



[Rev.00 di Giu-2020 ~ Emissione]

DIAGNOSI ENERGETICA

**NEL PROGETTO DI DEMOLIZIONE E RICOSTRUZIONE SCUOLE MEDIE, Comune
di Sasso Marconi (BO)**

1A

1

0

(A) SCUOLA MEDIA (EDIFICIO MAZZANTI)-
RELAZIONE DI DIAGNOSI ENERGETICA (RAPPORTO FINALE)

[1A-1-0 A-DEN.pdf]



agenzia per l'energia e
lo sviluppo sostenibile

Via Caruso, 3

41122 Modena

Tel. 059 451.207 Fax 059 31.61.939

P.Iva/Cod.Fisc. 02574910366

E-mail: info@aess-modena.it Web: www.aess-modena.it

Il tecnico:

Ing Chiara Gazzadi

RELAZIONE DI DIAGNOSI ENERGETICA

(rapporto finale)

secondo UNI CEI EN 16247-1-2

Committente

Nome *Comune di Sasso Marconi (CF 01041300375 - P.IVA 00529971202)*
Indirizzo *Piazza dei Martiri della Liberazione, 6 - 40037 Sasso Marconi (BO)*

Edificio / condominio

Descrizione *SASSO MARCONI_61-237-2 3 4 5 6*
Indirizzo *Via Porretana, 164 - Sasso Marconi (BO)*

Studio tecnico

Nome *AGENZIA PER L'ENERGIA E LO SVILUPPO SOSTENIBILE*
Indirizzo *VIA ENRICO CARUSO, 3 - 41122 MODENA (MO)*

Software di calcolo *Edilclima EC700 versione 9.20.5 ed EC720 versione 5.19.49*
Data di redazione del documento *18/06/2020*

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
4.5	Confronto con i consumi reali
5	Raccomandazioni circa i possibili interventi
5.1	(A) Riqualificazione energetica
5.1.1	<i>(A) Riqualificazione energetica</i>
5.1.2	<i>Prestazioni raggiungibili</i>
6	Analisi economica degli interventi
6.1	(A) Riqualificazione energetica

Appendice A Profili di intermittenza (secondo UNI EN ISO 52016-1)

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.).

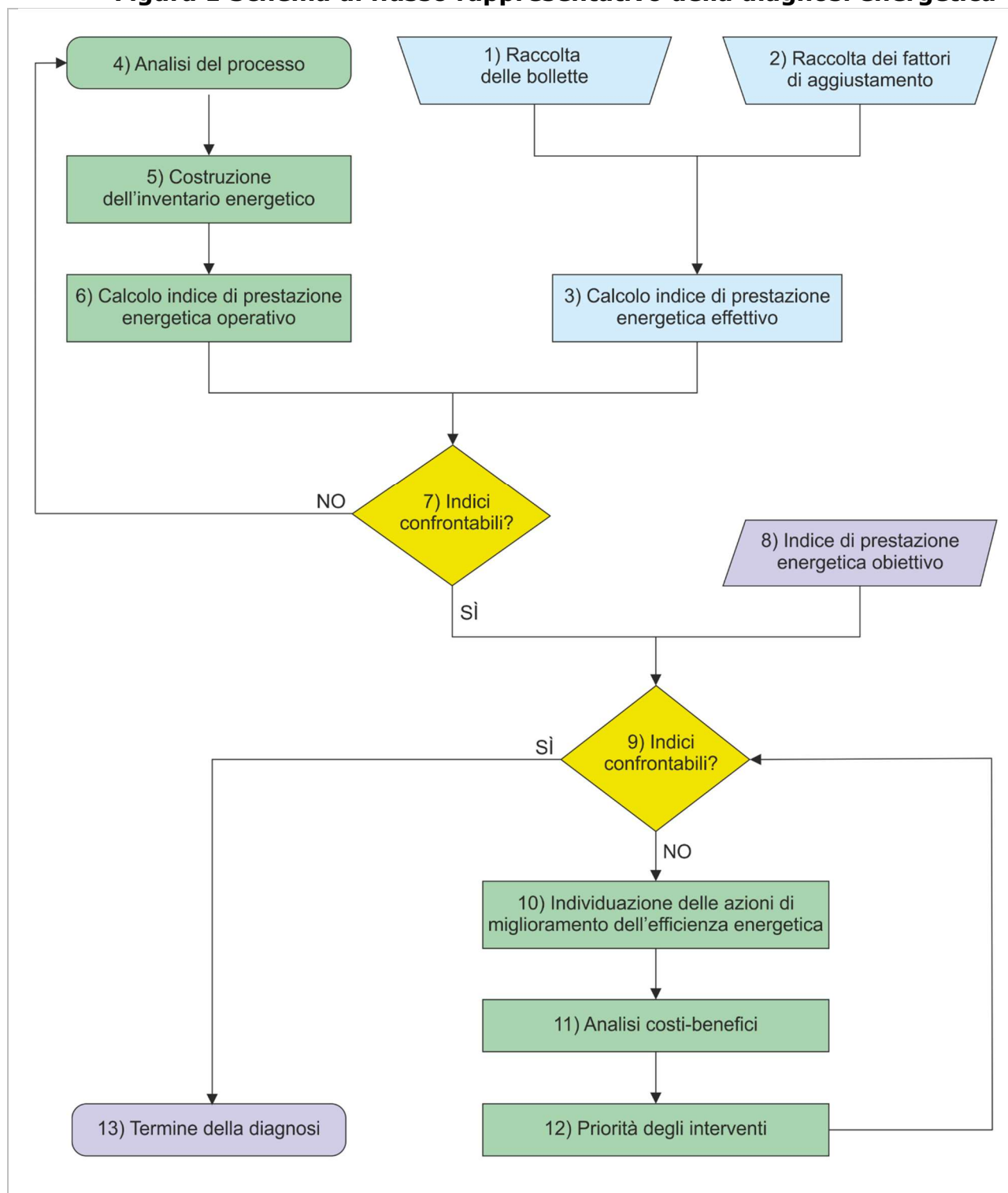
Modalità operative

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	SASSO MARCONI_61-237-2 3 4 5 6
Comune	Sasso Marconi
Provincia	Bologna
CAP	40037
Indirizzo edificio	Via Porrettana, 164 - Sasso Marconi (BO)
Zona climatica	E
Gradi giorno DPR 412/93 (GG _{DPR 412/93}) [°Cg]	2339
Categoria prevalente (DPR 412/93)	E.7
Altre categorie (DPR 412/93)	E.6 (2)
Numero di unità immobiliari	1
Numero di fabbricati	1
Periodo di costruzione	(A) 1982
Scopo / contesto della diagnosi energetica	(A) Riqualificazione energetica
Riferimento	DLgs 192/05, art. 2, comma 1

Descrizione sintetica dell'edificio

[Il plesso scolastico secondario di I grado è costituito da n.3 edifici insistenti sullo stesso lotto, dotati di una propria autonomia funzionale, con accesso da Via Achillini sull'altopiano Marconi.](#)
[L'attuale scuola secondaria di 1° grado occupa due edifici non collegati tra di loro, così come la palestra.](#)
[Le aule didattiche e speciali sono quindi divise nei due plessi scolastici.](#)

Id.	Denominazione	Catasto						Uso reale			Destinazione d'uso (DPR 412/93)	N.alunni, oltre al personale docente	Anno di costruzione
		Fg.	Part.	Sub.			Categori a	S1	PT	P1			
				S1	PT	P1							
A	Scuola media (ala Est, cd.edificio Mazzanti)	61	237		4 5 6	6	-- (5) C03 (6) B05	--	(4) CT (5) Mensa (6) Aula	Aule	-- E.7 E.7	90	1982
B	Scuola secondaria di 1°Grado (ala Ovest, edificio vecchio	61	237	3	3	3	B05	Depositi Aule	Aule Lab.	Aule Lab.	E.7	160	1955-1963
C	Palestra scolastica	61	237		2	2	C03	--	Spogliatoi Palestra	Palestra (volume vuoto)	E.6 (2)		1988
D	Nuova scuola media capoluogo								Aule Lab.	Aule Lab.			2021 2023
E	Scuola elementare										E.7	160	

>> Edificio (A) <<

[L'edificio Mazzanti \(ala Est\) è un edificio progettato negli anni '70.](#)

[L'immobile necessita di interventi di:](#)

- manutenzione straordinaria;
- efficientamento energetico;
- adeguamento infissi;
- miglioramento sismico (a seguito delle indagini svolte).

[Nell'ala Est si trova anche uno spazio adibito a refettorio, a servizio anche delle scuole primarie.](#)

>> Edificio (B) <<

[L'ala Ovest \(edificio più vecchio\), progettata come scuola di avviamento professionale negli anni a cavallo della Riforma del 1962, è stata inaugurata nel 1963 e subito adibita a scuola media.](#)

[L'edificio non ha subito negli ultimi 20 anni manutenzioni integrali, ma solo interventi necessari per consentirne l'esercizio in sicurezza e nel rispetto delle norme vigenti materia di edilizia scolastica.](#)

[Inoltre, nel Piano Seminterrato sono collocate alcune aule speciali \(musica, laboratorio di scienze, etc.\) che necessiterebbero di una forte riqualificazione.](#)

[In generale, tutto l'edificio Ovest, benché normativamente adeguato, necessita di interventi di manutenzione straordinaria, ma soprattutto presenta l'esigenza di una riqualificazione energetica, ambientale e acustica.](#)

[Le ultime indagini sulla vulnerabilità sismica hanno rilevato la necessità di alcuni interventi di miglioramento sismico, anche se NON a carattere di urgenza.](#)

Nel suo insieme, il plesso scolastico presenta quindi le seguenti criticità principali:

- > *inesistenza di uno spazio polifunzionale, in quanto la vecchia aula polifunzionale funge attualmente da refettorio;*
- > *il refettorio è comunque inadeguato al numero di alunni, i quali sono costretti ad operare in diversi turni di refezione con deroga sulla capienza degli spazi del Dirigente scolastico;*
- > *gli uffici amministrativi sono in sofferenza;*
- > *gli spazi didattici non sono rispondenti alle esigenze didattiche e pedagogiche contemporanee;*
- > *gli ambienti destinati alle aule speciali, quali i laboratori di scienze, aule musica e aula tecnologica, sono insufficienti e non adeguati;*
- > *inefficienza energetica ed acustica;*
- > *la mancanza di un collegamento coperto tra le due ali e la palestra.*

RIF.CATASTALI

NCT del Comune di Sasso Marconi, Foglio 61, Particella 237, Subalterni 2, 3, 4, 5, 6
Categoria catastale| B.05 (Sub 3, 6) >> E.7 scuole e laboratori scientifici; C.03 (Sub 2, 5) >> E.6(2)
Edifici adibiti ad attività sportive: palestre e assimilabili, E.7 scuole e laboratori scientifici.
Proprietà| Comune di Sasso Marconi (CF 01041300375 - P.IVA 00529971202).

INDIRIZZO

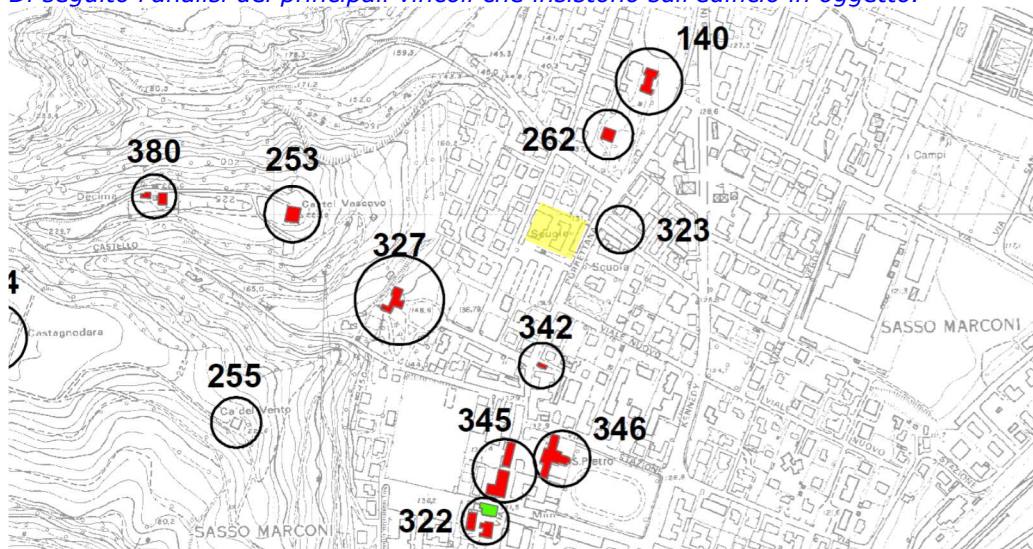
Via Porrettana, 164 – Comune di Sasso Marconi (BO)

NATURA GIURIDICA

Il Comune di Sasso Marconi è una Pubblica Amministrazione così come definita dal D.Lgs.165/2001, art.1.

VINCOLI

Di seguito l'analisi dei principali vincoli che insistono sull'edificio in oggetto.



Dalla tavola del PSC| Quadro Conoscitivo > QCIS.7 Cartografia con l'individuazione delle unità edilizie di interesse storico-ambientale- Tavola SUD, non risultano vincoli che insistono sul plesso scolastico.

Immagine edificio



Le caratteristiche dimensionali dell'edificio sono così riassumibili:

Caratteristiche dimensionali complessive dell'edificio

Superficie utile	S_{utile}	2626,41	m ²
Superficie lorda	S_{lorda}	2970,79	m ²
Volume netto	V_{netto}	10614,46	m ³
Volume lordo	V_{lordo}	13687,44	m ³
Fattore di forma	S/V	0,46	m ⁻¹

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

Servizi ed impianti di cui è provvisto l'edificio

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

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

Prestazioni energetiche stato di fatto

Indice di prestazione energetica globale non innovabile	$EP_{\text{gl,nren}}$	221,50	kWh _p /m ² anno
Classe energetica		D	
Spesa globale annua	S_{gl}	41926,04	€/anno

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

Raccomandazioni

Raccomandazione					
Scenario	1	Descrizione scenario	(A) Riqualificazione energetica		
Intervento	Descrizione intervento				
1	(A) Riqualificazione energetica				
Parametri di valutazione		Stato di fatto	Scenario	Δ	%
Costo complessivo scenario(C) [€]			563310,00		
Spesa globale annua (S_{gl})[€/anno]		41926,04	38815,71	3110,32	7,40
Tempo di ritorno semplice (t_r) [anni]			181,1		
$EP_{gl,nren}$ [kWh _p /m ² anno]		221,50	118,15	103,35	46,70
Classe energetica		D	A1		

Scenario	2	Descrizione scenario	(B > D) NZEB			
Intervento		Descrizione intervento				
1		(B > D) NZEB				
Parametri di valutazione		Stato di fatto	Scenario	Δ	%	
Costo complessivo scenario(C) [€]			5453171,00			
Spesa globale annua (S _{gl})[€/anno]		41926,04	38815,71	3110,32	7,40	
Tempo di ritorno semplice (t _r) [anni]			1753,3			
EP _{gl,nren} [kWh _p /m²anno]		221,50	118,15	103,35	46,70	
Classe energetica		D	A1			

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

3 GENERALITA' ED IMPOSTAZIONI DI CALCOLO

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

Rilievo dell'edificio

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

Software di calcolo

I software di calcolo adottati sono EC700 versione 9.20.5 (modulo base, provvisto di certificato di validazione CTI n. 73) ed EC720 versione 5.19.49 (modulo aggiuntivo, specifico per la diagnosi energetica).

Metodo ed impostazioni di calcolo

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

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

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

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

DATI CLIMATICI

> *Clima di riferimento, di cui alla norma UNI 10349:2016 (valori di temperatura e irradianza solare medi mensili) e il DPR 412/1993 e smi (GG riferiti ad un anno medio di riferimento).*

> *Gradi Giorno (GG) definiti come la somma delle differenze tra la temperatura dell'ambiente riscaldato (20°C) e la temperatura media giornaliera esterna. La differenza tra le due temperature è conteggiata solo se è positiva e questo calcolo è effettuato per tutti i giorni del periodo annuale di riscaldamento.*

Nella modellizzazione energetica (taratura dello Stato di Fatto) si sono presi a riferimento i dati climatici, relativi al periodo di fatturazione delle forniture, in termini di temperatura esterna media mensile a 2 m da terra resi disponibili dal portale ARPA della Regione Emilia Romagna (<https://simc.arpae.it/dext3r/>).

FABBRICATO | Modellazione involucro e volumi conforme al rilievo (disponibile planimetria in formato digitale).

ZONE | Rif.catastali (Sub) e zone termiche servite dallo stesso impianto.

Ai sensi della norma UNI TS 11300-1:2014, Cap.7.1, la zona termica così individuata verifica

contemporaneamente le seguenti condizioni:

- le temperature interne di regolazione per il riscaldamento differiscono di non oltre 4 K;*
- gli ambienti non sono raffrescati o comunque le T interne di regolazione per il raffrescamento differiscono di non oltre 4 K;*
- gli ambienti sono serviti dallo stesso impianto di climatizzazione;*
- se vi è un impianto di ventilazione meccanica, almeno l'80% dell'area climatizzata è servita dallo stesso impianto di ventilazione con tassi di ventilazione nei diversi ambienti che non differiscono di un fattore maggiore di 4;*
- se vi è il controllo dell'umidità, le UR interne di regolazione differiscono di non oltre 20 punti %.*

LOCALI| Come da partizioni interne.

AFFOLLAMENTO|

>> Edificio (A) << Indicate n.90 persone ca.

IMPIANTI| Modellazione conforme al rilievo (disponibile il Libretto di Impianto).

Il fattore di utilizzo dell'impianto di riscaldamento è stato valutato in funzione dell'uso degli ambienti.

CALCOLO| Calcolo stazionario considerando:

- impianto reale;*
- stagione di calcolo reale,*
- modalità di gestione con la presenza delle unità vicine riscaldate.*

Non si è applicato il calcolo dinamico (UNI EN ISO 52016-1:2018) in quanto non sono note tutte le modalità orarie gestionali reali dell'edificio- impianto, oltre a non essere stato reso disponibile uno storico annuale.

Stagioni di calcolo

Energia invernale

Stagione di riscaldamento	Convenzionale		
Dal	15 ottobre	Al	15 aprile
Giorni di riscaldamento (n_{risc})	183		

Energia estiva

Stagione di raffrescamento	Reale		
Dal	17 aprile	Al	12 ottobre
Giorni di raffrescamento (n_{raffr})	179		

Fattori di conversione in energia primaria

Vettore energetico	$f_{p,ren}$ [kWh _p /kWh _t /el]	$f_{p,ren}$ [kWh _p /kWh _t /el]	$f_{p,tot}$ [kWh _p /kWh _t /el]	f_{co2} [kg/kWh _t /el]
Energia elettrica da rete	1,950	0,470	2,420	0,460
Solare termico	0,000	1,000	1,000	-
Solare fotovoltaico	0,000	1,000	1,000	-
Ambiente esterno (pompa di calore)	0,000	1,000	1,000	-
Energia esportata da fotovoltaico	0,000	1,000	1,000	-

Nota: i fattori di conversione dell'energia consegnata dai vettori energetici sono definiti dalla Tabella 1 del decreto "requisiti minimi" (DM 26.06.15). I fattori di conversione dell'energia elettrica esportata sono definiti dalla UNI/TS 11300-5, in vigore dal 29.06.16 (fino a tale data, si adottano invece quelli definiti dalla Raccomandazione CTI/14). Il costo dell'energia elettrica da rete è tratto dai prezzari 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	0,70
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
Energia elettrica	kWh	-	0,23

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

4 ANALISI ENERGETICA DELL'EDIFICIO

4.1 Dati climatici (calcolo mensile)

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

Caratteristiche geografiche

Comune	Sasso Marconi		
Provincia	Bologna		
Altitudine s.l.m.		128	m
Latitudine nord		44°23'	
Longitudine est		11°14'	
Gradi giorno DPR 412/93	GG _{DPR412/93}	2339	°Cg
Gradi giorno calcolati	GG _{calc}	2419	°Cg
Zona climatica		E	
Regione di vento		ADRIATICO	
Direzione del vento prevalente		Sud-Ovest	
Distanza da mare		> 40	km
Velocità del vento media	V _{media}	2,00	m/s
Velocità del vento massima	V _{max}	4,00	m/s
Temperatura esterna di progetto	θ _{e,des}	-5,4	°C
Irradianza mensile massima sul piano orizzontale		273,1	W _t /m ²

Dati climatici mensili

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
θ _{H,int} [°C]	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
θ _e [°C]	0,9	5,0	9,2	13,2	17,3	21,8	24,4	21,2	18,9	15,2	8,9	3,4
n _{risc} [g]	31	28	31	15	0	0	0	0	0	17	30	31
GG _{calc} [°Cg]	592	420	335	116	0	0	0	0	0	109	333	515
p [Pa]	523,7	508,6	672,6	951,8	1124,3	1380,9	1383,5	1415,9	1470,9	1309,0	881,9	629,0

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

Orient.	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
N	1,6	2,6	3,8	5,5	8,3	9,2	9,7	7,0	4,8	2,9	1,9	1,4
NE	1,8	3,3	5,2	7,9	10,9	11,4	12,8	9,6	6,8	3,5	2,1	1,4
E	3,6	6,1	7,9	10,7	13,1	13,1	15,2	12,3	9,7	5,4	3,6	2,3
SE	6,0	9,0	9,6	11,2	12,2	11,6	13,6	12,1	11,0	7,0	5,4	3,6
S	7,6	10,7	10,0	10,1	10,2	9,5	10,9	10,5	10,7	7,8	6,5	4,5
SO	6,0	9,0	9,6	11,2	12,2	11,6	13,6	12,1	11,0	7,0	5,4	3,6
O	3,6	6,1	7,9	10,7	13,1	13,1	15,2	12,3	9,7	5,4	3,6	2,3
NO	1,8	3,3	5,2	7,9	10,9	11,4	12,8	9,6	6,8	3,5	2,1	1,4
Orizzontale	4,5	8,0	11,1	15,8	20,2	20,6	23,6	18,5	14,0	7,6	4,8	3,1

Legenda:

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

4.2 Caratteristiche del fabbricato (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

La stratigrafia degli elementi opachi è stata determinata sia da informazioni di tipo visivo, che da valutazioni in merito all'epoca di costruzione dell'edificio.

Non potendo procedere con ricerche più approfondite anche non invasive (forometrie, saggi, termoflussimetro, etc.), l'indagine comparativa prevista dalla normativa è considerata comunque esaustiva.

Per la stratigrafia delle strutture note si rimanda al relativo elaborato [2A-1.1-0, 2B-1.1-0 B, 2C-1.1-0]. Di seguito un riepilogo della struttura originaria.

>> Edificio (A) <<

MURI|

- vs esterno| muratura in laterizio, non coibentata, internamente ed esternamente intonacata.

Negli interni non si riscontrano né finiture né decorazioni di particolare pregio.

PAVIMENTI|

- vs terreno| solaio in cemento, non coibentato, pavimento finito in ceramica.

- vs altro risc. -interpiano-| soletta in laterocemento, non coibentata, pavimento finito in ceramica.

SOFFITTI|

- vs altro risc. -interpiano-| soletta in laterocemento, non coibentata, finitura con intonaco tinteggiato, fatta eccezione per alcuni locali adibiti a laboratori nelle quali è presente un controsoffitto a quadrotti in fibra minerale.

- vs esterno| solaio in cemento e tavelle, non coibentato, configurazione a sheed, finito in tegola di argilla rossa.

**** STATO DI CONSERVAZIONE STRUTTURALE**

Come comunicato dalla proprietà, sono necessari interventi di adeguamento strutturale dell'edificio (A). Si rimanda comunque ad un approfondimento specifico che esula dalla presente.

**** STATO DI CONSERVAZIONE EDILE**

Da una celere analisi visiva si è riscontrato che le strutture murarie in elevazione appaiono sostanzialmente integre; sono assenti manifestazioni di cedimenti fondali ed in generale fessurazioni significative.

Sotto l'aspetto manutentivo non risultano particolarmente degradati gli intonaci.

Descrizione sintetica dei componenti finestrati

Per la stratigrafia delle strutture trasparenti si rimanda la consultazione del relativo elaborato [2A-1.1-0, 2B-1.1-0 B, 2C-1.1-0]. Di seguito una sintesi dello Stato di Fatto.

>> Edificio (A) <<

PORTE INTERNE| legno, a semplice disegno.

TELAIO| metallo.

VETRO| vetrocamera |4|11|4|.

SISTEMI DI SCHERMATURA| tende chiare interne nelle sole aule al P1.

4.2.2 Dispersioni zona 1-61-237-5,6 (A)

Dispersioni invernali

Cod.	Tipo	Descrizione	Muri							
			U [Wt/m²K]	S _{tot} [m²]	Q _{H,tr} [kWh _t]	%	Q _{H,r} [kWh _t]	%	Q _{H,sol, op} [kWh _t]	%
M101	T	A PT-Parete ext	1,080	249,49	15649,2	15,8	1828,8	32,6	2460,1	19,8
M111	T	A P1-Parete ext	1,080	252,05	15809,8	16,0	1975,2	35,2	2540,2	20,5
M131	U	A Parete vs nn risc	1,434	34,21	1139,1	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0
Totale				535,75	32598,1	33,0	3804,0	67,7	5000,3	40,3

Cod.	Tipo	Descrizione	Pavimenti							
			U [Wt/m²K]	S _{tot} [m²]	Q _{H,tr} [kWh _t]	%	Q _{H,r} [kWh _t]	%	Q _{H,sol, op} [kWh _t]	%
P101	G	A Pavimento su terreno	0,430	247,16	6172,0	6,2	0,0	0,0	0,0	0,0
P111	T	A Soletta interpiano vs ext	1,290	113,04	8465,0	8,6	0,0	0,0	0,0	0,0
P131	U	A Soletta interpiano vs nn risc (Locale Tec-Deposito)	1,130	52,73	1384,0	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0
Totale				412,93	16021,0	16,2	0,0	0,0	0,0	0,0

Cod.	Tipo	Descrizione	Soffitti							
			U [Wt/m²K]	S _{tot} [m²]	Q _{H,tr} [kWh _t]	%	Q _{H,r} [kWh _t]	%	Q _{H,sol, op} [kWh _t]	%
S111	U	A Copertura vs sottotetto nn risc	0,662	401,14	13881,6	14,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Totale				401,14	13881,6	14,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Cod.	Tipo	Descrizione	Componenti finestrate							
			U [Wt/m²K]	S _{tot} [m²]	Q _{H,tr} [kWh _t]	%	Q _{H,r} [kWh _t]	%	Q _{H,sol, w} [kWh _t]	%
W110	T	A 120x200, me, vc, 2A	3,751	4,80	1045,4	1,1	78,4	1,4	398,8	3,2
W111	T	A 95x55, me, vc, 1A	4,154	0,52	125,4	0,1	9,4	0,2	43,7	0,4
W112	T	A 240x200, me, vc, 2A	3,429	4,80	955,6	1,0	105,0	1,9	745,7	6,0
W113	T	A 310x98+55, me, vc, 3A+3F	3,575	9,48	1968,0	2,0	154,3	2,7	656,4	5,3
W114	T	A 309x55, me, vc, 3A	3,991	1,70	393,9	0,4	23,7	0,4	82,7	0,7
W115	T	A 120x287pf, me, vc, 4A	3,491	10,32	2092,0	2,1	141,4	2,5	548,3	4,4
W116	T	A 306x98+55, me, vc, 3A+2F	3,580	4,68	972,7	1,0	68,4	1,2	286,6	2,3
W117	T	A 310x55, me, vc, 3A	3,990	5,13	1188,4	1,2	69,1	1,2	240,8	1,9
W118	T	A 54x232f, me, vc, 2A	3,984	2,50	578,3	0,6	24,5	0,4	59,4	0,5
W121	T	A 60x60, me, vc, 1A	4,349	1,80	454,6	0,5	38,8	0,7	127,1	1,0
W122	T	A 40x240, me, vc, 3A	4,411	10,56	2704,5	2,7	205,9	3,7	562,2	4,5
W123	T	A 180x55, me, vc, 2A	4,069	0,99	233,9	0,2	20,4	0,4	47,5	0,4
W124	T	A 100x200, me, vc, 3A	3,752	2,00	435,7	0,4	41,5	0,7	96,1	0,8
W125	T	A 309x95+55, me, vc, 3A+3F	3,587	37,12	7730,1	7,8	657,4	11,7	2808,1	22,6
W126	T	A 180x55, me, vc, 3A	4,196	0,99	241,2	0,2	21,0	0,4	128,1	1,0
W127	T	A 95x200, me, vc, 4A	3,906	1,90	430,9	0,4	40,7	0,7	235,9	1,9
W128	T	A 95x400 (1/2xPT+1/2xP1), me, vc, 4A	3,648	3,80	804,9	0,8	55,7	1,0	193,2	1,6
W129	T	A 90x165 (trapezio=0,99 mq), me, vc, 1A	3,745	0,99	215,2	0,2	16,6	0,3	54,5	0,4
W130	T	A 90x110, me, vc, 1A	4,707	1,22	333,4	0,3	25,6	0,5	47,3	0,4
W131	T	A 90x110 (trapezio), me, vc, 1A	3,745	0,99	215,2	0,2	16,2	0,3	53,2	0,4
Totale				106,29	23119,4	23,4	1813,9	32,3	7415,7	59,7

Ponti termici					
Cod.	Tipo	Descrizione	Ψ	L _{tot}	Q _{H,tr}

			[Wt/mK]	[m]	[kWh]	
Z2	-	IF - Parete - Solaio interpiano	0,321	634,38	11252,5	11,4
Z3	-	W - Parete - Telaio	0,111	310,06	1991,3	2,0
Totale				944,44	13243,8	13,4

Dispersioni estive

Cod.	Tipo	Descrizione	Muri							
			U [Wt/m²K]	S _{tot} [m²]	Q _{C,tr} [kWh _t]	%	Q _{C,r} [kWh _t]	%	Q _{C,sol, op} [kWh _t]	%
M101	T	A PT-Parete ext	1,080	249,49	3623,1	15,8	1706,9	32,6	3707,5	17,0
M111	T	A P1-Parete ext	1,080	252,05	3660,3	16,0	1843,5	35,2	3883,5	17,8
M131	U	A Parete vs nn risc	1,434	34,21	263,7	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0
Totale				535,75	7547,1	33,0	3550,3	67,7	7590,9	34,7

Cod.	Tipo	Descrizione	Pavimenti							
			U [Wt/m²K]	S _{tot} [m²]	Q _{C,tr} [kWh _t]	%	Q _{C,r} [kWh _t]	%	Q _{C,sol, op} [kWh _t]	%
P101	G	A Pavimento su terreno	0,430	247,16	1428,9	6,2	0,0	0,0	0,0	0,0
P111	T	A Soletta interpiano vs ext	1,290	113,04	1959,8	8,6	0,0	0,0	0,0	0,0
P131	U	A Soletta interpiano vs nn risc (Locale Tec-Deposito)	1,130	52,73	320,4	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0
Totale				412,93	3709,2	16,2	0,0	0,0	0,0	0,0

Cod.	Tipo	Descrizione	Soffitti							
			U [Wt/m²K]	S _{tot} [m²]	Q _{C,tr} [kWh _t]	%	Q _{C,r} [kWh _t]	%	Q _{C,sol, op} [kWh _t]	%
S111	U	A Copertura vs sottotetto nn risc	0,662	401,14	3213,9	14,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Totale				401,14	3213,9	14,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Cod.	Tipo	Descrizione	Componenti finestrati							
			U [Wt/m²K]	S _{tot} [m²]	Q _{C,tr} [kWh _t]	%	Q _{C,r} [kWh _t]	%	Q _{C,sol, w} [kWh _t]	%
W110	T	A 120x200, me, vc, 2A	3,751	4,80	242,0	1,1	73,2	1,4	528,1	2,4
W111	T	A 95x55, me, vc, 1A	4,154	0,52	29,0	0,1	8,8	0,2	54,6	0,2
W112	T	A 240x200, me, vc, 2A	3,429	4,80	221,2	1,0	98,0	1,9	966,8	4,4
W113	T	A 310x98+55, me, vc, 3A+3F	3,575	9,48	455,6	2,0	144,0	2,7	1353,4	6,2
W114	T	A 309x55, me, vc, 3A	3,991	1,70	91,2	0,4	22,1	0,4	163,4	0,7
W115	T	A 120x287pf, me, vc, 4A	3,491	10,32	484,4	2,1	132,0	2,5	1253,4	5,7
W116	T	A 306x98+55, me, vc, 3A+2F	3,580	4,68	225,2	1,0	63,9	1,2	598,0	2,7
W117	T	A 310x55, me, vc, 3A	3,990	5,13	275,1	1,2	64,5	1,2	478,0	2,2
W118	T	A 54x232f, me, vc, 2A	3,984	2,50	133,9	0,6	22,8	0,4	165,2	0,8
W121	T	A 60x60, me, vc, 1A	4,349	1,80	105,2	0,5	36,2	0,7	197,5	0,9
W122	T	A 40x240, me, vc, 3A	4,411	10,56	626,1	2,7	192,1	3,7	1252,4	5,7
W123	T	A 180x55, me, vc, 2A	4,069	0,99	54,1	0,2	19,0	0,4	101,6	0,5
W124	T	A 100x200, me, vc, 3A	3,752	2,00	100,9	0,4	38,8	0,7	241,5	1,1
W125	T	A 309x95+55, me, vc, 3A+3F	3,587	37,12	1789,7	7,8	613,6	11,7	5740,2	26,3
W126	T	A 180x55, me, vc, 3A	4,196	0,99	55,8	0,2	19,6	0,4	98,5	0,5
W127	T	A 95x200, me, vc, 4A	3,906	1,90	99,8	0,4	38,0	0,7	267,4	1,2
W128	T	A 95x400 (1/2xPT+1/2xP1), me, vc, 4A	3,648	3,80	186,3	0,8	52,0	1,0	451,7	2,1
W129	T	A 90x165 (trapezio=0,99 mq), me, vc, 1A	3,745	0,99	49,8	0,2	15,5	0,3	127,2	0,6
W130	T	A 90x110, me, vc, 1A	4,707	1,22	77,2	0,3	23,9	0,5	110,5	0,5
W131	T	A 90x110 (trapezio), me, vc, 1A	3,745	0,99	49,8	0,2	15,2	0,3	124,5	0,6
Totale				106,29	5352,6	23,4	1693,0	32,3	14274,0	65,3

Cod.	Tipo	Descrizione	Ponti termici			
			ψ [Wt/mK]	L _{tot} [m]	Q _{C,tr} [kWh _t]	%
Z2	-	IF - Parete - Solaio interpiano	0,321	634,38	2605,2	11,4

Z3	-	W - Parete - Telaio	0,111	310,06	461,0	2,0
Totale				944,44	3066,2	13,4

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
M101	T	A PT-Parete ext	1,080	1,326	0,300	0,280
M111	T	A P1-Parete ext	1,080	1,435	0,300	0,280
M131	U	A Parete vs nn risc	1,434	1,608	0,750	0,700

Cod.	Tipo	Descrizione	Pavimenti			
			U [W _t /m ² K]	U_{media} [W _t /m ² K]	U_{limite} [W_t/m²K]	
					2015	2021
P101	G	A Pavimento su terreno	0,430	0,544	0,310	0,290
P111	T	A Soletta interpiano vs ext	1,290	1,421	0,310	0,290
P131	U	A Soletta interpiano vs nn risc (Locale Tec-Deposito)	1,130	1,231	0,775	0,725

Cod.	Tipo	Descrizione	Soffitti			
			U [W _t /m ² K]	U_{media} [W _t /m ² K]	U_{limite} [W_t/m²K]	
					2015	2021
S111	U	A Copertura vs sottotetto nn risc	0,662	0,745	0,289	0,267

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	
W110	T	A 120x200, me, vc, 2A	3,751	1,900	1,400	2,677
W111	T	A 95x55, me, vc, 1A	4,154	1,900	1,400	2,692
W112	T	A 240x200, me, vc, 2A	3,429	1,900	1,400	2,677
W113	T	A 310x98+55, me, vc, 3A+3F	3,575	1,900	1,400	2,692
W114	T	A 309x55, me, vc, 3A	3,991	1,900	1,400	2,692
W115	T	A 120x287pf, me, vc, 4A	3,491	1,900	1,400	2,663
W116	T	A 306x98+55, me, vc, 3A+2F	3,580	1,900	1,400	2,692
W117	T	A 310x55, me, vc, 3A	3,990	1,900	1,400	2,692
W118	T	A 54x232f, me, vc, 2A	3,984	1,900	1,400	2,663
W121	T	A 60x60, me, vc, 1A	4,349	1,900	1,400	2,692
W122	T	A 40x240, me, vc, 3A	4,411	1,900	1,400	2,692
W123	T	A 180x55, me, vc, 2A	4,069	1,900	1,400	2,692
W124	T	A 100x200, me, vc, 3A	3,752	1,900	1,400	2,692
W125	T	A 309x95+55, me, vc, 3A+3F	3,587	1,900	1,400	2,692
W126	T	A 180x55, me, vc, 3A	4,196	1,900	1,400	2,692
W127	T	A 95x200, me, vc, 4A	3,906	1,900	1,400	2,692
W128	T	A 95x400 (1/2xPT+1/2xP1), me, vc, 4A	3,648	1,900	1,400	2,692
W129	T	A 90x165 (trapezio= 0,99 mq), me, vc, 1A	3,745	1,900	1,400	2,692
W130	T	A 90x110, me, vc, 1A	4,707	1,900	1,400	2,692
W131	T	A 90x110 (trapezio), me, vc, 1A	3,745	1,900	1,400	2,692

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
Stot	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	$Q_{H,tr}$	93864	kWh _t
Dispersioni per extraflusso	$Q_{H,r}$	5618	kWh _t
Dispersioni per ventilazione	$Q_{H,ve}$	35952	kWh _t

Apporti

Apporti solari attraverso i componenti opachi	$Q_{H,sol,op}$	5000	kWh _t
Apporti solari attraverso i componenti finestrati	$Q_{H,sol,w}$	7416	kWh _t
Apporti interni	$Q_{H,int}$	9951	kWh _t
Apporti aggiuntivi	$Q_{H,aqq}$	0	kWh _t

Bilancio energetico

Fabbisogno del fabbricato	$Q_{H,nd}$	118161	kWh _t
Indice di prestazione termica del fabbricato	$EP_{H,nd}$	208,62	kWh _t /m ²
Valore limite	$EP_{H,nd,lim}$	77,21	kWh _t /m ²

Risultati energia estiva

Dispersioni

Dispersioni per trasmissione	$Q_{C,tr}$	15298	kWh _t
Dispersioni per extraflusso	$Q_{C,r}$	5243	kWh _t
Dispersioni per ventilazione	$Q_{C,ve}$	8324	kWh _t

Apporti

Apporti solari attraverso i componenti opachi	$Q_{C,sol,op}$	7591	kWh _t
Apporti solari attraverso i componenti finestrati	$Q_{C,sol,w}$	14274	kWh _t
Apporti interni	$Q_{C,int}$	6797	kWh _t
Apporti aggiuntivi	$Q_{C,aqq}$	0	kWh _t

Bilancio energetico

Fabbisogno del fabbricato	$Q_{C,nd}$	3933	kWh _t
Indice di prestazione termica del fabbricato	$EP_{C,nd}$	6,94	kWh _t /m ²
Valore limite	$EP_{C,lim}$	12,76	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 [$kWh_p/kWh_{t/el}$];

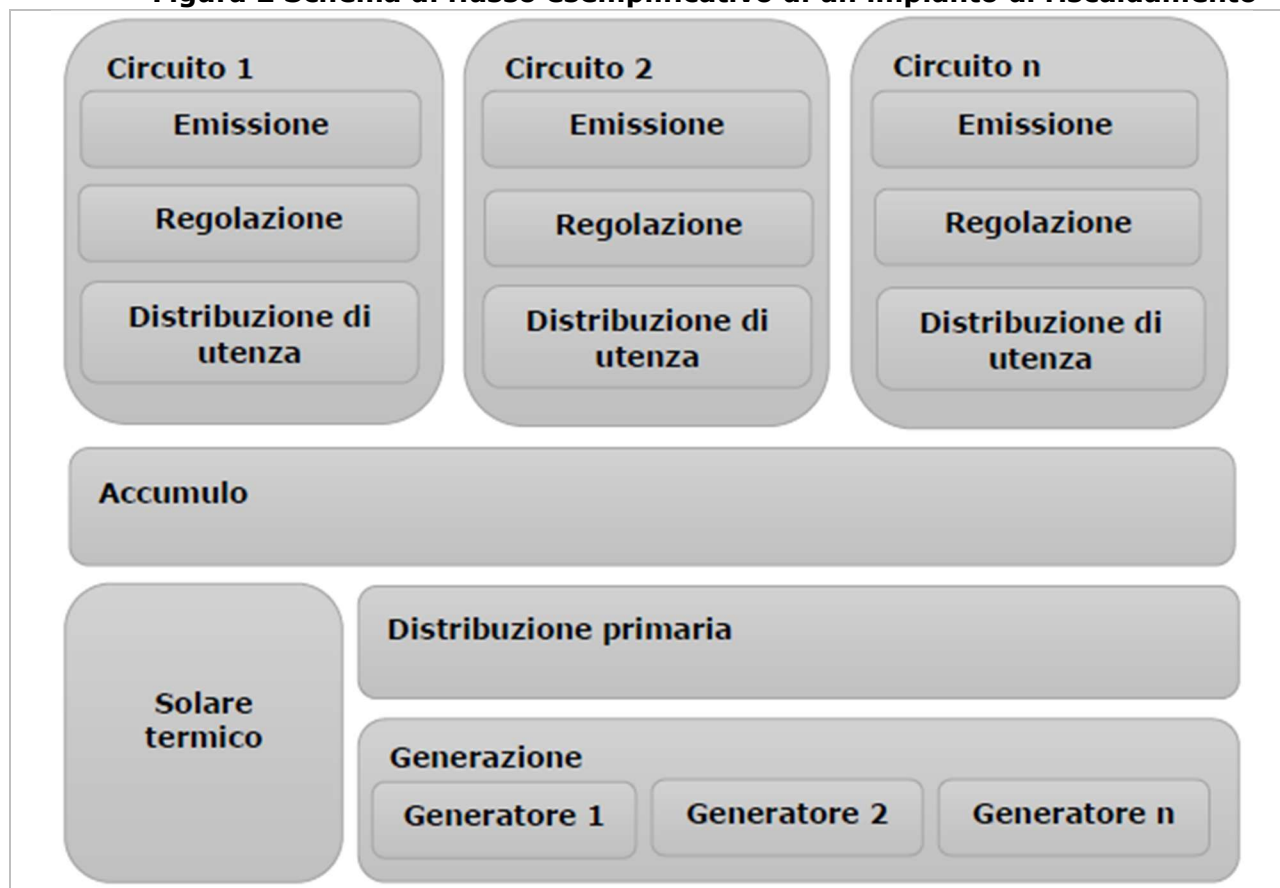
$Q_{exp,k}$ = energia esportata dal singolo vettore energetico [kWh_{el}];

$f_{p,exp,k}$ = 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

È presente un sistema unico per la produzione del calore afferente i tre edifici [rif.elaborato F-0-0, FA-1-0].

CENTRALE TERMICA|

Locale Tecnico nell'edificio (A) –in angolo Nord-Ovest- con ingresso dal cortile interno del plesso.

GENERAZIONE|

*Impianto per la produzione dell'acqua calda ad uso riscaldamento e produzione ACS, di tipo centralizzato, costituito dai seguenti generatori di calore a basamento alimentati a gas metano:
-generatore #1 tradizionale (Marca ICI CALDAIE, Mod.REX 10F, Pot.utile nominale 100 kW, rendimento calcolato ai sensi della norma UNI TS 11300-2:2014, rendimento medio pari al 93,3% come da verifiche condotte ai sensi del D.Lgs.192/2005 e smi allegate al Libretto di impianto).
-generatore #2 a condensazione (Marca VIESSMANN, Mod.VITOCROSSAL 200, Pot.utile nominale 311 kW, rendimento medio pari al 105,3% come da verifiche condotte ai sensi del D.Lgs.192/2005 e smi allegate al Libretto di impianto, anno installazione 2005).*

PRODUZIONE ACS|

> n.2 bollitori ad accumulo isolato della capacità di 295 l (Marca RIELLO, Mod.7200 300V, Pot.max assorbita 60 kW, anno 2000);
> n.1 bollitore solare porcellanato isolato da 300 l (Marca FIORNI, Mod.COIB G1 5503, anno 2010).

Presente n.1 campo solare costituito da n.2 pannelli solari termici con superficie d'apertura pari a 2x2,33 mq (Marca VIESSMANN, tipo VITOSOL 100-F SV1A) installati sulla copertura più a Nord degli spogliatoi, con orientamento Sud-Est.

CIRCOLATORI|

-Pompa #PRIMARIO1| Primario1 (Marca GRUNDFOS, Mod.MAGNA 65-120 F, 900 We, a giri variabili).
-Pompa #PRIMARIO2| Primario2 (Marca GRUNDFOS, Mod.MAGNA 40-120 F, 450 We, a giri variabili).
-Pompa #1-2| Mandata Medie success. (gemellare, Marca GRUNDFOS, Mod.UPS D50-120 F, 70 We).
-Pompa #2-3| Mandata TLR Media (gemellare, Marca GRUNDFOS, Mod.UPS D50-120 F, 53 We).
-Pompa #3-4| Mandata Palestra (gemellare, Marca GRUNDFOS, Mod.UPS D50-120 F, 46 We).

-Pompa #4| Bollitore ACS (gemellare, Marca RIELLO, Mod.RGDT 50-50, 265 We).
-Pompa #RICIRC1| Ricircolo1 (Marca GRUNDFOS, Mod.UPS 25-60N/80, 70 We).
-Pompa #RICIRC2| Ricircolo2 (Marca GRUNDFOS, Mod.UPS 20-30N/50, 75 We).
-Pompa #TRAVASO| Travaso boyler solare (Marca GRUNDFOS, Mod.UPS 20-30N/50, 75 We).
-Pompa #SOLARE| Ricircolo solare (Marca VIESSMANN, Mod.SOLAR 25-60/30, 75 We).

-Pompa #2 SCT UTA| UTA (Marca KSB, Mod.TRIALINE 50-160, 63 We).
-Pompa #1-2 SCT UTA| UTA (Marca GRUNDFOS, Mod.UPS D40-60F, 28 We).

DISTRIBUZIONE|

>> Edificio (A)| canali aria.

La distribuzione è del tipo a vaso chiuso con spessori di isolante conformi alle prescrizioni del DPR 412/93.

REGOLAZIONE RISCALDAMENTO|

Generatori di calore| Regolazione climatica con sonda di temperatura esterna (Marca TECKNA, Mod.QT01-1247) e valvola miscelatrice a tre vie per ogni circuito di mandata acqua calda (Marca COSTER, Mod.URGN 350).

UTA| Regolazione climatica con sonda di temperatura esterna e valvola miscelatrice a tre vie (Marca COSTER, Mod.URGN 332).

>> Edificio (A) << Termostato di zona.

REGOLAZIONE ACS|

Produzione legata alla Temperatura di accumulo dell'acqua calda nel bollitore.

EMISSIONE|

>> Edificio (A) << PT- zona mensa| fancoil. PT-Aula, P1| bocchette aria.

ORARI DI FUNZIONAMENTO IMPIANTO RISCALDAMENTO E PRODUZIONE ACS|

>> Edificio (A) e (B) << Lun-Ven: 7:30-17:00; Sab 7:30-13:00 con spegnimento notturno.

//Fonte: Contratto Servizio Energia

CONTABILIZZAZIONE|

Presente contabilizzatore di calore ad uso riscaldamento.

Presente sistema di telecontrollo e telegestione.

Completano l'impianto l'addolcitore e gli accessori di sicurezza.

** STATO DI CONSERVAZIONE IMPIANTISTICA

Buono in Centrale Termica. La rete di distribuzione non risulta ispezionabile.

Dal punto di vista energetico si sono riscontrate le seguenti criticità:

>> Edifici (A), (B), (C) << rendimenti di generazione bassi dovuti alla vetustà delle apparecchiature;

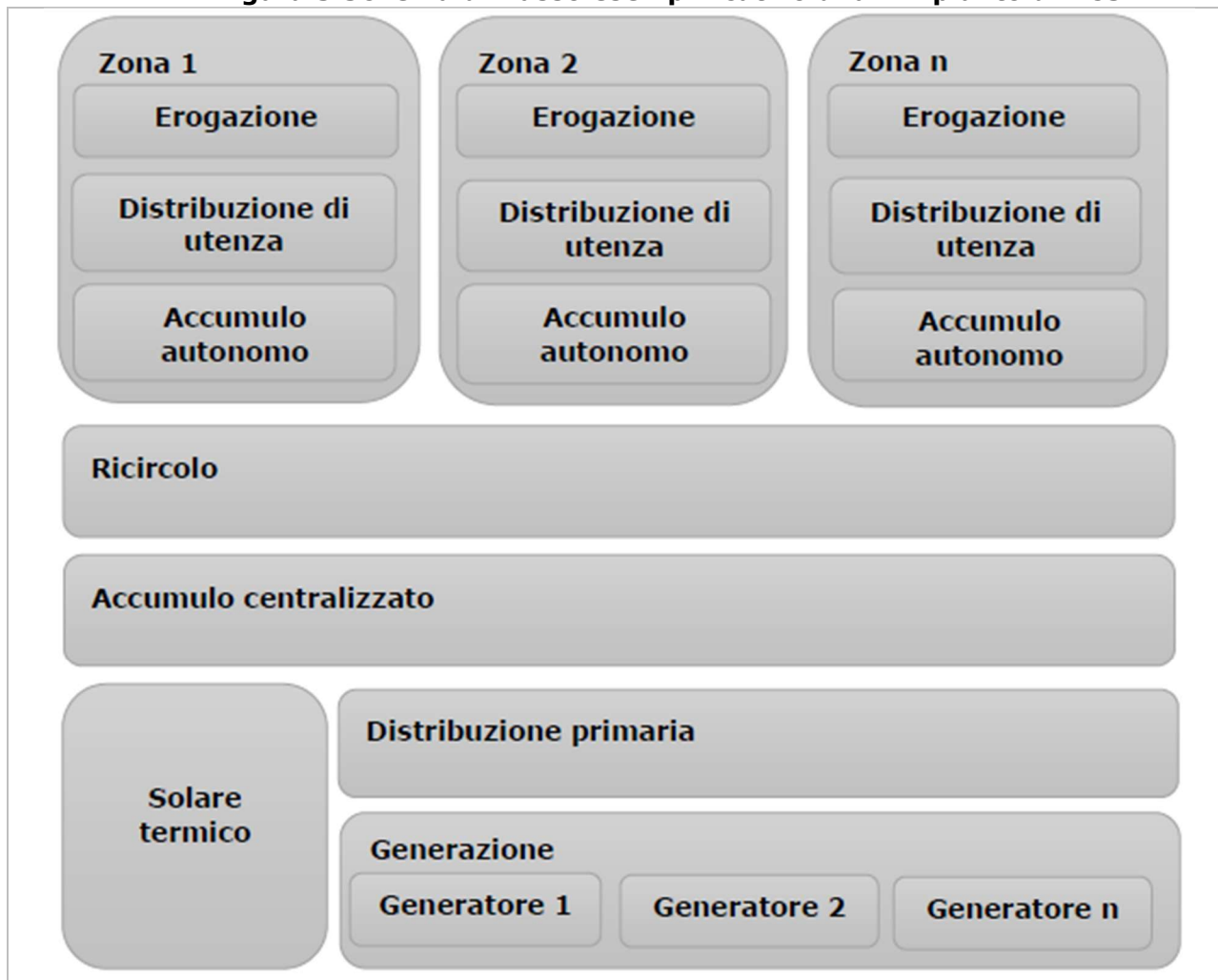
>> Edificio (A) << UTA senza recuperatore di calore;

>> Edifici (A), (B), (C) << presenza di un solo termostato di zona a regolare locali con caratteristiche di esposizione, affollamento ed usi differenti.

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

[Combinato.](#)

4.3.3 Altri impianti

4.3.3.1 Impianto di ventilazione

Descrizione sintetica impianto di ventilazione

Assente.

4.3.3.2 Impianto di riscaldamento aeraulico

Descrizione sintetica impianto di riscaldamento aeraulico

Presente Unità di Trattamento Aria (UTA) alimentata dall'acqua calda prodotta dai generatori di calore (Marca TCF, 8.000 mc/h) a servizio dell'edificio (A).

4.3.3.3 Impianto di illuminazione

Descrizione sintetica impianto di illuminazione

Prevalenza di lampade fluorescenti lineari (FL) e compatte (FC) nelle seguenti quantità. Anno di installazione: nd. -vedi parte elettrica in calce alla presente-

4.3.3.4 Impianto di trasporto

Descrizione sintetica impianto di trasporto

Assente.

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 61-237-5,6 (A)

Consumi ed energia consegnata

Servizio	Metano				Energia primaria			Spesa ed emissioni	
	Consumo ed energia consegnata								
	Co	UM	Q _{del} [kWh _t]	Q _{exp} [kWh _{el}]	Q _{p,nren} [kWh _p]	Q _{p,ren} [kWh _p]	Q _{p,tot} [kWh _p]	S [€]	Emco2 [kg]
Riscaldamento (H)	12125	Sm ³	114248	0	119960	0	119960	8487,31	23992
Acqua calda sanitaria (W)	27	Sm ³	251	0	264	0	264	18,68	53
Globale (GI)	12151	Sm³	114499	0	120224	0	120224	8505,99	24045

Servizio	Energia elettrica				Energia primaria			Spesa ed emissioni	
	Consumo ed energia consegnata								
	Co	UM	Q _{del} [kWh _{el}]	Q _{exp} [kWh _{el}]	Q _{p,nren} [kWh _p]	Q _{p,ren} [kWh _p]	Q _{p,tot} [kWh _p]	S [€]	Emco2 [kg]
Riscaldamento (H)	180	kWh	180	-	351	85	435	41,38	83
Acqua calda sanitaria (W)	0	kWh	0	-	0	0	1	0,05	0
Ventilazione (V)	153	kWh	153	-	297	72	369	35,08	70
Illuminazione (L)	1423	kWh	1423	-	2774	669	3443	327,22	654
Globale (GI)	1755	kWh	1755	-	3423	825	4248	403,73	807

Servizio	Solare termico				Energia primaria			Spesa ed emissioni	
	Consumo ed energia consegnata								
	Co	UM	Q _{del} [kWh _t]	Q _{exp} [kWh _{el}]	Q _{p,nren} [kWh _p]	Q _{p,ren} [kWh _p]	Q _{p,tot} [kWh _p]	S [€]	Emco2 [kg]
Riscaldamento (H)	-	-	0	-	0	0	0	-	-
Acqua calda sanitaria (W)	-	-	28	-	0	28	28	-	-
Ventilazione (V)	-	-	0	-	0	0	0	-	-
Globale (GI)	-	-	28	-	0	28	28	-	-

Servizio	Solare fotovoltaico				Energia primaria			Spesa ed emissioni	
	Consumo ed energia consegnata								
	Co	UM	Q _{del} [kWh _{el}]	Q _{exp} [kWh _{el}]	Q _{p,nren} [kWh _p]	Q _{p,ren} [kWh _p]	Q _{p,tot} [kWh _p]	S [€]	Emco2 [kg]
Riscaldamento (H)	-	-	158	2	0	156	156	-	-
Acqua calda sanitaria (W)	-	-	3	1	0	2	2	-	-
Ventilazione (V)	-	-	643	150	0	493	493	-	-
Illuminazione (L)	-	-	5830	1351	0	4479	4479	-	-
Globale (GI)	-	-	6635	1504	0	5131	5131	-	-

Spesa

Servizio	S [€]
Riscaldamento (H)	8528,70
Acqua calda sanitaria (W)	18,73
Raffrescamento (C)	0,00
Ventilazione (V)	35,08
Illuminazione (L)	327,22
Trasporto (T)	0,00
Globale (GI)	8909,73

Rendimenti

Riscaldamento idronico (H_{idr})	
Sottosistema	Valore calcolato [-]
Emissione (η_{em})	92,3
Regolazione (η_{reg})	96,4
Distribuzione di utenza (η_{du})	94,8
Accumulo (η_s)	100,0
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	100,3
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	95,2
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	95,1

Riscaldamento aeraulico (H_{aer})	
Sottosistema	Valore calcolato [-]
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	94,8
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	90,3
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	90,3

Riscaldamento idronico ed aeraulico (H)	
Sottosistema	Valore calcolato [-]
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$)	99,7
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$)	99,5
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)	89,5
Ricircolo (η_{ric})	100,0
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	86,7
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	82,1
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	82,0
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$)	77,1
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$)	69,2
Valore limite (η_{lim})	0,0

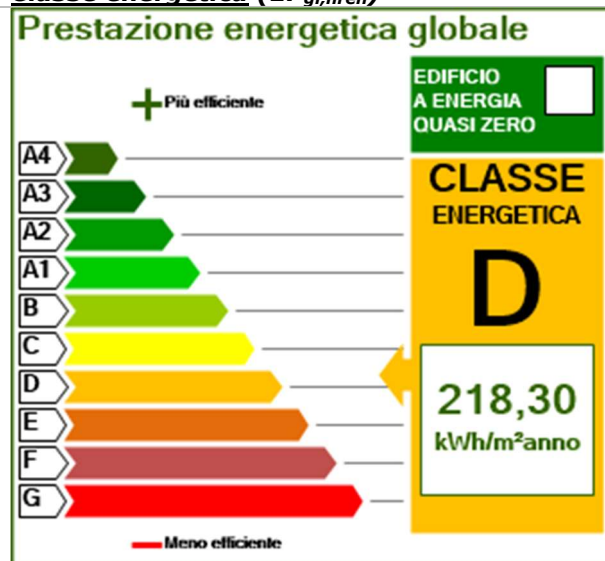
Indici di prestazione termica del fabbricato

Servizio	Q_{nd} [kWh_t]	EP_{nd} [kWh_t/m²]	$EP_{nd,limite}$ [kWh_t/m²]
Riscaldamento (H)	118161	208,62	85,75
Raffrescamento (C)	3933	6,94	10,13

Indici di prestazione energetica dell'edificio

Servizio	Energia primaria			Indici di prestazione energetica			
	$Q_{p,nren}$ [kWh_p]	$Q_{p,ren}$ [kWh_p]	$Q_{p,tot}$ [kWh_p]	EP_{nren} [kWh_p/m²]	EP_{ren} [kWh_p/m²]	EP_{tot} [kWh_p/m²]	$EP_{tot,limite}$ [kWh_p/m²]
Riscaldamento (H)	120311	241	120552	212,41	0,43	212,84	-
Acqua calda sanitaria (W)	264	31	295	0,47	0,05	0,52	-
Raffrescamento (C)	0	0	0	0,00	0,00	0,00	-
Ventilazione (V)	297	564	862	0,53	1,00	1,52	-
Illuminazione (L)	2774	5148	7922	4,90	9,09	13,99	-
Trasporto (T)	0	0	0	0,00	0,00	0,00	-
Globale	123647	5984	129631	218,30	10,56	228,87	112,88

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



Nota: classe energetica indicativa, avente valenza di riferimento ed obiettivo, valutata, coerentemente con il calcolo di diagnosi, secondo la modalità di valutazione A3.

Quota rinnovabile

Servizio	QR [%]	Valore minimo [%]		
		1° fase (31.05.12 - 31.12.13)	2° fase (01.01.14 - 31.12.16)	3° fase (dal 01.01.17)
Riscaldamento (H)	0,2	-	-	-
Acqua calda sanitaria (W)	10,3	50	-	-
Raffrescamento (C)	0,0	-	-	-
Globale (H + W + C)	0,2	20	35	50
Ventilazione (V)	65,5	-	-	-
Illuminazione (L)	65,0	-	-	-
Trasporto (T)	0,0	-	-	-
Globale	4,6	-	-	-

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

Emissioni

Servizio	Emissioni di CO ₂ [kg]
Riscaldamento (H)	24074,77
Acqua calda sanitaria (W)	52,90
Raffrescamento (C)	0,00
Ventilazione (V)	70,17
Illuminazione (L)	654,43
Trasporto (T)	0,00
Globale (GI)	24852,27

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

4.5 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.

>> ANALISI DEI CONSUMI <<

Nella fase di elaborazione della Diagnosi Energetica è stata fatta richiesta dei dati di consumo delle risorse almeno degli ultimi tre anni con dettaglio mensile, corredati con i relativi importi di fatturazione. Sono quindi stati resi disponibili i consumi termici annui della stagione termica 2018|2019 relativi al Servizio Energia in atto.

ENERGIA TERMICA > GAS METANO|

Di seguito la specifica.

Id.	Denominazione	Consumi SE Stag.th 2018 2019 (kWht)	Consumi SE Stag.th 2018 2019 (Smc)	Spesa en SE Stag.th 2018 2019, IVA esclusa
A	Scuola media (edificio Mazzanti)	331 900,00	35 181,40	39 685,28 €
B	Scuola secondaria di 1° Grado (media)			
C	Palestra scolastica	51 800,00	5 490,80	6 293,18 €

Si è proceduto con il confronto dei consumi della Centrale Termica unica ad alimentare i tre edifici (A, B, C).

4.5.1 Edificio

4.5.1.1 Stagione termica 2018|2019

4.5.1.1.1 Consumi annui

Gradi giorno

Gradi giorno calcolati	GG _{calc}	2419	°Cg
Gradi giorno reali	GG _{reali}	2061	°Cg

Fattori di normalizzazione

Riscaldamento	f _{H,norm}	1,174	-
Acqua calda sanitaria	f _{W,norm}	1,000	-
Ventilazione	f _{V,norm}	1,000	-
Trasporto	f _{T,norm}	1,000	-
Illuminazione	f _{L,norm}	1,000	-

Consumi annui

Riscaldamento						
Contatore	Vettore energetico	Servizi	UM	Co _{H,calc}	Co _{H,reale}	Δ [%]
1	Metano	Hidr, Haer, W	Sm ³	54859	55189	-0,6
2	Energia elettrica	Hidr, W, V, L, T	kWh	814	0	100,0
Servizi differenti						
Contatore	Vettore energetico	Servizi	UM	Co _{NHC,calc}	Co _{NHC,reale}	Δ [%]
1	Metano	Hidr, Haer, W	Sm ³	2298	2215	3,7
2	Energia elettrica	Hidr, W, V, L, T	kWh	7516	0	100,0
Globale						
Contatore	Vettore energetico	Servizi	UM	Co _{gl,calc}	Co _{gl,reale}	Δ [%]
1	Metano	Hidr, Haer, W	Sm ³	57157	57404	-0,4
2	Energia elettrica	Hidr, W, V, L, T	kWh	8330	0	100,0

Legenda dei simboli:

Co_{calc} Consumo calcolato
Co_{reale} Consumo reale
Δ Scostamento

Legenda dei servizi:

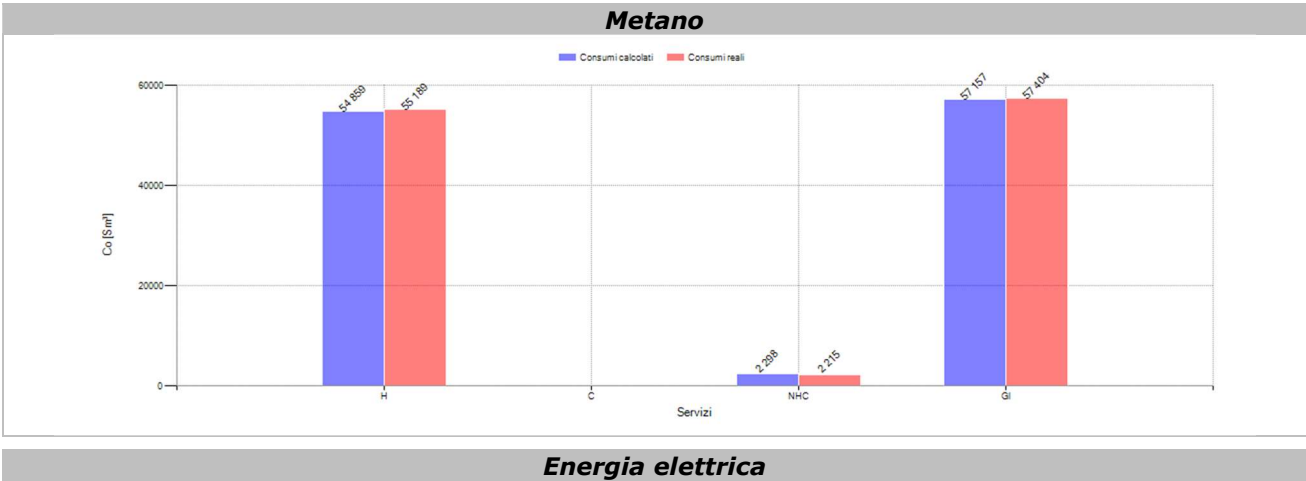
Hidr Riscaldamento idronico

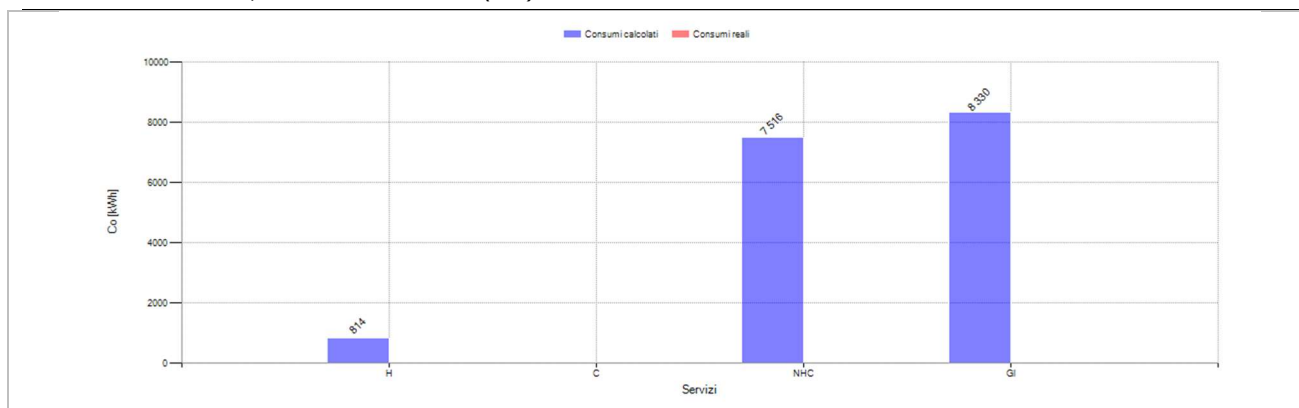
Haer	Riscaldamento aeraulico (trattamenti aria)
W	Acqua calda sanitaria
C	Raffrescamento
V	Ventilazione
L	Illuminazione
T	Trasporto
NHC	Servizi differenti dal riscaldamento o raffrescamento

Suddivisione per servizio



Confronto

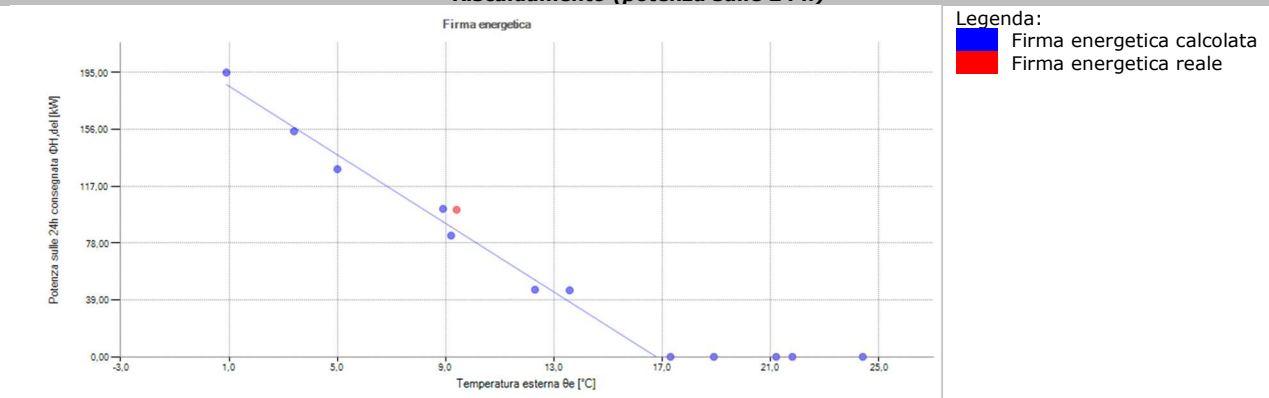




1.1.1.2 Firme energetiche

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

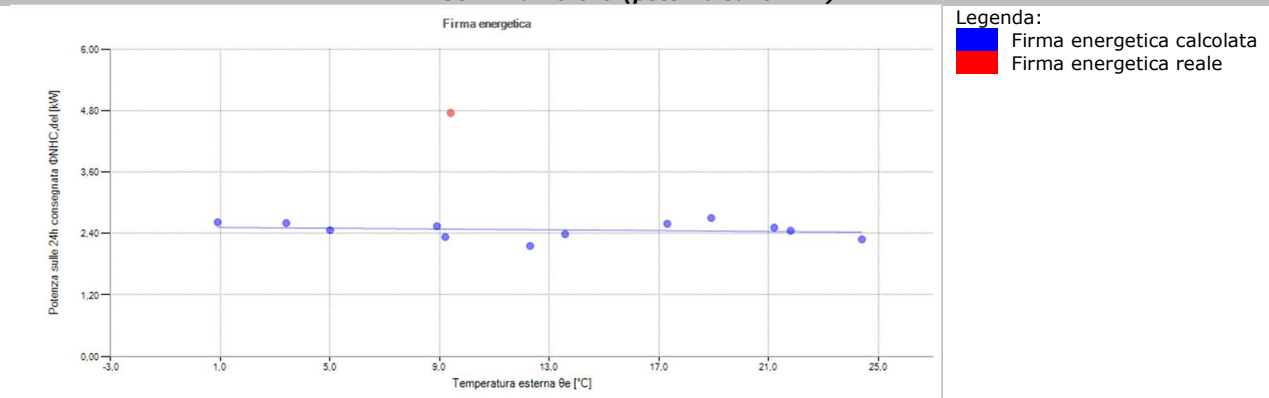
Riscaldamento (potenza sulle 24 h)



		Firma energetica calcolata							
Mesi	Codice Mesi	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θe [°C]	GG [°Cg]	CoH [Sm ³]	Q _{H,del} [kWh _t /el]	Φ _{H,del} [kW _t /el]
gennaio	H	31	31	-	0,9	592	15400	145114	195,05
febbraio	H	28	28	-	5,0	420	9184	86541	128,78
marzo	H	31	31	-	9,2	335	6568	61885	83,18
aprile	H	30	15	-	12,3	116	1760	16585	46,07
maggio	NH	31	0	-	17,3	0	0	0	0,00
giugno	NH	30	0	-	21,8	0	0	0	0,00
luglio	NH	31	0	-	24,4	0	0	0	0,00
agosto	NH	31	0	-	21,2	0	0	0	0,00
settembre	NH	30	0	-	18,9	0	0	0	0,00
ottobre	H	31	17	-	13,6	109	1975	18611	45,62
novembre	H	30	30	-	8,9	333	7757	73088	101,51
dicembre	H	31	31	-	3,4	515	12215	115099	154,70
TOTALE		365	183	-	-	2419	54859	516923	-

		Firma energetica reale							
Periodo	Codice Periodo	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θe [°C]	GG [°Cg]	CoH [Sm ³]	Q _{H,del} [kWh _t /el]	Φ _{H,del} [kW _t /el]
1 - Stagione termica 2018 2019	H	183	183	-	9,4	2061	47016	443014	100,87
TOTALE		183	183	-	-	2061	47016	443014	-

Servizi differenti (potenza sulle 24 h)

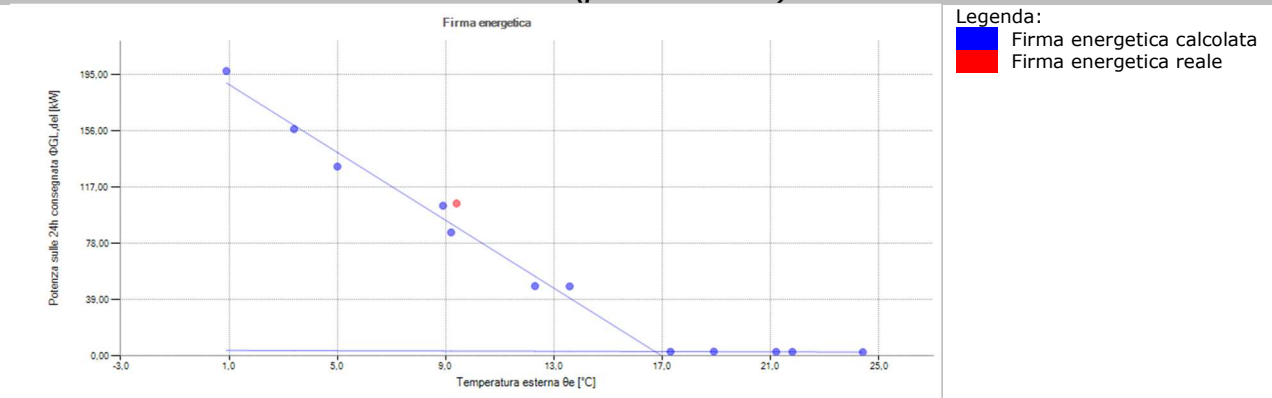


		Firma energetica calcolata							
Mesi	Codice Mesi	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θe [°C]	GG [°Cg]	CoNHC [Sm ³]	Q _{NHC,del} [kWh _t /el]	Φ _{NHC,del} [kW _t /el]
gennaio	H	31	-	-	0,9	-	207	1950	2,62
febbraio	H	28	-	-	5,0	-	176	1656	2,46
marzo	H	31	-	-	9,2	-	184	1735	2,33
aprile	H	30	-	-	12,3	-	165	1552	2,16
maggio	NH	31	-	-	17,3	-	205	1928	2,59
giugno	NH	30	-	-	21,8	-	188	1768	2,46
luglio	NH	31	-	-	24,4	-	181	1701	2,29
agosto	NH	31	-	-	21,2	-	199	1871	2,51
settembre	NH	30	-	-	18,9	-	207	1946	2,70
ottobre	H	31	-	-	13,6	-	188	1775	2,39
novembre	H	30	-	-	8,9	-	194	1831	2,54
dicembre	H	31	-	-	3,4	-	206	1938	2,60
TOTALE		365	-	-	-	-	2298	21652	-

		Firma energetica reale							
Periodo	Codice Periodo	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θe [°C]	GG [°Cg]	CoNHC [Sm ³]	Q _{NHC,del} [kWh _t /el]	Φ _{NHC,del} [kW _t /el]
1 - Stagione termica	H	183	-	-	9,4	-	2215	20875	4,75

2018 2019										
TOTALE		183	-	-	-	-	2215	20875	-	-

Globale (potenza sulle 24 h)

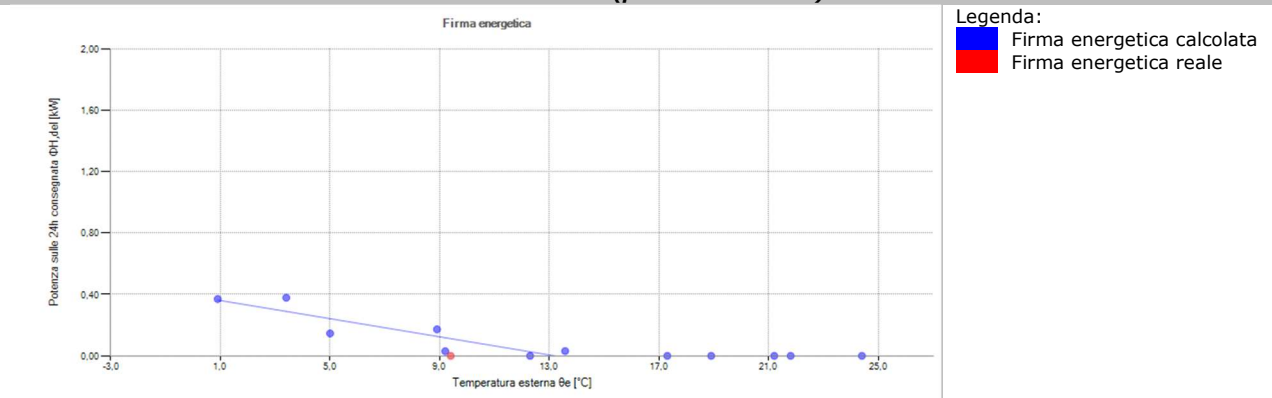


Firma energetica calcolata									
Mesi	Codice Mesi	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θ _e [°C]	GG [°Cg]	Co _{gl} [Sm ³]	Q _{gl,del} [kWh _{t/et}]	Φ _{gl,del} [kW _{t/et}]
gennaio	H	31	31	0	0,9	592	15607	147063	197,67
febbraio	H	28	28	0	5,0	420	9360	88198	131,25
marzo	H	31	31	0	9,2	335	6752	63620	85,51
aprile	H	30	15	14	12,3	116	1925	18137	48,22
maggio	NH	31	0	31	17,3	0	205	1928	2,59
giugno	NH	30	0	30	21,8	0	188	1768	2,46
luglio	NH	31	0	31	24,4	0	181	1701	2,29
agosto	NH	31	0	31	21,2	0	199	1871	2,51
settembre	NH	30	0	30	18,9	0	207	1946	2,70
ottobre	H	31	17	12	13,6	109	2164	20386	48,00
novembre	H	30	30	0	8,9	333	7951	74920	104,05
dicembre	H	31	31	0	3,4	515	12421	117037	157,31
TOTALE		365	183	179	-	2419	57157	538575	-

Firma energetica reale									
Periodo	Codice Periodo	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θ _e [°C]	GG [°Cg]	Co _{gl} [Sm ³]	Q _{gl,del} [kWh _{t/et}]	Φ _{gl,del} [kW _{t/et}]
1 - Stagione termica 2018 2019	H	183	183	0	9,4	2061	49231	463889	105,62
TOTALE		183	183	0	-	2061	49231	463889	-

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

Riscaldamento (potenza sulle 24 h)

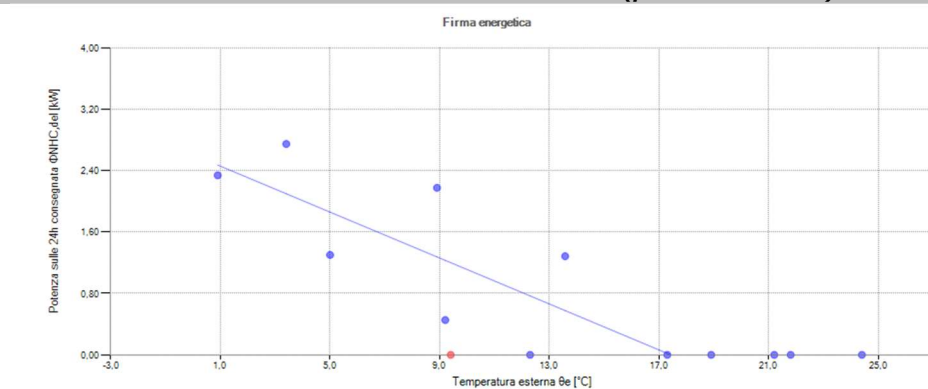


Firma energetica calcolata									
Mesi	Codice Mesi	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θ _e [°C]	GG [°Cg]	Co _H [kWh]	Q _{H,del} [kWh _{t/et}]	Φ _{H,del} [kW _{t/et}]
gennaio	H	31	31	-	0,9	592	275	275	0,37
febbraio	H	28	28	-	5,0	420	98	98	0,15
marzo	H	31	31	-	9,2	335	22	22	0,03
aprile	H	30	15	-	12,3	116	0	0	0,00
maggio	NH	31	0	-	17,3	0	0	0	0,00
giugno	NH	30	0	-	21,8	0	0	0	0,00
luglio	NH	31	0	-	24,4	0	0	0	0,00
agosto	NH	31	0	-	21,2	0	0	0	0,00
settembre	NH	30	0	-	18,9	0	0	0	0,00
ottobre	H	31	17	-	13,6	109	13	13	0,03
novembre	H	30	30	-	8,9	333	124	124	0,17
dicembre	H	31	31	-	3,4	515	281	281	0,38
TOTALE		365	183	-	-	2419	814	814	-

Firma energetica reale									
Periodo	Codice Periodo	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θ _e [°C]	GG [°Cg]	Co _H [kWh]	Q _{H,del} [kWh _{t/et}]	Φ _{H,del} [kW _{t/et}]
1 - Stagione termica 2018 2019	H	183	183	-	9,4	2061	0	0	0,00

TOTALE	183	183	-	-	2061	0	0	-
--------	-----	-----	---	---	------	---	---	---

Servizi differenti (potenza sulle 24 h)

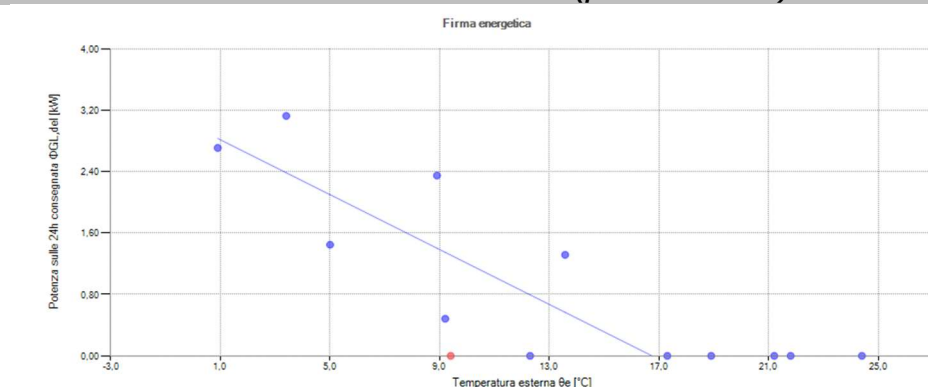


Legenda:
■ Firma energetica calcolata
■ Firma energetica reale

Firma energetica calcolata									
Mesi	Codice Mesi	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θ _e [°C]	GG [°Cg]	CONHC [kWh]	Q _{NHC,del} [kWh/t _{el}]	Φ _{NHC,del} [kWt _{el}]
gennaio	H	31	-	-	0,9	-	1739	1739	2,34
febbraio	H	28	-	-	5,0	-	874	874	1,30
marzo	H	31	-	-	9,2	-	337	337	0,45
aprile	H	30	-	-	12,3	-	0	0	0,00
maggio	NH	31	-	-	17,3	-	0	0	0,00
giugno	NH	30	-	-	21,8	-	0	0	0,00
luglio	NH	31	-	-	24,4	-	0	0	0,00
agosto	NH	31	-	-	21,2	-	0	0	0,00
settembre	NH	30	-	-	18,9	-	0	0	0,00
ottobre	H	31	-	-	13,6	-	956	956	1,28
novembre	H	30	-	-	8,9	-	1566	1566	2,18
dicembre	H	31	-	-	3,4	-	2044	2044	2,75
TOTALE		365	-	-	-	-	7516	7516	-

Firma energetica reale									
Periodo	Codice Periodo	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θ _e [°C]	GG [°Cg]	CONHC [kWh]	Q _{NHC,del} [kWh/t _{el}]	Φ _{NHC,del} [kWt _{el}]
1 - Stagione termica 2018 2019	H	183	-	-	9,4	-	0	0	0,00
TOTALE		183	-	-	-	-	0	0	-

Globale (potenza sulle 24 h)



Legenda:
■ Firma energetica calcolata
■ Firma energetica reale

Firma energetica calcolata									
Mesi	Codice Mesi	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θ _e [°C]	GG [°Cg]	Co _{gl} [kWh]	Q _{gl,del} [kWh/t _{el}]	Φ _{gl,del} [kWt _{el}]
gennaio	H	31	31	0	0,9	592	2015	2015	2,71
febbraio	H	28	28	0	5,0	420	972	972	1,45
marzo	H	31	31	0	9,2	335	359	359	0,48
aprile	H	30	15	14	12,3	116	0	0	0,00
maggio	NH	31	0	31	17,3	0	0	0	0,00
giugno	NH	30	0	30	21,8	0	0	0	0,00
luglio	NH	31	0	31	24,4	0	0	0	0,00
agosto	NH	31	0	31	21,2	0	0	0	0,00
settembre	NH	30	0	30	18,9	0	0	0	0,00
ottobre	H	31	17	12	13,6	109	968	968	1,32
novembre	H	30	30	0	8,9	333	1691	1691	2,35
dicembre	H	31	31	0	3,4	515	2325	2325	3,13
TOTALE		365	183	179	-	2419	8330	8330	-

Firma energetica reale									
Periodo	Codice Periodo	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θ _e [°C]	GG [°Cg]	Co _{gl} [kWh]	Q _{gl,del} [kWh/t _{el}]	Φ _{gl,del} [kWt _{el}]
1 - Stagione termica 2018 2019	H	183	183	0	9,4	2061	0	0	0,00
TOTALE		183	183	0	-	2061	0	0	-

Legenda dei simboli:

g Giorni (del mese o periodo)

g_{risc}	Giorni di riscaldamento (del mese o periodo)
g_{raffr}	Giorni di raffrescamento (del mese o periodo)
θ_e	Temperatura esterna media (del mese o periodo)
GG	Gradi giorno (del mese o periodo)
Co	Consumo (del mese o periodo)
Q_{del}	Energia consegnata (del mese o periodo)
Φ_{del}	Potenza consegnata (del mese o periodo)

Legenda dei servizi:

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

Legenda dei codici:

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

5 RACCOMANDAZIONI CIRCA I POSSIBILI INTERVENTI

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

Prospetto 2 Classificazione degli interventi di risparmio energetico

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

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

Riepilogo scenari

N°	Descrizione	C [€]	ΔS_{gl} [€/anno]	t_r [anni]	$\Delta EP_{gl,nren}$ [kWh _p /m ² anno]	Classe energetica
1	(A) Riqualificazione energetica	563310,00	3110,32	181,1	103,35	A1

Legenda:

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

5.1 (A) Riqualificazione energetica

Dati generali

Numero	1		
Descrizione	(A) Riqualificazione energetica		
Lavoro di riferimento	D:\J\AESS\2011-2020 Collaboraz cont\Sasso Marconi\2020 NZEB-Sc medie\01-WiP\01-DE ante\ET\Disp th\A3 Prg-SASSO M_61-237-4 5 6 815.E0001		
Costo stimato	C	563310,00	€
Risparmio economico conseguibile	ΔS_{gl}	3110,32	€/anno
Tempo di ritorno semplice	t_r	181,1	anni
Risparmio energetico conseguibile	$\Delta EP_{gl,nren}$	103,35	kWh _p /m²anno
Classe energetica raggiungibile	A1		

Riepilogo interventi

N°	Descrizione
1	(A) Riqualificazione energetica

5.1.1 (A) Riqualificazione energetica

Dati generali

Intervento	1
Descrizione	(A) Riqualificazione energetica

Caratteristiche intervento

A seguito di una analisi svolta dalla proprietà in merito alla convenienza economica sulla ristrutturazione delle scuole medie, nel rispetto degli strumenti urbanistici vigenti, viste le criticità dell'edificio (A) si è valutata la fattibilità di intervenire attraverso la riqualificazione energetica ed acustica (quest'ultima mirata sulla scelta dei materiali), oltre che ad effettuare interventi di miglioramento sismico.

INVOLUCRO

Di seguito una sintesi della ripartizione delle dispersioni termiche.



CATEGORIA E TIPOLOGIA DI INTERVENTO (AMBITO APPLICAZIONE) | Ristrutturazioni importanti di secondo livello (DGR 1715/2016, art.3, comma 2, lett.b), p.to ii: si intendono tali gli interventi che interessano l'involucro edilizio con un incidenza superiore al 25 per cento della superficie disperdente lorda complessiva dell'edificio, e possono interessare l'impianto termico per il servizio di climatizzazione invernale e/o estiva (DGR 1715/2016, All.2, Requisiti C.1.1 e C.1.2 (D.1))

> Perdite per trasmissione degli elementi opachi > pareti esterne.

Analizzate le dispersioni degli elementi strutturali, e compatibilmente con la possibilità di conservare il carattere originario del fabbricato, come intervento di efficientamento energetico sull'involucro si propone l'applicazione di un cappotto esterno.

L'obiettivo è quello di controllare i processi di trasferimento termico al fine di contenere le perdite di calore verso l'esterno e di correggere, per quanto tecnicamente possibile, i Ponti Termici presenti. La temperatura interna degli ambienti così isolati resterà tendenzialmente più stabile in inverno come in estate, con ricadute positive sul comfort abitativo in termini economici (risparmio di combustibile) ed ambientali (riduzione delle emissioni inquinanti).

Nel costo dell'investimento stimato si intendono conteggiate tutte le lavorazioni necessarie per dare l'opera finita a regola d'arte, ovvero:

- la messa in sicurezza delle aree di intervento per i lavori in quota mediante l'installazione di opere provvisorie quali i ponteggi esterni, trabattelli interni, etc.;
- la raschiatura e la pulizia delle superfici oggetto di intervento con ripristino di eventuali zone ammalorate/ danneggiate;
- la posa, mediante tasselli e colla, di pannelli di materiale isolante tipo EPS graffito ($\lambda = 0,031$ W/m K, classe di reazione al fuoco B-s1,d0 secondo la UNI EN 13501-01) dello spessore di 120 mm;
- la risoluzione delle interferenze quali:
 - _ l'adeguamento delle imbotti in corrispondenza degli infissi;
 - _ l'adeguamento delle aperture di aerazione esistenti;
 - _ la ricollocazione di eventuali apparecchiature esterne di climatizzazione e di qualsiasi altra struttura fissata;
 - _ il ripristino delle lattonerie;
- il trasporto a discarica e lo smaltimento del materiale di risulta.

Relativamente ai provvedimenti adottati per l'attenuazione dei ponti termici si evidenzia che, grazie alla continuità esterna del materiale isolante che però in corrispondenza del pilastro sarà di spessore inferiore rispetto quello posato sulla parete, il sistema proposto consentirà di correggere in maniera parziale il PT "parete- pilastro".

Il ponte termico "parete- copertura" sarà invece risolto in quanto si colloca in tutto il complesso edilizio analizzato nell'ambiente non riscaldato (sottotetto adibito a soffitte di pertinenza).

Il ponte termico "parete- telaio infisso" potrà essere ridotto e non corretto completamente in quanto il proseguimento del materiale coibente fino in battuta al telaio degli infissi porterebbe, in alcuni casi, ad una riduzione della luce della finestra e quindi il mancato rispetto del rapporto aero- illuminante.

L'opera compiuta si definisce come priva di rilevanza sismica ai sensi della LR 19/2008, All.1, pto "B.8.1 - Manufatti ed elementi assimilabili", assimilabile alla definizione del punto "B.3.3.d -Rifacimento, sostituzione di elementi non strutturali negli impalcati, quali massetti, intonaci, isolamenti, pavimenti, con eventuale incremento di peso complessivo $\leq 5\%$ dello stato attuale purché non siano necessarie opere di rinforzo strutturale. (L2)"; Si rimanda comunque la verifica della soluzione proposta ad una successiva fase di progettazione esecutiva.

Le nuove chiusure trasparenti saranno tali da rispettare i valori di trasmittanza termica di cui al DM 16/02/2016 al fine di accedere agli incentivi.

Nella tabella che segue il riepilogo dei valori di trasmittanza termica raggiunta e la verifica del rispetto normativo.

Valori di trasmittanza termica elementi riqualificati (W/mq K)	SdF (Ue)	Proposta di efficientamento energetico (Ue)	Limite Conto Termico 2.0 (trasmittanza termica utile)	Proposta di efficientamento energetico (trasmittanza termica media)	Limite DGR 1715/2016 (>2021)
Pareti verticali	1,080	0,206	0,230	0,275	0,28

> Perdite per trasmissione degli elementi trasparenti.

Come ulteriore intervento di efficientamento energetico sull'involucro, si propone la sostituzione degli

attuali infissi con altrettanti più performanti.

Il nuovo serramento potrà essere del tipo con telaio in PVC a 5 camere, doppia guarnizione, profilo 75mm, doppio vetrocamera stratificato tipo 4|15argon|4, classe di sicurezza secondo la norma UNI 12600; sono compresi gli accessori di installazione.

Nel costo dell'investimento stimato si intendono conteggiate tutte le lavorazioni necessarie per dare l'opera finita a regola d'arte, ovvero:

- lo smontaggio del vecchio serramento in essere;
- il montaggio del nuovo infisso;
- il trasposto a discarica e lo smaltimento del materiale di risulta.

Le nuove chiusure trasparenti saranno tali da rispettare i valori di trasmittanza termica di cui al DM 16/02/2016 al fine di accedere agli incentivi; nello specifico, per la zona climatica E, la trasmittanza termica U massima è pari a 1,3 W/mq K.

Nella tabella che segue il riepilogo dei valori di trasmittanza termica raggiunta e la verifica del rispetto normativo.

Valori di trasmittanza termica elementi riqualeficati (W/mq K)	SdF (Ue)	Proposta di efficientamento energetico (Ue)	Limite Conto Termico 2.0 (trasmittanza termica utile)	Proposta di efficientamento energetico (trasmittanza termica media)	Limite DGR 1715/2016 (>2021)
Infissi	4,069	1,3	1,3	1,4	1,4

IMPIANTI TERMICI

Relativamente il sistema di generazione del calore si è ipotizzato un allestimento della nuova Centrale Termica unica, a servizio degli edifici (A) e (D), come richiamato nell'ipotesi di nuova costruzione NZEB delle scuole medie (edificio (C) > (D)).

Il soddisfacimento delle esigenze di benessere e di tutela della salute delle persone, collegato alla conservazione dell'edificio in riferimento alla qualità dell'aria interna, si basa sul garantire possibilità di controllo e regolazione individuale del comfort degli occupanti dell'edificio al fine di consentire la regolazione dei locali conseguente al soddisfacimento del fabbisogno delle preferenze individuali. Il parametro di regolazione è la temperatura dell'aria.

A causa di segnalate condizioni di discomfort invernale (sensazione di freddo) dovute all'inefficienza del sistema riscaldante ad aria generata dall'UTA presente nel sottotetto, si propone, in ambito della riqualificazione energetica della nuova CT collocata in (D), di adeguare il sistema di riscaldamento portandolo ad uno ad acqua con corpi scaldanti del tipo ventilconvettori.

Nella sotto centrale posta al PT si propone di sostituire gli attuali circolatori con tipologie modulanti ad alta efficienza ($EEI \leq 0,20$) delle caratteristiche tecniche, in termini di portata e prevalenza, adeguate al nuovo impianto. Ogni circolatore elettronico regolerà automaticamente le proprie prestazioni in base alle condizioni presenti, mantenendo sempre al minimo il consumo energetico; grazie al controllo automatico della velocità la pompa regolerà costantemente la pressione generata (prevalenza) per adattarla in modo ottimale alla velocità dell'acqua (portata).

Contestualmente, come intervento migliorativo ed addizionale al fine di accedere agli incentivi del cd.Conto Termico, si propone anche l'installazione di sistema di termoregolazione per zona; ciò consente di adeguare l'emissione termica dei terminali al variare del carico termico ambiente.

IMPIANTI ELETTRICI

Dato il consumo di energia elettrica dell'edificio dovuto all'illuminazione, si propone la sostituzione dei corpi illuminanti presenti.

Si propone di intervenire sui corpi illuminanti sostituendo le lampade esistenti con apparecchiature con tecnologia a led. Tuttavia l'illuminazione a led, pur comportando un beneficio energetico (minori consumi), non presenta la stessa qualità della luce di una sorgente a gas (neon), poiché con l'illuminazione a led esiste un rischio abbagliamento e un rischio fotobiologico. Pertanto, si sconsiglia l'installazione di lampade a led in locali dove le attività di lettura e lavoro al video terminale richiedono una qualità della luce adeguata.

Nella computazione del valore dell'investimento si è tenuto in conto del fatto che edifici analoghi necessitano di adeguamento dell'illuminamento minimo richiesto da normativa nelle zone di transito. Si rimanda comunque ad una preventiva analisi illuminotecnica dei locali nel caso si decida di implementare tale misura.

Il materiale scelto per la presente valutazione è esente dal rischio fotobiologico, secondo la norma CEI EN62471, quindi anche i materiali previsti nella fase di esecuzione dovranno avere la medesima certificazione.

Nell'analisi economica si fa ipotesi di accesso alla forma incentivante del cd.Conto Termico 2.0 (DM 16/02/2016, art.4, comma 1 lett.f) nel quale è previsto che la potenza installata delle lampade non dovrà superare il 50% della potenza sostituita.

I dati di consumo per le valutazioni sono calcolati in quanto non forniti dall'Amministrazione.

Nel costo dell'investimento stimato totale si intendono quindi conteggiate tutte le lavorazioni necessarie per dare l'opera finita a regola d'arte. Dal Quadro Tecnico- Economico del Progetto di Fattibilità approvato risultano complessivi 454.545 € di lavori, a cui vanno ad aggiungersi le spese tecniche e l'IVA pari a 108.765 €. Complessivamente è quindi previsto un investimento di 563.311 €.

Di seguito sono riportati i dati relativi alla miglioia energetica, l'analisi di confronto della situazione pre e post intervento e l'analisi economica, compresa l'IVA al 10% sui lavori e del 22% sulle prestazioni professionali connesse. Si sono considerate le agevolazioni fiscali statali (Conto Termico 2.0).

Il valore di acquisto dei vettori energetici è stato stimato prendendo a riferimento:

- per il vettore termico il costo del gas nel Servizio di Maggior Tutela nel periodo III Trim 2019 | II Trim 2020, ed è pari a 0,70 €/Smc, IVA inclusa.
- per il vettore elettrico il costo dell'energia elettrica nel Servizio di Maggior Tutela nel periodo III Trim 2019 | II Trim 2020, ed è pari a 0,23 €/kWh, IVA inclusa.

5.1.2 Prestazioni raggiungibili

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

5.1.2.1 61-237-5,6 (A)

Consumi (Co)

Servizio	Metano [Sm ³]		Δ [%]
	Stato di fatto	Scenario	
Riscaldamento (H)	12125	7593	-37,4
Acqua calda sanitaria (W)	27	7	-72,3
Globale	12151	7600	-37,5

Servizio	Energia elettrica [kWh]		Δ [%]
	Stato di fatto	Scenario	
Riscaldamento (H)	180	578	221,5
Acqua calda sanitaria (W)	0	17	7697,0
Ventilazione (V)	153	0	-100,0
Illuminazione (L)	1423	2436	71,2
Globale	1755	3031	72,7

Spesa (S) [€]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	8528,34	5470,70	35,9
Acqua calda sanitaria (W)	18,73	9,10	51,4
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	35,08	0,00	100,0
Illuminazione (L)	327,22	560,19	-71,2
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale	8909,37	6039,99	32,2

Valutazione economica preliminare

Costo stimato (C) [€]	563310,00
Risparmio economico conseguibile (ΔS_{gl}) [€/anno]	3110,32
Tempo di ritorno semplice (t_r) [anni]	181,1

Rendimenti (η) [%]

Riscaldamento idronico (H_{idr})			
Sottosistema	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Emissione (η_{em})	92,3	94,3	2,2
Regolazione (η_{reg})	96,4	96,8	0,4
Distribuzione di utenza (η_{du})	94,8	95,4	0,6
Accumulo (η_s)	100,0	100,0	0,0
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	100,3	100,1	-0,1
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	95,2	94,4	-0,8
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	95,1	94,0	-1,2

Riscaldamento aerulico (H_{aer})			
Sottosistema	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	94,8	100,2	5,7
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	90,3	94,3	4,4
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	90,3	93,7	3,8

Riscaldamento idronico ed aerulico (H)			
Sottosistema	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$)	99,7	143,2	43,6
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$)	99,5	142,0	42,8
Valore limite (η_{lim})	0,0	-	-

Acqua calda sanitaria (W)			
Sottosistema	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Erogazione (η_{er})	100,0	100,0	0,0
Distribuzione di utenza (η_{du})	92,6	92,6	0,0
Accumulo (η_s)	89,5	89,5	0,0
Ricircolo (η_{ric})	100,0	100,0	0,0
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	86,7	177,9	105,3
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	82,1	126,3	53,8
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	82,0	74,9	-8,7
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$)	77,1	191,8	148,7
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$)	69,2	74,0	6,9
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)	208,62	129,45	-38,0	85,75
Raffrescamento (C)	6,94	2,55	-63,3	10,13

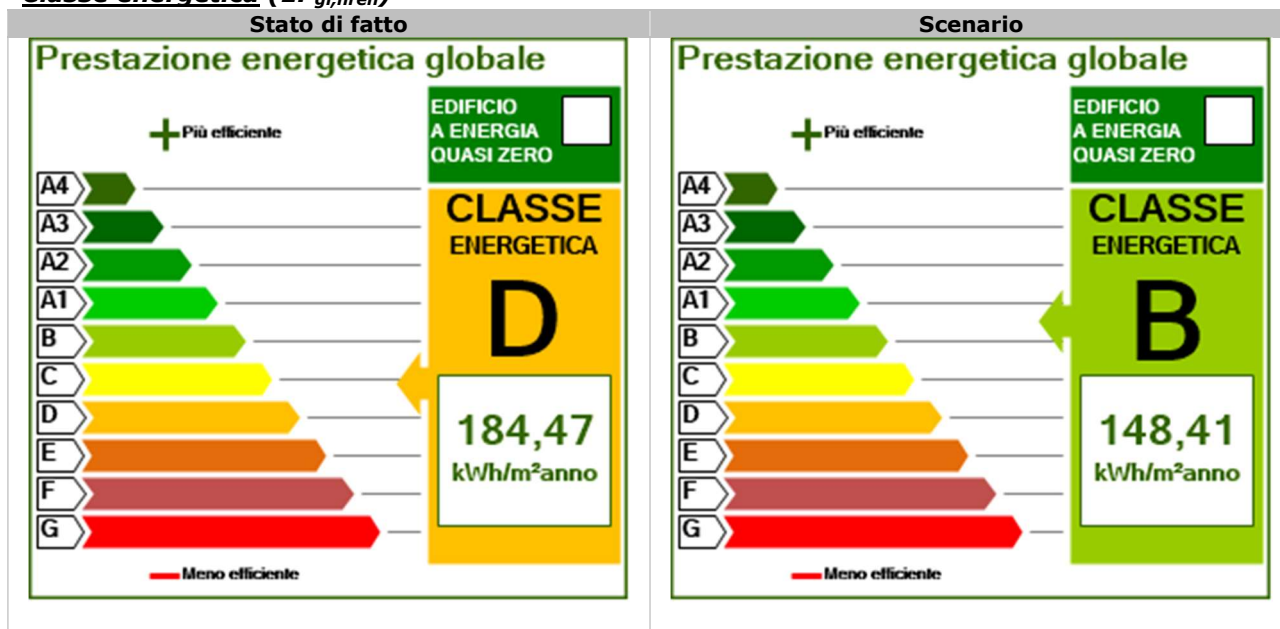
Indici di prestazione energetica dell'edificio (EP) [kWh_p/m^2]

Non rinnovabile (EP_{nren})			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	212,41	139,53	-34,3
Acqua calda sanitaria (W)	0,47	0,19	-58,3
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,53	0,00	-100,0
Illuminazione (L)	4,90	8,69	77,4
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (GI)	218,30	148,41	-32,0

Rinnovabile (EP_{ren})			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	0,43	1,10	159,5
Acqua calda sanitaria (W)	0,05	0,31	475,8
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	1,00	0,00	-100,0
Illuminazione (L)	9,09	8,12	-10,7
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (GI)	10,56	9,53	-9,7

Totale (EP_{tot})			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	212,84	140,63	-33,9
Acqua calda sanitaria (W)	0,52	0,50	-3,1
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	1,52	0,00	-100,0
Illuminazione (L)	13,99	16,81	20,2
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (GI)	228,87	157,95	-31,0
Valore limite ($EP_{gl,tot,lim}$)	112,88	-	-

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



Nota: classi energetiche indicative, aventi valenza di riferimento ed obiettivo, valutate, coerentemente con il calcolo di diagnosi, secondo la modalità di valutazione A3.

Quota rinnovabile (QR) [%]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]	Valore minimo
Riscaldamento (H)	0,2	0,8	300,1	-
Acqua calda sanitaria (W)	10,3	61,4	494,1	50
Raffrescamento (C)	0,0	0,0	0,0	-
Globale (H + W + C)	0,2	1,0	356,0	20 / 35 / 50
Ventilazione (V)	65,5	0,0	-100,0	-
Illuminazione (L)	65,0	48,3	-25,7	-
Trasporto (T)	0,0	0,0	0,0	-
Globale (GI)	4,6	6,0	30,3	-

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 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)	24074,77	15289,90	-36,5
Acqua calda sanitaria (W)	52,90	22,46	-57,5
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	70,17	0,00	-100,0
Illuminazione (L)	654,43	1120,37	71,2
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (GI)	24852,27	16432,73	-33,9

Legenda:

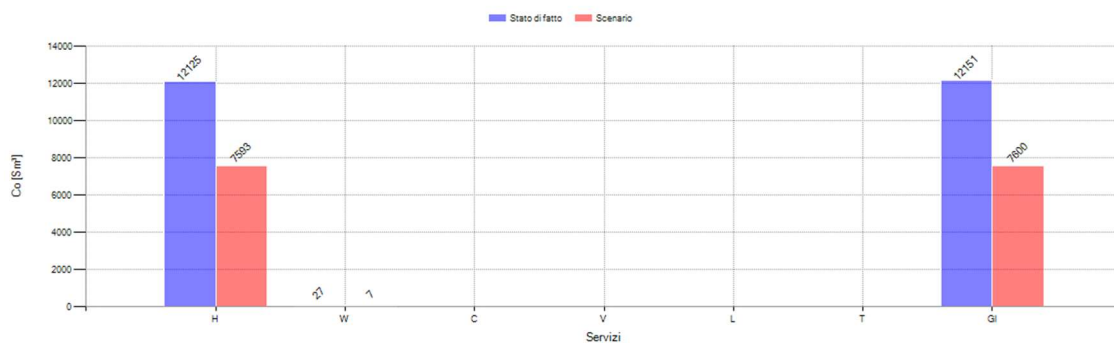
Co	Consumo
Em	Emissioni
EP _{nd}	Indice di prestazione termica
EP _{nren}	Indice di prestazione energetica non rinnovabile
EP _{ren}	Indice di prestazione energetica rinnovabile
EP _{tot}	Indice di prestazione energetica totale
η_{ut}	Rendimento rispetto all'energia utile
$\eta_{p,nren}$	Rendimento rispetto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

Grafici

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

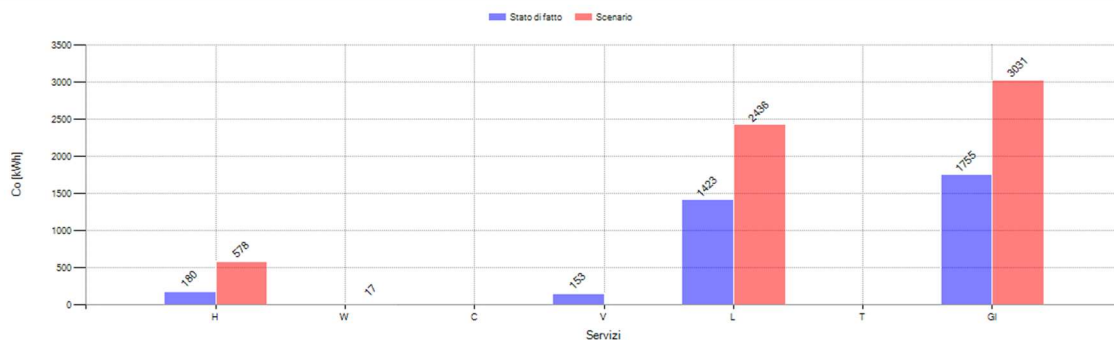
Consumi di combustibile ed energia elettrica

Metano



Servizio	Co _{in} [Sm³]	Co _{fin} [Sm³]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	12125	7593	-37,4
Acqua calda sanitaria (W)	27	7	-72,3
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	0	0	0,0
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (GI)	12151	7600	-37,5

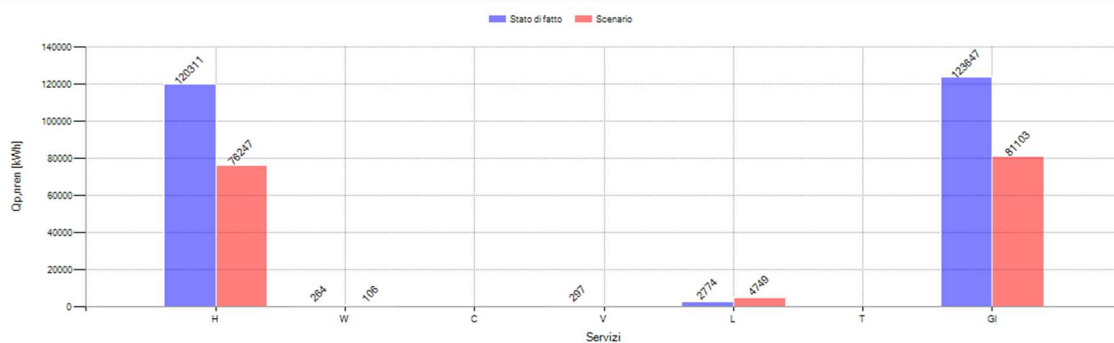
Energia elettrica



Servizio	Co _{in} [kWh]	Co _{fin} [kWh]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	180	578	221,5
Acqua calda sanitaria (W)	0	17	100,0
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	153	0	-100,0
Illuminazione (L)	1423	2436	71,2
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (GI)	1755	3031	72,7

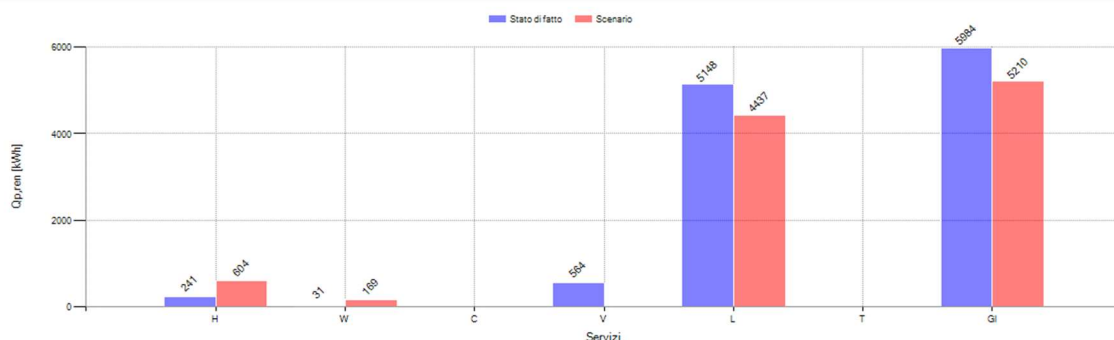
Consumi di energia primaria

Non rinnovabile



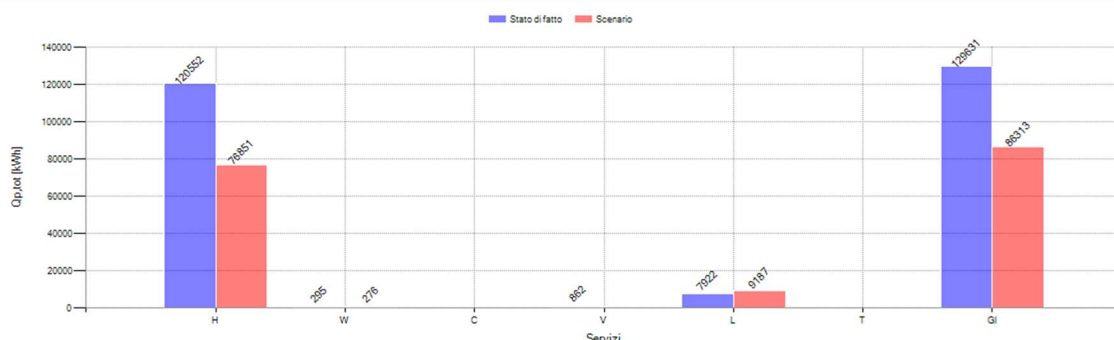
Servizio	Q _{p,nren,in} [kWh _p]	Q _{p,nren,fin} [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	120311	76247	-36,6
Acqua calda sanitaria (W)	264	106	-59,8
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	297	0	-100,0
Illuminazione (L)	2774	4749	71,2
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (GI)	123647	81103	-34,4

Rinnovabile



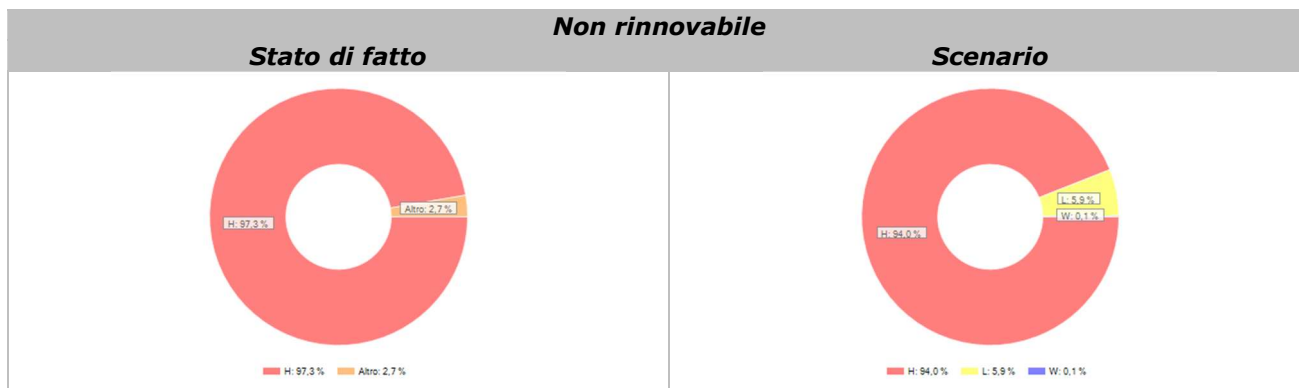
Servizio	Q _{p,ren,in} [kWh _p]	Q _{p,ren,fin} [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	241	604	150,4
Acqua calda sanitaria (W)	31	169	455,5
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	564	0	-100,0
Illuminazione (L)	5148	4437	-13,8
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (GI)	5984	5210	-12,9

Totale

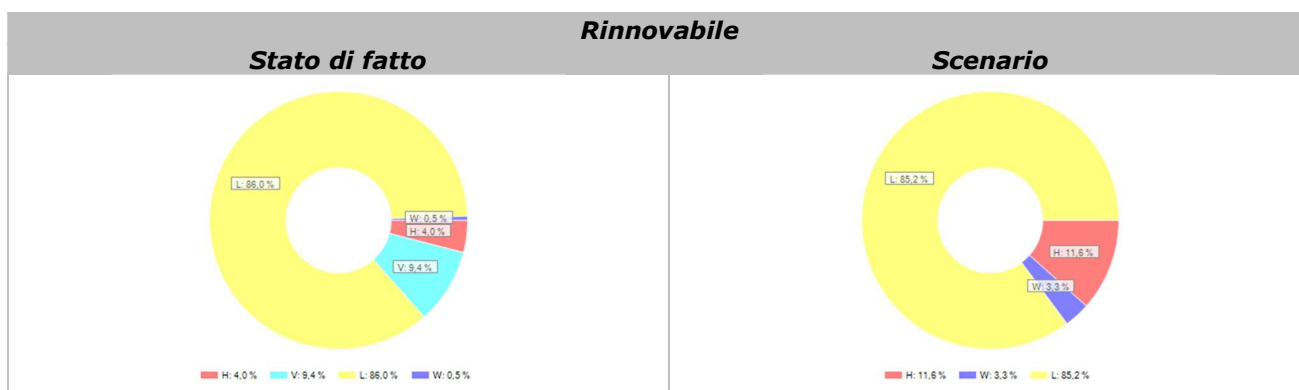


Servizio	Q _{p,tot,in} [kWh _p]	Q _{p,tot,fin} [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	120552	76851	-36,3
Acqua calda sanitaria (W)	295	276	-6,5
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	862	0	-100,0
Illuminazione (L)	7922	9187	16,0
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (GI)	129631	86313	-33,4

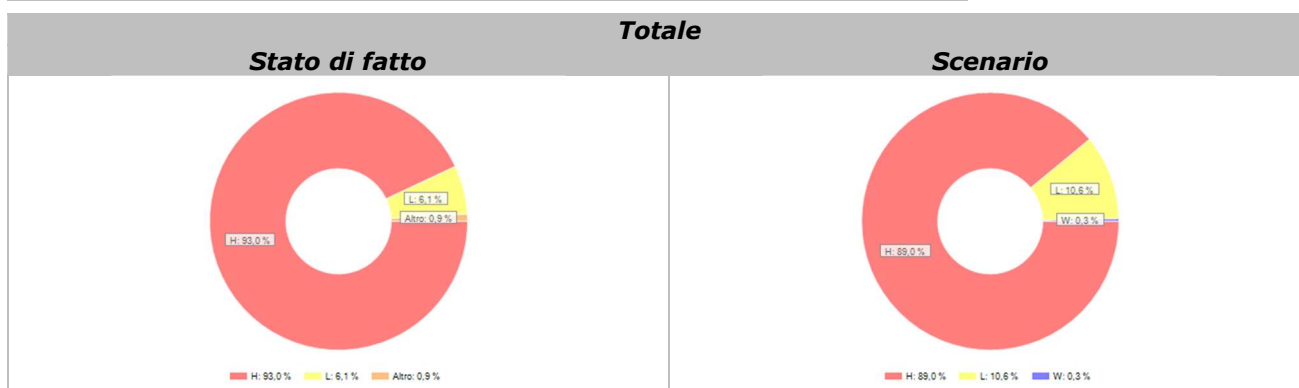
Suddivisione dell'energia primaria globale per servizio



Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,nren} [kWh _p]	%	Q _{p,nren} [kWh _p]	%
Riscaldamento (H)	120311	97,3	76247	94,0
Acqua calda sanitaria (W)	264	0,2	106	0,1
Raffrescamento (C)	0	0,0	0	0,0
Ventilazione (V)	297	0,2	0	0,0
Illuminazione (L)	2774	2,2	4749	5,9
Trasporto (T)	0	0,0	0	0,0
Globale (GI)	123647	100,0	81103	100,0

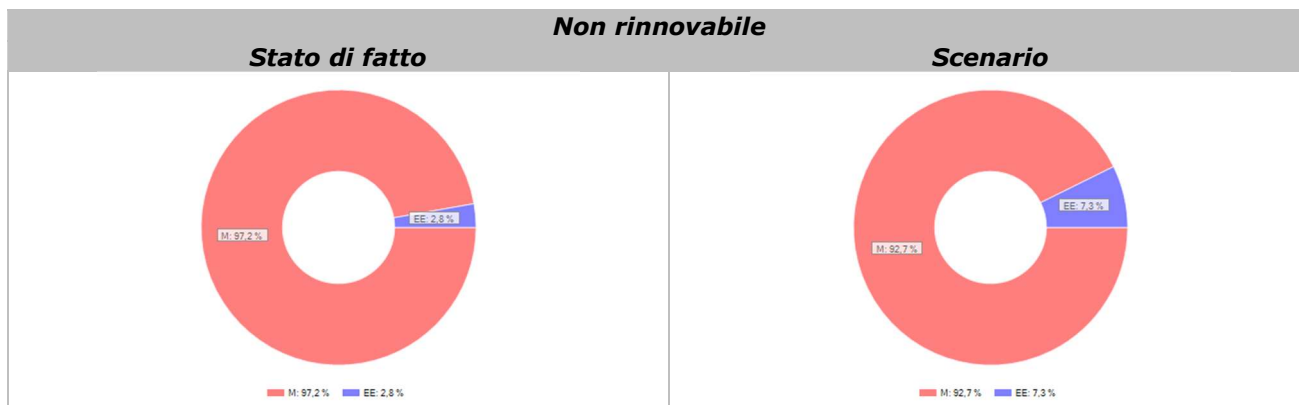


Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,ren} [kWh _p]	%	Q _{p,ren} [kWh _p]	%
Riscaldamento (H)	241	4,0	604	11,6
Acqua calda sanitaria (W)	31	0,5	169	3,3
Raffrescamento (C)	0	0,0	0	0,0
Ventilazione (V)	564	9,4	0	0,0
Illuminazione (L)	5148	86,0	4437	85,2
Trasporto (T)	0	0,0	0	0,0
Globale (GI)	5984	100,0	5210	100,0

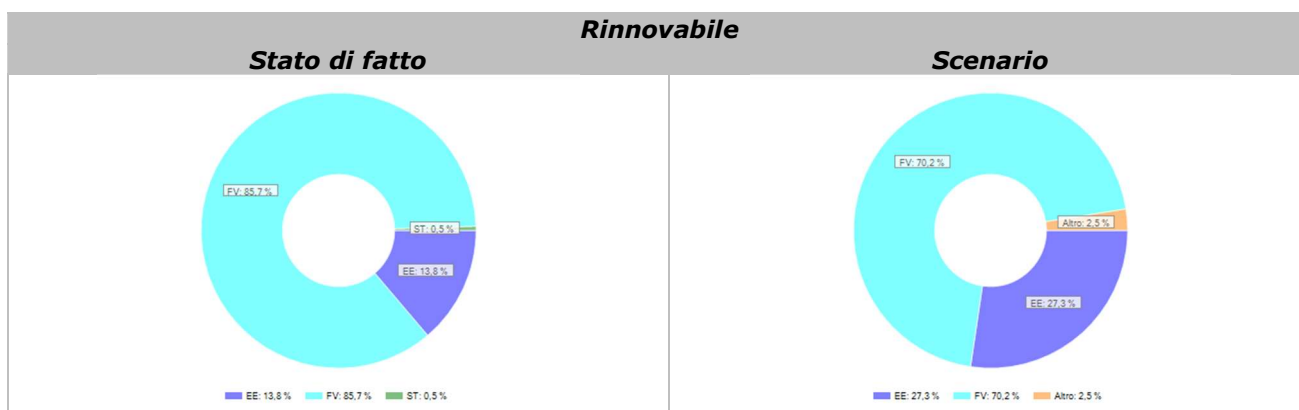


Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,tot} [kWh _p]	%	Q _{p,tot} [kWh _p]	%
Riscaldamento (H)	120552	93,0	76851	89,0
Acqua calda sanitaria (W)	295	0,2	276	0,3
Raffrescamento (C)	0	0,0	0	0,0
Ventilazione (V)	862	0,7	0	0,0
Illuminazione (L)	7922	6,1	9187	10,6
Trasporto (T)	0	0,0	0	0,0
Globale (GI)	129631	100,0	86313	100,0

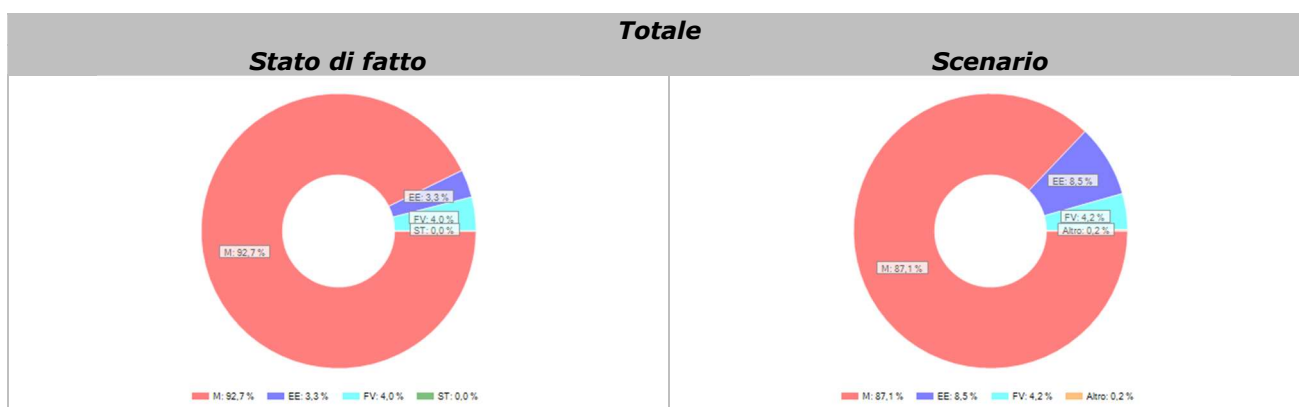
Suddivisione dell'energia primaria globale per vettore energetico



Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,nren} [kWh _p]	%	Q _{p,nren} [kWh _p]	%
Metano (M)	120224	97,2	75192	92,7
Energia elettrica (EE)	3423	2,8	5911	7,3
Solare termico (ST)	0	0,0	0	0,0
Solare fotovoltaico (FV)	0	0,0	0	0,0
Ambiente esterno (pompa di calore) (A)	0	0,0	0	0,0
Totale	123647	100,0	81103	100,0

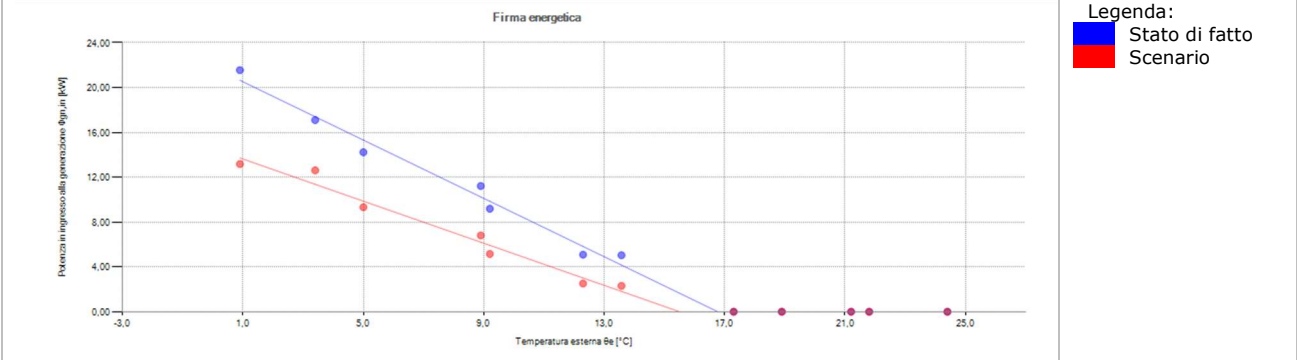


Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,ren} [kWh _p]	%	Q _{p,ren} [kWh _p]	%
Metano (M)	0	0,0	0	0,0
Energia elettrica (EE)	825	13,8	1425	27,3
Solare termico (ST)	28	0,5	40	0,8
Solare fotovoltaico (FV)	5131	85,7	3655	70,2
Ambiente esterno (pompa di calore) (A)	0	0,0	90	1,7
Totale	5984	100,0	5210	100,0



Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,tot} [kWh _p]	%	Q _{p,tot} [kWh _p]	%
Metano (M)	120224	92,7	75192	87,1
Energia elettrica (EE)	4248	3,3	7335	8,5
Solare termico (ST)	28	0,0	40	0,0
Solare fotovoltaico (FV)	5131	4,0	3655	4,2
Ambiente esterno (pompa di calore) (A)	0	0,0	90	0,1
Totale	129631	100,0	86313	100,0

Firma energetica invernale (24 h)



Mese	θe [°C]	Stato di fatto			Scenario		
		grisc [g]	QH,gen,in [kWh _t /el.]	ΦH,gen,in [kW _t /el.]	grisc [g]	QH,gen,in [kWh _t /el.]	ΦH,gen,in [kW _t /el.]
gennaio	0,9	31	16036	21,55	31	9803	13,18
febbraio	5,0	28	9563	14,23	28	6268	9,33
marzo	9,2	31	6839	9,19	31	3834	5,15
aprile	12,3	15	1833	5,09	15	906	2,52
maggio	17,3	0	0	0,00	0	0	0,00
giugno	21,8	0	0	0,00	0	0	0,00
luglio	24,4	0	0	0,00	0	0	0,00
agosto	21,2	0	0	0,00	0	0	0,00
settembre	18,9	0	0	0,00	0	0	0,00
ottobre	13,6	17	2057	5,04	17	943	2,31
novembre	8,9	30	8077	11,22	30	4899	6,80
dicembre	3,4	31	12719	17,10	31	9386	12,62
TOTALE		183	57124	-	183	36039	-

- Legenda:**
θe Temperatura esterna media
g Giorni
Qgen,in Fabbisogno in ingresso alla generazione
Φgen,in Potenza in ingresso alla generazione

5.2.2 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.

5.2.2.1 61-237-5,6 (A)

Consumi (Co)

Servizio	Metano [Sm ³]		Δ [%]
	Stato di fatto	Scenario	
Riscaldamento (H)	12125	7593	-37,4
Acqua calda sanitaria (W)	27	7	-72,3
Globale	12151	7600	-37,5

Servizio	Energia elettrica [kWh]		Δ [%]
	Stato di fatto	Scenario	
Riscaldamento (H)	180	578	221,5
Acqua calda sanitaria (W)	0	17	7697,0
Ventilazione (V)	153	0	-100,0
Illuminazione (L)	1423	2436	71,2
Globale	1755	3031	72,7

Spesa (S) [€]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	8528,34	5470,70	35,9
Acqua calda sanitaria (W)	18,73	9,10	51,4
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	35,08	0,00	100,0
Illuminazione (L)	327,22	560,19	-71,2
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale	8909,37	6039,99	32,2

Valutazione economica preliminare

Costo stimato (C) [€]	5453171,00
Risparmio economico conseguibile (ΔS_{gl}) [€/anno]	3110,32
Tempo di ritorno semplice (t_r) [anni]	1753,3

Rendimenti (η) [%]

Riscaldamento idronico (H_{idr})			
Sottosistema	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Emissione (η_{em})	92,3	94,3	2,2
Regolazione (η_{reg})	96,4	96,8	0,4
Distribuzione di utenza (η_{du})	94,8	95,4	0,6
Accumulo (η_s)	100,0	100,0	0,0
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	100,3	100,1	-0,1
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	95,2	94,4	-0,8
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	95,1	94,0	-1,2

Riscaldamento aerulico (H_{aer})			
Sottosistema	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	94,8	100,2	5,7
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	90,3	94,3	4,4
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	90,3	93,7	3,8

Riscaldamento idronico ed aerulico (H)			
Sottosistema	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$)	99,7	143,2	43,6
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$)	99,5	142,0	42,8
Valore limite (η_{lim})	0,0	-	-

Acqua calda sanitaria (W)			
Sottosistema	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Erogazione (η_{er})	100,0	100,0	0,0
Distribuzione di utenza (η_{du})	92,6	92,6	0,0
Accumulo (η_s)	89,5	89,5	0,0
Ricircolo (η_{ric})	100,0	100,0	0,0
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	86,7	177,9	105,3
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	82,1	126,3	53,8
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	82,0	74,9	-8,7
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$)	77,1	191,8	148,7
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$)	69,2	74,0	6,9
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)	208,62	129,45	-38,0	85,75
Raffrescamento (C)	6,94	2,55	-63,3	10,13

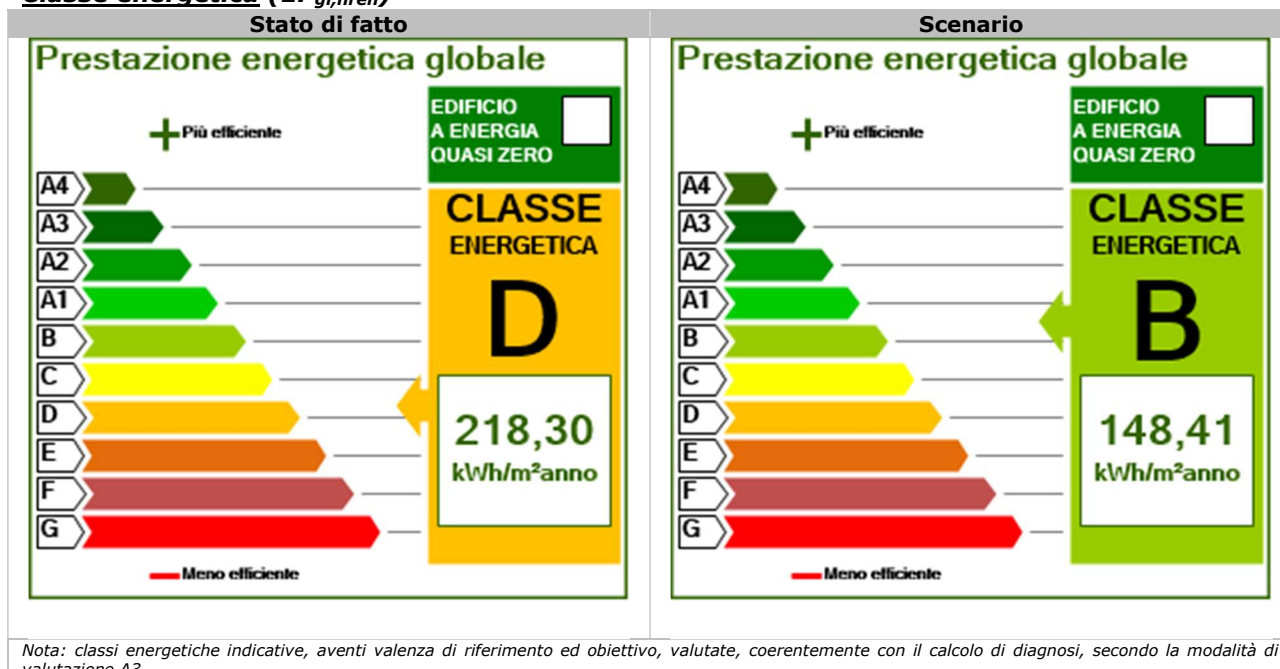
Indici di prestazione energetica dell'edificio (EP) [kWh_p/m^2]

Non rinnovabile (EP_{nren})			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	212,41	139,53	-34,3
Acqua calda sanitaria (W)	0,47	0,19	-58,3
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,53	0,00	-100,0
Illuminazione (L)	4,90	8,69	77,4
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (GI)	218,30	148,41	-32,0

Rinnovabile (EP_{ren})			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	0,43	1,10	159,5
Acqua calda sanitaria (W)	0,05	0,31	475,8
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	1,00	0,00	-100,0
Illuminazione (L)	9,09	8,12	-10,7
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (GI)	10,56	9,53	-9,7

Totale (EP_{tot})			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	212,84	140,63	-33,9
Acqua calda sanitaria (W)	0,52	0,50	-3,1
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	1,52	0,00	-100,0
Illuminazione (L)	13,99	16,81	20,2
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (GI)	228,87	157,95	-31,0
Valore limite ($EP_{gl,tot,lim}$)	112,88	-	-

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



Quota rinnovabile (QR) [%]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]	Valore minimo
Riscaldamento (H)	0,2	0,8	300,1	-
Acqua calda sanitaria (W)	10,3	61,4	494,1	50
Raffrescamento (C)	0,0	0,0	0,0	-
Globale (H + W + C)	0,2	1,0	356,0	20 / 35 / 50
Ventilazione (V)	65,5	0,0	-100,0	-
Illuminazione (L)	65,0	48,3	-25,7	-
Trasporto (T)	0,0	0,0	0,0	-
Globale (GI)	4,6	6,0	30,3	-

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 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)	24074,77	15289,90	-36,5
Acqua calda sanitaria (W)	52,90	22,46	-57,5
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	70,17	0,00	-100,0
Illuminazione (L)	654,43	1120,37	71,2
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (GI)	24852,27	16432,73	-33,9

Legenda:

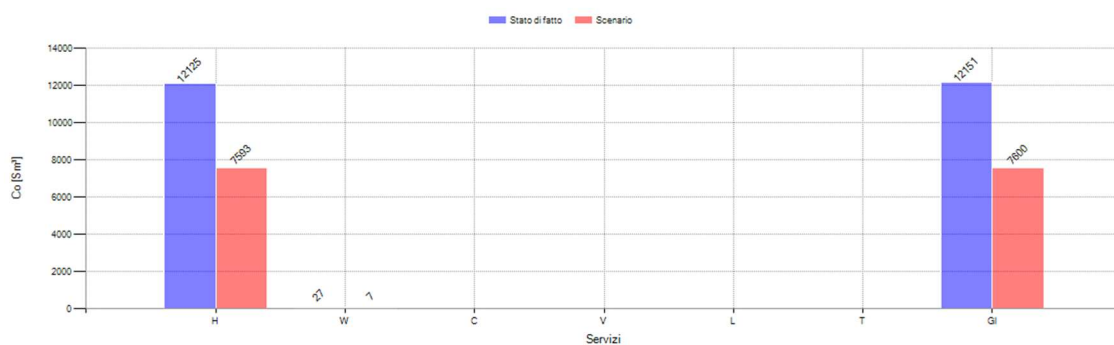
Co	Consumo
Em	Emissioni
EP _{nd}	Indice di prestazione termica
EP _{nren}	Indice di prestazione energetica non rinnovabile
EP _{ren}	Indice di prestazione energetica rinnovabile
EP _{tot}	Indice di prestazione energetica totale
η_{ut}	Rendimento rispetto all'energia utile
$\eta_{p,nren}$	Rendimento rispetto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

Grafici

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

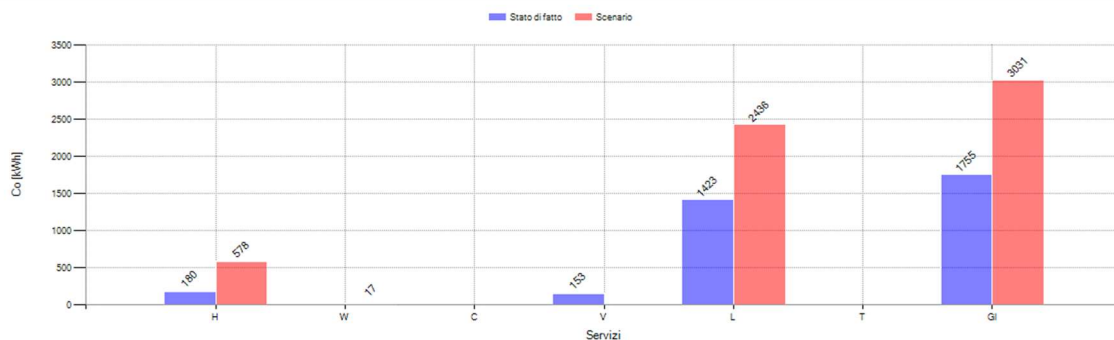
Consumi di combustibile ed energia elettrica

Metano



Servizio	Co _{in} [Sm³]	Co _{fin} [Sm³]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	12125	7593	-37,4
Acqua calda sanitaria (W)	27	7	-72,3
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	0	0	0,0
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (GI)	12151	7600	-37,5

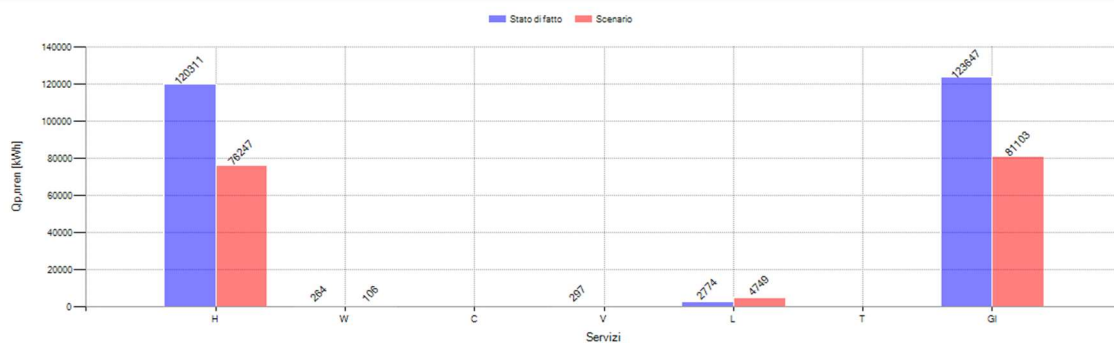
Energia elettrica



Servizio	Co _{in} [kWh]	Co _{fin} [kWh]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	180	578	221,5
Acqua calda sanitaria (W)	0	17	100,0
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	153	0	-100,0
Illuminazione (L)	1423	2436	71,2
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (GI)	1755	3031	72,7

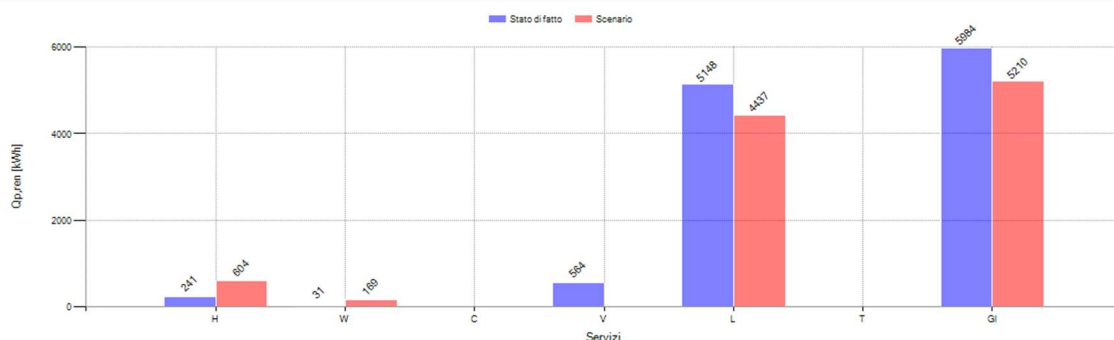
Consumi di energia primaria

Non rinnovabile



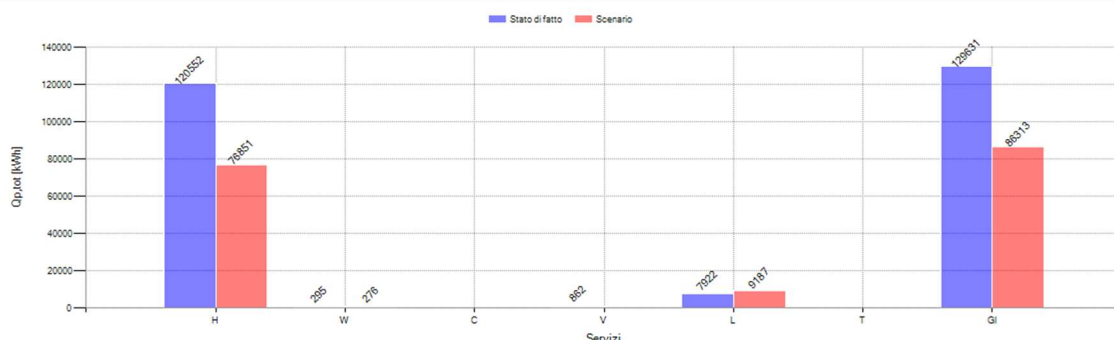
Servizio	Q _{p,nren,in} [kWh _p]	Q _{p,nren,fin} [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	120311	76247	-36,6
Acqua calda sanitaria (W)	264	106	-59,8
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	297	0	-100,0
Illuminazione (L)	2774	4749	71,2
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (GI)	123647	81103	-34,4

Rinnovabile



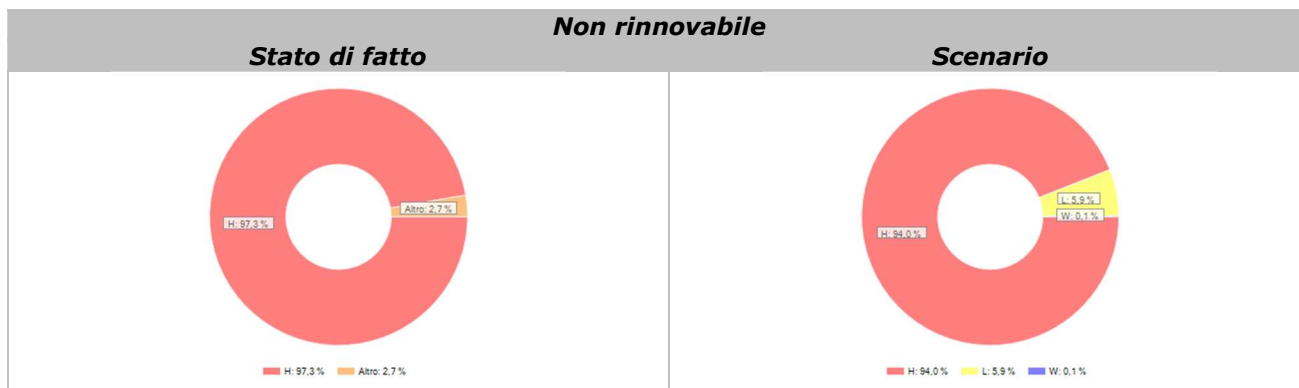
Servizio	Q _{p,ren,in} [kWh _p]	Q _{p,ren,fin} [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	241	604	150,4
Acqua calda sanitaria (W)	31	169	455,5
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	564	0	-100,0
Illuminazione (L)	5148	4437	-13,8
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (GI)	5984	5210	-12,9

Totale

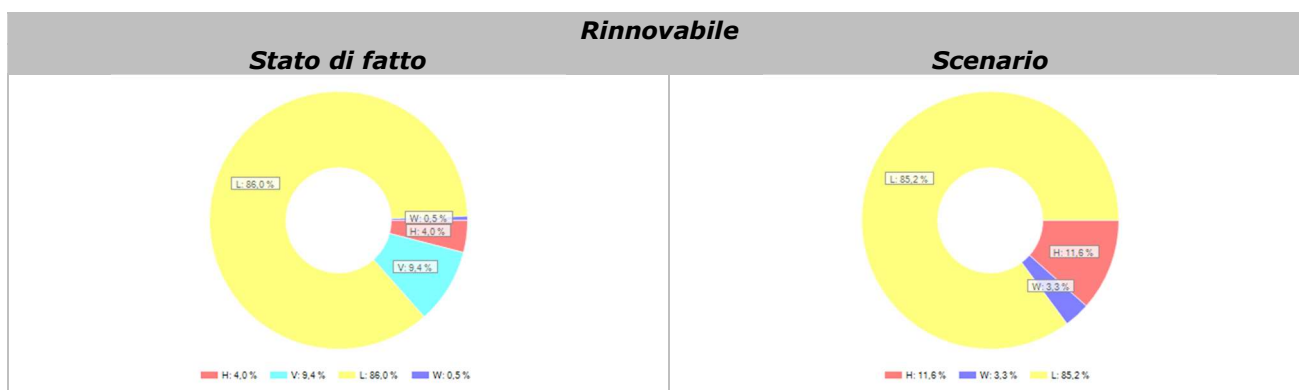


Servizio	Q _{p,tot,in} [kWh _p]	Q _{p,tot,fin} [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	120552	76851	-36,3
Acqua calda sanitaria (W)	295	276	-6,5
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	862	0	-100,0
Illuminazione (L)	7922	9187	16,0
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (GI)	129631	86313	-33,4

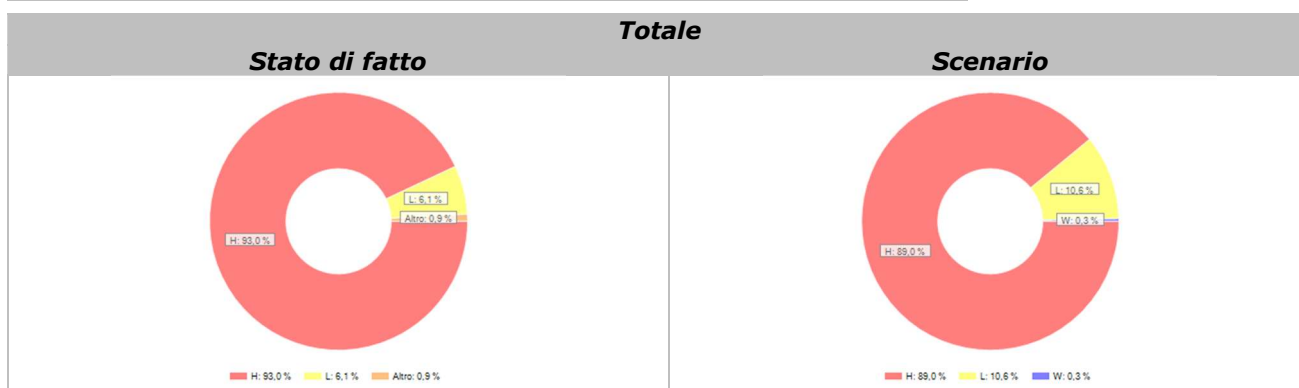
Suddivisione dell'energia primaria globale per servizio



Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,nren} [kWh _p]	%	Q _{p,nren} [kWh _p]	%
Riscaldamento (H)	120311	97,3	76247	94,0
Acqua calda sanitaria (W)	264	0,2	106	0,1
Raffrescamento (C)	0	0,0	0	0,0
Ventilazione (V)	297	0,2	0	0,0
Illuminazione (L)	2774	2,2	4749	5,9
Trasporto (T)	0	0,0	0	0,0
Globale (GI)	123647	100,0	81103	100,0

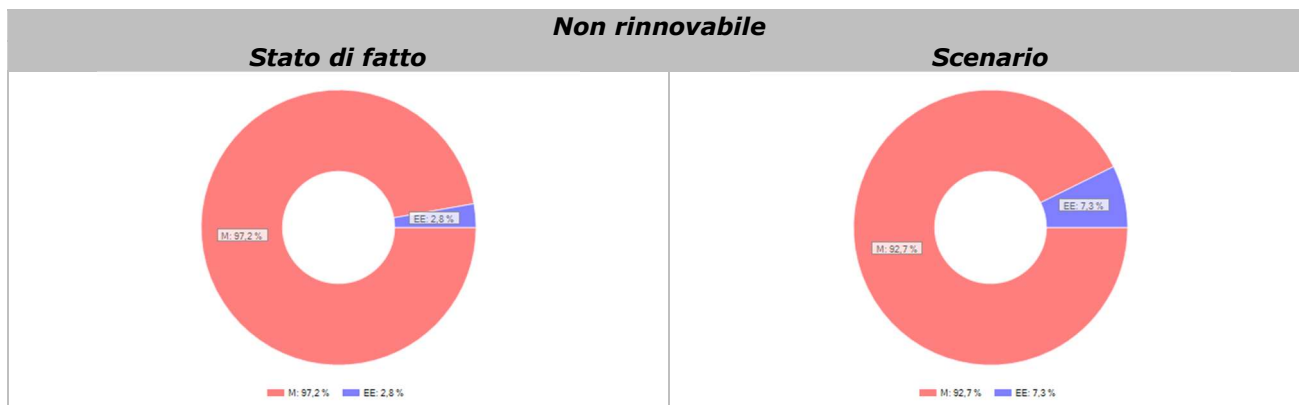


Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,ren} [kWh _p]	%	Q _{p,ren} [kWh _p]	%
Riscaldamento (H)	241	4,0	604	11,6
Acqua calda sanitaria (W)	31	0,5	169	3,3
Raffrescamento (C)	0	0,0	0	0,0
Ventilazione (V)	564	9,4	0	0,0
Illuminazione (L)	5148	86,0	4437	85,2
Trasporto (T)	0	0,0	0	0,0
Globale (GI)	5984	100,0	5210	100,0

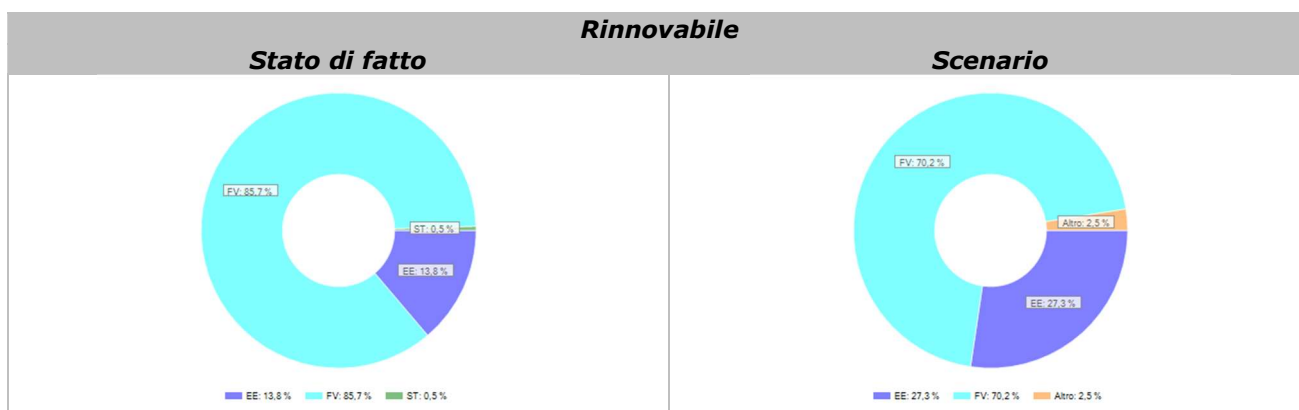


Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,tot} [kWh _p]	%	Q _{p,tot} [kWh _p]	%
Riscaldamento (H)	120552	93,0	76851	89,0
Acqua calda sanitaria (W)	295	0,2	276	0,3
Raffrescamento (C)	0	0,0	0	0,0
Ventilazione (V)	862	0,7	0	0,0
Illuminazione (L)	7922	6,1	9187	10,6
Trasporto (T)	0	0,0	0	0,0
Globale (GI)	129631	100,0	86313	100,0

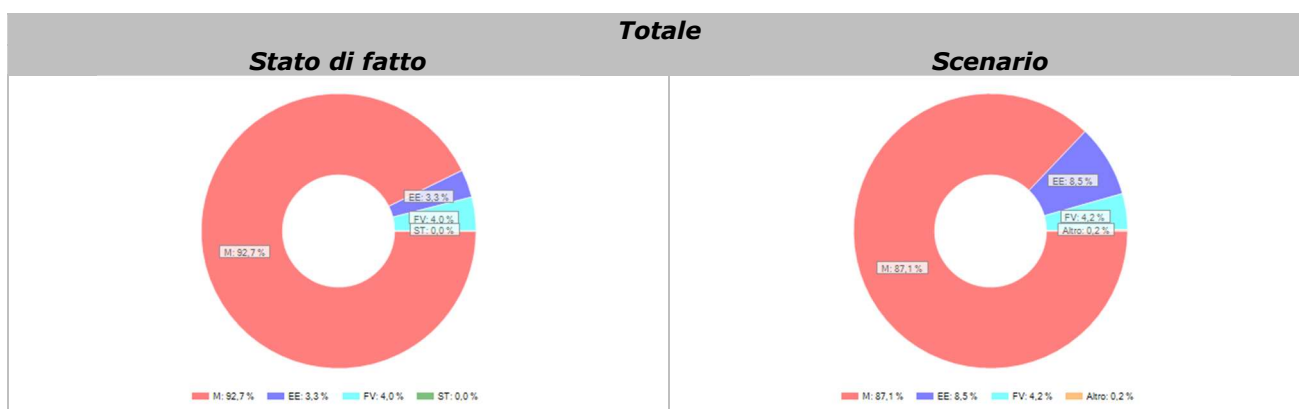
Suddivisione dell'energia primaria globale per vettore energetico



Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,nren} [kWh _p]	%	Q _{p,nren} [kWh _p]	%
Metano (M)	120224	97,2	75192	92,7
Energia elettrica (EE)	3423	2,8	5911	7,3
Solare termico (ST)	0	0,0	0	0,0
Solare fotovoltaico (FV)	0	0,0	0	0,0
Ambiente esterno (pompa di calore) (A)	0	0,0	0	0,0
Totale	123647	100,0	81103	100,0

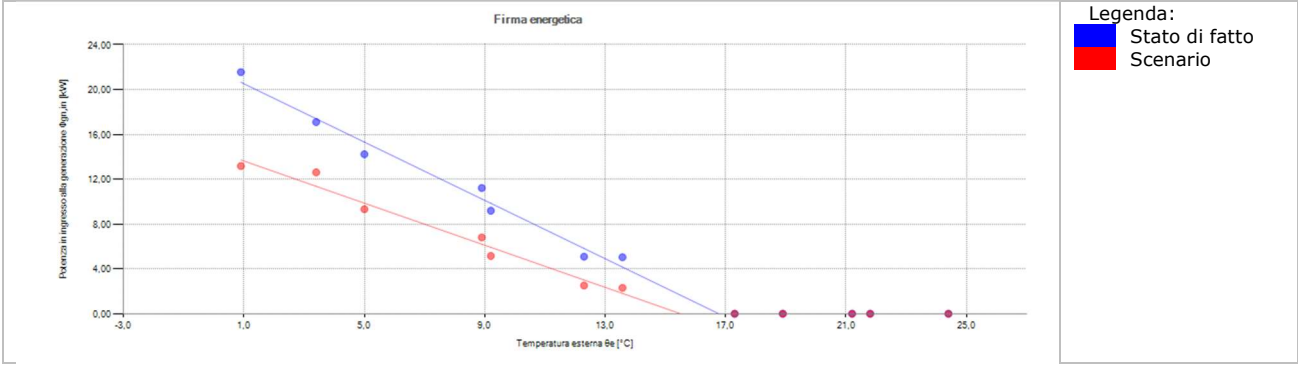


Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,ren} [kWh _p]	%	Q _{p,ren} [kWh _p]	%
Metano (M)	0	0,0	0	0,0
Energia elettrica (EE)	825	13,8	1425	27,3
Solare termico (ST)	28	0,5	40	0,8
Solare fotovoltaico (FV)	5131	85,7	3655	70,2
Ambiente esterno (pompa di calore) (A)	0	0,0	90	1,7
Totale	5984	100,0	5210	100,0



Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,tot} [kWh _p]	%	Q _{p,tot} [kWh _p]	%
Metano (M)	120224	92,7	75192	87,1
Energia elettrica (EE)	4248	3,3	7335	8,5
Solare termico (ST)	28	0,0	40	0,0
Solare fotovoltaico (FV)	5131	4,0	3655	4,2
Ambiente esterno (pompa di calore) (A)	0	0,0	90	0,1
Totale	129631	100,0	86313	100,0

Firma energetica invernale (24 h)



Mese	θe [°C]	Stato di fatto			Scenario		
		grisc [g]	QH,gen,in [kWh _t /el.]	ΦH,gen,in [kW _t /el.]	grisc [g]	QH,gen,in [kWh _t /el.]	ΦH,gen,in [kW _t /el.]
gennaio	0,9	31	16036	21,55	31	9803	13,18
febbraio	5,0	28	9563	14,23	28	6268	9,33
marzo	9,2	31	6839	9,19	31	3834	5,15
aprile	12,3	15	1833	5,09	15	906	2,52
maggio	17,3	0	0	0,00	0	0	0,00
giugno	21,8	0	0	0,00	0	0	0,00
luglio	24,4	0	0	0,00	0	0	0,00
agosto	21,2	0	0	0,00	0	0	0,00
settembre	18,9	0	0	0,00	0	0	0,00
ottobre	13,6	17	2057	5,04	17	943	2,31
novembre	8,9	30	8077	11,22	30	4899	6,80
dicembre	3,4	31	12719	17,10	31	9386	12,62
TOTALE		183	57124	-	183	36039	-

Legenda:

- θe Temperatura esterna media
- g Giorni
- Qgen,in Fabbisogno in ingresso alla generazione
- Φgen,in Potenza in ingresso alla generazione

6 ANALISI ECONOMICA DEGLI INTERVENTI

L'analisi economica degli interventi, effettuata in conformità alla norma UNI EN 15459, prevede la valutazione dei seguenti flussi di cassa:

- costi iniziali (dovuti a componenti impiantistici, componenti edili, materiali edili ed attività);
- costi in esercizio (costi periodici di manutenzione, costi una tantum di sostituzione, costi finali di smaltimento, altri costi periodici, altri costi una tantum);
- ricavi in esercizio (ricavi periodici da risparmio energetico, ricavi finali da valore residuo dei componenti, ricavi da detrazioni periodiche, altri ricavi periodici, altri ricavi una tantum).

Ogni flusso di cassa deve essere attualizzato all'anno zero (anno di esecuzione dell'investimento). Scopo dell'analisi è, una volta prefissato un determinato periodo di calcolo (tipicamente inferiore o uguale alla vita media dei componenti in gioco), determinare il valore attuale netto dell'operazione (VAN). A VAN positivi corrispondono interventi efficienti sotto il profilo dei costi. Viceversa, ove il VAN sia negativo, l'intervento è da considerarsi non efficiente.

Riepilogo scenari

N°	Scenario	C _{in,tot} [€]	t _{calc} [anni]	VAN _{op} [€]
1	(A) Riqualificazione energetica	563310,00	30	-409374,29

Legenda:

C _{in,tot}	Costo totale iniziale
t _{calc}	Periodo di calcolo considerato
VAN _{op}	Valore attuale netto dell'operazione

6.1 (A) Riqualificazione energetica

6.1.1 Dati generali

Dati generali

Tasso di interesse di mercato	R	4,00	%
Tasso di inflazione	R _i	1,00	%
Tasso di interesse reale	R _r	2,97	%
Durata del calcolo	t _{calc}	30	Anni

Detrazioni

Percentuale di detrazione	p _{det}	17,2	%
Numero di rate	n _{rate, det}	2	-

6.1.2 Costi iniziali

Componenti

Componente	t _{vita} [anni]	UM	C _{in} [€/UM]	Q _{ta} [UM]	C _{in} [€]	Detraibile
Riqualificazione energetica (A)	30	Al pezzo	454545,0 0	1,00	454545,0 0	Si
Spese Tecniche (Prg, DL, CSE, Collaudo) + IVA (10%)	1	Al pezzo	108765,0 0	1,00	108765,0 0	Si

Legenda:

t _{vita}	Durata di vita del singolo componente
C _{in}	Costo unitario iniziale del singolo componente
Q _{ta}	Quantità del singolo componente
C _{in}	Costo totale iniziale del singolo componente

Valutazione economica preliminare

Costo totale iniziale	C _{toti, in}	563310,00	€
Costo totale iniziale detraibile	C _{toti, in, det}	563310,00	€
Ricavo nominale annuo per risparmio energetico	R _{risp}	3110,32	€/anno
Ricavo nominale annuo per detrazioni periodiche	R _{det}	48444,66	€/anno
Tempo di ritorno semplice (con detrazioni)	t _{r, det}	150	Anni
Tempo di ritorno semplice (senza detrazioni)	t _r	181	anni

6.1.3 Costi in esercizio

Costi periodici di manutenzione

Componente	t _{vita} [anni]	C _{in} [€]	p _{man} [%]	C _{man} [€]	t _{man} [anni]	f _{p, man} [-]	C _{man, att} [€]
Riqualificazione energetica (A)	30	454545,0 0	0,0	0,00	30	19,68	0,00
Spese Tecniche (Prg, DL, CSE, Collaudo) + IVA (10%)	1	108765,0 0	0,0	0,00	30	19,68	0,00

Legenda:

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

Costi di sostituzione

Componente	t _{vita} [anni]	n _{sost} [-]	UM	C _{sost} [€/UM]	C _{sost} [€]	C _{sost, att} [€]
Riqualificazione energetica (A)	30	0	Al pezzo	0,00	0,00	0,00
Spese Tecniche (Prg, DL, CSE, Collaudo) + IVA (10%)	1	29	Al pezzo	0,00	0,00	0,00

Dettagli sostituzioni

Spese Tecniche (Prg, DL, CSE, Collaudo) + IVA (10%)

Sostituzione	$t_{\text{sost},k}$ [anno]	$R_{d,\text{sost},k}$ [%]	$C_{\text{sost,att},k}$ [€]
1	1	97,1	0,00
2	2	94,3	0,00
3	3	91,6	0,00
4	4	89,0	0,00
5	5	86,4	0,00
6	6	83,9	0,00
7	7	81,5	0,00
8	8	79,1	0,00
9	9	76,8	0,00
10	10	74,6	0,00
11	11	72,5	0,00
12	12	70,4	0,00
13	13	68,4	0,00
14	14	66,4	0,00
15	15	64,5	0,00
16	16	62,6	0,00
17	17	60,8	0,00
18	18	59,0	0,00
19	19	57,3	0,00
20	20	55,7	0,00
21	21	54,1	0,00
22	22	52,5	0,00
23	23	51,0	0,00
24	24	49,5	0,00
25	25	48,1	0,00
26	26	46,7	0,00
27	27	45,4	0,00
28	28	44,1	0,00
29	29	42,8	0,00

Legenda:

t_{vita}	Durata di vita del singolo componente
n_{sost}	Numero di sostituzioni del singolo componente
C_{sost}	Costo unitario di sostituzione del singolo componente (comprensivo di smaltimento)
C_{sost}	Costo totale di sostituzione nominale del singolo componente
$t_{\text{sost},k}$	Anno della sostituzione k-esima del singolo componente
$R_{d,\text{sost},k}$	Tasso di attualizzazione della sostituzione k-esima del singolo componente
$C_{\text{sost,att},k}$	Costo totale attualizzato della sostituzione k-esima del singolo componente
$C_{\text{sost,att}}$	Costo totale di sostituzione attualizzato del singolo componente

Costi finali di smaltimento

Componente	t_{vita} [anni]	n_{sost} [-]	t_{smal} [anno]	C_{in} [€]	p_{smal} [%]	k_{smal} [%]	C_{smal} [€]	$R_{d,\text{smal}}$ [%]	$C_{\text{smal,att}}$ [€]
Riquilificazione energetica (A)	30	0	30	454545,00	0,0	100,0	0,00	41,6	0,00
Spese Tecniche (Prg, DL, CSE, Collaudo) + IVA (10%)	1	29	30	108765,00	0,0	100,0	0,00	41,6	0,00

Legenda:

t_{vita}	Durata di vita del singolo componente
n_{sost}	Numero di sostituzioni del singolo componente
t_{smal}	Anno di smaltimento del singolo componente
C_{in}	Costo totale iniziale del singolo componente
p_{smal}	Costo di smaltimento del singolo componente (espresso come percentuale del costo iniziale)
k_{smal}	Percentuale di utilizzo della vita del singolo componente
C_{smal}	Costo nominale di smaltimento del singolo componente
$R_{d,\text{smal}}$	Tasso di attualizzazione dello smaltimento del singolo componente
$C_{\text{smal,att}}$	Costo totale di smaltimento attualizzato del singolo componente

6.1.4 Ricavi in esercizio

Ricavi periodici da risparmio energetico

Servizio	R_{risp} [€]	t_{risp} [anni]	$f_{\text{pv,risp}}$ [-]	$R_{\text{risp,att}}$ [€]
Riscaldamento	8456,83	30	19,68	166395,75
Acqua calda sanitaria	829,62	30	19,68	16323,55
Raffrescamento	0,00	30	19,68	0,00
Ventilazione	-2488,34	30	19,68	-48960,27
Illuminazione	-3662,95	30	19,68	-72071,97

Trasporto	-24,84	30	19,68	-488,67
Globale	3110,32	30	19,68	61198,40

Legenda:

R _{risp}	Ricavo nominale annuo per il risparmio relativo al singolo servizio
t _{risp}	Annualità considerate per il risparmio relativo singolo servizio
f _{pv,risp}	Tasso di capitalizzazione del risparmio relativo al singolo servizio
R _{risp,att}	Ricavo totale attualizzato per il risparmio relativo al singolo servizio

Ricavi finali per valore residuo dei componenti

Componente	t _{vita} [anni]	n _{sost} [-]	C _{in} [€]	t _{uso} [anni]	R _{fin} [€]	t _{fin} [anno]	R _{d,fin} [%]	R _{fin,att} [€]
Riquilificazione energetica (A)	30	0	454545,00	30	0,00	30	41,6	0,00
Spese Tecniche (Prg, DL, CSE, Collaudo) + IVA (10%)	1	29	108765,00	1	0,00	30	41,6	0,00

Legenda:

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

Ricavi da detrazioni periodiche

Costo totale iniziale detraibile	C _{in,tot,det}	563310,00	€
Ricavo nominale annuo da detrazioni periodiche	R _{det}	48444,66	€
Annualità considerate per la detrazione	t _{det}	2	anni
Tasso di capitalizzazione della detrazione	f _{pv,det}	1,91	-
Ricavo totale attualizzato da detrazioni periodiche	R _{det,att}	92737,31	€

6.1.5 Risultati

Costi in esercizio

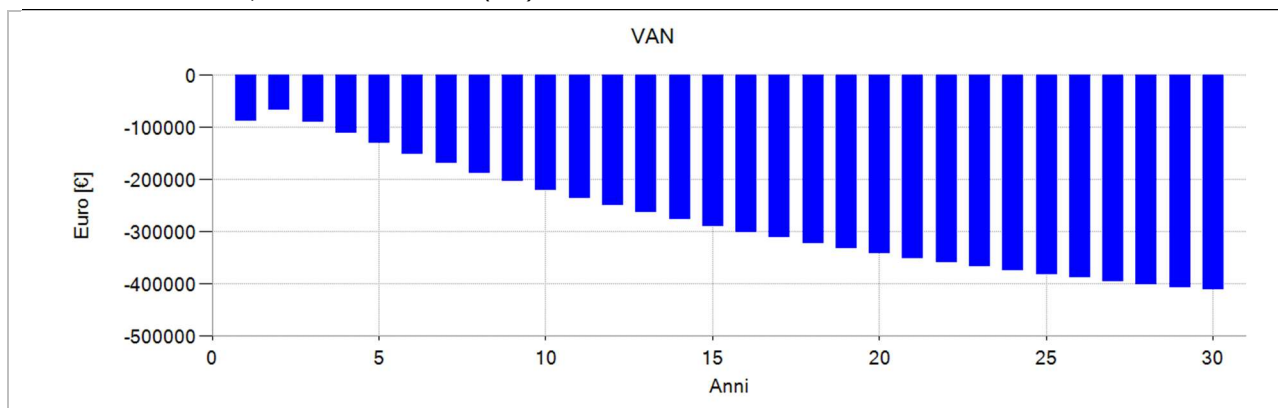
Costi periodici di manutenzione totali attualizzati	C _{man,att}	0,00	€
Costi di sostituzione totali attualizzati	C _{sost,att}	0,00	€
Costi finali di smaltimento totali attualizzati	C _{smal,att}	0,00	€
Altri costi periodici totali attualizzati	C _{per,att}	0,00	€
Altri costi una tantum totali attualizzati	C _{ut,att}	0,00	€

Ricavi in esercizio

Ricavi periodici da risparmio energetico totali attualizzati	R _{risp,att}	61198,40	€
Ricavi finali per valore residuo dei componenti totali attualizzati	R _{fin,att}	0,00	€
Ricavi da detrazioni periodiche totali attualizzati	R _{det,att}	92737,31	€
Altri ricavi periodici totali attualizzati	R _{per,att}	0,00	€
Altri ricavi una tantum totali attualizzati	R _{ut,att}	0,00	€

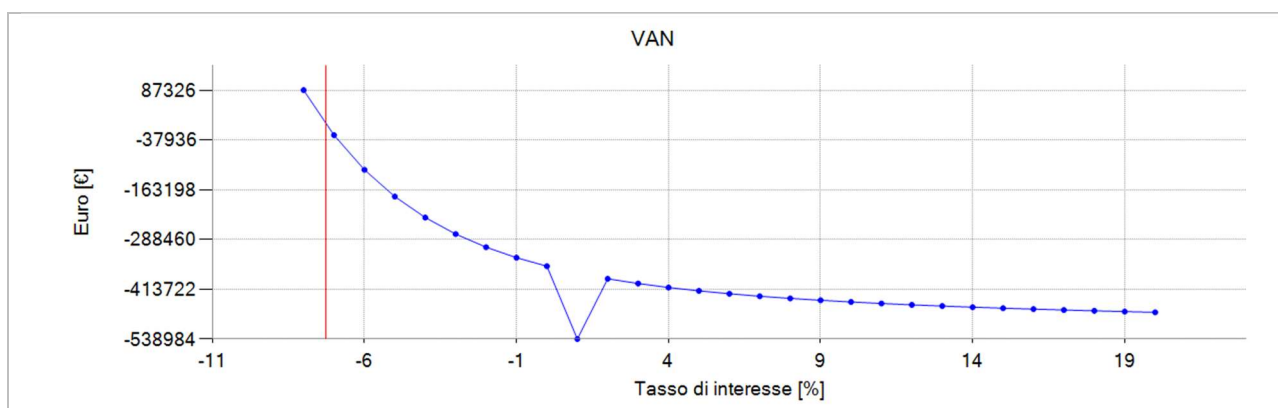
Risultati

Costo totale iniziale	C _{in,tot}	563310,00	€
Costo totale iniziale detraibile	C _{in,tot,det}	563310,00	€
Costi in esercizio totali attualizzati	C _{es,tot,att}	0,00	€
Ricavi in esercizio totali attualizzati	R _{es,tot,att}	153935,71	€
Valore attuale netto dell'operazione	VAN _{op}	-409374,29	€
Annualità considerate nell'operazione	t _{op}	30	Anni
Tasso di capitalizzazione dell'operazione	f _{pv,op}	19,68	-
Equivalentente annuale dell'operazione	a _{op}	-20805,86	€

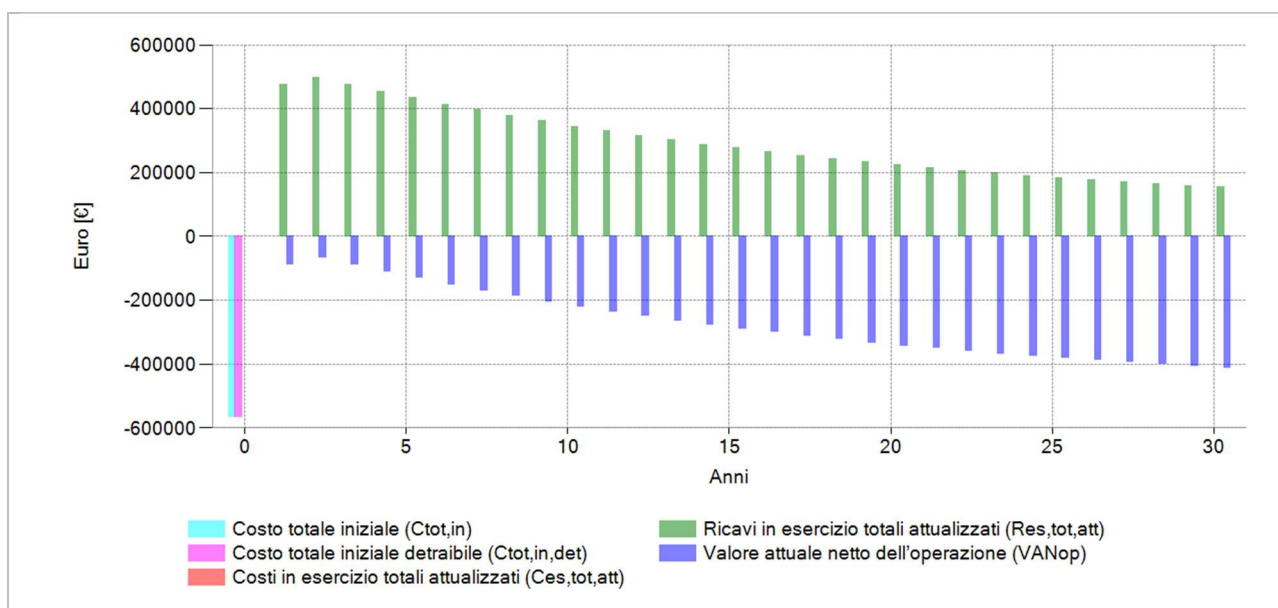


Indicatori economici aggiuntivi

Tempo di ritorno effettivo dell'investimento	$t_{r,eff}$	0,00	Anni
Tasso interno di rendimento	TIR	-7,2538	%
Indice di profitto	IP	-0,73	-



6.1.6 Grafico dei flussi di cassa

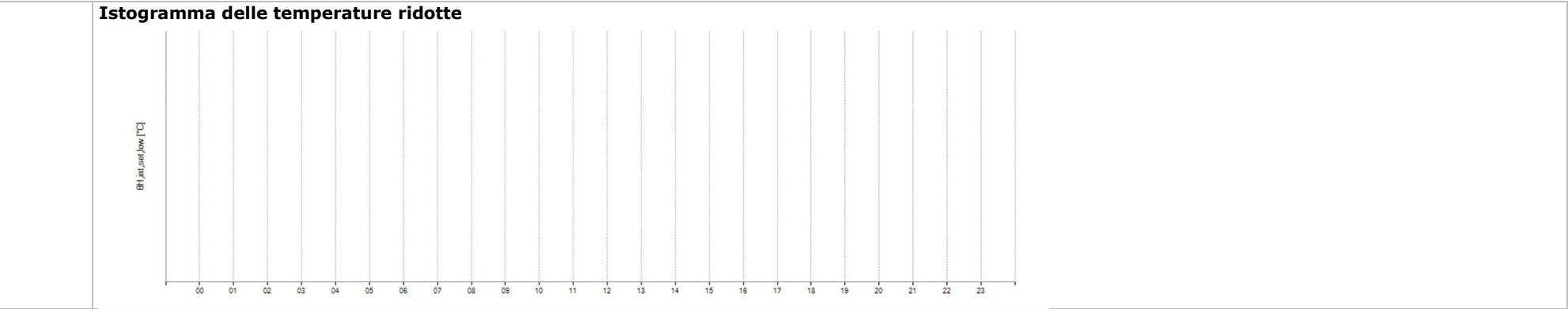


Appendice A Profili di intermittenza

Profilo 1 - (A) (B)| Orario scolastico settimanale

Regime di funzionamento

Spegnimento Attenuazione $\theta_{H,int,set,low}$ [°C]	Ore del giorno																							
	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
	X	X	X	X	X	X	X												X	X	X	X	X	X

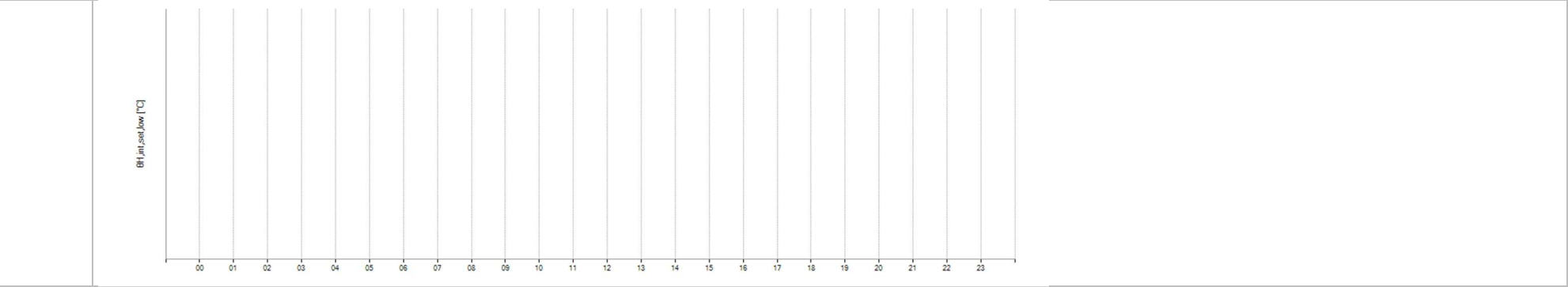


Profilo 2 - (A) (B)| Sabato

Regime di funzionamento

Spegnimento Attenuazione $\theta_{H,int,set,low}$ [°C]	Ore del giorno																							
	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
	X	X	X	X	X	X	X								X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

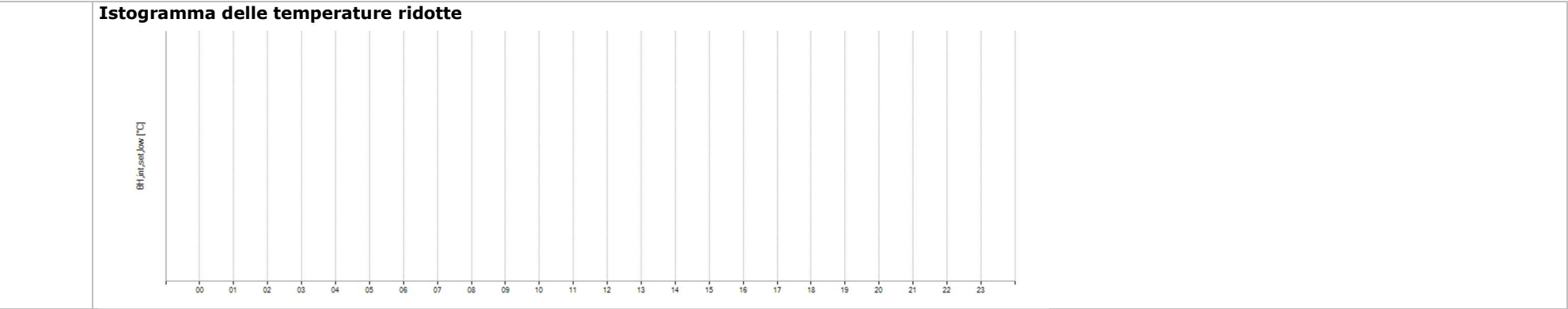




Profilo 3 - (A) (B)| Domenica, feativi - (C)| Festivi

Regime di funzionamento

	Ore del giorno																							
	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Spegnimento	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Attenuazione																								
$\theta_{H,int,set,low} [^\circ C]$																								



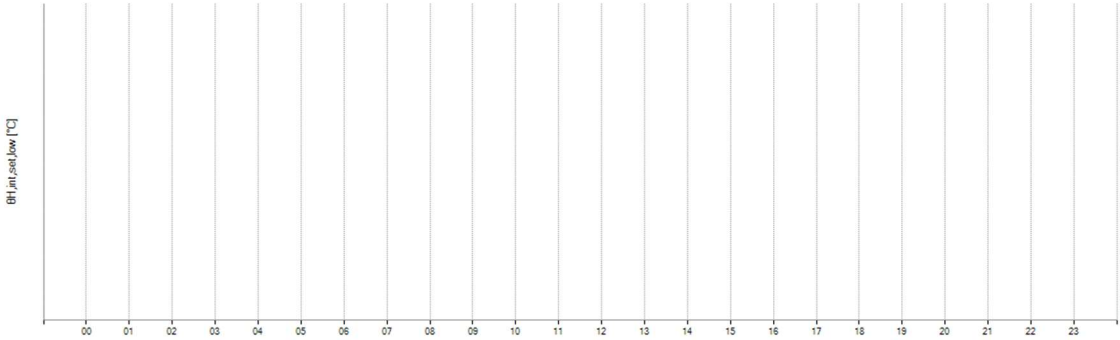
Profilo 4 - (C) Orario scolastico

Regime di funzionamento

	Ore del giorno																							
	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Spegnimento	X	X	X	X	X	X	X	X	X															
Attenuazione																								

$\theta_{H,int,set,low}$ [°C]																							
-------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Istogramma delle temperature ridotte



RELAZIONE DI DIAGNOSI ENERGETICA

(rapporto finale)

<< MODELLO ELETTRICO >>

SOMMARIO

- 1** **Premessa**
- 2** **Caratteristiche degli impianti elettrici**
- 2.1 Principali risultati dei calcoli elettrici (Stato di Fatto)
- 3** **Confronto con i consumi reali**
- 4** **Raccomandazioni di tipo comportamentali**

1 PREMESSA

Relativamente la parte elettrica della Diagnosi, l'indagine si basa su dati di consumo reali, disaggregati fin dove possibile con procedure di data mining, e poi ulteriormente mediante procedure di stima basate su misure compiute in situ, schede tecniche o dati bibliografici ed esperienziali.

Pertanto, i limiti dell'indagine sono da ricercarsi nell'impossibilità di eseguire una estesa campagna di misurazioni dei singoli utilizzatori energetici (o macrocategorie di utilizzatori) funzionanti in modalità 24/24 h (o 24/7).

Modalità operative

Al fine di rendere tracciabile il processo di Diagnosi, si riepiloga nella seguente tabella l'origine dei dati della documentazione fornita includendo il livello di attendibilità mediante una scala qualitativa a tre livelli (😊 = buona affidabilità; 😐 = mediocre affidabilità → rilievo integrativo; ☹️ = scarsa affidabilità/ mancanza di documentazione).

Tipo di dato	Dato rilevato	Fonti documentali fornite	Livello di affidabilità (tracciabilità)	Supporto/ integrazione della documentazione fornita	Dato Rilevato/ Stimato
Illuminazione	Tipologia, presenza di corpi illuminanti e gestione	//	😊	Dati di targa	Rilevato
Ascensore, servoscala	Tipologia	//	😊	Dati di targa	Rilevato/ Stimato
Altri usi	Tensione, corrente, potenza elettrica	//	😊	Dati di targa	Rilevato/ Stimato

Metodologie di calcolo

Per i servizi che contribuiscono in maniera rilevante sul fabbisogno di energia elettrica, si sono stimati i consumi, poiché non rilevabili, attraverso un foglio di calcolo accessorio rispetto a quanto implementato con il software validato CTI; nello specifico trattasi delle seguenti utenze:

- eventuali apparecchiature da ufficio, eventuali elettrodomestici, altri dispositivi elettrici ed elettronici utilizzati;
- eventuale servizio di cottura cibo, come i carichi elettrici per i forni, fornelli, congelatori, o servizio di lavanderia.

Il coefficiente di utilizzo delle varie apparecchiature è definito in funzione delle ore di funzionamento annuali stimate sulla base dell'intervista all'utenza.

In merito al calcolo del fabbisogno di energia elettrica per l'illuminazione artificiale interna si fa riferimento alla norma UNI EN 15193 in merito alla stima delle ore di accensione giornaliera di ciascuna lampada di potenza nota.

2 CARATTERISTICHE DEGLI IMPIANTI ELETTRICI

Si dettagliano di seguito le caratteristiche degli impianti elettrici individuati all'interno dell'edificio/i oggetto di Diagnosi, distinti per tipologia di consumi.

Climatizzazione e produzione ACS

Per quanto riguarda le apparecchiature che contribuiscono ai consumi termici per la produzione di acqua calda ad uso riscaldamento e sanitaria si rimanda alla "RELAZIONE DI DIAGNOSI ENERGETICA (rapporto finale)", all'inizio del documento.

In sintesi, il fabbisogno energetico da vettore elettrico ammonta a 180 kWh annui.

Consumo elettrico apparecchiature

Per i servizi che contribuiscono in maniera rilevante sul fabbisogno di energia elettrica, si sono stimati i consumi, poiché non rilevabili, attraverso un foglio di calcolo accessorio rispetto a quanto implementato con il software validato CTI; *nello specifico trattasi delle seguenti utenze: pc, stampanti/ fotocopiatrici, LIM, etc., per un fabbisogno energetico da vettore elettrico totale pari a 12948 kWh annui.*

Usi cottura

Nell'edificio è presente un servizio mensa/ sporzionamento pasti, e pertanto il fabbisogno da vettore elettrico ad usi cottura è di 5462 kWh annui.

Servizi ad attività sportive

Nell'edificio non sono presenti spogliatoi o altri servizi accessori alle attività sportive in genere. Pertanto, il fabbisogno energetico da vettore elettrico ammonta a nullo.

Illuminazione

Prevalenza di lampade fluorescenti lineari (FL) e compatte (FC) nelle seguenti quantità. Anno di installazione: nd.

Per i valori specifici si rimanda alla "RELAZIONE TECNICA DI CALCOLO PRESTAZIONE ENERGETICA DEL SISTEMA EDIFICIO-IMPIANTO" allegata in calce alla presente.

In sintesi, il fabbisogno energetico da vettore elettrico ammonta a 1423 kWh annui.

AGENZIA PER L'ENERGIA E LO SVILUPPO SOSTENIBILE
VIA ENRICO CARUSO, 3 - 41122 MODENA (MO)

Zona	Locale	Descrizione	Tipo	Pot (W)	N.	Pot tot (W)
1	101	ATRIO	FL	18	12	216
1	102	SOTTOSC.	FC	40	1	40
1	103	WC	FC	40	2	80
1	104	AULA	FL	36	4	144
1	105	ATRIO	FL	36	2	72
1	106	WC	FC	40	2	80
1	107	MENSA	FL	18	48	864
1	108	SPORZIONAM.PASTI	FL	36	4	144
1	201	CONNETTIVO	FL	18	12	216
1	202	WC	FC	40	2	80
1	203	AULA	FL	36	4	144
1	204	AULA	FL	36	4	144
1	205	AULA	FL	36	4	144
1	206	AULA	FL	36	4	144
1	207	AULA SPECIALE	FL	36	4	144
1	208	WC	FC	40	2	80
2	101	ATRIO	FL	36	8	288
2	102	UFFICIO	FL	36	8	108
2	103	UFFICIO	FL	36	8	94
2	104	AULA INSEGNANTI	FL	36	4	144
2	105	WC	FC	40	2	80
2	106	UFFICIO	FL	36	4	144
2	107	SERVIZI	FC	40	2	80
2	108	LAB.FOTOGRAFICO	FL	36	4	144
2	109	AULA	FL	36	8	288
2	110	AULA	FL	36	8	288
2	111	AULA	FL	36	8	288
2	112	AULA	FL	36	8	288
2	113	UFFICIO	FL	36	8	288
2	1	CONNETTIVO	FL	36	8	288
2	2	SERVIZI	FC	40	2	80
2	3	AULA DISPOSIZIONE PERSONALE	FL	36	4	144
2	4	AULA	FL	36	4	144
2	5	AULA	FL	36	4	144
2	6	AULA	FL	36	4	144
2	7	AULA	FL	36	4	144
2	8	AULA	FL	36	4	144
2	201	CONNETTIVO	FL	36	8	288
2	202	AULA	FL	36	4	144
2	203	AULA	FL	36	4	144
2	204	AULA	FL	36	4	144
2	205	SERVIZI	FC	40	2	80
2	206	LABORATORIO	FL	36	4	144
2	207	AULA	FL	36	4	144
2	208	AULA	FL	36	4	144
2	209	AULA	FL	36	4	144
2	210	AULA	FL	36	4	144
2	211	AULA	FL	36	4	144
2	212	UFFICIO	FL	36	4	144
2	9	DEPOSITO RISC	FL	36	4	144
3	1	ATRIO	FL	36	1	36
3	2	AMBULATORIO	FL	36	2	72
3	3	CONNETTIVO	FC	40	3	120
3	6	SPOGLIATOIO+LOCALE DOCCIE	FL	36	6	216
3	7	WC-H	FC	40	1	40
3	8	WC	FC	40	1	40
3	4	SPOGLIATOIO	FL	36	2	72
3	5	WC	FC	40	1	40
3	9	SPOGLIATOIO+LOCALE DOCCIE	FL	36	6	216
3	10	WC-H	FC	40	1	40
3	11	WC	FC	40	1	40
3	12	INGRESSO	FL	36	1	36
3	101	CAMPO GIOCO	FC	100	6	600
3	102	ZONA SPETTATORI	FL	36	44	1 584
3	103	WC	FC	40	1	40
3	104	WC	FC	40	1	40
3	105	INGRESSO SPETTATORI	FL	36	1	36
3	106	DEPOSITO	FL	36	1	36

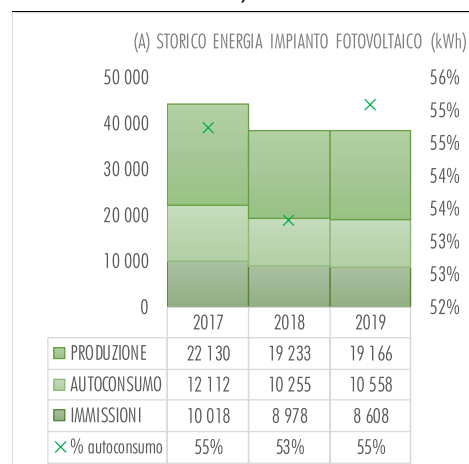
Movimentazione persone (ascensori, servoscala, etc.)

Assente.

FER

Presente un impianto fotovoltaico in copertura (n.72 pannelli da 250 Wp= 18,0 kWp), complanare alla stessa, con esposizione Sud-Ovest. Anno di installazione 2015. Produzione media annua paria a 17.100 kWh.

//Fonte: gestore impianti (GEETIT).



2.1 Principali risultati dei calcoli elettrici (stato di fatto)

Si riportano nel seguito i principali risultati del calcolo elettrici caratterizzanti lo stato di fatto. In particolare, si riassumono i consumi e la spesa.

Consumi elettrici

Energia elettrica		
Servizio	Consumo	
	En. ee	UM
Climatizzazione e produzione ACS	180	kWh
Consumo elettrico apparecchiature	12948	kWh
Usi cottura	5462	kWh
Servizi ad attività sportive	0	kWh
Illuminazione	1423	kWh
Movimentazione persone	0	kWh
Globale (gl)	20.014	kWh

3 Confronto con i consumi reali

Non è stata reso disponibile lo storico del consumo elettrico; pertanto, si è proceduto ipotizzandone il consumo sulla base della potenza impegnata dalle apparecchiature rilevate durante il sopralluogo e dall'uso dei locali.

4 RACCOMANDAZIONI DI TIPO COMPORTAMENTALI

Tutti gli interventi di tipo comportamentale possono essere immediatamente posti in essere a costo zero o quasi zero, prestandosi quindi a un'adozione prioritaria. Tra le criticità di cui occorre tener presente c'è però senz'altro la difficoltà nel mutare abitudini consolidate, anche di poco conto, e la possibilità che alcuni interventi, se non accettati preventivamente dal personale coinvolto, possano essere fonte di conflitto. Si consiglia una preventiva discussione partecipata che possa illustrare l'importanza di ogni singolo intervento e far leva sugli aspetti motivazionali di ciascun soggetto in esso coinvolto.

Di seguito sono riportate le raccomandazioni per il miglioramento dell'efficienza energetica secondo l'Allegato A della norma UNI CEI TR 11428, a completamento del lavoro di Diagnosi eseguito, che comprendono vari aspetti relativi l'edificio: dall'utilizzo della struttura fatta dagli utenti, alle modalità di utilizzo delle apparecchiature elettriche, all'illuminazione, agli aspetti gestionali e di formazione.

Raccomandazioni	Considerazioni
ACQUISTI:	
Acquistare attrezzature ad alta efficienza energetica.	In caso di nuovo acquisto di apparecchiature elettriche di vario tipo e soggette ad etichettatura energetica, verificare che siano in classe A o superiore.
CLIMATIZZAZIONE:	
Mantenere la temperatura di set-point di legge pari a 20°C.	Evitare di modificare i valori di temperatura imposti dalla legge pari a 20°C agendo con una modifica su valvola termostatica (una volta installata) o termostato.
Corretta regolazione delle centraline climatiche.	Le centraline climatiche devono essere regolate in modo tale che la temperatura di mandata delle varie zone termiche sia idonea al terminale installato nell'edificio. Si consiglia di verificare con il manutentore i settaggi delle centraline climatiche. Le centraline climatiche dovrebbero essere una per ogni zona termica, in modo tale da poter personalizzare gli orari di funzionamento e le temperature di mandata a seconda del tipo di utenza servita.
Regolazione dell'impianto termico in funzione dei locali effettivamente utilizzati.	In caso di mancato utilizzo di un locale, per un solo giorno o per un periodo di tempo più prolungato, prevedere, se possibile, l'eventuale spegnimento del terminale di emissione.
Limitare la ventilazione naturale dei locali a brevi periodi e negli orari corretti.	L'apertura delle finestre deve essere limitata ad una durata di pochi minuti, specie con temperature esterne estreme, in quanto le perdite di energia termica per ventilazione ricoprono una quota importante delle dispersioni termiche degli edifici. Tuttavia se ben utilizzata la ventilazione naturale garantisce un'adeguata qualità dell'aria degli ambienti. Le perdite di energia termica per ventilazione ricoprono una quota importante delle dispersioni termiche degli edifici e per limitare questi effetti è importante che il ricambio d'aria venga realizzato quanto possibile negli orari corretti, ovvero la mattina presto in estate e nelle ore di piena insolazione in inverno. Il personale deve inoltre assicurarsi della chiusura di tutte le aperture vetrate prima dell'uscita dall'edificio.
Tenere i terminali di emissione del calore liberi da eventuali ostruzioni.	I terminali di emissione di calore devono essere liberi e non coperti da tendaggi o altro materiale che ostruisce la diffusione del calore nell'ambiente e riduce l'efficienza dell'impianto. Avere dei terminali più efficienti può permettere di regolare la temperatura di mandata del fluido termovettore ad un valore più basso, e di conseguenza può ridurre i consumi di combustibile.
Spegnimento dell'impianto di produzione del calore.	Dopo diverse ore di funzionamento l'edificio mantiene una propria inerzia termica, è pertanto consigliabile spegnere l'impianto termico 30-60' prima dell'uscita, ottenendo anche un adattamento alle condizioni esterne.
FORMAZIONE DEL PERSONALE:	
Eseguire una campagna informativa in tema di risparmio energetico.	Fornire informazioni su tutte le possibili azioni di risparmio energetico realizzate e di potenziale realizzazione all'interno dell'edificio. Realizzare incontri per la diffusione della cultura del risparmio energetico. Distribuire materiale informativo sull'efficienza energetica negli edifici.
ILLUMINAZIONE:	
Prediligere l'utilizzo della luce naturale durante il giorno.	Uscendo dalla stanza o da un altro ambiente spegnere le luci, specialmente negli ambienti poco frequentati (archivi, sale riunioni e bagni). Il personale deve inoltre assicurarsi dello spegnimento di tutte le luci prima dell'uscita dall'edificio.
APPARECCHIATURE ELETTRICHE:	

Raccomandazioni	Considerazioni
Spegnere le apparecchiature in genere se non utilizzate per lungo tempo o nei periodi di chiusura della struttura.	Spegnere manualmente le apparecchiature elettriche prima dell'uscita del personale o programmare adeguatamente il temporizzatore già inserito a bordo macchina dei modelli più recenti. Predisporre prese comandate per togliere l'alimentazione dalle apparecchiature informatiche in generale.
SISTEMI DI MOVIMENTAZIONE PERSONE E MERCI:	
Ottimizzare l'uso dell'ascensore.	È determinante il comportamento virtuoso degli utilizzatori.

Nel caso considerato si sono simulati scenari di risparmio energetico elettrico relativi alla sostituzione delle apparecchiature per l'illuminazione interna.