

RELAZIONE DI DIAGNOSI ENERGETICA

(rapporto finale)

secondo UNI CEI EN 16247-1-2

Committente

Nome *Provincia di Parma*
Indirizzo *Viale Martiri della Libertà n°15 - Parma*

Edificio / condominio

Descrizione *Plesso Scolastico ED025 – S11 - I.I.S.S. A. Berenini e
ED061 – S32 - Liceo G. D'Annunzio*
Indirizzo *Via Vittorio Alfieri n°4-40, Fidenza (PR)*

Studio tecnico

Nome *Costel & Partners S.r.l.*
Indirizzo *Via Gian Pietro Sardi, 24/A - 43124 Parma (PR)*

Software di calcolo *Edilclima EC700 versione 11.22.23 ed EC720 versione 6.23.3*
Data di redazione del documento *30/03/2023*

SOMMARIO

1	Premessa
2	Sintesi della diagnosi energetica
3	Generalità ed impostazioni di calcolo
4	Analisi energetica dell'edificio
4.1	Dati climatici (calcolo mensile)
4.2	Caratteristiche del fabbricato (calcolo mensile)
4.2.1	<i>Strutture disperdenti</i>
4.2.2	<i>Principali risultati dei calcoli</i>
4.3	Caratteristiche degli impianti
4.3.1	<i>Impianto di riscaldamento idronico</i>
4.3.2	<i>Impianto di acqua calda sanitaria</i>
4.3.3	<i>Altri impianti</i>
4.4	Principali risultati dei calcoli
5	Confronto con i consumi reali
5.1	Edificio
5.1.1	<i>ANNO 2022</i>
5.1.2	<i>Stagione media</i>
6	Raccomandazioni circa i possibili interventi
6.1	Riqualficazione centrale termica
6.1.1	<i>Sostituzione del generatore di calore per riscaldamento mediante caldaia a condensazione classificata **** stelle</i>
6.1.2	<i>Sostituzione del generatore di calore per acqua calda sanitaria – Edificio Istituto Berenini</i>
6.1.3	<i>Prestazioni raggiungibili</i>
6.2	Interventi sui circuiti
6.2.1	<i>Installazione di sistemi di contabilizzazione</i>
6.2.2	<i>Installazione di valvole termostatiche – Edificio Liceo D'Annunzio</i>
6.2.3	<i>Prestazioni raggiungibili</i>
6.3	Solare fotovoltaico
6.3.1	<i>Installazione di pannelli solari fotovoltaici – Edificio Istituto Berenini</i>
6.3.2	<i>Prestazioni raggiungibili</i>
6.4	Solare fotovoltaico
6.4.1	<i>Installazione di pannelli solari fotovoltaici – Edificio Liceo D'Annunzio</i>
6.4.2	<i>Prestazioni raggiungibili</i>
6.5	Prestazioni raggiungibili – Interventi complessivi
6.5.1	<i>Intero Edificio</i>
6.5.2	<i>Edificio Istituto Berenini</i>
6.5.3	<i>Edificio Liceo D'Annunzio</i>

1 PREMESSA

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

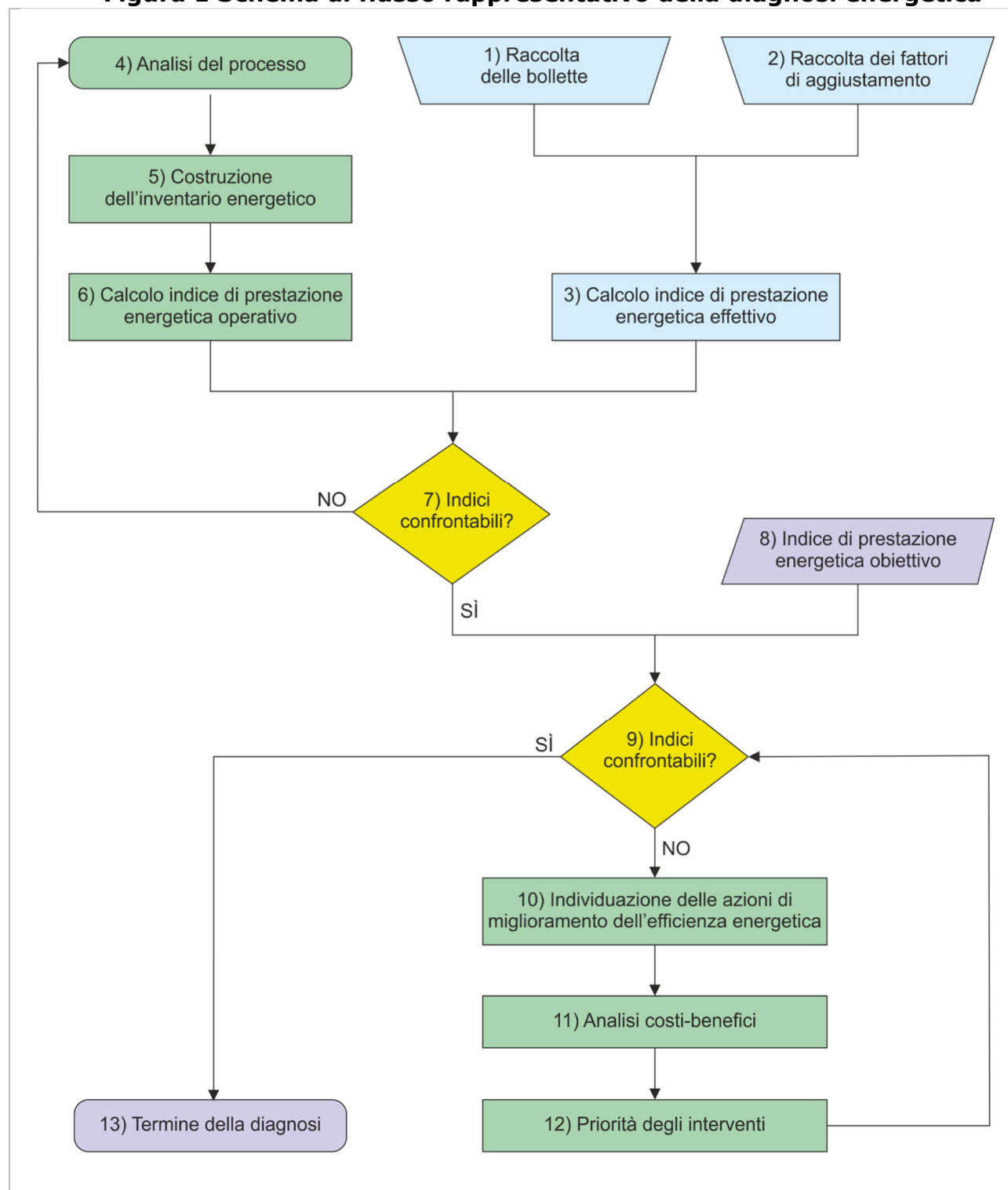
Modalità operative

Le modalità operative, gli scopi ed i passaggi essenziali di una diagnosi energetica sono definiti dalle norme UNI CEI/TR 11428 ed UNI CEI EN 16247. In particolare la prima, costituente una sorta di linea guida nazionale, disciplina i requisiti ed aspetti generali mentre la seconda, traduzione italiana della corrispondente norma europea, si articola in quattro parti, riguardanti, rispettivamente, i principi di base, gli edifici, i processi ed i trasporti. Ad esse si aggiungono, per ciascun ambito di applicazione della diagnosi, i rispettivi progetti di linee guida CTI, ad oggi in fase di elaborazione. Secondo tali norme, la diagnosi energetica di un edificio consiste in una procedura sistematica ed articola in passaggi ben definiti, così sintetizzabili: il rilievo delle bollette (consumi storici), l’analisi energetica dell’edificio (volta a 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. 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>ED025 – S11 I.I.S.S. A. Berenini</i> <i>ED061 – S32 Liceo G. D'Annunzio</i>
Comune	<i>Fidenza</i>
Provincia	<i>Parma</i>
CAP	<i>43036</i>
Indirizzo edificio	<i>Via Vittorio Alfieri n°4 e n°40, Fidenza (PR)</i>
Zona climatica	<i>E</i>
Gradi giorno DPR 412/93 (GG _{DPR 412/93}) [°Cg]	<i>2503</i>
Categoria prevalente (DPR 412/93)	<i>E.7</i>
Altre categorie (DPR 412/93)	
Numero di unità immobiliari	<i>2</i>
Numero di fabbricati	<i>2</i>
Periodo di costruzione	<i>Anni '70 – Istituto Berenini</i>
Periodo di costruzione	<i>Fine anni '90 – Liceo D'Annunzio</i>
Scopo / contesto della diagnosi energetica	<i>Riqualificazione energetica dell'edificio</i>
Riferimento	<i>DLgs 192/05, art. 2, comma 1</i>

Descrizione sintetica dell'edificio

*Gli edifici sono adibiti interamente ad attività scolastica di livello superiore.
L'intero plesso scolastico è ampio e si sviluppa complessivamente su tre piani fuori terra ed un piano interrato.*

Immagine edificio



Le caratteristiche dimensionali dell'edificio sono così riassumibili:

Caratteristiche dimensionali complessive dell'edificio

Superficie utile	S _{utile}	12905,45	m ²
Superficie lorda	S _{lorda}	13406,07	m ²
Volume netto	V _{netto}	38780,18	m ³
Volume lordo	V _{lordo}	47660,44	m ³
Fattore di forma	S/V	0,37	m ⁻¹

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

Servizi ed impianti di cui è provvisto l'edificio

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

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

Prestazioni energetiche stato di fatto

Indice di prestazione energetica globale non innovabile	EP _{gl,nren}	196,91	kWh _p /m ² anno
Classe energetica		B	
Spesa globale annua	S _{gl}	238148,75	€/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					
Intervento	1	Descrizione scenario	Riqualificazione centrale termica		
		Descrizione intervento	Costo (C) [€]		
1		Sostituzione del generatore di calore per riscaldamento mediante caldaia a condensazione classificata **** stelle	157795,00		
2		Sostituzione del generatore di calore per acqua calda sanitaria - Zona climatizzata - Berenini	10570,00		
Parametri di valutazione		Stato di fatto	Scenario	Δ	%
Costo complessivo scenario(C) [€]			168365,00		
Spesa globale annua (S _{gl})[€/anno]		238148,75	230852,94	7295,81	3,10
Tempo di ritorno semplice (t _r) [anni]			23,1		
EP _{gl,nren} [kWh _p /m²anno]		196,91	190,60	6,31	3,20
Classe energetica		B	B		

Scenario	2	Descrizione scenario	Interventi sui circuiti		
Intervento		Descrizione intervento	Costo (C) [€]		
1		Installazione di sistemi di contabilizzazione	30275,46		
2		Installazione valvole termostatiche – Edificio Liceo D’Annunzio	16172,10		
Parametri di valutazione		Stato di fatto	Scenario	Δ	%
Costo complessivo scenario(C) [€]			46447,56		
Spesa globale annua (S _{gl})[€/anno]		238148,75	220915,01	17233,74	7,20
Tempo di ritorno semplice (t _r) [anni]			2,7		
EP _{gl,nren} [kWh _p /m²anno]		196,91	170,49	26,42	13,40
Classe energetica		B	B		

Scenario	3	Descrizione scenario	Solare fotovoltaico		
1	Installazione di pannelli solari fotovoltaici – Edificio Istituto Berenini			117025,00	
Intervento	Descrizione intervento			Costo (C) [€]	
Parametri di valutazione	Stato di fatto	Scenario	Δ	%	
Costo complessivo scenario(C) [€]	117025,00				
Spesa globale annua (S _{gl})[€/anno]	238148,75	223543,98	14604,77	6,10	
Tempo di ritorno semplice (t _r) [anni]	8,0				
EP _{gl,nren} [kWh _p /m²anno]	196,91	192,14	4,77	2,40	
Classe energetica	B	B			

Scenario	4	Descrizione scenario		Solare fotovoltaico	
1	Installazione di pannelli solari fotovoltaici – Edificio Liceo D’Annunzio			70215,00	
Intervento		Descrizione intervento			Costo (C) [€]
Parametri di valutazione		Stato di fatto	Scenario	Δ	%
Costo complessivo scenario(C) [€]			70215,00		
Spesa globale annua (S _{gl})[€/anno]		238148,75	229385,89	8762,86	3,60
Tempo di ritorno semplice (t _r) [anni]			8,0		
EP _{gl,nren} [kWh _p /m²anno]		196,91	187,49	9,42	4,70
Classe energetica		B	B		

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 11.22.23 (modulo base, provvisto di certificato di validazione CTI n. 73) ed EC720 versione 6.23.3 (modulo aggiuntivo, specifico per la diagnosi energetica).

Metodo ed impostazioni di calcolo

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

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

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

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

Dati climatici: Fidenza

Temperatura esterna di progetto (inverno/estate): -5,1°C/+31°C U.R. 65%

GG: 2503

Fabbricato adibito ad attività scolastica: E.7 – DPR 412/93

Stagione di riscaldamento

Data di inizio	15 ottobre	Data di fine	15 aprile
Giorni di riscaldamento (n_{risc})	183		

Stagione di raffrescamento

Data di inizio	16 febbraio	Data di fine	14 novembre
Giorni di raffrescamento (n_{raffr})	272		

Fattori di conversione in energia primaria

Vettore energetico	$f_{p,nren}$ [kWh _p /kWh _t /el]	$f_{p,ren}$ [kWh _p /kWh _t /el]	$f_{p,tot}$ [kWh _p /kWh _t /el]	f_{CO2} [kg/kWh _t /el]
Energia elettrica da rete	1,950	0,470	2,420	0,4332
Gas naturale	1,050	0,000	1,050	0,1998
Teleriscaldamento	1,500	0,000	1,500	0,3600
Solare termico	0,000	1,000	1,000	-
Solare fotovoltaico	0,000	1,000	1,000	-
Ambiente esterno (pompa di calore)	0,000	1,000	1,000	-
Energia esportata da fotovoltaico	0,000	1,000	1,000	-

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

Caratteristiche dei singoli vettori energetici

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

Valori limite

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

Simboli adottati

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

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

4 ANALISI ENERGETICA DELL'EDIFICIO

4.1 Dati climatici (calcolo mensile)

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

Caratteristiche geografiche

Comune	Fidenza		
Provincia	Parma		
Altitudine s.l.m.		75	m
Latitudine nord		44°51'	
Longitudine est		10°3'	
Gradi giorno DPR 412/93	GG _{DPR412/93}	2503	°Cg
Zona climatica		E	
Regione di vento		ADRIATICO	
Direzione del vento prevalente		Est	
Distanza da mare		> 40	km
Velocità del vento media	V _{media}	1,50	m/s
Velocità del vento massima	V _{max}	3,00	m/s
Temperatura esterna di progetto	θ _{e,des}	-5,1	°C
Irradianza mensile massima sul piano orizzontale		287,0	W _t /m ²

Dati climatici (modello di calcolo)

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
θ _{est} [°C]	0,4	4,6	9,2	13,1	17,9	23,1	24,6	23,0	19,3	15,1	8,2	2,8
H _{or,dir} [W/m ²]	25,5	67,1	93,8	115,7	150,5	184,0	180,6	141,2	92,6	55,6	35,9	19,7
H _{or,diff} [W/m ²]	23,1	35,9	56,7	76,4	100,7	103,0	98,4	88,0	74,1	47,5	26,6	20,8

Legenda:

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

4.2 Caratteristiche del fabbricato (calcolo mensile)

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

Calcolo invernale

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

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

dove:

- $Q_{H,tr}$ = dispersioni per trasmissione [kWh_t];
- $Q_{H,r}$ = dispersioni per extraflusso [kWh_t];
- $Q_{H,ve}$ = dispersioni per ventilazione [kWh_t];
- $Q_{H,sol,op}$ = apporti solari attraverso i componenti opachi [kWh_t];
- $\eta_{H,gn}$ = fattore di utilizzazione degli apporti [-];
- $Q_{H,int}$ = apporti interni [kWh_t];
- $Q_{H,sol,w}$ = apporti solari attraverso i componenti finestrati [kWh_t].

Calcolo estivo

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

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

dove:

- $Q_{C,int}$ = apporti interni [kWh_t];
- $Q_{C,sol,w}$ = apporti solari attraverso i componenti finestrati [kWh_t];
- $\eta_{C,ls}$ = fattore di utilizzazione delle perdite [-];
- $Q_{C,tr}$ = dispersioni per trasmissione [kWh_t];
- $Q_{C,r}$ = dispersioni per extraflusso [kWh_t];
- $Q_{C,ve}$ = dispersioni per ventilazione [kWh_t];
- $Q_{C,sol,op}$ = apporti solari attraverso i componenti opachi [kWh_t].

4.2.1 Strutture disperdenti

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

Descrizione sintetica dei componenti opachi – Istituto Berenini

*Le murature esterne sono costituite telaio e pilastri in cemento armato con tamponature in muratura in parte con mattoni facciavista ed in parte con finitura ad intonaco.
I pavimenti sono in laterocemento.
Coperture piane riqualificate con sistema BRoof T2 con idoneo isolamento.
Copertura a falde riqualificate con sistemi metallici abbinati a lana di roccia isolante.*

Descrizione sintetica dei componenti finestrati – Istituto Berenini

I serramenti sono nuovi realizzati in PVC con vetrocamera a bassa emissione ed aventi caratteristiche termoigrometriche performanti.

Descrizione sintetica dei componenti opachi – Liceo D'Annunzio

*L'edificio è di recente costruzione in quanto inaugurato nel 2001.
Le murature esterne sono costituite telaio e pilastri in cemento armato con tamponature in muratura isolata con finitura in blocchi di cls.
I pavimenti sono in laterocemento.
Copertura a falde con sistemi metallici abbinati da materiale isolante.*

Descrizione sintetica dei componenti finestrati – Istituto Berenini

I serramenti sono nuovi realizzati in PVC con vetrocamera a bassa emissione ed aventi buone caratteristiche termoigrometriche.

4.2.2 Dispersioni edificio

Dispersioni invernali

Cod.	Tipo	Descrizione	Muri							
			U [W _t /m ² K]	S _{tot} [m ²]	Q _{H,tr} [kWh _t]	%	Q _{H,r} [kWh _t]	%	Q _{H,sol, op} [kWh _t]	%
M5	T	Muro perimetrale doppio uni	1,216	1550,04	112698,6	14,4	16274,0	15,1	24488,3	7,2
M6	T	muro perimetrale c.a. sp 20 cm	2,281	2572,22	350724,2	44,8	50645,7	47,1	76792,2	22,7
M7	T	Muro perimetrale mattone pieno	1,459	928,05	80939,4	10,3	11687,9	10,9	17563,1	5,2
M8	T	Muro perimetrale D'Annunzio	0,326	1103,90	21514,6	2,8	3106,8	2,9	4604,9	1,4
Totale				6154,21	565876,8	72,3	81714,5	75,9	123448,6	36,5

Cod.	Tipo	Descrizione	Pavimenti							
			U [W _t /m ² K]	S _{tot} [m ²]	Q _{H,tr} [kWh _t]	%	Q _{H,r} [kWh _t]	%	Q _{H,sol, op} [kWh _t]	%
P3	U	Pavimento PT vs non climatizzato	0,976	2415,63	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
P5	G	Pavimento controterra PT	0,272	2438,88	39667,8	5,1	0,0	0,0	0,0	0,0
P6	T	Pavimento interpiano vs esterno	1,083	78,71	5095,8	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0
P9	U	DA Pavimento PT vs non climatizzato	0,327	654,02	8154,9	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Totale				5587,24	52918,5	6,8	0,0	0,0	0,0	0,0

Cod.	Tipo	Descrizione	Soffitti							
			U [W _t /m ² K]	S _{tot} [m ²]	Q _{H,tr} [kWh _t]	%	Q _{H,r} [kWh _t]	%	Q _{H,sol, op} [kWh _t]	%
S1	T	Terrazzo	0,165	4026,80	39802,5	5,1	11495,2	10,7	11111,6	3,3
S4	U	DA Soffitto vs sottotetto	0,716	663,82	5500,4	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0
Totale				4690,62	45302,9	5,8	11495,2	10,7	11111,6	3,3

Cod.	Tipo	Descrizione	Componenti finestrate							
			U [W _t /m ² K]	S _{tot} [m ²]	Q _{H,tr} [kWh _t]	%	Q _{H,r} [kWh _t]	%	Q _{H,sol, w} [kWh _t]	%
W1	T	finestra 430x150	1,103	90,30	5954,5	0,8	799,7	0,7	13302,4	3,9
W2	T	finestra 155x150	1,103	110,25	7270,0	0,9	976,3	0,9	16012,2	4,7
W3	T	finestra 265x250	1,103	119,31	7867,5	1,0	1056,6	1,0	19767,2	5,9
W4	T	finestra 65x250	1,103	58,64	3866,8	0,5	519,3	0,5	15016,6	4,4
W5	T	finestra 240x250	1,103	18,00	1186,9	0,2	159,4	0,1	1686,4	0,5
W6	T	finestra 238x160	1,103	137,16	9044,5	1,2	1214,6	1,1	33802,5	10,0
W7	T	finestra 120x120	1,103	60,48	3988,1	0,5	535,6	0,5	9666,7	2,9
W8	T	finestra 2800x150	1,103	84,00	5539,1	0,7	743,9	0,7	17277,3	5,1
W9	T	finestra 1300x150	1,103	19,50	1285,9	0,2	172,7	0,2	5016,9	1,5
W10	T	finestra 700x150	1,103	10,50	692,4	0,1	93,0	0,1	1614,4	0,5
W11	T	finestra 360x90	1,103	38,88	2563,8	0,3	344,3	0,3	7043,3	2,1
W12	T	finestra 1400x150	1,103	84,00	5539,1	0,7	743,9	0,7	12647,9	3,7
W13	T	finestra 3470x150	1,103	52,05	3432,3	0,4	460,9	0,4	8221,0	2,4
W15	T	finestra 1000x150	1,103	60,00	3956,5	0,5	531,3	0,5	12517,4	3,7
W16	T	finestra 290x250	1,103	7,25	478,1	0,1	64,2	0,1	684,3	0,2
W17	T	finestra 137x250	1,103	3,43	226,2	0,0	30,4	0,0	310,8	0,1
W19	T	finestra 148x160	1,103	7,11	468,8	0,1	63,0	0,1	1021,1	0,3
W20	T	finestra 50x160	1,103	3,20	211,0	0,0	28,3	0,0	425,3	0,1
W22	T	DA - finestra 200x100	1,600	160,00	15305,2	2,0	2055,4	1,9	22003,8	6,5
W23	T	DA - finestra 240x210	1,600	10,08	964,2	0,1	129,5	0,1	1249,2	0,4
W24	T	DA - finestra 160x210	1,600	10,08	964,2	0,1	129,5	0,1	1270,2	0,4
W25	T	DA - finestra 237x237	1,600	22,48	2150,4	0,3	288,8	0,3	2678,2	0,8
Totale				1166,70	82955,6	10,6	11140,5	10,4	203235,1	60,2

Cod.	Tipo	Descrizione	Ponti termici			
			ψ [W _t /mK]	L _{tot} [m]	Q _{H,tr} [kWh _t]	%
Z1	-	IF - Parete - Solaio interpiano	0,162	3144,72	30388,1	3,9
Z2	-	GF - Parete - Solaio controterra	0,229	1502,61	15577,1	2,0
Z3	-	W - Parete - Telaio	0,120	2001,19	14340,4	1,8
Z5	-	R - Parete - Copertura	-0,466	1005,74	-25269,9	-3,2
Z6	-	W - Parete - Telaio DA	0,006	558,14	215,2	0,0
Totale				8212,40	35250,9	4,5

Dispersioni estive

Cod.	Tipo	Descrizione	Muri							
			U [W _t /m ² K]	S _{tot} [m ²]	Q _{C,tr} [kWh _t]	%	Q _{C,r} [kWh _t]	%	Q _{C,sol, op} [kWh _t]	%
M5	T	Muro perimetrale doppio uni	1,216	1550,04	56143,9	13,5	24441,1	14,8	46905,3	6,5
M6	T	muro perimetrale c.a. sp 20 cm	2,281	2572,22	174722,9	41,9	76062,0	46,0	150642,0	20,9
M7	T	Muro perimetrale mattone pieno	1,459	928,05	40322,2	9,7	17553,4	10,6	37704,9	5,2
M8	T	Muro perimetrale D'Annunzio	0,326	1103,90	20816,7	5,0	6082,4	3,7	11815,4	1,6
Totale				6154,21	292005,7	70,0	124138,9	75,0	247067,6	34,3

Cod.	Tipo	Descrizione	Pavimenti							
			U [W _t /m ² K]	S _{tot} [m ²]	Q _{C,tr} [kWh _t]	%	Q _{C,r} [kWh _t]	%	Q _{C,sol, op} [kWh _t]	%
P3	U	Pavimento PT vs non climatizzato	0,976	2415,63	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
P5	G	Pavimento controterra PT	0,272	2438,88	19761,6	4,7	0,0	0,0	0,0	0,0
P6	T	Pavimento interpiano vs esterno	1,083	78,71	2538,6	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0
P9	U	DA Pavimento PT vs non climatizzato	0,327	654,02	7890,4	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0
Totale				5587,24	30190,6	7,2	0,0	0,0	0,0	0,0

Cod.	Tipo	Descrizione	Soffitti							
			U [W _t /m ² K]	S _{tot} [m ²]	Q _{C,tr} [kWh _t]	%	Q _{C,r} [kWh _t]	%	Q _{C,sol, op} [kWh _t]	%
S1	T	Terrazzo	0,165	4026,80	19828,7	4,8	17264,0	10,4	29569,0	4,1
S4	U	DA Soffitto vs sottotetto	0,716	663,82	5321,9	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Totale				4690,62	25150,7	6,0	17264,0	10,4	29569,0	4,1

Cod.	Tipo	Descrizione	Componenti finestrati							
			U [W _t /m ² K]	S _{tot} [m ²]	Q _{C,tr} [kWh _t]	%	Q _{C,r} [kWh _t]	%	Q _{C,sol, w} [kWh _t]	%
W1	T	finestra 430x150	1,103	90,30	2966,4	0,7	1201,0	0,7	31074,7	4,3
W2	T	finestra 155x150	1,103	110,25	3621,8	0,9	1466,3	0,9	38424,6	5,3
W3	T	finestra 265x250	1,103	119,31	3919,4	0,9	1586,8	1,0	41083,7	5,7
W4	T	finestra 65x250	1,103	58,64	1926,4	0,5	779,9	0,5	23327,3	3,2
W5	T	finestra 240x250	1,103	18,00	591,3	0,1	239,4	0,1	5589,2	0,8
W6	T	finestra 238x160	1,103	137,16	4505,8	1,1	1824,2	1,1	61776,0	8,6
W7	T	finestra 120x120	1,103	60,48	1986,8	0,5	804,4	0,5	24767,4	3,4
W8	T	finestra 2800x150	1,103	84,00	2759,4	0,7	1117,2	0,7	39540,0	5,5
W9	T	finestra 1300x150	1,103	19,50	640,6	0,2	259,3	0,2	9168,6	1,3
W10	T	finestra 700x150	1,103	10,50	344,9	0,1	139,6	0,1	4490,4	0,6
W11	T	finestra 360x90	1,103	38,88	1277,2	0,3	517,1	0,3	12478,7	1,7
W12	T	finestra 1400x150	1,103	84,00	2759,4	0,7	1117,2	0,7	27397,5	3,8
W13	T	finestra 3470x150	1,103	52,05	1709,9	0,4	692,3	0,4	22866,7	3,2
W15	T	finestra 1000x150	1,103	60,00	1971,0	0,5	798,0	0,5	21023,4	2,9
W16	T	finestra 290x250	1,103	7,25	238,2	0,1	96,4	0,1	2268,1	0,3
W17	T	finestra 137x250	1,103	3,43	112,7	0,0	45,6	0,0	1030,2	0,1
W19	T	finestra 148x160	1,103	7,11	233,6	0,1	94,6	0,1	2842,8	0,4
W20	T	finestra 50x160	1,103	3,20	105,1	0,0	42,6	0,0	1183,8	0,2
W22	T	DA - finestra 200x100	1,600	160,00	14808,8	3,6	4024,0	2,4	57192,6	7,9
W23	T	DA - finestra 240x210	1,600	10,08	933,0	0,2	253,5	0,2	4091,6	0,6
W24	T	DA - finestra 160x210	1,600	10,08	933,0	0,2	253,5	0,2	3059,0	0,4
W25	T	DA - finestra 237x237	1,600	22,48	2080,6	0,5	565,4	0,3	8772,3	1,2
Totale				1166,70	50425,2	12,1	17918,2	10,8	443448,8	61,6

Cod.	Tipo	Descrizione	Ponti termici			
			ψ [W _t /mK]	L _{tot} [m]	Q _{C,tr} [kWh _t]	%
Z1	-	IF - Parete - Solaio interpiano	0,162	3144,72	17364,0	4,2
Z2	-	GF - Parete - Solaio controterra	0,229	1502,61	9076,3	2,2
Z3	-	W - Parete - Telaio	0,120	2001,19	7144,1	1,7
Z5	-	R - Parete - Copertura	-0,466	1005,74	-14489,0	-3,5
Z6	-	W - Parete - Telaio DA	0,006	558,14	208,2	0,0
Totale				8212,40	19303,6	4,6

Trasmittanze termiche medie

Cod.	Tipo	Descrizione	Muri			
			U [W _t /m ² K]	U_{media} [W _t /m ² K]	U_{limite} [W_t/m²K]	
					2015	2021
M5	T	Muro perimetrale doppio uni	1,216	1,354	0,300	0,280
M6	T	muro perimetrale c.a. sp 20 cm	2,281	2,389	0,300	0,280
M7	T	Muro perimetrale mattone pieno	1,459	1,565	0,300	0,280
M8	T	Muro perimetrale D'Annunzio	0,326	0,376	0,300	0,280

Cod.	Tipo	Descrizione	Pavimenti			
			U [W _t /m ² K]	U_{media} [W _t /m ² K]	U_{limite} [W_t/m²K]	
					2015	2021
P3	U	Pavimento PT vs non climatizzato	0,976	1,006	0,310	0,290
P5	G	Pavimento controterra PT	0,272	0,301	0,310	0,290
P6	T	Pavimento interpiano vs esterno	1,083	1,178	0,310	0,290
P9	U	DA Pavimento PT vs non climatizzato	0,327	0,371	0,487	0,455

Cod.	Tipo	Descrizione	Soffitti			
			U [W _t /m ² K]	U_{media} [W _t /m ² K]	U_{limite} [W_t/m²K]	
					2015	2021
S1	T	Terrazzo	0,165	0,130	0,260	0,240
S4	U	DA Soffitto vs sottotetto	0,716	0,630	1,343	1,240

Cod.	Tipo	Descrizione	Componenti finestrati			
			U_w [W _t /m ² K]	U_{w,limite} [W_t/m²K]		U_g [W _t /m ² K]
				2015	2021	
W1	T	finestra 430x150	1,103	1,900	1,400	1,200
W2	T	finestra 155x150	1,103	1,900	1,400	1,200
W3	T	finestra 265x250	1,103	1,900	1,400	1,200
W4	T	finestra 65x250	1,103	1,900	1,400	1,200
W5	T	finestra 240x250	1,103	1,900	1,400	1,200
W6	T	finestra 238x160	1,103	1,900	1,400	1,200
W7	T	finestra 120x120	1,103	1,900	1,400	1,200
W8	T	finestra 2800x150	1,103	1,900	1,400	1,200
W9	T	finestra 1300x150	1,103	1,900	1,400	1,200
W10	T	finestra 700x150	1,103	1,900	1,400	1,200
W11	T	finestra 360x90	1,103	1,900	1,400	1,200
W12	T	finestra 1400x150	1,103	1,900	1,400	1,200
W13	T	finestra 3470x150	1,103	1,900	1,400	1,200
W15	T	finestra 1000x150	1,103	1,900	1,400	1,200
W16	T	finestra 290x250	1,103	1,900	1,400	1,200
W17	T	finestra 137x250	1,103	1,900	1,400	1,200
W19	T	finestra 148x160	1,103	1,900	1,400	1,200
W20	T	finestra 50x160	1,103	1,900	1,400	1,200
W22	T	DA - finestra 200x100	1,600	1,900	1,400	1,500
W23	T	DA - finestra 240x210	1,600	1,900	1,400	1,500
W24	T	DA - finestra 160x210	1,600	1,900	1,400	1,500
W25	T	DA - finestra 237x237	1,600	1,900	1,400	1,500

Legenda dei simboli:

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

Legenda tipologie di componente:

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

Risultati energia invernale

Dispersioni			
Dispersioni per trasmissione	$Q_{H,tr}$	644240	kWh _t
Dispersioni per extraflusso	$Q_{H,r}$	107593	kWh _t
Dispersioni per ventilazione	$Q_{H,ve}$	1223979	kWh _t
Apporti			
Apporti solari attraverso i componenti opachi	$Q_{H,sol,op}$	138065	kWh _t
Apporti solari attraverso i componenti finestrati	$Q_{H,sol,w}$	203235	kWh _t
Apporti interni	$Q_{H,int}$	226723	kWh _t
Apporti aggiuntivi	$Q_{H,aqg}$	0	kWh _t
Bilancio energetico			
Fabbisogno del fabbricato	$Q_{H,nd}$	1565070	kWh _t
Indice di prestazione termica del fabbricato	$EP_{H,nd}$	121,27	kWh _t /m ²
Valore limite	$EP_{H,nd,lim}$	90,04	kWh _t /m ²

Risultati energia estiva

Dispersioni			
Dispersioni per trasmissione	$Q_{C,tr}$	130106	kWh _t
Dispersioni per extraflusso	$Q_{C,r}$	165492	kWh _t
Dispersioni per ventilazione	$Q_{C,ve}$	626600	kWh _t
Apporti			
Apporti solari attraverso i componenti opachi	$Q_{C,sol,op}$	286970	kWh _t
Apporti solari attraverso i componenti finestrati	$Q_{C,sol,w}$	443449	kWh _t
Apporti interni	$Q_{C,int}$	260760	kWh _t
Apporti aggiuntivi	$Q_{C,aqg}$	0	kWh _t
Bilancio energetico			
Fabbisogno del fabbricato	$Q_{C,nd}$	240088	kWh _t
Indice di prestazione termica del fabbricato	$EP_{C,nd}$	18,60	kWh _t /m ²
Valore limite	$EP_{C,lim}$	13,06	kWh _t /m ²

4.2.3 Dispersioni zona 1-Zona climatizzata - Berenini

Dispersioni invernali

Cod.	Tipo	Descrizione	Muri							
			U [W _t /m ² K]	S _{tot} [m ²]	Q _{H,tr} [kWh _t]	%	Q _{H,r} [kWh _t]	%	Q _{H,sol, op} [kWh _t]	%
M5	T	Muro perimetrale doppio uni	1,216	1550,04	112698,6	15,6	16274,0	16,5	24488,3	8,0
M6	T	muro perimetrale c.a. sp 20 cm	2,281	2572,22	350724,2	48,4	50645,7	51,3	76792,2	25,1
M7	T	Muro perimetrale mattone pieno	1,459	928,05	80939,4	11,2	11687,9	11,8	17563,1	5,7
Totale				5050,31	544362,2	75,2	78607,7	79,7	118843,7	38,8

Cod.	Tipo	Descrizione	Pavimenti							
			U [W _t /m ² K]	S _{tot} [m ²]	Q _{H,tr} [kWh _t]	%	Q _{H,r} [kWh _t]	%	Q _{H,sol, op} [kWh _t]	%
P3	U	Pavimento PT vs non climatizzato	0,976	2415,63	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
P5	G	Pavimento controterra PT	0,272	2438,88	39667,8	5,5	0,0	0,0	0,0	0,0
P6	T	Pavimento interpiano vs esterno	1,083	78,71	5095,8	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0
Totale				4933,22	44763,6	6,2	0,0	0,0	0,0	0,0

Cod.	Tipo	Descrizione	Soffitti							
			U [W _t /m ² K]	S _{tot} [m ²]	Q _{H,tr} [kWh _t]	%	Q _{H,r} [kWh _t]	%	Q _{H,sol, op} [kWh _t]	%
S1	T	Terrazzo	0,165	4026,80	39802,5	5,5	11495,2	11,7	11111,6	3,6
Totale				4026,80	39802,5	5,5	11495,2	11,7	11111,6	3,6

Cod.	Tipo	Descrizione	Componenti finestrati							
			U [W _t /m ² K]	S _{tot} [m ²]	Q _{H,tr} [kWh _t]	%	Q _{H,r} [kWh _t]	%	Q _{H,sol, w} [kWh _t]	%
W1	T	finestra 430x150	1,103	90,30	5954,5	0,8	799,7	0,8	13302,4	4,3
W2	T	finestra 155x150	1,103	110,25	7270,0	1,0	976,3	1,0	16012,2	5,2
W3	T	finestra 265x250	1,103	119,31	7867,5	1,1	1056,6	1,1	19767,2	6,5
W4	T	finestra 65x250	1,103	58,64	3866,8	0,5	519,3	0,5	15016,6	4,9
W5	T	finestra 240x250	1,103	18,00	1186,9	0,2	159,4	0,2	1686,4	0,6
W6	T	finestra 238x160	1,103	137,16	9044,5	1,2	1214,6	1,2	33802,5	11,0
W7	T	finestra 120x120	1,103	60,48	3988,1	0,6	535,6	0,5	9666,7	3,2
W8	T	finestra 2800x150	1,103	84,00	5539,1	0,8	743,9	0,8	17277,3	5,6
W9	T	finestra 1300x150	1,103	19,50	1285,9	0,2	172,7	0,2	5016,9	1,6
W10	T	finestra 700x150	1,103	10,50	692,4	0,1	93,0	0,1	1614,4	0,5
W11	T	finestra 360x90	1,103	38,88	2563,8	0,4	344,3	0,3	7043,3	2,3
W12	T	finestra 1400x150	1,103	84,00	5539,1	0,8	743,9	0,8	12647,9	4,1
W13	T	finestra 3470x150	1,103	52,05	3432,3	0,5	460,9	0,5	8221,0	2,7
W15	T	finestra 1000x150	1,103	60,00	3956,5	0,5	531,3	0,5	12517,4	4,1
W16	T	finestra 290x250	1,103	7,25	478,1	0,1	64,2	0,1	684,3	0,2
W17	T	finestra 137x250	1,103	3,43	226,2	0,0	30,4	0,0	310,8	0,1
W19	T	finestra 148x160	1,103	7,11	468,8	0,1	63,0	0,1	1021,1	0,3
W20	T	finestra 50x160	1,103	3,20	211,0	0,0	28,3	0,0	425,3	0,1
Totale				964,06	63571,6	8,8	8537,3	8,7	176033,8	57,5

Cod.	Tipo	Descrizione	Ponti termici			
			ψ [W _t /mK]	L _{tot} [m]	Q _{H,tr} [kWh _t]	%
Z1	-	IF - Parete - Solaio interpiano	0,162	2654,10	25647,1	3,5
Z2	-	GF - Parete - Solaio controterra	0,229	1252,13	12773,3	1,8
Z3	-	W - Parete - Telaio	0,120	2001,19	14340,4	2,0
Z5	-	R - Parete - Copertura	-0,466	762,15	-21221,8	-2,9
Totale				6669,57	31539,0	4,4

Dispersioni estive

Muri										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W _t /m ² K]	S _{tot} [m ²]	Q _{C,tr} [kWh _t]	%	Q _{C,r} [kWh _t]	%	Q _{C,sol, op} [kWh _t]	%
M5	T	Muro perimetrale doppio uni	1,216	1550,04	56143,9	15,6	24441,1	16,5	46905,3	7,4
M6	T	muro perimetrale c.a. sp 20 cm	2,281	2572,22	174722,9	48,4	76062,0	51,3	150642,0	23,7
M7	T	Muro perimetrale mattone pieno	1,459	928,05	40322,2	11,2	17553,4	11,8	37704,9	5,9
Totale				5050,31	271188,9	75,2	118056,5	79,7	235252,2	37,0

Pavimenti										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W _t /m ² K]	S _{tot} [m ²]	Q _{C,tr} [kWh _t]	%	Q _{C,r} [kWh _t]	%	Q _{C,sol, op} [kWh _t]	%
P3	U	Pavimento PT vs non climatizzato	0,976	2415,63	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
P5	G	Pavimento controterra PT	0,272	2438,88	19761,6	5,5	0,0	0,0	0,0	0,0
P6	T	Pavimento interpiano vs esterno	1,083	78,71	2538,6	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0
Totale				4933,22	22300,2	6,2	0,0	0,0	0,0	0,0

Soffitti										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W _t /m ² K]	S _{tot} [m ²]	Q _{C,tr} [kWh _t]	%	Q _{C,r} [kWh _t]	%	Q _{C,sol, op} [kWh _t]	%
S1	T	Terrazzo	0,165	4026,80	19828,7	5,5	17264,0	11,7	29569,0	4,7
Totale				4026,80	19828,7	5,5	17264,0	11,7	29569,0	4,7

Componenti finestrati										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W _t /m ² K]	S _{tot} [m ²]	Q _{C,tr} [kWh _t]	%	Q _{C,r} [kWh _t]	%	Q _{C,sol, w} [kWh _t]	%
W1	T	finestra 430x150	1,103	90,30	2966,4	0,8	1201,0	0,8	31074,7	4,9
W2	T	finestra 155x150	1,103	110,25	3621,8	1,0	1466,3	1,0	38424,6	6,0
W3	T	finestra 265x250	1,103	119,31	3919,4	1,1	1586,8	1,1	41083,7	6,5
W4	T	finestra 65x250	1,103	58,64	1926,4	0,5	779,9	0,5	23327,3	3,7
W5	T	finestra 240x250	1,103	18,00	591,3	0,2	239,4	0,2	5589,2	0,9
W6	T	finestra 238x160	1,103	137,16	4505,8	1,2	1824,2	1,2	61776,0	9,7
W7	T	finestra 120x120	1,103	60,48	1986,8	0,6	804,4	0,5	24767,4	3,9
W8	T	finestra 2800x150	1,103	84,00	2759,4	0,8	1117,2	0,8	39540,0	6,2
W9	T	finestra 1300x150	1,103	19,50	640,6	0,2	259,3	0,2	9168,6	1,4
W10	T	finestra 700x150	1,103	10,50	344,9	0,1	139,6	0,1	4490,4	0,7
W11	T	finestra 360x90	1,103	38,88	1277,2	0,4	517,1	0,3	12478,7	2,0
W12	T	finestra 1400x150	1,103	84,00	2759,4	0,8	1117,2	0,8	27397,5	4,3
W13	T	finestra 3470x150	1,103	52,05	1709,9	0,5	692,3	0,5	22866,7	3,6
W15	T	finestra 1000x150	1,103	60,00	1971,0	0,5	798,0	0,5	21023,4	3,3
W16	T	finestra 290x250	1,103	7,25	238,2	0,1	96,4	0,1	2268,1	0,4
W17	T	finestra 137x250	1,103	3,43	112,7	0,0	45,6	0,0	1030,2	0,2
W19	T	finestra 148x160	1,103	7,11	233,6	0,1	94,6	0,1	2842,8	0,4
W20	T	finestra 50x160	1,103	3,20	105,1	0,0	42,6	0,0	1183,8	0,2
Totale				964,06	31669,9	8,8	12821,8	8,7	370333,5	58,3

Ponti termici						
Cod.	Tipo	Descrizione	ψ [W _t /mK]	L _{tot} [m]	Q _{C,tr} [kWh _t]	%
Z1	-	IF - Parete - Solaio interpiano	0,162	2654,10	12776,8	3,5
Z2	-	GF - Parete - Solaio controterra	0,229	1252,13	6363,4	1,8
Z3	-	W - Parete - Telaio	0,120	2001,19	7144,1	2,0
Z5	-	R - Parete - Copertura	-0,466	762,15	-10572,2	-2,9
Totale				6669,57	15712,0	4,4

Trasmittanze termiche medie

Cod.	Tipo	Descrizione	Muri			
			U [W _t /m ² K]	U_{media} [W _t /m ² K]	U_{limite} [W_t/m²K]	
					2015	2021
M5	T	Muro perimetrale doppio uni	1,216	1,354	0,300	0,280
M6	T	muro perimetrale c.a. sp 20 cm	2,281	2,389	0,300	0,280
M7	T	Muro perimetrale mattone pieno	1,459	1,565	0,300	0,280

Cod.	Tipo	Descrizione	Pavimenti			
			U [W _t /m ² K]	U_{media} [W _t /m ² K]	U_{limite} [W_t/m²K]	
					2015	2021
P3	U	Pavimento PT vs non climatizzato	0,976	1,006	0,310	0,290
P5	G	Pavimento controterra PT	0,272	0,301	0,310	0,290
P6	T	Pavimento interpiano vs esterno	1,083	1,178	0,310	0,290

Cod.	Tipo	Descrizione	Soffitti			
			U [W _t /m ² K]	U_{media} [W _t /m ² K]	U_{limite} [W_t/m²K]	
					2015	2021
S1	T	Terrazzo	0,165	0,130	0,260	0,240

Cod.	Tipo	Descrizione	Componenti finestrati			
			U_w [W _t /m ² K]	U_{w,limite} [W_t/m²K]	U_g	
				2015	2021	[W_t/m²K]
W1	T	finestra 430x150	1,103	1,900	1,400	1,200
W2	T	finestra 155x150	1,103	1,900	1,400	1,200
W3	T	finestra 265x250	1,103	1,900	1,400	1,200
W4	T	finestra 65x250	1,103	1,900	1,400	1,200
W5	T	finestra 240x250	1,103	1,900	1,400	1,200
W6	T	finestra 238x160	1,103	1,900	1,400	1,200
W7	T	finestra 120x120	1,103	1,900	1,400	1,200
W8	T	finestra 2800x150	1,103	1,900	1,400	1,200
W9	T	finestra 1300x150	1,103	1,900	1,400	1,200
W10	T	finestra 700x150	1,103	1,900	1,400	1,200
W11	T	finestra 360x90	1,103	1,900	1,400	1,200
W12	T	finestra 1400x150	1,103	1,900	1,400	1,200
W13	T	finestra 3470x150	1,103	1,900	1,400	1,200
W15	T	finestra 1000x150	1,103	1,900	1,400	1,200
W16	T	finestra 290x250	1,103	1,900	1,400	1,200
W17	T	finestra 137x250	1,103	1,900	1,400	1,200
W19	T	finestra 148x160	1,103	1,900	1,400	1,200
W20	T	finestra 50x160	1,103	1,900	1,400	1,200

Legenda dei simboli:

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

Legenda tipologie di componente:

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

Risultati energia invernale

Dispersioni			
Dispersioni per trasmissione	$Q_{H,tr}$	594084	kWh _t
Dispersioni per extraflusso	$Q_{H,r}$	98640	kWh _t
Dispersioni per ventilazione	$Q_{H,ve}$	1188100	kWh _t
Apporti			
Apporti solari attraverso i componenti opachi	$Q_{H,sol,op}$	129955	kWh _t
Apporti solari attraverso i componenti finestrati	$Q_{H,sol,w}$	176034	kWh _t
Apporti interni	$Q_{H,int}$	193743	kWh _t
Apporti aggiuntivi	$Q_{H,aqg}$	0	kWh _t
Bilancio energetico			
Fabbisogno del fabbricato	$Q_{H,nd}$	1523434	kWh _t
Indice di prestazione termica del fabbricato	$EP_{H,nd}$	138,14	kWh _t /m ²
Valore limite	$EP_{H,nd,lim}$	90,04	kWh _t /m ²

Risultati energia estiva

Dispersioni			
Dispersioni per trasmissione	$Q_{C,tr}$	95879	kWh _t
Dispersioni per extraflusso	$Q_{C,r}$	148142	kWh _t
Dispersioni per ventilazione	$Q_{C,ve}$	591884	kWh _t
Apporti			
Apporti solari attraverso i componenti opachi	$Q_{C,sol,op}$	264821	kWh _t
Apporti solari attraverso i componenti finestrati	$Q_{C,sol,w}$	370333	kWh _t
Apporti interni	$Q_{C,int}$	211741	kWh _t
Apporti aggiuntivi	$Q_{C,aqg}$	0	kWh _t
Bilancio energetico			
Fabbisogno del fabbricato	$Q_{C,nd}$	183515	kWh _t
Indice di prestazione termica del fabbricato	$EP_{C,nd}$	16,64	kWh _t /m ²
Valore limite	$EP_{C,lim}$	13,06	kWh _t /m ²

4.2.4 Dispersioni zona 2-Zona climatizzata - D'annunzio

Dispersioni invernali

Cod.	Tipo	Descrizione	Muri							
			U [W _t /m ² K]	S _{tot} [m ²]	Q _{H,tr} [kWh _t]	%	Q _{H,r} [kWh _t]	%	Q _{H,sol, op} [kWh _t]	%
M8	T	Muro perimetrale D'Annunzio	0,326	1103,90	21514,6	36,9	3106,8	34,7	4604,9	14,5
Totale				1103,90	21514,6	36,9	3106,8	34,7	4604,9	14,5

Cod.	Tipo	Descrizione	Pavimenti							
			U [W _t /m ² K]	S _{tot} [m ²]	Q _{H,tr} [kWh _t]	%	Q _{H,r} [kWh _t]	%	Q _{H,sol, op} [kWh _t]	%
P9	U	DA Pavimento PT vs non climatizzato	0,327	654,02	8154,9	14,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Totale				654,02	8154,9	14,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Cod.	Tipo	Descrizione	Soffitti							
			U [W _t /m ² K]	S _{tot} [m ²]	Q _{H,tr} [kWh _t]	%	Q _{H,r} [kWh _t]	%	Q _{H,sol, op} [kWh _t]	%
S4	U	DA Soffitto vs sottotetto	0,716	663,82	5500,4	9,4	0,0	0,0	0,0	0,0
Totale				663,82	5500,4	9,4	0,0	0,0	0,0	0,0

Cod.	Tipo	Descrizione	Componenti finestrati							
			U [W _t /m ² K]	S _{tot} [m ²]	Q _{H,tr} [kWh _t]	%	Q _{H,r} [kWh _t]	%	Q _{H,sol, w} [kWh _t]	%
W22	T	DA - finestra 200x100	1,600	160,00	15305,2	26,3	2055,4	23,0	22003,8	69,2
W23	T	DA - finestra 240x210	1,600	10,08	964,2	1,7	129,5	1,4	1249,2	3,9
W24	T	DA - finestra 160x210	1,600	10,08	964,2	1,7	129,5	1,4	1270,2	4,0
W25	T	DA - finestra 237x237	1,600	22,48	2150,4	3,7	288,8	3,2	2678,2	8,4
Totale				202,64	19384,0	33,3	2603,2	29,1	27201,3	85,5

Cod.	Tipo	Descrizione	Ponti termici			
			ψ [W _t /mK]	L _{tot} [m]	Q _{H,tr} [kWh _t]	%
Z1	-	IF - Parete - Solaio interpiano	0,162	490,62	4741,0	8,1
Z2	-	GF - Parete - Solaio controterra	0,229	250,48	2803,9	4,8
Z5	-	R - Parete - Copertura	-0,466	243,59	-4048,1	-6,9
Z6	-	W - Parete - Telaio DA	0,006	558,14	215,2	0,4
Totale				1542,83	3712,0	6,4

Dispersioni estive

Muri										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W _t /m ² K]	S _{tot} [m ²]	Q _{C,tr} [kWh _t]	%	Q _{C,r} [kWh _t]	%	Q _{C,sol, op} [kWh _t]	%
M8	T	Muro perimetrale D'Annunzio	0,326	1103,90	20816,7	36,9	6082,4	35,1	11815,4	13,9
Totale				1103,90	20816,7	36,9	6082,4	35,1	11815,4	13,9

Pavimenti										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W _t /m ² K]	S _{tot} [m ²]	Q _{C,tr} [kWh _t]	%	Q _{C,r} [kWh _t]	%	Q _{C,sol, op} [kWh _t]	%
P9	U	DA Pavimento PT vs non climatizzato	0,327	654,02	7890,4	14,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Totale				654,02	7890,4	14,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Soffitti										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W _t /m ² K]	S _{tot} [m ²]	Q _{C,tr} [kWh _t]	%	Q _{C,r} [kWh _t]	%	Q _{C,sol, op} [kWh _t]	%
S4	U	DA Soffitto vs sottotetto	0,716	663,82	5321,9	9,4	0,0	0,0	0,0	0,0
Totale				663,82	5321,9	9,4	0,0	0,0	0,0	0,0

Componenti finestrati										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W _t /m ² K]	S _{tot} [m ²]	Q _{C,tr} [kWh _t]	%	Q _{C,r} [kWh _t]	%	Q _{C,sol, w} [kWh _t]	%
W22	T	DA - finestra 200x100	1,600	160,00	14808,8	26,3	4024,0	23,2	57192,6	67,3
W23	T	DA - finestra 240x210	1,600	10,08	933,0	1,7	253,5	1,5	4091,6	4,8
W24	T	DA - finestra 160x210	1,600	10,08	933,0	1,7	253,5	1,5	3059,0	3,6
W25	T	DA - finestra 237x237	1,600	22,48	2080,6	3,7	565,4	3,3	8772,3	10,3
Totale				202,64	18755,3	33,3	5096,5	29,4	73115,4	86,1

Ponti termici										
Cod.	Tipo	Descrizione	ψ [W _t /mK]	L _{tot} [m]	Q _{C,tr} [kWh _t]	%				
Z1	-	IF - Parete - Solaio interpiano	0,162	490,62	4587,2	8,1				
Z2	-	GF - Parete - Solaio controterra	0,229	250,48	2712,9	4,8				
Z5	-	R - Parete - Copertura	-0,466	243,59	-3916,8	-6,9				
Z6	-	W - Parete - Telaio DA	0,006	558,14	208,2	0,4				
Totale				1542,83	3591,6	6,4				

Trasmittanze termiche medie

Cod.	Tipo	Descrizione	Muri			
			U [W _t /m ² K]	U_{media} [W _t /m ² K]	U_{limite} [W_t/m²K]	
					2015	2021
M8	T	Muro perimetrale D'Annunzio	0,326	0,376	0,300	0,280

Cod.	Tipo	Descrizione	Pavimenti			
			U [W _t /m ² K]	U_{media} [W _t /m ² K]	U_{limite} [W_t/m²K]	
					2015	2021
P9	U	DA Pavimento PT vs non climatizzato	0,327	0,371	0,487	0,455

Cod.	Tipo	Descrizione	Soffitti			
			U [W _t /m ² K]	U_{media} [W _t /m ² K]	U_{limite} [W_t/m²K]	
					2015	2021
S4	U	DA Soffitto vs sottotetto	0,716	0,630	1,343	1,240

Cod.	Tipo	Descrizione	Componenti finestrati			
			U_w [W _t /m ² K]	U_{w,limite} [W_t/m²K]		U_g [W _t /m ² K]
				2015	2021	
W22	T	DA - finestra 200x100	1,600	1,900	1,400	1,500
W23	T	DA - finestra 240x210	1,600	1,900	1,400	1,500
W24	T	DA - finestra 160x210	1,600	1,900	1,400	1,500
W25	T	DA - finestra 237x237	1,600	1,900	1,400	1,500

Legenda dei simboli:

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

Legenda tipologie di componente:

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

Risultati energia invernale

Dispersioni			
Dispersioni per trasmissione	$Q_{H,tr}$	50156	kWh _t
Dispersioni per extraflusso	$Q_{H,r}$	8952	kWh _t
Dispersioni per ventilazione	$Q_{H,ve}$	35879	kWh _t
Apporti			
Apporti solari attraverso i componenti opachi	$Q_{H,sol,op}$	8109	kWh _t
Apporti solari attraverso i componenti finestrati	$Q_{H,sol,w}$	27201	kWh _t
Apporti interni	$Q_{H,int}$	32980	kWh _t
Apporti aggiuntivi	$Q_{H,aqg}$	0	kWh _t
Bilancio energetico			
Fabbisogno del fabbricato	$Q_{H,nd}$	41636	kWh _t
Indice di prestazione termica del fabbricato	$EP_{H,nd}$	22,18	kWh _t /m ²
Valore limite	$EP_{H,nd,lim}$	90,04	kWh _t /m ²

Risultati energia estiva

Dispersioni			
Dispersioni per trasmissione	$Q_{C,tr}$	34227	kWh _t
Dispersioni per extraflusso	$Q_{C,r}$	17349	kWh _t
Dispersioni per ventilazione	$Q_{C,ve}$	34715	kWh _t
Apporti			
Apporti solari attraverso i componenti opachi	$Q_{C,sol,op}$	22149	kWh _t
Apporti solari attraverso i componenti finestrati	$Q_{C,sol,w}$	73115	kWh _t
Apporti interni	$Q_{C,int}$	49019	kWh _t
Apporti aggiuntivi	$Q_{C,aqg}$	0	kWh _t
Bilancio energetico			
Fabbisogno del fabbricato	$Q_{C,nd}$	56573	kWh _t
Indice di prestazione termica del fabbricato	$EP_{C,nd}$	30,14	kWh _t /m ²
Valore limite	$EP_{C,lim}$	13,06	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 (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 [$kWh_p/kWh_{t/el}$];

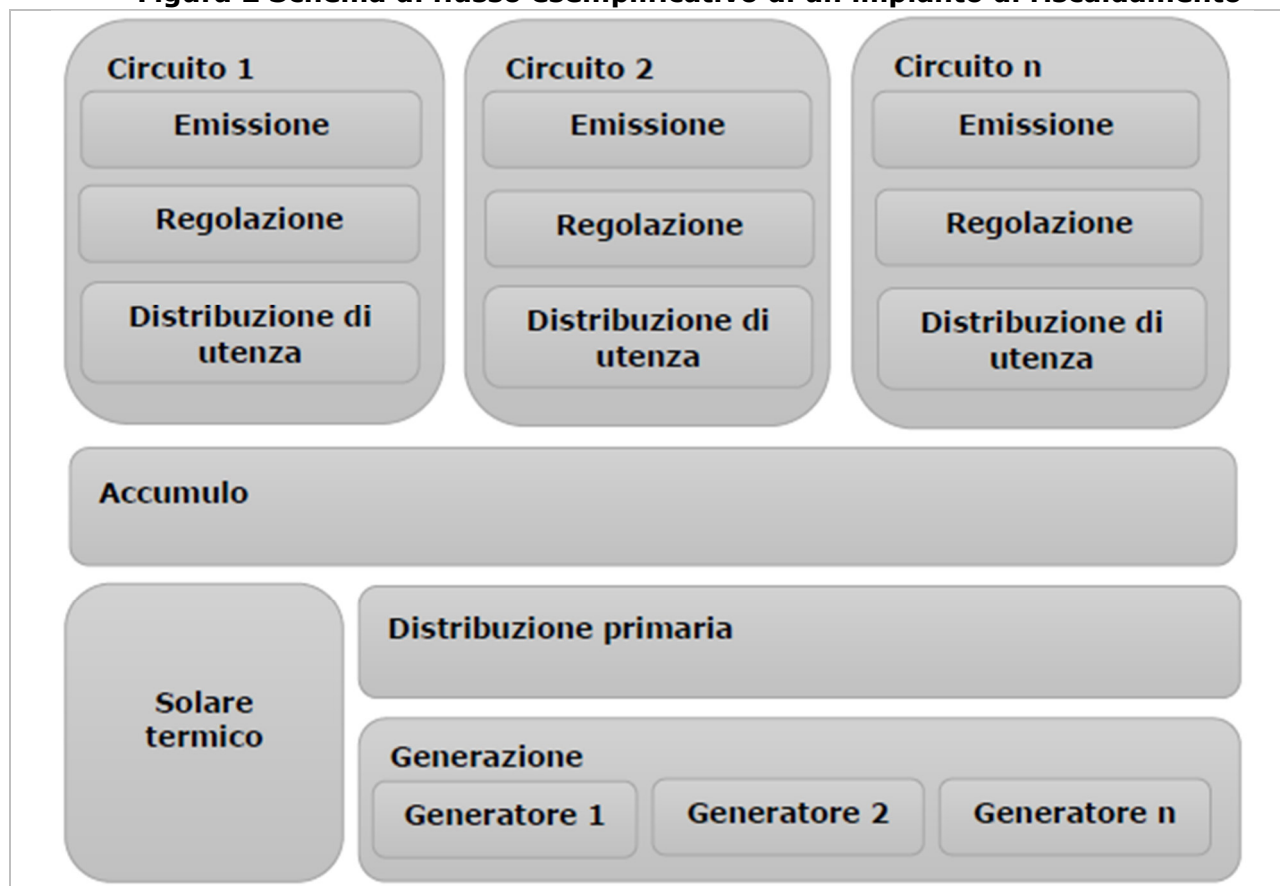
$Q_{exp,k}$ = energia esportata dal singolo vettore energetico [kWh_{el}];

$f_{p,exp,k}$ = 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 centrale termica è ricavata in un locale adiacente alla volumetria dell'edificio con accesso diretto da spazio a cielo libero.

Il sistema di produzione del calore è costituito dai seguenti generatori:

- N°1 Generatore a condensazione di recente installazione da 800 kW*
- N°2 Generatori di calore tradizionali da 1000 kW cadauno*

Tutti i generatori immettono l'energia prodotta in collettore di distribuzione principale. Da quest'ultimo si dipartono n. 7 circuiti; di cui uno per alimentare la sottocentrale posta al piano seminterrato del Liceo D'Annunzio.

Dalla sottocentrale del Liceo D'Annunzio si dipartono altri due circuiti.

4.3.1.1 Impianto centralizzato

Dati generali

Tipologia di impianto	Monocircuito
Fluido termovettore	Acqua

Circuito Riscaldamento

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

Emissione

Tipologia	Radiatori su parete esterna non isolata ($U > 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$)		
Rendimento	$\eta_{H,idr,em}$	92,0	%
Ausiliari	$Q_{H,idr,em,aux}$	0,0	kWh _{el}

Regolazione

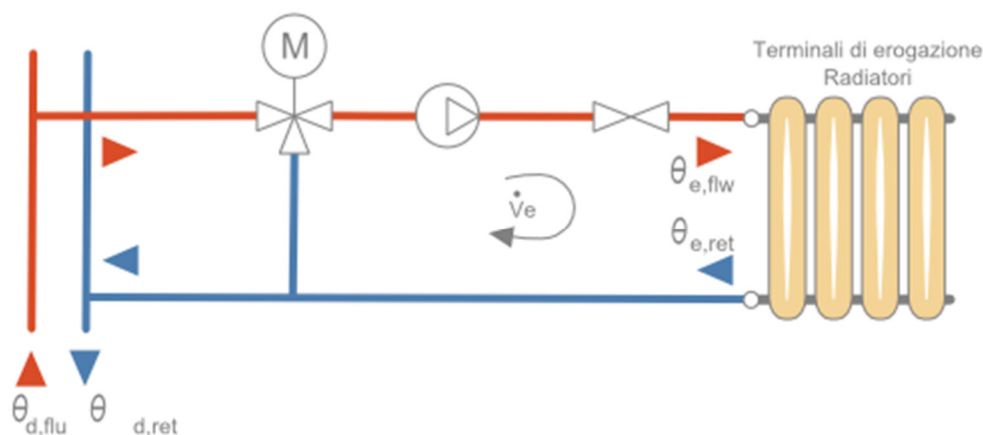
Tipologia	Per singolo ambiente + climatica		
Caratteristiche	P banda proporzionale 1 °C		
Rendimento	$\eta_{H,idr,reg}$	98,0	%

Distribuzione

Metodo di calcolo	Semplificato		
Tipologia di impianto	Centralizzato a distribuzione orizzontale		
Rendimento	$\eta_{H,idr,du}$	94,0	%
Ausiliari	$Q_{H,idr,du,aux}$	0,0	kWh _{el}

Temperatura media

Tipologia di circuito	Valvole termostatiche, bitubo
-----------------------	-------------------------------

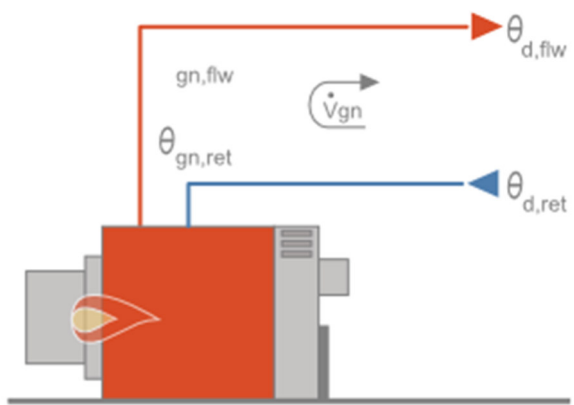


Temperature medie	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Emissione ($\theta_{H,idr,em,avg}$) [°C]	43,9	38,1	31,9	27,3	-	-	-	-	-	27,3	34,6	41,5
Distribuzione ($\theta_{H,idr,du,avg}$) [°C]	46,4	41,6	38,4	36,1	-	-	-	-	-	36,2	39,8	44,0

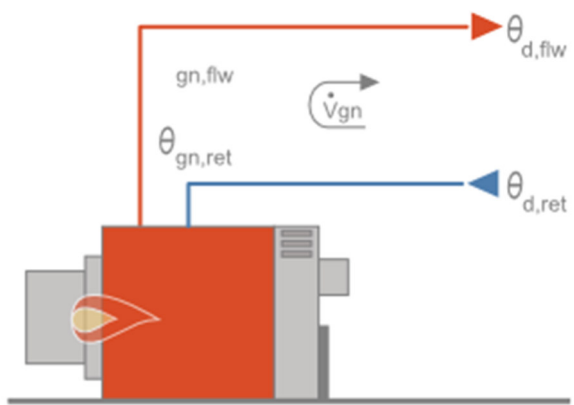
Generazione

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

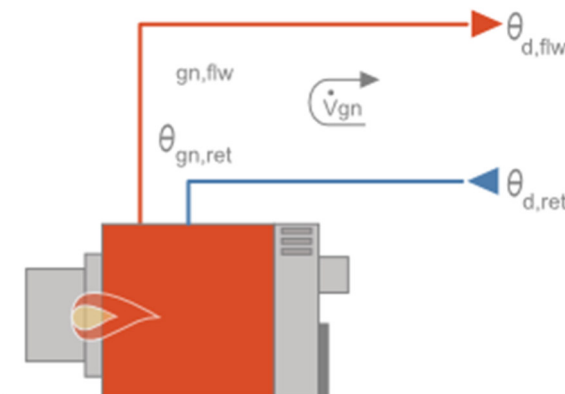
Generatore 1 - Caldaia a condensazione

Dati generali												
Numero	1											
Tipologia	Caldaia a condensazione											
Metodo di calcolo	Analitico											
Marca / serie / modello	VIESSMANN Srl/Vitocrossal 200 CRU 800/Vitocrossal 200 CRU 800											
Potenza utile nominale	Φ_n	749,00	kW _t									
Rendimenti termici												
Riscaldamento idronico	$\eta_{H,idr,gen,ut}$	100,3	%									
Ausiliari												
Riscaldamento idronico	$Q_{H,idr,gen,aux}$	8540,1	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}	0,1998	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]	46,4	41,6	38,4	36,1	-	-	-	-	-	36,2	39,8	44,0

Generatore 2 - Caldaia tradizionale

Dati generali												
Numero	2											
Tipologia	Caldaia tradizionale											
Metodo di calcolo	Analitico											
Marca / serie / modello	BIASI/STN-AR/700											
Potenza utile nominale	Φ_n	900,60	kW _t									
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}	0,1998	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

Generatore 3 - Caldaia tradizionale

Dati generali												
Numero	3											
Tipologia	Caldaia tradizionale											
Metodo di calcolo	Analitico											
Marca / serie / modello	BIASI/STN-AR/700											
Potenza utile nominale	Φ_n	900,60	kW _t									
Immagine												
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}	0,1998	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 (θ _{H,idr,gen,avg}) [°C]	0,0	0,0	0,0	0,0	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0

Principali risultati dei calcoli

Fabbisogni termici			
Fabbisogno del fabbricato (ventilazione naturale)	$Q_{H,nd}$	1565070	kWh _t
Fabbisogno dell'edificio (ventilazione effettiva)	$Q_{H,sys,out}$	1565070	kWh _t
Energia recuperata dall'impianto di ACS	$Q_{H,W,rh}$	39	kWh _t
Fabbisogno ideale netto (dedotto dei recuperi)	$Q'_{H,sys,out}$	1565030	kWh _t
Fabbisogno corretto per intermittenza	$Q_{H,sys,out,interm}$	1565030	kWh _t
Fabbisogno corretto per contabilizzazione	$Q_{H,sys,out,cont}$	1565030	kWh _t
Fabbisogno corretto per ulteriori fattori	$Q_{H,sys,out,corr}$	1565030	kWh _t
Perdite di emissione non recuperate	$Q_{H,em,ls,nrh}$	136090	kWh _t
Fabbisogno in ingresso all'emissione	$Q_{H,em,in}$	1701120	kWh _t
Perdite di regolazione non recuperate	$Q_{H,rg,ls,nrh}$	34717	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla regolazione	$Q_{H,rg,in}$	1735837	kWh _t
Perdite di distribuzione di utenza non recuperate	$Q_{H,du,ls,nrh}$	110798	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla distribuzione di utenza	$Q_{H,du,in}$	1846635	kWh _t
Perdite di accumulo non recuperate	$Q_{H,s,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso all'accumulo	$Q_{H,s,in}$	1846635	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	$Q_{H,s,in,eff}$	1846635	kWh _t
Perdite di distribuzione primaria non recuperate	$Q_{H,dp,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla distribuzione primaria	$Q_{H,dp,in}$	1846635	kWh _t
Fabbisogno in uscita dalla generazione	$Q_{H,gen,out}$	1846635	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	$Q_{H,gen,circ,in}$	1846635	kWh _t
Perdite di generazione non recuperate	$Q_{H,gen,ls,nrh}$	-5687	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla generazione (energia termica)	$Q_{H,gen,in,t}$	1840948	kWh _t
Energia da ambiente esterno (pompa di calore)	$Q_{H,gen,in,RES}$	0	kWh _t
Fabbisogni elettrici			
Fabbisogno elettrico ausiliari emissione	$Q_{H,em,aux}$	0	kWh _{el}
Fabbisogno elettrico ausiliari distribuzione di utenza	$Q_{H,du,aux}$	0	kWh _{el}
Ausiliari solare termico	$Q_{H,sol,aux}$	0	kWh _{el}
Fabbisogno elettrico ausiliari distribuzione primaria	$Q_{H,dp,aux}$	0	kWh _{el}
Fabbisogno elettrico ausiliari generazione	$Q_{H,gen,aux}$	8540	kWh _{el}
Fabbisogno in ingresso alla generazione (energia elettrica)	$Q_{H,gen,in,el}$	0	kWh _{el}
Fabbisogno elettrico complessivo	$Q_{H,el}$	8540	kWh _{el}
Energia prodotta dal fotovoltaico	$Q_{H,PV,out}$	432	kWh _{el}
Eccedenza del fotovoltaico	$Q_{H,PV,surplus}$	0	kWh _{el}
Contributo netto del fotovoltaico	$Q_{H,PV,out,net}$	432	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)	$Q_{H,el,eff}$	8108	kWh _{el}
Energia primaria			
Non rinnovabile	$Q_{H,p,nren}$	1948806	kWh _p
Rinnovabile	$Q_{H,p,ren}$	4243	kWh _p
Totale	$Q_{H,p,tot}$	1953049	kWh _p

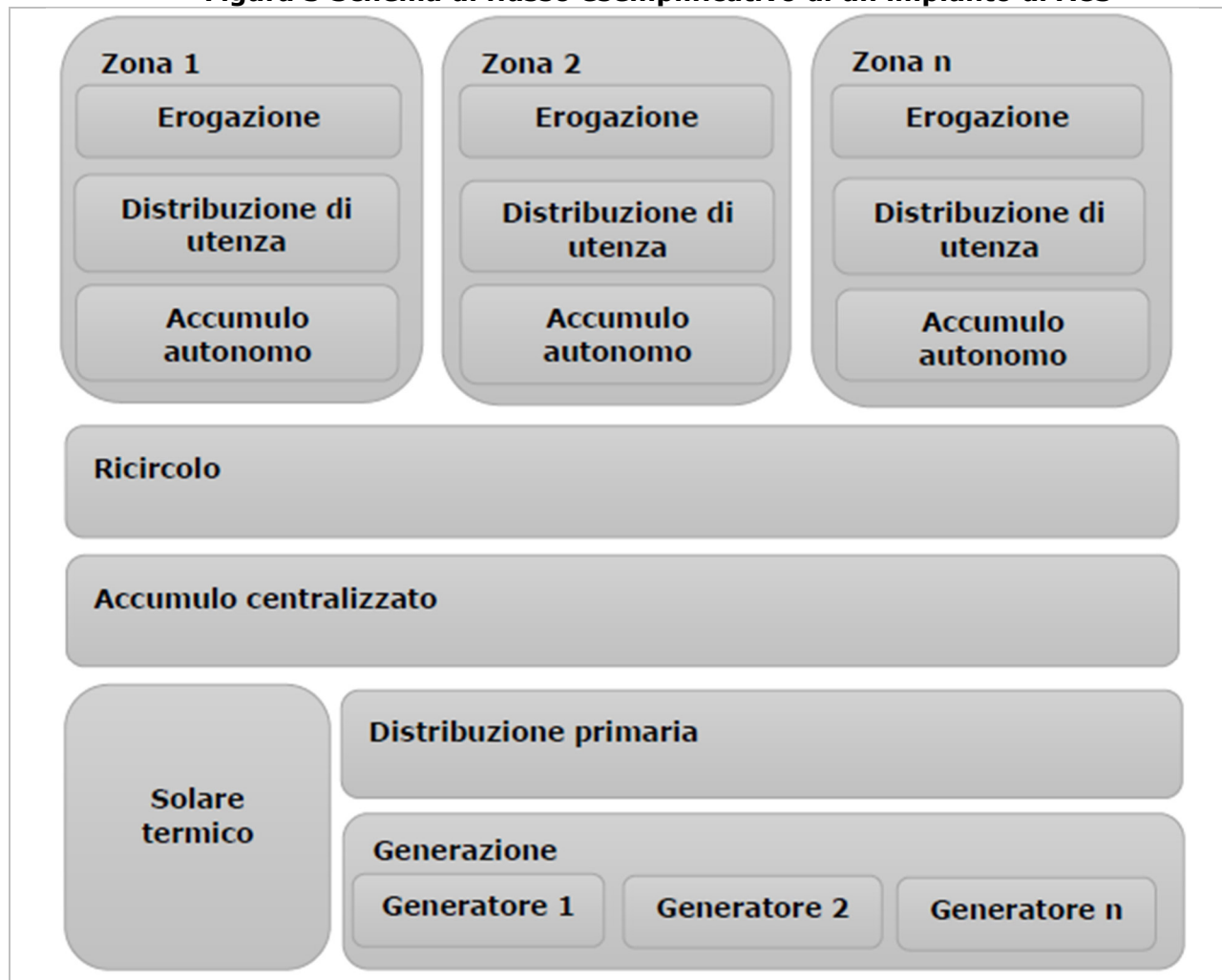
Riepilogo rendimenti

Impianto idronico			
Emissione	$\eta_{H, idr,em}$	92,0	%
Regolazione	$\eta_{H, idr,reg}$	98,0	%
Distribuzione di utenza	$\eta_{H, idr,du}$	94,0	%
Accumulo	$\eta_{H, idr,s}$	100,0	%
Distribuzione primaria	$\eta_{H, idr,dp}$	-	%
Generazione (rispetto all'energia utile)	$\eta_{H, idr,gen,ut}$	100,3	%
Generazione (rispetto all'energia primaria non rinnovabile)	$\eta_{H, idr,gen,p,nren}$	94,7	%
Generazione (rispetto all'energia primaria totale)	$\eta_{H, idr,gen,p,tot}$	94,5	%
Globale medio stagionale (rispetto a en. pr. non rinn.)	$\eta_{H,g,p,nren}$	80,3	%
Globale medio stagionale (rispetto a en. pr. tot.)	$\eta_{H,g,p,tot}$	80,1	%
Valore limite	$\eta_{H,g,lim}$	73,3	%

4.3.2 Impianto di acqua calda sanitaria

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

Figura 3 Schema di flusso esemplificativo di un impianto di ACS



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

Descrizione sintetica dell'impianto di ACS

La produzione di acqua calda sanitaria è centralizzata e avviene per mezzo di uno scaldacqua funzionante a gas metano avente capacità pari a 400 litri.

Alcuni servizi igienici e/o laboratori sono corredati di boiler elettrico dedicato.

Nel Liceo D'Annunzio l'acqua calda sanitaria è prodotta da boiler elettrici posti nei vari servizi igienici.

4.3.2.1 Impianto zona 1-Zona climatizzata - Berenini

Erogazione, distribuzione di utenza ed accumulo

Fabbisogno ideale	$Q_{W,nd}$	622	kWh _t
Rendimento di erogazione	$\eta_{W,er}$	100,0	%
Rendimento di distribuzione di utenza	$\eta_{W,du}$	92,6	%

Generazione

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

Generatore 1 - Caldaia tradizionale

Generatore 2 - Caldaia tradizionale			
Dati generali			
Numero	1		
Tipologia	Caldaia tradizionale		
Metodo di calcolo	Analitico		
Marca / serie / modello	Scaldacqua a gas da 400 litri		
Potenza utile nominale	Φ_n	22,00	kW _t
Modalità di funzionamento ACS	Continuata		
Prestazioni			
Rendimento termico	$\eta_{W,gen,ut}$	84,0	%
Ausiliari	$Q_{W,qen,aux}$	20,4	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}	0,1998	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	-
Temperatura media			
Potenza scambiatore	Φ_{sc}	22,0	kW _t
Salto termico di progetto	$\Delta\theta_{des}$	20,0	°C
Portata di progetto	V _{des}	946,6	kg/h
Temperatura media	$\theta_{W,qen,avg}$	60,0	°C

Principali risultati dei calcoli

Fabbisogni termici			
Fabbisogno di energia termica utile	$Q_{W,sys,out}$	622	kWh _t
Fabbisogno corretto per recupero reflui docce	$Q_{W,sys,out,rec}$	622	kWh _t
Fabbisogno corretto per contabilizzazione	$Q_{W,sys,out,cont}$	622	kWh _t
Perdite di erogazione non recuperate	$Q_{W,er,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso all'erogazione	$Q_{W,er,in}$	622	kWh _t
Perdite di distribuzione di utenza non recuperate	$Q_{W,du,ls,nrh}$	50	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla distribuzione di utenza	$Q_{W,du,in}$	672	kWh _t
Perdite di ricircolo non recuperate	$Q_{W,ric,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso al ricircolo	$Q_{W,ric,in}$	672	kWh _t
Perdite di accumulo non recuperate	$Q_{W,s,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso all'accumulo	$Q_{W,s,in}$	672	kWh _t
Perdite della distribuzione di prerisc. solare non recuperate	$Q_{W,sol,dis,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla distribuzione di prerisc. solare	$Q_{W,sol,dis,in}$	0	kWh _t
Perdite dell'accumulo di prerisc. solare non recuperate	$Q_{W,sol,s,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso all'accumulo di prerisc. solare	$Q_{W,sol,s,in}$	0	kWh _t
Energia prodotta dal solare termico	$Q_{W,sol,out}$	0	kWh _t
Eccedenza del solare termico	$Q_{W,sol,surplus}$	0	kWh _t
Contributo netto del solare termico	$Q_{W,sol,out,net}$	0	kWh _t
Fabbisogno effettivo in ingresso all'accumulo	$Q_{W,s,in,eff}$	672	kWh _t
Perdite di distribuzione primaria non recuperate	$Q_{W,dp,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla distribuzione primaria	$Q_{W,dp,in}$	672	kWh _t
Fabbisogno in uscita dalla generazione	$Q_{W,gen,out}$	672	kWh _t
Perdite dei circuiti di generazione non recuperate	$Q_{W,gen,circ,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso ai circuiti di generazione	$Q_{W,gen,circ,in}$	672	kWh _t
Perdite di generazione non recuperate	$Q_{W,gen,ls,nrh}$	128	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla generazione (energia termica)	$Q_{W,gen,in,t}$	800	kWh _t
Energia da ambiente esterno (pompa di calore)	$Q_{W,gen,in,RES}$	0	kWh _t
Fabbisogni elettrici			
Fabbisogno elettrico ausiliari rete di ricircolo	$Q_{W,ric,aux}$	0	kWh _{el}
Fabbisogno elettrico ausiliari solare termico	$Q_{W,sol,aux}$	0	kWh _{el}
Fabbisogno elettrico ausiliari distribuzione primaria	$Q_{W,dp,aux}$	0	kWh _{el}
Fabbisogno elettrico ausiliari generazione	$Q_{W,gen,aux}$	20	kWh _{el}
Fabbisogno in ingresso alla generazione (energia elettrica)	$Q_{W,gen,in,el}$	0	kWh _{el}
Fabbisogno elettrico complessivo	$Q_{W,el}$	20	kWh _{el}
Energia prodotta dal fotovoltaico	$Q_{W,PV,out}$	2	kWh _{el}
Eccedenza del fotovoltaico	$Q_{W,PV,surplus}$	0	kWh _{el}
Contributo netto del fotovoltaico	$Q_{W,PV,out,net}$	2	kWh _{el}
Energia prodotta dalla cogenerazione	$Q_{W,CG,out}$	0	kWh _{el}
Eccedenza della cogenerazione	$Q_{W,CG,surplus}$	0	kWh _{el}
Contributo netto della cogenerazione	$Q_{W,CG,out,net}$	0	kWh _{el}
Fabbisogno elettrico effettivo (da rete)	$Q_{W,el,eff}$	19	kWh _{el}
Energia primaria			
Non rinnovabile	$Q_{W,p,nren}$	876	kWh _p
Rinnovabile	$Q_{W,p,ren}$	10	kWh _p
Totale	$Q_{W,p,tot}$	887	kWh _p

Riepilogo rendimenti

Erogazione	$\eta_{W,er}$	100,0	%
Distribuzione di utenza	$\eta_{W,du}$	92,6	%
Accumulo	$\eta_{W,s}$	100,0	%
Tubazione di ricircolo	$\eta_{W,ric}$	-	%
Distribuzione primaria	$\eta_{W,dp}$	-	%
Generazione (rispetto all'energia utile)	$\eta_{W,gen,ut}$	84,0	%
Generazione (rispetto all'energia primaria non rinnovabile)	$\eta_{W,gen,nren}$	76,4	%
Generazione (rispetto all'energia primaria totale)	$\eta_{W,gen,tot}$	75,5	%
Globale medio stagionale (risp. a en. pr. non rinn)	$\eta_{W,g,p,nren}$	71,0	%
Globale medio stagionale (risp. a en. pr. totale)	$\eta_{W,g,p,tot}$	70,1	%
Valore limite	$\eta_{W,g,p,tot,lim}$	0,0	%

4.3.2.2 Impianto zona 2-Zona climatizzata - D'annunzio

Erogazione, distribuzione di utenza ed accumulo

Fabbisogno ideale	$Q_{W,nd}$	1327	kWh _t
Rendimento di erogazione	$\eta_{W,er}$	100,0	%
Rendimento di distribuzione di utenza	$\eta_{W,du}$	92,6	%

Generazione

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

Generatore 1 - Bollitore elettrico ad accumulo

Dati generali			
Numero	12		
Tipologia	Bollitore elettrico ad accumulo		
Metodo di calcolo	-		
Marca / serie / modello			
Potenza utile nominale	Φ_n	18,00	kW _t
Modalità di funzionamento ACS	Continuata		
Prestazioni			
Rendimento termico	$\eta_{W,gen,ut}$	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}	0,4332	kg/kWh _p
Fattori di conversione in energia primaria (energia consegnata dal combustibile)			
Non rinnovabile	f _{p,nren}	1,950	-
Rinnovabile	f _{p,ren}	0,470	-
Totale	f _{p,tot}	2,420	-
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 di energia termica utile	$Q_{W,sys,out}$	1327	kWh _t
Fabbisogno corretto per recupero reflui docce	$Q_{W,sys,out,rec}$	1327	kWh _t
Fabbisogno corretto per contabilizzazione	$Q_{W,sys,out,cont}$	1327	kWh _t
Perdite di erogazione non recuperate	$Q_{W,er,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso all'erogazione	$Q_{W,er,in}$	1327	kWh _t
Perdite di distribuzione di utenza non recuperate	$Q_{W,du,ls,nrh}$	106	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla distribuzione di utenza	$Q_{W,du,in}$	1433	kWh _t
Perdite di ricircolo non recuperate	$Q_{W,ric,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso al ricircolo	$Q_{W,ric,in}$	1433	kWh _t
Perdite di accumulo non recuperate	$Q_{W,s,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso all'accumulo	$Q_{W,s,in}$	1433	kWh _t
Perdite della distribuzione di prerisc. solare non recuperate	$Q_{W,sol,dis,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla distribuzione di prerisc. solare	$Q_{W,sol,dis,in}$	0	kWh _t
Perdite dell'accumulo di prerisc. solare non recuperate	$Q_{W,sol,s,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso all'accumulo di prerisc. solare	$Q_{W,sol,s,in}$	0	kWh _t
Energia prodotta dal solare termico	$Q_{W,sol,out}$	0	kWh _t
Eccedenza del solare termico	$Q_{W,sol,surplus}$	0	kWh _t
Contributo netto del solare termico	$Q_{W,sol,out,net}$	0	kWh _t
Fabbisogno effettivo in ingresso all'accumulo	$Q_{W,s,in,eff}$	1433	kWh _t
Perdite di distribuzione primaria non recuperate	$Q_{W,dp,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla distribuzione primaria	$Q_{W,dp,in}$	1433	kWh _t
Fabbisogno in uscita dalla generazione	$Q_{W,gen,out}$	1433	kWh _t
Perdite dei circuiti di generazione non recuperate	$Q_{W,gen,circ,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso ai circuiti di generazione	$Q_{W,gen,circ,in}$	1433	kWh _t
Perdite di generazione non recuperate	$Q_{W,gen,ls,nrh}$	478	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla generazione (energia termica)	$Q_{W,gen,in,t}$	0	kWh _t
Energia da ambiente esterno (pompa di calore)	$Q_{W,gen,in,RES}$	0	kWh _t
Fabbisogni elettrici			
Fabbisogno elettrico ausiliari rete di ricircolo	$Q_{W,ric,aux}$	0	kWh _{el}
Fabbisogno elettrico ausiliari solare termico	$Q_{W,sol,aux}$	0	kWh _{el}
Fabbisogno elettrico ausiliari distribuzione primaria	$Q_{W,dp,aux}$	0	kWh _{el}
Fabbisogno elettrico ausiliari generazione	$Q_{W,gen,aux}$	0	kWh _{el}
Fabbisogno in ingresso alla generazione (energia elettrica)	$Q_{W,gen,in,el}$	1911	kWh _{el}
Fabbisogno elettrico complessivo	$Q_{W,el}$	1911	kWh _{el}
Energia prodotta dal fotovoltaico	$Q_{W,PV,out}$	0	kWh _{el}
Eccedenza del fotovoltaico	$Q_{W,PV,surplus}$	0	kWh _{el}
Contributo netto del fotovoltaico	$Q_{W,PV,out,net}$	0	kWh _{el}
Energia prodotta dalla cogenerazione	$Q_{W,CG,out}$	0	kWh _{el}
Eccedenza della cogenerazione	$Q_{W,CG,surplus}$	0	kWh _{el}
Contributo netto della cogenerazione	$Q_{W,CG,out,net}$	0	kWh _{el}
Fabbisogno elettrico effettivo (da rete)	$Q_{W,el,eff}$	1911	kWh _{el}
Energia primaria			
Non rinnovabile	$Q_{W,p,nren}$	3726	kWh_p
Rinnovabile	$Q_{W,p,ren}$	898	kWh_p
Totale	$Q_{W,p,tot}$	4624	kWh_p

Riepilogo rendimenti

Erogazione	$\eta_{W,er}$	100,0	%
Distribuzione di utenza	$\eta_{W,du}$	92,6	%
Accumulo	$\eta_{W,s}$	100,0	%
Tubazione di ricircolo	$\eta_{W,ric}$	-	%
Distribuzione primaria	$\eta_{W,dp}$	-	%
Generazione (rispetto all'energia utile)	$\eta_{W,gen,ut}$	75,0	%
Generazione (rispetto all'energia primaria non rinnovabile)	$\eta_{W,gen,nren}$	38,5	%
Generazione (rispetto all'energia primaria totale)	$\eta_{W,gen,tot}$	31,0	%
Globale medio stagionale (risp. a en. pr. non rinn)	$\eta_{W,g,p,nren}$	35,6	%
Globale medio stagionale (risp. a en. pr. totale)	$\eta_{W,g,p,tot}$	28,7	%
Valore limite	$\eta_{W,g,p,tot,lim}$	0,0	%

4.3.3 Altri impianti

4.3.3.1 Impianto di illuminazione

Descrizione sintetica impianto di illuminazione

Apparecchi fluorescenti, proiettori alogeni e lampadine normali, da sostituire.

4.3.3.2 Impianto di micro cogenerazione

Descrizione sintetica impianto di microgenerazione

Tra gli interventi che si intendono proporre per riqualificare l'edificio è prevista l'installazione di un micro cogeneratore a celle di combustibile idrogeno avente potenza elettrica pari a 1,3 kWe con funzionamento prioritario rispetto alle caldaie presenti in centrale termica.

4.4 Principali risultati dei calcoli (stato di fatto)

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

4.4.1 Edificio

Consumi ed energia consegnata

Servizio	Consumo ed energia consegnata			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 [€]
Riscaldamento (H)	195374	Sm ³	1840948	0	1932995	0	1932995	160206,58
Acqua calda sanitaria (W)	85	Sm ³	800	0	840	0	840	69,60
Globale (GI)	195459	Sm³	1841748	0	1933835	0	1933835	160276,17

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 [€]
Riscaldamento (H)	8108	kWh	8108	-	15810	3811	19621	2026,94
Acqua calda sanitaria (W)	1929	kWh	1929	-	3762	907	4669	482,36
Illuminazione (L)	301453	kWh	301453	-	587834	141683	729517	75363,28
Globale (GI)	311490	kWh	311490	-	607406	146400	753807	77872,58

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 [€]
Riscaldamento (H)	-	-	432	0	0	432	432	-
Acqua calda sanitaria (W)	-	-	2	0	0	2	2	-
Illuminazione (L)	-	-	22934	0	0	22934	22934	-
Globale (GI)	-	-	23368	0	0	23368	23368	-

Spesa

Servizio	S [€]
Riscaldamento (H)	162233,52
Acqua calda sanitaria (W)	551,96
Raffrescamento (C)	0,00
Ventilazione (V)	0,00
Illuminazione (L)	75363,28
Trasporto (T)	0,00
Globale (GI)	238148,75

Rendimenti

Riscaldamento idronico (Hidr)	
Sottosistema	Valore calcolato [-]
Emissione (η_{em})	92,0
Regolazione (η_{reg})	98,0
Distribuzione di utenza (η_{du})	94,0
Accumulo (η_s)	100,0
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	100,3
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	94,7
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	94,5
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$)	80,3
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$)	80,1
Valore limite (η_{lim})	73,3

Acqua calda sanitaria (W)	
Sottosistema	Valore calcolato [-]
Erogazione (η_{er})	100,0
Distribuzione di utenza (η_{du})	92,6
Accumulo (η_s)	100,0
Ricircolo (η_{ric})	100,0
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	77,6
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	45,7
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	38,2
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$)	42,3
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$)	35,4
Valore limite (η_{lim})	0,0

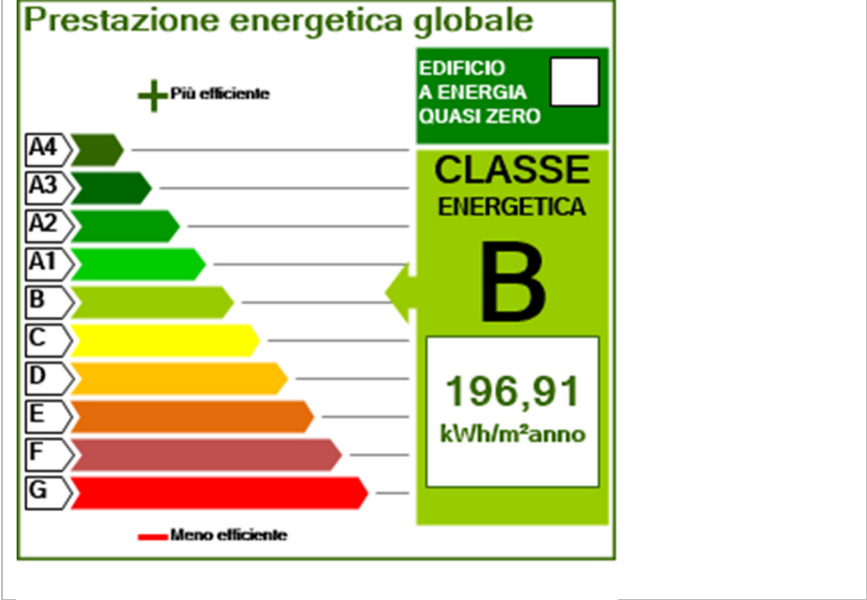
Indici di prestazione termica del fabbricato

Servizio	Q _{nd} [kWh _t]	EP _{nd} [kWh _t /m ²]	EP _{nd,limite} [kWh _t /m ²]
Riscaldamento (H)	1565070	121,27	90,04
Raffrescamento (C)	240088	18,60	13,06

Indici di prestazione energetica dell'edificio

Servizio	Energia primaria			Indici di prestazione energetica			
	Q _{p,nren} [kWh _p]	Q _{p,ren} [kWh _p]	Q _{p,tot} [kWh _p]	EP _{nren} [kWh _p /m ²]	EP _{ren} [kWh _p /m ²]	EP _{tot} [kWh _p /m ²]	EP _{tot,limite} [kWh _p /m ²]
Riscaldamento (H)	1948806	4243	1953049	151,01	0,33	151,34	-
Acqua calda sanitaria (W)	4602	909	5511	0,36	0,07	0,43	-
Raffrescamento (C)	0	0	0	0,00	0,00	0,00	-
Ventilazione (V)	0	0	0	0,00	0,00	0,00	-
Illuminazione (L)	587834	164617	752450	45,55	12,76	58,30	-
Trasporto (T)	0	0	0	0,00	0,00	0,00	-
Globale	2541241	169768	2711009	196,91	13,15	210,07	182,75

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)	0,2	-	-	-
Acqua calda sanitaria (W)	16,5	50	-	-
Raffrescamento (C)	0,0	-	-	-
Globale (H + W + C)	0,3	20	35	50
Ventilazione (V)	0,0	-	-	-
Illuminazione (L)	21,9	-	-	-
Trasporto (T)	0,0	-	-	-
Globale	6,3	-	-	-

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

Emissioni

Servizio	Emissioni di CO ₂ [kg]
Riscaldamento (H)	390328,67
Acqua calda sanitaria (W)	1055,49
Raffrescamento (C)	0,00
Ventilazione (V)	0,00
Illuminazione (L)	138668,44
Trasporto (T)	0,00
Globale (GI)	530052,60

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
$\eta_{p,nren}$	Rendimento rispetto all'energia primaria non rinnovabile
$\eta_{p,tot}$	Rendimento rispetto all'energia primaria totale
Q _{nd}	Fabbisogno di energia utile (ventilazione naturale)
Q _{del}	Energia consegnata
Q _{exp}	Energia elettrica esportata
Q _{p,nren}	Energia primaria rinnovabile
Q _{p,ren}	Energia primaria non rinnovabile
Q _{p,tot}	Energia primaria totale
QR	Quota rinnovabile
S	Spesa

4.4.2 Zona climatizzata - Berenini

Consumi ed energia consegnata

Servizio	Consumo ed energia consegnata				Energia primaria			Spesa ed emissioni	
	Co	UM	Q _{del} [kWh _t]	Q _{exp} [kWh _{el}]	Q _{p,nren} [kWh _p]	Q _{p,ren} [kWh _p]	Q _{p,tot} [kWh _p]	S [€]	Em _{co2} [kg]
Riscaldamento (H)	190154	Sm ³	1791759	0	1881346	0	1881346	155925,91	376269
Acqua calda sanitaria (W)	85	Sm ³	800	0	840	0	840	69,60	168
Globale (GI)	190238	Sm ³	1792558	0	1882186	0	1882186	155995,51	376437

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)	7899	kWh	7899	-	15404	3713	19116	1974,81	3634
Acqua calda sanitaria (W)	19	kWh	19	-	36	9	45	4,67	9
Illuminazione (L)	257442	kWh	257442	-	502013	120998	623010	64360,58	118423
Globale (GI)	265360	kWh	265360	-	517452	124719	642172	66340,05	122066

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)	-	-	432	0	0	432	432	-	-
Acqua calda sanitaria (W)	-	-	2	0	0	2	2	-	-
Illuminazione (L)	-	-	22934	0	0	22934	22934	-	-
Globale (GI)	-	-	23368	0	0	23368	23368	-	-

Spesa

Servizio	S [€]
Riscaldamento (H)	157900,72
Acqua calda sanitaria (W)	74,26
Raffrescamento (C)	0,00
Ventilazione (V)	0,00
Illuminazione (L)	64360,58
Trasporto (T)	0,00
Globale (GI)	222335,56

Rendimenti

Riscaldamento idronico (H _{idr})	
Sottosistema	Valore calcolato [-]
Emissione (η _{em})	92,0
Regolazione (η _{reg})	98,0
Distribuzione di utenza (η _{du})	94,0
Accumulo (η _s)	100,0
Distribuzione primaria (η _{dp})	100,0
Generazione (η _{gen,ut})	100,3
Generazione (η _{gen,p,nren})	94,7
Generazione (η _{gen,p,tot})	94,5
Globale medio stagionale (η _{g,p,nren})	80,3
Globale medio stagionale (η _{g,p,tot})	80,1
Valore limite (η _{lim})	0,0

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 (η _{gen,ut})	84,0
Generazione (η _{gen,p,nren})	76,4
Generazione (η _{gen,p,tot})	75,5
Globale medio stagionale (η _{g,p,nren})	71,0
Globale medio stagionale (η _{g,p,tot})	70,1
Valore limite (η _{lim})	56,7

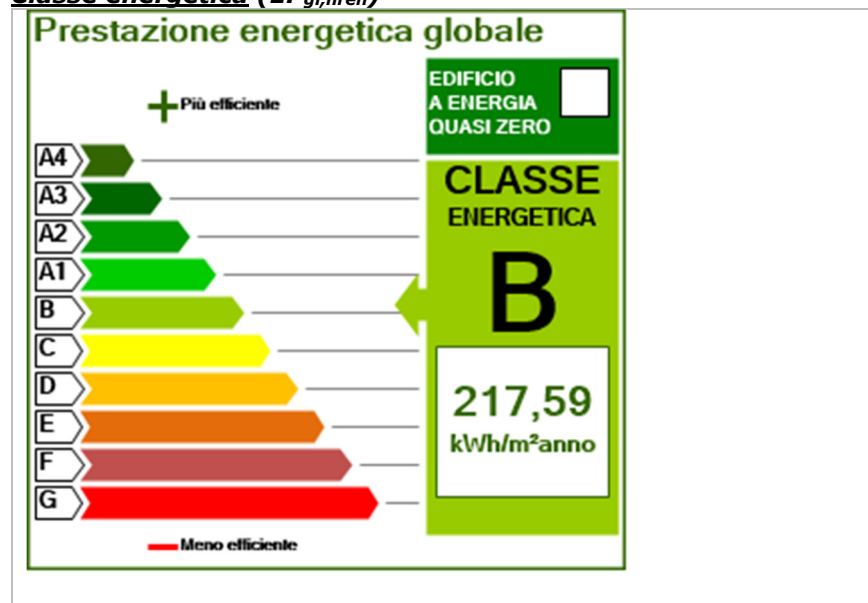
Indici di prestazione termica del fabbricato

Servizio	Q _{nd} [kWh _t]	EP _{nd} [kWh _t /m ²]	EP _{nd,limite} [kWh _t /m ²]
Riscaldamento (H)	1523434	138,14	101,65
Raffrescamento (C)	183515	16,64	11,16

Indici di prestazione energetica dell'edificio

Servizio	Energia primaria			Indici di prestazione energetica			
	Q _{p,nren} [kWh _p]	Q _{p,ren} [kWh _p]	Q _{p,tot} [kWh _p]	EP _{nren} [kWh _p /m ²]	EP _{ren} [kWh _p /m ²]	EP _{tot} [kWh _p /m ²]	EP _{tot,limite} [kWh _p /m ²]
Riscaldamento (H)	1896750	4145	1900895	171,99	0,38	172,37	-
Acqua calda sanitaria (W)	876	10	887	0,08	0,00	0,08	-
Raffrescamento (C)	0	0	0	0,00	0,00	0,00	-
Ventilazione (V)	0	0	0	0,00	0,00	0,00	-
Illuminazione (L)	502013	143931	645944	45,52	13,05	58,57	-
Trasporto (T)	0	0	0	0,00	0,00	0,00	-
Globale	2399639	148087	2547726	217,59	13,43	231,02	198,71

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)	0,2	-	-	-
Acqua calda sanitaria (W)	1,2	-	50	-
Raffrescamento (C)	0,0	-	-	-
Globale (H + W + C)	0,2	20	35	50
Ventilazione (V)	0,0	-	-	-
Illuminazione (L)	22,3	-	-	-
Trasporto (T)	0,0	-	-	-
Globale	5,8	-	-	-

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 limiti via via più stringenti.

Emissioni

Servizio	Emissioni di CO ₂ [kg]
Riscaldamento (H)	379902,95
Acqua calda sanitaria (W)	176,53
Raffrescamento (C)	0,00
Ventilazione (V)	0,00
Illuminazione (L)	118423,46
Trasporto (T)	0,00
Globale (G)	498502,95

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

4.4.3 Zona climatizzata - D'annuncio

Consumi ed energia consegnata

Servizio	Consumo ed energia consegnata				Energia primaria			Spesa ed emissioni	
	Co	UM	Q _{del} [kWh _t]	Q _{exp} [kWh _{el}]	Q _{p,nren} [kWh _p]	Q _{p,ren} [kWh _p]	Q _{p,tot} [kWh _p]	S [€]	Emco2 [kg]
Riscaldamento (H)	5220	Sm ³	49190	0	51649	0	51649	4280,67	10330
Globale (GI)	5220	Sm³	49190	0	51649	0	51649	4280,67	10330

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 [€]	Emco2 [kg]
Riscaldamento (H)	209	kWh	209	-	407	98	505	52,13	96
Acqua calda sanitaria (W)	1911	kWh	1911	-	3726	898	4624	477,69	879
Illuminazione (L)	44011	kWh	44011	-	85821	20685	106506	11002,70	20245
Globale (GI)	46130	kWh	46130	-	89954	21681	111635	11532,53	21220

Spesa

Servizio	S [€]
Riscaldamento (H)	4332,80
Acqua calda sanitaria (W)	477,69
Raffrescamento (C)	0,00
Ventilazione (V)	0,00
Illuminazione (L)	11002,70
Trasporto (T)	0,00
Globale (GI)	15813,19

Rendimenti

Riscaldamento idronico (H _{idr})	
Sottosistema	Valore calcolato [-]
Emissione (η _{em})	92,0
Regolazione (η _{reg})	98,0
Distribuzione di utenza (η _{du})	94,0
Accumulo (η _s)	100,0
Distribuzione primaria (η _{dp})	100,0
Generazione (η _{gen,ut})	100,3
Generazione (η _{gen,p,nren})	94,7
Generazione (η _{gen,p,tot})	94,5
Globale medio stagionale (η_{g,p,nren})	80,3
Globale medio stagionale (η_{g,p,tot})	80,1
Valore limite (η_{lim})	0,0

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 (η _{gen,ut})	75,0
Generazione (η _{gen,p,nren})	38,5
Generazione (η _{gen,p,tot})	31,0
Globale medio stagionale (η_{g,p,nren})	35,6
Globale medio stagionale (η_{g,p,tot})	28,7
Valore limite (η_{lim})	28,9

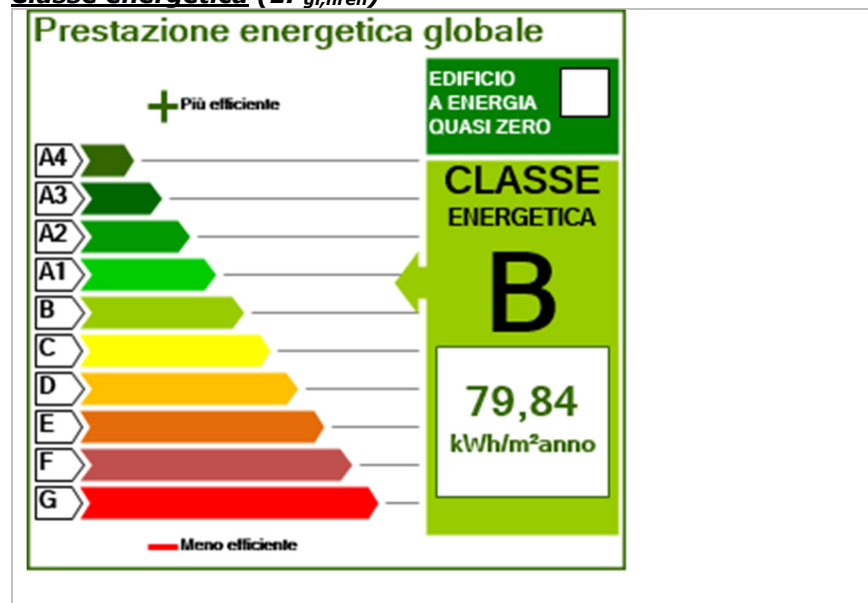
Indici di prestazione termica del fabbricato

Servizio	Q _{nd} [kWh _t]	EP _{nd} [kWh _t /m ²]	EP _{nd,limite} [kWh _t /m ²]
Riscaldamento (H)	41636	22,18	21,88
Raffrescamento (C)	56573	30,14	24,25

Indici di prestazione energetica dell'edificio

Servizio	Energia primaria			Indici di prestazione energetica			
	Q _{p,nren} [kWh _p]	Q _{p,ren} [kWh _p]	Q _{p,tot} [kWh _p]	EP _{nren} [kWh _p /m ²]	EP _{ren} [kWh _p /m ²]	EP _{tot} [kWh _p /m ²]	EP _{tot,limite} [kWh _p /m ²]
Riscaldamento (H)	52056	98	52154	32,14	0,06	32,20	-
Acqua calda sanitaria (W)	3726	898	4624	1,98	0,48	2,46	-
Raffrescamento (C)	0	0	0	0,00	0,00	0,00	-
Ventilazione (V)	0	0	0	0,00	0,00	0,00	-
Illuminazione (L)	85821	20685	106506	45,72	11,02	56,73	-
Trasporto (T)	0	0	0	0,00	0,00	0,00	-
Globale	141603	21681	163284	79,84	11,56	91,40	89,03

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)	0,2	-	-	-
Acqua calda sanitaria (W)	19,4	-	50	-
Raffrescamento (C)	0,0	-	-	-
Globale (H + W + C)	1,6	20	35	50
Ventilazione (V)	0,0	-	-	-
Illuminazione (L)	19,4	-	-	-
Trasporto (T)	0,0	-	-	-
Globale	12,6	-	-	-

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)	12083,51
Acqua calda sanitaria (W)	878,95
Raffrescamento (C)	0,00
Ventilazione (V)	0,00
Illuminazione (L)	20244,97
Trasporto (T)	0,00
Globale (G)	33207,44

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
$\eta_{p,nren}$	Rendimento rispetto all'energia primaria non rinnovabile
$\eta_{p,tot}$	Rendimento rispetto all'energia primaria totale
Q _{nd}	Fabbisogno di energia utile (ventilazione naturale)
Q _{del}	Energia consegnata
Q _{exp}	Energia elettrica esportata
Q _{p,nren}	Energia primaria rinnovabile
Q _{p,ren}	Energia primaria non rinnovabile
Q _{p,tot}	Energia primaria totale
QR	Quota rinnovabile
S	Spesa

5 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 ANNO 2022

5.1.1.1 Consumi annui

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
θ_{est} [°C]	0,4	4,6	9,2	13,1	17,9	23,1	24,6	23,0	19,3	15,1	8,2	2,8
$H_{or,di}$ [W/m ²]	25,5	67,1	93,8	115,7	150,5	184,0	180,6	141,2	92,6	55,6	35,9	19,7
$H_{or,dif}$ [W/m ²]	23,1	35,9	56,7	76,4	100,7	103,0	98,4	88,0	74,1	47,5	26,6	20,8

Legenda dei simboli:

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

Stagione di riscaldamento

Data di inizio	15/10/2021				Data di fine	15/04/2022						
	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
g_{risc} [g]	31	28	31	15	-	-	-	-	-	17	30	31
$\theta_{est,risc}$ [°C]	0.4	4.6	9.2	12.2	-	-	-	-	-	13.3	8.2	2.8

Consumi e validazione

Vettore energetico	Metano
--------------------	--------

Servizio	Co_{calc} [Sm ³]	Co_{reale} [Sm ³]	F_{agg} [-]	$Co_{reale,agg}$ [Sm ³]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	195374	120077	1,00	120561	62,1
Globale (GI)	195374	120077	0,00	120561	62,1

Vettore energetico	Energia elettrica
--------------------	-------------------

Servizio	Co_{calc} [kWh]	Co_{reale} [kWh]	F_{agg} [-]	$Co_{reale,agg}$ [kWh]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	8108	6475	1,00	6501	24,7
Illuminazione (L)	301453	240737	1,00	240737	25,2
Globale (GI)	309561	247212	0,00	247238	25,2

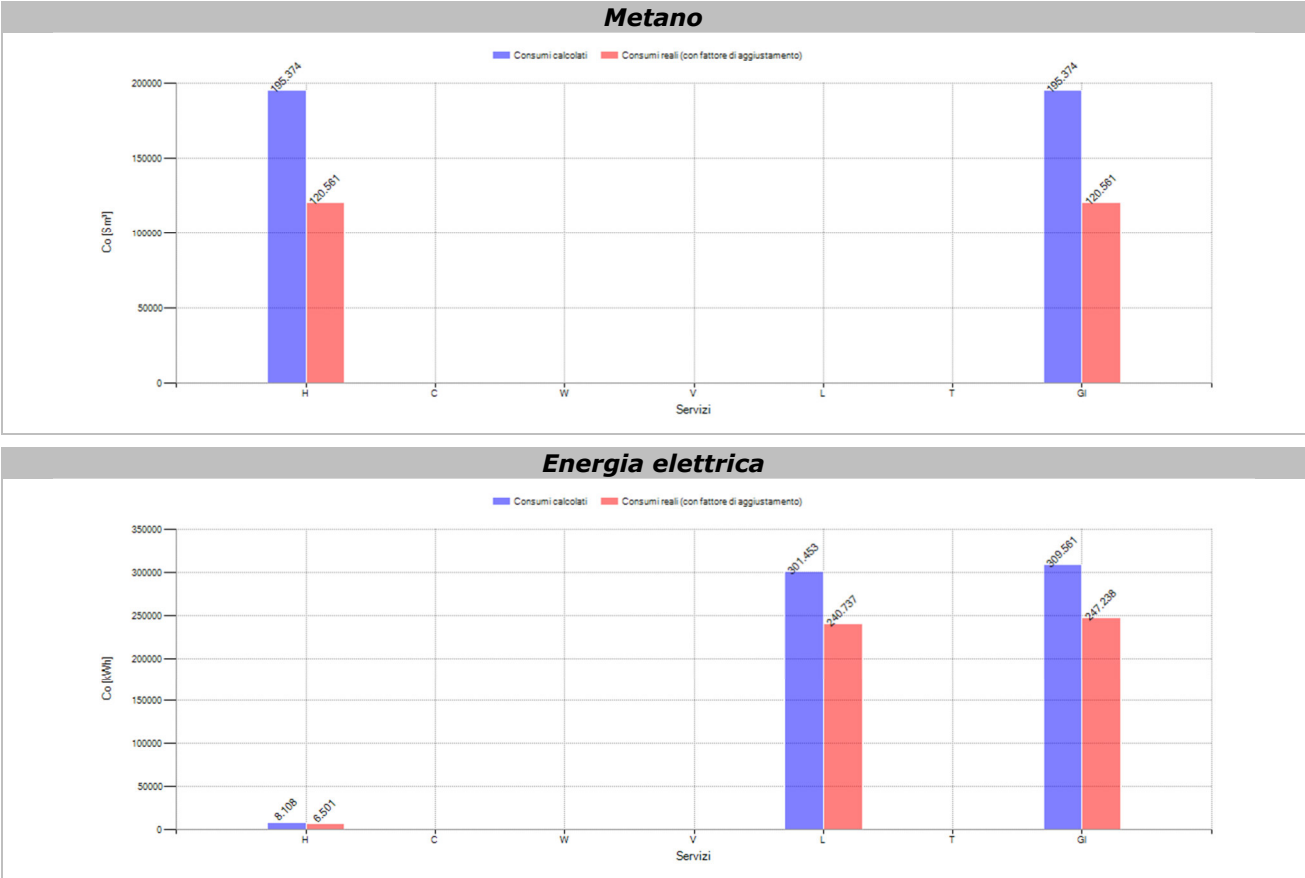
Legenda dei simboli:

Co_{calc}	Consumo calcolato (operativo)
Co_{reale}	Consumo reale (effettivo)
F_{agg}	Fattore di aggiustamento
$Co_{reale,agg}$	Consumo reale comprensivo del fattore di aggiustamento
Δ	Scostamento consumo

Suddivisione per servizio



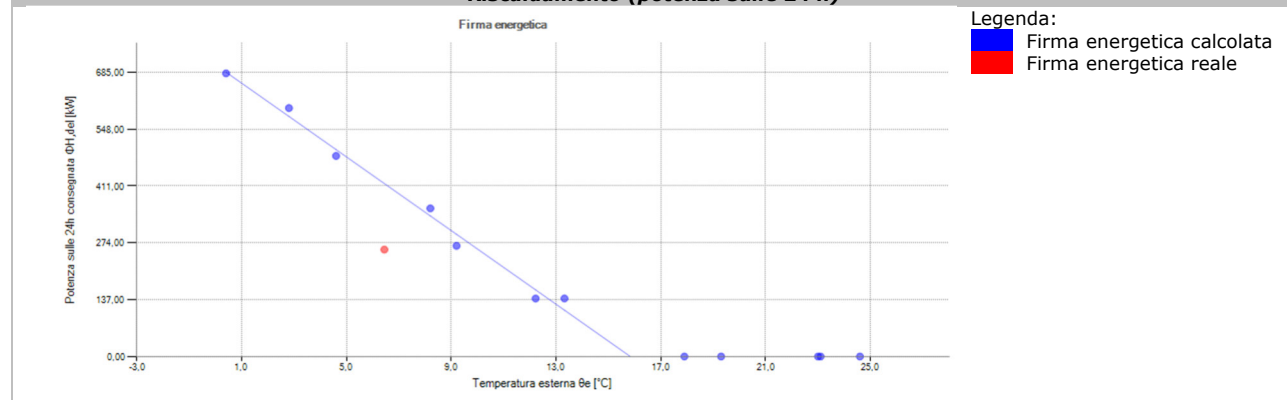
Confronto



5.1.1.2 Firme energetiche

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

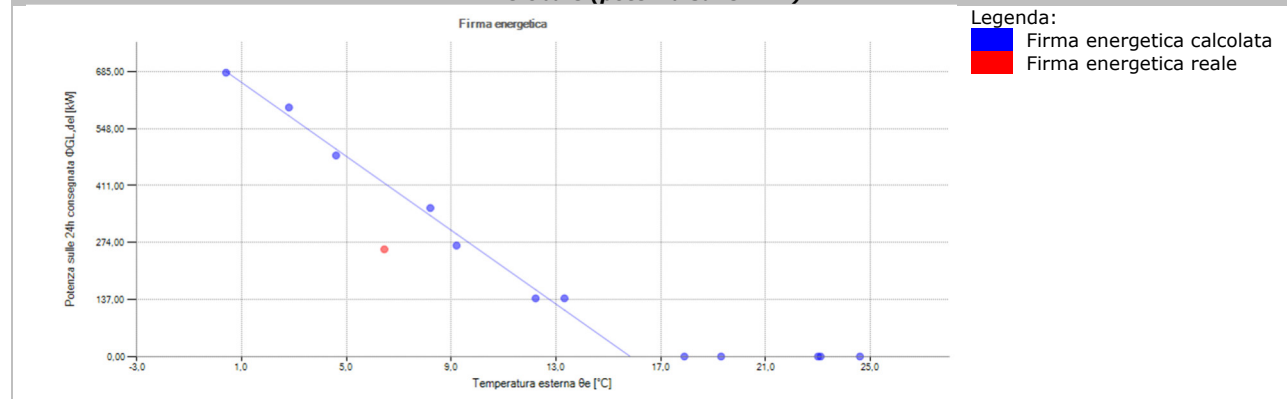
Riscaldamento (potenza sulle 24 h)



Firma energetica calcolata							
Mesi	Codice Mesi	g [g]	θe [°C]	grisc [g]	θerisc [°C]	CoH [Sm ³]	ΦH,del [kWt/et]
gennaio	H	31	0,4	31	0,4	53888	682,48
febbraio	H	28	4,6	28	4,6	34478	483,44
marzo	H	31	9,2	31	9,2	21053	266,63
aprile	H	30	13,1	15	12,2	5335	139,65
maggio	NH	31	17,9	0	17,9	0	0,00
giugno	NH	30	23,1	0	23,1	0	0,00
luglio	NH	31	24,6	0	24,6	0	0,00
agosto	NH	31	23,0	0	23,0	0	0,00
settembre	NH	30	19,3	0	19,3	0	0,00
ottobre	H	31	15,1	17	13,3	6052	139,76
novembre	H	30	8,2	30	8,2	27284	357,07
dicembre	H	31	2,8	31	2,8	47285	598,86
TOTALE		365	-	183	-	195374	-

Firma energetica reale							
Periodo	Codice Periodo	g [g]	θe [°C]	grisc [g]	θerisc [°C]	CoH [Sm ³]	ΦH,del [kWt/et]
1 - ANNO 2022	H	365	13,5	183	6,4	120077	257,62
TOTALE		365	-	183	-	120077	-

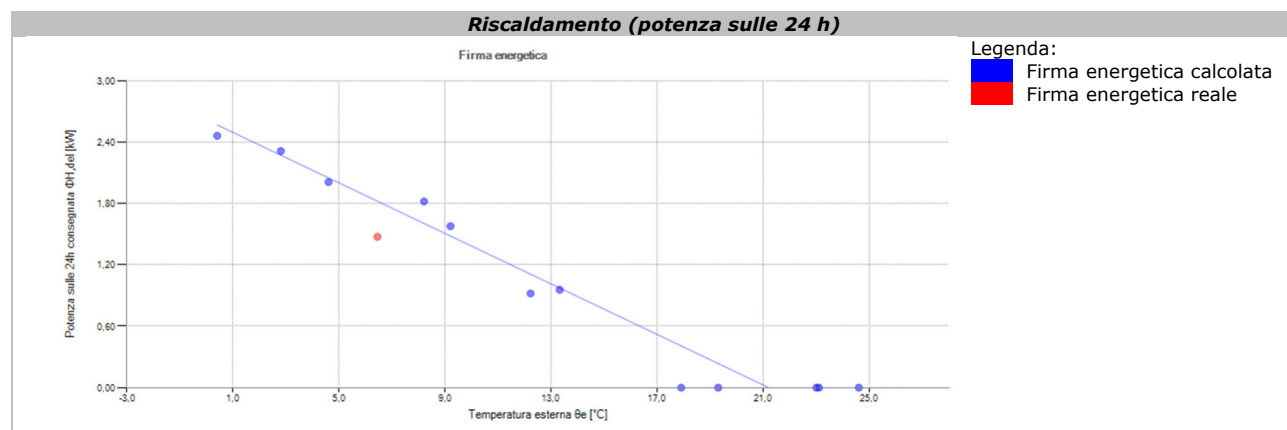
Globale (potenza sulle 24 h)



Firma energetica calcolata					
Mesi	Codice Mesi	g [g]	θ_e [°C]	CoGL [Sm ³]	$\Phi_{GL,del}$ [kWt/el]
<i>gennaio</i>	<i>H</i>	<i>31</i>	<i>0,4</i>	<i>53888</i>	<i>682,48</i>
<i>febbraio</i>	<i>H</i>	<i>28</i>	<i>4,6</i>	<i>34478</i>	<i>483,44</i>
<i>marzo</i>	<i>H</i>	<i>31</i>	<i>9,2</i>	<i>21053</i>	<i>266,63</i>
<i>aprile</i>	<i>H</i>	<i>30</i>	<i>13,1</i>	<i>5335</i>	<i>139,65</i>
<i>maggio</i>	<i>NH</i>	<i>31</i>	<i>17,9</i>	<i>0</i>	<i>0,00</i>
<i>giugno</i>	<i>NH</i>	<i>30</i>	<i>23,1</i>	<i>0</i>	<i>0,00</i>
<i>luglio</i>	<i>NH</i>	<i>31</i>	<i>24,6</i>	<i>0</i>	<i>0,00</i>
<i>agosto</i>	<i>NH</i>	<i>31</i>	<i>23,0</i>	<i>0</i>	<i>0,00</i>
<i>settembre</i>	<i>NH</i>	<i>30</i>	<i>19,3</i>	<i>0</i>	<i>0,00</i>
<i>ottobre</i>	<i>H</i>	<i>31</i>	<i>15,1</i>	<i>6052</i>	<i>139,76</i>
<i>novembre</i>	<i>H</i>	<i>30</i>	<i>8,2</i>	<i>27284</i>	<i>357,07</i>
<i>dicembre</i>	<i>H</i>	<i>31</i>	<i>2,8</i>	<i>47285</i>	<i>598,86</i>
TOTALE		365	-	195374	-

Firma energetica reale					
Periodo	Codice Periodo	g [g]	θ_e [°C]	CoGL [Sm ³]	$\Phi_{GL,del}$ [kWt/el]
<i>1 - ANNO 2022</i>	<i>H</i>	<i>365</i>	<i>13,5</i>	<i>120077</i>	<i>257,62</i>
TOTALE		365	-	120077	-

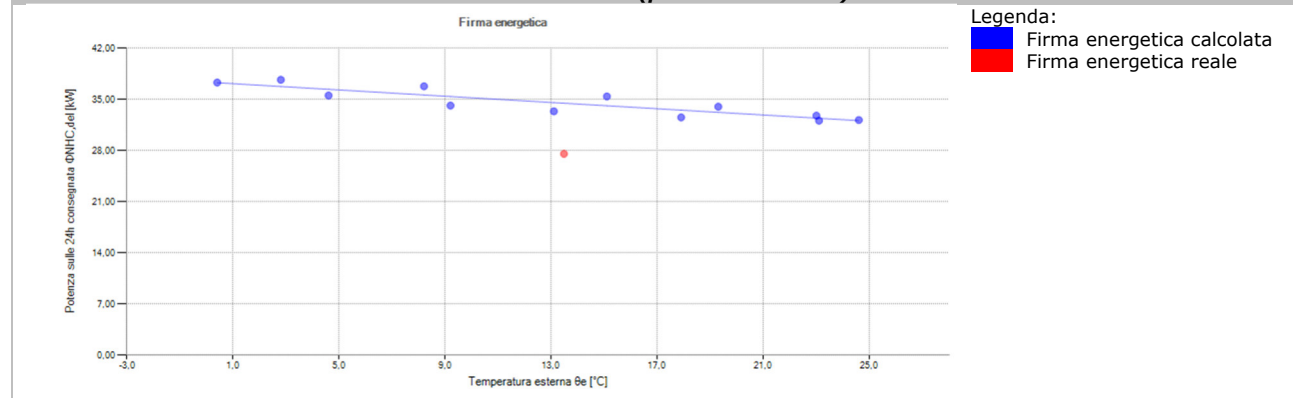
Contatore	<i>2</i>	Unità di misura	<i>kWh</i>
Vettore energetico	<i>Energia elettrica</i>	Servizi	<i>Hidr, L</i>



Firma energetica calcolata							
Mesi	Codice Mesi	g [g]	θ_e [°C]	g _{risc} [g]	$\theta_{e,risc}$ [°C]	CoH [kWh]	$\Phi_{H,del}$ [kWt/el]
<i>gennaio</i>	<i>H</i>	<i>31</i>	<i>0,4</i>	<i>31</i>	<i>0,4</i>	<i>1831</i>	<i>2,46</i>
<i>febbraio</i>	<i>H</i>	<i>28</i>	<i>4,6</i>	<i>28</i>	<i>4,6</i>	<i>1350</i>	<i>2,01</i>
<i>marzo</i>	<i>H</i>	<i>31</i>	<i>9,2</i>	<i>31</i>	<i>9,2</i>	<i>1174</i>	<i>1,58</i>
<i>aprile</i>	<i>H</i>	<i>30</i>	<i>13,1</i>	<i>15</i>	<i>12,2</i>	<i>331</i>	<i>0,92</i>
<i>maggio</i>	<i>NH</i>	<i>31</i>	<i>17,9</i>	<i>0</i>	<i>17,9</i>	<i>0</i>	<i>0,00</i>
<i>giugno</i>	<i>NH</i>	<i>30</i>	<i>23,1</i>	<i>0</i>	<i>23,1</i>	<i>0</i>	<i>0,00</i>
<i>luglio</i>	<i>NH</i>	<i>31</i>	<i>24,6</i>	<i>0</i>	<i>24,6</i>	<i>0</i>	<i>0,00</i>
<i>agosto</i>	<i>NH</i>	<i>31</i>	<i>23,0</i>	<i>0</i>	<i>23,0</i>	<i>0</i>	<i>0,00</i>
<i>settembre</i>	<i>NH</i>	<i>30</i>	<i>19,3</i>	<i>0</i>	<i>19,3</i>	<i>0</i>	<i>0,00</i>
<i>ottobre</i>	<i>H</i>	<i>31</i>	<i>15,1</i>	<i>17</i>	<i>13,3</i>	<i>390</i>	<i>0,96</i>
<i>novembre</i>	<i>H</i>	<i>30</i>	<i>8,2</i>	<i>30</i>	<i>8,2</i>	<i>1310</i>	<i>1,82</i>
<i>dicembre</i>	<i>H</i>	<i>31</i>	<i>2,8</i>	<i>31</i>	<i>2,8</i>	<i>1721</i>	<i>2,31</i>
TOTALE		365	-	183	-	8108	-

Firma energetica reale							
Periodo	Codice Periodo	g [g]	θ_e [°C]	g _{risc} [g]	$\theta_{e,risc}$ [°C]	CoH [kWh]	$\Phi_{H,del}$ [kWt/el]
<i>1 - ANNO 2022</i>	<i>H</i>	<i>365</i>	<i>13,5</i>	<i>183</i>	<i>6,4</i>	<i>6475</i>	<i>1,47</i>
TOTALE		365	-	183	-	6475	-

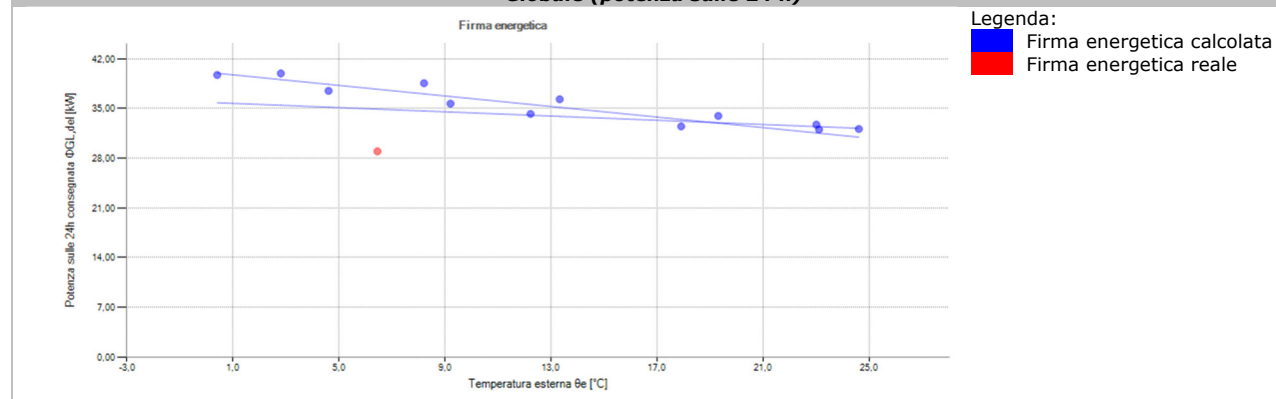
Servizi differenti (potenza sulle 24 h)



Firma energetica calcolata					
Mesi	Codice Mesi	g [g]	θe [°C]	CONHC [kWh]	ΦNHC,del [kWt/el]
<i>gennaio</i>	<i>H</i>	<i>31</i>	<i>0,4</i>	<i>27706</i>	<i>37,24</i>
<i>febbraio</i>	<i>H</i>	<i>28</i>	<i>4,6</i>	<i>23829</i>	<i>35,46</i>
<i>marzo</i>	<i>H</i>	<i>31</i>	<i>9,2</i>	<i>25362</i>	<i>34,09</i>
<i>aprile</i>	<i>H</i>	<i>30</i>	<i>13,1</i>	<i>23977</i>	<i>33,30</i>
<i>maggio</i>	<i>NH</i>	<i>31</i>	<i>17,9</i>	<i>24157</i>	<i>32,47</i>
<i>giugno</i>	<i>NH</i>	<i>30</i>	<i>23,1</i>	<i>23057</i>	<i>32,02</i>
<i>luglio</i>	<i>NH</i>	<i>31</i>	<i>24,6</i>	<i>23885</i>	<i>32,10</i>
<i>agosto</i>	<i>NH</i>	<i>31</i>	<i>23,0</i>	<i>24337</i>	<i>32,71</i>
<i>settembre</i>	<i>NH</i>	<i>30</i>	<i>19,3</i>	<i>24434</i>	<i>33,94</i>
<i>ottobre</i>	<i>H</i>	<i>31</i>	<i>15,1</i>	<i>26286</i>	<i>35,33</i>
<i>novembre</i>	<i>H</i>	<i>30</i>	<i>8,2</i>	<i>26439</i>	<i>36,72</i>
<i>dicembre</i>	<i>H</i>	<i>31</i>	<i>2,8</i>	<i>27983</i>	<i>37,61</i>
TOTALE		365	-	301453	-

Firma energetica reale					
Periodo	Codice Periodo	g [g]	θe [°C]	CONHC [kWh]	ΦNHC,del [kWt/el]
1 - ANNO 2022	H	365	13,5	240737	27,48
TOTALE		365	-	240737	-

Globale (potenza sulle 24 h)



Firma energetica calcolata					
Mesi	Codice Mesi	g [g]	θe [°C]	CoGL [kWh]	ΦGL,del [kWt/el]
<i>gennaio</i>	<i>H</i>	<i>31</i>	<i>0,4</i>	<i>29537</i>	<i>39,70</i>
<i>febbraio</i>	<i>H</i>	<i>28</i>	<i>4,6</i>	<i>25179</i>	<i>37,47</i>
<i>marzo</i>	<i>H</i>	<i>31</i>	<i>9,2</i>	<i>26536</i>	<i>35,67</i>
<i>aprile</i>	<i>H</i>	<i>30</i>	<i>13,1</i>	<i>24308</i>	<i>34,22</i>
<i>maggio</i>	<i>NH</i>	<i>31</i>	<i>17,9</i>	<i>24157</i>	<i>32,47</i>
<i>giugno</i>	<i>NH</i>	<i>30</i>	<i>23,1</i>	<i>23057</i>	<i>32,02</i>
<i>luglio</i>	<i>NH</i>	<i>31</i>	<i>24,6</i>	<i>23885</i>	<i>32,10</i>
<i>agosto</i>	<i>NH</i>	<i>31</i>	<i>23,0</i>	<i>24337</i>	<i>32,71</i>
<i>settembre</i>	<i>NH</i>	<i>30</i>	<i>19,3</i>	<i>24434</i>	<i>33,94</i>
<i>ottobre</i>	<i>H</i>	<i>31</i>	<i>15,1</i>	<i>26676</i>	<i>36,29</i>
<i>novembre</i>	<i>H</i>	<i>30</i>	<i>8,2</i>	<i>27749</i>	<i>38,54</i>
<i>dicembre</i>	<i>H</i>	<i>31</i>	<i>2,8</i>	<i>29704</i>	<i>39,92</i>
TOTALE		365	-	309561	-

Firma energetica reale					
Periodo	Codice Periodo	g [g]	θ_e [°C]	COGL [kWh]	$\Phi_{GL,del}$ [kWt/et]
1 - ANNO 2022	H	365	13,5	247212	28,96
TOTALE		365	-	247212	-

Legenda dei simboli:

g	Giorni effettivi del periodo
θ_e	Temperatura esterna media del periodo
g _{risc}	Giorni di riscaldamento del periodo
g _{raffr}	Giorni di raffrescamento del periodo
$\theta_{e,risc}$	Temperatura esterna media riproporzionata sui giorni di riscaldamento
$\theta_{e,raff}$	Temperatura esterna media riproporzionata sui giorni di raffrescamento
Φ_{del}	Potenza consegnata del periodo

Legenda dei servizi:

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

Legenda dei codici:

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

5.1.2 Stagione media

5.1.2.1 Consumi annui

Dati climatici (modello di calcolo)

Tipologia	Secondo modellazione EC700											
	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
θ_{est} [°C]	0,4	4,6	9,2	13,1	17,9	23,1	24,6	23,0	19,3	15,1	8,2	2,8
$H_{or,di}$ [W/m²]	25,5	67,1	93,8	115,7	150,5	184,0	180,6	141,2	92,6	55,6	35,9	19,7
$H_{or,dif}$ [W/m²]	23,1	35,9	56,7	76,4	100,7	103,0	98,4	88,0	74,1	47,5	26,6	20,8

Legenda dei simboli:

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

Stagione di riscaldamento

Data di inizio	15/10/2021				Data di fine	15/04/2022						
	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
g_{risc} [g]	31	28	31	15	-	-	-	-	-	17	30	31
$\theta_{est,risc}$ [°C]	0,4	4,6	9,2	12,2	-	-	-	-	-	13,3	8,2	2,8

Consumi e validazione

Vettore energetico	Metano
--------------------	--------

Servizio	CO_{calc} [Sm³]	CO_{reale} [Sm³]	F_{agg} [-]	$CO_{reale,agg}$ [Sm³]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	195374	120077	1,00	120609	62,0
Globale (GI)	195374	120077	0,00	120609	62,0

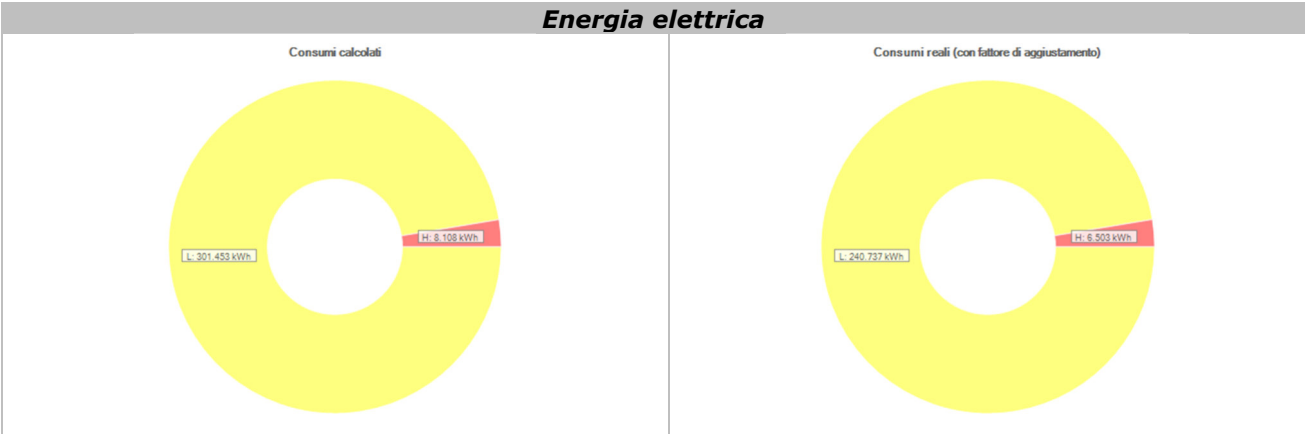
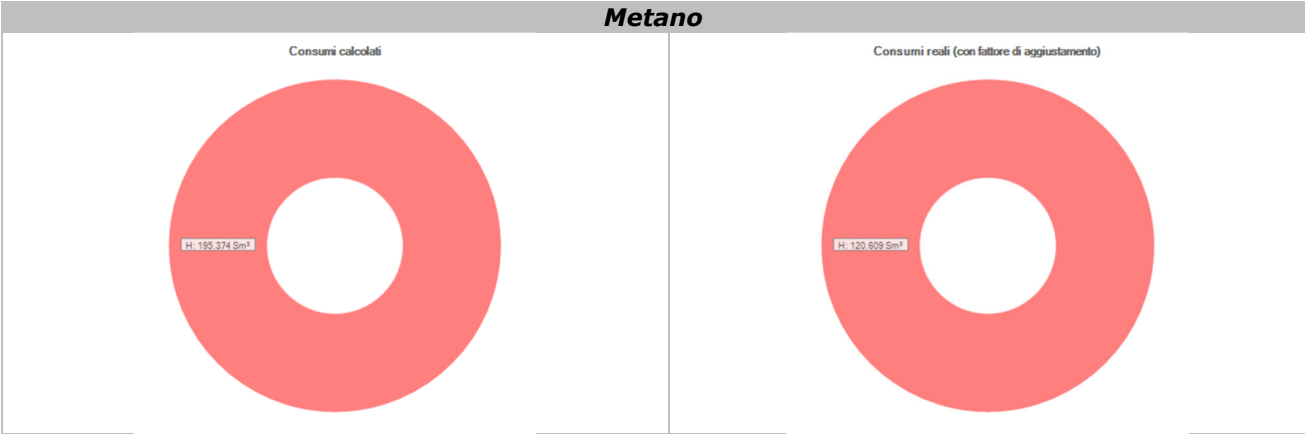
Vettore energetico	Energia elettrica
--------------------	-------------------

Servizio	CO_{calc} [kWh]	CO_{reale} [kWh]	F_{agg} [-]	$CO_{reale,agg}$ [kWh]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	8108	6475	1,00	6503	24,7
Illuminazione (L)	301453	240737	1,00	240737	25,2
Globale (GI)	309561	247212	0,00	247241	25,2

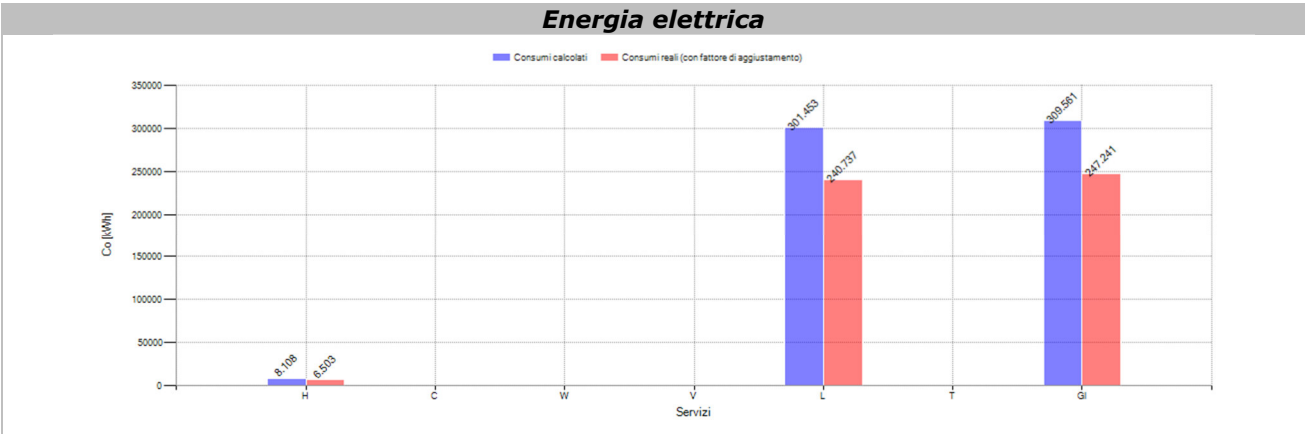
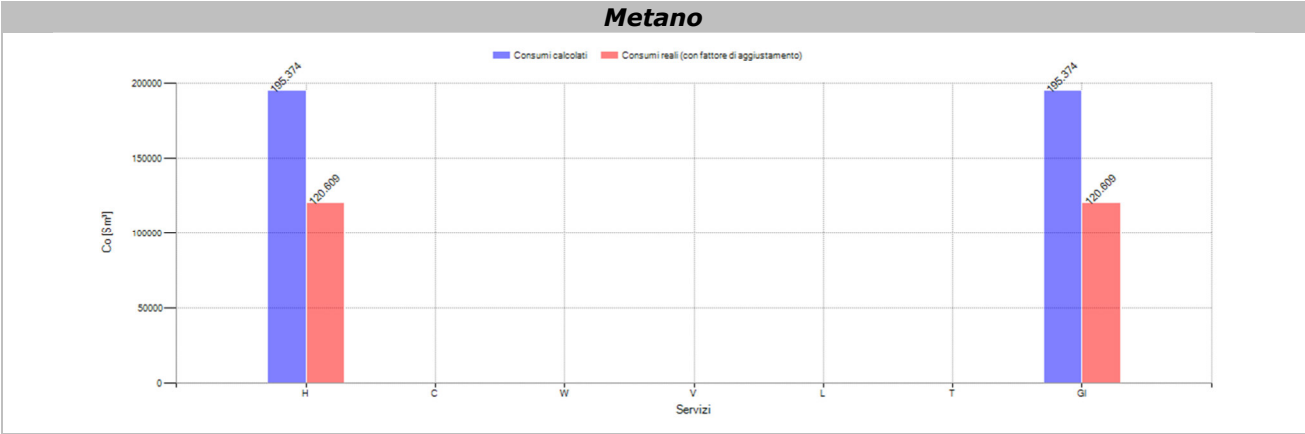
Legenda dei simboli:

CO_{calc}	Consumo calcolato (operativo)
CO_{reale}	Consumo reale (effettivo)
F_{agg}	Fattore di aggiustamento
$CO_{reale,agg}$	Consumo reale comprensivo del fattore di aggiustamento
Δ	Scostamento consumo

Suddivisione per servizio



Confronto



6 RACCOMANDAZIONI CIRCA I POSSIBILI INTERVENTI

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

Prospetto 2 Classificazione degli interventi di risparmio energetico

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

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

Riepilogo scenari

N°	Descrizione	C [€]	ΔS_{gl} [€/anno]	t_r [anni]	$\Delta EP_{gl,nren}$ [kWh _p /m ² anno]	Classe energetica
1	Riqualificazione centrale termica	168365,00	7295,81	23,1	6,31	B
2	Interventi sui circuiti	46447,56	17233,74	2,7	26,42	B
3	Solare fotovoltaico – Edificio Berenini	117025,00	14604,77	8,0	4,77	B
4	Solare fotovoltaico – Edificio D'Annunzio	70215,00	8762,66	8,0	9,42	B

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 Riqualificazione centrale termica

Dati generali

Numero	1		
Descrizione	Riqualificazione centrale termica		
Costo stimato	C	168365,00	€
Risparmio economico conseguibile	ΔS_{gl}	7295,81	€/anno
Tempo di ritorno semplice	t_r	23,1	anni
Risparmio energetico conseguibile	$\Delta EP_{gl,nren}$	6,31	kWh _p /m ² anno
Classe energetica raggiungibile	B		

Descrizione sintetica scenario

Riepilogo interventi

N°	Descrizione	Costo (C) [€]
1	Sostituzione del generatore di calore per riscaldamento mediante caldaia a condensazione classificata **** stelle	157795,00
2	Sostituzione del generatore di calore per acqua calda sanitaria - Zona climatizzata - Berenini	10570,00

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		
Zona di pertinenza	Edificio		
Costo stimato	C	157795,00	€

Intervento

Configurazione centrale termica	Generatori multipli in cascata
---------------------------------	--------------------------------

Caratteristiche caldaia

Tipologia	Generatore a gas, a condensazione 4 stelle (****)		
Potenza utile nominale	Φ_n	1619,49	kW _t
Salto termico fumi-acqua di ritorno	$\Delta\theta$	< 12	°C
Rendimento di generazione base	$\eta_{gen,base}$	104,00	%
Generatore monostadio	No		
Installazione all'esterno	No		
Temperatura di ritorno nel mese più freddo	θ_r	40	°C
Rendimento di generazione	η_{gen}	104,00	%

Vettore energetico

Tipologia	Metano		
Potere calorifico inferiore	PCI	9,940	kWh _t /Nm ³
Costo	c	0,87	€/Nm ³
Fattore di emissione di CO ₂	f _{CO2}	0,1998	kg/kWh _{t/el}

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

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

Ausiliari

Potenza ausiliari	Φ_{aux}	1562	W _{el}
-------------------	--------------	------	-----------------

6.1.2 Sostituzione del generatore di calore per acqua calda sanitaria - Zona climatizzata - Berenini

Dati generali

Intervento	2		
Tipologia	Sostituzione del generatore di calore per acqua calda sanitaria		
Descrizione	Sostituzione del generatore di calore per acqua calda sanitaria - Zona climatizzata - Berenini		
Zona di pertinenza	Zona climatizzata - Berenini		
Costo stimato	C	10570,00	€

Descrizione sintetica intervento

Sostituzione dello scaldacqua a gas metano con pompa di calore monoblocco dedicata
--

Intervento

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

Rendimento mensile noto ACS

Potenza utile nominale	$\Phi_{gn,Pn}$										3,00	kW _t
Rendimento mensile noto	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
$\eta_{w,gen}$ [%]	90,0	90,0	100,0	150,0	150,0	150,0	0,0	0,0	150,0	150,0	90,0	90,0

Vettore energetico

Tipologia	Energia elettrica		
Potere calorifico inferiore	PCI	1,000	kWh _t /kWh
Costo	c	0,25	€/ kWh
Fattore di emissione di CO ₂	f _{CO2}	0,4332	kg/kWh _{t/el}

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

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

6.1.3 Prestazioni raggiungibili

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

6.1.3.1 Edificio

Consumi (Co)

Servizio	Metano [Sm ³]		
	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	195374	188444	-3,5
Acqua calda sanitaria (W)	85	0	-100,0
Globale	195459	188444	-3,6

Servizio	Energia elettrica [kWh]		
	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	8108	1694	-79,1
Acqua calda sanitaria (W)	1929	2466	27,8
Illuminazione (L)	301453	301155	-0,1
Globale	311490	305314	-2,0

Spesa (S) [€]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	162233,52	154947,91	4,5
Acqua calda sanitaria (W)	551,96	616,39	-11,7
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	75363,28	75288,64	0,1
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale	238148,75	230852,94	3,1

Valutazione economica preliminare

Costo stimato (C) [€]	168365,00
Risparmio economico conseguibile (ΔS _{gt}) [€/anno]	7295,81
Tempo di ritorno semplice (t _r) [anni]	23,1

Rendimenti (η) [%]

Sottosistema	Riscaldamento idronico (H _{idr})		
	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Emissione (η _{em})	92,0	92,0	0,0
Regolazione (η _{reg})	98,0	98,0	0,0
Distribuzione di utenza (η _{du})	94,0	94,0	0,0
Accumulo (η _s)	100,0	100,0	0,0
Distribuzione primaria (η _{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione (η _{gen,ut})	100,3	104,0	3,7
Generazione (η _{gen,p,nren})	94,7	98,9	4,4
Generazione (η _{gen,p,tot})	94,5	98,8	4,5
Globale medio stagionale (η_{g,p,nren})	80,3	83,8	4,3
Globale medio stagionale (η_{g,p,tot})	80,1	83,8	4,5
Valore limite (η_{lim})	73,3	-	-

Sottosistema	Acqua calda sanitaria (W)		
	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 (η _{gen,ut})	77,6	83,7	7,8
Generazione (η _{gen,p,nren})	45,7	42,9	-6,0
Generazione (η _{gen,p,tot})	38,2	34,6	-9,4
Globale medio stagionale (η_{g,p,nren})	42,3	40,5	-4,3
Globale medio stagionale (η_{g,p,tot})	35,4	32,4	-8,4
Valore limite (η_{lim})	0,0	-	-

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

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]	Valore limite
Riscaldamento (H)	121,27	121,27	0,0	90,04
Raffrescamento (C)	18,60	18,60	0,0	13,06

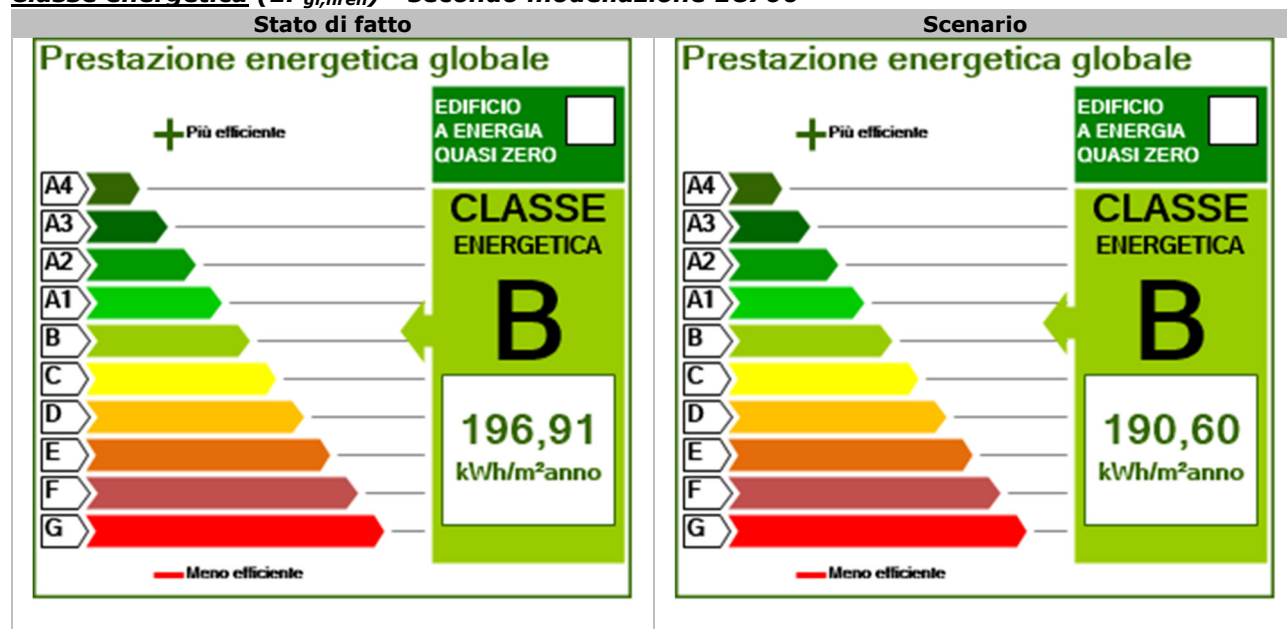
Indici di prestazione energetica dell'edificio (EP) [kWh_p/m^2]

Non rinnovabile (EP_{nren})			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	151,01	144,72	-4,2
Acqua calda sanitaria (W)	0,36	0,37	4,5
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	45,55	45,50	-0,1
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (GI)	196,91	190,60	-3,2

Rinnovabile (EP_{ren})			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	0,33	0,07	-79,2
Acqua calda sanitaria (W)	0,07	0,09	32,8
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	12,76	12,77	0,1
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (GI)	13,15	12,93	-1,7

Totale (EP_{tot})			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	151,34	144,79	-4,3
Acqua calda sanitaria (W)	0,43	0,47	9,1
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	58,30	58,27	-0,1
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (GI)	210,07	203,53	-3,1
Valore limite ($EP_{gl,tot,lim}$)	182,75	-	-

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



Quota rinnovabile (QR) [%]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]	Valore minimo
Riscaldamento (H)	0,2	0,0	-92,1	-
Acqua calda sanitaria (W)	16,5	20,1	21,8	50
Raffrescamento (C)	0,0	0,0	0,0	-
Globale (H + W + C)	0,3	0,1	-76,0	20 / 35 / 50
Ventilazione (V)	0,0	0,0	0,0	-
Illuminazione (L)	21,9	21,9	0,0	-
Trasporto (T)	0,0	0,0	0,0	-
Globale (GI)	6,3	6,4	1,6	-

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

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

Emissioni (Em_{CO2}) [kg]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	390328,67	373666,59	-4,3
Acqua calda sanitaria (W)	1055,49	1134,17	7,5
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	138668,44	138531,10	-0,1
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (GI)	530052,60	513331,85	-3,2

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

6.1.3.2 Zona climatizzata - Berenini

Consumi (Co)

Servizio	Metano [Sm ³] Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	190154	183431	-3,5
Acqua calda sanitaria (W)	85	0	-100,0
Globale	190238	183431	-3,6

Servizio	Energia elettrica [kWh] Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	7899	1646	-79,2
Acqua calda sanitaria (W)	19	555	2870,7
Illuminazione (L)	257442	257144	-0,1
Globale	265360	259345	-2,3

Spesa (S) [€]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	157900,72	150825,24	4,5
Acqua calda sanitaria (W)	74,26	138,70	-86,8
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	64360,58	64285,94	0,1
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale	222335,56	215249,89	3,2

Valutazione economica preliminare

Costo stimato (C) [€]	168365,00
Risparmio economico conseguibile (ΔS_{gl}) [€/anno]	7295,81
Tempo di ritorno semplice (t_r) [anni]	23,1

Rendimenti (η) [%]

Sottosistema	Riscaldamento idronico (H _{idr}) Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Emissione (η _{em})	92,0	92,0	0,0
Regolazione (η _{reg})	98,0	98,0	0,0
Distribuzione di utenza (η _{du})	94,0	94,0	0,0
Accumulo (η _s)	100,0	100,0	0,0
Distribuzione primaria (η _{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione (η _{gen,ut})	100,3	104,0	3,7
Generazione (η _{gen,p,nren})	94,7	98,9	4,4
Generazione (η _{gen,p,tot})	94,5	98,8	4,5
Globale medio stagionale (η_{g,p,nren})	80,3	83,8	4,3
Globale medio stagionale (η_{g,p,tot})	80,1	83,8	4,5
Valore limite (η_{lim})	0,0	-	-

Sottosistema	Acqua calda sanitaria (W) 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 (η _{gen,ut})	84,0	111,4	32,7
Generazione (η _{gen,p,nren})	76,4	57,1	-25,2
Generazione (η _{gen,p,tot})	75,5	46,0	-39,1
Globale medio stagionale (η_{g,p,nren})	71,0	57,5	-19,0
Globale medio stagionale (η_{g,p,tot})	70,1	44,7	-36,2
Valore limite (η_{lim})	56,7	-	-

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

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]	Valore limite
Riscaldamento (H)	138,14	138,14	0,0	101,65
Raffrescamento (C)	16,64	16,64	0,0	11,16

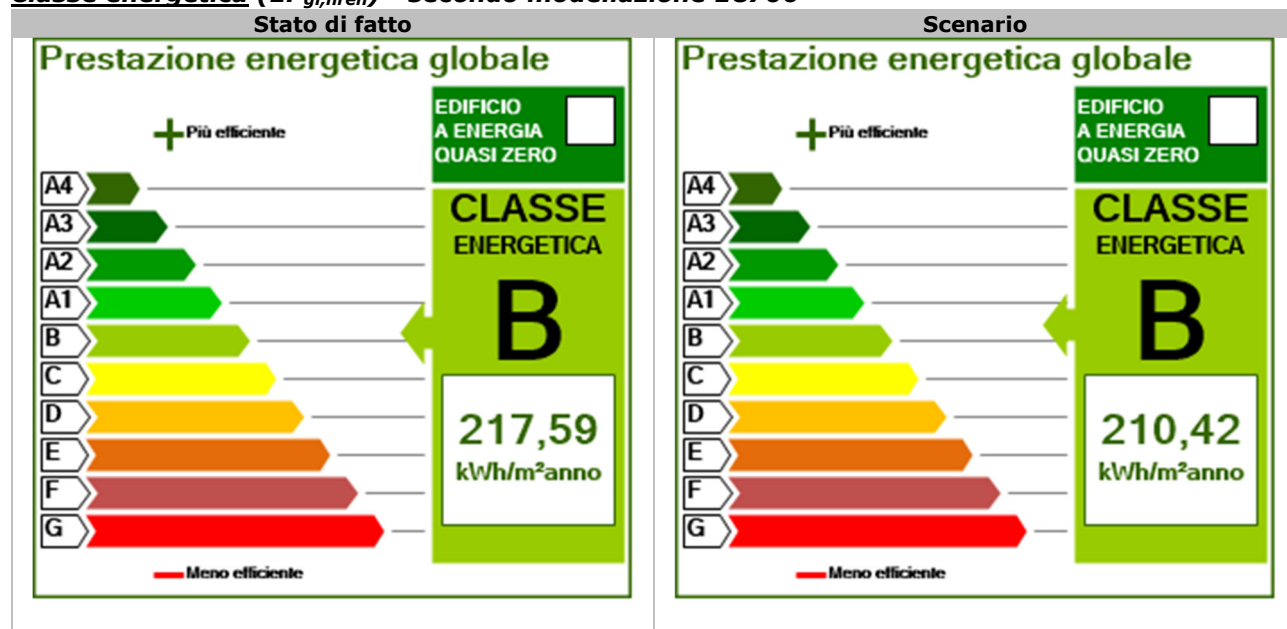
Indici di prestazione energetica dell'edificio (EP) [kWh_p/m^2]

Non rinnovabile (EP_{nren})			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	171,99	164,85	-4,1
Acqua calda sanitaria (W)	0,08	0,10	23,5
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	45,52	45,47	-0,1
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (GI)	217,59	210,42	-3,3

Rinnovabile (EP_{ren})			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	0,38	0,08	-79,2
Acqua calda sanitaria (W)	0,00	0,03	2852,6
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	13,05	13,07	0,1
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (GI)	13,43	13,17	-1,9

Totale (EP_{tot})			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	172,37	164,93	-4,3
Acqua calda sanitaria (W)	0,08	0,13	56,9
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	58,57	58,53	-0,1
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (GI)	231,02	223,59	-3,2
Valore limite ($EP_{gl,tot,lim}$)	198,71	-	-

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



Quota rinnovabile (QR) [%]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]	Valore minimo
Riscaldamento (H)	0,2	0,0	-91,7	-
Acqua calda sanitaria (W)	1,2	22,2	1780,3	50
Raffrescamento (C)	0,0	0,0	0,0	-
Globale (H + W + C)	0,2	0,1	-91,5	20 / 35 / 50
Ventilazione (V)	0,0	0,0	0,0	-
Illuminazione (L)	22,3	22,3	0,0	-
Trasporto (T)	0,0	0,0	0,0	-
Globale (GI)	5,8	5,9	1,7	-

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)	379902,95	363724,85	-4,3
Acqua calda sanitaria (W)	176,53	255,21	44,6
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	118423,46	118286,13	-0,1
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (GI)	498502,95	482266,19	-3,3

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

6.1.3.3 Zona climatizzata - D'annunzio

Consumi (Co)

Servizio	Metano [Sm ³] Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	5220	5013	-4,0
Globale	5220	5013	-4,0

Servizio	Energia elettrica [kWh] Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	209	47	-77,3
Acqua calda sanitaria (W)	1911	1911	0,0
Illuminazione (L)	44011	44011	0,0
Globale	46130	45969	-0,3

Spesa (S) [€]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	4332,80	4122,67	4,8
Acqua calda sanitaria (W)	477,69	477,69	0,0
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	11002,70	11002,70	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale	15813,19	15603,06	1,3

Valutazione economica preliminare

Costo stimato (C) [€]	168365,00
Risparmio economico conseguibile (ΔS _{gl}) [€/anno]	7295,81
Tempo di ritorno semplice (t _r) [anni]	23,1

Rendimenti (η) [%]

Sottosistema	Riscaldamento idronico (H _{idr}) Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Emissione (η _{em})	92,0	92,0	0,0
Regolazione (η _{reg})	98,0	98,0	0,0
Distribuzione di utenza (η _{du})	94,0	94,0	0,0
Accumulo (η _s)	100,0	100,0	0,0
Distribuzione primaria (η _{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione (η _{gen,ut})	100,3	104,0	3,7
Generazione (η _{gen,p,nren})	94,7	98,9	4,4
Generazione (η _{gen,p,tot})	94,5	98,8	4,5
Globale medio stagionale (η_{g,p,nren})	80,3	83,8	4,3
Globale medio stagionale (η_{g,p,tot})	80,1	83,8	4,5
Valore limite (η_{lim})	0,0	-	-

Sottosistema	Acqua calda sanitaria (W) 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 (η _{gen,ut})	75,0	75,0	0,0
Generazione (η _{gen,p,nren})	38,5	38,5	0,0
Generazione (η _{gen,p,tot})	31,0	31,0	0,0
Globale medio stagionale (η_{g,p,nren})	35,6	35,6	0,0
Globale medio stagionale (η_{g,p,tot})	28,7	28,7	0,0
Valore limite (η_{lim})	28,9	-	-

Indici di prestazione termica del fabbricato (EP_{nd}) [kWh_t/m²]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]	Valore limite
Riscaldamento (H)	22,18	22,18	0,0	21,88
Raffrescamento (C)	30,14	30,14	0,0	24,25

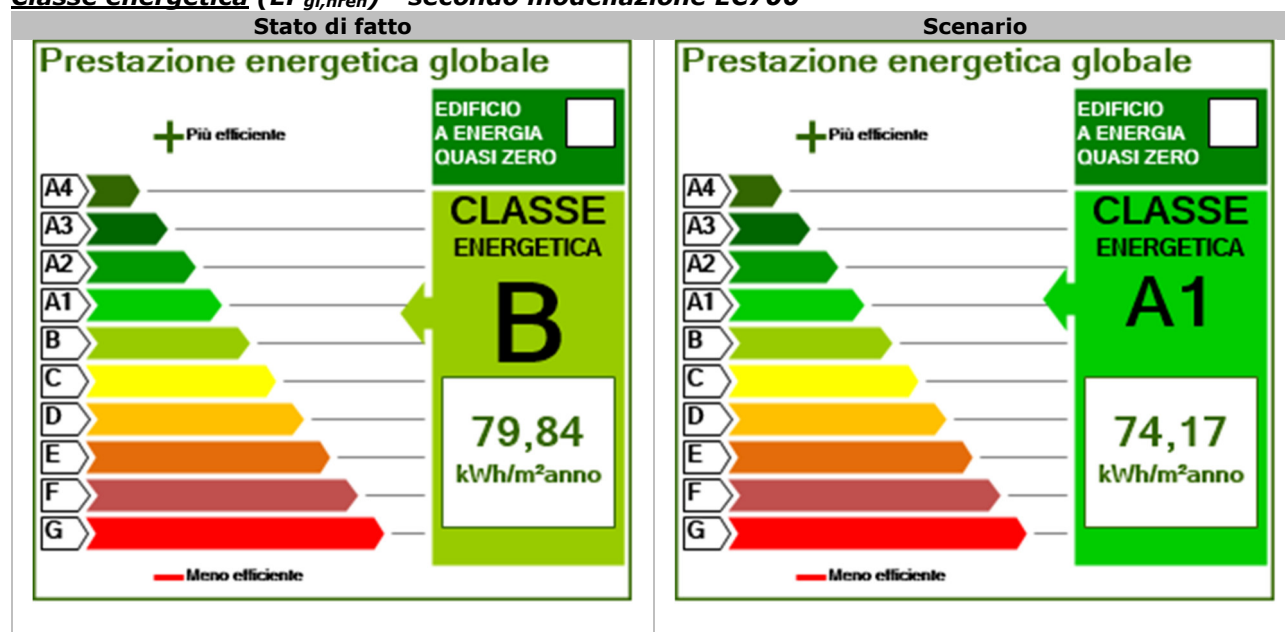
Indici di prestazione energetica dell'edificio (EP) [kWh_p /m²]

Non rinnovabile (EP _{nren})			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	32,14	26,47	-17,6
Acqua calda sanitaria (W)	1,98	1,98	0,0
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	45,72	45,72	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (GI)	79,84	74,17	-1,7

Rinnovabile (EP _{ren})			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	0,06	0,01	-77,3
Acqua calda sanitaria (W)	0,48	0,48	0,0
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	11,02	11,02	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (GI)	11,56	11,51	-0,3

Totale (EP _{tot})			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	32,20	26,48	-4,7
Acqua calda sanitaria (W)	2,46	2,46	0,0
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	56,73	56,73	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (GI)	91,40	85,68	-1,5
Valore limite (EP_{gl,tot,lim})	89,03	-	-

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



Quota rinnovabile (QR) [%]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]	Valore minimo
Riscaldamento (H)	0,2	0,0	-53,2	-
Acqua calda sanitaria (W)	19,4	19,4	0,0	50
Raffrescamento (C)	0,0	0,0	0,0	-
Globale (H + W + C)	1,6	1,7	-5,7	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 (GI)	12,6	13,4	1,5	-

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)	12083,51	9941,74	-4,6
Acqua calda sanitaria (W)	878,95	878,95	0,0
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	20244,97	20244,97	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (GI)	33207,44	31065,66	-1,5

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

6.2 Interventi sui circuiti

Dati generali

Numero	2		
Descrizione	Interventi sui circuiti		
Costo stimato	C	46447,56	€
Risparmio economico conseguibile	ΔS_{gl}	17233,74	€/anno
Tempo di ritorno semplice	t_r	2,7	anni
Risparmio energetico conseguibile	$\Delta EP_{gl,nren}$	26,42	kWh _p /m ² anno
Classe energetica raggiungibile	B		

Riepilogo interventi

N°	Descrizione	Costo (C) [€]
1	Installazione di sistemi di contabilizzazione	30275,46
2	Installazione valvole termostatiche – Edificio Liceo D'Annunzio	16172,10

6.2.1 Installazione di sistemi di contabilizzazione

Dati generali

Intervento	2		
Tipologia	Installazione di sistemi di contabilizzazione		
Descrizione	Installazione di sistemi di contabilizzazione		
Zona di pertinenza	Edificio		
Costo stimato	C	30275,46	€

Numero di circuiti	9
--------------------	---

Circuito Riscaldamento

Fabbisogno ideale	$Q_{H,sys,out}$	1565070	kWh _t
Fabbisogno ideale netto	$Q'_{H,sys,out}$	1565030	kWh _t
Fabbisogno corretto per intermittenza	$Q_{H,sys,out,interm}$	1565030	kWh _t
Fattore di contabilizzazione	f_{cont}	0,90	-
Fabbisogno corretto per contabilizzazione	$Q_{H,sys,out,cont}$	1408527	kWh _t
Costo specifico	c	3363,94	€/cad
Numero di dispositivi	n	9	-

1.2.1 Installazione valvole termostatiche su tutti i corpi radianti - Zona climatizzata – D'Annunzio

Dati generali

Intervento	1		
Tipologia	Installazione valvole termostatiche su tutti i corpi radianti		
Descrizione	Installazione valvole termostatiche su tutti i corpi radianti - Zona climatizzata - Berenini		
Zona di pertinenza	Edificio		
Costo stimato	C	16172,09	€

Descrizione sintetica intervento

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

Intervento

Regolazione			
Tipologia di regolazione	Per singolo ambiente + climatica		
Caratteristiche regolazione	P banda proporzionale 0,5 °C		
Rendimento di regolazione	$\eta_{H,idr,reg}$	99,0	%
Costo specifico	c	204,71	€/cad
Numero di corpi scaldanti	n	79	-

6.2.2 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.

6.2.2.1 Edificio

Consumi (Co)

Servizio	Metano [Sm ³]		
	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	195374	161080	-17,5
Acqua calda sanitaria (W)	85	85	0,0
Globale	195459	161165	-17,5

Servizio	Energia elettrica [kWh]		
	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	8108	6947	-14,3
Acqua calda sanitaria (W)	1929	1929	0,0
Illuminazione (L)	301453	301433	0,0
Globale	311490	310309	-3,8

Spesa (S) [€]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	162233,52	145004,89	10,6
Acqua calda sanitaria (W)	551,96	551,96	0,0
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	75363,28	75358,16	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale	238148,75	220915,01	7,2

Valutazione economica preliminare

Costo stimato (C) [€]	46447,56
Risparmio economico conseguibile (ΔS _{gt}) [€/anno]	17233,74
Tempo di ritorno semplice (t _r) [anni]	2,7

Rendimenti (η) [%]

Sottosistema	Riscaldamento idronico (H _{idr})		
	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Emissione (η _{em})	92,0	92,0	0,0
Regolazione (η _{reg})	98,0	98,0	0,0
Distribuzione di utenza (η _{du})	94,0	94,0	0,0
Accumulo (η _s)	100,0	100,0	0,0
Distribuzione primaria (η _{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione (η _{gen,ut})	100,3	100,2	-0,1
Generazione (η _{gen,p,nren})	94,7	94,5	-0,2
Generazione (η _{gen,p,tot})	94,5	94,3	-0,2
Globale medio stagionale (η_{g,p,nren})	80,3	89,1	10,9
Globale medio stagionale (η_{g,p,tot})	80,1	88,9	10,9
Valore limite (η_{lim})	73,3	-	-

Sottosistema	Acqua calda sanitaria (W)		
	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 (η _{gen,ut})	77,6	77,6	0,0
Generazione (η _{gen,p,nren})	45,7	45,7	0,0
Generazione (η _{gen,p,tot})	38,2	38,2	0,0
Globale medio stagionale (η_{g,p,nren})	42,3	42,3	0,0
Globale medio stagionale (η_{g,p,tot})	35,4	35,4	0,0
Valore limite (η_{lim})	0,0	-	-

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

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]	Valore limite
Riscaldamento (H)	121,27	121,27	0,0	90,04
Raffrescamento (C)	18,60	18,60	0,0	13,06

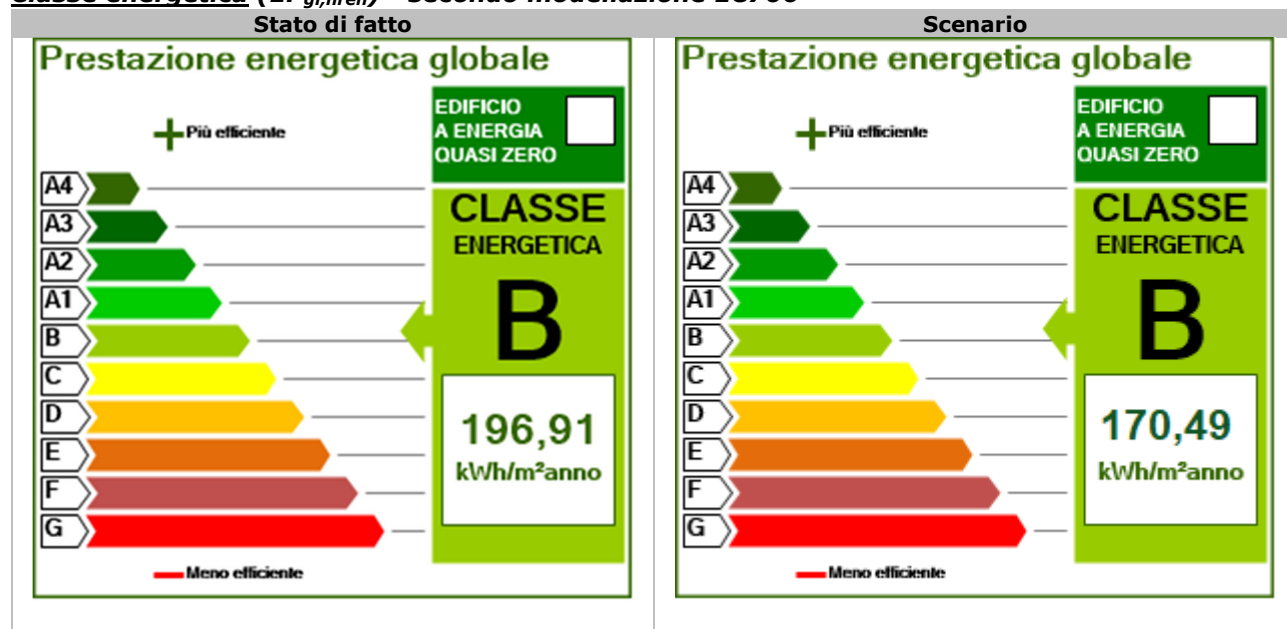
Indici di prestazione energetica dell'edificio (EP) [kWh_p/m^2]

Non rinnovabile (EP_{nren})			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	151,01	124,58	-17,5
Acqua calda sanitaria (W)	0,36	0,36	0,0
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	45,55	45,55	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (GI)	196,91	170,49	-13,4

Rinnovabile (EP_{ren})			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	0,33	0,31	-4,9
Acqua calda sanitaria (W)	0,07	0,07	0,0
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	12,76	12,76	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (GI)	13,15	13,14	-0,1

Totale (EP_{tot})			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	151,34	124,89	-17,5
Acqua calda sanitaria (W)	0,43	0,43	0,0
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	58,30	58,30	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (GI)	210,07	183,62	-12,5
Valore limite ($EP_{gl,tot,lim}$)	182,75	-	-

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



Quota rinnovabile (QR) [%]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]	Valore minimo
Riscaldamento (H)	0,2	0,2	0,0	-
Acqua calda sanitaria (W)	16,5	16,5	0,0	50
Raffrescamento (C)	0,0	0,0	0,0	-
Globale (H + W + C)	0,3	0,3	0,0	20 / 35 / 50
Ventilazione (V)	0,0	0,0	0,0	-
Illuminazione (L)	21,9	21,9	0,0	-
Trasporto (T)	0,0	0,0	0,0	-
Globale (GI)	6,3	6,7	8,0	-

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)	390328,67	322021,15	-17,5
Acqua calda sanitaria (W)	1055,49	1055,49	0,0
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	138668,44	138659,02	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (GI)	530052,60	461735,66	-12,9

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

6.2.2.2 Zona climatizzata - Berenini

Consumi (Co)

Servizio	Metano [Sm ³] Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	190154	171370	-9,9
Acqua calda sanitaria (W)	85	85	0,0
Globale	190238	171455	-9,9

Servizio	Energia elettrica [kWh] Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	7899	7512	-4,9
Acqua calda sanitaria (W)	19	19	0,0
Illuminazione (L)	257442	257422	0,0
Globale	265360	264953	-0,2

Spesa (S) [€]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	157900,72	142401,71	9,8
Acqua calda sanitaria (W)	74,26	74,26	0,0
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	64360,58	64355,46	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale	222335,56	206831,44	7,0

Valutazione economica preliminare

Costo stimato (C) [€]	46447,56
Risparmio economico conseguibile (ΔS_{gl}) [€/anno]	15925,42
Tempo di ritorno semplice (t_r) [anni]	2,9

Rendimenti (η) [%]

Sottosistema	Riscaldamento idronico (H _{idr}) Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Emissione (η _{em})	92,0	92,0	0,0
Regolazione (η _{reg})	98,0	98,0	0,0
Distribuzione di utenza (η _{du})	94,0	94,0	0,0
Accumulo (η _s)	100,0	100,0	0,0
Distribuzione primaria (η _{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione (η _{gen,ut})	100,3	100,2	-0,1
Generazione (η _{gen,p,nren})	94,7	94,5	-0,2
Generazione (η _{gen,p,tot})	94,5	94,3	-0,2
Globale medio stagionale (η_{g,p,nren})	80,3	89,1	10,9
Globale medio stagionale (η_{g,p,tot})	80,1	88,9	10,9
Valore limite (η_{lim})	0,0	-	-

Sottosistema	Acqua calda sanitaria (W) 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 (η _{gen,ut})	84,0	84,0	0,0
Generazione (η _{gen,p,nren})	76,4	76,4	0,0
Generazione (η _{gen,p,tot})	75,5	75,5	0,0
Globale medio stagionale (η_{g,p,nren})	71,0	71,0	0,0
Globale medio stagionale (η_{g,p,tot})	70,1	70,1	0,0
Valore limite (η_{lim})	56,7	-	-

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

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]	Valore limite
Riscaldamento (H)	138,14	138,14	0,0	101,65
Raffrescamento (C)	16,64	16,64	0,0	11,16

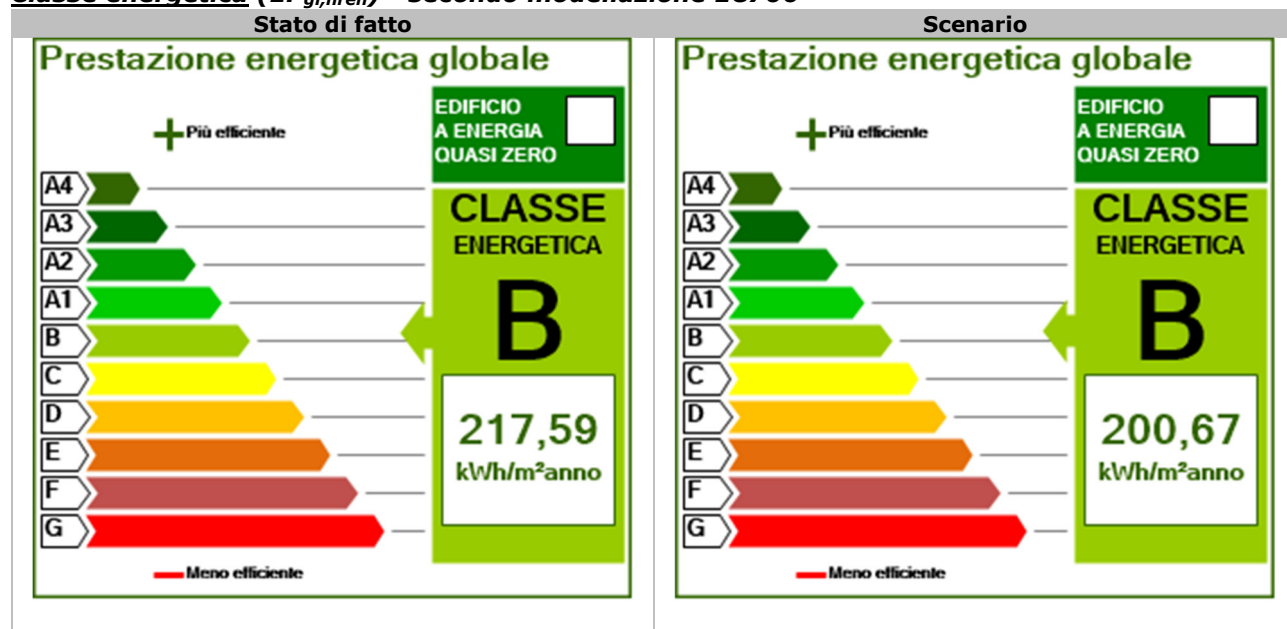
Indici di prestazione energetica dell'edificio (EP) [kWh_p/m^2]

Non rinnovabile (EP_{nren})			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	171,99	155,07	-9,8
Acqua calda sanitaria (W)	0,08	0,08	0,0
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	45,52	45,52	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (GI)	217,59	200,67	-7,8

Rinnovabile (EP_{ren})			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	0,38	0,36	-4,9
Acqua calda sanitaria (W)	0,00	0,00	0,0
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	13,05	13,05	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (GI)	13,43	13,41	-0,1

Totale (EP_{tot})			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	172,37	155,43	-9,8
Acqua calda sanitaria (W)	0,08	0,08	0,0
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	58,57	58,57	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (GI)	231,02	214,08	-7,3
Valore limite ($EP_{gl,tot,lim}$)	198,71	-	-

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



Quota rinnovabile (QR) [%]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]	Valore minimo
Riscaldamento (H)	0,2	0,2	0,0	-
Acqua calda sanitaria (W)	1,2	1,2	0,0	50
Raffrescamento (C)	0,0	0,0	0,0	-
Globale (H + W + C)	0,2	0,2	0,0	20 / 35 / 50
Ventilazione (V)	0,0	0,0	0,0	-
Illuminazione (L)	22,3	22,3	0,0	-
Trasporto (T)	0,0	0,0	0,0	-
Globale (GI)	5,8	6,3	8,6	-

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

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

Emissioni (Em_{CO2}) [kg]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	379902,95	342557,32	-9,8
Acqua calda sanitaria (W)	176,53	176,53	0,0
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	118423,46	118414,05	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (GI)	498502,95	461147,90	-7,5

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

6.2.2.3 Zona climatizzata - D'annunzio

Consumi (Co)

Servizio	Metano [Sm ³] Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	5220	4710	-9,8
Globale	5220	4710	-9,8

Servizio	Energia elettrica [kWh] Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	209	199	-4,7
Acqua calda sanitaria (W)	1911	1911	0,0
Illuminazione (L)	44011	44011	0,0
Globale	46130	46120	0,0

Spesa (S) [€]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	4332,80	3911,50	9,7
Acqua calda sanitaria (W)	477,69	477,69	0,0
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	11002,70	11002,70	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale	15813,19	15391,90	2,7

Valutazione economica preliminare

Costo stimato (C) [€]	46447,56
Risparmio economico conseguibile (ΔS_{gl}) [€/anno]	15925,42
Tempo di ritorno semplice (t_r) [anni]	29

Rendimenti (η) [%]

Sottosistema	Riscaldamento idronico (H _{idr}) Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Emissione (η _{em})	92,0	92,0	0,0
Regolazione (η _{reg})	98,0	98,0	0,0
Distribuzione di utenza (η _{du})	94,0	94,0	0,0
Accumulo (η _s)	100,0	100,0	0,0
Distribuzione primaria (η _{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione (η _{gen,ut})	100,3	100,2	-0,1
Generazione (η _{gen,p,nren})	94,7	94,5	-0,2
Generazione (η _{gen,p,tot})	94,5	94,3	-0,2
Globale medio stagionale (η_{g,p,nren})	80,3	89,1	10,9
Globale medio stagionale (η_{g,p,tot})	80,1	88,9	10,9
Valore limite (η_{lim})	0,0	-	-

Sottosistema	Acqua calda sanitaria (W) 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 (η _{gen,ut})	75,0	75,0	0,0
Generazione (η _{gen,p,nren})	38,5	38,5	0,0
Generazione (η _{gen,p,tot})	31,0	31,0	0,0
Globale medio stagionale (η_{g,p,nren})	35,6	35,6	0,0
Globale medio stagionale (η_{g,p,tot})	28,7	28,7	0,0
Valore limite (η_{lim})	28,9	-	-

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

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]	Valore limite
Riscaldamento (H)	22,18	22,18	0,0	21,88
Raffrescamento (C)	30,14	30,14	0,0	24,25

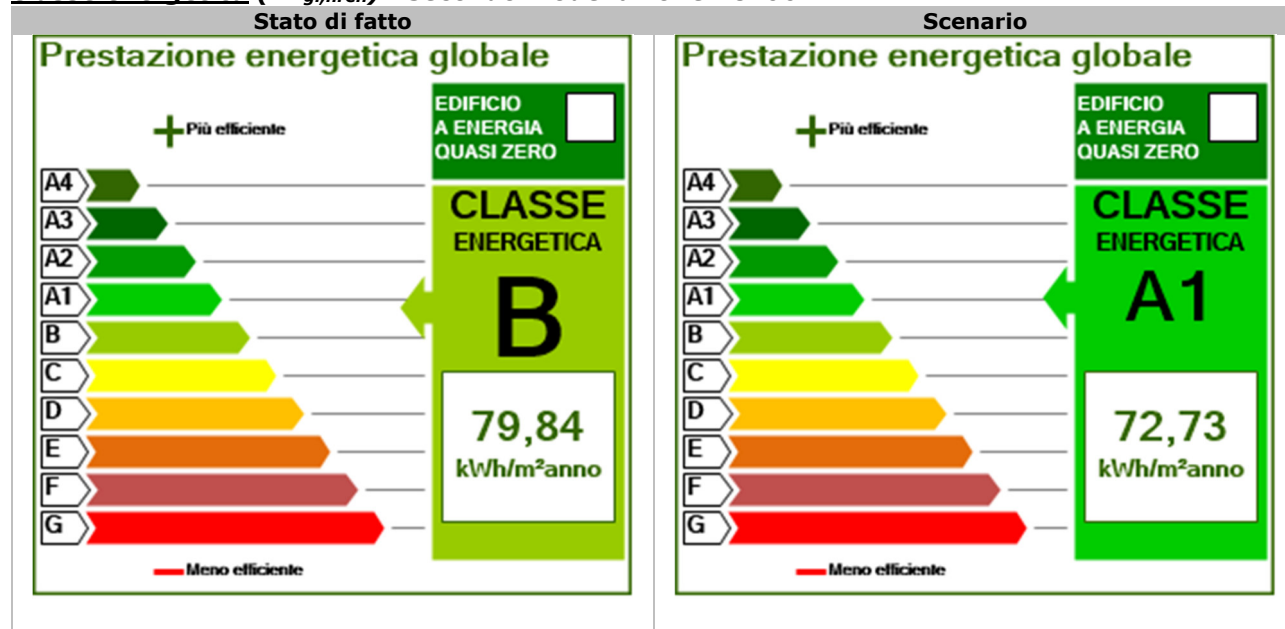
Indici di prestazione energetica dell'edificio (EP) [kWh_p/m^2]

Non rinnovabile (EP_{nren})				
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]	
Riscaldamento (H)	32,14	25,03	-7,8	
Acqua calda sanitaria (W)	1,98	1,98	0,0	
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0	
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0	
Illuminazione (L)	45,72	45,72	0,0	
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0	
Globale (GI)	79,84	72,73	-9,1	

Rinnovabile (EP_{ren})				
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]	
Riscaldamento (H)	0,06	0,05	-8,3	
Acqua calda sanitaria (W)	0,48	0,48	0,0	
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0	
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0	
Illuminazione (L)	11,02	11,02	0,0	
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0	
Globale (GI)	11,56	11,55	-0,9	

Totale (EP_{tot})				
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]	
Riscaldamento (H)	32,20	25,08	-7,8	
Acqua calda sanitaria (W)	2,46	2,46	0,0	
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0	
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0	
Illuminazione (L)	56,73	56,73	0,0	
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0	
Globale (GI)	91,40	84,27	-9,3	
Valore limite ($EP_{gl,tot,lim}$)	89,03	-	-	

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



Quota rinnovabile (QR) [%]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]	Valore minimo
Riscaldamento (H)	0,2	0,2	0,0	-
Acqua calda sanitaria (W)	19,4	19,4	0,0	50
Raffrescamento (C)	0,0	0,0	0,0	-
Globale (H + W + C)	1,8	1,9	11,4	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 (GI)	13,3	13,7	3,0	-

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)	10425,73	9410,48	-9,7
Acqua calda sanitaria (W)	878,95	878,95	0,0
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	20244,97	20244,97	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (GI)	31549,65	30534,40	-3,2

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

6.3 Solare fotovoltaico

Dati generali

Numero	3		
Descrizione	Solare fotovoltaico		
Costo stimato	C	117025,00	€
Risparmio economico conseguibile	ΔS_{gl}	14604,77	€/anno
Tempo di ritorno semplice	t_r	8,0	anni
Risparmio energetico conseguibile	$\Delta EP_{gl,nren}$	4,77	kWh _p /m ² anno
Classe energetica raggiungibile	B		

Descrizione sintetica scenario

Gli impianti fotovoltaici sono stati considerati singolarmente per ogni edificio essendo gli stessi dotati ognuno di contatore dell'energia elettrica autonomo.

Riepilogo interventi

N°	Descrizione	Costo (C) [€]
1	Installazione di pannelli solari fotovoltaici – Edificio Istituto Berenini	117025,00

6.3.1 Installazione di pannelli solari fotovoltaici – Edificio Istituto Berenini

Dati generali

Intervento	1		
Tipologia	Installazione di pannelli solari fotovoltaici		
Descrizione	Installazione di pannelli solari fotovoltaici - Zona climatizzata - Berenini		
Zona di pertinenza	Edificio		
Costo stimato	C	117025,00	€

Descrizione sintetica intervento

Intervento

Esposizione

Orientamento	γ	0,0	°
Inclinazione	β	30,0	°
Riflettanza	ρ	0,1	-

Moduli fotovoltaici

Potenza di picco complessiva	$\Phi_{PV,tot}$	50000	W _{el}
Fattore di efficienza dell'impianto	f_{PV}	0,75	-

6.3.2 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.

6.3.2.1 Edificio - Berenini

Consumi (Co)

Servizio	Metano [Sm ³] Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	195374	195374	0,0
Acqua calda sanitaria (W)	85	85	0,0
Globale	195459	195459	0,0

Servizio	Energia elettrica [kWh] Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	8312	7384	-11,2
Acqua calda sanitaria (W)	20	17	-17,8
Illuminazione (L)	280376	230964	-17,6
Globale	288708	238365	-17,4

Spesa (S) [€]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	158008,81	157776,90	0,1
Acqua calda sanitaria (W)	74,68	73,78	1,2
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	70093,97	57741,02	17,6
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale	228177,47	215591,72	5,5

Valutazione economica preliminare

Costo stimato (C) [€]	117025,00
Risparmio economico conseguibile (ΔS_{gl}) [€/anno]	14604,77
Tempo di ritorno semplice (t_r) [anni]	8,0

Rendimenti (η) [%]

Sottosistema	Riscaldamento idronico (H _{idr}) Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Emissione (η _{em})	92,0	92,0	0,0
Regolazione (η _{reg})	98,0	98,0	0,0
Distribuzione di utenza (η _{du})	94,0	94,0	0,0
Accumulo (η _s)	100,0	100,0	0,0
Distribuzione primaria (η _{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione (η _{gen,ut})	100,3	100,3	0,0
Generazione (η _{gen,p,nren})	94,7	94,7	0,0
Generazione (η _{gen,p,tot})	94,5	94,5	0,0
Globale medio stagionale (η_{g,p,nren})	80,3	80,4	0,1
Globale medio stagionale (η_{g,p,tot})	80,1	80,2	0,1
Valore limite (η_{lim})	0,0	-	-

Sottosistema	Acqua calda sanitaria (W) 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 (η _{gen,ut})	84,0	84,0	0,0
Generazione (η _{gen,p,nren})	76,4	76,4	0,0
Generazione (η _{gen,p,tot})	75,5	75,5	0,0
Globale medio stagionale (η_{g,p,nren})	70,7	71,3	0,8
Globale medio stagionale (η_{g,p,tot})	69,9	70,4	0,6
Valore limite (η_{lim})	56,7	-	-

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

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]	Valore limite
Riscaldamento (H)	138,14	138,14	0,0	101,65
Raffrescamento (C)	16,64	16,64	0,0	11,16

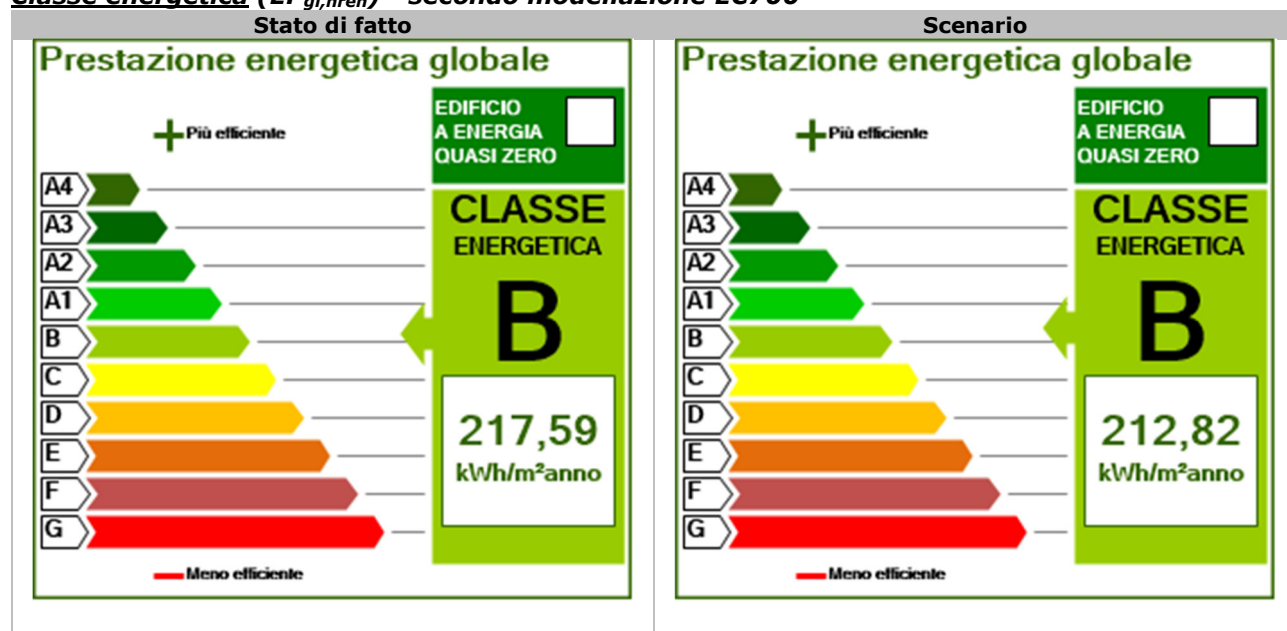
Indici di prestazione energetica dell'edificio (EP) [kWh_p/m^2]

Non rinnovabile (EP_{nren})			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	171,99	171,80	-0,1
Acqua calda sanitaria (W)	0,08	0,08	-0,8
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	45,52	40,84	-10,3
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (GI)	217,59	212,72	-2,2

Rinnovabile (EP_{ren})			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	0,38	0,40	10,5
Acqua calda sanitaria (W)	0,00	0,00	0,0
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	13,05	14,32	10,9
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (GI)	13,43	14,72	9,6

Totale (EP_{tot})			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	172,37	172,20	-0,2
Acqua calda sanitaria (W)	0,08	0,08	0,0
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	58,57	55,16	-9,4
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (GI)	231,02	227,44	-9,8
Valore limite ($EP_{gl,tot,lim}$)	198,71	-	-

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



Quota rinnovabile (QR) [%]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]	Valore minimo
Riscaldamento (H)	0,2	0,2	0,0	-
Acqua calda sanitaria (W)	1,1	1,3	18,6	50
Raffrescamento (C)	0,0	0,0	0,0	-
Globale (H + W + C)	0,2	0,2	0,0	20 / 35 / 50
Ventilazione (V)	0,0	0,0	0,0	-
Illuminazione (L)	19,4	26,0	33,5	-
Trasporto (T)	0,0	0,0	0,0	-
Globale (GI)	5,3	6,5	22,8	-

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)	380092,79	379666,08	-0,1
Acqua calda sanitaria (W)	177,31	175,64	-0,9
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	128972,91	106243,49	-17,6
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (GI)	509243,01	486085,21	-4,5

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

6.4 Solare fotovoltaico

Dati generali

Numero	3		
Descrizione	Solare fotovoltaico		
Costo stimato	C	70215,00	€
Risparmio economico conseguibile	ΔS_{gl}	8762,86	€/anno
Tempo di ritorno semplice	t_r	8,0	anni
Risparmio energetico conseguibile	$\Delta EP_{gl,nren}$	9,42	kWh _p /m ² anno
Classe energetica raggiungibile	B		

Descrizione sintetica scenario

Gli impianti fotovoltaici sono stati considerati singolarmente per ogni edificio essendo gli stessi dotati ognuno di contatore dell'energia elettrica autonomo.

Riepilogo interventi

N°	Descrizione	Costo (C) [€]
1	Installazione di pannelli solari fotovoltaici – Edificio Liceo D'Annunzio	70215,00

6.4.1 Installazione di pannelli solari fotovoltaici – Edificio Liceo D'Annunzio

Dati generali

Intervento	1		
Tipologia	Installazione di pannelli solari fotovoltaici		
Descrizione	Installazione di pannelli solari fotovoltaici - Zona climatizzata - Berenini		
Zona di pertinenza	Edificio		
Costo stimato	C	70215,00	€

Descrizione sintetica intervento

Intervento

Esposizione

Orientamento	γ	0,0	°
Inclinazione	β	30,0	°
Riflettanza	ρ	0,1	-

Moduli fotovoltaici

Potenza di picco complessiva	$\Phi_{PV,tot}$	30000	W _{el}
Fattore di efficienza dell'impianto	f_{PV}	0,75	-

6.4.2 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.

6.4.2.1 Zona climatizzata - D'annunzio

Consumi (Co)

Servizio	Metano [Sm ³]		Δ [%]
	Stato di fatto	Scenario	
Riscaldamento (H)	5220	5220	0,0
Globale	5220	5220	0,0

Servizio	Energia elettrica [kWh]		Δ [%]
	Stato di fatto	Scenario	
Riscaldamento (H)	228	213	-6,7
Acqua calda sanitaria (W)	1911	1707	-10,7
Illuminazione (L)	44011	39384	-10,5
Globale	46150	41304	-10,5

Spesa (S) [€]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	4332,80	4329,14	0,1
Acqua calda sanitaria (W)	477,69	426,72	10,7
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	11002,70	9846,10	10,5
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale	15813,19	14601,95	7,7

Valutazione economica preliminare

Costo stimato (C) [€]	70215,00
Risparmio economico conseguibile (ΔS_{gr}) [€/anno]	8762,86
Tempo di ritorno semplice (t_r) [anni]	8,0

Rendimenti (η) [%]

Sottosistema	Riscaldamento idronico (H _{idr})		
	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Emissione (η _{em})	92,0	92,0	0,0
Regolazione (η _{reg})	98,0	98,0	0,0
Distribuzione di utenza (η _{du})	94,0	94,0	0,0
Accumulo (η _s)	100,0	100,0	0,0
Distribuzione primaria (η _{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione (η _{gen,ut})	100,3	100,3	0,0
Generazione (η _{gen,p,nren})	94,7	94,7	0,0
Generazione (η _{gen,p,tot})	94,5	94,5	0,0
Globale medio stagionale (η_{g,p,nren})	80,3	80,3	0,1
Globale medio stagionale (η_{g,p,tot})	80,1	80,1	0,0
Valore limite (η_{lim})	0,0	-	-

Sottosistema	Acqua calda sanitaria (W)		
	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 (η _{gen,ut})	75,0	75,0	0,0
Generazione (η _{gen,p,nren})	38,5	38,5	0,0
Generazione (η _{gen,p,tot})	31,0	31,0	0,0
Globale medio stagionale (η_{g,p,nren})	35,6	39,9	11,9
Globale medio stagionale (η_{g,p,tot})	28,7	30,6	6,7
Valore limite (η_{lim})	28,9	-	-

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

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]	Valore limite
Riscaldamento (H)	22,18	22,18	0,0	21,88
Raffrescamento (C)	30,14	30,14	0,0	24,25

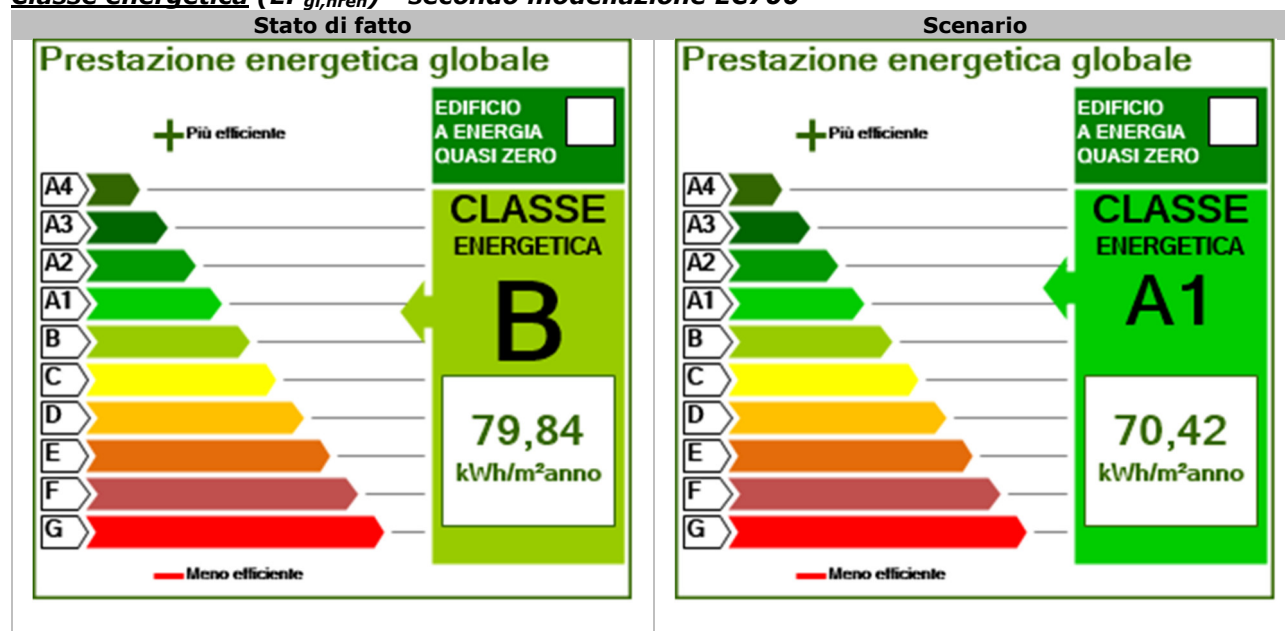
Indici di prestazione energetica dell'edificio (EP) [kWh_p/m^2]

Non rinnovabile (EP_{nren})			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	32,14	27,73	-13,7
Acqua calda sanitaria (W)	1,98	1,77	-10,7
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	45,72	40,91	-10,5
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (GI)	79,84	70,42	-11,8

Rinnovabile (EP_{ren})			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	0,06	0,06	7,6
Acqua calda sanitaria (W)	0,48	0,54	12,0
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	11,02	12,32	11,9
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (GI)	11,56	12,92	11,8

Totale (EP_{tot})			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	32,20	27,80	-13,7
Acqua calda sanitaria (W)	2,46	2,31	-6,1
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	56,73	53,24	-6,2
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (GI)	91,40	83,34	-8,8
Valore limite ($EP_{gl,tot,lim}$)	89,03	-	-

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

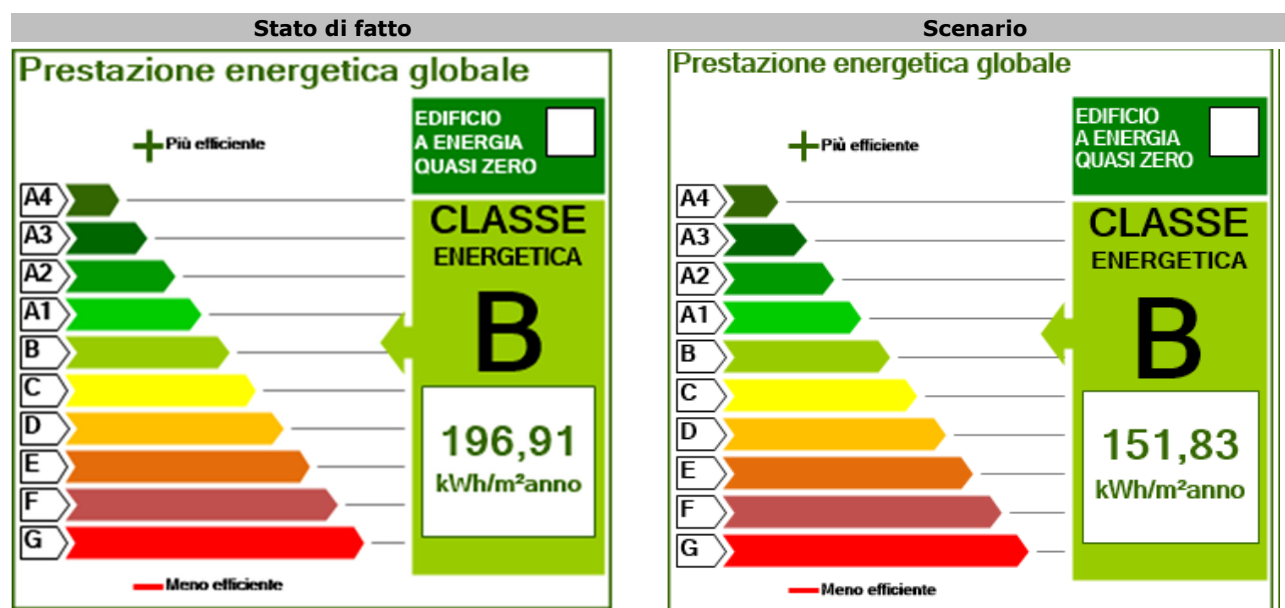


6.5 Prestazioni raggiungibili – Interventi complessivi

Di seguito si riporta la classe di prestazione energetica che può essere raggiunta tramite l'applicazione di tutti gli interventi suggeriti.

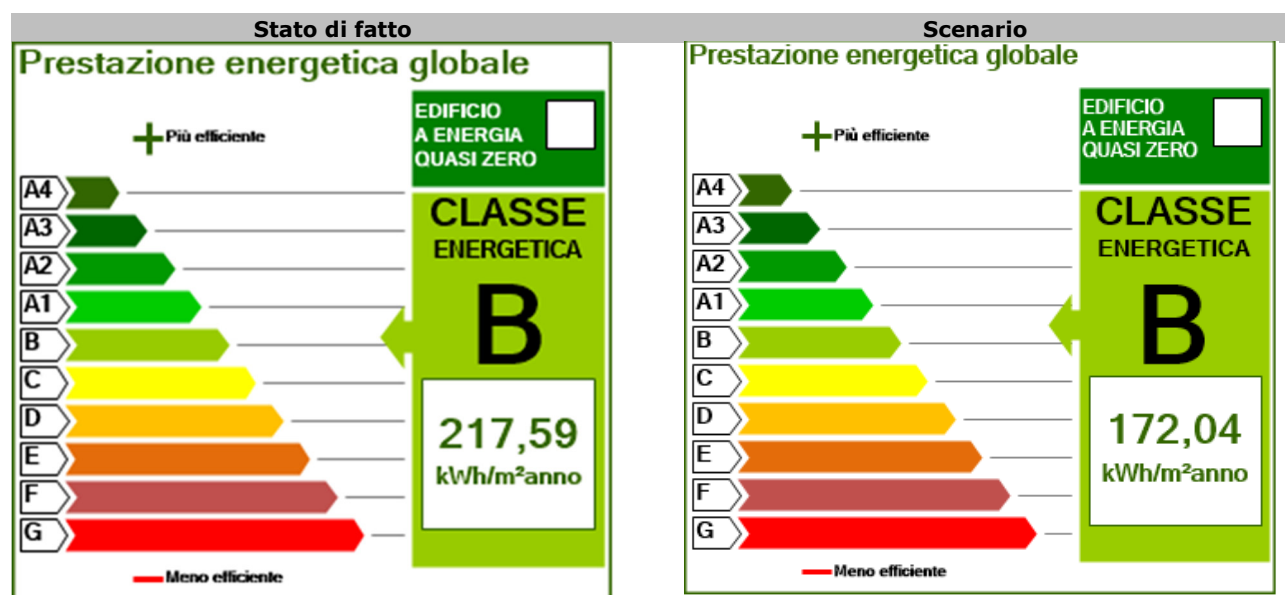
6.5.1 Intero edificio

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



6.5.2 Edificio Istituto Berenini

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



6.5.3 Edificio Liceo D'Annunzio

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

