

## INDICE

<u>INTRODUZIONE</u>	<u>2</u>
<u>DATI CARATTERISTICI DELL'INTERVENTO</u>	<u>4</u>
<u>IL PROGETTO</u>	<u>5</u>
<u>Procedura adottata</u>	<u>5</u>
<u>Normativa di riferimento</u>	<u>6</u>
<u>Classificazione dell'edificio</u>	<u>7</u>
<u>Parametri climatici della località</u>	<u>7</u>
<u>Dati tecnici e costruttivi dell'edificio</u>	<u>8</u>
<u>Gli interventi migliorativi e la definizione dello scenario di progetto</u>	<u>10</u>
<u>Tabella dei consumi suddivisi per ciascun vettore energetico</u>	<u>11</u>
<u>Principali risultati dei calcoli relativi al sistema edificio-impianto</u>	<u>12</u>
<u>Indicatori di risultato e realizzazione</u>	<u>13</u>
<u>QUADRO ECONOMICO</u>	<u>14</u>

## INTRODUZIONE

La seguente relazione illustra le caratteristiche del progetto di fattibilità tecnica ed economica degli *"INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA DELLA CASA DI RIPOSO PER ANZIANI DEL COMUNE DI AIELLO DEL FRIULI"*.

La struttura, denominata "Casa Mafalda", è gestita direttamente dal Comune, ed ospita persone che necessitano di prestazioni di tipo socio assistenziale non ottenibili da altri Enti.

L'edificio oggetto d'intervento è stato realizzato a partire dagli anni 60' del millenovecento, quando è stato costruito corpo principale parallelamente a via Petrarca. Questo è stato successivamente ampliato in diversi momenti, con la realizzazione delle porzioni di edificio perpendicolari al suddetto corpo principale.

Obiettivo dell'intervento è quello di ridurre i consumi energetici necessari al funzionamento dell'edificio.

La diagnosi dello stato di fatto si è basata su un'analisi dello stato attuale che, a partire dalle condizioni standard di riferimento, si è sviluppata attraverso la modellazione del sistema edificio-impianto, fino al raggiungimento della migliore approssimazione delle condizioni di esercizio che simulano al meglio la gestione e conduzione degli impianti e di conseguenza i fabbisogni energetici derivanti dalla particolare destinazione d'uso dell'immobile in relazione alle attività in esso svolte.

Fin da subito sono emerse alcune criticità riguardanti al tempo stesso l'involucro dell'edificio e le dotazioni impiantistiche in uso.

In particolare è risultato immediatamente evidente:

- l'assenza di isolamenti delle componenti opache verticali ed orizzontali delimitanti il volume climatizzato (riscaldamento e raffrescamento) dall'ambiente esterno e da ambienti non riscaldati;
- la vetustà delle componenti finestrate, con la sola eccezione di alcune per le quali recentemente si è provveduto alla sola sostituzione delle vetrate e non dei telai metallici;
- la presenza, in locale caldaia, di un generatore ormai "obsoleto" (istallato nel 1993), seppur funzionante ed oggetto di costante manutenzione, alimentato a gas metano, non a condensazione, caratterizzato da un basso valore di rendimento alla potenza termica utile;

La fase successiva ha riguardato l'indagine approfondita delle possibili soluzioni per il miglioramento energetico e la conseguente riduzione dei fabbisogni energetici, a parità di condizioni di esercizio, e quindi delle spese di conduzione degli impianti.

Lo studio è stato eseguito a partire da sopralluoghi, con attività di analisi documentale sulla scorta di dati geometrici e dimensionali, di elaborati tecnici dell'edificio e degli impianti oggetto dello studio, ed infine delle reali condizioni d'uso e dei fabbisogni derivanti dalle attività insediate.

Sono stati inoltre considerati gli effettivi consumi energetici relativi alle annualità 2016, 2015, 2014, suddivisi per tipologia di vettore energetico considerato, quindi elettricità e gas naturale (metano).

L'attività di diagnosi si è conclusa con la valutazione energetica degli interventi proposti, di seguito elencati:

- l'isolamento a cappotto delle componenti opache verticali delimitanti il volume riscaldato;
- la sostituzione delle componenti finestrate;
- l'isolamento del solaio di sottotetto;
- l'efficientamento delle dotazioni impiantistiche nel locale caldaia;
- l'installazione di un'impianto fotovoltaico per la produzione di energia elettrica da destinare principalmente agli usi derivanti dalle attività insediate nell'edificio.

Il presente progetto quantifica i costi dell'intero intervento e assume i caratteri di "progetto preliminare" ai sensi della L.R. 14/2002 e s.m.i., e di "progetto di fattibilità tecnica ed economica" ai sensi del D.Lgs. 50/2016.

## **DATI CARATTERISTICI DELL'INTERVENTO**

### Dati Catastali e Tavolari

C.C. AIELLO DEL FRIULI, F.M. 6, p.c. 932/1

P.T. 66, c.t. 54

### Dati dimensionali

Volume delle parti di edificio abitabili al lordo delle strutture che li delimitano 8.449,23 mc

Superficie disperdente che delimita il volume riscaldato: 8.371,45 mq

Superficie utile riscaldata dell'edificio: 1.949,01 mq

## IL PROGETTO

### Procedura adottata

Lo studio finalizzato alla definizione degli interventi per la riduzione del fabbisogno energetico dell'edificio si configura come procedura di "audit energetico".

Per audit energetico si intende una procedura sistematica finalizzata alla conoscenza degli usi finali di energia, all'individuazione ed all'analisi di eventuali inefficienze e criticità energetiche del sistema edificio-impianto.

La fase di audit è composta da una serie di operazioni consistenti nel rilievo ed analisi di dati relativi al sistema edificio-impianto in condizioni di esercizio (dati geometrico-dimensionali, termofisici dei componenti l'involucro edilizio, prestazionali del sistema impiantistico, ecc.), ovvero nell'analisi e nelle valutazioni economiche dei consumi energetici dell'edificio.

La finalità dello studio di fattibilità è stata quella di valutare sotto il profilo costi-benefici i possibili interventi in analisi, quantificando in termini energetici il risparmio ottenibile mediante i diversi interventi in termini di risparmio gestionale e di consumo di energia primaria.

Gli obiettivi dello studio sono:

- analizzare la configurazione attuale e lo stato dell'impianto, individuando possibili miglioramenti o criticità nella componentistica e nella configurazione attuale;
- definire il bilancio energetico del sistema edificio-impianto;
- valutare in termini energetici le variazioni conseguenti all'adozione delle diverse migliorie proposte;
- proporre miglioramenti anche di tipo gestionale rispetto alla soluzione attuale.

L'analisi energetica del sistema edificio-impianto è stata effettuata creando un modello energetico degli edifici e dell'impianto conforme alle norme tecniche ed all'impianto normativo di riferimento.

Partendo dai consumi riferiti per ciascun vettore energetico (gas metano, ed energia elettrica), sono stati determinati i consumi in termini di energia primaria per mezzo dei fattori di conversione di cui alla Tab. 1, All. 1, DM 26/06/2015.

## Normativa di riferimento

Le valutazioni sono state effettuate considerando la normativa tecnica in vigore per il calcolo dei fabbisogni energetici degli edifici, e la normativa vigente in materia di contenimento del fabbisogno energetico degli edifici e degli impianti per la valutazione dei requisiti tecnici richiesti agli interventi considerati.

L'impianto legislativo su cui si basa la presente analisi è regolata essenzialmente da:

- Decreto attuativo 26 giugno 2015;
- Legge 90/2013: *Conversione in legge, con modificazioni, del decreto legge 4 giugno 2013, n. 63, recante disposizioni urgenti per il recepimento della Direttiva 2010/31/UE del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 maggio 2010, sulla prestazione energetica nell'edilizia per la definizione delle procedure d'infrazione avviate dalla Commissione europea, nonché europea, nonché altre disposizioni in materia di coesione sociale.*
- Legge n. 10/91: *Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia;*
- D. Lgs. 192/05: *Attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia.*
- D.P.R. 412/1993: *Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento di energia, in attuazione all'art.4, comma 4, della legge 9 gennaio 1991, n.10*

Le principali normative tecniche di riferimento sono le seguenti:

- UNI/TS 11300-1: *Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale;*
- UNI/TS 11300-2: *Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria.*
- UNI/TS 11300-3: *Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva;*
- UNI/TS 11300-4: *Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria.*
- UNI/TS 11300-5: *Calcolo dell'energia primaria e della quota di energia da fonti rinnovabili*

- UNI/TS 11300-6: *Determinazione del fabbisogno di energia per ascensori, scale mobili e marciapiedi mobili*
- UNI EN 12831: *Impianti di riscaldamento negli edifici Metodo di calcolo del carico termico di progetto;*
- UNI EN 16212: *Calcoli dei risparmi e dell'efficienza energetica – Metodi top-down (discendente) e bottom-up (ascendente);*
- UNI CEI/TR 11428: *Gestione dell'energia – Diagnosi energetiche – Requisiti generali del servizio di diagnosi energetica*
- UNI CEI EN 16247-1: *Diagnosi energetiche – Requisiti generali;*
- UNI CEI EN 16247-2: *Diagnosi energetiche – Edifici*

#### Classificazione dell'edificio

Classificazione dell'edificio in base alla categoria di cui al punto 1.2 dell'allegato 1 del decreto di cui all'art. 4, comma 1 del Dlgs 192/2005, diviso per zone:

- Zona Termica "01\_sogg/comuni": E3
- Zona Termica "02\_camere": E3
- Zona Termica "03\_corridoi/corsie": E3
- Zona Termica "04\_servizi comuni": E3
- Zona Termica "06\_cucine/lav": E3
- Zona Termica "05\_servizi camere": E3
- Zona Termica "08\_mortuaria/magazzini": E3

#### Parametri climatici della località

Gradi Giorno (della zona d'insediamento, determinati in base al D.P.R. 412/93): 2268 GG

Temperatura minima di progetto (dell'aria esterna, secondo norma UNI 5364 e successivi aggiornamenti): -4.63 °C

Temperatura massima estiva di progetto (dell'aria esterna, secondo norma UNI 5364): 31.00 °C

## Dati tecnici e costruttivi dell'edificio

### Climatizzazione invernale

Vol. delle parti di edificio abitabili al lordo delle strutture che li delimitano (V): 8.449.23 m<sup>3</sup>

Superficie disperdente che delimita il volume riscaldato (S): 8.371.45 m<sup>2</sup>

Rapporto S/V (fattore di forma): 0.99 m<sup>-1</sup>

Superficie utile riscaldata dell'edificio: 1.949.01 m<sup>2</sup>

### Climatizzazione estiva

Vol. delle parti di edificio abitabili, al lordo delle strutture che lo delimitano (V): 4.309.60 m<sup>3</sup>

Superficie disperdente che delimita il volume condizionato (S): 4.960.32 m<sup>2</sup>

Superficie utile condizionata dell'edificio 1.010.25 m<sup>2</sup>

### Dati riepilogativi degli impianti

Impianto tecnologico destinato ai servizi di climatizzazione invernale e produzione di acqua calda sanitaria, pompe di calore mono-split per il raffrescamento e la deumidificazione estiva.

### Riscaldamento e produzione ACS

GEN 01: Caldaia ECOFLAME mod Ecomax Pf=201 KW; Pu=185 KW

Rendimento termico utile (o rendimento di combustione) al 100% della potenza nominale:  
87.00%

GEN 02: Caldaia VIESSMANN mod Vitocrossal 200 Pf=175 KW; Pu=170

Rendimento termico utile (o rendimento di combustione) al 100% della potenza nominale:  
97.70%

Rendimento termico utile (o rendimento di combustione) al 30% della potenza nominale:  
108.10%

GEN 03: Caldaia RIELLO Residence 28KS-kis Pu=28 kW

Rendimento termico utile (o rendimento di combustione) al 100% della potenza nominale:  
90.32%

### Sistema di distribuzione

Fluido termovettore: ACQUA

Terminali di emissione: Termosifoni

Sistema di regolazione: Solo zona

Tipologia di prodotto: Regolatore modulante (banda passante 1 °C)

#### Raffrescamento

N° 17 pompe di calore Aria - Aria, Indice di efficienza energetica (EER): 2.80

N° 1 Pompa di calore a Gas

Tipo di pompa di calore: Aria - Aria

Potenza termica utile di riscaldamento: 6.60 kW

Potenza elettrica assorbita: 0 kW

Coefficiente di prestazione (COP): 3.30

Indice di efficienza energetica (EER): 2.80

#### Produzione ACS

N° 10 collettori solari : Collettori piani vetrati

tipo installazione: Integrati

tipo supporto: Supporto metallico

inclinazione: 17.00 ° e orientamento: SUD\_OVEST

capacità accumulo scambiatore: 1 500.00 l

impianto integrazione (specificare tipo e alimentazione): Integrazione permanente

Potenza installata: 16.50 m<sup>2</sup>

Percentuale di copertura del fabbisogno annuo: 3.86 %

Sistema di accumulo per sola acs (accumulo solare), ubicato in locale caldaia, temperatura media di 60.00°C con dispersione termica di 0.10W/k, 1+1 accumuli aventi capacità 750 l. cad.

### Gli interventi migliorativi e la definizione dello scenario di progetto

Sulla base della valutazione sopra indicata sono state analizzate potenziali soluzioni tecniche ed impiantistiche volte a migliorare ulteriormente le prestazioni energetiche dell'edificio, nonché i costi annui di gestione e manutenzione degli impianti stessi.

Viste l'assenza di isolamenti delle componenti opache verticali ed orizzontali delimitanti il volume climatizzato dall'ambiente esterno e da ambienti non riscaldati, e la vetustà delle componenti finestrate, gli interventi previsti riguardano principalmente il miglioramento della prestazione energetica delle componenti sopra evidenziate. Sulla base dei minori carichi termici invernali, derivanti dal miglioramento delle prestazioni delle superfici disperdenti, si apporranno limitate modifiche impiantistiche in ragione delle minori dispersioni.

Si prevede inoltre di favorire il ricorso alla produzione di energie rinnovabili da destinare principalmente agli usi elettrici.

In particolare gli interventi riguarderanno:

- l'isolamento a cappotto delle componenti opache verticali;
- l'isolamento dei solai di sottotetto, all'estradosso degli stessi ove tecnicamente possibile, in alternativa mediante la formazione di controsoffitti isolati;
- la sostituzione dei vecchi serramenti con nuovi con profili in alluminio a taglio termico e vetri doppiacamera 4+4.2 b.e. / 14 argon we/ 4 temprato / 14 argon we/ 4+4.2 b.e;
- la dismissione del generatore di calore più obsoleto (istallato nel 1993) in favore del restante generatore a condensazione (istallato nel 2010), aventi migliori prestazioni e rendimenti.
- l'istallazione di un'impianto fotovoltaico per la produzione di energia elettrica da destinare agli usi derivanti dalle attività insediate nell'edificio, con potenza di picco pari a 65 kWh.

## Principali risultati dei calcoli relativi al sistema edificio-impianto

A seguire, e con riferimento alle condizioni dello stato di fatto e di progetto, si riportano a raffronto i parametri ritenuti maggiormente significativi dell'intervento:

Indicatore		u.m.	Stato di fatto	Progetto	Riduzione %
Volume delle parti di edificio abitabili al lordo delle strutture che li delimitano (V)	V	m <sup>3</sup>	8449,23	8449,23	0,000
Superficie disperdente che delimita il volume riscaldato	S	m <sup>2</sup>	8371,45	8371,45	0,000
Rapporto S/V (fattore di forma)	S/V	m <sup>-1</sup>	0,99	0,99	0,000
Superficie utile riscaldata dell'edificio	Su	m <sup>2</sup>	1949,01	1949,01	0,000
Coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione per unità di superficie disperdente	H'T	W/K	1,05	0,55	47,619
Area solare equivalente estiva dei componenti finestrati	H'T,lim	W/K	0,5	0,5	
	Asol,est		0,11	0,09	18,182
	/Asup,utile (Asol,est /Asup,utile)lim		0,04	0,04	
Indice di prestazione termica utile per la climatizzazione invernale dell'edificio	EPH,nd	kWh/m <sup>2</sup>	307,63	174,59	43,247
Indice di prestazione termica utile per la climatizzazione estiva dell'edificio	EPH,nd,lim	kWh/m <sup>2</sup>	153,32	135,62	
	EPC,nd	kWh/m <sup>2</sup>	32,96	25,12	23,786
Indice di prestazione energetica globale dell'edificio (energia primaria)	EPC,nd,lim	kWh/m <sup>2</sup>	57,94	44,13	
	EPgl,tot	kWh/m <sup>2</sup>	706,52	426,78	39,594
Efficienza media stagionale dell'impianto di riscaldamento	EPgl,tot,lim	kWh/m <sup>2</sup>	570,46	496,16	
	ηH		0,71	0,87	-22,535
Efficienza media stagionale dell'impianto di produzione dell'acqua calda sanitaria	ηH,lim		0,73	0,99	
	ηW		0,8	0,8	0,000
Efficienza media stagionale dell'impianto di raffrescamento	ηW,lim		0,57	0,57	
	ηC		1,89	3,28	-73,545
	ηc,lim		0,86	1,14	

Tabella dei consumi suddivisi per ciascun vettore energetico

Descrizione		Valore attuale	Valore atteso	u.m.
Carico termico progetto	Qp	273,27	167,53	kW
Fabb en elettrica rete	Qx_rete	109.204,44	47.779,28	kWh
Emissioni co2 riscaldamento	Co2h	141.625,78	80.329,28	kg
Emissioni co2 raffresc	Co2c	4.178,77	1.097,39	kg
Emissioni co2 acs	Co2w	50.456,58	39.999,22	kg
Emissioni co2 illum	Co2l	40.153,86	17.787,35	kg
		236.414,98	139.213,24	kg

RISCALDAMENTO	Energ term utile risc	Qh,nd	529.480,89	340.284,32	kWh
	Fabb en elett rete per risc	Qxh_rete	4.052,59	2.878,29	kWh
	Fabb en prim risc non rinnov	QPh NR	753.782,21	426.705,60	kWh
	Fabb en prim risc da rinnov	QPh FR	1.904,72	13.219,60	kWh
	<b>FABB EN PRIM RISC TOT</b>	<b>QPh</b>	<b>755.686,93</b>	<b>439.925,46</b>	<b>kWh</b>
	Fabb. Combustibile	CMB	75.170,54	42.501,31	Sm3
	Potere cal inferiore	CMB pc	9,45	9,45	kWh/Sm3

RAFFRESCAMENTO	Fabb energia frigorifera utile	Qc,nd	64.245,94	68.451,32	kWh
	Fabb en elett per emissione	Qx_EC	1.226,02	1.482,62	kWh
	Fabb energia rich macchina frigorifera	QcGNout	48.798,03	52.011,99	kWh
	Fabb en elett ausiliari generaz	QxGNc	304,99	325,07	kWh
	Fabb en elett ausiliari impianto raff	Qxc	1.531,00	1.807,70	kWh
	Fabb en el da rete per raffrescamento	Qxc rete	9.646,28	2.533,21	kWh
	<b>FABB EN PRIMARIA RAFFRESCAM TOT</b>	<b>QPc</b>	<b>23.344,00</b>	<b>14.140,23</b>	<b>kWh</b>
	Fabb combustibile En elettrica		8.115,28	8.735,36	kWh

ACQUA CALDA SANIT.	Fabb en termica acs	Qw	224.853,79	224.853,79	kWh
	Fabb en termica rich generatore	QwGNout	216.052,90	210.730,92	kWh
	Fabb en elett da rete per acs	Qxw_rete	2.813,29	1.307,41	kWh
	En term solare termico	QsTout	10.827,25	10.827,25	kWh
	Perdite accumulo solare	Qia	709,99	709,99	kWh
	Fabb aux elettrici	QxST	265,00	265,00	kWh
	<b>FABB EN PRIMARIA ACS TOT</b>	<b>QPw</b>	<b>280.203,98</b>	<b>226.075,04</b>	<b>kWh</b>
	Fabb combustibile metano		26.461,94	21.192,42	Sm3

ILLUMIN.	Fabb en elett illuminazione	Qi	92.691,28	92.691,28	kWh
	Fabb en elett da rete per illum	Qxi_rete	92.691,28	41.060,37	kWh
	<b>FABB EN PRIMARIA ILL TOT</b>	<b>Qpi</b>	<b>224.312,91</b>	<b>150.997,01</b>	<b>kWh</b>

	Energia elettrica prodotta	QxPVout	0,00	63.330,22	kWh
	En elett prodotta per imp risc	QxhPVout	0,00	1.659,75	kWh
	En elett prodotta per raff	QxcPVout	0,00	8.009,85	kWh
	En elett prodotta per ill	QxIPVout	0,00	51.630,91	kWh
	En elett prodotta per acs	QxwPVout	0,00	1.802,06	kWh

CLASSE		<b>C</b>	<b>A2</b>	
Prestaz energetica totale	Epgl,nren	<b>629,12</b>	<b>371,93</b>	kWh/m2a

## Indicatori di risultato e realizzazione

<b>Indicatori di risultato</b>	<b>Valore attuale</b>	<b>Valore atteso</b>
Emissioni complessive di CO <sub>2</sub> (unità misura tCO <sub>2</sub> )	236,42	139,21
Energia prodotta da fonti rinnovabili (unità misura Tep)	0,93	6,38
Quota consumi energia coperta da fonti rinnovabili unità misura %)	1,53	17,92
Quota energia autoprodotta mediante trigenerazione <sup>(1)</sup>	n.p.	n.p.
Consumi di energia totale (unità di misura kWh)	706983,00	413734,00
Consumi di energia coperti da fonti rinnovabili (unità di misura kWh)	10828,00	74158,00
Consumo energia elettrica per m <sup>2</sup> (unità di misura kWh/m <sup>2</sup> )	58,57	21,58

(1): non sono presenti, né previsti, impianti di trigenerazione.

<b>Indicatori di realizzazione</b>	<b>Valore attuale</b>	<b>Valore atteso</b>
Consumo annuale energia primaria edifici oggetto dell'intervento	706983,00	413734,00
Consumi energia primaria per m <sup>2</sup> (unità di misura kWh/m <sup>2</sup> )	319,31	186,86
Superficie oggetto dell'intervento (unità di misura m <sup>2</sup> )	X	2493,35
Potenza installata (unità misura kW)	X	190,74
Numero di edifici con classificazione energetica migliorata	X	1,00

## QUADRO ECONOMICO

Il quadro economico dell'opera è il seguente:

### A LAVORI A BASE D'APPALTO

A.1 Importo lavori:	€ 485.000,00	
A.2 Oneri per la sicurezza d.Lgs. 81/2008:	€ 39.000,00	
TOTALE LAVORI A BASE D'APPALTO:	<u>€ 524.000,00</u>	€ 524.000,00

### B SOMME A DISPOSIZIONE DELL'AMMINISTRAZIONE

B.1 IVA 10% di A):	€ 52.400,00	
B.2 Spese tecniche:	€ 102.985,22	
B.3 IVA 22% di B.2):	€ 22.656,75	
B.4 Imprevisti:	€ 17.958,03	
TOTALE SOMME A DISPOSIZIONE DELL'AMM.NE:	<u>€ 196.000,00</u>	€ 196.000,00

**TOTALE INTERVENTO:** € 720.000,00