COMUNE DI SANTA MARGHERITA LIGURE

Provincia di Genova

EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DEL PALAZZO DEL MUNICIPIO MEDIANTE INTERVENTI SULL'INVOLUCRO EDILIZIO, SUGLI IMPIANTI TERMICI E SISTEMI BACS, CON INTEGRAZIONE DELLA PRODUZIONE DA FONTE RINNOVABILE TRAMITE AMPLIAMENTO DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

PROGRAMMA REGIONALE LIGURIA FESR 2021 – 2027

Azione 2.1.1 - Promozione dell'eco-efficienza e riduzione di consumi di energia primaria negli edifici e strutture pubbliche.

CUP: G54J26000690006

REVISIONE	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	APPROVATO
00	**29.05.2026**	**PRIMA EMISSIONE**	**LFA**	**LFA**
01	**22.07.2026**	**AGGIORNAMENTO A SEGUITO DELLA TEREBRAZIONE DEL POZZO GEOTERMICO**	**LFA**	**LFA**
02	**18.08.2026**	**REVISIONE PER VALIDAZIONE**	**LFA**	**LFA**
03	**24.09.2026**	**ALLINEAMENTO AL CRONOPROGRAMMA**	**LFA**	**LFA**

COMMITTENTE:

COMUNE DI SANTA MARGHERITA LIGURE

Piazza Giuseppe Mazzini n. 46, 16038 Santa Margherita Ligure GE

COD. INT. PROGETTO: 25053

FASE: **ESECUTIVO**

DISCIPLINA: **GENERALE**

STATO DI PROGETTO

COD. ELABORATO: **RTG**

ELABORATO:

RELAZIONE GENERALE TECNICO-DESCRITTIVA

IL COMMITTENTE	IL R.U.P.	IL PROGETTISTA DI DISCIPLINA	IL PROGETTISTA GENERALE
Timbro e firma	Timbro e firma	Timbro e firma	Timbro e firma

NABLA SYSTEMS ENGINEERING

Nabla S.r.l. | **società di ingegneria** | Kilometro Rosso, Via Stezzano n. 87 Bergamo BG | Via Val Di Scalve n. 100 Onore BG.
sede legale: Via Brusada n. 6, 24020 Gorno BG | p.iva / c.f. 04463010167 | rea BG 464779 | cap. soc. € 10.000,00 i.v.
www.nablaengineering.com | info@nablasrl.com | +39 0346 463038 / 334 358 2964 / 379 209 9069

analisi | **progettazione** | **consulenza** | **certificazione** | **assistenza** | **sviluppo**

Sommario

1 PREMESSA 4

2 OBIETTIVI 6

2.1 STRATEGIA DI RIQUALIFICAZIONE 7

3 DESCRIZIONE GENERALE DELLO STATO DI FATTO 9

3.1 LOCALIZZAZIONE E CARATTERISTICHE DEL SITO 9
3.1.1 Anagrafica geografica del comune 9
3.1.2 Dati di progetto invernale ed estivo 10
3.1.3 Dati climatici del sito 10
3.2 DESCRIZIONE DELL'EDIFICIO 13
3.2.1 Elementi opachi 16
3.2.2 Elementi trasparenti 19
3.2.3 Impianti meccanici esistenti 21
3.2.4 Impianti elettrici esistenti 24

4 DESCRIZIONE DELLO STATO DI PROGETTO 26

4.1 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI ARCHITETTONICI 26
4.1.1 Isolamento copertura 26
STRATIGRAFIA 28
STRATIGRAFIA 29
4.1.2 Sostituzione dei serramenti 30
4.2 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI SULL'IMPIANTO MECCANICO 33
4.2.1 Descrizione generale 33
4.2.2 Intervento sul sottosistema di generazione 33
4.2.3 Intervento sui sistemi di emissione e distribuzione 38
4.2.4 Intervento sull'impianto idrico sanitario 42
4.3 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI SULL'IMPIANTO ELETTRICO 43
4.3.1 Intervento di termoregolazione e building automation dell'edificio 43
4.3.2 Intervento di incremento della produzione fotovoltaica 45
4.3.3 Intervento sull'impianto di illuminazione 47

5 ILLUSTRAZIONE DELLE RAGIONI DELLE SOLUZIONI SCELTE 48

5.1 RIDUZIONE DEI CONSUMI ENERGETICI E DEL FABBISOGNO ENERGETICO DELL'EDIFICIO 48
5.2 UTILIZZO DI MATERIALI ECOCOMPATIBILI 49
5.3 SISTEMI DI AUTOMAZIONE PER IL CONTROLLO, LA REGOLAZIONE E LA GESTIONE DEGLI IMPIANTI TECNOLOGICI DELL'EDIFICIO 50
5.4 INCREMENTO DELLA QUOTA DI ENERGIA DA FONTI RINNOVABILI 50
5.5 USO SOSTENIBILE DELLE RISORSE 51

6 RIEPILOGO DEI RISULTATI OTTENUTI 55

7 FATTIBILITA' AMBIENTALE 56

8 APPLICAZIONE DEI CRITERI AMBIENTALI MINIMI (CAM) 57

8.1.1 Gestione sostenibile del cantiere 58

9 RISPETTO DEI PRINCIPI DNSH 59

10 CONFORMITÀ URBANISTICA E REGIME DEI VINCOLI 61

10.1 AUTORIZZAZIONI E ITER AMMINISTRATIVO 61

11 INDAGINI TECNICHE PRELIMINARI NECESSARIE 64

11.1 INDAGINI GEOLOGICHE, GEOGNOSTICHE E IDROGEOLOGICHE 64
11.2 TEREBRAZIONE DEI POZZI E PROVE IN SITO 64
11.3 PROVE DI PORTATA, EMUNGIMENTO E RESTITUZIONE 65
11.4 ANALISI QUALITATIVE DELL'ACQUA 65

11.5 VALUTAZIONI TERMICHE DELLA FALDA 66
11.6 VERIFICHE AUTORIZZATIVE E COMPATIBILITÀ CON IL VINCOLO 66
11.7 COMPETENZE 66

12 INQUADRAMENTO NORMATIVO DI RIFERIMENTO 67

13 OBIETTIVI DI SVILUPPO SOSTENIBILE PERSEGUITI 69

13.1 SDG 7 – ENERGIA PULITA E ACCESSIBILE 69
13.2 SDG 11 – CITTÀ E COMUNITÀ SOSTENIBILI 69
13.3 SDG 12 – CONSUMO E PRODUZIONE RESPONSABILI 69
13.4 SDG 13 – LOTTA CONTRO IL CAMBIAMENTO CLIMATICO 70
13.5 SDG 6 – ACQUA PULITA E SERVIZI IGIENICO-SANITARI 70

14 CRONOPROGRAMMA DELLE FASI ATTUATIVE 71

15 SICUREZZA DEL CANTIERE 73

16 ASPETTI ECONOMICI E FINANZIARI 74

16.1 COMPUTO METRICO E ADEGUAMENTO PREZZI 74
16.2 QUADRO ECONOMICO 75
16.3 FINANZIAMENTO DELL'INTERVENTO 76

17 DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA STATO DI FATTO 77

1 PREMESSA

La presente relazione tecnica costituisce parte integrante del **progetto esecutivo** relativo agli interventi di ammodernamento, riqualificazione ed efficientamento degli impianti tecnologici a servizio del **Palazzo Comunale di Santa Margherita Ligure**, sito in **Piazza Giuseppe Mazzini n. 46**.

Gli interventi previsti sono finalizzati al miglioramento delle prestazioni energetiche dell'edificio, all'incremento dell'affidabilità e dell'efficienza dei sistemi impiantistici, nonché alla razionalizzazione della gestione energetica del complesso edilizio. Le opere in progetto perseguono la riduzione dei consumi di energia primaria, il contenimento delle emissioni climalteranti e l'adeguamento dei sistemi installati ai requisiti tecnici e normativi applicabili alla fase esecutiva.

Il progetto esecutivo sviluppa e dettaglia le soluzioni già individuate in sede di **Progetto di Fattibilità Tecnico-Economica**, precisandone le caratteristiche tecniche, dimensionali, prestazionali ed esecutive, al fine di consentire la completa definizione delle lavorazioni, delle forniture, delle modalità di posa in opera, dei controlli e delle verifiche funzionali.

L'intervento è stato candidato, nella precedente fase progettuale, al finanziamento previsto dal **Programma Regionale FESR Liguria 2021–2027**, con riferimento all'**Obiettivo Specifico 2.1 "Promuovere l'efficienza energetica e ridurre le emissioni di gas a effetto serra"** e all'**Azione 2.1.1 "Promozione dell'eco-efficienza e riduzione dei consumi di energia primaria negli edifici e strutture pubbliche"**.

Alla data di redazione della presente relazione, l'eventuale concessione del contributo non risulta assunta quale presupposto certo del progetto. Pertanto, i riferimenti al bando sono riportati esclusivamente quale quadro programmatico e prestazionale entro cui sono stati impostati gli interventi di efficientamento energetico, fermo restando che la progettazione esecutiva è redatta in conformità agli obiettivi tecnici dell'Amministrazione e alla normativa vigente applicabile.

Gli interventi previsti riguardano i sistemi impiantistici dell'edificio e sono orientati al conseguimento di un miglioramento significativo delle prestazioni energetiche complessive, mediante l'adozione di soluzioni tecniche volte a ridurre i fabbisogni energetici, migliorare il rendimento degli impianti, ottimizzare la regolazione e la gestione dei sistemi e garantire condizioni di esercizio più efficienti e controllabili.

Il bando FESR Liguria 2021–2027, per i Comuni della Regione Liguria con popolazione fino a 40.000 abitanti, prevede, secondo quanto assunto nella fase di candidatura, la possibilità di concessione di un contributo a fondo perduto pari al **70% della spesa ammissibile**, entro il limite massimo di **euro 1.000.000,00**. Tali condizioni dovranno in ogni caso essere verificate rispetto agli atti ufficiali di concessione del finanziamento e agli eventuali provvedimenti regionali successivi alla fase di presentazione della domanda.

Si precisa che il presente progetto esecutivo è stato sviluppato sulla base del quadro normativo vigente alla data di redazione e in continuità con il Progetto di Fattibilità Tecnico-Economica già predisposto per la candidatura dell'intervento al bando FESR Liguria 2021–2027. In particolare, le

valutazioni energetiche e le soluzioni progettuali sono state impostate anteriormente all'entrata in vigore del **D.M. 28 ottobre 2025**, recante aggiornamento della disciplina relativa alle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e ai requisiti minimi degli edifici, la cui operatività è prevista a decorrere dal **3 giugno 2026**. Fino al 2 giugno 2026 continuano ad applicarsi i requisiti stabiliti dal **D.M. 26 giugno 2015**, cosiddetto "Decreto Requisiti Minimi 2015".

2 OBIETTIVI

Nella fase di candidatura dell'intervento al bando **FESR Liguria 2021–2027**, tra i requisiti prestazionali assunti a riferimento per l'accesso al contributo sono stati considerati:

- conseguimento di un **risparmio di energia primaria globale EP_{gl} di almeno il 30%** rispetto alla configurazione ante operam;
- conseguimento di un **miglioramento di almeno una classe energetica** dell'edificio rispetto alla configurazione ante operam.

Tali requisiti costituiscono, per il presente progetto esecutivo, obiettivi prestazionali di riferimento per la definizione delle soluzioni tecniche previste, ferma restando la necessità di verifica finale sulla base degli elaborati energetici, delle simulazioni di calcolo e degli eventuali atti ufficiali di concessione del finanziamento.

Il progetto è finalizzato alla riqualificazione energetica del Palazzo Comunale, mediante interventi integrati sull'involucro edilizio e sugli impianti tecnologici, con l'obiettivo di ridurre i consumi energetici, migliorare le condizioni di comfort interno e incrementare la quota di energia prodotta o coperta da fonti rinnovabili.

L'indice $\mathbf{EP_{gl,tot}}$ rappresenta il fabbisogno complessivo di energia primaria dell'edificio, riferito ai servizi energetici presenti e considerati nel modello di calcolo. Esso comprende sia la quota di energia primaria non rinnovabile sia la quota di energia primaria rinnovabile necessarie al funzionamento dell'edificio e al mantenimento delle condizioni di comfort previste.

L'indice globale viene determinato considerando i contributi dei principali servizi energetici, secondo la seguente espressione:

$$\mathbf{EP_{gl\ tot} = EP_h + EP_w + EP_c + EP_v + EP_{ill} + EP_t}$$

In cui:

- EP_h: indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale;
- EP_w: indice di prestazione energetica per la produzione dell'acqua calda sanitaria;
- EP_c: indice di prestazione energetica per la climatizzazione estiva;
- EP_v: indice di prestazione energetica per la ventilazione;
- EP_{ill}: indice di prestazione energetica per l'illuminazione artificiale;
- EP_t: indice di prestazione energetica per il trasporto di persone o cose.

La verifica del risparmio energetico sarà effettuata confrontando il valore di $\mathbf{EP_{gl,tot}}$ dello stato ante operam con il corrispondente valore dello stato post operam, determinato a seguito degli interventi previsti in progetto. La riduzione percentuale sarà calcolata secondo la seguente relazione:

$$\mathbf{\Delta EP_{gl\ tot}(\%) = (EP_{gl,tot\ ANTE} - EP_{gl,tot\ POST}) * 100 / EP_{gl,tot\ ANTE}}$$

Il raggiungimento del requisito minimo di riduzione dell'energia primaria globale sarà verificato qualora il valore di $\mathbf{\Delta EP_{gl,tot}}$ risulti non inferiore al **30%**, secondo le condizioni e le modalità di calcolo previste dalla disciplina tecnica e amministrativa applicabile.

2.1 STRATEGIA DI RIQUALIFICAZIONE

Al fine di conseguire gli obiettivi prestazionali assunti a riferimento, il progetto esecutivo prevede un insieme coordinato di interventi sull'involucro edilizio e sugli impianti tecnologici, sviluppati secondo una logica integrata di riqualificazione energetica.

Gli interventi sull'involucro interessano principalmente la **copertura** e i **serramenti individuati come maggiormente critici**, con l'obiettivo di ridurre le dispersioni termiche nella stagione invernale e contenere i carichi termici nella stagione estiva. Le soluzioni tecniche previste dovranno garantire il rispetto dei requisiti prestazionali indicati negli elaborati di progetto, con particolare riferimento alle caratteristiche termoigrometriche, alla durabilità, alla compatibilità con l'edificio esistente e alle condizioni di posa.

I materiali e i componenti edilizi dovranno essere selezionati in coerenza con i requisiti tecnici, prestazionali e ambientali previsti dal progetto. In particolare, dovrà essere verificata la conformità ai **Criteri Ambientali Minimi applicabili** e, ove disponibile o richiesto dagli elaborati contrattuali, dovrà essere acquisita idonea documentazione ambientale di prodotto, comprese eventuali dichiarazioni ambientali, schede tecniche, certificazioni e documentazione relativa al ciclo di vita.

Sul versante impiantistico, il progetto prevede la sostituzione e l'ammodernamento dei sistemi esistenti mediante l'adozione di soluzioni ad alta efficienza. Gli interventi comprendono, in particolare, la realizzazione della nuova generazione termica, l'installazione di nuovi terminali di emissione, l'adeguamento o rifacimento delle reti di distribuzione e la produzione di acqua calda sanitaria mediante pompa di calore.

Sono inoltre previsti sistemi di termoregolazione, contabilizzazione, supervisione e building automation finalizzati al controllo dei consumi energetici, alla gestione da remoto degli impianti e all'ottimizzazione dei profili di funzionamento dell'edificio. Tali sistemi dovranno consentire la regolazione differenziata degli ambienti o delle zone funzionali, la programmazione degli orari di esercizio, il monitoraggio dei principali parametri di funzionamento e l'individuazione di eventuali anomalie gestionali o prestazionali.

L'adozione dei sistemi di regolazione e supervisione è finalizzata a conseguire i seguenti risultati prestazionali:

- riduzione dei consumi energetici mediante gestione ottimizzata degli impianti;
- miglioramento del comfort interno attraverso regolazione puntuale e differenziata delle condizioni ambientali;
- monitoraggio dei consumi e dei parametri di esercizio;
- possibilità di gestione e controllo da remoto mediante sistemi digitali e piattaforme dedicate;
- maggiore capacità di individuazione di anomalie, inefficienze o scostamenti rispetto alle condizioni di funzionamento previste.

Il progetto prevede inoltre il potenziamento dell'impianto fotovoltaico esistente, al fine di incrementare la quota di autoproduzione elettrica e migliorare la copertura dei fabbisogni elettrici connessi ai nuovi sistemi impiantistici, in particolare quelli alimentati da energia elettrica, quali pompe di calore, sistemi ausiliari, regolazione, supervisione e apparecchiature di controllo.

Nel complesso, gli interventi sono stati sviluppati per conseguire un miglioramento misurabile delle prestazioni energetiche dell'edificio, riducendo i fabbisogni di energia primaria, aumentando l'efficienza dei sistemi installati e migliorando la gestione operativa dell'immobile. La verifica definitiva dei risultati energetici sarà demandata agli elaborati di calcolo energetico allegati al progetto esecutivo e agli eventuali aggiornamenti richiesti dagli enti competenti o dal soggetto finanziatore.

3 DESCRIZIONE GENERALE DELLO STATO DI FATTO

Nel presente capitolo vengono fornite una descrizione della località in cui sorge l'edificio e un'analisi delle caratteristiche costruttive dell'edificio stesso.

3.1 LOCALIZZAZIONE E CARATTERISTICHE DEL SITO

L'edificio sorge nel centro abitato urbano di Santa Margherita Ligure, Città Metropolitana di Genova e viene utilizzato come sede municipale. Si riportano di seguito le caratteristiche della località:

- Comune **Santa Margherita Ligure (GE)**
- Indirizzo **Piazza Giuseppe Mazzini 46**
- Zona climatica **D**
- Periodo riscaldamento (DPR 412/93) **dal 1° novembre al 15 aprile**

Figura 1. Estratto aerofoto

3.1.1 Anagrafica geografica del comune

Comune	Santa Margherita Ligure		
Regione	Liguria	Provincia	(GE) Genova
Istat	10054	Cat. catastale	I225
Cap	16038		
Zona geografica	ITALIA SETTENTRIONALE CISPADANA		
Altezza s.l.m.	13		
Coordinate	Sessagesimali		
Latitudine	44 ° 20 ' 0,0000 ''		
Longitudine	9 ° 12 ' 0,0000 ''		

3.1.2 Dati di progetto invernale ed estivo

T esterna di progetto (UNI 12831)	0,0	°C	Velocità vento	0,80	m/s
Temperatura max estiva (UNI 13789)	32,9	°C	Direzione prevalente	NE	
Variazione temperatura max estiva	12,8	°C	Zona di vento	3	

3.1.3 Dati climatici del sito

I dati climatici rappresentano un elemento fondamentale nella selezione delle tecnologie per la climatizzazione degli edifici, con l'obiettivo di assicurare il comfort interno degli ambienti, ottimizzando al contempo l'efficienza energetica e la sostenibilità ambientale. Si riportano di seguito i dati principali.

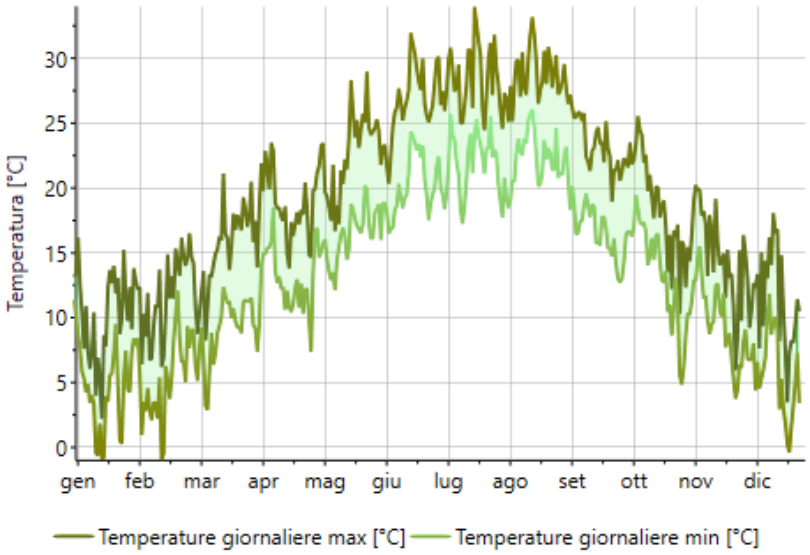
	Gh kWh/m²	Dh kWh/m²	Bn kWh/m²	Ta °C	Td °C	FF m/s
Gennaio	50	20	93	7,5	1,4	3,8
Febbraio	60	30	73	8,6	2	3,6
Marzo	122	47	147	12	4,9	3
Aprile	143	69	128	15,4	8,6	2,8
Mag	180	77	159	19,2	12,4	2,6
Giugno	200	85	179	23,2	16,7	2,2
Luglio	208	75	205	25,2	18,4	2,3
Agosto	177	73	169	25,1	18,6	2,3
Settembre	127	52	140	21,4	14,6	2,7
Ottobre	84	45	85	17,2	11,5	3,3
Novembre	49	26	65	12,5	6,8	3,7
Dicembre	39	21	61	8,9	2,6	3,8
Anno	1435	620	1506	16,4	9,9	3

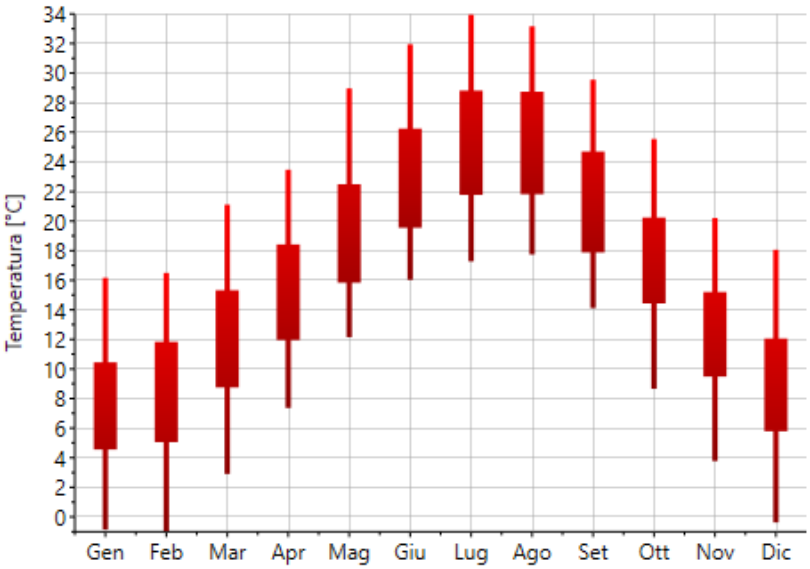
Figura 2. Tabella con dati mensili

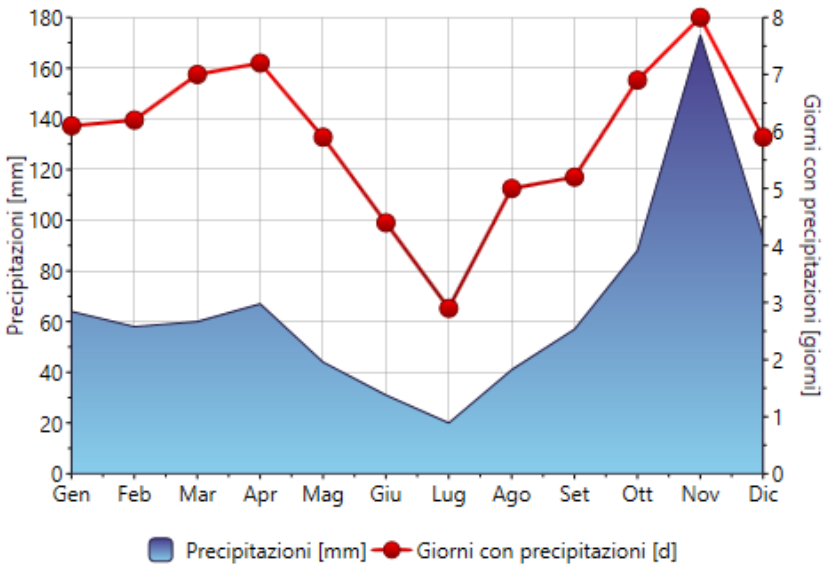
- **Gh (Global Horizontal Irradiance - Irradianza Globale Orizzontale) [kWh/m²]**
  È la quantità totale di radiazione solare ricevuta su una superficie orizzontale, comprendente sia la radiazione diretta che quella diffusa.
- **Dh (Diffuse Horizontal Irradiance - Irradianza Diffusa Orizzontale) [kWh/m²]**
  Rappresenta la parte della radiazione solare totale che arriva indirettamente, cioè diffusa dall'atmosfera e dalle nuvole, su una superficie orizzontale.
- **Bn (Direct Normal Irradiance - Irradianza Normale Diretta) [kWh/m²]**
  È la quantità di radiazione solare ricevuta in modo diretto su una superficie perpendicolare ai raggi solari.
- **Ta (Temperatura dell'Aria) [°C]**
  Indica la temperatura media dell'aria per ogni mese dell'anno.
- **Td (Temperatura di Rugiada) [°C]**

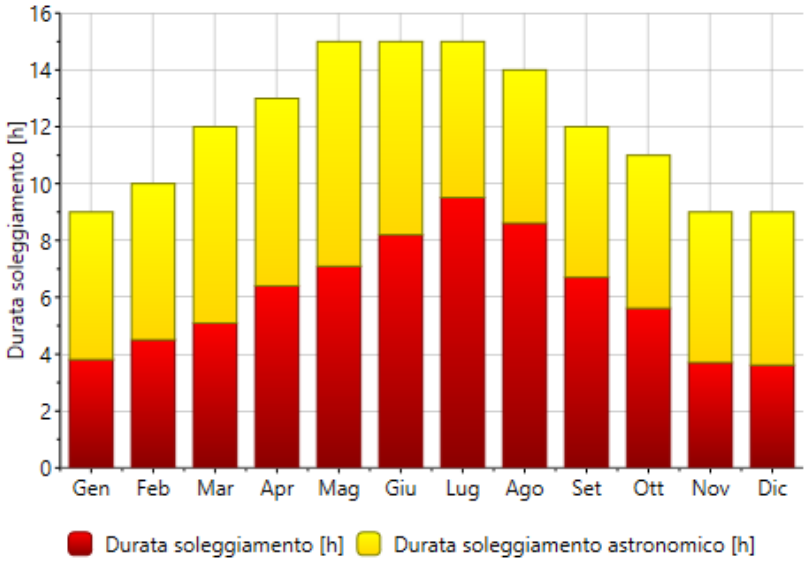
È la temperatura alla quale l'aria dovrebbe essere raffreddata affinché l'umidità relativa raggiunga il 100%, e si formi la condensazione.

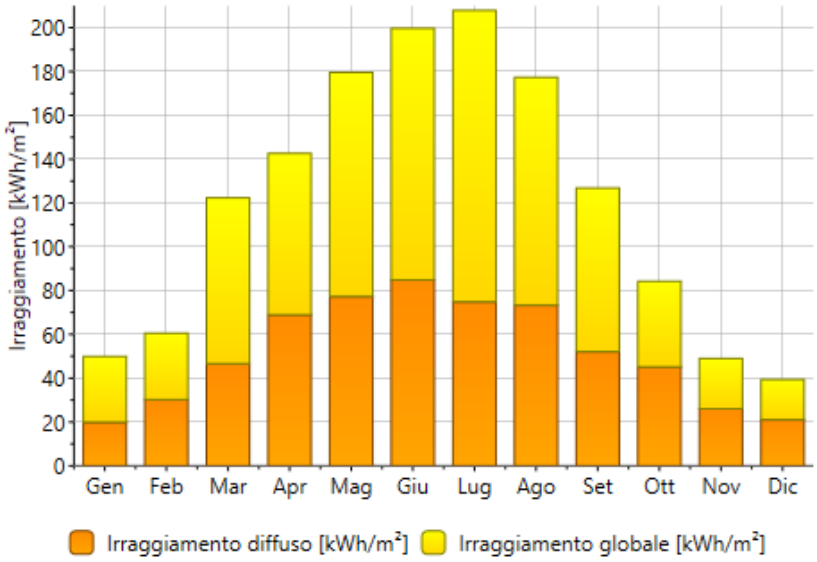
- **FF (Velocità del Vento) [m/s]**
  Indica la velocità media del vento per ogni mese dell'anno, utile per valutazioni sulla ventilazione naturale o l'impatto del vento sulle dispersioni termiche.






Precipitazioni [mm]
Giorni con precipitazioni [giorni]
Gen Feb Mar Apr Mag Giu Lug Ago Set Ott Nov Dic
Precipitazioni [mm]
Giorni con precipitazioni [d]


Durata soleggiamento [h]
Gen Feb Mar Apr Mag Giu Lug Ago Set Ott Nov Dic
Durata soleggiamento [h]
Durata soleggiamento astronomico [h]


Irraggiamento [kWh/m²]
Gen Feb Mar Apr Mag Giu Lug Ago Set Ott Nov Dic
Irraggiamento diffuso [kWh/m²]
Irraggiamento globale [kWh/m²]

3.2 DESCRIZIONE DELL'EDIFICIO

L'immobile si sviluppa su quattro piani fuori terra, libero su 4 lati, a pianta sostanzialmente quadrata ed è situato nel centro urbano. La tipologia costruttiva è del tipo a murature portanti, con tutta probabilità in pietra e mattoni. La copertura è sostanzialmente piana, in parte vetrata e in parte costituita da struttura in laterizio. Gli infissi sono in alluminio doppio vetro, non di nuova generazione. Gli ambienti interni presentano altezze significative e sono talvolta presenti controsoffittature e soppalchi.

Figura 3. Foto esterna ingresso

Figura 4. Aerofoto

L'accesso principale avviene dal piano terra, rialzato di circa **70 cm** rispetto al piano campagna. Dall'ingresso si accede a un vestibolo di distribuzione collegato al vano scala, all'ascensore e agli uffici del piano. Analogo schema distributivo è presente al piano primo, mentre ai piani secondo e terzo gli uffici sono distribuiti mediante corridoio con sviluppo a ferro di cavallo.

Nel 2023 una porzione del corridoio del secondo piano è stata incorporata negli uffici adiacenti; tale modifica non risulta rilevante ai fini delle valutazioni energetiche e impiantistiche del presente progetto.

Il vano scala principale è collocato lungo il lato ovest e si sviluppa per l'intera altezza dell'edificio. Al piano terra, sul fronte sud, è presente il locale tecnico destinato alla centrale termica.

L'immobile presenta una superficie utile complessiva di circa **2.122 m²**, distribuita in circa **500–600 m² per piano**, e un volume complessivo pari a circa **11.172 m³**. Le planimetrie dell'edificio sono riportate negli elaborati grafici di progetto.

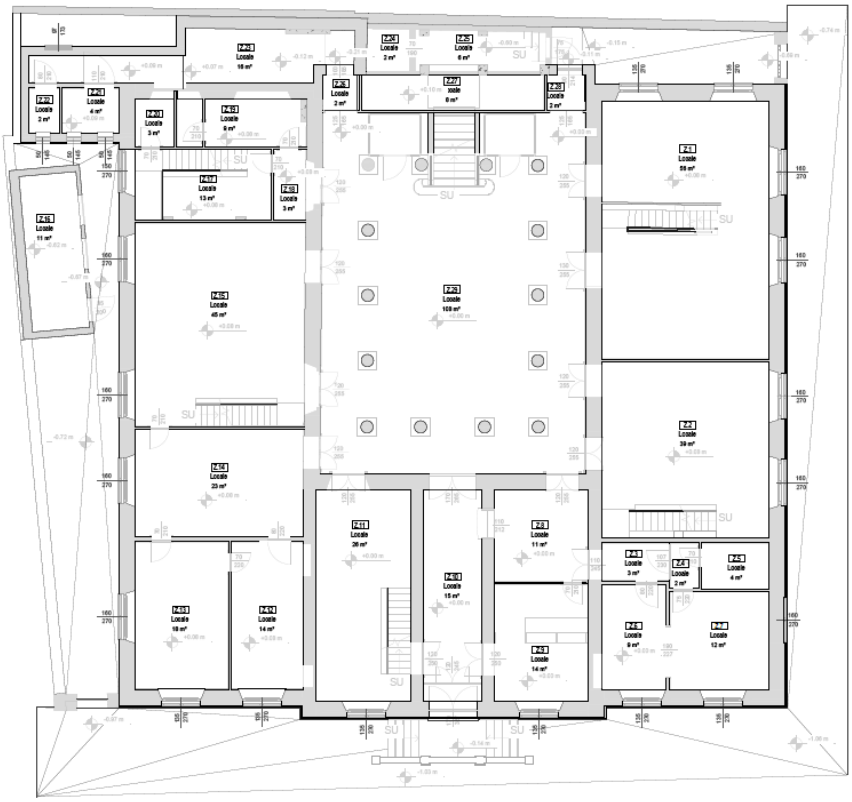


Figura 5: Pianta piano terra

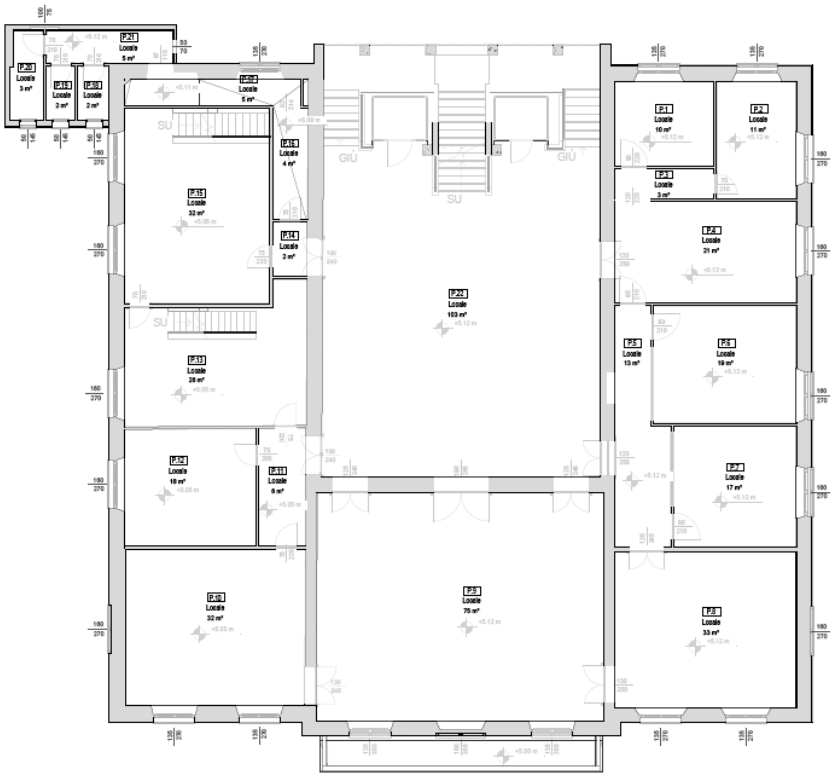


Figura 6: Pianta piano primo

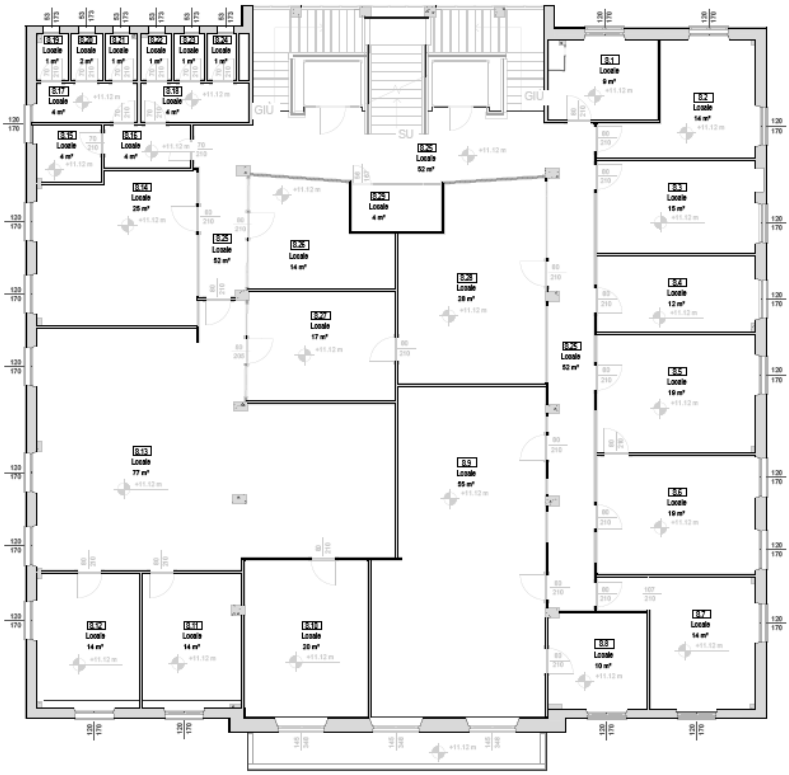


Figura 7: Pianta piano secondo

Figura 8: Pianta piano terzo

3.2.1 Elementi opachi

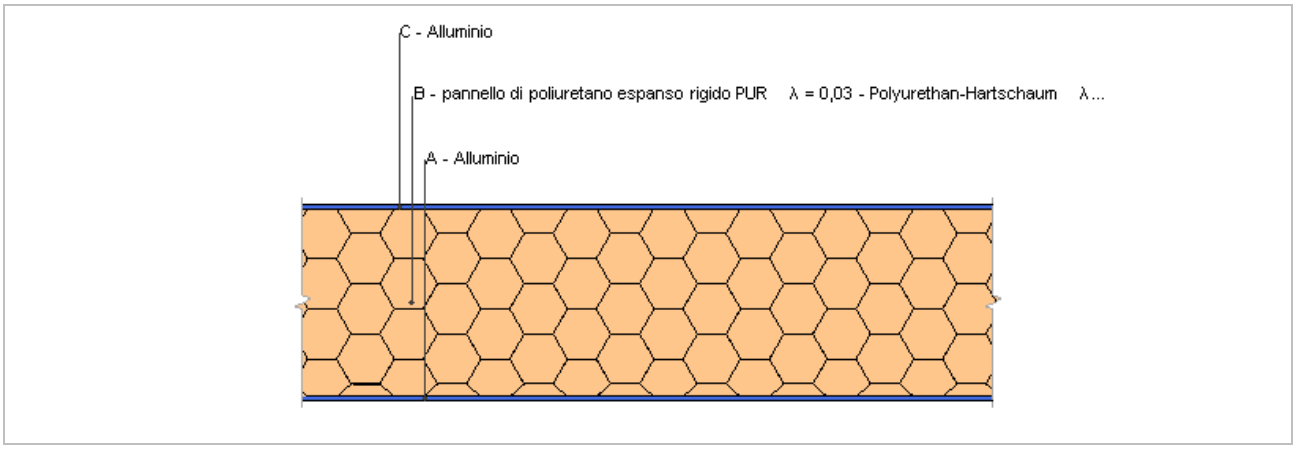
Le pareti perimetrali dell'edificio sono realizzate in muratura tradizionale, costituita prevalentemente da mattoni pieni e pietra. Tali caratteristiche costruttive, tipiche degli edifici storici, determinano prestazioni termiche non particolarmente elevate, con valori di trasmittanza termica stimati compresi tra 1,0 e 1,5 W/m²K, variabili in funzione dello spessore murario e della specifica composizione stratigrafica delle pareti. Per quanto riguarda invece la copertura del terzo piano, essa risulta attualmente dotata di un livello di coibentazione limitato ma comunque presente. L'analisi ha evidenziato la presenza di due differenti stratigrafie, riconducibili a distinte tipologie costruttive strutturali, che caratterizzano le diverse porzioni della copertura. La porzione centrale è realizzata con una struttura a secco, costituita da un sistema di travi e pilastri metallici, su cui è posato un pannello sandwich prefabbricato.

Tale pannello integra uno strato isolante in poliuretano espanso dello spessore di circa 5 cm, che garantisce un primo livello di isolamento termico, sebbene non adeguato agli standard prestazionali attuali. Le porzioni laterali della copertura presentano invece una configurazione differente, essendo costituite da una soletta in calcestruzzo riconducibile a un sistema strutturale a telaio in cemento armato. Anche in questo caso, al di sopra della struttura portante è presente un pannello sandwich analogo a quello della parte centrale, con uno strato isolante in poliuretano espanso dello spessore di circa 5 cm. Nel complesso, quindi, pur in presenza di una coibentazione esistente, questa risulta limitata e non uniforme dal punto di vista strutturale, evidenziando margini di miglioramento in termini di prestazioni energetiche. In particolare, la trasmittanza termica delle stratigrafie esistenti è stimabile intorno a 0,5 W/m²K, valore che risulta elevato se confrontato con gli standard attuali richiesti per edifici efficienti. Tale prestazione indica una importante dispersione termica attraverso l'involucro superiore. La copertura rappresenta infatti una delle superfici maggiormente disperdenti dell'edificio, essendo direttamente esposta all'ambiente esterno e soggetta a significativi sbalzi termici sia in regime invernale che estivo.

Per edifici oggetto di riqualificazione energetica, i valori di trasmittanza raccomandati per le coperture sono generalmente inferiori a 0,20–0,25 W/m²K, quindi più che dimezzati rispetto alla situazione attuale. Questo perché la copertura incide in maniera rilevante sulle dispersioni complessive: l'aria calda tende naturalmente a salire (moti convettivi), concentrando le perdite proprio verso l'alto durante il periodo invernale, mentre in estate la copertura è la principale superficie esposta all'irraggiamento solare diretto. Per questi motivi, la copertura risulta uno degli elementi prioritari su cui intervenire, in quanto un miglioramento significativo delle sue prestazioni consente di ottenere benefici immediati sia in termini di riduzione dei consumi energetici sia di comfort interno.

Di seguito si riportano in maniera dettagliata le stratigrafie delle due tipologie di copertura individuate, unitamente alla loro localizzazione planimetrica all'interno dell'edificio, al fine di fornire un quadro completo dello stato di fatto.

COP02 – COPERTURA SU STRUTTURA METALLICA



Spessore	52,0 mm	Trasmittanza	0,554 W/m²K
Resistenza	1,807 m²K/W	Massa superf.	7 kg/m²

	Descrizione	Spessore s	Conduttività λ	Resistenza R	Densità ρ	Capacità C	Fattore μu
		mm	W/(mK)	m²K/W	Kg/m³	kJ/(kgK)	-
	Adduttanza interna (flusso verticale ascendente)	-	-	0,100	-	-	-
A	Alluminio	1,0	220,000	0,000	2 700	0,23	999 999,0
B	pannello di poliuretano espanso rigido PUR	50,0	0,030	1,667	40	1,26	60,0
C	Alluminio	1,0	220,000	0,000	2 700	0,23	999 999,0
	Adduttanza esterna (flusso verticale ascendente)	-	-	0,040	-	-	-
	TOTALE	52,0		1,807			

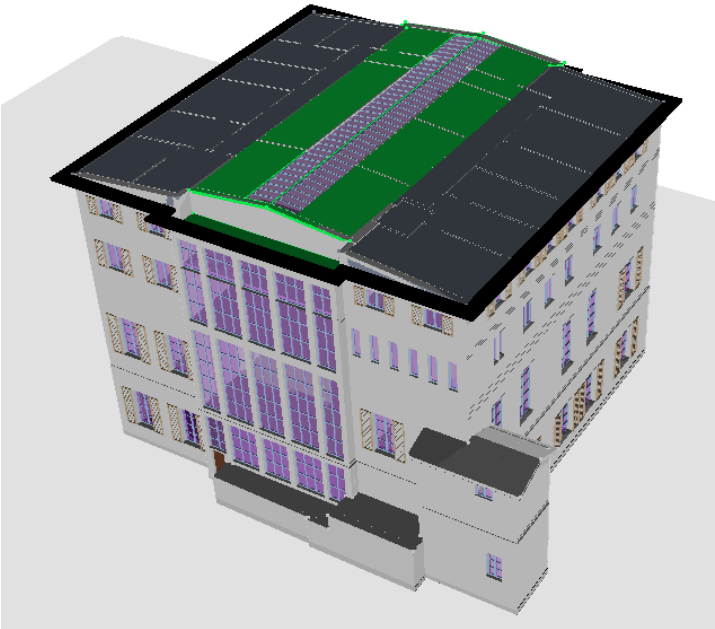
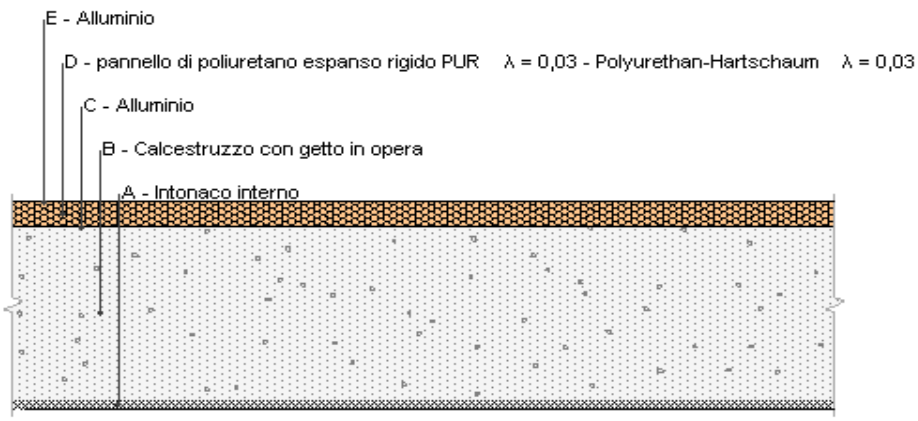


Figura 9: Individuazione COP01 nel modello energetico

COP03 – COPERTURA SU STRUTTURA IN CALCESTRUZZO



Spessore	422,0 mm	Trasmittanza	0,495 W/m²K
Resistenza	2,019 m²K/W	Massa superf.	672 kg/m²

	Descrizione	Spessore s	Conduttività λ	Resistenza R	Densità ρ	Capacità C	Fattore μu
		mm	W/(mK)	m²K/W	Kg/m³	kJ/(kgK)	-
	Adduttanza interna (flusso verticale ascendente)	-	-	0,100	-	-	-
A	Intonaco interno	20,0	0,700	0,029	1 400	1,00	11,1
B	Calcestruzzo con getto in opera	350,0	1,900	0,184	1 900	0,88	3,3
C	Alluminio	1,0	220,000	0,000	2 700	0,23	999 999,0
D	Pannello di poliuretano espanso rigido PUR	50,0	0,030	1,667	40	1,26	60,0
E	Alluminio	1,0	220,000	0,000	2 700	0,23	999 999,0
	Adduttanza esterna (flusso verticale ascendente)	-	-	0,040	-	-	-
	TOTALE	422,0		2,019			

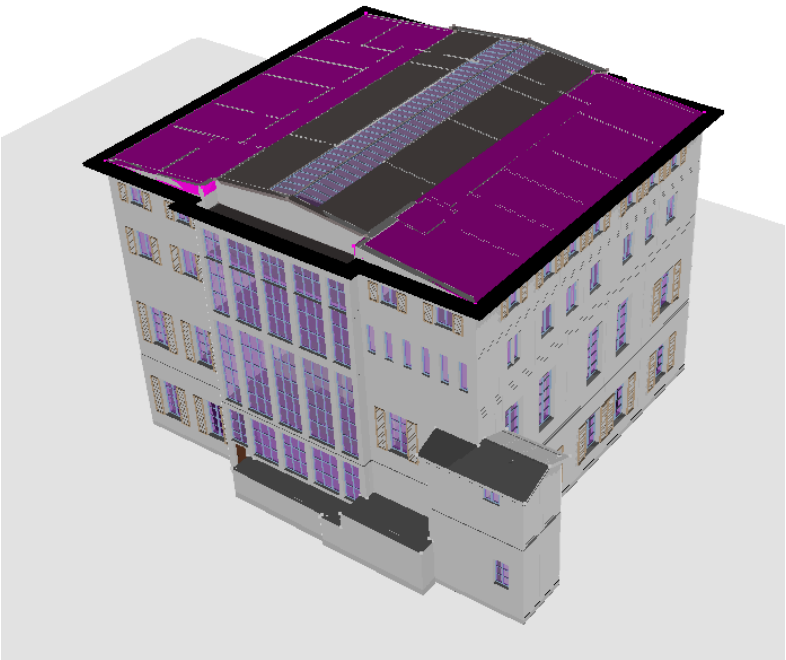


Figura 10: Individuazione COP02 nel modello energetico

3.2.2 Elementi trasparenti

I serramenti presenti nell'edificio oggetto di analisi sono prevalentemente realizzati in alluminio con vetrocamera (doppio vetro), una soluzione costruttiva che garantisce buona durabilità, resistenza agli agenti atmosferici e una discreta stabilità nel tempo. Tuttavia, è necessario distinguere tra i diversi livelli dell'edificio, in quanto parte dei serramenti è stata oggetto di interventi di riqualificazione relativamente recenti.

In particolare, i serramenti del piano terra e del piano primo sono stati sostituiti nel 2019 con nuovi elementi in alluminio dotati di vetrocamera. Tali infissi, pur mantenendo la stessa tipologia materica (alluminio), risultano progettati secondo standard più aggiornati, verosimilmente con profili a taglio termico più performanti e vetri migliorati rispetto alle generazioni precedenti. Di conseguenza, la trasmittanza termica complessiva di questi serramenti (Uw) può essere considerata conforme ai limiti normativi vigenti all'epoca dell'intervento, risultando non superiore a circa 1,8 W/m²K, valore significativamente inferiore rispetto a quello dei serramenti più datati.

Diversa è invece la situazione per i restanti livelli dell'edificio, in particolare per il secondo piano e per la copertura del terzo piano, dove si riscontra la presenza di serramenti presumibilmente originali o comunque antecedenti all'intervento del 2019. In questi casi, pur essendo presenti profili in alluminio con taglio termico e vetrocamera, le prestazioni risultano inferiori rispetto agli standard attuali. L'alluminio, infatti, è un materiale caratterizzato da un'elevata conducibilità termica, con valori medi compresi tra 160 e 200 W/mK. Il taglio termico riduce sensibilmente la trasmissione del calore, ma nei serramenti di vecchia generazione tale soluzione risulta meno efficace rispetto alle tecnologie più recenti, sia per la minore qualità dei materiali isolanti utilizzati sia per le geometrie meno evolute dei profili. Di conseguenza, la trasmittanza termica dei serramenti più datati può attestarsi indicativamente tra 2,5 e 3,5 W/m²K, con un impatto negativo sul comportamento energetico complessivo dell'edificio.

Le inefficienze dei serramenti più datati, anche se dotati di taglio termico, possono essere attribuite a diversi fattori. In primo luogo, la tecnologia costruttiva risulta superata rispetto agli standard attuali: i profili presentano interruzioni termiche meno performanti e vetri spesso privi di trattamenti basso-emissivi o riempimenti con gas nobili. Inoltre, con il passare del tempo, le guarnizioni possono aver subito fenomeni di usura, compromettendo la tenuta all'aria e favorendo infiltrazioni indesiderate.

Un aspetto particolarmente rilevante riguarda la presenza di superfici finestrate di grandi dimensioni. Nell'edificio si osservano infatti aperture molto ampie, soprattutto in corrispondenza del vano scale e nella copertura del terzo piano. Queste soluzioni architettoniche favoriscono un'elevata illuminazione naturale degli ambienti interni e contribuiscono alla qualità spaziale, ma al tempo stesso rappresentano elementi critici sotto il profilo energetico. Le ampie vetrate, infatti, incrementano la superficie disperdente dell'involucro edilizio, determinando maggiori perdite di calore durante la stagione invernale e potenziali surriscaldamenti nel periodo estivo.

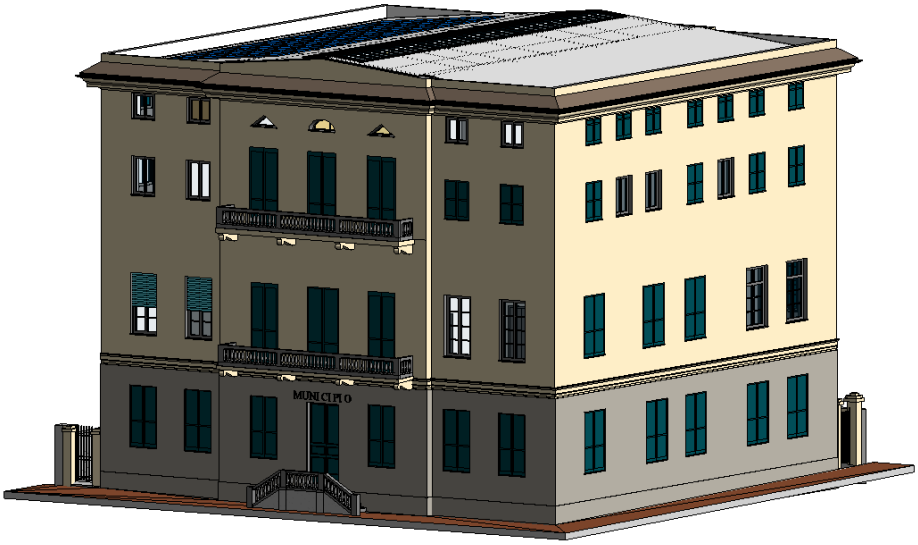


Figura 11:Prospetti Est e Nord

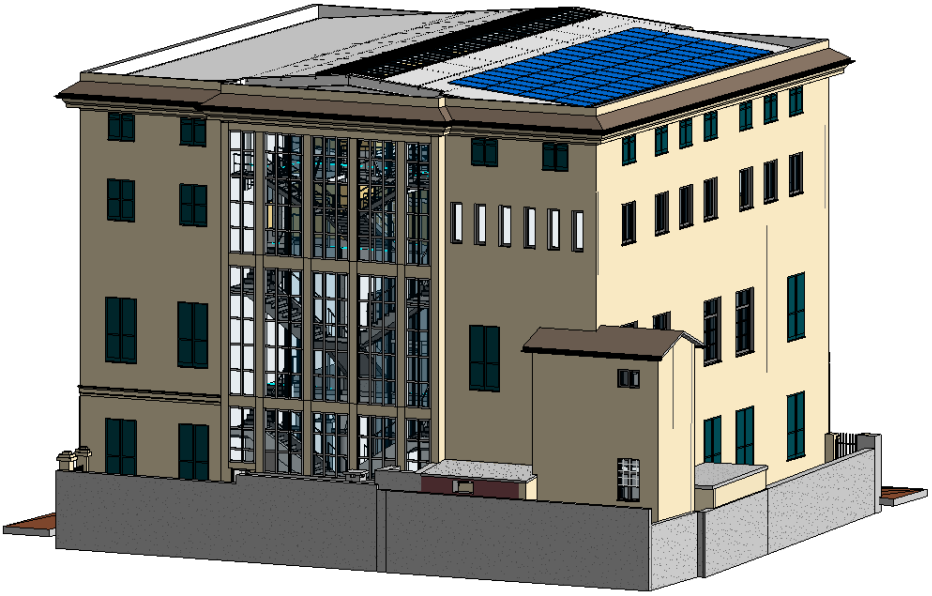


Figura 12: Prospetti Ovest e Sud

Un ulteriore elemento critico è rappresentato dalla possibile presenza di ponti termici nei nodi di collegamento tra serramento e struttura muraria. Nei serramenti più datati, la posa in opera difficilmente prevedeva sistemi avanzati di isolamento del giunto, con conseguente discontinuità dell'involucro termico. Questo può portare non solo a dispersioni energetiche, ma anche a fenomeni di condensazione superficiale, soprattutto nelle zone più esposte come il vano scale.

Infine, il vetrocamera dei serramenti più vecchi potrebbe aver perso parte delle proprie prestazioni originarie. In assenza di sigillature perfettamente integre, infatti, l'intercapedine può subire infiltrazioni di aria o umidità, riducendo l'efficacia isolante e talvolta causando fenomeni di appannamento interno.

In sintesi, mentre i serramenti del piano terra e del piano primo, già sostituiti, garantiscono prestazioni termiche adeguate e coerenti con i requisiti normativi recenti, i restanti infissi presentano caratteristiche di maggiore criticità. Tali aspetti risultano ulteriormente amplificati dalla presenza di superfici vetrate molto estese, che incidono in maniera significativa sul bilancio energetico complessivo dell'edificio.

Queste superfici trasparenti, se da un lato garantiscono un elevato apporto di luce naturale e contribuiscono alla qualità architettonica degli spazi, dall'altro possono costituire un punto critico dal punto di vista energetico. Le ampie vetrate, infatti, aumentano la superficie disperdente dell'involucro, favorendo le perdite di calore nei mesi invernali e i guadagni termici indesiderati durante il periodo estivo.

3.2.3 Impianti meccanici esistenti

L'edificio risulta interamente riscaldato; la climatizzazione estiva è invece limitata ai piani secondo e terzo. La generazione termica invernale avviene attraverso una caldaia ad aria soffiata, mentre il raffrescamento estivo dei piani interessati è garantito da un chiller aria-acqua.

Figura 13. Targa della caldaia esistente

Figura 14. Locale centrale termica

La centrale termica è costituita da una caldaia pressurizzata ad aria soffiata a gas metano di rete del marchio Riello, modello 3500 - S290 installata nel 1996, di potenza termica utile pari a 335,5 kW con potenza al focolare di 370,3 kW, ovvero con un rendimento nominale poco superiore al 90%.
La circolazione del fluido termovettore (acqua) è garantita da una pompa elettronica di nuova generazione Grundfos Magna 3 ; di recente è stato installato un defangatore sul ritorno dell'impianto. Il sistema opera con una temperatura di mandata fissa di circa 70°C ed è attivo dalle 6:00 alle 17:00.

Il sottosistema di distribuzione è suddiviso in due sezioni: la prima alimenta il piano terra e il primo piano, serviti da radiatori; la seconda fornisce i piani secondo e terzo, dotati di ventilconvettori.

Il gruppo frigorifero al servizio dei piani raffrescati è un refrigeratore condensato ad aria con Inverter e compressore scroll di marca Daikin (modello EWAQ040BAWP), con ciclo a fluido refrigerante R410A, installato nel 2014.

Il modello EWAQ040 è un chiller inverter raffreddato ad aria prodotto da Daikin, progettato per applicazioni di climatizzazione e processi industriali. Questo modello offre una capacità di raffreddamento nominale di 43,4 kW e massima di 51,4 kW. L'unità raggiunge un EER (Indice di Efficienza Energetica) di 2,95 e un ESEER (Indice di Efficienza Stagionale) di 4,19. Questo modello di macchina non funziona come pompa di calore, quindi non è in grado di fornire riscaldamento. La distribuzione del fluido termovettore avviene attraverso una unità idronica a bordo del chiller.

Figura 15. Targa del gruppo frigo esistente

Figura 16. Gruppo frigo

L'impianto di alimentazione dei radiatori è stato presumibilmente installato negli anni Settanta e presenta una distribuzione a colonne in acciaio nero; l'impianto è stato realizzato sottotraccia. Non è possibile verificare il grado di isolamento, ma si presume sia limitato o assente.

Le colonne dei piani secondo e terzo, invece, sono di installazione più recente, risalente indicativamente agli anni Duemila. Queste si sviluppano dalla centrale termica fino ai piani superiori lungo la facciata ovest dell'edificio e sono isolate con materiale elastomerico, rivestito da lamierino in alluminio per le parti esterne. Internamente l'impianto è realizzato in controsoffitti, cavedi e in parte sottotraccia.

Nella stagione invernale per entrambe le sezioni d'impianto la circolazione del fluido è garantita dalla pompa al servizio della caldaia.

Per quanto riguarda i terminali di emissione, sono presenti due principali tipologie: radiatori al piano terra e primo, e ventilconvettori ai piani secondo e terzo. Fanno eccezione i bagni, dove i radiatori sono installati su tutti i livelli.

I radiatori sono prevalentemente in ghisa, installati con tutta probabilità negli anni Settanta salvo alcuni ambienti dove sono stati integrati con elementi in acciaio o alluminio più recenti.

Figura 17. Radiatori in ghisa

Figura 18. Radiatori in alluminio

Figura 19. Radiatori in acciaio

I ventilconvettori sono del tipo a tre velocità, prevalentemente a vista, installati attorno all'anno Duemila.

Figura 20. Fan-coil a pavimento

Figura 21. Fan-coil a parete

Figura 22. Fan-coil a soffitto

Sono inoltre presenti alcuni uffici che risultano serviti da sistemi a espansione diretta (split), dotati di unità interne ed esterna dedicata. Questa tipologia impiantistica consente una gestione puntuale delle condizioni termoigrometriche nei singoli ambienti, garantendo un buon livello di comfort soprattutto nei periodi più caldi, ma con prestazioni che dipendono fortemente dall'efficienza delle macchine installate e dalle modalità di utilizzo.

La termoregolazione invernale dei piani è disomogenea. La maggior parte dei radiatori vede una termoregolazione di centrale, senza controllo locale. In alcuni casi sono presenti valvole termostatiche per la regolazione ambiente.

I ventilconvettori sono dotati di comando a tre velocità a parete, con la possibilità di alzare localmente il set-point; tali comandi hanno soltanto la funzione di controllare il ventilatore del terminale, mentre la circolazione di acqua è continua.

Figura 23. Regolatore di centrale con orari di funzionamento

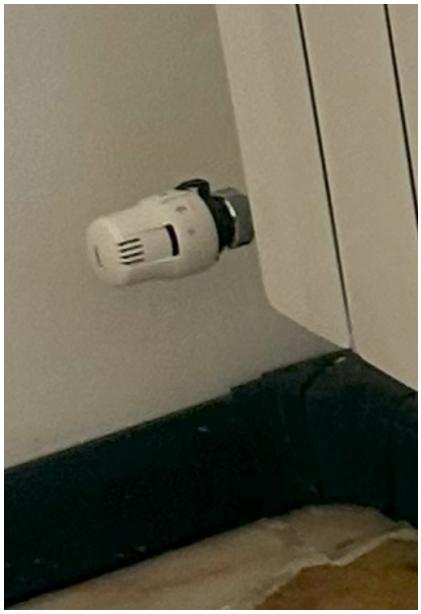


Figura 24. Valvola termostatica su radiatore

Figura 25. regolatore tipo ventilconvettori

3.2.4 Impianti elettrici esistenti

Si rileva la presenza di un impianto fotovoltaico installato in copertura, costituito da 72 moduli aventi una potenza unitaria pari a 235 W, per una potenza complessiva installata di 16,92 kWp.
Tale sistema rappresenta un elemento positivo in termini di produzione di energia da fonte rinnovabile, contribuendo alla riduzione dei consumi elettrici prelevati dalla rete.
Per quanto riguarda l'impianto di illuminazione risultano essere installate luci prevalentemente a LED ma non risultano installati sistemi di controllo automatico basati su sensori di presenza o di luminosità.
L'accensione e lo spegnimento delle luci avvengono esclusivamente in modo manuale, senza alcuna regolazione in funzione dell'effettivo utilizzo degli ambienti. Ciò comporta che le luci rimangano frequentemente accese anche in assenza di occupanti, in particolare nelle aree di servizio quali bagni, corridoi e spazi comuni.
Questa modalità di gestione determina un utilizzo non ottimizzato dell'energia elettrica, con conseguenti sprechi che incidono negativamente sull'efficienza complessiva dell'edificio. L'assenza di sistemi automatici di controllo impedisce inoltre di sfruttare in modo efficace l'eventuale apporto di luce naturale, mantenendo attiva l'illuminazione artificiale anche quando non necessario.

Figura 26: Lampade LED esistenti

Figura 27: Impianto fotovoltaico esistente

4 DESCRIZIONE DELLO STATO DI PROGETTO

Il progetto esecutivo prevede la riqualificazione energetica del Palazzo Comunale mediante un insieme coordinato di interventi sull'involucro edilizio e sugli impianti tecnologici.
Le opere previste sono finalizzate alla riduzione dei consumi energetici, al miglioramento delle prestazioni complessive dell'edificio e all'incremento dell'efficienza dei sistemi impiantistici, garantendo condizioni di comfort interno coerenti con la destinazione d'uso degli ambienti.
Gli interventi sono stati definiti con l'obiettivo di conseguire un miglioramento della classe energetica dell'immobile e una riduzione dell'indice di prestazione energetica globale, secondo quanto verificato negli elaborati energetici allegati al progetto.
In particolare, sono previste le seguenti opere:

- sostituzione dell'attuale sistema di generazione con **pompe di calore geotermiche ad acqua di falda** ad alta efficienza;
- sostituzione dei generatori elettrici per la produzione di acqua calda sanitaria con **sistemi dedicati in pompa di calore**;
- integrazione e potenziamento dell'**impianto fotovoltaico** esistente;
- installazione di sistemi evoluti di **termoregolazione**, con logiche di controllo PID, supervisione e gestione da remoto;
- interventi sull'involucro edilizio, comprendenti l'**isolamento interno della copertura**;
- sostituzione degli infissi del vano scala con nuovi serramenti a elevate prestazioni termiche;
- realizzazione di un sistema di **doppio serramento isolato** in corrispondenza dei lucernari, mediante pannelli certificati in policarbonato;
- implementazione di sistemi per il controllo e la riduzione dei consumi elettrici, tra cui sensori di presenza per la gestione dell'illuminazione dei servizi igienici.

Gli interventi sopra indicati sono sviluppati nei successivi paragrafi e negli elaborati specialistici di progetto, nei quali sono definite le caratteristiche tecniche, prestazionali ed esecutive delle singole lavorazioni.

4.1 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI ARCHITETTONICI

4.1.1 Isolamento copertura

In fase di sviluppo del progetto esecutivo sono state valutate le possibili modalità di miglioramento delle prestazioni energetiche dell'involucro edilizio, con particolare riferimento alle chiusure verticali e alla copertura. Per quanto riguarda le pareti perimetrali, non è previsto l'inserimento di sistemi di isolamento termico. L'adozione di un isolamento esterno non risulta compatibile con i vincoli di tutela dell'edificio, in quanto comporta modifiche dell'aspetto architettonico delle facciate. Anche l'ipotesi di isolamento dall'interno delle pareti verticali non è stata adottata, in ragione dell'elevata invasività dell'intervento, della presenza di uffici, arredi, archivi e attrezzature, della riduzione delle superfici utili e delle possibili criticità termoigrometriche nei nodi costruttivi.

Alla luce di tali valutazioni, il progetto concentra gli interventi migliorativi sugli elementi dell'involucro maggiormente compatibili con le condizioni dell'edificio e con l'operatività degli uffici, individuando nella copertura una componente significativa ai fini della riduzione delle dispersioni termiche. Le superfici di copertura interessate rappresentano complessivamente circa il **16,20%** della superficie disperdente totale dell'edificio, come riportato nella seguente tabella.

Elemento	Superficie [m²]	Superficie totale disperdente [m²]	Incidenza
COP02 - Copertura inclinata	162,42	2941,12	5,52%
COP03 - Copertura inclinata	313,98		10,68%
		Incidenza totale	**16,20%**

Rispetto alla soluzione ipotizzata nella precedente fase di PFTE, che prevedeva il rifacimento della copertura con intervento dall'esterno, il progetto esecutivo prevede l'esecuzione dell'isolamento **dall'interno**. Tale scelta consente di limitare le interferenze con le condizioni architettoniche dell'edificio, ridurre le criticità logistiche di cantiere e rendere l'intervento maggiormente compatibile con la continuità delle attività amministrative.

L'intervento consiste nell'applicazione, all'intradosso della copertura, di un sistema di isolamento termico realizzato secondo le stratigrafie e le modalità esecutive riportate negli elaborati grafici e specialistici di progetto. La soluzione migliora la prestazione termica dell'elemento opaco di copertura, riducendo le dispersioni energetiche e contribuendo al miglioramento del comportamento dell'edificio sia in regime invernale sia in regime estivo.

Il sistema di isolamento interno è articolato in funzione delle differenti condizioni geometriche, strutturali ed esecutive delle porzioni interessate. Il progetto prevede l'impiego di **lana minerale** in alcune porzioni della copertura e di pannelli isolanti in **poliuretano tipo Stiferite** in altre porzioni, secondo quanto indicato nelle stratigrafie di progetto.

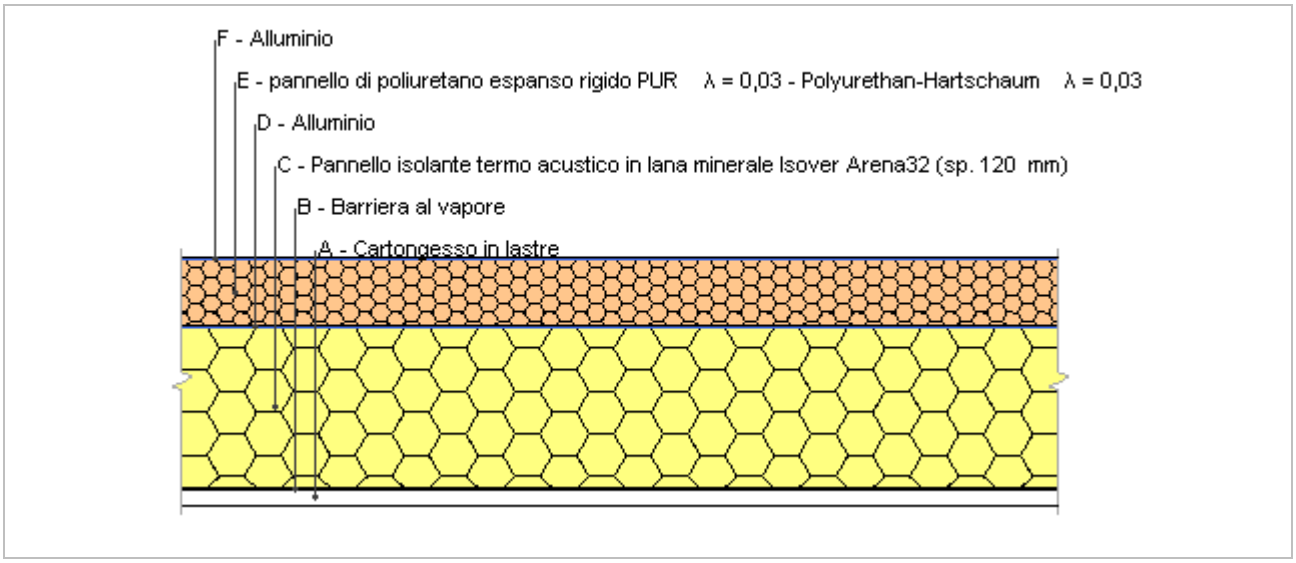
Il sistema di isolamento interno è differenziato in funzione della tipologia strutturale della copertura. Nelle porzioni con **struttura portante metallica**, l'isolamento è realizzato mediante inserimento di **lana minerale tra le travi in acciaio**, in modo da adattarsi alla geometria dell'orditura esistente e migliorare la continuità dello strato coibente.

Nelle porzioni caratterizzate da **solaio pieno in laterocemento**, l'isolamento è invece realizzato all'intradosso mediante pannelli rigidi in **poliuretano tipo Stiferite**, soluzione che consente di ottenere elevate prestazioni termiche con spessori contenuti, compatibilmente con le quote interne disponibili e con gli ingombri degli ambienti sottostanti.

La soluzione combinata consente di adattare il sistema isolante alle diverse configurazioni costruttive della copertura, perseguendo il miglioramento della trasmittanza termica dell'elemento opaco e il contenimento delle dispersioni energetiche. I prodotti isolanti impiegati sono corredati da idonea documentazione tecnica e ambientale attestante la conformità ai **Criteri Ambientali Minimi applicabili ai prodotti da costruzione**, in coerenza con quanto previsto dalla normativa vigente in materia di appalti pubblici e dagli elaborati contrattuali di progetto.

Seguono le stratigrafie di progetto.

COP02 – COPERTURA SOTTO STRUTTURA METALLICA



Spessore	185,5 mm	Trasmittanza	0,178 W/m²K
Resistenza	5,619 m²K/W	Massa superf.	23 kg/m²
Tipologia	Copertura		

Stratigrafia

	Descrizione	Spessore s	Conduttività λ	Resistenza R	Densità ρ	Capacità C	Fattore μu
		mm	W/(mK)	m²K/W	Kg/m³	kJ/(kgK)	-
	Adduttanza interna (flusso verticale ascendente)	-	-	0,100	-	-	-
A	Cartongesso in lastre	12,5	0,210	0,060	900	1,30	8,7
B	Barriera al vapore	1,0	0,400	0,003	360	1,50	10.000.000,0
C	Pannello isolante termo acustico in lana minerale tipo Isover Arena32	120,0	0,032	3,750	32	1,03	1,0
D	Alluminio	1,0	220,000	0,000	2.700	0,23	999.999,0
E	Pannello di poliuretano espanso rigido PUR	50,0	0,030	1,667	40	1,26	60,0
F	Alluminio	1,0	220,000	0,000	2.700	0,23	999.999,0
	Adduttanza esterna (flusso verticale ascendente)	-	-	0,040	-	-	-
	TOTALE	185,5		5,619			

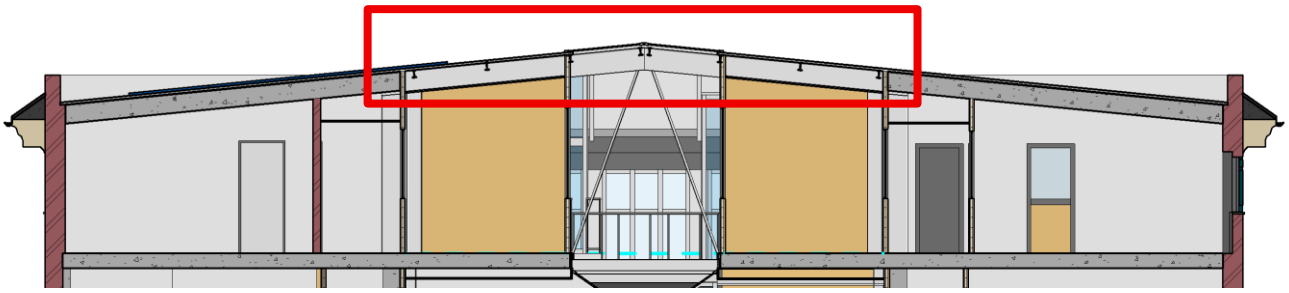
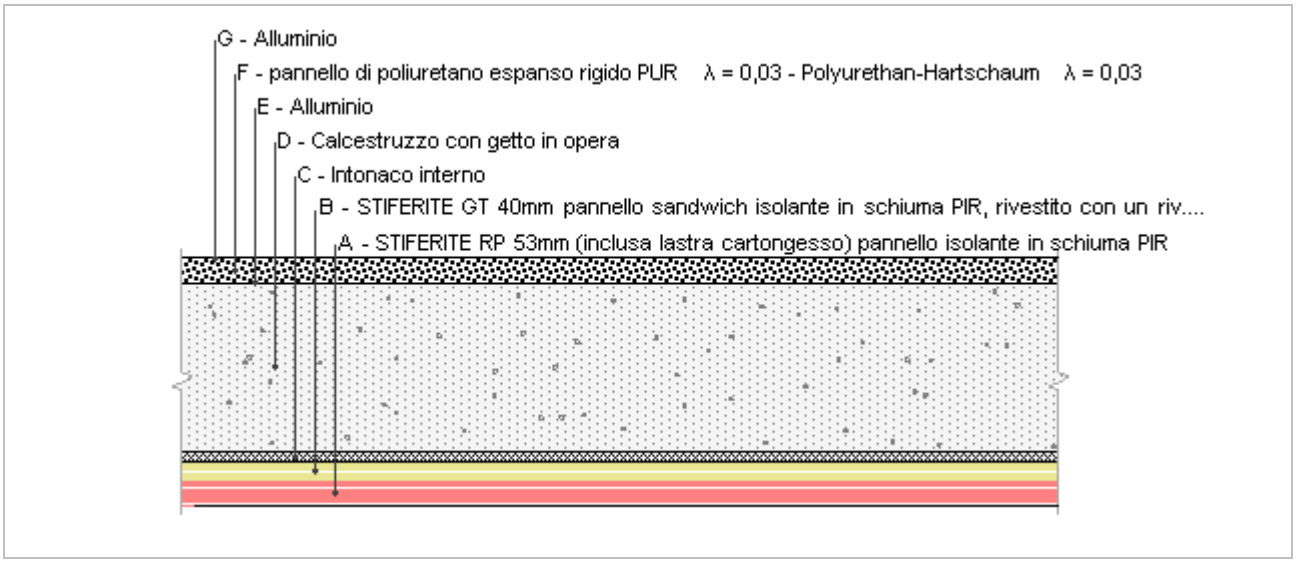


Figura 28: Sezione copertura con individuazione struttura metallica

COP03 – COPERTURA SU STRUTTURA IN CALCESTRUZZO



Spessore	515,0 mm	Trasmittanza	0,175 W/m²K
Resistenza	5,730 m²K/W	Massa superf.	684 kg/m²
Tipologia	Copertura		
Descrizione			

Stratigrafia

	Descrizione	Spessore s	Conduttività λ	Resistenza R	Densità ρ	Capacità C	Fattore μu
		mm	W/(mK)	m²K/W	Kg/m³	kJ/(kgK)	-
	Adduttanza interna (flusso verticale ascendente)	-	-	0,100	-	-	-
A	STIFERITE RP 53mm (inclusa lastra cartongesso e barriera al vapore) pannello isolante in schiuma PIR	53,0	0,028	1,893	185	1,33	89 900,0
B	STIFERITE GT 40mm pannello sandwich isolante in schiuma PIR, rivestito con un riv. Gas Tight	40,0	0,022	1,818	36	1,45	147,0
C	Intonaco interno	20,0	0,700	0,029	1 400	1,00	11,1
D	Calcestruzzo con getto in opera	350,0	1,900	0,184	1 900	0,88	3,3
E	Alluminio	1,0	220,000	0,000	2 700	0,23	999 999,0
F	pannello di poliuretano espanso rigido PUR λ = 0,03 - Polyurethan-Hartschaum λ = 0,03	50,0	0,030	1,667	40	1,26	60,0
G	Alluminio	1,0	220,000	0,000	2 700	0,23	999 999,0
	Adduttanza esterna (flusso verticale ascendente)	-	-	0,040	-	-	-
	TOTALE	515,0		5,730			

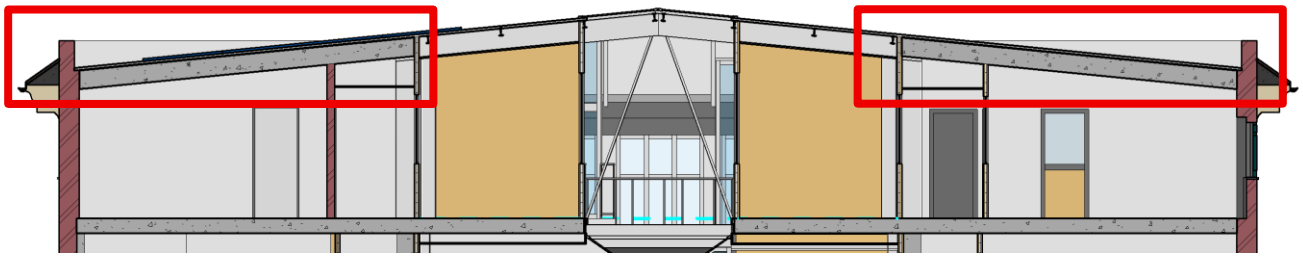


Figura 29: Sezione copertura con individuazione struttura in cemento armato

4.1.2 Sostituzione dei serramenti

L'analisi dello stato di fatto ha evidenziato una condizione prestazionale differenziata dei serramenti esistenti. Gli infissi dei piani terra e primo sono già stati oggetto di integrale sostituzione e presentano caratteristiche termiche migliorative rispetto alla configurazione originaria. Il progetto esecutivo interviene quindi sui componenti ancora maggiormente critici sotto il profilo energetico, con particolare riferimento ai serramenti del **vano scala sul prospetto ovest** e ai **lucernari di copertura**. I serramenti del vano scala sono sostituiti con nuovi infissi specchiati in alluminio, di colore **grigio antracite RAL 7016**, coerenti per finitura e aspetto con quelli attualmente presenti nell'edificio. L'intervento consente di migliorare le prestazioni termiche e la tenuta all'aria dei componenti trasparenti, mantenendo la coerenza architettonica del prospetto.

Per i lucernari è previsto il miglioramento delle prestazioni termiche mediante posa, all'intradosso degli elementi esistenti, di pannelli in **policarbonato ad alte prestazioni isolanti**. I pannelli sono appoggiati all'anima delle travi esistenti di sostegno del lucernario, in modo da limitare le modifiche alla configurazione esterna della copertura e preservarne l'immagine architettonica.

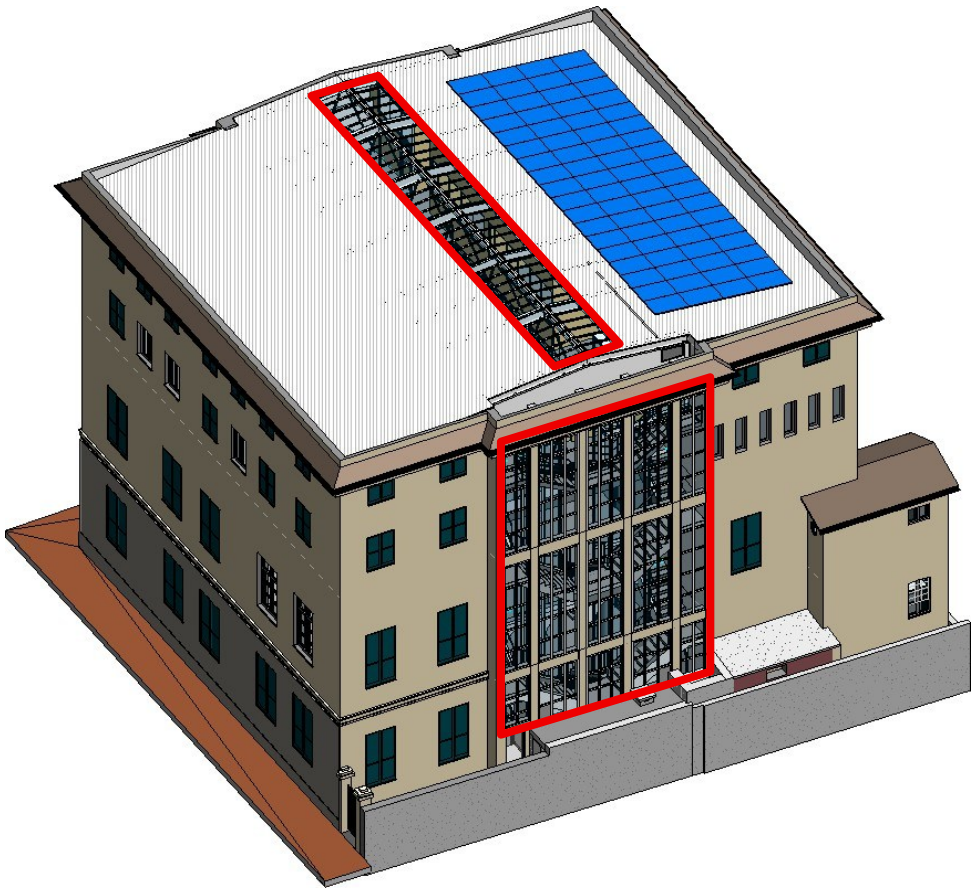


Figura 30: Individuazione serramenti oggetto di intervento

La sostituzione dei serramenti individuati consente di ottenere benefici sia in regime invernale sia in regime estivo. Durante la stagione invernale l'intervento riduce le dispersioni termiche attraverso superfici finestrate estese e caratterizzate da prestazioni inferiori rispetto agli standard attuali, contribuendo al miglioramento complessivo del comportamento energetico dell'involucro edilizio.

Gli elementi trasparenti oggetto di intervento rappresentano complessivamente circa il **5,87 %** della superficie disperdente totale dell'edificio, come riportato nella seguente tabella.

Elemento	Superficie [m^2]	Nr. serramenti [-]	Sup. totale [m^2]	Sup. totale disperdente [m^2]	Incidenza
F01 - Serramento modulare vetrato (facciata)	3,29	1	3,29	2 941,12	0,11%
F02 - Serramento modulare vetrato (facciata)	5,12	2	10,23		0,35%
F03 - Serramento modulare vetrato (facciata)	4,76	1	4,76		0,16%
F04 - Serramento modulare vetrato (facciata)	2,97	1	2,97		0,10%
F05 - Serramento modulare vetrato (facciata)	6,59	1	6,59		0,22%
F06 - Serramento modulare vetrato (facciata)	10,25	2	20,49		0,70%
F07 - Serramento modulare vetrato (facciata)	9,54	1	9,54		0,32%
F08 - Serramento modulare vetrato (facciata)	6,87	1	6,87		0,23%
F09 - Serramento modulare vetrato (facciata)	6,28	1	6,28		0,21%
F10 - Serramento modulare vetrato (facciata)	9,76	2	19,51		0,66%
F11 - Serramento modulare vetrato (facciata)	9,09	1	9,09		0,31%
F12 - Serramento modulare vetrato (facciata)	6,54	1	6,54		0,22%
F13 - Serramento modulare vetrato (copertura)	33,28	2	66,56		2,26%
			172,72		**5,87%**

In regime invernale, la riduzione della trasmittanza dei componenti trasparenti contribuisce al contenimento dei fabbisogni per climatizzazione. In regime estivo, il controllo del fattore solare dei nuovi elementi e l'inserimento del policarbonato bianco in corrispondenza del lucernario contribuiscono a limitare il surriscaldamento e a mitigare l'attuale fenomeno di abbagliamento, migliorando il comfort visivo e termoigrometrico degli ambienti serviti.

I componenti selezionati sono corredati da documentazione tecnica e ambientale coerente con i requisiti di progetto e con i Criteri Ambientali Minimi applicabili.

DATI TECNICI (VALORI INDICATIVI DI RIFERIMENTO)		
Peso	4,5 kg/m²	
Larghezza della lastra	980, 1.200 mm	
Lunghezze massime disponibili	da 2.000 a 7.000 mm	
Trasmissione luminosa τ_{D65} (le lastre sono opache alla radiazione UV)	clear 1099: white 1146: IQ-Relax:	circa 46 % circa 31 % circa 24 %
Trasmissione solare totale g	clear 1099: white 1146: IQ-Relax:	circa 47 % circa 37 % circa 28 %
Trasmittanza termica unitaria Ug [2]	0,85 W/m² K	
Coefficiente di dilatazione termica α	0,065 mm/m °C	
Possibile dilatazione dovuta al calore e all'umidit	3 mm/m	
Max. temperatura di lavoro senza carico	120°C	
Reazione alla combustione [1] • Europa	tutti i colori	B-s1, d0 (EN13501-1)

Figura 31 - Caratteristiche dei pannelli in policarbonato

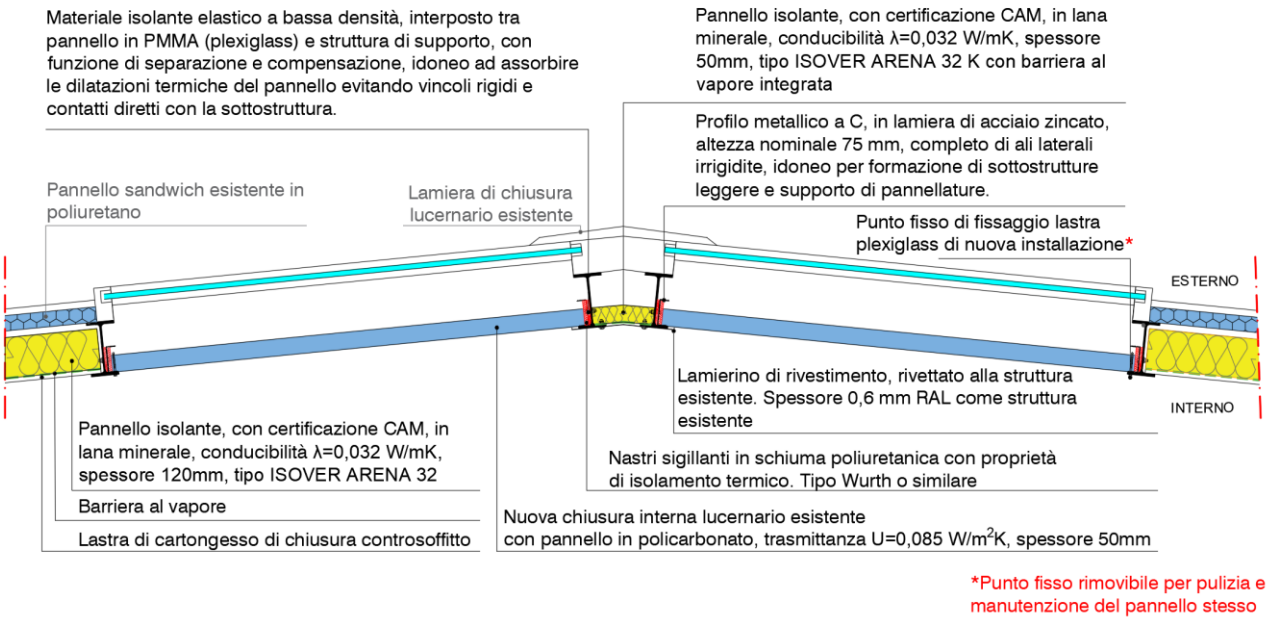


Figura 32 - Particolare installazione pannelli in policarbonato

4.2 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI SULL'IMPIANTO MECCANICO

4.2.1 Descrizione generale

Il progetto esecutivo prevede il rifacimento integrale dell'impianto termico a servizio del Palazzo Comunale, con riqualificazione della centrale, delle reti di distribuzione, dei terminali di emissione e del sistema di regolazione.

L'attuale configurazione impiantistica, costituita da generatori separati per la produzione di calore e di acqua refrigerata, viene sostituita da un sistema integrato basato su **pompe di calore geotermiche ad acqua di falda**, in grado di operare sia in regime invernale sia in regime estivo.

La nuova soluzione consente di incrementare l'efficienza complessiva dell'impianto, sfruttando una sorgente termica a temperatura più stabile rispetto all'aria esterna e migliorando le prestazioni stagionali del sistema di generazione.

L'intervento comprende il rifacimento delle tubazioni di distribuzione e la sostituzione dei terminali di emissione, al fine di adeguare l'impianto alle nuove condizioni di funzionamento, ottimizzare la resa energetica e garantire un corretto comfort termoigrometrico negli ambienti serviti.

È inoltre prevista l'installazione di un sistema evoluto di **building automation**, finalizzato alla supervisione, regolazione e gestione centralizzata degli impianti. Il sistema consente il monitoraggio dei principali parametri di esercizio, la gestione dei carichi e l'ottimizzazione dei profili di funzionamento, contribuendo alla riduzione dei consumi energetici.

La configurazione prevista è sviluppata per conseguire una classificazione del sistema di automazione e controllo dell'edificio almeno pari alla **classe B**, secondo i criteri applicabili ai sistemi BACS.

4.2.2 Intervento sul sottosistema di generazione

L'intervento sul sottosistema di generazione prevede il completo rifacimento del sistema mediante realizzazione di una configurazione **integralmente elettrica**, basata su pompe di calore geotermiche acqua-acqua ad acqua di falda, senza impiego di generatori a combustione.

La configurazione di progetto prevede l'installazione di n. 2 pompe di calore geotermiche **tipo IDM TERRA SW Max o equivalente**, nelle taglie **TERRA SW 110 Max** e **TERRA SW 140 Max**, installate in cascata e dedicate alla produzione dei fluidi termovettori per il servizio di climatizzazione invernale ed estiva dell'edificio.

Le pompe di calore sfruttano l'energia termica contenuta nell'acqua di falda quale sorgente a temperatura sostanzialmente stabile nel corso dell'anno. Tale soluzione consente di incrementare l'efficienza stagionale del sistema, ridurre il ricorso diretto a fonti fossili e garantire un funzionamento efficiente sia in regime invernale sia in regime estivo.

Dal punto di vista prestazionale, la pompa di calore di taglia minore presenta una potenza termica indicativa pari a circa **133,86 kW** nelle condizioni **S7/W35**, mentre la pompa di calore di taglia maggiore presenta una potenza termica indicativa pari a circa **161,91 kW** nelle medesime condizioni. La potenza termica complessiva installata risulta pertanto pari a circa **295,77 kW**.

Nelle condizioni **W10/W35**, le potenze rese dalle due unità risultano rispettivamente pari a circa **149,14 kW** e **181,06 kW**, per una potenza complessiva pari a circa **330,20 kW**. I valori di COP risultano pari a circa **5,26** e **5,28** nelle condizioni **S7/W35**, e pari a circa **5,73** e **5,79** nelle condizioni **W10/W35**, confermando l'elevata efficienza del sistema in presenza di sorgente geotermica ad acqua di falda.

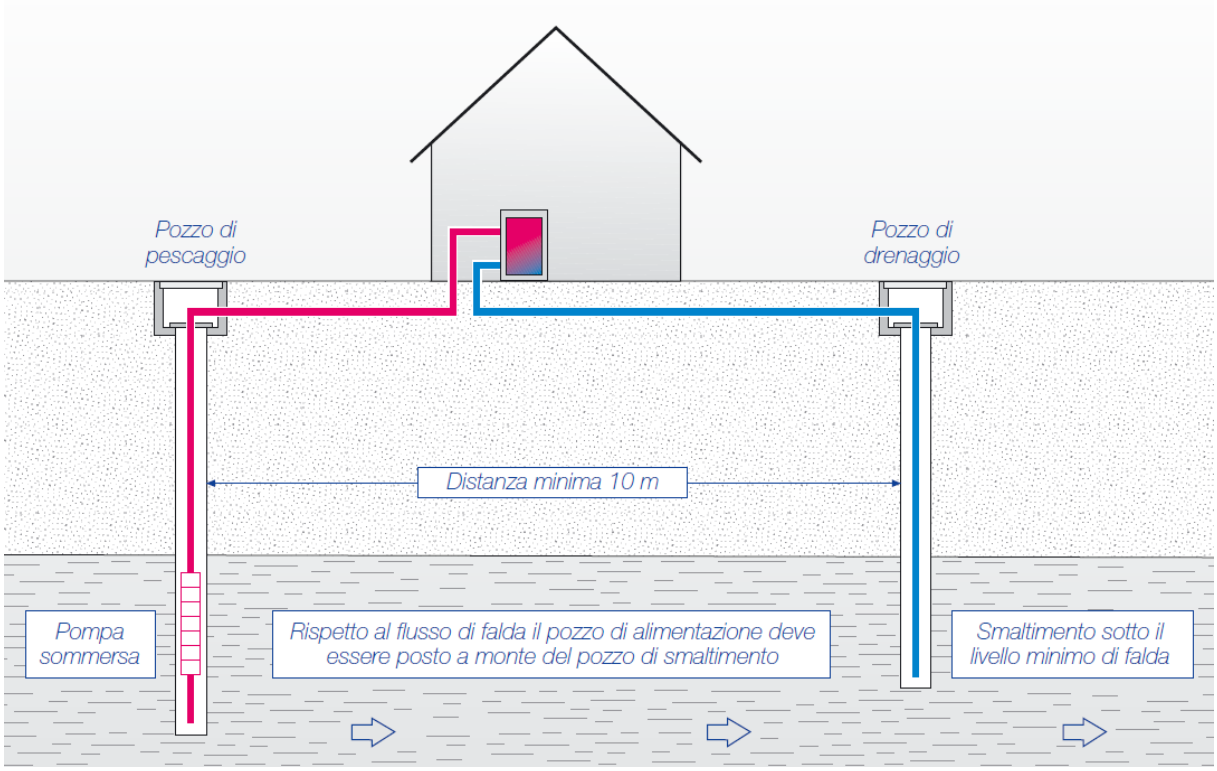
Tipo TERRA SW Max		55	70	85	110	140
ulteriore versione		HGL	HGL	HGL	HGL	HGL
Classe di efficienza energetica riscaldamento d'ambiente		A++ A++	1	1	1	1
		35°C 55°C	35°C 55°C	35°C 55°C	35°C 55°C	35°C 55°C
	Unità					
Potenza termica a S7°C/W35°C (con scambiatore di sicurezza)	kW	69,60	87,17	99,77	133,86	161,91
Potenza termica a W10°C/W35°C	kW	76,86	97,20	112,76	149,14	181,06
Potenza termica a W10°C/W55°C	kW	70,15	89,70	102,16	136,93	164,30
Assorb.elettrico a S7°C/W35°C (con scambiatore di sicurezza)	kW	12,66	16,17	18,58	25,45	30,67
Assorb.elettrico a W10°C/W35°C	kW	12,66	16,56	19,08	26,03	31,27
Assorb.elettrico a W10°C/W55°C	kW	18,81	24,64	27,91	37,83	45,51
COP a S7°C/W35°C (con scambiatore di sicurezza)		5,50	5,39	5,37	5,26	5,28
COP a W10°C/W35°C	--	6,07	5,87	5,91	5,73	5,79
COP a W10°C/W55°C	--	3,73	3,64	3,66	3,62	3,61
Alimentazione elettrica	V	3+N~400 V/50 Hz				
Assorb. elettrico max. (senza pompe)	kW	24,8	30,4	34,6	46,6	56,6
Corrente di esercizio max. (senza pompe)	A	45,6	51,0	58,2	75,6	93,2
Corrente in avviam. di UN compressore	A	62,5	75,0	85,0	122,5	140,0
Corrente di esercizio max. di UN compr.	A	22,8	25,5	29,1	37,8	46,6
Fattore di potenza (cos phi)[2]	--	0,78	0,86	0,86	0,89	0,86
Fusibile corrente principale (carico cliente)[3]	A	63	63	80	100	125
Fusibile corrente di comando (carico cliente)	A	16	16	16	16	16
Misure (A/L/P)	mm	2020/1066/774			2020/1316/774	
Peso	kg	560	620	700	770	820
Numero compressori	--	2	2	2	2	2
Refrigerante	--	R410A[4]				
Quantità di riempimento refrigerante	kg	2x6,0	2x7,4	2x8,2	2x10,0	2x10,7
CO_2-equivalente[5]	t	2x12,5	2x15,5	2x17,1	2x20,9	2x22,3
Quantità di riempimento olio compressore	dm³	2x2,46	2x3,30	2x3,60	2x6,70	2x6,70
Livello potenza sonora conf. EN 12102	dB(A)	57,2	55,7	57,2	64,2	64,2
Dimensioni minime del locale di installazione (senza ventilazione)[6]	m³	16	17	19	26	31

Figura 33 - Estratto dai manuale tipo pompe di calore

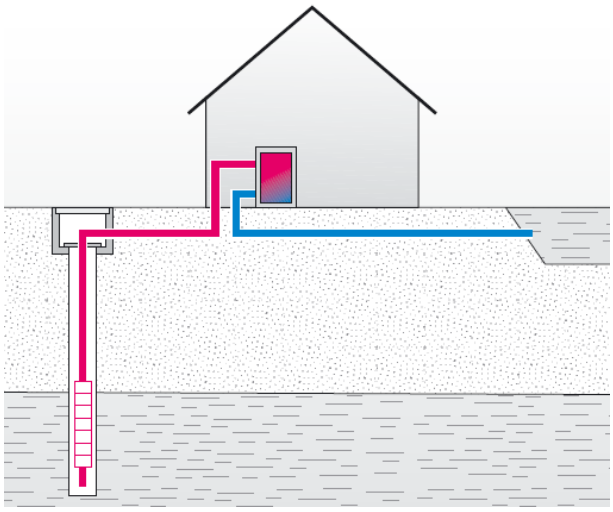
La soluzione full electric è coerente con il quadro complessivo dell'intervento, che comprende il miglioramento prestazionale dell'involucro edilizio, il rifacimento dei sottosistemi di distribuzione e regolazione e l'impiego di terminali compatibili con temperature di esercizio medio-basse. L'adozione delle pompe di calore consente di valorizzare gli interventi di efficientamento edilizio e di conseguire

una riduzione dei consumi di energia primaria non rinnovabile e delle emissioni climalteranti associate all'esercizio dell'impianto.

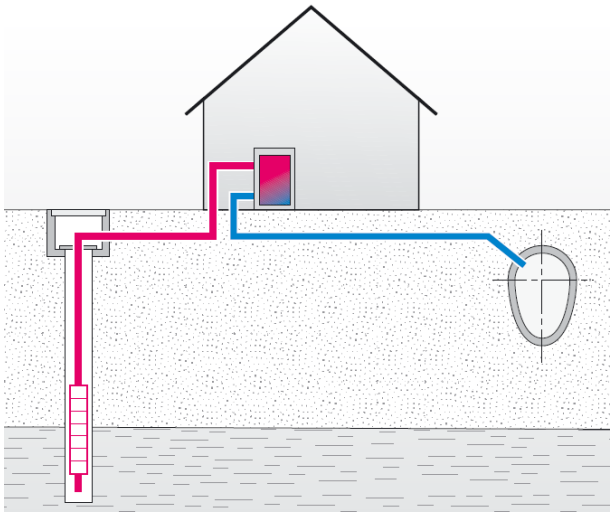
Il sistema geotermico prevede il prelievo dell'acqua di falda mediante pozzo di emungimento, il trasferimento dell'energia termica a un circuito intermedio e la successiva restituzione in falda dell'acqua, con eventuali alternative ancora da autorizzare che prevedono la restituzione in roggia o in acquedotto ad uso irriguo.



Restituzione in falda



Restituzione in acque superficiali



Restituzione in roggia

Figura 34: Principio di funzionamento impianto geotermico ad acqua di falda

Tra il circuito lato falda e il circuito delle pompe di calore è previsto uno **scambiatore di sicurezza**, con funzione di separazione idraulica tra l'acqua di falda e il circuito tecnico di macchina. Tale configurazione protegge gli scambiatori interni delle pompe di calore dai rischi di corrosione, incrostazione e congelamento, migliorando l'affidabilità e la manutenibilità del sistema.

Il circuito intermedio è realizzato con miscela acqua-glicole, con impiego di antigelo idoneo e percentuale indicativa di glicole propilenico pari al **30%**, salvo diversa indicazione derivante dalle verifiche di progetto e dalle prescrizioni del costruttore. Sono inoltre previsti dispositivi di filtrazione, organi di intercettazione, dispositivi di controllo della portata e flussostati di sicurezza per la corretta gestione del circuito lato sorgente.

La compatibilità dell'acqua di falda con le pompe di calore è verificata mediante analisi e prove specifiche. In particolare, sono oggetto di verifica la temperatura disponibile, la portata emungibile e la qualità chimico-fisica dell'acqua, con riferimento ai parametri richiesti dal costruttore, tra cui pH, cloruri, solfati, nitrati, ferro, manganese, ossigeno disciolto e conducibilità. Per l'applicazione ad acqua freatica, la temperatura di ingresso lato sorgente è assunta non inferiore a **+7 °C**.

La centrale è organizzata per il funzionamento modulante in cascata delle due pompe di calore. Tale configurazione consente l'adattamento della potenza erogata al fabbisogno effettivo dell'edificio, limitando i cicli di accensione e spegnimento e migliorando il rendimento ai carichi parziali. Ciascuna unità è dotata di circuiti frigoriferi separati e compressori scroll, con regolazione elettronica e monitoraggio delle condizioni di esercizio.

In presenza di carichi termici ridotti, il sistema attiva una sola unità o un numero limitato di stadi di compressione. Al crescere della richiesta, la regolazione inserisce progressivamente il secondo generatore e gli ulteriori stadi disponibili, garantendo la copertura dei fabbisogni con funzionamento modulante e senza sovradimensionamenti funzionali nelle condizioni ordinarie di esercizio.

La regolazione della centrale è affidata al sistema integrato delle pompe di calore, che gestisce le richieste di riscaldamento e raffrescamento, il comando delle pompe di carico, il controllo della sorgente e la contabilizzazione dell'energia termica prodotta e prelevata. Il sistema è predisposto per l'integrazione con la supervisione generale dell'edificio mediante interfacce dedicate, quali Ethernet, EIB/KNX e Modbus TCP, o protocolli equivalenti.

Le unità sono installate all'interno del locale tecnico esistente, in posizione idonea alle attività di conduzione e manutenzione. Le macchine sono collocate su superficie piana, stabile e di adeguata portata, nel rispetto degli spazi liberi laterali e frontali necessari per il montaggio, l'ispezione e la manutenzione.

La centrale è realizzata in locale non soggetto a gelo, con condizioni ambientali compatibili con le prescrizioni del costruttore. Sono garantite le condizioni di accessibilità, aerazione, sicurezza e manutenibilità richieste per l'esercizio delle apparecchiature installate.

Per la limitazione della trasmissione di vibrazioni e rumori alle strutture edilizie e alle reti idrauliche, sono previsti collegamenti flessibili, compensatori antivibranti e idonei sistemi di disaccoppiamento sui circuiti di mandata e ritorno e sul circuito lato sorgente.

Sul ritorno impianto, a monte delle pompe di calore, è previsto un defangatore idoneo alla protezione degli scambiatori e dei componenti interni. Il circuito idraulico comprende inoltre i dispositivi di sicurezza, espansione, intercettazione, scarico, sfiato e controllo previsti per impianti chiusi, secondo la normativa tecnica applicabile e secondo gli schemi esecutivi di progetto.

Le tubazioni sono dimensionate in funzione delle portate richieste dalle macchine e delle perdite di carico dei circuiti. Le reti sono complete di isolamento termico, staffaggi, valvole di intercettazione, organi di bilanciamento e dispositivi di misura e controllo necessari alla corretta messa in servizio dell'impianto.

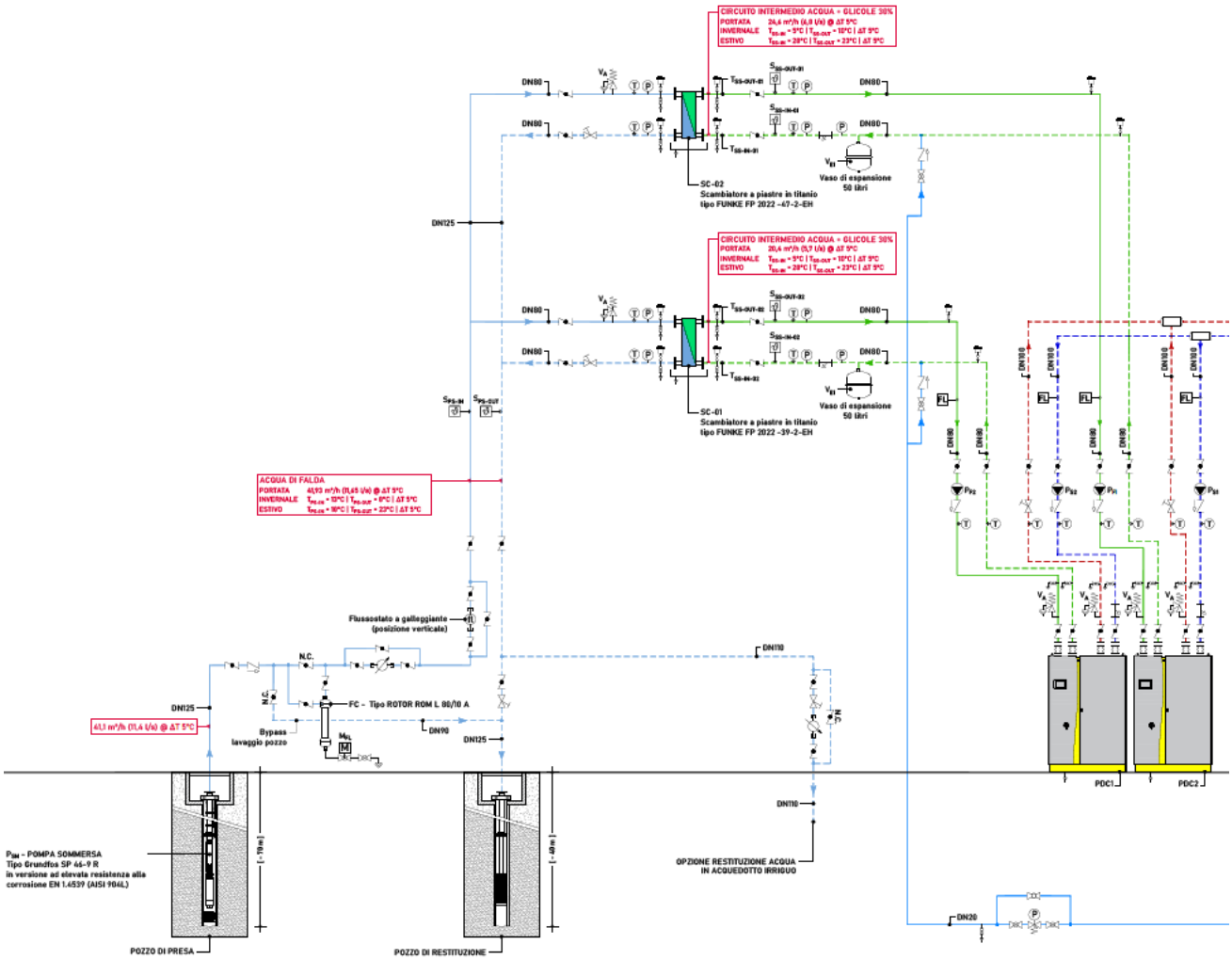


Figura 35 - Estratto schema pozzo - pompe di calore

L'alimentazione elettrica delle pompe di calore è prevista in trifase 400 V / 50 Hz. I collegamenti elettrici sono realizzati con conduttori in rame e con separazione tra linee di potenza, cavi di comando, sensori e attuatori, al fine di ridurre le interferenze elettromagnetiche e garantire il corretto funzionamento dei sistemi di regolazione e supervisione.

La scelta della sorgente ad acqua di falda consente di ottenere condizioni di esercizio più stabili rispetto a sistemi aria-acqua, le cui prestazioni sono maggiormente influenzate dalla temperatura esterna. La stabilità termica della falda consente rendimenti più elevati e prevedibili durante l'anno, con particolare beneficio nei periodi di maggiore richiesta termica.

La sostituzione dell'assetto impiantistico esistente con una centrale full electric a pompe di calore geotermiche costituisce un intervento rilevante ai fini della riduzione dell'uso diretto di combustibili fossili in sito. L'integrazione con la produzione fotovoltaica prevista sull'edificio consente inoltre di incrementare l'autoconsumo elettrico e migliorare il bilancio energetico complessivo del sistema edificio-impianto.

La nuova centrale termica è pertanto configurata come sistema ad alta efficienza, costituito da pompe di calore geotermiche ad acqua di falda in cascata, scambiatore di sicurezza, circuito intermedio protetto, sistemi di filtrazione, dispositivi di controllo e regolazione evoluta, con l'obiettivo di garantire continuità di esercizio, efficienza energetica, sostenibilità ambientale e affidabilità gestionale nel tempo.

4.2.3 Intervento sui sistemi di emissione e distribuzione

Il progetto prevede la realizzazione di un nuovo sottosistema di emissione e distribuzione a servizio dell'intero edificio, costituito da terminali idronici del tipo **fan coil a due tubi**, alimentati dalla nuova centrale a pompe di calore.

L'impianto funziona in modalità stagionale alternata: in regime invernale è alimentato con acqua calda, mentre in regime estivo è alimentato con acqua refrigerata. Le temperature di esercizio sono definite in coerenza con le prestazioni delle pompe di calore e con la tipologia dei terminali installati. In riscaldamento è previsto il funzionamento con temperatura **45/40 °C**, mentre in raffrescamento è previsto il funzionamento con temperatura **10/15 °C**.

La scelta di operare in raffrescamento con temperature non eccessivamente basse consente di limitare il rischio di formazione di condensa sui terminali e sulle reti di distribuzione e fa operare meglio le pompe di calore. La conseguente riduzione della resa frigorifera dei fan coil è stata considerata nella selezione dei terminali, privilegiando il corretto equilibrio tra comfort interno, sicurezza di esercizio ed efficienza delle pompe di calore.

La tipologia dei terminali è differenziata in funzione delle caratteristiche architettoniche e funzionali dei locali, della presenza di controsoffitti, delle altezze disponibili, dei vincoli di installazione e delle esigenze di distribuzione dell'aria. Nei locali sottostanti ai soppalchi sono previsti fan coil a basso spessore, del tipo Sabiana Carisma Whisper o equivalente, costituiti da cassette a una via con spessore inferiore a 14 cm. Tale soluzione consente l'installazione tra le travi esistenti, senza modifiche strutturali e con limitato impatto sugli spazi disponibili.

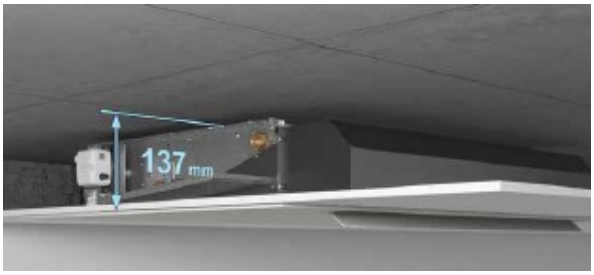


Figure 23: Fancoil a una via a basso spessore

A servizio dei soppalchi sono previsti fan coil a pavimento, del tipo Sabiana Carisma Floor o equivalente, installati tra le travi di sostegno dei soppalchi. La diffusione dell'aria avviene mediante apposite griglie calpestabili, integrate nella pavimentazione, in modo da garantire la climatizzazione degli spazi soprastanti con ridotto impatto visivo.

Figure 24: Fancoil integrati a pavimento

Negli uffici, nei servizi e nei corridoi dotati di controsoffitto modulare a quadrotti sono previste cassette a quattro vie. Nei locali in cui il lancio dell'aria non risulta ostacolato da elementi strutturali, arredi o geometrie particolari, sono installate cassette a quattro vie del tipo Sabiana Skystar MD o equivalente, caratterizzate da adeguata integrazione estetica e distribuzione uniforme dell'aria.

Figure 25: Modello HTA

Figure 26: Modello MD

Nei corridoi e negli spazi di servizio sono invece previste cassette a quattro vie tradizionali del tipo HTA o equivalente, selezionate per consentire una migliore gestione dei flussi d'aria in ambienti stretti o prossimi a pareti laterali. La regolazione delle alette di mandata consente di limitare correnti localizzate e condizioni di discomfort per gli utenti.

Sono inoltre previsti fan coil canalizzabili, installabili in configurazione orizzontale o verticale, impiegati nei locali nei quali le condizioni architettoniche o distributive richiedono una diffusione dell'aria mediante canalizzazioni e diffusori dedicati. Negli uffici privi di controsoffitto esistente, i fan coil canalizzabili sono integrati all'interno di velette in cartongesso e collegati a diffusori lineari o forellinati. In tali casi sono impiegate unità a media prevalenza, idonee a garantire la corretta distribuzione dell'aria nel locale servito.

Figure 27: Fancoil canalizzato e tipologia di diffusore

Negli spazi di maggiore dimensione, quali l'ingresso e l'atrio centrale del primo piano, sono previsti fan coil canalizzabili ad alta prevalenza, abbinati a diffusori a ugelli. Tale configurazione consente di ottenere un lancio dell'aria adeguato alle altezze e ai volumi degli ambienti. È previsto un sistema di orientamento automatico estate/inverno degli ugelli, in modo da indirizzare il flusso d'aria verso l'alto durante il funzionamento estivo e verso il basso durante il funzionamento invernale. La ripresa dell'aria è prevista a filo pavimento, al fine di limitare fenomeni di stratificazione termica e garantire una distribuzione più uniforme della temperatura interna.

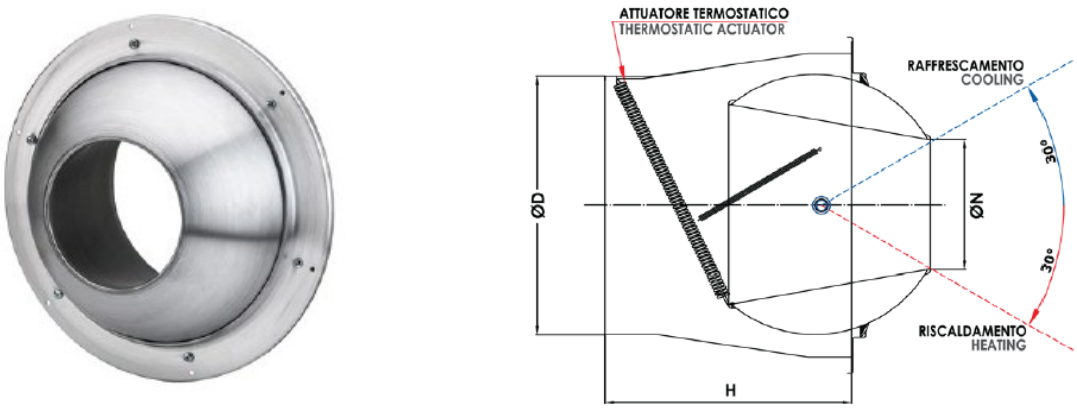


Figure 28: Ugelli per climatizzazione grandi spazi

Negli ambienti di maggiore pregio architettonico, quali la sala consiliare e l'ufficio del Sindaco, dove la presenza di decorazioni e finiture limita la possibilità di realizzare controsoffitti, sono previsti fan coil

a incasso a bassa prevalenza installati a parete, del tipo a mobiletto da incasso o equivalente. Tale soluzione consente di climatizzare gli ambienti con ridotto impatto visivo e senza alterare gli elementi decorativi esistenti.

Figure 29: Fancoil a mobiletto

La scelta differenziata dei terminali consente di adattare l'impianto alle diverse condizioni dei locali, garantendo efficacia di climatizzazione, comfort termoigrometrico, contenimento della rumorosità e integrazione architettonica.

La distribuzione del fluido termovettore è realizzata con sistema a **due tubi**, costituito da una tubazione di mandata e una tubazione di ritorno comuni ai terminali. La mandata alimenta i fan coil con acqua calda in regime invernale o acqua refrigerata in regime estivo, mentre il ritorno convoglia il fluido verso la centrale per il successivo trattamento termico.

Le reti di distribuzione sono realizzate mediante tubazioni in **acciaio inox, o altro materiale idoneo**, opportunamente isolate in funzione del servizio caldo/freddo e degli spessori previsti dalla normativa e dagli elaborati di progetto. L'isolamento delle tubazioni consente di ridurre le dispersioni termiche, limitare il rischio di condensa in funzionamento estivo e mantenere l'efficienza complessiva del sistema.

La distribuzione è organizzata mediante dorsali principali, dalle quali sono derivati i singoli stacchi di alimentazione dei terminali. Non è prevista la realizzazione di collettori di piano. Tale configurazione consente di razionalizzare lo sviluppo delle tubazioni, contenere gli ingombri e mantenere adeguata accessibilità per le operazioni di manutenzione e controllo.

Le tubazioni sono posate prevalentemente all'interno dei controsoffitti; in corrispondenza dei soppalchi sono posate a livello del soffitto, in modo da ridurre l'impatto visivo e garantire la compatibilità con le geometrie esistenti.

Per ciascun piano è prevista una pompa dedicata. Ogni piano è suddiviso in due ali servite dalla medesima pompa, con installazione di valvole di bilanciamento dinamico alla base dei rami

principali. Il bilanciamento idraulico assicura la corretta ripartizione delle portate ai terminali, riduce gli squilibri di rete e contribuisce all'efficienza energetica dell'impianto.

Le pompe sono dotate di inverter, con modulazione della portata in funzione della richiesta effettiva dei terminali. Tale configurazione consente di ridurre i consumi elettrici degli ausiliari, contenere i picchi di pressione, limitare la rumorosità delle reti e garantire un funzionamento adattivo rispetto ai carichi parziali.

Nel complesso, il nuovo sottosistema di emissione e distribuzione consente di ottenere una climatizzazione efficace e modulata nei diversi ambienti dell'edificio, migliorando il comfort interno, l'efficienza di esercizio e la gestione dell'impianto.

4.2.4 Intervento sull'impianto idrico sanitario

L'impianto idrico-sanitario è interessato dal presente progetto limitatamente alla sostituzione dei generatori per la produzione di acqua calda sanitaria. La rete di distribuzione sanitaria esistente resta invariata e non è oggetto di intervento.

La configurazione attuale prevede scaldacqua elettrici ad accumulo, installati uno per piano in prossimità dei servizi igienici. Il progetto prevede la loro sostituzione con scaldacqua in **pompa di calore**, al fine di ridurre i consumi elettrici diretti per la produzione di ACS e incrementare la quota di energia coperta da fonti rinnovabili.

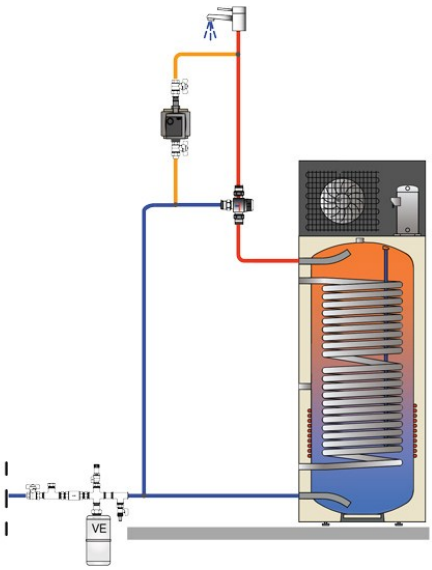


Figura 36: Scaldacqua in pompa di calore

La scelta dei generatori in pompa di calore è coerente con l'impostazione generale dell'intervento, orientata alla progressiva elettrificazione dei servizi energetici dell'edificio e alla valorizzazione della produzione fotovoltaica prevista. Tali apparecchi consentono di produrre acqua calda sanitaria mediante recupero di energia termica dall'ambiente di installazione o dall'aria disponibile, con rendimenti superiori rispetto agli scaldacqua elettrici tradizionali a resistenza.

L'intervento consente in particolare di conseguire i seguenti benefici:

- riduzione dei consumi elettrici per la produzione di acqua calda sanitaria;
- incremento dell'efficienza del servizio ACS rispetto alla configurazione esistente;
- maggiore integrazione con la produzione elettrica da impianto fotovoltaico;
- riduzione dei costi energetici di esercizio;
- riduzione del fabbisogno di energia primaria non rinnovabile associato al servizio sanitario.

Gli scaldacqua in pompa di calore sono selezionati con caratteristiche tecniche coerenti con i fabbisogni dei servizi igienici serviti, con le condizioni di installazione e con gli spazi disponibili ai diversi piani. Le capacità di accumulo, le potenze assorbite, le portate e le temperature di esercizio sono definite negli elaborati specialistici e nelle schede tecniche di progetto.

La distribuzione idrico-sanitaria esistente non viene modificata; gli interventi sono pertanto limitati alla rimozione degli attuali scaldacqua elettrici, alla posa dei nuovi generatori in pompa di calore, ai relativi collegamenti idraulici ed elettrici e agli eventuali adeguamenti locali necessari per il corretto funzionamento delle apparecchiature.

4.3 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI SULL'IMPIANTO ELETTRICO

4.3.1 Intervento di termoregolazione e building automation dell'edificio

Il progetto prevede l'installazione di un sistema evoluto di **building automation, supervisione e termoregolazione**, del tipo Siemens Desigo o equivalente, finalizzato alla gestione centralizzata degli impianti meccanici e al monitoraggio dei principali parametri energetici e funzionali dell'edificio.

Il sistema consente il coordinamento della centrale termica, delle pompe di circolazione, delle reti di distribuzione e dei terminali ambiente, assicurando una gestione integrata dell'impianto in funzione delle condizioni operative, degli orari di utilizzo e delle richieste dei singoli ambienti.

La configurazione prevista consente il passaggio da una regolazione di tipo tradizionale a un sistema di automazione avanzato, con l'obiettivo di conseguire una classificazione del sistema BACS almeno pari alla **classe B**, secondo i criteri applicabili alla building automation.

Il sistema di supervisione gestisce e monitora, in particolare:

- stato di funzionamento delle pompe di calore;
- temperature di mandata e ritorno dei circuiti principali;
- funzionamento delle pompe di distribuzione;
- parametri di esercizio delle dorsali di piano;
- stato dei terminali ambiente;
- temperature rilevate nei locali;
- allarmi, anomalie e segnalazioni funzionali;
- orari di funzionamento e profili di regolazione;

- consumi energetici e dati di funzionamento disponibili.

La regolazione ambiente è realizzata mediante sonde e dispositivi di controllo associati ai terminali, così da consentire la gestione delle condizioni termoigrometriche nei diversi locali o zone funzionali. La velocità dei ventilatori dei fan coil è controllata e limitata in funzione delle condizioni di esercizio, al fine di contenere i consumi elettrici, ridurre la rumorosità e garantire un corretto lancio dell'aria negli ambienti.

Il sistema consente inoltre la definizione di programmi orari, set-point ambiente, logiche di abilitazione e scenari di funzionamento differenziati, in coerenza con l'effettivo utilizzo degli spazi. La gestione centralizzata permette quindi di ridurre i funzionamenti non necessari e di migliorare il controllo dei carichi termici dell'edificio.

Sono previste sonde di temperatura sui terminali o sui relativi circuiti di alimentazione, finalizzate alla verifica delle condizioni di funzionamento e alla corretta abilitazione delle unità. Tale soluzione evita blocchi impropri dei fan coil in presenza di transitori di temperatura del fluido termovettore e contribuisce a garantire continuità di esercizio e comfort negli ambienti serviti.

Il sistema di building automation è predisposto per la gestione da remoto tramite piattaforma di supervisione dedicata, accessibile al personale autorizzato. La supervisione consente la consultazione dello stato degli impianti, la modifica dei principali parametri di regolazione, la visualizzazione degli allarmi e l'analisi dei dati storici di funzionamento.

L'integrazione del sistema avviene mediante protocolli di comunicazione aperti o standardizzati, quali **BACnet, Modbus, KNX** o equivalenti, in modo da garantire interoperabilità tra i diversi componenti e possibilità di futura estensione del sistema.

Nel complesso, la building automation prevista consente di migliorare la gestione energetica dell'edificio, ottimizzare il funzionamento degli impianti, ridurre i consumi non necessari, agevolare le attività manutentive e incrementare il livello di comfort e controllo degli ambienti serviti.

Figura 37: Classi BA

4.3.2 Intervento di incremento della produzione fotovoltaica

Nell'ambito della riqualificazione energetica complessiva dell'edificio, il progetto prevede l'integrazione dell'impianto fotovoltaico esistente, in coerenza con la nuova configurazione impiantistica dell'immobile, caratterizzata da un maggiore impiego del vettore elettrico.

L'edificio è attualmente dotato di un impianto fotovoltaico costituito da **72 moduli** aventi potenza unitaria pari a **235 W**, per una potenza complessiva installata pari a **16,92 kWp**. Il progetto esecutivo prevede l'ampliamento dell'impianto mediante installazione di ulteriori **60 moduli fotovoltaici monocristallini da 500 W** ciascuno, collocati sulla falda di copertura individuata negli elaborati grafici di progetto. La potenza aggiuntiva prevista è pari a **30,00 kWp**; a seguito dell'intervento, la potenza fotovoltaica complessiva installata risulta pari a **46,92 kWp**.

L'incremento della potenza fotovoltaica è funzionale alla copertura parziale dei nuovi fabbisogni elettrici dell'edificio, derivanti in particolare dalle pompe di calore geotermiche, dai circolatori, dai sistemi di regolazione e supervisione, dagli ausiliari di centrale e dagli altri impianti elettrici a servizio del fabbricato. La produzione locale da fonte solare consente di ridurre il prelievo di energia dalla rete e di migliorare il bilancio energetico complessivo del sistema edificio-impianto.

L'installazione dei nuovi moduli su una diversa porzione della copertura consente inoltre una più favorevole distribuzione della produzione elettrica nel corso della giornata, in funzione dell'esposizione della falda interessata. Tale aspetto risulta coerente con il profilo di utilizzo dell'edificio, prevalentemente concentrato nelle ore diurne, durante le quali l'impianto fotovoltaico è produttivo.

I nuovi moduli previsti sono del tipo **monocristallino**, con potenza nominale unitaria pari a **500 W** e rendimento indicativo pari a circa **22,5%**, secondo le caratteristiche prestazionali riportate negli elaborati specialistici e nelle schede tecniche di progetto. L'impiego di moduli di nuova generazione consente di incrementare la potenza installata a parità di superficie disponibile e di migliorare la producibilità specifica dell'impianto.

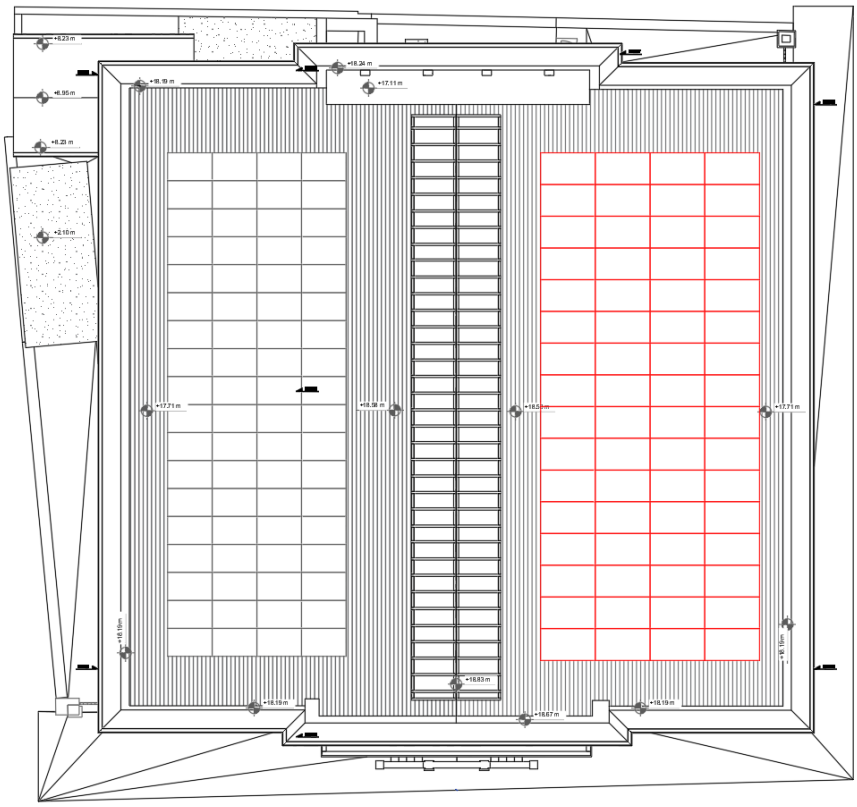
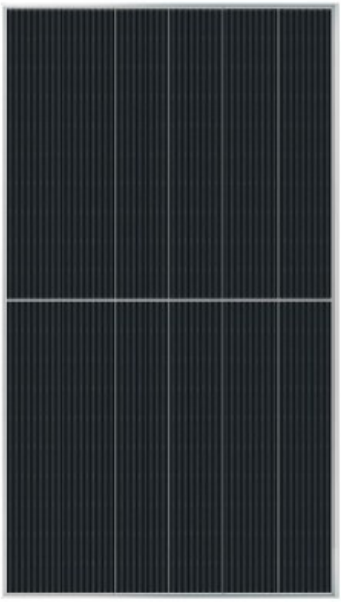


Figura 38: Pianta copertura - installazione 60 nuovi moduli fotovoltaici

L'integrazione del nuovo campo fotovoltaico consente di affiancare all'impianto esistente una sezione tecnologicamente più recente, caratterizzata da maggiore efficienza e migliore densità di potenza. Tale configurazione contribuisce a compensare, almeno in parte, il fisiologico decadimento prestazionale dei moduli esistenti e incrementa l'energia complessivamente producibile dall'impianto.

Il sistema fotovoltaico è integrato con la strategia generale di efficientamento dell'edificio. Gli interventi sull'involucro riducono i fabbisogni termici, le pompe di calore incrementano l'efficienza della generazione, la building automation ottimizza i profili di funzionamento e l'ampliamento dell'impianto fotovoltaico fornisce una quota di energia rinnovabile destinata all'autoconsumo. L'intervento risulta pertanto coerente con l'obiettivo di riduzione dei consumi di energia primaria non rinnovabile e delle emissioni climalteranti associate all'esercizio dell'edificio.

In via accessoria, non compresa nell'appalto e a discrezione della stazione appaltante, è prevista la possibilità di eseguire sulla copertura metallica in pannelli sandwich un ciclo impermeabilizzante liquido, costituito da primer per supporti metallici tipo Sikalastic Primer UNV o equivalente e membrana liquida poliuretanica tipo Sikalastic-625 N o equivalente. Tale trattamento è finalizzato alla protezione superficiale del supporto e alla sistemazione del comportamento al fuoco esterno della copertura, mediante impiego di prodotti idonei e certificati per la specifica applicazione. **I moduli fotovoltaici saranno comunque di classe 1 o equivalente di reazione al fuoco.**



Vitovolt 300-DG		M500 AR
Codici Articolo		7272440
Dati di resa con STC *1		
Potenza nominale Pmax	W_p	500
Tolleranza di potenza	W	0/+5
Tensione MPP *2 Vmpp	V	36,93
Corrente MPP *2 Impp	A	13,52
Tensione a vuoto Voc	V	43,93
Corrente di corto circuito Isc	A	14,05
Efficienza modulo	%	22,5
Tensione massima di sistema	V	1500
Corrente inversa massima	A	40,5
Coefficienti di temperatura		
Potenza Pmax	%/°C	-0,29
Tensione a vuoto	%/°C	-0,25
Corrente di corto circuito	%/°C	0,043
Temperatura operativa nominale*3	°C	41

Figura 39 - Modulo fotovoltaico tipo

4.3.3 Intervento sull'impianto di illuminazione

Nell'ambito degli interventi di ottimizzazione dei consumi elettrici, il progetto prevede l'installazione di sensori di presenza per il comando automatico dell'illuminazione nei servizi igienici, negli antibagni e nei locali ad uso sanitario.

Allo stato attuale, l'accensione e lo spegnimento degli apparecchi illuminanti avvengono manualmente. Tale configurazione può determinare il mantenimento delle luci accese anche in assenza di occupazione, soprattutto in ambienti caratterizzati da utilizzo discontinuo e permanenze di breve durata.

L'intervento consiste nell'installazione di dispositivi di rilevazione presenza, collegati al comando dei corpi illuminanti esistenti o di progetto. I sensori consentono l'accensione automatica dell'illuminazione in presenza dell'utente e lo spegnimento dopo un tempo prefissato di assenza, regolabile in funzione delle caratteristiche del locale e delle esigenze di esercizio.

La soluzione consente di ridurre le ore di funzionamento non necessarie degli apparecchi illuminanti e, conseguentemente, i consumi elettrici associati. La riduzione dei tempi di accensione contribuisce inoltre a contenere l'usura dei corpi illuminanti e dei relativi componenti elettrici, con effetti positivi anche sulla gestione manutentiva.

Il sistema è configurato in modo da garantire la piena fruibilità degli ambienti, evitando spegnimenti intempestivi durante l'utilizzo dei locali e assicurando un corretto equilibrio tra comfort, sicurezza e contenimento dei consumi.

L'intervento, pur puntuale e circoscritto, si inserisce nella più ampia strategia di razionalizzazione dei consumi elettrici dell'edificio e contribuisce al miglioramento della gestione energetica complessiva.

5 ILLUSTRAZIONE DELLE RAGIONI DELLE SOLUZIONI SCELTE

5.1 RIDUZIONE DEI CONSUMI ENERGETICI E DEL FABBISOGNO ENERGETICO DELL'EDIFICIO

Gli interventi previsti sono sviluppati con l'obiettivo di ridurre il fabbisogno energetico dell'edificio e i consumi di esercizio degli impianti, mediante una strategia integrata che interessa involucro edilizio, sistemi impiantistici, regolazione, supervisione e produzione da fonte rinnovabile.

La riduzione del fabbisogno è perseguita innanzitutto attraverso gli interventi sull'involucro. La coibentazione della copertura consente di limitare le dispersioni termiche invernali attraverso una delle superfici disperdenti più significative dell'edificio e contribuisce al miglioramento del comportamento estivo, riducendo gli effetti del surriscaldamento dovuto all'irraggiamento solare.

A tale intervento si affianca la sostituzione dei serramenti maggiormente critici, con particolare riferimento a quelli del vano scala e agli elementi trasparenti in copertura. I nuovi componenti migliorano le prestazioni termiche dell'involucro, riducendo le perdite di calore nella stagione invernale e contenendo gli apporti solari non controllati nel periodo estivo. Ne consegue una riduzione dell'energia richiesta per il mantenimento delle condizioni di comfort interno.

Sul piano impiantistico, la riqualificazione della centrale mediante pompe di calore geotermiche ad acqua di falda consente di incrementare l'efficienza della generazione termica e frigorifera. L'utilizzo della falda come sorgente termica garantisce condizioni di esercizio più stabili rispetto a sistemi basati su sorgente aria, favorendo rendimenti più elevati e una maggiore continuità prestazionale.

Il rifacimento delle reti di distribuzione e la sostituzione dei terminali di emissione consentono inoltre di adeguare il sistema alle nuove condizioni di funzionamento, ridurre le perdite lungo le reti e migliorare la cessione dell'energia agli ambienti. La regolazione evoluta e il sistema di building automation permettono di modulare il funzionamento degli impianti in funzione dell'effettivo utilizzo dell'edificio, limitando funzionamenti non necessari e ottimizzando i profili di esercizio.

In coerenza con la configurazione impiantistica full electric, l'integrazione dell'impianto fotovoltaico contribuisce alla copertura di una quota del fabbisogno elettrico dell'edificio mediante energia prodotta in sito. Tale soluzione riduce il prelievo dalla rete, migliora l'autoconsumo e rafforza la sostenibilità complessiva dell'intervento.

Concorrono alla riduzione dei consumi anche gli interventi puntuali sugli impianti elettrici, tra cui l'installazione di sensori di presenza per il comando dell'illuminazione nei servizi igienici e negli antibagni. Tali dispositivi consentono di limitare i tempi di accensione non necessari, adeguando il funzionamento dell'illuminazione all'effettiva occupazione dei locali.

Nel complesso, il progetto agisce in modo coordinato sulla riduzione delle dispersioni dell'edificio, sull'efficienza dei sistemi di generazione e distribuzione, sulla regolazione dei carichi e sull'incremento

della produzione rinnovabile locale, determinando un miglioramento delle prestazioni energetiche complessive e una riduzione dei consumi di esercizio dell'immobile.

5.2 UTILIZZO DI MATERIALI ECOCOMPATIBILI

La scelta dei materiali previsti dal progetto è stata effettuata in coerenza con gli obiettivi di sostenibilità ambientale propri dell'intervento e con il quadro applicabile agli appalti pubblici. In particolare, per i contratti pubblici il **D.Lgs. 36/2023**, art. 57, prevede l'applicazione dei Criteri Ambientali Minimi, mentre i CAM edilizia vigenti sono definiti dal **D.M. 24 novembre 2025**.

I materiali e i prodotti da costruzione sono pertanto selezionati considerando le prestazioni tecniche richieste, la durabilità, la compatibilità con lo stato di fatto e la disponibilità della documentazione ambientale prevista dai CAM e dagli elaborati contrattuali. Nel caso di edificio soggetto a tutela, i criteri ambientali sono applicati compatibilmente con i vincoli conservativi e con le specifiche condizioni architettoniche dell'immobile.

Per la coibentazione della copertura sono previsti materiali isolanti differenziati in funzione delle diverse configurazioni costruttive. Nelle porzioni con struttura metallica è previsto l'impiego di **lana minerale**, installata tra le travi in acciaio; nelle porzioni con solaio in laterocemento è previsto l'impiego di pannelli rigidi in **poliuretano tipo Stiferite o equivalente**, applicati all'intradosso. Tale scelta consente di adattare il sistema isolante alle condizioni geometriche e funzionali dell'edificio, ottimizzando le prestazioni termiche rispetto agli spessori disponibili e alle modalità di posa.

La lana minerale è stata individuata per le porzioni con struttura metallica in ragione della buona adattabilità alla geometria dell'orditura esistente, delle prestazioni termoacustiche e del favorevole comportamento al fuoco. Il poliuretano tipo Stiferite o equivalente è stato invece previsto nelle porzioni in laterocemento, dove risulta necessario conseguire elevate prestazioni termiche con spessori contenuti. In entrambi i casi, la sostenibilità dell'intervento deriva non solo dalle caratteristiche dei materiali, ma anche dalla riduzione del fabbisogno energetico dell'edificio lungo la fase di esercizio.

Per i nuovi serramenti è previsto l'impiego di componenti in **alluminio a taglio termico** con vetrazioni prestazionali. L'alluminio è stato scelto per durabilità, stabilità, resistenza agli agenti atmosferici e ridotte esigenze manutentive. Ove disponibile e compatibile con i requisiti tecnici e prestazionali di progetto, è privilegiato l'impiego di profili contenenti quota di materiale riciclato, mantenendo invariati i requisiti di resistenza, tenuta, isolamento termico e durabilità.

La documentazione ambientale dei prodotti costituisce elemento di verifica della conformità. I materiali impiegati sono corredati da schede tecniche, dichiarazioni prestazionali, certificazioni e documentazione CAM richiesta dagli elaborati di gara e di progetto. Ove disponibile o richiesta, è acquisita anche la **Dichiarazione Ambientale di Prodotto – EPD**, sviluppata secondo la norma **UNI EN ISO 14025**; per i prodotti da costruzione, il riferimento tecnico usuale per le EPD è la **EN 15804**.

La selezione dei materiali risponde quindi a una duplice esigenza: garantire le prestazioni energetiche e funzionali previste dal progetto esecutivo e assicurare coerenza con i principi di sostenibilità, tracciabilità e riduzione degli impatti ambientali richiesti nell'ambito degli appalti pubblici.

5.3 SISTEMI DI AUTOMAZIONE PER IL CONTROLLO, LA REGOLAZIONE E LA GESTIONE DEGLI IMPIANTI TECNOLOGICI DELL'EDIFICIO

I sistemi di automazione previsti completano la strategia di efficientamento energetico dell'edificio, intervenendo sulla gestione operativa degli impianti e sull'ottimizzazione dei relativi profili di funzionamento.

La soluzione adottata consente di adeguare il funzionamento degli impianti tecnologici alle effettive condizioni di utilizzo degli ambienti, evitando funzionamenti non necessari e migliorando la regolazione dei carichi. In questo modo l'intervento non si limita alla sostituzione dei componenti impiantistici, ma introduce un sistema di gestione capace di mantenere nel tempo le prestazioni energetiche previste dal progetto.

La regolazione automatica degli ambienti permette una gestione più puntuale delle condizioni interne, con possibilità di differenziare il funzionamento per zone, orari e destinazioni d'uso. Ciò consente di ridurre gli sprechi energetici e di garantire condizioni di comfort coerenti con l'effettiva occupazione dei locali.

Il monitoraggio dei principali parametri di esercizio consente inoltre di verificare il comportamento degli impianti, individuare eventuali anomalie o condizioni di funzionamento non ottimali e supportare le attività di conduzione e manutenzione. La disponibilità di dati di funzionamento costituisce quindi uno strumento utile per la gestione energetica dell'edificio da parte dell'Amministrazione.

Il controllo da remoto permette al personale autorizzato di gestire l'impianto in modo più tempestivo e razionale, riducendo la necessità di interventi manuali e migliorando la continuità di esercizio.

A supporto della riduzione dei consumi elettrici sono inoltre previsti dispositivi puntuali di comando automatico dell'illuminazione nei locali a uso discontinuo, quali servizi igienici e antibagni. L'integrazione di tali dispositivi con la più ampia logica di automazione dell'edificio contribuisce al contenimento dei consumi e alla razionalizzazione della gestione impiantistica complessiva.

5.4 INCREMENTO DELLA QUOTA DI ENERGIA DA FONTI RINNOVABILI

Le soluzioni adottate incrementano la quota di energia da fonti rinnovabili attraverso l'impiego integrato di geotermia ad acqua di falda, produzione fotovoltaica e pompe di calore per la produzione di acqua calda sanitaria.

Il nuovo sistema di generazione sfrutta l'energia termica disponibile nella falda come sorgente rinnovabile locale per la climatizzazione dell'edificio. La stabilità della sorgente consente di alimentare le pompe di calore in condizioni favorevoli durante l'anno, riducendo il ricorso a sistemi tradizionali e aumentando la quota rinnovabile associata ai servizi di riscaldamento e raffrescamento.

Il potenziamento dell'impianto fotovoltaico consente di incrementare la produzione elettrica da fonte solare direttamente in sito. Tale energia concorre all'alimentazione delle pompe di calore, dei circolatori, dei sistemi di regolazione e degli ausiliari impiantistici, migliorando l'autoconsumo e riducendo il prelievo dalla rete.

Anche la sostituzione degli scaldacqua elettrici con generatori in pompa di calore contribuisce all'incremento della quota rinnovabile, poiché consente di produrre acqua calda sanitaria mediante tecnologia ad alta efficienza, valorizzando sia l'energia aerotermica recuperata sia l'eventuale energia elettrica prodotta dall'impianto fotovoltaico.

Nel complesso, la combinazione tra fonte geotermica, produzione fotovoltaica e pompe di calore consente di aumentare la copertura dei fabbisogni energetici mediante fonti rinnovabili, in coerenza con la configurazione full electric dell'edificio e con gli obiettivi di riduzione dei consumi di energia primaria non rinnovabile.

5.5 USO SOSTENIBILE DELLE RISORSE

L'intervento persegue un uso sostenibile delle risorse naturali ed energetiche mediante una configurazione impiantistica in grado di valorizzare, in modo integrato, l'energia termica disponibile nell'acqua di falda e l'energia elettrica prodotta in sito dall'impianto fotovoltaico.

La scelta di adottare pompe di calore geotermiche ad acqua di falda consente di utilizzare una risorsa locale come sorgente termica per la climatizzazione dell'edificio. L'acqua di falda non è impiegata come risorsa di consumo, ma come vettore energetico naturale dal quale prelevare o al quale cedere energia termica, in funzione del regime di esercizio dell'impianto.

La stabilità termica della falda consente alle pompe di calore di operare in condizioni più favorevoli e costanti rispetto a sistemi basati su sorgenti maggiormente variabili. Ciò permette di incrementare l'efficienza di generazione e di ridurre l'energia elettrica necessaria per produrre la medesima quantità di energia termica utile.

Il sistema è inserito in una configurazione impiantistica full electric, integrata con il potenziamento dell'impianto fotovoltaico. L'energia elettrica prodotta in copertura può essere utilizzata direttamente per alimentare le pompe di calore, i circolatori, i sistemi di regolazione e gli altri ausiliari impiantistici, riducendo il prelievo dalla rete e aumentando l'autoconsumo di energia rinnovabile prodotta in sito.

La soluzione consente quindi di ridurre il consumo diretto di combustibili fossili, contenere le emissioni associate all'esercizio dell'edificio e migliorare il bilancio energetico complessivo. La combinazione tra geotermia e fotovoltaico consente di valorizzare congiuntamente una fonte rinnovabile ambientale e una fonte rinnovabile elettrica, rendendo più efficiente l'impiego delle risorse disponibili.

L'acqua prelevata per il funzionamento del sistema geotermico può inoltre essere valorizzata, ove tecnicamente e autorizzativamente consentito, anche per **usi irrigui** a servizio delle aree esterne o del verde comunale. Tale possibilità, se pur preliminarmente considerata come mera predisposizione, consente di incrementare ulteriormente l'efficienza d'uso della risorsa idrica, ferma restando la necessità di garantire la compatibilità con il sistema di emungimento e restituzione, con le portate disponibili, con la qualità dell'acqua e con le prescrizioni degli enti competenti.

Nel complesso, l'intervento configura un sistema impiantistico orientato alla riduzione dei consumi, alla valorizzazione delle risorse locali e all'incremento della quota di energia rinnovabile utilizzata

dall'edificio, in coerenza con gli obiettivi di efficientamento energetico e sostenibilità ambientale del progetto. Si riporta il confronto tra fabbisogno termico (Q_{nd}), suddiviso per i vari servizi presenti nello stabile, dello scenario ante e post intervento:

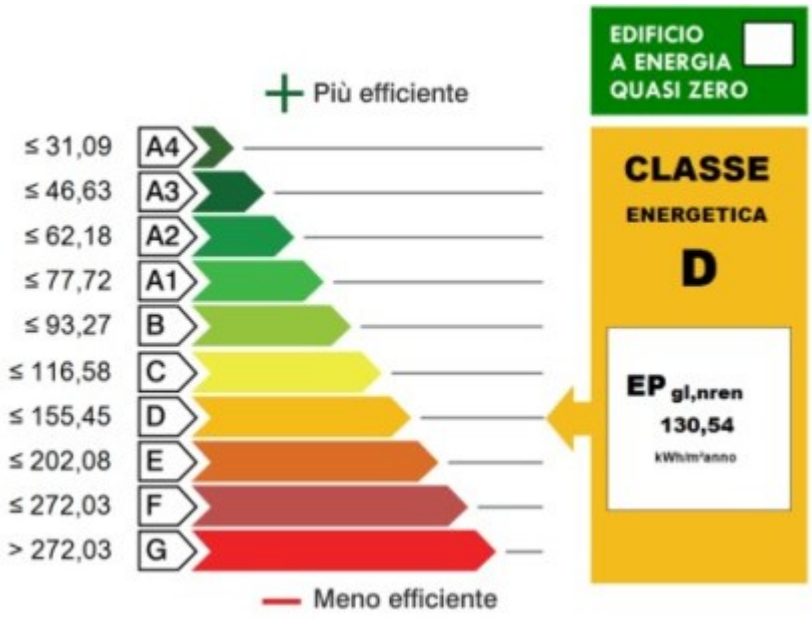
	ANTE INTERVENTO [kWh]	**POST INTERVENTO [kWh]**
Climatizzazione invernale	95.199,3	87.058,5
Climatizzazione estiva	45.681,5	33.291,0
Acqua calda sanitaria	2.292,2	102,8
Illuminazione	53.675,9	54.107,1
Trasporto	5.292,6	3.883,7
Globale	**202.141,5**	**178.443,1**

Tale andamento si riflette quindi sull'andamento dei fabbisogni di energia primaria globale ($Q_{p,gl,tot}$) dello stabile, con un bilancio finale fortemente positivo in termini di riduzione dell'energia primaria globale.

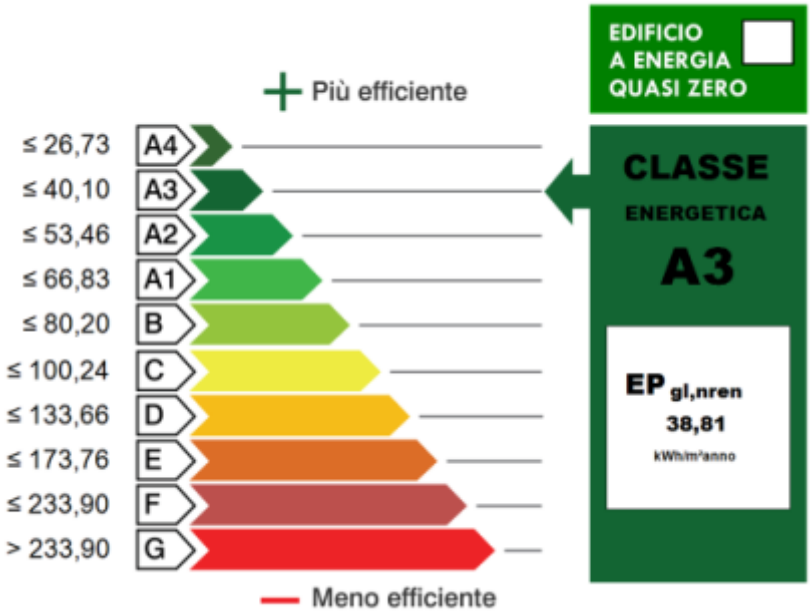
	ANTE INTERVENTO			**POST INTERVENTO**		
	Non rinnovabile [Kwh]	**Rinnovabile [Kwh]**	**Globale [Kwh]**	**Non rinnovabile [Kwh]**	**Rinnovabile [Kwh]**	**Globale [Kwh]**
Climatizzazione invernale	154.449,6	2.461,4	156.911,0	37.188,9	84.119,2	121.308,1
Climatizzazione estiva	25.893,8	10.142,3	36.036,2	503,2	5.810,2	6.313,4
Acqua calda sanitaria	4.177,0	185,2	4.362,2	37,0	178,7	215,7
Illuminazione	84.252,5	30.776,5	115.029,0	41.681,9	42.778,1	84.460,1
Trasporto	8.302,2	3.036,1	11.338,4	2.972,2	3.075,9	6.048,1
Globale	277.075,2	46.601,6	**323.676,7**	82.383,2	135.962,2	**218.345,4**

Grazie all'incremento della produzione di energia da fonti rinnovabili (tramite il potenziamento dell'impianto fotovoltaico) e all'impiego di generatori e tecnologie ad elevata efficienza, con rendimenti superiori rispetto allo stato ante operam, è possibile ottenere una riduzione del fabbisogno di energia primaria dell'edificio.

Conseguentemente, il fabbisogno globale di energia primaria totale dell'edificio nello stato di fatto (ante operam) risulta pari a 323.676,7 kWh/anno, corrispondente a un indice di prestazione energetica globale EPgl,tot pari a 152,5 kWh/m²anno e a una classe energetica D.



Conseguentemente agli interventi previsti, il fabbisogno globale di energia primaria totale dell'edificio nello stato di progetto risulta pari a 218.345,4 kWh/anno, corrispondente a un indice di prestazione energetica globale EPgl,tot pari a 102,87 kWh/m²anno e a una classe energetica A3.



Pertanto, con lo scenario di progetto presentato, i requisiti minimi richiesti dal bando risultano verificati.

	ANTE INTERVENTO	POST INTERVENTO	CONFRONTO	REQUISITO BANDO	VERIFICA REQUISITI
Energia primaria totale [kWh]	323.676,7	218.345,4	32,54%	Min 30%	**VERIFICATO**
Classe energetica	D	A3	+ 5 classi	Min +1 classe	**VERIFICATO**

L'insieme degli interventi descritti nella presente relazione consente di agire in modo sinergico sulle principali criticità energetiche dell'edificio, permettendo il raggiungimento del miglioramento di classe energetica richiesto e il conseguimento di una riduzione del fabbisogno di energia primaria globale superiore al 30%, in linea con gli obiettivi del PR FESR Liguria 2021–2027.

6 RIEPILOGO DEI RISULTATI OTTENUTI

Il presente capitolo riporta la sintesi dei risultati conseguiti a seguito delle valutazioni energetiche svolte e degli interventi previsti dal progetto esecutivo.

Il confronto tra lo scenario **ante operam** e lo scenario **post operam** consente di valutare gli effetti complessivi delle opere in termini di riduzione dei fabbisogni energetici, miglioramento dell'efficienza dei sistemi impiantistici, incremento della quota di energia da fonti rinnovabili e miglioramento della prestazione energetica globale dell'edificio.

Gli interventi previsti agiscono in modo coordinato sull'involucro edilizio, sui sistemi di generazione, distribuzione, emissione e regolazione, nonché sulla produzione locale di energia elettrica da fonte fotovoltaica. Tale impostazione consente di ridurre i consumi di esercizio e di migliorare il comportamento energetico complessivo dell'immobile rispetto alla configurazione esistente.

I risultati delle verifiche energetiche sono assunti a riferimento anche per valutare la coerenza dell'intervento con gli obiettivi del **PR FESR Liguria 2021–2027**, con particolare riguardo alla riduzione dell'indice di prestazione energetica globale e al miglioramento della classe energetica dell'edificio.

7 FATTIBILITA' AMBIENTALE

L'intervento risulta compatibile sotto il profilo ambientale e persegue il miglioramento della sostenibilità energetica dell'edificio mediante la riqualificazione dei sistemi impiantistici, la riduzione dei consumi e l'incremento dell'utilizzo di fonti rinnovabili.

La sostituzione dei sistemi di generazione esistenti con pompe di calore geotermiche ad acqua di falda consente di ridurre il ricorso diretto a sistemi a combustione e di valorizzare una sorgente rinnovabile locale. Tale scelta determina effetti positivi in termini di riduzione delle emissioni associate all'esercizio dell'edificio, con particolare riferimento alle emissioni climalteranti e agli inquinanti derivanti dalla combustione.

Il miglioramento delle prestazioni dell'involucro, il rifacimento delle reti di distribuzione, l'adozione di terminali efficienti e l'installazione di sistemi di regolazione e supervisione consentono di contenere il fabbisogno energetico complessivo e di ottimizzare il funzionamento degli impianti. La riduzione dei consumi contribuisce direttamente al contenimento dell'energia primaria richiesta e al miglioramento del profilo ambientale dell'immobile.

L'integrazione dell'impianto fotovoltaico esistente incrementa la produzione locale di energia elettrica da fonte rinnovabile e consente di alimentare una quota dei consumi elettrici con energia prodotta in sito. L'abbinamento tra fotovoltaico e pompe di calore rende più efficace l'utilizzo del vettore elettrico e migliora il bilancio energetico complessivo del sistema edificio-impianto.

Concorrono alla sostenibilità ambientale dell'intervento anche le pompe di calore dedicate alla produzione di acqua calda sanitaria e i sistemi puntuali di riduzione dei consumi elettrici, quali i sensori di presenza per l'illuminazione dei locali a uso discontinuo. Tali soluzioni consentono di ridurre consumi impropri e migliorare la gestione energetica dell'edificio.

In sintesi, l'intervento produce effetti ambientali favorevoli riconducibili a:

- riduzione dei consumi energetici complessivi;
- riduzione del fabbisogno di energia primaria globale;
- incremento della quota di energia da fonti rinnovabili;
- riduzione delle emissioni climalteranti associate all'esercizio dell'edificio;
- riduzione degli inquinanti locali connessi ai sistemi tradizionali a combustione;
- migliore utilizzo del vettore elettrico mediante integrazione tra pompe di calore e fotovoltaico;
- miglioramento della gestione energetica attraverso sistemi di automazione e regolazione.

Nel complesso, il progetto configura un intervento coerente con gli obiettivi di transizione energetica, riduzione delle emissioni e miglioramento della sostenibilità del patrimonio edilizio pubblico.

8 APPLICAZIONE DEI CRITERI AMBIENTALI MINIMI (CAM)

L'intervento di riqualificazione energetica e impiantistica del Palazzo Comunale è sviluppato in coerenza con i **Criteri Ambientali Minimi per l'edilizia** applicabili agli appalti pubblici. Il riferimento normativo è il **D.M. 24 novembre 2025**, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 281 del 3 dicembre 2025, relativo all'adozione dei CAM per l'affidamento di servizi di progettazione e affidamento di lavori per interventi edilizi. Il decreto sostituisce il precedente quadro CAM edilizia 2022 secondo le modalità e il regime transitorio previsti dal medesimo provvedimento.

L'applicazione dei CAM è assunta nell'ambito del progetto in relazione alla natura pubblica dell'intervento e alle disposizioni del Codice dei contratti pubblici. Resta ferma la verifica puntuale dell'effettivo regime applicabile alla procedura, in funzione della data di validazione del progetto, della pubblicazione del bando o dell'avvio della procedura di affidamento, nonché delle eventuali condizioni transitorie previste dal decreto.

Nel caso in esame, la coerenza con i CAM si traduce in scelte progettuali orientate alla riduzione dei consumi energetici, all'incremento della quota di energia da fonti rinnovabili, alla durabilità dei componenti, alla tracciabilità delle prestazioni ambientali dei prodotti e alla gestione sostenibile della fase di cantiere.

La configurazione impiantistica prevista valorizza l'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili mediante pompe di calore geotermiche ad acqua di falda, potenziamento dell'impianto fotovoltaico e adozione di pompe di calore dedicate alla produzione di acqua calda sanitaria. Tali soluzioni consentono di ridurre il ricorso a sistemi tradizionali a combustione e di contenere le emissioni associate all'esercizio dell'edificio.

Il progetto prevede inoltre il miglioramento dell'efficienza energetica mediante coibentazione della copertura, sostituzione dei serramenti maggiormente critici, realizzazione di nuove reti di distribuzione isolate, installazione di terminali idronici selezionati in funzione delle condizioni dei locali e introduzione di sistemi di building automation per la regolazione e la supervisione degli impianti.

La scelta dei prodotti e dei materiali è effettuata considerando, oltre alle prestazioni tecniche, anche gli aspetti ambientali richiesti dai CAM. Sono privilegiati materiali durevoli, compatibili con l'edificio esistente, caratterizzati da ridotto impatto ambientale e corredati dalla documentazione tecnica e ambientale prevista. Ove richiesta o disponibile, è acquisita documentazione quale **EPD**, dichiarazioni prestazionali, certificazioni ambientali, schede tecniche e attestazioni di conformità ai criteri applicabili.

L'intervento considera inoltre gli aspetti relativi al ciclo di vita dei componenti e alla gestione delle risorse, promuovendo soluzioni capaci di ridurre i consumi durante la fase d'uso dell'edificio e di limitare gli impatti ambientali associati alla realizzazione e alla manutenzione dell'opera.

Nel complesso, le scelte progettuali adottate risultano coerenti con i principi dei CAM e contribuiscono al raggiungimento degli obiettivi di sostenibilità ambientale, riduzione dei consumi energetici, contenimento delle emissioni e miglioramento della qualità ambientale del patrimonio edilizio pubblico.

8.1.1 Gestione sostenibile del cantiere

La fase esecutiva dell'intervento è organizzata secondo criteri di gestione sostenibile del cantiere, con l'obiettivo di ridurre gli impatti ambientali delle lavorazioni e garantire la conformità alle prescrizioni CAM applicabili.

In particolare, sono previste misure finalizzate a:

- limitare la produzione e la dispersione di polveri;
- contenere le emissioni acustiche e le interferenze con le attività dell'edificio;
- gestire in modo separato i rifiuti da costruzione e demolizione;
- favorire il recupero e il riciclo dei materiali rimossi;
- applicare procedure di demolizione selettiva ove compatibili con le lavorazioni previste;
- gestire correttamente acque di cantiere, residui di lavorazione e materiali potenzialmente inquinanti;
- mantenere l'ordine e la pulizia delle aree operative;
- ridurre le interferenze con gli utenti e con il normale funzionamento degli uffici comunali.

È prevista la predisposizione della documentazione ambientale di cantiere richiesta dagli elaborati contrattuali e dai CAM applicabili, compresi il piano di gestione dei rifiuti da costruzione e demolizione e le procedure operative per la riduzione degli impatti ambientali durante le lavorazioni.

La gestione dei materiali rimossi privilegia la separazione per frazioni omogenee, il conferimento a impianti autorizzati e il recupero dei materiali ove tecnicamente possibile. L'obiettivo di recupero dei rifiuti da costruzione e demolizione è assunto in coerenza con le percentuali minime previste dai CAM e dovrà essere documentato mediante formulari, registrazioni e attestazioni di conferimento.

Le misure adottate consentono di ridurre l'impatto ambientale della fase di realizzazione e di mantenere la coerenza dell'intervento con i principi di sostenibilità propri degli appalti pubblici.

9 RISPETTO DEI PRINCIPI DNSH

Il progetto è sviluppato in coerenza con il principio **DNSH – Do No Significant Harm**, secondo il quale gli interventi finanziati non devono arrecare un danno significativo agli obiettivi ambientali individuati dalla normativa europea. Il riferimento generale è costituito dall'art. 17 del **Regolamento (UE) 2020/852**, che definisce il concetto di danno significativo rispetto ai sei obiettivi ambientali della tassonomia europea.

Gli obiettivi ambientali considerati sono:

- mitigazione dei cambiamenti climatici;
- adattamento ai cambiamenti climatici;
- uso sostenibile e protezione delle acque e delle risorse marine;
- transizione verso l'economia circolare;
- prevenzione e riduzione dell'inquinamento;
- protezione e ripristino della biodiversità e degli ecosistemi.

Con riferimento al **PR FESR Liguria 2021–2027**, l'intervento si colloca nell'ambito dell'Azione 2.1.1, relativa alla promozione dell'eco-efficienza e alla riduzione dei consumi di energia primaria negli edifici e nelle strutture pubbliche. Il programma regionale individua tale linea di intervento nell'ambito degli obiettivi di efficientamento energetico del patrimonio edilizio pubblico.

Nel caso in esame, le opere previste risultano coerenti con il principio DNSH in quanto finalizzate al miglioramento delle prestazioni energetiche del Palazzo Comunale, alla riduzione dei consumi di energia primaria e all'incremento dell'utilizzo di fonti rinnovabili. Gli interventi riguardano l'involucro edilizio, i sistemi di generazione, distribuzione, emissione e regolazione, nonché l'integrazione della produzione fotovoltaica.

Ai fini della mitigazione dei cambiamenti climatici, il progetto contribuisce alla riduzione delle emissioni associate all'esercizio dell'edificio mediante la sostituzione dei sistemi impiantistici esistenti con pompe di calore geotermiche ad acqua di falda, il miglioramento dell'efficienza dei sottosistemi impiantistici e l'incremento della produzione elettrica da fonte solare.

Per quanto riguarda l'adattamento ai cambiamenti climatici, le soluzioni previste migliorano il comportamento dell'edificio in regime estivo e invernale, riducendo le dispersioni, contenendo gli apporti solari non controllati e introducendo sistemi di regolazione in grado di adeguare il funzionamento degli impianti alle condizioni effettive di utilizzo.

In relazione all'uso sostenibile delle acque, il sistema geotermico ad acqua di falda è configurato con prelievo, scambio energetico e restituzione, secondo le autorizzazioni e le prescrizioni degli enti competenti. L'acqua di falda è utilizzata come sorgente energetica e non come risorsa dissipativa, ferma restando la necessità di verificare portata, qualità dell'acqua, compatibilità idrogeologica e condizioni di restituzione.

Per la transizione verso l'economia circolare, il progetto prevede la gestione separata dei rifiuti da costruzione e demolizione, l'applicazione di procedure di demolizione selettiva ove compatibili con le lavorazioni e il conferimento delle frazioni recuperabili a impianti autorizzati. Particolare attenzione è posta ai materiali rimossi e ai componenti impiantistici sostituiti, privilegiando recupero, riciclo e tracciabilità dei flussi di rifiuto.

Con riferimento alla prevenzione e riduzione dell'inquinamento, gli interventi riducono il ricorso a sistemi tradizionali a combustione e, conseguentemente, le emissioni locali connesse all'esercizio degli impianti. In fase di cantiere sono previste misure per il contenimento di polveri, rumore, interferenze con le attività dell'edificio e corretta gestione di materiali potenzialmente inquinanti.

Per la protezione della biodiversità e degli ecosistemi, l'intervento si sviluppa su edificio esistente e su aree già urbanizzate, senza consumo di nuovo suolo e senza trasformazioni territoriali significative. Le lavorazioni sono limitate agli ambiti edilizi e impiantistici interessati dal progetto e sono gestite in modo da evitare impatti negativi sulle matrici ambientali circostanti.

La verifica operativa del rispetto del principio DNSH è condotta con riferimento alla documentazione applicabile al finanziamento e alle indicazioni nazionali vigenti. A livello nazionale, la **Circolare RGS n. 22 del 14 maggio 2024** ha aggiornato la Guida operativa per il rispetto del principio DNSH e le relative checklist di verifica.

La conformità DNSH dell'intervento è documentata, ove richiesto dagli atti del bando e dalla fase procedurale di riferimento, mediante elaborati tecnici, checklist, dichiarazioni, certificazioni ambientali e documentazione di cantiere attestante l'adozione delle misure pertinenti. Restano ferme le verifiche finali da parte degli enti competenti e l'eventuale recepimento di ulteriori prescrizioni derivanti dagli atti attuativi del finanziamento, dalle autorizzazioni ambientali e dagli elaborati specialistici di progetto.

10 CONFORMITÀ URBANISTICA E REGIME DEI VINCOLI

L'edificio oggetto dell'intervento, sede del Palazzo Comunale di Santa Margherita Ligure, risulta sottoposto a tutela ai sensi del **D.Lgs. 22 gennaio 2004, n. 42 – Codice dei beni culturali e del paesaggio**. L'immobile è stato dichiarato di interesse culturale ai sensi dell'art. 10 del medesimo decreto legislativo mediante specifico provvedimento di vincolo.

In ragione del regime di tutela, gli interventi previsti sul fabbricato sono progettati nel rispetto delle caratteristiche architettoniche, storiche e materiche dell'edificio. **Le opere sono state autorizzate dalla Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio per la Liguria ai sensi dell'art. 21, comma 4, del D.Lgs. 42/2004, con nota riferita alla Class. 34.43.04/219/20, riscontro SABAP Liguria n. 18383, acquisita al protocollo del Comune di Santa Margherita Ligure n. 0045913/2026 del 18/08/2026.**

Il progetto esecutivo riguarda opere di riqualificazione energetica e impiantistica dell'edificio esistente. Gli interventi non comportano modifiche alla destinazione d'uso, alla volumetria complessiva, alla sagoma generale del fabbricato o alla struttura portante principale. Le opere previste interessano prevalentemente i sistemi tecnologici, l'involucro in corrispondenza di copertura e serramenti selezionati, l'impianto fotovoltaico e gli interventi accessori necessari alla realizzazione della nuova configurazione energetica dell'edificio.

Dal punto di vista urbanistico, l'intervento non determina trasformazioni della consistenza edilizia né variazioni della destinazione a servizio pubblico dell'immobile. Le opere si configurano pertanto come interventi su edificio esistente finalizzati all'ammodernamento tecnologico, al miglioramento prestazionale e all'efficientamento energetico, ferma restando l'acquisizione degli atti autorizzativi richiesti dalla normativa vigente e dagli enti competenti.

10.1 Autorizzazioni e iter amministrativo

La realizzazione dell'intervento richiede l'acquisizione delle autorizzazioni previste in materia edilizia, impiantistica, ambientale e idraulica. Per quanto attiene alla tutela del patrimonio culturale, l'autorizzazione di cui all'art. 21, comma 4, del D.Lgs. 42/2004 è stata rilasciata dalla Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio per la Liguria con il provvedimento richiamato nel seguito.

In relazione alla tipologia di opere previste, sono individuati i seguenti principali procedimenti autorizzativi e amministrativi:

- autorizzazione della Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio per la Liguria, già acquisita ai sensi dell'art. 21, comma 4, del D.Lgs. 42/2004 (Class. 34.43.04/219/20; riscontro SABAP Liguria n. 18383; prot. comunale n. 0045913/2026 del 18/08/2026);
- pratiche impiantistiche e dichiarazioni di conformità relative agli impianti oggetto di realizzazione, sostituzione o modifica;

- pratiche di connessione, aggiornamento o adeguamento della fornitura elettrica, in relazione alle nuove apparecchiature, alle pompe di calore e all'integrazione dell'impianto fotovoltaico;
- procedimento regionale per la realizzazione del pozzo, il prelievo di acqua di falda, la concessione di derivazione da acque sotterranee, la restituzione della risorsa e l'eventuale utilizzo per uso irriguo.

Con riferimento al sistema geotermico ad acqua di falda, la realizzazione del pozzo di emungimento e l'utilizzo della risorsa idrica sotterranea sono subordinati alla procedura regionale relativa alle **nuove concessioni di derivazione da acque sotterranee**. La Regione Liguria individua, per tale fattispecie, i modelli **D6.1** e **D7.1**; sono considerate nuove concessioni tutte le derivazioni, anche esistenti, che al momento della presentazione dell'istanza non dispongono di una concessione in corso di validità. Le prese da acque sotterranee devono inoltre garantire il mantenimento del bilancio idrico delle falde.

Nel caso in cui sia necessaria la terebrazione di un nuovo pozzo, ai sensi del **Regolamento regionale Liguria n. 6/2017**, l'autorizzazione alla terebrazione è richiesta contestualmente alla richiesta di concessione a derivare. In tale caso il riferimento procedurale è il modello regionale **D6.1 – Istanza di autorizzazione alla ricerca di acque sotterranee da pozzo e rilascio di concessione di derivazione di acque**.

Qualora, invece, il sistema facesse ricorso a un pozzo già esistente e non fosse necessaria una nuova terebrazione, il riferimento procedurale è il modello **D7.1 – Istanza di concessione di derivazione di acque sotterranee**, ferma restando la verifica della specifica casistica con gli uffici regionali competenti.

Alle derivazioni da acque sotterranee si applica inoltre la **D.G.R. Liguria n. 691/2018**, relativa alla valutazione del rischio ambientale della derivazione, come richiamato dalla documentazione regionale per le nuove concessioni da acque sotterranee.

La configurazione definitiva del sistema di emungimento, scambio termico, restituzione in falda ed eventuale utilizzo irriguo della risorsa resta subordinata all'esito dell'istruttoria regionale, alle verifiche idrogeologiche, alle prove di portata, alle analisi chimico-fisiche dell'acqua e alle prescrizioni contenute negli atti autorizzativi. L'eventuale uso irriguo dell'acqua prelevata dovrà essere espressamente ricompreso nella domanda o comunque autorizzato dagli enti competenti, verificando la compatibilità con portate disponibili, qualità dell'acqua, schema di restituzione e bilancio idrico della falda.

Con riferimento agli strumenti di pianificazione di bacino e di gestione del rischio idraulico, è prevista la verifica della coerenza dell'intervento con il **PAI – Piano di Assetto Idrogeologico** e con il vigente **Piano di Gestione del Rischio Alluvioni**, con particolare riguardo alla pericolosità idraulica dell'area, alle eventuali limitazioni d'uso e alle prescrizioni relative alla realizzazione di opere interrate, pozzi e impianti connessi alla falda.

In via progettuale, considerata la natura degli interventi, le opere non determinano trasformazioni urbanistiche significative né aggravio diretto delle condizioni di rischio idraulico. Tale valutazione dovrà comunque essere confermata mediante specifica verifica geologica e idrogeologica, con riferimento al quadro conoscitivo aggiornato, agli strumenti pianificatori vigenti e alle prescrizioni degli enti competenti.

Le modalità operative, la sequenza temporale delle pratiche e la documentazione tecnica da allegare alle istanze saranno definite in coordinamento con l'Amministrazione comunale, la Soprintendenza, gli uffici regionali competenti e gli ulteriori enti eventualmente coinvolti nel procedimento.

11 INDAGINI TECNICHE PRELIMINARI NECESSARIE

La realizzazione dell'impianto geotermico ad acqua di falda richiede l'esecuzione di indagini specialistiche preliminari, finalizzate a verificare la fattibilità tecnica dell'intervento, la disponibilità della risorsa idrica sotterranea, la compatibilità idrogeologica del sistema e le condizioni necessarie per il corretto dimensionamento delle apparecchiature.
Le indagini costituiscono parte essenziale del percorso progettuale e autorizzativo, in quanto consentono di definire le caratteristiche del sottosuolo, le condizioni della falda, le modalità di emungimento e restituzione e l'eventuale compatibilità con ulteriori usi della risorsa, compreso l'uso irriguo ove autorizzabile.
In particolare, sono previste le seguenti attività.

11.1 Indagini geologiche, geognostiche e idrogeologiche

È prevista l'esecuzione di indagini geologiche, geognostiche e idrogeologiche dell'area di intervento, finalizzate alla ricostruzione del modello geologico locale e alla definizione delle caratteristiche dei terreni interessati dalle opere.
Le indagini comprendono il rilievo geologico dell'area, l'analisi della stratigrafia del sottosuolo, la valutazione delle caratteristiche litologiche e granulometriche dei terreni, la stima della permeabilità e l'individuazione della falda acquifera. Tali attività consentono di determinare profondità, spessore, direzione di deflusso e condizioni di alimentazione della falda, nonché di verificare la compatibilità del sistema geotermico con l'assetto idrogeologico locale.
Le risultanze delle indagini sono riportate nella relazione geologica e idrogeologica specialistica, che costituisce elaborato di supporto alla progettazione del pozzo, alla definizione delle modalità di captazione e restituzione e alla predisposizione delle istanze autorizzative.

11.2 Terebrazione dei pozzi e prove in sito

La configurazione dell'impianto richiede la realizzazione di un sistema di prelievo e restituzione dell'acqua di falda. A tal fine è prevista la terebrazione dei pozzi necessari, secondo le modalità autorizzate dagli enti competenti e in conformità alla normativa regionale applicabile.
La terebrazione è preceduta e accompagnata dalle verifiche geognostiche e idrogeologiche necessarie alla corretta individuazione della profondità di captazione, del tratto filtrante, delle caratteristiche costruttive del pozzo, dei materiali di completamento e delle modalità di protezione sanitaria e ambientale dell'opera.
Durante le attività sono rilevati i dati stratigrafici, le profondità dei livelli acquiferi intercettati, i livelli piezometrici statici e dinamici e le condizioni di produttività della falda. Tali dati sono necessari per definire la portata effettivamente emungibile, verificare la stabilità del sistema e dimensionare correttamente le pompe di emungimento e le opere di restituzione.

11.3 Prove di portata, emungimento e restituzione

Sono previste prove di portata e prove di emungimento, finalizzate a verificare la disponibilità della risorsa idrica sotterranea e la sostenibilità del prelievo nelle condizioni di esercizio dell'impianto.
Le prove consentono di determinare:

- portata emungibile;
- abbassamento piezometrico indotto;
- stabilità del livello dinamico;
- capacità di recupero della falda;
- eventuali interferenze con pozzi o captazioni esistenti;
- compatibilità del prelievo con il bilancio idrico locale.

È inoltre prevista la verifica della modalità di restituzione dell'acqua emunta a seguito dello scambio termico. La configurazione di progetto prevede la reiniezione in falda mediante pozzo di resa; come opzione è anche previsto il recapito della portata in roggia o in acquedotto irriguo, secondo la soluzione autorizzata dagli enti competenti. Le verifiche riguardano pertanto la compatibilità idraulica e autorizzativa del recapito, la portata scaricabile, le condizioni qualitative e termiche dell'acqua restituita, nonché l'eventuale possibilità di valorizzare la risorsa per usi irrigui. Restano ferme le prescrizioni derivanti dall'istruttoria regionale e dagli eventuali enti gestori o competenti sul corpo ricettore.

La prova di emungimento potrà essere eseguita esclusivamente a seguito dell'avvenuto rilascio della concessione. Qualora, in esito alla prova, la portata disponibile risultasse insufficiente rispetto al fabbisogno previsto, sarà adottato un sistema integrativo di supporto aria/acqua. La relativa soluzione impiantistica è descritta e approfondita nella Relazione Tecnica Generale degli impianti meccanici.

11.4 Analisi qualitative dell'acqua

Le acque di falda sono sottoposte ad analisi chimico-fisiche, al fine di verificarne la compatibilità con il funzionamento degli scambiatori, delle pompe di calore e dei circuiti idraulici.
Le analisi riguardano, in particolare, i parametri rilevanti ai fini di corrosione, incrostazione, fouling e decadimento prestazionale, tra cui pH, conducibilità, durezza, cloruri, solfati, nitrati, ferro, manganese, ossigeno disciolto, solidi sospesi e altri parametri eventualmente richiesti dal costruttore delle apparecchiature o dagli enti competenti.
I risultati delle analisi sono utilizzati per definire le caratteristiche dei sistemi di filtrazione, l'eventuale necessità di trattamenti accessori, la compatibilità con lo scambiatore di sicurezza e le prescrizioni manutentive del sistema.

11.5 Valutazioni termiche della falda

Sono previste misure e valutazioni della temperatura dell'acqua di falda, con riferimento alle condizioni attese nelle diverse stagioni di esercizio. La temperatura della sorgente costituisce un parametro fondamentale per il dimensionamento delle pompe di calore geotermiche e per la verifica delle prestazioni energetiche dell'impianto.
Le valutazioni termiche consentono di definire le condizioni di ingresso lato sorgente, la potenza termica scambiabile, i rendimenti attesi, i limiti di funzionamento delle macchine e la compatibilità con la portata disponibile.

11.6 Verifiche autorizzative e compatibilità con il vincolo

Le indagini e la realizzazione dei pozzi sono coordinate con l'iter autorizzativo regionale relativo alla ricerca, terebrazione, concessione di derivazione, emungimento e restituzione delle acque sotterranee. La documentazione tecnica prodotta supporta le istanze da presentare agli enti competenti e consente di verificare la compatibilità dell'intervento con la tutela della risorsa idrica e con il bilancio della falda.
Considerato che l'edificio è sottoposto a tutela ai sensi del D.Lgs. 42/2004, le opere sono inoltre sottoposte alla valutazione della Soprintendenza competente, in particolare per gli interventi che possono interessare elementi esterni, aree pertinenziali, coperture, prospetti o componenti visibili dell'edificio.
In sintesi, l'esecuzione delle indagini geologiche, geognostiche, idrogeologiche, idriche e termiche consente di definire in modo attendibile la fattibilità dell'impianto geotermico ad acqua di falda, di verificarne la compatibilità con il contesto locale e di supportare il dimensionamento esecutivo del sistema di emungimento, scambio termico e restituzione.

11.7 Competenze

Le attività di indagine geologica, geognostica, idrogeologica e idraulica, comprese le valutazioni relative alla portata emungibile, alla qualità dell'acqua, alla compatibilità del recapito in roggia o acquedotto irriguo e alla predisposizione della documentazione specialistica a supporto delle istanze autorizzative, rientrano nelle competenze del **geologo incaricato** e non sono comprese nell'incarico tecnico affidato alla scrivente società di ingegneria Nabla S.r.l..
Analogamente, considerato il regime di tutela dell'immobile e la possibile interferenza delle opere di scavo con contesti di interesse archeologico, le attività di assistenza, sorveglianza o verifica archeologica eventualmente richieste dalla Soprintendenza dovranno essere svolte da **archeologo qualificato**. Tali prestazioni specialistiche esulano dall'incarico in capo a Nabla S.r.l. e dovranno essere attivate, ove prescritte, nell'ambito dell'iter autorizzativo e della fase esecutiva delle opere.

12 INQUADRAMENTO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

La progettazione dell'intervento di riqualificazione energetica e ammodernamento degli impianti tecnologici del Palazzo Comunale di Santa Margherita Ligure è sviluppata nel rispetto della normativa vigente in materia di lavori pubblici, prestazione energetica degli edifici, sicurezza degli impianti, tutela del patrimonio culturale, sostenibilità ambientale e gestione delle risorse idriche.

L'intervento rientra nell'ambito delle opere pubbliche disciplinate dal **D.Lgs. 31 marzo 2023, n. 36 – Codice dei contratti pubblici**, che regola la programmazione, progettazione, affidamento ed esecuzione dei contratti pubblici. Il medesimo decreto, all'art. 57, disciplina anche l'applicazione dei criteri di sostenibilità energetica e ambientale nell'ambito degli affidamenti pubblici.

Per quanto riguarda la tutela del patrimonio storico e architettonico, l'edificio è sottoposto a tutela ai sensi del **D.Lgs. 22 gennaio 2004, n. 42 – Codice dei beni culturali e del paesaggio**, in quanto dichiarato di interesse culturale. Gli interventi previsti sono stati autorizzati dalla Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio per la Liguria ai sensi dell'art. 21, comma 4, del D.Lgs. 42/2004, con il provvedimento richiamato al capitolo 10; l'autorizzazione riguarda le opere descritte negli elaborati progettuali trasmessi.

Dal punto di vista energetico, il progetto fa riferimento alla disciplina nazionale in materia di prestazione energetica degli edifici, con particolare riferimento al **D.Lgs. 19 agosto 2005, n. 192** e s.m.i. e ai relativi decreti attuativi. In particolare, il progetto è stato sviluppato in continuità con il quadro tecnico vigente alla data di redazione e con il **D.M. 26 giugno 2015**, relativo all'applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e alla definizione dei requisiti minimi degli edifici. Il **D.M. 28 ottobre 2025**, pubblicato in Gazzetta Ufficiale n. 283 del 5 dicembre 2025, aggiorna il D.M. 26 giugno 2015; la sua applicazione deve essere verificata in funzione della decorrenza e della fase procedurale dell'intervento.

Per l'esercizio, la conduzione, il controllo, la manutenzione e l'ispezione degli impianti termici si richiamano inoltre il **D.P.R. 26 agosto 1993, n. 412**, il **D.P.R. 16 aprile 2013, n. 74** e le disposizioni regionali eventualmente applicabili.

La progettazione e la realizzazione degli impianti tecnologici sono sviluppate nel rispetto del **D.M. 22 gennaio 2008, n. 37**, relativo alla sicurezza degli impianti all'interno degli edifici, con particolare riferimento agli obblighi di progettazione, installazione, verifica e rilascio della dichiarazione di conformità.

Per gli aspetti di sostenibilità ambientale e appalti pubblici, il progetto tiene conto dei **Criteri Ambientali Minimi per l'edilizia**. Il nuovo decreto CAM edilizia è il **D.M. 24 novembre 2025**, pubblicato in Gazzetta Ufficiale n. 281 del 3 dicembre 2025, relativo all'affidamento di servizi di progettazione e lavori per interventi edilizi. Il Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica conferma che il decreto adotta i nuovi CAM edilizia 2025; l'applicazione al presente intervento deve essere verificata in funzione della data della procedura di gara e del relativo regime transitorio.

Le scelte progettuali risultano inoltre coerenti con gli indirizzi generali di decarbonizzazione e incremento dell'efficienza energetica del settore civile, perseguiti dalla pianificazione energetica nazionale ed europea, con particolare riferimento alla diffusione di sistemi ad alta efficienza, all'elettrificazione dei consumi e all'incremento dell'impiego di fonti energetiche rinnovabili.

Per l'impianto geotermico ad acqua di falda, la progettazione è subordinata agli esiti delle verifiche geologiche, idrogeologiche e autorizzative di competenza specialistica. La realizzazione del pozzo, il prelievo di acqua sotterranea, la concessione di derivazione, il recapito in roggia o acquedotto irriguo e l'eventuale uso irriguo della risorsa sono soggetti alle procedure autorizzative regionali applicabili, come già richiamato nella sezione relativa all'iter amministrativo.

La progettazione degli impianti meccanici, elettrici e dei sistemi di regolazione è inoltre sviluppata secondo le principali norme tecniche UNI, UNI EN, UNI/TS e CEI applicabili, tra cui, a titolo non esaustivo:

- norme UNI/TS 11300 per la determinazione delle prestazioni energetiche degli edifici;
- norme tecniche relative alla progettazione degli impianti di climatizzazione, distribuzione idronica, regolazione e ventilazione;
- norme CEI applicabili agli impianti elettrici utilizzatori, agli impianti fotovoltaici, ai quadri elettrici, ai sistemi di protezione e ai collegamenti equipotenziali;
- norme tecniche relative ai sistemi BACS e alla building automation, ai fini della regolazione, supervisione e gestione energetica dell'edificio;
- norme applicabili alla sicurezza antincendio, ove pertinenti rispetto alle attività presenti e alle modifiche impiantistiche previste.

Per gli aspetti di tutela ambientale, gestione dei rifiuti e cantiere, si richiamano il **D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152** e s.m.i., i CAM applicabili, nonché le prescrizioni eventualmente impartite dagli enti competenti in sede autorizzativa.

Nel complesso, l'intervento si inserisce nel quadro normativo nazionale ed europeo volto al miglioramento delle prestazioni energetiche degli edifici pubblici, alla riduzione dei consumi e delle emissioni climalteranti, all'incremento delle fonti rinnovabili e alla tutela del patrimonio architettonico esistente. La verifica finale di conformità resta demandata agli elaborati specialistici, agli atti autorizzativi e alle determinazioni degli enti competenti.

13 OBIETTIVI DI SVILUPPO SOSTENIBILE PERSEGUITI

L'intervento contribuisce al perseguimento di alcuni obiettivi dell'**Agenda 2030 delle Nazioni Unite**, con particolare riferimento agli aspetti di efficienza energetica, incremento delle fonti rinnovabili, riduzione delle emissioni, sostenibilità del patrimonio pubblico e uso responsabile delle risorse. Gli SDGs costituiscono un quadro internazionale di riferimento per orientare le politiche e gli interventi verso uno sviluppo ambientalmente, socialmente ed economicamente sostenibile.

13.1 SDG 7 – Energia pulita e accessibile

Il progetto contribuisce principalmente al **Goal 7**, finalizzato a garantire accesso a energia affidabile, sostenibile e moderna, con specifico riferimento all'incremento della quota di energia rinnovabile e al miglioramento dell'efficienza energetica.
Nel caso specifico, il contributo è riconducibile a:

- installazione di pompe di calore geotermiche ad acqua di falda;
- potenziamento dell'impianto fotovoltaico esistente;
- sostituzione degli scaldacqua elettrici con generatori in pompa di calore;
- riduzione dei consumi energetici mediante building automation e regolazione evoluta;
- miglioramento dell'efficienza del sistema edificio-impianto.

13.2 SDG 11 – Città e comunità sostenibili

L'intervento è coerente con il **Goal 11**, relativo alla realizzazione di città e comunità inclusive, sicure, resilienti e sostenibili, anche attraverso il miglioramento del patrimonio edilizio pubblico e la riduzione dell'impatto ambientale degli edifici.
Il progetto interviene su un edificio pubblico esistente e sottoposto a tutela, evitando consumo di nuovo suolo e migliorando le prestazioni energetiche dell'immobile senza alterarne la funzione istituzionale. La riqualificazione consente inoltre di aumentare la qualità ambientale e gestionale di un servizio pubblico comunale.

13.3 SDG 12 – Consumo e produzione responsabili

Il progetto contribuisce al **Goal 12**, che promuove modelli sostenibili di consumo e produzione.
Il contributo è riconducibile a:

- applicazione dei Criteri Ambientali Minimi negli appalti pubblici;
- scelta di materiali durevoli e, ove disponibile, corredati da documentazione ambientale;
- attenzione al ciclo di vita dei componenti;
- gestione sostenibile del cantiere e dei rifiuti da costruzione e demolizione;
- riduzione dei consumi impropri mediante sistemi automatici di controllo dell'illuminazione.

13.4 SDG 13 – Lotta contro il cambiamento climatico

L'intervento risulta coerente con il **Goal 13**, relativo all'azione per il clima, in quanto contribuisce alla riduzione delle emissioni climalteranti associate all'esercizio dell'edificio.
Il contributo deriva in particolare dalla sostituzione dei sistemi esistenti con tecnologie ad alta efficienza, dalla riduzione dell'uso diretto di combustibili fossili, dall'incremento dell'autoproduzione fotovoltaica e dal contenimento del fabbisogno di energia primaria non rinnovabile.

13.5 SDG 6 – Acqua pulita e servizi igienico-sanitari

In via indiretta, il progetto presenta elementi di coerenza anche con il **Goal 6**, relativo alla gestione sostenibile delle risorse idriche.
La coerenza è legata all'utilizzo dell'acqua di falda come sorgente energetica per le pompe di calore, secondo modalità autorizzate e controllate, nonché alla possibilità di valorizzare la risorsa prelevata per uso irriguo, ove tecnicamente e amministrativamente consentito dagli enti competenti.

14 CRONOPROGRAMMA DELLE FASI ATTUATIVE

Il programma delle fasi attuative distingue l'aggiudicazione dei lavori, da completare entro il 30 novembre 2026, dall'avvio previsto il 4 gennaio 2027. Le lavorazioni, compresi avviamento, verifiche funzionali, documentazione dell'esecutore e verbale di ultimazione, sono programmate entro il 31 agosto 2027. Il mese di settembre costituisce margine temporale per imprevisti; l'ultimazione dell'intervento non può comunque superare il 30 settembre 2027, termine del finanziamento assunto per il presente programma.

Fase	**Data o termine**
Aggiudicazione dei lavori	entro il 30/11/2026
Stipula e adempimenti per la consegna	dicembre 2026
Consegna e avvio esecuzione	04/01/2027
Ultimazione contrattuale programmata	31/08/2027 (240 giorni naturali consecutivi, incluso il 04/01)
Margine per imprevisti	01/09/2027 – 30/09/2027 (30 giorni)
Termine massimo dell'intervento	30/09/2027
Documentazione finale di spesa	entro 60 giorni dall'ultimazione effettiva

La comunicazione FILSE prot. U.0126468 del 22 settembre 2026, richiamando il decreto della Direzione generale di area Sviluppo economico della Regione Liguria n. 6442 del 9 settembre 2026, stabilisce la presentazione della documentazione finale di spesa entro 60 giorni dall'ultimazione dell'intervento, in sostituzione dei precedenti 90 giorni. Nell'ipotesi di ultimazione programmata il 31 agosto 2027, il termine calcolato è il 30 ottobre 2027; se l'ultimazione avvenisse al limite del 30 settembre 2027, il sessantesimo giorno sarebbe il 29 novembre 2027. Il termine decorre dalla data effettiva di ultimazione, da accertare negli atti competenti.

Le date programmate presuppongono la conclusione dell'aggiudicazione entro il 30 novembre 2026, la stipula e gli adempimenti propedeutici alla consegna entro il 4 gennaio 2027 e la disponibilità delle autorizzazioni necessarie. Il RUP deve verificare gli atti di concessione del contributo e le istruzioni FILSE, nonché aggiornare le fasi attuative se tali presupposti cambiano, mantenendo la scadenza inderogabile del 30 settembre 2027 salvo formale variazione disposta dall'autorità competente.

I cronoprogrammi procedurale e delle opere allegati rappresentano le fasi antecedenti alla consegna, le attività esecutive anticipate quanto necessario per il completamento al 31 agosto, il margine di settembre e le attività finali di raccolta, verifica e trasmissione della documentazione di spesa entro 60 giorni dall'ultimazione effettiva. Le autorizzazioni per la derivazione da acque sotterranee, la tutela dell'immobile e la connessione del fotovoltaico restano vincoli sulle attività interessate.

WBS	Macrofase	Fase / attività / opera	Inizio pianificato	Fine pianificata	Durata (gg)	Mese inizio	Mese fine	Milestone
1	Programmazione	Definizione fabbisogno e obiettivi dell'intervento	02/02/2026	28/02/2026	27	feb-26	feb-26	No
2	Finanziamento	Inserimento in programmazione / copertura finanziaria	28/02/2026	07/03/2026	8	feb-26	mar-26	No
3	Affidamento servizi	Affidamento progettazione	11/02/2026	11/02/2026	1	feb-26	feb-26	No
4	Progettazione	Redazione PFTE	19/03/2026	24/03/2026	6	mar-26	mar-26	No
5	Approvazioni	Approvazione PFTE in linea tecnica	25/03/2026	25/03/2026	1	mar-26	mar-26	Sì
6	Finanziamento	Invio domanda bando Filse Regione Liguria	25/03/2026	25/03/2026	1	mar-26	mar-26	Sì
7	Finanziamento	Valutazione progetto da parte di Regione Liguria	25/03/2026	05/06/2026	73	mar-26	giu-26	No
8	Finanziamento	Approvazione progetto da parte di Regione Liguria	05/06/2026	05/06/2026	1	giu-26	giu-26	Sì
9	Finanziamento	Richiesta mutuo per co-finanziamento dell'opera	05/06/2026	02/10/2026	120	giu-26	ott-26	No
10	Finanziamento	Delibera di mutuo per co-finanziamento dell'opera	02/10/2026	02/10/2026	1	ott-26	ott-26	Sì
11	Progettazione	Predisposizione e invio richiesta di autorizzazione alla perforazione e concessione di derivazione	24/03/2026	22/06/2026	91	mar-26	giu-26	No
12	Pareri / Conferenze	Valutazione autorizzazione alla perforazione, conferenza dei servizi e concessione di derivazione	22/06/2026	16/09/2026	87	giu-26	set-26	No
13	Pareri / Conferenze	Autorizzazione alla perforazione e concessione di derivazione	21/09/2026	21/09/2026	1	set-26	set-26	No
14	Progettazione	Redazione progetto esecutivo	29/05/2026	16/09/2026	111	mag-26	set-26	No
15	Affidamento servizi	Incarico coordinamento della sicurezza in fase di esecuzione	15/10/2026	15/10/2026	1	ott-26	ott-26	No
16	Verifica / Validazione	Verifica e validazione del progetto esecutivo	29/05/2026	30/09/2026	125	mag-26	set-26	No
17	Pareri / Conferenze	Invio del progetto alla Soprintendenza	05/06/2026	05/06/2026	1	giu-26	giu-26	No
18	Pareri / Conferenze	Verifica del progetto da parte della Soprintendenza e rilascio autorizzazione	05/06/2026	18/08/2026	75	giu-26	ago-26	No
19	Approvazioni	Approvazione progetto esecutivo da parte del Comune	15/10/2026	15/10/2026	1	ott-26	ott-26	Sì
20	Gara lavori	Avviso manifestazione di interesse	01/09/2026	08/09/2026	8	set-26	set-26	No
21	Gara lavori	Procedura di gara lavori e aggiudicazione	17/10/2026	30/11/2026	45	ott-26	nov-26	No
22	Consegna lavori	Consegna e inizio lavori	04/01/2027	04/01/2027	1	gen-27	gen-27	Sì
23	Esecuzione opere	Direzione lavori	04/01/2027	31/08/2027	240	gen-27	ago-27	No
24	Esecuzione opere	Coordinamento della sicurezza in fase di esecuzione	04/01/2027	31/08/2027	240	gen-27	ago-27	No
25	Affidamento servizi	Nomina collaudatore	14/01/2027	14/01/2027	1	gen-27	gen-27	No
26	Affidamento servizi	Nomina certificatore energetico	14/01/2027	14/01/2027	1	gen-27	gen-27	No
27	Affidamento servizi	Incarico gestione pratica Conto Termico 3.0	14/01/2027	14/01/2027	1	gen-27	gen-27	No
28	Esecuzione opere	Realizzazione opere di presa e restituzione acqua di falda, prova di emungimento	04/01/2027	27/01/2027	24	gen-27	gen-27	No
29	Esecuzione opere	Realizzazione opere civili	08/01/2027	11/07/2027	185	gen-27	lug-27	No
30	Esecuzione opere	Realizzazione opere impianti meccanici	07/02/2027	25/08/2027	200	feb-27	ago-27	No
31	Esecuzione opere	Realizzazione opere impianti elettrici/fotovoltaico	19/04/2027	19/08/2027	123	apr-27	ago-27	No
32	Esecuzione opere	Assistenze murarie	19/04/2027	31/08/2027	135	apr-27	ago-27	No
33	Esecuzione opere	Avviamenti, collaudi e rilascio dichiarazioni di conformità	23/08/2027	31/08/2027	9	ago-27	ago-27	No
34	Fine lavori	Fine lavori	31/08/2027	31/08/2027	1	ago-27	ago-27	Sì
35	Contabilità finale	Contabilità finale	31/08/2027	20/09/2027	21	ago-27	set-27	No
36	Collaudo / CRE	Collaudo tecnico-amministrativo, collaudi specialistici e revisione tecnico - contabile	10/09/2027	10/10/2027	31	set-27	ott-27	No
37	Approvazioni	Approvazione della contabilità e liquidazione dell'impresa	11/10/2027	15/10/2027	5	ott-27	ott-27	Sì
38	Messa in esercizio	Messa in esercizio / avvio utilizzo	16/10/2027	20/10/2027	5	ott-27	ott-27	Sì
39	Finanziamento	Pratica Conto Termico 3.0	31/08/2027	28/11/2027	90	ago-27	nov-27	No
40	Rendicontazione	Presentazione documentazione finale di spesa a FILSE	01/09/2027	30/10/2027	60	set-27	ott-27	No

15 SICUREZZA DEL CANTIERE

L'intervento è eseguito nel rispetto del **D.Lgs. 81/2008** e s.m.i. in materia di tutela della salute e sicurezza nei luoghi di lavoro. Qualora ricorrano le condizioni previste dal Titolo IV, e in particolare la presenza anche non contemporanea di più imprese esecutrici, è prevista la redazione del **Piano di Sicurezza e Coordinamento – PSC**, oltre alla predisposizione dei POS da parte delle imprese esecutrici e alla nomina delle figure di coordinamento previste dalla normativa.

L'organizzazione del cantiere tiene conto della necessità di mantenere la continuità parziale di utilizzo del Palazzo Comunale, che continuerà a ospitare uffici e attività istituzionali durante i lavori. Le lavorazioni sono quindi programmate per fasi e per porzioni funzionali dell'edificio, limitando le interferenze con personale, utenti e attività amministrative.

Durante l'esecuzione degli interventi nei singoli ambienti o nelle specifiche zone operative, le aree interessate sono preventivamente liberate dal personale comunale e dagli utenti. In tali fasi non è consentita la permanenza di personale estraneo alle lavorazioni nelle aree di cantiere, che sono delimitate, segnalate e rese accessibili esclusivamente agli operatori autorizzati.

I percorsi destinati al personale comunale e all'utenza sono mantenuti separati, ove possibile, dalle zone di lavoro, prevedendo eventuali percorsi alternativi, accessi controllati e misure di protezione temporanea. Particolare attenzione è posta agli ambiti interferenti con atri, corridoi, vani scala, servizi igienici, locali tecnici e aree di transito.

Le eventuali interruzioni temporanee dei servizi impiantistici sono pianificate e comunicate preventivamente all'Amministrazione, indicando durata, aree interessate e misure provvisorie eventualmente necessarie.

Durante l'esecuzione delle opere sono adottate misure per il contenimento di polveri, rumore, vibrazioni e interferenze con gli ambienti occupati. Le lavorazioni maggiormente invasive sono programmate, per quanto possibile, in fasce orarie o periodi compatibili con l'attività degli uffici, al fine di ridurre i disagi per utenti e personale.

La gestione del cantiere prevede coordinamento costante tra Direzione Lavori, Coordinatore per la Sicurezza, imprese esecutrici e Amministrazione comunale, al fine di garantire sicurezza, continuità del servizio pubblico e corretta esecuzione degli interventi.

16 ASPETTI ECONOMICI E FINANZIARI

16.1 COMPUTO METRICO E ADEGUAMENTO PREZZI

Per il presente progetto esecutivo è stato predisposto il **computo metrico estimativo analitico**, redatto sulla base delle quantità di progetto e delle lavorazioni effettivamente previste negli elaborati tecnici, grafici e specialistici.

La stima economica dell'intervento non è pertanto fondata su una valutazione parametrica di livello PFTE, ma su una quantificazione analitica delle opere, articolata per categorie di lavorazione, forniture, posa in opera, opere accessorie, assistenze murarie, collegamenti, regolazioni, collaudi e oneri connessi all'esecuzione.

I prezzi unitari sono stati determinati assumendo come riferimento prioritario il **Prezzario Regione Liguria** vigente alla data di redazione degli elaborati economici. Per le lavorazioni, forniture o componenti non direttamente riconducibili a voci elementari presenti nel prezzario, sono state elaborate specifiche analisi prezzo, mediante composizione delle componenti principali, accessori, manodopera, mezzi d'opera, oneri di posa, sfridi, trasporti, assistenze e incidenze tecniche necessarie.

La verifica di congruità economica è quindi svolta sulla base del confronto tra:

- voci del Prezzario Regione Liguria applicabili o assimilabili;
- analisi prezzo specifiche per componenti tecnologiche specialistiche;
- quantità desunte dagli elaborati progettuali;
- condizioni esecutive e interferenze proprie dell'edificio esistente;
- modalità di posa e requisiti prestazionali richiesti dal progetto.

Il quadro economico di progetto recepisce gli importi risultanti dal computo metrico estimativo analitico e dagli elaborati economici allegati, che costituiscono riferimento per la determinazione dell'importo lavori e delle somme a disposizione dell'Amministrazione.

È inoltre previsto che l'eventuale **adeguamento dei prezzi** sia gestito secondo le disposizioni normative e contrattuali applicabili, tenendo conto degli aggiornamenti dei prezzari ufficiali, degli indici di riferimento e degli eventuali meccanismi di revisione o compensazione previsti per gli appalti pubblici.

Gli aggiornamenti economici, ove dovuti, dovranno essere valutati rispetto alla data di approvazione del progetto, alla data di avvio della procedura di affidamento, al prezzario assunto a base di gara e alle eventuali variazioni normative o regolamentari intervenute.

Le modalità di aggiornamento, revisione o adeguamento degli importi sono riportate nei relativi elaborati economici e contrattuali di progetto, ai quali si rimanda per il dettaglio delle voci, delle quantità, dei prezzi unitari, delle analisi prezzo e della composizione del quadro economico.

16.2 QUADRO ECONOMICO

Il quadro economico dell'intervento è predisposto in coerenza con il livello di progettazione esecutiva e recepisce gli importi derivanti dal computo metrico estimativo analitico, dagli oneri della sicurezza, dalle somme a disposizione dell'Amministrazione e dalle ulteriori voci necessarie alla completa attuazione dell'opera.

Il quadro economico comprende, in particolare, le seguenti voci:

- importo dei lavori determinato sulla base del computo metrico estimativo analitico;
- oneri della sicurezza non soggetti a ribasso d'asta;
- incidenza della manodopera;
- spese tecniche per la progettazione;
- spese tecniche per la direzione lavori;
- coordinamento della sicurezza in fase di progettazione ed esecuzione;
- collaudo tecnico-amministrativo e collaudo tecnico-funzionale degli impianti;
- verifica e validazione del progetto;
- diagnosi energetica e verifiche energetiche ante e post operam;
- redazione e registrazione dell'APE finale;
- indagini specialistiche geologiche, geognostiche, idrogeologiche e idrauliche;
- attività specialistiche del geologo, comprese le verifiche connesse al pozzo, alla derivazione da falda, al recapito in roggia o acquedotto irriguo e alla documentazione tecnica per le relative autorizzazioni;
- eventuale assistenza archeologica, sorveglianza archeologica o verifica preventiva richiesta dagli enti competenti in relazione agli scavi e al regime di tutela dell'immobile;
- pratiche autorizzative e pareri degli enti competenti, inclusi quelli connessi alla Soprintendenza e alle procedure regionali per derivazioni idriche;
- spese per allacciamenti alle reti, adeguamenti impiantistici esterni, aumenti di potenza elettrica e pratiche di connessione;
- spese per l'espletamento della gara d'appalto, comprese pubblicazioni, contributo ANAC e ulteriori oneri amministrativi;
- incentivo per funzioni tecniche ai sensi dell'art. 45 del D.Lgs. 36/2023, nella percentuale prevista dal quadro economico;
- imprevisti e arrotondamenti;
- IVA, Cassa professionale e ulteriori oneri fiscali e previdenziali applicabili.

Il quadro economico tiene inoltre conto degli eventuali adeguamenti dei prezzi, degli aggiornamenti dei prezzari ufficiali e degli indici di riferimento applicabili, secondo quanto previsto dalla normativa vigente e dagli elaborati economici e contrattuali di progetto.

Per il dettaglio degli importi, delle aliquote, delle somme a disposizione e della composizione complessiva dell'intervento si rimanda allo specifico elaborato economico allegato al progetto esecutivo.

16.3 FINANZIAMENTO DELL'INTERVENTO

Per il finanziamento dell'intervento è stato previsto il ricorso, in via principale, al bando regionale relativo all'efficientamento energetico degli edifici pubblici, nell'ambito del:

Programma Regionale Liguria FESR 2021–2027 – Priorità 2 "Trasformazione green e transizione ad un modello di sviluppo sostenibile", Obiettivo Specifico 2.1 "Promuovere l'efficienza energetica e ridurre le emissioni di gas a effetto serra", Azione 2.1.1 "Promozione dell'eco-efficienza e riduzione dei consumi di energia primaria negli edifici e strutture pubbliche".

Il bando prevede, per i Comuni della Regione Liguria con popolazione fino a 40.000 abitanti, la possibilità di concessione di un contributo a fondo perduto pari al **70% della spesa ammissibile**, entro il limite massimo concedibile di **1.000.000,00 euro**.

L'accesso al contributo è subordinato al rispetto dei requisiti tecnici, amministrativi e temporali previsti dal bando, tra cui il conseguimento di una riduzione dell'indice di prestazione energetica globale **EPgl** di almeno il **30%** rispetto alla situazione ante operam e il miglioramento di almeno una classe energetica dell'edificio.

Alla data di redazione del presente progetto esecutivo, il finanziamento regionale non è assunto quale presupposto certo dell'intervento, restando subordinato all'esito dell'istruttoria e agli eventuali provvedimenti di concessione da parte dell'ente competente.

Per la quota eventualmente non coperta dal contributo regionale, l'Amministrazione provvederà mediante risorse proprie di bilancio o mediante ulteriori forme di copertura finanziaria compatibili con il quadro economico dell'intervento.

Resta inteso che l'attuazione dell'intervento dovrà rispettare le tempistiche, le modalità di rendicontazione, gli obblighi procedurali e le condizioni di ammissibilità stabilite dal bando e dagli eventuali atti di concessione del contributo.

In via alternativa o complementare, e previa verifica di ammissibilità, potrà essere valutato il ricorso agli incentivi previsti dal **Conto Termico**, qualora gli interventi, il soggetto responsabile e le tempistiche di realizzazione risultino conformi ai requisiti tecnici, procedurali e amministrativi della disciplina applicabile. Tale possibilità dovrà essere verificata anche con riferimento alla compatibilità con il contributo FESR e all'eventuale divieto di cumulo tra diverse forme di incentivazione pubblica.

17 DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA STATO DI FATTO

Prospetto vetrato Comune

Ingresso principale

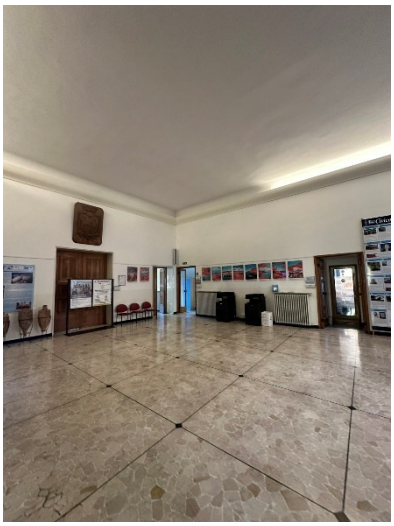
Chiller esistente

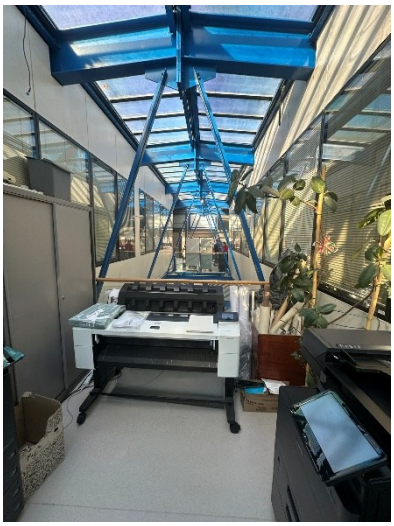
Caldaia esistente

Radiatori esistenti

Fancoil esistenti

Termoregolazione esistente


Atrio di piano


Copertura vetrata

§ § §

Onore (BG), 24.09.2026

Il tecnico

_____

dott. ing. Luca Fabrello