

RELAZIONE DI DIAGNOSI ENERGETICA

(rapporto finale)

secondo UNI CEI EN 16247-1-2

Committente

Nome *Comune di Sasso Marconi*
Indirizzo *Piazza dei Martiri della Liberazione 6, Sasso Marconi (BO)*

Edificio / condominio

Descrizione *Comune di Sasso Marconi*
Indirizzo *Piazza dei Martiri della Liberazione 6, Sasso Marconi (BO)*

Studio tecnico

Nome
Indirizzo

Software di calcolo *Edilclima EC700 versione 10.20.52 ed EC720 versione 5.19.49*
Data di redazione del documento *08/01/2021*

SOMMARIO

1	Premessa
2	Sintesi della diagnosi energetica
3	Generalità ed impostazioni di calcolo
4	Analisi energetica dell'edificio
4.1	Dati climatici (calcolo orario)
4.2	Calcolo dinamico orario dell'energia termica utile
4.2.1	<i>Strutture disperdenti</i>
4.2.2	<i>Profili orari</i>
4.3	Caratteristiche degli impianti
4.3.1	<i>Impianto di riscaldamento idronico</i>
4.3.2	<i>Impianto di acqua calda sanitaria</i>
4.3.3	<i>Altri impianti</i>
4.4	Principali risultati dei calcoli
5	Confronto con i consumi reali
5.1	Edificio
5.1.1	<i>Nuova stagione 1</i>
6	Raccomandazioni circa i possibili interventi
6.1	Nuovo scenario 1
6.1.1	<i>Totale Interventi</i>
6.1.2	<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.).

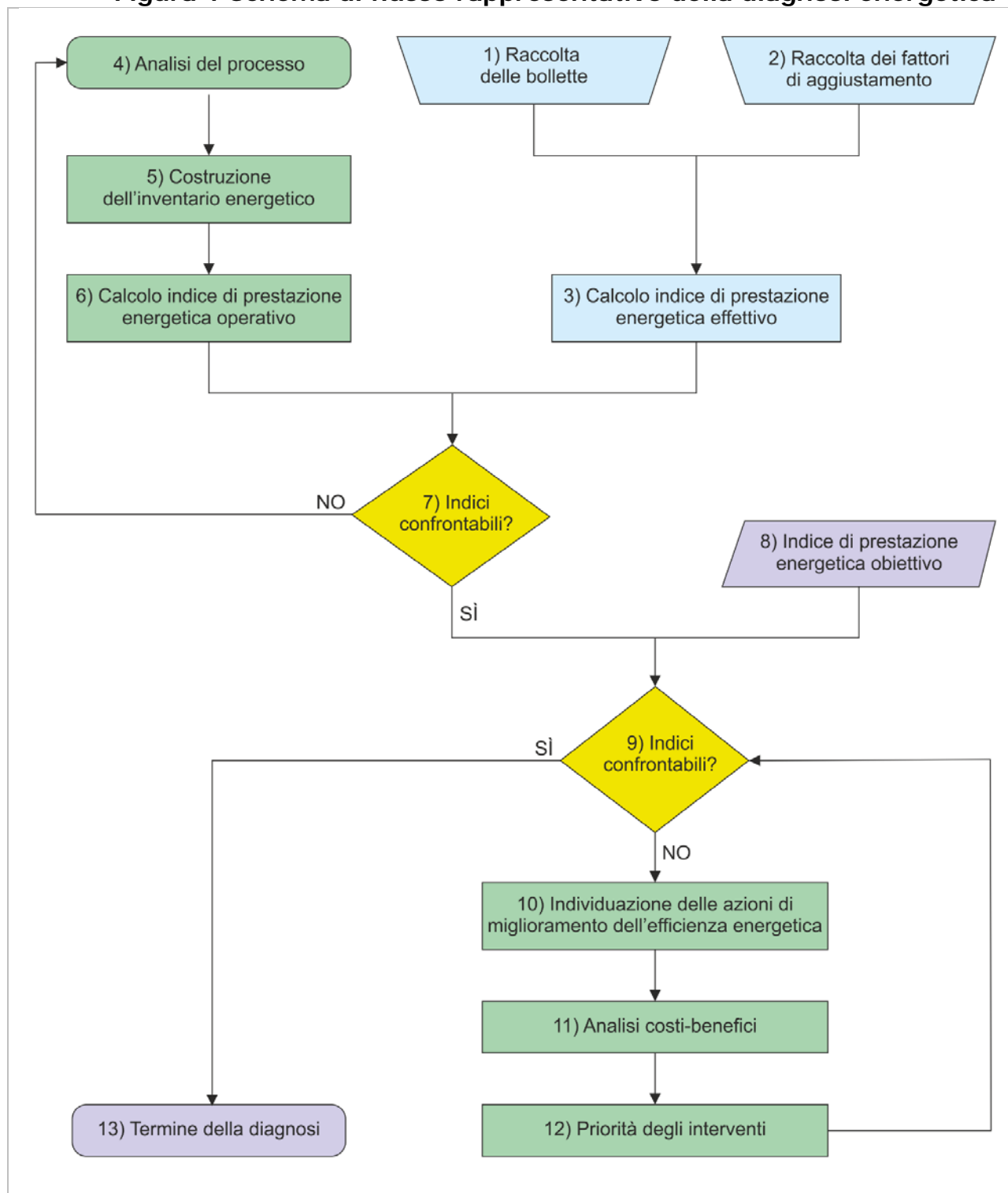
Modalità operative

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 articolata 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>Comune di Sasso Marconi</i>
Comune	<i>Sasso Marconi</i>
Provincia	<i>Bologna</i>
CAP	<i>40037</i>
Indirizzo edificio	<i>Piazza dei Martiri della Liberazione 6</i>
Zona climatica	<i>E</i>
Gradi giorno DPR 412/93 (GG _{DPR 412/93}) [°Cg]	<i>2339</i>
Categoria prevalente (DPR 412/93)	<i>E.2</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>Incentivi previsti dal Conto Termico</i>
Riferimento	<i>DM 28/12/12, art. 15 + DM 16.02.16</i>

Descrizione sintetica dell'edificio

L'immobile è inserito in un contesto urbano. E' un edificio a blocco ad uso esclusivamente uffici. La sua costruzione risale agli anni '50. E' composto di tre piani fuori terra. Sull'edificio è stato installato nel 2014 un impianto fotovoltaico di 34 kWp con servizio di Scambio sul Posto.

Immagine edificio



Le caratteristiche dimensionali dell'edificio sono così riassumibili:

Caratteristiche dimensionali complessive dell'edificio

Superficie utile	S_{utile}	1714,87	m ²
Superficie lorda	S_{lorda}	1822,84	m ²
Volume netto	V_{netto}	5546,18	m ³
Volume lordo	V_{lordo}	6451,97	m ³
Fattore di forma	S/V	0,40	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)	Centralizzato	-
Ventilazione (V)	Assente	-
Riscaldamento aeraulico (H_{aer})	Assente	-
Illuminazione (L)	Considerato	-
Trasporto (T)	Presente	-
Solare termico (ST)	Assente	-
Solare fotovoltaico (SF)	Centralizzato	-

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

Prestazioni energetiche stato di fatto

Indice di prestazione energetica globale non innovabile	$EP_{\text{gl,nren}}$	142,62	kWh _p /m ² anno
Spesa globale annua	S_{gl}	24240,09	€/anno

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

Raccomandazioni

Scenario	Descrizione scenario			
1	Nuovo scenario 1			
Intervento	Descrizione intervento	Costo (C) [€]		
1	Totale Interventi	400859,00		
Parametri di valutazione	Stato di fatto	Scenario	Δ	%
Costo complessivo scenario(C) [€]		400859,00		
Spesa globale annua (S_{gl})[€/anno]	24240,09	17412,15	6827,94	28,20
Tempo di ritorno semplice (t_r) [anni]		58,7		
$EP_{\text{gl,nren}}$ [kWh _p /m ² anno]	142,62	79,20	63,42	44,50

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 10.20.52 (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 dinamico orario (UNI EN ISO 52016-1). 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.

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	16 aprile	Al	13 ottobre
Giorni di raffrescamento (n_{raffr})		181	

Fattori di conversione in energia primaria

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

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

Caratteristiche dei singoli vettori energetici

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

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:

Hidr	Riscaldamento idronico	C	Raffrescamento (idronico ed aeraulico)
Haer	Riscaldamento aeraulico (trattamenti aria)	W	Acqua calda sanitaria
H	Riscaldamento (idronico ed aeraulico)	V	Ventilazione
Cidr	Raffrescamento idronico	L	Illuminazione
Caer	Raffrescamento aeraulico (trattamenti aria)	T	Trasporto di persone o cose

4 ANALISI ENERGETICA DELL'EDIFICIO

4.1 Dati climatici (calcolo orario)

In caso di calcolo orario si utilizzano dati climatici orari, dei quali si riporta di seguito, per maggior sintesi, una media mensile. Si precisa che per "gradi giorno" si intende, in conformità alla norma UNI EN ISO 15927-6, la sommatoria degli scostamenti giornalieri tra la temperatura interna invernale ed esterna. In particolare, i gradi giorno "DPR 412/93" sono quelli definiti dal decreto ed utilizzati per la definizione della zona climatica. I gradi giorno "calcolati" sono invece rappresentativi delle temperature esterne in corrispondenza della quali è stata condotta l'analisi energetica.

Caratteristiche geografiche

Comune	Sasso Marconi		
Provincia	Bologna		
Altitudine s.l.m.		128	m
Latitudine nord		44°23'	
Longitudine est		11°14'	
Gradi giorno DPR 412/93	GG _{DPR412/93}	2339	°Cg
Gradi giorno calcolati	GG _{calc}	2660	°Cg
Zona climatica		E	
Regione di vento		ADRIATICO	
Direzione del vento prevalente		Sud-Ovest	
Distanza da mare		> 40	km
Velocità del vento media	V _{media}	2,00	m/s
Velocità del vento massima	V _{max}	4,00	m/s
Temperatura esterna di progetto	θ _{e,des}	-5,4	°C
Irradianza mensile massima sul piano orizzontale		273,1	W _t /m ²

Dati climatici mensili

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
θ _{H,int} [°C]	20	20	20	20	20	20	-	20	20	20	20	20
θ _e [°C]	0,9	5,0	9,2	13,2	17,3	21,8	24,4	21,2	18,9	15,2	8,9	3,4
n _{risc} [g]	31	28	31	30	31	8	-	19	30	31	30	31
GG _{calc} [°Cg]	591	419	334	205	84	21	-	-24	32	149	334	516
p [Pa]	522,7	508,2	672,6	951,4	1124,3	1380,9	1383,8	1415,6	1471,2	1309,0	881,6	629,1

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

Orient.	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
N	17,3	27,3	38,4	52,0	72,2	81,8	79,4	62,6	47,1	30,1	20,2	14,7
NE	20,0	28,0	41,8	61,7	81,8	91,0	92,0	71,1	52,9	30,9	20,3	14,7
E	36,6	44,0	62,4	90,6	107,1	115,7	123,2	97,9	78,6	42,1	27,3	18,7
SE	69,8	83,8	91,8	115,1	119,8	119,2	133,5	118,1	110,1	66,9	52,1	37,3
S	99,2	130,5	125,2	132,1	125,1	109,6	132,0	133,2	139,1	98,3	87,2	61,2
SO	84,9	122,9	130,1	142,8	154,1	138,8	165,8	157,5	147,9	101,6	86,2	58,7
O	42,1	69,0	96,0	121,6	154,0	154,7	172,8	146,0	116,6	70,4	49,6	31,6
NO	18,8	32,7	57,5	82,9	117,2	127,7	133,0	104,6	74,9	41,2	23,3	15,6
Orizzontale	51,2	93,3	127,9	183,2	233,9	237,9	272,4	213,3	162,0	88,7	55,5	36,4

Legenda:

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

4.2 Calcolo dinamico orario dell'energia termica utile

Il calcolo dinamico orario, definito dalla norma UNI EN ISO 52016-1, consente di determinare, per ogni ora dell'anno, se occorre riscaldare o raffreddare l'edificio, ossia se sussiste un fabbisogno di riscaldamento o raffreddamento. Tale metodo consente una valutazione più precisa ed efficace soprattutto in merito alle destinazioni d'uso non residenziali (spesso caratterizzate da profili d'uso particolari) ed al servizio di raffreddamento (il cui calcolo mensile è contraddistinto da criticità).

In particolare si utilizza un metodo alle differenze finite, caratterizzato da un passo di calcolo orario. A tale scopo si introduce il concetto di "nodo", inteso come punto in corrispondenza del quale viene definita una temperatura. In corrispondenza di ogni nodo si effettua un bilancio energetico, secondo un modello "RC" (resistenza – capacità). Ogni elemento di costruzione viene così modellizzato attraverso una serie di nodi, a cui si aggiunge un nodo rappresentativo della temperatura dell'ambiente interno della zona termica. A ciascun nodo viene associata o meno, in funzione della sua tipologia, una capacità termica. Si definiscono pertanto, per ciascun elemento di costruzione, i seguenti nodi:

- un nodo rappresentativo della temperatura interna della zona;
- un insieme di nodi interni;
- un nodo rappresentativo della temperatura superficiale della faccia rivolta verso l'ambiente esterno.

Ai fini della discretizzazione, in termini di nodi, dei singoli elementi di costruzione (suddivisione in strati paralleli, separati da nodi), si assumono inoltre le seguenti convenzioni:

- pareti opache - si definiscono cinque nodi, di cui uno corrispondente alla superficie interna (verso la zona), tre nodi interni all'elemento ed un nodo corrispondente alla superficie esterna. La capacità termica del componente è fornita dalla UNI EN ISO 52016-1 in funzione della rispettiva classe, dipendente a sua volta dalla distribuzione della massa nel componente stesso;
- finestre - si definiscono due soli nodi, di cui uno interno ed uno esterno. La capacità termica si assume, ai sensi della UNI EN ISO 52016-1, nulla (lo stesso vale per le porte o facciate continue);
- ponti termici - il loro contributo si include direttamente nell'equazione di bilancio relativa al nodo interno mentre la loro capacità termica viene trascurata.

Le temperature in corrispondenza dei vari nodi vengono valutate, ora per ora, attraverso apposite equazioni di bilancio. In particolare si utilizzano:

- un'equazione relativa alla singola zona termica (UNI EN ISO 52016-1, formula 38);
- per ogni componente del fabbricato, un'equazione relativa al nodo superficiale interno (UNI EN ISO 52016-1, formula 39), tante equazioni quanti sono i nodi interni al componente (UNI EN ISO 52016-1, formula 40) ed un'equazione relativa al nodo superficiale esterno (UNI EN ISO 52016-1, formula 41).

Il numero complessivo delle equazioni che descrivono gli elementi costruttivi è pertanto il seguente:

- cinque per il numero di elementi opachi (con la medesima esposizione ed ombreggiamento);
- due per il numero di elementi finestrati (con la medesima esposizione ed ombreggiamento);
- un'equazione per il nodo rappresentativo della temperatura interna della zona.

Sussistendo nell'edificio differenti esposizioni ed ombreggiamenti, ne deriva un numero di equazioni di regola rilevante, il quale si traduce in una struttura matriciale del seguente tipo (UNI EN ISO 52016-1, formula 37):

$$[A] \times [X] = [B]$$

dove:

- [A] = matrice dei coefficienti (primo membro delle equazioni suddette);
- [X] = vettore delle temperature incognite dei nodi;
- [B] = vettore dei termini noti (secondo membro delle equazioni suddette).

4.2.1 Strutture disperdenti

Si descrivono di seguito le differenti strutture disperdenti costituenti il fabbricato.

Descrizione sintetica dei componenti opachi

(vs esterno) Struttura in c.a. con tamponamento in mattoni forati, intonaca sia esternamente che internamente, non coibentata.

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

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

Descrizione sintetica dei componenti finestrati

Telaio: Legno, Metallo, PVC

Vetro: Vetrocamera.

Riepilogo strutture disperdenti

Muri					
Cod.	Tipo	Descrizione	U [Wt/m²K]	k _m [kJ/m²K]	Classe
M2	T	Parete esterna	2,126	528,000	M
M4	T	Parete esterna	1,781	534,000	D
M5	T	Copia di Parete esterna	1,460	714,000	D

Pavimenti					
Cod.	Tipo	Descrizione	U [Wt/m²K]	k _m [kJ/m²K]	Classe
P1	U	Pavimento su cantina	1,203	394,960	D
P2	T	Pavimento su porticato	1,573	464,840	I

Soffitti					
Cod.	Tipo	Descrizione	U [Wt/m²K]	k _m [kJ/m²K]	Classe
S1	U	Soffitto sottotetto	1,918	260,320	IE
S2	T	Soffitto a terrazzo	1,763	468,000	E

Componenti finestrati					
Cod.	Tipo	Descrizione	U [Wt/m²K]	k _m [kJ/m²K]	Classe
W1	T	140x240	2,945	-	-
W2	T	140x180	2,927	-	-
W3	T	140x180_2	2,802	-	-
W4	T	140x140	2,812	-	-
W5	T	140x240_2	2,836	-	-
W6	T	200x210	5,121	-	-

Ponti termici					
Cod.	Tipo	Descrizione	ψ [Wt/mK]	k _m [kJ/m²K]	Classe
Z1	-	GF - Parete - Solaio rialzato	-0,378	-	-
Z2	-	IF - Parete - Solaio interpiano	0,318	-	-
Z4	-	W - Parete - Telaio	0,137	-	-

Legenda dei simboli:

U Trasmittanza termica (comprensiva dei ponti termici)

ψ Trasmittanza termica lineica del ponte termico

k_m Capacità termica specifica

Legenda delle classi:

I Massa concentrata sul lato interno

E Massa concentrata sul lato esterno

IE Massa suddivisa tra lato interno ed esterno

D Massa equamente distribuita

M Massa concentrata all'interno

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

4.2.2 Profili orari

Ai fini dell'applicazione del calcolo dinamico orario occorre definire i profili orari di determinati parametri (per il resto i dati di input sono sostanzialmente gli stessi utilizzati per il calcolo mensile). Si definiscono pertanto i seguenti profili orari:

- strutture di tipo A - temperatura interna del locale vicino;
- pavimenti di tipo G - temperatura del terreno;
- strutture di tipo N - presenza o assenza dei vicini;
- singole zone - temperatura interna di set-point minima (per riscaldamento) / massima (per raffrescamento), apporti interni sensibili (dovuti a persone, apparecchiature ed illuminazione);
- singoli locali - apporti interni sensibili (sostitutivi o aggiuntivi rispetto a quelli della zona), portate di ventilazione naturale, utilizzo dei tendaggi, utilizzo delle chiusure oscuranti;
- impianto di ventilazione - attivazione o spegnimento dell'impianto.

4.2.3 Risultati mensili edificio

I risultati del calcolo orario vengono aggregati in fabbisogni mensili, costituenti il dato di ingresso per il calcolo mensile dell'energia primaria. Si ottengono così i seguenti fabbisogni:

Fabbisogni mensili (aggregazione fabbisogni orari)

Mese	Riscaldamento			Raffrescamento		
	g_{risc} [g]	θ_{est} [°C]	$Q_{H,sys,out}$ [kWh _t]	g_{raffr} [g]	θ_{est} [°C]	$Q_{C,sys,out}$ [kWh _t]
gennaio	31	0,9	37962,2	0	0,0	0,0
febbraio	28	5,0	28290,3	0	0,0	0,0
marzo	31	9,2	16767,7	0	0,0	0,0
aprile	30	13,2	6248,5	8	14,7	55,7
maggio	31	17,3	1478,6	31	17,3	1955,9
giugno	8	20,2	302,2	30	21,8	7053,8
luglio	0	0,0	0,0	31	24,4	10430,1
agosto	19	20,7	33,0	31	21,2	5667,0
settembre	30	18,9	527,1	30	18,9	2743,2
ottobre	31	15,2	4815,2	8	16,6	218,1
novembre	30	8,9	18929,4	0	0,0	0,0
dicembre	31	3,4	37130,6	0	0,0	0,0
Totale	300	132,9	152484,7	169	134,9	28123,8

Legenda dei simboli:

$g_{risc/raffr}$	Giorni di riscaldamento / raffrescamento
θ_{est}	Temperatura esterna media (riproporzionata rispetto ai giorni di riscaldamento / raffrescamento)
$Q_{H,sys,out}$	Fabbisogno di energia termica utile per il riscaldamento
$Q_{C,sys,out}$	Fabbisogno di energia termica utile per il raffrescamento

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

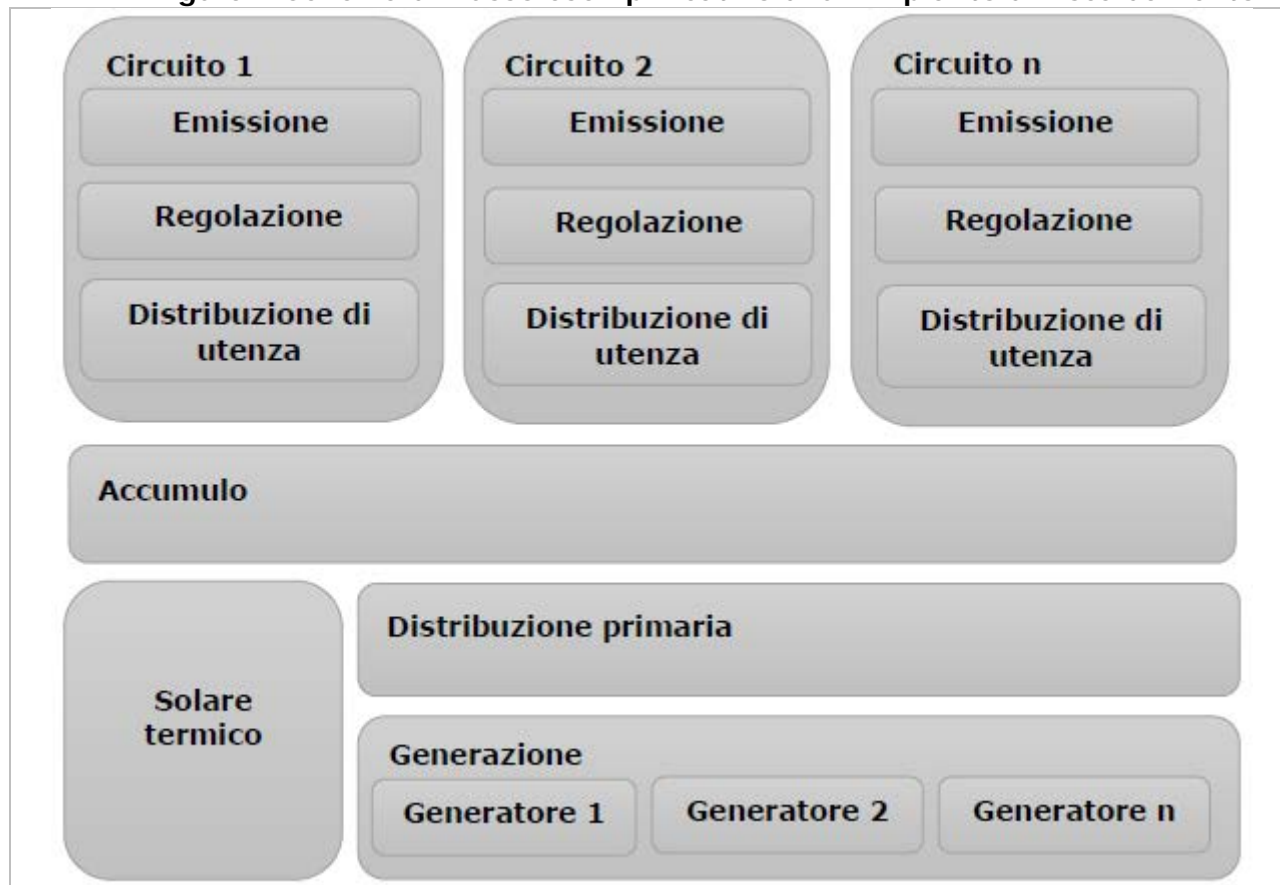
$Q_{exp,k}$ = energia esportata dal singolo vettore energetico [kWh_{el}];

$f_{p,exp,k}$ = 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.2 caldaie a combustione alimentate a metano a servizio dello stabile, collocate in centrale termica esterna.

L'emissione è assicurata da radiatori su parete esterna non isolata.

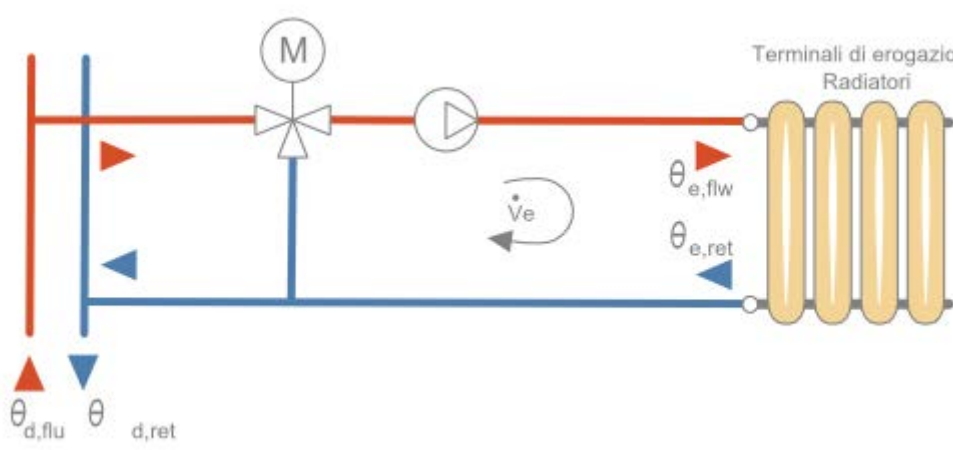
4.3.1.1 Impianto centralizzato

Dati generali

Tipologia di impianto	Monocircuito
Fluido termovettore	Acqua

Circuito Riscaldamento

Regime di funzionamento del circuito												
Tipologia di calcolo	Da fabbisogno orario											
Tempo di attivazione mensile	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
t _{circ} [h/g]	8,6	10,0	8,1	4,1	0,9	1,0	0,0	0,1	0,4	4,1	8,8	9,9
Emissione												
Tipologia	Radiatori su parete esterna non isolata (U > 0,8 W/m2K)											
Rendimento	η _{H,idr,em}										92,7	%
Ausiliari	Q _{H,idr,em,aux}										0,0	kWh _{el}
Regolazione												
Tipologia	Manuale (solo termostato di caldaia)											
Caratteristiche	-											
Rendimento	η _{H,idr,reg}										81,5	%
Distribuzione												
Metodo di calcolo	Semplificato											
Tipologia di impianto	Autonomo, edificio condominiale											
Rendimento	η _{H,idr,du}										96,0	%
Ausiliari	Q _{H,idr,du,aux}										990,9	kWh _{el}
Temperatura media												
Tipologia di circuito	A temperatura fissa											



Temperature medie	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Emissione (θ _{H,idr,em,avg}) [°C]	56,4	51,0	46,0	44,3	44,7	41,2	-	37,9	41,7	41,1	46,1	53,1
Distribuzione (θ _{H,idr,du,avg}) [°C]	58,9	53,5	48,5	46,8	47,2	43,7	-	40,4	44,2	43,6	48,6	55,6

Generazione

Configurazione centrale termica	Generatori multipli
Modalità di funzionamento	Contemporaneo
Con priorità	Si

Generatore 1 - Caldaia a condensazione

Dati generali

Numero	1		
Tipologia	Caldaia a condensazione		
Metodo di calcolo	Analitico		
Marca / serie / modello	VIESSMANN Srl/Vitocrossal 200 CM2C da 186 a 311 kW/Vitocrossal 200 CM2C 186 kW		
Potenza utile nominale	Φ_n	175,00	kW _t

Immagine

FOTO GENERATORE

Rendimenti termici

Riscaldamento idronico	$\eta_{H,ldr,gen,ut}$	101,6	%
------------------------	-----------------------	-------	---

Ausiliari

Riscaldamento idronico	$Q_{H,ldr,gen,aux}$	161,7	kWh _{el}
------------------------	---------------------	-------	-------------------

Vettore energetico

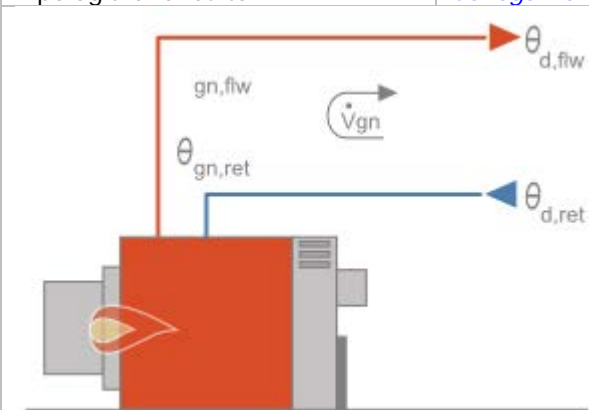
Tipologia	Metano		
Potere calorifico inferiore	PCI	9,940	kWh/Nm ³
Costo	c	0,87	€/ Nm ³
Fattore di emissione di CO ₂	f _{CO2}	0,210	kg/kWh _p

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 ($\theta_{H,ldr,gen,avg}$) [°C]	59,9	54,9	50,5	48,9	49,3	46,0	-	43,1	46,5	46,0	50,6	56,9

Generatore 2 - Caldaia tradizionale

Dati generali

Numero	2		
Tipologia	Caldaia tradizionale		
Metodo di calcolo	Analitico		
Marca / serie / modello	BELLELI/RECORD/PR1		
Potenza utile nominale	Φ_n	153,00	kW _t

Immagine

FOTO GENERATORE

Rendimenti termici

Riscaldamento idronico	$\eta_{H,idr,gen,ut}$	0,0	%
------------------------	-----------------------	-----	---

Ausiliari

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

Vettore energetico

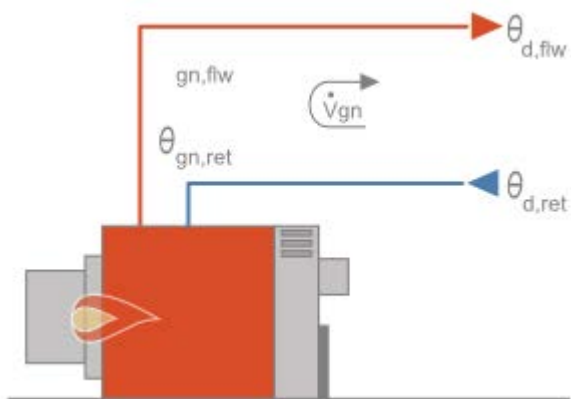
Tipologia	Metano		
Potere calorifico inferiore	PCI	9,940	kWh/Nm ³
Costo	c	0,87	€/ Nm ³
Fattore di emissione di CO ₂	f _{CO2}	0,210	kg/kWh _p

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]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Principali risultati dei calcoli

Fabbisogni termici

Fabbisogno dell'edificio (ventilazione effettiva)	$Q_{H,sys,out}$	152485	kWh _t
Energia recuperata dall'impianto di ACS	$Q_{H,W,rh}$	128	kWh _t
Fabbisogno ideale netto (dedotto dei recuperi)	$Q'_{H,sys,out}$	152357	kWh _t
Fabbisogno corretto per contabilizzazione	$Q_{H,sys,out,cont}$	129503	kWh _t
Fabbisogno corretto per ulteriori fattori	$Q_{H,sys,out,corr}$	110078	kWh _t
Perdite di emissione non recuperate	$Q_{H,em,ls,nrh}$	8711	kWh _t
Fabbisogno in ingresso all'emissione	$Q_{H,em,in}$	118789	kWh _t
Perdite di regolazione non recuperate	$Q_{H,rq,ls,nrh}$	27039	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla regolazione	$Q_{H,rq,in}$	145828	kWh _t
Perdite di distribuzione di utenza non recuperate	$Q_{H,du,ls,nrh}$	6076	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla distribuzione di utenza	$Q_{H,du,in}$	151905	kWh _t
Perdite di accumulo non recuperate	$Q_{H,s,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso all'accumulo	$Q_{H,s,in}$	151905	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	$Q_{H,s,in,eff}$	151905	kWh _t
Perdite di distribuzione primaria non recuperate	$Q_{H,dp,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla distribuzione primaria	$Q_{H,dp,in}$	151905	kWh _t
Fabbisogno in uscita dalla generazione	$Q_{H,gen,out}$	151905	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	$Q_{H,gen,circ,in}$	151905	kWh _t
Perdite di generazione non recuperate	$Q_{H,gen,ls,nrh}$	-2380	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla generazione (energia termica)	$Q_{H,gen,in,t}$	149524	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	$Q_{H,du,aux}$	991	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	$Q_{H,gen,aux}$	162	kWh _{el}
Fabbisogno in ingresso alla generazione (energia elettrica)	$Q_{H,gen,in,el}$	0	kWh _{el}
Fabbisogno elettrico complessivo	$Q_{H,el}$	1153	kWh _{el}
Energia prodotta dal fotovoltaico	$Q_{H,PV,out}$	356	kWh _{el}
Eccedenza del fotovoltaico	$Q_{H,PV,surplus}$	0	kWh _{el}
Contributo netto del fotovoltaico	$Q_{H,PV,out,net}$	356	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)	$Q_{H,el,eff}$	797	kWh _{el}

Energia primaria

Non rinnovabile	$Q_{H,p,nren}$	158554	kWh _p
Rinnovabile	$Q_{H,p,ren}$	730	kWh _p
Totale	$Q_{H,p,tot}$	159284	kWh _p

Riepilogo rendimenti

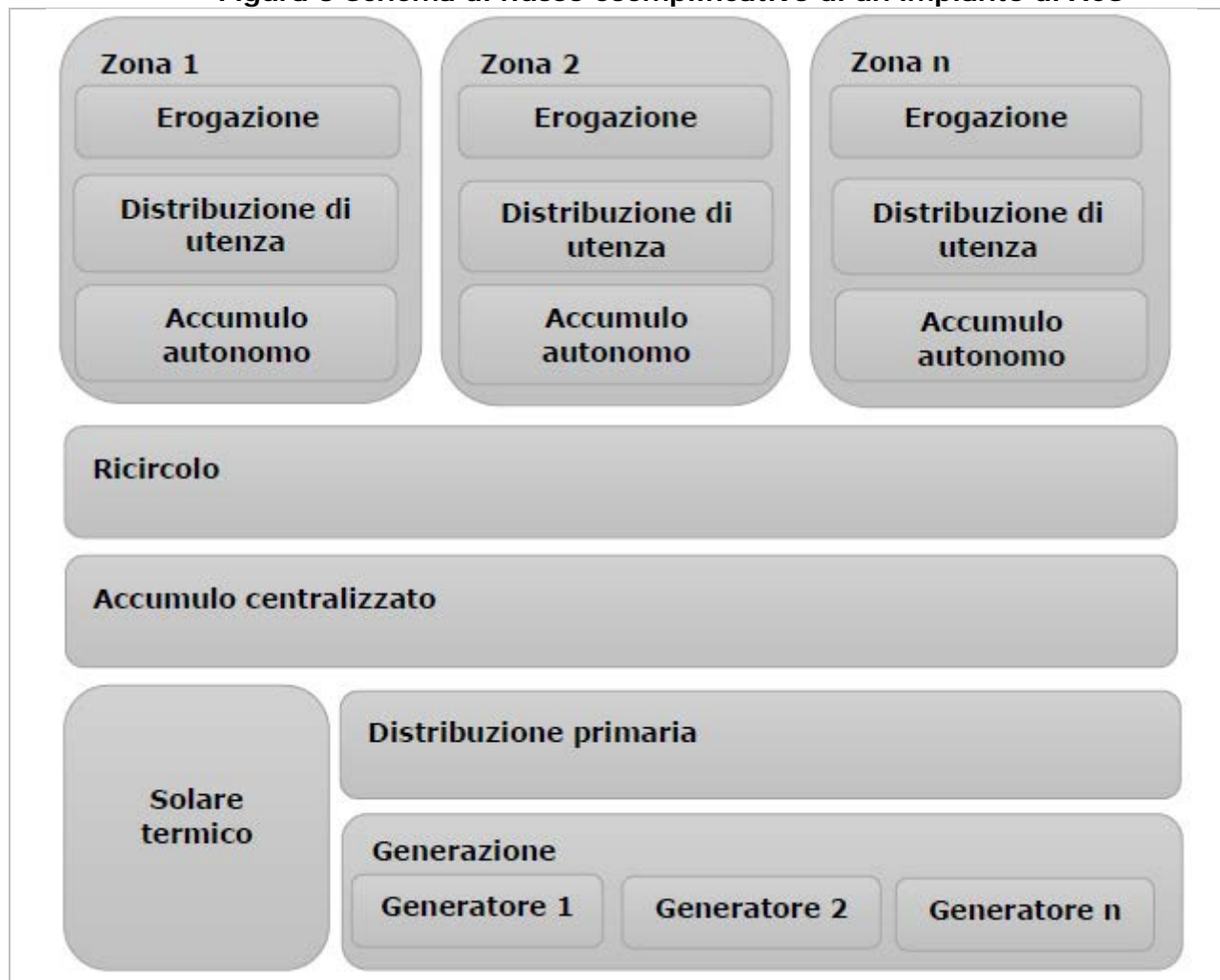
Impianto idronico

Emissione	$\eta_{H, idr,em}$	92,7	%
Regolazione	$\eta_{H, idr,req}$	81,5	%
Distribuzione di utenza	$\eta_{H, idr,du}$	96,0	%
Accumulo	$\eta_{H, idr,s}$	100,0	%
Distribuzione primaria	$\eta_{H, idr,dp}$	-	%
Generazione (rispetto all'energia utile)	$\eta_{H, idr,gen,ut}$	101,6	%
Generazione (rispetto all'energia primaria non rinnovabile)	$\eta_{H, idr,gen,p,nren}$	96,6	%
Generazione (rispetto all'energia primaria totale)	$\eta_{H, idr,gen,p,tot}$	96,5	%
Globale medio stagionale (rispetto a en. pr. non rinn.)	$\eta_{H,g,p,nren}$	69,4	%
Globale medio stagionale (rispetto a en. pr. tot.)	$\eta_{H,g,p,tot}$	69,1	%

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 garantita da bollitori elettrici ad accumulo installati nelle zone w.c.

4.3.3 Altri impianti

4.3.3.1 Impianto di raffrescamento

Descrizione sintetica impianto di raffrescamento

Impianto autonomo con varie unità interne a split.

4.3.3.2 Impianto di illuminazione

Descrizione sintetica impianto di illuminazione

Impianto prevalente a tubi fluorescenti.

4.3.3.3 Impianto di trasporto

Descrizione sintetica impianto di trasporto

Ascensore elettrico, a 4 fermate.

4.4 Principali risultati dei calcoli (stato di fatto)

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

Nella seguente tabella sono indicati i consumi dell'edificio ripartiti per centro di costo.

CONSUMI ENERGIA ELETTRICA	
UTENZA	CONSUMI (kWh)
Riscaldamento (H)	797
Acqua calda sanitaria (W)	3056
Raffrescamento (C)	5520
Illuminazione (L)	34847
Trasporto (T)	691
Altri usi Elettrici	88463
Globale (GI)	133375

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.

Nei prossimi capitoli saranno analizzati nel dettaglio i consumi relativi ad i centri di costo ad uso civile secondo la norma UNI/TS 11300 ed adottando la modalità di valutazione A3 (Tailored Rating).

4.4.1 Edificio

Consumi ed energia consegnata

Servizio	Consumo ed energia consegnata				Energia primaria			Spesa ed emissioni	
	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 [€]	Em _{co2} [kg]
Riscaldamento (H)	15869	Sm ³	149524	0	157001	0	157001	13012,21	31400
Globale (GI)	15869	Sm³	149524	0	157001	0	157001	13012,21	31400

Servizio	Consumo ed energia consegnata				Energia primaria			Spesa ed emissioni	
	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 [€]	Em _{co2} [kg]
Riscaldamento (H)	797	kWh	797	-	1554	374	1928	199,17	366
Acqua calda sanitaria (W)	3056	kWh	3056	-	5960	1436	7396	764,04	1406
Raffrescamento (C)	5520	kWh	5520	-	10764	2595	13359	1380,06	2539
Illuminazione (L)	34847	kWh	34847	-	67952	16378	84331	8711,86	16030
Trasporto (T)	691	kWh	691	-	1347	325	1672	172,76	318
Globale (GI)	44912	kWh	44912	-	87577	21108	108686	11227,88	20659

Servizio	Consumo ed energia consegnata				Energia primaria			Spesa ed emissioni	
	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 [€]	Em _{co2} [kg]
Riscaldamento (H)	-	-	356	0	0	356	356	-	-
Acqua calda sanitaria (W)	-	-	2580	0	0	2580	2580	-	-
Raffrescamento (C)	-	-	6758	0	0	6758	6758	-	-
Illuminazione (L)	-	-	28183	0	0	28183	28183	-	-
Trasporto (T)	-	-	574	0	0	574	574	-	-
Globale (GI)	-	-	38451	0	0	38451	38451	-	-

Spesa

Servizio	S [€]
Riscaldamento (H)	13211,38
Acqua calda sanitaria (W)	764,04
Raffrescamento (C)	1380,06
Ventilazione (V)	0,00
Illuminazione (L)	8711,86
Trasporto (T)	172,76
Globale (GI)	24240,09

Rendimenti

Riscaldamento idronico (H_{idr})	
Sottosistema	Valore calcolato [-]
Emissione (η_{em})	92,7
Regolazione (η_{reg})	81,5
Distribuzione di utenza (η_{du})	96,0
Accumulo (η_s)	100,0
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	101,6
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	96,6
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	96,5
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$)	69,4
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$)	69,1

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 ($\eta_{g,p,nren}$)	65,2
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$)	39,1

Raffrescamento (C)	
Sottosistema	Valore calcolato [-]
Emissione (η_{em})	97,0
Regolazione (η_{reg})	98,0
Distribuzione di utenza (η_{du})	100,0
Accumulo (η_s)	100,0
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	250,0
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	128,2
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	103,3
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$)	261,3
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$)	139,8

Indici di prestazione energetica dell'edificio

Servizio	Energia primaria			Indici di prestazione energetica		
	Q_{p,nren} [kWh_p]	Q_{p,ren} [kWh_p]	Q_{p,tot} [kWh_p]	EP_{nren} [kWh_p/m²]	EP_{ren} [kWh_p/m²]	EP_{tot} [kWh_p/m²]
Riscaldamento (H)	158554	730	159284	92,46	0,43	92,88
Acqua calda sanitaria (W)	5960	3977	9936	3,48	2,32	5,79
Raffrescamento (C)	10764	9352	20117	6,28	5,45	11,73
Ventilazione (V)	0	0	0	0,00	0,00	0,00
Illuminazione (L)	67952	44561	112513	39,63	25,99	65,61
Trasporto (T)	1347	899	2247	0,79	0,52	1,31
Globale	244578	59519	304097	142,62	34,71	177,33

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)	0,5	-	-	-
Acqua calda sanitaria (W)	40,0	50		
Raffrescamento (C)	46,5	-	-	-
Globale (H + W + C)	7,4	20	35	50
Ventilazione (V)	0,0	-	-	-
Illuminazione (L)	39,6	-	-	-
Trasporto (T)	40,0	-	-	-
Globale	19,6	-	-	-

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

Emissioni

Servizio	Emissioni di CO ₂ [kg]
Riscaldamento (H)	31766,60
Acqua calda sanitaria (W)	1405,84
Raffrescamento (C)	2539,31
Ventilazione (V)	0,00
Illuminazione (L)	16029,82
Trasporto (T)	317,87
Globale (GI)	52059,44

Legenda:

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

5 Confronto con i consumi reali

Come dato di consumo di convalida sono stati utilizzati i dati storici forniti dal committente. Il confronto, effettuato su base annua ed attraverso la firma energetica, ha condotto al seguente esito.

5.1 Edificio

5.1.1 Nuova stagione 1

5.1.1.1 Consumi annui

Gradi giorno

Gradi giorno calcolati	GG _{calc}	2663	°Cg
Gradi giorno reali	GG _{reali}	1263	°Cg

Fattori di normalizzazione

Riscaldamento	f _{H,norm}	1,000	-
Raffrescamento	f _{C,norm}	1,000	-
Trasporto	f _{T,norm}	1,000	-
Illuminazione	f _{L,norm}	1,000	-

Consumi annui

Riscaldamento						
Contatore	Vettore energetico	Servizi	UM	Co _{H,calc}	Co _{H,reale}	Δ [%]
1	Metano	Hidr	Sm ³	15869	16666	-4,8
2	Energia elettrica	Hidr, C, L, T	kWh	797	828	-3,7

Raffrescamento						
Contatore	Vettore energetico	Servizi	UM	Co _{C,calc}	Co _{C,reale}	Δ [%]
1	Metano	Hidr	Sm ³	0	0	0,0
2	Energia elettrica	Hidr, C, L, T	kWh	5520	5739	-3,8

Servizi differenti						
Contatore	Vettore energetico	Servizi	UM	Co _{NHC,calc}	Co _{NHC,reale}	Δ [%]
1	Metano	Hidr	Sm ³	0	0	0,0
2	Energia elettrica	Hidr, C, L, T	kWh	35538	36948	-3,8

Globale						
Contatore	Vettore energetico	Servizi	UM	Co _{gl,calc}	Co _{gl,reale}	Δ [%]
1	Metano	Hidr	Sm ³	15869	16666	-4,8
2	Energia elettrica	Hidr, C, L, T	kWh	41855	43515	-3,8

Legenda dei simboli:

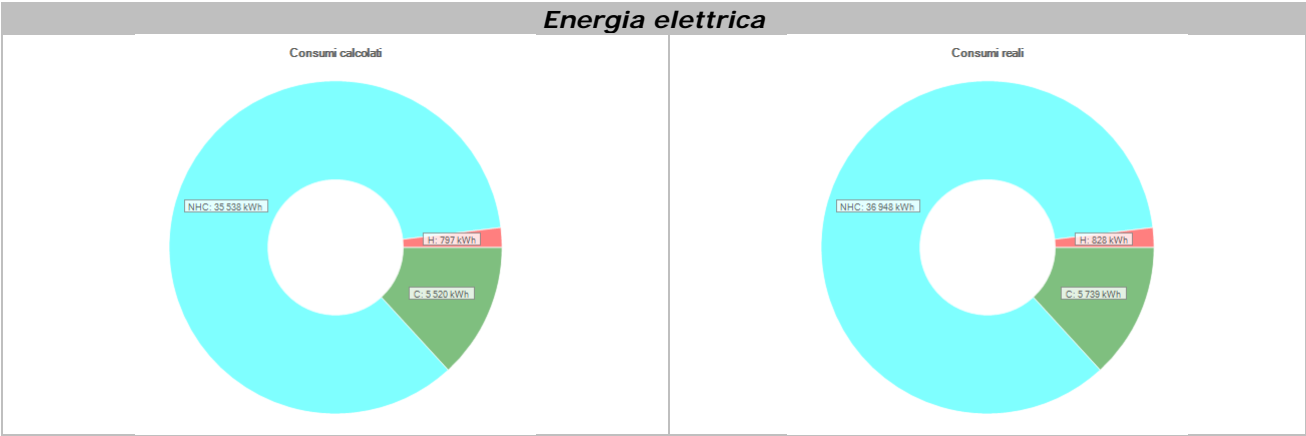
Co _{calc}	Consumo calcolato
Co _{reale}	Consumo reale
Δ	Scostamento

Legenda dei servizi:

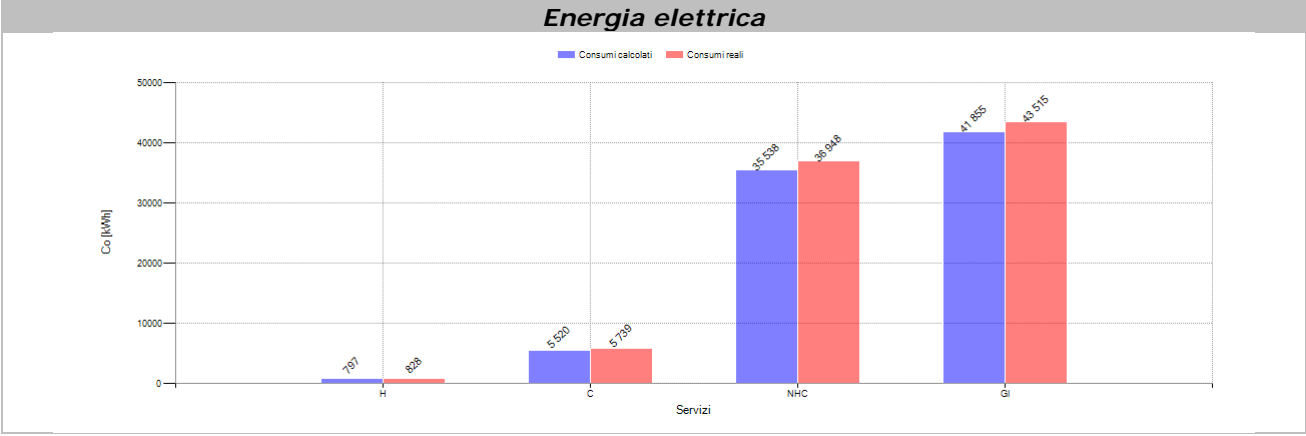
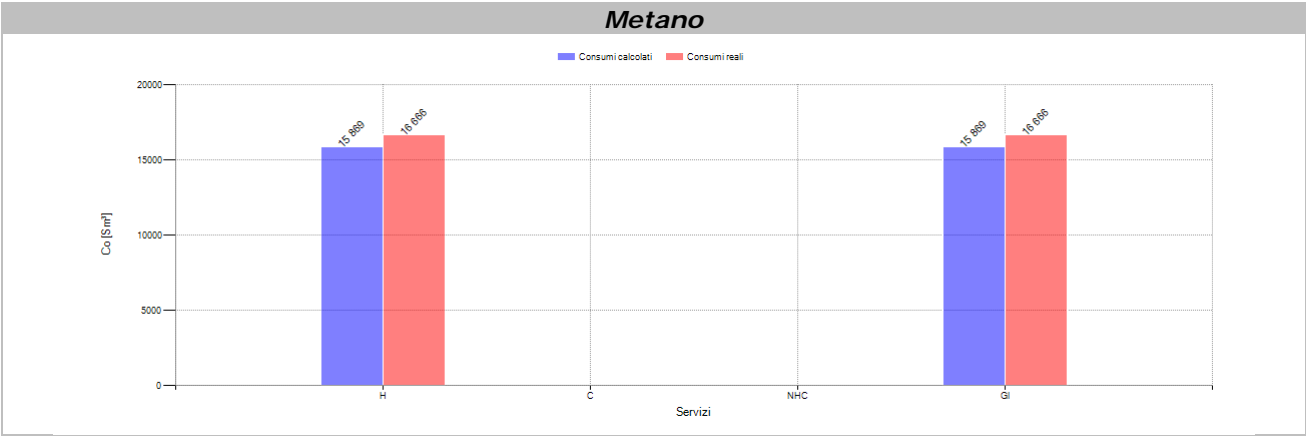
H _{idr}	Riscaldamento idronico
H _{aer}	Riscaldamento aeraulico (trattamenti aria)
W	Acqua calda sanitaria
C	Raffrescamento
V	Ventilazione
L	Illuminazione
T	Trasporto
NHC	Servizi differenti dal riscaldamento o raffrescamento

Suddivisione per servizio

Metano



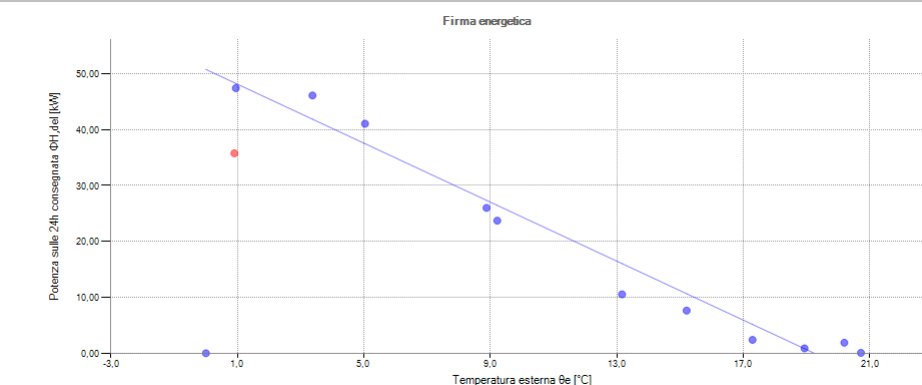
Confronto



5.1.1.2 Firme energetiche

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

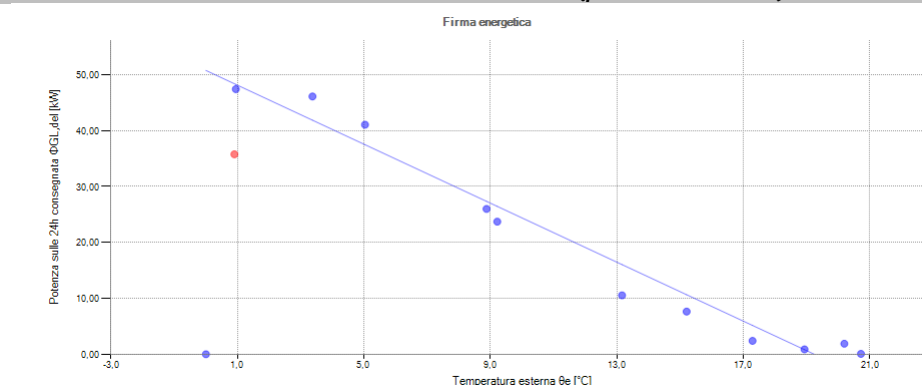
Riscaldamento (potenza sulle 24 h)



		Firma energetica calcolata							
Mesi	Codice Mesi	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θe [°C]	GG [°Cg]	CoH [Sm ³]	QH,del [kWh _{t/el}]	ΦH,del [kW _{t/el}]
gennaio	H	31	31	-	0,9	591	3743	35266	47,40
febbraio	H	28	28	-	5,0	419	2927	27579	41,04
marzo	H	31	31	-	9,2	334	1871	17634	23,70
aprile	H	30	30	-	13,2	205	804	7578	10,53
maggio	H	31	31	-	17,3	84	189	1777	2,39
giugno	H	30	8	-	20,2	0	38	361	1,88
luglio	NH	31	0	-	0,0	0	0	0	0,00
agosto	H	31	19	-	20,7	0	3	30	0,07
settembre	H	30	30	-	18,9	32	66	623	0,86
ottobre	H	31	31	-	15,2	149	602	5674	7,63
novembre	H	30	30	-	8,9	334	1985	18708	25,98
dicembre	H	31	31	-	3,4	516	3640	34294	46,09
TOTALE		365	300	-	-	2663	15869	149524	-

		Firma energetica reale							
Periodo	Codice Periodo	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θe [°C]	GG [°Cg]	CoH [Sm ³]	QH,del [kWh _{t/el}]	ΦH,del [kW _{t/el}]
1 - Nuovo periodo 1	H	365	183	-	0,9	1263	16666	157039	35,76
TOTALE		365	183	-	-	1263	16666	157039	-

Globale (potenza sulle 24 h)

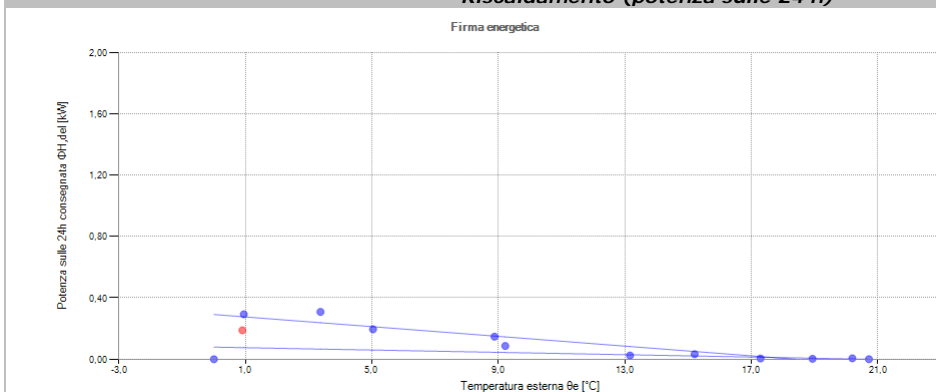




		Firma energetica calcolata							
Mesi	Codice Mesi	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θe [°C]	GG [°Cg]	Co _{gl} [Sm ³]	Q _{gl,del} [kWh _{t/el}]	Φ _{gl,del} [kW _{t/el}]
gennaio	H	31	31	0	0,9	591	3743	35266	47,40
febbraio	H	28	28	0	5,0	419	2927	27579	41,04
marzo	H	31	31	0	9,2	334	1871	17634	23,70
aprile	H	30	30	8	13,2	205	804	7578	10,53
maggio	H	31	31	31	17,3	84	189	1777	2,39
giugno	H	30	8	30	20,2	0	38	361	1,88
luglio	NH	31	0	31	0,0	0	0	0	0,00
agosto	H	31	19	31	20,7	0	3	30	0,07
settembre	H	30	30	30	18,9	32	66	623	0,86
ottobre	H	31	31	8	15,2	149	602	5674	7,63
novembre	H	30	30	0	8,9	334	1985	18708	25,98
dicembre	H	31	31	0	3,4	516	3640	34294	46,09
TOTALE		365	300	169	-	2663	15869	149524	-

		Firma energetica reale							
Periodo	Codice Periodo	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θe [°C]	GG [°Cg]	Co _{gl} [Sm ³]	Q _{gl,del} [kWh _{t/el}]	Φ _{gl,del} [kW _{t/el}]
1 - Nuovo periodo 1	H	365	183	181	0,9	1263	16666	157039	35,76
TOTALE		365	183	181	-	1263	16666	157039	-

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

Riscaldamento (potenza sulle 24 h)

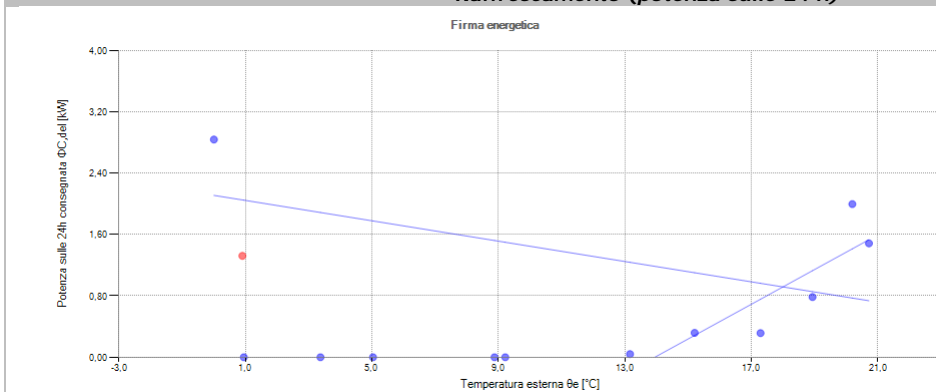




Legenda:
 Firma energetica calcolata
 Firma energetica reale

Firma energetica calcolata									
Mesi	Codice Mesi	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θe [°C]	GG [°Cg]	CoH [kWh]	Q _{H,del} [kWh _{t/el}]	Φ _{H,del} [kW _{t/el}]
gennaio	H	31	31	-	0,9	591	218	218	0,29
febbraio	H	28	28	-	5,0	419	131	131	0,20
marzo	H	31	31	-	9,2	334	64	64	0,09
aprile	HC	30	30	-	13,2	205	18	18	0,02
maggio	HC	31	31	-	17,3	84	4	4	0,00
giugno	HC	30	8	-	20,2	0	1	1	0,01
luglio	C	31	0	-	0,0	0	0	0	0,00
agosto	HC	31	19	-	20,7	0	0	0	0,00
settembre	HC	30	30	-	18,9	32	2	2	0,00
ottobre	HC	31	31	-	15,2	149	24	24	0,03
novembre	H	30	30	-	8,9	334	106	106	0,15
dicembre	H	31	31	-	3,4	516	229	229	0,31
TOTALE		365	300	-	-	2663	797	797	-

Firma energetica reale									
Periodo	Codice Periodo	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θe [°C]	GG [°Cg]	CoH [kWh]	Q _{H,del} [kWh _{t/el}]	Φ _{H,del} [kW _{t/el}]
1 - Nuovo periodo 1	HC	365	183	-	0,9	1263	828	828	0,19
TOTALE		365	183	-	-	1263	828	828	-

Raffrescamento (potenza sulle 24 h)



Legenda:
 Firma energetica calcolata
 Firma energetica reale

Firma energetica calcolata									
Mesi	Codice Mesi	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θe [°C]	GG [°Cg]	Coc [kWh]	Q _{C,del} [kWh _{t/el}]	Φ _{C,del} [kW _{t/el}]
gennaio	H	31	-	0	0,9	-	0	0	0,00
febbraio	H	28	-	0	5,0	-	0	0	0,00
marzo	H	31	-	0	9,2	-	0	0	0,00
aprile	HC	30	-	8	13,2	-	8	8	0,04
maggio	HC	31	-	31	17,3	-	234	234	0,31
giugno	HC	30	-	30	20,2	-	1437	1437	2,00
luglio	C	31	-	31	0,0	-	2111	2111	2,84
agosto	HC	31	-	31	20,7	-	1104	1104	1,48
settembre	HC	30	-	30	18,9	-	565	565	0,78
ottobre	HC	31	-	8	15,2	-	61	61	0,32
novembre	H	30	-	0	8,9	-	0	0	0,00
dicembre	H	31	-	0	3,4	-	0	0	0,00
TOTALE		365	-	169	-	-	5520	5520	-

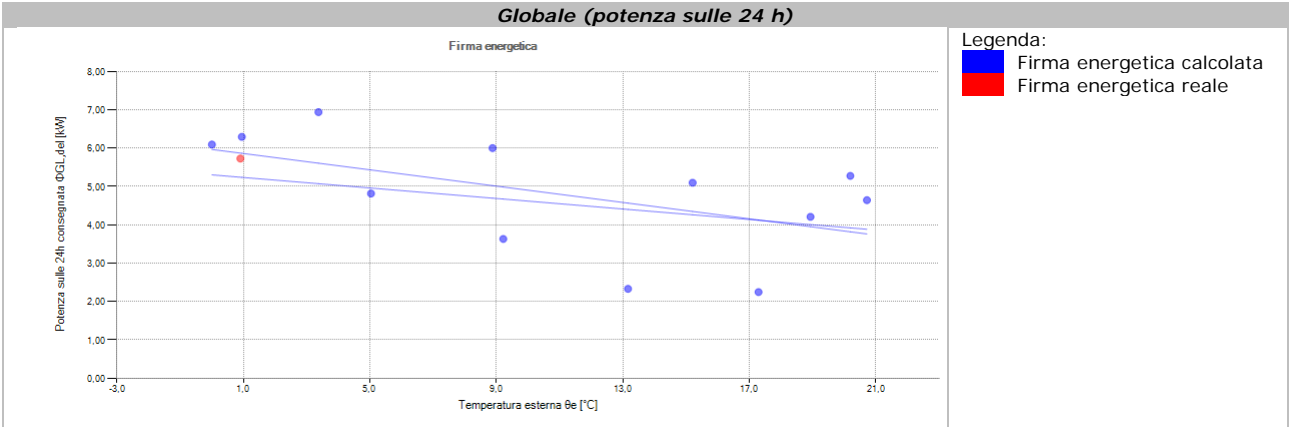
Firma energetica reale									
Periodo	Codice Periodo	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θe [°C]	GG [°Cg]	Coc [kWh]	Q _{C,del} [kWh _{t/el}]	Φ _{C,del} [kW _{t/el}]
1 - Nuovo periodo 1	HC	365	-	181	0,9	-	5739	5739	1,32
TOTALE		365	-	181	-	-	5739	5739	-

Servizi differenti (potenza sulle 24 h)

Legenda:
Firma energetica calcolata
Firma energetica reale

Firma energetica calcolata									
Mesi	Codice Mesi	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θ _e [°C]	GG [°Cg]	CONHC [kWh]	Q _{NHC,del} [kWh _{t/et}]	Φ _{NHC,del} [kW _{t/et}]
gennaio	H	31	-	-	0,9	-	4464	4464	6,00
febbraio	H	28	-	-	5,0	-	3104	3104	4,62
marzo	H	31	-	-	9,2	-	2637	2637	3,54
aprile	HC	30	-	-	13,2	-	1631	1631	2,27
maggio	HC	31	-	-	17,3	-	1434	1434	1,93
giugno	HC	30	-	-	20,2	-	2357	2357	3,27
luglio	C	31	-	-	0,0	-	2422	2422	3,26
agosto	HC	31	-	-	20,7	-	2349	2349	3,16
settembre	HC	30	-	-	18,9	-	2462	2462	3,42
ottobre	HC	31	-	-	15,2	-	3531	3531	4,75
novembre	H	30	-	-	8,9	-	4214	4214	5,85
dicembre	H	31	-	-	3,4	-	4932	4932	6,63
TOTALE		365	-	-	-	-	35538	35538	-

Firma energetica reale									
Periodo	Codice Periodo	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θ _e [°C]	GG [°Cg]	CONHC [kWh]	Q _{NHC,del} [kWh _{t/et}]	Φ _{NHC,del} [kW _{t/et}]
1 - Nuovo periodo 1	HC	365	-	-	0,9	-	36948	36948	4,22
TOTALE		365	-	-	-	-	36948	36948	-



Firma energetica calcolata									
Mesi	Codice Mesi	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θ _e [°C]	GG [°Cg]	CO _{gl} [kWh]	Q _{gl,del} [kWh _{t/et}]	Φ _{gl,del} [kW _{t/et}]
gennaio	H	31	31	0	0,9	591	4681	4681	6,29
febbraio	H	28	28	0	5,0	419	3236	3236	4,81
marzo	H	31	31	0	9,2	334	2701	2701	3,63
aprile	HC	30	30	8	13,2	205	1657	1657	2,33
maggio	HC	31	31	31	17,3	84	1671	1671	2,25
giugno	HC	30	8	30	20,2	0	3795	3795	5,28
luglio	C	31	0	31	0,0	0	4533	4533	6,09
agosto	HC	31	19	31	20,7	0	3454	3454	4,64
settembre	HC	30	30	30	18,9	32	3029	3029	4,21
ottobre	HC	31	31	8	15,2	149	3617	3617	5,10
novembre	H	30	30	0	8,9	334	4320	4320	6,00
dicembre	H	31	31	0	3,4	516	5162	5162	6,94
TOTALE		365	300	169	-	2663	41855	41855	-

Firma energetica reale									
Periodo	Codice Periodo	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θ _e [°C]	GG [°Cg]	CO _{gl} [kWh]	Q _{gl,del} [kWh _{t/et}]	Φ _{gl,del} [kW _{t/et}]
1 - Nuovo periodo 1	HC	365	183	181	0,9	1263	43515	43515	5,73
TOTALE		365	183	181	-	1263	43515	43515	-

Legenda dei simboli:

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

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

Legenda dei servizi:

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

Legenda dei codici:

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

6 RACCOMANDAZIONI CIRCA I POSSIBILI INTERVENTI

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

Prospetto 2 Classificazione degli interventi di risparmio energetico

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

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

Riepilogo scenari

N°	Descrizione	C [€]	ΔS_{gl} [€/anno]	t_r [anni]	$\Delta EP_{gl,nren}$ [kWh _p /m ² anno]	Classe energetica
1	Nuovo scenario 1	400859,00	6827,94	58,7	63,42	-

Legenda:

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

6.1 Nuovo scenario 1

Dati generali

Numero	1		
Descrizione	Nuovo scenario 1		
Costo stimato	C	400859,00	€
Risparmio economico conseguibile	ΔS_{ql}	6827,94	€/anno
Tempo di ritorno semplice	t_r	58,7	anni
Risparmio energetico conseguibile	$\Delta EP_{ql,nren}$	63,42	kWh _p /m ² anno

Riepilogo interventi

N°	Descrizione	Costo (C) [€]
1	Totale Interventi	400859,00

6.1.1 Totale Interventi

Dati generali

Intervento	1		
Descrizione	Totale Interventi		
Costo stimato	C	400859,00	€

Caratteristiche intervento

Si propone la realizzazione dei seguenti interventi:

- Coibentazione del solaio su sottotetto mediante la posa di uno strato di 18 cm di materiale isolante con conducibilità pari a 0,038 W/mK per una trasmittanza finale del pacchetto pari a 0,190 W/m2K

Costo: 25794,4 €

- Coibentazione delle pareti esterne mediante la posa di uno strato di 16 cm di materiale isolante con conducibilità pari a 0,038 W/mK per una trasmittanza finale del pacchetto pari a 0,22 W/m2K

Costo: 120389 €

-Sostituzione dei serramenti esistenti con nuovi serramenti con vetrocamera ad alte prestazioni aventi una trasmittanza media di 1,3 W/m2K

Costo: 114676 €

- Sostituzione dei generatori di calore attualmente esistenti con una pompa di calore di potenza adeguata per la produzione di riscaldamento e raffrescamento, con valori di COP ed EER che soddisfino i requisiti per l'accesso ad ecobonus e conto termico.

Nell'intervento è compresa anche la sostituzione dei terminali di emissione attualmente esistenti con ventiloventtori idronici di ultima generazione.

Costo: 140000 €

6.1.2 Prestazioni raggiungibili

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

6.1.2.1 Edificio

Consumi (Co)

Servizio	Metano [Sm ³]		
	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	15869	0	-100,0
Globale	15869	0	-100,0

Servizio	Energia elettrica [kWh]		
	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	797	14921	1773,0
Acqua calda sanitaria (W)	3056	3494	14,3
Raffrescamento (C)	5520	10665	93,2
Illuminazione (L)	34847	39779	14,2
Trasporto (T)	691	790	14,3
Globale	44912	69649	55,1

Spesa (S) [€]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	13211,38	3730,30	71,8
Acqua calda sanitaria (W)	764,04	873,39	-14,3
Raffrescamento (C)	1380,06	2666,14	-93,2
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	8711,86	9944,84	-14,2
Trasporto (T)	172,76	197,48	-14,3
Globale	24240,09	17412,15	28,2

Valutazione economica preliminare

Costo stimato (C) [€]	400859,00
Risparmio economico conseguibile (ΔS _{gl}) [€/anno]	6827,94
Tempo di ritorno semplice (t _r) [anni]	58,7

Rendimenti (η) [%]

Riscaldamento idronico (H_{idr})			
Sottosistema	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Emissione (η_{em})	92,7	96,0	3,6
Regolazione (η_{reg})	81,5	98,0	20,3
Distribuzione di utenza (η_{du})	96,0	96,0	0,0
Accumulo (η_s)	100,0	100,0	0,0
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	101,6	257,0	153,0
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	96,6	131,8	36,5
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	96,5	64,4	-33,3
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$)	69,4	118,6	70,8
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$)	69,1	55,3	-20,0

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 ($\eta_{g,p,nren}$)	65,2	57,0	-12,5
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$)	39,1	36,8	-5,9

Raffrescamento (C)			
Sottosistema	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Emissione (η_{em})	97,0	98,0	1,0
Regolazione (η_{reg})	98,0	98,0	0,0
Distribuzione di utenza (η_{du})	100,0	100,0	0,0
Accumulo (η_s)	100,0	100,0	0,0
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	250,0	301,0	20,4
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	128,2	154,4	20,4
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	103,3	124,4	20,4
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$)	261,3	277,7	6,3
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$)	139,8	163,1	16,6

Indici di prestazione energetica dell'edificio (EP) [kWh_p /m²]

Non rinnovabile (EP_{nren})			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	92,46	16,97	-81,6
Acqua calda sanitaria (W)	3,48	3,97	14,3
Raffrescamento (C)	6,28	12,13	93,2
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	39,63	45,23	14,2
Trasporto (T)	0,79	0,90	14,3
Globale (GI)	142,62	79,20	-44,5

Rinnovabile (EP_{ren})			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	0,43	19,43	4463,0
Acqua calda sanitaria (W)	2,32	2,18	-5,8
Raffrescamento (C)	5,45	8,53	56,4
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	25,99	24,46	-5,9
Trasporto (T)	0,52	0,49	-5,8
Globale (GI)	34,71	55,10	58,8

Totale (EP_{tot})			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	92,88	36,40	-60,8
Acqua calda sanitaria (W)	5,79	6,16	6,3
Raffrescamento (C)	11,73	20,66	76,1
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	65,61	69,69	6,2
Trasporto (T)	1,31	1,39	6,3
Globale (GI)	177,33	134,30	-24,3

Quota rinnovabile (QR) [%]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]	Valore minimo
Riscaldamento (H)	0,5	53,4	11537,8	-
Acqua calda sanitaria (W)	40,0	35,5	-11,5	50
Raffrescamento (C)	46,5	41,3	-11,2	-
Globale (H + W + C)	7,4	47,7	542,7	20 / 35 / 50
Ventilazione (V)	0,0	0,0	0,0	-
Illuminazione (L)	39,6	35,1	-11,4	-
Trasporto (T)	40,0	35,5	-11,5	-
Globale (GI)	19,6	41,0	109,8	-

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_{CO2}) [kg]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	31766,60	6863,76	-78,4
Acqua calda sanitaria (W)	1405,84	1607,03	14,3
Raffrescamento (C)	2539,31	4905,70	93,2
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	16029,82	18298,50	14,2
Trasporto (T)	317,87	363,36	14,3
Globale (GI)	52059,44	32038,35	-38,5

Legenda:

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

Grafici

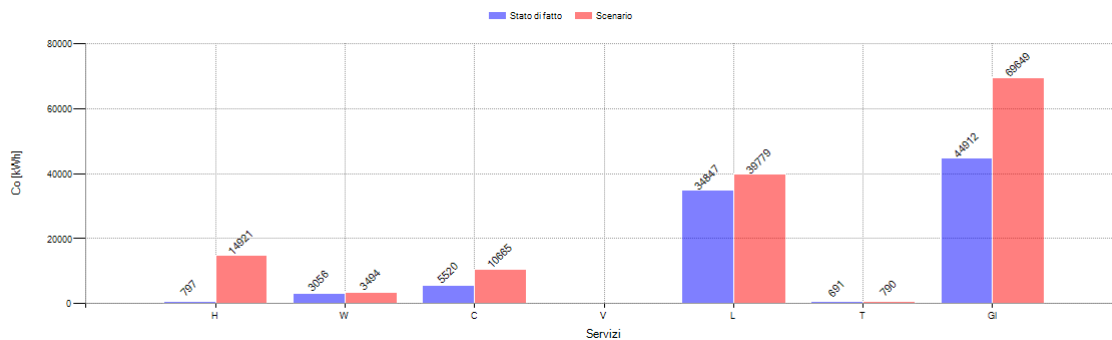
Si descrivono di seguito, attraverso istogrammi, i consumi di combustibile, energia elettrica ed energia primaria a monte ed a valle degli interventi. Si evidenzia inoltre, attraverso diagrammi a torta, come si modifica la composizione dell'energia primaria (per servizio o per vettore energetico) a seguito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

Consumi di combustibile ed energia elettrica

Metano

Servizio	Co _{in} [Sm ³]	Co _{fin} [Sm ³]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	15869	0	-100,0
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)	15869	0	-100,0

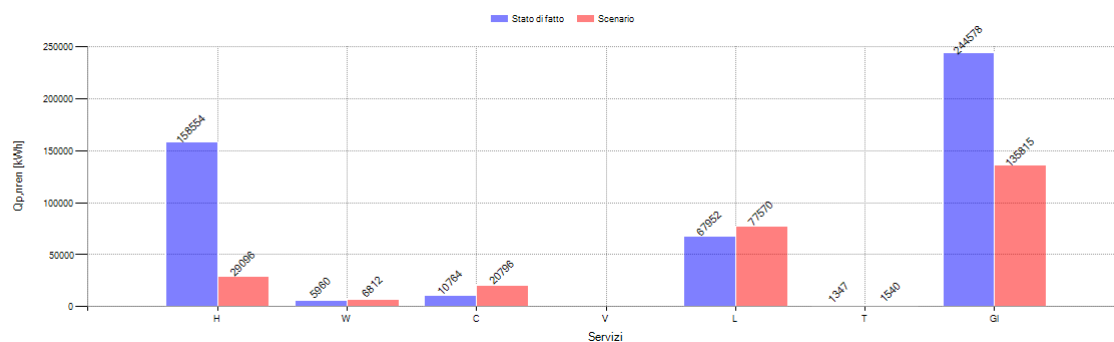
Energia elettrica



Servizio	Co _{in} [kWh]	Co _{fin} [kWh]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	797	14921	1773,0
Acqua calda sanitaria (W)	3056	3494	14,3
Raffrescamento (C)	5520	10665	93,2
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	34847	39779	14,2
Trasporto (T)	691	790	14,3
Globale (GI)	44912	69649	55,1

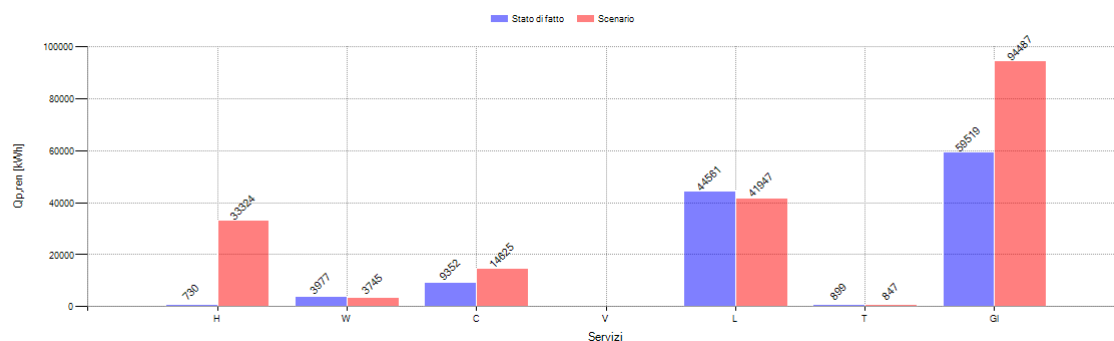
Consumi di energia primaria

Non rinnovabile



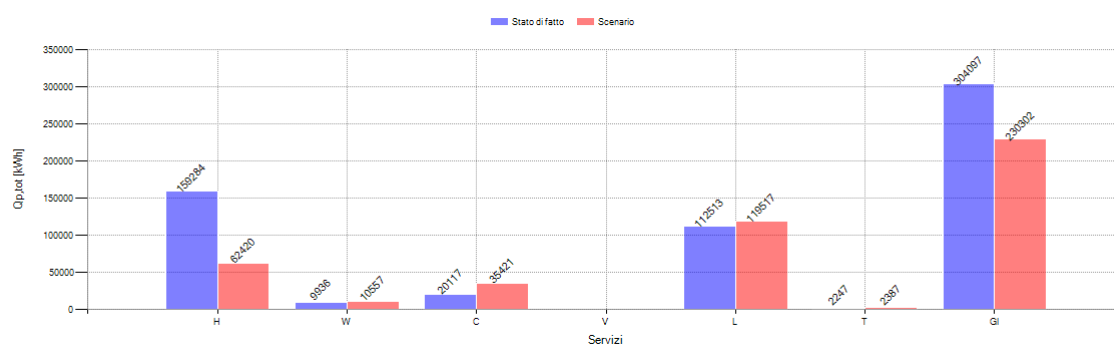
Servizio	Q _{p,nren,in} [kWh _p]	Q _{p,nren,fin} [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	158554	29096	-81,6
Acqua calda sanitaria (W)	5960	6812	14,3
Raffrescamento (C)	10764	20796	93,2
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	67952	77570	14,2
Trasporto (T)	1347	1540	14,3
Globale (GI)	244578	135815	-44,5

Rinnovabile



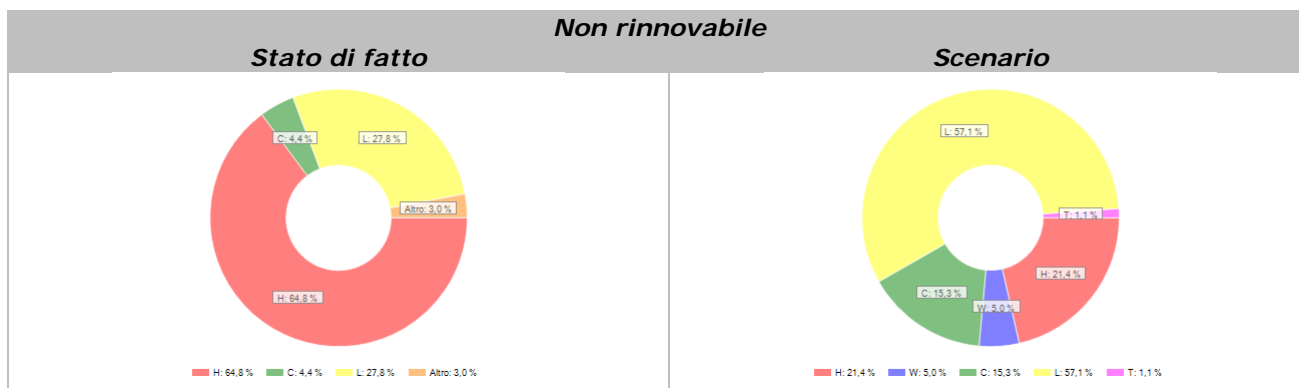
Servizio	Q _{p,ren,in} [kWh _p]	Q _{p,ren,fin} [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	730	33324	4463,0
Acqua calda sanitaria (W)	3977	3745	-5,8
Raffrescamento (C)	9352	14625	56,4
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	44561	41947	-5,9
Trasporto (T)	899	847	-5,8
Globale (GI)	59519	94487	58,8

Totale

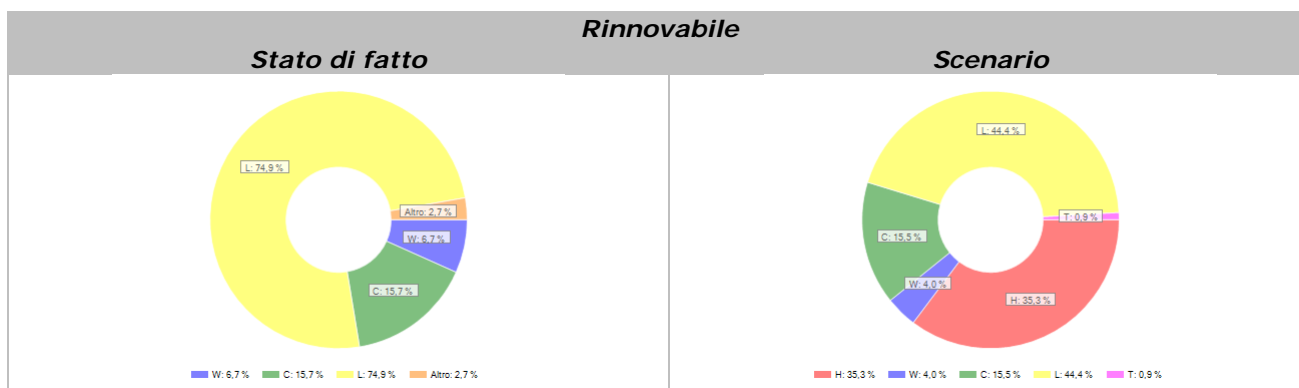


Servizio	Q _{p,tot,in} [kWh _p]	Q _{p,tot,fin} [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	159284	62420	-60,8
Acqua calda sanitaria (W)	9936	10557	6,3
Raffrescamento (C)	20117	35421	76,1
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	112513	119517	6,2
Trasporto (T)	2247	2387	6,3
Globale (GI)	304097	230302	-24,3

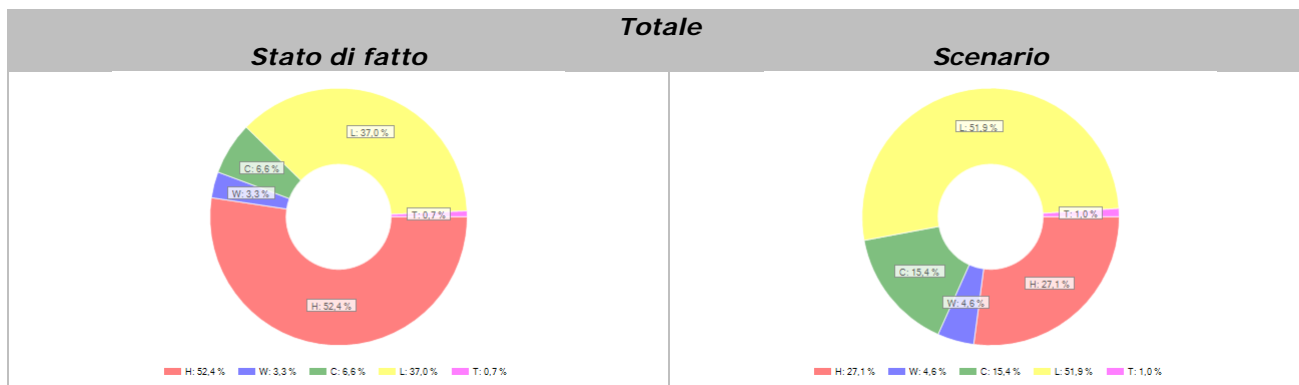
Suddivisione dell'energia primaria globale per servizio



Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,nren} [kWh _p]	%	Q _{p,nren} [kWh _p]	%
Riscaldamento (H)	158554	64,8	29096	21,4
Acqua calda sanitaria (W)	5960	2,4	6812	5,0
Raffrescamento (C)	10764	4,4	20796	15,3
Ventilazione (V)	0	0,0	0	0,0
Illuminazione (L)	67952	27,8	77570	57,1
Trasporto (T)	1347	0,6	1540	1,1
Globale (GI)	244578	100,0	135815	100,0

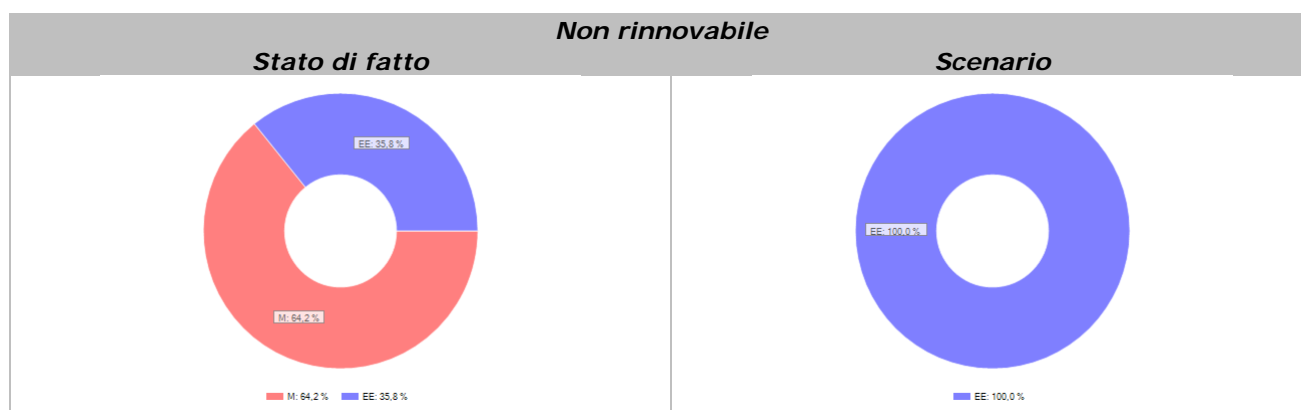


Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,ren} [kWh _p]	%	Q _{p,ren} [kWh _p]	%
Riscaldamento (H)	730	1,2	33324	35,3
Acqua calda sanitaria (W)	3977	6,7	3745	4,0
Raffrescamento (C)	9352	15,7	14625	15,5
Ventilazione (V)	0	0,0	0	0,0
Illuminazione (L)	44561	74,9	41947	44,4
Trasporto (T)	899	1,5	847	0,9
Globale (GI)	59519	100,0	94487	100,0

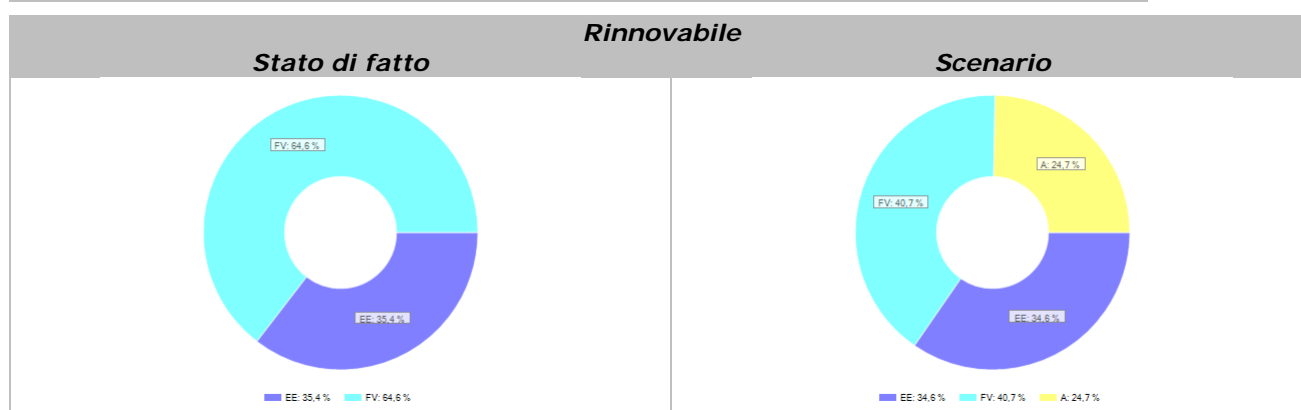


Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,tot} [kWh _p]	%	Q _{p,tot} [kWh _p]	%
Riscaldamento (H)	159284	52,4	62420	27,1
Acqua calda sanitaria (W)	9936	3,3	10557	4,6
Raffrescamento (C)	20117	6,6	35421	15,4
Ventilazione (V)	0	0,0	0	0,0
Illuminazione (L)	112513	37,0	119517	51,9
Trasporto (T)	2247	0,7	2387	1,0
Globale (GI)	304097	100,0	230302	100,0

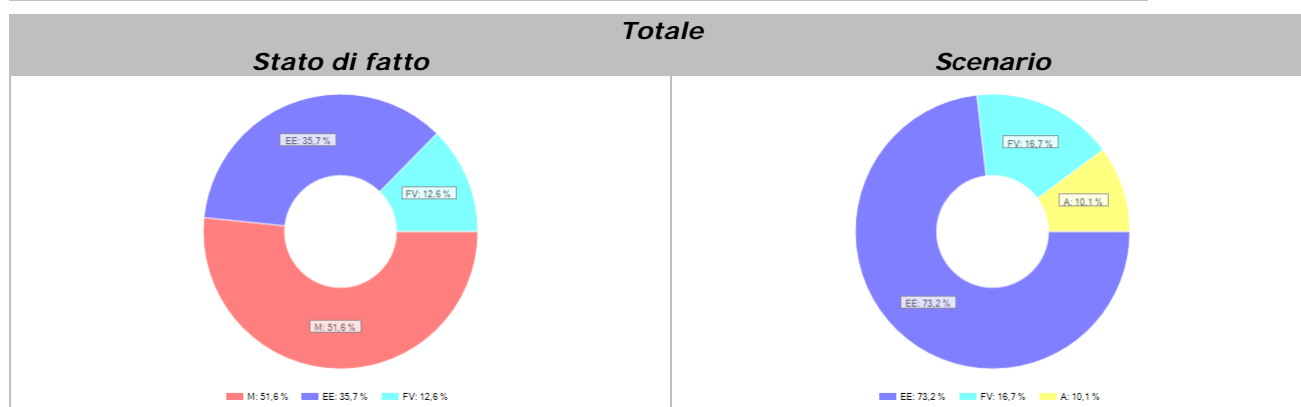
Suddivisione dell'energia primaria globale per vettore energetico



Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,ren} [kWh _p]	%	Q _{p,ren} [kWh _p]	%
Metano (M)	157001	64,2	0	0,0
Energia elettrica (EE)	87577	35,8	135815	100,0
Solare termico (ST)	0	0,0	0	0,0
Solare fotovoltaico (FV)	0	0,0	0	0,0
Ambiente esterno (pompa di calore) (A)	0	0,0	0	0,0
Totale	244578	100,0	135815	100,0

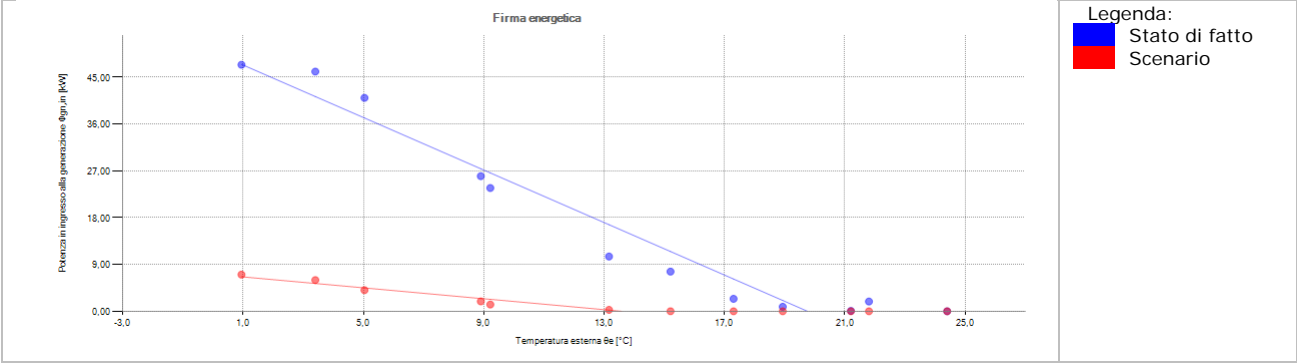


Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,ren} [kWh _p]	%	Q _{p,ren} [kWh _p]	%
Metano (M)	0	0,0	0	0,0
Energia elettrica (EE)	21108	35,4	32735	34,6
Solare termico (ST)	0	0,0	0	0,0
Solare fotovoltaico (FV)	38451	64,6	38438	40,7
Ambiente esterno (pompa di calore) (A)	0	0,0	23342	24,7
Totale	59559	100,0	94515	100,0



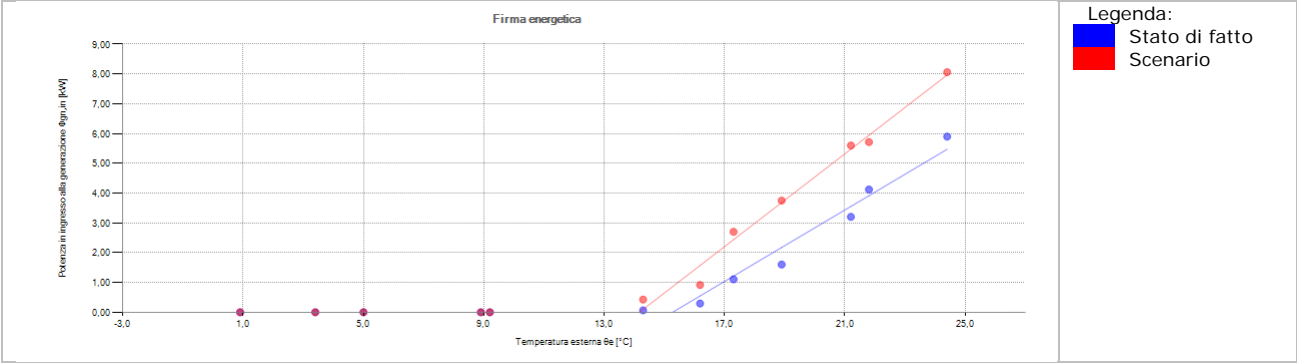
Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,tot} [kWh _p]	%	Q _{p,tot} [kWh _p]	%
Metano (M)	157001	51,6	0	0,0
Energia elettrica (EE)	108686	35,7	168550	73,2
Solare termico (ST)	0	0,0	0	0,0
Solare fotovoltaico (FV)	38451	12,6	38438	16,7
Ambiente esterno (pompa di calore) (A)	0	0,0	23342	10,1
Totale	304137	100,0	230330	100,0

Firma energetica invernale (24 h)



Mese	θ_e [°C]	Stato di fatto				Scenario		
		g_{risc} [g]	$Q_{H,gen,in}$ [kWh _{t/el}]	$\Phi_{H,gen,in}$ [kW _{t/el}]	g_{risc} [g]	$Q_{H,gen,in}$ [kWh _{t/el}]	$\Phi_{H,gen,in}$ [kW _{t/el}]	
gennaio	0,9	31	35266	47,40	31	5245	7,05	
febbraio	5,0	28	27579	41,04	28	2727	4,06	
marzo	9,2	31	17634	23,70	31	963	1,29	
aprile	13,2	30	7578	10,53	15	98	0,27	
maggio	17,3	31	1777	2,39	0	0	0,00	
giugno	21,8	8	361	1,88	0	0	0,00	
luglio	24,4	0	0	0,00	0	0	0,00	
agosto	21,2	19	30	0,07	0	0	0,00	
settembre	18,9	30	623	0,86	0	0	0,00	
ottobre	15,2	31	5674	7,63	17	2	0,00	
novembre	8,9	30	18708	25,98	30	1363	1,89	
dicembre	3,4	31	34294	46,09	31	4466	6,00	
TOTALE		300	149524	-	183	14864	-	

Firma energetica estiva (24 h)



Mese	θ_e [°C]	Stato di fatto				Scenario	
		g_{raffr} [g]	$Q_{C,gen,in}$ [kWh _{t/el}]	$\Phi_{C,gen,in}$ [kW _{t/el}]	g_{raffr} [g]	$Q_{C,gen,in}$ [kWh _{t/el}]	$\Phi_{C,gen,in}$ [kW _{t/el}]
<i>gennaio</i>	0,9	0	0	0,00	0	0	0,00
<i>febbraio</i>	5,0	0	0	0,00	1	0	0,00
<i>marzo</i>	9,2	0	0	0,00	31	0	0,00
<i>aprile</i>	14,3	15	23	0,07	30	306	0,43
<i>maggio</i>	17,3	31	823	1,11	31	2010	2,70
<i>giugno</i>	21,8	30	2968	4,12	30	4115	5,71
<i>luglio</i>	24,4	31	4389	5,90	31	5998	8,06
<i>agosto</i>	21,2	31	2385	3,21	31	4168	5,60
<i>settembre</i>	18,9	30	1154	1,60	30	2700	3,75
<i>ottobre</i>	16,2	13	92	0,29	31	682	0,92
<i>novembre</i>	8,9	0	0	0,00	13	0	0,00
<i>dicembre</i>	3,4	0	0	0,00	0	0	0,00
TOTALE		181	11834	-	259	19979	-

Legenda:

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