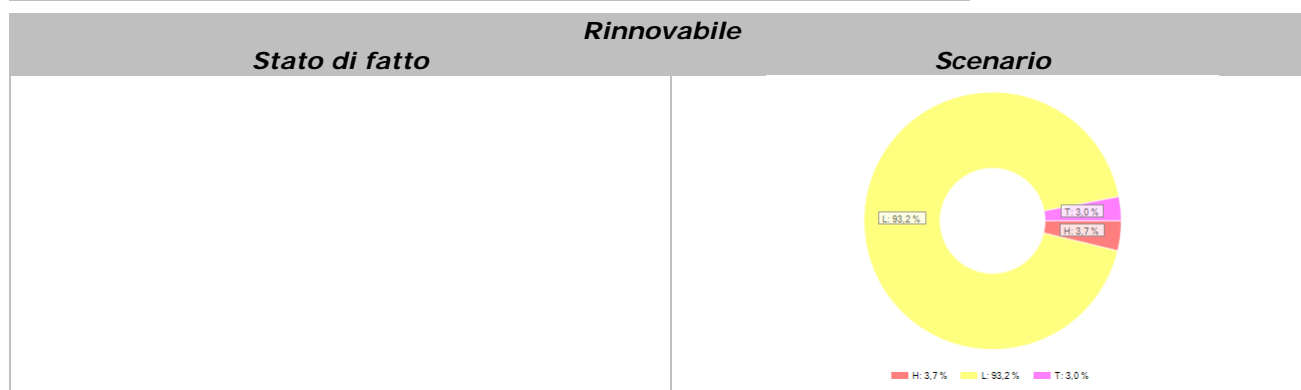


Servizio	Q _{p,tot,in} [kWh _p]	Q _{p,tot,fin} [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	161099	137830	-14,4
Acqua calda sanitaria (W)	82	82	0,0
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	49350	49350	0,0
Trasporto (T)	1590	1590	0,0
Globale (GI)	212121	188853	-11,0

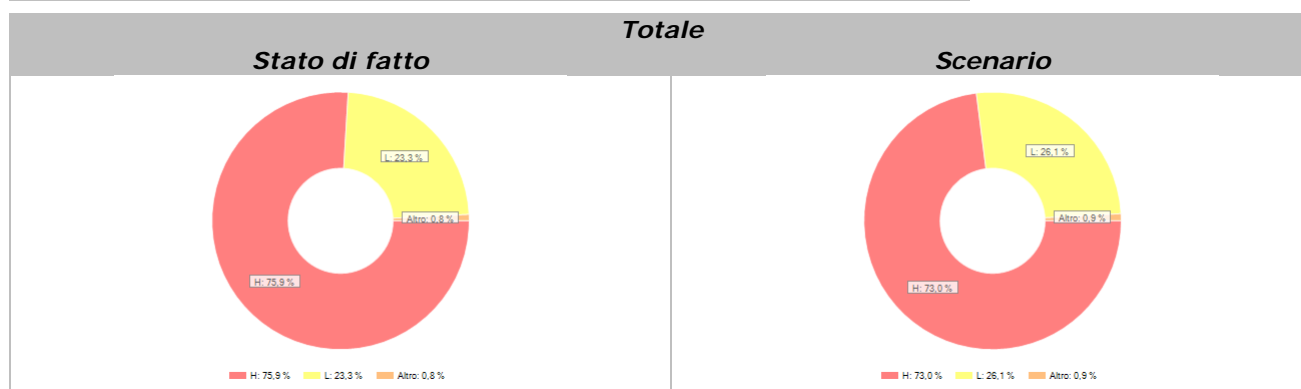
Suddivisione dell'energia primaria globale per servizio



Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,ren} [kWh _p]	%	Q _{p,ren} [kWh _p]	%
Riscaldamento (H)	160662	79,6	137445	77,0
Acqua calda sanitaria (W)	82	0,0	82	0,0
Raffrescamento (C)	0	0,0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0,0	0	0,0
Illuminazione (L)	39766	19,7	39766	22,3
Trasporto (T)	1281	0,6	1281	0,7
Globale (GI)	201791	100,0	178574	100,0

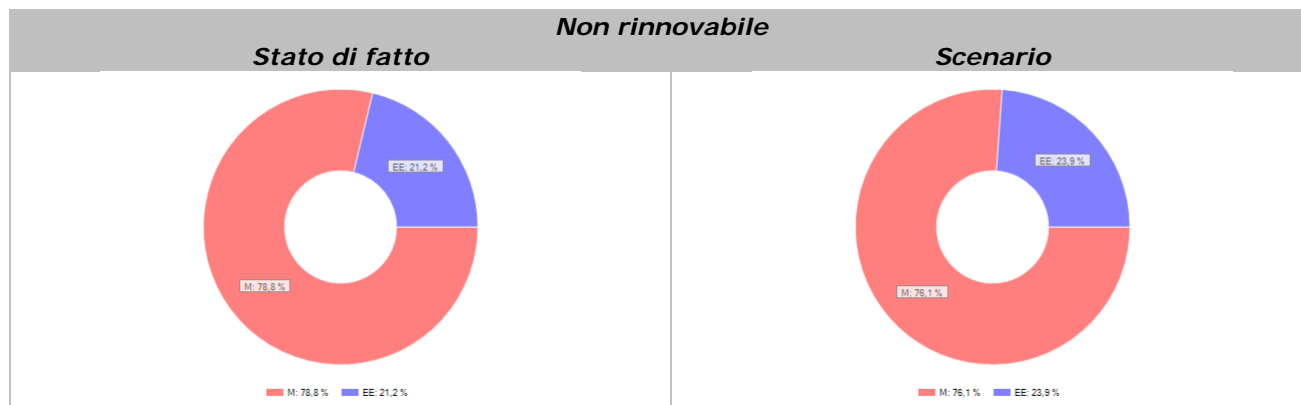


Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,ren} [kWh _p]	%	Q _{p,ren} [kWh _p]	%
Riscaldamento (H)	437	4,2	385	3,7
Acqua calda sanitaria (W)	0	0,0	0	0,0
Raffrescamento (C)	0	0,0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0,0	0	0,0
Illuminazione (L)	9585	92,8	9585	93,2
Trasporto (T)	309	3,0	309	3,0
Globale (GI)	10330	100,0	10278	100,0

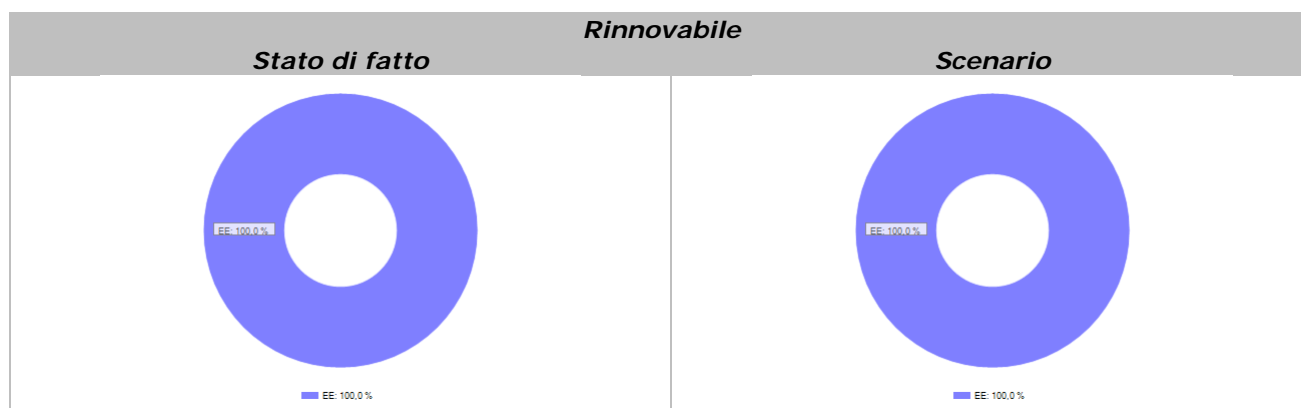


Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,tot} [kWh _p]	%	Q _{p,tot} [kWh _p]	%
Riscaldamento (H)	161099	75,9	137830	73,0
Acqua calda sanitaria (W)	82	0,0	82	0,0
Raffrescamento (C)	0	0,0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0,0	0	0,0
Illuminazione (L)	49350	23,3	49350	26,1
Trasporto (T)	1590	0,7	1590	0,8
Globale (GI)	212121	100,0	188853	100,0

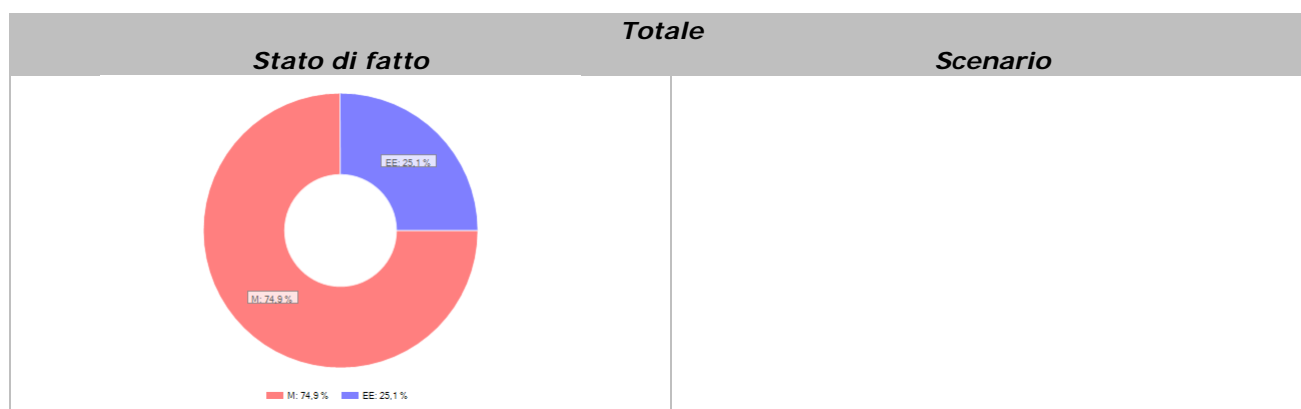
Suddivisione dell'energia primaria globale per vettore energetico



Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,nren} [kWh _p]	%	Q _{p,nren} [kWh _p]	%
Metano (M)	158932	78,8	135929	76,1
Energia elettrica (EE)	42859	21,2	42645	23,9
Solare termico (ST)	0	0,0	0	0,0
Solare fotovoltaico (FV)	0	0,0	0	0,0
Ambiente esterno (pompa di calore) (A)	0	0,0	0	0,0
Totale	201791	100,0	178574	100,0

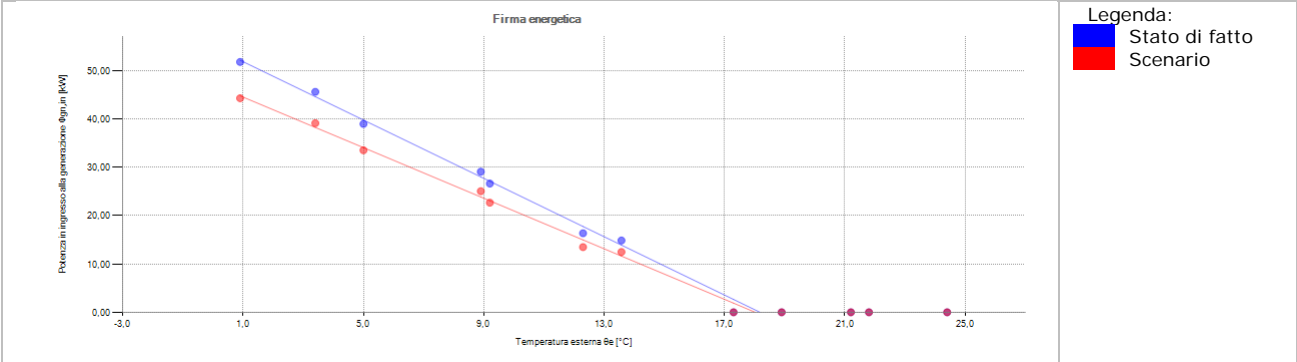


Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,ren} [kWh _p]	%	Q _{p,ren} [kWh _p]	%
Metano (M)	0	0,0	0	0,0
Energia elettrica (EE)	10330	100,0	10279	100,0
Solare termico (ST)	0	0,0	0	0,0
Solare fotovoltaico (FV)	0	0,0	0	0,0
Ambiente esterno (pompa di calore) (A)	0	0,0	0	0,0
Totale	10330	100,0	10279	100,0



Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,tot} [kWh _p]	%	Q _{p,tot} [kWh _p]	%
Metano (M)	158932	74,9	135929	72,0
Energia elettrica (EE)	53189	25,1	52923	28,0
Solare termico (ST)	0	0,0	0	0,0
Solare fotovoltaico (FV)	0	0,0	0	0,0
Ambiente esterno (pompa di calore) (A)	0	0,0	0	0,0
Totale	212121	100,0	188853	100,0

Firma energetica invernale (24 h)



Mese	θ _e [°C]	Stato di fatto				Scenario	
		g _{risc} [g]	Q _{H,gen,in} [kWh _{t/el}]	Φ _{H,gen,in} [kW _{t/el}]	g _{risc} [g]	Q _{H,gen,in} [kWh _{t/el}]	Φ _{H,gen,in} [kW _{t/el}]
gennaio	0,9	31	38514	51,77	31	32937	44,27
febbraio	5,0	28	26176	38,95	28	22514	33,50
marzo	9,2	31	19803	26,62	31	16868	22,67
aprile	12,3	15	5881	16,34	15	4850	13,47
maggio	17,3	0	0	0,00	0	0	0,00
giugno	21,8	0	0	0,00	0	0	0,00
luglio	24,4	0	0	0,00	0	0	0,00
agosto	21,2	0	0	0,00	0	0	0,00
settembre	18,9	0	0	0,00	0	0	0,00
ottobre	13,6	17	6057	14,84	17	5088	12,47
novembre	8,9	30	20934	29,07	30	18030	25,04
dicembre	3,4	31	33921	45,59	31	29091	39,10
TOTALE		183	151286	-	183	129379	-

Legenda:

- θ_e Temperatura esterna media
- g Giorni
- Q_{gen,in} Fabbisogno in ingresso alla generazione
- Φ_{gen,in} Potenza in ingresso alla generazione

6.2 Sostituzione generatore di calore e installazione valvole termostatiche

Dati generali

Numero	2		
Descrizione	Sostituzione generatore di calore e installazione valvole termostatiche		
Costo stimato	C	33210,00	€
Risparmio economico conseguibile	ΔS_{ql}	2207,95	€/anno
Tempo di ritorno semplice	t_r	15,0	anni
Risparmio energetico conseguibile	$\Delta EP_{ql,nren}$	21,14	kWh _p /m ² anno
Classe energetica raggiungibile	D		

Descrizione sintetica scenario

Riepilogo interventi

N°	Descrizione
1	Installazione valvole termostatiche su tutti i corpi radianti
2	Sostituzione del generatore di calore ad uso combinato (riscaldamento e acqua calda sanitaria) mediante caldaia a condensazione classificata **** stelle

6.2.1 Installazione valvole termostatiche su tutti i corpi radianti

Dati generali

Intervento	1
Tipologia	Installazione valvole termostatiche su tutti i corpi radianti
Descrizione	Installazione valvole termostatiche su tutti i corpi radianti
Zona di pertinenza	Edificio

Descrizione sintetica intervento

L'installazione di sistemi di termoregolazione comporta un duplice beneficio: da un lato, consente di migliorare il rendimento di regolazione, dall'altro, permettendo agli utenti di incidere liberamente sui propri consumi, è tale, se abbinato all'intervento di contabilizzazione, da generare comportamenti virtuosi, da cui si determina una riduzione del fabbisogno (della predetta riduzione si tiene conto attraverso l'intervento di contabilizzazione, di seguito descritto). Tale intervento consente inoltre di ridurre la temperatura media dell'impianto oltre che di migliorare, in caso di caldaia a condensazione, il rendimento di generazione, in virtù dei ritorni più freddi. L'intervento di termoregolazione, incidendo sulle portate dell'impianto, presuppone infine la sostituzione della precedente pompa di circolazione a giri fissi con una nuova pompa di circolazione a giri variabili, contraddistinta quindi da consumi elettrici inferiori.

Intervento

Regolazione

Regolazione			
Tipologia di regolazione	Solo per singolo ambiente		
Caratteristiche regolazione	P banda proporzionale 0,5 °C		
Rendimento di regolazione	$\eta_{H,idr,reg}$	99,0	%

6.2.2 Sostituzione del generatore di calore ad uso combinato (riscaldamento e acqua calda sanitaria) mediante caldaia a condensazione classificata **** stelle

Dati generali

Intervento	2
Tipologia	Sostituzione del generatore di calore ad uso combinato (riscaldamento e acqua calda sanitaria) mediante caldaia a condensazione classificata **** stelle
Descrizione	Sostituzione del generatore di calore ad uso combinato (riscaldamento e acqua calda sanitaria) mediante caldaia a condensazione classificata **** stelle
Zona di pertinenza	Edificio

Descrizione sintetica intervento

Intervento

Configurazione centrale termica	Generatore singolo
---------------------------------	--------------------

Caratteristiche caldaia

Tipologia	Generatore a gas, a condensazione 4 stelle (****)		
Potenza utile nominale	Φ_n	233,29	kW _t
Salto termico fumi-acqua di ritorno	$\Delta\theta$	< 12	°C
Rendimento di generazione base	$\eta_{gen,base}$	104,00	%
Generatore monostadio	No		
Installazione all'esterno	No		
Temperatura di ritorno nel mese più freddo	θ_r	40	°C
Rendimento di generazione	η_{gen}	104,00	%

Vettore energetico

Tipologia	Metano		
Potere calorifico inferiore	PCI	9,940	kWh _t /Nm ³
Costo	c	0,87	€/Nm ³
Fattore di emissione di CO ₂	f _{CO2}	0,2100	kg/kWh _{t/el}

Fattori di conversione in energia primaria (energia consegnata dal combustibile)

Non rinnovabile	f _{p,nren}	1,050	-
Rinnovabile	f _{p,ren}	0,000	-
Totale	f _{p,tot}	1,050	-

Ausiliari

Potenza ausiliari	Φ_{aux}	616	W _{el}
-------------------	--------------	-----	-----------------

6.2.3 Prestazioni raggiungibili

Si riportano di seguito le prestazioni raggiungibili, a seguito delle opere di risparmio energetico, per lo scenario considerato. I risultati vengono forniti sia in forma numerica sia in forma grafica, attraverso diagrammi a torta ed istogrammi, oltre che mediante le firme energetiche invernale ed estiva.

6.2.3.1 Edificio

Consumi (Co)

Servizio	Metano [Sm ³]		Δ [%]
	Stato di fatto	Scenario	
Riscaldamento (H)	16055	13540	-15,7
Acqua calda sanitaria (W)	8	7	-9,4
Globale	16064	13548	-15,7

Servizio	Energia elettrica [kWh]		Δ [%]
	Stato di fatto	Scenario	
Riscaldamento (H)	929	350	-62,3
Acqua calda sanitaria (W)	0	0	5,8
Illuminazione (L)	20393	20393	0,0
Trasporto (T)	657	657	0,0
Globale	21979	21400	-2,6

Spesa (S) [€]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	13397,82	11190,51	16,5
Acqua calda sanitaria (W)	6,83	6,19	9,3
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	5098,14	5098,14	0,0
Trasporto (T)	164,25	164,25	0,0
Globale	18667,05	16459,10	11,8

Valutazione economica preliminare

Costo stimato (C) [€]	33210,00
Risparmio economico conseguibile (ΔS _{gl}) [€/anno]	2207,95
Tempo di ritorno semplice (t _r) [anni]	15,0

Rendimenti (η) [%]

Riscaldamento idronico (H_{idr})			
Sottosistema	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Emissione (η_{em})	91,2	91,2	0,0
Regolazione (η_{reg})	87,9	95,2	8,3
Distribuzione di utenza (η_{du})	96,9	97,0	0,1
Accumulo (η_s)	100,0	100,0	0,0
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	95,1	104,0	9,4
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	89,5	98,5	10,1
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	89,3	98,4	10,2
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$)	189,2	225,7	19,3
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$)	188,6	225,4	19,5
Valore limite (η_{lim})	203,8	-	-

Acqua calda sanitaria (W)			
Sottosistema	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Erogazione (η_{er})	100,0	100,0	0,0
Distribuzione di utenza (η_{du})	92,6	92,6	0,0
Accumulo (η_s)	100,0	100,0	0,0
Ricircolo (η_{ric})	100,0	100,0	0,0
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	94,2	104,0	10,4
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	89,3	98,5	10,3
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	89,2	98,4	10,3
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$)	82,7	91,2	10,3
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$)	82,6	91,1	10,3
Valore limite (η_{lim})	56,7	-	-

Indici di prestazione termica del fabbricato (EP_{nd}) [kWh_t/m^2]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]	Valore limite
Riscaldamento (H)	246,91	246,91	0,0	93,83
Raffrescamento (C)	8,07	8,07	0,0	7,44

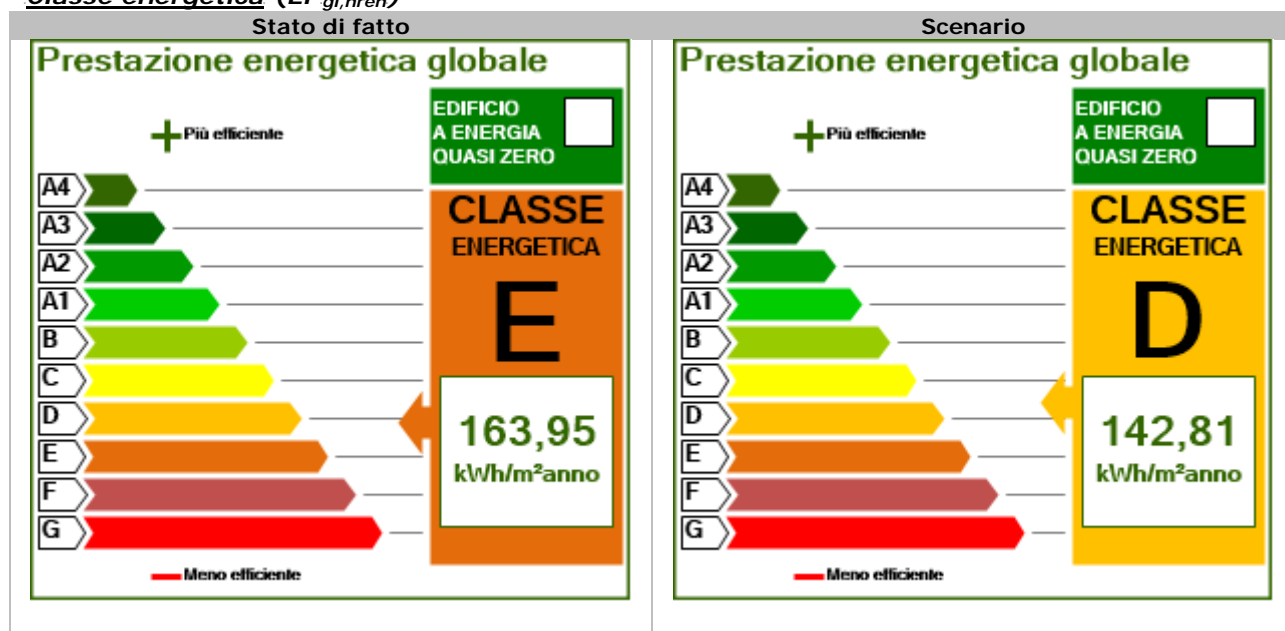
Indici di prestazione energetica dell'edificio (EP) [kWh_p/m^2]

Non rinnovabile (EP_{nren})			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	130,53	109,40	-16,2
Acqua calda sanitaria (W)	0,07	0,06	-9,4
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	32,31	32,31	0,0
Trasporto (T)	1,04	1,04	0,0
Globale (GI)	163,95	142,81	-12,9

Rinnovabile (EP_{ren})			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	0,35	0,13	-62,3
Acqua calda sanitaria (W)	0,00	0,00	5,8
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	7,79	7,79	0,0
Trasporto (T)	0,25	0,25	0,0
Globale (GI)	8,39	8,17	-2,6

Totale (EP_{tot})			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	130,89	109,53	-16,3
Acqua calda sanitaria (W)	0,07	0,06	-9,4
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	40,10	40,10	0,0
Trasporto (T)	1,29	1,29	0,0
Globale (GI)	172,34	150,98	-12,4
Valore limite ($EP_{gl,tot,lim}$)	87,53	-	-

Classe energetica ($EP_{gl,nren}$)



Nota: classi energetiche indicative, aventi valenza di riferimento ed obiettivo, valutate, coerentemente con il calcolo di diagnosi, secondo la modalità di valutazione A3.

Quota rinnovabile (QR) [%]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]	Valore minimo
Riscaldamento (H)	0,3	0,1	-36,9	-
Acqua calda sanitaria (W)	0,1	0,1	0,0	50
Raffrescamento (C)	0,0	0,0	0,0	-
Globale (H + W + C)	0,3	0,1	-36,9	20 / 35 / 50
Ventilazione (V)	0,0	0,0	0,0	-
Illuminazione (L)	19,4	19,4	0,0	-
Trasporto (T)	19,4	19,4	0,0	-
Globale (GI)	4,9	5,4	10,3	-

Nota: il DLgs 28/11 (allegato 3, comma 1) prevede, per la verifica di copertura globale (riscaldamento, raffrescamento ed ACS), tre differenti fasi di vigenza, corrispondenti a valori minimi via via più stringenti:
- 1° fase (31.05.12 - 31.12.13);
- 2° fase (01.01.14 - 31.12.16);
- 3° fase (dal 01.01.17).

Emissioni (Em_{CO2}) [kg]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	32197,52	26953,94	-16,3
Acqua calda sanitaria (W)	16,46	14,92	-9,4
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	9380,58	9380,58	0,0
Trasporto (T)	302,22	302,22	0,0
Globale (GI)	41896,78	36651,67	-12,5

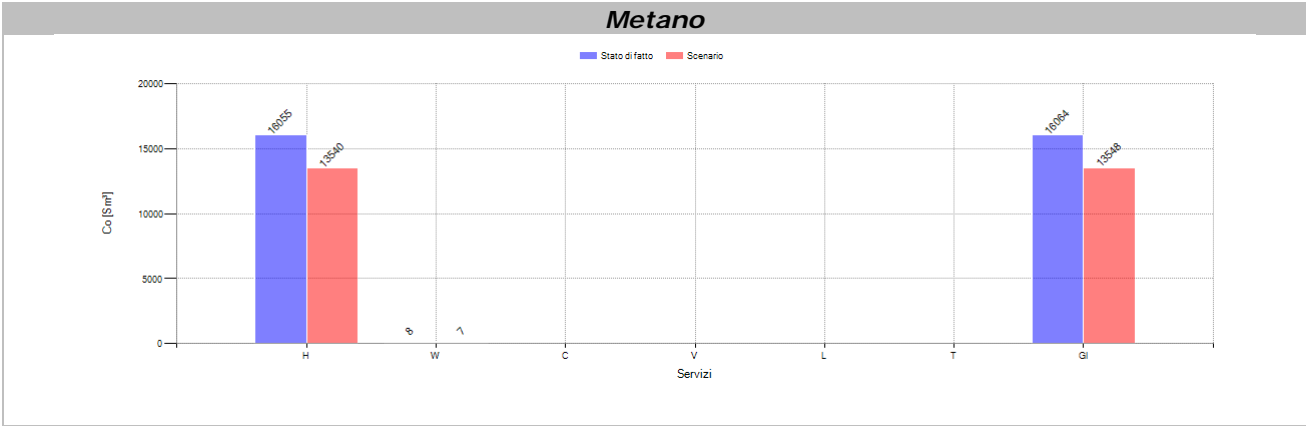
Legenda:

Co	Consumo
Em	Emissioni
EP _{nd}	Indice di prestazione termica
EP _{nren}	Indice di prestazione energetica non rinnovabile
EP _{ren}	Indice di prestazione energetica rinnovabile
EP _{tot}	Indice di prestazione energetica totale
η_{ut}	Rendimento rispetto all'energia utile
$\eta_{p,nren}$	Rendimento rispetto all'energia primaria non rinnovabile
$\eta_{p,tot}$	Rendimento rispetto all'energia primaria totale
QR	Quota rinnovabile
S	Spesa

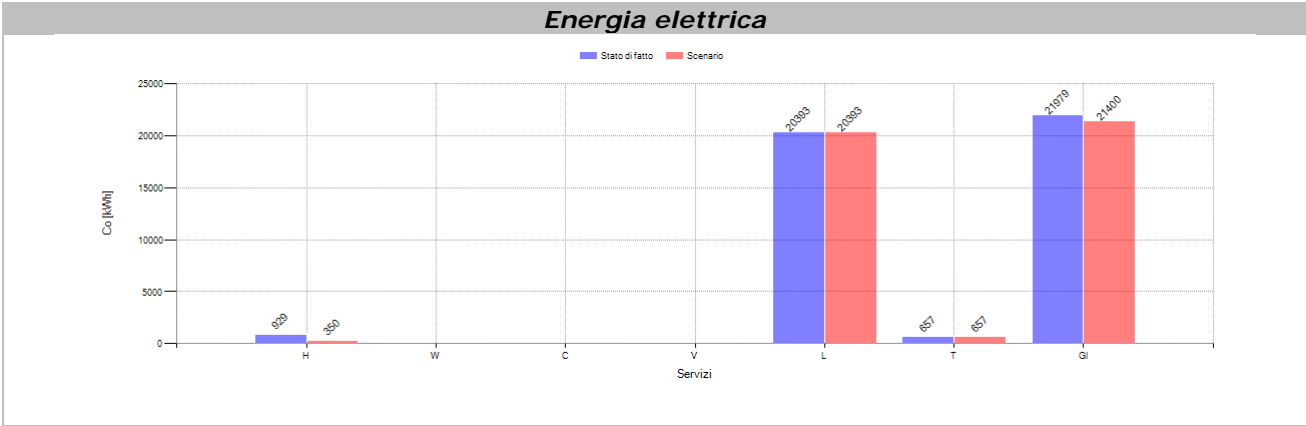
Grafici

Si descrivono di seguito, attraverso istogrammi, i consumi di combustibile, energia elettrica ed energia primaria a monte ed a valle degli interventi. Si evidenzia inoltre, attraverso diagrammi a torta, come si modifica la composizione dell'energia primaria (per servizio o per vettore energetico) a seguito dell'esecuzione degli interventi. Si rappresentano infine le firme energetiche invernali ed estive dell'edificio, riferite, rispettivamente, allo stato di fatto ed allo scenario. La firma energetica esprime la correlazione tra la temperatura esterna (θ_e), riportata sull'asse delle ascisse, ed il fabbisogno di potenza in ingresso alla generazione ($\Phi_{gen,in}$), riportato sull'asse delle ordinate. Tale correlazione, rappresentata attraverso una nuvola di punti ed una retta interpolante, costituisce un significativo strumento di visualizzazione ed interpretazione della prestazione energetica dell'edificio.

Consumi di combustibile ed energia elettrica

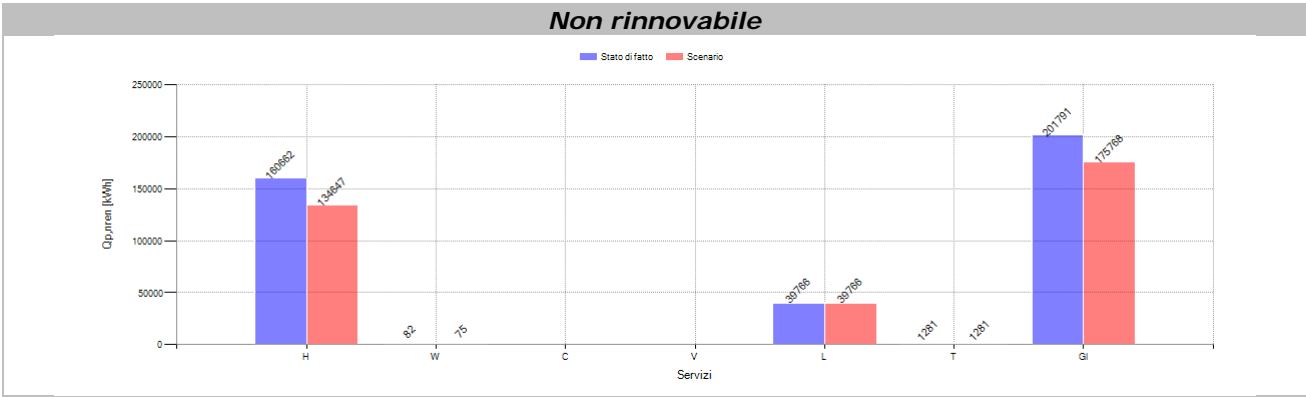


Servizio	Co _{in} [Sm³]	Co _{fin} [Sm³]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	16055	13540	-15,7
Acqua calda sanitaria (W)	8	7	-9,4
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	0	0	0,0
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (GI)	16064	13548	-15,7

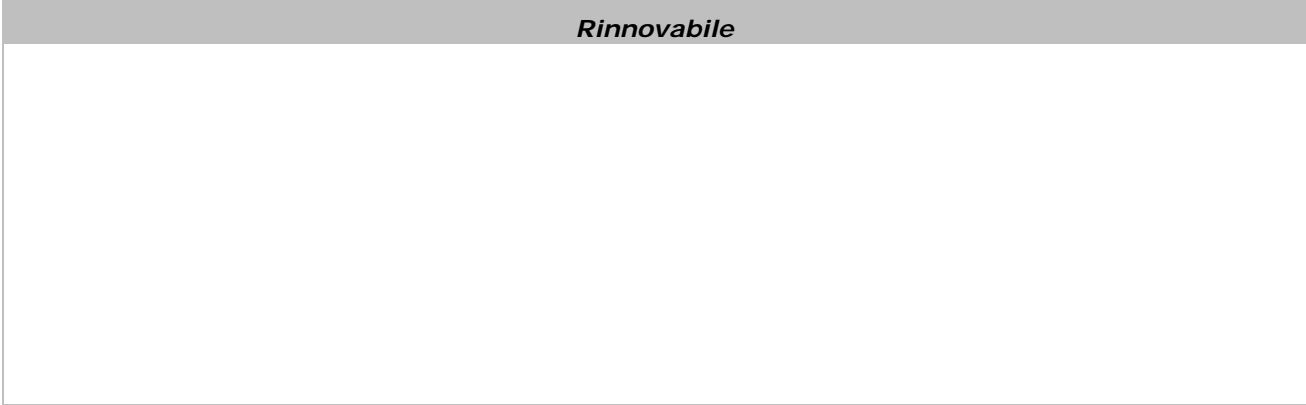


Servizio	Co _{in} [kWh]	Co _{fin} [kWh]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	929	350	-62,3
Acqua calda sanitaria (W)	0	0	0,0
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	20393	20393	0,0
Trasporto (T)	657	657	0,0
Globale (GI)	21979	21400	-2,6

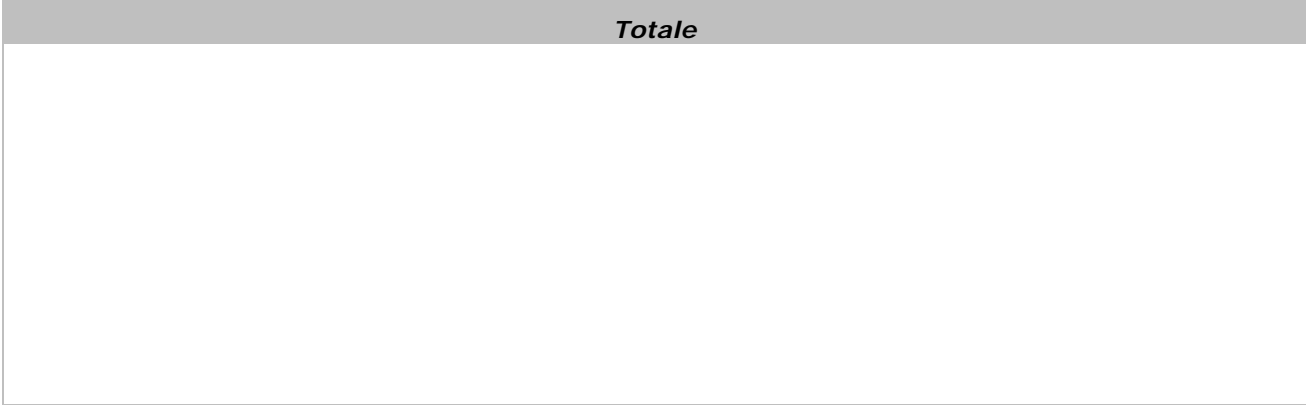
Consumi di energia primaria



Servizio	Q _{p,nren,in} [kWh _p]	Q _{p,nren,fin} [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	160662	134647	-16,2
Acqua calda sanitaria (W)	82	75	-9,4
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	39766	39766	0,0
Trasporto (T)	1281	1281	0,0
Globale (GI)	201791	175768	-12,9

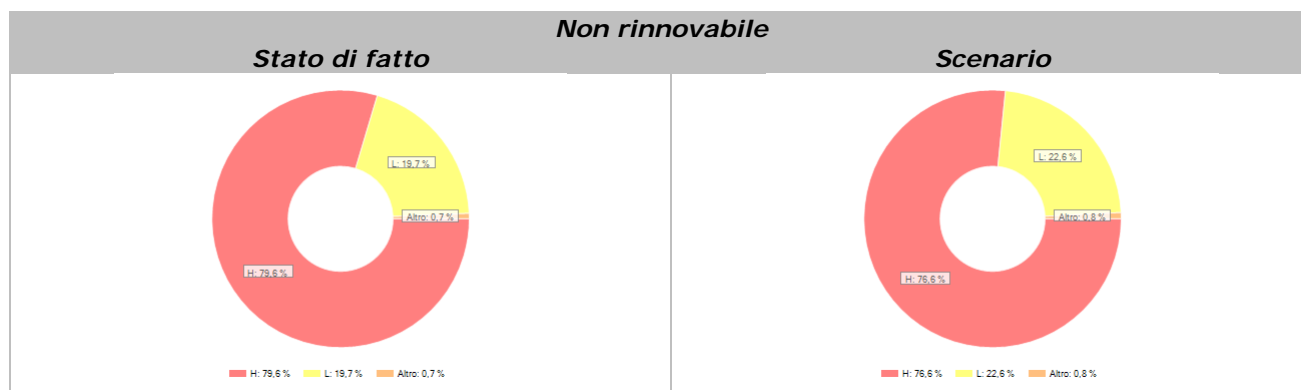


Servizio	Q _{p,ren,in} [kWh _p]	Q _{p,ren,fin} [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	437	165	-62,3
Acqua calda sanitaria (W)	0	0	0,0
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	9585	9585	0,0
Trasporto (T)	309	309	0,0
Globale (GI)	10330	10058	-2,6

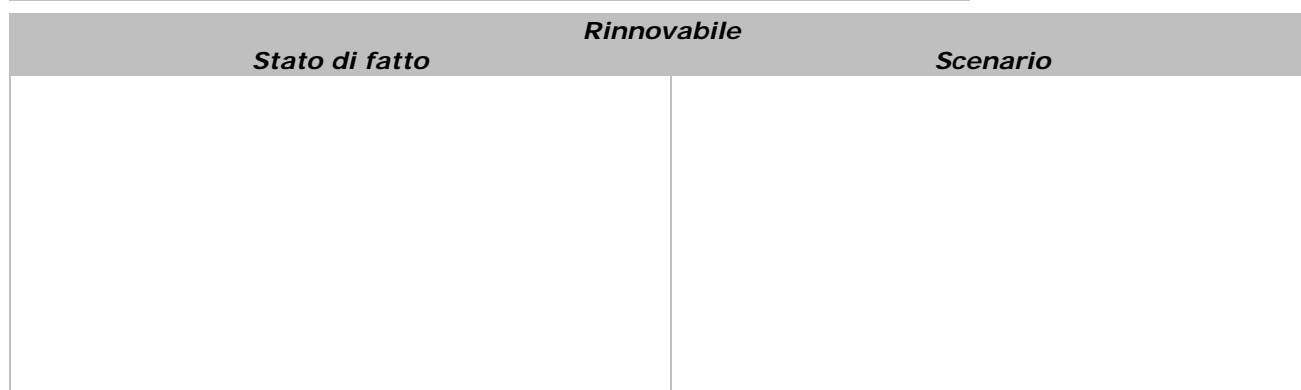


Servizio	Q _{p,tot,in} [kWh _p]	Q _{p,tot,fin} [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	161099	134812	-16,3
Acqua calda sanitaria (W)	82	75	-9,4
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	49350	49350	0,0
Trasporto (T)	1590	1590	0,0
Globale (GI)	212121	185826	-12,4

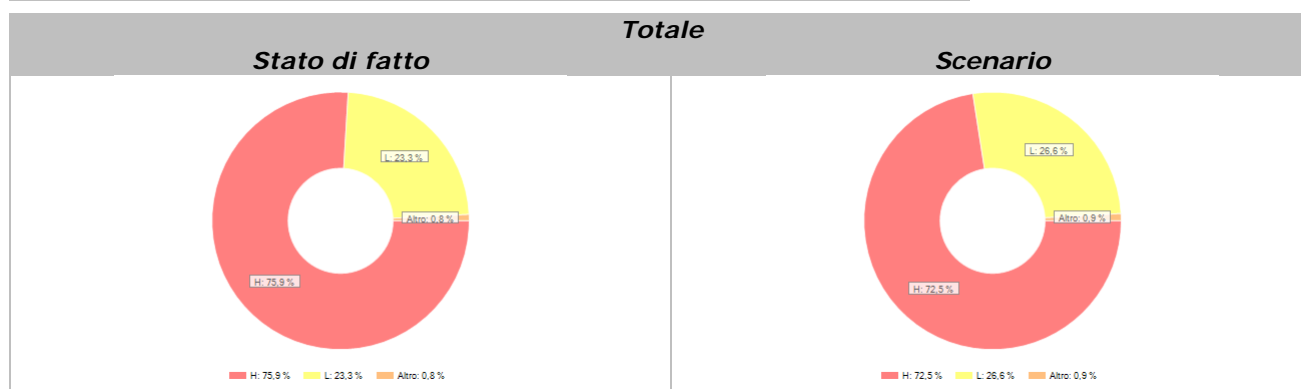
Suddivisione dell'energia primaria globale per servizio



Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,ren} [kWh _p]	%	Q _{p,ren} [kWh _p]	%
Riscaldamento (H)	160662	79,6	134647	76,6
Acqua calda sanitaria (W)	82	0,0	75	0,0
Raffrescamento (C)	0	0,0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0,0	0	0,0
Illuminazione (L)	39766	19,7	39766	22,6
Trasporto (T)	1281	0,6	1281	0,7
Globale (GI)	201791	100,0	175768	100,0

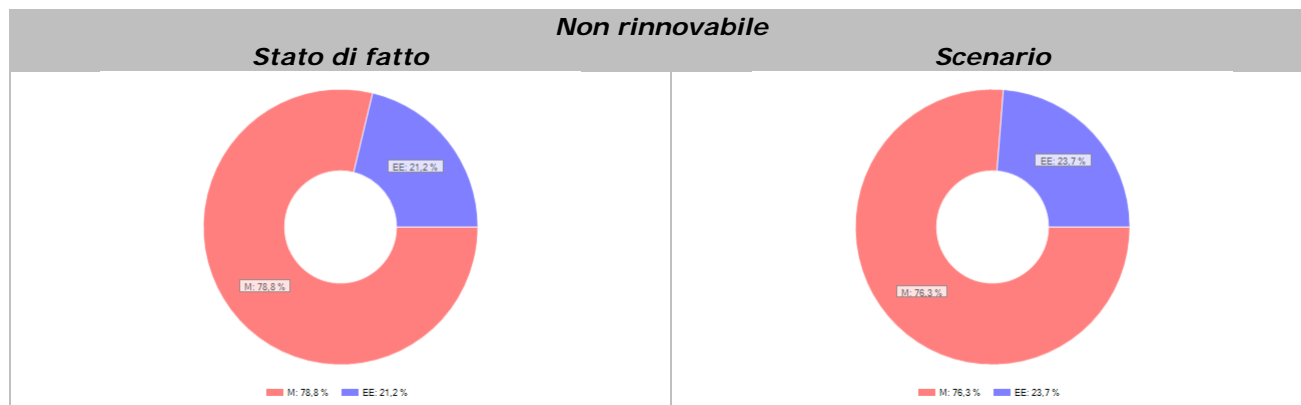


Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,ren} [kWh _p]	%	Q _{p,ren} [kWh _p]	%
Riscaldamento (H)	437	4,2	165	1,6
Acqua calda sanitaria (W)	0	0,0	0	0,0
Raffrescamento (C)	0	0,0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0,0	0	0,0
Illuminazione (L)	9585	92,8	9585	95,3
Trasporto (T)	309	3,0	309	3,1
Globale (GI)	10330	100,0	10058	100,0

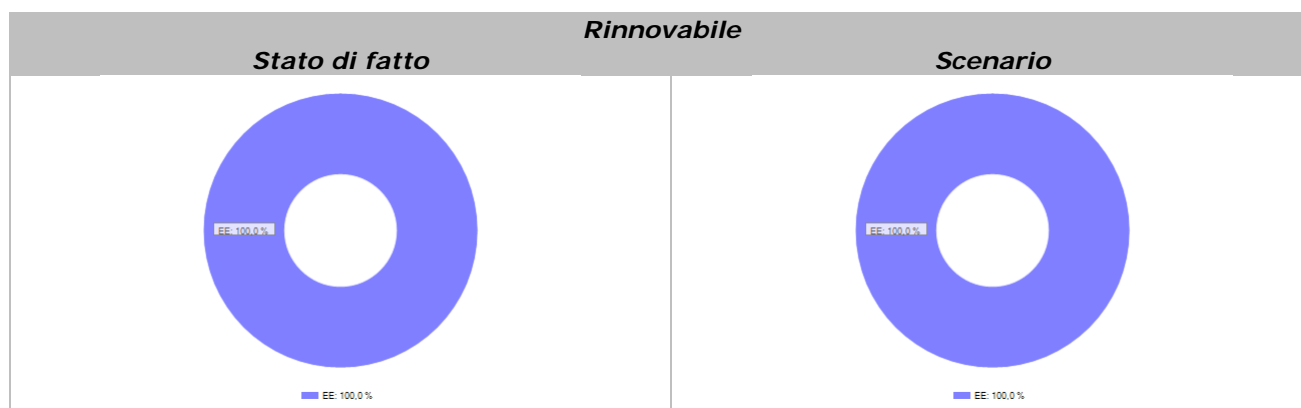


Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,tot} [kWh _p]	%	Q _{p,tot} [kWh _p]	%
Riscaldamento (H)	161099	75,9	134812	72,5
Acqua calda sanitaria (W)	82	0,0	75	0,0
Raffrescamento (C)	0	0,0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0,0	0	0,0
Illuminazione (L)	49350	23,3	49350	26,6
Trasporto (T)	1590	0,7	1590	0,9
Globale (GI)	212121	100,0	185826	100,0

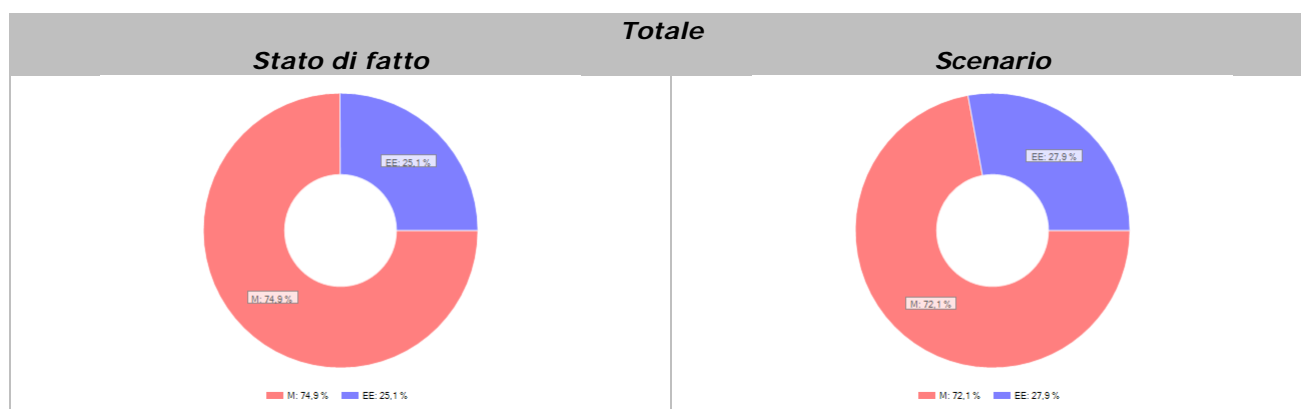
Suddivisione dell'energia primaria globale per vettore energetico



Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,nren} [kWh _p]	%	Q _{p,nren} [kWh _p]	%
Metano (M)	158932	78,8	134038	76,3
Energia elettrica (EE)	42859	21,2	41730	23,7
Solare termico (ST)	0	0,0	0	0,0
Solare fotovoltaico (FV)	0	0,0	0	0,0
Ambiente esterno (pompa di calore) (A)	0	0,0	0	0,0
Totale	201791	100,0	175768	100,0





Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,ren} [kWh _p]	%	Q _{p,ren} [kWh _p]	%
Metano (M)	0	0,0	0	0,0
Energia elettrica (EE)	10330	100,0	10058	100,0
Solare termico (ST)	0	0,0	0	0,0
Solare fotovoltaico (FV)	0	0,0	0	0,0
Ambiente esterno (pompa di calore) (A)	0	0,0	0	0,0
Totale	10330	100,0	10058	100,0



Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,tot} [kWh _p]	%	Q _{p,tot} [kWh _p]	%
Metano (M)	158932	74,9	134038	72,1
Energia elettrica (EE)	53189	25,1	51788	27,9
Solare termico (ST)	0	0,0	0	0,0
Solare fotovoltaico (FV)	0	0,0	0	0,0
Ambiente esterno (pompa di calore) (A)	0	0,0	0	0,0
Totale	212121	100,0	185826	100,0

Firma energetica invernale (24 h)

						Legenda:  Stato di fatto  Scenario
--	--	--	--	--	--	--

Mese	θ_e [°C]	Stato di fatto				Scenario	
		g_{risc} [g]	$Q_{H,gen,in}$ [kWh _{t/el}]	$\Phi_{H,gen,in}$ [kW _{t/el}]	g_{risc} [g]	$Q_{H,gen,in}$ [kWh _{t/el}]	$\Phi_{H,gen,in}$ [kW _{t/el}]
gennaio	0,9	31	38514	51,77	31	32926	44,26
febbraio	5,0	28	26176	38,95	28	22186	33,01
marzo	9,2	31	19803	26,62	31	16334	21,95
aprile	12,3	15	5881	16,34	15	4583	12,73
maggio	17,3	0	0	0,00	0	0	0,00
giugno	21,8	0	0	0,00	0	0	0,00
luglio	24,4	0	0	0,00	0	0	0,00
agosto	21,2	0	0	0,00	0	0	0,00
settembre	18,9	0	0	0,00	0	0	0,00
ottobre	13,6	17	6057	14,84	17	4814	11,80
novembre	8,9	30	20934	29,07	30	17682	24,56
dicembre	3,4	31	33921	45,59	31	29060	39,06
TOTALE		183	151286	-	183	127585	-

Legenda:

θ_e	Temperatura esterna media
g	Giorni
$Q_{gen,in}$	Fabbisogno in ingresso alla generazione
$\Phi_{gen,in}$	Potenza in ingresso alla generazione

6.3 Scenario 1 + Scenario 2

Dati generali

Numero	3		
Descrizione	Scenario 1 + Scenario 2		
Costo stimato	C	59089,00	€
Risparmio economico conseguibile	ΔS_{gl}	3860,09	€/anno
Tempo di ritorno semplice	t_r	15,3	anni
Risparmio energetico conseguibile	$\Delta EP_{gl,nren}$	37,29	kWh _p /m ² anno
Classe energetica raggiungibile	D		

Descrizione sintetica scenario

Riepilogo interventi

N°	Descrizione
1	Coibentazione solaio confinante verso ambiente non climatizzato
2	Installazione valvole termostatiche su tutti i corpi radianti
3	Sostituzione del generatore di calore ad uso combinato (riscaldamento e acqua calda sanitaria) mediante caldaia a condensazione classificata **** stelle

6.3.1 Coibentazione solaio confinante verso ambiente non climatizzato

Dati generali

Intervento	1
Tipologia	Coibentazione solaio confinante verso ambiente non climatizzato
Descrizione	Coibentazione solaio confinante verso ambiente non climatizzato
Zone di pertinenza	Edificio

Descrizione sintetica intervento

Stato di fatto

Struttura esistente

Codice	S1
Descrizione	Soffitto sottotetto
Tipo	da locale climatizzato verso locali non climatizzati
Superficie di calcolo	S_{calc} 517,58 m ²

Risultati stato di fatto

Spessore totale	S_{tot}	230,00	mm
Trasmittanza iniziale	U_{in}	1,918	W _t /m ² K
Trasmittanza iniziale media	$U_{in,media}$	1,958	W _t /m ² K
Valore limite	$U_{media,lim}$	0,289	W _t /m ² K

Intervento

Isolante

Tipologia	Pannelli in fibra di legno 50 kg/m³		
Conduttività	λ	0,038	W _t /mK
Spessore	s	130,00	mm

Risultati intervento

Spessore totale	S_{tot}	360,00	mm
Trasmittanza finale	U_{fin}	0,254	W _t /m ² K
Percentuale di superficie isolata	p_{is}	100,0	%
Trasmittanza finale effettiva	$U_{fin,eff}$	0,254	W _t /m ² K
Trasmittanza finale media	$U_{fin,media}$	0,254	W _t /m ² K
Valore limite	$U_{media,lim}$	0,289	W _t /m ² K

6.3.2 Installazione valvole termostatiche su tutti i corpi radianti

Dati generali

Intervento	2
Tipologia	Installazione valvole termostatiche su tutti i corpi radianti
Descrizione	Installazione valvole termostatiche su tutti i corpi radianti
Zona di pertinenza	Edificio

Descrizione sintetica intervento

L'installazione di sistemi di termoregolazione comporta un duplice beneficio: da un lato, consente di migliorare il rendimento di regolazione, dall'altro, permettendo agli utenti di incidere liberamente sui propri consumi, è tale, se abbinato all'intervento di contabilizzazione, da generare comportamenti virtuosi, da cui si determina una riduzione del fabbisogno (della predetta riduzione si tiene conto attraverso l'intervento di contabilizzazione, di seguito descritto). Tale intervento consente inoltre di ridurre la temperatura media dell'impianto oltre che di migliorare, in caso di caldaia a condensazione, il rendimento di generazione, in virtù dei ritorni più freddi. L'intervento di termoregolazione, incidendo sulle portate dell'impianto, presuppone infine la sostituzione della precedente pompa di circolazione a giri fissi con una nuova pompa di circolazione a giri variabili, contraddistinta quindi da consumi elettrici inferiori.

Intervento

Regolazione

Tipologia di regolazione	Solo per singolo ambiente		
Caratteristiche regolazione	P banda proporzionale 0,5 °C		
Rendimento di regolazione	$\eta_{H,idr,reg}$	99,0	%

6.3.3 Sostituzione del generatore di calore ad uso combinato (riscaldamento e acqua calda sanitaria) mediante caldaia a condensazione classificata **** stelle

Dati generali

Intervento	3
Tipologia	Sostituzione del generatore di calore ad uso combinato (riscaldamento e acqua calda sanitaria) mediante caldaia a condensazione classificata **** stelle
Descrizione	Sostituzione del generatore di calore ad uso combinato (riscaldamento e acqua calda sanitaria) mediante caldaia a condensazione classificata **** stelle
Zona di pertinenza	Edificio

Descrizione sintetica intervento

Intervento

Configurazione centrale termica	Generatore singolo
---------------------------------	--------------------

Caratteristiche caldaia

Tipologia	Generatore a gas, a condensazione 4 stelle (****)		
Potenza utile nominale	Φ_n	232,81	kW _t
Salto termico fumi-acqua di ritorno	$\Delta\theta$	< 12	°C
Rendimento di generazione base	$\eta_{gen,base}$	104,00	%
Generatore monostadio	No		
Installazione all'esterno	No		
Temperatura di ritorno nel mese più freddo	θ_r	40	°C
Rendimento di generazione	η_{gen}	104,00	%

Vettore energetico

Tipologia	Metano		
Potere calorifico inferiore	PCI	9,940	kWh _t /Nm ³
Costo	c	0,87	€/ Nm ³
Fattore di emissione di CO ₂	f _{CO2}	0,2100	kg/kWh _{t/el}

Fattori di conversione in energia primaria (energia consegnata dal combustibile)

Non rinnovabile	f _{p,nren}	1,050	-
Rinnovabile	f _{p,ren}	0,000	-
Totale	f _{p,tot}	1,050	-

Ausiliari

Potenza ausiliari	Φ_{aux}	616	W _{el}
-------------------	--------------	-----	-----------------

6.3.4 Prestazioni raggiungibili

Si riportano di seguito le prestazioni raggiungibili, a seguito delle opere di risparmio energetico, per lo scenario considerato. I risultati vengono forniti sia in forma numerica sia in forma grafica, attraverso diagrammi a torta ed istogrammi, oltre che mediante le firme energetiche invernale ed estiva.

6.3.4.1 Edificio

Consumi (Co)

Servizio	Metano [Sm ³]		Δ [%]
	Stato di fatto	Scenario	
Riscaldamento (H)	16055	11541	-28,1
Acqua calda sanitaria (W)	8	7	-9,4
Globale	16064	11548	-28,1

Servizio	Energia elettrica [kWh]		Δ [%]
	Stato di fatto	Scenario	
Riscaldamento (H)	929	299	-67,8
Acqua calda sanitaria (W)	0	0	6,1
Illuminazione (L)	20393	20393	0,0
Trasporto (T)	657	657	0,0
Globale	21979	21349	-2,9

Spesa (S) [€]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	13397,82	9538,37	28,8
Acqua calda sanitaria (W)	6,83	6,19	9,3
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	5098,14	5098,14	0,0
Trasporto (T)	164,25	164,25	0,0
Globale	18667,05	14806,96	20,7

Valutazione economica preliminare

Costo stimato (C) [€]	59089,00
Risparmio economico conseguibile (ΔS _{gl}) [€/anno]	3860,09
Tempo di ritorno semplice (t _r) [anni]	15,3

Rendimenti (η) [%]

Riscaldamento idronico (H_{idr})			
Sottosistema	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Emissione (η_{em})	91,2	91,2	0,0
Regolazione (η_{reg})	87,9	94,8	7,9
Distribuzione di utenza (η_{du})	96,9	97,0	0,1
Accumulo (η_s)	100,0	100,0	0,0
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	95,1	104,0	9,4
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	89,5	98,5	10,1
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	89,3	98,4	10,2
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$)	189,2	224,7	18,8
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$)	188,6	224,4	18,9
Valore limite (η_{lim})	203,8	-	-

Acqua calda sanitaria (W)			
Sottosistema	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Erogazione (η_{er})	100,0	100,0	0,0
Distribuzione di utenza (η_{du})	92,6	92,6	0,0
Accumulo (η_s)	100,0	100,0	0,0
Ricircolo (η_{ric})	100,0	100,0	0,0
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	94,2	104,0	10,4
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	89,3	98,5	10,3
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	89,2	98,4	10,3
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$)	82,7	91,2	10,3
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$)	82,6	91,1	10,3
Valore limite (η_{lim})	56,7	-	-

Indici di prestazione termica del fabbricato (EP_{nd}) [kWh_t/m^2]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]	Valore limite
Riscaldamento (H)	246,91	209,49	-15,2	93,83
Raffrescamento (C)	8,07	9,34	15,7	7,44

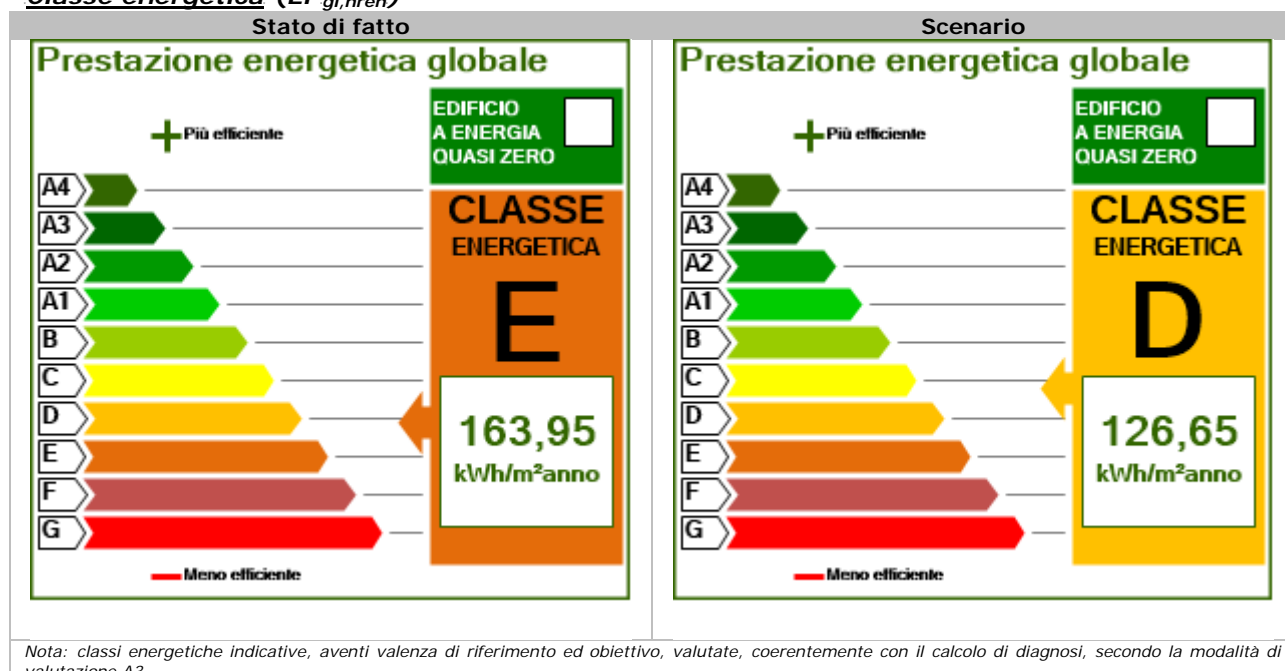
Indici di prestazione energetica dell'edificio (EP) [kWh_p/m^2]

Non rinnovabile (EP_{nren})			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	130,53	93,24	-28,6
Acqua calda sanitaria (W)	0,07	0,06	-9,4
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	32,31	32,31	0,0
Trasporto (T)	1,04	1,04	0,0
Globale (GI)	163,95	126,65	-22,7

Rinnovabile (EP_{ren})			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	0,35	0,11	-67,8
Acqua calda sanitaria (W)	0,00	0,00	6,1
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	7,79	7,79	0,0
Trasporto (T)	0,25	0,25	0,0
Globale (GI)	8,39	8,15	-2,9

Totale (EP_{tot})			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	130,89	93,36	-28,7
Acqua calda sanitaria (W)	0,07	0,06	-9,3
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	40,10	40,10	0,0
Trasporto (T)	1,29	1,29	0,0
Globale (GI)	172,34	134,81	-21,8
Valore limite ($EP_{gl,tot,lim}$)	87,53	-	-

Classe energetica ($EP_{gl,nren}$)



Quota rinnovabile (QR) [%]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]	Valore minimo
Riscaldamento (H)	0,3	0,1	-36,9	-
Acqua calda sanitaria (W)	0,1	0,1	0,0	50
Raffrescamento (C)	0,0	0,0	0,0	-
Globale (H + W + C)	0,3	0,1	-36,9	20 / 35 / 50
Ventilazione (V)	0,0	0,0	0,0	-
Illuminazione (L)	19,4	19,4	0,0	-
Trasporto (T)	19,4	19,4	0,0	-
Globale (GI)	4,9	6,0	24,6	-

Nota: il DLgs 28/11 (allegato 3, comma 1) prevede, per la verifica di copertura globale (riscaldamento, raffrescamento ed ACS), tre differenti fasi di vigenza, corrispondenti a valori minimi via via più stringenti:
- 1° fase (31.05.12 - 31.12.13);
- 2° fase (01.01.14 - 31.12.16);
- 3° fase (dal 01.01.17).

Emissioni (Em_{CO2}) [kg]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	32197,52	22974,45	-28,6
Acqua calda sanitaria (W)	16,46	14,92	-9,4
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	9380,58	9380,58	0,0
Trasporto (T)	302,22	302,22	0,0
Globale (GI)	41896,78	32672,17	-22,0

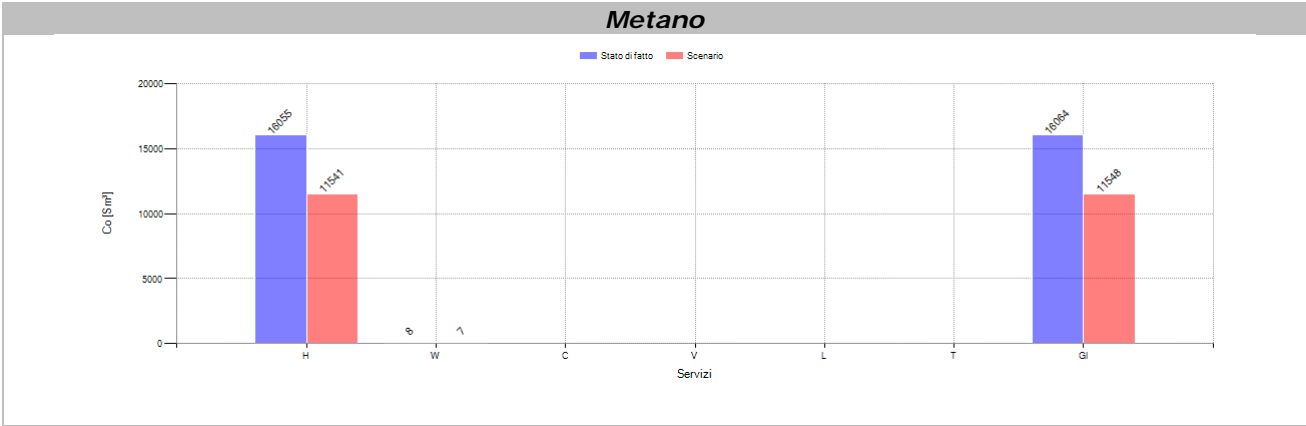
Legenda:

Co	Consumo
Em	Emissioni
EP _{nd}	Indice di prestazione termica
EP _{nren}	Indice di prestazione energetica non rinnovabile
EP _{ren}	Indice di prestazione energetica rinnovabile
EP _{tot}	Indice di prestazione energetica totale
η_{ut}	Rendimento rispetto all'energia utile
$\eta_{p,nren}$	Rendimento rispetto all'energia primaria non rinnovabile
$\eta_{p,tot}$	Rendimento rispetto all'energia primaria totale
QR	Quota rinnovabile
S	Spesa

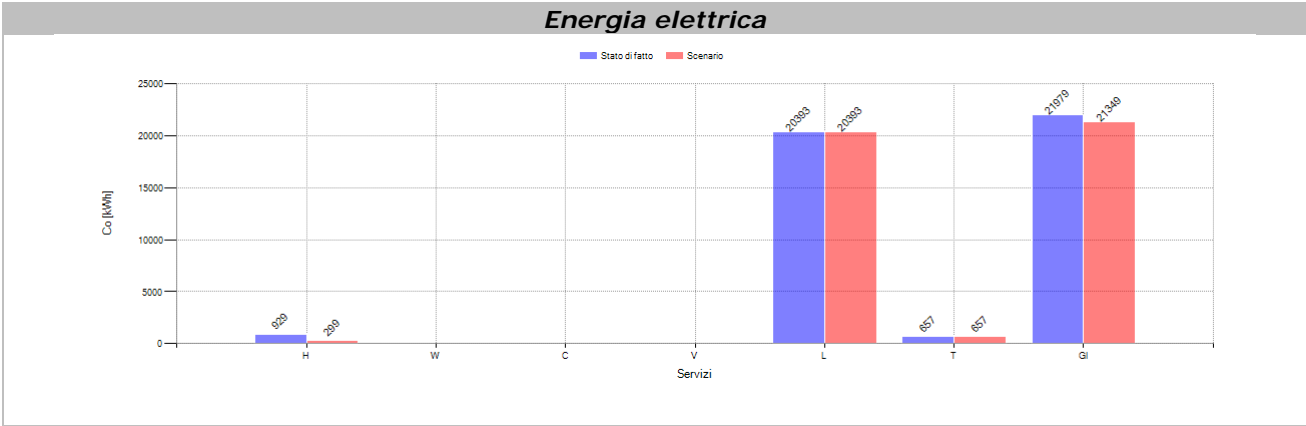
Grafici

Si descrivono di seguito, attraverso istogrammi, i consumi di combustibile, energia elettrica ed energia primaria a monte ed a valle degli interventi. Si evidenzia inoltre, attraverso diagrammi a torta, come si modifica la composizione dell'energia primaria (per servizio o per vettore energetico) a seguito dell'esecuzione degli interventi. Si rappresentano infine le firme energetiche invernali ed estive dell'edificio, riferite, rispettivamente, allo stato di fatto ed allo scenario. La firma energetica esprime la correlazione tra la temperatura esterna (θ_e), riportata sull'asse delle ascisse, ed il fabbisogno di potenza in ingresso alla generazione ($\Phi_{gen,in}$), riportato sull'asse delle ordinate. Tale correlazione, rappresentata attraverso una nuvola di punti ed una retta interpolante, costituisce un significativo strumento di visualizzazione ed interpretazione della prestazione energetica dell'edificio.

Consumi di combustibile ed energia elettrica

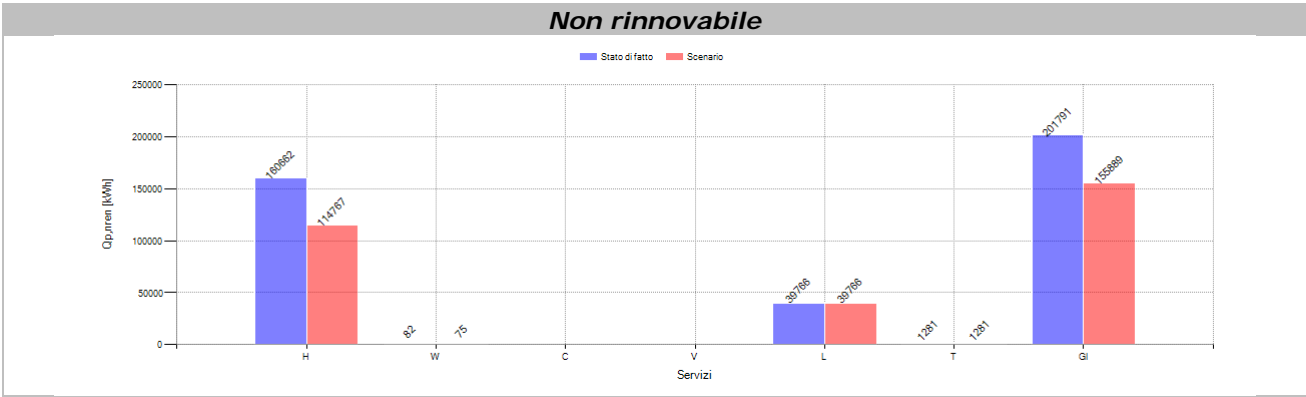


Servizio	Co _{in} [Sm³]	Co _{fin} [Sm³]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	16055	11541	-28,1
Acqua calda sanitaria (W)	8	7	-9,4
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	0	0	0,0
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (GI)	16064	11548	-28,1

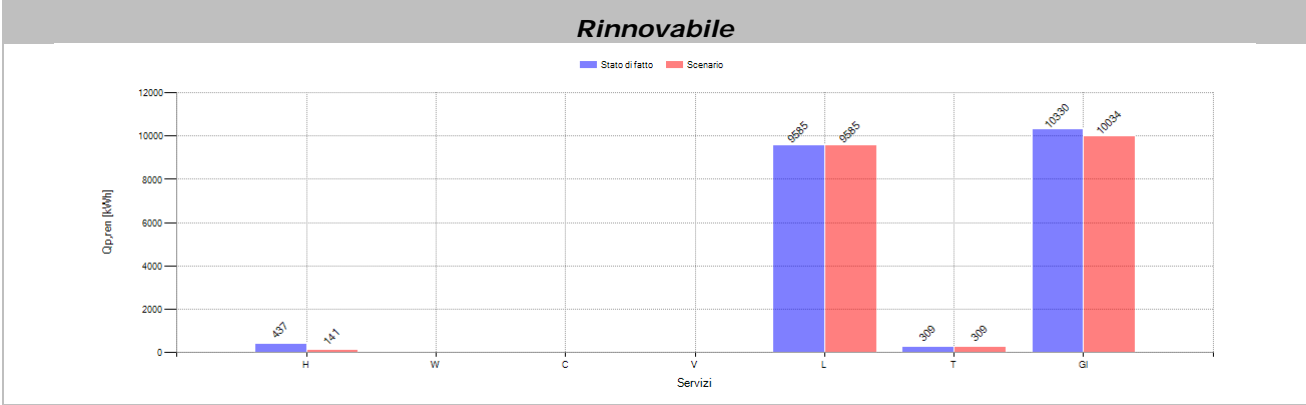


Servizio	Co _{in} [kWh]	Co _{fin} [kWh]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	929	299	-67,8
Acqua calda sanitaria (W)	0	0	0,0
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	20393	20393	0,0
Trasporto (T)	657	657	0,0
Globale (GI)	21979	21349	-2,9

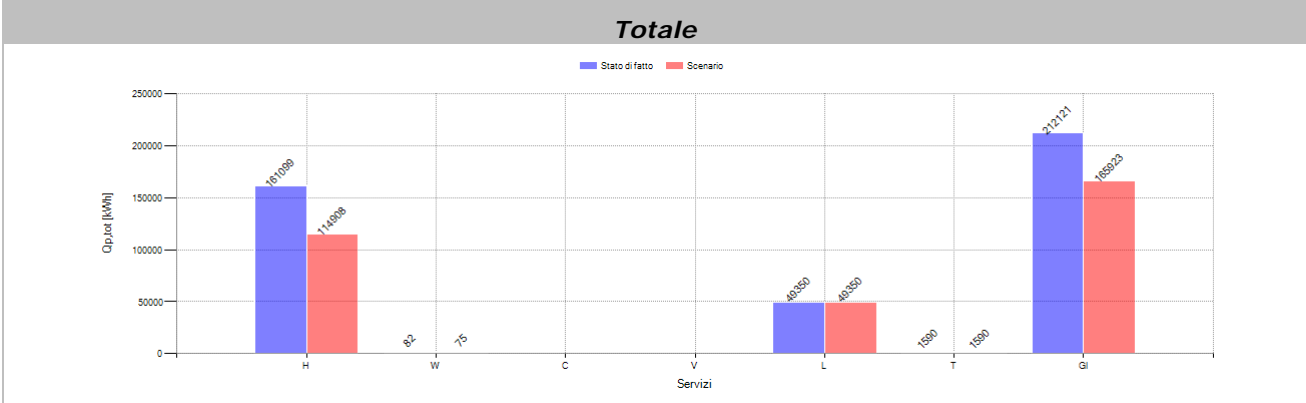
Consumi di energia primaria



Servizio	Q _{p,nren,in} [kWh _p]	Q _{p,nren,fin} [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	160662	114767	-28,6
Acqua calda sanitaria (W)	82	75	-9,4
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	39766	39766	0,0
Trasporto (T)	1281	1281	0,0
Globale (GI)	201791	155889	-22,7

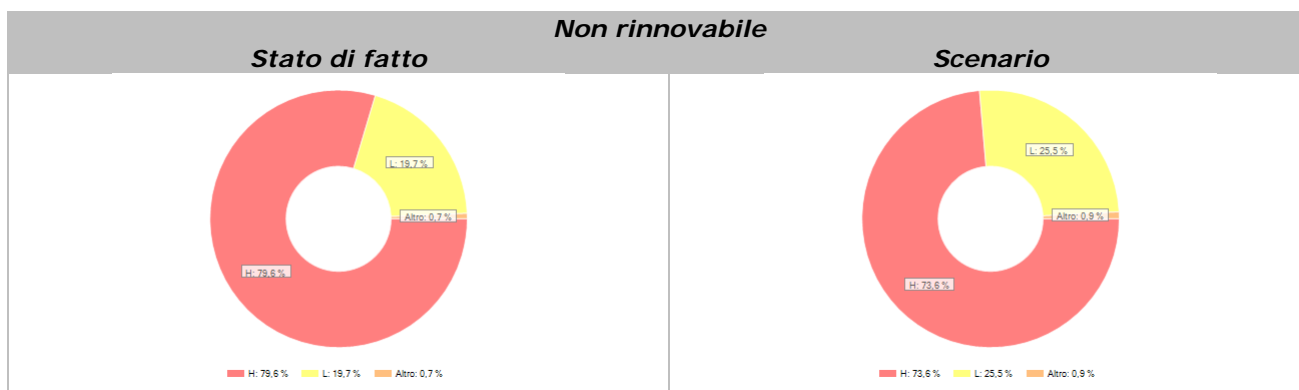


Servizio	Q _{p,ren,in} [kWh _p]	Q _{p,ren,fin} [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	437	141	-67,8
Acqua calda sanitaria (W)	0	0	0,0
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	9585	9585	0,0
Trasporto (T)	309	309	0,0
Globale (GI)	10330	10034	-2,9

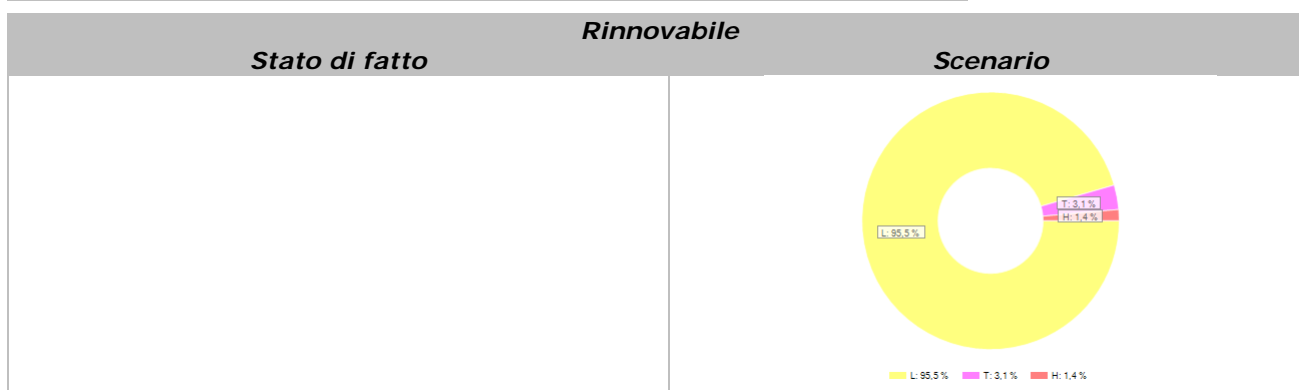


Servizio	Q _{p,tot,in} [kWh _p]	Q _{p,tot,fin} [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	161099	114908	-28,7
Acqua calda sanitaria (W)	82	75	-9,3
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	49350	49350	0,0
Trasporto (T)	1590	1590	0,0
Globale (GI)	212121	165923	-21,8

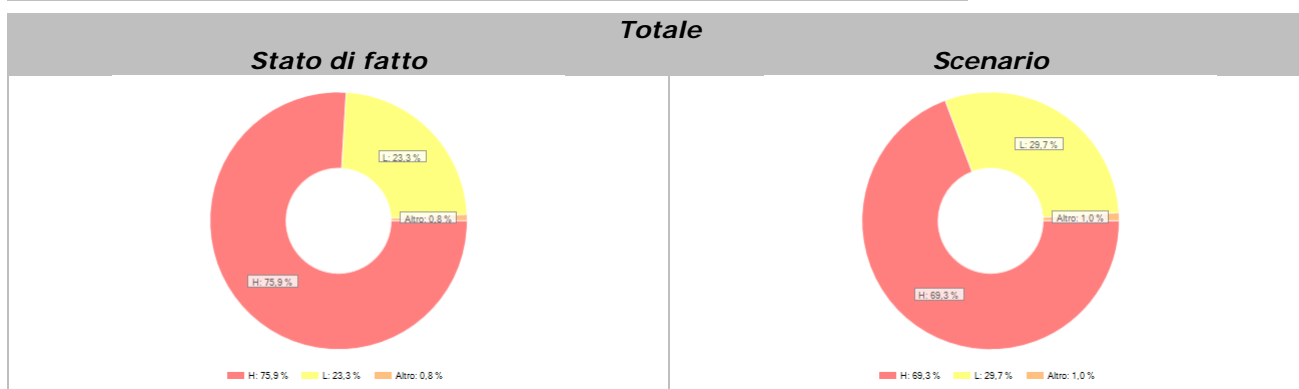
Suddivisione dell'energia primaria globale per servizio



Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,ren} [kWh _p]	%	Q _{p,ren} [kWh _p]	%
Riscaldamento (H)	160662	79,6	114767	73,6
Acqua calda sanitaria (W)	82	0,0	75	0,0
Raffrescamento (C)	0	0,0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0,0	0	0,0
Illuminazione (L)	39766	19,7	39766	25,5
Trasporto (T)	1281	0,6	1281	0,8
Globale (GI)	201791	100,0	155889	100,0

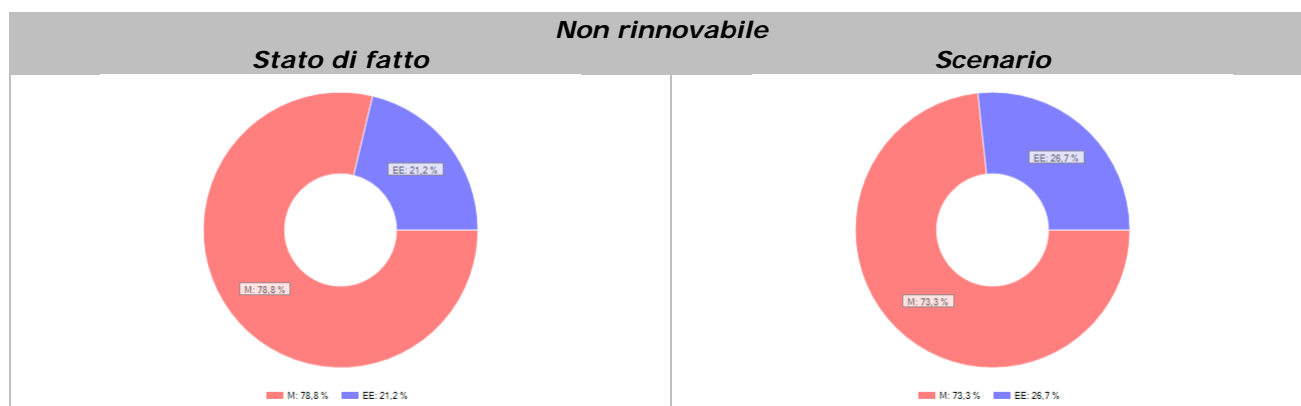


Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,ren} [kWh _p]	%	Q _{p,ren} [kWh _p]	%
Riscaldamento (H)	437	4,2	141	1,4
Acqua calda sanitaria (W)	0	0,0	0	0,0
Raffrescamento (C)	0	0,0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0,0	0	0,0
Illuminazione (L)	9585	92,8	9585	95,5
Trasporto (T)	309	3,0	309	3,1
Globale (GI)	10330	100,0	10034	100,0

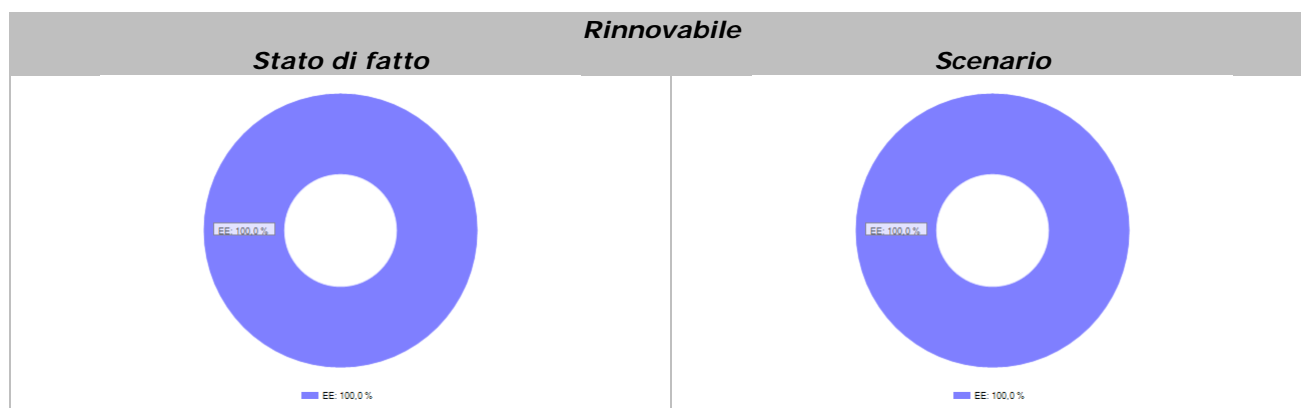


Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,tot} [kWh _p]	%	Q _{p,tot} [kWh _p]	%
Riscaldamento (H)	161099	75,9	114908	69,3
Acqua calda sanitaria (W)	82	0,0	75	0,0
Raffrescamento (C)	0	0,0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0,0	0	0,0
Illuminazione (L)	49350	23,3	49350	29,7
Trasporto (T)	1590	0,7	1590	1,0
Globale (GI)	212121	100,0	165923	100,0

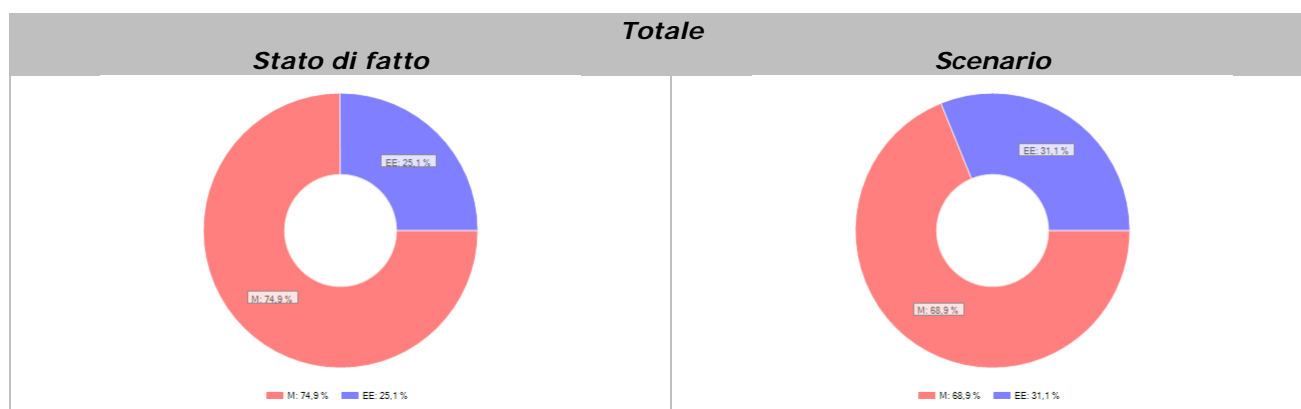
Suddivisione dell'energia primaria globale per vettore energetico



Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,nren} [kWh _p]	%	Q _{p,nren} [kWh _p]	%
Metano (M)	158932	78,8	114258	73,3
Energia elettrica (EE)	42859	21,2	41631	26,7
Solare termico (ST)	0	0,0	0	0,0
Solare fotovoltaico (FV)	0	0,0	0	0,0
Ambiente esterno (pompa di calore) (A)	0	0,0	0	0,0
Totale	201791	100,0	155889	100,0

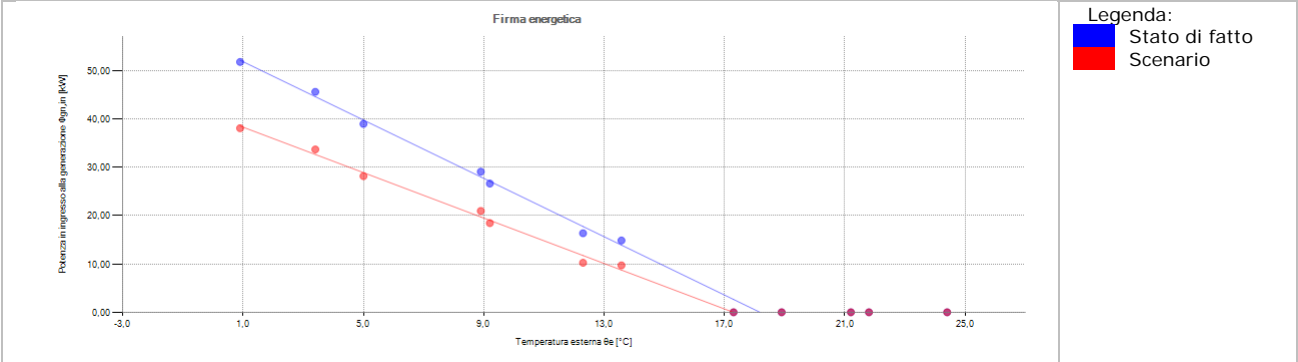


Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,ren} [kWh _p]	%	Q _{p,ren} [kWh _p]	%
Metano (M)	0	0,0	0	0,0
Energia elettrica (EE)	10330	100,0	10034	100,0
Solare termico (ST)	0	0,0	0	0,0
Solare fotovoltaico (FV)	0	0,0	0	0,0
Ambiente esterno (pompa di calore) (A)	0	0,0	0	0,0
Totale	10330	100,0	10034	100,0



Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,tot} [kWh _p]	%	Q _{p,tot} [kWh _p]	%
Metano (M)	158932	74,9	114258	68,9
Energia elettrica (EE)	53189	25,1	51665	31,1
Solare termico (ST)	0	0,0	0	0,0
Solare fotovoltaico (FV)	0	0,0	0	0,0
Ambiente esterno (pompa di calore) (A)	0	0,0	0	0,0
Totale	212121	100,0	165923	100,0

Firma energetica invernale (24 h)



Mese	θ_e [°C]	Stato di fatto				Scenario	
		g_{risc} [g]	$Q_{H,gen,in}$ [kWh _{t/el}]	$\Phi_{H,gen,in}$ [kW _{t/el}]	g_{risc} [g]	$Q_{H,gen,in}$ [kWh _{t/el}]	$\Phi_{H,gen,in}$ [kW _{t/el}]
gennaio	0,9	31	38514	51,77	31	28320	38,06
febbraio	5,0	28	26176	38,95	28	18914	28,15
marzo	9,2	31	19803	26,62	31	13723	18,44
aprile	12,3	15	5881	16,34	15	3683	10,23
maggio	17,3	0	0	0,00	0	0	0,00
giugno	21,8	0	0	0,00	0	0	0,00
luglio	24,4	0	0	0,00	0	0	0,00
agosto	21,2	0	0	0,00	0	0	0,00
settembre	18,9	0	0	0,00	0	0	0,00
ottobre	13,6	17	6057	14,84	17	3961	9,71
novembre	8,9	30	20934	29,07	30	15088	20,96
dicembre	3,4	31	33921	45,59	31	25057	33,68
TOTALE		183	151286	-	183	108747	-

Legenda:

- θ_e Temperatura esterna media
- g Giorni
- $Q_{gen,in}$ Fabbisogno in ingresso alla generazione
- $\Phi_{gen,in}$ Potenza in ingresso alla generazione

7 ANALISI ECONOMICA DEGLI INTERVENTI

L'analisi economica degli interventi, effettuata in conformità alla norma UNI EN 15459, prevede la valutazione dei seguenti flussi di cassa:

- costi iniziali (dovuti a componenti impiantistici, componenti edili, materiali edili ed attività);
- costi in esercizio (costi periodici di manutenzione, costi una tantum di sostituzione, costi finali di smaltimento, altri costi periodici, altri costi una tantum);
- ricavi in esercizio (ricavi periodici da risparmio energetico, ricavi finali da valore residuo dei componenti, ricavi da detrazioni periodiche, altri ricavi periodici, altri ricavi una tantum).

Ogni flusso di cassa deve essere attualizzato all'anno zero (anno di esecuzione dell'investimento). Scopo dell'analisi è, una volta prefissato un determinato periodo di calcolo (tipicamente inferiore o uguale alla vita media dei componenti in gioco), determinare il valore attuale netto dell'operazione (VAN). A VAN positivi corrispondono interventi efficienti sotto il profilo dei costi. Viceversa, ove il VAN sia negativo, l'intervento è da considerarsi non efficiente.

Riepilogo scenari

N°	Scenario	C _{in,tot} [€]	t _{calc} [anni]	VAN _{op} [€]
1	<i>Isolamento solaio sottotetto</i>	25879,00	20	6277,28
2	<i>Sostituzione generatore di calore e installazione valvole termostatiche</i>	33210,00	20	-5410,21
3	<i>Scenario 1 + Scenario 2</i>	59089,00	20	-3337,09

Legenda:

C _{in,tot}	Costo totale iniziale
t _{calc}	Periodo di calcolo considerato
VAN _{op}	Valore attuale netto dell'operazione

7.1 Isolamento solaio sottotetto

7.1.1 Dati generali

Dati generali

Tasso di interesse di mercato	R	4,00	%
Tasso di inflazione	R _i	1,00	%
Tasso di interesse reale	R _r	2,97	%
Durata del calcolo	t _{calc}	20	Anni

Detrazioni

Percentuale di detrazione	p _{det}	Non valutata al momento	%
Numero di rate	n _{rate, det}	-	-

7.1.2 Costi iniziali

Componenti

Componente	t _{vita} [anni]	UM	C _{in} [€/UM]	Q _{ta} [UM]	C _{in} [€]	Detraibile
Pannelli in fibra di legno 50 kg/m ³ - spessore 16cm	40	Al m ²	50,00	517,58	25879,00	No

Legenda:

t _{vita}	Durata di vita del singolo componente
C _{in}	Costo unitario iniziale del singolo componente
Q _{ta}	Quantità del singolo componente
C _{in}	Costo totale iniziale del singolo componente

Valutazione economica preliminare

Costo totale iniziale	C _{toti, in}	25879,00	€
Costo totale iniziale detraibile	C _{toti, in, det}	0,00	€
Ricavo nominale annuo per risparmio energetico	R _{risp}	1933,95	€/anno
Ricavo nominale annuo per detrazioni periodiche	R _{det}	0,00	€/anno
Tempo di ritorno semplice (con detrazioni)	t _{r, det}	13	Anni
Tempo di ritorno semplice (senza detrazioni)	t _r	13	anni

7.1.3 Costi in esercizio

Costi periodici di manutenzione

Componente	t _{vita} [anni]	C _{in} [€]	p _{man} [%]	C _{man} [€]	t _{man} [anni]	f _{p, v, man} [-]	C _{man, att} [€]
Pannelli in fibra di legno 50 kg/m ³ - spessore 16cm	40	25879,00	1,0	258,79	20	14,92	3860,74

Legenda:

t _{vita}	Durata di vita del singolo componente
C _{in}	Costo totale iniziale del singolo componente
p _{man}	Costo annuo di manutenzione del singolo componente (espresso come percentuale del costo iniziale)
C _{man}	Costo annuo nominale di manutenzione del singolo componente
t _{man}	Annualità considerate per la manutenzione del singolo componente
f _{p, v, man}	Tasso di capitalizzazione della manutenzione del singolo componente
C _{man, att}	Costo totale di manutenzione attualizzato del singolo componente

Costi di sostituzione

Componente	t _{vita} [anni]	n _{sost} [-]	UM	C _{sost} [€/UM]	C _{sost} [€]	C _{sost, att} [€]
Pannelli in fibra di legno 50 kg/m ³ - spessore 16cm	40	0	Al m ²	50,00	25879,00	0,00

Legenda:

t _{vita}	Durata di vita del singolo componente
n _{sost}	Numero di sostituzioni del singolo componente
C _{sost}	Costo unitario di sostituzione del singolo componente (comprensivo di smaltimento)
C _{sost}	Costo totale di sostituzione nominale del singolo componente
t _{sost, k}	Anno della sostituzione k-esima del singolo componente
R _{d, sost, k}	Tasso di attualizzazione della sostituzione k-esima del singolo componente
C _{sost, att, k}	Costo totale attualizzato della sostituzione k-esima del singolo componente

C_{sost,att} Costo totale di sostituzione attualizzato del singolo componente

Costi finali di smaltimento

Componente	t _{vita} [anni]	n _{sost} [-]	t _{smal} [anno]	C _{in} [€]	p _{smal} [%]	k _{smal} [%]	C _{smal} [€]	R _{d,smal} [%]	C _{smal,att} [€]
Pannelli in fibra di legno 50 kg/m ³ - spessore 16cm	40	0	40	25879,0 0	1,0	50,0	129,40	31,0	40,13

Legenda:

t _{vita}	Durata di vita del singolo componente
n _{sost}	Numero di sostituzioni del singolo componente
t _{smal}	Anno di smaltimento del singolo componente
C _{in}	Costo totale iniziale del singolo componente
p _{smal}	Costo di smaltimento del singolo componente (espresso come percentuale del costo iniziale)
k _{smal}	Percentuale di utilizzo della vita del singolo componente
C _{smal}	Costo nominale di smaltimento del singolo componente
R _{d,smal}	Tasso di attualizzazione dello smaltimento del singolo componente
C _{smal,att}	Costo totale di smaltimento attualizzato del singolo componente

7.1.4 Ricavi in esercizio

Ricavi periodici da risparmio energetico

Servizio	R _{risp} [€]	t _{risp} [anni]	f _{pv,risp} [-]	R _{risp,att} [€]
Riscaldamento	1933,95	20	14,92	28851,42
Acqua calda sanitaria	0,00	20	14,92	0,00
Raffrescamento	0,00	20	14,92	0,00
Ventilazione	0,00	20	14,92	0,00
Illuminazione	0,00	20	14,92	0,00
Trasporto	0,00	20	14,92	0,00
Globale	1933,95	20	14,92	28851,42

Legenda:

R _{risp}	Ricavo nominale annuo per il risparmio relativo al singolo servizio
t _{risp}	Annualità considerate per il risparmio relativo singolo servizio
f _{pv,risp}	Tasso di capitalizzazione del risparmio relativo al singolo servizio
R _{risp,att}	Ricavo totale attualizzato per il risparmio relativo al singolo servizio

Ricavi finali per valore residuo dei componenti

Componente	t _{vita} [anni]	n _{sost} [-]	C _{in} [€]	t _{uso} [anni]	R _{fin} [€]	t _{fin} [anno]	R _{d,fin} [%]	R _{fin,att} [€]
Pannelli in fibra di legno 50 kg/m ³ - spessore 16cm	40	0	25879,00	20	12939,50	20	55,7	7205,73

Legenda:

t _{vita,comp}	Durata di vita del singolo componente
n _{sost,comp}	Numero di sostituzioni del singolo componente
C _{in,comp}	Costo totale iniziale del singolo componente
t _{uso,comp}	Periodo d'uso del singolo componente ($\leq t_{vita,comp,i}$)
R _{fin,comp}	Ricavi nominale per il valore residuo del singolo componente
t _{fin,comp}	Anno di valutazione del valore finale singolo componente
R _{d,fin,comp}	Tasso di attualizzazione del valore finale del singolo componente
R _{fin,att,comp}	Ricavo totale attualizzato per il valore residuo del singolo componente

Ricavi da detrazioni periodiche

Costo totale iniziale detraibile	C _{in,tot,det}	0,00	€
Ricavo nominale annuo da detrazioni periodiche	R _{det}	0,00	€
Annualità considerate per la detrazione	t _{det}	0	anni
Tasso di capitalizzazione della detrazione	f _{pv,det}	0,00	-
Ricavo totale attualizzato da detrazioni periodiche	R _{det,att}	0,00	€

7.1.5 Risultati

Costi in esercizio

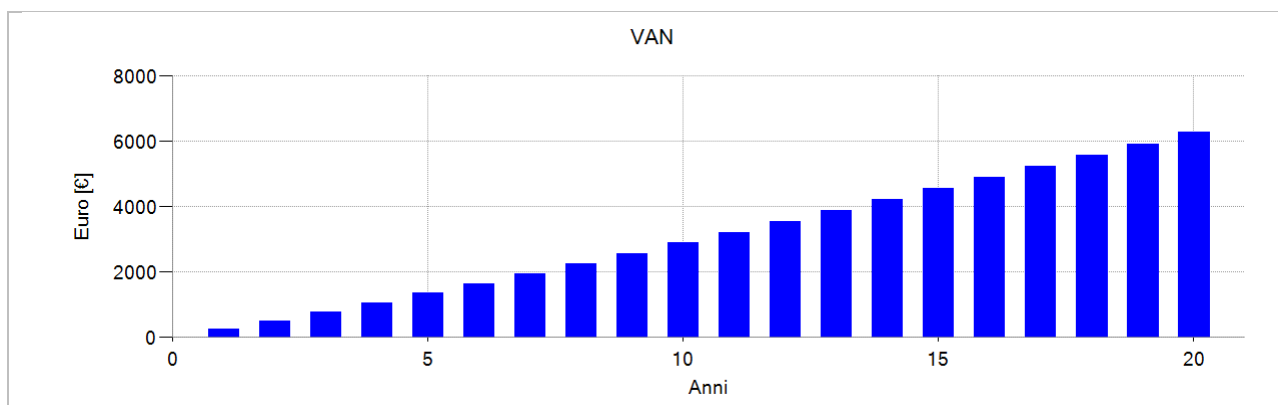
Costi periodici di manutenzione totali attualizzati	C _{man,att}	3860,74	€
Costi di sostituzione totali attualizzati	C _{sost,att}	0,00	€
Costi finali di smaltimento totali attualizzati	C _{smal,att}	40,13	€
Altri costi periodici totali attualizzati	C _{per,att}	0,00	€
Altri costi una tantum totali attualizzati	C _{ut,att}	0,00	€

Ricavi in esercizio

Ricavi periodici da risparmio energetico totali attualizzati	$R_{\text{risp,att}}$	28851,42	€
Ricavi finali per valore residuo dei componenti totali attualizzati	$R_{\text{fin,att}}$	7205,73	€
Ricavi da detrazioni periodiche totali attualizzati	$R_{\text{det,att}}$	0,00	€
Altri ricavi periodici totali attualizzati	$R_{\text{per,att}}$	0,00	€
Altri ricavi una tantum totali attualizzati	$R_{\text{ut,att}}$	0,00	€

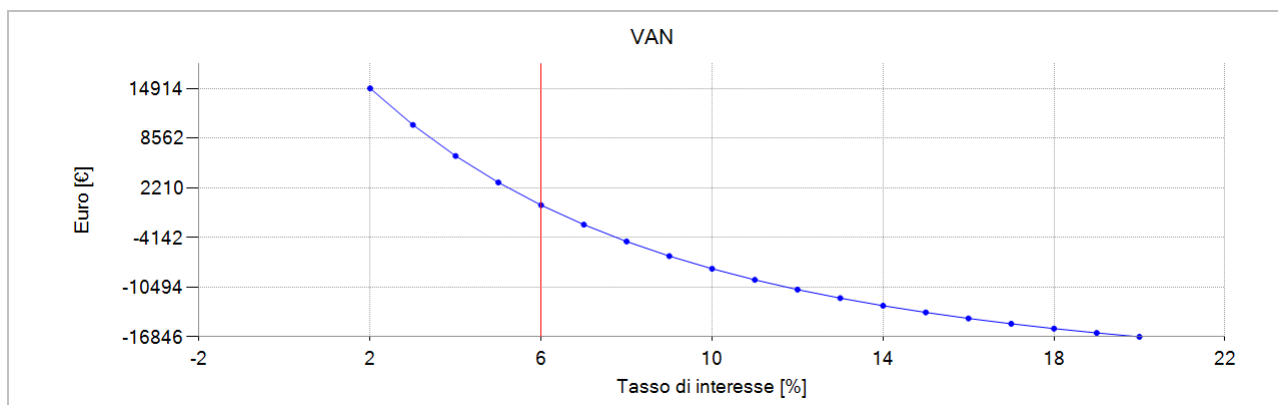
Risultati

Costo totale iniziale	$C_{\text{in,tot}}$	25879,00	€
Costo totale iniziale detraibile	$C_{\text{in,tot,det}}$	0,00	€
Costi in esercizio totali attualizzati	$C_{\text{es,tot,att}}$	3900,86	€
Ricavi in esercizio totali attualizzati	$R_{\text{es,tot,att}}$	36057,15	€
Valore attuale netto dell'operazione	VAN_{op}	6277,28	€
Annualità considerate nell'operazione	t_{op}	20	Anni
Tasso di capitalizzazione dell'operazione	$f_{\text{pv,op}}$	14,92	-
Equivalentente annuale dell'operazione	a_{op}	420,77	€

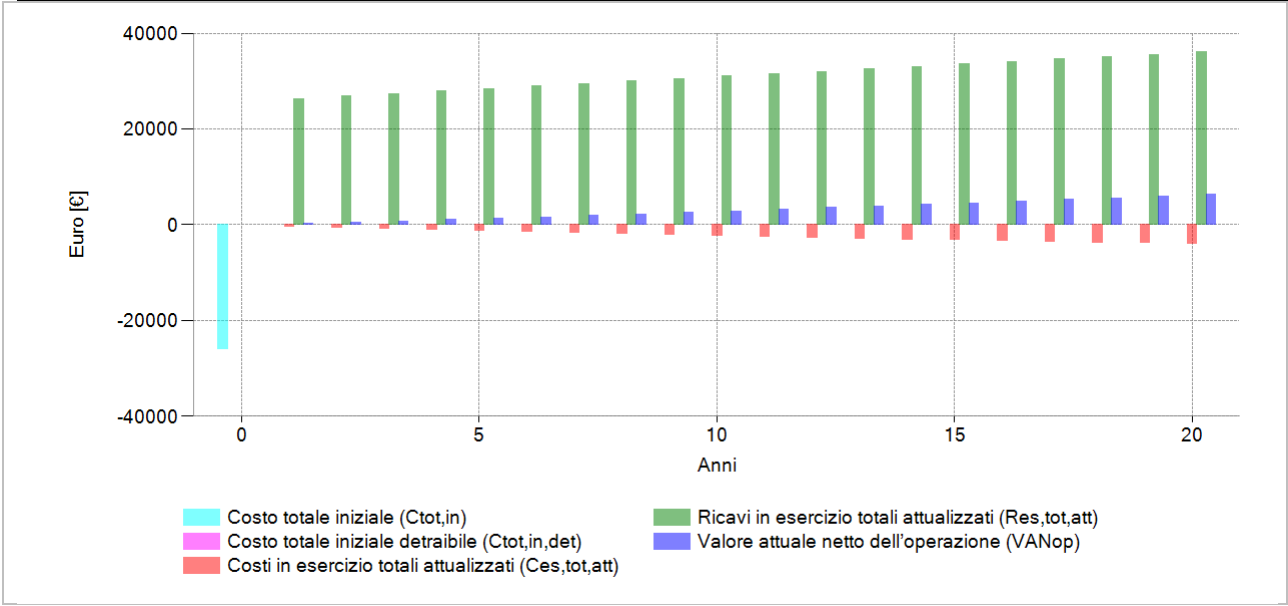


Indicatori economici aggiuntivi

Tempo di ritorno effettivo dell'investimento	$t_{r,eff}$	1,00	Anni
Tasso interno di rendimento	TIR	5,9960	%
Indice di profitto	IP	0,24	-



7.1.6 Grafico dei flussi di cassa



7.2 Sostituzione generatore di calore e installazione valvole termostatiche

7.2.1 Dati generali

Dati generali

Tasso di interesse di mercato	R	4,00	%
Tasso di inflazione	R _i	1,00	%
Tasso di interesse reale	R _r	2,97	%
Durata del calcolo	t _{calc}	20	Anni

Detrazioni

Percentuale di detrazione	p _{det}	Non valutata al momento	%
Numero di rate	n _{rate, det}	-	-

7.2.2 Costi iniziali

Componenti

Componente	t _{vita} [anni]	UM	C _{in} [€/UM]	Q _{ta} [UM]	C _{in} [€]	Detraibile
Caldaia - a condensazione	20	Al pezzo	31000,00	1,00	31000,00	Si
Valvola - Termostatica	20	Al pezzo	65,00	34,00	2210,00	Si

Legenda:

t _{vita}	Durata di vita del singolo componente
C _{in}	Costo unitario iniziale del singolo componente
Q _{ta}	Quantità del singolo componente
C _{in}	Costo totale iniziale del singolo componente

Valutazione economica preliminare

Costo totale iniziale	C _{toti, in}	33210,00	€
Costo totale iniziale detraibile	C _{toti, in, det}	33210,00	€
Ricavo nominale annuo per risparmio energetico	R _{risp}	2207,95	€/anno
Ricavo nominale annuo per detrazioni periodiche	R _{det}	0,00	€/anno
Tempo di ritorno semplice (con detrazioni)	t _{r, det}	15	Anni
Tempo di ritorno semplice (senza detrazioni)	t _r	15	anni

7.2.3 Costi in esercizio

Costi periodici di manutenzione

Componente	t _{vita} [anni]	C _{in} [€]	p _{man} [%]	C _{man} [€]	t _{man} [anni]	f _{pv, man} [-]	C _{man, att} [€]
Caldaia - a condensazione	20	31000,00	1,0	310,00	20	14,92	4624,71
Valvola - Termostatica	20	2210,00	1,0	22,10	20	14,92	329,70

Legenda:

t _{vita}	Durata di vita del singolo componente
C _{in}	Costo totale iniziale del singolo componente
p _{man}	Costo annuo di manutenzione del singolo componente (espresso come percentuale del costo iniziale)
C _{man}	Costo annuo nominale di manutenzione del singolo componente
t _{man}	Annualità considerate per la manutenzione del singolo componente
f _{pv, man}	Tasso di capitalizzazione della manutenzione del singolo componente
C _{man, att}	Costo totale di manutenzione attualizzato del singolo componente

Costi di sostituzione

Componente	t _{vita} [anni]	n _{sost} [-]	UM	C _{sost} [€/UM]	C _{sost} [€]	C _{sost, att} [€]
Caldaia - a condensazione	20	0	Al pezzo	30000,00	30000,00	0,00
Valvola - Termostatica	20	0	Al pezzo	65,00	2210,00	0,00

Legenda:

t _{vita}	Durata di vita del singolo componente
n _{sost}	Numero di sostituzioni del singolo componente
C _{sost}	Costo unitario di sostituzione del singolo componente (comprensivo di smaltimento)
C _{sost}	Costo totale di sostituzione nominale del singolo componente
t _{sost, k}	Anno della sostituzione k-esima del singolo componente

$R_{d,sost,k}$	Tasso di attualizzazione della sostituzione k-esima del singolo componente
$C_{sost,att,k}$	Costo totale attualizzato della sostituzione k-esima del singolo componente
$C_{sost,att}$	Costo totale di sostituzione attualizzato del singolo componente

Costi finali di smaltimento

Componente	t_{vita} [anni]	n_{sost} [-]	t_{smal} [anno]	C_{in} [€]	p_{smal} [%]	k_{smal} [%]	C_{smal} [€]	$R_{d,smal}$ [%]	$C_{smal,att}$ [€]
Caldaia - a condensazione	20	0	20	31000,00	1,0	100,0	310,00	55,7	172,63
Valvola - Termostatica	20	0	20	2210,00	1,0	100,0	22,10	55,7	12,31

Legenda:

t_{vita}	Durata di vita del singolo componente
n_{sost}	Numero di sostituzioni del singolo componente
t_{smal}	Anno di smaltimento del singolo componente
C_{in}	Costo totale iniziale del singolo componente
p_{smal}	Costo di smaltimento del singolo componente (espresso come percentuale del costo iniziale)
k_{smal}	Percentuale di utilizzo della vita del singolo componente
C_{smal}	Costo nominale di smaltimento del singolo componente
$R_{d,smal}$	Tasso di attualizzazione dello smaltimento del singolo componente
$C_{smal,att}$	Costo totale di smaltimento attualizzato del singolo componente

7.2.4 Ricavi in esercizio

Ricavi periodici da risparmio energetico

Servizio	R_{risp} [€]	t_{risp} [anni]	$f_{pv,risp}$ [-]	$R_{risp,att}$ [€]
Riscaldamento	2207,31	20	14,92	32929,62
Acqua calda sanitaria	0,64	20	14,92	9,51
Raffrescamento	0,00	20	14,92	0,00
Ventilazione	0,00	20	14,92	0,00
Illuminazione	0,00	20	14,92	0,00
Trasporto	0,00	20	14,92	0,00
Globale	2207,95	20	14,92	32939,13

Legenda:

R_{risp}	Ricavo nominale annuo per il risparmio relativo al singolo servizio
t_{risp}	Annualità considerate per il risparmio relativo singolo servizio
$f_{pv,risp}$	Tasso di capitalizzazione del risparmio relativo al singolo servizio
$R_{risp,att}$	Ricavo totale attualizzato per il risparmio relativo al singolo servizio

Ricavi finali per valore residuo dei componenti

Componente	t_{vita} [anni]	n_{sost} [-]	C_{in} [€]	t_{uso} [anni]	R_{fin} [€]	t_{fin} [anno]	$R_{d,fin}$ [%]	$R_{fin,att}$ [€]
Caldaia - a condensazione	20	0	31000,00	20	0,00	20	55,7	0,00
Valvola - Termostatica	20	0	2210,00	20	0,00	20	55,7	0,00

Legenda:

$t_{vita,comp}$	Durata di vita del singolo componente
$n_{sost,comp}$	Numero di sostituzioni del singolo componente
$C_{in,comp}$	Costo totale iniziale del singolo componente
$t_{uso,comp}$	Periodo d'uso del singolo componente ($\leq t_{vita,comp,i}$)
$R_{fin,comp}$	Ricavi nominale per il valore residuo del singolo componente
$t_{fin,comp}$	Anno di valutazione del valore finale singolo componente
$R_{d,fin,comp}$	Tasso di attualizzazione del valore finale del singolo componente
$R_{fin,att,comp}$	Ricavo totale attualizzato per il valore residuo del singolo componente

Ricavi da detrazioni periodiche

Costo totale iniziale detraibile	$C_{in,tot,det}$	33210,00	€
Ricavo nominale annuo da detrazioni periodiche	R_{det}	0,00	€
Annualità considerate per la detrazione	t_{det}	0	anni
Tasso di capitalizzazione della detrazione	$f_{pv,det}$	0,00	-
Ricavo totale attualizzato da detrazioni periodiche	$R_{det,att}$	0,00	€

7.2.5 Risultati

Costi in esercizio

Costi periodici di manutenzione totali attualizzati	$C_{man,att}$	4954,41	€
Costi di sostituzione totali attualizzati	$C_{sost,att}$	0,00	€
Costi finali di smaltimento totali attualizzati	$C_{smal,att}$	184,94	€

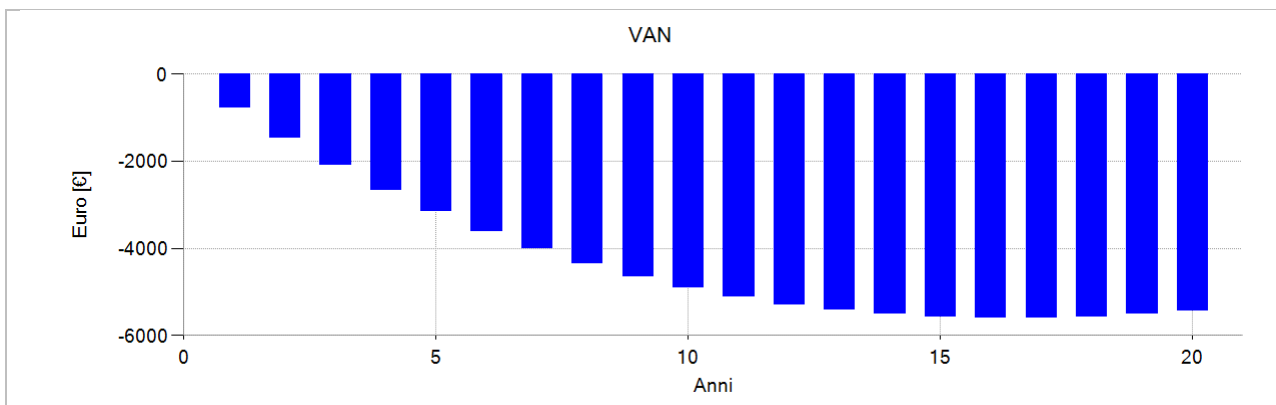
Altri costi periodici totali attualizzati	$C_{per,att}$	0,00	€
Altri costi una tantum totali attualizzati	$C_{ut,att}$	0,00	€

Ricavi in esercizio

Ricavi periodici da risparmio energetico totali attualizzati	$R_{risp,att}$	32939,13	€
Ricavi finali per valore residuo dei componenti totali attualizzati	$R_{fin,att}$	0,00	€
Ricavi da detrazioni periodiche totali attualizzati	$R_{det,att}$	0,00	€
Altri ricavi periodici totali attualizzati	$R_{per,att}$	0,00	€
Altri ricavi una tantum totali attualizzati	$R_{ut,att}$	0,00	€

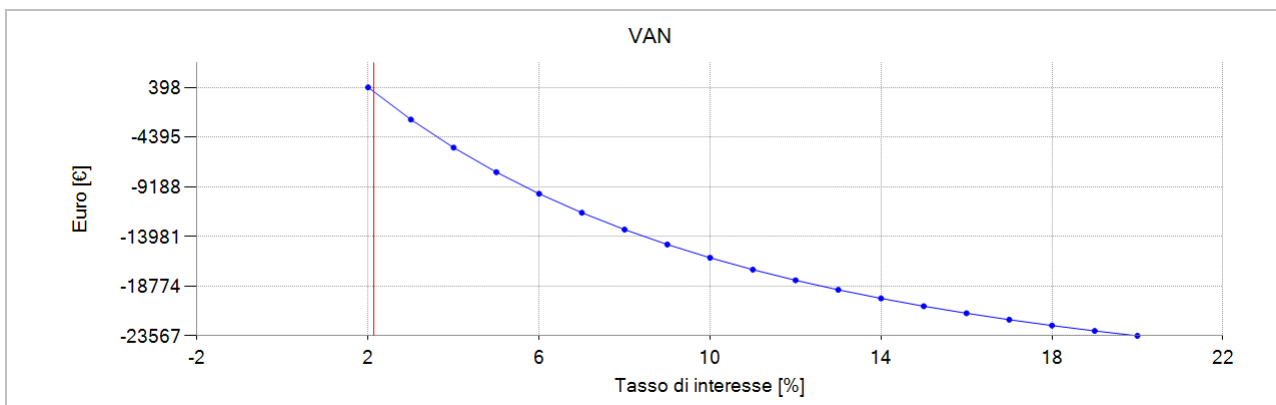
Risultati

Costo totale iniziale	$C_{in,tot}$	33210,00	€
Costo totale iniziale detraibile	$C_{in,tot,det}$	33210,00	€
Costi in esercizio totali attualizzati	$C_{es,tot,att}$	5139,34	€
Ricavi in esercizio totali attualizzati	$R_{es,tot,att}$	32939,13	€
Valore attuale netto dell'operazione	VAN_{op}	-5410,21	€
Annualità considerate nell'operazione	t_{op}	20	Anni
Tasso di capitalizzazione dell'operazione	$f_{pv,op}$	14,92	-
Equivalente annuale dell'operazione	a_{op}	-362,65	€

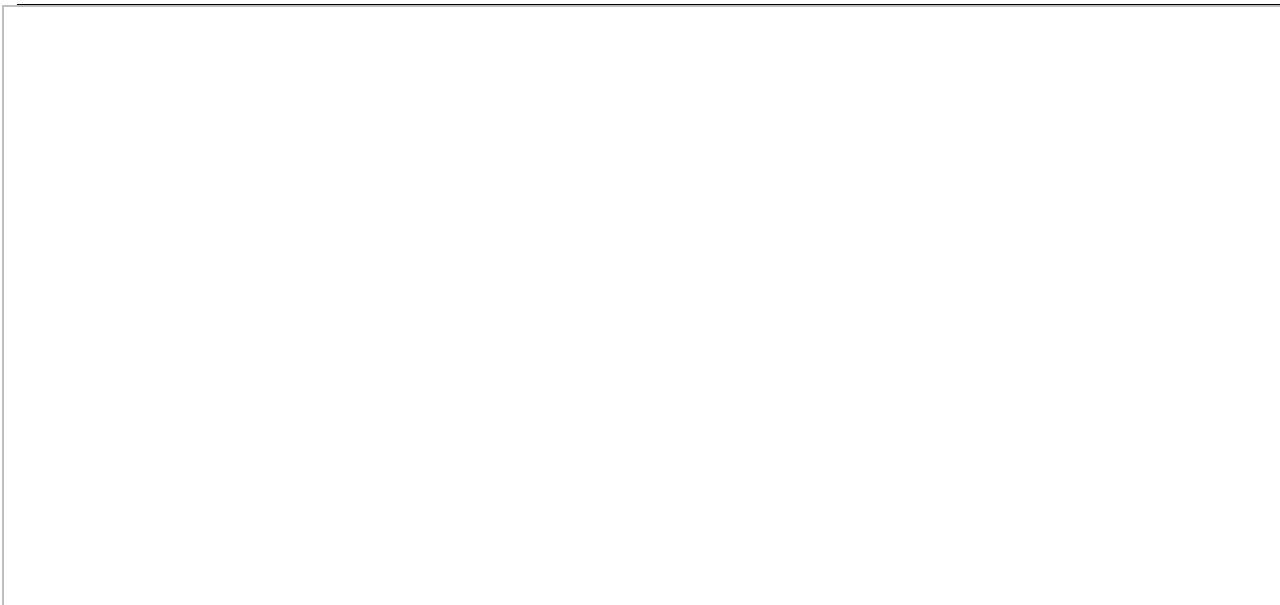


Indicatori economici aggiuntivi

Tempo di ritorno effettivo dell'investimento	$t_{r,eff}$	0,00	Anni
Tasso interno di rendimento	TIR	2,1219	%
Indice di profitto	IP	-0,16	-



7.2.6 Grafico dei flussi di cassa



7.3 Scenario 1 + Scenario 2

7.3.1 Dati generali

Dati generali

Tasso di interesse di mercato	R	4,00	%
Tasso di inflazione	R _i	1,00	%
Tasso di interesse reale	R _r	2,97	%
Durata del calcolo	t _{calc}	20	Anni

Detrazioni

Percentuale di detrazione	p _{det}	Non valutata al momento	%
Numero di rate	n _{rate, det}	-	-

7.3.2 Costi iniziali

Componenti

Componente	t _{vita} [anni]	UM	C _{in} [€/UM]	Q _{ta} [UM]	C _{in} [€]	Detraibile
Pannelli in fibra di legno 50 kg/m ³ - spessore 16cm	40	Al m ²	50,00	517,58	25879,00	Si
Caldaia - a condensazione	20	Al pezzo	31000,00	1,00	31000,00	Si
Valvola - Termostatica	20	Al pezzo	65,00	34,00	2210,00	Si

Legenda:

t _{vita}	Durata di vita del singolo componente
C _{in}	Costo unitario iniziale del singolo componente
Q _{ta}	Quantità del singolo componente
C _{in}	Costo totale iniziale del singolo componente

Valutazione economica preliminare

Costo totale iniziale	C _{toti, in}	59089,00	€
Costo totale iniziale detraibile	C _{toti, in, det}	59089,00	€
Ricavo nominale annuo per risparmio energetico	R _{risp}	3860,09	€/anno
Ricavo nominale annuo per detrazioni periodiche	R _{det}	0,00	€/anno
Tempo di ritorno semplice (con detrazioni)	t _{r, det}	15	Anni
Tempo di ritorno semplice (senza detrazioni)	t _r	15	anni

7.3.3 Costi in esercizio

Costi periodici di manutenzione

Componente	t _{vita} [anni]	C _{in} [€]	p _{man} [%]	C _{man} [€]	t _{man} [anni]	f _{pv, man} [-]	C _{man, att} [€]
Pannelli in fibra di legno 50 kg/m ³ - spessore 16cm	40	25879,00	1,0	258,79	20	14,92	3860,74
Caldaia - a condensazione	20	31000,00	1,0	310,00	20	14,92	4624,71
Valvola - Termostatica	20	2210,00	1,0	22,10	20	14,92	329,70

Legenda:

t _{vita}	Durata di vita del singolo componente
C _{in}	Costo totale iniziale del singolo componente
p _{man}	Costo annuo di manutenzione del singolo componente (espresso come percentuale del costo iniziale)
C _{man}	Costo annuo nominale di manutenzione del singolo componente
t _{man}	Annualità considerate per la manutenzione del singolo componente
f _{pv, man}	Tasso di capitalizzazione della manutenzione del singolo componente
C _{man, att}	Costo totale di manutenzione attualizzato del singolo componente

Costi di sostituzione

Componente	t _{vita} [anni]	n _{sost} [-]	UM	C _{sost} [€/UM]	C _{sost} [€]	C _{sost, att} [€]
Pannelli in fibra di legno 50 kg/m ³ - spessore 16cm	40	0	Al m ²	100,00	51758,00	0,00
Caldaia - a condensazione	20	0	Al pezzo	30000,00	30000,00	0,00
Valvola - Termostatica	20	0	Al pezzo	65,00	2210,00	0,00

Legenda:

t _{vita}	Durata di vita del singolo componente
-------------------	---------------------------------------

n_{sost}	Numero di sostituzioni del singolo componente
C_{sost}	Costo unitario di sostituzione del singolo componente (comprensivo di smaltimento)
C_{sost}	Costo totale di sostituzione nominale del singolo componente
$t_{sost,k}$	Anno della sostituzione k-esima del singolo componente
$R_{d,sost,k}$	Tasso di attualizzazione della sostituzione k-esima del singolo componente
$C_{sost,att,k}$	Costo totale attualizzato della sostituzione k-esima del singolo componente
$C_{sost,att}$	Costo totale di sostituzione attualizzato del singolo componente

Costi finali di smaltimento

Componente	t_{vita} [anni]	n_{sost} [-]	t_{smal} [anno]	C_{in} [€]	p_{smal} [%]	k_{smal} [%]	C_{smal} [€]	$R_{d,smal}$ [%]	$C_{smal,att}$ [€]
Pannelli in fibra di legno 50 kg/m ³ - spessore 16cm	40	0	40	25879,0 0	1,0	50,0	129,40	31,0	40,13
Caldaia - a condensazione	20	0	20	31000,0 0	1,0	100,0	310,00	55,7	172,63
Valvola - Termostatica	20	0	20	2210,00	1,0	100,0	22,10	55,7	12,31

Legenda:

t_{vita}	Durata di vita del singolo componente
n_{sost}	Numero di sostituzioni del singolo componente
t_{smal}	Anno di smaltimento del singolo componente
C_{in}	Costo totale iniziale del singolo componente
p_{smal}	Costo di smaltimento del singolo componente (espresso come percentuale del costo iniziale)
k_{smal}	Percentuale di utilizzo della vita del singolo componente
C_{smal}	Costo nominale di smaltimento del singolo componente
$R_{d,smal}$	Tasso di attualizzazione dello smaltimento del singolo componente
$C_{smal,att}$	Costo totale di smaltimento attualizzato del singolo componente

7.3.4 Ricavi in esercizio

Ricavi periodici da risparmio energetico

Servizio	R_{risp} [€]	t_{risp} [anni]	$f_{pv,risp}$ [-]	$R_{risp,att}$ [€]
Riscaldamento	3859,45	20	14,92	57576,88
Acqua calda sanitaria	0,64	20	14,92	9,51
Raffrescamento	0,00	20	14,92	0,00
Ventilazione	0,00	20	14,92	0,00
Illuminazione	0,00	20	14,92	0,00
Trasporto	0,00	20	14,92	0,00
Globale	3860,09	20	14,92	57586,39

Legenda:

R_{risp}	Ricavo nominale annuo per il risparmio relativo al singolo servizio
t_{risp}	Annualità considerate per il risparmio relativo singolo servizio
$f_{pv,risp}$	Tasso di capitalizzazione del risparmio relativo al singolo servizio
$R_{risp,att}$	Ricavo totale attualizzato per il risparmio relativo al singolo servizio

Ricavi finali per valore residuo dei componenti

Componente	t_{vita} [anni]	n_{sost} [-]	C_{in} [€]	t_{uso} [anni]	R_{fin} [€]	t_{fin} [anno]	$R_{d,fin}$ [%]	$R_{fin,att}$ [€]
Pannelli in fibra di legno 50 kg/m ³ - spessore 16cm	40	0	25879,00	20	12939,50	20	55,7	7205,73
Caldaia - a condensazione	20	0	31000,00	20	0,00	20	55,7	0,00
Valvola - Termostatica	20	0	2210,00	20	0,00	20	55,7	0,00

Legenda:

$t_{vita,comp}$	Durata di vita del singolo componente
$n_{sost,comp}$	Numero di sostituzioni del singolo componente
$C_{in,comp}$	Costo totale iniziale del singolo componente
$t_{uso,comp}$	Periodo d'uso del singolo componente ($\leq t_{vita,comp,i}$)
$R_{fin,comp}$	Ricavi nominale per il valore residuo del singolo componente
$t_{fin,comp}$	Anno di valutazione del valore finale singolo componente
$R_{d,fin,comp}$	Tasso di attualizzazione del valore finale del singolo componente
$R_{fin,att,comp}$	Ricavo totale attualizzato per il valore residuo del singolo componente

Ricavi da detrazioni periodiche

Costo totale iniziale detraibile	$C_{in,tot,det}$	59089,00	€
Ricavo nominale annuo da detrazioni periodiche	R_{det}	0,00	€
Annualità considerate per la detrazione	t_{det}	0	anni
Tasso di capitalizzazione della detrazione	$f_{pv,det}$	0,00	-
Ricavo totale attualizzato da detrazioni periodiche	$R_{det,att}$	0,00	€

7.3.5 Risultati

Costi in esercizio

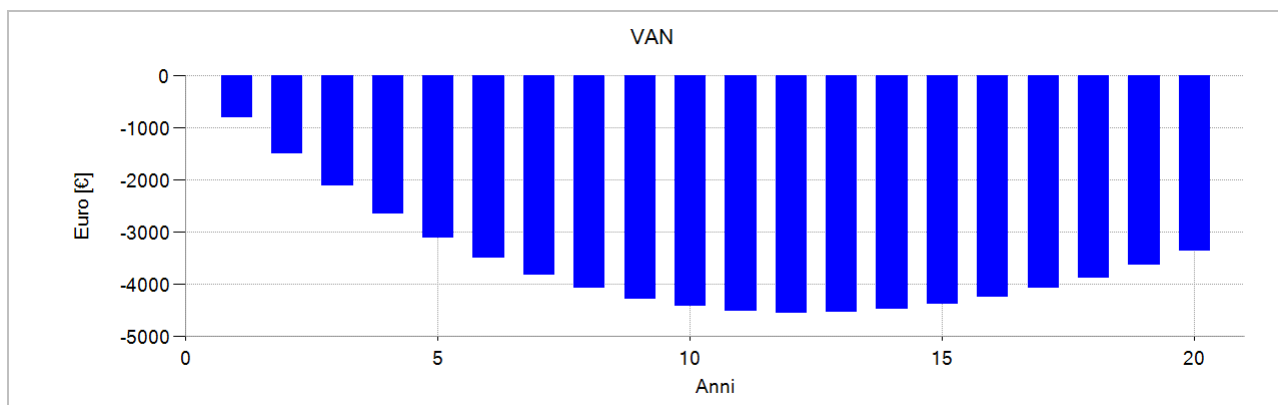
Costi periodici di manutenzione totali attualizzati	$C_{man,att}$	8815,14	€
Costi di sostituzione totali attualizzati	$C_{sost,att}$	0,00	€
Costi finali di smaltimento totali attualizzati	$C_{smal,att}$	225,07	€
Altri costi periodici totali attualizzati	$C_{per,att}$	0,00	€
Altri costi una tantum totali attualizzati	$C_{ut,att}$	0,00	€

Ricavi in esercizio

Ricavi periodici da risparmio energetico totali attualizzati	$R_{risp,att}$	57586,39	€
Ricavi finali per valore residuo dei componenti totali attualizzati	$R_{fin,att}$	7205,73	€
Ricavi da detrazioni periodiche totali attualizzati	$R_{det,att}$	0,00	€
Altri ricavi periodici totali attualizzati	$R_{per,att}$	0,00	€
Altri ricavi una tantum totali attualizzati	$R_{ut,att}$	0,00	€

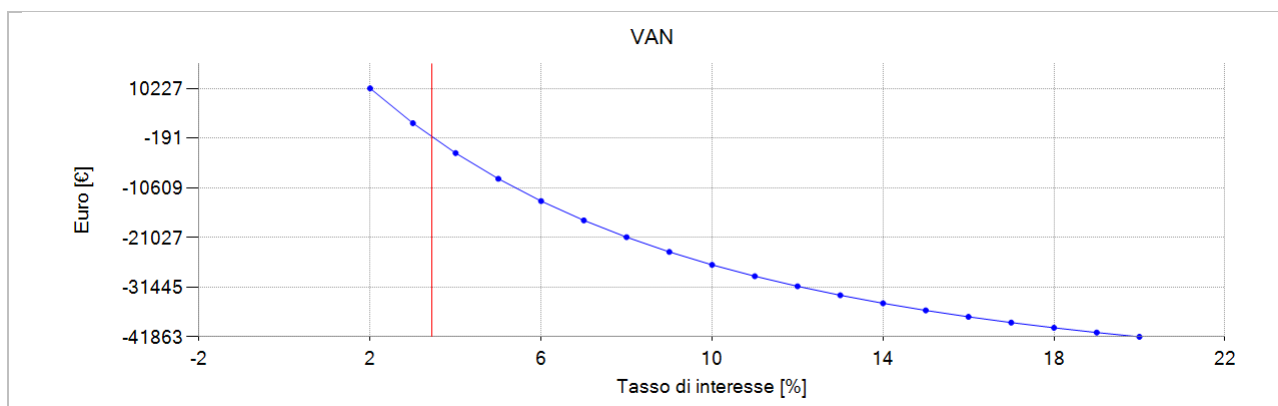
Risultati

Costo totale iniziale	$C_{in,tot}$	59089,00	€
Costo totale iniziale detraibile	$C_{in,tot,det}$	59089,00	€
Costi in esercizio totali attualizzati	$C_{es,tot,att}$	9040,21	€
Ricavi in esercizio totali attualizzati	$R_{es,tot,att}$	64792,12	€
Valore attuale netto dell'operazione	VAN_{op}	-3337,09	€
Annualità considerate nell'operazione	t_{op}	20	Anni
Tasso di capitalizzazione dell'operazione	$f_{pv,op}$	14,92	-
Equivalentente annuale dell'operazione	a_{op}	-223,69	€



Indicatori economici aggiuntivi

Tempo di ritorno effettivo dell'investimento	$t_{r,eff}$	0,00	Anni
Tasso interno di rendimento	TIR	3,4486	%
Indice di profitto	IP	-0,06	-



7.3.6 Grafico dei flussi di cassa

