

RELAZIONE DI DIAGNOSI ENERGETICA (rapporto finale)

secondo UNI CEI EN 16247-1-2, UNI CEI/TR 11428 ed
il progetto di linee guida CTI per le diagnosi
energetiche degli edifici

Committente

Nome

COMUNE DI MONTECATINI V.C.

Indirizzo

Montecatini Val di Cecina

Edificio / condominio

Descrizione

EX CINEMA SOLVAY

Indirizzo

PONTEGINORI

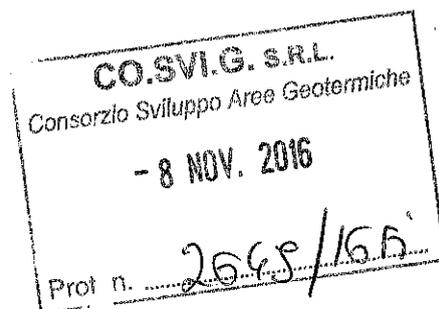
Studio tecnico

Nome

Studio Tecnico Bini

Indirizzo

Capannoli (PI)



Software di calcolo

Edilclima EC700 versione 7.0.0 ed
EC720 versione 4.1.0

Data di redazione del documento

11/07/2016

SOMMARIO

- 1 **Premessa**
- 2 **Sintesi della diagnosi energetica**
- 3 **Generalità ed impostazioni di calcolo**
- 4 **Analisi energetica dell'edificio**
 - 4.1 Dati climatici
 - 4.2 Caratteristiche del fabbricato
 - 4.2.1 Strutture disperdenti
 - 4.2.2 Principali risultati dei calcoli
 - 4.3 Caratteristiche degli impianti
 - 4.3.1 Impianto di riscaldamento idronico
 - 4.3.2 Impianto di acqua calda sanitaria
 - 4.4 Principali risultati dei calcoli
- 5 **Confronto con i consumi reali**
- 6 **Raccomandazioni circa i possibili interventi**
 - 6.1 **SOSTITUZIONE GENERATORE DI CALORE**
 - 6.1.1 Sostituzione del generatore di calore per riscaldamento mediante caldaia a condensazione classificata **** stelle
 - 6.1.2 Prestazioni raggiungibili

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. sostituzione di un generatore di potenza superiore ad 1 kW_t, grandi imprese ed imprese energivore).

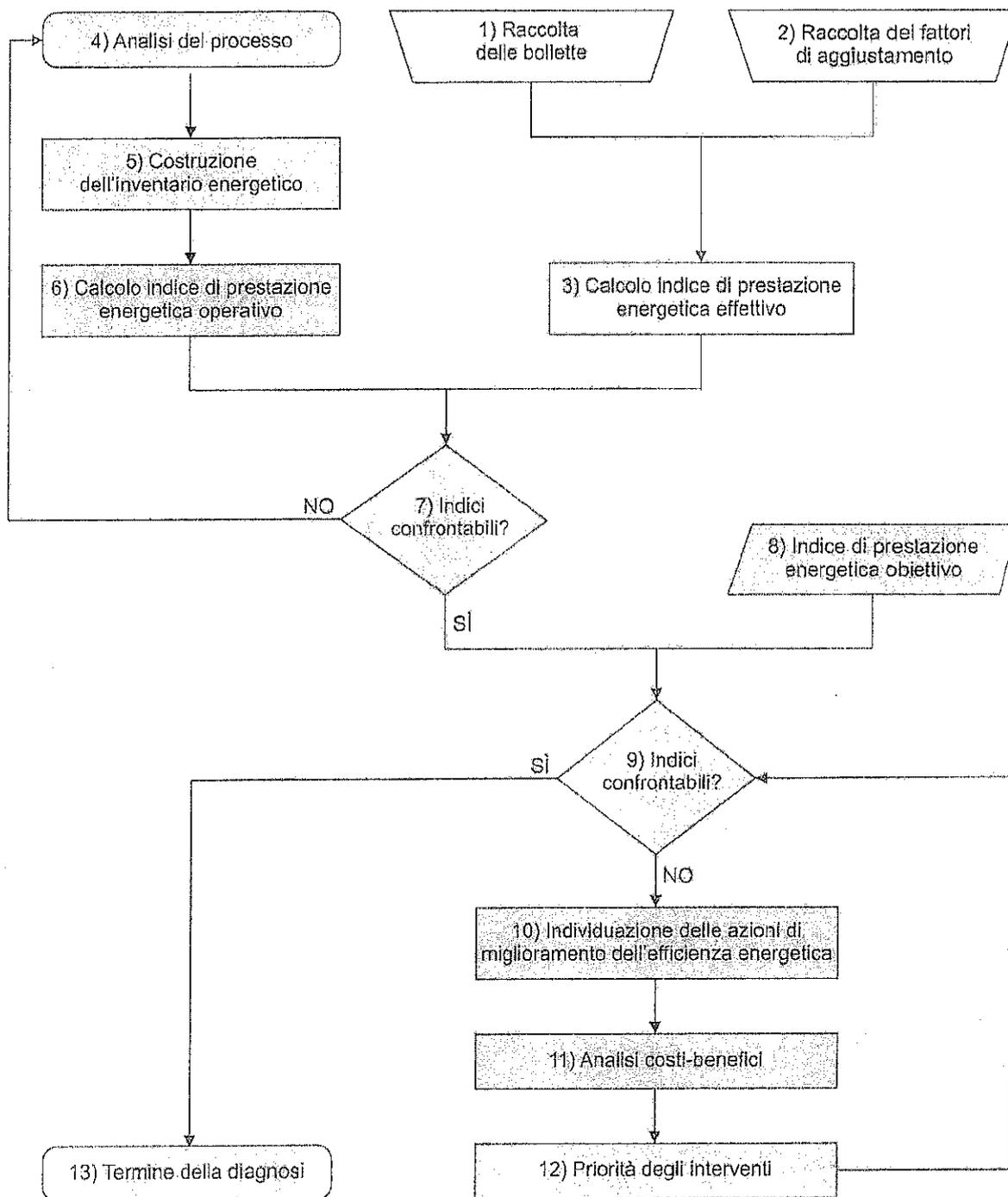
Metodologie di calcolo

Le metodologie di calcolo per la valutazione delle prestazioni energetiche degli edifici sono definite dai decreti attuativi della Legge 90/13 (DM 26.06.15). Il pacchetto normativo di riferimento è costituito dalle specifiche tecniche UNI/TS 11300 ed altre norme EN correlate. Il calcolo deve essere condotto mensilmente ed in regime quasi stazionario, tenuto conto del contributo fornito da fonti rinnovabili o da cogenerazione. I software di calcolo utilizzati, applicativi delle metodologie suddette, devono essere provvisti di apposita validazione, fornita dal Comitato Termotecnico Italiano (CTI). Ai fini della dell'esecuzione di una diagnosi energetica occorre adottare, in particolare, la modalità di valutazione A3, basata sulle condizioni di utilizzo effettive dell'edificio.

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. A tali norme 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 fornire 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. Gli aspetti procedurali ed i passaggi essenziali della diagnosi sono riassumibili in uno schema di flusso, raffigurato nella pagina seguente (figura 1).

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	EX CINEMA SOLVAY
Comune	Montecatini Val di Cecina
Provincia	Pisa
CAP	56040
Indirizzo edificio	PONTEGINORI
Zona climatica	E
Gradi giorno DPR 412/93 (GG _{DPR 412/93}) [gg]	2107
Categoria prevalente (DPR 412/93)	E.4 (1)
Altre categorie (DPR 412/93)	
Numero di unità immobiliari	1
Numero di fabbricati	1
Periodo di costruzione	Anni '60
Scopo / contesto della diagnosi energetica	Analisi volontaria
Riferimento	-

Descrizione sintetica dell'edificio

Fabbricato isolato in muratura con copertura piana non isolata con infissi in legno vetro semplice e porte in legno dotato di caldaia ad elementi in ghisa con bruciatore aria soffiata a gasolio.

Immagine edificio

TOTO SLR/17

Le caratteristiche dimensionali dell'edificio sono così riassumibili:

Caratteristiche dimensionali complessive dell'edificio

Superficie utile	S _{utile}	225,62	m ²
Superficie lorda	S _{lorda}	268,77	m ²
Volume netto	V _{netto}	654,31	m ³
Volume lordo	V _{lordo}	841,66	m ³
Fattore di forma	S/V	0,89	m ⁻¹

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

Servizi ed impianti di cui è provvisto l'edificio

Servizio / impianto	Tipologia	Caratteristiche
Riscaldamento idronico (H _{idr})	Centralizzato	-
Acqua calda sanitaria (W)	Centralizzato	Separato
Climatizzazione estiva (C)	Assente	-
Ventilazione (V)	Assente	-
Riscaldamento aerulico (H _{aer})	Assente	-
Illuminazione (L)	Considerato	-
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}	600,57	kWh _p /m ² anno
Classe energetica		D	
Spesa globale annua	S _{gl}	17985,04	€/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	I	Descrizione scenario	SOSTITUZIONE GENERATORE DI CALORE		
Intervento	Descrizione intervento				Costo (C) [€]
I	Sostituzione del generatore di calore per riscaldamento mediante caldaia a condensazione classificata **** stelle				7800,00
Parametri di valutazione		Stato di fatto	Scenario	Δ	%
Costo complessivo scenario(C) [€]			7800,00		
Spesa globale annua (S _{gl}) [€/anno]		17985,04	10880,74	7104,30	39,50
Tempo di ritorno (t _r) [anni]			1,1		
EP _{gl,nren} [kWh _p /m ² anno]		600,57	541,45	59,13	9,80
Classe energetica		D	D		

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

3 GENERALITA' ED IMPOSTAZIONI DI CALCOLO

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

Rilievo dell'edificio

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

Software di calcolo

I software di calcolo adottati sono EC700 versione 7.0.0 (modulo base, provvisto di certificato di validazione CTI n. 46) ed EC720 versione 4.1.0 (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). 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)

località Ponteginori del comune di Montecatini val di Cecina

Fabbricato con struttura in muratura, infissi in legno con vetro semplice, copertura piana non isolata

locali ad uso cinema dotati di radiatori

acqua calda sanitaria con boiler elettrico

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 giugno	Al	12 settembre
Giorni di raffrescamento (n_{raffr})		89	

Fattori di conversione in energia primaria ed altri parametri

Vettore energetico	$f_{p,ren}$ [kWh _e /kWh _{te}]	$f_{p,espr}$ [kWh _e /kWh _{te}]	$f_{p,co}$ [kWh _e /kWh _{te}]	f_{CO_2} [kg/kWh _{te}]	ϵ [€/kWh _{te}]
Energia elettrica da rete	0,470	1,950	2,420	0,433	0,25
Solare termico	1,000	0,000	1,000	-	-
Solare fotovoltaico	1,000	0,000	1,000	-	-
Ambiente esterno (pompa di calore)	1,000	0,000	1,000	-	-
Energia esportata da fotovoltaico	1,000	0,000	1,000	-	-
Energia esportata da cogenerazione	0,000	2,420	0,000	-	-

Nota: I fattori di conversione in energia primaria dell'energia (termica o elettrica) consegnata dai vettori energetici sono definiti dalla Tabella 1 del decreto "requisiti minimi". I fattori di conversione in energia primaria dell'energia elettrica esportata (da fotovoltaico o da cogenerazione) sono definiti dalla UNI/TS 11300-5 (fino al 29.06.16, data di entrata in vigore di quest'ultima, si adottano quelli definiti dalla Raccomandazione CTI/14). I costi dei vettori energetici sono tratti dai prezzi correnti mentre i parametri relativi ai combustibili verranno dettagliati, nel presente documento, in relazione a ciascun generatore.

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).

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

4 ANALISI ENERGETICA DELL'EDIFICIO

4.1 Dati climatici

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 quale è stata condotta l'analisi energetica.

Caratteristiche geografiche

Comune	Montecatini Val di Cecina		
Provincia	Pisa		
Altitudine s.l.m.	416		m
Latitudine nord	43°23'		
Longitudine est	10°44'		
Gradi giorno DPR 412/93	GG _{DPR412/93}	2107	gg
Gradi giorno calcolati	GG _{calc}	2264	gg
Zona climatica	E		
Regione di vento	TIRRENICO - SICILIA		
Direzione del vento prevalente	Est		
Distanza da mare	< 40		km
Velocità del vento media	V _{media}	0,96	m/s
Velocità del vento massima	V _{max}	1,92	m/s
Temperatura esterna di progetto	θ _{e,des}	-2,0	°C
Irradianza mensile massima sul piano orizzontale		285,9	W/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
θ _e [°C]	5,1	5,7	7,8	10,9	15,1	18,8	21,4	21,5	16,7	14,4	9,1	5,0
n _{risc} [g]	31	28	31	15	-	-	-	-	-	17	30	31
GG _{calc} [gg]	462	400	378	137	-	-	-	-	-	95	327	465
p [Pa]	600,6	730,0	890,6	996,1	1384,9	1707,1	1623,6	1791,1	1190,6	1404,2	1020,4	748,5

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

Orient.	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
N	1,8	2,6	3,9	5,8	8,6	10,1	10,1	7,4	4,7	3,0	1,9	1,4
NE	2,0	3,4	5,6	8,6	11,6	12,7	13,4	10,6	7,2	4,2	2,3	1,5
E	4,3	6,7	8,8	11,7	14,2	14,7	15,9	13,6	10,8	7,6	5,4	4,1
SE	7,5	10,0	10,8	12,2	13,1	12,8	14,1	13,4	12,3	10,4	9,1	7,9
S	9,6	12,0	11,3	10,9	10,7	10,2	11,1	11,4	11,8	11,8	11,4	10,3
SO	7,5	10,0	10,8	12,2	13,1	12,8	14,1	13,4	12,3	10,4	9,1	7,9
O	4,3	6,7	8,8	11,7	14,2	14,7	15,9	13,6	10,8	7,6	5,4	4,1
NO	2,0	3,4	5,6	8,6	11,6	12,7	13,4	10,6	7,2	4,2	2,3	1,5
Orizzontale	5,4	8,7	12,3	17,3	21,9	23,1	24,7	20,6	15,4	10,1	6,6	4,8

Legenda:

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

4.2 Caratteristiche del fabbricato (involucro edilizio)

Il calcolo del fabbisogno di energia termica utile del fabbricato (inteso come solo involucro edilizio, senza considerare gli impianti) si fonda su un bilancio termico tra dispersioni ed apporti. Tale calcolo deve essere condotto, su base mensile, 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

*Strutture verticali in muratura di mattoni pieni
copertura in latero cemento non isolato*

Descrizione sintetica dei componenti finestrati

*infissi in vetro semplice
porte in legno massiccio*

Dispersioni invernali

Muri										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W./m ² K]	S _{tot} [m ²]	Q _{H,ir} [kWh]	%	Q _{H,r} [kWh]	%	Q _{H,sol,op} [kWh]	%
M1	T	PARETE ESTERNA	1,271	236,06	16547,0	29,4	2586,0	25,2	4750,7	24,2
M3	T	PORTE	1,594	21,88	1923,3	3,4	300,6	2,9	265,0	1,3
Totale				257,94	18470,3	32,8	2886,6	28,1	5015,8	25,5

Pavimenti										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W./m ² K]	S _{tot} [m ²]	Q _{H,ir} [kWh]	%	Q _{H,r} [kWh]	%	Q _{H,sol,op} [kWh]	%
P1	U	PAVIMENTO PIANO TERRA	1,528	227,73	11514,6	20,4	0,0	0,0	0,0	0,0
Totale				227,73	11514,6	20,4	0,0	0,0	0,0	0,0

Soffitti										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W./m ² K]	S _{tot} [m ²]	Q _{H,ir} [kWh]	%	Q _{H,r} [kWh]	%	Q _{H,sol,op} [kWh]	%
S2	T	COPERTURA PIANA	1,625	239,41	21456,0	38,1	6706,4	65,3	8222,5	41,8
Totale				239,41	21456,0	38,1	6706,4	65,3	8222,5	41,8

Componenti finestrati										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W./m ² K]	S _{tot} [m ²]	Q _{H,ir} [kWh]	%	Q _{H,r} [kWh]	%	Q _{H,sol,w} [kWh]	%
W1	T	FINESTRE 206X153	4,229	18,90	4407,8	7,8	640,6	6,2	6213,4	31,6
W2	T	100X100	4,190	1,00	231,1	0,4	33,6	0,3	209,3	1,1
Totale				19,90	4638,9	8,2	674,2	6,6	6422,7	32,7

Ponti termici						
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W./mK]	L _{tot} [m]	Q _{H,ir} [kWh]	%
Z1	-	P.T. serramenti, porte e finestre	0,100	47,06	259,5	0,5
Totale				47,06	259,5	0,5

Dispersioni estive

Muri										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [Wt/m²K]	S _{tot} [m²]	Q _{c,ir} [kWh]	%	Q _{c,r} [kWh]	%	Q _{c,sol,op} [kWh]	%
M1	T	PARETE ESTERNA	1,271	236,06	3424,0	29,4	1612,1	25,2	4078,7	22,9
M3	T	PORTE	1,594	21,88	398,0	3,4	187,4	2,9	378,7	2,1
Totale				257,94	3822,0	32,8	1799,5	28,1	4457,4	25,0

Pavimenti										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [Wt/m²K]	S _{tot} [m²]	Q _{c,ir} [kWh]	%	Q _{c,r} [kWh]	%	Q _{c,sol,op} [kWh]	%
P1	U	PAVIMENTO PIANO TERRA	1,528	227,73	2382,7	20,4	0,0	0,0	0,0	0,0
Totale				227,73	2382,7	20,4	0,0	0,0	0,0	0,0

Soffitti										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [Wt/m²K]	S _{tot} [m²]	Q _{c,ir} [kWh]	%	Q _{c,r} [kWh]	%	Q _{c,sol,op} [kWh]	%
S2	T	COPERTURA PIANA	1,625	239,41	4439,8	38,1	4180,8	65,3	10135,4	56,8
Totale				239,41	4439,8	38,1	4180,8	65,3	10135,4	56,8

Componenti finestrati										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [Wt/m²K]	S _{tot} [m²]	Q _{c,ir} [kWh]	%	Q _{c,r} [kWh]	%	Q _{c,sol,w} [kWh]	%
W1	T	FINESTRE 206X153	4,229	18,90	912,1	7,8	399,4	6,2	3016,9	16,9
W2	T	100X100	4,190	1,00	47,8	0,4	20,9	0,3	227,4	1,3
Totale				19,90	959,9	8,2	420,3	6,6	3244,3	18,2

Ponti termici						
Cod.	Tipo	Descrizione	ψ [Wt/mK]	L _{tot} [m]	Q _{c,ir} [kWh]	%
Z1	-	P.T. serramenti, porte e finestre	0,100	47,06	53,7	0,5
Totale				47,06	53,7	0,5

Trasmittanze termiche medie

Muri						
Cod.	Tipo	Descrizione	U [Wt/m²K]	U _{media} [Wt/m²K]	U _{limite} [Wt/m²K]	
					2015	2021
M1	T	PARETE ESTERNA	1,271	1,291	0,300	0,280

Pavimenti						
Cod.	Tipo	Descrizione	U [Wt/m²K]	U _{media} [Wt/m²K]	U _{limite} [Wt/m²K]	
					2015	2021
P1	U	PAVIMENTO PIANO TERRA	1,528	1,528	0,517	0,483

Soffitti						
Cod.	Tipo	Descrizione	U [Wt/m²K]	U _{media} [Wt/m²K]	U _{limite} [Wt/m²K]	
					2015	2021
S2	T	COPERTURA PIANA	1,625	1,625	0,260	0,240

Componenti finestrati						
Cod.	Tipo	Descrizione	U _w [Wt/m²K]	U _{w,limite} [Wt/m²K]		U _g [Wt/m²K]
				2015	2021	
M3	T	PORTE	1,594	1,900	1,400	-
W1	T	FINESTRE 206X153	4,229	1,900	1,400	4,656
W2	T	100X100	4,190	1,900	1,400	4,656

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

4.2.2 Principali risultati dei calcoli

Si riportano di seguito i risultati complessivi del calcolo, riguardanti l'intero edificio.

Energia invernale

Dispersioni			
Dispersioni per trasmissione	$Q_{H,tr}$	43101	kWh _t
Dispersioni per extraflusso	$Q_{H,r}$	10267	kWh _t
Dispersioni per ventilazione	$Q_{H,ve}$	58049	kWh _t
Apporti			
Apporti solari attraverso i componenti opachi	$Q_{H,sol,op}$	13238	kWh _t
Apporti solari attraverso i componenti finestrati	$Q_{H,sol,w}$	6423	kWh _t
Apporti interni	$Q_{H,int}$	7927	kWh _t
Apporti aggiuntivi	$Q_{H,agg}$	0	kWh _t
Bilancio energetico			
Fabbisogno del fabbricato	$Q_{H,nd,rf}$	97433	kWh _t
Indice di prestazione termica del fabbricato	$EP_{H,nd}$	431,84	kWh _t /m ²
Valore limite	$EP_{H,nd,lim}$	272,33	kWh _t /m ²

Energia estiva

Dispersioni			
Dispersioni per trasmissione	$Q_{C,tr}$	-2935	kWh _t
Dispersioni per extraflusso	$Q_{C,r}$	6401	kWh _t
Dispersioni per ventilazione	$Q_{C,ve}$	12012	kWh _t
Apporti			
Apporti solari attraverso i componenti opachi	$Q_{C,sol,op}$	14593	kWh _t
Apporti solari attraverso i componenti finestrati	$Q_{C,sol,w}$	3244	kWh _t
Apporti interni	$Q_{C,int}$	3855	kWh _t
Apporti aggiuntivi	$Q_{C,agg}$	0	kWh _t
Bilancio energetico			
Fabbisogno del fabbricato	$Q_{C,nd,rf}$	50	kWh _t
Indice di prestazione termica del fabbricato	$EP_{C,nd}$	0,22	kWh _t /m ²
Valore limite	$EP_{C,lim}$	0,06	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 (E_p) viene infine calcolata, per ciascun servizio, come sommatoria delle componenti dovute ai singoli vettori (UNI/TS 11300-5, formule da 12 a 14):

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

dove:

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

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

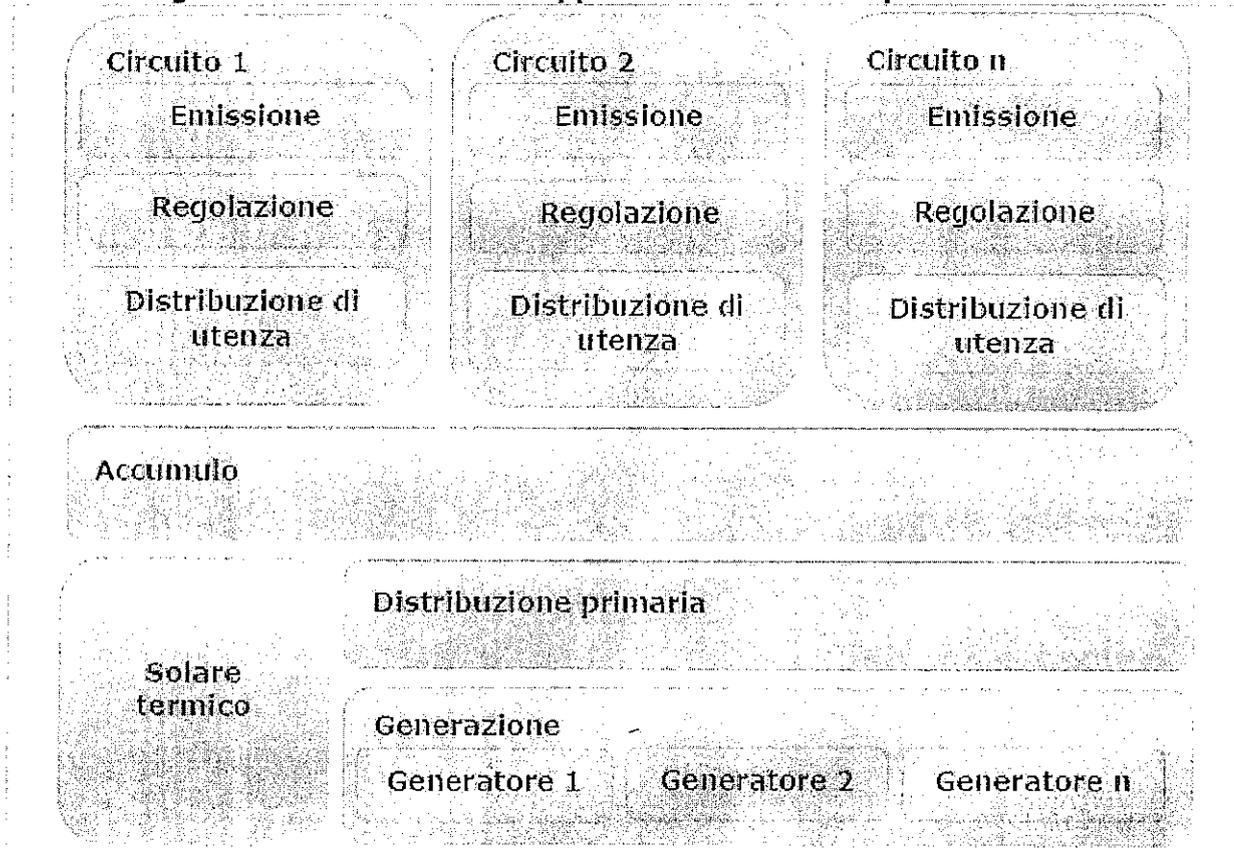
$E_{exp,k}$ = energia esportata dal singolo vettore energetico [kWh_{el}];

$f_{p,exp,k}$ = 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 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 rappresentativo di un impianto di riscaldamento



Si riporta di seguito una descrizione sintetica dell'impianto. Si forniscono inoltre, nel caso di impianto centralizzato, 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

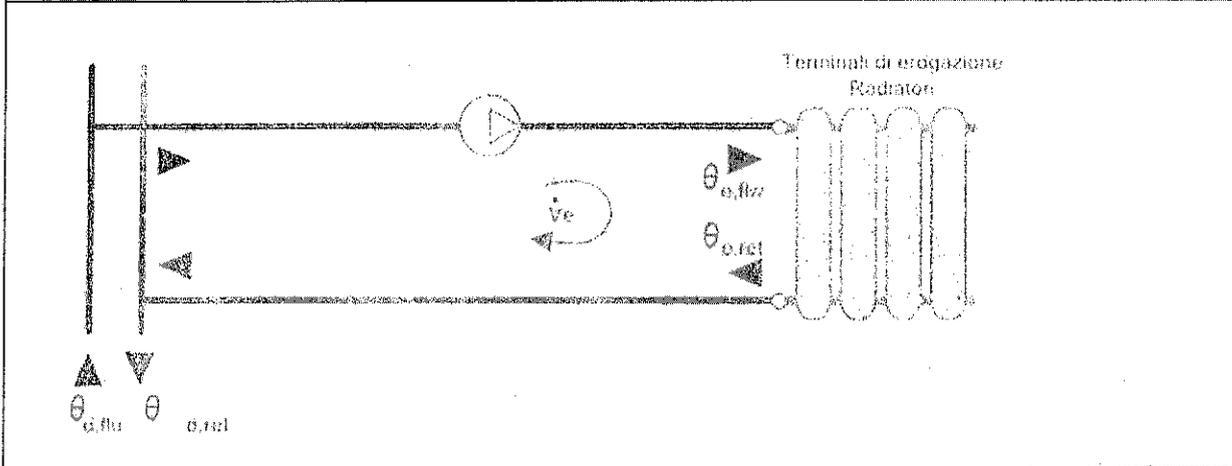
Impianto di riscaldamento composto da caldaia ad elementi in ghisa con bruciatore aria soffiata e pompa di spinta per la distribuzione del vettore ai terminali

Dati generali

Tipologia di impianto *Monocircolo*
Fluido termovettore *Acqua*

Circuito Riscaldamento

Regime di funzionamento	<i>Funzionamento intermittente (con spegnimento)</i>		
Emissione			
Tipologia	<i>Radiatori su parete esterna non isolata (U > 0,8 W/m2K)</i>		
Rendimento	$\eta_{H,ldr,em}$	89,0	%
Ausiliari	$Q_{H,ldr,em,aux}$	0,0	kWh _{el}
Regolazione			
Tipologia	<i>Manuale (solo termostato di caldaia)</i>		
Caratteristiche	-		
Rendimento	$\eta_{H,ldr,reg}$	87,8	%
Distribuzione			
Metodo di calcolo	<i>Semplificato</i>		
Tipologia di impianto	<i>Autonomo, edificio singolo</i>		
Rendimento	$\eta_{H,ldr,du}$	96,4	%
Ausiliari	$Q_{H,ldr,du,aux}$	409,7	kWh _{el}
Temperatura media			
Tipologia di circuito	<i>A temperatura fissa</i>		



Temperature medie	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Emissione ($\theta_{H,ldr,em,avg}$) [°C]	80,8	74,9	74,4	74,4	-	-	-	-	-	74,4	74,4	79,9
Distribuzione ($\theta_{H,ldr,du,avg}$) [°C]	80,8	74,9	74,4	74,4	-	-	-	-	-	74,4	74,4	79,9

Generazione

Configurazione centrale termica *Generatore singolo*

Generatore 1 - Caldaia tradizionale

Dati generali												
Numero	1											
Tipologia	Caldaia tradizionale											
Metodo di calcolo	Analitico											
Marca / serie / modello												
Potenza utile nominale	Φ_n										81,00	kW _t
Immagine												
FOTO GENERATORE												
Rendimenti termici												
Riscaldamento idronico	$\eta_{H,ldr,gen}$										89,3	%
Ausiliari												
Riscaldamento idronico	$Q_{H,ldr,gen,aux}$										793,4	kWh _{el}
Vettore energetico												
Tipologia	Gasolio											
Potere calorifico inferiore	PCI										11,870	kWh/kg
Costo	c										1,70	€/kg
Fattore di emissione di CO ₂	f _{CO2}										0,264	kg/kWh _p
Fattori di conversione in energia primaria												
Rinnovabile	f _{p,ren}										0,000	-
Non rinnovabile	f _{p,nren}										1,070	-
Totale	f _{p,tot}										1,070	-
Circuito in centrale												
Tipologia di circuito	Collegamento diretto											
Temperature medie												
Riscaldamento ($\Theta_{H,ldr,gen,avg}$) [°C]	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
	81,3	75,4	76,3	77,8	-	-	-	-	-	78,9	76,6	80,3

Principali risultati dei calcoli

Fabbisogni termici			
Fabbisogno del fabbricato (ventilazione naturale)	$Q_{H,nd}$	97433	kWh _t
Fabbisogno dell'impianto idronico (ventilazione effettiva)	$Q_{H,sys,nd}$	97433	kWh _t
Energia recuperata dall'impianto di ACS	$Q_{H,W,rh}$	168	kWh _t
Fabbisogno ideale netto	Q'_H	97265	kWh _t
Fabbisogno corretto per intermittenza	$Q_{H,interm}$	68286	kWh _t
Fabbisogno in uscita dall'emissione	$Q_{H,ldr,em,out}$	68286	kWh _t
Fabbisogno in ingresso all'emissione	$Q_{H,ldr,em,in}$	76725	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla regolazione	$Q_{H,ldr,reg,in}$	87398	kWh _t
Fabbisogno corretto per contabilizzazione	$Q_{H,ldr,reg,in,cont}$	87398	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla distribuzione di utenza	$Q_{H,ldr,du,in}$	90662	kWh _t
Fabbisogno in ingresso all'accumulo	$Q_{H,ldr,s,in}$	90662	kWh _t
Contributo del solare termico (energia consegnata)	$Q_{H,ldr,sol,out,net}$	0	kWh _t
Eccedenza del solare termico	$Q_{H,ldr,sol,surplus}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla distribuzione primaria	$Q_{H,ldr,dp,in}$	90662	kWh _t
Fabbisogno in uscita dalla generazione	$Q_{H,ldr,gen,out}$	90662	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla generazione (energia consegnata)	$Q_{H,ldr,gen,in}$	101524	kWh _{t/el}
Energia da ambiente esterno (pompa di calore)	$Q_{H,ldr,gen,out,RES}$	0	kWh _t
Fabbisogni elettrici			
Ausiliari emissione	$Q_{H,ldr,em,aux}$	0	kWh _{el}
Ausiliari distribuzione di utenza	$Q_{H,ldr,du,aux}$	410	kWh _{el}
Ausiliari distribuzione primaria	$Q_{H,ldr,dp,aux}$	0	kWh _{el}
Ausiliari generazione	$Q_{H,ldr,gen,aux}$	793	kWh _{el}
Ausiliari solare termico	$Q_{H,ldr,sol,aux}$	0	kWh _{el}
Energia elettrica assorbita dalla generazione	$Q_{H,ldr,gen,in,el}$	0	kWh _{el}
Fabbisogno elettrico complessivo (generazione ed ausiliari)	$Q_{H,ldr,el}$	1203	kWh _{el}
Contributo del fotovoltaico (energia consegnata)	$Q_{H,ldr,PV,out,net}$	0	kWh _{el}
Eccedenza del fotovoltaico (energia esportata)	$Q_{H,ldr,PV,surplus}$	0	kWh _{el}
Contributo della cogenerazione	$Q_{H,ldr,CG,out,net}$	0	kWh _{el}
Eccedenza della cogenerazione (energia esportata)	$Q_{H,ldr,CG,surplus}$	0	kWh _{el}
Fabbisogno elettrico effettivo	$Q_{H,ldr,el,eff}$	1203	kWh _{el}
Energia primaria			
Rinnovabile	$E_{H,ldr,p,ren}$	565	kWh _p
Non rinnovabile	$E_{H,ldr,p,nren}$	110977	kWh _p
Totale	$E_{H,ldr,p,tot}$	111543	kWh _p

Riepilogo rendimenti

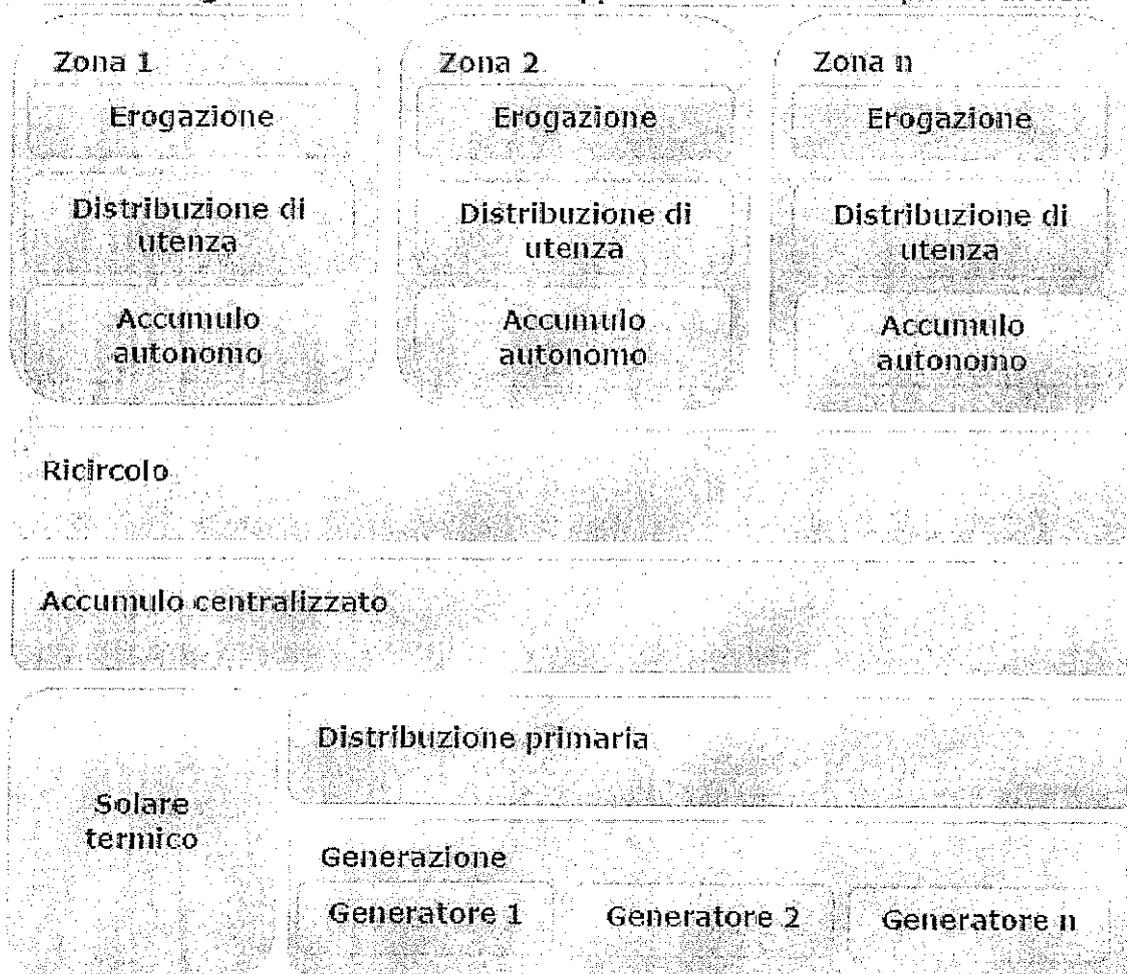
Emissione	$\eta_{H,ldr,em}$	89,0	%
Regolazione	$\eta_{H,ldr,reg}$	87,8	%
Distribuzione di utenza	$\eta_{H,ldr,du}$	96,4	%
Accumulo	$\eta_{H,ldr,s}$	100,0	%
Distribuzione primaria	$\eta_{H,ldr,dp}$	-	%
Generazione	$\eta_{H,ldr,gen}$	89,3	%
Globale medio stagionale	$\eta_{H,ldr,g}$	67,3	%
Efficienza media impianto idronico	$\eta_{H,ldr}$	87,4	%
Efficienza media impianto idronico ed aerulico	η_H	87,4	%
Valore limite	$\eta_{H,lim}$	81,0	%

Nota: I rendimenti "termici" sono dati dal rapporto tra i fabbisogni di energia utile in uscita ed ingresso a ciascun sottosistema. Le efficienze medie sono invece date dal rapporto tra il fabbisogno ideale ed il fabbisogno di energia primaria.

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 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 dei fabbisogni, 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 rappresentativo di un impianto di ACS



Si riporta di seguito una descrizione sintetica dell'impianto. Si forniscono inoltre, in caso di impianto centralizzato, 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 *boiler elettrico*

Erogazione, distribuzione di utenza ed accumuli autonomi

Fabbisogno ideale	$Q_{w,nd}$	5573	kWh _t
Rendimento di erogazione	$\eta_{w,er}$	100,0	%
Rendimento di distribuzione di utenza	$\eta_{w,du}$	89,3	%

Generazione

Configurazione centrale termica Generatore singolo

Generatore 1 - Bollitore elettrico ad accumulo

Dati generali			
Numero	1		
Tipologia	Bollitore elettrico ad accumulo		
Metodo di calcolo	-		
Marca / serie / modello			
Potenza utile nominale	Φ_n	1,50	kW _t
Modalità di funzionamento ACS	Continuata		
Immagine			
FOTO GENERATORE			
Prestazioni			
Rendimento termico	$\eta_{W,gen}$	75,0	%
Ausiliari	$Q_{W,gen,aux}$	0,0	kWh _{el}
Vettore energetico			
Tipologia	Energia elettrica		
Potere calorifico inferiore	PCI	-	-
Costo	c	0,25	€/kWh
Fattore di emissione di CO ₂	f _{CO2}	0,433	kg/kWh _p
Fattori di conversione in energia primaria			
Rinnovabile	f _{p,ren}	0,470	-
Non rinnovabile	f _{p,oren}	1,950	-
Totale	f _{p,tot}	2,420	-
Temperatura media			
Potenza scambiatore	Φ_{sc}	0,0	kW _t
Salto termico di progetto	$\Delta\theta_{des}$	20,0	°C
Portata di progetto	V _{des}	0,0	kg/h
Temperatura media	$\theta_{W,gen,avg}$	60,0	°C

Principali risultati dei calcoli

Fabbisogni termici			
Fabbisogno ideale	$Q_{W,nd}$	5573	kWh _t
Fabbisogno in ingresso all'erogazione	$Q_{W,er,in}$	5573	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla distribuzione di utenza	$Q_{W,du,in}$	6242	kWh _t
Fabbisogno in ingresso al ricircolo	$Q_{W,ric,in}$	6242	kWh _t
Fabbisogno in ingresso all'accumulo	$Q_{W,s,in}$	6242	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla distribuzione di preriscaldamento solare	$Q_{W,dis,sol,in}$	6242	kWh _t
Fabbisogno in ingresso all'accumulo di preriscaldamento solare	$Q_{W,s,sol,in}$	6242	kWh _t
Contributo del solare termico (energia consegnata)	$Q_{W,sol,out,net}$	0	kWh _t
Eccedenza del solare termico	$Q_{W,sol,out,surplus}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla distribuzione primaria	$Q_{W,dp,in}$	6242	kWh _t
Fabbisogno in uscita dalla generazione	$Q_{W,gen,out}$	6242	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla generazione (energia consegnata)	$Q_{W,gen,in}$	8322	kWh _{t/el}
Energia da ambiente esterno (pompa di calore)	$Q_{W,gen,out,RES}$	0	kWh _t
Fabbisogni elettrici			
Ausiliari ricircolo	$Q_{W,ric,aux}$	0	kWh _{el}
Ausiliari distribuzione primaria	$Q_{W,dp,aux}$	0	kWh _{el}
Ausiliari generazione	$Q_{W,gen,aux}$	0	kWh _{el}
Ausiliari solare termico	$Q_{W,sol,aux}$	0	kWh _{el}
Energia elettrica assorbita dalla generazione	$Q_{W,gen,in,el}$	8322	kWh _{el}
Fabbisogno elettrico complessivo (generazione ed ausiliari)	$Q_{W,el}$	8322	kWh _{el}
Contributo del fotovoltaico (energia consegnata)	$Q_{W,PV,out,net}$	0	kWh _{el}
Eccedenza del fotovoltaico (energia esportata)	$Q_{W,PV,surplus}$	0	kWh _{el}
Contributo della cogenerazione	$Q_{W,CG,out,net}$	0	kWh _{el}
Eccedenza della cogenerazione (energia esportata)	$Q_{W,CG,surplus}$	0	kWh _{el}
Fabbisogno elettrico effettivo	$Q_{W,el,eff}$	8322	kWh _{el}
Energia primaria			
Rinnovabile	$E_{W,p,ren}$	3912	kWh _p
Non rinnovabile	$E_{W,p,nren}$	16229	kWh _p
Totale	$E_{W,p,tot}$	20140	kWh _p

Riepilogo rendimenti

Erogazione	$\eta_{W,er}$	100,0	%
Distribuzione di utenza	$\eta_{W,du}$	89,3	%
Accumulo	$\eta_{W,s}$	100,0	%
Tubazione di ricircolo	$\eta_{W,ric}$	-	%
Distribuzione primaria	$\eta_{W,dp}$	-	%
Generazione	$\eta_{W,gen}$	75,0	%
Globale medio stagionale	$\eta_{W,g}$	67,0	%
Efficienza media	η_{W}	27,7	%
Valore limite	$\eta_{W,lim}$	28,9	%

Nota: I rendimenti "termici" sono dati dal rapporto tra i fabbisogni di energia utile in uscita ed ingresso a ciascun sottosistema. Le efficienze medie sono invece date dal rapporto tra il fabbisogno ideale ed il fabbisogno di energia primaria.

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.

Consumi ed energia consegnata

Servizio	Gasolio				Energia primaria			Spesa ed emissioni	
	Consumo ed energia consegnata		Energia primaria		Energia primaria			S	Emco2
	E	UM	E _{del} [kWh]	E _{exp} [kWh]	E _{pre} [kWh _p]	E _{pre,n} [kWh _e]	E _{pre,tot} [kWh _p]	[€]	[kg]
Riscaldamento (H)	8553	kg	101524	0	0	108631	108631	14540,13	28700
Globale (gl)	8553	kg	101524	0	0	108631	108631	14540,13	28700

Servizio	Energia elettrica				Energia primaria			Spesa ed emissioni	
	Consumo ed energia consegnata		Energia primaria		Energia primaria			S	Emco2
	E	UM	E _{del} [kWh]	E _{exp} [kWh]	E _{pre} [kWh _p]	E _{pre,n} [kWh _e]	E _{pre,tot} [kWh _p]	[€]	[kg]
Riscaldamento (H)	1203	kWh	1203		565	2346	2912	300,78	1016
Acqua calda sanitaria (W)	8322	kWh	8322		3912	16229	20140	2080,61	7030
Illuminazione (L)	4254	kWh	4254		1999	8295	10295	1063,52	3594
Globale (gl)	13780	kWh	13780		6476	26870	33347	3444,91	11640

Servizio	Solare termico				Energia primaria			Spesa ed emissioni	
	Consumo ed energia consegnata		Energia primaria		Energia primaria			S	Emco2
	E	UM	E _{del} [kWh]	E _{exp} [kWh]	E _{pre} [kWh _p]	E _{pre,n} [kWh _e]	E _{pre,tot} [kWh _p]	[€]	[kg]
Riscaldamento (H)			0		0	0	0		
Acqua calda sanitaria (W)			0		0	0	0		
Globale (gl)			0		0	0	0		

Servizio	Solare fotovoltaico				Energia primaria			Spesa ed emissioni	
	Consumo ed energia consegnata		Energia primaria		Energia primaria			S	Emco2
	E	UM	E _{del} [kWh]	E _{exp} [kWh]	E _{pre} [kWh _p]	E _{pre,n} [kWh _e]	E _{pre,tot} [kWh _p]	[€]	[kg]
Riscaldamento (H)			0	0	0	0	0		
Acqua calda sanitaria (W)			0	0	0	0	0		
Illuminazione (L)			0	0	0	0	0		
Globale (gl)			0	0	0	0	0		

Servizio	Ambiente esterno (pompa di calore)				Energia primaria			Spesa ed emissioni	
	Consumo ed energia consegnata		Energia primaria		Energia primaria			S	Emco2
	E	UM	E _{del} [kWh]	E _{exp} [kWh]	E _{pre} [kWh _p]	E _{pre,n} [kWh _e]	E _{pre,tot} [kWh _p]	[€]	[kg]
Riscaldamento (H)			0		0	0	0		
Acqua calda sanitaria (W)			0		0	0	0		
Globale (gl)			0		0	0	0		

Spesa

Servizio	S [€]
Riscaldamento (H)	14840,91
Acqua calda sanitaria (W)	2080,61
Raffrescamento (C)	0,00
Ventilazione (V)	0,00
Illuminazione (L)	1063,52
Trasporto (T)	0,00
Globale (gl)	17985,04

Indici di prestazione termica del fabbricato

Servizio	Q _{req,irr} [kWh]	EP _{irr} [kWh/m ²]	EP _{ad,limite} [kWh/m ²]
Riscaldamento (H)	97433	431,84	272,33

Rendimenti

Riscaldamento idronico (H _{irr})	
Sottosistema	Valore calcolato [-]
Emissione (η _{em})	89,0
Regolazione (η _{reg})	87,8
Distribuzione di utenza (η _{du})	96,4
Accumulo (η _s)	100,0
Distribuzione primaria (η _{dp})	100,0
Generazione (η _{gen})	89,3
Globale medio stagionale (η _g)	67,3
Efficienza media (η)	87,4
Valore limite (η _{lim})	81,0

Acqua calda sanitaria (W)	
Sottosistema	Valore calcolato [-]
Erogazione (η _{er})	100,0
Distribuzione di utenza (η _{du})	89,3
Accumulo (η _s)	100,0
Ricircolo (η _{rc})	100,0
Distribuzione primaria (η _{dp})	100,0
Generazione (η _{gen})	75,0
Globale medio stagionale (η _g)	67,0
Efficienza media (η)	27,7
Valore limite (η _{lim})	28,9

Nota: i rendimenti "termici" sono dati dal rapporto tra i fabbisogni di energia utile in uscita ed ingresso a ciascun sottosistema. Le efficienze medie sono invece date dal rapporto tra il fabbisogno ideale ed il fabbisogno di energia primaria.

Indici di prestazione energetica dell'edificio

Servizio	Energia primaria			Indici di prestazione energetica			
	EP _{irr} [kWh]	EP _{irr,ren} [kWh]	EP _{irr,tot} [kWh]	EP _{irr,ren} [kWh/m ²]	EP _{irr,ren} [kWh/m ²]	EP _{irr,tot} [kWh/m ²]	EP _{irr,tot,limite} [kWh/m ²]
Riscaldamento (H)	565	110977	111543	2,51	491,88	494,38	
Acqua calda sanitaria (W)	3912	16229	20140	17,34	71,93	89,27	
Raffrescamento (C)	0	0	0	0,00	0,00	0,00	
Ventilazione (V)	0	0	0	0,00	0,00	0,00	
Illuminazione (L)	1999	8295	10295	8,86	36,77	45,63	
Trasporto (T)	0	0	0	0,00	0,00	0,00	
Globale	6476	135501	141978	28,71	600,57	629,28	467,18

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)	0,5			
Acqua calda sanitaria (W)	19,4	50		
Raffrescamento (C)	0,0			
Globale (H + W + C)	3,4	20	35	50
Ventilazione (V)	0,0			
Illuminazione (L)	19,4			
Trasporto (T)	0,0			
Globale	4,6			

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)	29716,64
Acqua calda sanitaria (W)	7030,31
Raffrescamento (C)	0,00
Ventilazione (V)	0,00
Illuminazione (L)	3593,59
Trasporto (T)	0,00
Globale (gl)	40340,54

Legenda:

E	Consumo
E _{del}	Energia consegnata
E _{exp}	Energia elettrica esportata
E _{p,ren}	Energia primaria rinnovabile
E _{p,nren}	Energia primaria non rinnovabile
E _{p,tot}	Energia primaria totale
E _m	Emissioni
EP _{nd}	Indice di prestazione termica
EP _{rin}	Indice di prestazione energetica rinnovabile
EP _{nren}	Indice di prestazione energetica non rinnovabile
EP _{tot}	Indice di prestazione energetica totale
η	Efficienza
Q _{od,rif}	Fabbisogno di energia utile (ventilazione naturale)
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, in merito agli impianti centralizzati, al seguente esito.

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 sui fabbricati	Cappotto interno, cappotto esterno, insufflaggio, isolamento coperture orizzontali, isolamento cassonetti, sostituzione serramenti, sostituzione solo vetro	Riduzione trasmittanze termiche (W/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]	$\Delta EP_{gl,non}$ [kWh _p /m ² anno]	Classe energetica
1	SOSTITUZIONE GENERATORE DI CALORE	7800,00	7104,30	1,1	59,13	D

Legenda:

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

6.1 SOSTITUZIONE GENERATORE DI CALORE

Dati generali

Numero	1		
Descrizione	SOSTITUZIONE GENERATORE DI CALORE		
Costo stimato	C	7800,00	€
Risparmio economico conseguibile	ΔS_{gl}	7104,30	€/anno
Tempo di ritorno	t_r	1,1	anni
Risparmio energetico conseguibile	$\Delta EP_{gl,ren}$	59,13	kWh _p /m ² anno
Classe energetica raggiungibile	D		

Riepilogo interventi

N°	Descrizione	Costo (C) [€]
1	Sostituzione del generatore di calore per riscaldamento mediante caldaia a condensazione classificata **** stelle	7800,00

6.1.1 Sostituzione del generatore di calore per riscaldamento mediante caldaia a condensazione classificata **** stelle

Dati generali

Intervento	1
Tipologia	Sostituzione del generatore di calore per riscaldamento mediante caldaia a condensazione classificata **** stelle
Descrizione	Sostituzione del generatore di calore per riscaldamento mediante caldaia a condensazione classificata **** stelle
Costo stimato	C 7800,00 €

Intervento

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

Caratteristiche caldaia			
Tipologia	Generatore a gas, a condensazione 4 stelle (****)		
Potenza utile nominale	Φ_n	34,00	kW _t
Salto termico fumi-acqua di ritorno	$\Delta\theta$	> 24	°C
Rendimento di generazione base	$\eta_{gen,base}$	99,00	%
Generatore monostadio	No		
Installazione all'esterno	No		
Temperatura di ritorno nel mese più freddo	θ_r	40	°C
Rendimento di generazione	η_{gen}	99,00	%

Vettore energetico			
Tipologia	Metano		
Potere calorifico inferiore	PCI	9,940	kWh/ Nm ³
Costo	c	0,82	€/ Nm ³
Fattore di emissione di CO ₂	f _{CO2}	0,1998	kg/kWh _{el}

Fattori di conversione in energia primaria			
Rinnovabile	f _{D,ren}	0,000	-
Non rinnovabile	f _{D,nren}	1,050	-
Totale	f _{D,tot}	1,050	-

Ausiliari			
Potenza ausiliari	Φ_{aux}	100	W _{el}

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.

Consumi (E)

Metano [Nm³]			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	0	9228	0,0
Globale	0	0	0,0
Gasolio [kg]			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	8553	0	-100,0
Globale	0	0	0,0
Energia elettrica [kWh]			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	1203	677	-43,7
Acqua calda sanitaria (W)	8322	8322	0,0
Illuminazione (L)	4254	4254	0,0
Globale	0	0	0,0
Solare termico [kWh]			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	0	0	0,0
Acqua calda sanitaria (W)	0	0	0,0
Globale	0	0	0,0
Solare fotovoltaico [kWh]			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	0	0	0,0
Acqua calda sanitaria (W)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	0	0	0,0
Globale	0	0	0,0
Ambiente esterno (pompa di calore) [kWh]			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	0	0	0,0
Acqua calda sanitaria (W)	0	0	0,0
Globale	0	0	0,0

Spesa (S) [€]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	14840,91	7736,61	-47,9
Acqua calda sanitaria (W)	2080,61	2080,61	0,0
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	1063,52	1063,52	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale	0,00	0,00	0,0

Valutazione economica

Costo stimato (C) [€]	7800,00
Risparmio economico conseguibile (ΔS _{gl}) [€/anno]	7104,30
Tempo di ritorno (t _r) [anni]	1,1

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

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]	Valore limite
Riscaldamento (H)	431,84	431,84	0,0	272,33
Raffrescamento (C)	0,22	0,22	0,0	0,06

Rendimenti (η) [%]

Riscaldamento idronico (H_{id})			
Sottosistema	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Emissione (η_{em})	89,0	89,0	0,0
Regolazione (η_{reg})	87,8	87,8	0,0
Distribuzione di utenza (η_{du})	96,4	96,4	0,0
Accumulo (η_s)	100,0	100,0	0,0
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione (η_{gen})	89,3	99,0	10,9
Globale medio stagionale (η_g)	67,3	74,6	10,9
Efficienza media (η)	87,4	99,5	13,9
Valore limite (η_{lim})	81,0	-	-

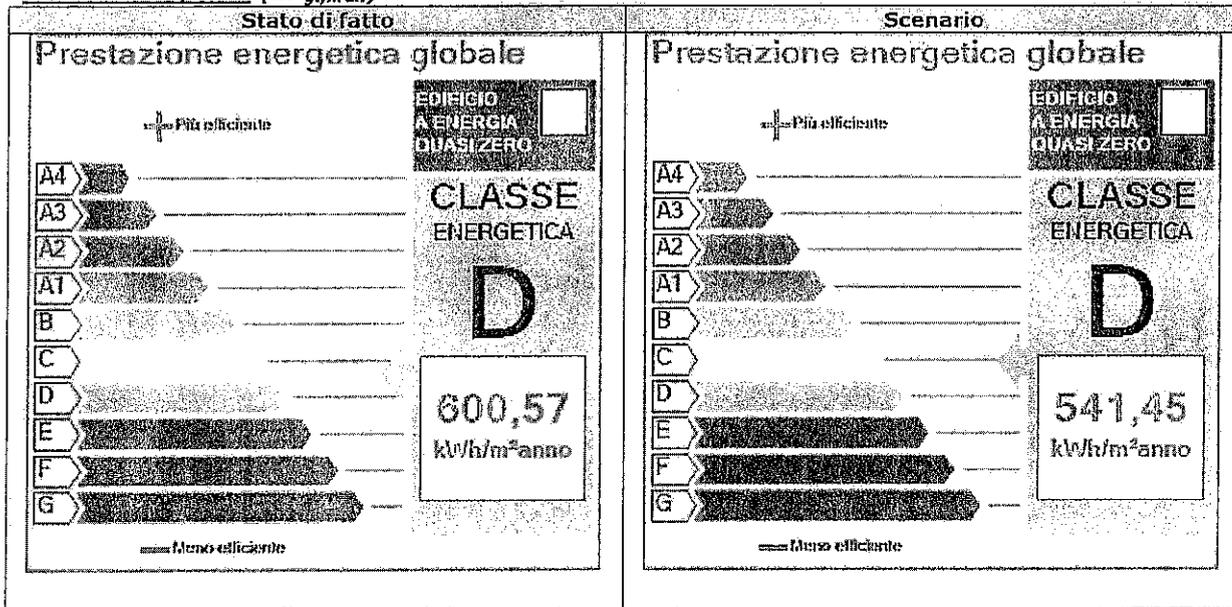
Acqua calda sanitaria (W)			
Sottosistema	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Erogazione (η_{er})	100,0	100,0	0,0
Distribuzione di utenza (η_{du})	89,3	89,3	0,0
Accumulo (η_s)	100,0	100,0	0,0
Ricircolo (η_{ric})	100,0	100,0	0,0
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione (η_{gen})	75,0	75,0	0,0
Globale medio stagionale (η_g)	67,0	67,0	0,0
Efficienza media (η)	27,7	27,7	0,0
Valore limite (η_{lim})	28,9	-	-

Nota: I rendimenti "termici" sono dati dal rapporto tra i fabbisogni di energia utile in uscita ed ingresso a ciascun sottosistema. Le efficienze medie sono invece date dal rapporto tra il fabbisogno ideale ed il fabbisogno di energia primaria.

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

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Rinnovabile (EP_{ren})			
Riscaldamento (H)	2,51	1,41	-43,7
Acqua calda sanitaria (W)	17,34	17,34	0,0
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	8,86	8,86	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (gl)	28,71	27,61	-3,8
Non rinnovabile (EP_{nren})			
Riscaldamento (H)	491,88	432,75	-12,0
Acqua calda sanitaria (W)	71,93	71,93	0,0
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	36,77	36,77	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (gl)	600,57	541,45	-9,8
Totale (EP_{tot})			
Riscaldamento (H)	494,38	434,16	-12,2
Acqua calda sanitaria (W)	89,27	89,27	0,0
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	45,63	45,63	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (gl)	629,28	569,06	-9,6
Valore limite (EP_{gl,tot,lim})	467,18	-	-

Classe energetica (EP_{gl,nren})



Quota rinnovabile (QR) [%]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]	Valore minimo
Riscaldamento (H)	0,5	0,3	-39,5	-
Acqua calda sanitaria (W)	19,4	19,4	0,0	50
Raffrescamento (C)	0,0	0,0	0,0	-
Globale (H + W + C)	3,4	3,6	5,9	20 / 35 / 50
Ventilazione (V)	0,0	0,0	0,0	-
Illuminazione (L)	19,4	19,4	0,0	-
Trasporto (T)	0,0	0,0	0,0	-
Globale (gl)	4,6	4,9	6,6	-

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

- 1° fase (31.05.12 - 31.12.13);
- 2° fase (01.01.14 - 31.12.16);
- 3° fase (dal 01.01.17).

Emissioni (Emco2) [kg]

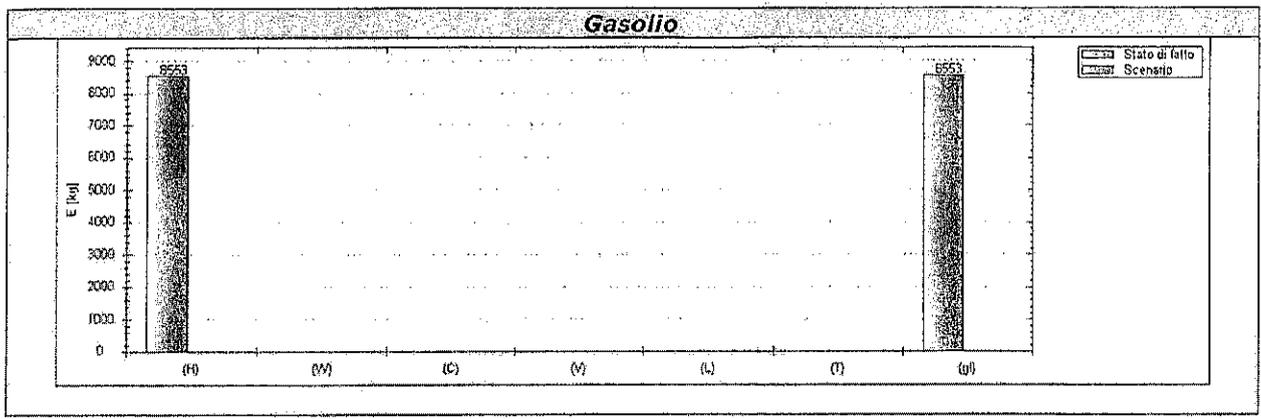
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	29716,64	19816,28	-33,3
Acqua calda sanitaria (W)	7030,31	7030,31	0,0
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	3593,59	3593,59	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (gl)	40340,54	30440,17	-24,5

Legenda:

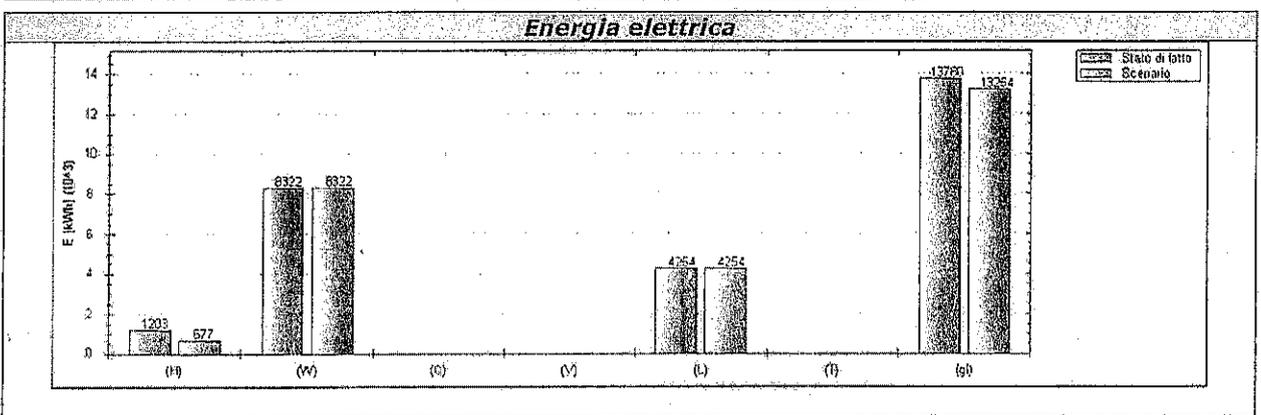
E	Consumo
Em	Emissioni
EP _{nd}	Indice di prestazione termica
EP _{rin}	Indice di prestazione energetica rinnovabile
EP _{nrin}	Indice di prestazione energetica non rinnovabile
EP _{tot}	Indice di prestazione energetica totale
η	Rendimento
QR	Quota rinnovabile
S	Spesa

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_a), riportata sull'asse delle ascisse, ed il fabbisogno di potenza in ingresso alla generazione ($\Phi_{gen,in}$), riportata sull'asse delle ordinate. Tale correlazione, rappresentata attraverso una nuvola di punti ed una retta interpolante, costituisce un significativo strumento di visualizzazione ed interpretazione della prestazione energetica dell'edificio.

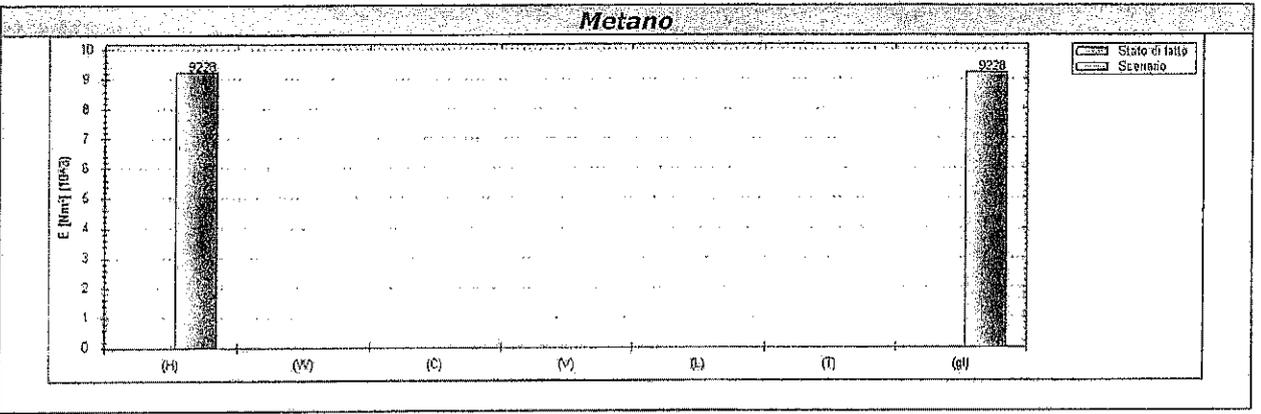
Consumi di combustibile ed energia elettrica



Servizio	E_{in} [kg]	E_{fin} [kg]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	8553	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 (gl)	8553	0	-100,0



Servizio	E_{in} [kWh]	E_{fin} [kWh]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	1203	677	-43,7
Acqua calda sanitaria (W)	8322	8322	0,0
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	4254	4254	0,0
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (gl)	13780	13254	-3,8

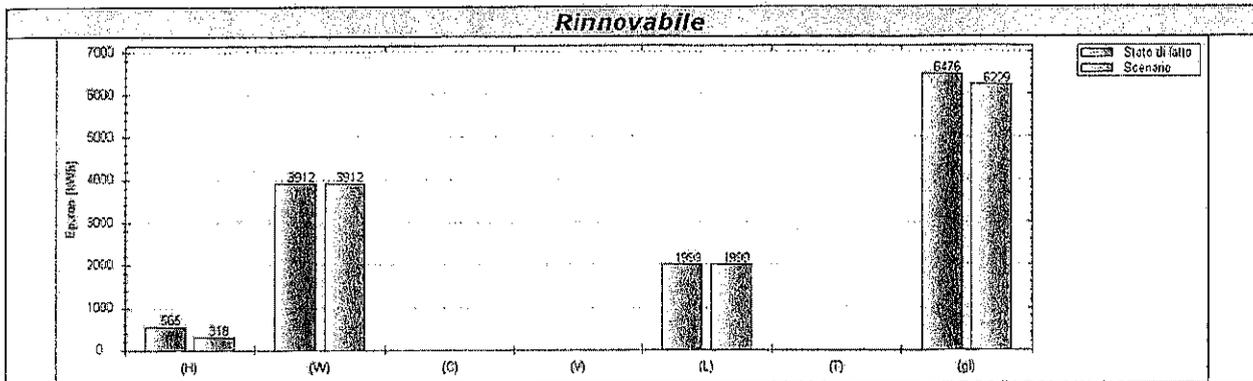


Servizio	E_{in} [Nm³]	E_{fin} [Nm³]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	0	9228	0,0
Acqua calda sanitaria (W)	0	0	0,0
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	0	0	0,0

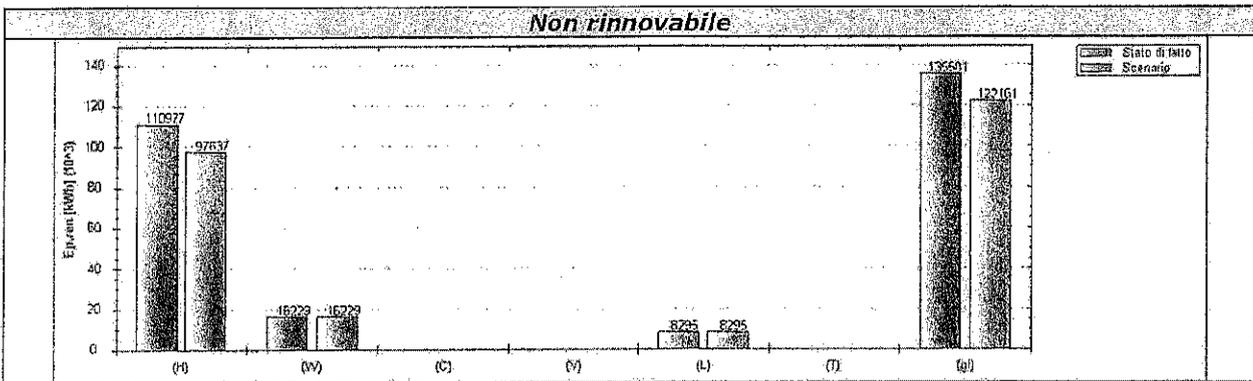
Studio Tecnico Bini
Capannoli (PI)

Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (gl)	0	9228	0,0

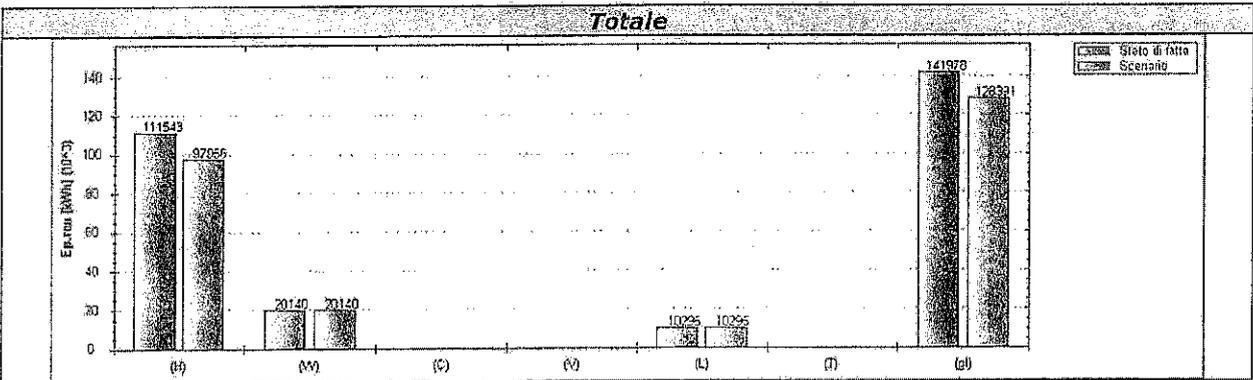
Consumi di energia primaria



Servizio	$E_{p,ren,in}$ [kWh _p]	$E_{p,ren,fin}$ [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	565	318	-43,7
Acqua calda sanitaria (W)	3912	3912	0,0
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	1999	1999	0,0
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (gl)	6476	6229	-3,8

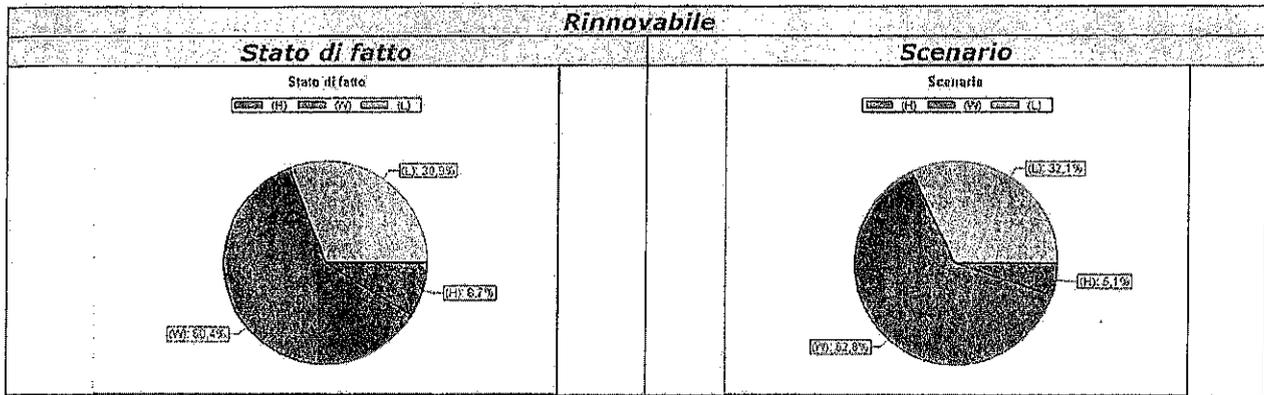


Servizio	$E_{p,ren,in}$ [kWh _p]	$E_{p,ren,fin}$ [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	110977	97637	-12,0
Acqua calda sanitaria (W)	16229	16229	0,0
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	8295	8295	0,0
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (gl)	135501	122161	-9,8

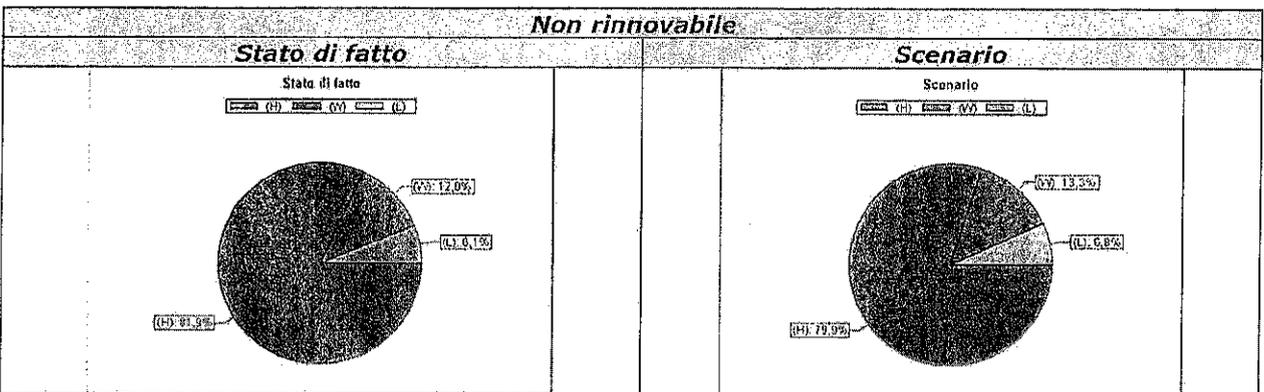


Servizio	$E_{p,tot,in}$ [kWh _p]	$E_{p,tot,fin}$ [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	111543	97956	-12,2
Acqua calda sanitaria (W)	20140	20140	0,0
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	10295	10295	0,0
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (gl)	141978	128391	-9,6

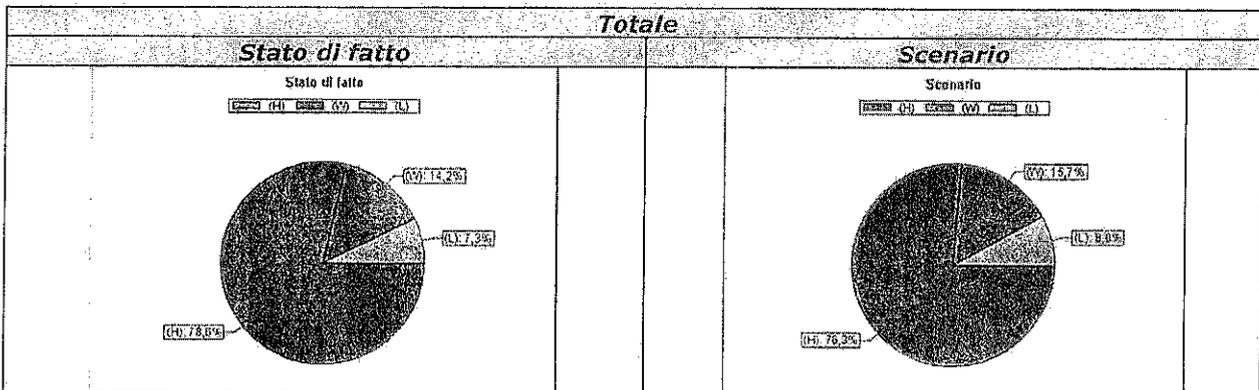
Suddivisione dell'energia primaria globale per servizio



Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Ep,ren [kWhp]	%	Ep,ren [kWhp]	%
Riscaldamento (H)	565	8,7	318	5,1
Acqua calda sanitaria (W)	3912	60,4	3912	62,8
Raffrescamento (C)	0	0,0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0,0	0	0,0
Illuminazione (L)	1999	30,9	1999	32,1
Trasporto (T)	0	0,0	0	0,0
Globale (q)	6476	100,0	6229	100,0



Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Ep,ren [kWhp]	%	Ep,ren [kWhp]	%
Riscaldamento (H)	110977	81,9	97637	79,9
Acqua calda sanitaria (W)	16229	12,0	16229	13,3
Raffrescamento (C)	0	0,0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0,0	0	0,0
Illuminazione (L)	8295	6,1	8295	6,8
Trasporto (T)	0	0,0	0	0,0
Globale (q)	135501	100,0	122161	100,0

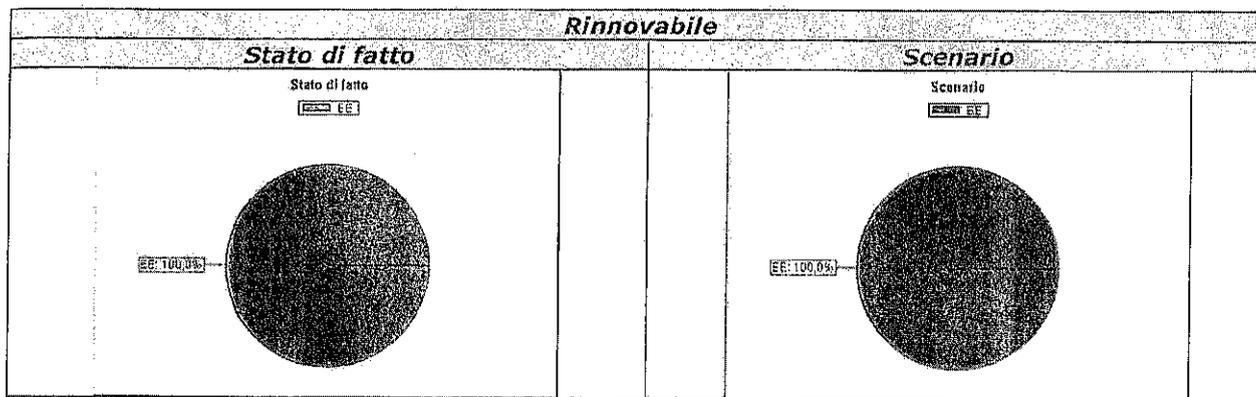


Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Ep,tot [kWhp]	%	Ep,tot [kWhp]	%
Riscaldamento (H)	111543	78,6	97956	76,3
Acqua calda sanitaria (W)	20140	14,2	20140	15,7
Raffrescamento (C)	0	0,0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0,0	0	0,0
Illuminazione (L)	10295	7,3	10295	8,0

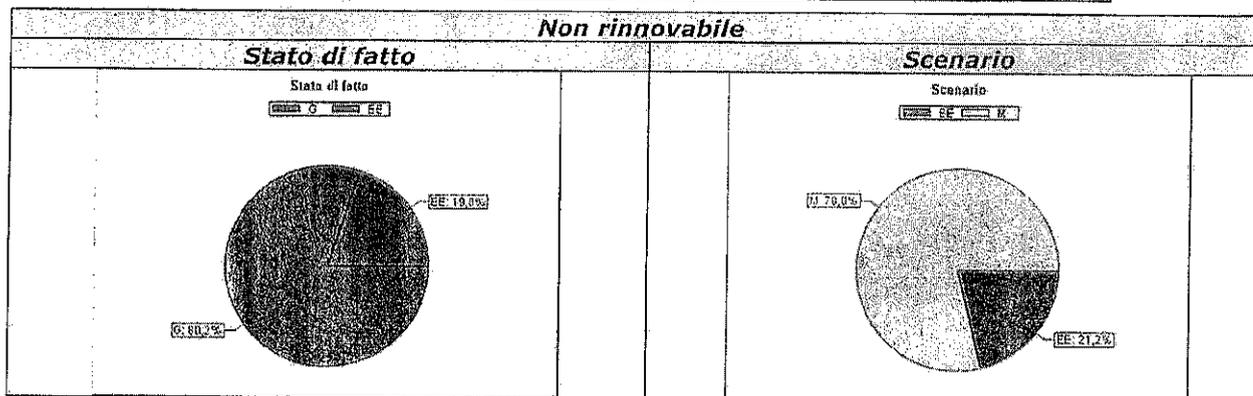
Studio Tecnico Bini
Capannoli (PI)

Trasporto (T)	0	0,0	0	0,0
Globale (gl)	141978	100,0	128391	100,0

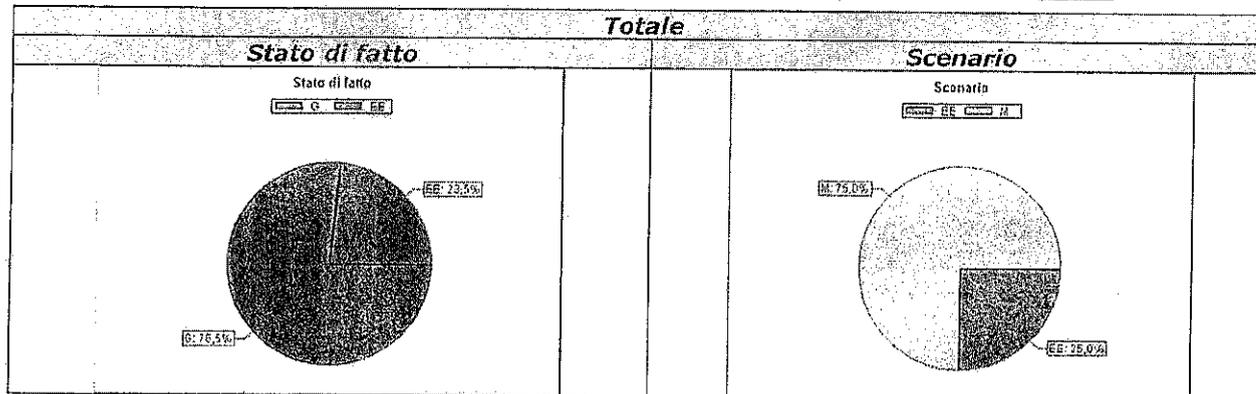
Suddivisione dell'energia primaria globale per vettore energetico



Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Ep,ren [kWhp]	%	Ep,ren [kWhp]	%
Gasolio (G)	0	0,0	0	0,0
Energia elettrica (EE)	6476	100,0	6229	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
Metano (M)	0	0,0	0	0,0
Totale	6476	100,0	6229	100,0



Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Ep,ren [kWhp]	%	Ep,ren [kWhp]	%
Gasolio (G)	108631	80,2	0	0,0
Energia elettrica (EE)	26870	19,8	25845	21,2
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
Metano (M)	0	0,0	96316	78,8
Totale	135501	100,0	122161	100,0

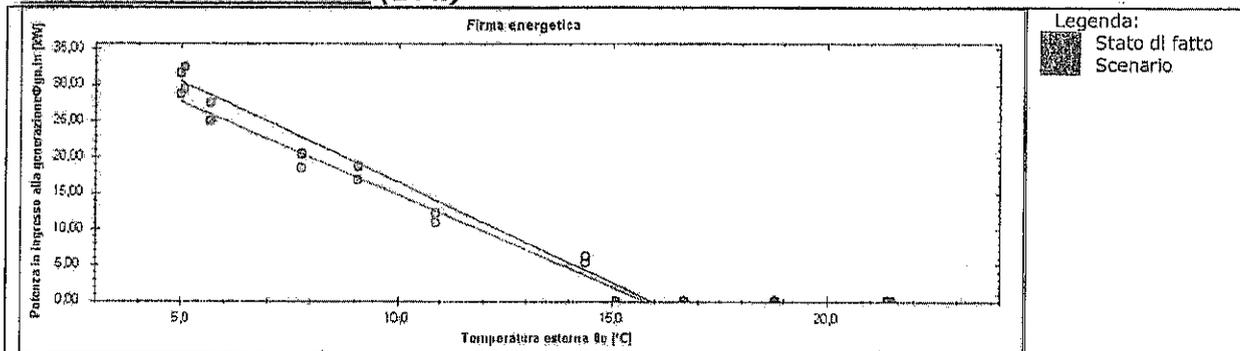


Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Ep,tot [kWhp]	%	Ep,tot [kWhp]	%
Gasolio (G)	108631	76,5	0	0,0
Energia elettrica (EE)	33947	23,5	32075	25,0
Solare termico (ST)	0	0,0	0	0,0
Solare fotovoltaico (FV)	0	0,0	0	0,0
Ambiente esterno (pompa di calore) (A)	0	0,0	0	0,0

Studio Tecnico Bini
Capannoli (PI)

Metano (M)	0	0,0	96316	75,0
Totale	141978	100,0	128391	100,0

Firma energetica invernale (24 h)



Mese	θ_e [°C]	Stato di fatto			Scenario		
		n [g]	$Q_{gen,in}$ [kWh/el]	$\Phi_{gen,in}$ [kWt/el]	n [g]	$Q_{gen,in}$ [kWh/el]	$\Phi_{gen,in}$ [kWt/el]
gennaio	5,1	31	24121	32,42	31	21842	29,36
febbraio	5,7	28	18454	27,46	28	16759	24,94
marzo	7,8	31	15124	20,33	31	13677	18,38
aprile	10,9	15	4417	12,27	15	3935	10,93
maggio	15,1	0	0	0,00	0	0	0,00
giugno	18,8	0	0	0,00	0	0	0,00
luglio	21,4	0	0	0,00	0	0	0,00
agosto	21,5	0	0	0,00	0	0	0,00
settembre	16,2	0	0	0,00	0	0	0,00
ottobre	14,4	17	2519	6,17	17	2142	5,25
novembre	9,1	30	13376	18,58	30	12074	16,77
dicembre	5,0	31	23573	31,60	31	21301	28,63
TOTALE		183	101524	149	183	91730	134

Legenda:

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

1
2
3
4
5

6

7
8
9