

# 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 "G.Marconi"*  
Indirizzo *Viale Giovanni XXIII, 11 - 40037 Borgonuovo (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

<b>1</b>	<b>Premessa</b>
<b>2</b>	<b>Sintesi della diagnosi energetica</b>
<b>3</b>	<b>Generalità ed impostazioni di calcolo</b>
<b>4</b>	<b>Analisi energetica dell'edificio</b>
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
<b>5</b>	<b>Confronto con i consumi reali</b>
5.1	1 - Scuola Primaria Marconi
5.1.1	<i>2017/2018</i>
5.1.2	<i>2018/2019</i>
5.1.3	<i>Stagione media</i>
<b>6</b>	<b>Raccomandazioni circa i possibili interventi</b>
6.1	Isolamento a cappotto
6.1.1	<i>Realizzazione cappotto esterno</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 - Scuola Primaria Marconi</i>
6.2.3	<i>Prestazioni raggiungibili</i>
6.3	Scenario 1 + Scenario 2
6.3.1	<i>Realizzazione cappotto esterno - Scuola Primaria Fontana</i>
6.3.2	<i>Sostituzione del generatore di calore ad uso combinato (riscaldamento e acqua calda sanitaria) mediante caldaia a condensazione classificata **** stelle - Scuola Primaria Marconi</i>
6.3.3	<i>Installazione valvole termostatiche su tutti i corpi radianti - Scuola Primaria Fontana</i>
6.3.4	<i>Prestazioni raggiungibili</i>
<b>7</b>	<b>Analisi economica degli interventi</b>
7.1	Isolamento a cappotto
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<sub>t</sub>, compreso il distacco dall’impianto centralizzato, adempimenti connessi alle grandi imprese ed imprese energivore, ecc.).

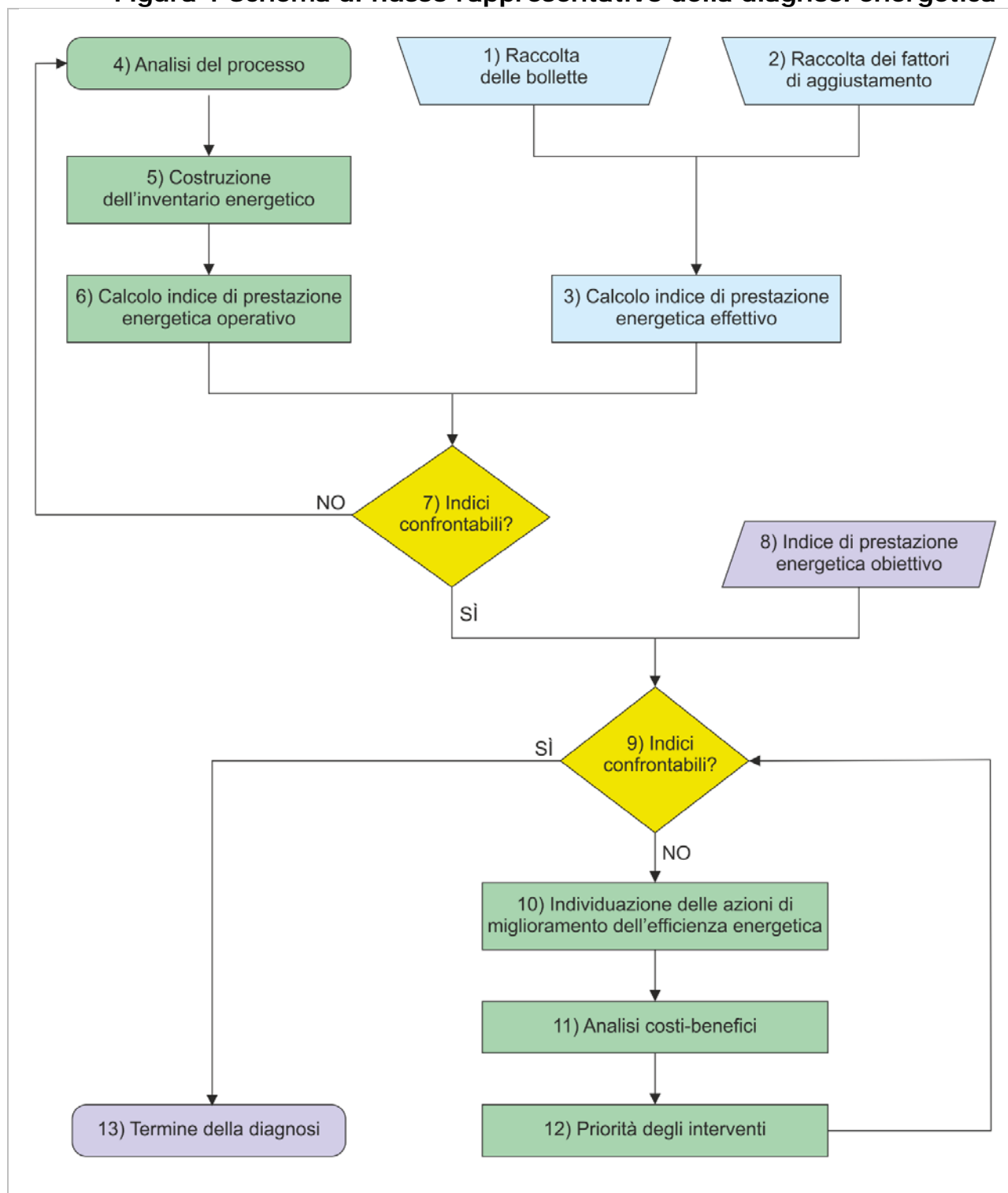
### Modalità operative

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 "G.Marconi"</i>
Comune	<i>Sasso Marconi</i>
Provincia	<i>Bologna</i>
CAP	<i>40037</i>
Indirizzo edificio	<i>Viale Giovanni XXIII, 11 - 40037 Borgonuovo (BO)</i>
Zona climatica	<i>E</i>
Gradi giorno DPR 412/93 ( $GG_{DPR\ 412/93}$ ) [ $^{\circ}Cg$ ]	<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.*

*Sull'edificio è stato installato nel 2014 un impianto fotovoltaico di 35 kWp con servizio di Scambio sul Posto.*

*Dove sorgeva il corpo palestra, i locali sono ora destinati a zona mensa al piano terra e zona uffici al piano primo. Questa ala dell'edificio, oggetto di recente ristrutturazione è caratterizzata da elementi isolati e/o ad alte prestazioni termiche.*

### Immagine edificio



Le caratteristiche dimensionali dell'edificio sono così riassumibili:

**Caratteristiche dimensionali complessive dell'edificio**

Superficie utile	S <sub>utile</sub>	2191,34	m <sup>2</sup>
Superficie lorda	S <sub>lorda</sub>	2370,05	m <sup>2</sup>
Volume netto	V <sub>netto</sub>	8988,15	m <sup>3</sup>
Volume lordo	V <sub>lordo</sub>	10785,08	m <sup>3</sup>
Fattore di forma	S/V	0,39	m <sup>-1</sup>

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 <sub>idr</sub> )	Autonomo	-
Acqua calda sanitaria (W)	Autonomo	Combinato
Climatizzazione estiva (C)	Assente	-
Ventilazione (V)	Autonomo	-
Riscaldamento aeraulico (H <sub>aer</sub> )	Autonomo	Separato
Illuminazione (L)	Considerato	-
Trasporto (T)	Presente	-
Solare termico (ST)	Assente	-
Solare fotovoltaico (SF)	Autonomo	-

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 <sub>gl,nren</sub>	163,34	kWh <sub>p</sub> /m <sup>2</sup> anno
Classe energetica		D	
Spesa globale annua	S <sub>gl</sub>	30227,39	€/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**

Raccomandazioni:					
Scenario	1	Descrizione scenario		Isolamento a cappotto	
Intervento	Descrizione intervento				
1	Realizzazione cappotto esterno				
Parametri di valutazione		Stato di fatto	Scenario	Δ	%
Costo complessivo scenario(C) [€]			76564,61		
Spesa globale annua (S <sub>gl</sub> )[€/anno]		30234,57	20462,03	9772,54	32,30
Tempo di ritorno semplice (t <sub>r</sub> ) [anni]			7,8		
EP <sub>gl,nren</sub> [kWh <sub>p</sub> /m <sup>2</sup> anno]		163,34	109,73	53,61	32,80
Classe energetica		D	B		

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 - Scuola Primaria Marconi					
Parametri di valutazione		Stato di fatto	Scenario	Δ	%	
Costo complessivo scenario(C) [€]		41780,00				
Spesa globale annua (S <sub>gl</sub> )[€/anno]		30234,57	25504,98	4729,59	15,60	
Tempo di ritorno semplice (t <sub>r</sub> ) [anni]		8,8				
EP <sub>gl,nren</sub> [kWh <sub>p</sub> /m²anno]		163,34	137,54	25,79	15,80	
Classe energetica		D	C			

Scenario	3	Descrizione scenario	Scenario 1 + Scenario 2		
Intervento	Descrizione intervento				
1	Realizzazione cappotto esterno - Scuola Primaria Fontana				
2	Sostituzione del generatore di calore ad uso combinato (riscaldamento e acqua calda sanitaria) mediante caldaia a condensazione classificata **** stelle - Scuola Primaria Marconi				
3	Installazione valvole termostatiche su tutti i corpi radianti - Scuola Primaria Fontana				
Parametri di valutazione		Stato di fatto	Scenario	Δ	%
Costo complessivo scenario(C) [€]			118344,61		
Spesa globale annua (S <sub>gl</sub> )[€/anno]		30234,57	17080,23	13154,34	43,50
Tempo di ritorno semplice (t <sub>r</sub> ) [anni]			9,0		

EP <sub>gl,nren</sub> [kWh <sub>p</sub> /m <sup>2</sup> anno]	163,34	91,26	72,07	44,10
Classe energetica	D	A1		

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	19 marzo	Al	14 ottobre
Giorni di raffrescamento ( $n_{raffr}$ )	210		

## Fattori di conversione in energia primaria

Vettore energetico	$f_{p,nren}$ [kWh <sub>p</sub> /kWh <sub>t/el</sub> ]	$f_{p,ren}$ [kWh <sub>p</sub> /kWh <sub>t/el</sub> ]	$f_{p,tot}$ [kWh <sub>p</sub> /kWh <sub>t/el</sub> ]	$f_{CO2}$ [kg/kWh <sub>t/el</sub> ]
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 <sub>t</sub> /UM]	c [€/UM]
Metano	Sm <sup>3</sup>	9,423	0,82
Propano	Sm <sup>3</sup>	24,636	0,82
Butano	Sm <sup>3</sup>	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 <sub>t</sub>	-	0,09
GPL (70% Propano + 30% Butano)	Sm <sup>3</sup>	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):

<b>Legenda dei parametri energetici:</b>			
Q	Energia termica o elettrica	E	Consumo, energia consegnata, esportata o primaria
W	Energia elettrica	Φ	Potenza termica o elettrica
<b>Legenda dei principali pedici:</b>			
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
<b>Legenda dei servizi:</b>			
H <sub>idr</sub>	Riscaldamento idronico	C	Raffrescamento (idronico ed aerale)
H <sub>aer</sub>	Riscaldamento aerale (trattamenti aria)	W	Acqua calda sanitaria
H	Riscaldamento (idronico ed aerale)	V	Ventilazione
C <sub>idr</sub>	Raffrescamento idronico	L	Illuminazione
C <sub>aer</sub>	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 <sub>DPR412/93</sub>	2339	°Cg
Gradi giorno calcolati	GG <sub>calc</sub>	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 <sub>media</sub>	2,00	m/s
Velocità del vento massima	V <sub>max</sub>	4,00	m/s
Temperatura esterna di progetto	θ <sub>e,des</sub>	-5,4	°C
Irradianza mensile massima sul piano orizzontale		273,1	W <sub>t</sub> /m <sup>2</sup>

#### Dati climatici mensili

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
θ <sub>H,int</sub> [°C]	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
θ <sub>e</sub> [°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 <sub>risc</sub> [g]	31	28	31	15	0	0	0	0	0	17	30	31
GG <sub>calc</sub> [°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/m<sup>2</sup>]

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 <sub>H,int</sub>	Temperatura interna invernale
θ <sub>e</sub>	Temperatura esterna media mensile
n <sub>risc</sub>	Giorni di riscaldamento
GG <sub>calc</sub>	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) Telaio in c.a. tipo prefabbricato. Non è presente intonacatura nè interna nè esterna. Componente involucro non coibentato.*

*(vs esterno zona mensa) Telaio in c.a. con tamponamento. E' presente intonacatura solo interna. Componente involucro coibentato da interno.*

*(vs vespaio) Solaio in latero-cemento, pavimento in ceramica.*

*(vs esterno) Copertura piana.*

### **Descrizione sintetica dei componenti finestrati**

*Telaio: PVC.*

*Vetro: Vetrocamera e vetrocamera con vetro BE in zona mensa.*

## 4.2.2 Dispersioni zona 1-Scuola Primaria Marconi

### Dispersioni invernali

Muri										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W <sub>t</sub> /m <sup>2</sup> K ]	S <sub>tot</sub> [m <sup>2</sup> ]	Q <sub>H,tr</sub> [kWh <sub>t</sub> ]	%	Q <sub>H,r</sub> [kWh <sub>t</sub> ]	%	Q <sub>H,sol,op</sub> [kWh <sub>t</sub> ]	%
M1	T	Parete esterna	3,442	900,76	180034,3	45,5	22582,5	71,2	24215,1	21,7
M2	T	Parete esterna isolata	0,701	305,32	12426,5	3,1	1591,5	5,0	2556,9	2,3
Totale				1206,08	192460,7	48,6	24174,0	76,3	26772,0	24,0

Pavimenti										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W <sub>t</sub> /m <sup>2</sup> K ]	S <sub>tot</sub> [m <sup>2</sup> ]	Q <sub>H,tr</sub> [kWh <sub>t</sub> ]	%	Q <sub>H,r</sub> [kWh <sub>t</sub> ]	%	Q <sub>H,sol,op</sub> [kWh <sub>t</sub> ]	%
P1	G	Pavimento su vespaio aerato	0,222	1256,21	16194,7	4,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Totale				1256,21	16194,7	4,1	0,0	0,0	0,0	0,0

Soffitti										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W <sub>t</sub> /m <sup>2</sup> K ]	S <sub>tot</sub> [m <sup>2</sup> ]	Q <sub>H,tr</sub> [kWh <sub>t</sub> ]	%	Q <sub>H,r</sub> [kWh <sub>t</sub> ]	%	Q <sub>H,sol,op</sub> [kWh <sub>t</sub> ]	%
S1	T	Soffitto a terrazzo	1,901	893,72	98642,0	24,9	0,0	0,0	22509,3	20,2
S2	T	Soffitto a terrazzo zona uffici	0,419	276,64	6733,4	1,7	0,0	0,0	1536,5	1,4
Totale				1170,36	105375,4	26,6	0,0	0,0	24045,9	21,6

Componenti finestrati										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W <sub>t</sub> /m <sup>2</sup> K ]	S <sub>tot</sub> [m <sup>2</sup> ]	Q <sub>H,tr</sub> [kWh <sub>t</sub> ]	%	Q <sub>H,r</sub> [kWh <sub>t</sub> ]	%	Q <sub>H,sol,w</sub> [kWh <sub>t</sub> ]	%
W1	T	F1	2,168	6,86	863,3	0,2	62,0	0,2	602,5	0,5
W2	T	F2	2,205	19,44	2488,6	0,6	311,5	1,0	1648,9	1,5
W3	T	F3	2,109	3,40	416,3	0,1	37,5	0,1	177,1	0,2
W4	T	F4	2,043	19,36	2296,8	0,6	287,5	0,9	2825,3	2,5
W5	T	F5	2,009	2,08	242,6	0,1	30,4	0,1	257,8	0,2
W6	T	F6	2,020	10,00	1172,9	0,3	146,7	0,5	997,2	0,9
W7	T	F7	2,121	113,30	13954,6	3,5	1746,7	5,5	14502,4	13,0
W8	T	F8	2,105	4,53	553,6	0,1	27,9	0,1	113,9	0,1
W9	T	F9	2,230	87,50	11332,0	2,9	1036,2	3,3	9501,9	8,5
W10	T	P1	2,000	7,69	893,2	0,2	56,6	0,2	343,7	0,3
W11	T	P2	2,043	113,33	13443,2	3,4	1682,7	5,3	11325,7	10,2
W12	T	P3	1,932	3,08	345,4	0,1	36,3	0,1	124,8	0,1
W13	T	P4	2,009	7,07	824,9	0,2	103,2	0,3	980,1	0,9
W14	T	P5	1,927	2,36	264,1	0,1	33,1	0,1	234,3	0,2
W15	T	P6	2,120	87,20	10732,0	2,7	1311,0	4,1	9980,8	8,9
W16	T	P7	2,003	5,44	632,7	0,2	79,2	0,2	697,5	0,6
W17	T	P8	2,105	15,68	1916,0	0,5	154,2	0,5	1129,4	1,0
W20	T	F2+F2	2,203	23,94	3062,3	0,8	383,3	1,2	5310,6	4,8
Totale				532,26	65434,5	16,5	7526,0	23,7	60753,9	54,5

Ponti termici						
Cod.	Tipo	Descrizione	ψ [W <sub>t</sub> /mK]	L <sub>tot</sub> [m]	Q <sub>H,tr</sub> [kWh <sub>t</sub> ]	%
Z1	-	GF - Parete - Solaio controterra	0,044	640,05	1634,4	0,4
Z2	-	IF - Parete - Solaio interpiano	0,066	456,96	1737,9	0,4
Z3	-	R - Parete - Copertura	0,112	1034,43	6729,3	1,7
Z4	-	W - Parete - Telaio	0,100	1124,90	6516,5	1,6
Totale				3256,34	16618,1	4,2

### Dispersioni estive

Muri										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W <sub>t</sub> /m <sup>2</sup> K ]	S <sub>tot</sub> [m <sup>2</sup> ]	Q <sub>c,tr</sub> [kWh <sub>t</sub> ]	%	Q <sub>c,r</sub> [kWh <sub>t</sub> ]	%	Q <sub>c,sol, op</sub> [kWh <sub>t</sub> ]	%
M1	T	Parete esterna	3,442	900,76	113929,5	45,5	32714,7	71,2	61481,5	22,0
M2	T	Parete esterna isolata	0,701	305,32	7863,7	3,1	2305,5	5,0	4650,8	1,7
Totale				1206,08	121793,2	48,6	35020,2	76,3	66132,3	23,6

Pavimenti										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W <sub>t</sub> /m <sup>2</sup> K ]	S <sub>tot</sub> [m <sup>2</sup> ]	Q <sub>c,tr</sub> [kWh <sub>t</sub> ]	%	Q <sub>c,r</sub> [kWh <sub>t</sub> ]	%	Q <sub>c,sol, op</sub> [kWh <sub>t</sub> ]	%
P1	G	Pavimento su vespaio aerato	0,222	1256,21	10248,3	4,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Totale				1256,21	10248,3	4,1	0,0	0,0	0,0	0,0

Soffitti										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W <sub>t</sub> /m <sup>2</sup> K ]	S <sub>tot</sub> [m <sup>2</sup> ]	Q <sub>c,tr</sub> [kWh <sub>t</sub> ]	%	Q <sub>c,r</sub> [kWh <sub>t</sub> ]	%	Q <sub>c,sol, op</sub> [kWh <sub>t</sub> ]	%
S1	T	Soffitto a terrazzo	1,901	893,72	62422,7	24,9	0,0	0,0	63284,5	22,6
S2	T	Soffitto a terrazzo zona uffici	0,419	276,64	4261,0	1,7	0,0	0,0	4319,9	1,5
Totale				1170,36	66683,7	26,6	0,0	0,0	67604,4	24,2

Componenti finestrati										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W <sub>t</sub> /m <sup>2</sup> K ]	S <sub>tot</sub> [m <sup>2</sup> ]	Q <sub>c,tr</sub> [kWh <sub>t</sub> ]	%	Q <sub>c,r</sub> [kWh <sub>t</sub> ]	%	Q <sub>c,sol, w</sub> [kWh <sub>t</sub> ]	%
W1	T	F1	2,168	6,86	546,3	0,2	89,8	0,2	1568,2	0,6
W2	T	F2	2,205	19,44	1574,8	0,6	451,3	1,0	4395,4	1,6
W3	T	F3	2,109	3,40	263,5	0,1	54,4	0,1	552,6	0,2
W4	T	F4	2,043	19,36	1453,5	0,6	416,5	0,9	3779,9	1,4
W5	T	F5	2,009	2,08	153,5	0,1	44,0	0,1	345,0	0,1
W6	T	F6	2,020	10,00	742,3	0,3	212,5	0,5	2305,7	0,8
W7	T	F7	2,121	113,30	8830,7	3,5	2530,4	5,5	36459,6	13,0
W8	T	F8	2,105	4,53	350,3	0,1	40,5	0,1	353,0	0,1
W9	T	F9	2,230	87,50	7171,1	2,9	1501,2	3,3	26918,1	9,6
W10	T	P1	2,000	7,69	565,2	0,2	82,0	0,2	912,5	0,3
W11	T	P2	2,043	113,33	8507,2	3,4	2437,6	5,3	29641,1	10,6
W12	T	P3	1,932	3,08	218,6	0,1	52,6	0,1	378,1	0,1
W13	T	P4	2,009	7,07	522,0	0,2	149,6	0,3	1311,3	0,5
W14	T	P5	1,927	2,36	167,1	0,1	47,9	0,1	313,5	0,1
W15	T	P6	2,120	87,20	6791,4	2,7	1899,1	4,1	25792,9	9,2
W16	T	P7	2,003	5,44	400,4	0,2	114,7	0,2	933,2	0,3
W17	T	P8	2,105	15,68	1212,5	0,5	223,4	0,5	3045,7	1,1
W20	T	F2+F2	2,203	23,94	1937,9	0,8	555,3	1,2	7105,0	2,5
Totale				532,26	41408,4	16,5	10902,7	23,7	146110,7	52,2

Ponti termici						
Cod.	Tipo	Descrizione	ψ [W <sub>t</sub> /mK]	L <sub>tot</sub> [m]	Q <sub>c,tr</sub> [kWh <sub>t</sub> ]	%
Z1	-	GF - Parete - Solaio controterra	0,044	640,05	1034,3	0,4
Z2	-	IF - Parete - Solaio interpiano	0,066	456,96	1099,8	0,4
Z3	-	R - Parete - Copertura	0,112	1034,43	4258,5	1,7
Z4	-	W - Parete - Telaio	0,100	1124,90	4123,8	1,6
Totale				3256,34	10516,3	4,2

### Trasmittanze termiche medie

Cod.	Tipo	Descrizione	Muri			
			U	U <sub>media</sub>	U <sub>limite</sub> [W <sub>t</sub> /m <sup>2</sup> K]	
			[W <sub>t</sub> /m <sup>2</sup> K]	[W <sub>t</sub> /m <sup>2</sup> K]	2015	2021
M1	T	Parete esterna	3,442	3,604	0,300	0,280
M2	T	Parete esterna isolata	0,701	0,830	0,300	0,280

Cod.	Tipo	Descrizione	Pavimenti			
			U	U <sub>media</sub>	U <sub>limite</sub> [W <sub>t</sub> /m <sup>2</sup> K]	
			[W <sub>t</sub> /m <sup>2</sup> K]	[W <sub>t</sub> /m <sup>2</sup> K]	2015	2021
P1	G	Pavimento su vespaio aerato	0,222	0,239	0,310	0,290
P3	N	Soletta interpiano mensa	0,714	0,756	0,800	0,800

Cod.	Tipo	Descrizione	Soffitti			
			U	U <sub>media</sub>	U <sub>limite</sub> [W <sub>t</sub> /m <sup>2</sup> K]	
			[W <sub>t</sub> /m <sup>2</sup> K]	[W <sub>t</sub> /m <sup>2</sup> K]	2015	2021
S1	T	Soffitto a terrazzo	1,901	1,963	0,260	0,240
S2	T	Soffitto a terrazzo zona uffici	0,419	0,507	0,260	0,240
S4	N	Soletta interpiano mensa	0,794	0,811	0,800	0,800

Cod.	Tipo	Descrizione	Componenti finestrati			
			U <sub>w</sub>	U <sub>w,limite</sub> [W <sub>t</sub> /m <sup>2</sup> K]		U <sub>g</sub>
			[W <sub>t</sub> /m <sup>2</sup> K]	2015	2021	[W <sub>t</sub> /m <sup>2</sup> K]
W1	T	F1	2,168	1,900	1,400	2,574
W2	T	F2	2,205	1,900	1,400	2,574
W3	T	F3	2,109	1,900	1,400	2,574
W4	T	F4	2,043	1,900	1,400	2,574
W5	T	F5	2,009	1,900	1,400	2,574
W6	T	F6	2,020	1,900	1,400	2,574
W7	T	F7	2,121	1,900	1,400	2,574
W8	T	F8	2,105	1,900	1,400	2,574
W9	T	F9	2,230	1,900	1,400	2,574
W10	T	P1	2,000	1,900	1,400	2,574
W11	T	P2	2,043	1,900	1,400	2,574
W12	T	P3	1,932	1,900	1,400	2,574
W13	T	P4	2,009	1,900	1,400	2,574
W14	T	P5	1,927	1,900	1,400	2,574
W15	T	P6	2,120	1,900	1,400	2,574
W16	T	P7	2,003	1,900	1,400	2,574
W17	T	P8	2,105	1,900	1,400	2,574
W20	T	F2+F2	2,203	1,900	1,400	2,574

#### Legenda dei simboli:

U	Trasmittanza termica (comprensiva dei ponti termici)
U <sub>media</sub>	Trasmittanza termica media (comprensiva dei ponti termici o strutture opache poste in sottrazione)
U <sub>w</sub>	Trasmittanza serramento (vetro + telaio)
U <sub>g</sub>	Trasmittanza solo vetro
S <sub>tot</sub>	Superficie disperdente totale
Ψ	Trasmittanza termica lineica del ponte termico
L <sub>tot</sub>	Lunghezza totale del ponte termico
Q <sub>H,tr</sub>	Dispersioni per trasmissione
Q <sub>H,r</sub>	Dispersioni per extraflusso
Q <sub>H,sol,o</sub>	Apporti solari attraverso i componenti opachi
P	
Q <sub>H,sol,w</sub>	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**

<b>Dispersioni</b>			
Dispersioni per trasmissione	$Q_{H,tr}$	345266	kWh <sub>t</sub>
Dispersioni per extraflusso	$Q_{H,r}$	31700	kWh <sub>t</sub>
Dispersioni per ventilazione	$Q_{H,ve}$	162924	kWh <sub>t</sub>
<b>Apporti</b>			
Apporti solari attraverso i componenti opachi	$Q_{H,sol,op}$	50818	kWh <sub>t</sub>
Apporti solari attraverso i componenti finestrati	$Q_{H,sol,w}$	60754	kWh <sub>t</sub>
Apporti interni	$Q_{H,int}$	38497	kWh <sub>t</sub>
Apporti aggiuntivi	$Q_{H,aqq}$	0	kWh <sub>t</sub>
<b>Bilancio energetico</b>			
Fabbisogno del fabbricato	$Q_{H,nd}$	445056	kWh <sub>t</sub>
Indice di prestazione termica del fabbricato	$EP_{H,nd}$	203,10	kWh <sub>t</sub> /m <sup>2</sup>
Valore limite	$EP_{H,nd,lim}$	80,07	kWh <sub>t</sub> /m <sup>2</sup>

### **Risultati energia estiva**

<b>Dispersioni</b>			
Dispersioni per trasmissione	$Q_{C,tr}$	116913	kWh <sub>t</sub>
Dispersioni per extraflusso	$Q_{C,r}$	45923	kWh <sub>t</sub>
Dispersioni per ventilazione	$Q_{C,ve}$	103102	kWh <sub>t</sub>
<b>Apporti</b>			
Apporti solari attraverso i componenti opachi	$Q_{C,sol,op}$	133737	kWh <sub>t</sub>
Apporti solari attraverso i componenti finestrati	$Q_{C,sol,w}$	146111	kWh <sub>t</sub>
Apporti interni	$Q_{C,int}$	44177	kWh <sub>t</sub>
Apporti aggiuntivi	$Q_{C,aqq}$	0	kWh <sub>t</sub>
<b>Bilancio energetico</b>			
Fabbisogno del fabbricato	$Q_{C,nd}$	66145	kWh <sub>t</sub>
Indice di prestazione termica del fabbricato	$EP_{C,nd}$	30,18	kWh <sub>t</sub> /m <sup>2</sup>
Valore limite	$EP_{C,lim}$	18,17	kWh <sub>t</sub> /m <sup>2</sup>

### 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 [ $kWh_p/kWh_{t/el}$ ];

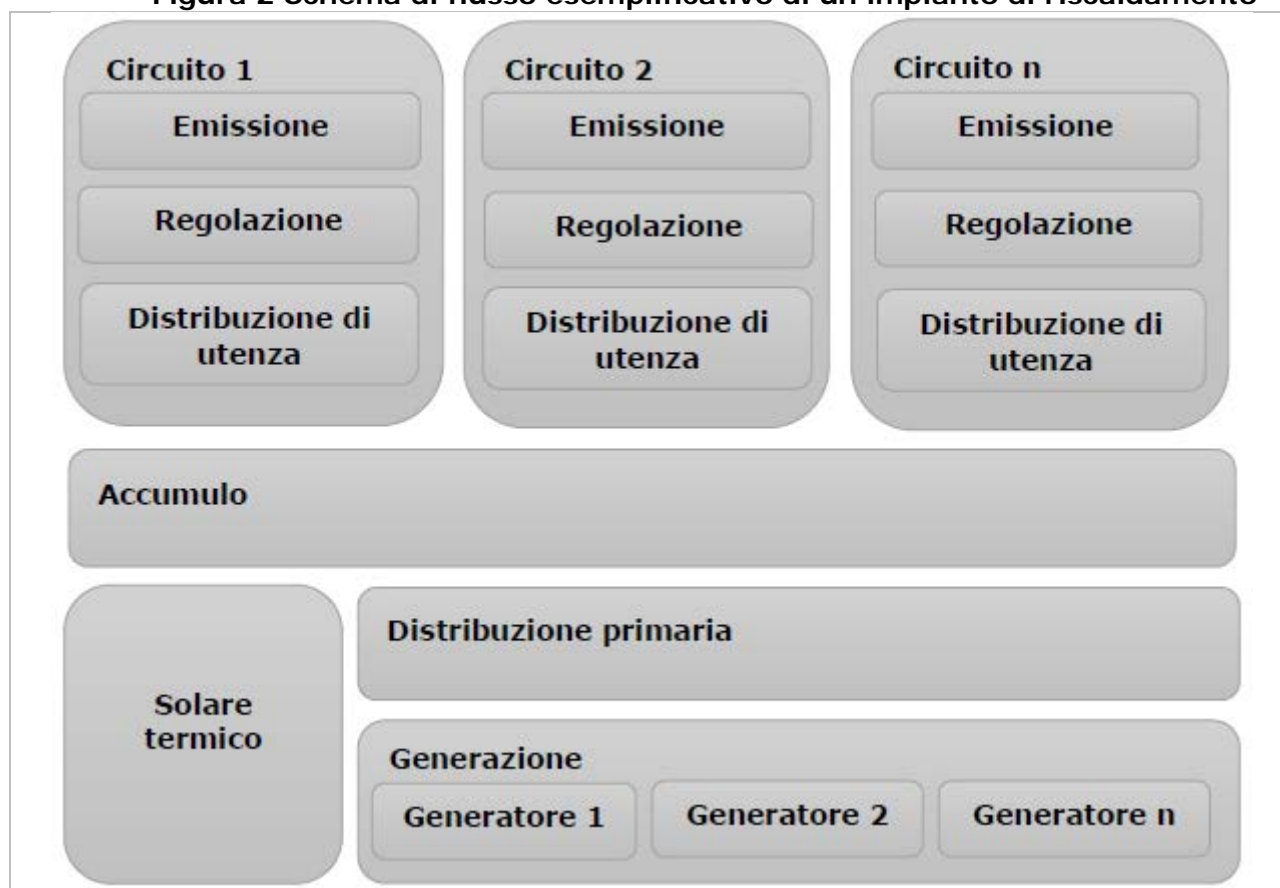
$Q_{exp,k}$  = energia esportata dal singolo vettore energetico [ $kWh_{el}$ ];

$f_{p,exp,k}$  = 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 alettati, ventilconvettori, bocchette ad aria e radiatori su parete esterna. La regolazione è da centrale termica, tranne che per ventilconvettori.*

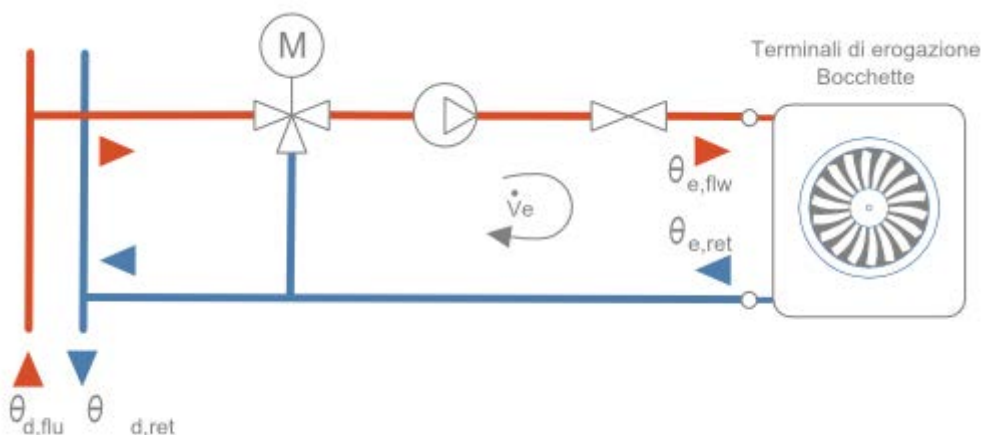
### 4.3.1.1 Impianto zona 1-Scuola Primaria Marconi

#### Dati generali

Tipologia di impianto	Pluricircuito
Fluido termovettore	Acqua

#### Circuito Riscaldamento Scuola Primaria Fontana

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 <sub>el</sub>	
Regolazione												
Tipologia	Manuale (solo termostato di caldaia)											
Caratteristiche	-											
Rendimento	$\eta_{H,ldr,reg}$									83,7	%	
Distribuzione												
Metodo di calcolo	Semplificato											
Tipologia di impianto	Autonomo, edificio singolo											
Rendimento	$\eta_{H,ldr,du}$									97,0	%	
Ausiliari	$Q_{H,ldr,du,aux}$									0,0	kWh <sub>el</sub>	
Temperatura media												
Tipologia di circuito	A temperatura fissa											



Temperature medie	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Emissione ( $\theta_{H,idr,em,avg}$ ) [°C]	34,0	30,2	26,4	22,9	-	-	-	-	-	23,4	27,7	32,4
Distribuzione ( $\theta_{H,idr,du,avg}$ ) [°C]	36,7	33,3	32,5	32,5	-	-	-	-	-	32,5	32,5	35,3

### uffici

Regime di funzionamento	Continuo
-------------------------	----------

#### **Emissione**

Tipologia	Ventilconvettori ( <i>t</i> media acqua = 45°C)		
Rendimento	$\eta_{H,idr,em}$	95,0	%
Ausiliari	$Q_{H,idr,em,aux}$	0,0	kWh <sub>el</sub>

#### **Regolazione**

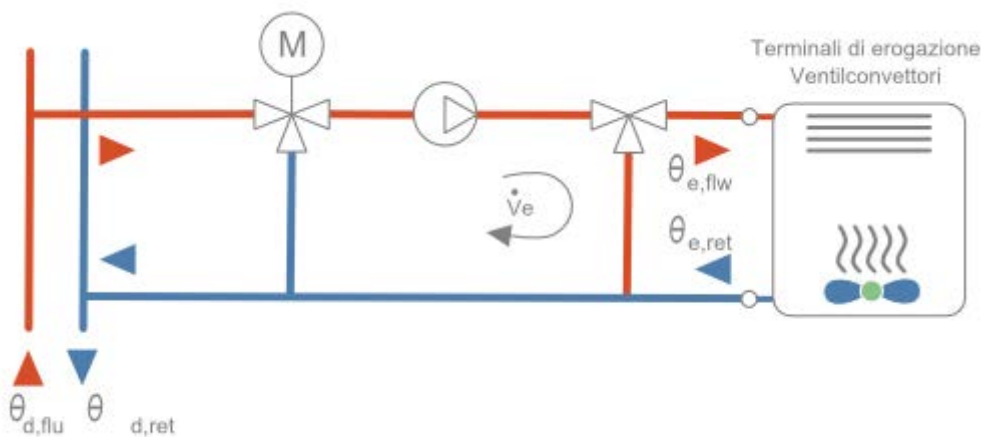
Tipologia	Per singolo ambiente + climatica		
Caratteristiche	P banda proporzionale 2 °C		
Rendimento	$\eta_{H,idr,reg}$	97,0	%

#### **Distribuzione**

Metodo di calcolo	<i>Semplificato</i>		
Tipologia di impianto	<i>Autonomo, edificio condominiale</i>		
Rendimento	$\eta_{H,idr,du}$	99,0	%
Ausiliari	$Q_{H,idr,du,aux}$	0,0	kWh <sub>el</sub>

#### **Temperatura media**

Tipologia di circuito	ON-OFF su ventilatore
-----------------------	-----------------------



Temperature medie	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Emissione ( $\theta_{H,idr,em,avg}$ ) [°C]	38,7	39,1	39,5	39,8	-	-	-	-	-	39,8	39,3	38,9
Distribuzione ( $\theta_{H,idr,du,avg}$ ) [°C]	43,4	42,3	42,0	42,3	-	-	-	-	-	42,3	41,8	42,9

### Accumulo

Ambiente	Centrale termica											
Dispersione	k <sub>boll</sub>										4,4	W <sub>t</sub> /K
Rendimento	η <sub>H,idr,s</sub>										99,9	%
Temperature medie	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Accumulo (θ <sub>H,idr,s,avg</sub> ) [°C]	44,3	42,4	41,9	42,8	-	-	-	-	-	42,6	41,7	43,5
Ambiente (θ <sub>H,idr,s,a</sub> ) [°C]	5,9	10,0	14,2	18,2	22,3	26,8	29,4	26,2	23,9	20,2	13,9	8,4

**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/CM2-311		
Potenza utile nominale	$\Phi_n$	293,00	kW <sub>t</sub>

### Immagine



### Rendimenti termici

Riscaldamento idronico	$\eta_{H,idr,gen,ut}$	95,2	%
ACS	$\eta_{W,gen,ut}$	94,3	%

### Ausiliari

Riscaldamento idronico	$Q_{H,idr,gen,aux}$	938,2	kWh <sub>el</sub>
ACS	$Q_{W,gen,aux}$	0,2	kWh <sub>el</sub>

### Vettore energetico

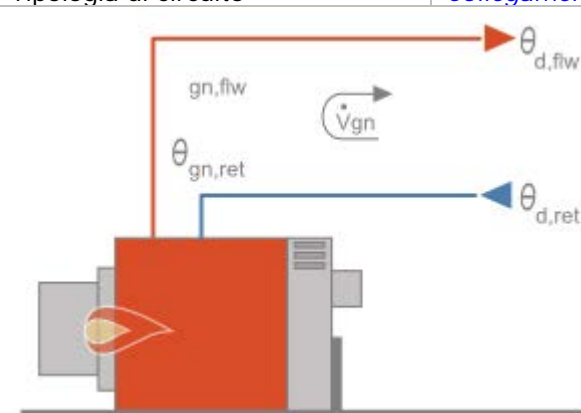
Tipologia	Metano		
Potere calorifico inferiore	PCI	9,940	kWh/Nm <sup>3</sup>
Costo	c	0,87	€/ Nm <sup>3</sup>
Fattore di emissione di CO <sub>2</sub>	f <sub>CO2</sub>	0,210	kg/kWh <sub>p</sub>

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

Non rinnovabile	f <sub>p,nren</sub>	1,050	-
Rinnovabile	f <sub>p,ren</sub>	0,000	-
Totale	f <sub>p,tot</sub>	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]	44,3	42,4	41,9	42,8	-	-	-	-	-	42,6	41,7	43,5

## **Principali risultati dei calcoli**

### **Fabbisogni termici**

Fabbisogno del fabbricato (ventilazione naturale)	$Q_{H,nd}$	445056	kWh <sub>t</sub>
Fabbisogno dell'edificio (ventilazione effettiva)	$Q_{H,sys,out}$	432565	kWh <sub>t</sub>
Energia recuperata dall'impianto di ACS	$Q_{H,W,rh}$	7	kWh <sub>t</sub>
Fabbisogno ideale netto (dedotto dei recuperi)	$Q'_{H,sys,out}$	385877	kWh <sub>t</sub>
Fabbisogno corretto per intermittenza	$Q_{H,sys,out,interm}$	385877	kWh <sub>t</sub>
Fabbisogno corretto per contabilizzazione	$Q_{H,sys,out,cont}$	385877	kWh <sub>t</sub>
Fabbisogno corretto per ulteriori fattori	$Q_{H,sys,out,corr}$	196479	kWh <sub>t</sub>
Perdite di emissione non recuperate	$Q_{H,em,ls,nrh}$	21237	kWh <sub>t</sub>
Fabbisogno in ingresso all'emissione	$Q_{H,em,in}$	217717	kWh <sub>t</sub>
Perdite di regolazione non recuperate	$Q_{H,rg,ls,nrh}$	36686	kWh <sub>t</sub>
Fabbisogno in ingresso alla regolazione	$Q_{H,rg,in}$	254402	kWh <sub>t</sub>
Perdite di distribuzione di utenza non recuperate	$Q_{H,du,ls,nrh}$	6592	kWh <sub>t</sub>
Fabbisogno in ingresso alla distribuzione di utenza	$Q_{H,du,in}$	260995	kWh <sub>t</sub>
Perdite di accumulo non recuperate	$Q_{H,s,ls,nrh}$	263	kWh <sub>t</sub>
Fabbisogno in ingresso all'accumulo	$Q_{H,s,in}$	261258	kWh <sub>t</sub>
Energia prodotta dal solare termico	$Q_{H,sol,out}$	0	kWh <sub>t</sub>
Eccedenza del solare termico	$Q_{H,sol,surplus}$	0	kWh <sub>t</sub>
Contributo netto del solare termico	$Q_{H,sol,out,net}$	0	kWh <sub>t</sub>
Fabbisogno effettivo in ingresso all'accumulo	$Q_{H,s,in,eff}$	261258	kWh <sub>t</sub>
Perdite di distribuzione primaria non recuperate	$Q_{H,dp,ls,nrh}$	0	kWh <sub>t</sub>
Fabbisogno in ingresso alla distribuzione primaria	$Q_{H,dp,in}$	261258	kWh <sub>t</sub>
Fabbisogno in uscita dalla generazione	$Q_{H,gen,out}$	261258	kWh <sub>t</sub>
Perdite dei circuiti di generazione non recuperate	$Q_{H,gen,circ,ls,nrh}$	0	kWh <sub>t</sub>
Fabbisogno in ingresso ai circuiti di generazione	$Q_{H,gen,circ,in}$	261258	kWh <sub>t</sub>
Perdite di generazione non recuperate	$Q_{H,gen,ls,nrh}$	13317	kWh <sub>t</sub>
Fabbisogno in ingresso alla generazione (energia termica)	$Q_{H,gen,in,t}$	274574	kWh <sub>t</sub>
Energia da ambiente esterno (pompa di calore)	$Q_{H,gen,in,RES}$	0	kWh <sub>t</sub>

### **Fabbisogni elettrici**

Fabbisogno elettrico ausiliari emissione	$Q_{H,em,aux}$	0	kWh <sub>el</sub>
Fabbisogno elettrico ausiliari distribuzione di utenza	$Q_{H,du,aux}$	0	kWh <sub>el</sub>
Ausiliari solare termico	$Q_{H,sol,aux}$	0	kWh <sub>el</sub>
Fabbisogno elettrico ausiliari distribuzione primaria	$Q_{H,dp,aux}$	0	kWh <sub>el</sub>
Fabbisogno elettrico ausiliari generazione	$Q_{H,gen,aux}$	938	kWh <sub>el</sub>
Fabbisogno in ingresso alla generazione (energia elettrica)	$Q_{H,gen,in,el}$	0	kWh <sub>el</sub>
Fabbisogno elettrico complessivo	$Q_{H,el}$	938	kWh <sub>el</sub>
Energia prodotta dal fotovoltaico	$Q_{H,PV,out}$	805	kWh <sub>el</sub>
Eccedenza del fotovoltaico	$Q_{H,PV,surplus}$	0	kWh <sub>el</sub>
Contributo netto del fotovoltaico	$Q_{H,PV,out,net}$	805	kWh <sub>el</sub>
Energia prodotta dalla cogenerazione	$Q_{H,CG,out}$	0	kWh <sub>el</sub>
Eccedenza della cogenerazione	$Q_{H,CG,surplus}$	0	kWh <sub>el</sub>
Contributo netto della cogenerazione	$Q_{H,CG,out,net}$	0	kWh <sub>el</sub>
Fabbisogno elettrico effettivo (da rete)	$Q_{H,el,eff}$	133	kWh <sub>el</sub>

### **Energia primaria**

<b>Non rinnovabile</b>	$Q_{H,p,nren}$	288562	kWh <sub>p</sub>
<b>Rinnovabile</b>	$Q_{H,p,ren}$	868	kWh <sub>p</sub>
<b>Totale</b>	$Q_{H,p,tot}$	289430	kWh <sub>p</sub>

## **Riepilogo rendimenti**

### **Impianto idronico**

Emissione	$\eta_{H, idr,em}$	90,2	%
Regolazione	$\eta_{H, idr,reg}$	85,6	%
Distribuzione di utenza	$\eta_{H, idr,du}$	97,5	%
Accumulo	$\eta_{H, idr,s}$	99,9	%
Distribuzione primaria	$\eta_{H, idr,dp}$	-	%
Generazione (rispetto all'energia utile)	$\eta_{H, idr,gen,ut}$	95,2	%
Generazione (rispetto all'energia primaria non rinnovabile)	$\eta_{H, idr,gen,p,nren}$	90,0	%
Generazione (rispetto all'energia primaria totale)	$\eta_{H, idr,gen,p,tot}$	89,9	%

### **Impianto areaulico**

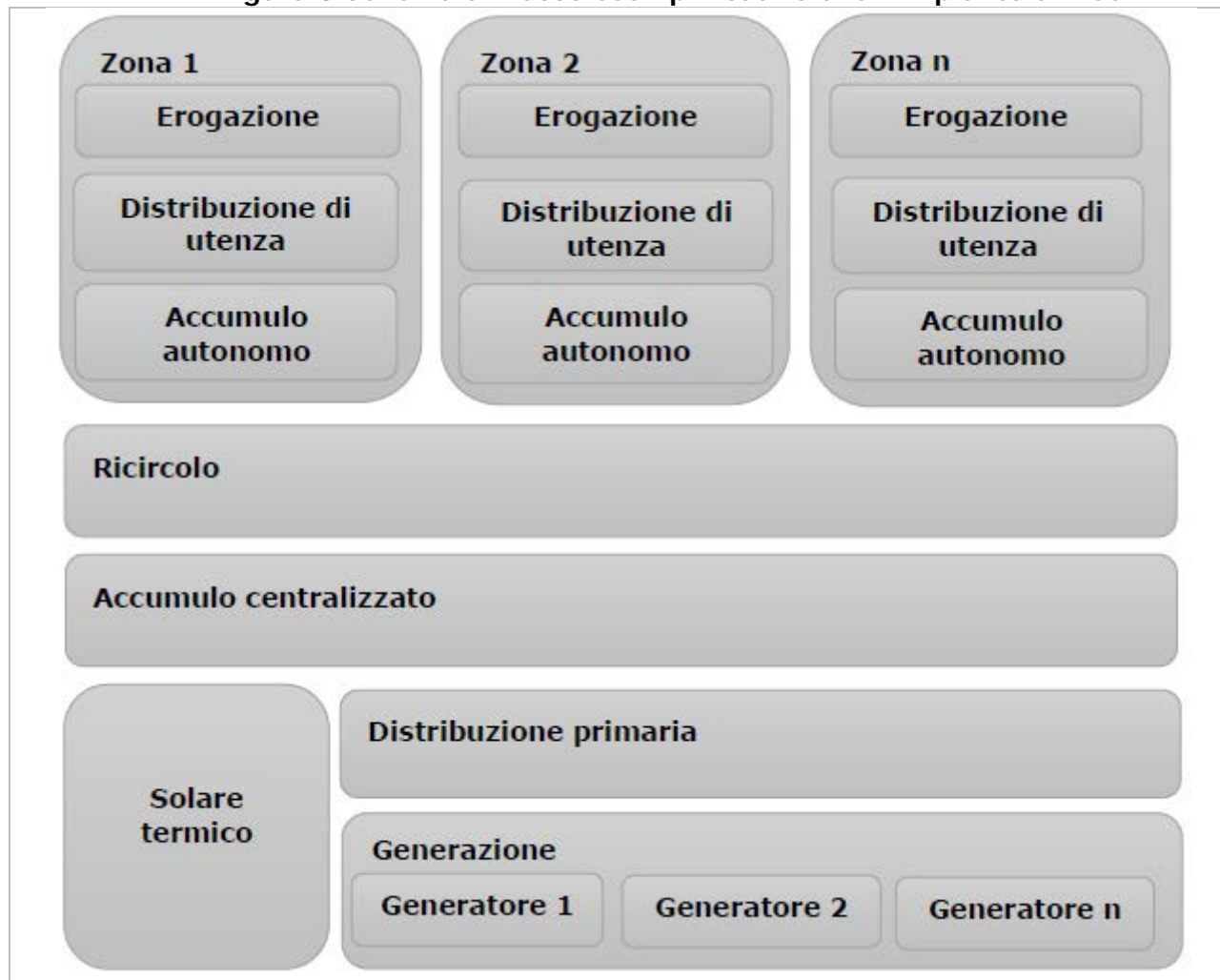
Distribuzione primaria	$\eta_{H,aer,dp}$	-	%
Generazione (rispetto all'energia utile)	$\eta_{H,aer,gen,ut}$	85,0	%
Generazione (rispetto all'energia primaria non rinnovabile)	$\eta_{H,aer,gen,p,nren}$	81,0	%

Generazione (rispetto all'energia primaria totale)	$\eta_{H,aer,gen,p,tot}$	81,0	%
<b>Impianto idronico ed aeraulico</b>			
Globale medio stagionale (rispetto a en. pr. non rinn.)	$\eta_{H,g,p,nren}$	128,7	%
Globale medio stagionale (rispetto a en. pr. tot.)	$\eta_{H,g,p,tot}$	128,4	%
Valore limite	$\eta_{H,g,lim}$	0,0	%

### 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 zona 1-Scuola Primaria Marconi

##### Erogazione, distribuzione di utenza ed accumulo

Fabbisogno ideale	$Q_{W,nd}$	68	kWh <sub>t</sub>
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 <sub>t</sub>
Fabbisogno corretto per recupero reflui docce	$Q_{W,sys,out,rec}$	68	kWh <sub>t</sub>
Fabbisogno corretto per contabilizzazione	$Q_{W,sys,out,cont}$	68	kWh <sub>t</sub>
Perdite di erogazione non recuperate	$Q_{W,er,ls,nrh}$	0	kWh <sub>t</sub>
Fabbisogno in ingresso all'erogazione	$Q_{W,er,in}$	68	kWh <sub>t</sub>
Perdite di distribuzione di utenza non recuperate	$Q_{W,du,ls,nrh}$	5	kWh <sub>t</sub>
Fabbisogno in ingresso alla distribuzione di utenza	$Q_{W,du,in}$	73	kWh <sub>t</sub>
Perdite di ricircolo non recuperate	$Q_{W,ric,ls,nrh}$	0	kWh <sub>t</sub>
Fabbisogno in ingresso al ricircolo	$Q_{W,ric,in}$	73	kWh <sub>t</sub>
Perdite di accumulo non recuperate	$Q_{W,s,ls,nrh}$	0	kWh <sub>t</sub>
Fabbisogno in ingresso all'accumulo	$Q_{W,s,in}$	73	kWh <sub>t</sub>
Perdite della distribuzione di prerisc. solare non recuperate	$Q_{W,sol,dis,ls,nrh}$	0	kWh <sub>t</sub>
Fabbisogno in ingresso alla distribuzione di prerisc. solare	$Q_{W,sol,dis,in}$	0	kWh <sub>t</sub>
Perdite dell'accumulo di prerisc. solare non recuperate	$Q_{W,sol,s,ls,nrh}$	0	kWh <sub>t</sub>
Fabbisogno in ingresso all'accumulo di prerisc. solare	$Q_{W,sol,s,in}$	0	kWh <sub>t</sub>
Energia prodotta dal solare termico	$Q_{W,sol,out}$	0	kWh <sub>t</sub>
Eccedenza del solare termico	$Q_{W,sol,surplus}$	0	kWh <sub>t</sub>
Contributo netto del solare termico	$Q_{W,sol,out,net}$	0	kWh <sub>t</sub>
Fabbisogno effettivo in ingresso all'accumulo	$Q_{W,s,in,eff}$	73	kWh <sub>t</sub>
Perdite di distribuzione primaria non recuperate	$Q_{W,dp,ls,nrh}$	0	kWh <sub>t</sub>
Fabbisogno in ingresso alla distribuzione primaria	$Q_{W,dp,in}$	73	kWh <sub>t</sub>
Fabbisogno in uscita dalla generazione	$Q_{W,gen,out}$	73	kWh <sub>t</sub>
Perdite dei circuiti di generazione non recuperate	$Q_{W,gen,circ,ls,nrh}$	0	kWh <sub>t</sub>
Fabbisogno in ingresso ai circuiti di generazione	$Q_{W,gen,circ,in}$	73	kWh <sub>t</sub>
Perdite di generazione non recuperate	$Q_{W,gen,ls,nrh}$	4	kWh <sub>t</sub>
Fabbisogno in ingresso alla generazione (energia termica)	$Q_{W,gen,in,t}$	78	kWh <sub>t</sub>
Energia da ambiente esterno (pompa di calore)	$Q_{W,gen,in,RES}$	0	kWh <sub>t</sub>

#### **Fabbisogni elettrici**

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

#### **Energia primaria**

<b>Non rinnovabile</b>	$Q_{W,p,nren}$	82	kWh <sub>p</sub>
<b>Rinnovabile</b>	$Q_{W,p,ren}$	0	kWh <sub>p</sub>
<b>Totale</b>	$Q_{W,p,tot}$	82	kWh <sub>p</sub>

#### **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)	$\eta_{W,gen,ut}$	94,3	%
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	%
<b>Globale medio stagionale (risp. a en. pr. non rinn)</b>	$\eta_{W,g,p,nren}$	83,1	%
<b>Globale medio stagionale (risp. a en. pr. totale)</b>	$\eta_{W,g,p,tot}$	82,9	%
<b>Valore limite</b>	$\eta_{W,g,p,tot,lim}$	0,0	%

### 4.3.3 Altri impianti

#### 4.3.3.1 Impianto di ventilazione

**Descrizione sintetica impianto di ventilazione**

*Presente in zona atrio e in zona mensa, con due differenti circuiti provenienti da Centrale Termica.*

#### 4.3.3.2 Impianto di riscaldamento aeraulico

**Descrizione sintetica impianto di riscaldamento aeraulico**

*Non presente.*

#### 4.3.3.3 Impianto di illuminazione

**Descrizione sintetica impianto di illuminazione**

*Impianto prevalente a tubi fluorescenti.*

#### 4.3.3.4 Impianto di trasporto

**Descrizione sintetica impianto di trasporto**

*Ascensore di tipo elettrico, a 2 fermate. Installato nel 2005.*

## 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 Scuola Primaria Marconi

#### Consumi ed energia consegnata

Servizio	Consumo ed energia consegnata		Metano		Energia primaria			Spesa ed emissioni	
			Q <sub>del</sub>	Q <sub>exp</sub>	Q <sub>p,nren</sub>	Q <sub>p,ren</sub>	Q <sub>p,tot</sub>	S	Em <sub>CO2</sub>
	Co	UM	[kWh <sub>el</sub> ]	[kWh <sub>el</sub> ]	[kWh <sub>p</sub> ]	[kWh <sub>p</sub> ]	[kWh <sub>p</sub> ]	[€]	[kg]
Riscaldamento (H)	34914	Sm <sup>3</sup>	328980	0	345429	0	345429	28629,18	69086
Acqua calda sanitaria (W)	8	Sm <sup>3</sup>	78	0	82	0	82	6,78	16
<b>Globale (GI)</b>	<b>34922</b>	<b>Sm<sup>3</sup></b>	<b>329058</b>	<b>0</b>	<b>345511</b>	<b>0</b>	<b>345511</b>	<b>28635,95</b>	<b>69102</b>

Servizio	Consumo ed energia consegnata		Energia elettrica		Energia primaria			Spesa ed emissioni	
			Q <sub>del</sub>	Q <sub>exp</sub>	Q <sub>p,nren</sub>	Q <sub>p,ren</sub>	Q <sub>p,tot</sub>	S	Em <sub>CO2</sub>
	Co	UM	[kWh <sub>el</sub> ]	[kWh <sub>el</sub> ]	[kWh <sub>p</sub> ]	[kWh <sub>p</sub> ]	[kWh <sub>p</sub> ]	[€]	[kg]
Riscaldamento (H)	133	kWh	133	-	259	62	322	33,24	61
Acqua calda sanitaria (W)	0	kWh	0	-	0	0	0	0,01	0
Ventilazione (V)	116	kWh	116	-	225	54	280	28,89	53
Illuminazione (L)	4296	kWh	4296	-	8377	2019	10396	1073,97	1976
<b>Globale (GI)</b>	<b>4544</b>	<b>kWh</b>	<b>4544</b>	<b>-</b>	<b>8862</b>	<b>2136</b>	<b>10998</b>	<b>1136,11</b>	<b>2090</b>

Servizio	Consumo ed energia consegnata		Solare fotovoltaico		Energia primaria			Spesa ed emissioni	
			Q <sub>del</sub>	Q <sub>exp</sub>	Q <sub>p,nren</sub>	Q <sub>p,ren</sub>	Q <sub>p,tot</sub>	S	Em <sub>CO2</sub>
	Co	UM	[kWh <sub>el</sub> ]	[kWh <sub>el</sub> ]	[kWh <sub>p</sub> ]	[kWh <sub>p</sub> ]	[kWh <sub>p</sub> ]	[€]	[kg]
Riscaldamento (H)	-	-	805	0	0	805	805	-	-
Acqua calda sanitaria (W)	-	-	0	0	0	0	0	-	-
Ventilazione (V)	-	-	1099	0	0	1099	1099	-	-
Illuminazione (L)	-	-	40226	0	0	40226	40226	-	-
<b>Globale (GI)</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>42131</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>42131</b>	<b>42131</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

#### Spesa

Servizio	S [€]
Riscaldamento (H)	28662,42
Acqua calda sanitaria (W)	6,78
Raffrescamento (C)	0,00
Ventilazione (V)	28,89
Illuminazione (L)	1073,97
Trasporto (T)	0,00
<b>Globale (GI)</b>	<b>29772,06</b>

## **Rendimenti**

<b>Riscaldamento idronico (<math>H_{idr}</math>)</b>	
Sottosistema	Valore calcolato [-]
Emissione ( $\eta_{em}$ )	90,2
Regolazione ( $\eta_{reg}$ )	85,6
Distribuzione di utenza ( $\eta_{du}$ )	97,5
Accumulo ( $\eta_s$ )	99,9
Distribuzione primaria ( $\eta_{dp}$ )	100,0
Generazione ( $\eta_{gen,ut}$ )	95,2
Generazione ( $\eta_{gen,p,nren}$ )	90,0
Generazione ( $\eta_{gen,p,tot}$ )	89,9

<b>Riscaldamento aerulico (<math>H_{aer}</math>)</b>	
Sottosistema	Valore calcolato [-]
Distribuzione primaria ( $\eta_{dp}$ )	100,0
Generazione ( $\eta_{gen,ut}$ )	85,0
Generazione ( $\eta_{gen,p,nren}$ )	81,0
Generazione ( $\eta_{gen,p,tot}$ )	81,0

<b>Riscaldamento idronico ed aerulico (<math>H</math>)</b>	
Sottosistema	Valore calcolato [-]
Globale medio stagionale ( $\eta_{g,p,nren}$ )	128,7
Globale medio stagionale ( $\eta_{g,p,tot}$ )	128,4
Valore limite ( $\eta_{lim}$ )	122,0

<b>Acqua calda sanitaria (<math>W</math>)</b>	
Sottosistema	Valore calcolato [-]
Erogazione ( $\eta_{er}$ )	100,0
Distribuzione di utenza ( $\eta_{du}$ )	92,6
Accumulo ( $\eta_s$ )	100,0
Ricircolo ( $\eta_{ric}$ )	100,0
Distribuzione primaria ( $\eta_{dp}$ )	100,0
Generazione ( $\eta_{gen,ut}$ )	94,3
Generazione ( $\eta_{gen,p,nren}$ )	89,3
Generazione ( $\eta_{gen,p,tot}$ )	89,2
Globale medio stagionale ( $\eta_{g,p,nren}$ )	83,1
Globale medio stagionale ( $\eta_{g,p,tot}$ )	82,9
Valore limite ( $\eta_{lim}$ )	56,7

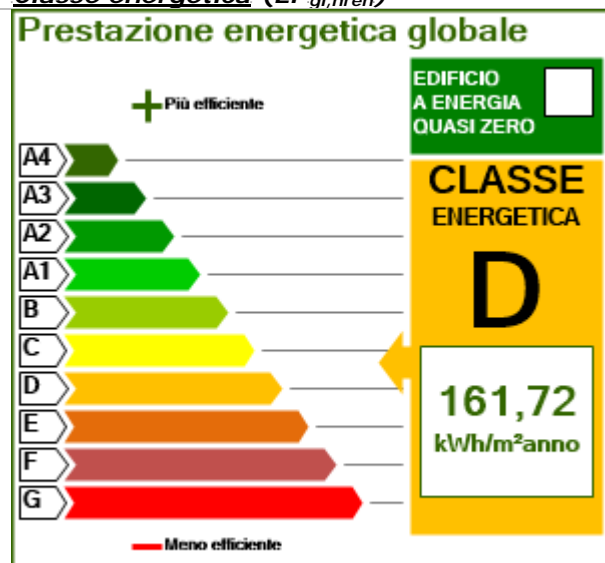
## **Indici di prestazione termica del fabbricato**

Servizio	$Q_{nd}$ [kWh <sub>t</sub> ]	$EP_{nd}$ [kWh <sub>t</sub> /m <sup>2</sup> ]	$EP_{nd,limite}$ [kWh <sub>t</sub> /m <sup>2</sup> ]
Riscaldamento (H)	445056	203,10	80,07
Raffrescamento (C)	66145	30,18	18,17

## **Indici di prestazione energetica dell'edificio**

Servizio	Energia primaria			Indici di prestazione energetica			
	$Q_{p,nren}$ [kWh <sub>p</sub> ]	$Q_{p,ren}$ [kWh <sub>p</sub> ]	$Q_{p,tot}$ [kWh <sub>p</sub> ]	$EP_{nren}$ [kWh <sub>p</sub> /m <sup>2</sup> ]	$EP_{ren}$ [kWh <sub>p</sub> /m <sup>2</sup> ]	$EP_{tot}$ [kWh <sub>p</sub> /m <sup>2</sup> ]	$EP_{tot,limite}$ [kWh <sub>p</sub> /m <sup>2</sup> ]
Riscaldamento (H)	345689	868	346557	157,75	0,40	158,15	-
Acqua calda sanitaria (W)	82	0	82	0,04	0,00	0,04	-
Raffrescamento (C)	0	0	0	0,00	0,00	0,00	-
Ventilazione (V)	225	1153	1379	0,10	0,53	0,63	-
Illuminazione (L)	8377	42245	50622	3,82	19,28	23,10	-
Trasporto (T)	0	0	0	0,00	0,00	0,00	-
Globale	354373	44267	398640	161,72	20,20	181,92	111,06

### 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)	0,3	50	-	-
Raffrescamento (C)	0,0	-	-	-
Globale (H + W + C)	0,3	20	35	50
Ventilazione (V)	83,7	-	-	-
Illuminazione (L)	83,5	-	-	-
Trasporto (T)	0,0	-	-	-
Globale	11,1	-	-	-

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 <sub>2</sub> [kg]
Riscaldamento (H)	69147,06
Acqua calda sanitaria (W)	16,36
Raffrescamento (C)	0,00
Ventilazione (V)	53,15
Illuminazione (L)	1976,11
Trasporto (T)	0,00
Globale (GI)	71192,69

### Legenda:

Co	Consumo
Em <sub>CO2</sub>	Emissioni di CO <sub>2</sub>
EP <sub>nd</sub>	Indice di prestazione termica
EP <sub>nren</sub>	Indice di prestazione energetica non rinnovabile
EP <sub>ren</sub>	Indice di prestazione energetica rinnovabile
EP <sub>tot</sub>	Indice di prestazione energetica totale
η <sub>ut</sub>	Rendimento rispetto all'energia utile
η <sub>p,nren</sub>	Rendimento rispetto all'energia primaria non rinnovabile
η <sub>p,tot</sub>	Rendimento rispetto all'energia primaria totale
Q <sub>nd</sub>	Fabbisogno di energia utile (ventilazione naturale)
Q <sub>del</sub>	Energia consegnata
Q <sub>exp</sub>	Energia elettrica esportata
Q <sub>p,nren</sub>	Energia primaria rinnovabile
Q <sub>p,ren</sub>	Energia primaria non rinnovabile
Q <sub>p,tot</sub>	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 non sono stati forniti consumi storici di energia elettrica. Essendo però presente un impianto fotovoltaico di cui sono state fornite informazioni circa le quote di energia elettrica prodotta, immessa e prelevata, un parziale dato di consumo di energia elettrica totale è stato calcolato a partire dai dati disponibili.

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

### 5.1 1 - Scuola Primaria Marconi

#### 5.1.1 2017/2018

##### 5.1.1.1 Consumi annui

###### Gradi giorno

Gradi giorno calcolati	GG <sub>calc</sub>	2419	°Cg
Gradi giorno reali	GG <sub>reali</sub>	2324	°Cg

###### Fattori di normalizzazione

Riscaldamento	f <sub>H,norm</sub>	1,041	-
Acqua calda sanitaria	f <sub>W,norm</sub>	1,000	-
Ventilazione	f <sub>V,norm</sub>	1,000	-

###### Consumi annui

Riscaldamento						
Contatore	Vettore energetico	Servizi	UM	CO <sub>H,calc</sub>	CO <sub>H, reale</sub>	Δ [%]
1	Metano	Hidr, Haer, W	Sm <sup>3</sup>	34914	38828	-10,1
2	Energia elettrica	Hidr, W, V	kWh	133	52513	-99,7

Servizi differenti						
Contatore	Vettore energetico	Servizi	UM	CO <sub>NHC,calc</sub>	CO <sub>NHC, reale</sub>	Δ [%]
1	Metano	Hidr, Haer, W	Sm <sup>3</sup>	8	4	100,0
2	Energia elettrica	Hidr, W, V	kWh	116	29423	-99,6

Globale						
Contatore	Vettore energetico	Servizi	UM	CO <sub>gl,calc</sub>	CO <sub>gl, reale</sub>	Δ [%]
1	Metano	Hidr, Haer, W	Sm <sup>3</sup>	34922	38832	-10,1
2	Energia elettrica	Hidr, W, V	kWh	249	81936	-99,7

###### Legenda dei simboli:

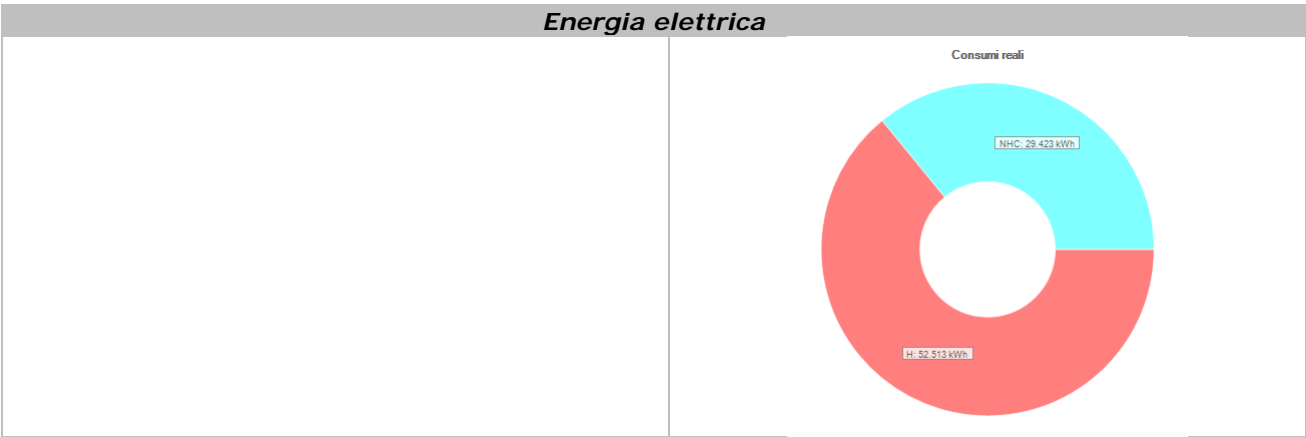
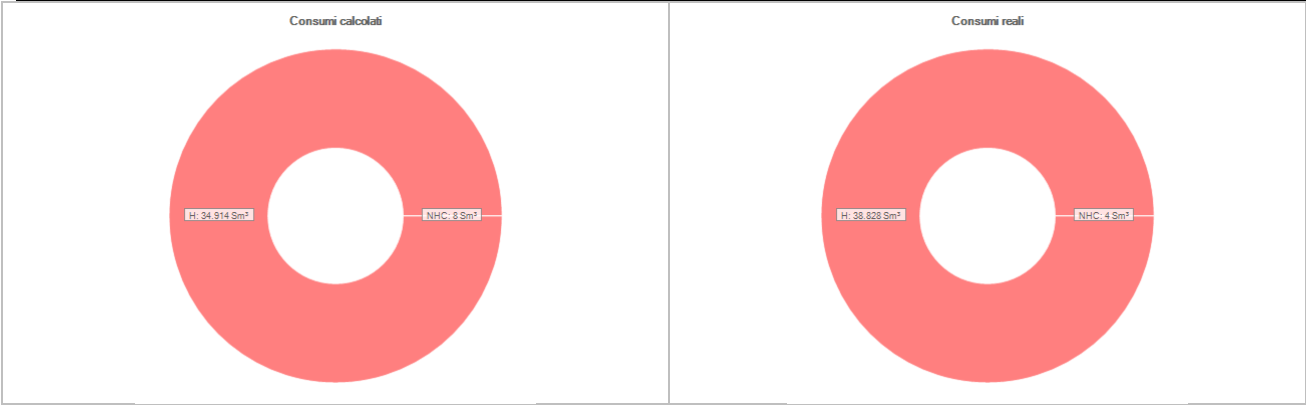
CO <sub>calc</sub>	Consumo calcolato
CO <sub>reale</sub>	Consumo reale
Δ	Scostamento

###### Legenda dei servizi:

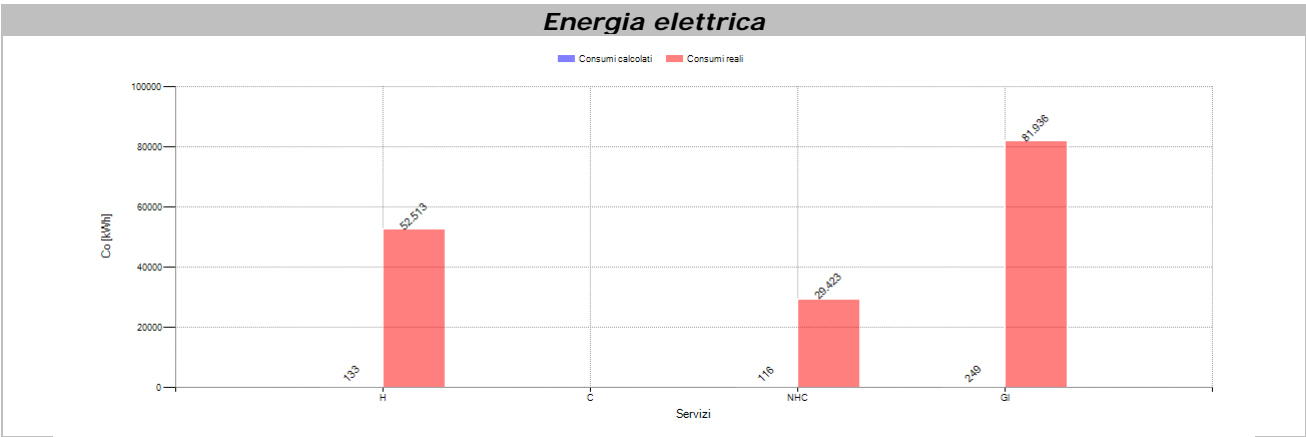
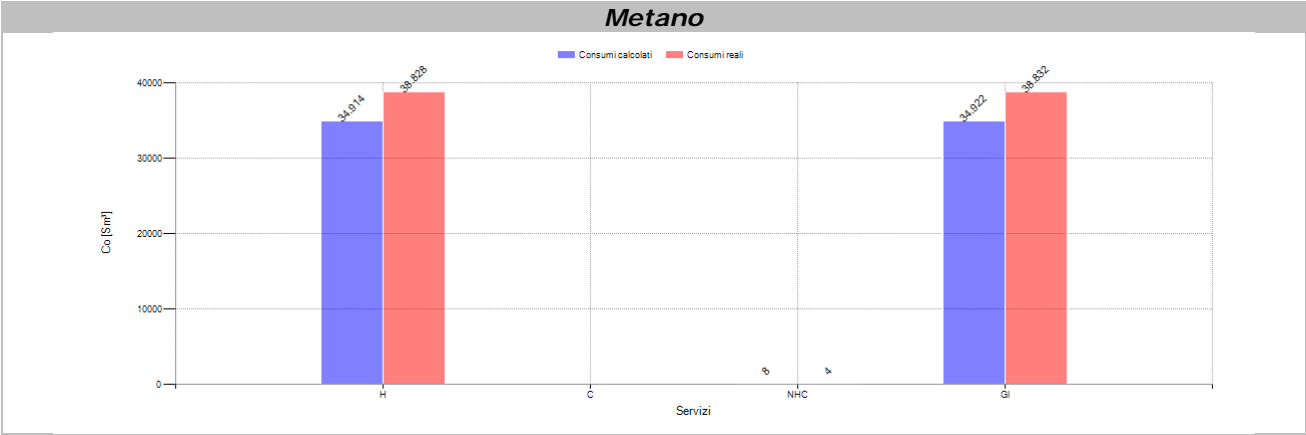
H <sub>idr</sub>	Riscaldamento idronico
H <sub>aer</sub>	Riscaldamento aerulico (trattamenti aria)
W	Acqua calda sanitaria
C	Raffrescamento
V	Ventilazione
L	Illuminazione
T	Trasporto
NHC	Servizi differenti dal riscaldamento o raffrescamento

###### Suddivisione per servizio

###### Metano



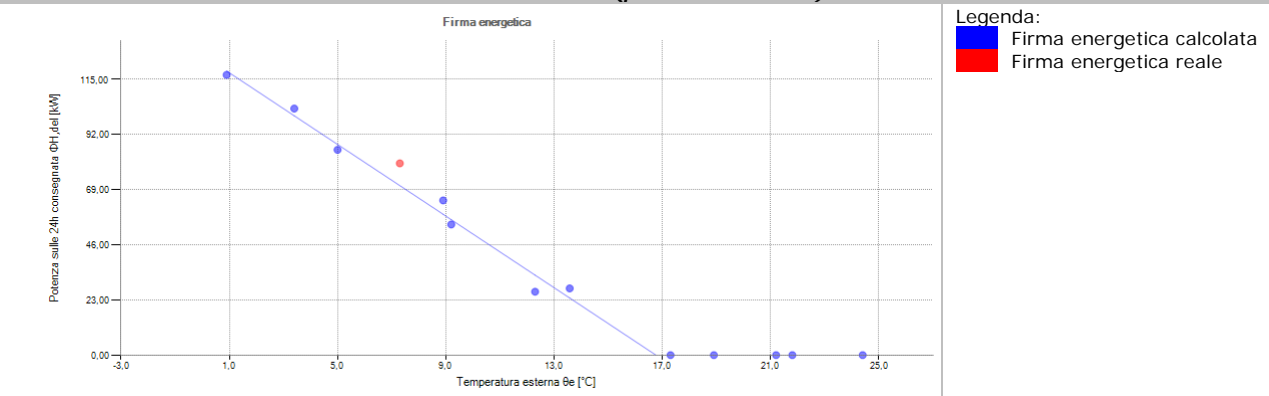
Confronto



## 5.1.1.2 Firme energetiche

Contatore	1	Unità di misura	Sm <sup>3</sup>
Vettore energetico	Metano	Servizi	Hidr, Haer, W

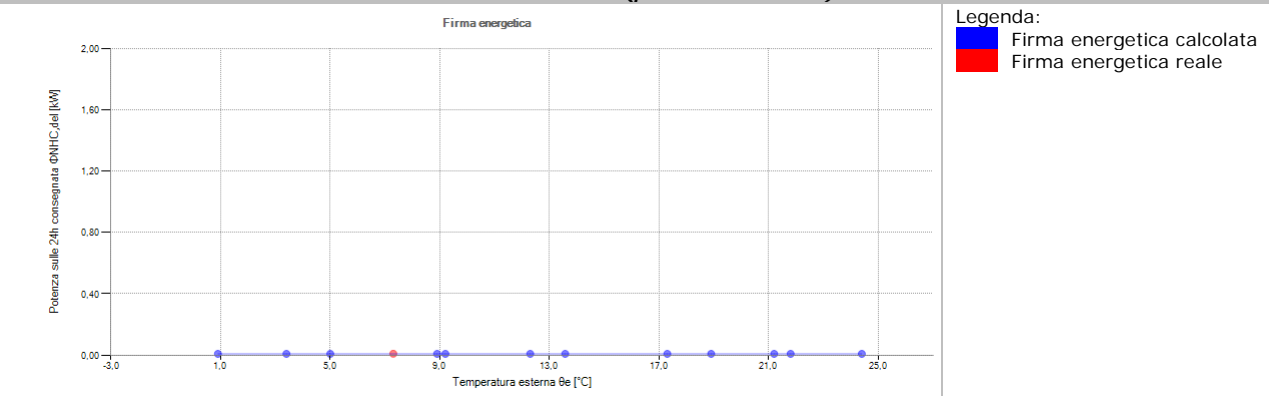
### Riscaldamento (potenza sulle 24 h)



Firma energetica calcolata									
Mesi	Codice Mesi	g [g]	g <sub>risc</sub> [g]	g <sub>raffr</sub> [g]	θe [°C]	GG [°Cg]	Co <sub>H</sub> [Sm <sup>3</sup> ]	Q <sub>H,del</sub> [kWh <sub>t/el</sub> ]	Φ <sub>H,del</sub> [kW <sub>t/el</sub> ]
gennaio	H	31	31	-	0,9	592	9233	86996	116,93
febbraio	H	28	28	-	5,0	420	6108	57557	85,65
marzo	H	31	31	-	9,2	335	4302	40537	54,48
aprile	H	30	15	-	12,3	116	1011	9522	26,45
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	1205	11356	27,83
novembre	H	30	30	-	8,9	333	4932	46469	64,54
dicembre	H	31	31	-	3,4	515	8123	76544	102,88
TOTALE		365	183	-	-	2419	34914	328980	-

Firma energetica reale									
Periodo	Codice Periodo	g [g]	g <sub>risc</sub> [g]	g <sub>raffr</sub> [g]	θe [°C]	GG [°Cg]	Co <sub>H</sub> [Sm <sup>3</sup> ]	Q <sub>H,del</sub> [kWh <sub>t/el</sub> ]	Φ <sub>H,del</sub> [kW <sub>t/el</sub> ]
1 - 2017/2018	H	183	183	-	7,3	2324	37299	351453	80,02
TOTALE		183	183	-	-	2324	37299	351453	-

### Servizi differenti (potenza sulle 24 h)

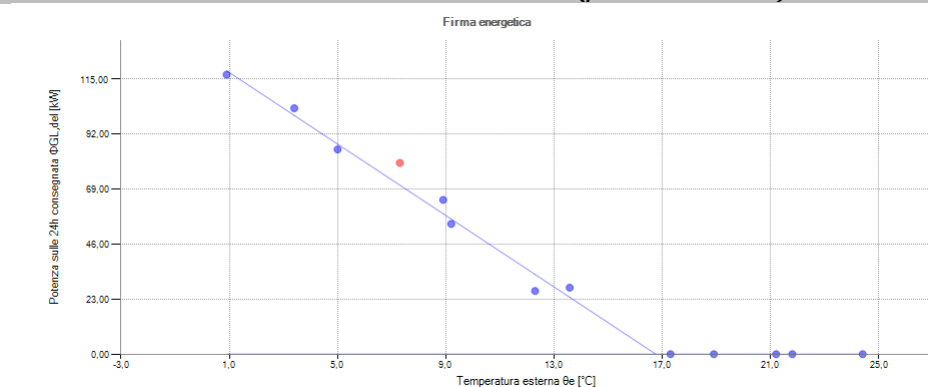




Firma energetica calcolata									
Mesi	Codice Mesi	g [g]	g <sub>risc</sub> [g]	g <sub>raffr</sub> [g]	θe [°C]	GG [°Cg]	Co <sub>NHC</sub> [Sm <sup>3</sup> ]	Q <sub>NHC,del</sub> [kWh <sub>t/el</sub> ]	Φ <sub>NHC,del</sub> [kW <sub>t/el</sub> ]
gennaio	H	31	-	-	0,9	-	1	7	0,01
febbraio	H	28	-	-	5,0	-	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 <sub>risc</sub> [g]	g <sub>raffr</sub> [g]	θe [°C]	GG [°Cg]	Co <sub>NHC</sub> [Sm <sup>3</sup> ]	Q <sub>NHC,del</sub> [kWh <sub>t/el</sub> ]	Φ <sub>NHC,del</sub> [kW <sub>t/el</sub> ]
1 - 2017/2018	H	183	-	-	7,3	-	4	42	0,01

TOTALE	183	-	-	-	-	4	42	-
--------	-----	---	---	---	---	---	----	---

### Globale (potenza sulle 24 h)



Legenda:  
 Firma energetica calcolata  
 Firma energetica reale

### Firma energetica calcolata

Mesi	Codice Mesi	g [g]	g <sub>risc</sub> [g]	g <sub>raffr</sub> [g]	θ <sub>e</sub> [°C]	GG [°Cg]	Co <sub>gl</sub> [Sm³]	Q <sub>gl,del</sub> [kWh <sub>t/et</sub> ]	Φ <sub>gl,del</sub> [kW <sub>t/et</sub> ]
gennaio	H	31	31	0	0,9	592	9233	87002	116,94
febbraio	H	28	28	0	5,0	420	6109	57563	85,66
marzo	H	31	31	13	9,2	335	4303	40543	54,49
aprile	H	30	15	30	12,3	116	1011	9529	26,46
maggio	NH	31	0	31	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	30	18,9	0	1	6	0,01
ottobre	H	31	17	14	13,6	109	1206	11363	27,84
novembre	H	30	30	0	8,9	333	4932	46475	64,55
dicembre	H	31	31	0	3,4	515	8124	76551	102,89
TOTALE		365	183	210	-	2419	34922	329058	-

### Firma energetica reale

Periodo	Codice Periodo	g [g]	g <sub>risc</sub> [g]	g <sub>raffr</sub> [g]	θ <sub>e</sub> [°C]	GG [°Cg]	Co <sub>gl</sub> [Sm³]	Q <sub>gl,del</sub> [kWh <sub>t/et</sub> ]	Φ <sub>gl,del</sub> [kW <sub>t/et</sub> ]
1 - 2017/2018	H	183	183	0	7,3	2324	37303	351495	80,03
TOTALE		183	183	0	-	2324	37303	351495	-

Contatore

2

Vettore energetico

Energia elettrica

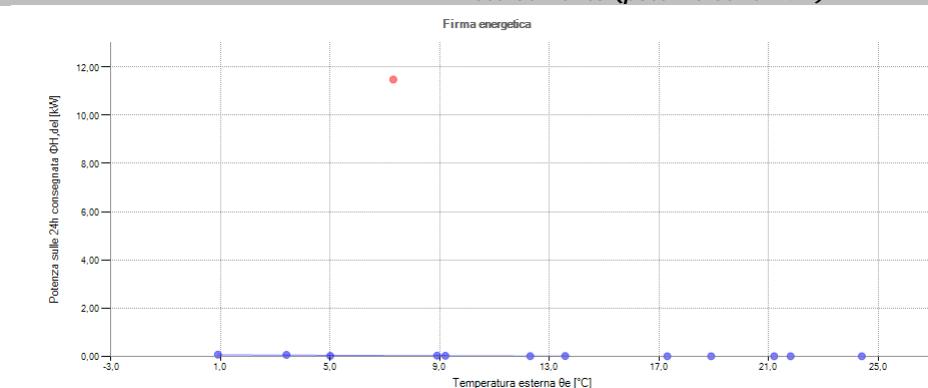
Unità di misura



kWh

Servizi

Hidr, W, V

### Riscaldamento (potenza sulle 24 h)



Legenda:  
 Firma energetica calcolata  
 Firma energetica reale

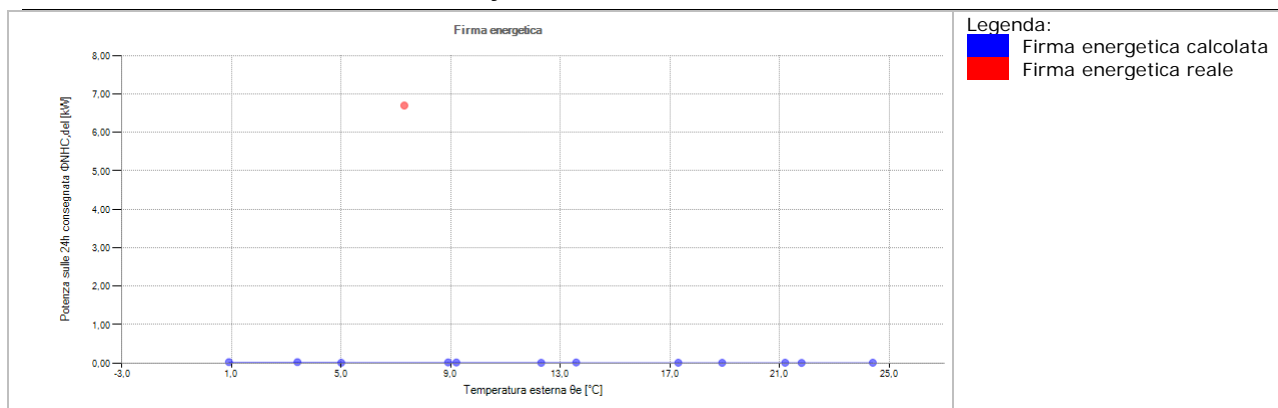
### Firma energetica calcolata

Mesi	Codice Mesi	g [g]	g <sub>risc</sub> [g]	g <sub>raffr</sub> [g]	θ <sub>e</sub> [°C]	GG [°Cg]	Co <sub>H</sub> [kWh]	Q <sub>H,del</sub> [kWh <sub>t/et</sub> ]	Φ <sub>H,del</sub> [kW <sub>t/et</sub> ]
gennaio	H	31	31	-	0,9	592	47	47	0,06
febbraio	H	28	28	-	5,0	420	10	10	0,01
marzo	H	31	31	-	9,2	335	13	13	0,02
aprile	H	30	15	-	12,3	116	1	1	0,00
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	4	4	0,01
novembre	H	30	30	-	8,9	333	17	17	0,02
dicembre	H	31	31	-	3,4	515	42	42	0,06
TOTALE		365	183	-	-	2419	133	133	-

### Firma energetica reale

Periodo	Codice Periodo	g [g]	g <sub>risc</sub> [g]	g <sub>raffr</sub> [g]	θ <sub>e</sub> [°C]	GG [°Cg]	Co <sub>H</sub> [kWh]	Q <sub>H,del</sub> [kWh <sub>t/et</sub> ]	Φ <sub>H,del</sub> [kW <sub>t/et</sub> ]
1 - 2017/2018	H	183	183	-	7,3	2324	50445	50445	11,49
TOTALE		183	183	-	-	2324	50445	50445	-

### Servizi differenti (potenza sulle 24 h)



Firma energetica calcolata									
Mesi	Codice Mesi	g [g]	g <sub>risc</sub> [g]	g <sub>raffr</sub> [g]	θ <sub>e</sub> [°C]	GG [°Cg]	CoNHC [kWh]	Q <sub>NHC,del</sub> [kWh <sub>t/et</sub> ]	Φ <sub>NHC,del</sub> [kW <sub>t/et</sub> ]
gennaio	H	31	-	-	0,9	-	19	19	0,03
febbraio	H	28	-	-	5,0	-	6	6	0,01
marzo	H	31	-	-	9,2	-	12	12	0,02
aprile	H	30	-	-	12,3	-	5	5	0,01
maggio	NH	31	-	-	17,3	-	7	7	0,01
giugno	NH	30	-	-	21,8	-	4	4	0,00
luglio	NH	31	-	-	24,4	-	7	7	0,01
agosto	NH	31	-	-	21,2	-	7	7	0,01
settembre	NH	30	-	-	18,9	-	6	6	0,01
ottobre	H	31	-	-	13,6	-	11	11	0,02
novembre	H	30	-	-	8,9	-	13	13	0,02
dicembre	H	31	-	-	3,4	-	19	19	0,03
TOTALE		365	-	-	-	-	116	116	-

Firma energetica reale									
Periodo	Codice Periodo	g [g]	g <sub>risc</sub> [g]	g <sub>raffr</sub> [g]	θ <sub>e</sub> [°C]	GG [°Cg]	CoNHC [kWh]	Q <sub>NHC,del</sub> [kWh <sub>t/et</sub> ]	Φ <sub>NHC,del</sub> [kW <sub>t/et</sub> ]
1 - 2017/2018	H	183	-	-	7,3	-	29423	29423	6,70
TOTALE		183	-	-	-	-	29423	29423	-

Globale (potenza sulle 24 h)									
<div> <div></div> <div> <div></div> <div></div> </div> </div>									

Firma energetica calcolata									
Mesi	Codice Mesi	g [g]	g <sub>risc</sub> [g]	g <sub>raffr</sub> [g]	θ <sub>e</sub> [°C]	GG [°Cg]	Co <sub>gl</sub> [kWh]	Q <sub>gl,del</sub> [kWh <sub>t/et</sub> ]	Φ <sub>gl,del</sub> [kW <sub>t/et</sub> ]
gennaio	H	31	31	0	0,9	592	66	66	0,09
febbraio	H	28	28	0	5,0	420	16	16	0,02
marzo	H	31	31	13	9,2	335	24	24	0,03
aprile	H	30	15	30	12,3	116	6	6	0,01
maggio	NH	31	0	31	17,3	0	7	7	0,01
giugno	NH	30	0	30	21,8	0	4	4	0,00
luglio	NH	31	0	31	24,4	0	7	7	0,01
agosto	NH	31	0	31	21,2	0	7	7	0,01
settembre	NH	30	0	30	18,9	0	6	6	0,01
ottobre	H	31	17	14	13,6	109	15	15	0,02
novembre	H	30	30	0	8,9	333	30	30	0,04
dicembre	H	31	31	0	3,4	515	61	61	0,08
TOTALE		365	183	210	-	2419	249	249	-

Firma energetica reale									
Periodo	Codice Periodo	g [g]	g <sub>risc</sub> [g]	g <sub>raffr</sub> [g]	θ <sub>e</sub> [°C]	GG [°Cg]	Co <sub>gl</sub> [kWh]	Q <sub>gl,del</sub> [kWh <sub>t/et</sub> ]	Φ <sub>gl,del</sub> [kW <sub>t/et</sub> ]
1 - 2017/2018	H	183	183	0	7,3	2324	79868	79868	18,18
TOTALE		183	183	0	-	2324	79868	79868	-

Legenda dei simboli:

- g Giorni (del mese o periodo)
- g<sub>risc</sub> Giorni di riscaldamento (del mese o periodo)
- g<sub>raffr</sub> Giorni di raffrescamento (del mese o periodo)
- θ<sub>e</sub> Temperatura esterna media (del mese o periodo)

GG	Gradi giorno (del mese o periodo)
Co	Consumo (del mese o periodo)
Q <sub>del</sub>	Energia consegnata (del mese o periodo)
Φ <sub>del</sub>	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 <sub>calc</sub>	2419	°Cg
Gradi giorno reali	GG <sub>reali</sub>	2050	°Cg

#### Fattori di normalizzazione

Riscaldamento	f <sub>H,norm</sub>	1,180	-
Acqua calda sanitaria	f <sub>W,norm</sub>	1,000	-
Ventilazione	f <sub>V,norm</sub>	1,000	-

#### Consumi annui

Riscaldamento						
Contatore	Vettore energetico	Servizi	UM	Co <sub>H,calc</sub>	Co <sub>H,reale</sub>	Δ [%]
1	Metano	Hidr, Haer, W	Sm <sup>3</sup>	34914	29776	17,3
2	Energia elettrica	Hidr, W, V	kWh	133	60395	-99,8
Servizi differenti						
Contatore	Vettore energetico	Servizi	UM	Co <sub>NHC,calc</sub>	Co <sub>NHC,reale</sub>	Δ [%]
1	Metano	Hidr, Haer, W	Sm <sup>3</sup>	8	3	166,7
2	Energia elettrica	Hidr, W, V	kWh	116	29850	-99,6
Globale						
Contatore	Vettore energetico	Servizi	UM	Co <sub>gl,calc</sub>	Co <sub>gl,reale</sub>	Δ [%]
1	Metano	Hidr, Haer, W	Sm <sup>3</sup>	34922	29779	17,3
2	Energia elettrica	Hidr, W, V	kWh	249	90245	-99,7

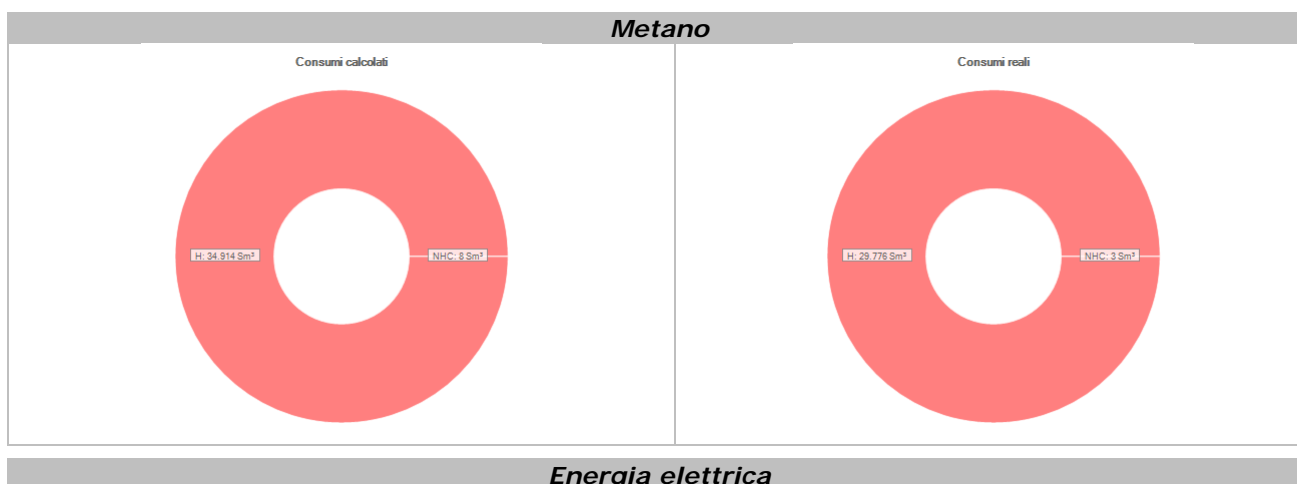
#### Legenda dei simboli:

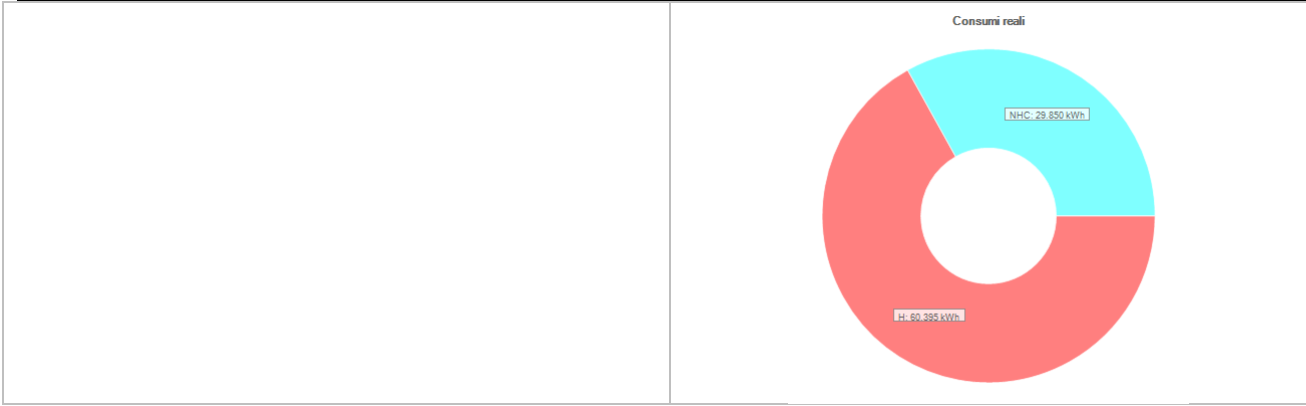
Co<sub>calc</sub> Consumo calcolato  
Co<sub>reale</sub> Consumo reale  
Δ Scostamento

#### Legenda dei servizi:

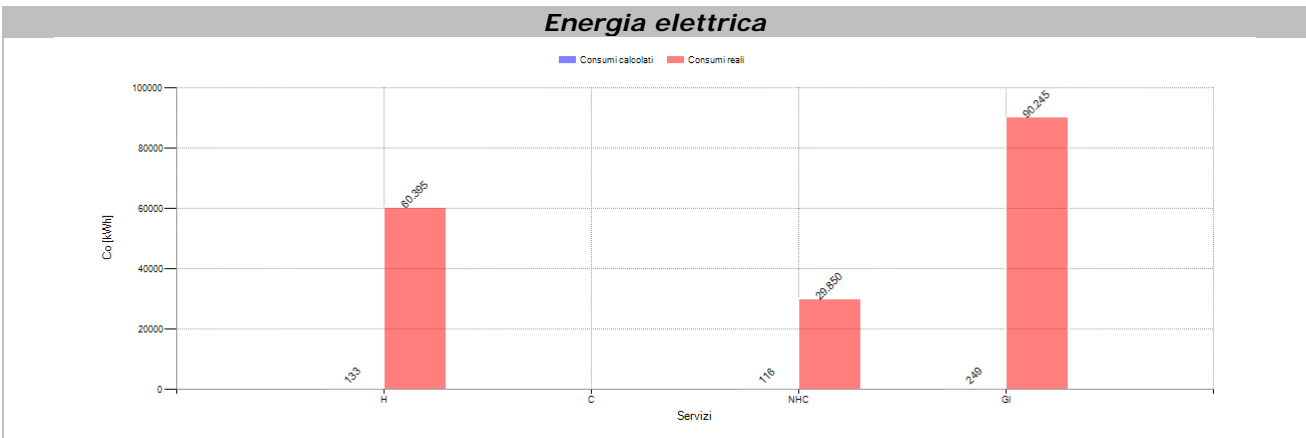
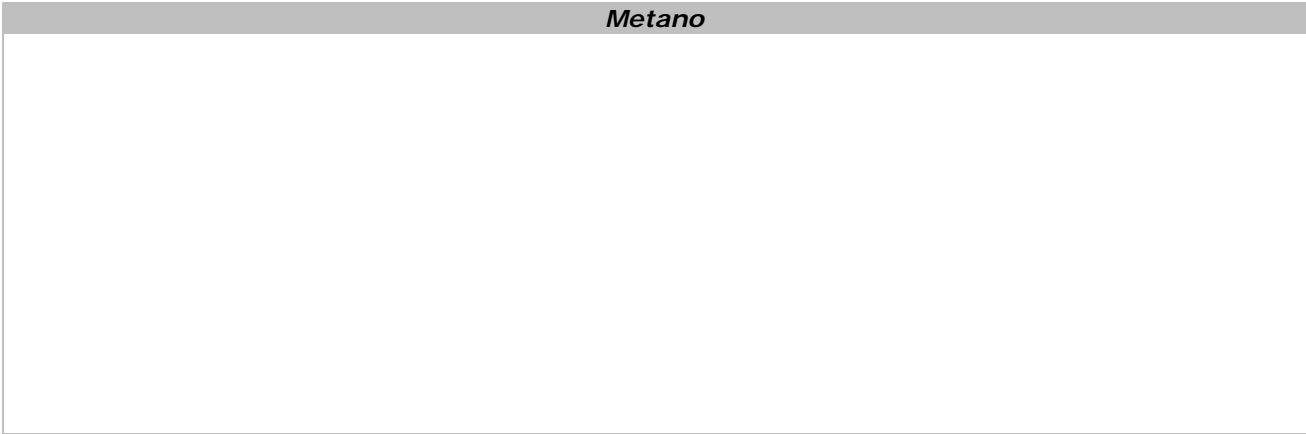
H<sub>idr</sub> Riscaldamento idronico  
H<sub>aer</sub> Riscaldamento aeraulico (trattamenti aria)  
W Acqua calda sanitaria  
C Raffrescamento  
V Ventilazione  
L Illuminazione  
T Trasporto  
NHC Servizi differenti dal riscaldamento o raffrescamento

#### Suddivisione per servizio





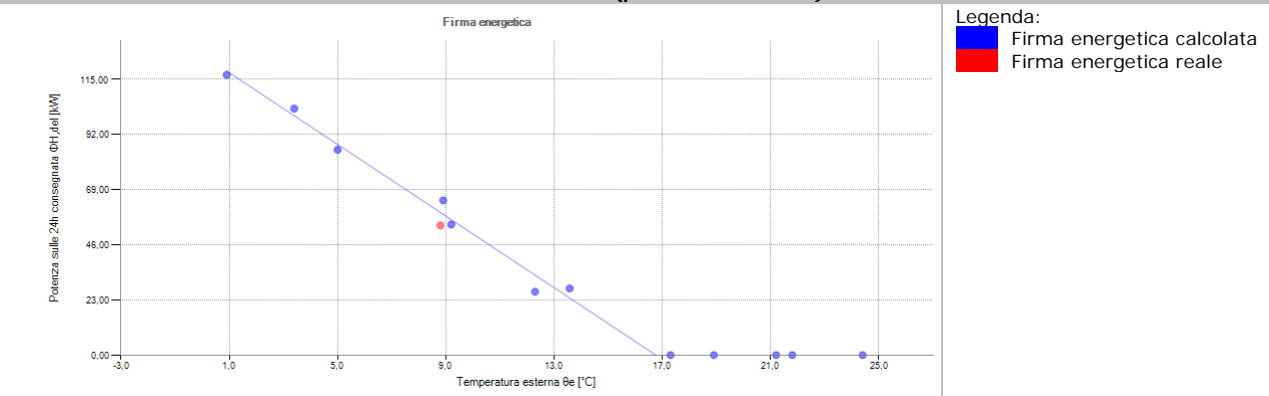
**Confronto**



## 5.1.2.2 Firme energetiche

Contatore	1	Unità di misura	Sm <sup>3</sup>
Vettore energetico	Metano	Servizi	Hidr, Haer, W

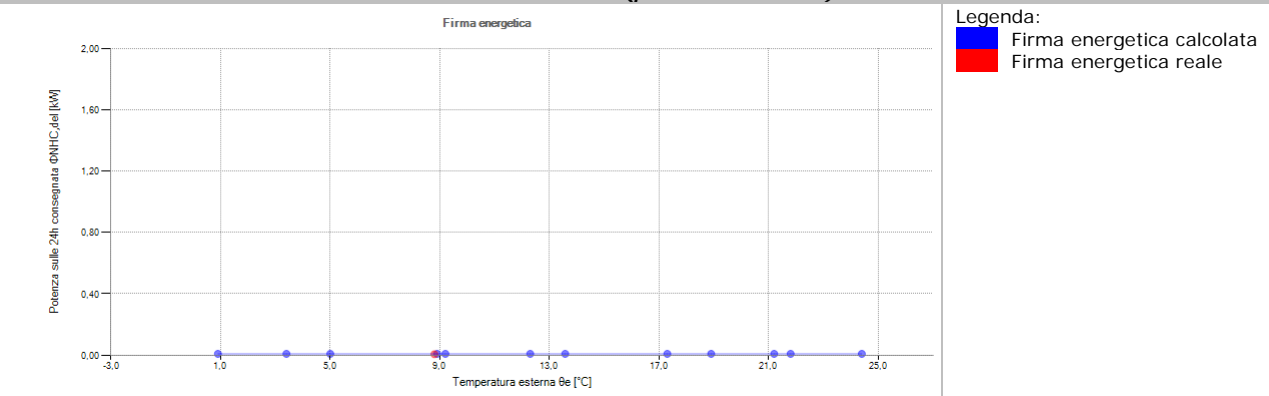
### Riscaldamento (potenza sulle 24 h)



Firma energetica calcolata									
Mesi	Codice Mesi	g [g]	g <sub>risc</sub> [g]	g <sub>raffr</sub> [g]	θe [°C]	GG [°Cg]	Co <sub>H</sub> [Sm <sup>3</sup> ]	Q <sub>H,del</sub> [kWh <sub>t/el</sub> ]	Φ <sub>H,del</sub> [kW <sub>t/el</sub> ]
gennaio	H	31	31	-	0,9	592	9233	86996	116,93
febbraio	H	28	28	-	5,0	420	6108	57557	85,65
marzo	H	31	31	-	9,2	335	4302	40537	54,48
aprile	H	30	15	-	12,3	116	1011	9522	26,45
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	1205	11356	27,83
novembre	H	30	30	-	8,9	333	4932	46469	64,54
dicembre	H	31	31	-	3,4	515	8123	76544	102,88
TOTALE		365	183	-	-	2419	34914	328980	-

Firma energetica reale									
Periodo	Codice Periodo	g [g]	g <sub>risc</sub> [g]	g <sub>raffr</sub> [g]	θe [°C]	GG [°Cg]	Co <sub>H</sub> [Sm <sup>3</sup> ]	Q <sub>H,del</sub> [kWh <sub>t/el</sub> ]	Φ <sub>H,del</sub> [kW <sub>t/el</sub> ]
1 - 2018/2019	H	183	183	-	8,8	2050	25231	237744	54,13
TOTALE		183	183	-	-	2050	25231	237744	-

### Servizi differenti (potenza sulle 24 h)

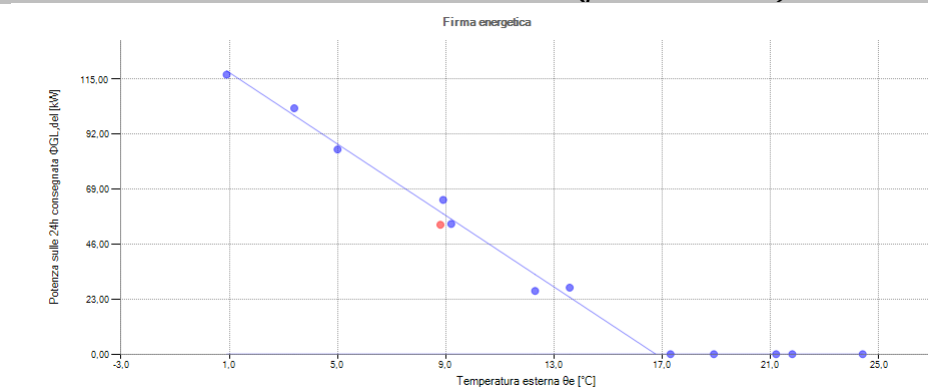


Firma energetica calcolata									
Mesi	Codice Mesi	g [g]	g <sub>risc</sub> [g]	g <sub>raffr</sub> [g]	θe [°C]	GG [°Cg]	Co <sub>NHC</sub> [Sm <sup>3</sup> ]	Q <sub>NHC,del</sub> [kWh <sub>t/el</sub> ]	Φ <sub>NHC,del</sub> [kW <sub>t/el</sub> ]
gennaio	H	31	-	-	0,9	-	1	7	0,01
febbraio	H	28	-	-	5,0	-	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 <sub>risc</sub> [g]	g <sub>raffr</sub> [g]	θe [°C]	GG [°Cg]	Co <sub>NHC</sub> [Sm <sup>3</sup> ]	Q <sub>NHC,del</sub> [kWh <sub>t/el</sub> ]	Φ <sub>NHC,del</sub> [kW <sub>t/el</sub> ]
1 - 2018/2019	H	183	-	-	8,8	-	3	28	0,01

TOTALE	183	-	-	-	-	3	28	-
--------	-----	---	---	---	---	---	----	---

### Globale (potenza sulle 24 h)

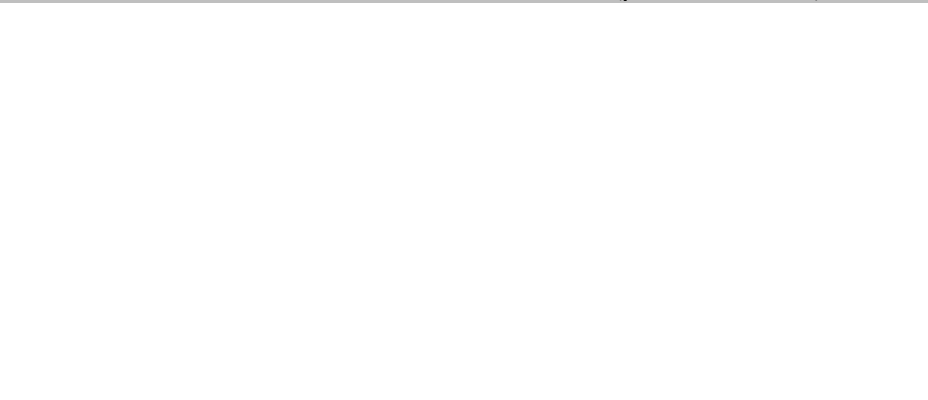


Firma energetica calcolata									
Mesi	Codice Mesi	g [g]	g <sub>risc</sub> [g]	g <sub>raffr</sub> [g]	θe [°C]	GG [°Cg]	Co <sub>gl</sub> [Sm³]	Q <sub>gl,del</sub> [kWh <sub>t/et</sub> ]	Φ <sub>gl,del</sub> [kW <sub>t/et</sub> ]
<i>gennaio</i>	<i>H</i>	31	31	0	0,9	592	9233	87002	116,94
<i>febbraio</i>	<i>H</i>	28	28	0	5,0	420	6109	57563	85,66
<i>marzo</i>	<i>H</i>	31	31	13	9,2	335	4303	40543	54,49
<i>aprile</i>	<i>H</i>	30	15	30	12,3	116	1011	9529	26,46
<i>maggio</i>	<i>NH</i>	31	0	31	17,3	0	1	7	0,01
<i>giugno</i>	<i>NH</i>	30	0	30	21,8	0	1	6	0,01
<i>luglio</i>	<i>NH</i>	31	0	31	24,4	0	1	7	0,01
<i>agosto</i>	<i>NH</i>	31	0	31	21,2	0	1	7	0,01
<i>settembre</i>	<i>NH</i>	30	0	30	18,9	0	1	6	0,01
<i>ottobre</i>	<i>H</i>	31	17	14	13,6	109	1206	11363	27,84
<i>novembre</i>	<i>H</i>	30	30	0	8,9	333	4932	46475	64,55
<i>dicembre</i>	<i>H</i>	31	31	0	3,4	515	8124	76551	102,89
TOTALE		365	183	210	-	2419	34922	329058	-

Firma energetica reale									
Periodo	Codice Periodo	g [g]	g <sub>risc</sub> [g]	g <sub>raffr</sub> [g]	θe [°C]	GG [°Cg]	Co <sub>gl</sub> [Sm³]	Q <sub>gl,del</sub> [kWh <sub>t/et</sub> ]	Φ <sub>gl,del</sub> [kW <sub>t/et</sub> ]
1 - 2018/2019	<i>H</i>	183	183	0	8,8	2050	25234	237772	54,14
TOTALE		183	183	0	-	2050	25234	237772	-

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

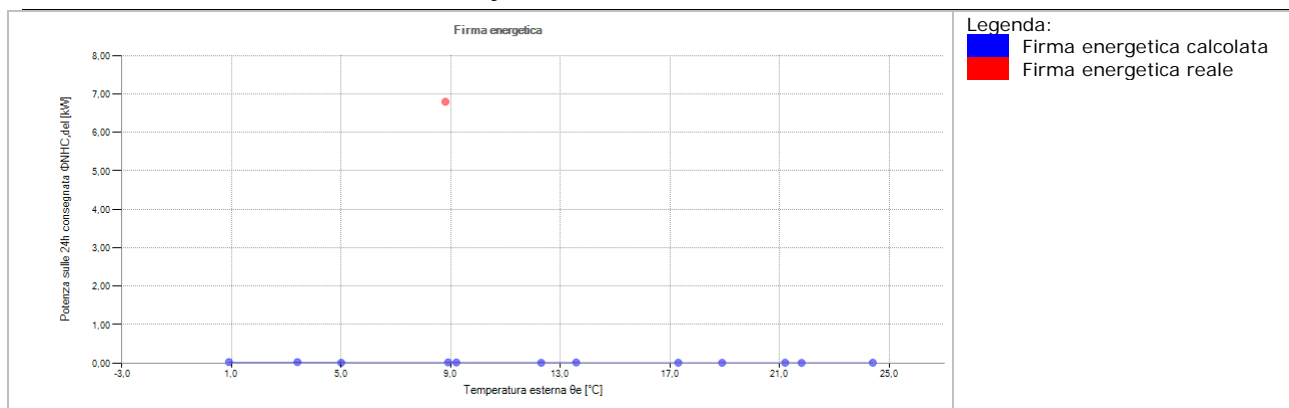
### Riscaldamento (potenza sulle 24 h)



Firma energetica calcolata									
Mesi	Codice Mesi	g [g]	g <sub>risc</sub> [g]	g <sub>raffr</sub> [g]	θe [°C]	GG [°Cg]	Co <sub>H</sub> [kWh]	Q <sub>H,del</sub> [kWh <sub>t/et</sub> ]	Φ <sub>H,del</sub> [kW <sub>t/et</sub> ]
<i>gennaio</i>	<i>H</i>	31	31	-	0,9	592	47	47	0,06
<i>febbraio</i>	<i>H</i>	28	28	-	5,0	420	10	10	0,01
<i>marzo</i>	<i>H</i>	31	31	-	9,2	335	13	13	0,02
<i>aprile</i>	<i>H</i>	30	15	-	12,3	116	1	1	0,00
<i>maggio</i>	<i>NH</i>	31	0	-	17,3	0	0	0	0,00
<i>giugno</i>	<i>NH</i>	30	0	-	21,8	0	0	0	0,00
<i>luglio</i>	<i>NH</i>	31	0	-	24,4	0	0	0	0,00
<i>agosto</i>	<i>NH</i>	31	0	-	21,2	0	0	0	0,00
<i>settembre</i>	<i>NH</i>	30	0	-	18,9	0	0	0	0,00
<i>ottobre</i>	<i>H</i>	31	17	-	13,6	109	4	4	0,01
<i>novembre</i>	<i>H</i>	30	30	-	8,9	333	17	17	0,02
<i>dicembre</i>	<i>H</i>	31	31	-	3,4	515	42	42	0,06
TOTALE		365	183	-	-	2419	133	133	-

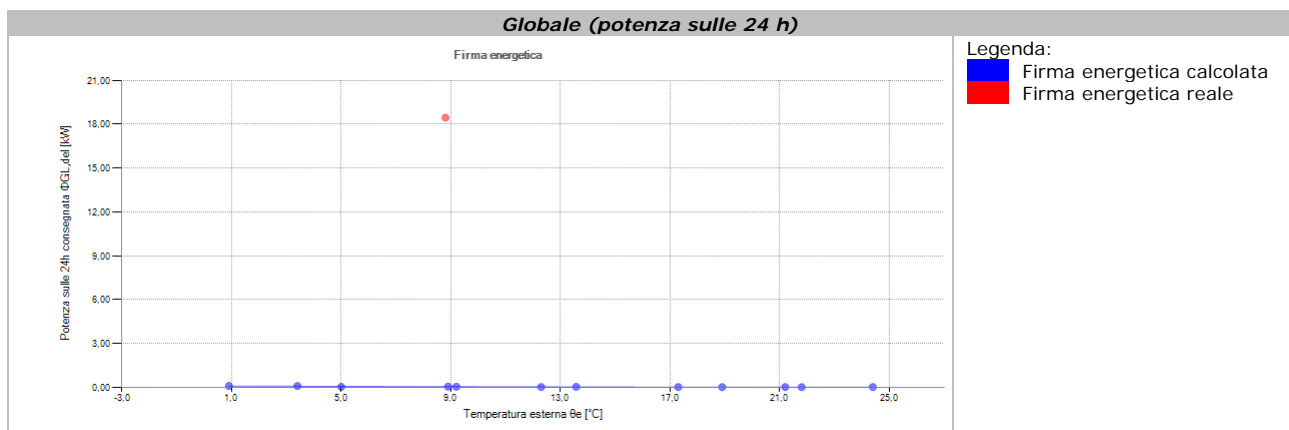
Firma energetica reale									
Periodo	Codice Periodo	g [g]	g <sub>risc</sub> [g]	g <sub>raffr</sub> [g]	θe [°C]	GG [°Cg]	Co <sub>H</sub> [kWh]	Q <sub>H,del</sub> [kWh <sub>t/et</sub> ]	Φ <sub>H,del</sub> [kW <sub>t/et</sub> ]
1 - 2018/2019	<i>H</i>	183	183	-	8,8	2050	51176	51176	11,65
TOTALE		183	183	-	-	2050	51176	51176	-

### Servizi differenti (potenza sulle 24 h)



Firma energetica calcolata									
Mesi	Codice Mesi	g [g]	g <sub>risc</sub> [g]	g <sub>raffr</sub> [g]	θ <sub>e</sub> [°C]	GG [°Cg]	CoNHC [kWh]	Q <sub>NHC,del</sub> [kWh <sub>t/el</sub> ]	Φ <sub>NHC,del</sub> [kW <sub>t/el</sub> ]
<a href="#">gennaio</a>	H	31	-	-	0,9	-	19	19	0,03
<a href="#">febbraio</a>	H	28	-	-	5,0	-	6	6	0,01
<a href="#">marzo</a>	H	31	-	-	9,2	-	12	12	0,02
<a href="#">aprile</a>	H	30	-	-	12,3	-	5	5	0,01
<a href="#">maggio</a>	NH	31	-	-	17,3	-	7	7	0,01
<a href="#">giugno</a>	NH	30	-	-	21,8	-	4	4	0,00
<a href="#">luglio</a>	NH	31	-	-	24,4	-	7	7	0,01
<a href="#">agosto</a>	NH	31	-	-	21,2	-	7	7	0,01
<a href="#">settembre</a>	NH	30	-	-	18,9	-	6	6	0,01
<a href="#">ottobre</a>	H	31	-	-	13,6	-	11	11	0,02
<a href="#">novembre</a>	H	30	-	-	8,9	-	13	13	0,02
<a href="#">dicembre</a>	H	31	-	-	3,4	-	19	19	0,03
<b>TOTALE</b>		<b>365</b>	-	-	-	-	<b>116</b>	<b>116</b>	-

Firma energetica reale									
Periodo	Codice Periodo	g [g]	g <sub>risc</sub> [g]	g <sub>raffr</sub> [g]	θ <sub>e</sub> [°C]	GG [°Cg]	CoNHC [kWh]	Q <sub>NHC,del</sub> [kWh <sub>t/el</sub> ]	Φ <sub>NHC,del</sub> [kW <sub>t/el</sub> ]
<a href="#">1 - 2018/2019</a>	H	183	-	-	8,8	-	29850	29850	6,80
<b>TOTALE</b>		<b>183</b>	-	-	-	-	<b>29850</b>	<b>29850</b>	-



Firma energetica calcolata									
Mesi	Codice Mesi	g [g]	g <sub>risc</sub> [g]	g <sub>raffr</sub> [g]	θ <sub>e</sub> [°C]	GG [°Cg]	Co <sub>gl</sub> [kWh]	Q <sub>gl,del</sub> [kWh <sub>t/el</sub> ]	Φ <sub>gl,del</sub> [kW <sub>t/el</sub> ]
<a href="#">gennaio</a>	H	31	31	0	0,9	592	66	66	0,09
<a href="#">febbraio</a>	H	28	28	0	5,0	420	16	16	0,02
<a href="#">marzo</a>	H	31	31	13	9,2	335	24	24	0,03
<a href="#">aprile</a>	H	30	15	30	12,3	116	6	6	0,01
<a href="#">maggio</a>	NH	31	0	31	17,3	0	7	7	0,01
<a href="#">giugno</a>	NH	30	0	30	21,8	0	4	4	0,00
<a href="#">luglio</a>	NH	31	0	31	24,4	0	7	7	0,01
<a href="#">agosto</a>	NH	31	0	31	21,2	0	7	7	0,01
<a href="#">settembre</a>	NH	30	0	30	18,9	0	6	6	0,01
<a href="#">ottobre</a>	H	31	17	14	13,6	109	15	15	0,02
<a href="#">novembre</a>	H	30	30	0	8,9	333	30	30	0,04
<a href="#">dicembre</a>	H	31	31	0	3,4	515	61	61	0,08
<b>TOTALE</b>		<b>365</b>	<b>183</b>	<b>210</b>	-	<b>2419</b>	<b>249</b>	<b>249</b>	-

Firma energetica reale									
Periodo	Codice Periodo	g [g]	g <sub>risc</sub> [g]	g <sub>raffr</sub> [g]	θ <sub>e</sub> [°C]	GG [°Cg]	Co <sub>gl</sub> [kWh]	Q <sub>gl,del</sub> [kWh <sub>t/el</sub> ]	Φ <sub>gl,del</sub> [kW <sub>t/el</sub> ]
<a href="#">1 - 2018/2019</a>	H	183	183	0	8,8	2050	81026	81026	18,45
<b>TOTALE</b>		<b>183</b>	<b>183</b>	<b>0</b>	-	<b>2050</b>	<b>81026</b>	<b>81026</b>	-

#### Legenda dei simboli:

- g Giorni (del mese o periodo)
- g<sub>risc</sub> Giorni di riscaldamento (del mese o periodo)
- g<sub>raffr</sub> Giorni di raffrescamento (del mese o periodo)
- θ<sub>e</sub> Temperatura esterna media (del mese o periodo)

GG	Gradi giorno (del mese o periodo)
Co	Consumo (del mese o periodo)
Q <sub>del</sub>	Energia consegnata (del mese o periodo)
Φ <sub>del</sub>	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 <sub>calc</sub>	2419	°Cg
Gradi giorno reali	GG <sub>reali</sub>	2187	°Cg

#### Fattori di normalizzazione

Riscaldamento	f <sub>H,norm</sub>	1,106	-
Acqua calda sanitaria	f <sub>W,norm</sub>	1,000	-
Ventilazione	f <sub>V,norm</sub>	1,000	-

#### Consumi annui

Riscaldamento						
Contatore	Vettore energetico	Servizi	UM	Co <sub>H,calc</sub>	Co <sub>H, reale</sub>	Δ [%]
1	Metano	Hidr, Haer, W	Sm <sup>3</sup>	34914	34586	0,9
2	Energia elettrica	Hidr, W, V	kWh	133	56207	-99,8

Servizi differenti						
Contatore	Vettore energetico	Servizi	UM	Co <sub>NHC,calc</sub>	Co <sub>NHC, reale</sub>	Δ [%]
1	Metano	Hidr, Haer, W	Sm <sup>3</sup>	8	4	100,0
2	Energia elettrica	Hidr, W, V	kWh	116	29636	-99,6

Globale						
Contatore	Vettore energetico	Servizi	UM	Co <sub>gl,calc</sub>	Co <sub>gl, reale</sub>	Δ [%]
1	Metano	Hidr, Haer, W	Sm <sup>3</sup>	34922	34589	1,0
2	Energia elettrica	Hidr, W, V	kWh	249	85844	-99,7

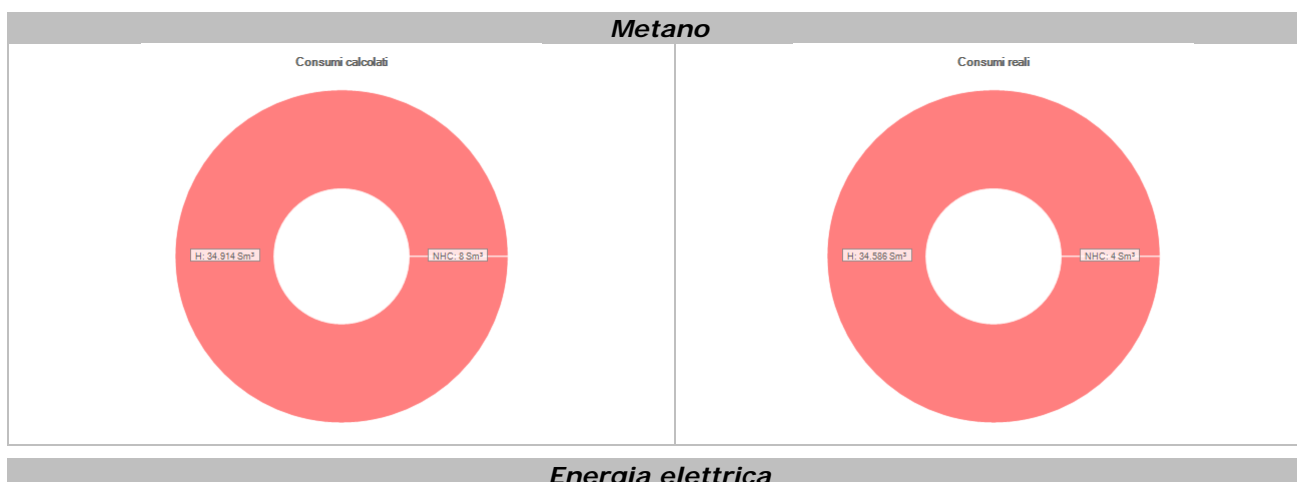
#### Legenda dei simboli:

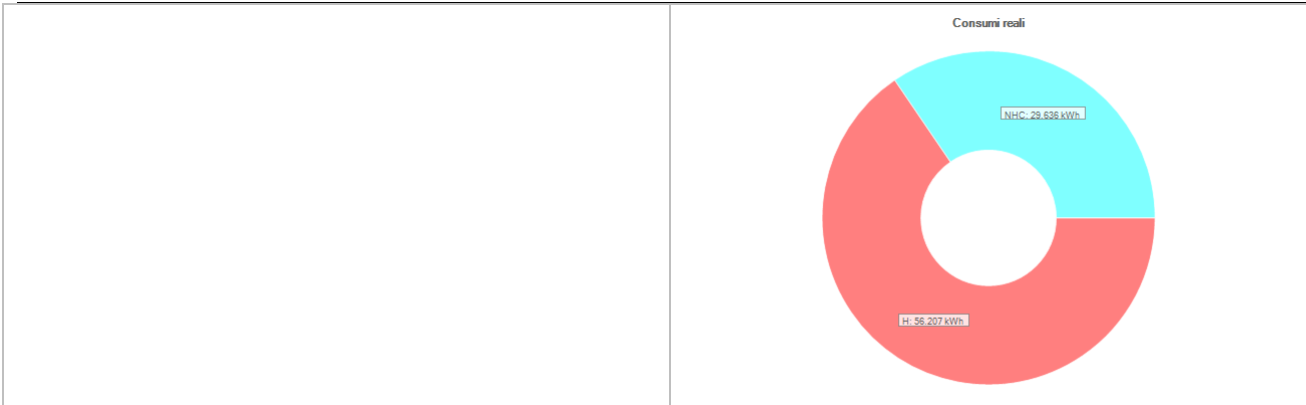
Co<sub>calc</sub> Consumo calcolato  
Co<sub>reale</sub> Consumo reale  
Δ Scostamento

#### Legenda dei servizi:

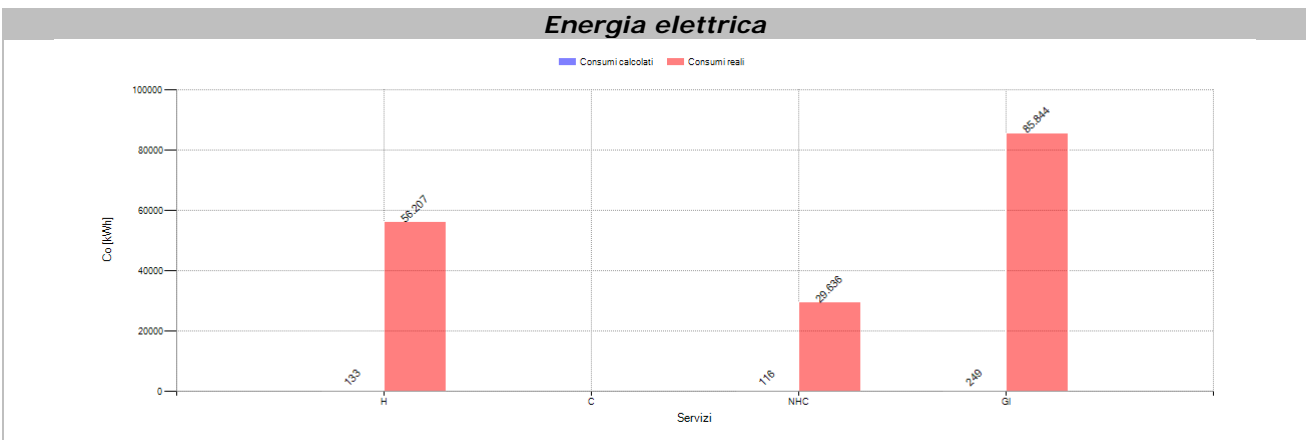
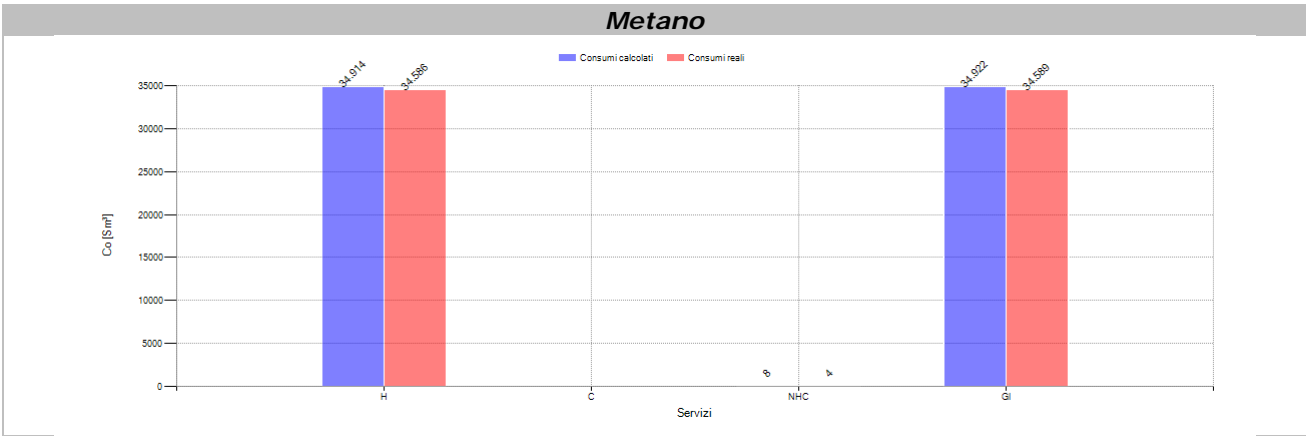
H<sub>idr</sub> Riscaldamento idronico  
H<sub>aer</sub> Riscaldamento aerulico (trattamenti aria)  
W Acqua calda sanitaria  
C Raffrescamento  
V Ventilazione  
L Illuminazione  
T Trasporto  
NHC Servizi differenti dal riscaldamento o raffrescamento

#### Suddivisione per servizio





**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 [€]	$\Delta S_{gl}$ [€/anno]	$t_r$ [anni]	$\Delta EP_{gl,nren}$ [kWh <sub>p</sub> /m <sup>2</sup> anno]	Classe energetica
1	Isolamento a cappotto	76564,61	9772,54	7,8	53,61	B
2	Sostituzione generatore di calore e installazione valvole termostatiche	41780,00	4729,59	8,8	25,79	C
3	Scenario 1 + Scenario 2	118344,61	13154,34	9,0	72,07	A1

#### Legenda:

C	Costo stimato
$\Delta S_{gl}$	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 a cappotto

### Dati generali

Numero	1		
Descrizione	Isolamento a cappotto		
Costo stimato	C	76564,61	€
Risparmio economico conseguibile	$\Delta S_{gl}$	9772,54	€/anno
Tempo di ritorno semplice	$t_r$	7,8	anni
Risparmio energetico conseguibile	$\Delta EP_{gl,nren}$	53,61	kWh <sub>p</sub> /m <sup>2</sup> anno
Classe energetica raggiungibile	B		

### Descrizione sintetica scenario

### Riepilogo interventi

N°	Descrizione
1	Realizzazione cappotto esterno

## 6.1.1 Realizzazione cappotto esterno

### Dati generali

Intervento	1
Tipologia	Realizzazione cappotto esterno
Descrizione	Realizzazione cappotto esterno
Zone di pertinenza	Edificio

### Descrizione sintetica intervento

### Stato di fatto

#### Struttura esistente

Struttura esistente			
Codice	M1		
Descrizione	Parete esterna		
Tipo	da locale climatizzato verso esterno		
Esposizioni considerate	N, NE, E, SE, S, SO, O, NO		
Superficie di calcolo	S <sub>calc</sub>	900,76	m <sup>2</sup>

#### Risultati stato di fatto

Spessore totale	S <sub>tot</sub>	250,00	mm
Trasmittanza iniziale	U <sub>in</sub>	3,442	W <sub>t</sub> /m <sup>2</sup> K
Trasmittanza iniziale media	U <sub>in,media</sub>	3,604	W <sub>t</sub> /m <sup>2</sup> K
Valore limite	U <sub>media,lim</sub>	0,300	W <sub>t</sub> /m <sup>2</sup> K

### Intervento

#### Isolante

Tipologia	Pannello polistirene espanso 35 kg/m³		
Conduttività	λ	0,028	W <sub>t</sub> /mK
Spessore	s	120,00	mm

#### Risultati intervento

Spessore totale	S <sub>tot</sub>	380,00	mm
Trasmittanza finale	U <sub>fin</sub>	0,218	W <sub>t</sub> /m <sup>2</sup> K
Percentuale di superficie isolata	p <sub>is</sub>	100,0	%
Trasmittanza finale effettiva	U <sub>fin,eff</sub>	0,218	W <sub>t</sub> /m <sup>2</sup> K
Trasmittanza finale media	U <sub>fin,media</sub>	0,315	W <sub>t</sub> /m <sup>2</sup> K
Valore limite	U <sub>media,lim</sub>	0,300	W <sub>t</sub> /m <sup>2</sup> 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 Scuola Primaria Marconi

#### Consumi (Co)

Servizio	Metano [ Sm <sup>3</sup> ]		Δ [%]
	Stato di fatto	Scenario	
Riscaldamento (H)	34914	23115	-33,8
Acqua calda sanitaria (W)	8	8	0,0
<b>Globale</b>	<b>34922</b>	<b>23123</b>	<b>-33,8</b>

Servizio	Energia elettrica [ kWh]		Δ [%]
	Stato di fatto	Scenario	
Riscaldamento (H)	133	72	-45,9
Acqua calda sanitaria (W)	0	0	-7,1
Ventilazione (V)	116	107	-7,1
Illuminazione (L)	4296	3985	-7,2
<b>Globale</b>	<b>4544</b>	<b>4165</b>	<b>-8,4</b>

#### Spesa (S) [€]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	28662,42	18972,34	33,8
Acqua calda sanitaria (W)	6,78	6,78	0,0
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	28,89	26,83	7,1
Illuminazione (L)	1073,97	996,36	7,2
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
<b>Globale</b>	<b>29772,06</b>	<b>20002,31</b>	<b>32,8</b>

#### Valutazione economica preliminare

Costo stimato (C) [€]	76564,61
Risparmio economico conseguibile (ΔS <sub>gl</sub> ) [€/anno]	9772,54
Tempo di ritorno semplice (t <sub>r</sub> ) [anni]	7,8

### **Rendimenti ( $\eta$ ) [%]**

<b>Riscaldamento idronico (<math>H_{idr}</math>)</b>			
<b>Sottosistema</b>	<b>Stato di fatto</b>	<b>Scenario</b>	<b><math>\Delta</math> [%]</b>
Emissione ( $\eta_{em}$ )	90,2	90,6	0,4
Regolazione ( $\eta_{reg}$ )	85,6	80,9	-5,4
Distribuzione di utenza ( $\eta_{du}$ )	97,5	97,5	0,0
Accumulo ( $\eta_s$ )	99,9	99,8	-0,1
Distribuzione primaria ( $\eta_{dp}$ )	100,0	100,0	0,0
Generazione ( $\eta_{gen,ut}$ )	95,2	95,0	-0,2
Generazione ( $\eta_{gen,p,nren}$ )	90,0	89,9	-0,2
Generazione ( $\eta_{gen,p,tot}$ )	89,9	89,8	-0,2

<b>Riscaldamento aeraulico (<math>H_{aer}</math>)</b>			
<b>Sottosistema</b>	<b>Stato di fatto</b>	<b>Scenario</b>	<b><math>\Delta</math> [%]</b>
Distribuzione primaria ( $\eta_{dp}$ )	100,0	100,0	0,0
Generazione ( $\eta_{gen,ut}$ )	85,0	85,0	0,0
Generazione ( $\eta_{gen,p,nren}$ )	81,0	81,0	0,0
Generazione ( $\eta_{gen,p,tot}$ )	81,0	81,0	0,0

<b>Riscaldamento idronico ed aeraulico (<math>H</math>)</b>			
<b>Sottosistema</b>	<b>Stato di fatto</b>	<b>Scenario</b>	<b><math>\Delta</math> [%]</b>
<b>Globale medio stagionale (<math>\eta_{g,p,nren}</math>)</b>	<b>128,7</b>	<b>120,5</b>	<b>-6,4</b>
<b>Globale medio stagionale (<math>\eta_{g,p,tot}</math>)</b>	<b>128,4</b>	<b>120,2</b>	<b>-6,4</b>
<b>Valore limite (<math>\eta_{lim}</math>)</b>	<b>122,0</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

<b>Acqua calda sanitaria (<math>W</math>)</b>			
<b>Sottosistema</b>	<b>Stato di fatto</b>	<b>Scenario</b>	<b><math>\Delta</math> [%]</b>
Erogazione ( $\eta_{er}$ )	100,0	100,0	0,0
Distribuzione di utenza ( $\eta_{du}$ )	92,6	92,6	0,0
Accumulo ( $\eta_s$ )	100,0	100,0	0,0
Ricircolo ( $\eta_{ric}$ )	100,0	100,0	0,0
Distribuzione primaria ( $\eta_{dp}$ )	100,0	100,0	0,0
Generazione ( $\eta_{gen,ut}$ )	94,3	94,3	0,0
Generazione ( $\eta_{gen,p,nren}$ )	89,3	89,3	0,0
Generazione ( $\eta_{gen,p,tot}$ )	89,2	89,2	0,0
<b>Globale medio stagionale (<math>\eta_{g,p,nren}</math>)</b>	<b>83,1</b>	<b>83,1</b>	<b>0,0</b>
<b>Globale medio stagionale (<math>\eta_{g,p,tot}</math>)</b>	<b>82,9</b>	<b>82,9</b>	<b>0,0</b>
<b>Valore limite (<math>\eta_{lim}</math>)</b>	<b>56,7</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

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

Servizio	Stato di fatto	Scenario	$\Delta$ [%]	Valore limite
Riscaldamento (H)	203,10	125,83	-38,0	80,07
Raffrescamento (C)	30,18	35,50	17,6	18,17

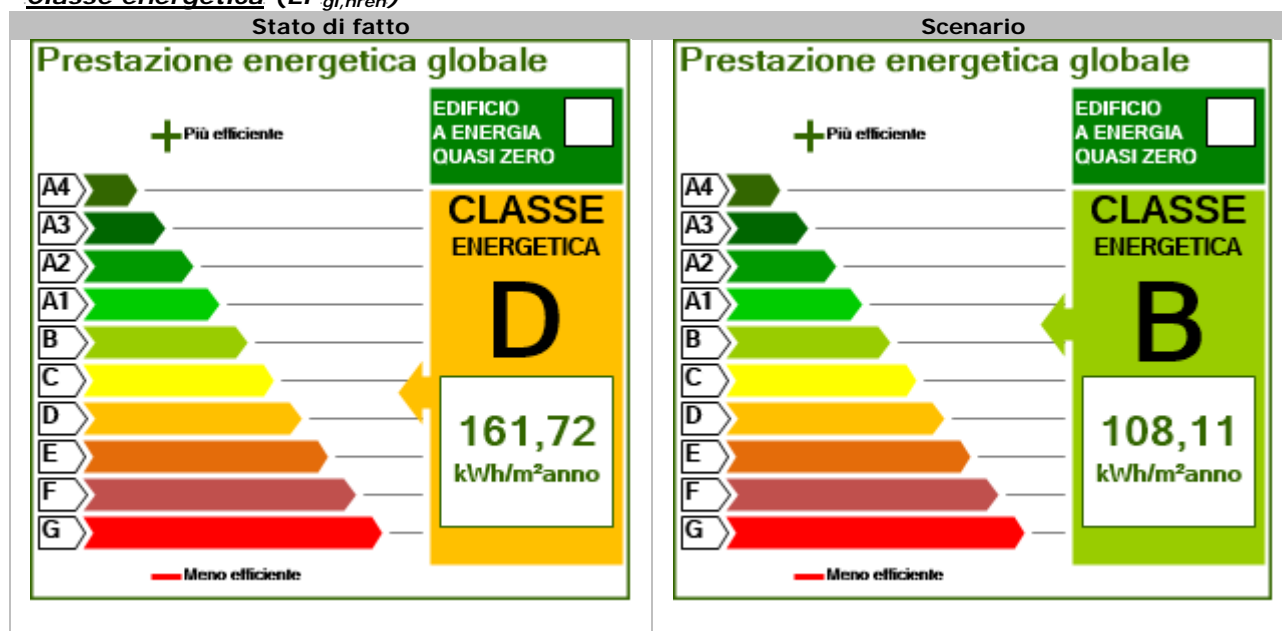
### Indici di prestazione energetica dell'edificio (EP) [ $kWh_p/m^2$ ]

Non rinnovabile ( $EP_{nren}$ )			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	$\Delta$ [%]
Riscaldamento (H)	157,75	104,43	-33,8
Acqua calda sanitaria (W)	0,04	0,04	0,0
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,10	0,10	-7,1
Illuminazione (L)	3,82	3,55	-7,2
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
<b>Globale (GI)</b>	<b>161,72</b>	<b>108,11</b>	<b>-33,1</b>

Rinnovabile ( $EP_{ren}$ )			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	$\Delta$ [%]
Riscaldamento (H)	0,40	0,24	-40,0
Acqua calda sanitaria (W)	0,00	0,00	0,4
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,53	0,53	0,4
Illuminazione (L)	19,28	19,35	0,4
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
<b>Globale (GI)</b>	<b>20,20</b>	<b>20,12</b>	<b>-0,4</b>

Totale ( $EP_{tot}$ )			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	$\Delta$ [%]
Riscaldamento (H)	158,15	104,67	-33,8
Acqua calda sanitaria (W)	0,04	0,04	0,0
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,63	0,62	-0,8
Illuminazione (L)	23,10	22,90	-0,9
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
<b>Globale (GI)</b>	<b>181,92</b>	<b>128,23</b>	<b>-29,5</b>
<b>Valore limite (<math>EP_{gl,tot,lim}</math>)</b>	<b>111,06</b>	-	-

### 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	$\Delta$ [%]	Valore minimo
Riscaldamento (H)	0,3	0,2	0,0	-
Acqua calda sanitaria (W)	0,3	0,3	0,0	50
Raffrescamento (C)	0,0	0,0	0,0	-
Globale (H + W + C)	0,3	0,2	0,0	20 / 35 / 50
Ventilazione (V)	83,7	84,7	1,2	-
Illuminazione (L)	83,5	84,5	1,3	-
Trasporto (T)	0,0	0,0	0,0	-
Globale (GI)	11,1	15,7	41,4	-

*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<sub>CO2</sub>) [kg]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	$\Delta$ [%]
Riscaldamento (H)	69147,06	45772,38	-33,8
Acqua calda sanitaria (W)	16,36	16,36	0,0
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	53,15	49,36	-7,1
Illuminazione (L)	1976,11	1833,30	-7,2
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (GI)	71192,69	47671,41	-33,0

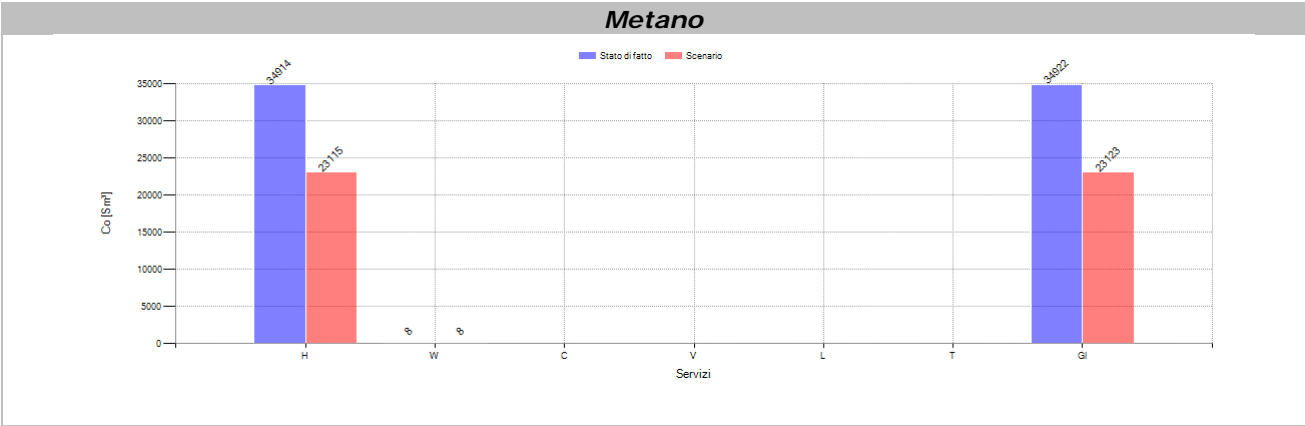
#### Legenda:

Co	Consumo
Em	Emissioni
EP <sub>nd</sub>	Indice di prestazione termica
EP <sub>nren</sub>	Indice di prestazione energetica non rinnovabile
EP <sub>ren</sub>	Indice di prestazione energetica rinnovabile
EP <sub>tot</sub>	Indice di prestazione energetica totale
$\eta_{ut}$	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

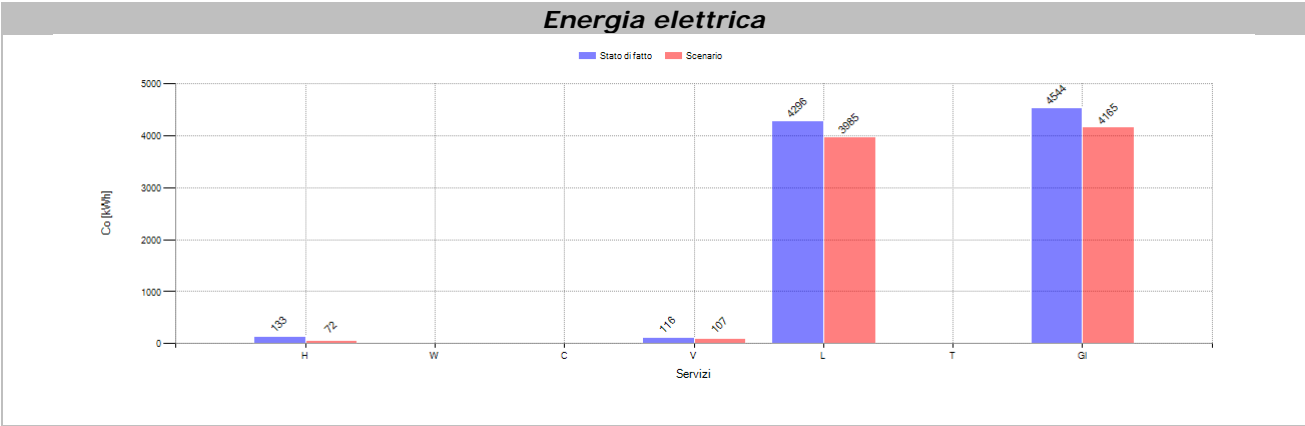
### Grafici

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 ( $\theta_e$ ), 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

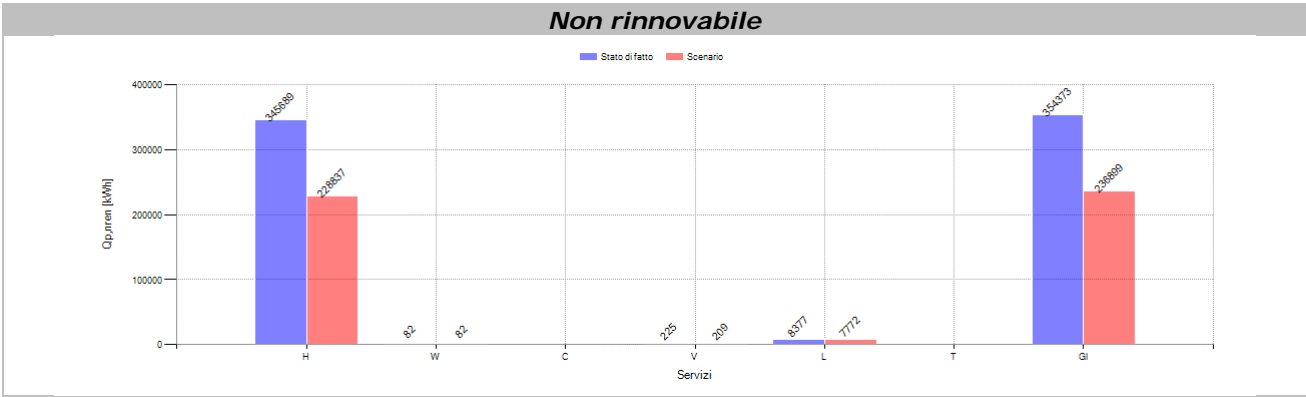


Servizio	Co <sub>in</sub> [ Sm³]	Co <sub>fin</sub> [ Sm³]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	34914	23115	-33,8
Acqua calda sanitaria (W)	8	8	0,0
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	0	0	0,0
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (GI)	34922	23123	-33,8

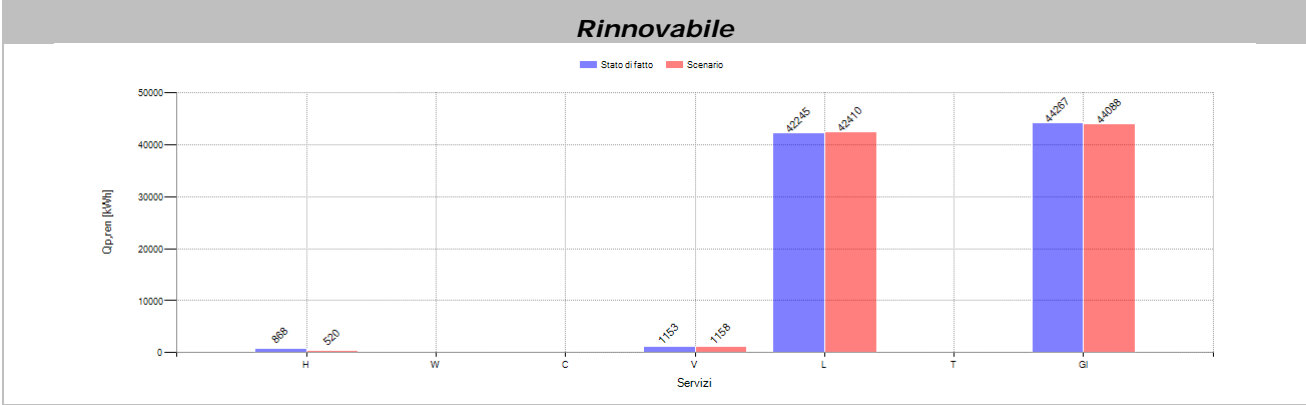


Servizio	Co <sub>in</sub> [ kWh]	Co <sub>fin</sub> [ kWh]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	133	72	-45,9
Acqua calda sanitaria (W)	0	0	0,0
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	116	107	-7,1
Illuminazione (L)	4296	3985	-7,2
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (GI)	4544	4165	-8,4

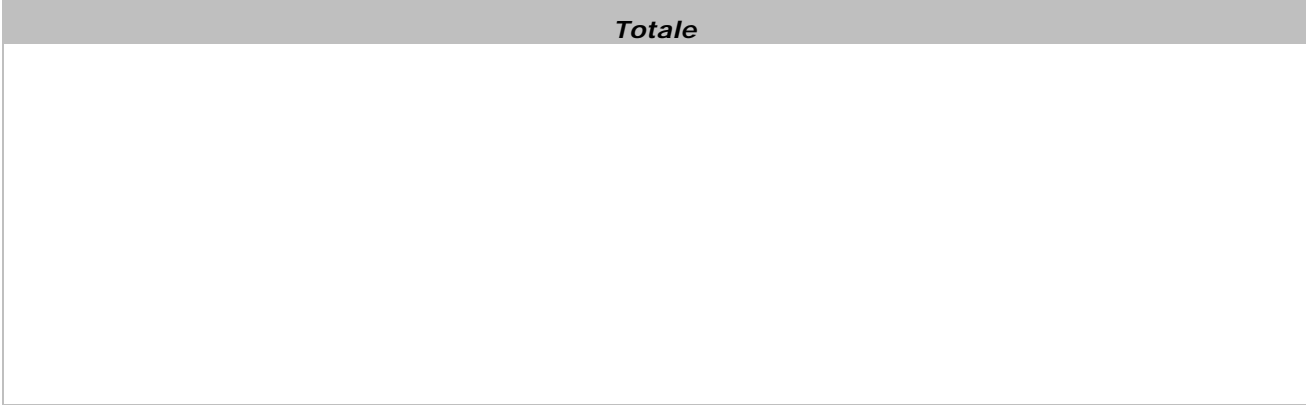
Consumi di energia primaria



Servizio	Q <sub>p,nren,in</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	Q <sub>p,nren,fin</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	345689	228837	-33,8
Acqua calda sanitaria (W)	82	82	0,0
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	225	209	-7,1
Illuminazione (L)	8377	7772	-7,2
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (GI)	354373	236899	-33,1

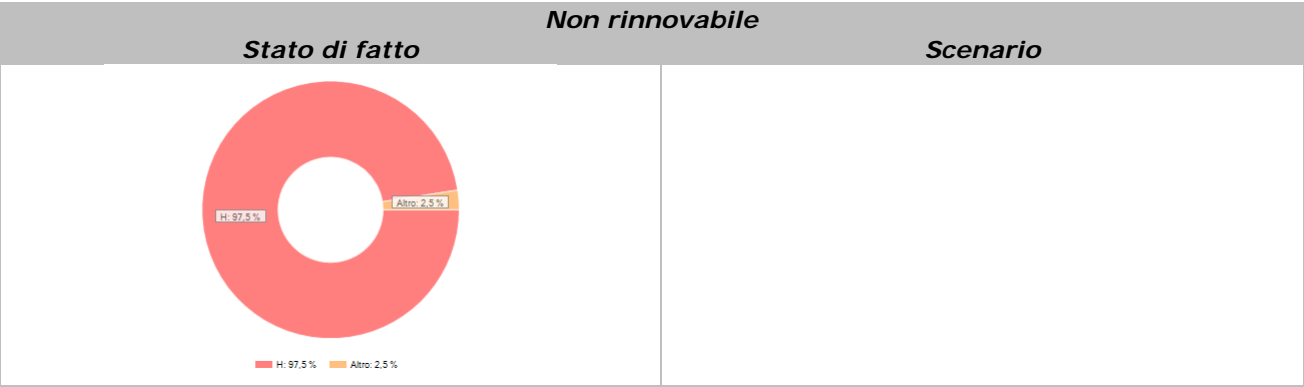


Servizio	Q <sub>p,ren,in</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	Q <sub>p,ren,fin</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	868	520	-40,0
Acqua calda sanitaria (W)	0	0	0,0
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	1153	1158	0,4
Illuminazione (L)	42245	42410	0,4
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (GI)	44267	44088	-0,4

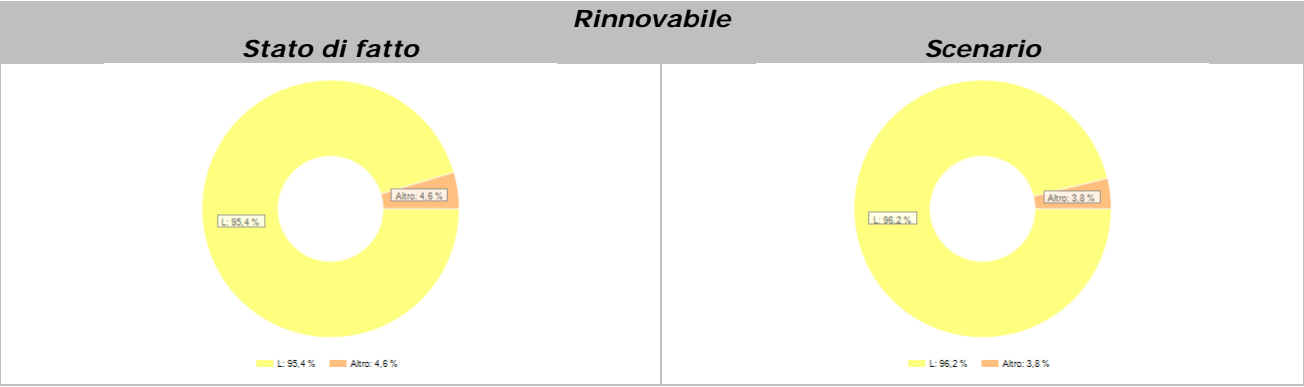


Servizio	Q <sub>p,tot,in</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	Q <sub>p,tot,fin</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	346557	229357	-33,8
Acqua calda sanitaria (W)	82	82	0,0
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	1379	1367	-0,8
Illuminazione (L)	50622	50181	-0,9
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (GI)	398640	280988	-29,5

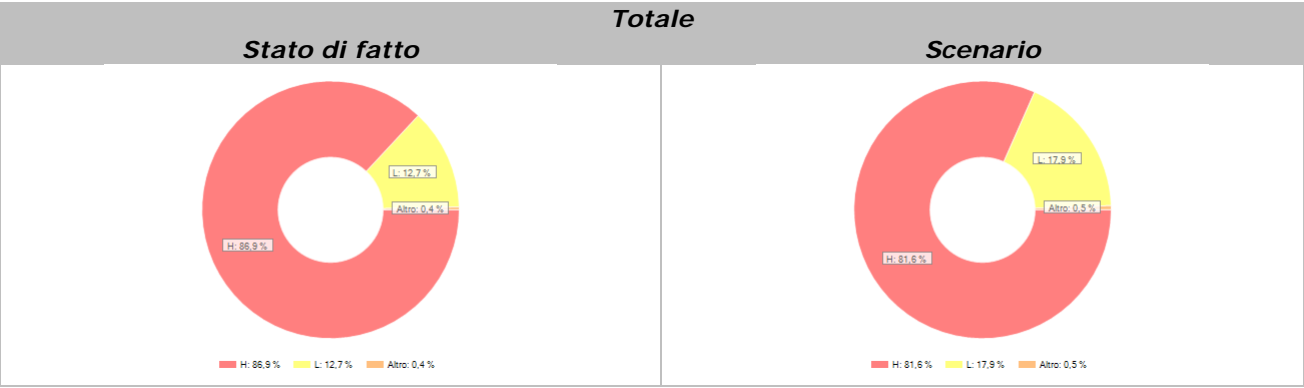
Suddivisione dell'energia primaria globale per servizio



Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q <sub>p,nren</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	%	Q <sub>p,nren</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	%
Riscaldamento (H)	345689	97,5	228837	96,6
Acqua calda sanitaria (W)	82	0,0	82	0,0
Raffrescamento (C)	0	0,0	0	0,0
Ventilazione (V)	225	0,1	209	0,1
Illuminazione (L)	8377	2,4	7772	3,3
Trasporto (T)	0	0,0	0	0,0
Globale (GI)	354373	100,0	236899	100,0

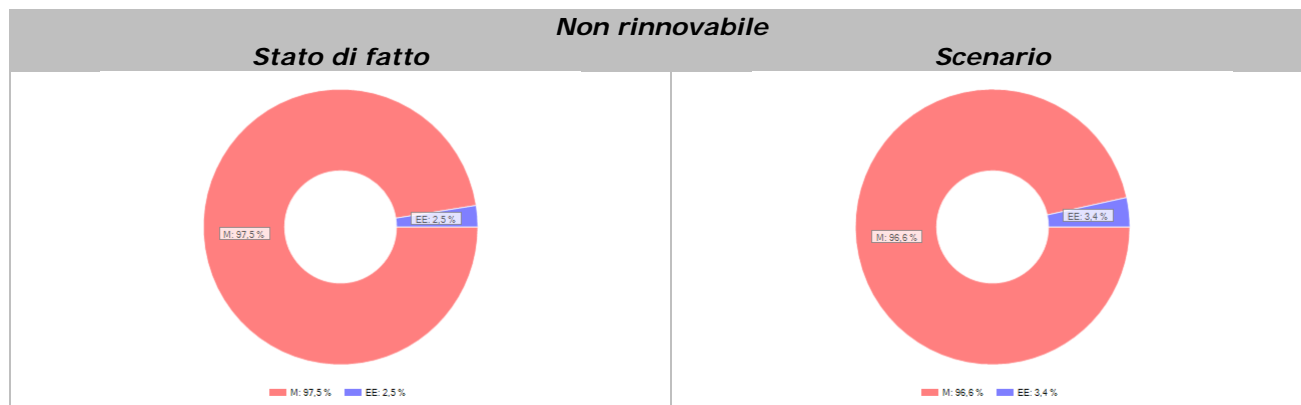


Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q <sub>p,ren</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	%	Q <sub>p,ren</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	%
Riscaldamento (H)	868	2,0	520	1,2
Acqua calda sanitaria (W)	0	0,0	0	0,0
Raffrescamento (C)	0	0,0	0	0,0
Ventilazione (V)	1153	2,6	1158	2,6
Illuminazione (L)	42245	95,4	42410	96,2
Trasporto (T)	0	0,0	0	0,0
Globale (GI)	44266	100,0	44088	100,0

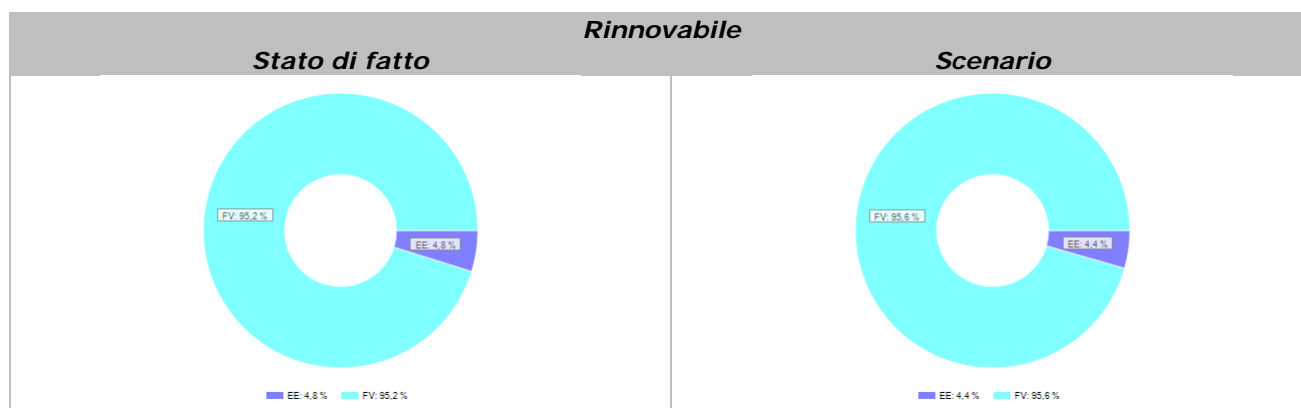


Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q <sub>p,tot</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	%	Q <sub>p,tot</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	%
Riscaldamento (H)	346557	86,9	229357	81,6
Acqua calda sanitaria (W)	82	0,0	82	0,0
Raffrescamento (C)	0	0,0	0	0,0
Ventilazione (V)	1379	0,3	1367	0,5
Illuminazione (L)	50622	12,7	50181	17,9
Trasporto (T)	0	0,0	0	0,0
Globale (GI)	398640	100,0	280988	100,0

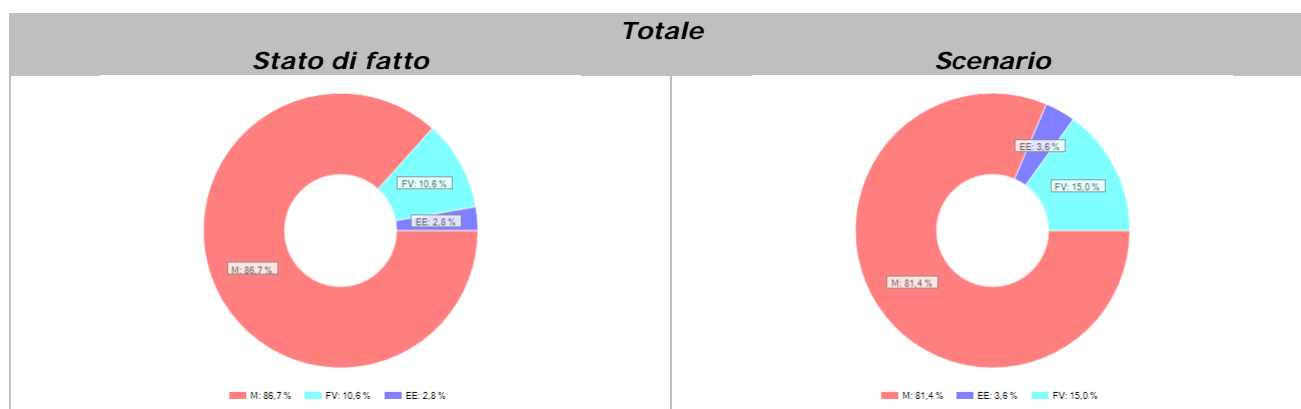
### Suddivisione dell'energia primaria globale per vettore energetico



Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q <sub>p,nren</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	%	Q <sub>p,nren</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	%
Metano (M)	345511	97,5	228778	96,6
Energia elettrica (EE)	8862	2,5	8121	3,4
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
<b>Totale</b>	<b>354373</b>	<b>100,0</b>	<b>236899</b>	<b>100,0</b>



Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q <sub>p,ren</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	%	Q <sub>p,ren</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	%
Metano (M)	0	0,0	0	0,0
Energia elettrica (EE)	2136	4,8	1957	4,4
Solare termico (ST)	0	0,0	0	0,0
Solare fotovoltaico (FV)	42131	95,2	42131	95,6
Ambiente esterno (pompa di calore) (A)	0	0,0	0	0,0
<b>Totale</b>	<b>44267</b>	<b>100,0</b>	<b>44088</b>	<b>100,0</b>



Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q <sub>p,tot</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	%	Q <sub>p,tot</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	%
Metano (M)	345511	86,7	228778	81,4
Energia elettrica (EE)	10998	2,8	10079	3,6
Solare termico (ST)	0	0,0	0	0,0
Solare fotovoltaico (FV)	42131	10,6	42131	15,0
Ambiente esterno (pompa di calore) (A)	0	0,0	0	0,0
<b>Totale</b>	<b>398640</b>	<b>100,0</b>	<b>280988</b>	<b>100,0</b>

## 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	41780,00	€
Risparmio economico conseguibile	$\Delta S_{ql}$	4729,59	€/anno
Tempo di ritorno semplice	$t_r$	8,8	anni
Risparmio energetico conseguibile	$\Delta EP_{ql,nren}$	25,79	kWh <sub>p</sub> /m <sup>2</sup> anno
Classe energetica raggiungibile	C		

### 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 - Scuola Primaria Marconi

## 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	Scuola Primaria Marconi

### 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	%

## 6.2.2 Sostituzione del generatore di calore ad uso combinato (riscaldamento e acqua calda sanitaria) mediante caldaia a condensazione classificata \*\*\*\* stelle - Scuola Primaria Marconi

### 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 - Scuola Primaria Marconi
Zona di pertinenza	Scuola Primaria Marconi

### Descrizione sintetica intervento

### Intervento

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

### Caratteristiche caldaia

Tipologia	Generatore a gas, a condensazione 4 stelle (****)		
Potenza utile nominale	$\Phi_n$	392,01	kW <sub>t</sub>
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	$\theta_r$	40	°C
Rendimento di generazione	$\eta_{gen}$	104,00	%

### Vettore energetico

Tipologia	Metano		
Potere calorifico inferiore	PCI	9,940	kWh <sub>t</sub> /Nm <sup>3</sup>
Costo	c	0,87	€/ Nm <sup>3</sup>
Fattore di emissione di CO <sub>2</sub>	f <sub>CO2</sub>	0,2100	kg/kWh <sub>t/el</sub>

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

Non rinnovabile	f <sub>p,nren</sub>	1,050	-
Rinnovabile	f <sub>p,ren</sub>	0,000	-
Totale	f <sub>p,tot</sub>	1,050	-

### Ausiliari

Potenza ausiliari	$\Phi_{aux}$	791	W <sub>el</sub>
-------------------	--------------	-----	-----------------

## 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 Scuola Primaria Marconi

#### Consumi (Co)

Servizio	Metano [ Sm <sup>3</sup> ]		Δ [%]
	Stato di fatto	Scenario	
Riscaldamento (H)	34914	29295	-16,1
Acqua calda sanitaria (W)	8	7	-9,3
<b>Globale</b>	<b>34922</b>	<b>29303</b>	<b>-16,1</b>

Servizio	Energia elettrica [ kWh]		Δ [%]
	Stato di fatto	Scenario	
Riscaldamento (H)	133	58	-56,4
Acqua calda sanitaria (W)	0	0	-41,8
Ventilazione (V)	116	105	-8,9
Illuminazione (L)	4296	3908	-9,0
<b>Globale</b>	<b>4544</b>	<b>4071</b>	<b>-10,4</b>

#### Spesa (S) [€]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	28662,42	24036,49	16,1
Acqua calda sanitaria (W)	6,78	6,15	9,4
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	28,89	26,32	8,9
Illuminazione (L)	1073,97	977,00	9,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
<b>Globale</b>	<b>29772,06</b>	<b>25045,96</b>	<b>15,9</b>

#### Valutazione economica preliminare

Costo stimato (C) [€]	41780,00
Risparmio economico conseguibile (ΔS <sub>gl</sub> ) [€/anno]	4729,59
Tempo di ritorno semplice (t <sub>r</sub> ) [anni]	8,8

### **Rendimenti ( $\eta$ ) [%]**

<b>Riscaldamento idronico (<math>H_{idr}</math>)</b>			
<b>Sottosistema</b>	<b>Stato di fatto</b>	<b>Scenario</b>	<b><math>\Delta</math> [%]</b>
Emissione ( $\eta_{em}$ )	90,2	90,2	0,0
Regolazione ( $\eta_{reg}$ )	85,6	96,9	13,3
Distribuzione di utenza ( $\eta_{du}$ )	97,5	97,5	0,1
Accumulo ( $\eta_s$ )	99,9	99,9	0,0
Distribuzione primaria ( $\eta_{dp}$ )	100,0	100,0	0,0
Generazione ( $\eta_{gen,ut}$ )	95,2	104,0	9,3
Generazione ( $\eta_{gen,p,nren}$ )	90,0	98,7	9,6
Generazione ( $\eta_{gen,p,tot}$ )	89,9	98,6	9,6

<b>Riscaldamento aeraulico (<math>H_{aer}</math>)</b>			
<b>Sottosistema</b>	<b>Stato di fatto</b>	<b>Scenario</b>	<b><math>\Delta</math> [%]</b>
Distribuzione primaria ( $\eta_{dp}$ )	100,0	100,0	0,0
Generazione ( $\eta_{gen,ut}$ )	85,0	85,0	0,0
Generazione ( $\eta_{gen,p,nren}$ )	81,0	81,0	0,0
Generazione ( $\eta_{gen,p,tot}$ )	81,0	81,0	0,0

<b>Riscaldamento idronico ed aeraulico (<math>H</math>)</b>			
<b>Sottosistema</b>	<b>Stato di fatto</b>	<b>Scenario</b>	<b><math>\Delta</math> [%]</b>
<b>Globale medio stagionale (<math>\eta_{g,p,nren}</math>)</b>	<b>128,7</b>	<b>153,5</b>	<b>19,2</b>
<b>Globale medio stagionale (<math>\eta_{g,p,tot}</math>)</b>	<b>128,4</b>	<b>153,3</b>	<b>19,3</b>
<b>Valore limite (<math>\eta_{lim}</math>)</b>	<b>122,0</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

<b>Acqua calda sanitaria (<math>W</math>)</b>			
<b>Sottosistema</b>	<b>Stato di fatto</b>	<b>Scenario</b>	<b><math>\Delta</math> [%]</b>
Erogazione ( $\eta_{er}$ )	100,0	100,0	0,0
Distribuzione di utenza ( $\eta_{du}$ )	92,6	92,6	0,0
Accumulo ( $\eta_s$ )	100,0	100,0	0,0
Ricircolo ( $\eta_{ric}$ )	100,0	100,0	0,0
Distribuzione primaria ( $\eta_{dp}$ )	100,0	100,0	0,0
Generazione ( $\eta_{gen,ut}$ )	94,3	104,0	10,3
Generazione ( $\eta_{gen,p,nren}$ )	89,3	98,7	10,5
Generazione ( $\eta_{gen,p,tot}$ )	89,2	98,6	10,5
<b>Globale medio stagionale (<math>\eta_{g,p,nren}</math>)</b>	<b>83,1</b>	<b>91,7</b>	<b>10,3</b>
<b>Globale medio stagionale (<math>\eta_{g,p,tot}</math>)</b>	<b>82,9</b>	<b>91,5</b>	<b>10,4</b>
<b>Valore limite (<math>\eta_{lim}</math>)</b>	<b>56,7</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

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

Servizio	Stato di fatto	Scenario	$\Delta$ [%]	Valore limite
Riscaldamento (H)	203,10	203,10	0,0	80,07
Raffrescamento (C)	30,18	30,18	0,0	18,17

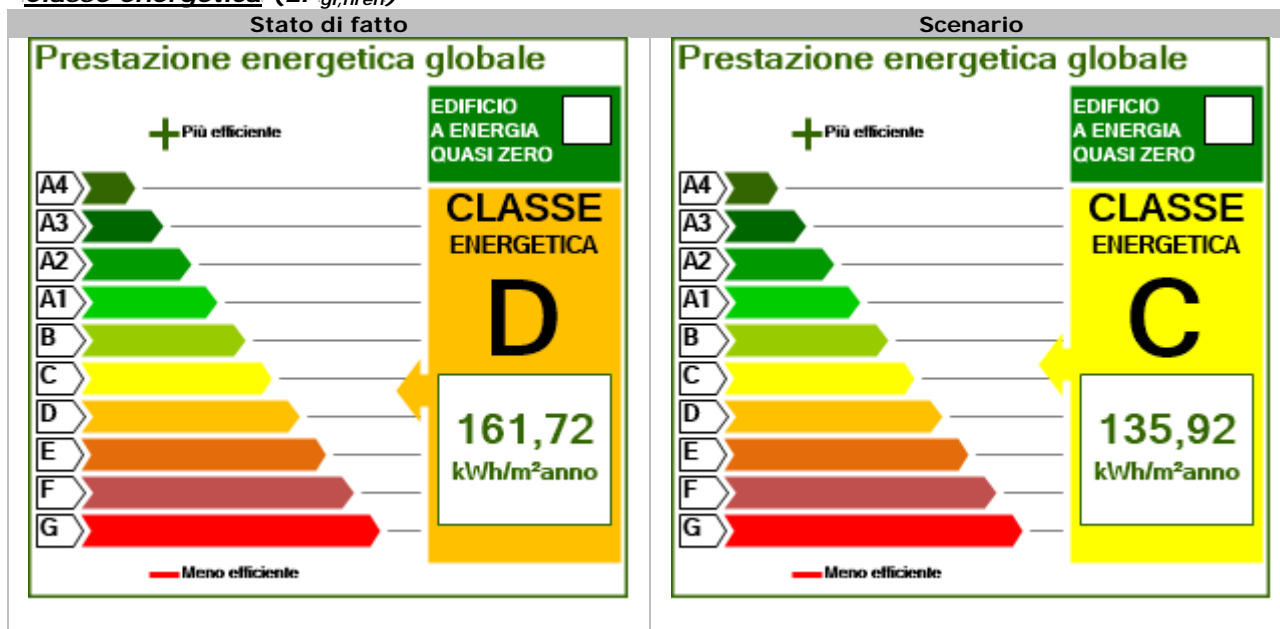
### Indici di prestazione energetica dell'edificio (EP) [ $kWh_p/m^2$ ]

Non rinnovabile ( $EP_{nren}$ )			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	$\Delta$ [%]
Riscaldamento (H)	157,75	132,32	-16,1
Acqua calda sanitaria (W)	0,04	0,03	-9,4
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,10	0,09	-8,9
Illuminazione (L)	3,82	3,48	-9,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
<b>Globale (GI)</b>	<b>161,72</b>	<b>135,92</b>	<b>-15,9</b>

Rinnovabile ( $EP_{ren}$ )			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	$\Delta$ [%]
Riscaldamento (H)	0,40	0,20	-49,9
Acqua calda sanitaria (W)	0,00	0,00	-35,8
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,53	0,53	0,5
Illuminazione (L)	19,28	19,37	0,5
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
<b>Globale (GI)</b>	<b>20,20</b>	<b>20,10</b>	<b>-0,5</b>

Totale ( $EP_{tot}$ )			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	$\Delta$ [%]
Riscaldamento (H)	158,15	132,52	-16,2
Acqua calda sanitaria (W)	0,04	0,03	-9,4
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,63	0,62	-1,1
Illuminazione (L)	23,10	22,85	-1,1
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
<b>Globale (GI)</b>	<b>181,92</b>	<b>156,02</b>	<b>-14,2</b>
<b>Valore limite (<math>EP_{gl,tot,lim}</math>)</b>	<b>111,06</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

### 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	$\Delta$ [%]	Valore minimo
Riscaldamento (H)	0,3	0,1	-39,9	-
Acqua calda sanitaria (W)	0,3	0,2	-37,3	50
Raffrescamento (C)	0,0	0,0	0,0	-
Globale (H + W + C)	0,3	0,1	-39,9	20 / 35 / 50
Ventilazione (V)	83,7	85,0	1,6	-
Illuminazione (L)	83,5	84,8	1,6	-
Trasporto (T)	0,0	0,0	0,0	-
Globale (GI)	11,1	12,9	16,2	-

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<sub>CO2</sub>) [kg]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	$\Delta$ [%]
Riscaldamento (H)	69147,06	57994,85	-16,1
Acqua calda sanitaria (W)	16,36	14,83	-9,4
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	53,15	48,42	-8,9
Illuminazione (L)	1976,11	1797,68	-9,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (GI)	71192,69	59855,79	-15,9

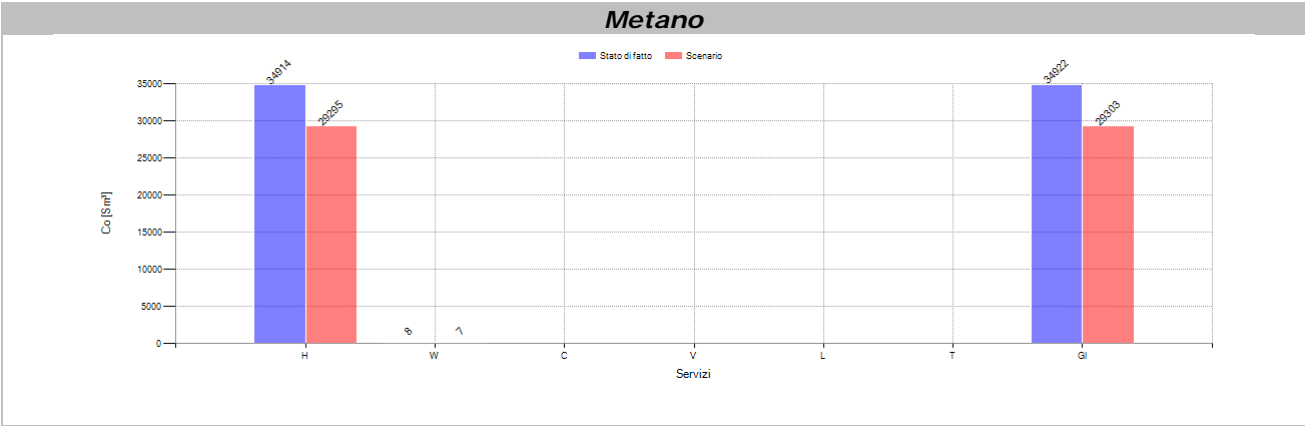
#### Legenda:

Co	Consumo
Em	Emissioni
EP <sub>nd</sub>	Indice di prestazione termica
EP <sub>nren</sub>	Indice di prestazione energetica non rinnovabile
EP <sub>ren</sub>	Indice di prestazione energetica rinnovabile
EP <sub>tot</sub>	Indice di prestazione energetica totale
$\eta_{ut}$	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

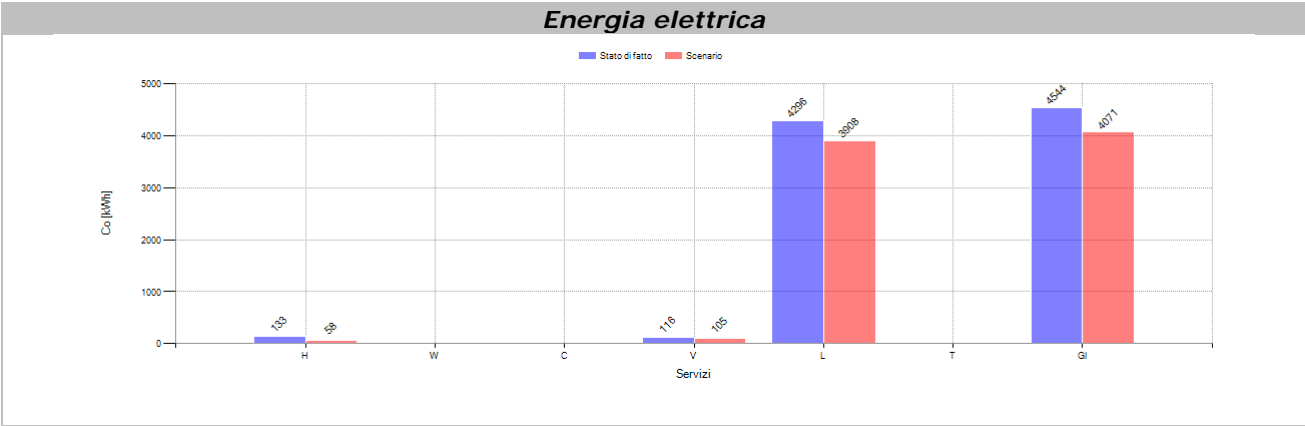
### Grafici

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 ( $\theta_e$ ), 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

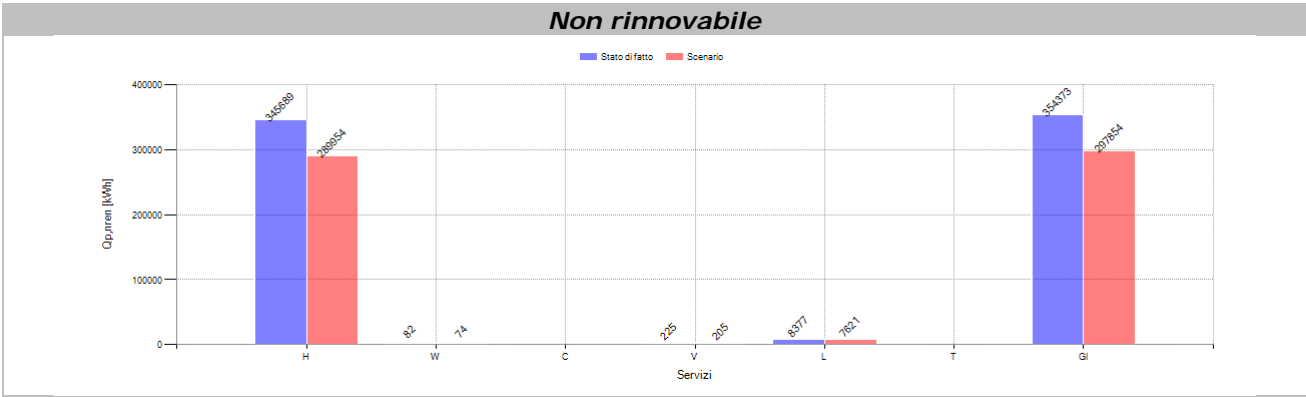


Servizio	Co <sub>in</sub> [ Sm³]	Co <sub>fin</sub> [ Sm³]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	34914	29295	-16,1
Acqua calda sanitaria (W)	8	7	-9,3
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	0	0	0,0
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (GI)	34922	29303	-16,1

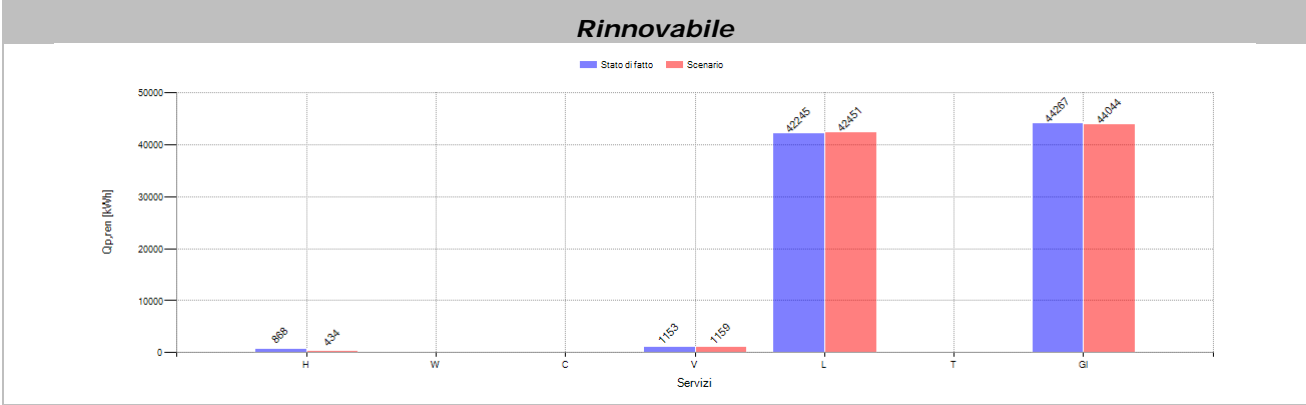


Servizio	Co <sub>in</sub> [ kWh]	Co <sub>fin</sub> [ kWh]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	133	58	-56,4
Acqua calda sanitaria (W)	0	0	0,0
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	116	105	-8,9
Illuminazione (L)	4296	3908	-9,0
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (GI)	4544	4071	-10,4

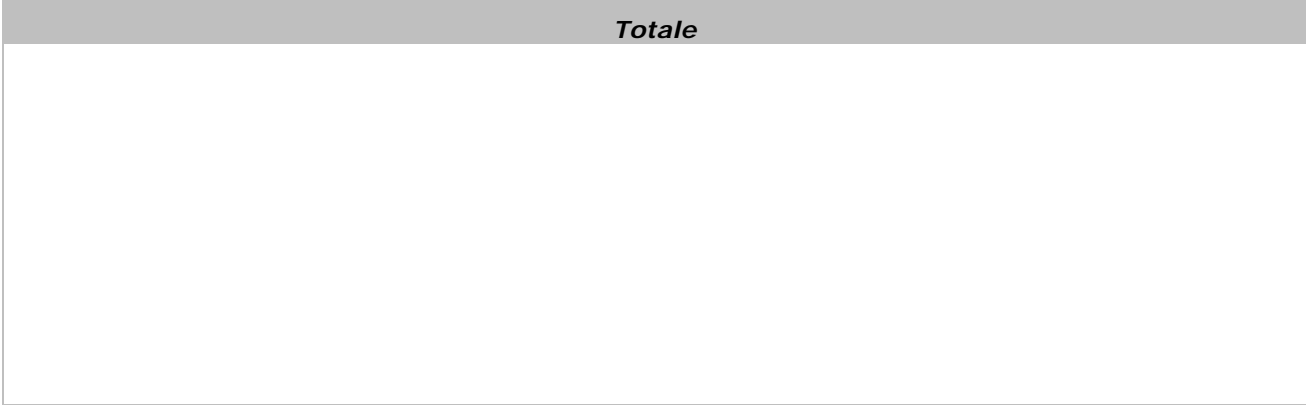
Consumi di energia primaria



Servizio	Q <sub>p,nren,in</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	Q <sub>p,nren,fin</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	345689	289954	-16,1
Acqua calda sanitaria (W)	82	74	-9,4
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	225	205	-8,9
Illuminazione (L)	8377	7621	-9,0
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (GI)	354373	297854	-15,9

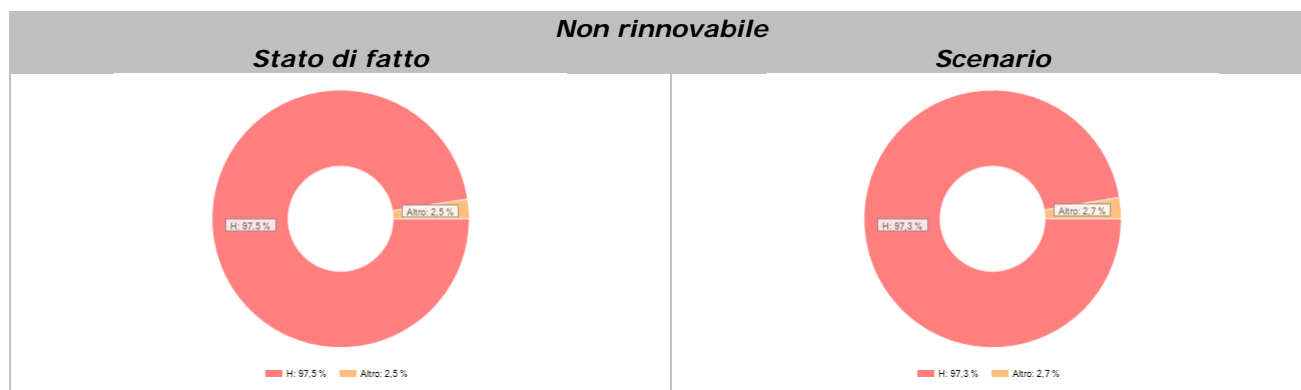


Servizio	Q <sub>p,ren,in</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	Q <sub>p,ren,fin</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	868	434	-49,9
Acqua calda sanitaria (W)	0	0	0,0
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	1153	1159	0,5
Illuminazione (L)	42245	42451	0,5
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (GI)	44267	44044	-0,5

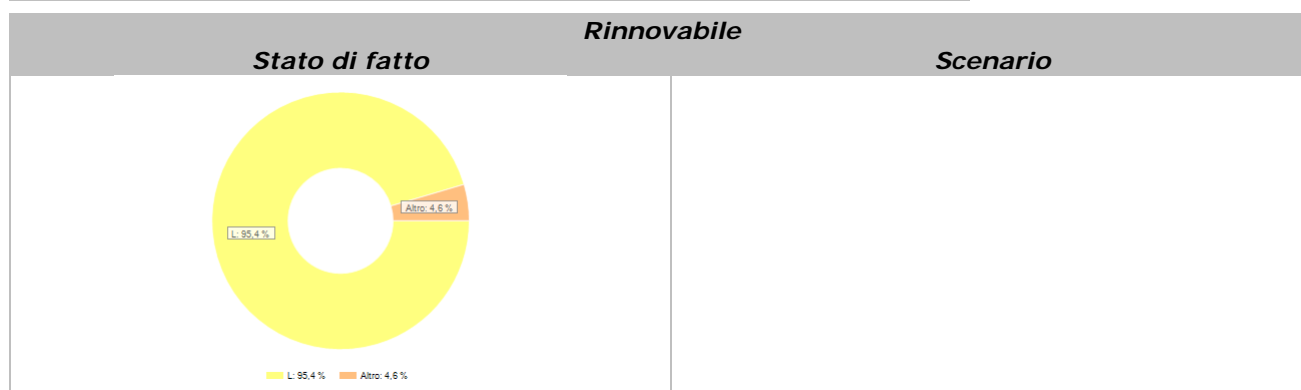


Servizio	Q <sub>p,tot,in</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	Q <sub>p,tot,fin</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	346557	290388	-16,2
Acqua calda sanitaria (W)	82	74	-9,4
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	1379	1364	-1,1
Illuminazione (L)	50622	50071	-1,1
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (GI)	398640	341898	-14,2

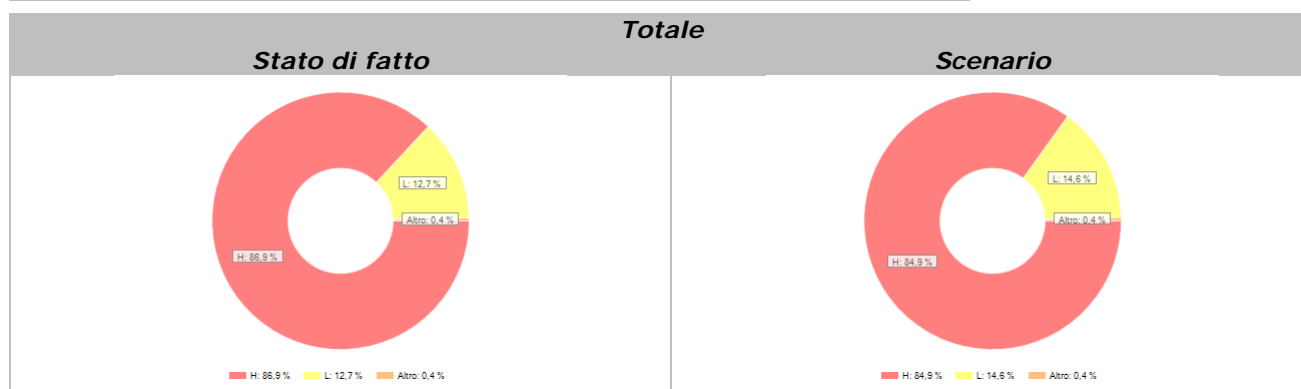
### Suddivisione dell'energia primaria globale per servizio



Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q <sub>p,nren</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	%	Q <sub>p,nren</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	%
Riscaldamento (H)	345689	97,5	289954	97,3
Acqua calda sanitaria (W)	82	0,0	74	0,0
Raffrescamento (C)	0	0,0	0	0,0
Ventilazione (V)	225	0,1	205	0,1
Illuminazione (L)	8377	2,4	7621	2,6
Trasporto (T)	0	0,0	0	0,0
<b>Globale (GI)</b>	<b>354373</b>	<b>100,0</b>	<b>297854</b>	<b>100,0</b>

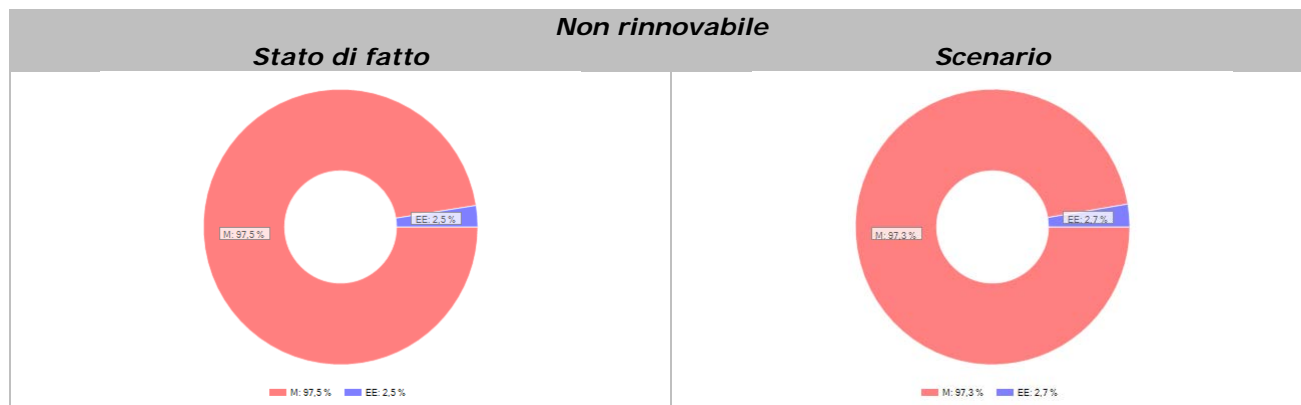


Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q <sub>p,ren</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	%	Q <sub>p,ren</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	%
Riscaldamento (H)	868	2,0	434	1,0
Acqua calda sanitaria (W)	0	0,0	0	0,0
Raffrescamento (C)	0	0,0	0	0,0
Ventilazione (V)	1153	2,6	1159	2,6
Illuminazione (L)	42245	95,4	42451	96,4
Trasporto (T)	0	0,0	0	0,0
<b>Globale (GI)</b>	<b>44266</b>	<b>100,0</b>	<b>44044</b>	<b>100,0</b>

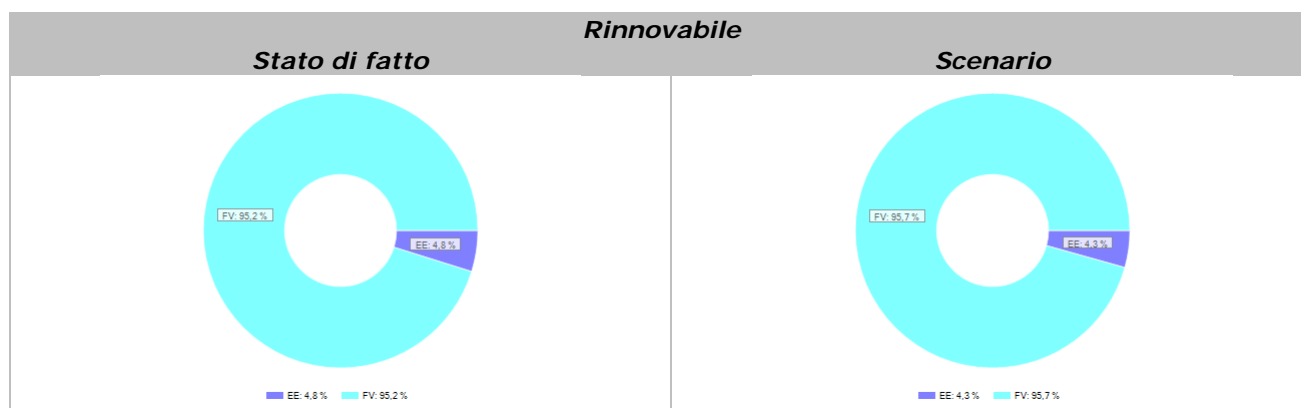


Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q <sub>p,tot</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	%	Q <sub>p,tot</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	%
Riscaldamento (H)	346557	86,9	290388	84,9
Acqua calda sanitaria (W)	82	0,0	74	0,0
Raffrescamento (C)	0	0,0	0	0,0
Ventilazione (V)	1379	0,3	1364	0,4
Illuminazione (L)	50622	12,7	50071	14,6
Trasporto (T)	0	0,0	0	0,0
<b>Globale (GI)</b>	<b>398640</b>	<b>100,0</b>	<b>341898</b>	<b>100,0</b>

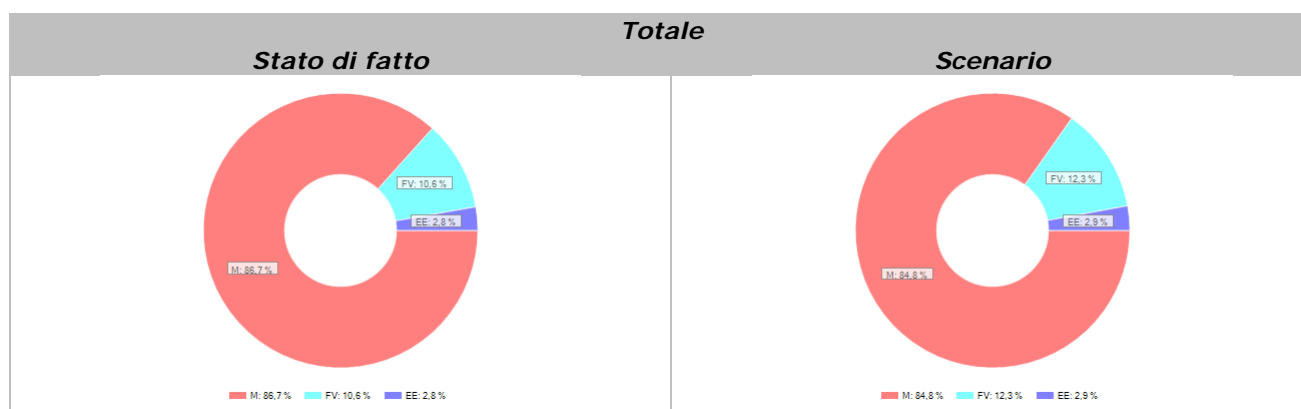
### Suddivisione dell'energia primaria globale per vettore energetico



Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q <sub>p,nren</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	%	Q <sub>p,nren</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	%
Metano (M)	345511	97,5	289915	97,3
Energia elettrica (EE)	8862	2,5	7939	2,7
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
<b>Totale</b>	<b>354373</b>	<b>100,0</b>	<b>297854</b>	<b>100,0</b>



Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q <sub>p,ren</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	%	Q <sub>p,ren</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	%
Metano (M)	0	0,0	0	0,0
Energia elettrica (EE)	2136	4,8	1913	4,3
Solare termico (ST)	0	0,0	0	0,0
Solare fotovoltaico (FV)	42131	95,2	42131	95,7
Ambiente esterno (pompa di calore) (A)	0	0,0	0	0,0
<b>Totale</b>	<b>44267</b>	<b>100,0</b>	<b>44044</b>	<b>100,0</b>



Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q <sub>p,tot</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	%	Q <sub>p,tot</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	%
Metano (M)	345511	86,7	289915	84,8
Energia elettrica (EE)	10998	2,8	9852	2,9
Solare termico (ST)	0	0,0	0	0,0
Solare fotovoltaico (FV)	42131	10,6	42131	12,3
Ambiente esterno (pompa di calore) (A)	0	0,0	0	0,0
<b>Totale</b>	<b>398640</b>	<b>100,0</b>	<b>341898</b>	<b>100,0</b>

## 6.3 Scenario 1 + Scenario 2

### Dati generali

Numero	3		
Descrizione	Scenario 1 + Scenario 2		
Costo stimato	C	118344,61	€
Risparmio economico conseguibile	$\Delta S_{gl}$	13154,34	€/anno
Tempo di ritorno semplice	$t_r$	9,0	anni
Risparmio energetico conseguibile	$\Delta EP_{gl,nren}$	72,07	kWh <sub>p</sub> /m <sup>2</sup> anno
Classe energetica raggiungibile	A1		

### Descrizione sintetica scenario

### Riepilogo interventi

N°	Descrizione
1	Realizzazione cappotto esterno - Scuola Primaria Fontana
2	Sostituzione del generatore di calore ad uso combinato (riscaldamento e acqua calda sanitaria) mediante caldaia a condensazione classificata **** stelle - Scuola Primaria Marconi
3	Installazione valvole termostatiche su tutti i corpi radianti - Scuola Primaria Fontana

### 6.3.1 Realizzazione cappotto esterno - Scuola Primaria Fontana

#### Dati generali

Intervento	1
Tipologia	Realizzazione cappotto esterno
Descrizione	Realizzazione cappotto esterno - Scuola Primaria Fontana
Zone di pertinenza	Edificio

#### Descrizione sintetica intervento

#### Stato di fatto

##### Struttura esistente

Struttura esistente			
Codice	M1		
Descrizione	Parete esterna		
Tipo	da locale climatizzato verso esterno		
Esposizioni considerate	N, NE, E, SE, S, SO, O, NO		
Superficie di calcolo	S <sub>calc</sub>	900,76	m <sup>2</sup>

##### Risultati stato di fatto

Spessore totale	S <sub>tot</sub>	250,00	mm
Trasmittanza iniziale	U <sub>in</sub>	3,442	W <sub>t</sub> /m <sup>2</sup> K
Trasmittanza iniziale media	U <sub>in,media</sub>	3,604	W <sub>t</sub> /m <sup>2</sup> K
Valore limite	U <sub>media,lim</sub>	0,300	W <sub>t</sub> /m <sup>2</sup> K

#### Intervento

##### Isolante

Tipologia	Pannello polistirene espanso 35 kg/m³		
Conduttività	λ	0,028	W <sub>t</sub> /mK
Spessore	s	120,00	mm

##### Risultati intervento

Spessore totale	S <sub>tot</sub>	380,00	mm
Trasmittanza finale	U <sub>fin</sub>	0,218	W <sub>t</sub> /m <sup>2</sup> K
Percentuale di superficie isolata	p <sub>is</sub>	100,0	%
Trasmittanza finale effettiva	U <sub>fin,eff</sub>	0,218	W <sub>t</sub> /m <sup>2</sup> K
Trasmittanza finale media	U <sub>fin,media</sub>	0,315	W <sub>t</sub> /m <sup>2</sup> K
Valore limite	U <sub>media,lim</sub>	0,300	W <sub>t</sub> /m <sup>2</sup> K

### 6.3.2 Sostituzione del generatore di calore ad uso combinato (riscaldamento e acqua calda sanitaria) mediante caldaia a condensazione classificata \*\*\*\* stelle - Scuola Primaria Marconi

#### 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 - Scuola Primaria Marconi
Zona di pertinenza	Scuola Primaria Marconi

#### Descrizione sintetica intervento

#### Intervento

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

#### **Caratteristiche caldaia**

Tipologia	Generatore a gas, a condensazione 4 stelle (****)		
Potenza utile nominale	$\Phi_n$	390,32	kW <sub>t</sub>
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	$\theta_r$	40	°C
Rendimento di generazione	$\eta_{gen}$	104,00	%

#### **Vettore energetico**

Tipologia	Metano		
Potere calorifico inferiore	PCI	9,940	kWh <sub>t</sub> /Nm <sup>3</sup>
Costo	c	0,87	€/ Nm <sup>3</sup>
Fattore di emissione di CO <sub>2</sub>	f <sub>CO2</sub>	0,2100	kg/kWh <sub>t/el</sub>

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

Non rinnovabile	f <sub>p,nren</sub>	1,050	-
Rinnovabile	f <sub>p,ren</sub>	0,000	-
Totale	f <sub>p,tot</sub>	1,050	-

#### **Ausiliari**

Potenza ausiliari	$\Phi_{aux}$	789	W <sub>el</sub>
-------------------	--------------	-----	-----------------

### 6.3.3 Installazione valvole termostatiche su tutti i corpi radianti - Scuola Primaria Fontana

#### Dati generali

Intervento	3
Tipologia	Installazione valvole termostatiche su tutti i corpi radianti
Descrizione	Installazione valvole termostatiche su tutti i corpi radianti - Scuola Primaria Fontana
Zona di pertinenza	Scuola Primaria Marconi

#### 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	%

### 6.3.4 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 Scuola Primaria Marconi

##### Consumi (Co)

Servizio	Metano [ Sm <sup>3</sup> ]		Δ [%]
	Stato di fatto	Scenario	
Riscaldamento (H)	34914	19084	-45,3
Acqua calda sanitaria (W)	8	7	-9,3
<b>Globale</b>	<b>34922</b>	<b>19092</b>	<b>-45,3</b>

Servizio	Energia elettrica [ kWh]		Δ [%]
	Stato di fatto	Scenario	
Riscaldamento (H)	133	31	-76,4
Acqua calda sanitaria (W)	0	0	-44,2
Ventilazione (V)	116	101	-12,8
Illuminazione (L)	4296	3738	-13,0
<b>Globale</b>	<b>4544</b>	<b>3870</b>	<b>-14,8</b>

##### Spesa (S) [€]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	28662,42	15657,02	45,4
Acqua calda sanitaria (W)	6,78	6,15	9,4
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	28,89	25,19	12,8
Illuminazione (L)	1073,97	934,42	13,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
<b>Globale</b>	<b>29772,06</b>	<b>16622,77</b>	<b>44,2</b>

##### Valutazione economica preliminare

Costo stimato (C) [€]	118344,61
Risparmio economico conseguibile (ΔS <sub>gl</sub> ) [€/anno]	13154,34
Tempo di ritorno semplice (t <sub>r</sub> ) [anni]	9,0

### **Rendimenti ( $\eta$ ) [%]**

<b>Riscaldamento idronico (<math>H_{idr}</math>)</b>				
<b>Sottosistema</b>	<b>Stato di fatto</b>	<b>Scenario</b>	<b><math>\Delta</math> [%]</b>	
Emissione ( $\eta_{em}$ )	90,2	90,6	0,4	
Regolazione ( $\eta_{reg}$ )	85,6	96,2	12,4	
Distribuzione di utenza ( $\eta_{du}$ )	97,5	97,5	0,1	
Accumulo ( $\eta_s$ )	99,9	99,8	-0,1	
Distribuzione primaria ( $\eta_{dp}$ )	100,0	100,0	0,0	
Generazione ( $\eta_{gen,ut}$ )	95,2	104,0	9,3	
Generazione ( $\eta_{gen,p,nren}$ )	90,0	98,7	9,6	
Generazione ( $\eta_{gen,p,tot}$ )	89,9	98,6	9,6	

<b>Riscaldamento aeraulico (<math>H_{aer}</math>)</b>				
<b>Sottosistema</b>	<b>Stato di fatto</b>	<b>Scenario</b>	<b><math>\Delta</math> [%]</b>	
Distribuzione primaria ( $\eta_{dp}$ )	100,0	100,0	0,0	
Generazione ( $\eta_{gen,ut}$ )	85,0	85,0	0,0	
Generazione ( $\eta_{gen,p,nren}$ )	81,0	81,0	0,0	
Generazione ( $\eta_{gen,p,tot}$ )	81,0	81,0	0,0	

<b>Riscaldamento idronico ed aeraulico (<math>H</math>)</b>				
<b>Sottosistema</b>	<b>Stato di fatto</b>	<b>Scenario</b>	<b><math>\Delta</math> [%]</b>	
<b>Globale medio stagionale (<math>\eta_{g,p,nren}</math>)</b>	<b>128,7</b>	<b>146,0</b>	<b>13,4</b>	
<b>Globale medio stagionale (<math>\eta_{g,p,tot}</math>)</b>	<b>128,4</b>	<b>145,8</b>	<b>13,5</b>	
<b>Valore limite (<math>\eta_{lim}</math>)</b>	<b>122,0</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	

<b>Acqua calda sanitaria (<math>W</math>)</b>				
<b>Sottosistema</b>	<b>Stato di fatto</b>	<b>Scenario</b>	<b><math>\Delta</math> [%]</b>	
Erogazione ( $\eta_{er}$ )	100,0	100,0	0,0	
Distribuzione di utenza ( $\eta_{du}$ )	92,6	92,6	0,0	
Accumulo ( $\eta_s$ )	100,0	100,0	0,0	
Ricircolo ( $\eta_{ric}$ )	100,0	100,0	0,0	
Distribuzione primaria ( $\eta_{dp}$ )	100,0	100,0	0,0	
Generazione ( $\eta_{gen,ut}$ )	94,3	104,0	10,3	
Generazione ( $\eta_{gen,p,nren}$ )	89,3	98,7	10,5	
Generazione ( $\eta_{gen,p,tot}$ )	89,2	98,6	10,5	
<b>Globale medio stagionale (<math>\eta_{g,p,nren}</math>)</b>	<b>83,1</b>	<b>91,7</b>	<b>10,3</b>	
<b>Globale medio stagionale (<math>\eta_{g,p,tot}</math>)</b>	<b>82,9</b>	<b>91,5</b>	<b>10,4</b>	
<b>Valore limite (<math>\eta_{lim}</math>)</b>	<b>56,7</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	

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

Servizio	Stato di fatto	Scenario	$\Delta$ [%]	Valore limite
Riscaldamento (H)	203,10	125,83	-38,0	80,07
Raffrescamento (C)	30,18	35,50	17,6	18,17

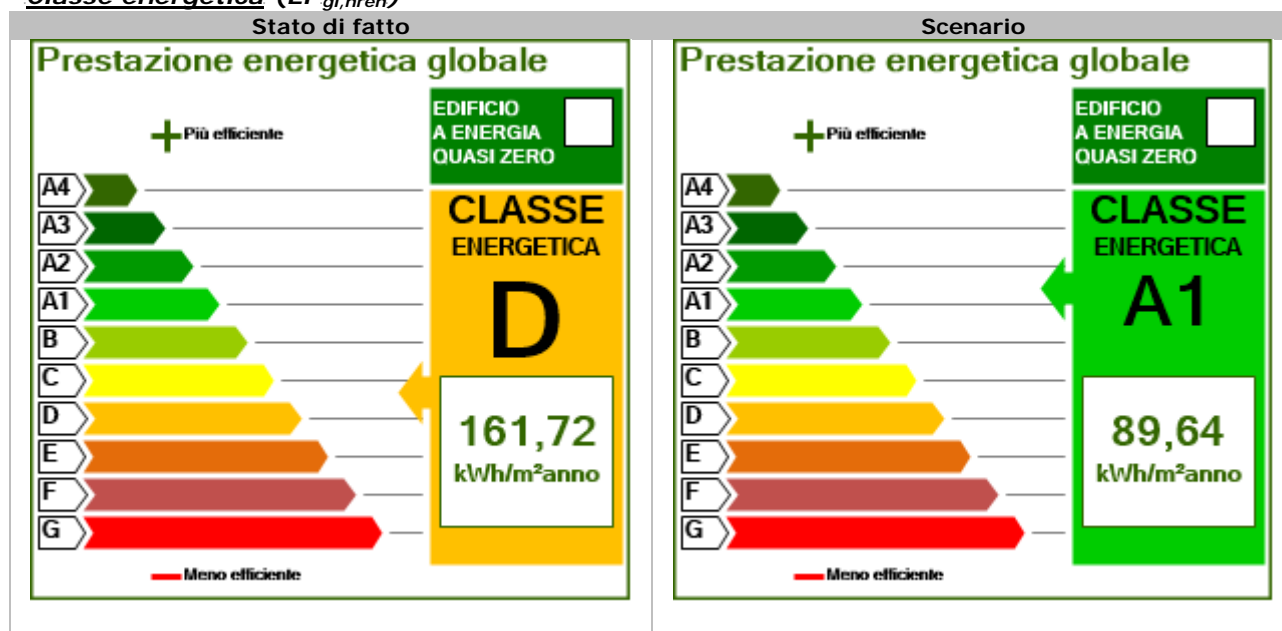
### Indici di prestazione energetica dell'edificio (EP) [ $kWh_p/m^2$ ]

Non rinnovabile ( $EP_{nren}$ )			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	$\Delta$ [%]
Riscaldamento (H)	157,75	86,19	-45,4
Acqua calda sanitaria (W)	0,04	0,03	-9,4
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,10	0,09	-12,8
Illuminazione (L)	3,82	3,33	-13,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
<b>Globale (GI)</b>	<b>161,72</b>	<b>89,64</b>	<b>-44,6</b>

Rinnovabile ( $EP_{ren}$ )			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	$\Delta$ [%]
Riscaldamento (H)	0,40	0,11	-71,5
Acqua calda sanitaria (W)	0,00	0,00	-35,6
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,53	0,53	0,7
Illuminazione (L)	19,28	19,41	0,7
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
<b>Globale (GI)</b>	<b>20,20</b>	<b>20,06</b>	<b>-0,7</b>

Totale ( $EP_{tot}$ )			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	$\Delta$ [%]
Riscaldamento (H)	158,15	86,31	-45,4
Acqua calda sanitaria (W)	0,04	0,03	-9,4
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,63	0,62	-1,5
Illuminazione (L)	23,10	22,74	-1,6
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
<b>Globale (GI)</b>	<b>181,92</b>	<b>109,70</b>	<b>-39,7</b>
<b>Valore limite (<math>EP_{gl,tot,lim}</math>)</b>	<b>111,06</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

### 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	$\Delta$ [%]	Valore minimo
Riscaldamento (H)	0,3	0,1	-39,9	-
Acqua calda sanitaria (W)	0,3	0,2	-37,3	50
Raffrescamento (C)	0,0	0,0	0,0	-
Globale (H + W + C)	0,3	0,1	-39,9	20 / 35 / 50
Ventilazione (V)	83,7	85,5	2,3	-
Illuminazione (L)	83,5	85,4	2,3	-
Trasporto (T)	0,0	0,0	0,0	-
Globale (GI)	11,1	18,3	64,8	-

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<sub>CO2</sub>) [kg]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	$\Delta$ [%]
Riscaldamento (H)	69147,06	37777,91	-45,4
Acqua calda sanitaria (W)	16,36	14,83	-9,4
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	53,15	46,35	-12,8
Illuminazione (L)	1976,11	1719,33	-13,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (GI)	71192,69	39558,42	-44,4

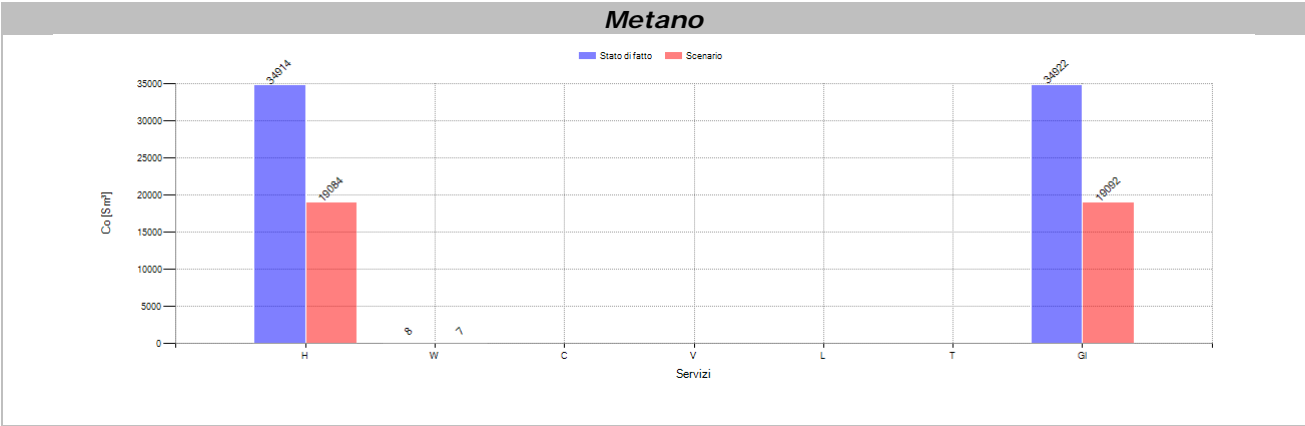
#### Legenda:

Co	Consumo
Em	Emissioni
EP <sub>nd</sub>	Indice di prestazione termica
EP <sub>nren</sub>	Indice di prestazione energetica non rinnovabile
EP <sub>ren</sub>	Indice di prestazione energetica rinnovabile
EP <sub>tot</sub>	Indice di prestazione energetica totale
$\eta_{ut}$	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

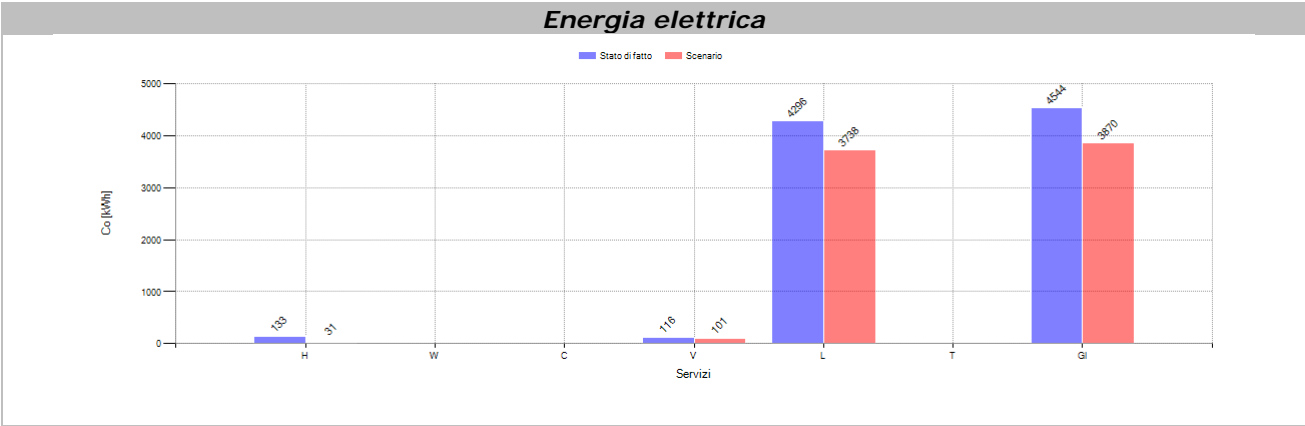
### Grafici

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 ( $\theta_e$ ), 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

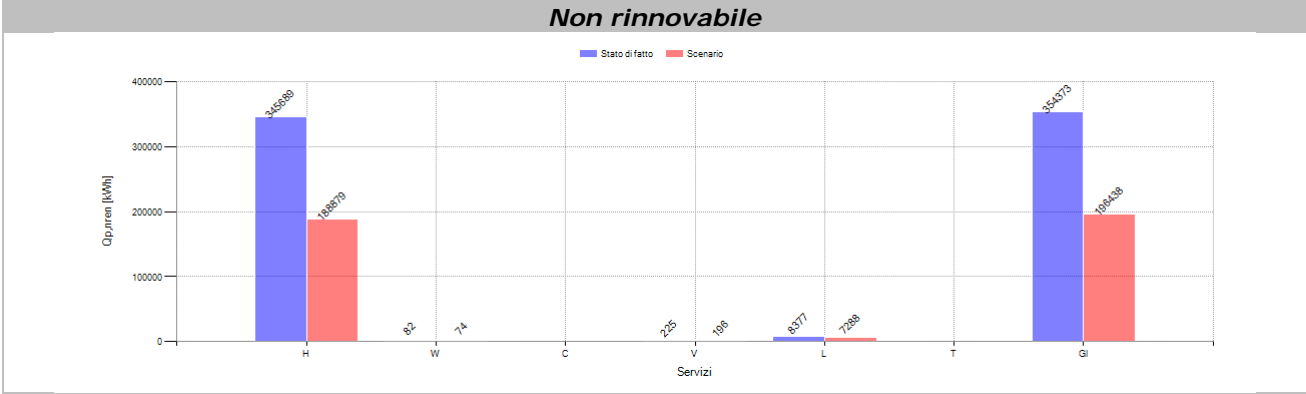


Servizio	Co <sub>in</sub> [ Sm³]	Co <sub>fin</sub> [ Sm³]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	34914	19084	-45,3
Acqua calda sanitaria (W)	8	7	-9,3
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	0	0	0,0
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (GI)	34922	19092	-45,3

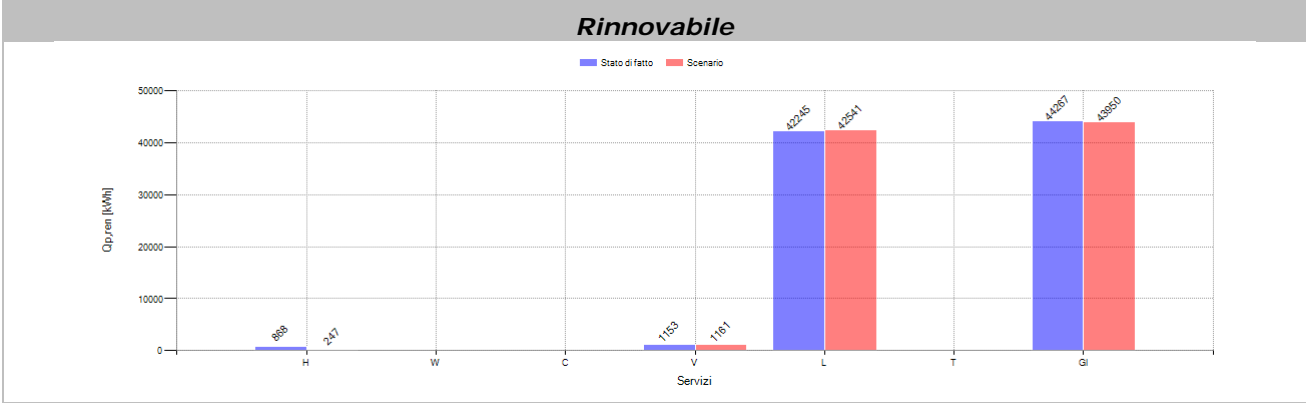


Servizio	Co <sub>in</sub> [ kWh]	Co <sub>fin</sub> [ kWh]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	133	31	-76,4
Acqua calda sanitaria (W)	0	0	0,0
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	116	101	-12,8
Illuminazione (L)	4296	3738	-13,0
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (GI)	4544	3870	-14,8

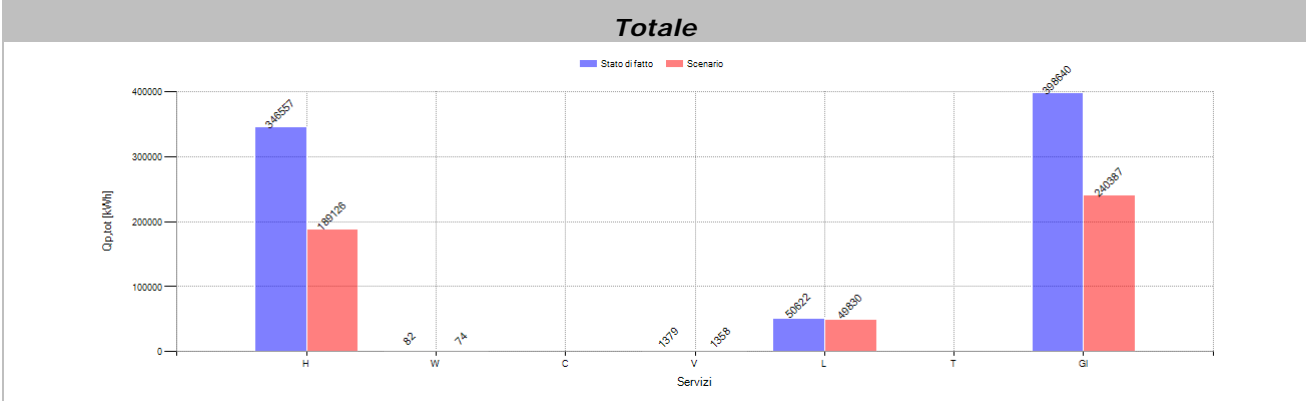
Consumi di energia primaria



Servizio	Q <sub>p,nren,in</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	Q <sub>p,nren,fin</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	345689	188879	-45,4
Acqua calda sanitaria (W)	82	74	-9,4
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	225	196	-12,8
Illuminazione (L)	8377	7288	-13,0
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (GI)	354373	196438	-44,6

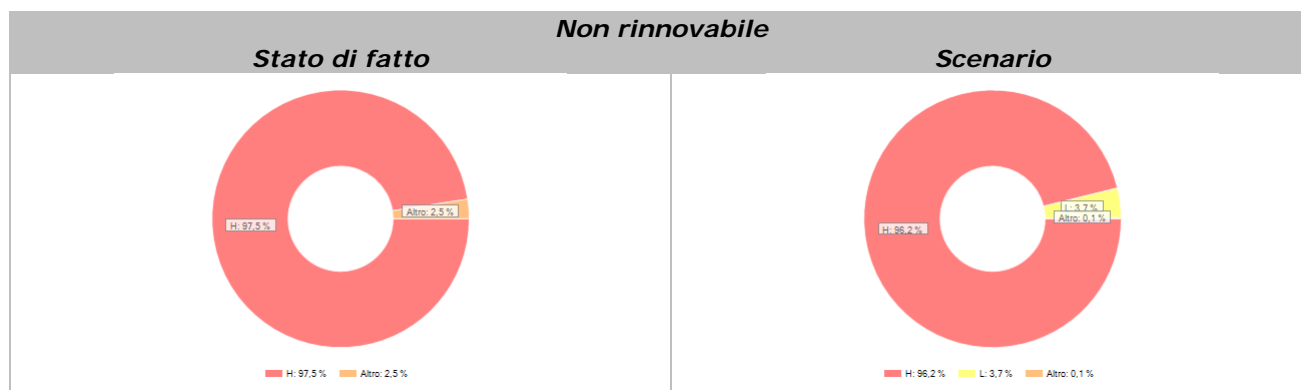


Servizio	Q <sub>p,ren,in</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	Q <sub>p,ren,fin</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	868	247	-71,5
Acqua calda sanitaria (W)	0	0	0,0
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	1153	1161	0,7
Illuminazione (L)	42245	42541	0,7
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (GI)	44267	43950	-0,7

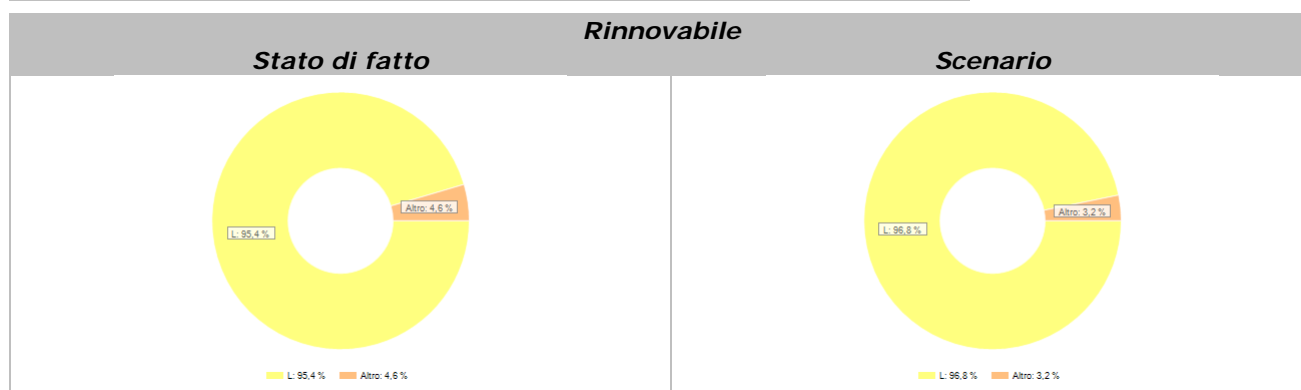


Servizio	Q <sub>p,tot,in</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	Q <sub>p,tot,fin</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	346557	189126	-45,4
Acqua calda sanitaria (W)	82	74	-9,4
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	1379	1358	-1,5
Illuminazione (L)	50622	49830	-1,6
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (GI)	398640	240387	-39,7

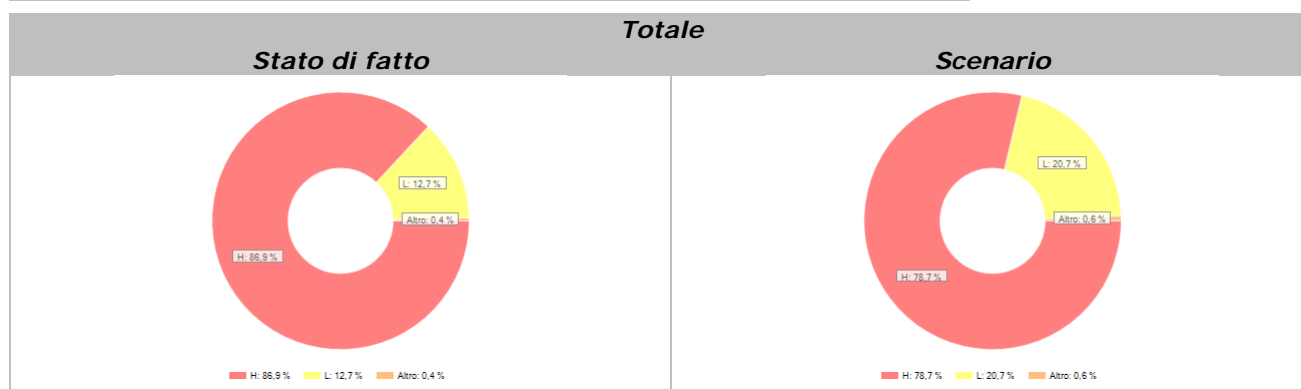
### Suddivisione dell'energia primaria globale per servizio



Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q <sub>p,ren</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	%	Q <sub>p,ren</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	%
Riscaldamento (H)	345689	97,5	188879	96,2
Acqua calda sanitaria (W)	82	0,0	74	0,0
Raffrescamento (C)	0	0,0	0	0,0
Ventilazione (V)	225	0,1	196	0,1
Illuminazione (L)	8377	2,4	7288	3,7
Trasporto (T)	0	0,0	0	0,0
<b>Globale (GI)</b>	<b>354373</b>	<b>100,0</b>	<b>196438</b>	<b>100,0</b>

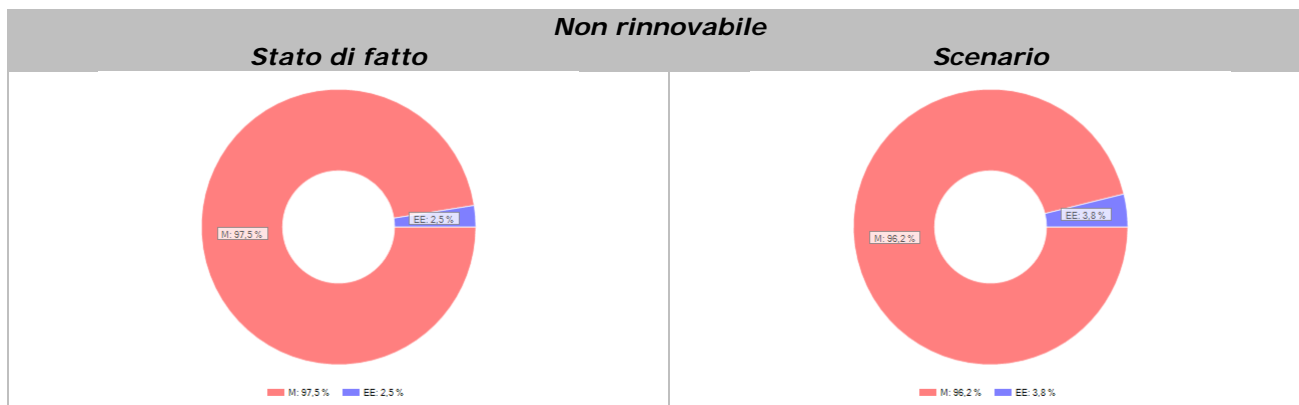


Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q <sub>p,ren</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	%	Q <sub>p,ren</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	%
Riscaldamento (H)	868	2,0	247	0,6
Acqua calda sanitaria (W)	0	0,0	0	0,0
Raffrescamento (C)	0	0,0	0	0,0
Ventilazione (V)	1153	2,6	1161	2,6
Illuminazione (L)	42245	95,4	42541	96,8
Trasporto (T)	0	0,0	0	0,0
<b>Globale (GI)</b>	<b>44266</b>	<b>100,0</b>	<b>43949</b>	<b>100,0</b>

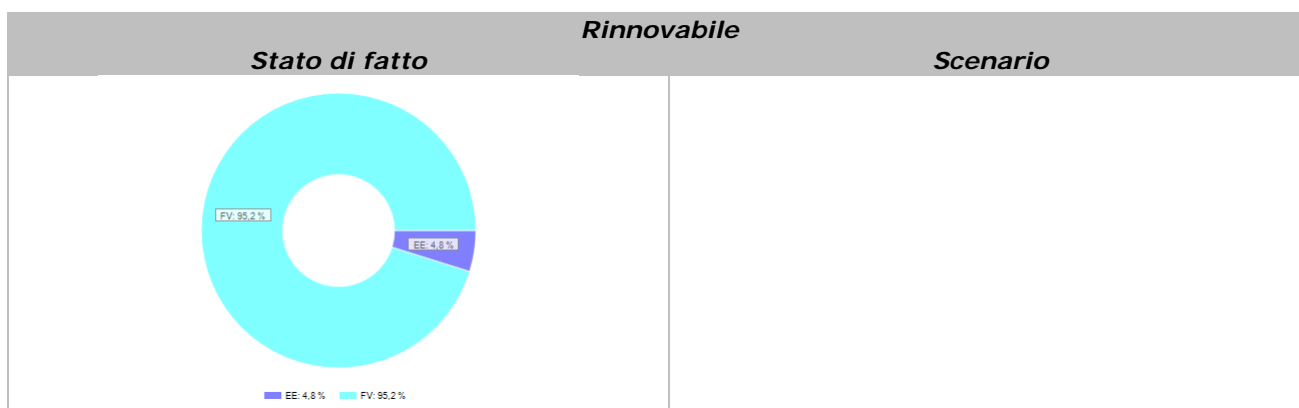


Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q <sub>p,tot</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	%	Q <sub>p,tot</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	%
Riscaldamento (H)	346557	86,9	189126	78,7
Acqua calda sanitaria (W)	82	0,0	74	0,0
Raffrescamento (C)	0	0,0	0	0,0
Ventilazione (V)	1379	0,3	1358	0,6
Illuminazione (L)	50622	12,7	49830	20,7
Trasporto (T)	0	0,0	0	0,0
<b>Globale (GI)</b>	<b>398640</b>	<b>100,0</b>	<b>240387</b>	<b>100,0</b>

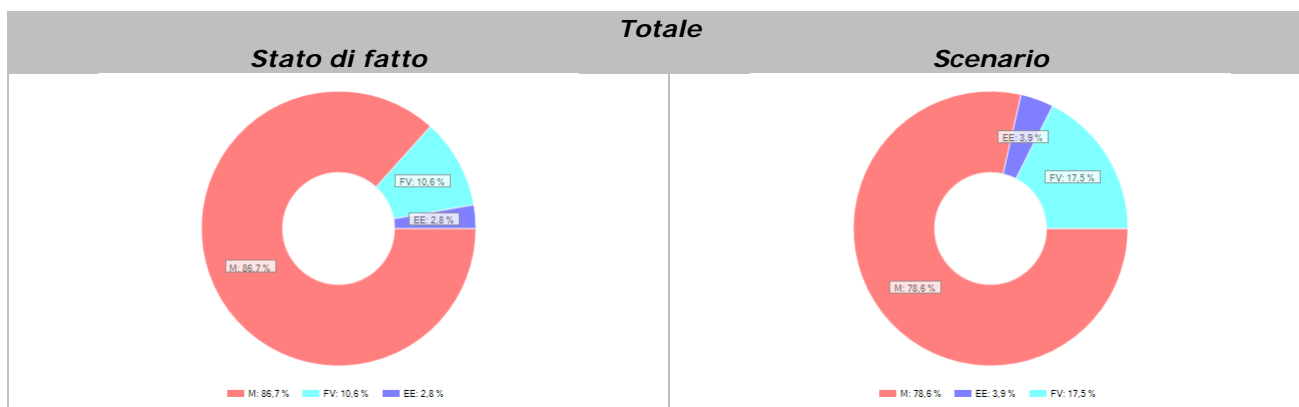
### Suddivisione dell'energia primaria globale per vettore energetico



Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q <sub>p,nren</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	%	Q <sub>p,nren</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	%
Metano (M)	345511	97,5	188892	96,2
Energia elettrica (EE)	8862	2,5	7546	3,8
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
<b>Totale</b>	<b>354373</b>	<b>100,0</b>	<b>196438</b>	<b>100,0</b>



Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q <sub>p,ren</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	%	Q <sub>p,ren</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	%
Metano (M)	0	0,0	0	0,0
Energia elettrica (EE)	2136	4,8	1819	4,1
Solare termico (ST)	0	0,0	0	0,0
Solare fotovoltaico (FV)	42131	95,2	42131	95,9
Ambiente esterno (pompa di calore) (A)	0	0,0	0	0,0
<b>Totale</b>	<b>44267</b>	<b>100,0</b>	<b>43950</b>	<b>100,0</b>



Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q <sub>p,tot</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	%	Q <sub>p,tot</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	%
Metano (M)	345511	86,7	188892	78,6
Energia elettrica (EE)	10998	2,8	9365	3,9
Solare termico (ST)	0	0,0	0	0,0
Solare fotovoltaico (FV)	42131	10,6	42131	17,5
Ambiente esterno (pompa di calore) (A)	0	0,0	0	0,0
<b>Totale</b>	<b>398640</b>	<b>100,0</b>	<b>240387</b>	<b>100,0</b>

## 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 <sub>in,tot</sub> [€]	t <sub>calc</sub> [anni]	VAN <sub>op</sub> [€]
1	<i>Isolamento a cappotto</i>	76564,61	20	79003,78
2	<i>Sostituzione generatore di calore e installazione valvole termostatiche</i>	41780,00	20	22079,66
3	<i>Scenario 1 + Scenario 2</i>	118344,61	20	81209,38

### Legenda:

C <sub>in,tot</sub>	Costo totale iniziale
t <sub>calc</sub>	Periodo di calcolo considerato
VAN <sub>op</sub>	Valore attuale netto dell'operazione

## 7.1 Isolamento a cappotto

### 7.1.1 Dati generali

#### Dati generali

Tasso di interesse di mercato	R	4,00	%
Tasso di inflazione	R <sub>i</sub>	1,00	%
Tasso di interesse reale	R <sub>r</sub>	2,97	%
Durata del calcolo	t <sub>calc</sub>	20	Anni

#### Detrazioni

Percentuale di detrazione	p <sub>det</sub>	Non valutata al momento	%
Numero di rate	n <sub>rate, det</sub>	-	-

### 7.1.2 Costi iniziali

#### Componenti

Componente	t <sub>vita</sub> [anni]	UM	C <sub>in</sub> [€/UM]	Q <sub>ta</sub> [UM]	C <sub>in</sub> [€]	Detraibile
Pannello polistirene espanso 35 kg/m <sup>3</sup> - spessore 10cm	40	Al m <sup>2</sup>	85,00	900,76	76564,61	Si

#### Legenda:

t <sub>vita</sub>	Durata di vita del singolo componente
C <sub>in</sub>	Costo unitario iniziale del singolo componente
Q <sub>ta</sub>	Quantità del singolo componente
C <sub>in</sub>	Costo totale iniziale del singolo componente

#### Valutazione economica preliminare

Costo totale iniziale	C <sub>toti, in</sub>	76564,61	€
Costo totale iniziale detraibile	C <sub>toti, in, det</sub>	76564,61	€
Ricavo nominale annuo per risparmio energetico	R <sub>risp</sub>	9772,54	€/anno
Ricavo nominale annuo per detrazioni periodiche	R <sub>det</sub>	0,00	€/anno
Tempo di ritorno semplice (con detrazioni)	t <sub>r, det</sub>	8	Anni
Tempo di ritorno semplice (senza detrazioni)	t <sub>r</sub>	8	anni

### 7.1.3 Costi in esercizio

#### Costi periodici di manutenzione

Componente	t <sub>vita</sub> [anni]	C <sub>in</sub> [€]	p <sub>man</sub> [%]	C <sub>man</sub> [€]	t <sub>man</sub> [anni]	f <sub>p, v, man</sub> [-]	C <sub>man, att</sub> [€]
Pannello polistirene espanso 35 kg/m <sup>3</sup> - spessore 10cm	40	76564,61	1,0	765,65	20	14,92	11422,22

#### Legenda:

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

#### Costi di sostituzione

Componente	t <sub>vita</sub> [anni]	n <sub>sost</sub> [-]	UM	C <sub>sost</sub> [€/UM]	C <sub>sost</sub> [€]	C <sub>sost, att</sub> [€]
Pannello polistirene espanso 35 kg/m <sup>3</sup> - spessore 10cm	40	0	Al m <sup>2</sup>	85,00	76564,61	0,00

#### Legenda:

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

C<sub>sost,att</sub> Costo totale di sostituzione attualizzato del singolo componente

### Costi finali di smaltimento

Componente	t <sub>vita</sub> [anni]	n <sub>sost</sub> [-]	t <sub>smal</sub> [anno]	C <sub>in</sub> [€]	p <sub>smal</sub> [%]	k <sub>smal</sub> [%]	C <sub>smal</sub> [€]	R <sub>d,smal</sub> [%]	C <sub>smal,att</sub> [€]
Pannello polistirene espanso 35 kg/m <sup>3</sup> - spessore 10cm	40	0	40	76564,61	1,0	50,0	382,82	31,0	118,72

#### Legenda:

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

## 7.1.4 Ricavi in esercizio

### Ricavi periodici da risparmio energetico

Servizio	R <sub>risp</sub> [€]	t <sub>risp</sub> [anni]	f <sub>pv,risp</sub> [-]	R <sub>risp,att</sub> [€]
Riscaldamento	9692,86	20	14,92	144602,10
Acqua calda sanitaria	0,00	20	14,92	0,01
Raffrescamento	0,00	20	14,92	0,00
Ventilazione	2,06	20	14,92	30,70
Illuminazione	77,62	20	14,92	1157,92
Trasporto	0,00	20	14,92	0,00
Globale	9772,54	20	14,92	145790,73

#### Legenda:

R <sub>risp</sub>	Ricavo nominale annuo per il risparmio relativo al singolo servizio
t <sub>risp</sub>	Annualità considerate per il risparmio relativo singolo servizio
f <sub>pv,risp</sub>	Tasso di capitalizzazione del risparmio relativo al singolo servizio
R <sub>risp,att</sub>	Ricavo totale attualizzato per il risparmio relativo al singolo servizio

### Ricavi finali per valore residuo dei componenti

Componente	t <sub>vita</sub> [anni]	n <sub>sost</sub> [-]	C <sub>in</sub> [€]	t <sub>uso</sub> [anni]	R <sub>fin</sub> [€]	t <sub>fin</sub> [anno]	R <sub>d,fin</sub> [%]	R <sub>fin,att</sub> [€]
Pannello polistirene espanso 35 kg/m <sup>3</sup> - spessore 10cm	40	0	76564,61	20	38282,30	20	55,7	21318,60

#### Legenda:

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

### Ricavi da detrazioni periodiche

Costo totale iniziale detraibile	C <sub>in,tot,det</sub>	76564,61	€
Ricavo nominale annuo da detrazioni periodiche	R <sub>det</sub>	0,00	€
Annualità considerate per la detrazione	t <sub>det</sub>	0	anni
Tasso di capitalizzazione della detrazione	f <sub>pv,det</sub>	0,00	-
Ricavo totale attualizzato da detrazioni periodiche	R <sub>det,att</sub>	0,00	€

## 7.1.5 Risultati

### Costi in esercizio

Costi periodici di manutenzione totali attualizzati	C <sub>man,att</sub>	11422,22	€
Costi di sostituzione totali attualizzati	C <sub>sost,att</sub>	0,00	€
Costi finali di smaltimento totali attualizzati	C <sub>smal,att</sub>	118,72	€
Altri costi periodici totali attualizzati	C <sub>per,att</sub>	0,00	€
Altri costi una tantum totali attualizzati	C <sub>ut,att</sub>	0,00	€

### **Ricavi in esercizio**

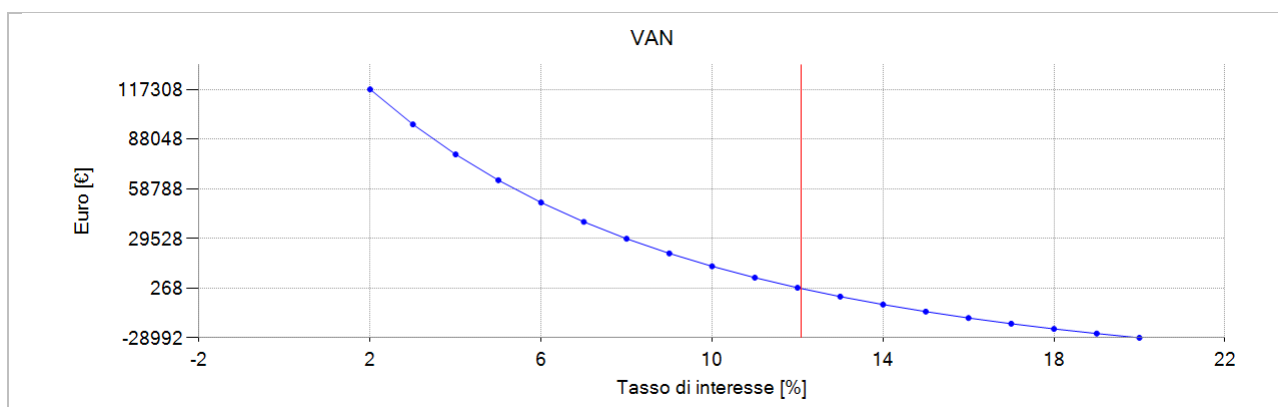
Ricavi periodici da risparmio energetico totali attualizzati	$R_{risp,att}$	145790,73	€
Ricavi finali per valore residuo dei componenti totali attualizzati	$R_{fin,att}$	21318,60	€
Ricavi da detrazioni periodiche totali attualizzati	$R_{det,att}$	0,00	€
Altri ricavi periodici totali attualizzati	$R_{per,att}$	0,00	€
Altri ricavi una tantum totali attualizzati	$R_{ut,att}$	0,00	€

### **Risultati**

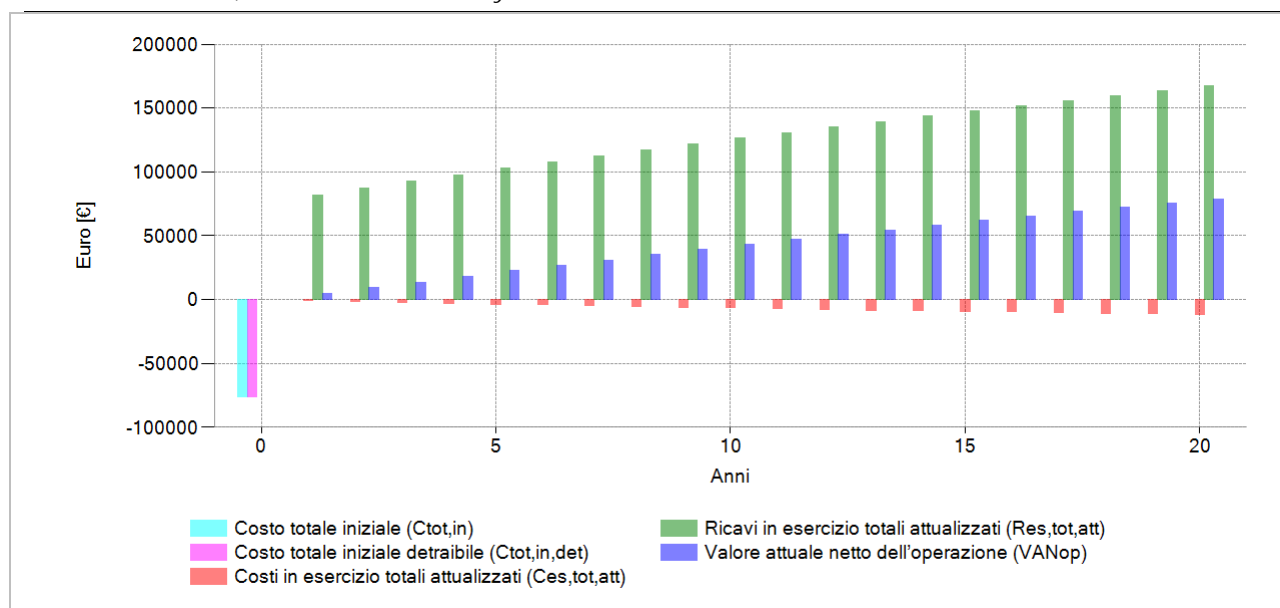
Costo totale iniziale	$C_{in,tot}$	76564,61	€
Costo totale iniziale detraibile	$C_{in,tot,det}$	76564,61	€
Costi in esercizio totali attualizzati	$C_{es,tot,att}$	11540,94	€
Ricavi in esercizio totali attualizzati	$R_{es,tot,att}$	167109,33	€
Valore attuale netto dell'operazione	$VAN_{op}$	79003,78	€
Annualità considerate nell'operazione	$t_{op}$	20	Anni
Tasso di capitalizzazione dell'operazione	$f_{pv,op}$	14,92	-
Equivalente annuale dell'operazione	$a_{op}$	5295,72	€

### **Indicatori economici aggiuntivi**

Tempo di ritorno effettivo dell'investimento	$t_{r,eff}$	1,00	Anni
Tasso interno di rendimento	TIR	12,0923	%
Indice di profitto	IP	1,03	-



## **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 <sub>i</sub>	1,00	%
Tasso di interesse reale	R <sub>r</sub>	2,97	%
Durata del calcolo	t <sub>calc</sub>	20	Anni

#### Detrazioni

Percentuale di detrazione	p <sub>det</sub>	Non valutata al momento	%
Numero di rate	n <sub>rate, det</sub>	-	-

### 7.2.2 Costi iniziali

#### Componenti

Componente	t <sub>vita</sub> [anni]	UM	C <sub>in</sub> [€/UM]	Q <sub>ta</sub> [UM]	C <sub>in</sub> [€]	Detraibile
Caldaia - a condensazione	20	Al pezzo	41000,00	1,00	41000,00	Si
Valvola - Termostatica	20	Al pezzo	65,00	12,00	780,00	Si

#### Legenda:

t <sub>vita</sub>	Durata di vita del singolo componente
C <sub>in</sub>	Costo unitario iniziale del singolo componente
Q <sub>ta</sub>	Quantità del singolo componente
C <sub>in</sub>	Costo totale iniziale del singolo componente

#### Valutazione economica preliminare

Costo totale iniziale	C <sub>toti, in</sub>	41780,00	€
Costo totale iniziale detraibile	C <sub>toti, in, det</sub>	41780,00	€
Ricavo nominale annuo per risparmio energetico	R <sub>risp</sub>	4729,58	€/anno
Ricavo nominale annuo per detrazioni periodiche	R <sub>det</sub>	0,00	€/anno
Tempo di ritorno semplice (con detrazioni)	t <sub>r, det</sub>	9	Anni
Tempo di ritorno semplice (senza detrazioni)	t <sub>r</sub>	9	anni

### 7.2.3 Costi in esercizio

#### Costi periodici di manutenzione

Componente	t <sub>vita</sub> [anni]	C <sub>in</sub> [€]	p <sub>man</sub> [%]	C <sub>man</sub> [€]	t <sub>man</sub> [anni]	f <sub>pv, man</sub> [-]	C <sub>man, att</sub> [€]
Caldaia - a condensazione	20	41000,00	1,0	410,00	20	14,92	6116,55
Valvola - Termostatica	20	780,00	1,0	7,80	20	14,92	116,36

#### Legenda:

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

#### Costi di sostituzione

Componente	t <sub>vita</sub> [anni]	n <sub>sost</sub> [-]	UM	C <sub>sost</sub> [€/UM]	C <sub>sost</sub> [€]	C <sub>sost, att</sub> [€]
Caldaia - a condensazione	20	0	Al pezzo	12000,00	12000,00	0,00
Valvola - Termostatica	20	0	Al pezzo	35,00	420,00	0,00

#### Legenda:

t <sub>vita</sub>	Durata di vita del singolo componente
n <sub>sost</sub>	Numero di sostituzioni del singolo componente
C <sub>sost</sub>	Costo unitario di sostituzione del singolo componente (comprensivo di smaltimento)
C <sub>sost</sub>	Costo totale di sostituzione nominale del singolo componente
t <sub>sost, k</sub>	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	41000,00	2,0	100,0	820,00	55,7	456,64
Valvola - Termostatica	20	0	20	780,00	2,0	100,0	15,60	55,7	8,69

#### 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	4629,41	20	14,92	69063,39
Acqua calda sanitaria	0,64	20	14,92	9,47
Raffrescamento	0,00	20	14,92	0,00
Ventilazione	2,57	20	14,92	38,31
Illuminazione	96,98	20	14,92	1446,73
Trasporto	0,00	20	14,92	0,00
Globale	4729,58	20	14,92	70557,90

#### 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	41000,00	20	0,00	20	55,7	0,00
Valvola - Termostatica	20	0	780,00	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	$C_{in,tot,det}$	41780,00	€
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	$C_{man,att}$	6232,91	€
Costi di sostituzione totali attualizzati	$C_{sost,att}$	0,00	€
Costi finali di smaltimento totali attualizzati	$C_{smal,att}$	465,33	€

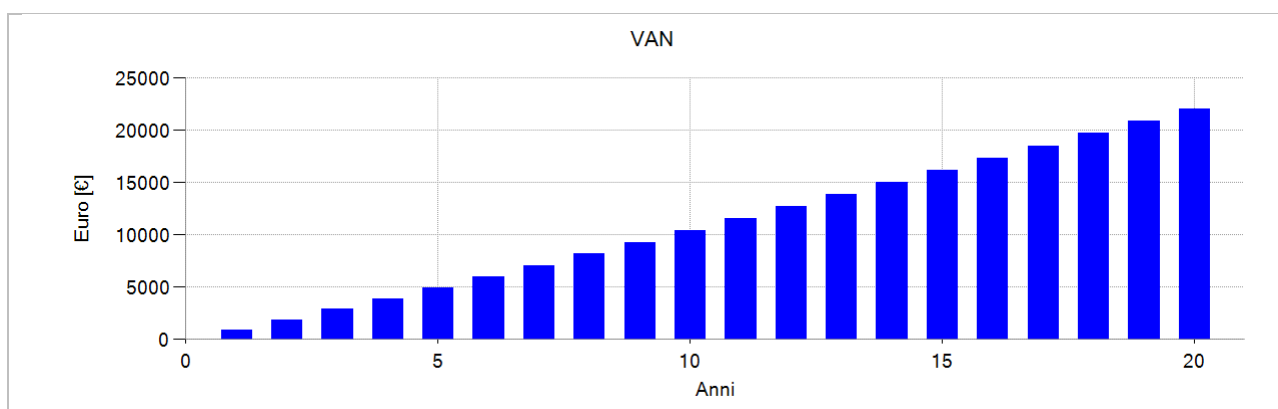
Altri costi periodici totali attualizzati	$C_{per,att}$	0,00	€
Altri costi una tantum totali attualizzati	$C_{ut,att}$	0,00	€

### Ricavi in esercizio

Ricavi periodici da risparmio energetico totali attualizzati	$R_{risp,att}$	70557,90	€
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	€

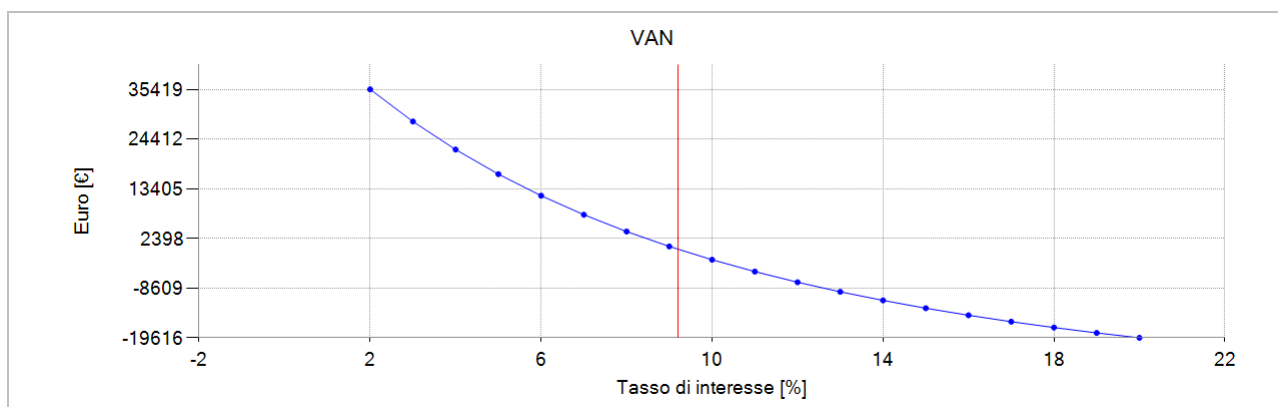
### Risultati

Costo totale iniziale	$C_{in,tot}$	41780,00	€
Costo totale iniziale detraibile	$C_{in,tot,det}$	41780,00	€
Costi in esercizio totali attualizzati	$C_{es,tot,att}$	6698,24	€
Ricavi in esercizio totali attualizzati	$R_{es,tot,att}$	70557,90	€
Valore attuale netto dell'operazione	$VAN_{op}$	22079,66	€
Annualità considerate nell'operazione	$t_{op}$	20	Anni
Tasso di capitalizzazione dell'operazione	$f_{pv,op}$	14,92	-
Equivalente annuale dell'operazione	$a_{op}$	1480,03	€

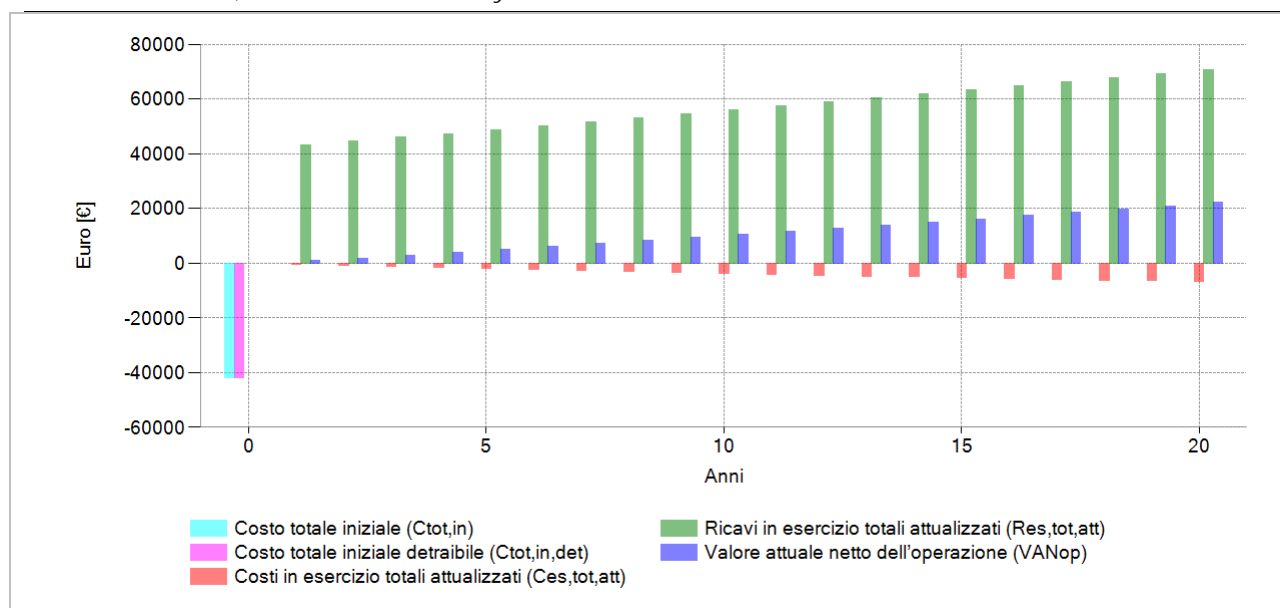


### Indicatori economici aggiuntivi

Tempo di ritorno effettivo dell'investimento	$t_{r,eff}$	1,00	Anni
Tasso interno di rendimento	TIR	9,2022	%
Indice di profitto	IP	0,53	-



## 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 <sub>i</sub>	1,00	%
Tasso di interesse reale	R <sub>r</sub>	2,97	%
Durata del calcolo	t <sub>calc</sub>	20	Anni

#### Detrazioni

Percentuale di detrazione	p <sub>det</sub>	Non valutata al momento	%
Numero di rate	n <sub>rate, det</sub>	-	-

### 7.3.2 Costi iniziali

#### Componenti

Componente	t <sub>vita</sub> [anni]	UM	C <sub>in</sub> [€/UM]	Q <sub>ta</sub> [UM]	C <sub>in</sub> [€]	Detraibile
Pannello polistirene espanso 35 kg/m <sup>3</sup> - spessore 12cm	40	Al m <sup>2</sup>	85,00	900,76	76564,61	Si
Caldaia - a condensazione	20	Al pezzo	41000,00	1,00	41000,00	Si
Valvola - Termostatica	20	Al pezzo	65,00	12,00	780,00	Si

#### Legenda:

t <sub>vita</sub>	Durata di vita del singolo componente
C <sub>in</sub>	Costo unitario iniziale del singolo componente
Q <sub>ta</sub>	Quantità del singolo componente
C <sub>in</sub>	Costo totale iniziale del singolo componente

#### Valutazione economica preliminare

Costo totale iniziale	C <sub>toti, in</sub>	118344,61	€
Costo totale iniziale detraibile	C <sub>toti, in, det</sub>	118344,61	€
Ricavo nominale annuo per risparmio energetico	R <sub>risp</sub>	13154,34	€/anno
Ricavo nominale annuo per detrazioni periodiche	R <sub>det</sub>	0,00	€/anno
Tempo di ritorno semplice (con detrazioni)	t <sub>r, det</sub>	9	Anni
Tempo di ritorno semplice (senza detrazioni)	t <sub>r</sub>	9	anni

### 7.3.3 Costi in esercizio

#### Costi periodici di manutenzione

Componente	t <sub>vita</sub> [anni]	C <sub>in</sub> [€]	p <sub>man</sub> [%]	C <sub>man</sub> [€]	t <sub>man</sub> [anni]	f <sub>p, man</sub> [-]	C <sub>man, att</sub> [€]
Pannello polistirene espanso 35 kg/m <sup>3</sup> - spessore 12cm	40	76564,61	1,0	765,65	20	14,92	11422,22
Caldaia - a condensazione	20	41000,00	1,0	410,00	20	14,92	6116,55
Valvola - Termostatica	20	780,00	1,0	7,80	20	14,92	116,36

#### Legenda:

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

#### Costi di sostituzione

Componente	t <sub>vita</sub> [anni]	n <sub>sost</sub> [-]	UM	C <sub>sost</sub> [€/UM]	C <sub>sost</sub> [€]	C <sub>sost, att</sub> [€]
Pannello polistirene espanso 35 kg/m <sup>3</sup> - spessore 12cm	40	0	Al m <sup>2</sup>	85,00	76564,61	0,00
Caldaia - a condensazione	20	0	Al pezzo	40000,00	40000,00	0,00
Valvola - Termostatica	20	0	Al pezzo	35,00	420,00	0,00

#### Legenda:

t <sub>vita</sub>	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]	$C_{in}$ [€]	$p_{smal}$ [%]	$k_{smal}$ [%]	$C_{smal}$ [€]	$R_{d,smal}$ [%]	$C_{smal,att}$ [€]
Pannello polistirene espanso 35 kg/m <sup>3</sup> - spessore 12cm	40	0	40	76564,61	1,0	50,0	382,82	31,0	118,72
Caldaia - a condensazione	20	0	20	41000,00	1,0	100,0	410,00	55,7	228,32
Valvola - Termostatica	20	0	20	780,00	1,0	100,0	7,80	55,7	4,34

#### 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	13010,45	20	14,92	194095,34
Acqua calda sanitaria	0,64	20	14,92	9,48
Raffrescamento	0,00	20	14,92	0,00
Ventilazione	3,70	20	14,92	55,13
Illuminazione	139,56	20	14,92	2081,95
Trasporto	0,00	20	14,92	0,00
Globale	13154,34	20	14,92	196241,90

#### 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]	$R_{d,fin}$ [%]	$R_{fin,att}$ [€]
Pannello polistirene espanso 35 kg/m <sup>3</sup> - spessore 12cm	40	0	76564,61	20	38282,30	20	55,7	21318,60
Caldaia - a condensazione	20	0	41000,00	20	0,00	20	55,7	0,00
Valvola - Termostatica	20	0	780,00	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	$C_{in,tot,det}$	118344,61	€
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

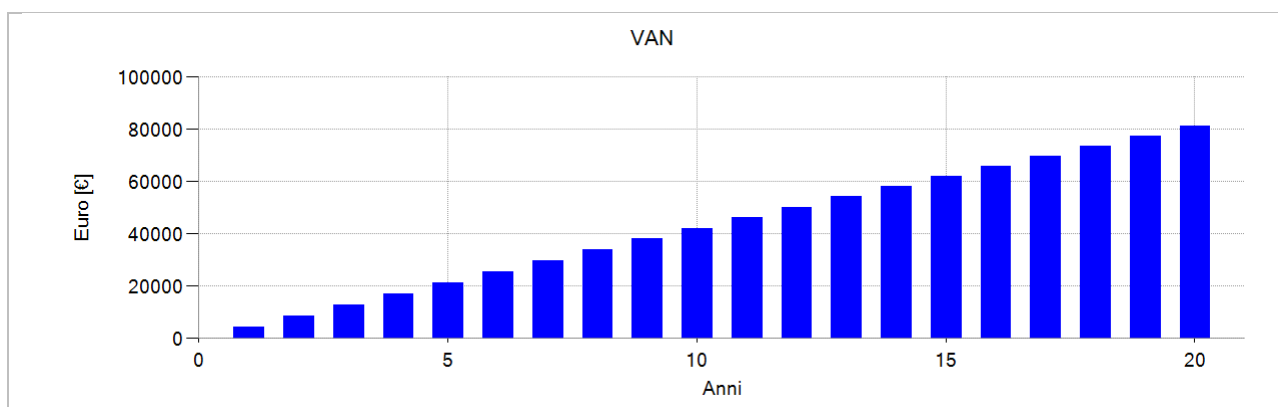
Costi periodici di manutenzione totali attualizzati	$C_{man,att}$	17655,14	€
Costi di sostituzione totali attualizzati	$C_{sost,att}$	0,00	€
Costi finali di smaltimento totali attualizzati	$C_{smal,att}$	351,38	€
Altri costi periodici totali attualizzati	$C_{per,att}$	0,00	€
Altri costi una tantum totali attualizzati	$C_{ut,att}$	0,00	€

#### Ricavi in esercizio

Ricavi periodici da risparmio energetico totali attualizzati	$R_{risp,att}$	196241,90	€
Ricavi finali per valore residuo dei componenti totali attualizzati	$R_{fin,att}$	21318,60	€
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	€

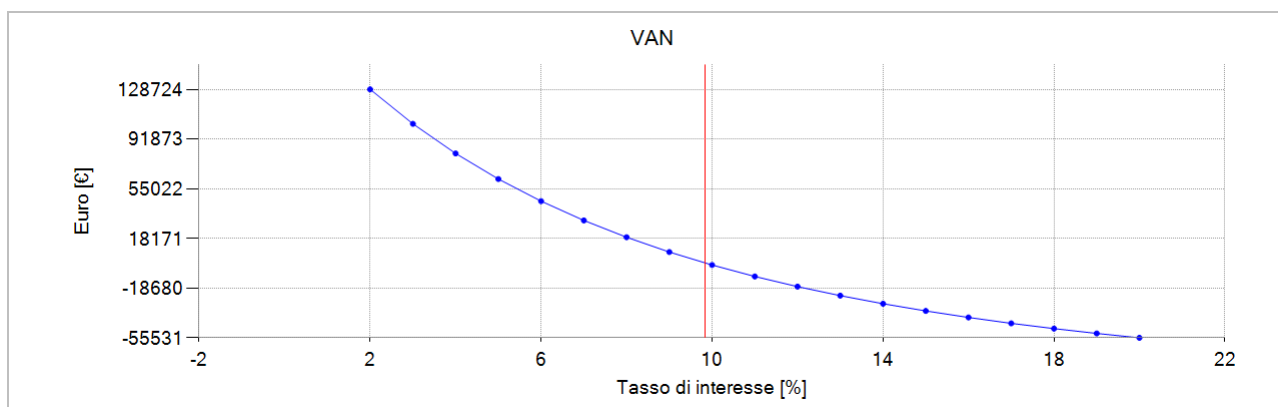
#### Risultati

Costo totale iniziale	$C_{in,tot}$	118344,61	€
Costo totale iniziale detraibile	$C_{in,tot,det}$	118344,61	€
Costi in esercizio totali attualizzati	$C_{es,tot,att}$	18006,52	€
Ricavi in esercizio totali attualizzati	$R_{es,tot,att}$	217560,51	€
Valore attuale netto dell'operazione	$VAN_{op}$	81209,38	€
Annualità considerate nell'operazione	$t_{op}$	20	Anni
Tasso di capitalizzazione dell'operazione	$f_{pv,op}$	14,92	-
Equivalente annuale dell'operazione	$a_{op}$	5443,57	€



#### Indicatori economici aggiuntivi

Tempo di ritorno effettivo dell'investimento	$t_{r,eff}$	1,00	Anni
Tasso interno di rendimento	TIR	9,8340	%
Indice di profitto	IP	0,69	-



### 7.3.6 Grafico dei flussi di cassa

