



UNIONE EUROPEA
Fondo europeo di sviluppo regionale



REPUBBLICA ITALIANA



REGIONE AUTONOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA



**SARDEGNA
RICERCHE**

SARDEGNA RICERCHE

Sede legale: Via Palabanda, 9 - 09123 Cagliari

Sede Centrale: Edificio 2 Loc. Piscinamanna - 09010 Pula (CA)

Piattaforma Energie Rinnovabili: VI Strada Ovest Z.I. Macchiareddu - 09010 Uta (CA)

ERP ORISTANO Via Versilia, Oristano

REDAZIONE DI AUDIT ENERGETICI SU ALLOGGI DI EDILIZIA RESIDENZIALE PUBBLICA (ERP) CIG: 7292521AB2 CUP: G75I17000060006



STAZIONE APPALTANTE

SARDEGNA RICERCHE

**RESPONSABILE UNICO
DEL PROCEDIMENTO**

DOTT. LUCA CONTINI

SERVIZI DI PROGETTAZIONE

RTP Dott. Ing. Ezio PIREDDU
Via Campania, 6 - 09121 Cagliari (CA)
Dott. Ing. Giuseppe De Bonis
Dott. Ing. Giovanni A. Buttau

ELABORATO

REPORT DI AUDIT ENERGETICO

REV.	DATA	REDATTO	APPROVATO	APPROVATO	TAVOLA
01	15/11/2018	RTP			OR_60380134000_Report_01

1.	Premessa	3
2.	Riferimento, contatti auditor e personale coinvolto	3
3.	Metodologia di lavoro.....	3
4.	Inquadramento fabbricato	4
5.	Descrizione degli alloggi.....	5
5.1	Tipologia costruttiva.....	5
5.2	Infissi.	6
5.3	Impianto di riscaldamento e raffrescamento.	6
5.4	Impianti alimentati a Fonti Energetiche Rinnovabili.	6
5.5	Impianto di produzione di Acqua Calda Sanitaria.	6
5.6	Impianto elettrico.	6
5.7	Impianto idrico.....	7
5.8	Impianto gas	7
5.9	Modalità di gestione e manutenzione del sistema edificio/impianto.....	7
6.	Analisi energetica del fabbricato	8
6.1	Informazioni sul sito	8
6.2	Calcolo superfici disperdenti.....	8
6.3	Consumi attuali	9
6.4	Prestazione Energetica dell'alloggio ANTE intervento	11
6.5	Fabbisogno energetico ANTE intervento	11
6.5.1	Alloggio Tipo A ANTE intervento	11
6.5.2	Alloggio Tipo B ANTE intervento.....	14
6.5.3	Alloggio Tipo C ANTE intervento	16
7.	Interventi di efficientamento	19
7.1	Descrizione degli interventi proposti.....	20
7.2	Prestazione Energetica dell'alloggio POST intervento.....	22
7.3	Fabbisogno energetico POST intervento.....	22
7.3.1	Alloggio Tipo A POST intervento.....	22
7.3.2	Alloggio Tipo B POST intervento.....	27
7.3.3	Alloggio Tipo C POST intervento.....	31
8.	Confronto Indici di Prestazione Energetica ANTE e POST intervento.....	36
9.	Costi degli interventi raccomandati	38
10.	Fonti di finanziamento	39
11.	Analisi economica	40
12.	Conclusioni e raccomandazioni.	42

1. Premessa

Il presente documento è parte integrante dello studio energetico svolto e, insieme alle schede tecniche e alle planimetrie allegate, rappresenta un resoconto di dettaglio e riassuntivo di misura delle prestazioni energetiche del fabbricato oggetto di analisi con il fine di contribuire a migliorare le prestazioni energetiche dello stesso edificio esistente in conformità alla Direttiva UE 2018/844.

L'attività svolta è stata commissionata da Sardegna Ricerche e riguarda l'audit energetico di immobili di Edilizia Residenziale Popolare dislocati in tutta la regione in proprietà all'Azienda Regionale per l'Edilizia Abitativa della Regione Sardegna AREA.

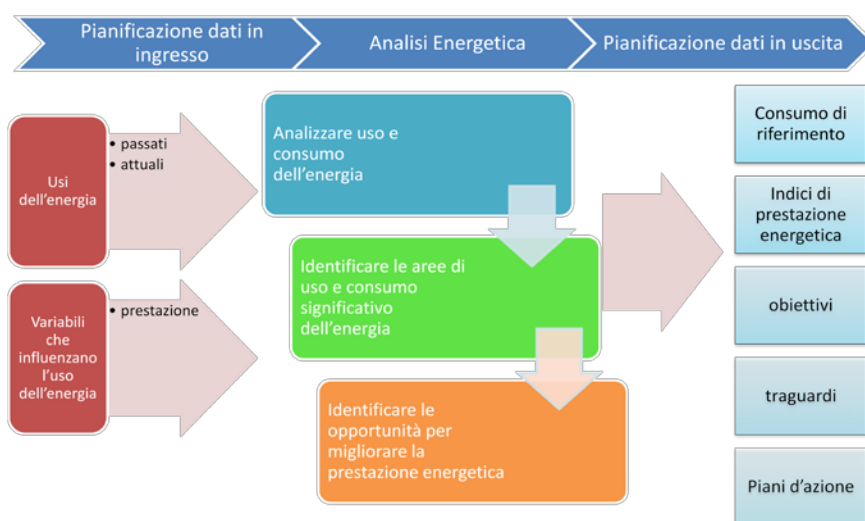
Nell'elaborato viene descritto lo stato di fatto del complesso edilizio costituito da sette unità immobiliari situato a Oristano in Via Versilia dal n. 25 al n. 35 con la descrizione ed analisi degli impianti installati e del relativo consumo energetico. L'analisi dello stato di fatto e la simulazione del comportamento energetico dell'immobile consente di individuare l'intervento migliorativo più adeguato al fine di soddisfare i criteri minimi di comfort e benessere dei fruitori garantendo al contempo un elevato grado di efficienza dal punto di vista energetico.

2. Riferimento, contatti auditor e personale coinvolto

Il Raggruppamento Temporaneo di Professionisti coinvolto nell'attività di audit è costituito dagli ingegneri De Bonis e Buttau coordinati dal capogruppo Pireddu e dai relativi collaboratori.

3. Metodologia di lavoro

La metodologia di lavoro si è sviluppata attraverso la pianificazione dei dati in ingresso, l'analisi energetica e la pianificazione dei dati in uscita. I dati in ingresso relativi agli usi dell'energia sono stati forniti dall' ENTE o dagli utenti stessi. Sono stati definiti quindi gli usi dell'energia passati e attuali attraverso lo studio delle fatture fornite, il rilievo degli assorbimenti delle utenze presenti e attraverso questionari sul comportamento energetico degli occupanti l'alloggio. L'analisi dei dati di uso e consumo dell'energia e della configurazione attuale e lo stato degli impianti ha permesso di individuare le aree significative e identificare per le stesse criticità e opportunità di miglioramento della prestazione energetica. Gli output prodotti definiscono, attraverso il bilancio energetico del sistema edificio-impianto, il consumo di riferimento, gli indici di prestazione energetica, gli obiettivi e traguardi di miglioramento. Di seguito lo schema rappresentativo dell'iter seguito.



4. Inquadramento fabbricato

Il complesso edilizio in oggetto, costruito nel 2013, è sito a Oristano, in via **Versilia**, meglio individuato al catasto fabbricati al Foglio 7, mappale 3382. Il complesso si sviluppa su una fila costituita da 5 case a schiera, 3 unifamiliari sviluppate su due piani e 2 bifamiliari su un unico piano disposti uno sopra l'altro, per un totale di 7 alloggi.

L'involucro esterno è realizzato in blocchi di laterizio intonacati e dipinti di colore grigio chiaro e viola chiaro. La copertura, a falda, di ciascun alloggio è di circa 70 mq per un totale di circa 350 mq.

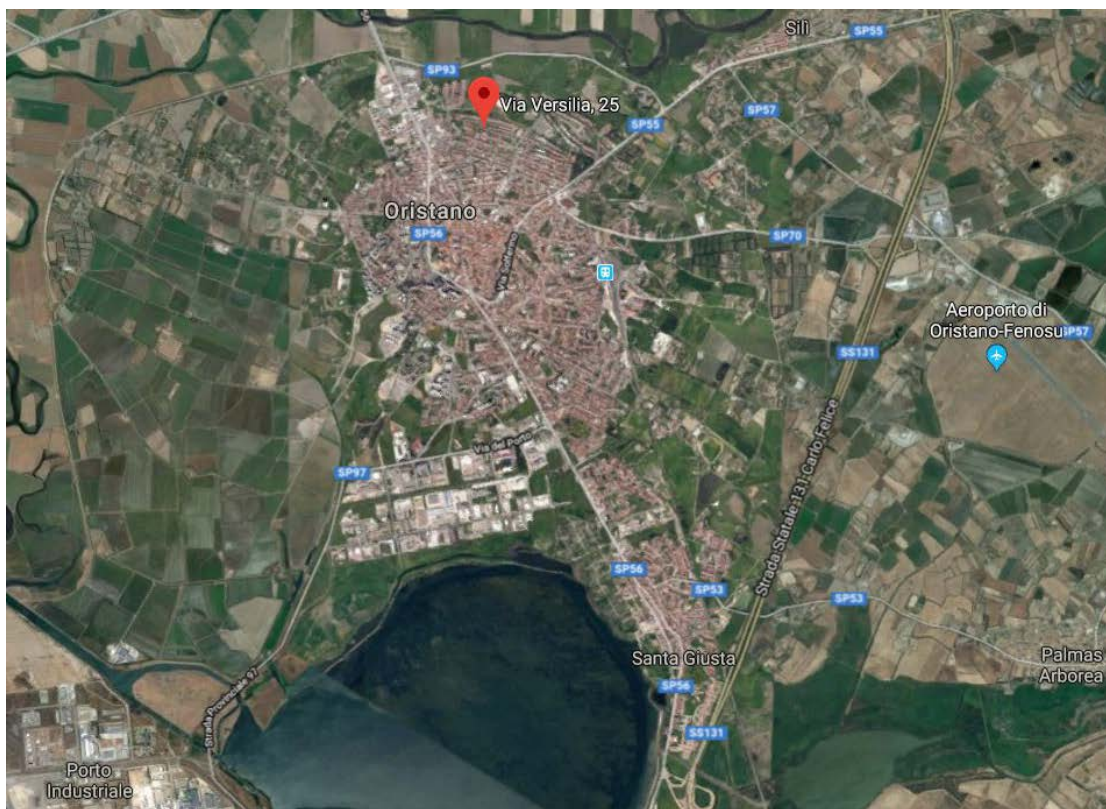


Figura 1 Inquadramento territoriale



Figura 2 Vista del fabbricato



Figura 3 Individuazione fabbricato

5. Descrizione degli alloggi

5.1 Tipologia costruttiva

Il complesso edilizio in oggetto presenta tre tipologie comuni di alloggio:

- Tipo A: alloggio da 60 mq del piano terra;
- Tipo B: alloggio da 60 mq del piano primo;
- Tipo C: alloggio da 85 mq che si estende su due piani

Quattro alloggi sono rappresentati dalla tipologia A, tre sono rappresentati dalla tipologia B.



Figura 4 Piano tipo



Figura 5 Pianta alloggio da 60 mq - piano terra

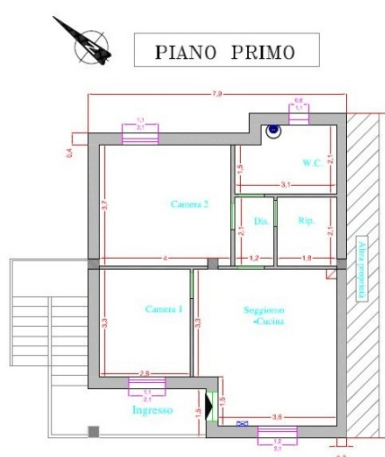


Figura 6 Pianta alloggio da 60 mq - piano primo

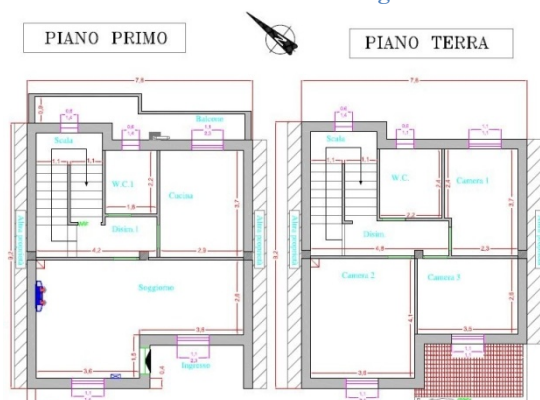
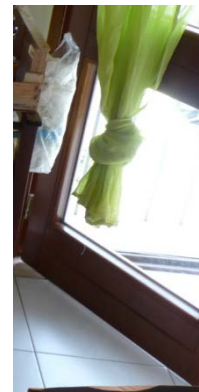


Figura 7 Pianta alloggio da 85 mq

Gli alloggi di tipo A e B sono costituiti da 3 vani con bagno, disimpegno e ripostiglio e balcone. L'alloggio di tipo C è costituito da 4 vani con due bagni, due disimpegni, balcone e scala interna.

5.2 Infissi.

Gli infissi, a telaio in legno e vetrocamera, sono quelli originari e si presentano in ottimo stato. Questi, essendo di recente costruzione, presentano discrete caratteristiche di isolamento.



5.3 Impianto di riscaldamento e raffrescamento.

In tutti gli alloggi non è presente alcun impianto di riscaldamento funzionante. Alcuni alloggi sono comunque dotati di radiatori ma inutilizzati in quanto l'impianto installato nell'anno di costruzione è stato dismesso. L'impianto si componeva di una caldaia a GPL autonoma collegata ai radiatori e a servizio della produzione di acqua calda sanitaria.



Tutti gli alloggi sono comunque dotati di sistemi autonomi di riscaldamento, quali, singola stufa a pellet, stufette mobili a gas, una o due pompe di calore posizionate nell'andito o negli ambienti comuni, a servizio dell'intero immobile, e quindi non sempre in grado di soddisfare le condizioni minime di benessere termoigrometrico e di confort, determinando al contempo un consumo eccessivo per via dell'impossibilità di raggiungimento delle condizioni ottimali di funzionamento;

5.4 Impianti alimentati a Fonti Energetiche Rinnovabili.

Il fabbricato non è dotato di impianti FER;

5.5 Impianto di produzione di Acqua Calda Sanitaria.

L'impianto di produzione di Acqua Calda Sanitaria, sia a servizio dei bagni che della cucina, è autonomo e costituito da uno scaldabagno elettrico. Le tubazioni idriche e l'alimentazione elettrica sono quelle originarie.



5.6 Impianto elettrico.

L'impianto elettrico risulta essere, per tutti gli alloggi, quello originario di costruzione e non presenta interventi di manutenzione e modifiche sostanziali. Si costituisce di un quadretto con unico interruttore automatico magnetotermico con differenziale a servizio sia della linea prese che della linea luci. Non sono presenti dichiarazioni attestanti la conformità degli impianti.

5.7 Impianto idrico.

L'impianto idrico risulta essere quello originario di costruzione del fabbricato e non presenta interventi di manutenzione e modifiche sostanziali. Non sono presenti dichiarazioni attestanti la conformità degli impianti.

5.8 Impianto gas

L'alimentazione della cucina, in tutti gli alloggi, avviene con il gas in bombola. La bombola, in genere contenente GPL, è alloggiata all'interno della cucina stessa e allacciata con tubo flessibile all'apparecchio utilizzatore. Le linee di alimentazione del gas, in tubazione flessibile, non sono sempre installate nel rispetto dei termini di scadenza indicati.

In alcuni alloggi il gas GPL o Propano in bombole viene poi utilizzato per alimentare le stufette mobili per il riscaldamento.

5.9 Modalità di gestione e manutenzione del sistema edificio/impianto

La manutenzione straordinaria del sistema edificio/impianto è a cura dell'Ente proprietario. Non sono stati comunicati interventi di manutenzione straordinaria né sulla parte edilizia né sulla parte impiantistica.

6. Analisi energetica del fabbricato

6.1 Informazioni sul sito

Il complesso in oggetto è sito in Oristano. Di seguito la geolocalizzazione.

LATTITUDINE	39°54'41.5"N
LONGITUDINE	8°35'36.2"E
GRADI GIORNO	1059
ZONA CLIMATICA	C

6.2 Calcolo superfici disperdenti

Il complesso edilizio è costituito da 5 case a schiera, 3 unifamiliari sviluppate su due piani e 2 bifamiliari su un unico piano disposti uno sopra l'altro, per un totale di 7 alloggi. Sulla base della conformazione strutturale, delle superfici utili e dell'esposizione sono state individuate 3 tipologie di alloggio rappresentative sulle quali sono state eseguite le analisi. I risultati ottenuti sono poi stati estesi al fabbricato nel suo complesso. Gli alloggi da 60 mq del piano terra sono rappresentati dalla tipologia A. Gli alloggi da 60 mq del piano primo sono rappresentati dalla tipologia B. Infine, gli alloggi da 85 mq a due piani sono rappresentati dalla tipologia C.

Le tabelle di seguito rappresentate evidenziano i dati ottenuti per le tre tipologie di alloggio rappresentative.

Tipo A					
Superfici Disperdenti alloggio [mq]				Volume Riscaldato [mc]	S/V
Infissi	Cassonetti	Opache	TOT		
8,66	1,55	120,48	130,69	162,00	0,81

Tipo B					
Superfici Disperdenti alloggio [mq]				Volume Riscaldato [mc]	S/V
Infissi	Cassonetti	Opache	TOT		
8,66	1,55	124,96	135,17	174,00	0,78

Tipo C					
Superfici Disperdenti alloggio [mq]				Volume Riscaldato [mc]	S/V
Infissi	Cassonetti	Opache	TOT		
14,63	3,50	234,69	252,82	472,60	0,53

Di seguito la tabella delle superfici disperdenti complessive misurate relativamente all'intero fabbricato.

Superfici Disperdenti Fabbricato [mq]					
Tipologia	N° alloggi	Infissi e cassonetti alloggio	Superf. Infissi e cassonetti totale	Superfici Opache alloggio	Superfici opache totale
Tipo A	2	10,21	20,42	120,48	240,96
Tipo B	2	10,21	20,42	124,96	249,92
Tipo C	3	18,13	54,39	234,69	704,07
TOTALI			95,23		1 194,95

6.3 Consumi attuali

I consumi passati e attuali degli utenti sono stati stimati sulla base sia delle fatture messe a disposizione e sia soprattutto con riferimento a:

- quantità e dati di targa degli elettrodomestici;
- quantità e dati di targa di altre utenze elettriche;
- questionario sulle abitudini di consumo;

Assorbimento rilevante di energia elettrica si riscontra prevalentemente in cucina con l'utilizzo di frigoriferi anche di grandi dimensioni, microonde, forno elettrico, ventola di areazione. Oltre gli elettrodomestici le utenze elettriche di maggior assorbimento sono lo scaldabagno e la pompa di calore presente in alcuni alloggi.

Il combustibile, gas GPL in bombole, viene utilizzato in tutti gli alloggi per i fuochi della cucina. In alcuni alloggi si utilizza il GPL/Propano per le stufette mobili per il riscaldamento degli ambienti.

Solo un alloggio è dotato di stufa a pellet.

Per una maggiore omogeneità nella valutazione dei consumi attuali si è fatto riferimento all'energia primaria esprimendo le grandezze in kg equivalenti di petrolio [kgep]. L'energia dei prodotti combustibili è valutata tenendo conto del loro potere calorico inferiore e dell'energia impegnata per la loro produzione. La prestazione energetica è determinata quindi sulla base della quantità annua di energia necessaria per soddisfare le esigenze legate ad un uso standard dell'alloggio. Questo fabbisogno energetico annuale globale in energia primaria è pertanto relativo ai diversi servizi energetici (riscaldamento, raffrescamento, ventilazione, produzione di acqua calda sanitaria) e negli ambienti comuni per l'illuminazione.

Di seguito la tabella dei consumi di energia per alloggio.

Stima dei consumi attuali							
Fonte Energetica	Consumo medio annuo stimato	UM	Fattore conversione in EP gl (EPren+EPnren)	Energia Primaria kWh/anno	Fattore conversione in kep	kgep	Spesa sostenuta [€/anno]
Energia elettrica	3 278,86	[kWh/anno]	2,42	7 934,83	0,20	655,77	885,29
GPL in bombole	210,00	[kg/anno]	1,05	220,50	1,10	231,00	378,00
TOTALE				8 155,33		886,77	1 263,29

6.4 Prestazione Energetica dell'alloggio ANTE intervento

Di seguito si studiano le prestazioni energetiche degli alloggi nelle tipologie precedentemente definite. La prestazione energetica è stata studiata con l'ausilio dei software certificati **TermusBIM** della ACCA Software e **DOCET V3.18.04.50 ITC ENEA**. Si sono utilizzati due software certificati a garanzia dell'affidabilità e univocità dei risultati ottenuti. Si evidenzia che le APE fornite dall'ente AREA degli alloggi, ancora in corso di validità fino al 2023, sono state elaborate considerando l'impianto di riscaldamento a caldaia a GPL, combinato alla produzione di acqua calda sanitaria, installato all'epoca di costruzione. Allo stato attuale tutti gli alloggi hanno dismesso tale impianto e pertanto i risultati seguenti si discostano dalle APE fornite.

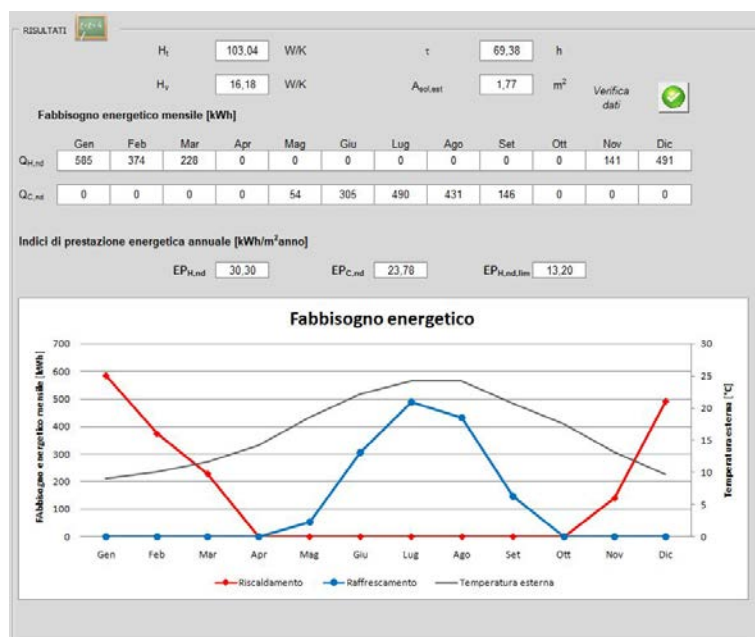
6.5 Fabbisogno energetico ANTE intervento

Il fabbisogno energetico è l'energia primaria utilizzata per produrre l'energia fornita ai sistemi tecnici relativi a tutti i servizi dell'edificio e si calcola in base alle quantità consegnate ed esportate dei vettori energetici complessivamente impiegati utilizzando fattori di conversione che tengano conto dell'energia necessaria per l'estrazione, la lavorazione, lo stoccaggio, il trasporto, la generazione, la trasformazione, la trasmissione, la distribuzione e le altre operazioni necessarie alla consegna all'edificio in cui viene utilizzata.

6.5.1 Alloggio Tipo A ANTE intervento

Di seguito vengono rappresentati gli indici relativi al Fabbisogno Energetico ideale ripartito mensilmente e considerato come valore medio annuo riferito all'unità di superficie.

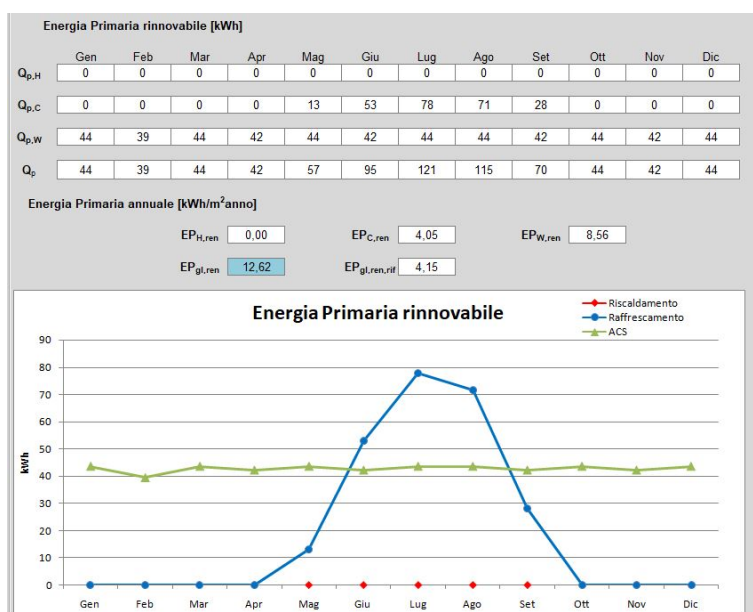
La tabella seguente riporta i valori del fabbisogno ideale di energia, sulla base delle temperature esterne reali, per il riscaldamento $Q_{H,nd}$, e per il raffrescamento $Q_{C,nd}$.



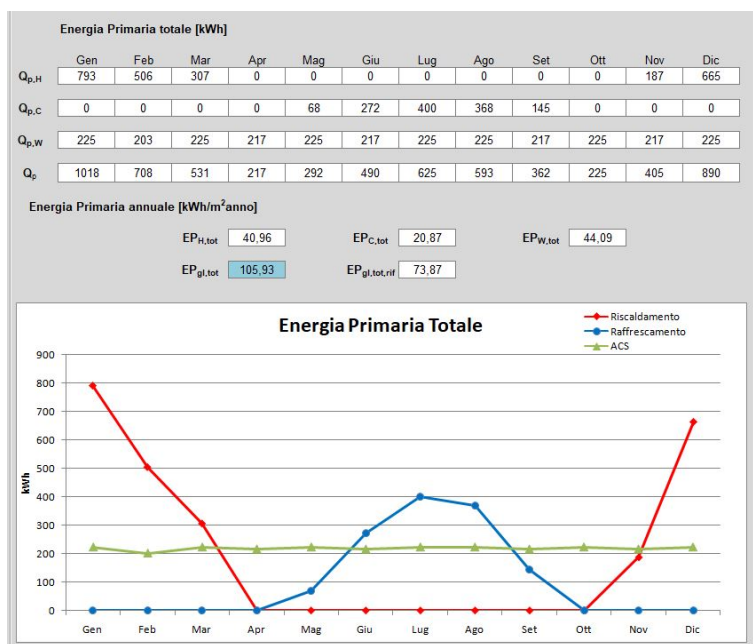
Di seguito l'andamento dell'energia primaria non rinnovabile $Ep_{H,nren}$, $Ep_{C,nren}$, $Ep_{W,nren}$, riferita rispettivamente al riscaldamento, raffrescamento e acqua calda sanitaria.



Di seguito l'andamento dell'energia primaria rinnovabile $EP_{H,ren}$, $EP_{C,ren}$, $EP_{W,ren}$, riferita rispettivamente al riscaldamento, raffrescamento e acqua calda sanitaria.



Di seguito l'andamento dell'energia primaria totale $Ep_{H,tot}$, $Ep_{C,tot}$, $Ep_{W,tot}$, riferita rispettivamente al riscaldamento, raffrescamento e acqua calda sanitaria.



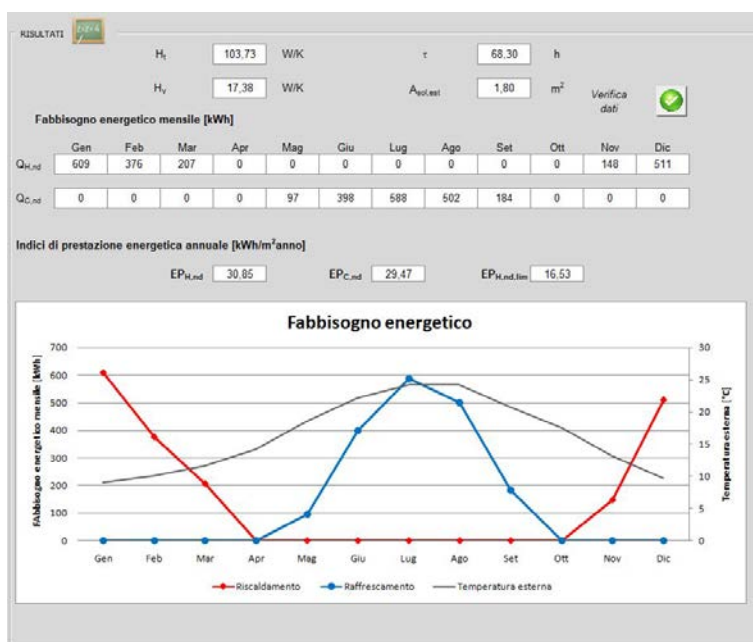
Report Alloggio tipo A Situazione stato di fatto ANTE

Indicatore energetico di riferimento	ANTE INTERVENTO (Stato di fatto)			
Fabbisogno energetico annuale Riscaldamento [kWh/m ² anno]	$EP_{H,nd}$	30,30	$EP_{H,nd,lim}$	13,20
Fabbisogno energetico annuale raffrescamento [kWh/m ² anno]	$EP_{C,nd}$	23,78		
Fabbisogno energetico annuale ACS [kWh/m ² anno]	$EP_{W,nd}$	16,87		
Energia Primaria non rinnovabile Riscaldamento [kWh/m ² anno]	$EP_{H,nren}$	40,96		
Energia Primaria non rinnovabile Raffrescamento [kWh/m ² anno]	$EP_{C,nren}$	16,82		
Energia Primaria non rinnovabile ACS [kWh/m ² anno]	$EP_{W,nren}$	35,53		
Energia Primaria globale non rinnovabile [kWh/m ² anno]	$EP_{gl,nren}$	93,31	$EP_{gl,nren,rif}$	69,72
Energia Primaria rinnovabile Riscaldamento [kWh/m ² anno]	$EP_{H,ren}$	0,00		
Energia Primaria rinnovabile Raffrescamento [kWh/m ² anno]	$EP_{C,ren}$	4,05		
Energia Primaria rinnovabile ACS [kWh/m ² anno]	$EP_{W,ren}$	8,56		
Energia Primaria globale rinnovabile [kWh/m ² anno]	$EP_{gl,ren}$	12,61	$EP_{gl,ren,rif}$	4,15
Energia Primaria totale Riscaldamento [kWh/m ² anno]	$EP_{H,tot}$	40,96		
Energia Primaria totale Raffrescamento [kWh/m ² anno]	$EP_{C,tot}$	20,87		
Energia Primaria totale ACS [kWh/m ² anno]	$EP_{W,tot}$	44,09		
Energia Primaria globale [kWh/m ² anno]	$EP_{gl,tot}$	105,92	$EP_{gl,tot,rif}$	73,87
Emissioni CO ₂ [kg/m ² anno]	CO ₂	20,50		
Classe Energetica		C		

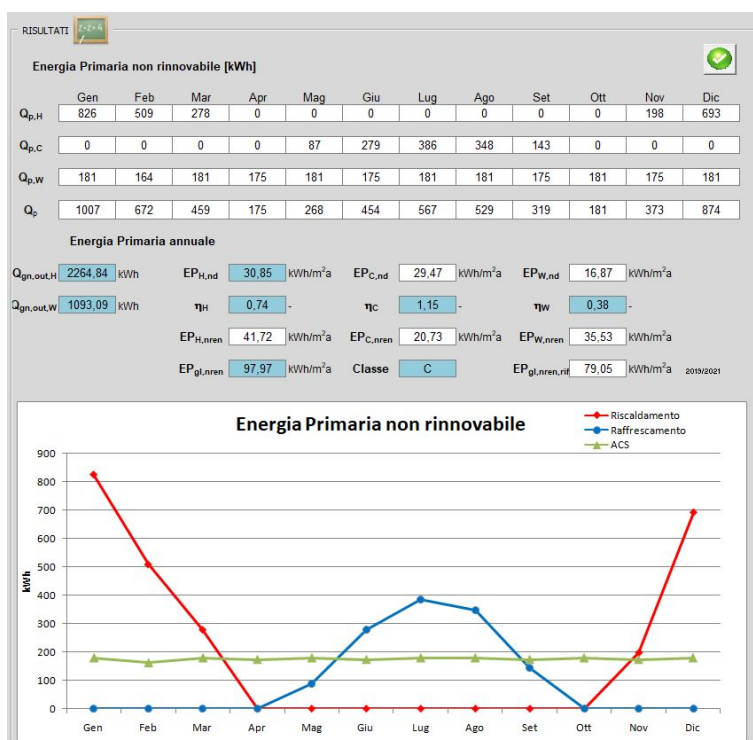
6.5.2 Alloggio Tipo B ANTE intervento

Di seguito vengono rappresentati gli indici relativi al Fabbisogno Energetico ideale ripartito mensilmente e considerato come valore medio annuo riferito all'unità di superficie.

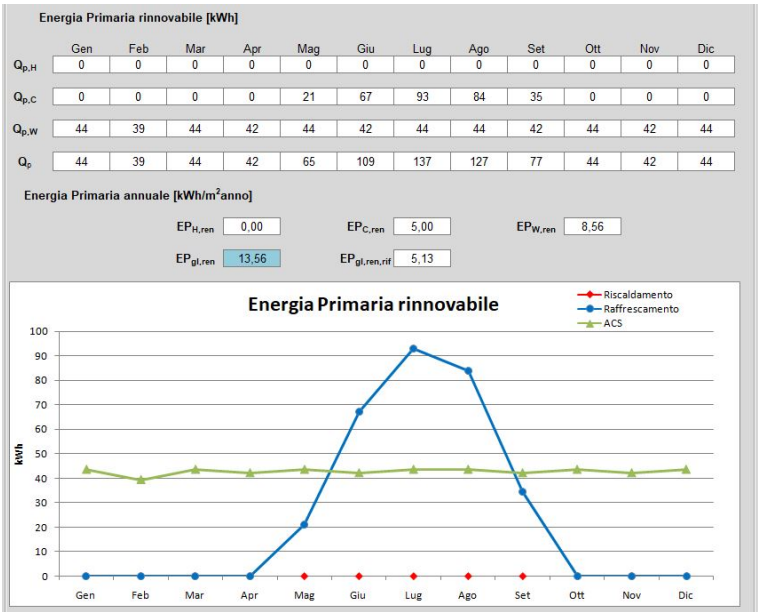
La tabella seguente riporta i valori del fabbisogno ideale di energia, sulla base delle temperature esterne reali, per il riscaldamento $Q_{H,nd}$, e per il raffrescamento $Q_{C,nd}$.



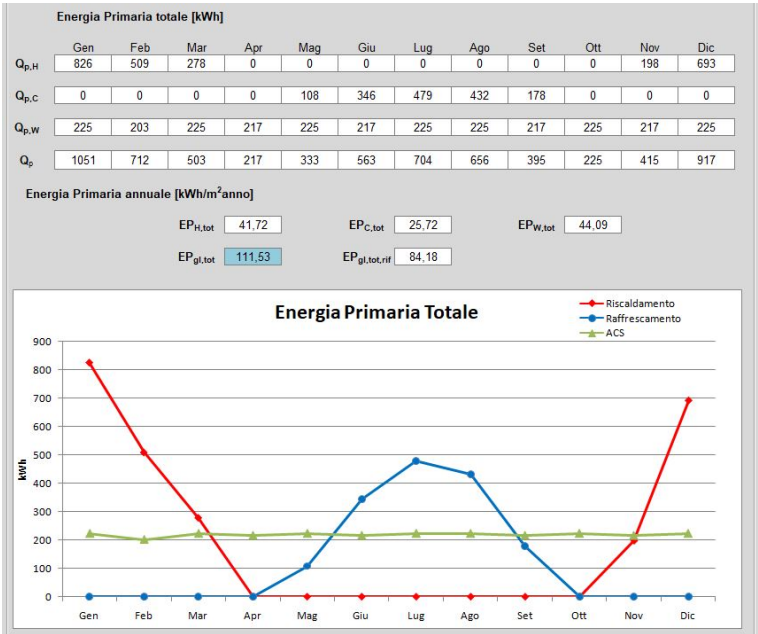
Di seguito l'andamento dell'energia primaria non rinnovabile $EP_{H,nren}$, $EP_{C,nren}$, $EP_{W,nren}$, riferita rispettivamente al riscaldamento, raffrescamento e acqua calda sanitaria.



Di seguito l'andamento dell'energia primaria rinnovabile $Ep_{H,ren}$, $Ep_{C,ren}$, $Ep_{W,ren}$, riferita rispettivamente al riscaldamento, raffrescamento e acqua calda sanitaria.



Di seguito l'andamento dell'energia primaria totale $Ep_{H,tot}$, $Ep_{C,tot}$, $Ep_{W,tot}$, riferita rispettivamente al riscaldamento, raffrescamento e acqua calda sanitaria.



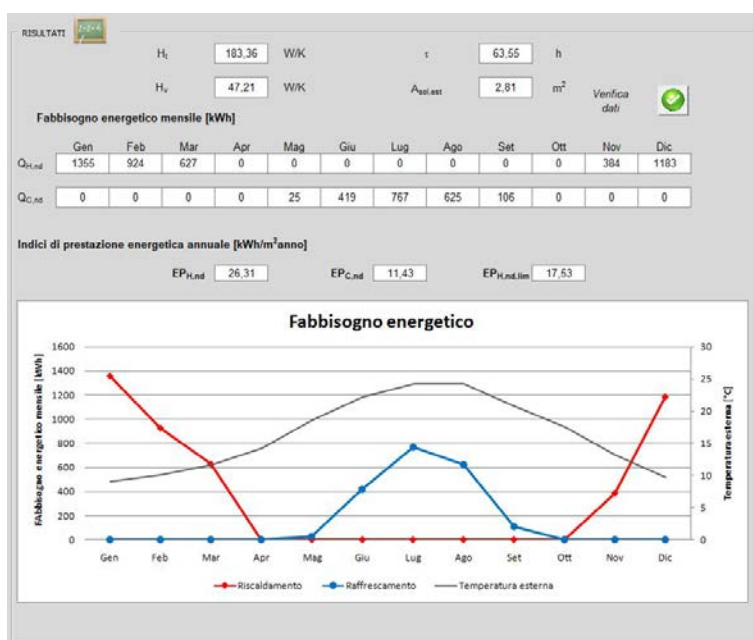
Report Alloggio tipo B Situazione stato di fatto ANTE

Indicatore energetico di riferimento	ANTE INTERVENTO (Stato di fatto)			
Fabbisogno energetico annuale Riscaldamento [kWh/m ² anno]	EP _{H,nd}	30,85	EP _{H,nd,lim}	16,53
Fabbisogno energetico annuale raffrescamento [kWh/m ² anno]	EP _{C,nd}	29,47		
Fabbisogno energetico annuale ACS [kWh/m ² anno]	EP _{W,nd}	16,87		
Energia Primaria non rinnovabile Riscaldamento [kWh/m ² anno]	EP _{H,nren}	41,72		
Energia Primaria non rinnovabile Raffrescamento [kWh/m ² anno]	EP _{C,nren}	20,73		
Energia Primaria non rinnovabile ACS [kWh/m ² anno]	EP _{W,nren}	35,53		
Energia Primaria globale non rinnovabile [kWh/m ² anno]	EP _{gl,nren}	97,98	EP _{gl,nren,rif}	79,05
Energia Primaria rinnovabile Riscaldamento [kWh/m ² anno]	EP _{H,ren}	0,00		
Energia Primaria rinnovabile Raffrescamento [kWh/m ² anno]	EP _{C,ren}	5,00		
Energia Primaria rinnovabile ACS [kWh/m ² anno]	EP _{W,ren}	8,56		
Energia Primaria globale rinnovabile [kWh/m ² anno]	EP _{gl,ren}	13,56	EP _{gl,ren,rif}	5,13
Energia Primaria totale Riscaldamento [kWh/m ² anno]	EP _{H,tot}	41,72		
Energia Primaria totale Raffrescamento [kWh/m ² anno]	EP _{C,tot}	25,73		
Energia Primaria totale ACS [kWh/m ² anno]	EP _{W,tot}	44,09		
Energia Primaria globale [kWh/m ² anno]	EP _{gl,tot}	111,54	EP _{gl,tot,rif}	84,18
Emissioni CO ₂ [kg/m ² anno]	CO ₂	21,60		
Classe Energetica		C		

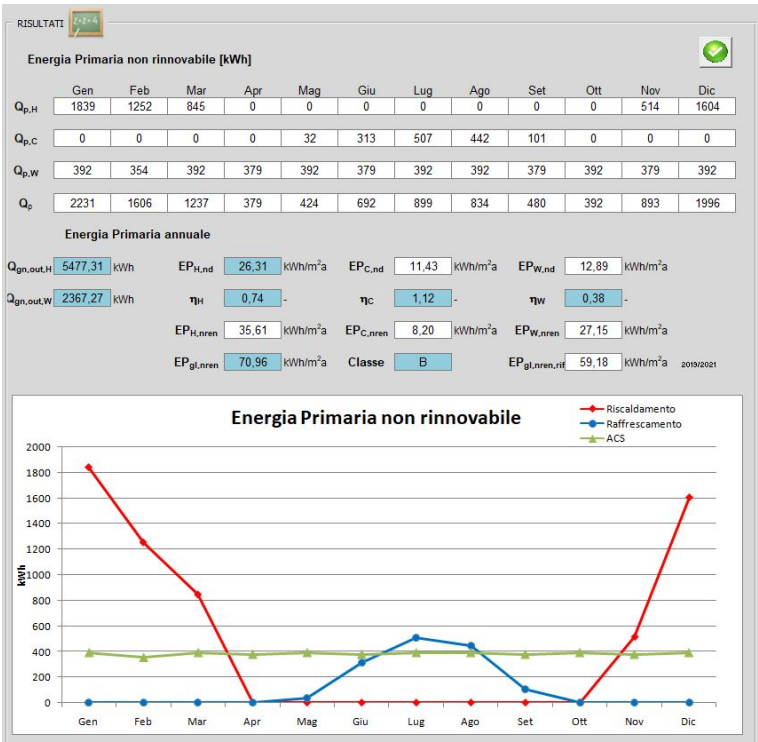
6.5.3 Alloggio Tipo C ANTE intervento

Di seguito vengono rappresentati gli indici relativi al Fabbisogno Energetico ideale ripartito mensilmente e considerato come valore medio annuo riferito all'unità di superficie.

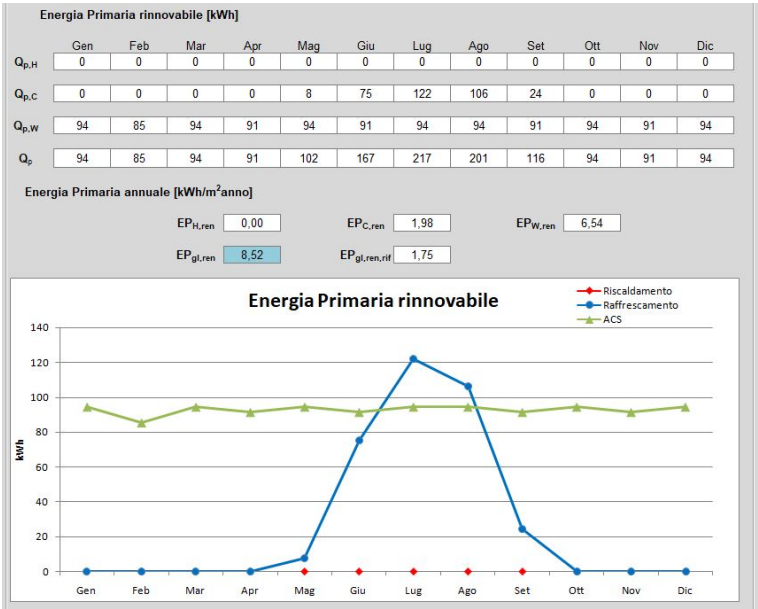
La tabella seguente riporta i valori del fabbisogno ideale di energia, sulla base delle temperature esterne reali, per il riscaldamento $Q_{H,nd}$, e per il raffrescamento $Q_{C,nd}$.



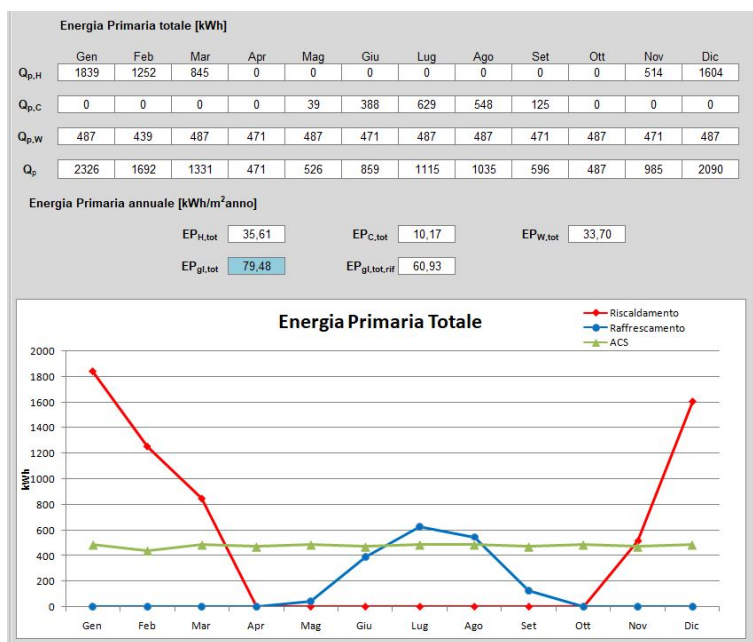
Di seguito l'andamento dell'energia primaria non rinnovabile $Ep_{H,nren}$, $Ep_{C,nren}$, $Ep_{W,nren}$, riferita rispettivamente al riscaldamento, raffrescamento e acqua calda sanitaria.



Di seguito l'andamento dell'energia primaria rinnovabile $Ep_{H,ren}$, $Ep_{C,ren}$, $Ep_{W,ren}$, riferita rispettivamente al riscaldamento, raffrescamento e acqua calda sanitaria.



Di seguito l'andamento dell'energia primaria totale $EP_{H,tot}$, $EP_{C,tot}$, $EP_{W,tot}$, riferita rispettivamente al riscaldamento, raffrescamento e acqua calda sanitaria.



Report Alloggio tipo C Situazione stato di fatto ANTE

Indicatore energetico di riferimento	ANTE INTERVENTO (Stato di fatto)			
Fabbisogno energetico annuale Riscaldamento [kWh/m ² anno]	$EP_{H,nd}$	26,31	$EP_{H,nd,lim}$	17,53
Fabbisogno energetico annuale raffrescamento [kWh/m ² anno]	$EP_{C,nd}$	11,43		
Fabbisogno energetico annuale ACS [kWh/m ² anno]	$EP_{W,nd}$	12,89		
Energia Primaria non rinnovabile Riscaldamento [kWh/m ² anno]	$EP_{H,nren}$	35,61		
Energia Primaria non rinnovabile Raffrescamento [kWh/m ² anno]	$EP_{C,nren}$	8,20		
Energia Primaria non rinnovabile ACS [kWh/m ² anno]	$EP_{W,nren}$	27,15		
Energia Primaria globale non rinnovabile [kWh/m ² anno]	$EP_{gl,nren}$	70,96	$EP_{gl,nren,rif}$	59,18
Energia Primaria rinnovabile Riscaldamento [kWh/m ² anno]	$EP_{H,ren}$	0,00		
Energia Primaria rinnovabile Raffrescamento [kWh/m ² anno]	$EP_{C,ren}$	1,98		
Energia Primaria rinnovabile ACS [kWh/m ² anno]	$EP_{W,ren}$	6,54		
Energia Primaria globale rinnovabile [kWh/m ² anno]	$EP_{gl,ren}$	8,52	$EP_{gl,ren,rif}$	1,75
Energia Primaria totale Riscaldamento [kWh/m ² anno]	$EP_{H,tot}$	35,61		
Energia Primaria totale Raffrescamento [kWh/m ² anno]	$EP_{C,tot}$	10,18		
Energia Primaria totale ACS [kWh/m ² anno]	$EP_{W,tot}$	33,69		
Energia Primaria globale [kWh/m ² anno]	$EP_{gl,tot}$	79,48	$EP_{gl,tot,rif}$	60,93
Emissioni CO ₂ [kg/m ² anno]	CO ₂	15,50		
Classe Energetica		B		

7. Interventi di efficientamento

Le prestazioni energetiche rilevate per le singole tipologie di alloggio evidenziano risultati simili. Considerato inoltre che lo stato di fatto degli alloggi mantengono la stessa fisionomia edilizio-impiantistico-ambientale si suggeriscono pertanto interventi di efficientamento comuni a tutti gli alloggi.

Di seguito si analizzano gli interventi di efficientamento valutati più idonei al caso in oggetto in quanto garantiscono un adeguato livello di comfort e benessere degli inquilini nel rispetto dei criteri di risparmio energetico e sostenibilità ambientale con soddisfacenti risultati tecnico-economici.

Lo studio si sviluppa analizzando due soluzioni d'intervento "Starting" ed "High" performance.

La soluzione *Starting Performance* rispetta gli obiettivi di progetto garantendo condizioni minime di benessere per gli utenti, sia in inverno che in estate, attraverso l'utilizzo di macchine altamente efficienti e bilanciando parte dei consumi sostenuti con il ricorso all'energia prodotta da fonti energetiche rinnovabili. La soluzione proposta deriva dall'analisi degli interventi valutati anche singolarmente. La sola sostituzione dell'impianto esistente con l'installazione di nuove pompe di calore, anche se ad elevata efficienza, per poter garantire un'adeguata condizione di confort, necessita di un utilizzo importante con costi comunque al di sopra degli standard accettabili dichiarati dagli utenti. Si è pensato pertanto di accoppiare l'impianto di climatizzazione, a pompa di calore ad alta efficienza, con un impianto fotovoltaico parzialmente integrato in copertura in regime di massimo autoconsumo. L'impianto FTV sarà infatti dotato di un sistema di accumulo elettrochimico con batterie agli ioni di litio per sfruttare la gran parte dell'energia elettrica prodotta anche nelle ore notturne o comunque di non insolazione.

La soluzione *High Performance* consente di migliorare le prestazioni energetiche globali rispetto alla soluzione precedente in quanto interviene sia sugli impianti che sull'involucro edilizio. Oltre alle dotazioni impiantistiche adottate nella soluzione *Starting* la soluzione *High Performance* prevede la coibentazione delle superfici disperdenti verticali e l'attenuazione dei ponti termici. Questa soluzione, altamente efficiente, consente di diminuire il Fabbisogno di Energia Primaria in quanto riduce in modo rilevante la potenza termica dissipata verso gli ambienti non riscaldati.

L'impianto di produzione di ACS non è previsto negli interventi.

7.1 Descrizione degli interventi proposti

Impianto fotovoltaico. Si è scelto di realizzare un impianto fotovoltaico di potenza nominale 2,59 kWp con moduli in silicio monocristallino per la soluzione Starting, mentre per la soluzione High un impianto con una potenza nominale di circa 1,85 kWp. La scelta di utilizzare un impianto più piccolo nella soluzione High è stato possibile per via di un minore utilizzo della pompa di calore, per il raggiungimento delle condizioni di benessere termoigrometrico rispetto alla soluzione starting, in considerazione dell'elevato grado di isolamento termico dell'involucro. I moduli fotovoltaici saranno in silicio monocristallino ad altissima efficienza. L'intervento è compreso di conduttori, quadretti di stringa e quadro di campo equipaggiati con sezionatore generale, fusibili, scaricatori di sovratensione e interruttori automatici magnetotermico differenziali a protezione delle linee. Inverter ibrido o con sistema di accumulo elettrochimico integrato. L'orientamento a sud e l'inclinazione ottimale del tetto consentono di ottenere elevate prestazioni dell'impianto.

Di seguito la scheda con le caratteristiche tecniche dei prodotti proposti.

FOTOVOLTAICO E ACCUMULO ELETTOCHIMICO	Marca	Modello	Efficienza	Potenza/ Capacità nominale		Dimensioni [m]	Condizioni Operative
Modulo Fotovoltaico Silicio monocristallino	SUNPOWER	X22-370 DC	22,70%	370	[Wp]	1,559x1,046	- 40 < T [°C] < + 85
Inverter On GRID Ibrido monofase	SOLAX	X-Hybrid SK-SU3000e	97,60%	3000	[Wp]	0,680x0,595x0,167	- 20 < T [°C] < + 40
Accumulo con Batteria agli ioni di litio 48 V - 50Ah con sistema di gestione e interfaccia inverter	PYLONTECH	US2000Plus	90%	2,4	[kWh]	0,089Hx0,44x0,41	- 10 < T [°C] < + 50

Saranno utilizzati n° 7 moduli da 370 Wp per la soluzione Starting e n° 5 moduli per quella High. Il gruppo di accumulo è costituito da n° 2 pacchi batteria da 2,4 kWh ciascuno.

Impianto di climatizzazione. Sostituzione dell'impianto esistente con un impianto di climatizzazione innovativo a Pompa di calore ad elevata efficienza di tipo split/multisplit. L'inverter di questa tipologia di macchina garantisce una maggiore efficienza, un migliore comfort e una termoregolazione più precisa che evita picchi e mantiene più costante la temperatura con un minor consumo energetico. Il compressore di tipo Rotary assicura un'operatività efficiente per tutto l'anno. In modalità di riscaldamento il condizionatore opera come pompa di calore anche con una temperatura esterna di - 15°.

Di seguito la scheda con le caratteristiche tecniche dei prodotti proposti.

CLIMATIZZAZIONE	Marca	Modello	COP / EER	Capacità raffrescam/riscaldam		Dimensioni [m]	Condizioni Operative
Pompa di Calore	PANASONIC	Free Multi Z CU-SZ90TBE Monofase	4,84 / 4,09	9,0 [kW]	10,4 [kW]	1,00HxL0,94xP0,34	- 10 < TC [°C] < + 46 - 15 < TH [°C] < + 24

Isolamento termico superfici opache disperdenti. Isolamento termico delle pareti opache verticali disperdenti attraverso la fornitura e posa in opera di un sistema a cappotto con pannelli in fibra di canapa o lana di pecora. La fibra naturale è infatti traspirante e risulta essere un ottima fibra climatizzante sia contro il freddo che contro il caldo. Una caratteristica peculiare è quella di essere idrorepellente e al contempo igroscopica in quanto assorbe bene l'umidità. Applicazione consigliata in ambienti ad elevato grado di umidità. Infatti, rispetto agli altri pannelli isolanti ha il vantaggio di assorbire l'umidità e rilasciarla nel tempo. Questo favorisce la regolazione naturale dell'umidità all'interno dell'abitazione prevenendo formazione di muffe e condense. Sono poi ottimi isolanti non solo termici ma anche acustici. I pannelli sono rinnovabili e quasi interamente riciclabili e realizzati a

bassissimo consumo energetico aiutando poi a diminuire la concentrazione di CO₂ nell'ambiente rendendoli così conformi ai Criteri Ambientali Minimi DM 2017. In termini di efficienza manutentiva garantisce rapidità di posa e risparmio nei tempi di realizzazione. L'isolamento termico è previsto per tutte le superfici disperdenti opache verticali.

7.2 Prestazione Energetica dell'alloggio POST intervento

Di seguito si studiano le prestazioni energetiche degli alloggi nelle tipologie precedentemente definite. La prestazione energetica è stata studiata con l'ausilio dei software certificati **TermusBIM** della ACCA Software e **DOCET V3.18.04.50 ITC ENEA**. Si sono utilizzati due software certificati a garanzia dell'affidabilità e univocità dei risultati ottenuti.

7.3 Fabbisogno energetico POST intervento

Il fabbisogno energetico è l'energia primaria utilizzata per produrre l'energia fornita ai sistemi tecnici relativi a tutti i servizi dell'edificio e si calcola in base alle quantità consegnate ed esportate dei vettori energetici complessivamente impiegati utilizzando fattori di conversione che tengano conto dell'energia necessaria per l'estrazione, la lavorazione, lo stoccaggio, il trasporto, la generazione, la trasformazione, la trasmissione, la distribuzione e le altre operazioni necessarie alla consegna all'edificio in cui viene utilizzata.

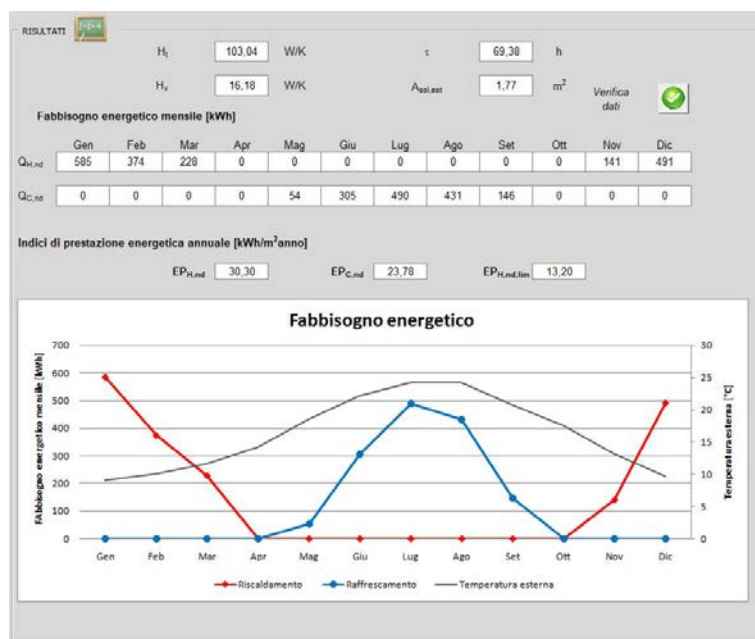
7.3.1 Alloggio Tipo A POST intervento

Di seguito vengono rappresentati gli indici relativi al Fabbisogno Energetico ideale ripartito mensilmente e considerato come valore medio annuo riferito all'unità di superficie.

Lo studio è stato fatto considerando le due soluzioni di intervento proposte: *Starting ed High Performance*.

Starting Performance.

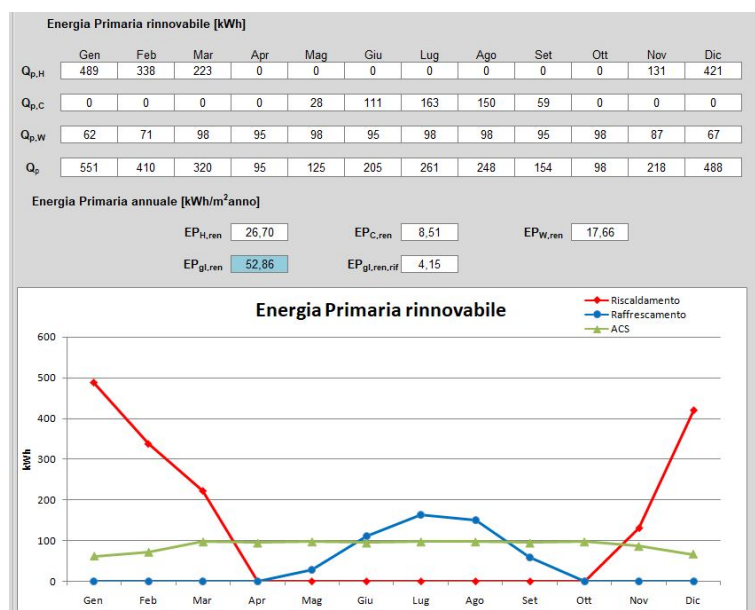
La tabella seguente riporta i valori del fabbisogno ideale di energia, sulla base delle temperature esterne reali, per il riscaldamento $Q_{H,nd}$, e per il raffrescamento $Q_{C,nd}$ relative alla soluzione 1 *Starting Performance* per l'alloggio della tipologia A.



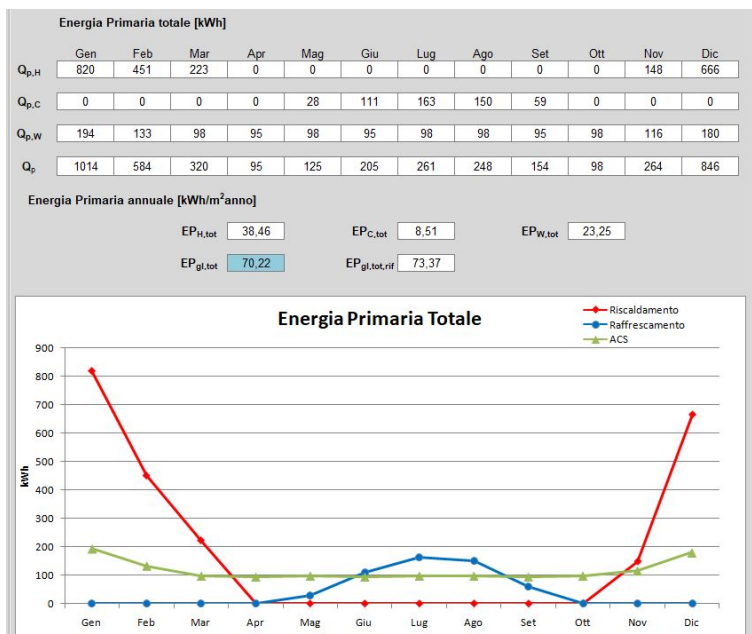
Di seguito l'andamento dell'energia primaria non rinnovabile $Ep_{H,ren}$, $Ep_{C,ren}$, $Ep_{W,ren}$, riferita rispettivamente al riscaldamento, raffrescamento e acqua calda sanitaria relative alla soluzione 1 *Starting Performance* per l'alloggio della tipologia A.



Di seguito l'andamento dell'energia primaria rinnovabile $Ep_{H,ren}$, $Ep_{C,ren}$, $Ep_{W,ren}$, riferita rispettivamente al riscaldamento, raffrescamento e acqua calda sanitaria relative alla soluzione 1 *Starting Performance* per l'alloggio della tipologia A.

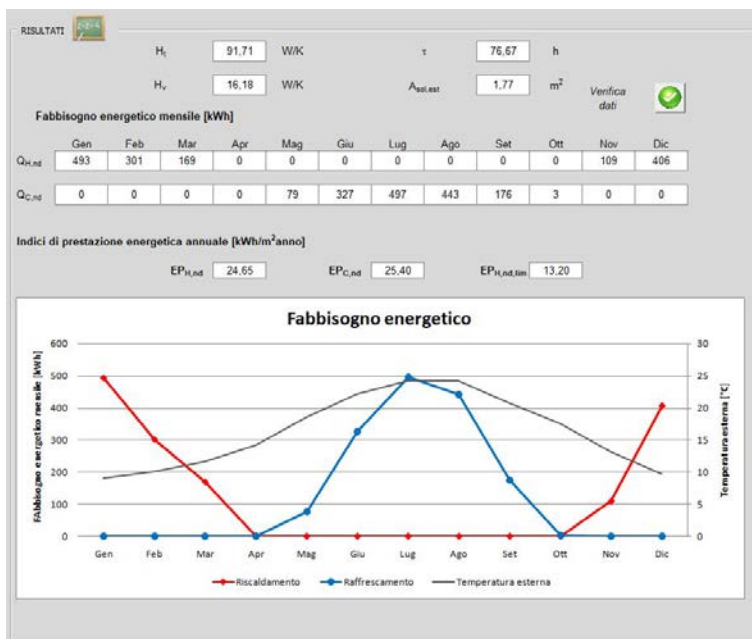


Di seguito l'andamento dell'energia primaria totale $Ep_{H,tot}$, $Ep_{C,tot}$, $Ep_{W,tot}$, riferita rispettivamente al riscaldamento, raffrescamento e acqua calda sanitaria relative alla soluzione 1 *Starting Performance* per l'alloggio della tipologia A.



High Performance.

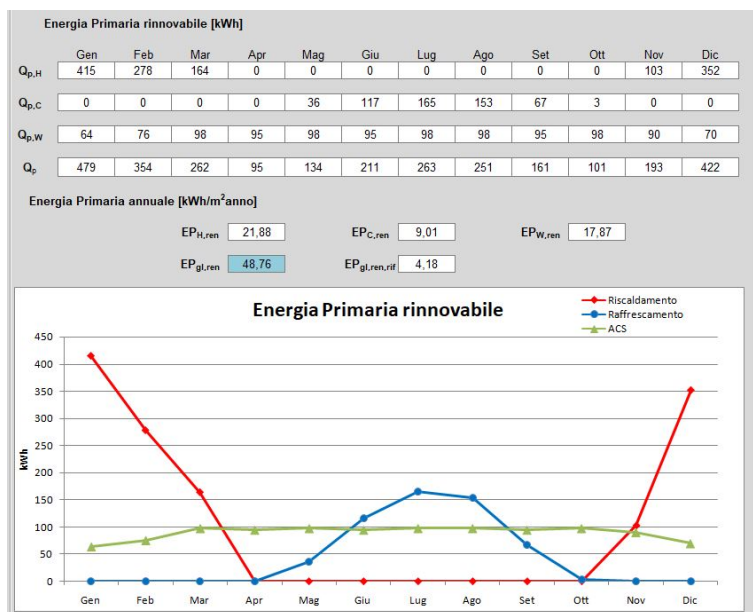
La tabella seguente riporta i valori del fabbisogno ideale di energia, sulla base delle temperature esterne reali, per il riscaldamento $Q_{H,nd}$, e per il raffrescamento $Q_{C,nd}$ relative alla soluzione 2 *High Performance* per l'alloggio della tipologia A.



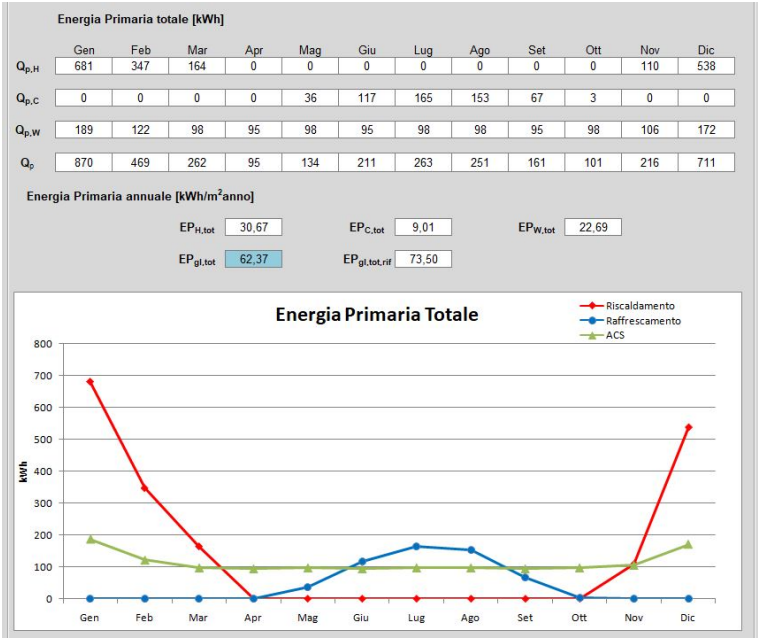
Di seguito l'andamento dell'energia primaria non rinnovabile $Ep_{H,ren}$, $Ep_{C,ren}$, $Ep_{W,ren}$, riferita rispettivamente al riscaldamento, raffrescamento e acqua calda sanitaria relative alla soluzione 2 *High Performance* per l'alloggio della tipologia A.



Di seguito l'andamento dell'energia primaria rinnovabile $Ep_{H,ren}$, $Ep_{C,ren}$, $Ep_{W,ren}$, riferita rispettivamente al riscaldamento, raffrescamento e acqua calda sanitaria relative alla soluzione 2 *High Performance* per l'alloggio della tipologia A.



Di seguito l'andamento dell'energia primaria totale $EP_{H,tot}$, $EP_{C,tot}$, $EP_{W,tot}$, riferita rispettivamente al riscaldamento, raffrescamento e acqua calda sanitaria relative alla soluzione 2 *High Performance* per l'alloggio della tipologia A.



Report Alloggio tipo A. Di seguito la tabella di confronto tra la soluzione ANTE e POST intervento. Di seguito vengono calcolati gli indici di valutazione relativi alla riduzione percentuale dell' EP globale, dell' EP non rinnovabile e della CO₂ prodotta.

Indicatore energetico di riferimento	ANTE INTERVENTO (Stato di fatto)				POST INTERVENTO (STARTING)				POST INTERVENTO (HIGH)			
Fabbisogno energetico annuale Riscaldamento [kWh/m ² anno]	$EP_{H,nd}$	30,30	$EP_{H,nd,lim}$	13,20	$EP_{H,nd}$	30,30	$EP_{H,nd,lim}$	13,20	$EP_{H,nd}$	24,65	$EP_{H,nd,lim}$	13,20
Fabbisogno energetico annuale raffrescamento [kWh/m ² anno]	$EP_{C,nd}$	23,78			$EP_{C,nd}$	23,78			$EP_{C,nd}$	25,40		
Fabbisogno energetico annuale ACS [kWh/m ² anno]	$EP_{W,nd}$	16,87			$EP_{W,nd}$	16,87			$EP_{W,nd}$	16,87		
Energia Primaria non rinnovabile Riscaldamento [kWh/m ² anno]	$EP_{H,nren}$	40,96			$EP_{H,nren}$	11,77			$EP_{H,nren}$	8,79		
Energia Primaria non rinnovabile Raffrescamento [kWh/m ² anno]	$EP_{C,nren}$	16,82			$EP_{C,nren}$	0,00			$EP_{C,nren}$	0,00		
Energia Primaria non rinnovabile ACS [kWh/m ² anno]	$EP_{W,nren}$	35,53			$EP_{W,nren}$	5,59			$EP_{W,nren}$	4,82		
Energia Primaria globale non rinnovabile [kWh/m ² anno]	$EP_{gl,nren}$	93,31	$EP_{gl,nren,rif}$	69,72	$EP_{gl,nren}$	17,36	$EP_{gl,nren,rif}$	69,22	$EP_{gl,nren}$	13,61	$EP_{gl,nren,rif}$	69,33
Energia Primaria rinnovabile Riscaldamento [kWh/m ² anno]	$EP_{H,ren}$	0,00			$EP_{H,ren}$	26,70			$EP_{H,ren}$	21,88		
Energia Primaria rinnovabile Raffrescamento [kWh/m ² anno]	$EP_{C,ren}$	4,05			$EP_{C,ren}$	8,51			$EP_{C,ren}$	9,01		
Energia Primaria rinnovabile ACS [kWh/m ² anno]	$EP_{W,ren}$	8,56			$EP_{W,ren}$	17,66			$EP_{W,ren}$	17,87		
Energia Primaria globale rinnovabile [kWh/m ² anno]	$EP_{gl,ren}$	12,61	$EP_{gl,ren,rif}$	4,15	$EP_{gl,ren}$	52,87	$EP_{gl,ren,rif}$	4,15	$EP_{gl,ren}$	48,76	$EP_{gl,ren,rif}$	4,18
Energia Primaria totale Riscaldamento [kWh/m ² anno]	$EP_{H,tot}$	40,96			$EP_{H,tot}$	38,47			$EP_{H,tot}$	30,67		
Energia Primaria totale Raffrescamento [kWh/m ² anno]	$EP_{C,tot}$	20,87			$EP_{C,tot}$	8,51			$EP_{C,tot}$	9,01		
Energia Primaria totale ACS [kWh/m ² anno]	$EP_{W,tot}$	44,09			$EP_{W,tot}$	23,25			$EP_{W,tot}$	22,69		
Energia Primaria globale [kWh/m ² anno]	$EP_{gl,tot}$	105,92	$EP_{gl,tot,rif}$	73,87	$EP_{gl,tot}$	70,23	$EP_{gl,tot,rif}$	73,37	$EP_{gl,tot}$	62,37	$EP_{gl,tot,rif}$	73,50
Emissioni CO ₂ [kg/m ² anno]	CO ₂	20,50			CO ₂	4,10			CO ₂	3,20		
Classe Energetica		C				A4				A4		

Indice di miglioramento delle prestazioni energetiche

	Starting	High	point off	target
Riduzione di $EP_{gl,tot}$	Qt1	33,70%	41,12%	10,00% 40,00%
Riduzione di $EP_{gl,nren}$	Qt2	81,40%	85,41%	30,00% 60,00%
Riduzione emissioni di CO ₂	Qt4	80,00%	84,39%	30,00% 60,00%

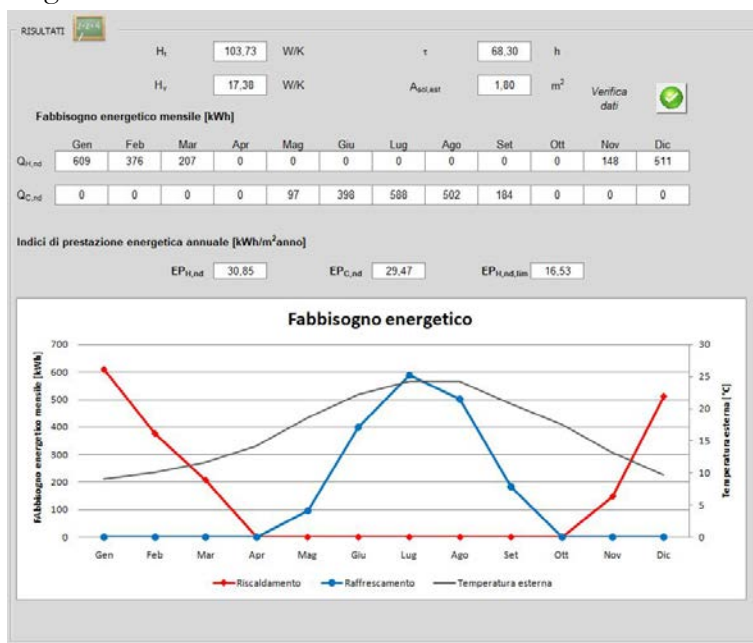
7.3.2 Alloggio Tipo B POST intervento

Di seguito vengono rappresentati gli indici relativi al Fabbisogno Energetico ideale ripartito mensilmente e considerato come valore medio annuo riferito all'unità di superficie.

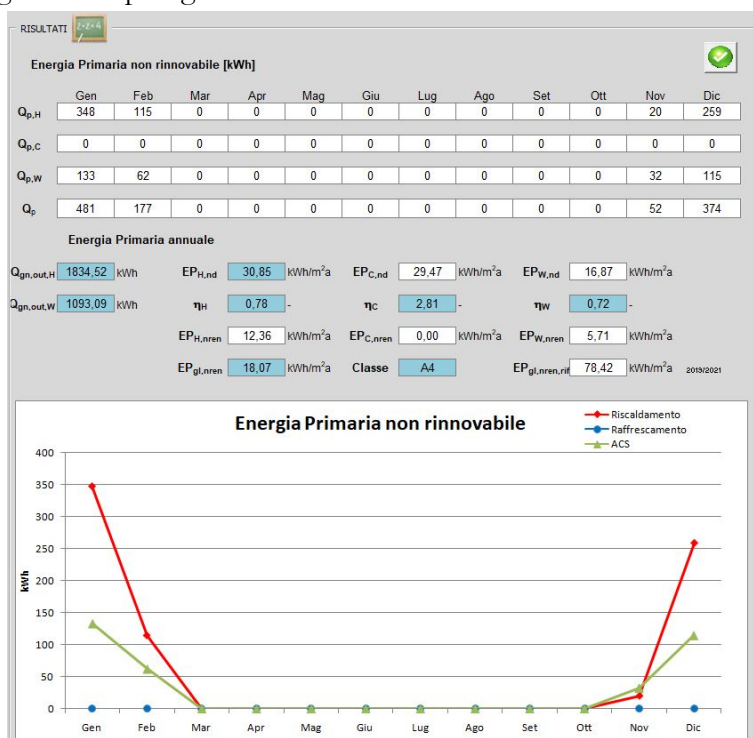
Lo studio è stato fatto considerando le due soluzioni di intervento proposte: *Starting ed High Performance*.

Starting Performance.

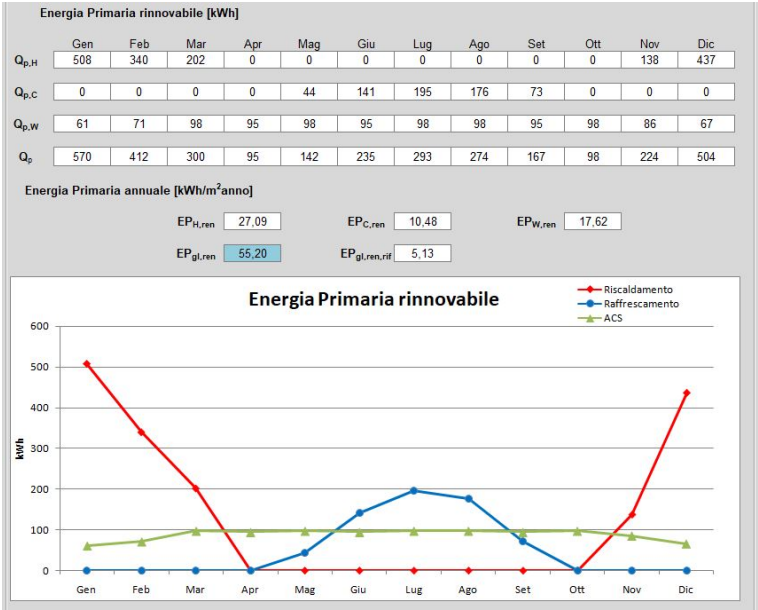
La tabella seguente riporta i valori del fabbisogno ideale di energia, sulla base delle temperature esterne reali, per il riscaldamento $Q_{H,nd}$, e per il raffrescamento $Q_{C,nd}$ relative alla soluzione 1 *Starting Performance* per l'alloggio della tipologia B.



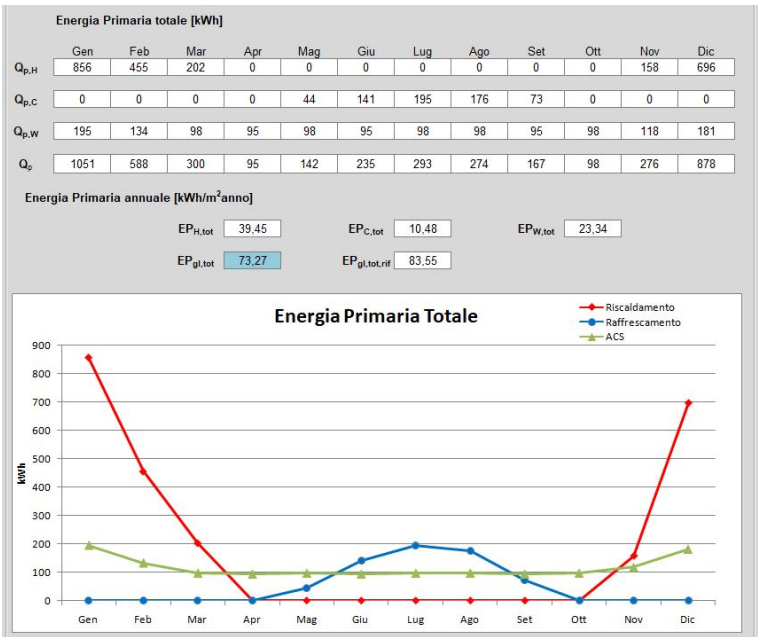
Di seguito l'andamento dell'energia primaria non rinnovabile $EP_{H,nren}$, $EP_{C,nren}$, $EP_{W,nren}$, riferita rispettivamente al riscaldamento, raffrescamento e acqua calda sanitaria relative alla soluzione 1 *Starting Performance* per l'alloggio della tipologia B.



Di seguito l'andamento dell'energia primaria rinnovabile $Ep_{H,ren}$, $Ep_{C,ren}$, $Ep_{W,ren}$, riferita rispettivamente al riscaldamento, raffrescamento e acqua calda sanitaria relative alla soluzione 1 *Starting Performance* per l'alloggio della tipologia B.



Di seguito l'andamento dell'energia primaria totale $Ep_{H,tot}$, $Ep_{C,tot}$, $Ep_{W,tot}$, riferita rispettivamente al riscaldamento, raffrescamento e acqua calda sanitaria relative alla soluzione 1 *Starting Performance* per l'alloggio della tipologia B.



High Performance.

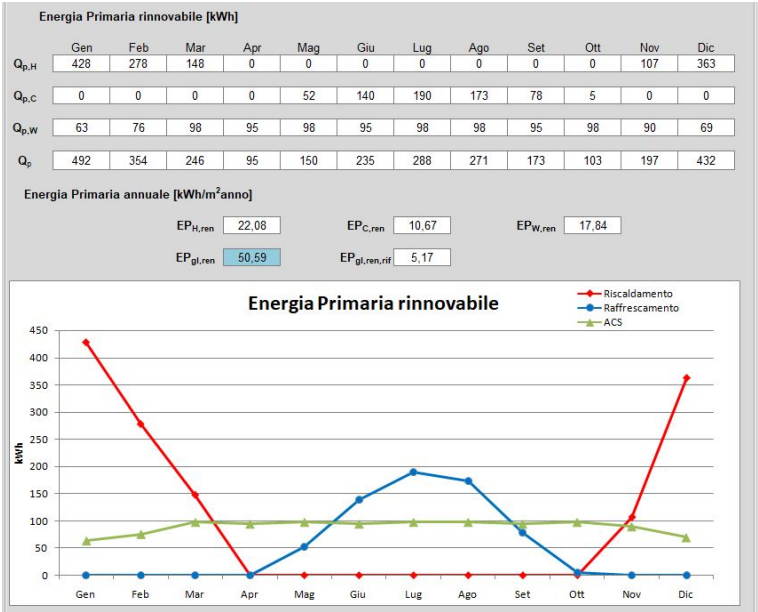
La tabella seguente riporta i valori del fabbisogno ideale di energia, sulla base delle temperature esterne reali, per il riscaldamento $Q_{H,nd}$, e per il raffrescamento $Q_{C,nd}$ relative alla soluzione 2 *High Performance* per l'alloggio della tipologia B.



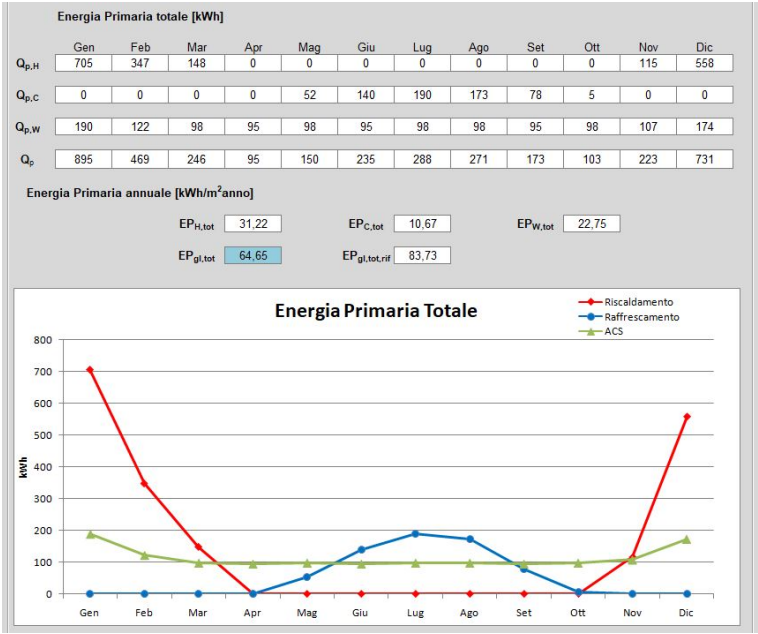
Di seguito l'andamento dell'energia primaria non rinnovabile $EP_{H,nren}$, $EP_{C,nren}$, $EP_{W,nren}$, riferita rispettivamente al riscaldamento, raffrescamento e acqua calda sanitaria relative alla soluzione 2 *High Performance* per l'alloggio della tipologia B.



Di seguito l'andamento dell'energia primaria rinnovabile $Ep_{H,ren}$, $Ep_{C,ren}$, $Ep_{W,ren}$, riferita rispettivamente al riscaldamento, raffrescamento e acqua calda sanitaria relative alla soluzione 2 *High Performance* per l'alloggio della tipologia B.



Di seguito l'andamento dell'energia primaria totale $Ep_{H,tot}$, $Ep_{C,tot}$, $Ep_{W,tot}$, riferita rispettivamente al riscaldamento, raffrescamento e acqua calda sanitaria relative alla soluzione 2 *High Performance* per l'alloggio della tipologia B.



Report Alloggio tipo B. Di seguito la tabella di confronto tra la soluzione ANTE e POST intervento. Di seguito vengono calcolati gli indici di valutazione relativi alla riduzione percentuale dell' EP globale, dell' EP non rinnovabile e della CO₂ prodotta.

Indicatore energetico di riferimento	ANTE INTERVENTO (Stato di fatto)				POST INTERVENTO (STARTING)				POST INTERVENTO (HIGH)			
Fabbisogno energetico annuale Riscaldamento [kWh/m ² anno]	EP _{H,nd}	30,85	EP _{H,nd,lim}	16,53	EP _{H,nd}	30,85	EP _{H,nd,lim}	16,53	EP _{H,nd}	24,94	EP _{H,nd,lim}	16,53
Fabbisogno energetico annuale raffrescamento [kWh/m ² anno]	EP _{C,nd}	29,47			EP _{C,nd}	29,47			EP _{C,nd}	30,12		
Fabbisogno energetico annuale ACS [kWh/m ² anno]	EP _{W,nd}	16,87			EP _{W,nd}	16,87			EP _{W,nd}	16,87		
Energia Primaria non rinnovabile Riscaldamento [kWh/m ² anno]	EP _{H,nren}	41,72			EP _{H,nren}	12,36			EP _{H,nren}	9,15		
Energia Primaria non rinnovabile Raffrescamento [kWh/m ² anno]	EP _{C,nren}	20,73			EP _{C,nren}	0,00			EP _{C,nren}	0,00		
Energia Primaria non rinnovabile ACS [kWh/m ² anno]	EP _{W,nren}	35,53			EP _{W,nren}	5,71			EP _{W,nren}	4,91		
Energia Primaria globale non rinnovabile [kWh/m ² anno]	EP _{gl,nren}	97,98	EP _{gl,nren,rif}	79,05	EP _{gl,nren}	18,07	EP _{gl,nren,rif}	78,42	EP _{gl,nren}	14,06	EP _{gl,nren,rif}	78,57
Energia Primaria rinnovabile Riscaldamento [kWh/m ² anno]	EP _{H,ren}	0,00			EP _{H,ren}	27,09			EP _{H,ren}	22,08		
Energia Primaria rinnovabile Raffrescamento [kWh/m ² anno]	EP _{C,ren}	5,00			EP _{C,ren}	10,48			EP _{C,ren}	10,67		
Energia Primaria rinnovabile ACS [kWh/m ² anno]	EP _{W,ren}	8,56			EP _{W,ren}	17,62			EP _{W,ren}	17,84		
Energia Primaria globale rinnovabile [kWh/m ² anno]	EP _{gl,ren}	13,56	EP _{gl,ren,rif}	5,13	EP _{gl,ren}	55,19	EP _{gl,ren,rif}	5,13	EP _{gl,ren}	50,59	EP _{gl,ren,rif}	5,17
Energia Primaria totale Riscaldamento [kWh/m ² anno]	EP _{H,tot}	41,72			EP _{H,tot}	39,45			EP _{H,tot}	31,23		
Energia Primaria totale Raffrescamento [kWh/m ² anno]	EP _{C,tot}	25,73			EP _{C,tot}	10,48			EP _{C,tot}	10,67		
Energia Primaria totale ACS [kWh/m ² anno]	EP _{W,tot}	44,09			EP _{W,tot}	23,33			EP _{W,tot}	22,75		
Energia Primaria globale [kWh/m ² anno]	EP _{gl,tot}	111,54	EP _{gl,tot,rif}	84,18	EP _{gl,tot}	73,26	EP _{gl,tot,rif}	83,55	EP _{gl,tot}	64,65	EP _{gl,tot,rif}	83,73
Emissioni CO ₂ [kg/m ² anno]	CO ₂	21,60			CO ₂	4,30			CO ₂	3,30		
Classe Energetica		C				A4				A4		

Indice di miglioramento delle prestazioni energetiche

Riduzione di EP_{gl,tot}

Riduzione di EP_{gl,nren}

Riduzione emissioni di CO₂

Starting High

Qt1

Qt2

Qt4

High

42,04%

85,65%

84,72%

point off target

10,00%

30,00%

30,00%

40,00%

60,00%

60,00%

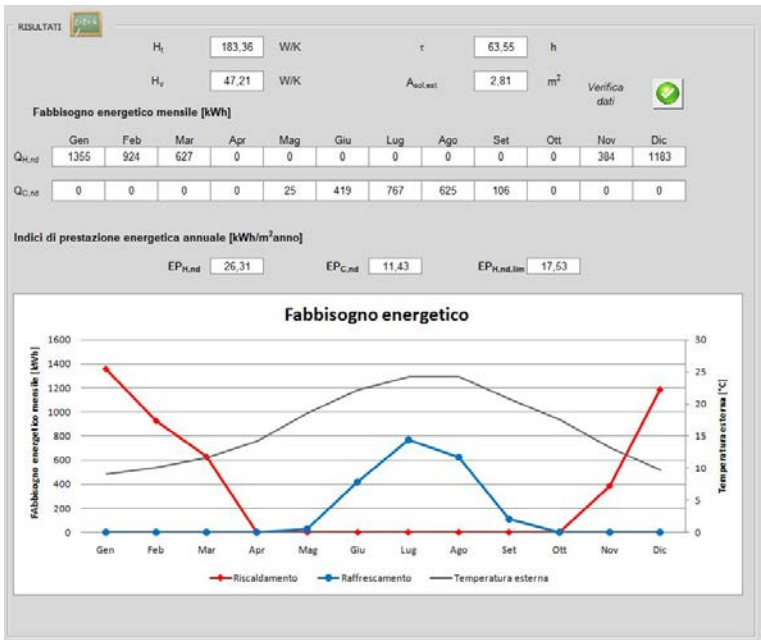
7.3.3 Alloggio Tipo C POST intervento

Di seguito vengono rappresentati gli indici relativi al Fabbisogno Energetico ideale ripartito mensilmente e considerato come valore medio annuo riferito all'unità di superficie.

Lo studio è stato fatto considerando le due soluzioni di intervento proposte: *Starting ed High Performance*.

Starting Performance.

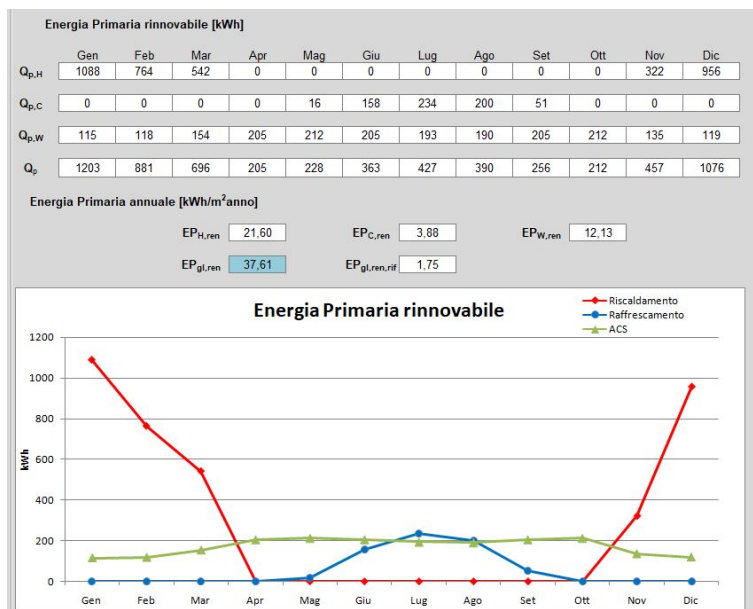
La tabella seguente riporta i valori del fabbisogno ideale di energia, sulla base delle temperature esterne reali, per il riscaldamento Q_{H,nd}, e per il raffrescamento Q_{C,nd} relative alla soluzione 1 *Starting Performance* per l'alloggio della tipologia C.



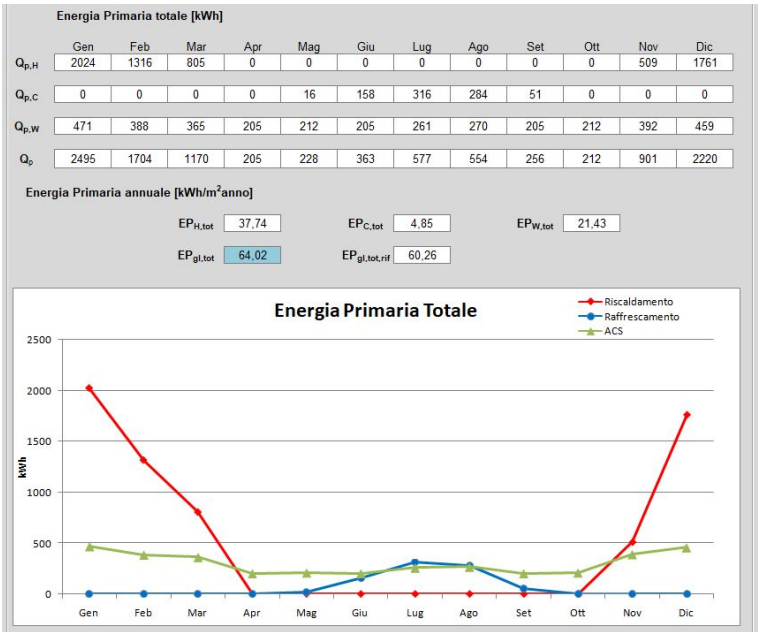
Di seguito l'andamento dell'energia primaria non rinnovabile $Ep_{H,ren}$, $Ep_{C,ren}$, $Ep_{W,ren}$, riferita rispettivamente al riscaldamento, raffrescamento e acqua calda sanitaria relative alla soluzione 1 *Starting Performance* per l'alloggio della tipologia C.



Di seguito l'andamento dell'energia primaria rinnovabile $Ep_{H,ren}$, $Ep_{C,ren}$, $Ep_{W,ren}$, riferita rispettivamente al riscaldamento, raffrescamento e acqua calda sanitaria relative alla soluzione 1 *Starting Performance* per l'alloggio della tipologia C.

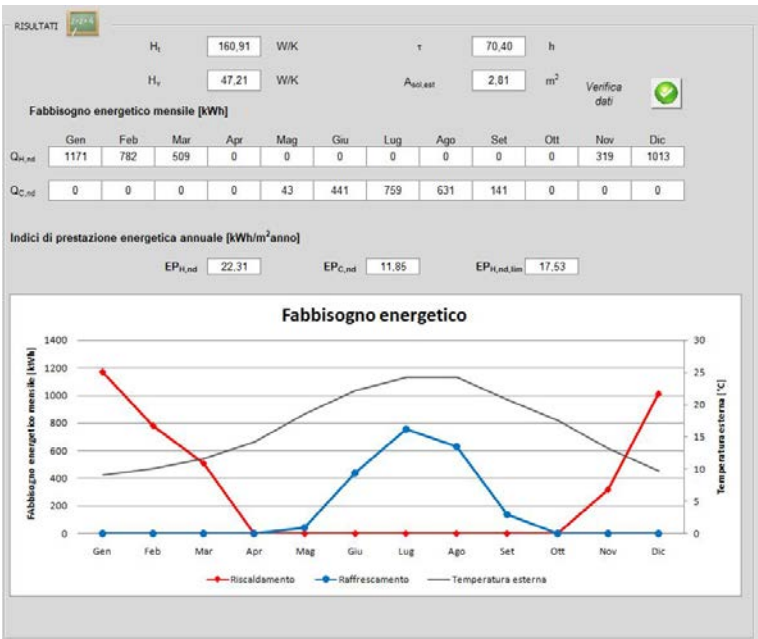


Di seguito l'andamento dell'energia primaria totale $Ep_{H,tot}$, $Ep_{C,tot}$, $Ep_{W,tot}$, riferita rispettivamente al riscaldamento, raffrescamento e acqua calda sanitaria relative alla soluzione 1 *Starting Performance* per l'alloggio della tipologia C.



High Performance.

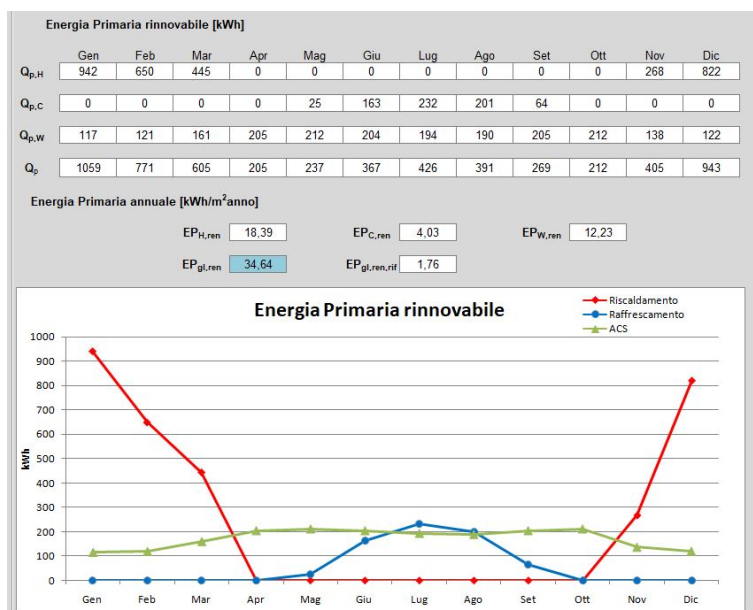
La tabella seguente riporta i valori del fabbisogno ideale di energia, sulla base delle temperature esterne reali, per il riscaldamento $Q_{H,nd}$, e per il raffrescamento $Q_{C,nd}$ relative alla soluzione 2 *High Performance* per l'alloggio della tipologia C.



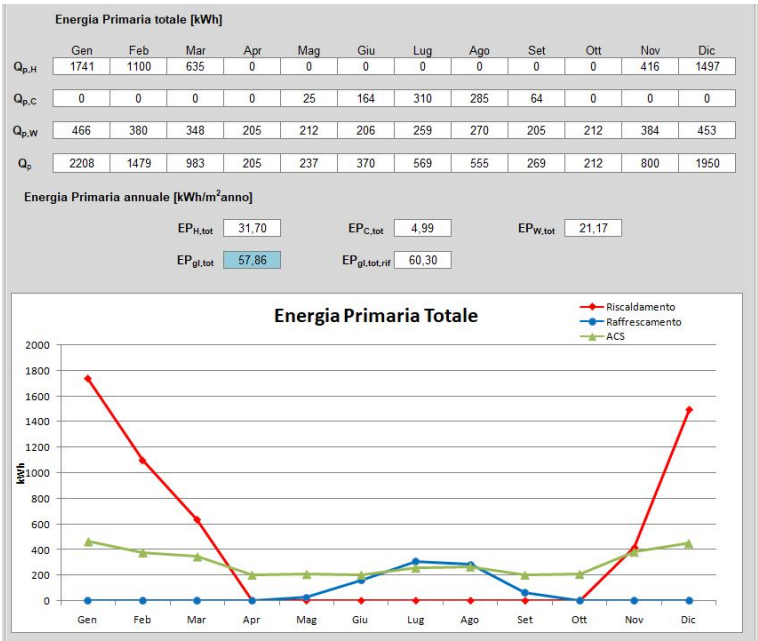
Di seguito l'andamento dell'energia primaria non rinnovabile $Ep_{H,ren}$, $Ep_{C,ren}$, $Ep_{W,ren}$, riferita rispettivamente al riscaldamento, raffrescamento e acqua calda sanitaria relative alla soluzione 2 *High Performance* per l'alloggio della tipologia C.



Di seguito l'andamento dell'energia primaria rinnovabile $Ep_{H,ren}$, $Ep_{C,ren}$, $Ep_{W,ren}$, riferita rispettivamente al riscaldamento, raffrescamento e acqua calda sanitaria relative alla soluzione 2 *High Performance* per l'alloggio della tipologia C.



Di seguito l'andamento dell'energia primaria totale $EP_{H,tot}$, $EP_{C,tot}$, $EP_{W,tot}$, riferita rispettivamente al riscaldamento, raffrescamento e acqua calda sanitaria relative alla soluzione 2 *High Performance* per l'alloggio della tipologia C.



Report Alloggio tipo C. Di seguito la tabella di confronto tra la soluzione ANTE e POST intervento. Di seguito vengono calcolati gli indici di valutazione relativi alla riduzione percentuale dell' EP globale, dell' EP non rinnovabile e della CO₂ prodotta.

Indicatore energetico di riferimento	ANTE INTERVENTO (Stato di fatto)				POST INTERVENTO (STARTING)				POST INTERVENTO (HIGH)			
Fabbisogno energetico annuale Riscaldamento [kWh/m²/anno]	EP _{H,nd}	26,31	EP _{H,nd,lim}	17,53	EP _{H,nd}	26,31	EP _{H,nd,lim}	17,53	EP _{H,nd}	22,31	EP _{H,nd,lim}	17,53
Fabbisogno energetico annuale raffrescamento [kWh/m²/anno]	EP _{C,nd}	11,43			EP _{C,nd}	11,43			EP _{C,nd}	11,85		
Fabbisogno energetico annuale ACS [kWh/m²/anno]	EP _{W,nd}	12,89			EP _{W,nd}	12,89			EP _{W,nd}	12,89		
Energia Primaria non rinnovabile Riscaldamento [kWh/m²/anno]	EP _{H,nren}	35,61			EP _{H,nren}	16,14			EP _{H,nren}	13,32		
Energia Primaria non rinnovabile Raffrescamento [kWh/m²/anno]	EP _{C,nren}	8,20			EP _{C,nren}	0,97			EP _{C,nren}	0,96		
Energia Primaria non rinnovabile ACS [kWh/m²/anno]	EP _{W,nren}	27,15			EP _{W,nren}	9,29			EP _{W,nren}	8,94		
Energia Primaria globale non rinnovabile [kWh/m²/anno]	EP _{gl,nren}	70,96	EP _{gl,nren,rif}	59,18	EP _{gl,nren}	26,40	EP _{gl,nren,rif}	58,51	EP _{gl,nren}	23,22	EP _{gl,nren,rif}	58,54
Energia Primaria rinnovabile Riscaldamento [kWh/m²/anno]	EP _{H,ren}	0,00			EP _{H,ren}	21,60			EP _{H,ren}	18,39		
Energia Primaria rinnovabile Raffrescamento [kWh/m²/anno]	EP _{C,ren}	1,98			EP _{C,ren}	3,88			EP _{C,ren}	4,03		
Energia Primaria rinnovabile ACS [kWh/m²/anno]	EP _{W,ren}	6,54			EP _{W,ren}	12,13			EP _{W,ren}	12,23		
Energia Primaria globale rinnovabile [kWh/m²/anno]	EP _{gl,ren}	8,52	EP _{gl,ren,rif}	1,75	EP _{gl,ren}	37,61	EP _{gl,ren,rif}	1,75	EP _{gl,ren}	34,65	EP _{gl,ren,rif}	1,76
Energia Primaria totale Riscaldamento [kWh/m²/anno]	EP _{H,tot}	35,61			EP _{H,tot}	37,74			EP _{H,tot}	31,71		
Energia Primaria totale Raffrescamento [kWh/m²/anno]	EP _{C,tot}	10,18			EP _{C,tot}	4,85			EP _{C,tot}	4,99		
Energia Primaria totale ACS [kWh/m²/anno]	EP _{W,tot}	33,69			EP _{W,tot}	21,42			EP _{W,tot}	21,17		
Energia Primaria globale [kWh/m²/anno]	EP _{gl,tot}	79,48	EP _{gl,tot,rif}	60,93	EP _{gl,tot}	64,01	EP _{gl,tot,rif}	60,26	EP _{gl,tot}	57,87	EP _{gl,tot,rif}	60,30
Emissioni CO ₂ [kg/m²/anno]	CO ₂	15,50			CO ₂	6,20			CO ₂	5,50		
Classe Energetica		B				A3				A4		

Indice di miglioramento delle prestazioni energetiche

		Starting	High	point off	target
Riduzione di EP _{gl,tot}	Qt1	19,46%	27,19%	10,00%	40,00%
Riduzione di EP _{gl,nren}	Qt2	62,80%	67,28%	30,00%	60,00%
Riduzione emissioni di CO ₂	Qt4	60,00%	64,52%	30,00%	60,00%

8. Confronto Indici di Prestazione Energetica ANTE e POST intervento

Di seguito si richiamano le tabelle di confronto delle prestazioni energetiche, per ogni tipologia di alloggio, tra la situazione ANTE intervento e le due soluzioni proposte di efficientamento.

Il confronto è stato fatto sugli indici di Fabbisogno Energetico, Energia primaria ed emissioni.

Si sono inoltre valutati degli indici di miglioramento percentuale delle prestazioni energetiche, intesi come riduzione di Energia Primaria Globale totale e non rinnovabile e miglioramento percentuale di riduzione della CO₂ tra ante e post intervento. Per ciascun indice si è definito un limite inferiore di riferimento (Point Off) che fissa la riduzione minima percentuale ammissibile e il limite obiettivo (target) che fissa la percentuale di miglioramento ottimale per questo tipo di intervento.

Tipo A

Indicatore energetico di riferimento	ANTE INTERVENTO (Stato di fatto)				POST INTERVENTO (STARTING)				POST INTERVENTO (HIGH)			
Fabbisogno energetico annuale Riscaldamento [kWh/m²anno]	EP _{H,nd}	30,30	EP _{H,nd,lim}	13,20	EP _{H,nd}	30,30	EP _{H,nd,lim}	13,20	EP _{H,nd}	24,65	EP _{H,nd,lim}	13,20
Fabbisogno energetico annuale raffrescamento [kWh/m²anno]	EP _{C,nd}	23,78			EP _{C,nd}	23,78			EP _{C,nd}	25,40		
Fabbisogno energetico annuale ACS [kWh/m²anno]	EP _{W,nd}	16,87			EP _{W,nd}	16,87			EP _{W,nd}	16,87		
Energia Primaria non rinnovabile Riscaldamento [kWh/m²anno]	EP _{H,ren}	40,96			EP _{H,ren}	11,77			EP _{H,ren}	8,79		
Energia Primaria non rinnovabile Raffrescamento [kWh/m²anno]	EP _{C,ren}	16,82			EP _{C,ren}	0,00			EP _{C,ren}	0,00		
Energia Primaria non rinnovabile ACS [kWh/m²anno]	EP _{W,ren}	35,53			EP _{W,ren}	5,59			EP _{W,ren}	4,82		
Energia Primaria globale non rinnovabile [kWh/m²anno]	EP _{gl,ren}	93,31	EP _{gl,ren,rif}	69,72	EP _{gl,ren}	17,36	EP _{gl,ren,rif}	69,22	EP _{gl,ren}	13,61	EP _{gl,ren,rif}	69,33
Energia Primaria rinnovabile Riscaldamento [kWh/m²anno]	EP _{H,ren}	0,00			EP _{H,ren}	26,70			EP _{H,ren}	21,88		
Energia Primaria rinnovabile Raffrescamento [kWh/m²anno]	EP _{C,ren}	4,05			EP _{C,ren}	8,51			EP _{C,ren}	9,01		
Energia Primaria rinnovabile ACS [kWh/m²anno]	EP _{W,ren}	8,56			EP _{W,ren}	17,66			EP _{W,ren}	17,87		
Energia Primaria globale rinnovabile [kWh/m²anno]	EP _{gl,ren}	12,61	EP _{gl,ren,rif}	4,15	EP _{gl,ren}	52,87	EP _{gl,ren,rif}	4,15	EP _{gl,ren}	48,76	EP _{gl,ren,rif}	4,18
Energia Primaria totale Riscaldamento [kWh/m²anno]	EP _{H,tot}	40,96			EP _{H,tot}	38,47			EP _{H,tot}	30,67		
Energia Primaria totale Raffrescamento [kWh/m²anno]	EP _{C,tot}	20,87			EP _{C,tot}	8,51			EP _{C,tot}	9,01		
Energia Primaria totale ACS [kWh/m²anno]	EP _{W,tot}	44,09			EP _{W,tot}	23,25			EP _{W,tot}	22,69		
Energia Primaria globale [kWh/m²anno]	EP _{gl,tot}	105,92	EP _{gl,tot,rif}	73,87	EP _{gl,tot}	70,23	EP _{gl,tot,rif}	73,37	EP _{gl,tot}	62,37	EP _{gl,tot,rif}	73,50
Emissioni CO ₂ [kg/m²anno]	CO ₂	20,50			CO ₂	4,10			CO ₂	3,20		
Classe Energetica		C				A4				A4		

Indice di miglioramento delle prestazioni energetiche		Starting	High	point off	target
Riduzione di EP _{gl,tot}	Qt1	33,70%	41,12%	10,00%	40,00%
Riduzione di EP _{gl,ren}	Qt2	81,40%	85,41%	30,00%	60,00%
Riduzione emissioni di CO2	Qt4	80,00%	84,39%	30,00%	60,00%

Tipo B

Indicatore energetico di riferimento	ANTE INTERVENTO (Stato di fatto)				POST INTERVENTO (STARTING)				POST INTERVENTO (HIGH)			
Fabbisogno energetico annuale Riscaldamento [kWh/m²anno]	EP _{H,nd}	30,85	EP _{H,nd,lim}	16,53	EP _{H,nd}	30,85	EP _{H,nd,lim}	16,53	EP _{H,nd}	24,94	EP _{H,nd,lim}	16,53
Fabbisogno energetico annuale raffrescamento [kWh/m²anno]	EP _{C,nd}	29,47			EP _{C,nd}	29,47			EP _{C,nd}	30,12		
Fabbisogno energetico annuale ACS [kWh/m²anno]	EP _{W,nd}	16,87			EP _{W,nd}	16,87			EP _{W,nd}	16,87		
Energia Primaria non rinnovabile Riscaldamento [kWh/m²anno]	EP _{H,ren}	41,72			EP _{H,ren}	12,36			EP _{H,ren}	9,15		
Energia Primaria non rinnovabile Raffrescamento [kWh/m²anno]	EP _{C,ren}	20,73			EP _{C,ren}	0,00			EP _{C,ren}	0,00		
Energia Primaria non rinnovabile ACS [kWh/m²anno]	EP _{W,ren}	35,53			EP _{W,ren}	5,71			EP _{W,ren}	4,91		
Energia Primaria globale non rinnovabile [kWh/m²anno]	EP _{gl,ren}	97,98	EP _{gl,ren,rif}	79,05	EP _{gl,ren}	18,07	EP _{gl,ren,rif}	78,42	EP _{gl,ren}	14,06	EP _{gl,ren,rif}	78,57
Energia Primaria rinnovabile Riscaldamento [kWh/m²anno]	EP _{H,ren}	0,00			EP _{H,ren}	27,09			EP _{H,ren}	22,08		
Energia Primaria rinnovabile Raffrescamento [kWh/m²anno]	EP _{C,ren}	5,00			EP _{C,ren}	10,48			EP _{C,ren}	10,67		
Energia Primaria rinnovabile ACS [kWh/m²anno]	EP _{W,ren}	8,56			EP _{W,ren}	17,62			EP _{W,ren}	17,84		
Energia Primaria globale rinnovabile [kWh/m²anno]	EP _{gl,ren}	13,56	EP _{gl,ren,rif}	5,13	EP _{gl,ren}	55,19	EP _{gl,ren,rif}	5,13	EP _{gl,ren}	50,59	EP _{gl,ren,rif}	5,17
Energia Primaria totale Riscaldamento [kWh/m²anno]	EP _{H,tot}	41,72			EP _{H,tot}	39,45			EP _{H,tot}	31,23		
Energia Primaria totale Raffrescamento [kWh/m²anno]	EP _{C,tot}	25,73			EP _{C,tot}	10,48			EP _{C,tot}	10,67		
Energia Primaria totale ACS [kWh/m²anno]	EP _{W,tot}	44,09			EP _{W,tot}	23,33			EP _{W,tot}	22,75		
Energia Primaria globale [kWh/m²anno]	EP _{gl,tot}	111,54	EP _{gl,tot,rif}	84,18	EP _{gl,tot}	73,26	EP _{gl,tot,rif}	83,55	EP _{gl,tot}	64,65	EP _{gl,tot,rif}	83,73
Emissioni CO ₂ [kg/m²anno]	CO ₂	21,60			CO ₂	4,30			CO ₂	3,30		
Classe Energetica		C				A4				A4		

Indice di miglioramento delle prestazioni energetiche		Starting	High	point off	target
Riduzione di EP _{gl,tot}	Qt1	34,32%	42,04%	10,00%	40,00%
Riduzione di EP _{gl,ren}	Qt2	81,56%	85,65%	30,00%	60,00%
Riduzione emissioni di CO2	Qt4	80,09%	84,72%	30,00%	60,00%

Tipo C

Indicatore energetico di riferimento	ANTE INTERVENTO (Stato di fatto)			POST INTERVENTO (STARTING)			POST INTERVENTO (HIGH)		
Fabbisogno energetico annuale Riscaldamento [kWh/m²anno]	EP _{H,nd}	26,31	EP _{H,nd,lim} 17,53	EP _{H,nd}	26,31	EP _{H,nd,lim} 17,53	EP _{H,nd}	22,31	EP _{H,nd,lim} 17,53
Fabbisogno energetico annuale raffrescamento [kWh/m²anno]	EP _{C,nd}	11,43		EP _{C,nd}	11,43		EP _{C,nd}	11,85	
Fabbisogno energetico annuale ACS [kWh/m²anno]	EP _{W,nd}	12,89		EP _{W,nd}	12,89		EP _{W,nd}	12,89	
Energia Primaria non rinnovabile Riscaldamento [kWh/m²anno]	EP _{H,nren}	35,61		EP _{H,nren}	16,14		EP _{H,nren}	13,32	
Energia Primaria non rinnovabile Raffrescamento [kWh/m²anno]	EP _{C,nren}	8,20		EP _{C,nren}	0,97		EP _{C,nren}	0,96	
Energia Primaria non rinnovabile ACS [kWh/m²anno]	EP _{W,nren}	27,15		EP _{W,nren}	9,29		EP _{W,nren}	8,94	
Energia Primaria globale non rinnovabile [kWh/m²anno]	EP _{gl,nren}	70,96	EP _{gl,nren,rif} 59,18	EP _{gl,nren}	26,40	EP _{gl,nren,rif} 58,51	EP _{gl,nren}	23,22	EP _{gl,nren,rif} 58,54
Energia Primaria rinnovabile Riscaldamento [kWh/m²anno]	EP _{H,ren}	0,00		EP _{H,ren}	21,60		EP _{H,ren}	18,39	
Energia Primaria rinnovabile Raffrescamento [kWh/m²anno]	EP _{C,ren}	1,98		EP _{C,ren}	3,88		EP _{C,ren}	4,03	
Energia Primaria rinnovabile ACS [kWh/m²anno]	EP _{W,ren}	6,54		EP _{W,ren}	12,13		EP _{W,ren}	12,23	
Energia Primaria globale rinnovabile [kWh/m²anno]	EP _{gl,ren}	8,52	EP _{gl,ren,rif} 1,75	EP _{gl,ren}	37,61	EP _{gl,ren,rif} 1,75	EP _{gl,ren}	34,65	EP _{gl,ren,rif} 1,76
Energia Primaria totale Riscaldamento [kWh/m²anno]	EP _{H,tot}	35,61		EP _{H,tot}	37,74		EP _{H,tot}	31,71	
Energia Primaria totale Raffrescamento [kWh/m²anno]	EP _{C,tot}	10,18		EP _{C,tot}	4,85		EP _{C,tot}	4,99	
Energia Primaria totale ACS [kWh/m²anno]	EP _{W,tot}	33,69		EP _{W,tot}	21,42		EP _{W,tot}	21,17	
Energia Primaria globale [kWh/m²anno]	EP _{gl,tot}	79,48	EP _{gl,tot,rif} 60,93	EP _{gl,tot}	64,01	EP _{gl,tot,rif} 60,26	EP _{gl,tot}	57,87	EP _{gl,tot,rif} 60,30
Emissioni CO ₂ [kg/m²anno]	CO ₂	15,50		CO ₂	6,20		CO ₂	5,50	
Classe Energetica		B			A3			A4	

Indice di miglioramento delle prestazioni energetiche		Starting	High	point off	target
Riduzione di EP _{gl,tot}	Qt1	19,46%	27,19%	10,00%	40,00%
Riduzione di EP _{gl,nren}	Qt2	62,80%	67,28%	30,00%	60,00%
Riduzione emissioni di CO ₂	Qt4	60,00%	64,52%	30,00%	60,00%

9. Costi degli interventi raccomandati

Di seguito si riportano i costi per le due soluzioni di efficientamento suggerite. La soluzione Starting garantisce un livello essenziale di miglioramento delle condizioni ambientali degli alloggi con la sola installazione dell'impianto di climatizzazione e dell'impianto fotovoltaico a parziale compensazione dei consumi elettrici sostenuti. La soluzione High consente di raggiungere elevati obiettivi di efficientamento e sostenibilità ambientale sempre con l'installazione di sistemi di climatizzazione altamente efficienti con relativo impianto fotovoltaico a parziale copertura dei consumi elettrici con inoltre il miglioramento energetico dell'involucro edilizio prevedendo la coibentazione delle superfici disperdenti opache e la sostituzione degli infissi esistenti.

SOLUZIONE 1 <i>STARTING PERFORMANCE</i>								
	Dati di riferimento per alloggio				Costo specifico [€/kW] - [€/mq]	Costo per alloggio [€]	Alloggi di riferimento	Costo per Fabbricato
	Pot. Nom [kW]	Pot. Nom [kWp]	Sup. Disperd. Opache [mq]	Sup. Infissi e cassonetti [mq]				
FPO Moduli FTV amorfo con inverter ibrido e sistema di accumulo agli ioni di litio		2,59			1950,00	5 050,50	7	35 353,50
Impianto di climatizzazione a pompa di calore ad alta efficienza	10,40				552,16	5 742,46	7	40 197,25
TOTALE INVESTIMENTO						10 792,96		75 550,75

SOLUZIONE 2 <i>HIGH PERFORMANCE</i>								
	Dati di riferimento per alloggio				Costo specifico [€/kW] - [€/mq]	Costo per alloggio [€]	Alloggi di riferimento	Costo per Fabbricato
	Pot. Nom [kW]	Pot. Nom [kWp]	Sup. Disperd. Opache [mq]	Sup. Infissi e cassonetti [mq]				
FPO Moduli FTV monocristallino con inverter ibrido e sistema di accumulo agli ioni di litio		1,85			1.950,00	3.607,50	7	25.252,50
Impianto di climatizzazione a pompa di calore ad alta efficienza	10,40				552,16	5.742,46	7	40.197,25
Isolamento termico di superfici opache verticali			63,56		165,00	10.488,11	7	73.416,75
TOTALE INVESTIMENTO						19.838,07		138.866,50

10. Fonti di finanziamento

Il Conto Termico finanzia parte delle spese sostenute per gli interventi di manutenzione sull'involucro e sugli impianti. Il Conto termico, per le Pubbliche Amministrazioni, può essere cumulabile con altri incentivi statali.

Gli interventi finanziabili e la relativa percentuale di spesa incentivabile sono così determinati:

- Il miglioramento dell'isolamento termico dell'involucro edilizio è finanziabile al 55 % della spesa fino a un massimo di € 400.000;
- La sostituzione di infissi e pannelli vetrati è finanziabile al 55 % della spesa fino a € 75.000; (in zona D, E, F € 100.000);
- La sostituzione dei sistemi per la climatizzazione con tecnologie ad alta efficienza circa il 30% della spesa ammessa;

La percentuale del 55% indicata per i primi due interventi è conseguente alla realizzazione contestuale dell'impianto di climatizzazione. Senza l'impianto di climatizzazione dal percentuale si riduce al 40%.

Il meccanismo copre il 100% dei costi della Diagnosi Energetica effettuata per determinare gli interventi da eseguire ed è cumulabile con altri finanziamenti pubblici.

Il contributo pubblico non deve superare il 100% del costo degli interventi.

Nel caso la Pubblica Amministrazione possa farne richiesta, sulla Gazzetta Ufficiale n. 302 del 29/12/2017 è stata pubblicata la legge di Bilancio 2018 (Legge 27/12/2017 n. 205) che integra e in parte modifica le condizioni di accesso ai benefici fiscali per l'efficienza energetica degli edifici, in relazione alle spese sostenute dal 1 gennaio al 31 dicembre 2018. Considerato che l'orientamento politico è quello di estendere e prorogare i benefici anche agli anni successivi, si fa presente che può essere richiesta una detrazione fiscale d'imposta lorda del 50% delle spese di efficienza energetica, per immobili adibiti a residenza pubblica, per tutte le tipologie di intervento proposte, compreso il Fotovoltaico.

11. Analisi economica

Le valutazioni economiche sono state effettuate considerando la fattibilità degli interventi suggeriti studiati globalmente per via delle molteplici interferenze tra gli stessi. Si analizzano pertanto le due soluzioni proposte considerando la sovrapposizione dei singoli interventi di efficientamento e misurando i risparmi e costi conseguenti alla loro contemporanea realizzazione.

Gli indici presi in considerazione per la misura della sostenibilità economica degli interventi sono: VAN e Pay Back; Il VAN rappresenta il Valore Attuale Netto dell'investimento calcolato come differenza tra ricavi e costi attualizzati confrontati con l'investimento iniziale. Il periodo di recupero scontato o Pay Back rappresenta gli anni necessari per recuperare l'investimento iniziale, sempre attraverso il flusso di cassa attualizzato dei ricavi e costi, e quindi rendere il VAN nullo. Il tasso di sconto è preso pari al 5%. Si definisce poi un indici di misura della bontà dell'investimento come rapporto tra il VAN e l'investimento iniziale.

Di seguito il flusso di cassa relativo agli interventi valutati nel loro complesso.

Starting performance

	VALUTAZIONE INVESTIMENTO	Investimento	ANNO1	ANNO2	ANNO3	ANNO4	ANNO5	ANNO6	ANNO7	ANNO8	ANNO9	ANNO10	ANNO11	ANNO12	ANNO13	ANNO14	ANNO15	ANNO16	ANNO17	ANNO18	ANNO19	ANNO20
CLIMATIZZAZIONE	Risparmio spesa Energia PRE interv		713,71	713,71	713,71	856,45	856,45	856,45	1 053,44	1 053,44	1 053,44	1 316,80	1 316,80	1 316,80	1 580,15	1 580,15	1 580,15	1 896,19	1 896,19	1 896,19	1 896,19	1 896,19
	Conto Termico PdC		537,94	537,94																		
	Mancata manut. PRE Intervento					350,00					455,00						682,50					
FTV-ACC	Risparmio spesa EE POST Interv. da produzione FTV e SSP		812,74	812,74	812,74	975,29	975,29	975,29	1 199,61	1 199,61	1 199,61	1 499,51	1 499,51	1 499,51	1 799,41	1 799,41	1 799,41	2 159,29	2 159,29	2 159,29	2 159,29	2 159,29
	Spesa EE POST Intervento PdC		766,26	766,26	766,26	919,51	919,51	919,51	1 131,00	1 131,00	1 131,00	1 413,75	1 131,00	1 131,00	1 357,20	1 357,20	1 357,20	1 628,64	1 628,64	1 628,64	1 628,64	1 628,64
	Manutenzione CLIMA											500,00										500,00
	Manutenzione FTV+ ACC											1 500,00										1 100,00
	Costo imp. CLIMA	5 742,46																				
	Costo Imp. FTV+ACC	5 050,50																				
	CASH FLOW	-10 792,96	1 298,13	1 298,13	1 110,19	912,23	912,23	912,23	1 122,04	1 122,04	1 577,04	-597,45	1 685,30	1 685,30	2 022,37	2 022,37	2 704,87	2 426,84	2 426,84	2 426,84	2 426,84	826,84
	tasso di interesse in	0,05																				
	VAN	6 702,27																				
	VAN/Io	0,62																				
	PAY BACK	11,00																				

Di seguito il flusso di cassa relativo agli interventi valutati nel loro complesso senza l'incentivo del Conto Termico.

Starting performance

	VALUTAZIONE INVESTIMENTO	Investimento	ANNO1	ANNO2	ANNO3	ANNO4	ANNO5	ANNO6	ANNO7	ANNO8	ANNO9	ANNO10	ANNO11	ANNO12	ANNO13	ANNO14	ANNO15	ANNO16	ANNO17	ANNO18	ANNO19	ANNO20
CLIMATIZZAZIONE	Risparmio spesa Energia PRE interv		713,71	713,71	713,71	856,45	856,45	856,45	1 053,44	1 053,44	1 053,44	1 316,80	1 316,80	1 316,80	1 580,15	1 580,15	1 580,15	1 896,19	1 896,19	1 896,19	1 896,19	1 896,19
	Mancata manut. PRE intervento				350,00						455,00						682,50					
FTV-ACC	Risparmio spesa EE POST Interv. da produzione FTV e SSP		812,74	812,74	812,74	975,29	975,29	975,29	1 199,61	1 199,61	1 199,61	1 499,51	1 499,51	1 499,51	1 799,41	1 799,41	1 799,41	2 159,29	2 159,29	2 159,29	2 159,29	2 159,29
	Spesa EE POST Intervento PdC		766,26	766,26	766,26	919,51	919,51	919,51	1 131,00	1 131,00	1 131,00	1 413,75	1 131,00	1 131,00	1 357,20	1 357,20	1 357,20	1 628,64	1 628,64	1 628,64	1 628,64	1 628,64
	Manutenzione CLIMA											500,00										500,00
	Manutenzione FTV+ ACC											1 500,00										1 100,00
	Costo imp. CLIMA	5 742,46																				
	Costo Imp. FTV+ACC	5 050,50																				
	CASH FLOW	-10 792,96	760,19	760,19	1 110,19	912,23	912,23	912,23	1 122,04	1 122,04	1 577,04	-597,45	1 685,30	1 685,30	2 022,37	2 022,37	2 704,87	2 426,84	2 426,84	2 426,84	2 426,84	826,84
	tasso di interesse in	0,05																				
	VAN	5 702,02																				
	VAN/Io	0,53																				
	PAY BACK	12,00																				

Di seguito il flusso di cassa relativo agli interventi valutati nel loro complesso.

High Performance

	VALUTAZIONE INVESTIMENTO	Investimento	ANNO1	ANNO2	ANNO3	ANNO4	ANNO5	ANNO6	ANNO7	ANNO8	ANNO9	ANNO10	ANNO11	ANNO12	ANNO13	ANNO14	ANNO15	ANNO16	ANNO17	ANNO18	ANNO19	ANNO20
CLIMATIZZAZIONE	Risparmio spesa Energia PRE interv		713,71	713,71	713,71	856,45	856,45	856,45	1 053,44	1 053,44	1 053,44	1 316,80	1 316,80	1 316,80	1 580,15	1 580,15	1 580,15	1 896,19	1 896,19	1 896,19	1 896,19	1 896,19
	Conto Termico PdC		537,94	537,94																		
	Mancata manut. PRE intervento				350,00					455,00							682,50					
FTV. ACC	Risparmio spesa EE POST Interv. da produzione FTV e SSP		580,53	580,53	580,53	696,64	696,64	696,64	856,86	856,86	856,86	1 071,08	1 071,08	1 071,08	1 285,29	1 285,29	1 285,29	1 542,35	1 542,35	1 542,35	1 542,35	1 542,35
ISOLAMENTO TERMICO	Risparmio Spesa Energetica		178,79	178,79	178,79	214,55	214,55	214,55	263,90	263,90	263,90	329,87	329,87	329,87	395,85	395,85	395,85	475,02	475,02	475,02	475,02	475,02
	Conto Termico		4 144,06																			
	Mancata manut. PRE intervento										3 500,00											4 725,00
	Spesa EE POST intervento PdC		510,84	510,84	510,84	613,01	613,01	613,01	754,00	754,00	754,00	942,50	754,00	754,00	904,80	904,80	904,80	1 085,76	1 085,76	1 085,76	1 085,76	1 085,76
	Manutenzione CLIMA											500,00										500,00
	Manutenzione FTV+ ACC											1 500,00										1 100,00
	Costo Isolamento Sup. Opache	10 488,11																				
	Costo imp. CLIMA	5 742,46																				
	Costo imp. FTV+ACC	3 607,50																				
	CASH FLOW	-19 838,07	5 644,19	1 500,13	1 312,19	1 154,63	1 154,63	1 154,63	1 420,20	1 420,20	1 875,20	3 275,25	1 963,75	1 963,75	2 356,50	2 356,50	3 039,00	2 827,80	2 827,80	2 827,80	2 827,80	5 952,80
tasso di interesse i=			0,05																			
VAN			9 147,96																			
VAN/lo			0,46																			
PAY BACK			11,00																			

Di seguito il flusso di cassa relativo agli interventi valutati nel loro complesso senza l'incentivo del Conto Termico.

High Performance

	VALUTAZIONE INVESTIMENTO	Investimento	ANNO1	ANNO2	ANNO3	ANNO4	ANNO5	ANNO6	ANNO7	ANNO8	ANNO9	ANNO10	ANNO11	ANNO12	ANNO13	ANNO14	ANNO15	ANNO16	ANNO17	ANNO18	ANNO19	ANNO20
CLIMATIZZAZIONE	Risparmio spesa Energia PRE interv		713,71	713,71	713,71	856,45	856,45	856,45	1 053,44	1 053,44	1 053,44	1 316,80	1 316,80	1 316,80	1 580,15	1 580,15	1 580,15	1 896,19	1 896,19	1 896,19	1 896,19	1 896,19
	Mancata manut. PRE intervento				350,00					455,00							682,50					
FTV. ACC	Risparmio spesa EE POST Interv. da produzione FTV e SSP		580,53	580,53	580,53	696,64	696,64	696,64	856,86	856,86	856,86	1 071,08	1 071,08	1 071,08	1 285,29	1 285,29	1 285,29	1 542,35	1 542,35	1 542,35	1 542,35	1 542,35
ISOLAMENTO TERMICO	Risparmio Spesa Energetica		178,79	178,79	178,79	214,55	214,55	214,55	263,90	263,90	263,90	329,87	329,87	329,87	395,85	395,85	395,85	475,02	475,02	475,02	475,02	475,02
	Mancata manut. PRE intervento										3 500,00											4 725,00
	Spesa EE POST intervento PdC		510,84	510,84	510,84	613,01	613,01	613,01	754,00	754,00	754,00	942,50	754,00	754,00	904,80	904,80	904,80	1 085,76	1 085,76	1 085,76	1 085,76	1 085,76
	Manutenzione CLIMA											500,00										500,00
	Manutenzione FTV+ ACC											1 500,00										1 100,00
	Costo Isolamento Sup. Opache	10 488,11																				
	Costo imp. CLIMA	5 742,46																				
	Costo imp. FTV+ACC	3 607,50																				
	CASH FLOW	-19 838,07	962,19	962,19	1 312,19	1 154,63	1 154,63	1 154,63	1 420,20	1 420,20	1 875,20	3 275,25	1 963,75	1 963,75	2 356,50	2 356,50	3 039,00	2 827,80	2 827,80	2 827,80	2 827,80	5 952,80
tasso di interesse i=			0,05																			
VAN			4 200,99																			
VAN/lo			0,21																			
PAY BACK			13,00																			

12. Conclusioni e raccomandazioni.

L'attività ha previsto una prima fase di sopralluogo e raccolta dei dati di consumo reperiti dalle fatture e dai dati di targa delle varie utenze. In più fasi successive si è provveduto al rilievo sul campo dello stato di fatto edilizio degli immobili. Lo studio è stato poi sviluppato attraverso l'analisi energetica dei singoli alloggi, raggruppati per tipologia comune, ed esteso quindi all'intero fabbricato. I risultati ottenuti non si discostano tra loro e per tale ragione si è valutato di proporre interventi di efficientamento comuni.

I risultati delle analisi energetiche, avvalorati dalle interviste agli utenti e dalle loro indicazioni di dettaglio sulle condizioni di benessere termoclimatico-ambientale degli alloggi, hanno orientato le scelte su due proposte di efficientamento in grado di dare risposte funzionali ai bisogni rilevati.

Una prima soluzione proposta, individuata come ***Starting Performance***, attraverso la sostituzione degli impianti di riscaldamento esistenti con nuovi impianti altamente efficienti a pompa di calore, consente di mantenere le condizioni climatiche minime per garantire il comfort ambientale previsto dalla normativa vigente. Per ridurre il costo di gestione dell'impianto di climatizzazione e per garantire il ricorso alle Fonti energetiche Rinnovabili si è prevista l'installazione di un impianto fotovoltaico con batterie di accumulo per raggiungere un elevato grado di autoconsumo dell'energia prodotta. Il costo d'intervento è pari a € 10.792,96 per alloggio per un importo complessivo esteso a tutto il complesso edilizio di **€ 75.550,75**

La seconda soluzione proposta, individuata come ***High Performance***, adotta e sviluppa la soluzione di base, relativa ai soli impianti, integrandola con la coibentazione delle superfici opache. Tale soluzione consente di utilizzare un impianto fotovoltaico di taglia inferiore.

L'intervento sull'involucro consente di elevare il rendimento degli impianti raggiungendo un più alto grado di efficienza energetica e quindi di sostenibilità ambientale. Il costo di d'intervento è pari a € 19.838,07 per alloggio per un importo complessivo esteso a tutto il fabbricato di **€ 138.866,50**.

La soluzione *Starting Performance* evidenzia un rapporto **VAN/Io** migliore e consente di raggiungere una classe energetica vicina a quella della soluzione *High Performance*, pertanto è preferibile.

Seppur le valutazioni economiche non confortano le raccomandazioni suggerite, tali interventi sono comunque stati proposti in quanto nascono dall'esigenza di garantire un adeguato livello di benessere .

Oltre alle soluzioni suggerite si propone, al fine di accertare i risparmi energetici conseguiti con l'implementazione delle raccomandazioni, un piano di misure e verifiche attraverso la messa a norma e adeguamento dell'impianto elettrico e l'installazione di dispositivi di misura e monitoraggio del consumo energetico. Il costo dell'intervento aggiuntivo è pari a € 3.250,00 per alloggio e pertanto € 22.750,00 per l'intero fabbricato.