

ARCHITETTO DE PEDRO FABIO
VIA CASTAGNETO 13 - 25050 PASPARDO BS

ALLEGATO 1
Diagnosi energetica

Incudine (BS) - Piazza G. Marconi

18/06/2025

PROGETTO ESECUTIVO: RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA COMPLESSO EDILIZIO COMUNALE
ADIBITO A MUNICIPIO E SERVIZI CORRELATI

COMMITTENTE:
Comune di Incudine

PROGETTISTA:
Arch. De Pedro Fabio

RELAZIONE DI DIAGNOSI ENERGETICA

(rapporto finale)

secondo UNI CEI EN 16247-1-2

Committente

Nome *Comune di Incudine*
Indirizzo *Piazza Guglielmo Marconi n.16 - Incudine (BS)*

Edificio / condominio

Descrizione *Palazzo comunale*
Indirizzo *Piazza Guglielmo Marconi n.16 - Incudine (BS)*

Studio tecnico

Nome *ARCH. DE PEDRO FABIO*
Indirizzo *VIA CASTAGNETO N. 13 - PASPARDO (BS)*

SOMMARIO

1	Premessa
2	Sintesi della diagnosi energetica
3	Generalità ed impostazioni di calcolo
4	Analisi energetica dell'edificio
4.1	Dati climatici (calcolo mensile)
4.2	Caratteristiche del fabbricato (calcolo mensile)
4.2.1	<i>Strutture disperdenti</i>
4.2.2	<i>Principali risultati dei calcoli</i>
4.3	Caratteristiche degli impianti
4.3.1	<i>Impianto di riscaldamento idronico</i>
4.3.2	<i>Impianto di acqua calda sanitaria</i>
4.3.3	<i>Altri impianti</i>
4.4	Principali risultati dei calcoli
5	Raccomandazioni circa i possibili interventi
5.1	Interventi migliorativi
5.1.1	<i>Realizzazione cappotto interno pareti sp.55 cm</i>
5.1.2	<i>Realizzazione cappotto interno pareti sp.65 cm</i>
5.1.3	<i>Realizzazione cappotto interno sottofinestra</i>
5.1.4	<i>Coibentazione cassonetti</i>
5.1.5	<i>Sostituzione serramenti 100x225</i>
5.1.6	<i>Sostituzione serramenti 100x220</i>
5.1.7	<i>Sostituzione terminali di emissione - Zona climatizzata</i>
5.1.8	<i>Coibentazione solaio confinante verso ambiente non climatizzato</i>
5.1.9	<i>Generatori multipli per il riscaldamento - Zona climatizzata</i>
5.1.10	<i>Installazione di pannelli solari fotovoltaici</i>
5.1.11	<i>Prestazioni raggiungibili</i>

1 PREMESSA

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

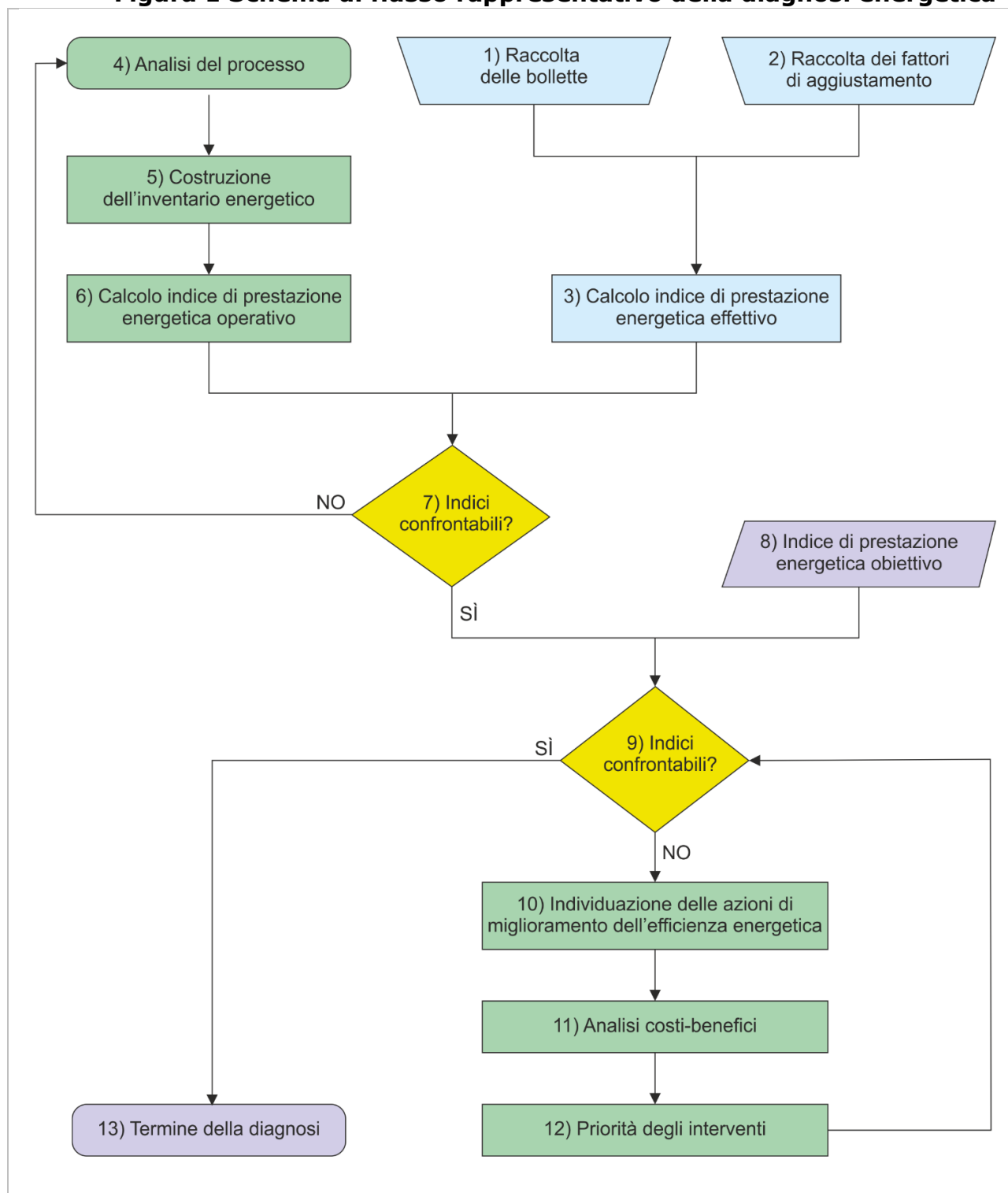
Modalità operative

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

Metodologie di calcolo

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

Figura 1 Schema di flusso rappresentativo della diagnosi energetica



2 SINTESI DELLA DIAGNOSI ENERGETICA

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

Caratteristiche generali dell'edificio oggetto della diagnosi

Descrizione edificio	Palazzo comunale
Comune	Incudine
Provincia	Brescia
CAP	25040
Indirizzo edificio	Piazza Guglielmo Marconi n.16 - Incudine (BS)
Zona climatica	F
Gradi giorno DPR 412/93 (GG _{DPR 412/93}) [°Cg]	3511
Categoria prevalente (DPR 412/93)	E.2
Altre categorie (DPR 412/93)	
Numero di unità immobiliari	1
Numero di fabbricati	1
Periodo di costruzione	Successivo al 2000
Scopo / contesto della diagnosi energetica	Riqualificazione energetica dell'edificio
Riferimento	DLgs 192/05, art. 2, comma 1

Descrizione sintetica dell'edificio

[Edificio comunale adibito ad uffici e servizi per i cittadini](#)

Immagine edificio



Le caratteristiche dimensionali dell'edificio sono così riassumibili:

Caratteristiche dimensionali complessive dell'edificio

Superficie utile	S _{utile}	687,85	m ²
Superficie lorda	S _{lorda}	906,07	m ²
Volume netto	V _{netto}	2460,11	m ³
Volume lordo	V _{lordo}	3559,96	m ³
Fattore di forma	S/V	0,44	m ⁻¹

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

Servizi ed impianti di cui è provvisto l'edificio

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

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

Prestazioni energetiche stato di fatto

Indice di prestazione energetica globale non innovabile	EP _{gl,nren}	415,46	kWh _p /m ² anno
Classe energetica		G	
Spesa globale annua	S _{gl}	23923,46	€/anno

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

Raccomandazioni

Scenario	1	Descrizione scenario	Interventi migliorativi		
Intervento		Descrizione intervento	Costo (C) [€]		
1		Realizzazione cappotto interno pareti sp.55 cm	32841,60		
2		Realizzazione cappotto interno pareti sp.65 cm	56923,19		
3		Realizzazione cappotto interno sottofinestra	6912,00		
4		Coibentazione cassonetti	3072,00		
5		Sostituzione serramenti 100x225	51187,50		
6		Sostituzione serramenti 100x220	42412,50		
7		Sostituzione terminali di emissione - Zona climatizzata	50000,00		
8		Coibentazione solaio confinante verso ambiente non climatizzato	29030,11		
9		Generatori multipli per il riscaldamento - Zona climatizzata	20000,00		
10		Installazione di pannelli solari fotovoltaici	45000,00		
Parametri di valutazione		Stato di fatto	Scenario	Δ	%
Costo complessivo scenario(C) [€]			337378,91		
Spesa globale annua (S _{gl})[€/anno]		23923,46	1606,56	22316,91	93,30
Tempo di ritorno semplice (t _r) [anni]			15,1		
EP _{gl,nren} [kWh _p /m²anno]		415,46	24,57	390,89	94,10
Classe energetica		G	A4		

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 13.25.7 (modulo base, provvisto di certificato di validazione CTI n. 73) ed EC720 versione 7.24.9 (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)

Stagione di riscaldamento

Data di inizio	05 ottobre	Data di fine	22 aprile
Giorni di riscaldamento (n_{risc})	200		

Stagione di raffrescamento

Data di inizio	18 aprile	Data di fine	30 settembre
Giorni di raffrescamento (n_{raffr})	166		

Fattori di conversione in energia primaria

Vettore energetico	$f_{p,nren}$ [kWh _p /kWh _t /el]	$f_{p,ren}$ [kWh _p /kWh _t /el]	$f_{p,tot}$ [kWh _p /kWh _t /el]	f_{CO2} [kg/kWh _t /el]
Energia elettrica da rete	1,950	0,470	2,420	0,460
Solare termico	0,000	1,000	1,000	-
Solare fotovoltaico	0,000	1,000	1,000	-
Ambiente esterno (pompa di calore)	0,000	1,000	1,000	-
Energia esportata da fotovoltaico	0,000	1,000	1,000	-

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

Caratteristiche dei singoli vettori energetici

Vettore energetico	UM	PCI [kWh _t /UM]	c [€/UM]
Metano	Sm ³	8,93	0,82
Propano	Sm ³	23,35	0,82
Butano	Sm ³	30,35	0,82
Gasolio	kg	11,87	1,70
GPL	kg	12,78	1,63
Legname (25% umidità)	kg	3,83	0,15
Olio combustibile	kg	11,75	1,07
Pellet	kg	4,67	0,25
Carbone	kg	7,92	0,14
Teleriscaldamento	kWh _t	1,00	0,09
GPL (70% Propano + 30% Butano)	Sm ³	26,78	5,50
Teleraffrescamento	kWh _t	1,00	0,09
Energia elettrica	kWh	1,00	0,25

Valori limite

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

Simboli adottati

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

Legenda dei parametri energetici:			
Q	Energia termica o elettrica	E	Consumo, energia consegnata, esportata o primaria
W	Energia elettrica	Φ	Potenza termica o elettrica
Legenda dei principali pedici:			
del	potenza o energia consegnata	em	emissione
p	energia primaria	reg	regolazione
out	uscita	du	distribuzione di utenza
in	ingresso	dp	distribuzione primaria
aux	ausiliari	gen	generazione
Legenda dei servizi:			
H _{idr}	Riscaldamento idronico	C	Raffrescamento (idronico ed aerulico)
H _{aer}	Riscaldamento aerulico (trattamenti aria)	W	Acqua calda sanitaria
H	Riscaldamento (idronico ed aerulico)	V	Ventilazione
C _{idr}	Raffrescamento idronico	L	Illuminazione
Caer	Raffrescamento aerulico (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	<i>Incudine</i>		
Provincia	<i>Brescia</i>		
Altitudine s.l.m.		<i>910</i>	m
Latitudine nord		<i>46°13'</i>	
Longitudine est		<i>10°21'</i>	
Gradi giorno DPR 412/93	GG _{DPR412/93}	<i>3511</i>	°Cg
Zona climatica		<i>F</i>	
Regione di vento		<i>NORD PADANO</i>	
Direzione del vento prevalente		<i>Est</i>	
Distanza da mare		<i>> 40</i>	km
Velocità del vento media	V _{media}	<i>1,96</i>	m/s
Velocità del vento massima	V _{max}	<i>3,92</i>	m/s
Temperatura esterna di progetto	θ _{e,des}	<i>-13,4</i>	°C
Irradianza mensile massima sul piano orizzontale		<i>241,9</i>	W _t /m ²

Dati climatici (modello di calcolo)

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
θ _{est} [°C]	<i>-4,0</i>	<i>-0,4</i>	<i>4,3</i>	<i>8,1</i>	<i>13,8</i>	<i>17,1</i>	<i>18,7</i>	<i>17,6</i>	<i>12,1</i>	<i>7,9</i>	<i>2,5</i>	<i>-2,8</i>
H _{or,dir} [W/m ²]	<i>31,3</i>	<i>66,0</i>	<i>91,4</i>	<i>105,3</i>	<i>106,5</i>	<i>134,3</i>	<i>128,5</i>	<i>115,7</i>	<i>85,6</i>	<i>56,7</i>	<i>35,9</i>	<i>26,6</i>
H _{or,diff} [W/m ²]	<i>23,1</i>	<i>34,7</i>	<i>53,2</i>	<i>72,9</i>	<i>99,5</i>	<i>107,6</i>	<i>103,0</i>	<i>84,5</i>	<i>64,8</i>	<i>42,8</i>	<i>25,5</i>	<i>15,0</i>

Legenda:

θ_{est} Temperatura esterna media mensile
H_{or,dir} Irradiazione solare diretta media mensile sul piano orizzontale
H_{or,diff} Irradiazione solare diffusa media mensile sul piano orizzontale

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

I componenti opachi verticali sono principalmente costituiti da strutture in pietra mista di spessore variabile tra i 55 centimetri e i 70 centimetri. Gli orizzontamenti sono invece realizzati in laterocemento ad eccezione della copertura lignea che confina con il sottotetto non riscaldato.

Descrizione sintetica dei componenti finestrati

Le finestrature dell'edificio sono principalmente costituite da serramenti con telaio in legno e doppi vetri. Il cassonetto portarullo è anch'esso in legno e non presenta coibentazioni al suo interno.

4.2.2 Dispersioni edificio

Dispersioni invernali

Muri										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W _t /m ² K]	S _{tot} [m ²]	Q _{H,tr} [kWh _t]	%	Q _{H,r} [kWh _t]	%	Q _{H,sol, op} [kWh _t]	%
M1	T	Parete esterna in pietra sp.55 cm	1,738	273,68	41610,3	19,1	4150,4	29,2	6145,5	12,5
M2	T	Parete esterna in pietra sp.65 cm	1,557	474,36	64634,5	29,7	6447,0	45,3	9675,5	19,7
M3	T	sottofinestra in pietra sp.45 cm	1,965	57,60	9904,9	4,5	988,0	6,9	1553,5	3,2
M4	T	Cassonetto avvolgibili	2,787	38,40	9363,6	4,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Totale				844,04	125513,3	57,6	11585,3	81,4	17374,5	35,3

Pavimenti										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W _t /m ² K]	S _{tot} [m ²]	Q _{H,tr} [kWh _t]	%	Q _{H,r} [kWh _t]	%	Q _{H,sol, op} [kWh _t]	%
P2	G	Pavimento controterra	0,472	294,75	12179,9	5,6	0,0	0,0	0,0	0,0
Totale				294,75	12179,9	5,6	0,0	0,0	0,0	0,0

Soffitti										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W _t /m ² K]	S _{tot} [m ²]	Q _{H,tr} [kWh _t]	%	Q _{H,r} [kWh _t]	%	Q _{H,sol, op} [kWh _t]	%
S1	U	Soffitto vs sottotetto	1,848	305,58	44465,7	20,4	0,0	0,0	0,0	0,0
Totale				305,58	44465,7	20,4	0,0	0,0	0,0	0,0

Componenti finestrati										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W _t /m ² K]	S _{tot} [m ²]	Q _{H,tr} [kWh _t]	%	Q _{H,r} [kWh _t]	%	Q _{H,sol, w} [kWh _t]	%
W1	T	Serramento 100x225	2,268	78,75	15628,6	7,2	1449,8	10,2	23613,7	48,0
W2	T	Serramento 100x220	2,268	65,25	12949,4	5,9	1201,2	8,4	8247,4	16,8
Totale				144,00	28578,0	13,1	2651,0	18,6	31861,0	64,7

Ponti termici						
Cod.	Tipo	Descrizione	ψ [W _t /mK]	L _{tot} [m]	Q _{H,tr} [kWh _t]	%
Z1	-	R - Parete - Copertura	-0,801	83,25	-5835,7	-2,7
Z5	-	IF - Parete - Solaio interpiano	0,112	245,33	2393,4	1,1
Z8	-	W - Parete - Telaio	0,286	416,00	10428,4	4,8
Totale				744,58	6986,1	3,2

Dispersioni estive

Muri										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [Wt/m²K]	S _{tot} [m²]	Q _{C,tr} [kWh _t]	%	Q _{C,r} [kWh _t]	%	Q _{C,sol, op} [kWh _t]	%
M1	T	Parete esterna in pietra sp.55 cm	1,738	273,68	20080,4	19,1	3906,3	29,2	8398,7	13,3
M2	T	Parete esterna in pietra sp.65 cm	1,557	474,36	31191,4	29,7	6067,7	45,3	13088,1	20,8
M3	T	sottofinestra in pietra sp.45 cm	1,965	57,60	4779,9	4,5	929,8	6,9	2014,3	3,2
M4	T	Cassonetto avvolgibili	2,787	38,40	4518,7	4,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Totale				844,04	60570,4	57,6	10903,8	81,4	23501,1	37,3

Pavimenti										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [Wt/m²K]	S _{tot} [m²]	Q _{C,tr} [kWh _t]	%	Q _{C,r} [kWh _t]	%	Q _{C,sol, op} [kWh _t]	%
P2	G	Pavimento controterra	0,472	294,75	5877,8	5,6	0,0	0,0	0,0	0,0
Totale				294,75	5877,8	5,6	0,0	0,0	0,0	0,0

Soffitti										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [Wt/m²K]	S _{tot} [m²]	Q _{C,tr} [kWh _t]	%	Q _{C,r} [kWh _t]	%	Q _{C,sol, op} [kWh _t]	%
S1	U	Soffitto vs sottotetto	1,848	305,58	21458,3	20,4	0,0	0,0	0,0	0,0
Totale				305,58	21458,3	20,4	0,0	0,0	0,0	0,0

Componenti finestrati										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [Wt/m²K]	S _{tot} [m²]	Q _{C,tr} [kWh _t]	%	Q _{C,r} [kWh _t]	%	Q _{C,sol, w} [kWh _t]	%
W1	T	Serramento 100x225	2,268	78,75	7542,1	7,2	1364,5	10,2	23067,7	36,6
W2	T	Serramento 100x220	2,268	65,25	6249,1	5,9	1130,6	8,4	16453,8	26,1
Totale				144,00	13791,2	13,1	2495,0	18,6	39521,5	62,7

Ponti termici						
Cod.	Tipo	Descrizione	ψ [Wt/mK]	L _{tot} [m]	Q _{C,tr} [kWh _t]	%
Z1	-	R - Parete - Copertura	-0,801	83,25	-2816,2	-2,7
Z5	-	IF - Parete - Solaio interpiano	0,112	245,33	1155,0	1,1
Z8	-	W - Parete - Telaio	0,286	416,00	5032,5	4,8
Totale				744,58	3371,4	3,2

Trasmittanze termiche medie

Cod.	Tipo	Descrizione	Muri			
			U [W _t /m ² K]	U_{media} [W _t /m ² K]	U_{limite} [W_t/m²K]	
					2015	2021
M1	T	Parete esterna in pietra sp.55 cm	1,738	1,690	0,280	0,260
M2	T	Parete esterna in pietra sp.65 cm	1,557	1,779	0,280	0,260

Cod.	Tipo	Descrizione	Pavimenti			
			U [W _t /m ² K]	U_{media} [W _t /m ² K]	U_{limite} [W_t/m²K]	
					2015	2021
P2	G	Pavimento controterra	0,472	0,472	0,300	0,280

Cod.	Tipo	Descrizione	Soffitti			
			U [W _t /m ² K]	U_{media} [W _t /m ² K]	U_{limite} [W_t/m²K]	
					2015	2021
S1	U	Soffitto vs sottotetto	1,848	1,848	0,267	0,244

Cod.	Tipo	Descrizione	Componenti finestrati			
			U_w [W _t /m ² K]	U_{w,limite} [W _t /m ² K]	U_g [W _t /m ² K]	
				2015	2021	
W1	T	Serramento 100x225	2,268	1,700	1,000	2,792
W2	T	Serramento 100x220	2,268	1,700	1,000	2,792

Legenda dei simboli:

U	Trasmittanza termica (comprensiva dei ponti termici)
U _{media}	Trasmittanza termica media (comprensiva dei ponti termici o strutture opache poste in sottrazione)
U _w	Trasmittanza serramento (vetro + telaio)
U _g	Trasmittanza solo vetro
S _{tot}	Superficie disperdente totale
Ψ	Trasmittanza termica lineica del ponte termico
L _{tot}	Lunghezza totale del ponte termico
Q _{H,tr}	Dispersioni per trasmissione
Q _{H,r}	Dispersioni per extraflusso
Q _{H,sol,op}	Apporti solari attraverso i componenti opachi
Q _{H,sol,w}	Apporti solari attraverso i componenti finestrati
%	Incidenza sulle dispersioni totali

Legenda tipologie di componente:

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

Risultati energia invernale

Dispersioni

Dispersioni per trasmissione	$Q_{H,tr}$	200349	kWh _t
Dispersioni per extraflusso	$Q_{H,r}$	14236	kWh _t
Dispersioni per ventilazione	$Q_{H,ve}$	32247	kWh _t

Apporti

Apporti solari attraverso i componenti opachi	$Q_{H,sol,op}$	17374	kWh _t
Apporti solari attraverso i componenti finestrati	$Q_{H,sol,w}$	31861	kWh _t
Apporti interni	$Q_{H,int}$	19810	kWh _t
Apporti aggiuntivi	$Q_{H,aqg}$	0	kWh _t

Bilancio energetico

Fabbisogno del fabbricato	$Q_{H,nd}$	196244	kWh _t
Indice di prestazione termica del fabbricato	$EP_{H,nd}$	285,30	kWh _t /m ²
Valore limite	$EP_{H,nd,lim}$	54,71	kWh _t /m ²

Risultati energia estiva

Dispersioni

Dispersioni per trasmissione	$Q_{C,tr}$	81568	kWh _t
Dispersioni per extraflusso	$Q_{C,r}$	13399	kWh _t
Dispersioni per ventilazione	$Q_{C,ve}$	15562	kWh _t

Apporti

Apporti solari attraverso i componenti opachi	$Q_{C,sol,op}$	23501	kWh _t
Apporti solari attraverso i componenti finestrati	$Q_{C,sol,w}$	39522	kWh _t
Apporti interni	$Q_{C,int}$	16442	kWh _t
Apporti aggiuntivi	$Q_{C,aqg}$	0	kWh _t

Bilancio energetico

Fabbisogno del fabbricato	$Q_{C,nd}$	950	kWh _t
Indice di prestazione termica del fabbricato	$EP_{C,nd}$	1,38	kWh _t /m ²
Valore limite	$EP_{C,lim}$	16,75	kWh _t /m ²

4.3 Caratteristiche degli impianti

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

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

dove:

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

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

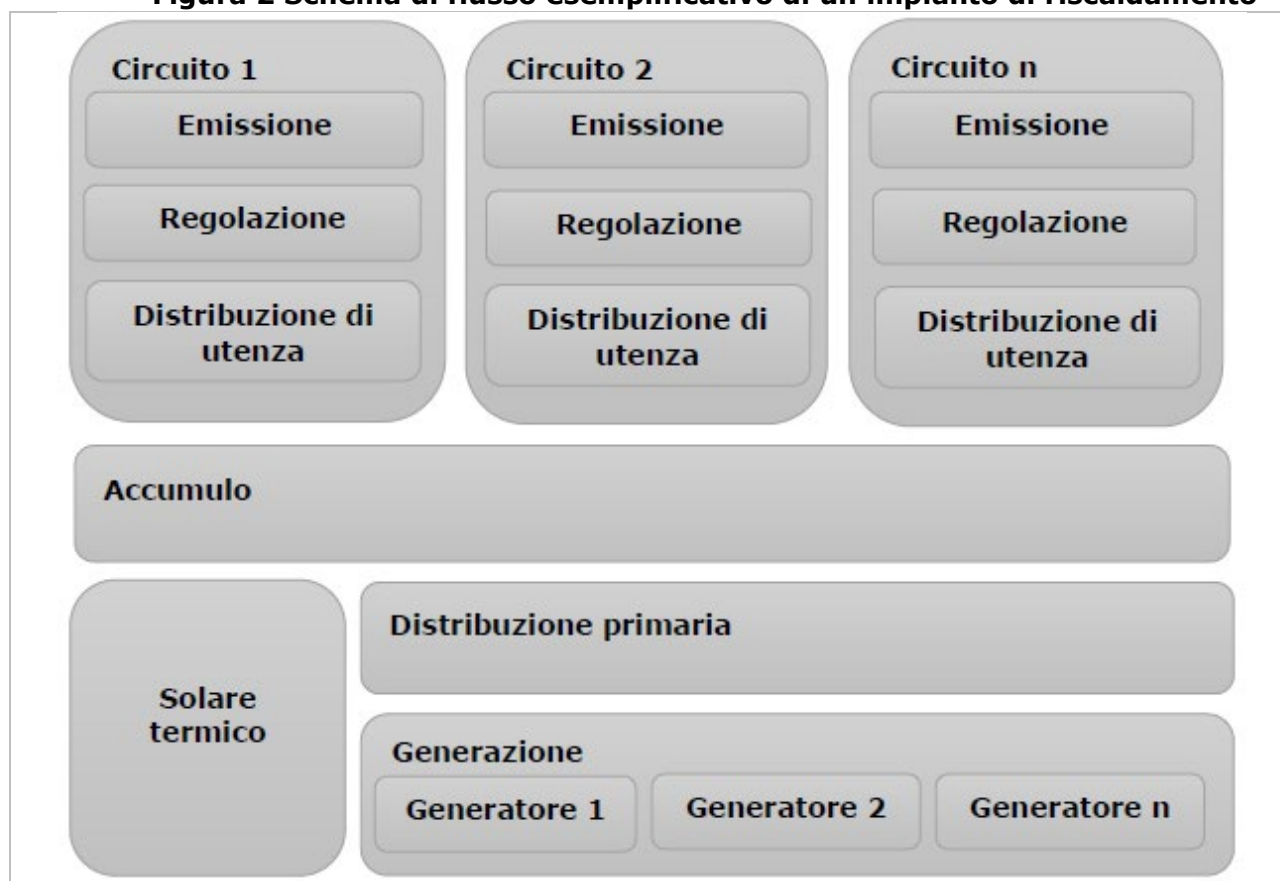
$Q_{exp,k}$ = energia esportata dal singolo vettore energetico [kWh_{el}];

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

4.3.1 Impianto di riscaldamento idronico

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

Figura 2 Schema di flusso esemplificativo di un impianto di riscaldamento



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

Descrizione sintetica dell'impianto di riscaldamento idronico

l'impianto di riscaldamento è costituito da una caldaia a basamento Buderus GE 315 alimentata a metano e con potenza utile di 105 kw. Questa serve i radiatori a parete installati nei tre piani dell'edificio suddivisi secondo varie zone.

4.3.1.1 Impianto centralizzato

Dati generali

Tipologia di impianto	Monocircuito
Fluido termovettore	Acqua

Circuito Riscaldamento

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

Emissione

Tipologia	Radiatori su parete esterna isolata		
Rendimento	$\eta_{H,idr,em}$	93,0	%
Ausiliari	$Q_{H,idr,em,aux}$	0,0	kWh _{el}

Regolazione

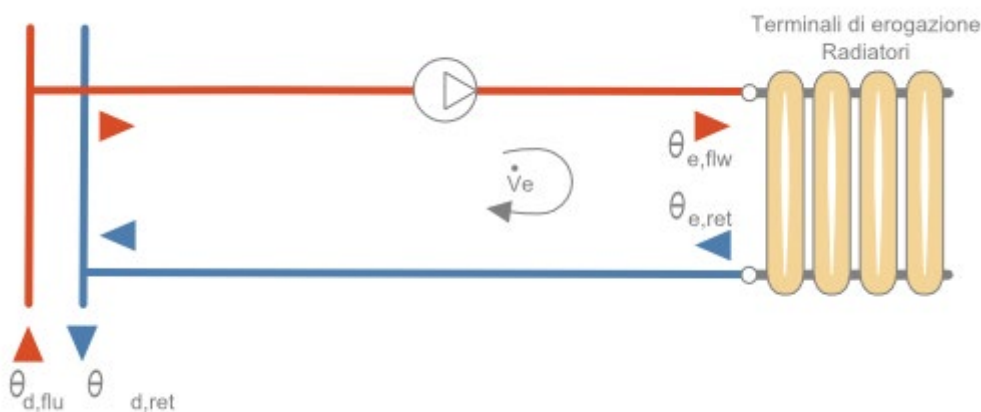
Tipologia	Solo di zona		
Caratteristiche	On off		
Rendimento	$\eta_{H,idr,reg}$	93,0	%

Distribuzione

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

Temperatura media

Tipologia di circuito	ON-OFF, valvola a due vie		
-----------------------	---------------------------	--	--



Temperature medie	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Emissione ($\theta_{H,idr,em,avg}$) [°C]	55,7	50,8	45,3	40,8	-	-	-	-	-	42,4	48,9	54,7
Distribuzione ($\theta_{H,idr,du,avg}$) [°C]	55,7	50,8	45,3	40,8	-	-	-	-	-	42,4	48,9	54,7

Generazione

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

Generatore 1 - Caldaia tradizionale

Dati generali

Numero	1		
Tipologia	Caldaia tradizionale		
Metodo di calcolo	Analitico		
Marca / serie / modello	BUDERUS/LOGANO GE 315/105		
Potenza utile nominale	Φ_n	105,00	kW _t

Immagine

FOTO GENERATORE

Rendimenti termici

Riscaldamento idronico	$\eta_{H,idr,gen,ut}$	85,8	%
------------------------	-----------------------	------	---

Ausiliari

Riscaldamento idronico	$Q_{H,idr,gen,aux}$	0,0	kWh _{el}
------------------------	---------------------	-----	-------------------

Vettore energetico

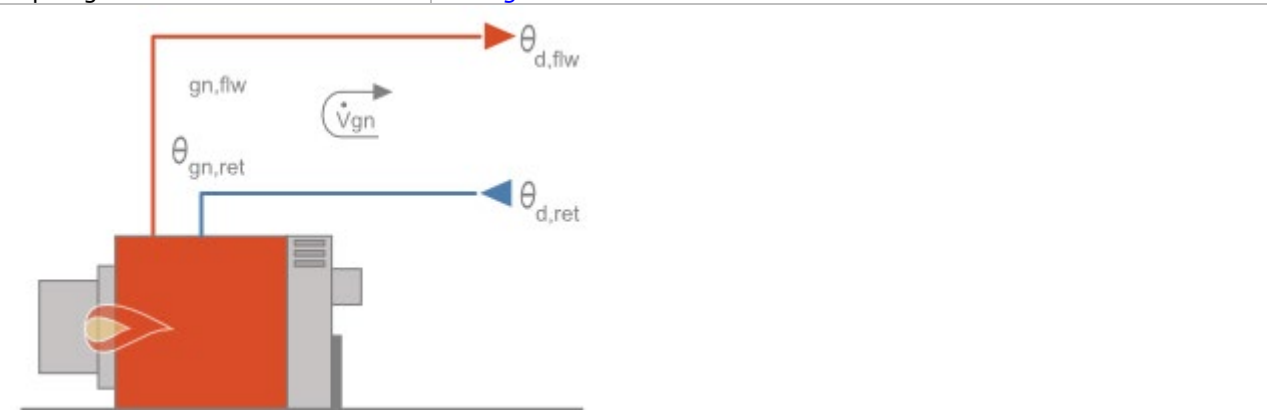
Tipologia	Metano		
Potere calorifico inferiore	PCI	9,940	kWh/Nm ³
Costo	c	0,87	€/ Nm ³
Fattore di emissione di CO ₂	f _{CO2}	0,210	kg/kWh _p

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

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

Circuito in centrale

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



Temperature medie	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Riscaldamento ($\theta_{H,idr,gen,avg}$) [°C]	56,4	51,7	46,6	42,2	-	-	-	-	-	43,7	50,1	55,5

Principali risultati dei calcoli

Fabbisogni termici

Fabbisogno del fabbricato (ventilazione naturale)	$Q_{H,nd}$	196244	kWh _t
Fabbisogno dell'edificio (ventilazione effettiva)	$Q_{H,sys,out}$	196244	kWh _t
Energia recuperata dall'impianto di ACS	$Q_{H,W,rh}$	41	kWh _t
Fabbisogno ideale netto (dedotto dei recuperi)	$Q'_{H,sys,out}$	196203	kWh _t
Fabbisogno corretto per intermittenza	$Q_{H,sys,out,interm}$	196203	kWh _t
Fabbisogno corretto per contabilizzazione	$Q_{H,sys,out,cont}$	196203	kWh _t
Fabbisogno corretto per ulteriori fattori	$Q_{H,sys,out,corr}$	196203	kWh _t
Perdite di emissione non recuperate	$Q_{H,em,ls,nrh}$	14768	kWh _t
Fabbisogno in ingresso all'emissione	$Q_{H,em,in}$	210971	kWh _t
Perdite di regolazione non recuperate	$Q_{H,rg,ls,nrh}$	15880	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla regolazione	$Q_{H,rg,in}$	226850	kWh _t
Perdite di distribuzione di utenza non recuperate	$Q_{H,du,ls,nrh}$	2291	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla distribuzione di utenza	$Q_{H,du,in}$	229142	kWh _t
Perdite di accumulo non recuperate	$Q_{H,s,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso all'accumulo	$Q_{H,s,in}$	229142	kWh _t
Energia prodotta dal solare termico	$Q_{H,sol,out}$	0	kWh _t
Eccedenza del solare termico	$Q_{H,sol,surplus}$	0	kWh _t
Contributo netto del solare termico	$Q_{H,sol,out,net}$	0	kWh _t
Fabbisogno effettivo in ingresso all'accumulo	$Q_{H,s,in,eff}$	229142	kWh _t
Perdite di distribuzione primaria non recuperate	$Q_{H,dp,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla distribuzione primaria	$Q_{H,dp,in}$	229142	kWh _t
Fabbisogno in uscita dalla generazione	$Q_{H,gen,out}$	229142	kWh _t
Perdite dei circuiti di generazione non recuperate	$Q_{H,gen,circ,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso ai circuiti di generazione	$Q_{H,gen,circ,in}$	229142	kWh _t
Perdite di generazione non recuperate	$Q_{H,gen,ls,nrh}$	38019	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla generazione (energia termica)	$Q_{H,gen,in,t}$	267161	kWh _t
Energia da ambiente esterno (pompa di calore)	$Q_{H,gen,in,RES}$	0	kWh _t

Fabbisogni elettrici

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

Energia primaria

Non rinnovabile	$Q_{H,p,nren}$	280519	kWh _p
Rinnovabile	$Q_{H,p,ren}$	0	kWh _p
Totale	$Q_{H,p,tot}$	280519	kWh _p

Riepilogo rendimenti

Impianto idronico

Emissione	$\eta_{H, idr,em}$	93,0	%
Regolazione	$\eta_{H, idr,reg}$	93,0	%
Distribuzione di utenza	$\eta_{H, idr,du}$	99,0	%
Accumulo	$\eta_{H, idr,s}$	100,0	%
Distribuzione primaria	$\eta_{H, idr,dp}$	-	%
Generazione (rispetto all'energia utile)	$\eta_{H, idr,gen,ut}$	85,8	%
Generazione (rispetto all'energia primaria non rinnovabile)	$\eta_{H, idr,gen,p,nren}$	81,7	%
Generazione (rispetto all'energia primaria totale)	$\eta_{H, idr,gen,p,tot}$	81,7	%
Globale medio stagionale (rispetto a en. pr. non rinn.)	$\eta_{H,g,p,nren}$	70,0	%
Globale medio stagionale (rispetto a en. pr. tot.)	$\eta_{H,g,p,tot}$	70,0	%
Valore limite	$\eta_{H,g,lim}$	73,3	%

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

L'acqua calda sanitaria è prodotta attraverso bollitori ad accumulo posti direttamente nei bagni.

4.3.3 Altri impianti

4.3.3.1 Impianto di illuminazione

Descrizione sintetica impianto di illuminazione

*L'illuminazione è costituita principalmente da lampade led con controllo manuale per singolo locale.
Non sono installati sensori di presenza o automazioni di accensione e/o spegnimento automatico.*

4.4 Principali risultati dei calcoli (stato di fatto)

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

4.4.1 Edificio

Consumi ed energia consegnata

Servizio	Metano				Energia primaria			Spesa ed emissioni	
	Consumo ed energia consegnata								
	Co	UM	Q _{del} [kWh _t]	Q _{exp} [kWh _{el}]	Q _{p,nren} [kWh _p]	Q _{p,ren} [kWh _p]	Q _{p,tot} [kWh _p]	S [€]	Emco ₂ [kg]
Riscaldamento (H)	28353	Sm ³	267161	0	280519	0	280519	23249,38	56104
Globale (GI)	28353	Sm³	267161	0	280519	0	280519	23249,38	56104

Servizio	Energia elettrica				Energia primaria			Spesa ed emissioni	
	Consumo ed energia consegnata								
	Co	UM	Q _{del} [kWh _{el}]	Q _{exp} [kWh _{el}]	Q _{p,nren} [kWh _p]	Q _{p,ren} [kWh _p]	Q _{p,tot} [kWh _p]	S [€]	Emco ₂ [kg]
Riscaldamento (H)	0	kWh	0	-	0	0	0	0,00	0
Acqua calda sanitaria (W)	2696	kWh	2696	-	5258	1267	6525	674,09	1240
Illuminazione (L)	0	kWh	0	-	0	0	0	0,00	0
Globale (GI)	2696	kWh	2696	-	5258	1267	6525	674,09	1240

Spesa

Servizio	S [€]
Riscaldamento (H)	23249,38
Acqua calda sanitaria (W)	674,09
Raffrescamento (C)	0,00
Ventilazione (V)	0,00
Illuminazione (L)	0,00
Trasporto (T)	0,00
Globale (GI)	23923,47

Rendimenti

Riscaldamento idronico (Hidr)	
Sottosistema	Valore calcolato [-]
Emissione (η_{em})	93,0
Regolazione (η_{reg})	93,0
Distribuzione di utenza (η_{du})	99,0
Accumulo (η_s)	100,0
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	85,8
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	81,7
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	81,7
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$)	70,0
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$)	70,0
Valore limite (η_{lim})	73,3

Acqua calda sanitaria (W)	
Sottosistema	Valore calcolato [-]
Erogazione (η_{er})	100,0
Distribuzione di utenza (η_{du})	92,6
Accumulo (η_s)	100,0
Ricircolo (η_{ric})	100,0
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	75,0
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	38,5
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	31,0
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$)	35,6
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$)	28,7
Valore limite (η_{lim})	0,0

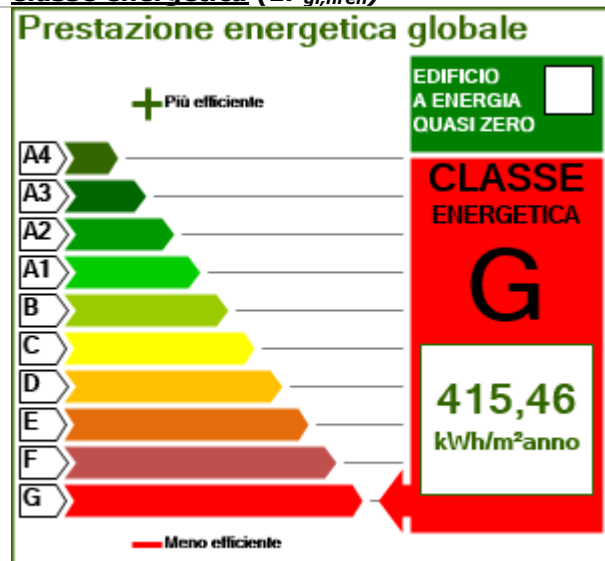
Indici di prestazione termica del fabbricato

Servizio	Q _{nd} [kWh _t]	EP _{nd} [kWh _t /m ²]	EP _{nd,limite} [kWh _t /m ²]
Riscaldamento (H)	196244	285,30	54,71
Raffrescamento (C)	950	1,38	16,75

Indici di prestazione energetica dell'edificio

Servizio	Energia primaria			Indici di prestazione energetica			
	Q _{p,nren} [kWh _p]	Q _{p,ren} [kWh _p]	Q _{p,tot} [kWh _p]	EP _{nren} [kWh _p /m ²]	EP _{ren} [kWh _p /m ²]	EP _{tot} [kWh _p /m ²]	EP _{tot,limite} [kWh _p /m ²]
Riscaldamento (H)	280519	0	280519	407,82	0,00	407,82	-
Acqua calda sanitaria (W)	5258	1267	6525	7,64	1,84	9,49	-
Raffrescamento (C)	0	0	0	0,00	0,00	0,00	-
Ventilazione (V)	0	0	0	0,00	0,00	0,00	-
Illuminazione (L)	0	0	0	0,00	0,00	0,00	-
Trasporto (T)	0	0	0	0,00	0,00	0,00	-
Globale	285777	1267	287044	415,46	1,84	417,31	84,07

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



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)	0,0	-	-	-
Acqua calda sanitaria (W)	19,4	-	50	-
Raffrescamento (C)	0,0	-	-	-
Globale (H + W + C)	0,4	20	35	50
Ventilazione (V)	0,0	-	-	-
Illuminazione (L)	0,0	-	-	-
Trasporto (T)	0,0	-	-	-
Globale	0,4	-	-	-

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 limiti via via più stringenti.

Emissioni

Servizio	Emissioni di CO ₂ [kg]
Riscaldamento (H)	56103,74
Acqua calda sanitaria (W)	1240,32
Raffrescamento (C)	0,00
Ventilazione (V)	0,00
Illuminazione (L)	0,00
Trasporto (T)	0,00
Globale (GI)	57344,06

Legenda:

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

5 RACCOMANDAZIONI CIRCA I POSSIBILI INTERVENTI

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

Prospetto 2 Classificazione degli interventi di risparmio energetico

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

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

Riepilogo scenari

N°	Descrizione	C [€]	ΔS_{gl} [€/anno]	t_r [anni]	$\Delta EP_{gl,nren}$ [kWh _p /m ² anno]	Classe energetica
1	Interventi migliorativi	337378,91	22316,91	15,1	390,89	A4

Legenda:

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

5.1 Interventi migliorativi

Dati generali

Numero	1		
Descrizione	Interventi migliorativi		
Costo stimato	C	337378,91	€
Risparmio economico conseguibile	ΔS_{gl}	22316,91	€/anno
Tempo di ritorno semplice	t_r	15,1	anni
Risparmio energetico conseguibile	$\Delta EP_{gl,nren}$	390,89	kWh _p /m ² anno
Classe energetica raggiungibile	A4		

Descrizione sintetica scenario

Riepilogo interventi

N°	Descrizione	Costo (C) [€]
1	Realizzazione cappotto interno pareti sp.55 cm	32841,60
2	Realizzazione cappotto interno pareti sp.65 cm	56923,19
3	Realizzazione cappotto interno sottofinestra	6912,00
4	Coibentazione cassonetti	3072,00
5	Sostituzione serramenti 100x225	51187,50
6	Sostituzione serramenti 100x220	42412,50
7	Sostituzione terminali di emissione - Zona climatizzata	50000,00
8	Coibentazione solaio confinante verso ambiente non climatizzato	29030,11
9	Generatori multipli per il riscaldamento - Zona climatizzata	20000,00
10	Installazione di pannelli solari fotovoltaici	45000,00

5.1.1 Realizzazione cappotto interno pareti sp.55 cm

Dati generali

Intervento	1		
Tipologia	Realizzazione cappotto interno		
Descrizione	Realizzazione cappotto interno pareti sp.55 cm		
Zone di pertinenza	Edificio		
Costo stimato	C	32841,60	€

Descrizione sintetica intervento

Stato di fatto

Struttura esistente

Codice	M1		
Descrizione	Parete esterna in pietra sp.55 cm		
Tipo	da locale climatizzato verso esterno		
Esposizioni considerate	NE, SE, SO, NO		
Superficie di calcolo	S _{calc}	273,68	m ²

Risultati stato di fatto

Spessore totale	S _{tot}	550,00	mm
Trasmittanza iniziale	U _{in}	1,738	W _t /m ² K
Trasmittanza iniziale media	U _{in,media}	1,690	W _t /m ² K
Valore limite	U _{media,lim}	0,280	W _t /m ² K

Intervento

Isolante

Tipologia	Pannelli in lana di vetro 20 kg/m ³		
Conducibilità	λ	0,036	W _t /mK
Spessore	s	140,00	mm

Risultati intervento

Spessore totale	S _{tot}	700,00	mm
Trasmittanza finale	U _{fin}	0,223	W _t /m ² K
Trasmittanza finale media	U _{fin,media}	0,161	W _t /m ² K
Valore limite	U _{media,lim}	0,280	W _t /m ² K

5.1.2 Realizzazione cappotto interno pareti sp.65 cm

Dati generali

Intervento	2		
Tipologia	Realizzazione cappotto interno		
Descrizione	Realizzazione cappotto interno pareti sp.65 cm		
Zone di pertinenza	Edificio		
Costo stimato	C	56923,19	€

Descrizione sintetica intervento

Stato di fatto

Struttura esistente

Codice	M2		
Descrizione	Parete esterna in pietra sp.65 cm		
Tipo	da locale climatizzato verso esterno		
Esposizioni considerate	NE, SE, SO, NO		
Superficie di calcolo	S _{calc}	474,36	m ²

Risultati stato di fatto

Spessore totale	S _{tot}	650,00	mm
Trasmittanza iniziale	U _{in}	1,557	W _t /m ² K
Trasmittanza iniziale media	U _{in,media}	1,779	W _t /m ² K
Valore limite	U _{media,lim}	0,280	W _t /m ² K

Intervento

Isolante

Tipologia	Pannelli in lana di vetro 20 kg/m ³		
Conducibilità	λ	0,036	W _t /mK
Spessore	s	140,00	mm

Risultati intervento

Spessore totale	S _{tot}	800,00	mm
Trasmittanza finale	U _{fin}	0,220	W _t /m ² K
Trasmittanza finale media	U _{fin,media}	0,412	W _t /m ² K
Valore limite	U _{media,lim}	0,280	W _t /m ² K

5.1.3 Realizzazione cappotto interno sottofinestra

Dati generali

Intervento	3		
Tipologia	Realizzazione cappotto interno		
Descrizione	Realizzazione cappotto interno sottofinestra		
Zone di pertinenza	Edificio		
Costo stimato	C	6912,00	€

Descrizione sintetica intervento

Stato di fatto

Struttura esistente

Codice	M3		
Descrizione	sottofinestra in pietra sp.45 cm		
Tipo	da locale climatizzato verso esterno		
Esposizioni considerate	NE, SE, SO, NO		
Superficie di calcolo	S _{calc}	57,60	m ²

Risultati stato di fatto

Spessore totale	S _{tot}	450,00	mm
Trasmittanza iniziale	U _{in}	1,965	W _t /m ² K
Trasmittanza iniziale media	U _{in,media}	0,000	W _t /m ² K
Valore limite	U _{media,lim}	0,280	W _t /m ² K

Intervento

Isolante

Tipologia	Pannelli in lana di vetro 20 kg/m ³		
Conducibilità	λ	0,036	W _t /mK
Spessore	s	140,00	mm

Risultati intervento

Spessore totale	S _{tot}	600,00	mm
Trasmittanza finale	U _{fin}	0,227	W _t /m ² K
Trasmittanza finale media	U _{fin,media}	0,000	W _t /m ² K
Valore limite	U _{media,lim}	0,280	W _t /m ² K

5.1.4 Coibentazione cassonetti

Dati generali

Intervento	4		
Tipologia	Coibentazione cassonetti		
Descrizione	Coibentazione cassonetti		
Zone di pertinenza	Edificio		
Costo stimato	C	3072,00	€

Descrizione sintetica intervento

Stato di fatto

Struttura esistente

Codice	M4		
Descrizione	Cassonetto avvolgibili		
Tipo	da locale climatizzato verso esterno		
Esposizioni considerate	NE, SE, SO, NO		
Superficie di calcolo	S _{calc}	38,40	m ²

Risultati stato di fatto

Spessore totale	S _{tot}	20,00	mm
Trasmittanza iniziale	U _{in}	2,787	W _t /m ² K
Trasmittanza iniziale media	U _{in,media}	0,000	W _t /m ² K
Valore limite	U _{media,lim}	0,280	W _t /m ² K

Intervento

Isolante

Tipologia	Pannello polistirene espanso 20 kg/m ³		
Conducibilità	λ	0,036	W _t /mK
Spessore	s	100,00	mm

Risultati intervento

Spessore totale	S _{tot}	120,00	mm
Trasmittanza finale	U _{fin}	0,319	W _t /m ² K
Trasmittanza finale media	U _{fin,media}	0,000	W _t /m ² K
Valore limite	U _{media,lim}	0,280	W _t /m ² K

5.1.5 Sostituzione serramenti 100x225

Dati generali

Intervento	5		
Tipologia	Sostituzione serramenti		
Descrizione	Sostituzione serramenti 100x225		
Zone di pertinenza	Edificio		
Costo stimato	C	51187,50	€

Descrizione sintetica intervento

Stato di fatto

Struttura esistente

Codice	W1		
Descrizione	Serramento 100x225		
Tipo	da locale climatizzato verso esterno		
Esposizioni considerate	NE, SE, SO		
Superficie di calcolo	S _{calc}	78,75	m ²

Risultati stato di fatto

Trasmittanza iniziale vetro	U _{g,in}	2,792	W _t /m ² K
Trasmittanza iniziale serramento	U _{w,in}	2,782	W _t /m ² K
Valore limite trasmittanza serramento	U _{w,limite}	1,700	W _t /m ² K

Intervento

Dati intervento

Tipologia di vetro	Triplo vetro (3+3)+15+4+12+(3+3) argon		
k telaio		1,100	W _t /m ² K
Tipologia di serramento (vetro + telaio)	Legno - Alluminio - 90mm		

Risultati intervento

Trasmittanza finale vetro	U _{g,fin}	0,700	W _t /m ² K
Trasmittanza finale serramento	U _{w,fin}	0,996	W _t /m ² K
Valore limite trasmittanza serramento	U _{w,limite}	1,700	W _t /m ² K

5.1.6 Sostituzione serramenti 100x220

Dati generali

Intervento	6		
Tipologia	Sostituzione serramenti		
Descrizione	Sostituzione serramenti 100x220		
Zone di pertinenza	Edificio		
Costo stimato	C	42412,50	€

Descrizione sintetica intervento

Stato di fatto

Struttura esistente

Codice	W2		
Descrizione	Serramento 100x220		
Tipo	da locale climatizzato verso esterno		
Esposizioni considerate	NE, SO, NO		
Superficie di calcolo	S _{calc}	65,25	m ²

Risultati stato di fatto

Trasmittanza iniziale vetro	U _{g,in}	2,792	W _t /m ² K
Trasmittanza iniziale serramento	U _{w,in}	2,782	W _t /m ² K
Valore limite trasmittanza serramento	U _{w,limite}	1,700	W _t /m ² K

Intervento

Dati intervento

Tipologia di vetro	Triplo vetro (3+3)+15+4+12+(3+3) argon		
k telaio		1,100	W _t /m ² K
Tipologia di serramento (vetro + telaio)	Legno - Alluminio - 90mm		

Risultati intervento

Trasmittanza finale vetro	U _{g,fin}	0,700	W _t /m ² K
Trasmittanza finale serramento	U _{w,fin}	0,996	W _t /m ² K
Valore limite trasmittanza serramento	U _{w,limite}	1,700	W _t /m ² K

5.1.7 Sostituzione terminali di emissione - Zona climatizzata

Dati generali

Intervento	7		
Tipologia	Sostituzione terminali di emissione		
Descrizione	Sostituzione terminali di emissione - Zona climatizzata		
Zona di pertinenza	Edificio		
Costo stimato	C	50000,00	€

Descrizione sintetica intervento

L'intervento di sostituzione dei terminali di emissione consente sia di migliorare il rendimento del sottosistema di emissione sia di ridurre la temperatura media dell'impianto permettendo così, nel contempo, di predisporre l'impianto a nuove tecnologie ed innovazioni (es. installazione della termoregolazione o adozione di pompe di calore).

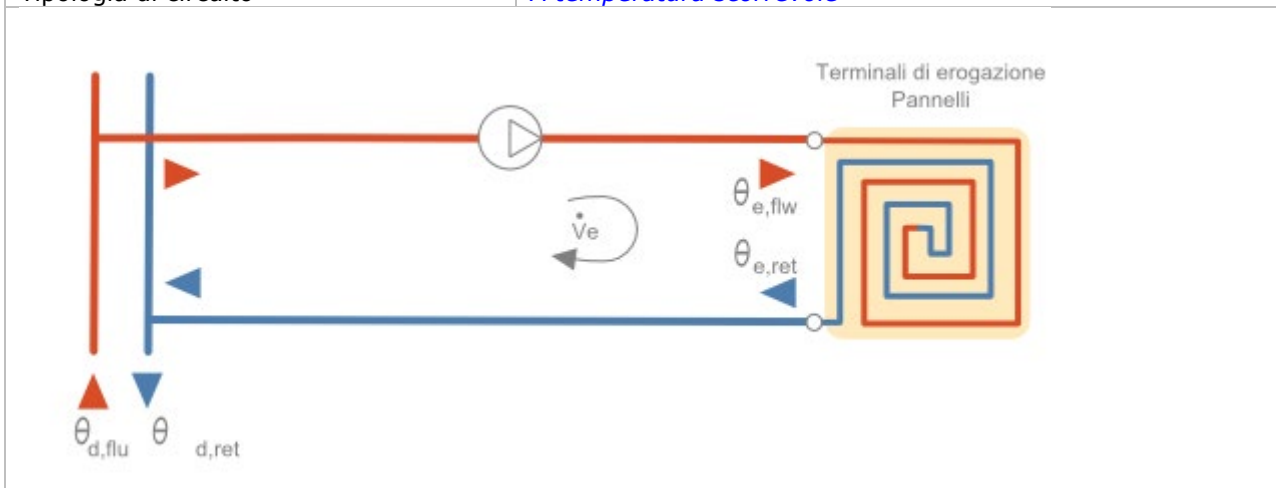
Intervento

Emissione

Tipologia di emissione	Pannelli annegati a pavimento		
Rendimento di emissione	$\eta_{H,idr,em}$	98,0	%

Regolazione

Tipologia di regolazione	Solo di zona		
Caratteristiche regolazione	P banda proporzionale 1 °C		
Rendimento di regolazione	$\eta_{H,idr,reg}$	95,0	%
Tipologia di circuito	A temperatura scorrevole		



5.1.8 Coibentazione solaio confinante verso ambiente non climatizzato

Dati generali

Intervento	8		
Tipologia	Coibentazione solaio confinante verso ambiente non climatizzato		
Descrizione	Coibentazione solaio confinante verso ambiente non climatizzato		
Zone di pertinenza	Edificio		
Costo stimato	C	29030,11	€

Descrizione sintetica intervento

Stato di fatto

Struttura esistente

Codice	S1		
Descrizione	Soffitto vs sottotetto		
Tipo	da locale climatizzato verso locali non climatizzati		
Superficie di calcolo	S _{calc}	305,58	m ²

Risultati stato di fatto

Spessore totale	Stot	245,00	mm
Trasmittanza iniziale	U _{in}	1,848	W _t /m ² K
Trasmittanza iniziale media	U _{in,media}	1,848	W _t /m ² K
Valore limite	U _{media,lim}	0,267	W _t /m ² K

Intervento

Isolante

Tipologia	Pannello polistirene espanso 30 kg/m ³		
Conduttività	λ	0,033	W _t /mK
Spessore	s	180,00	mm

Risultati intervento

Spessore totale	Stot	425,00	mm
Trasmittanza finale	U _{fin}	0,167	W _t /m ² K
Trasmittanza finale media	U _{fin,media}	0,167	W _t /m ² K
Valore limite	U _{media,lim}	0,267	W _t /m ² K

5.1.9 Generatori multipli per il riscaldamento - Zona climatizzata

Dati generali

Intervento	9		
Tipologia	Generatori multipli per il riscaldamento		
Descrizione	Generatori multipli per il riscaldamento - Zona climatizzata		
Zona di pertinenza	Edificio		
Costo stimato	C	20000,00	€

Descrizione sintetica intervento

Intervento

Configurazione centrale termica	Generatori multipli
Modalità di funzionamento	Contemporaneo

Generatore 1 - Pompa di calore

Caratteristiche pompa di calore

Tipologia	Elettrica		
Modalità di funzionamento	Unità con funzionamento on-off		
Sorgente fredda	Aria esterna		
Sorgente calda	Acqua di impianto		
Temperatura di funzionamento (cut-off)	θ_{min}	-25,0	°C

Prestazioni pompa di calore

Coefficiente di prestazione	COP	4,10	-
Potenza utile	Φ_u	16,00	kW _t
Potenza assorbita	Φ_{ass}	3,90	kW _t
Temperatura sorgente fredda	θ_f	7	°C
Temperatura sorgente calda	θ_c	35	°C
Temperatura del generatore	$\theta_{gen,in}$	85,00	°C

Coefficienti correttivi pompa di calore

CR [-]	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
F _c [-]	0,00	0,53	0,71	0,81	0,87	0,91	0,94	0,96	0,98	0,99	1,00
Fattore di correzione	C _c		0,10								-

Vettore energetico

Tipologia	Energia elettrica		
Potere calorifico inferiore	PCI	1,000	kWh _t /kWh
Costo	c	0,25	€/ kWh
Fattore di emissione di CO ₂	f _{CO2}	0,4600	kg/kWh _{t/el}

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

Non rinnovabile	f _{p,nren}	1,950	-
Rinnovabile	f _{p,ren}	0,470	-
Totale	f _{p,tot}	2,420	-

Ausiliari

Potenza ausiliari	Φ_{aux}	0	W _{el}
Sempre in funzione	Si		

Generatore 2 - Caldaia a condensazione

Caratteristiche caldaia

Tipologia	Generatore a gas, a condensazione 4 stelle (****)		
Potenza utile nominale	Φ_n	55,00	kW _t
Salto termico fumi-acqua di ritorno	$\Delta\theta$	< 12	°C
Rendimento di generazione base	$\eta_{gen,base}$	104,00	%
Generatore monostadio	No		
Installazione all'esterno	No		
Temperatura di ritorno nel mese più freddo	θ_r	40	°C
Rendimento di generazione	η_{gen}	104,00	%

Vettore energetico

Tipologia	<i>Metano</i>		
Potere calorifico inferiore	PCI	<i>9,940</i>	kWh _t /Nm ³
Costo	c	<i>0,87</i>	€/ Nm ³
Fattore di emissione di CO ₂	f _{CO2}	<i>0,2100</i>	kg/kWh _{t/el}
Fattori di conversione in energia primaria (energia consegnata dal combustibile)			
Non rinnovabile	f _{p,nren}	<i>1,050</i>	-
Rinnovabile	f _{p,ren}	<i>0,000</i>	-
Totale	f _{p,tot}	<i>1,050</i>	-
Ausiliari			
Potenza ausiliari	Φ _{aux}	<i>308</i>	W _{el}

5.1.10 Installazione di pannelli solari fotovoltaici

Dati generali

Intervento	10		
Tipologia	Installazione di pannelli solari fotovoltaici		
Descrizione	Installazione di pannelli solari fotovoltaici		
Zona di pertinenza	Edificio		
Costo stimato	C	45000,00	€

Descrizione sintetica intervento

Intervento

Esposizione

Orientamento	γ	0,0	°
Inclinazione	β	20,0	°
Riflettanza	ρ	0,2	-

Moduli fotovoltaici

Potenza di picco complessiva	$\Phi_{PV,tot}$	24300	W _{el}
Fattore di efficienza dell'impianto	f_{PV}	0,70	-

5.1.11 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.

5.1.11.1 Edificio

Consumi (Co)

Consumo (cc)			
Servizio	Metano [Sm³]		Δ [%]
	Stato di fatto	Scenario	
Riscaldamento (H)	28353	1249	-95,6
Globale	28353	1249	-95,6

Energia elettrica [kWh]			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	0	2044	0,0
Acqua calda sanitaria (W)	2696	285	-89,4
Illuminazione (L)	0	0	0,0
Globale	2696	2329	-13,6

Spesa (S) [€]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	23249,38	1535,27	93,4
Acqua calda sanitaria (W)	674,09	71,29	89,4
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	0,00	0,00	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale	23923,47	1606,56	93,3

Valutazione economica preliminare

Costo stimato (C) [€]	337378,91
Risparmio economico conseguibile (ΔS_{gl}) [€/anno]	22316,91
Tempo di ritorno semplice (t_r) [anni]	15,1

Rendimenti (η) [%]

Riscaldamento idronico (H_{idr})			
Sottosistema	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Emissione (η_{em})	93,0	99,0	6,5
Regolazione (η_{reg})	93,0	95,0	2,2
Distribuzione di utenza (η_{du})	99,0	99,0	0,0
Accumulo (η_s)	100,0	100,0	0,0
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	85,8	257,3	200,0
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	81,7	182,3	123,2
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	81,7	81,8	0,1
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$)	70,0	284,9	307,2
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$)	70,0	87,8	25,5
Valore limite (η_{lim})	73,3	-	-

Acqua calda sanitaria (W)			
Sottosistema	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Erogazione (η_{er})	100,0	100,0	0,0
Distribuzione di utenza (η_{du})	92,6	92,6	0,0
Accumulo (η_s)	100,0	100,0	0,0
Ricircolo (η_{ric})	100,0	100,0	0,0
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	75,0	75,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	38,5	38,5	0,0
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	31,0	31,0	0,0
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$)	35,6	336,7	845,6
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$)	28,7	60,4	110,4
Valore limite (η_{lim})	0,0	-	-

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

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]	Valore limite
Riscaldamento (H)	285,30	67,70	-76,3	54,71
Raffrescamento (C)	1,38	8,81	538,1	16,75

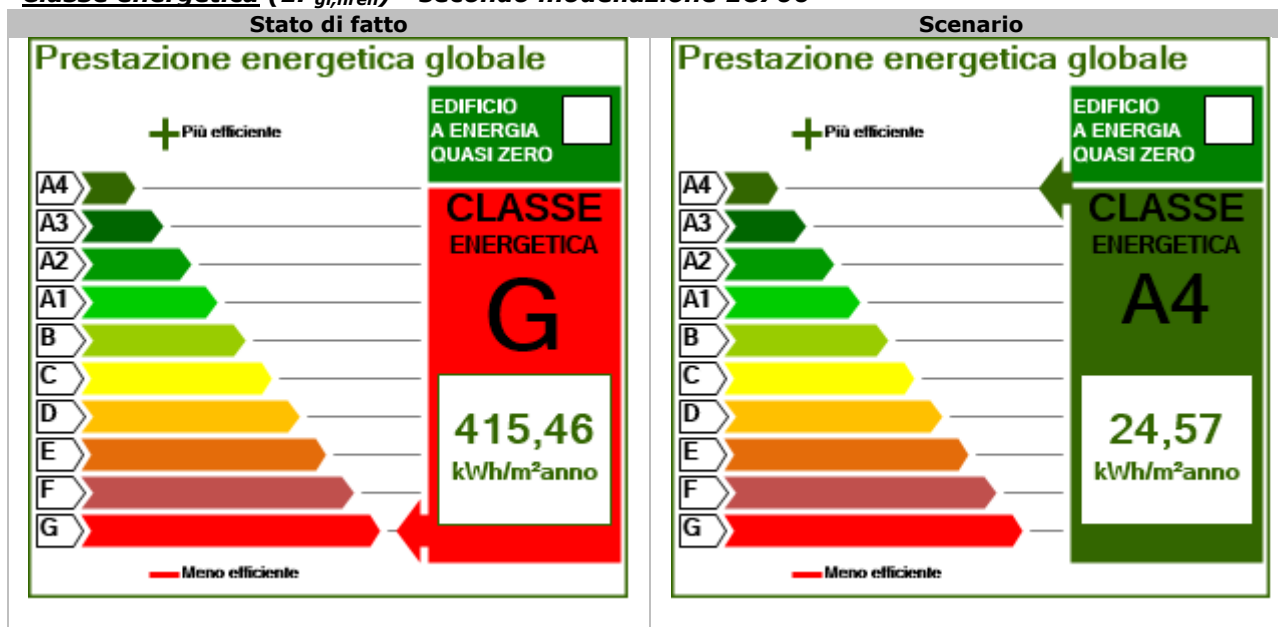
Indici di prestazione energetica dell'edificio (EP) [kWh_p/m^2]

Non rinnovabile (EP_{nren})			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	407,82	23,76	-94,2
Acqua calda sanitaria (W)	7,64	0,81	-89,4
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	0,00	0,00	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (GI)	415,46	24,57	-94,1

Rinnovabile (EP_{ren})			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	0,00	53,37	0,0
Acqua calda sanitaria (W)	1,84	3,70	100,8
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	0,00	0,00	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (GI)	1,84	57,07	2997,7

Totale (EP_{tot})			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	407,82	77,13	-81,1
Acqua calda sanitaria (W)	9,49	4,51	-52,5
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	0,00	0,00	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (GI)	417,31	81,64	-80,4
Valore limite ($EP_{gl,tot,lim}$)	84,07	-	-

Classe energetica ($EP_{gl,nren}$) - secondo modellazione EC700



Quota rinnovabile (QR) [%]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]	Valore minimo
Riscaldamento (H)	0,0	69,2	0,0	-
Acqua calda sanitaria (W)	19,4	82,1	322,3	50
Raffrescamento (C)	0,0	0,0	0,0	-
Globale (H + W + C)	0,4	69,9	15741,9	20 / 35 / 50
Ventilazione (V)	0,0	0,0	0,0	-
Illuminazione (L)	0,0	0,0	0,0	-
Trasporto (T)	0,0	0,0	0,0	-
Globale (GI)	0,4	69,9	15741,9	-

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

Emissioni (Em_{CO2}) [kg]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	56103,74	3411,97	-93,9
Acqua calda sanitaria (W)	1240,32	131,17	-89,4
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	0,00	0,00	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (GI)	57344,06	3543,14	-93,8

Legenda:

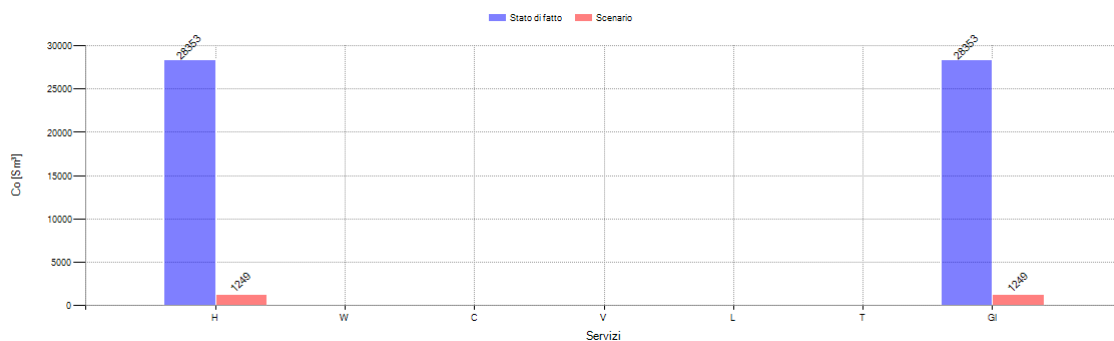
Co	Consumo
Em	Emissioni
EP _{nd}	Indice di prestazione termica
EP _{nren}	Indice di prestazione energetica non rinnovabile
EP _{ren}	Indice di prestazione energetica rinnovabile
EP _{tot}	Indice di prestazione energetica totale
η_{ut}	Rendimento rispetto all'energia utile
$\eta_{p,nren}$	Rendimento rispetto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

Grafici

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

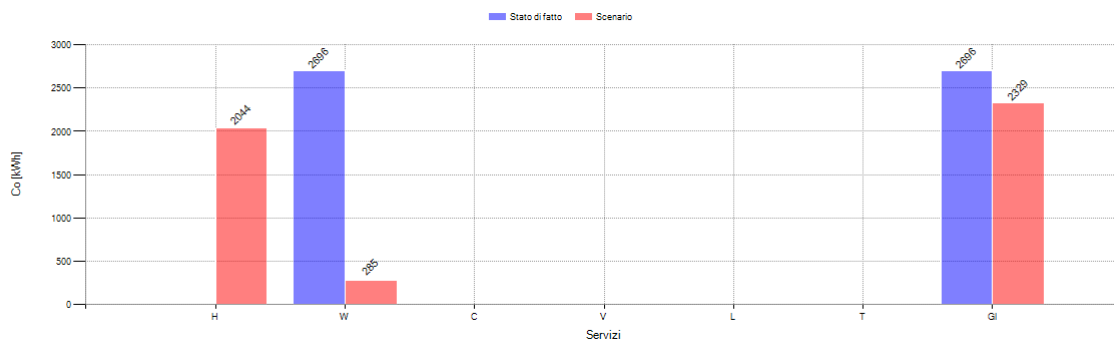
Consumi di combustibile ed energia elettrica

Metano



Servizio	Co _{in} [Sm³]	Co _{fin} [Sm³]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	28353	1249	-95,6
Acqua calda sanitaria (W)	0	0	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)	28353	1249	-95,6

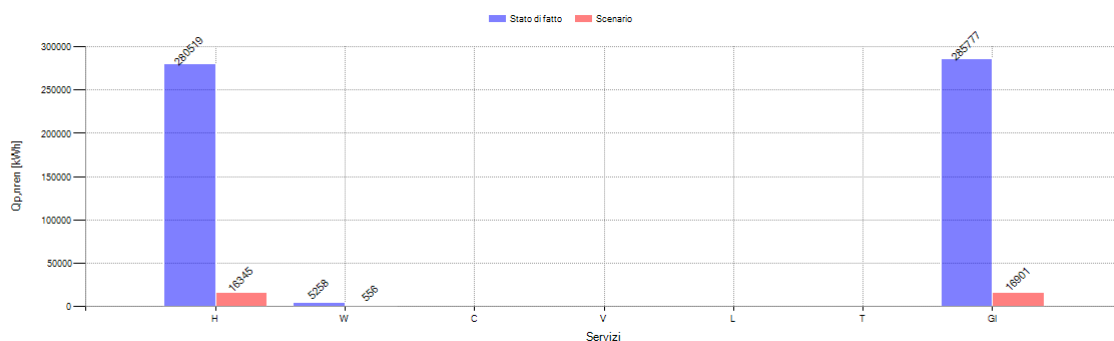
Energia elettrica



Servizio	Co _{in} [kWh]	Co _{fin} [kWh]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	0	2044	100,0
Acqua calda sanitaria (W)	2696	285	-89,4
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	0	0	0,0
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (GI)	2696	2329	-13,6

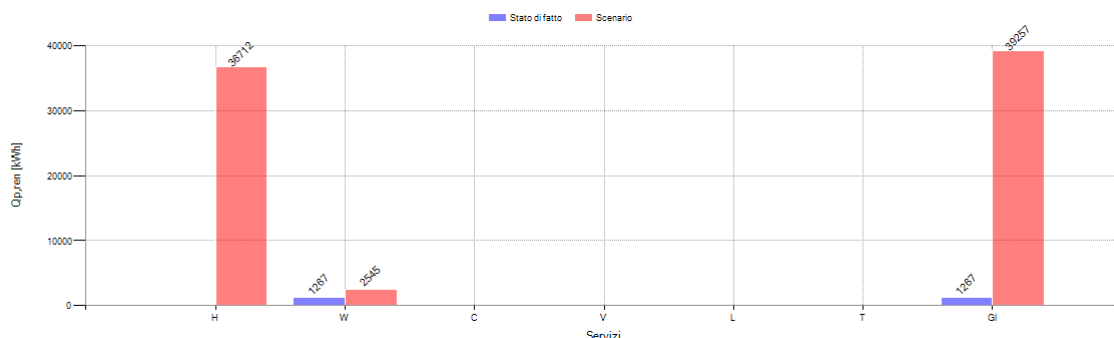
Consumi di energia primaria

Non rinnovabile



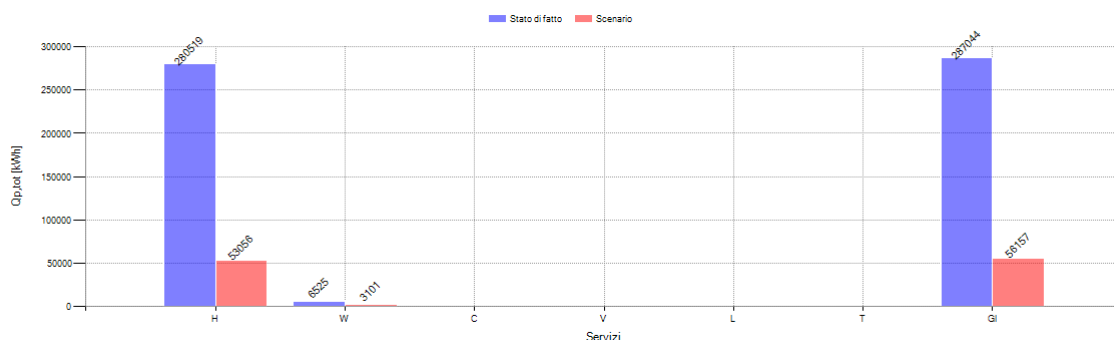
Servizio	Q _{p,nren,in} [kWh _p]	Q _{p,nren,fin} [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	280519	16345	-94,2
Acqua calda sanitaria (W)	5258	556	-89,4
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	0	0	0,0
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (GI)	285777	16901	-94,1

Rinnovabile



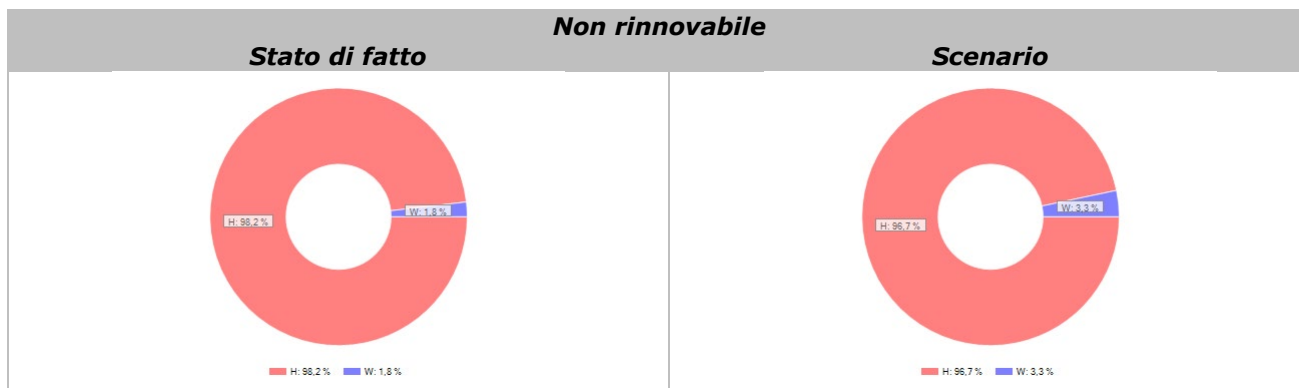
Servizio	Q _{p,ren,in} [kWh _p]	Q _{p,ren,fin} [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	0	36712	100,0
Acqua calda sanitaria (W)	1267	2545	100,8
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	0	0	0,0
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (GI)	1267	39257	2997,7

Totale

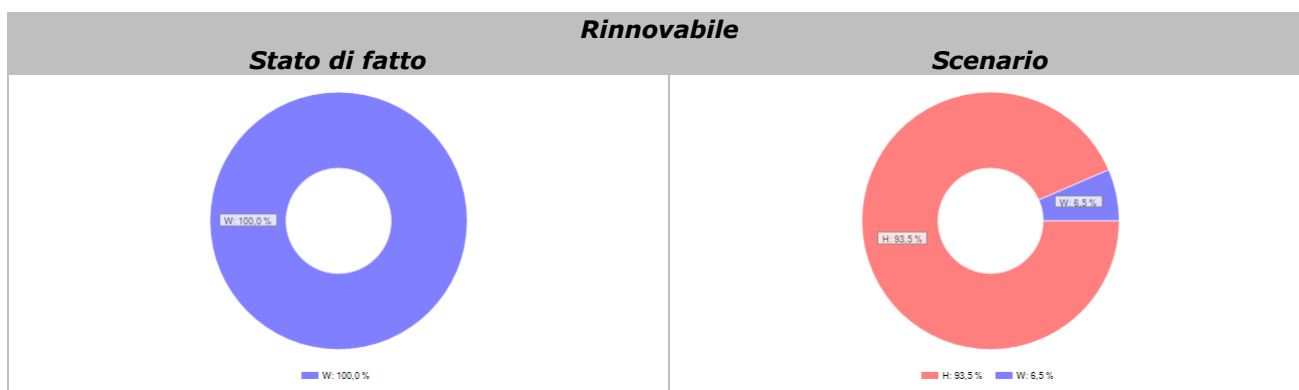


Servizio	Q _{p,tot,in} [kWh _p]	Q _{p,tot,fin} [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	280519	53056	-81,1
Acqua calda sanitaria (W)	6525	3101	-52,5
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	0	0	0,0
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (GI)	287044	56157	-80,4

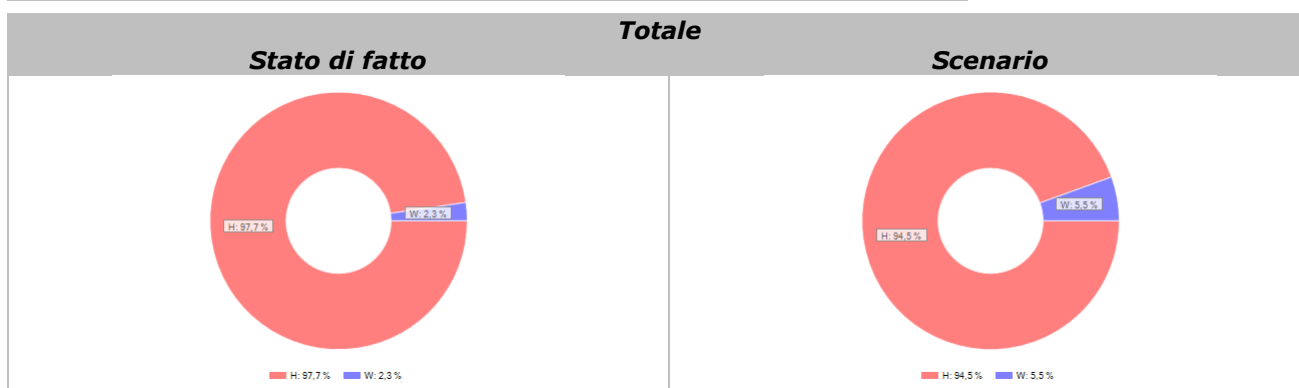
Suddivisione dell'energia primaria globale per servizio



Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,nren} [kWh _p]	%	Q _{p,nren} [kWh _p]	%
Riscaldamento (H)	280519	98,2	16345	96,7
Acqua calda sanitaria (W)	5258	1,8	556	3,3
Raffrescamento (C)	0	0,0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0,0	0	0,0
Illuminazione (L)	0	0,0	0	0,0
Trasporto (T)	0	0,0	0	0,0
Globale (GI)	285777	100,0	16901	100,0

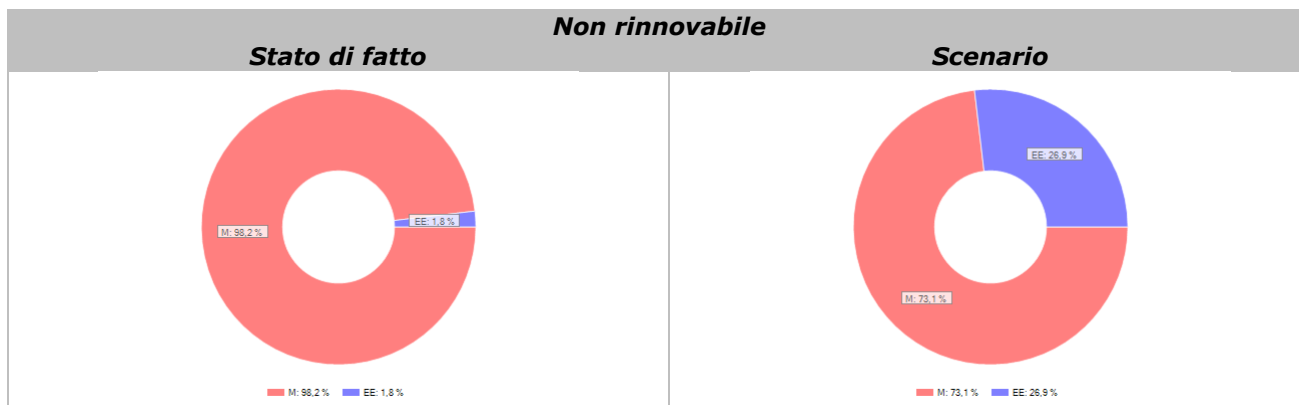


Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,ren} [kWh _p]	%	Q _{p,ren} [kWh _p]	%
Riscaldamento (H)	0	0,0	36712	93,5
Acqua calda sanitaria (W)	1267	100,0	2545	6,5
Raffrescamento (C)	0	0,0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0,0	0	0,0
Illuminazione (L)	0	0,0	0	0,0
Trasporto (T)	0	0,0	0	0,0
Globale (GI)	1267	100,0	39257	100,0

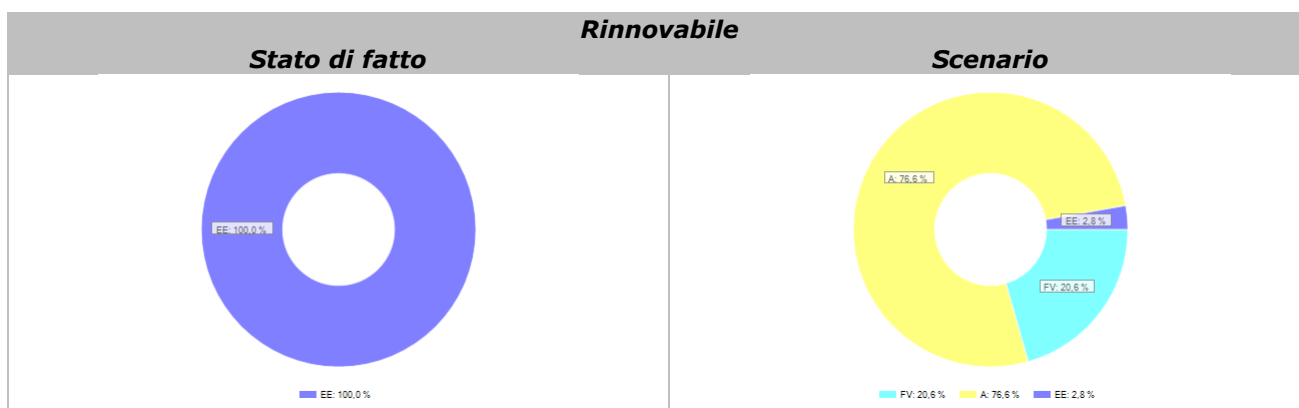


Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,tot} [kWh _p]	%	Q _{p,tot} [kWh _p]	%
Riscaldamento (H)	280519	97,7	53056	94,5
Acqua calda sanitaria (W)	6525	2,3	3101	5,5
Raffrescamento (C)	0	0,0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0,0	0	0,0
Illuminazione (L)	0	0,0	0	0,0
Trasporto (T)	0	0,0	0	0,0
Globale (GI)	287044	100,0	56157	100,0

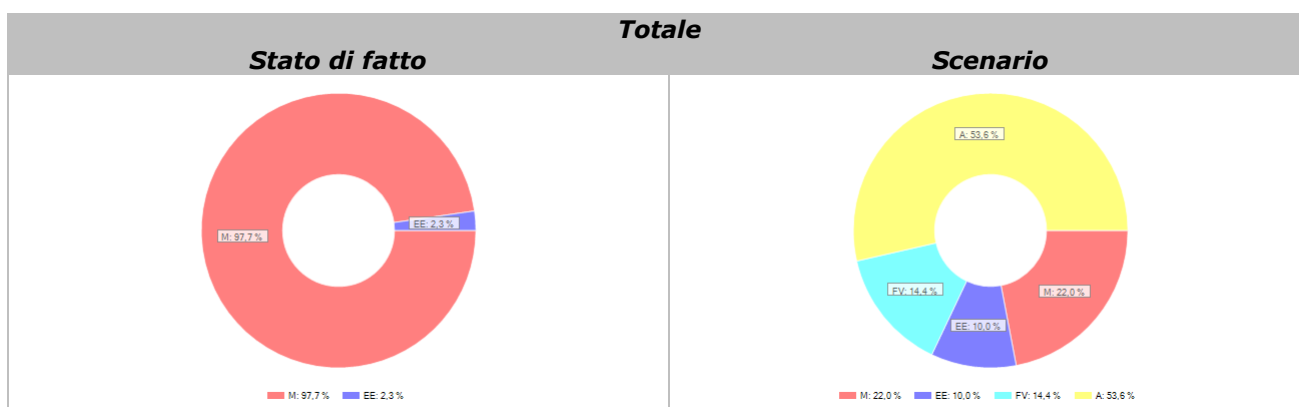
Suddivisione dell'energia primaria globale per vettore energetico



Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,nren} [kWh _p]	%	Q _{p,nren} [kWh _p]	%
Metano (M)	280519	98,2	12359	73,1
Energia elettrica (EE)	5258	1,8	4541	26,9
Solare termico (ST)	0	0,0	0	0,0
Solare fotovoltaico (FV)	0	0,0	0	0,0
Ambiente esterno (pompa di calore) (A)	0	0,0	0	0,0
Totale	285777	100,0	16901	100,0

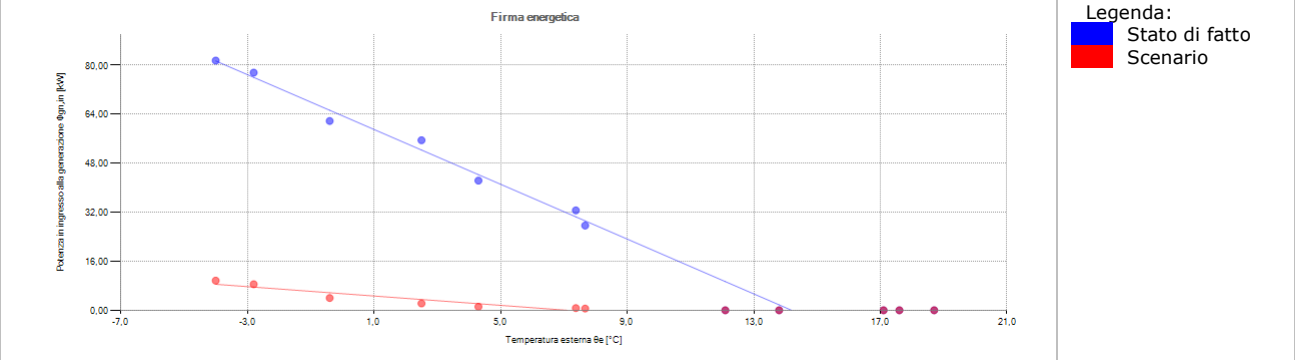


Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,ren} [kWh _p]	%	Q _{p,ren} [kWh _p]	%
Metano (M)	0	0,0	0	0,0
Energia elettrica (EE)	1267	100,0	1095	2,8
Solare termico (ST)	0	0,0	0	0,0
Solare fotovoltaico (FV)	0	0,0	8082	20,6
Ambiente esterno (pompa di calore) (A)	0	0,0	30080	76,6
Totale	1267	100,0	39257	100,0



Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,tot} [kWh _p]	%	Q _{p,tot} [kWh _p]	%
Metano (M)	280519	97,7	12359	22,0
Energia elettrica (EE)	6525	2,3	5636	10,0
Solare termico (ST)	0	0,0	0	0,0
Solare fotovoltaico (FV)	0	0,0	8082	14,4
Ambiente esterno (pompa di calore) (A)	0	0,0	30080	53,6
Totale	287044	100,0	56157	100,0

Firma energetica invernale (24 h)



Mese	θ _e [°C]	Stato di fatto				Scenario	
		g _{risc} [g]	Q _{H,gen,in} [kWh _t /el.]	Φ _{H,gen,in} [kW _t /el.]	g _{risc} [g]	Q _{H,gen,in} [kWh _t /el.]	Φ _{H,gen,in} [kW _t /el.]
gennaio	-4,0	31	60669	81,54	31	7191	9,67
febbraio	-0,4	28	41536	61,81	28	2694	4,01
marzo	4,3	31	31508	42,35	31	863	1,16
aprile	7,7	22	14607	27,66	22	292	0,55
maggio	13,8	0	0	0,00	0	0	0,00
giugno	17,1	0	0	0,00	0	0	0,00
luglio	18,7	0	0	0,00	0	0	0,00
agosto	17,6	0	0	0,00	0	0	0,00
settembre	12,1	0	0	0,00	0	0	0,00
ottobre	7,4	27	21131	32,61	27	457	0,70
novembre	2,5	30	39971	55,52	30	1597	2,22
dicembre	-2,8	31	57739	77,61	31	6323	8,50
TOTALE		200	267161	-	200	19417	-

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