



Per



COMUNE DI MORGEX

STATO DI FATTO E DIAGNOSI ENERGETICA

Municipio

Piazza Principe Tommaso 6 – 11017 Morgex (AO)

27 Febbraio 2012

SOMMARIO

1	Introduzione.....	3
1.1	Sommario	3
1.2	Principali considerazioni emerse dalla diagnosi.....	3
1.3	Riferimenti.....	4
1.4	Allegati	4
2	Analisi dello stato di fatto.....	5
2.1	Inquadramento generale	8
2.2	Caratteristiche dell'involucro edilizio.....	11
2.3	Analisi termografica	12
2.4	Caratteristiche impiantistiche.....	14
2.4.1	Impianto termico	14
2.4.2	Impianto elettrico	17
2.5	Analisi energetiche e dei consumi	17
2.5.1	Impianto termico	17
2.5.2	Impianto elettrico	19
3	Diagnosi energetica.....	21
3.1	Diagnosi energetica dell'edificio	21
3.1.1	Parametri caratterizzanti la zona termica	21
3.1.2	Involucro edilizio	21
3.1.3	Indici di prestazione energetica	24
3.2	Possibili interventi migliorativi e valutazione dei benefici	25
3.2.1	Coibentazione delle chiusure verticali opache	25
3.2.2	Installazione di un sistema di monitoraggio dei consumi termici ed elettrici	26
3.2.3	Avvio di un sistema di energy management.....	29

1 Introduzione

Il documento presenta al Comune di Morgex i risultati dell'analisi dello stato di fatto e della diagnosi energetica del municipio sito a Morgex in Piazza Principe Tommaso 6.

1.1 Sommario

Il documento è strutturato in due parti; la prima contiene l'analisi dello stato di fatto e la seconda la diagnosi energetica.

L'analisi dello stato di fatto (cfr. capitolo 2) ha come obiettivo quello di descrivere l'edificio analizzando le tecnologie costruttive che ne caratterizzano l'involucro e i dati di consumo termico ed elettrico. La presentazione dello stato di fatto dell'edificio si conclude con l'esame delle criticità rilevate negli impianti e negli elementi dell'involucro censiti.

La seconda parte (cfr. capitolo 3) presenta i risultati dell'analisi energetica effettuata. In questa fase sono riportate le informazioni relative alla classe energetica, i rendimenti medi stagionali degli impianti e le dispersioni connesse all'involucro. A conclusione della diagnosi sono evidenziate alcune proposte per il miglioramento dell'efficienza energetica dell'edificio.

1.2 Principali considerazioni emerse dalla diagnosi

Il municipio è un complesso formato da due edifici aventi volumetria totale di 4710 m³, già esistenti agli inizi del ventesimo secolo e ristrutturati in epoca più recente. La struttura portante è in muratura di pietra naturale, la copertura è in legno con finitura in ardesia, il solaio contro terra in cemento con vespaio in ghiaia ed i serramenti in legno con doppio vetro. L'impianto di riscaldamento è alimentato da uno scambiatore allacciato alla rete comunale del teleriscaldamento.

Principale responsabile dell'inefficienza dell'involucro edilizio è la parete esterna, specialmente a causa dell'elevata trasmittanza termica che la caratterizza.

L'impianto termico, al quale è abbinata una regolazione di tipo climatico più ambiente, ha buoni rendimenti sotto l'aspetto della generazione, distribuzione ed erogazione del calore. Sono tuttavia emerse criticità legate all'utilizzo e alla gestione del vettore termico. Tali inefficienze sono causate dalla mancanza di uno strumento di controllo puntuale dei consumi. Al fine di ottimizzare la gestione degli impianti e minimizzare la spesa energetica è stata proposta l'installazione di un sistema di monitoraggio dei consumi termici.

L'impianto elettrico è stato analizzato effettuando una stima della ripartizione degli assorbimenti associati ad ogni carico elettrico presente. Tale mappatura ha messo in evidenza alcune potenziali criticità legate ad eccessivi assorbimenti da parte di alcune delle utenze. Purtroppo, data la mancanza di dati riguardanti i profili di consumo orario delle diverse utenze, risulta poco significativo proporre in questa sede interventi volti al risparmio di energia elettrica. È stato quindi descritto un percorso di efficientamento che, a partire dall'installazione di un sistema di monitoraggio dei consumi, porti all'individuazione di criticità e inefficienze. Alla luce delle informazioni ottenibili da tale sistema, sarà possibile provvedere alla sostituzione o all'efficientamento degli apparati più energivori.

A integrazione del sistema di monitoraggio dei consumi termici ed elettrici è stata proposta l'implementazione di un servizio di energy management utile alla gestione efficiente delle risorse energetiche del comune. **In riferimento all'edificio oggetto della diagnosi, è ragionevole stimare una riduzione tra il 10% e il 35% delle spese energetiche globali con la sola ottimizzazione della gestione dell'energia. Tale risparmio consentirebbe di ammortizzare in breve tempo i costi sostenuti per l'avvio dei servizi di EnMS e di monitoraggio, consentendo di raggiungere payback anche inferiori all'anno.**

Avendo identificato la parete esterna come principale responsabile delle inefficienze dell'involucro edilizio, si è ipotizzata la posa di uno strato di isolamento termico esterno da collocare sulle chiusure verticali opache. Poiché il vecchio municipio è un edificio storico e di pregio artistico, si è valutata anche la possibilità di coibentare solo la nuova sede del comune. La tabella sottostante riporta una sintesi dello studio di fattibilità eseguito.

STUDIO DI FATTIBILITA' DELL'INTERVENTO					
Intervento	Superficie interessata dall'intervento [m ²]	Costo dell'intervento [€]	Risparmio sul totale dei consumi [%]	Risparmio [€]	Tempo di rientro con incentivi 55% [anni]
Coibentazione delle chiusure verticali opache	900	54000 - 72000	56	12000	2 - 3
Coibentazione delle chiusure verticali opache del nuovo municipio	470	28200 - 37600	29	6000	2 - 3

1.3 Riferimenti

- [1] Offerta per diagnosi e certificazione degli edifici sul territorio comunale – Offerta Energetech Solution a Comune di Morgex del 27 dicembre 2011.
- [2] Disciplinare di incarico ad Energetech Solution per servizi attinenti al rilevamento ed elaborazione di audit energetici. Progetto PIT H3 "Mont Blanc Villages durables". CUP J64E10000020007 – CIG3283085771. Morgex, 20 Dicembre 2011.
- [3] Regione Autonoma Valle d'Aosta – Certificazione energetica BEAUCLIMAT. Metodologie di calcolo della prestazione energetica e definizione delle classi energetiche (d.G.r.1606/2011 che abroga e sostituisce la d.G.r.n°3629/2010)
- [4] Regione Autonoma Valle d'Aosta – Certificazione energetica BEAUCLIMAT. Aspetti amministrativi e procedurali (d.G.r. n°1062/2011).

1.4 Allegati

- [1] Abaco delle strutture opache e trasparenti;
- [2] Planimetria dell'edificio.

2 Analisi dello stato di fatto

Il municipio è situato a Morgex in Piazza Principe Tommaso 6. Il complesso si compone di due edifici oggi uniti tramite una passerella in legno. Lo stabile che ospitava il vecchio municipio si divide in due piani ed accoglie sala consiliare, ufficio del sindaco e parte dell'archivio; la nuova sede del comune si articola su cinque piani ed ospita tutti gli uffici dell'amministrazione pubblica.

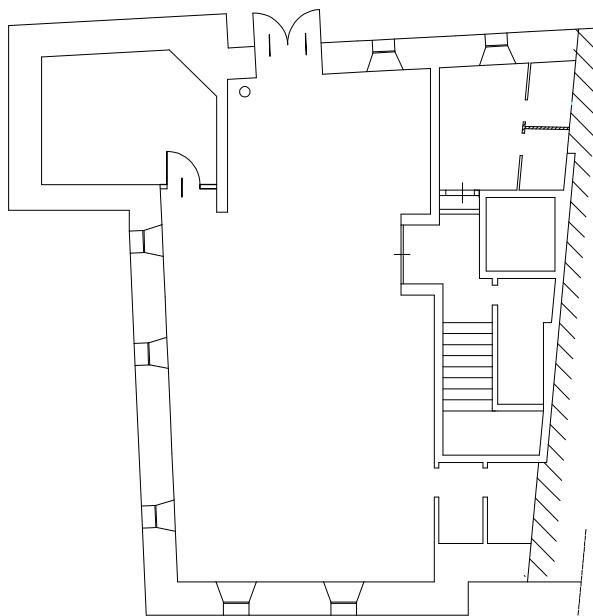


Figura 1 - Planimetria del piano seminterrato del nuovo municipio

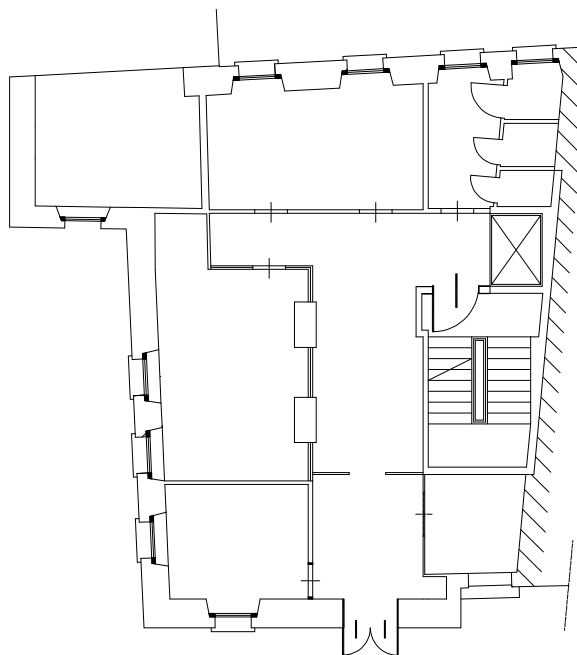


Figura 2 - Planimetria del piano terra del nuovo municipio

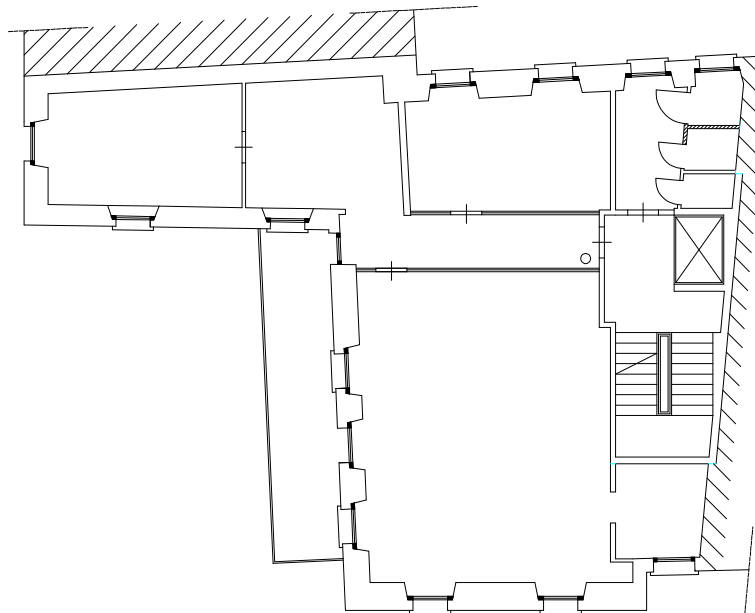


Figura 3 - Planimetria del piano primo del nuovo municipio

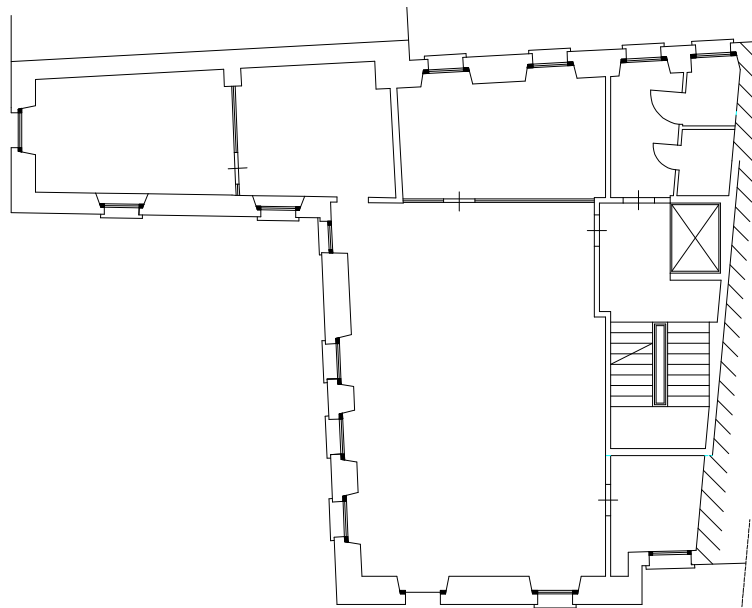


Figura 4 - Planimetria del piano secondo del nuovo municipio

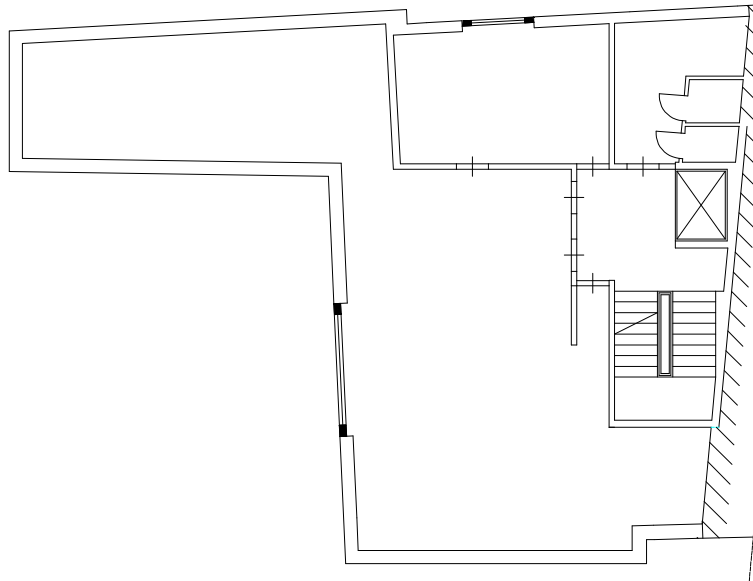


Figura 5 - Planimetria del piano sottotetto del nuovo municipio

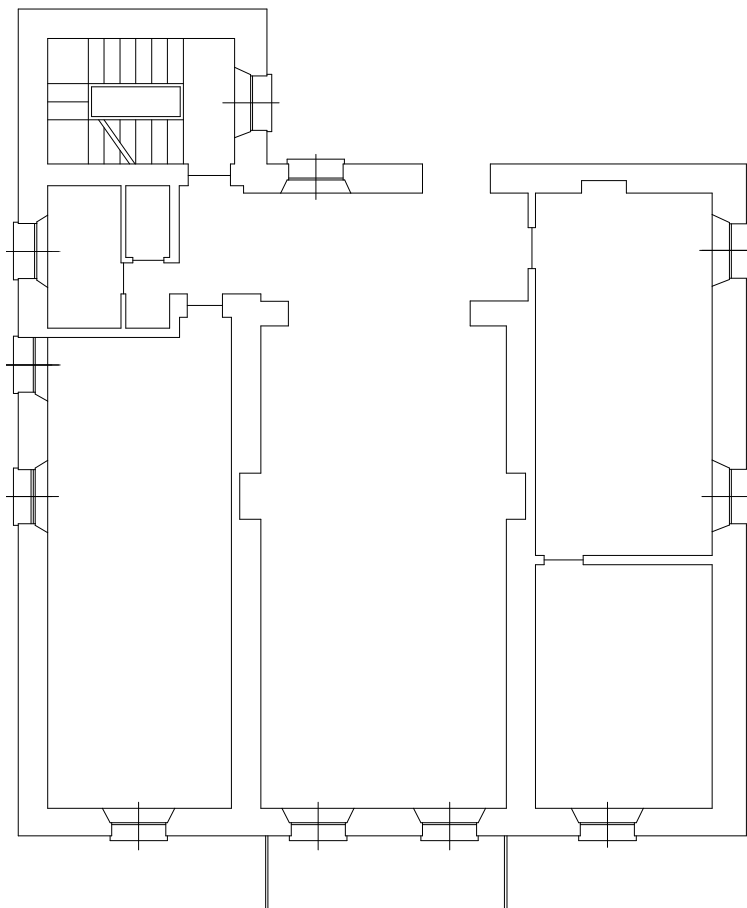


Figura 6 - Planimetria del piano primo del vecchio municipio

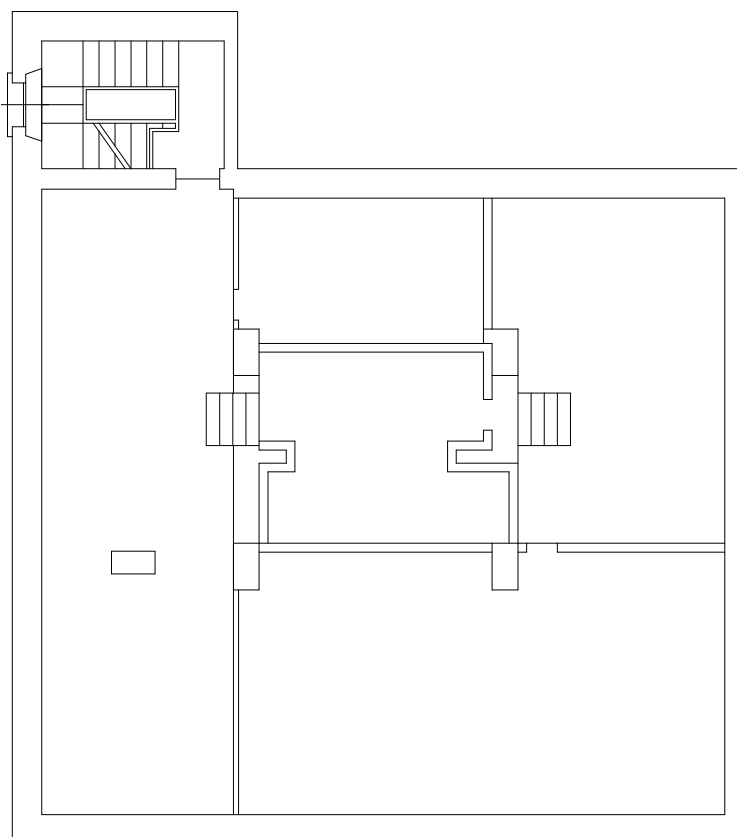


Figura 7 - Planimetria del piano sottotetto del vecchio municipio

2.1 Inquadramento generale

DATI GENERALI	
Edificio	Municipio
Comune	Morgex
Indirizzo	Piazza Principe Tommaso 6
Epoca di costruzione	Prima del 1919
Classificazione PRGC	A1
Classificazione D.Lgs 412/93	E.2
Dati catastali	Foglio: 10; Mappale: 207; Subalterno:6



Figura 8 - Prospetto Nord-Est del nuovo municipio



Figura 9 - Prospetto Sud-Est del nuovo municipio



Figura 10 - Prospetti Nord-Est e Nord-Ovest del vecchio municipio

UBICAZIONE	
Latitudine	45° 45' 24" N
Longitudine	7° 2' 8" E
Altitudine	919 s.l.m.
Esposizione versante	SO
Gradi giorno	3617
Orientamento edificio	NE-SO

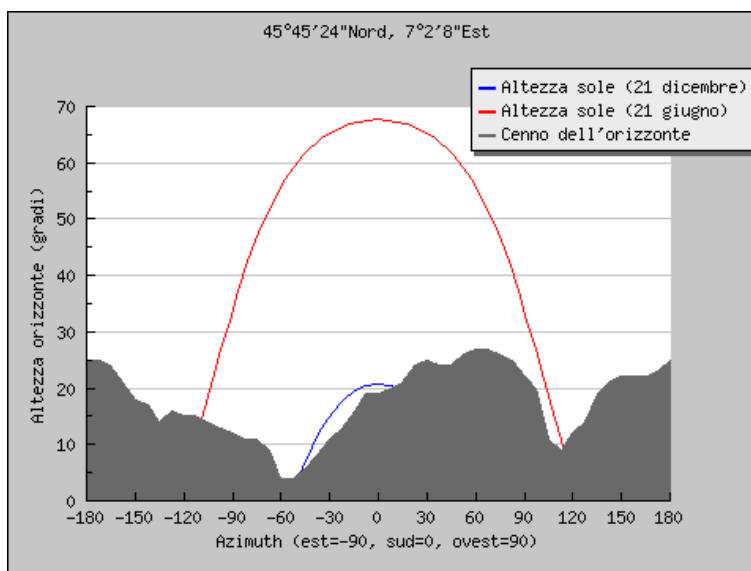


Figura 11 - Orizzonte solare

DESCRIZIONE	
Destinazione d'uso	Municipio
Tipologia edilizia	Edificio singolo
Tipologia costruttiva	Muratura portante in pietra naturale
Superficie utile	1100 m ²
Superficie disperdente	2072 m ²
Volume netto riscaldato	3158 m ³
Volume lordo riscaldato	4710 m ³
Rapporto S/V	0,44 1/m

2.2 Caratteristiche dell'involucro edilizio

Il municipio presenta differenti tecnologie costruttive per le chiusure opache verticali ed orizzontali. Le chiusure opache verticali rivolte verso l'esterno od il terreno sono realizzate in pietra naturale. La copertura è interamente in legno con finitura esterna in ardesia; il nuovo municipio è finito internamente con un controsoffitto in cartongesso. Il solaio contro terra è in cemento con vespaio in ghiaia. I serramenti, aventi morfologia differente, sono tutti in legno con doppio vetro privi di elementi oscuranti interni ed esterni.

La Tabella 1 riporta una sintesi dei valori di trasmittanza termica considerati per i diversi elementi.

ELEMENTO	TRASMITTANZA TERMICA [W/m ² K]
Copertura nuovo municipio	0,760
Copertura vecchio municipio	0,938
Solaio contro terra	1,727
Solaio su spazi aperti vecchio municipio	1,552
Solaio di interpiano	1,552
Parete esterna sp.55 cm	2,803
Parete esterna sp.60 cm	2,695
Parete esterna sp.80 cm	2,336
Parete esterna sp.63 cm vecchio municipio	2,803
Parete passerella	0,704
Parete contro terra sp.80 cm	2,336
Porta ingresso	2,297
Porta finestra ingresso	2,303
Parete verso centrale termica	2,430
Parete verso locali non riscaldati	2,545
Finestre piano seminterrato	2,682
Finestre bagni piano seminterrato e terra	2,878
Finestre piano terra	2,998
Finestre piano primo e secondo	2,934
Porta finestra piano primo	2,660
Finestre piano terzo tipo 1	2,954

ELEMENTO	TRASMITTANZA TERMICA [W/m ² K]
Finestre piano terzo tipo 2	2,868
Lucernario tipo 1	2,998
Lucernario tipo 2	2,710
Finestre vecchio municipio	2,700
Porta finestra sala consiglio vecchio municipio	2,645

Tabella 1 - Trasmittanza termica dei componenti costituenti l'involucro edilizio

Si rimanda all'Allegato 1 per l'abaco delle chiusure verticali, orizzontali, e dei serramenti.

2.3 Analisi termografica

L'analisi termografica ha evidenziato la presenza di discontinuità termiche di notevole entità nei punti di contatto tra elementi realizzati con materiali aventi caratteristiche differenti. Le dispersioni associate al ponte termico sono così identificabili:

- Giunto parete perimetrale - copertura;
- Giunto parete perimetrale - serramento in legno;

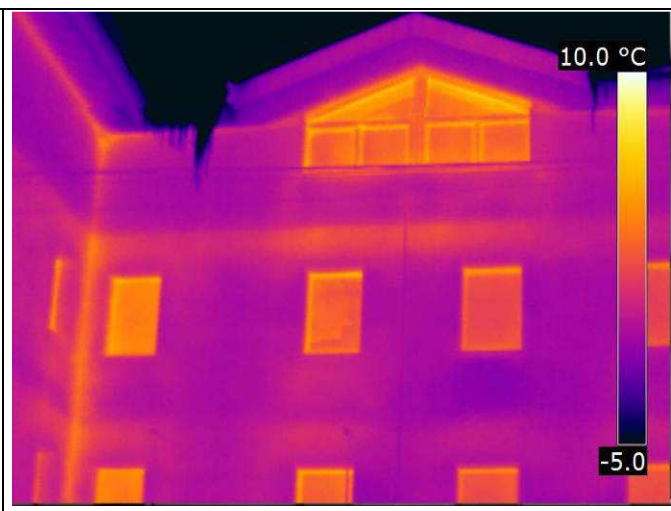
Le schede riportate nelle pagine seguenti consentono di visualizzare le aree interessate dal fenomeno appena descritto.

Prospetto Nord-Est e Sud Est municipio nuovo

RIFERIMENTO FOTOGRAFICO



RESPONSO TERMOCAMERA



CONSIDERAZIONI E COMMENTI

Si rileva una discontinuità termica nei giunti tra parete perimetrale e solaio, parete perimetrale e copertura, parete perimetrale e serramento, parete perimetrale e parete perimetrale. Le aree di colore chiaro al di sotto delle finestre indicano la presenza di radiatori sul lato interno della parete.

Prospetto Nord-Est municipio vecchio

RIFERIMENTO FOTOGRAFICO



RESPONSO TERMOCAMERA



CONSIDERAZIONI E COMMENTI

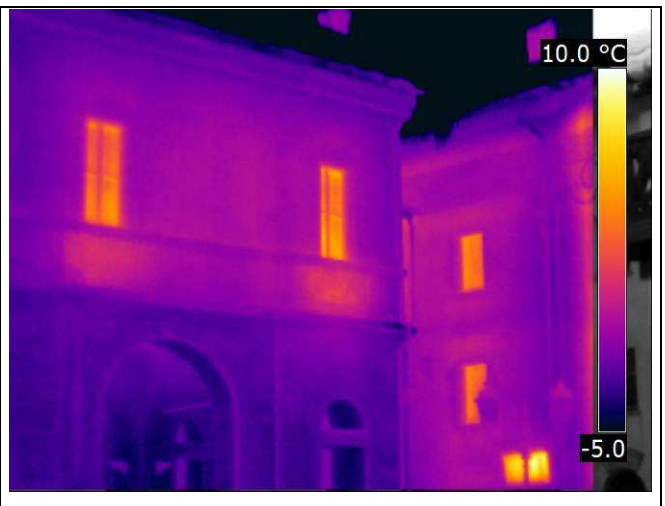
Si rileva una discontinuità termica nel giunto tra parete perimetrale e serramento. La differenza di temperatura che si riscontra sulla superficie è data dall'impianto di riscaldamento; la finestra centrale, più calda, è inserita in un ambiente riscaldato. La finestra di destra è invece ubicata nell'archivio, dove il riscaldamento è tenuto al minimo. L'area più calda al di sotto della finestra dell'archivio identifica la posizione del radiatore.

Prospetto Nord-Ovest municipio vecchio

RIFERIMENTO FOTOGRAFICO



RESPONSO TERMOCAMERA



CONSIDERAZIONI E COMMENTI

Si rileva una discontinuità termica nel giunto tra parete perimetrale e serramento. Le aree calde al di sotto delle finestre consentono di indentificare l'ubicazione dei radiatori all'interno degli ambienti. La differenza di temperatura superficiale della parete indica che l'impianto di riscaldamento è attivo solo su una porzione di piano.

Tutti i prospetti esaminati sono interessati dal fenomeno di dispersione associata al ponte termico; l'inefficienza comune ad entrambi gli edifici è data dalla presenza di numerosi radiatori a contatto con la parete esterna. La nuova sede del comune è prevalentemente soggetta a dispersioni legate all'eterogeneità dei materiali da costruzione; la sede originaria del municipio è invece interessata da dissipazioni legate alla disuniformità del riscaldamento dei locali. La soluzione che consentirebbe non solo l'annullamento del ponte termico stesso, ma anche un notevole contenimento delle dispersioni è la posa di uno strato di isolamento termico all'esterno della facciata dell'intero complesso.

2.4 Caratteristiche impiantistiche

2.4.1 Impianto termico

Il municipio è dotato di impianto autonomo per il riscaldamento invernale. A monte dell'impianto vi è una sottostazione di teleriscaldamento avente potenza termica di 120 kW ubicata nella centrale termica posta al piano terra dell'edificio stesso.

Ciascun piano è provvisto di boiler elettrico ad accumulo per la produzione di acqua calda sanitaria.

L'impianto termico è a conduzione continua con attenuazione nelle ore notturne; la regolazione è del tipo climatico più ambiente. Sul generatore di calore agisce infatti una sonda esterna che regola la temperatura di mandata dell'acqua calda in funzione della temperatura esterna. Su ogni radiatore è installata una valvola termostatica a regolazione manuale che consente agli utenti di modificare la temperatura del locale.

I terminali di emissione sono costituiti unicamente da radiatori.

Il municipio non presenta alcun impianto per la climatizzazione estiva.

Ad essere alimentata con fonti energetiche rinnovabili è la sola rete di teleriscaldamento che utilizza come combustibile il cippato di legno.

La ventilazione è di tipo naturale.

Di seguito vengono presentate alcune tabelle che sintetizzano i principali componenti degli impianti fino ad ora descritti.

GENERATORE DI CALORE RISCALDAMENTO	
Marca	Alfa Laval
Modello	M6M FGL 35
Potenza termica utile	120 kW
Fluido termovettore	Acqua
Uso	Riscaldamento
Rendimento medio di generazione	90%

GENERATORE DI CALORE ACS	
Marca	Idropi
Modello	Maxi 30,5
Volume accumulo	30,5 l
Fluido termovettore	Acqua
Uso	Acqua calda sanitaria

GENERATORE DI CALORE ACS	
Marca	Ocean
Modello	OC8616A5
Volume accumulato	30 l
Fluido termovettore	Acqua
Uso	Acqua calda sanitaria
Numero apparecchi	2

GENERATORE DI CALORE ACS	
Marca	Ariston
Modello	Shape 30
Volume accumulato	30 l
Fluido termovettore	Acqua
Uso	Acqua calda sanitaria

GENERATORE DI CALORE ACS	
Marca	Ariston
Modello	T1 plus 50 VR/5
Volume accumulato	49 l
Fluido termovettore	Acqua
Uso	Acqua calda sanitaria

GENERATORE DI CALORE ACS	
Marca	Ariston
Modello	P 10/5
Volume accumulato	10 l
Fluido termovettore	Acqua
Uso	Acqua calda sanitaria

CONDUZIONE	
Tipologia	Continua con attenuazione notturna
Orari	Attenuazione 18:00 – 6:00
Temperature	Durante attenuazione 15°C

REGOLAZIONE	
Tipologia	Climatica più ambiente
REGOLAZIONE CLIMATICA	
Tipologia	Con sonda esterna

Funzioni svolte	Regolazione della temperatura di mandata del generatore in funzione della temperatura esterna
Impostazioni	Temperatura esterna minima di progetto: - 11,725°C; Temperatura massima di mandata dell'impianto: 70°C
REGOLAZIONE AMBIENTE	
Tipologia regolatori	Valvole termostatiche e termostati
Numero regolatori	32 valvole; 6 termostati
Funzioni svolte	Regolazione della temperatura nel locale
Impostazioni	ON/OFF

CONTABILIZZAZIONE CLIMATIZZAZIONE	
Marca	-
Modello	-
Numero di apparecchi	6
Dislocazione	Centrale termica
Funzioni svolte	Contacalorie
Unità di Misura	kWh

TERMINALI DI EROGAZIONE DELL'ENERGIA TERMICA		
Tipologia	Numero	Potenza termica nominale
Radiatori	52	838 W/cad



Figura 12 - Centrale termica sita al piano seminterrato del nuovo municipio

2.4.2 Impianto elettrico

L'impianto elettrico a servizio del complesso è allacciato alla rete pubblica con una potenza impegnata pari a 60 kW.

All'interno del municipio sono presenti computer, stampanti ed altri apparecchi a servizio di impiegati ed utenti. L'illuminazione avviene attraverso lampade al neon ed a incandescenza.

Nella tabella seguente sono elencate le utenze interne allacciate alla rete ed i corpi illuminanti presenti, per ciascuna voce è riportata la potenza elettrica totale assorbita.

UTENZA INTERNA		
Tipologia	Numero	Potenza totale assorbita
Ascensore	1	2000 W
Computer	22	3300 W
Stampanti	19	938 W
Boiler	6	7800 W
Server	1	800 W
Distributore automatico	1	150 W
Televisori	1	100 W

ILLUMINAZIONE INTERNA		
Tipologia Lampada	Numero	Potenza totale assorbita
Neon 1x58 W	4	232 W
Neon 2x58 W	14	1624 W
Neon 1x36 W	16	576 W
Neon 2x36 W	52	3744 W
Neon 1x18 W	8	144 W
Neon 100 W	9	900 W
Incandescenza 100 W	9	900 W

2.5 Analisi energetiche e dei consumi

2.5.1 Impianto termico

Il sistema impiantistico a servizio del municipio è alimentato da uno scambiatore di teleriscaldamento avente potenza di 120 kW. A monte dello scambiatore di calore vi è una centrale di teleriscaldamento alimentata con cippato di legno o biomassa.

Il potere calorifico del cippato di legno è funzione del tipo di legno utilizzato e dell'umidità residua. Assumiamo che il cippato impiegato sia prodotto a partire dal legno di abete avente umidità residua del 30%.

FONTI RINNOVABILI - CIPPATO	
Unità di misura	kg
Potere calorifico	1 kg cippato (M 30%) = 3,4 kWh
Utilizzo	Riscaldamento

FONTI RINNOVABILI - CIPPATO					
Anno	Consumo cippato [kg]	kWh equivalenti	CO ₂ prodotta [kg]	Costi sostenuti [€]	Costo per kWh [€/kWh]
2009	33050	112371	1573,19	13383,39	0,1191
2010	40071	136240	1907,36	16403,30	0,1204

In Tabella 2 si riportano gli indici di consumo dell'edificio per gli anni 2009, 2010 e gli indicatori derivanti dal calcolo analitico.

Descrizione	Periodo di accensione dell'impianto	Volume edificio [m ³]	Consumi [kWh]	Indice di consumo [kWh/m ³]
Anno 2009	Non rilevabile		112371	23,86
Anno 2010	1 gennaio - 25 maggio; 28 settembre - 31 dicembre	4710,00	136240	28,93
Calcolato	5 ottobre - 22 aprile		527795	112,06

Tabella 2 - Confronto tra indici di consumo reali e calcolati su base stagionale

Si evidenzia una netta discrepanza tra tutti gli indici di consumo; la ragione di tale divario è da ricercarsi nella durata della stagione di riscaldamento. Il Decreto del Presidente della Repubblica n°412 del 26 agosto 1993 stabilisce i limiti annuali e giornalieri di attivazione degli impianti termici, ma non pone alcun vincolo temporale per tutti quegli impianti a servizio di edifici ubicati nella zona climatica F. Il software di calcolo messo a disposizione dalla Regione Valle d'Aosta basa invece la durata del periodo di riscaldamento su quanto sancito nella normativa nazionale UNI/TS 11300-1:2008.

Vi è quindi la mancanza di un periodo fisso cui riferirsi necessario ad effettuare un confronto su base stagionale; per validare il modello termico edificio-impianto si è perciò effettuata un'analisi degli indici di consumo su base oraria.

In Tabella 3 è riportato l'indice di consumo su base oraria con i giorni e le ore in cui l'impianto di riscaldamento si è supposto acceso. Il municipio è impiegato settimanalmente per lo stesso numero di ore, tuttavia l'impianto non sarà in funzione al massimo della potenza nell'intero periodo di attività dell'esercizio. Si è quindi supposto un numero di ore di funzionamento durante la stagione di riscaldamento. A consentirci di effettuare tale supposizione in merito alle ore di funzionamento è la presenza, dichiarata, di un impianto di attenuazione notturna e di una regolazione di tipo climatico dell'impianto. L'attenuazione notturna implica che nelle ore in cui l'edificio è privo di fruitori la temperatura di mandata dell'acqua nelle tubazioni sia mantenuta ad un livello tale da impedire unicamente il gelo all'interno della tubazione stessa.

Poiché non si ha a disposizione alcun dato riguardo l'anno 2009, il confronto è stato eseguito sulla base dei soli dati rilevati per l'anno 2010.

Descrizione	Consumi [kWh]	Giorni di riscaldamento	Consumo giornaliero [kWh/giorno]	Ore di riscaldamento/giorno	Indice di consumo orario [kWh/ora]
Anno 2010	136240	240	567,67	6,1	93,44
Calcolato	527795	200	2638,98	24	109,96

Tabella 3 - Confronto tra indici di consumo reali e calcolati su base oraria

Municipio

Eseguendo un confronto su base oraria si assottiglia il divario rilevato in Tabella 2 tra gli indici di consumo reale e calcolato. La congruenza tra dato teorico e reale valida il modello matematico, conferendo veridicità alle stime inerenti la riduzione di consumi derivanti dagli interventi migliorativi proposti.

2.5.2 Impianto elettrico

L'energia elettrica consumata dal municipio nell'anno 2010 è pari a 30240 kWh; nelle tabelle sottostanti viene dettagliato il consumo.

Si è utilizzato un fattore di conversione pari 616 g di CO₂ per ogni kWh di energia elettrica erogato dalla rete nazionale.

ENERGIA ELETTRICA	
Unità di misura	kWh
Utilizzo	Illuminazione e alimentazione apparecchiature

ENERGIA ELETTRICA				
Anno	Consumo energia [kWh]	CO ₂ prodotta [kg]	Costi sostenuti [€]	Costo per kWh [€/kWh]
2010	30240	18628	4222,41	0,140

Le utenze allacciate alla rete (cfr. paragrafo 2.4.2) hanno orari di funzionamento variabili a seconda dell'utilizzo che ne viene fatto. Ipotizzando l'orario di funzionamento di ciascun apparecchio o lampada, è possibile verificare come si ripartiscono i kWh nel corso di un anno. In Tabella 4 e nella successiva Figura 13 è possibile visualizzare la ripartizione annua dei consumi in funzione dell'utenza.

Alla voce Altro è riportata la differenza tra il dato di consumo reale ed il consumo annuo totale ipotizzato, dato dalla somma delle stime dei consumi annui delle singole utenze.

Utenza	Potenza totale assorbita [W]	Ore funzionamento giornaliere [h/g]	Giorni funzionamento [g]	Consumo annuo [kWh]	Totale [kWh]
Ascensore	2000		6	250	28560
Computer	3300		6	250	
Stampanti	9380		2	250	
Server	800		24	250	
Televisori	100		6	250	
Distributore automatico	150		24	250	
Boiler	7800		1	250	
Illuminazione	8120		4	250	

Tabella 4 - Consumo annuo in kWh delle singole utenze elettriche

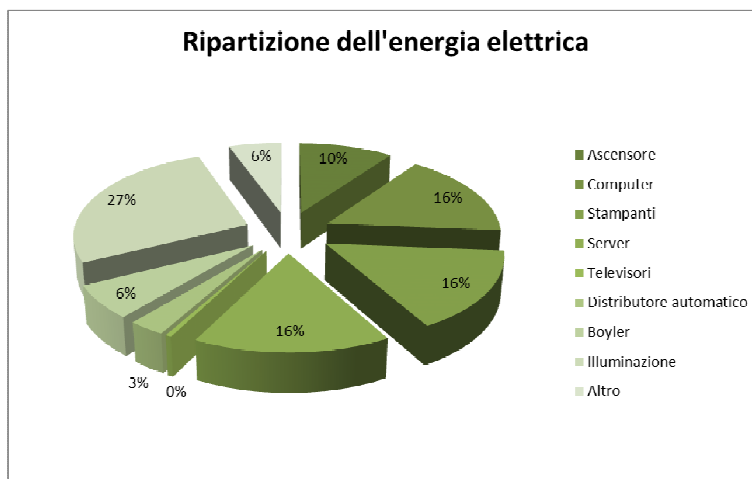


Figura 13 - RIPARTIZIONE ANNUALE DEI CONSUMI

L'analisi dei consumi rileva un assorbimento di energia distribuito in maniera abbastanza omogenea tra molte delle utenze allacciate anche in funzione dell'orario in cui le utenze stesse sono state ipotizzate in funzione alla massima potenza. L'illuminazione è la componente meno performante dell'impianto nonostante si componga prevalentemente di corpi a fluorescenza che sono i più efficienti in commercio. Per diminuire tale consumo è quindi necessario sensibilizzare gli utenti verso un uso più consapevole dell'energia e procedere con la progressiva sostituzione dei corpi illuminanti ad incandescenza con nuovi a fluorescenza.

Non è indicativo proporre in questa sede la sostituzione anche solo di uno degli apparecchi installati. Prima di effettuare qualsiasi modifica è infatti consigliata una fase di monitoraggio dei consumi reali associati a ciascuna utenza. Solo a seguito della fase di monitoraggio si potrà procedere con al cambio dell'utenza responsabile del consumo maggiore.

3 Diagnosi energetica

3.1 Diagnosi energetica dell'edificio

La struttura si compone di una sola zona termica avente volumetria lorda complessiva di 4710 m³. Le dispersioni riscontrate sono dirette verso l'esterno, il terreno od ambienti non riscaldati. Vi sono quindi due zone termiche non climatizzate: la centrale termica ed il deposito al piano seminterrato del nuovo municipio. Il riscaldamento è di tipo autonomo, alimentato da un uno scambiatore allacciato alla rete comunale del teleriscaldamento.

3.1.1 Parametri caratterizzanti la zona termica

DATI CLIMATICI DELLA LOCALITA'	
Comune	Morgex (AO)
Zona climatica	F
Temperatura invernale minima di progetto dell'aria esterna	- 20,0 °C
Temperatura massima estiva	26,8 °C
Irradianza sul piano orizzontale nel mese di massima insolazione	241,81 W/m ²
Umidità relativa dell'aria di progetto per la climatizzazione estiva	77,6 %

DATI TECNICI DELL'EDIFICIO	
Temperatura interna per la climatizzazione invernale o il riscaldamento	20,0 °C
Umidità relativa interna per la climatizzazione invernale	50%
Temperatura interna per la climatizzazione estiva o il raffrescamento	26,0 °C
Umidità relativa interna per la climatizzazione estiva	50%

3.1.2 Involucro edilizio

Le potenza dissipata per trasmissione attraverso le strutture disperdenti che delimitano l'involucro edilizio è pari a 169,14 kW.

I dati riportati in Tabella 5 e Tabella 6 mostrano quali siano i componenti che influiscono maggiormente sulle dispersioni per trasmissione; i grafici in Figura 14, Figura 15, Figura 16 e Figura 17 mostrano le percentuali di involucro trasparente e opaco e le dispersioni ad essi associate.

Descrizione	Superficie totale [m ²]	Trasmittanza media W/[m ² K]	Potenza dissipata in condizioni minime di progetto [W]	Coefficiente di dispersione termica [W/K]
Corpi trasparenti	100,6	2,85	12.841	286,28
Trasparenti/Totale	4,86%		7,59%	6,70%
Corpi opachi	1969,5	2,02	156.298	3985,71
Opachi/Totale	95,14%		92,41%	93,30%

Tabella 5 - Geometria e caratteristiche tecniche delle strutture disperdenti componenti l'involucro edilizio

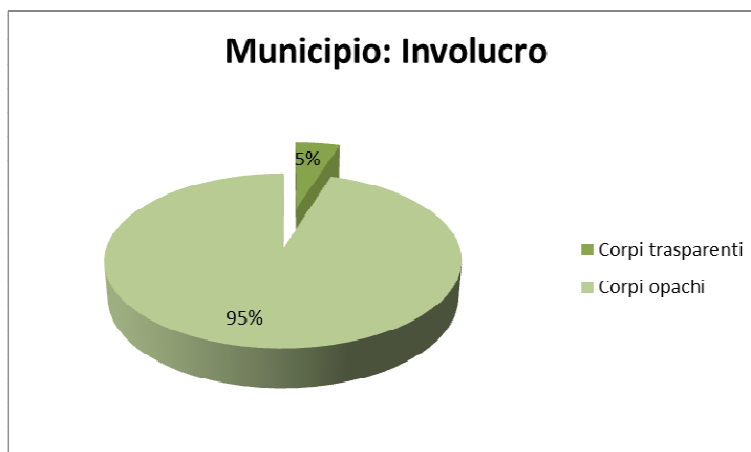


Figura 14 - STRUTTURE DISPREDENTI DELIMITANTI L'INVOLUCRO

Ripartizione percentuale delle strutture opache e trasparenti componenti l'involucro edilizio

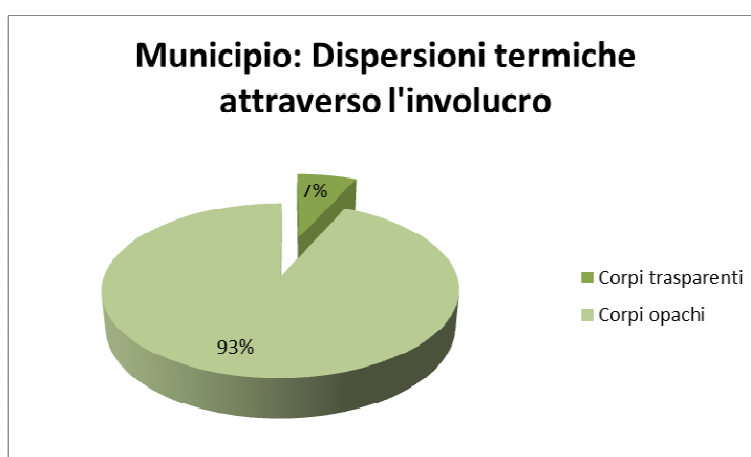


Figura 15 - DISPERSIONE TERMICA

Ripartizione percentuale delle dispersioni termiche tra le strutture opache e trasparenti disperdenti componenti l'involucro edilizio

Descrizione	Superficie totale [m ²]	Trasmittanza media W/[m ² K]	Potenza dissipata in condizioni minime di progetto [W]	Coefficiente di dispersione termica attraverso l'involucro [W/K]
Chiusure trasparenti	100,6	2,85	12.841	286,28
Trasparenti/Totale	4,86%		7,59%	6,70%
Chiusure orizzontali	878,1	1,23	33.623	1078,86
Orizzontali/Totale	42,42%		19,88%	25,25%
Chiusure verticali opache	1091,4	2,66	122.675	2906,85
Verticali/Totale	52,72%		72,53%	68,04%

Tabella 6 - Geometria e caratteristiche tecniche delle chiusure verticali opache, trasparenti e orizzontali disperdenti delimitanti l'involucro edilizio

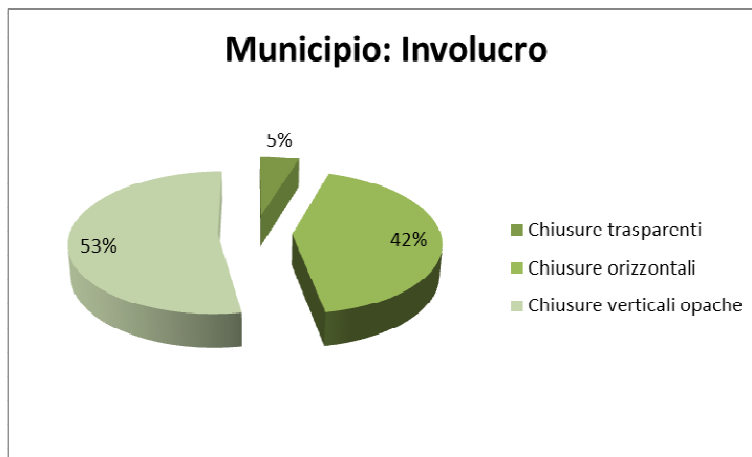


Figura 16 - CHIUSURE DISPUDENTI DELIMITANTI L'INVOLUCRO

Ripartizione percentuale delle chiusure verticali opache, trasparenti e orizzontali componenti l'involucro

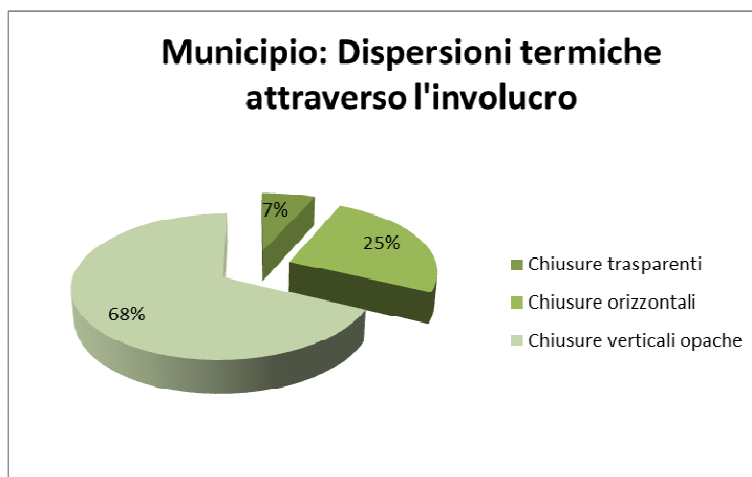


Figura 17 - DISPERSIONE TERMICA

Ripartizione percentuale delle dispersioni termiche tra le chiusure verticali opache, trasparenti e orizzontali disperdenti componenti l'involucro

Dall'analisi effettuata si osserva come vari il comportamento delle chiusure a seconda che queste siano opache o trasparenti. I grafici mostrano come le chiusure verticali opache e trasparenti siano le componenti meno performanti dell'involucro; il 58% della superficie genera il 75% delle dispersioni. Si aggiunga che al paragrafo 2.3 si è riscontrata, per le sole chiusure verticali opache, una elevata incidenza dei ponti termici e la trasmittanza termica media della parete perimetrale (cfr. Tabella 6) supera del 1000% il valore limite stabilito per le nuove costruzioni nell'allegato B del Decreto Ministeriale dell'11 marzo 2008.

3.1.3 Indici di prestazione energetica

Alla luce di quanto esposto nelle pagine precedenti vengono riportati gli indici di prestazione energetica per la zona termica e la relativa classificazione energetica (cfr. Figura 18).

INDICI DI PRESTAZIONE ENERGETICA		
$E_{p, \text{lim}}$	15,37 kWh/m ³ anno	Valore limite di indice di prestazione energetica per il riscaldamento o climatizzazione invernale secondo Allegato A D.M. 11/03/2008 e s.m.i.
$E_{p,i}$	109,52 kWh/m ³ anno	Indice di prestazione energetica per climatizzazione invernale
$E_{p,acs}$	2,54 kWh/m ³ anno	Indice di prestazione energetica per produzione di acqua calda sanitaria
$E_{p,e}$	- kWh/m ³ anno	Indice di prestazione energetica per climatizzazione estiva
$E_{p,ill}$	11,19 kWh/m ³ anno	Indice di prestazione energetica per l'illuminazione artificiale
$E_{p,gl}$	123,25 kWh/m ³ anno	Indice di prestazione energetica globale, dato dalla somma di $E_{p,i}$, $E_{p,acs}$, $E_{p,e}$, $E_{p,ill}$
$\eta_{gl,i}$	0,63	Rendimento globale medio stagionale per climatizzazione invernale
$\eta_{gl,acs}$	0,3	Rendimento globale medio stagionale per produzione di acqua calda sanitaria
$\eta_{gl,e}$	-	Rendimento globale medio stagionale per climatizzazione estiva
$\eta_{gl,ill}$	0,46	Rendimento globale medio stagionale per l'illuminazione artificiale
CO ₂	1,73 kg/m ³ anno	Emissioni di CO ₂
En	155234 kg	Consumo annuo nominale di cippato di legno per i soli usi termici

È opportuno sottolineare il divario esistente tra l'indice di prestazione energetica limite, $E_{p, \text{lim}}$, e l'indice di prestazione reale $E_{p,i}$. La legislazione vigente impone che tutti i nuovi edifici realizzati all'interno della zona climatica F abbiano un consumo di ben 7,1 volte inferiore a quello calcolato per il municipio.

L'edificio in analisi eccede del 710% il valore limite.

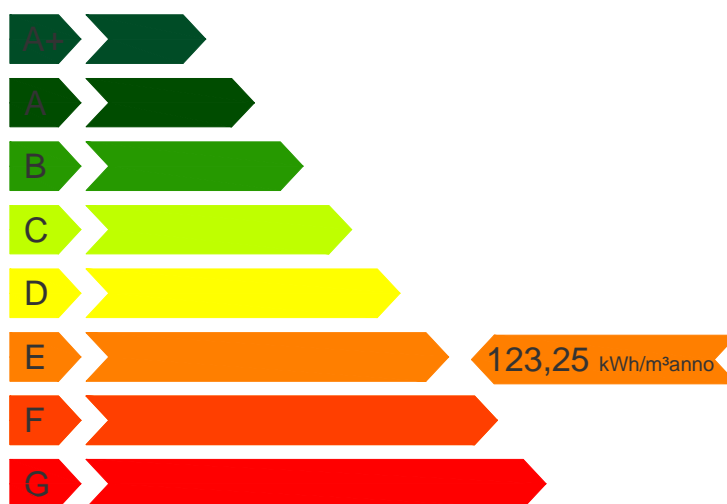


Figura 18 - CLASSIFICAZIONE ENERGETICA

3.2 Possibili interventi migliorativi e valutazione dei benefici

L'analisi dello stato di fatto del municipio ha evidenziato alcune criticità:

- Elevata incidenza dei ponti termici tra parete perimetrale ed altri elementi costituenti l'involucro edilizio;
- Elevata trasmittanza termica media della parete perimetrale;
- Assenza di un sistema di monitoraggio dell'impianto termico;
- Elevato assorbimento elettrico delle apparecchiature installate.

Gli interventi ritenuti più significativi per diminuire le dispersioni e/o ridurre i consumi elettrici sono i seguenti:

- Coibentazione delle chiusure verticali opache impiegando la tecnologia del "cappotto esterno";
- Installazione di un sistema di monitoraggio dei consumi termici ed elettrici;
- Avvio di un servizio di energy management;

Nei paragrafi seguenti verranno descritti gli interventi da eseguirsi ed i benefici in termini di risparmio energetico ed economico che il miglioramento di tali inefficienze apporterebbe all'edificio.

3.2.1 Coibentazione delle chiusure verticali opache

L'impiego della tecnologia che prende il nome di "cappotto esterno" consente:

- Il miglioramento delle prestazioni energetiche delle chiusure verticali opache, poiché riduce la trasmittanza termica;
- L'annullamento del ponte termico tra parete perimetrale ed altri elementi costituenti l'involucro edilizio, uniformando il valore di temperatura rilevato sulla superficie esterna.

Impiegando uno strato di non oltre 12 cm di spessore di isolante termico, avente conducibilità termica non superiore a 0,031 W/mK e rivestito da uno strato di intonaco ad hoc, si ottiene una trasmittanza termica di 0,26 W/m²K.

Realizzando un cappotto esterno sui quattro lati di entrambi gli edifici il municipio compirebbe un salto ben due classi passando dall'attuale classe E ad una classe C.

La tabella seguente riporta le modifiche che gli indici di prestazione energetica riportati al paragrafo 3.1.3 subirebbero in seguito all'intervento.

INDICI DI PRESTAZIONE ENERGETICA			
	Chiusura attuale	Chiusura con cappotto esterno	Variazione [%]
$E_{p, lim}$	15,37 kWh/m ³ anno	15,37 kWh/m ³ anno	-
E_{p_i}	109,52 kWh/m ³ anno	39,16 kWh/m ³ anno	64%
$E_{p_{gl}}$	123,25 kWh/m ³ anno	53,7 kWh/m ³ anno	56%
$\eta_{gl, i}$	0,63	0,64	1,5%
CO_2	1,73 kg/m ³ anno	0,75 kg/m ³ anno	56%
En	155234 kg	58879 kg	62%

La fornitura e posa in opera di un sistema a cappotto esterno ha un prezzo variabile tra i 60 €/m² e gli 80 €/m²; la cifra complessiva per i 900 m² che costituiscono l'involucro si attesta tra i 54000 € ed i 72000 €.

Municipio

La differenza di consumi, espressa in kWh, è il risultato di un calcolo analitico. Come illustrato al paragrafo 2.5.1 e sintetizzato in Tabella 3 tale dato deve essere aggiornato per avvicinarsi al consumo reale. La differenza di consumi di cui sopra dovrà quindi essere riferita ad un impianto in funzione 6,1 ore al giorno, 240 giorni l'anno. La mancata esecuzione di tale operazione porterebbe ad una sovrastima del risparmio economico connesso all'intervento.

Il risparmio annuo connesso all'intervento, utilizzando come riferimento il prezzo di 0,1222 €/kWh, è di circa 12000 €.

Ipotizzando di poter usufruire degli interventi di detrazione del 55% il tempo di ammortamento varia tra i due ed i tre anni.

Data l'importanza storica ed artistica del vecchio municipio, si sottolinea che è comunque possibile procedere alla coibentazione della sola nuova sede. In questo caso vi sarebbe un decremento delle prestazioni complessive del 50%, ed un salto di classe dalla attuale E alla D.

Nella tabella sottostante è riportata la sintesi dello studio di fattibilità dell'intervento.

STUDIO DI FATTIBILITA' DELL'INTERVENTO					
Intervento	Superficie interessata dall'intervento [m ²]	Costo dell'intervento [€]	Risparmio sul totale dei consumi [%]	Risparmio [€]	Tempo di rientro con incentivi 55% [anni]
Coibentazione delle chiusure verticali opache	900	54000 - 72000	56	12000	2 - 3
Coibentazione delle chiusure verticali opache del nuovo municipio	470	28200 - 37600	29	6000	2 - 3

3.2.2 Installazione di un sistema di monitoraggio dei consumi termici ed elettrici

La diagnosi energetica ha messo in evidenza la mancanza di un supporto tecnologico per l'ottimizzazione della gestione dell'energia nel comune. Per ridurre l'assorbimento energetico degli edifici comunali, oltre ad intervenire sugli involucri e sugli impianti, è necessario disporre di informazioni puntuali e dettagliate circa i profili di consumo delle singole utenze. Tali informazioni consentirebbero di individuare le inefficienze e gli sprechi energetici dovuti alla gestione non ottimizzata delle risorse. È infatti impossibile ottimizzare le prestazioni energetiche degli edifici senza strumenti tecnologici a supporto del gestore degli impianti.

Attualmente, si hanno a disposizione i dati di consumo ottenuti tramite le fatturazioni dei diversi fornitori di energia e le letture dei contatori installati in alcuni degli edifici. Tali dati sono rilevati mensilmente e consentono una sola analisi preliminare dei consumi poiché non contengono dettagli circa i profili di assorbimento giornalieri delle diverse utenze servite e la ripartizione dei consumi sui diversi carichi elettrici e termici. L'importanza di tali informazioni risiede nella possibilità di individuare inefficienze e sprechi impossibili da rilevare con una analisi dei soli dati aggregati. La conoscenza del reale profilo di consumo delle diverse utenze e della ripartizione degli assorbimenti sui diversi carichi consentirebbe di comprendere meglio il dato aggregato di consumo e di intervenire per ridurlo.

Infrastruttura di monitoraggio

Per supportare adeguatamente la gestione delle risorse energetiche comunali, è possibile utilizzare un'infrastruttura di monitoraggio dei consumi e delle grandezze fisiche strettamente correlate con gli assorbimenti energetici.

Tale infrastruttura deve prevedere una rete di sensori che misurino l'energia termica ed elettrica assorbita dalle diverse utenze. In ogni edificio (Figura 19) dovranno essere installati sensori sulle diverse linee elettriche (illuminazione, F.E.M., climatizzazione, ecc.), nella centrale termica (energia termica assorbita per

riscaldamento, consumi acqua calda sanitaria, ecc.) ed eventualmente nei diversi piani che compongono l'edificio (misurazioni temperatura, umidità, ecc.).

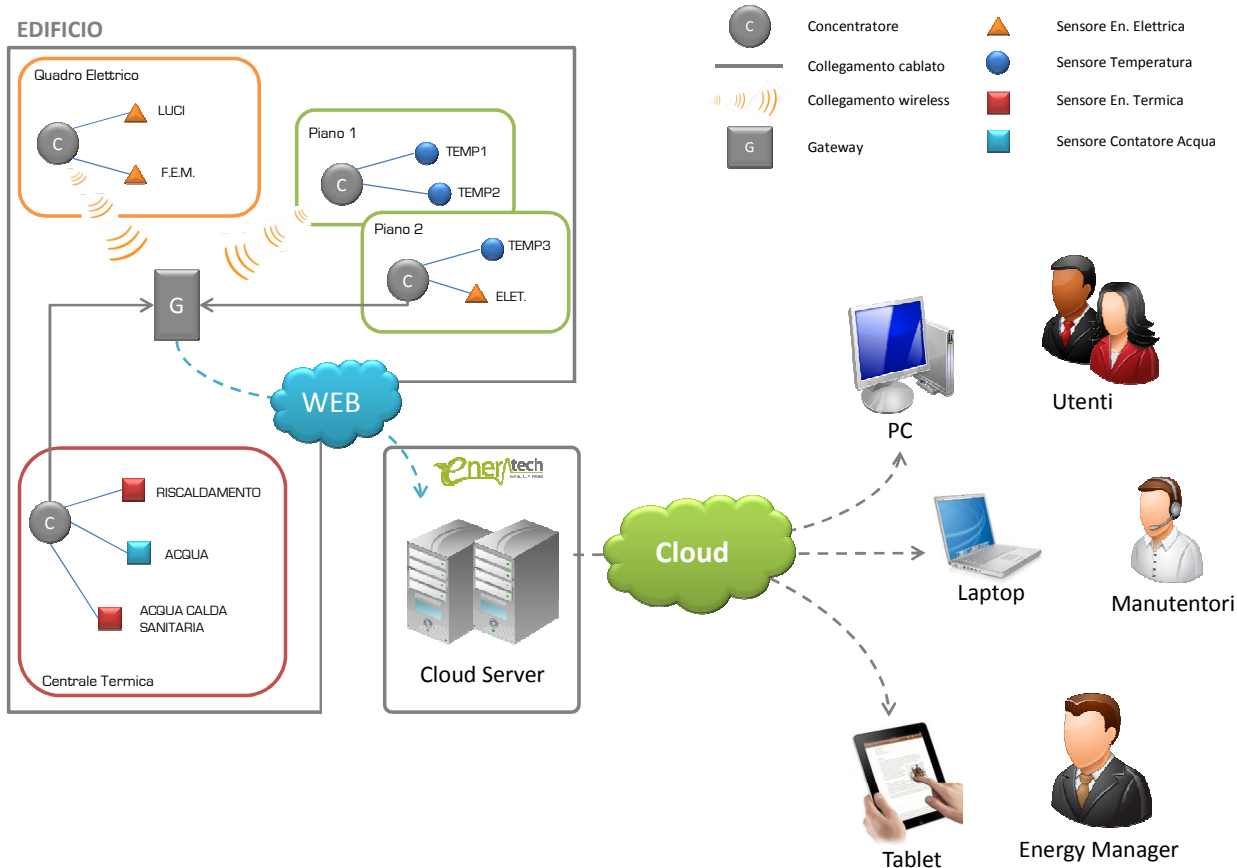


Figura 19. Infrastruttura di monitoraggio dei consumi energetici

I sensori saranno collegati ad un concentratore dati in grado di registrare le informazioni acquisite e di trasferirle ad un gateway che, attraverso una semplice connessione internet, convogli i dati ad un server remoto. Il server gestisce i dati misurati rendendoli disponibili via web, attraverso la tecnologia del Cloud Computing, su diverse piattaforme (PC, Laptop, Tablet, ecc.). Le informazioni potranno così essere utilizzate dagli utenti (gestori comunali, facility manager, ecc.), dai manutentori e da eventuali consulenti specializzati in gestione dell'energia (Energy Manager).

Il Cloud Server ospiterà al suo interno un Sistema di Gestione dell'Energia (EnMS – Energy Management System) in grado di gestire i dati provenienti da un numero molto ampio di edifici dotati dell'infrastruttura di monitoraggio dei consumi (Figura 20) e mettere a disposizione degli utenti un insieme di strumenti e risorse utili all'ottimizzazione dei consumi energetici comunali.

Tramite l'EnMS sarà possibile disporre di un archivio storico delle misure effettuate e di uno strumento di analisi e correlazione dei dati di consumo. Possono inoltre essere eseguite verifiche sui sistemi energetici monitorati, e realizzare dei sistemi di reportistica automatica per il controllo dei consumi e delle spese dei diversi edifici. Il sistema di Energy Management consentirà infine di pianificare degli interventi di efficientamento e di condurre campagne di ottimizzazione dei consumi.

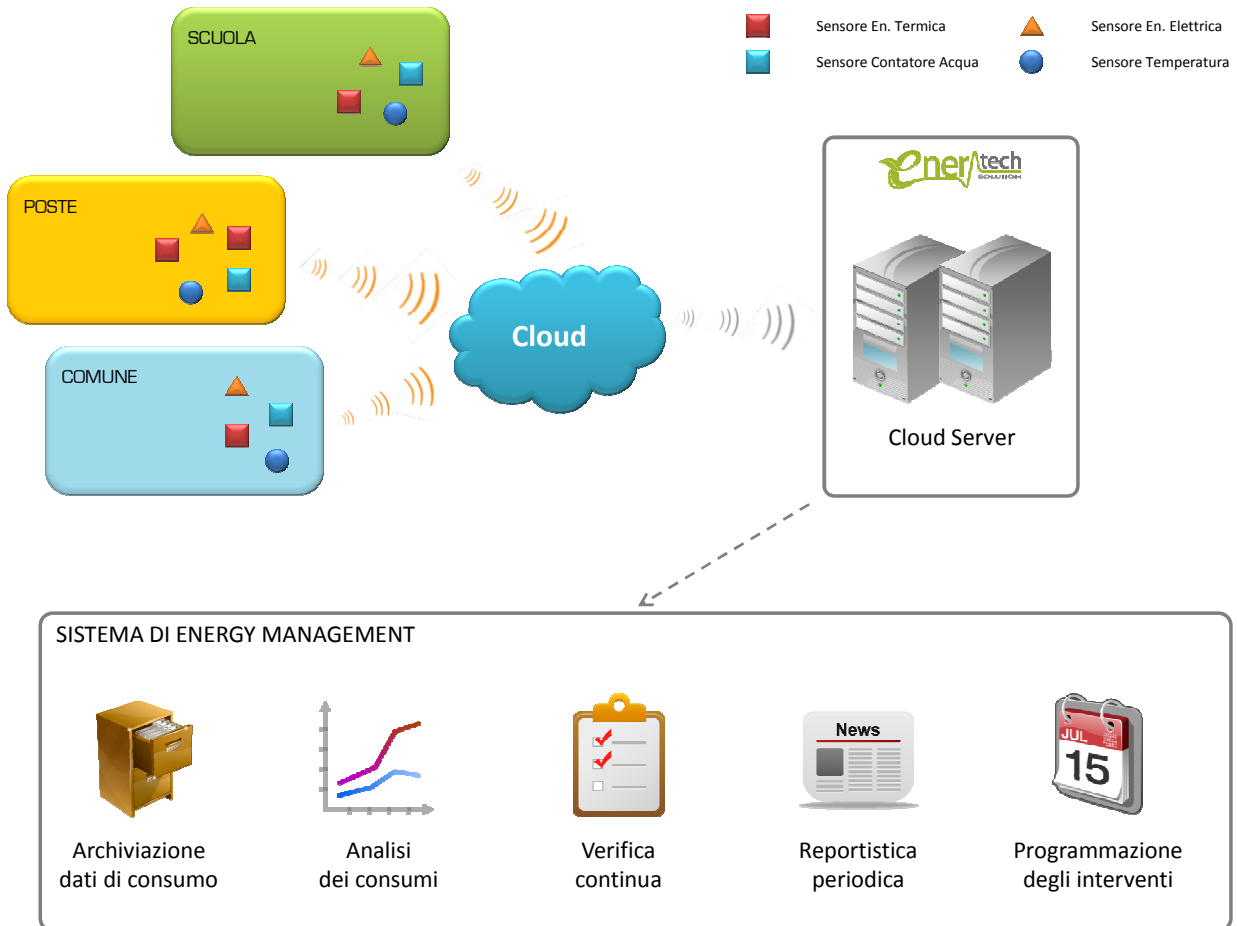


Figura 20. Infrastruttura di raccolta ed elaborazione dei dati di consumo

Utilizzo dell'infrastruttura di monitoraggio

Un esempio di applicazione delle analisi energetiche con strumenti tecnologici appropriati, è riportata in Figura 21. Nel grafico è presentata l'informazione ottenibile tramite la misura puntuale dei consumi in un edificio. Grazie al monitoraggio delle diverse utenze è possibile individuare la causa di eventuali assorbimenti eccessivi. Nel caso di esempio si nota immediatamente come l'illuminazione sia responsabile di oltre il 50% dei consumi mensili di energia elettrica. Alla luce di queste informazioni potrebbe essere necessaria un'ulteriore analisi dei profili di assorbimento, per comprendere se è possibile ridurre il consumo per illuminazione.

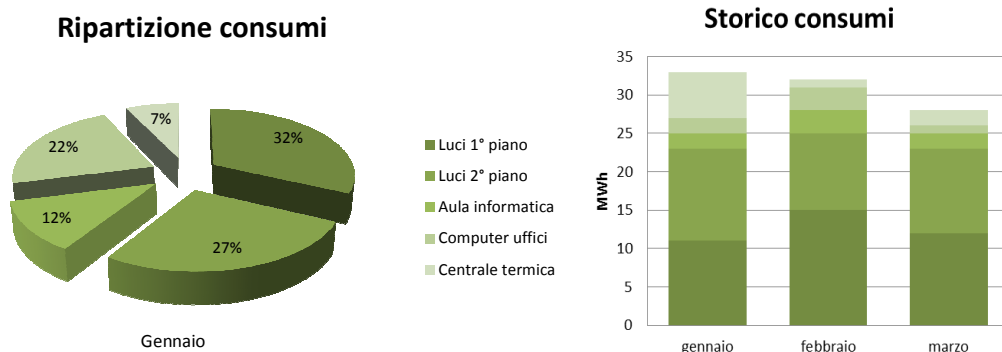


Figura 21. Esempio di ripartizione dei consumi elettrici

Municipio

Come supporto a tale analisi è possibile utilizzare uno strumento messo a disposizione dai sistemi di monitoraggio, ovvero il diagramma spettrale (Figura 22). Questo strumento consente di mappare i profili di consumo orari al fine di individuare inefficienze ed intervenire per la riduzione degli assorbimenti.

Come si nota dall'immagine di seguito, grazie agli strumenti messi a disposizione dai sistemi di monitoraggio dei consumi, è possibile pianificare mirati interventi di efficientamento, studiando a priori i metodi da applicare e gli effetti che essi sortiranno in termini di risparmio energetico ed economico, costi di investimento e tempi di rientro.

In riferimento all'esempio citato sopra, una volta individuata l'utenza responsabile di un'ingente quantità di consumi (l'illuminazione) è possibile affinare la ricerca delle inefficienze tramite un'analisi spettrale individuando, ad esempio, eventuali sprechi energetici. In riferimento alla Figura 22, gli orari evidenziati in rosso rappresentano periodi di tempo in cui l'edificio viene chiuso e non è utile l'utilizzo di illuminazione interna. Emerge quindi un'evidente spreco energetico non rilevato dalla sola analisi dei consumi mensili aggregati dell'edificio.

Tale spreco può essere evitato tramite sistemi programmabili di spegnimento dei carichi elettrici che consentono una sensibile riduzione degli assorbimenti energetici dell'intero edificio.

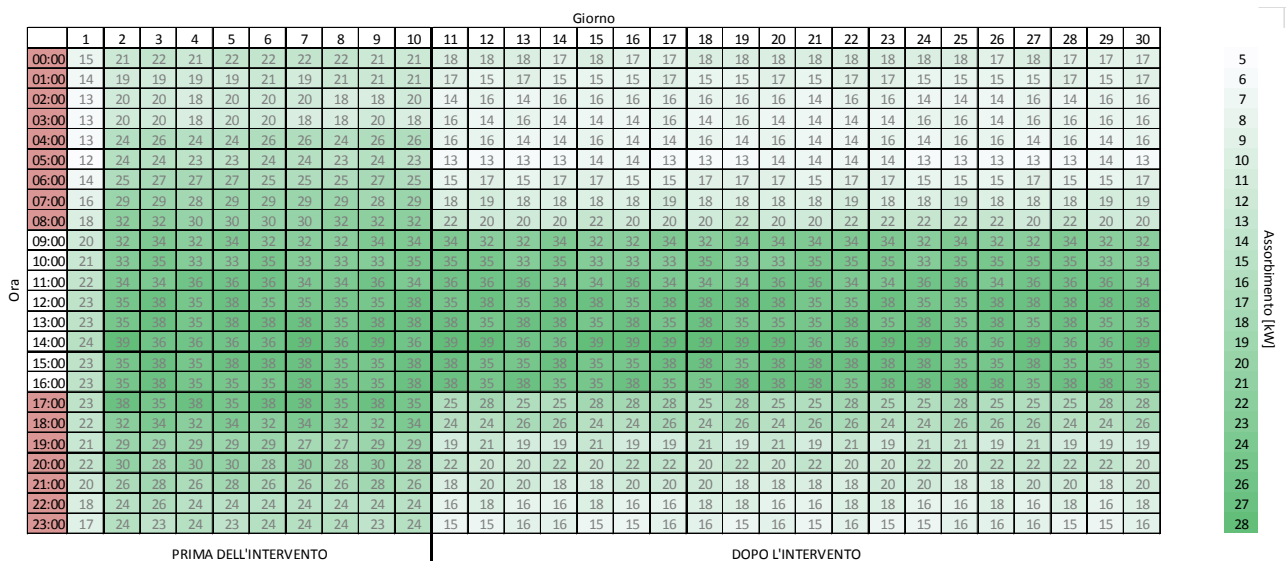


Figura 22. Diagramma spettrale

3.2.3 Avvio di un sistema di energy management

Per ottimizzare la gestione dell'energia all'interno del comune, oltre ai supporti tecnologici descritti in precedenza, è necessario avviare un sistema di Energy Management (EnMS – Energy Management System).

L'obiettivo di un tale sistema consiste nel creare una organizzazione strutturata dei sistemi e dei processi necessari all'incremento delle prestazioni energetiche degli edifici del comune. Un EnMS si basa sul concetto di "miglioramento continuo" composto da quattro fasi principali (Plan-Do-Check-Act) note come Ciclo Deming (Figura 23):

- Plan: analizzare lo stato di fatto, identificare le priorità e gli obiettivi, pianificare un programma di risparmio energetico;
- Do: Eseguire il programma, dapprima in un contesto circoscritto;
- Check: Monitorare, misurare e verificare gli esiti delle azioni implementate, documentare i risultati ottenuti;
- Act: Valutare i risultati, applicare in maniera estesa le azioni di miglioramento energetico, correggere e modificare le azioni che non hanno sortito gli effetti desiderati o previsti.



Figura 23. Ciclo Deming

Una volta stabilito qual è lo stato di fatto, è necessario individuare le criticità e le priorità, e pianificare delle azioni volte all'incremento dell'efficienza energetica dell'intero comune. Le azioni individuate dovranno essere testate su una parte degli edifici e sarà necessario condurre un'attenta campagna di monitoraggio e analisi dei risultati prodotti. In base alle risultanze della campagna di testing, verranno pianificate ulteriori azioni e saranno migliorate e corrette quelle testate, al fine di applicare su larga scala gli interventi di efficientamento energetico.

L'applicazione continua di questo sistema, condurrà ad un ciclo virtuoso di miglioramento continuo delle prestazioni energetiche, abbattendo i consumi ed ottimizzando l'utilizzo delle risorse energetiche stesse.

In Figura 24 è riportato il modello di un EnMS basato sul ciclo Deming. Alla base di esso vi è l'elaborazione di una politica energetica comunale, che consiste nell'identificazione dello stato di fatto e degli obiettivi di miglioramento. Segue una pianificazione delle attività e una loro applicazione, eventualmente su scala ridotta. Una volta verificati gli esiti delle azioni di miglioramento, sfruttando infrastrutture tecnologiche e consulenziali appropriate, si rivede la pianificazione in modo da migliorare continuamente le prestazioni energetiche del comune.

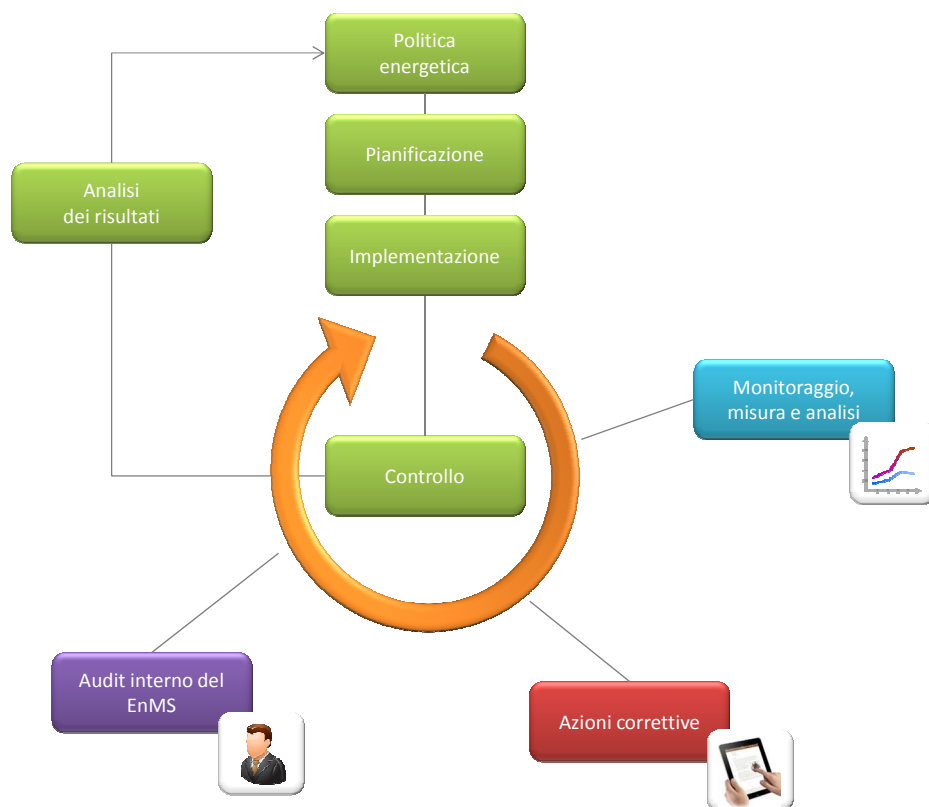


Figura 24. Modello di un Sistema di Energy Management

Risparmi ottenibili

Tramite un'infrastruttura per il monitoraggio dei consumi energetici e l'avvio di un sistema di energy management è possibile ottenere sensibili riduzioni del consumo energetico con il conseguente abbattimento delle spese per l'approvvigionamento, la manutenzione e la gestione degli edifici comunali.

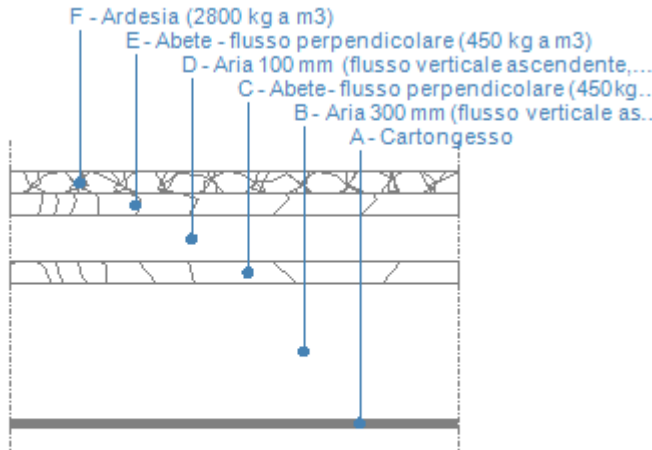
In riferimento all'edificio oggetto della diagnosi, è ragionevole stimare una riduzione tra il 10% e il 35% delle spese energetiche globali con la sola ottimizzazione della gestione dell'energia. Tale risparmio consentirebbe di ammortizzare in breve tempo i costi sostenuti per l'avvio dei servizi di EnMS e di monitoraggio, consentendo di raggiungere payback anche inferiori all'anno.

Si consiglia pertanto di avviare tali servizi entro l'inizio della prossima stagione invernale, in modo da poter pianificare, progettare ed installare i sistemi di gestione dell'energia all'interno degli edifici del comune di Morgex.

Allegato 1: abaco delle strutture opache e trasparenti

Copertura nuovo municipio

DATI DELLA STRUTTURA

<p>Nome dell'elemento: Copertura nuovo municipio</p> <p>Descrizione: Copertura in legno</p> <p>Tipologia: Copertura</p> <p>Disposizione: Orizzontale</p> <p>Spessore: 570,0 mm</p> <p>Trasmittanza U: 0,760 W/(m²K)</p> <p>Resistenza R: 1,315 (m²K)/W</p> <p>Massa: 203 Kg/m²</p> <p>Fonte: Rilievo in sito</p>	
--	--

STRATIGRAFIA

	Strato	Spessore mm	Conduttività λ W/(mK)	Resistenza R (m ² K)/W	Densità ρ Kg/m ³	Capacità termica kJ/(kgK)	Fattore μ_a	Fattore μ_u
	Adduttanza interna (flusso verticale ascendente)	-	-	0,100	-	-	-	-
A	Cartongesso	20,0	0,250	0,080	900	1,00	10,0	4,0
B	Aria 300 mm (flusso verticale ascendente)	300,0	1,880	0,160	1	1,00	1,0	1,0
C	Abete - flusso perpendicolare (450 kg a m3)	50,0	0,120	0,417	450	2,70	63,9	63,9
D	Aria 100 mm (flusso verticale ascendente, aperture 500 - 1500 mm ²)	100,0	1,260	0,079	1	1,00	1,0	1,0
E	Abete - flusso perpendicolare (450 kg a m3)	50,0	0,120	0,417	450	2,70	63,9	63,9
F	Ardesia (2800 kg a m3)	50,0	2,200	0,023	2.800	1,00	1.000,0	800,0
	Adduttanza esterna (flusso verticale ascendente)	-	-	0,040	-	-	-	-
	TOTALE	570,0		1,315				

Conduttanza unitaria superficiale interna: 10,000 W/(m²K)

Resistenza unitaria superficiale interna: 0,100 (m²K)/W

Conduttanza unitaria superficiale esterna: 25,000 W/(m²K)

Resistenza unitaria superficiale esterna: 0,040 (m²K)/W

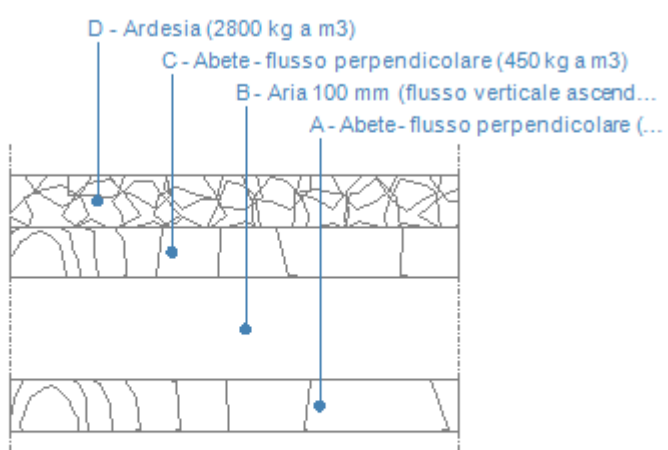
CONDIZIONI AL CONTORNO

<i>CONDIZIONE</i>	<i>Temperatura interna T_i</i> °C	<i>Pressione parziale interna P_i</i> Pa	<i>Temperatura esterna T_e</i> °C	<i>Pressione parziale esterna P_e</i> Pa
INVERNALE	20,00	1.519,00	-2,20	496,80
ESTIVA	18,60	1.392,30	18,60	1.662,10

	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a ΔP : 0 Pa
X	La struttura è soggetta a fenomeni di condensa. La quantità stagionale di condensato è pari a: 0,342 kg/m ² , tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva
X	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a ΔP : 584,598 Pa

Copertura vecchio municipio

DATI DELLA STRUTTURA

<p>Nome dell'elemento: Copertura vecchio municipio</p> <p>Descrizione: Copertura in legno</p> <p>Tipologia: Copertura</p> <p>Disposizione: Orizzontale</p> <p>Spessore: 250,0 mm</p> <p>Trasmittanza U: 0,930 W/(m²K)</p> <p>Resistenza R: 1,075 (m²K)/W</p> <p>Massa: 185 Kg/m²</p> <p>Fonte: Rilievo in sito</p>	
---	--

STRATIGRAFIA

	Strato	Spessore mm	Conduttività λ W/(mK)	Resistenza R (m ² K)/W	Densità ρ Kg/m ³	Capacità termica kJ/(kgK)	Fattore μ_a	Fattore μ_u
	Adduttanza interna (flusso verticale ascendente)	-	-	0,100	-	-	-	-
A	Abete - flusso perpendicolare (450 kg a m3)	50,0	0,120	0,417	450	2,70	63,9	63,9
B	Aria 100 mm (flusso verticale ascendente, aperture 500 - 1500 mm ²)	100,0	1,260	0,079	1	1,00	1,0	1,0
C	Abete - flusso perpendicolare (450 kg a m3)	50,0	0,120	0,417	450	2,70	63,9	63,9
D	Ardesia (2800 kg a m3)	50,0	2,200	0,023	2.800	1,00	1.000,0	800,0
	Adduttanza esterna (flusso verticale ascendente)	-	-	0,040	-	-	-	-
	TOTALE	250,0		1,075				

Conduttanza unitaria superficiale interna: 10,000 W/(m²K)

Resistenza unitaria superficiale interna: 0,100 (m²K)/W

Conduttanza unitaria superficiale esterna: 25,000 W/(m²K)

Resistenza unitaria superficiale esterna: 0,040 (m²K)/W

CONDIZIONI AL CONTORNO

<i>CONDIZIONE</i>	<i>Temperatura interna T_i</i> °C	<i>Pressione parziale interna P_i</i> Pa	<i>Temperatura esterna T_e</i> °C	<i>Pressione parziale esterna P_e</i> Pa
INVERNALE	20,00	1.519,00	-2,20	496,80
ESTIVA	18,60	1.392,30	18,60	1.662,10

	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a ΔP : 0 Pa
X	La struttura è soggetta a fenomeni di condensa. La quantità stagionale di condensato è pari a: 0,404 kg/m ² , tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva
X	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a ΔP : 535,487 Pa

Solaio contro terra

DATI DELLA STRUTTURA

<p>Nome dell'elemento: Solaio contro terra</p> <p>Descrizione: Solaio in cemento con vespaio in ghiaia</p> <p>Tipologia: Pavimento</p> <p>Disposizione: Orizzontale</p> <p>Spessore: 360,0 mm</p> <p>Trasmittanza U: 1,727 W/(m²K)</p> <p>Resistenza R: 0,579 (m²K)/W</p> <p>Massa: 598 Kg/m²</p> <p>Fonte: Rilievo in sito</p>	
--	--

STRATIGRAFIA

	Strato	Spessore mm	Conduttività λ W/(mK)	Resistenza R (m ² K)/W	Densità ρ Kg/m ³	Capacità termica kJ/(kgK)	Fattore μ_a	Fattore μ_u
	Adduttanza interna (flusso verticale discendente)	-	-	0,170	-	-	-	-
A	Piastrelle	10,0	0,580	0,017	1.800	0,85	3,2	3,2
B	Calcestruzzo normale esterno (1600 kg a m ³)	150,0	0,810	0,185	1.600	0,88	21,3	21,3
C	Ghiaia grossa senza argilla (1700 kg a m ³)	200,0	1,200	0,167	1.700	0,84	5,3	5,3
	Adduttanza esterna (flusso verticale discendente)	-	-	0,040	-	-	-	-
	TOTALE	360,0		0,579				

Conduttanza unitaria superficiale interna: 5,880 W/(m²K)

Resistenza unitaria superficiale interna: 0,170 (m²K)/W

Conduttanza unitaria superficiale esterna: 25,000 W/(m²K)

Resistenza unitaria superficiale esterna: 0,040 (m²K)/W

CONDIZIONI AL CONTORNO

<i>CONDIZIONE</i>	<i>Temperatura interna T_i</i> °C	<i>Pressione parziale interna P_i</i> Pa	<i>Temperatura esterna T_e</i> °C	<i>Pressione parziale esterna P_e</i> Pa
INVERNALE	20,00	1.519,00	-2,20	496,80
ESTIVA	18,60	1.392,30	18,60	1.662,10

	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a $\Delta P: 0$ Pa
X	La struttura è soggetta a fenomeni di condensa. La quantità stagionale di condensato è pari a: 0,534 kg/m ² , tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva
	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a $\Delta P: 0$ Pa

Solaio su spazi aperti vecchio municipio

DATI DELLA STRUTTURA

<p>Nome dell'elemento: Solaio su spazi aperti vecchio municipio</p> <p>Descrizione: Solaio in laterocemento</p> <p>Tipologia: Pavimento</p> <p>Disposizione: Orizzontale</p> <p>Spessore: 300,0 mm</p> <p>Trasmittanza U: 1,552 W/(m²K)</p> <p>Resistenza R: 0,644 (m²K)/W</p> <p>Massa: 150 Kg/m²</p> <p>Fonte: Rilievo in sito</p>	
---	--

STRATIGRAFIA

	Strato	Spessore mm	Conduttività λ W/(mK)	Resistenza R (m ² K)/W	Densità ρ Kg/m ³	Capacità termica kJ/(kgK)	Fattore μ_a	Fattore μ_u
	Adduttanza interna (flusso verticale discendente)	-	-	0,170	-	-	-	-
A	Piastrelle	10,0	0,580	0,017	1.800	0,85	3,2	3,2
B	Caldana	40,0	1,200	0,033	1.800	0,85	3,2	3,2
C	Solaio	240,0	0,650	0,369	250	0,85	3,2	3,2
D	Intonaco di calce e gesso (1400 kg a m ³)	10,0	0,700	0,014	1.400	0,84	10,7	10,7
	Adduttanza esterna (flusso verticale discendente)	-	-	0,040	-	-	-	-
	TOTALE	300,0		0,644				

Conduttanza unitaria superficiale interna: 5,880 W/(m²K)

Resistenza unitaria superficiale interna: 0,170 (m²K)/W

Conduttanza unitaria superficiale esterna: 25,000 W/(m²K)

Resistenza unitaria superficiale esterna: 0,040 (m²K)/W

CONDIZIONI AL CONTORNO

<i>CONDIZIONE</i>	<i>Temperatura interna T_i</i> °C	<i>Pressione parziale interna P_i</i> Pa	<i>Temperatura esterna T_e</i> °C	<i>Pressione parziale esterna P_e</i> Pa
INVERNALE	20,00	1.519,00	20,00	2.283,20
ESTIVA	20,00	1.519,00	20,00	2.283,20

X	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a $\Delta P: 791,477$ Pa
	La struttura è soggetta a fenomeni di condensa. La quantità stagionale di condensato è pari a: 0,000 kg/m ² , tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva
X	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a $\Delta P: 791,477$ Pa

Solaio interpiano

DATI DELLA STRUTTURA

<p>Nome dell'elemento: Solaio interpiano</p> <p>Descrizione: Solaio in laterocemento</p> <p>Tipologia: Pavimento</p> <p>Disposizione: Orizzontale</p> <p>Spessore: 300,0 mm</p> <p>Trasmittanza U: 1,552 W/(m²K)</p> <p>Resistenza R: 0,644 (m²K)/W</p> <p>Massa: 150 Kg/m²</p> <p>Fonte: Rilievo in sito</p>	
--	--

STRATIGRAFIA

	Strato	Spessore mm	Conduttività λ W/(mK)	Resistenza R (m ² K)/W	Densità ρ Kg/m ³	Capacità termica kJ/(kgK)	Fattore μ_a	Fattore μ_u
	Adduttanza interna (flusso verticale discendente)	-	-	0,170	-	-	-	-
A	Piastrelle	10,0	0,580	0,017	1.800	0,85	3,2	3,2
B	Caldana	40,0	1,200	0,033	1.800	0,85	3,2	3,2
C	Solaio	240,0	0,650	0,369	250	0,85	3,2	3,2
D	Intonaco di calce e gesso (1400 kg a m ³)	10,0	0,700	0,014	1.400	0,84	10,7	10,7
	Adduttanza esterna (flusso verticale discendente)	-	-	0,040	-	-	-	-
	TOTALE	300,0		0,644				

Conduttanza unitaria superficiale interna: 5,880 W/(m²K)

Resistenza unitaria superficiale interna: 0,170 (m²K)/W

Conduttanza unitaria superficiale esterna: 25,000 W/(m²K)

Resistenza unitaria superficiale esterna: 0,040 (m²K)/W

CONDIZIONI AL CONTORNO

<i>CONDIZIONE</i>	<i>Temperatura interna T_i</i> °C	<i>Pressione parziale interna P_i</i> Pa	<i>Temperatura esterna T_e</i> °C	<i>Pressione parziale esterna P_e</i> Pa
INVERNALE	20,00	1.519,00	20,00	2.283,20
ESTIVA	20,00	1.519,00	20,00	2.283,20

X	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a $\Delta P: 791,477$ Pa
	La struttura è soggetta a fenomeni di condensa. La quantità stagionale di condensato è pari a: 0,000 kg/m ² , tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva
X	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a $\Delta P: 791,477$ Pa

Parete esterna sp.55 cm

DATI DELLA STRUTTURA

<p>Nome dell'elemento: Parete esterna sp.55 cm</p> <p>Descrizione: Parete in pietra naturale</p> <p>Tipologia: Parete</p> <p>Disposizione: Verticale</p> <p>Spessore: 550,0 mm</p> <p>Trasmittanza U: 2,803 W/(m²K)</p> <p>Resistenza R: 0,357 (m²K)/W</p> <p>Massa: 1.587 Kg/m²</p> <p>Fonte: Rilievo in sito</p>	<p>A - Intonaco di calce e gesso (1400 kg a m3)</p> <p>B - Muratura in pietra naturale (3000kg a m3)</p> <p>C - Malta di calce e cemento (1800 kg a m3)</p>
---	---

STRATIGRAFIA

	Strato	Spessore mm	Conduttività λ W/(mK)	Resistenza R (m ² K)/W	Densità ρ Kg/m ³	Capacità termica kJ/(kgK)	Fattore μ_a	Fattore μ_u
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-	-
A	Intonaco di calce e gesso (1400 kg a m3)	15,0	0,700	0,021	1.400	0,84	10,7	10,7
B	Muratura in pietra naturale (3000kg a m3)	520,0	3,500	0,149	3.000	0,84	160,0	160,0
C	Malta di calce e cemento (1800 kg a m3)	15,0	0,900	0,017	1.800	0,84	23,5	23,5
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,040	-	-	-	-
	TOTALE	550,0		0,357				

Conduttanza unitaria superficiale interna: 7,690 W/(m²K)

Resistenza unitaria superficiale interna: 0,130 (m²K)/W

Conduttanza unitaria superficiale esterna: 25,000 W/(m²K)

Resistenza unitaria superficiale esterna: 0,040 (m²K)/W

CONDIZIONI AL CONTORNO

CONDIZIONE	Temperatura interna T_i °C	Pressione parziale interna P_i Pa	Temperatura esterna T_e °C	Pressione parziale esterna P_e Pa
INVERNALE	20,00	1.519,00	-2,20	496,80
ESTIVA	18,60	1.392,30	18,60	1.662,10

	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a $\Delta P: 0 \text{ Pa}$
X	La struttura è soggetta a fenomeni di condensa. La quantità stagionale di condensato è pari a: $1,246 \text{ kg/m}^2$, tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva
	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a $\Delta P: 0 \text{ Pa}$

Parete esterna sp.60 cm

DATI DELLA STRUTTURA

<p>Nome dell'elemento: Parete esterna sp.60 cm</p> <p>Descrizione: Parete in pietra naturale</p> <p>Tipologia: Parete</p> <p>Disposizione: Verticale</p> <p>Spessore: 600,0 mm</p> <p>Trasmittanza U: 2,695 W/(m²K)</p> <p>Resistenza R: 0,371 (m²K)/W</p> <p>Massa: 1.737 Kg/m²</p> <p>Fonte: Rilievo in sito</p>	<p>A - Intonaco di calce e gesso (1400 kg a m3)</p> <p>B - Muratura in pietra naturale (3000kg a m3)</p> <p>C - Malta di calce e cemento (1800 kg a m3)</p>
---	---

STRATIGRAFIA

	Strato	Spessore mm	Conduttività λ W/(mK)	Resistenza R (m ² K)/W	Densità ρ Kg/m ³	Capacità termica kJ/(kgK)	Fattore μ_a	Fattore μ_u
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-	-
A	Intonaco di calce e gesso (1400 kg a m3)	15,0	0,700	0,021	1.400	0,84	10,7	10,7
B	Muratura in pietra naturale (3000kg a m3)	570,0	3,500	0,163	3.000	0,84	160,0	160,0
C	Malta di calce e cemento (1800 kg a m3)	15,0	0,900	0,017	1.800	0,84	23,5	23,5
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,040	-	-	-	-
	TOTALE	600,0		0,371				

Conduttanza unitaria superficiale interna: 7,690 W/(m²K)

Resistenza unitaria superficiale interna: 0,130 (m²K)/W

Conduttanza unitaria superficiale esterna: 25,000 W/(m²K)

Resistenza unitaria superficiale esterna: 0,040 (m²K)/W

CONDIZIONI AL CONTORNO

CONDIZIONE	Temperatura interna T_i °C	Pressione parziale interna P_i Pa	Temperatura esterna T_e °C	Pressione parziale esterna P_e Pa
INVERNALE	20,00	1.519,00	-2,20	496,80
ESTIVA	18,60	1.392,30	18,60	1.662,10

	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a $\Delta P: 0 \text{ Pa}$
X	La struttura è soggetta a fenomeni di condensa. La quantità stagionale di condensato è pari a: $1,133 \text{ kg/m}^2$, tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva
	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a $\Delta P: 0 \text{ Pa}$

Parete esterna sp.80 cm

DATI DELLA STRUTTURA

<p>Nome dell'elemento: Parete esterna sp.80 cm</p> <p>Descrizione: Parete in pietra naturale</p> <p>Tipologia: Parete</p> <p>Disposizione: Verticale</p> <p>Spessore: 800,0 mm</p> <p>Trasmittanza U: 2,336 W/(m²K)</p> <p>Resistenza R: 0,428 (m²K)/W</p> <p>Massa: 2.337 Kg/m²</p> <p>Fonte: Rilievo in sito</p>	<p>A - Intonaco di calce e gesso (1400 kg a m3)</p> <p>B - Muratura in pietra naturale (3000kg a m3)</p> <p>C - Malta di calce e cemento (1800 kg a m3)</p>
---	---

STRATIGRAFIA

	Strato	Spessore mm	Conduttività λ W/(mK)	Resistenza R (m ² K)/W	Densità ρ Kg/m ³	Capacità termica kJ/(kgK)	Fattore μ_a	Fattore μ_u
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-	-
A	Intonaco di calce e gesso (1400 kg a m3)	15,0	0,700	0,021	1.400	0,84	10,7	10,7
B	Muratura in pietra naturale (3000kg a m3)	770,0	3,500	0,220	3.000	0,84	160,0	160,0
C	Malta di calce e cemento (1800 kg a m3)	15,0	0,900	0,017	1.800	0,84	23,5	23,5
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,040	-	-	-	-
	TOTALE	800,0		0,428				

Conduttanza unitaria superficiale interna: 7,690 W/(m²K)

Resistenza unitaria superficiale interna: 0,130 (m²K)/W

Conduttanza unitaria superficiale esterna: 25,000 W/(m²K)

Resistenza unitaria superficiale esterna: 0,040 (m²K)/W

CONDIZIONI AL CONTORNO

CONDIZIONE	Temperatura interna T_i °C	Pressione parziale interna P_i Pa	Temperatura esterna T_e °C	Pressione parziale esterna P_e Pa
INVERNALE	20,00	1.519,00	-2,20	496,80
ESTIVA	18,60	1.392,30	18,60	1.662,10

	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a $\Delta P: 0 \text{ Pa}$
X	La struttura è soggetta a fenomeni di condensa. La quantità stagionale di condensato è pari a: $0,575 \text{ kg/m}^2$, tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva
	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a $\Delta P: 0 \text{ Pa}$

Parete esterna sp.63 cm vecchio municipio

DATI DELLA STRUTTURA

<p>Nome dell'elemento: Parete esterna sp.63 cm vecchio municipio</p> <p>Descrizione: Parete in pietra naturale</p> <p>Tipologia: Parete</p> <p>Disposizione: Verticale</p> <p>Spessore: 550,0 mm</p> <p>Trasmittanza U: 2,803 W/(m²K)</p> <p>Resistenza R: 0,357 (m²K)/W</p> <p>Massa: 1.587 Kg/m²</p> <p>Fonte: Rilievo in sito</p>	<p>A - Intonaco di calce e gesso (1400 kg a m³)</p> <p>B - Muratura in pietra naturale (3000kg a m³)</p> <p>C - Malta di calce e cemento (1800 kg a m³)</p>
---	--

STRATIGRAFIA

	Strato	Spessore mm	Conduttività λ W/(mK)	Resistenza R (m ² K)/W	Densità ρ Kg/m ³	Capacità termica kJ/(kgK)	Fattore μ_a	Fattore μ_u
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-	-
A	Intonaco di calce e gesso (1400 kg a m ³)	15,0	0,700	0,021	1.400	0,84	10,7	10,7
B	Muratura in pietra naturale (3000kg a m ³)	520,0	3,500	0,149	3.000	0,84	160,0	160,0
C	Malta di calce e cemento (1800 kg a m ³)	15,0	0,900	0,017	1.800	0,84	23,5	23,5
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,040	-	-	-	-
	TOTALE	550,0		0,357				

Conduttanza unitaria superficiale interna: 7,690 W/(m²K)

Resistenza unitaria superficiale interna: 0,130 (m²K)/W

Conduttanza unitaria superficiale esterna: 25,000 W/(m²K)

Resistenza unitaria superficiale esterna: 0,040 (m²K)/W

CONDIZIONI AL CONTORNO

CONDIZIONE	Temperatura interna T_i °C	Pressione parziale interna P_i Pa	Temperatura esterna T_e °C	Pressione parziale esterna P_e Pa
INVERNALE	20,00	1.519,00	-2,20	496,80
ESTIVA	18,60	1.392,30	18,60	1.662,10

	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a $\Delta P: 0 \text{ Pa}$
X	La struttura è soggetta a fenomeni di condensa. La quantità stagionale di condensato è pari a: $1,246 \text{ kg/m}^2$, tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva
	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a $\Delta P: 0 \text{ Pa}$

Parete passerella

DATI DELLA STRUTTURA

<p>Nome dell'elemento: Parete passerella</p> <p>Descrizione: Parete in legno</p> <p>Tipologia: Parete</p> <p>Disposizione: Verticale</p> <p>Spessore: 150,0 mm</p> <p>Trasmittanza U: 0,704 W/(m²K)</p> <p>Resistenza R: 1,420 (m²K)/W</p> <p>Massa: 68 Kg/m²</p> <p>Fonte: Rilievo in sito</p>	<p>A - Abete - flusso perpendicolare (450 kg a...</p>
--	---

STRATIGRAFIA

	Strato	Spessore mm	Conduttività λ W/(mK)	Resistenza R (m ² K)/W	Densità ρ Kg/m ³	Capacità termica kJ/(kgK)	Fattore μ_a	Fattore μ_u
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-	-
A	Abete - flusso perpendicolare (450 kg a m3)	150,0	0,120	1,250	450	2,70	63,9	63,9
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,040	-	-	-	-
	TOTALE	150,0		1,420				

Conduttanza unitaria superficiale interna: 7,690 W/(m²K)

Resistenza unitaria superficiale interna: 0,130 (m²K)/W

Conduttanza unitaria superficiale esterna: 25,000 W/(m²K)

Resistenza unitaria superficiale esterna: 0,040 (m²K)/W

CONDIZIONI AL CONTORNO

CONDIZIONE	Temperatura interna T_i °C	Pressione parziale interna P_i Pa	Temperatura esterna T_e °C	Pressione parziale esterna P_e Pa
INVERNALE	20,00	1.519,00	-2,20	496,80
ESTIVA	18,60	1.392,30	18,60	1.662,10

X	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a $\Delta P: 539,542 \text{ Pa}$
	La struttura è soggetta a fenomeni di condensa. La quantità stagionale di condensato è pari a: $0,000 \text{ kg/m}^2$, tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva
X	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a $\Delta P: 539,542 \text{ Pa}$

Parete contro terra sp.80 cm

DATI DELLA STRUTTURA

<p>Nome dell'elemento: Parete contro terra sp.80 cm</p> <p>Descrizione: Parete in pietra naturale</p> <p>Tipologia: Parete</p> <p>Disposizione: Verticale</p> <p>Spessore: 800,0 mm</p> <p>Trasmittanza U: 2,336 W/(m²K)</p> <p>Resistenza R: 0,428 (m²K)/W</p> <p>Massa: 2.337 Kg/m²</p> <p>Fonte: Rilievo in sito</p>	<p>A - Intonaco di calce e gesso (1400 kg a m3)</p> <p>B - Muratura in pietra naturale (3000kg a m3)</p> <p>C - Malta di calce e cemento (1800 kg a m3)</p>
--	---

STRATIGRAFIA

	Strato	Spessore mm	Conduttività λ W/(mK)	Resistenza R (m ² K)/W	Densità ρ Kg/m ³	Capacità termica kJ/(kgK)	Fattore μ_a	Fattore μ_u
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-	-
A	Intonaco di calce e gesso (1400 kg a m3)	15,0	0,700	0,021	1.400	0,84	10,7	10,7
B	Muratura in pietra naturale (3000kg a m3)	770,0	3,500	0,220	3.000	0,84	160,0	160,0
C	Malta di calce e cemento (1800 kg a m3)	15,0	0,900	0,017	1.800	0,84	23,5	23,5
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,040	-	-	-	-
	TOTALE	800,0		0,428				

Conduttanza unitaria superficiale interna: 7,690 W/(m²K)

Resistenza unitaria superficiale interna: 0,130 (m²K)/W

Conduttanza unitaria superficiale esterna: 25,000 W/(m²K)

Resistenza unitaria superficiale esterna: 0,040 (m²K)/W

CONDIZIONI AL CONTORNO

CONDIZIONE	Temperatura interna T_i °C	Pressione parziale interna P_i Pa	Temperatura esterna T_e °C	Pressione parziale esterna P_e Pa
INVERNALE	20,00	1.519,00	-2,20	496,80
ESTIVA	18,60	1.392,30	18,60	1.662,10

	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a $\Delta P: 0 \text{ Pa}$
X	La struttura è soggetta a fenomeni di condensa. La quantità stagionale di condensato è pari a: $0,575 \text{ kg/m}^2$, tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva
	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a $\Delta P: 0 \text{ Pa}$

Porta ingresso

DATI DELLA STRUTTURA

<p>Nome dell'elemento: Porta ingresso</p> <p>Descrizione: Porta in legno</p> <p>Tipologia: Porta</p> <p>Disposizione: Verticale</p> <p>Spessore: 54,0 mm</p> <p>Trasmittanza U: 2,297 W/(m²K)</p> <p>Resistenza R: 0,435 (m²K)/W</p> <p>Massa: 36 Kg/m²</p> <p>Fonte: Rilievo in sito</p>	<p>A - Abete - flusso perpendicolare (450 kg a ...)</p> <p>B - Acciaio</p> <p>C - Aria 40 mm (flusso orizzontale)</p> <p>D - Acciaio</p> <p>E - Abete - flusso perpendicolare (450 kg a ...)</p>
--	--

STRATIGRAFIA

	Strato	Spessore mm	Conduttività λ W/(mK)	Resistenza R (m ² K)/W	Densità ρ Kg/m ³	Capacità termica kJ/(kgK)	Fattore μ_a	Fattore μ_u
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-	-
A	Abete - flusso perpendicolare (450 kg a m ³)	5,0	0,120	0,042	450	2,70	63,9	63,9
B	Acciaio	2,0	52,000	0,000	7.800	1,00	3,2	3,2
C	Aria 40 mm (flusso orizzontale)	40,0	0,220	0,182	1	1,00	1,0	1,0
D	Acciaio	2,0	52,000	0,000	7.800	1,00	3,2	3,2
E	Abete - flusso perpendicolare (450 kg a m ³)	5,0	0,120	0,042	450	2,70	63,9	63,9
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,040	-	-	-	-
	TOTALE	54,0		0,435				

Conduttanza unitaria superficiale interna: 7,690 W/(m²K)

Resistenza unitaria superficiale interna: 0,130 (m²K)/W

Conduttanza unitaria superficiale esterna: 25,000 W/(m²K)

Resistenza unitaria superficiale esterna: 0,040 (m²K)/W

CONDIZIONI AL CONTORNO

<i>CONDIZIONE</i>	<i>Temperatura interna T_i</i> °C	<i>Pressione parziale interna P_i</i> Pa	<i>Temperatura esterna T_e</i> °C	<i>Pressione parziale esterna P_e</i> Pa
INVERNALE	20,00	1.519,00	-2,20	496,80
ESTIVA	18,60	1.392,30	18,60	1.662,10

	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a $\Delta P: 0$ Pa
X	La struttura è soggetta a fenomeni di condensa. La quantità stagionale di condensato è pari a: 4,697 kg/m ² , tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva
	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a $\Delta P: 0$ Pa

Porta finestra ingresso

GEOMETRIA DEL SERRAMENTO

Nome del serramento: **Porta finestra ingresso**

Descrizione: Serramento in legno con doppio vetro

Larghezza: 144 cm

Altezza : 220 cm

Spessore superiore del telaio: 22 cm

Spessore inferiore del telaio: 90 cm

Spessore sinistro del telaio: 24 cm

Spessore destro del telaio: 24 cm

N° divisioni verticali: 1

Spessore divisioni verticali: 15 cm

N° divisioni orizzontali: 0

Spessore divisioni orizzontali: 0 cm

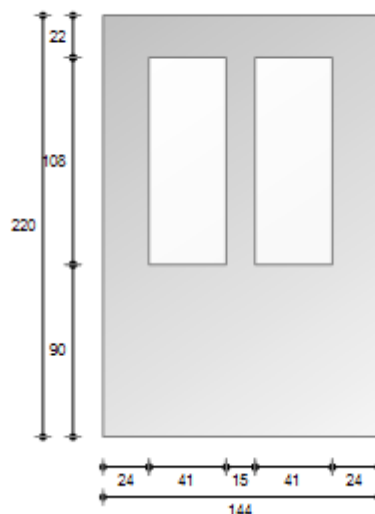
Fonte: **Rilievo in sito**

Area del vetro A_g : 0,875 m²

Area del telaio A_f : 2,293 m²

Area totale del serramento A_w : 3,168 m²

Perimetro della superficie vetrata L_g : 5,940 m



PARAMETRI DEL VETRO E DEL TELAIO

Vetro

Nome del vetro:

Tipologia vetro: Doppio vetro normale

Coefficiente di trasmissione solare g : 0,675

Emissività ϵ : 0,837

Trasmittanza termica vetro U_g : 3,300 W/(m² K)

Telaio

Materiale: Legno

Tipologia telaio: Legno tenero

Spessore s_f : 70 mm

Distanziatore: Metallo

Trasmittanza termica del telaio U_f : 1,767 W/(m² K)

Trasmittanza lineica ponte termico tra vetro e telaio ψ_{fg} : 0,060 W/(m K)

PARAMETRI RIASSUNTIVI DEL SERRAMENTO

Trasmittanza termica del serramento U_w : 2,303 W/(m² K)

Parete verso centrale termica

DATI DELLA STRUTTURA

<p>Nome dell'elemento: Parete verso centrale termica</p> <p>Descrizione: Parete in laterizio forato</p> <p>Tipologia: Parete</p> <p>Disposizione: Verticale</p> <p>Spessore: 150,0 mm</p> <p>Trasmittanza U: 2,430 W/(m²K)</p> <p>Resistenza R: 0,412 (m²K)/W</p> <p>Massa: 219 Kg/m²</p> <p>Fonte: Rilievo in sito</p>	
--	--

STRATIGRAFIA

	Strato	Spessore mm	Conduttività λ W/(mK)	Resistenza R (m ² K)/W	Densità ρ Kg/m ³	Capacità termica kJ/(kgK)	Fattore μ_a	Fattore μ_u
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-	-
A	Intonaco di calce e gesso (1400 kg a m3)	15,0	0,700	0,021	1.400	0,84	10,7	10,7
B	Mattone forato 120 interno	120,0	0,590	0,203	1.600	0,84	8,5	8,5
C	Malta di calce e cemento (1800 kg a m3)	15,0	0,900	0,017	1.800	0,84	23,5	23,5
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,040	-	-	-	-
	TOTALE	150,0		0,412				

Conduttanza unitaria superficiale interna: 7,690 W/(m²K)

Resistenza unitaria superficiale interna: 0,130 (m²K)/W

Conduttanza unitaria superficiale esterna: 25,000 W/(m²K)

Resistenza unitaria superficiale esterna: 0,040 (m²K)/W

CONDIZIONI AL CONTORNO

CONDIZIONE	Temperatura interna T_i °C	Pressione parziale interna P_i Pa	Temperatura esterna T_e °C	Pressione parziale esterna P_e Pa
INVERNALE	20,00	1.519,00	-2,20	496,80
ESTIVA	18,60	1.392,30	18,60	1.662,10

	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a $\Delta P: 0 \text{ Pa}$
X	La struttura è soggetta a fenomeni di condensa. La quantità stagionale di condensato è pari a: $0,365 \text{ kg/m}^2$, tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva
	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a $\Delta P: 0 \text{ Pa}$

Parete verso locali non riscaldati

DATI DELLA STRUTTURA

<p>Nome dell'elemento: Parete verso ambienti non riscaldati</p> <p>Descrizione: Parete in laterizio di mattoni pieni</p> <p>Tipologia: Parete</p> <p>Disposizione: Verticale</p> <p>Spessore: 200,0 mm</p> <p>Trasmittanza U: 2,545 W/(m²K)</p> <p>Resistenza R: 0,393 (m²K)/W</p> <p>Massa: 367 Kg/m²</p> <p>Fonte: Rilievo in sito</p>	<p>A - Intonaco di calce e gesso (1400 kg a m³)</p> <p>B - Mattone pieno posa interno</p> <p>C - Malta di calce e cemento (1800 kg a m³)</p>
---	--

STRATIGRAFIA

	Strato	Spessore mm	Conduttività λ W/(mK)	Resistenza R (m ² K)/W	Densità ρ Kg/m ³	Capacità termica kJ/(kgK)	Fattore μ_a	Fattore μ_u
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-	-
A	Intonaco di calce e gesso (1400 kg a m ³)	15,0	0,700	0,021	1.400	0,84	10,7	10,7
B	Mattone pieno posa interno	170,0	0,920	0,185	2.000	0,84	10,7	10,7
C	Malta di calce e cemento (1800 kg a m ³)	15,0	0,900	0,017	1.800	0,84	23,5	23,5
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,040	-	-	-	-
	TOTALE	200,0		0,393				

Conduttanza unitaria superficiale interna: 7,690 W/(m²K)

Resistenza unitaria superficiale interna: 0,130 (m²K)/W

Conduttanza unitaria superficiale esterna: 25,000 W/(m²K)

Resistenza unitaria superficiale esterna: 0,040 (m²K)/W

CONDIZIONI AL CONTORNO

CONDIZIONE	Temperatura interna T_i °C	Pressione parziale interna P_i Pa	Temperatura esterna T_e °C	Pressione parziale esterna P_e Pa
INVERNALE	20,00	1.519,00	-2,20	496,80
ESTIVA	18,60	1.392,30	18,60	1.662,10

	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a $\Delta P: 0 \text{ Pa}$
X	La struttura è soggetta a fenomeni di condensa. La quantità stagionale di condensato è pari a: $0,323 \text{ kg/m}^2$, tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva
	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a $\Delta P: 0 \text{ Pa}$

Finestre piano seminterrato

GEOMETRIA DEL SERRAMENTO

Nome del serramento: **Finestre piano seminterrato**

Descrizione: Serramento in legno con doppio vetro

Larghezza: 70 cm

Altezza : 100 cm

Spessore superiore del telaio: 13 cm

Spessore inferiore del telaio: 13 cm

Spessore sinistro del telaio: 13 cm

Spessore destro del telaio: 13 cm

N° divisioni verticali: 0

Spessore divisioni verticali: 0 cm

N° divisioni orizzontali: 0

Spessore divisioni orizzontali: 0 cm

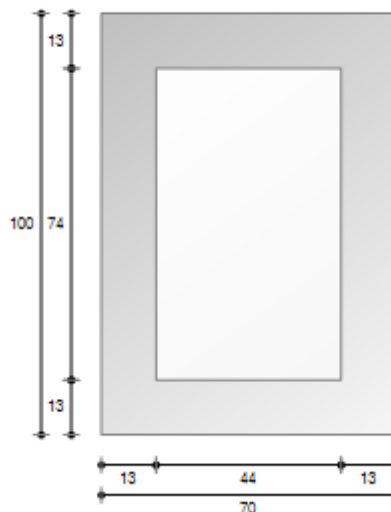
Fonte: **Rilievo in sito**

Area del vetro A_g : 0,326 m²

Area del telaio A_f : 0,374 m²

Area totale del serramento A_w : 0,700 m²

Perimetro della superficie vetrata L_g : 2,360 m



PARAMETRI DEL VETRO E DEL TELAIO

Vetro

Nome del vetro:

Tipologia vetro: Doppio vetro normale

Coefficiente di trasmissione solare g : 0,675

Emissività ϵ : 0,837

Trasmittanza termica vetro U_g : 3,300 W/(m² K)

Telaio

Materiale: Legno

Tipologia telaio: Legno tenero

Spessore sf: 70 mm

Distanziatore: Metallo

Trasmittanza termica del telaio U_f : 1,767 W/(m² K)

Trasmittanza lineica ponte termico tra vetro e telaio ψ_{fg} : 0,060 W/(m K)

PARAMETRI RIASSUNTIVI DEL SERRAMENTO

Trasmittanza termica del serramento U_w : 2,682 W/(m² K)

Finestre bagni piano seminterrato e terra

GEOMETRIA DEL SERRAMENTO

Nome del serramento: **Finestre bagni piano seminterrato e terra**

Descrizione: Serramento in legno con doppio vetro

Larghezza: 110 cm

Altezza : 100 cm

Spessore superiore del telaio: 12 cm

Spessore inferiore del telaio: 12 cm

Spessore sinistro del telaio: 10 cm

Spessore destro del telaio: 12 cm

N° divisioni verticali: 0

Spessore divisioni verticali: 0 cm

N° divisioni orizzontali: 0

Spessore divisioni orizzontali: 0 cm

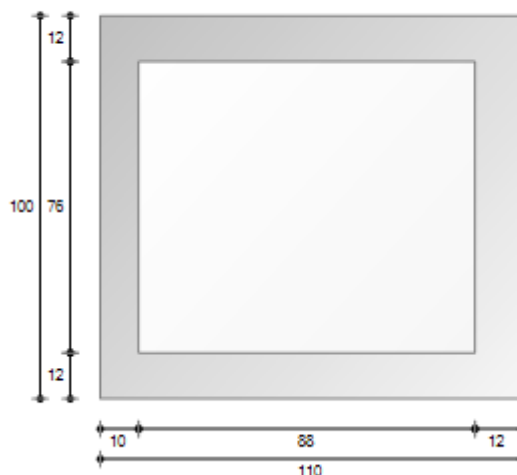
Fonte: **Rilievo in sito**

Area del vetro A_g : 0,669 m²

Area del telaio A_f : 0,431 m²

Area totale del serramento A_w : 1,100 m²

Perimetro della superficie vetrata L_g : 3,280 m



PARAMETRI DEL VETRO E DEL TELAIO

Vetro

Nome del vetro:

Tipologia vetro: Doppio vetro normale

Coefficiente di trasmissione solare g : 0,675

Emissività ϵ : 0,837

Trasmittanza termica vetro U_g : 3,300 W/(m² K)

Telaio

Materiale: Legno

Tipologia telaio: Legno tenero

Spessore sf: 70 mm

Distanziatore: Metallo

Trasmittanza termica del telaio U_f : 1,767 W/(m² K)

Trasmittanza lineica ponte termico tra vetro e telaio ψ_{fg} : 0,060 W/(m K)

PARAMETRI RIASSUNTIVI DEL SERRAMENTO

Trasmittanza termica del serramento U_w : 2,878 W/(m² K)

Finestre piano terra

GEOMETRIA DEL SERRAMENTO

Nome del serramento: **Finestre piano terra**

Descrizione: Serramento in legno con doppio vetro

Larghezza: 115 cm

Altezza : 145 cm

Spessore superiore del telaio: 10 cm

Spessore inferiore del telaio: 12 cm

Spessore sinistro del telaio: 10 cm

Spessore destro del telaio: 10 cm

N° divisioni verticali: 0

Spessore divisioni verticali: 0 cm

N° divisioni orizzontali: 0

Spessore divisioni orizzontali: 0 cm

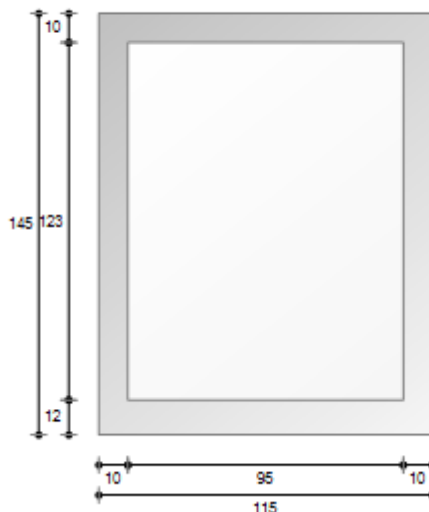
Fonte: **Rilievo in sito**

Area del vetro A_g : 1,169 m²

Area del telaio A_f : 0,499 m²

Area totale del serramento A_w : 1,668 m²

Perimetro della superficie vetrata L_g : 4,360 m



PARAMETRI DEL VETRO E DEL TELAIO

Vetro

Nome del vetro:

Tipologia vetro: Doppio vetro normale

Coefficiente di trasmissione solare g : 0,675

Emissività ϵ : 0,837

Trasmittanza termica vetro U_g : 3,300 W/(m² K)

Telaio

Materiale: Legno

Tipologia telaio: Legno tenero

Spessore s_f : 70 mm

Distanziatore: Metallo

Trasmittanza termica del telaio U_f : 1,767 W/(m² K)

Trasmittanza lineica ponte termico tra vetro e telaio ψ_{fg} : 0,060 W/(m K)

PARAMETRI RIASSUNTIVI DEL SERRAMENTO

Trasmittanza termica del serramento U_w : 2,998 W/(m² K)

Finestre piano primo e secondo

GEOMETRIA DEL SERRAMENTO

Nome del serramento: **Finestre piano primo e secondo**

Descrizione: Serramento in legno con doppio vetro

Larghezza: 100 cm

Altezza : 145 cm

Spessore superiore del telaio: 12 cm

Spessore inferiore del telaio: 13 cm

Spessore sinistro del telaio: 10 cm

Spessore destro del telaio: 11 cm

N° divisioni verticali: 0

Spessore divisioni verticali: 0 cm

N° divisioni orizzontali: 0

Spessore divisioni orizzontali: 0 cm

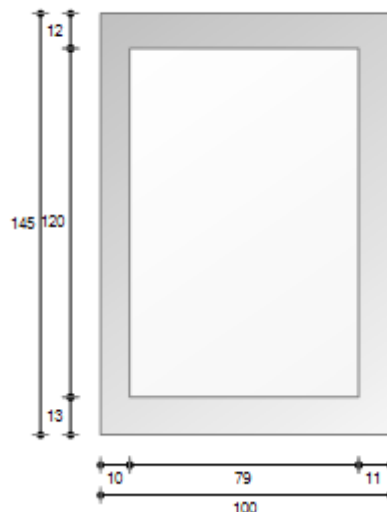
Fonte: **Rilievo in sito**

Area del vetro A_g : 0,948 m²

Area del telaio A_f : 0,502 m²

Area totale del serramento A_w : 1,450 m²

Perimetro della superficie vetrata L_g : 3,980 m



PARAMETRI DEL VETRO E DEL TELAIO

Vetro

Nome del vetro:

Tipologia vetro: Doppio vetro normale

Coefficiente di trasmissione solare g : 0,675

Emissività ϵ : 0,837

Trasmittanza termica vetro U_g : 3,300 W/(m² K)

Telaio

Materiale: Legno

Tipologia telaio: Legno tenero

Spessore s_f : 70 mm

Distanziatore: Metallo

Trasmittanza termica del telaio U_f : 1,767 W/(m² K)

Trasmittanza lineica ponte termico tra vetro e telaio ψ_{fg} : 0,060 W/(m K)

PARAMETRI RIASSUNTIVI DEL SERRAMENTO

Trasmittanza termica del serramento U_w : 2,934 W/(m² K)

Porta finestra piano primo

GEOMETRIA DEL SERRAMENTO

Nome del serramento: **Porta finestra piano primo**

Descrizione: Serramento in legno con doppio vetro

Larghezza: 110 cm

Altezza : 240 cm

Spessore superiore del telaio: 12 cm

Spessore inferiore del telaio: 60 cm

Spessore sinistro del telaio: 15 cm

Spessore destro del telaio: 15 cm

N° divisioni verticali: 0

Spessore divisioni verticali: 0 cm

N° divisioni orizzontali: 0

Spessore divisioni orizzontali: 0 cm

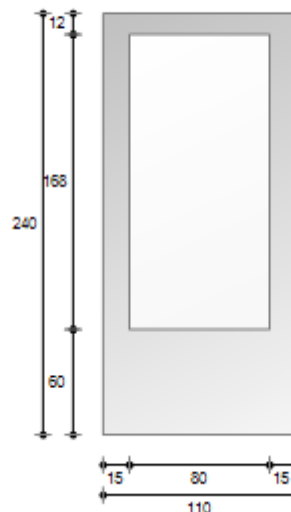
Fonte: **Rilievo in sito**

Area del vetro A_g : 1,344 m²

Area del telaio A_f : 1,296 m²

Area totale del serramento A_w : 2,640 m²

Perimetro della superficie vetrata L_g : 4,960 m



PARAMETRI DEL VETRO E DEL TELAIO

Vetro

Nome del vetro:

Tipologia vetro: Doppio vetro normale

Coefficiente di trasmissione solare g : 0,675

Emissività ϵ : 0,837

Trasmittanza termica vetro U_g : 3,300 W/(m² K)

Telaio

Materiale: Legno

Tipologia telaio: Legno tenero

Spessore sf: 70 mm

Distanziatore: Metallo

Trasmittanza termica del telaio U_f : 1,767 W/(m² K)

Trasmittanza lineica ponte termico tra vetro e telaio ψ_{fg} : 0,060 W/(m K)

PARAMETRI RIASSUNTIVI DEL SERRAMENTO

Trasmittanza termica del serramento U_w : 2,660 W/(m² K)

Finestre piano terzo tipo 1

GEOMETRIA DEL SERRAMENTO

Nome del serramento: **Finestre piano terzo tipo 1**

Descrizione: Serramento in legno con doppio vetro

Larghezza: 365 cm

Altezza : 135 cm

Spessore superiore del telaio: 12 cm

Spessore inferiore del telaio: 10 cm

Spessore sinistro del telaio: 10 cm

Spessore destro del telaio: 10 cm

N° divisioni verticali: 3

Spessore divisioni verticali: 15 cm

N° divisioni orizzontali: 1

Spessore divisioni orizzontali: 12 cm

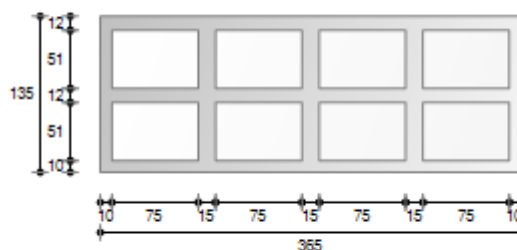
Fonte: **Rilievo in sito**

Area del vetro A_g : 3,030 m²

Area del telaio A_f : 1,898 m²

Area totale del serramento A_w : 4,928 m²

Perimetro della superficie vetrata L_g : 20,080 m



PARAMETRI DEL VETRO E DEL TELAIO

Vetro

Nome del vetro:

Tipologia vetro: Doppio vetro normale

Coefficiente di trasmissione solare g : 0,675

Emissività ϵ : 0,837

Trasmittanza termica vetro U_g : 3,300 W/(m² K)

Telaio

Materiale: Legno

Tipologia telaio: Legno tenero

Spessore s_f : 70 mm

Distanziatore: Metallo

Trasmittanza termica del telaio U_f : 1,767 W/(m² K)

Trasmittanza lineica ponte termico tra vetro e telaio ψ_{fg} : 0,060 W/(m K)

PARAMETRI RIASSUNTIVI DEL SERRAMENTO

Trasmittanza termica del serramento U_w : 2,954 W/(m² K)

Finestre piano terzo tipo 2

GEOMETRIA DEL SERRAMENTO

Nome del serramento: **Finestre piano terzo tipo 2**

Descrizione: Serramento in legno con doppio vetro

Larghezza: 90 cm

Altezza : 100 cm

Spessore superiore del telaio: 12 cm

Spessore inferiore del telaio: 12 cm

Spessore sinistro del telaio: 10 cm

Spessore destro del telaio: 10 cm

N° divisioni verticali: 0

Spessore divisioni verticali: 0 cm

N° divisioni orizzontali: 0

Spessore divisioni orizzontali: 0 cm

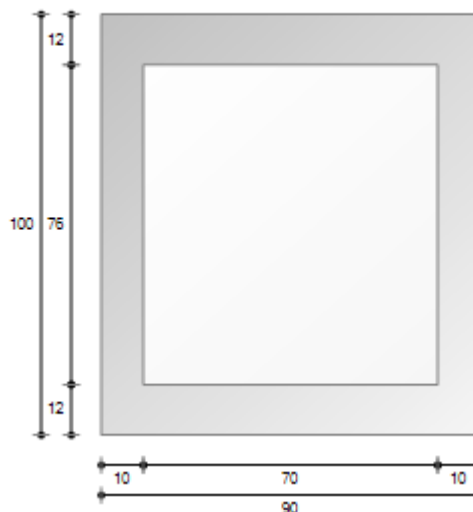
Fonte: **Rilievo in sito**

Area del vetro A_g : 0,532 m²

Area del telaio A_f : 0,368 m²

Area totale del serramento A_w : 0,900 m²

Perimetro della superficie vetrata L_g : 2,920 m



PARAMETRI DEL VETRO E DEL TELAIO

Vetro

Nome del vetro:

Tipologia vetro: Doppio vetro normale

Coefficiente di trasmissione solare g : 0,675

Emissività ϵ : 0,837

Trasmittanza termica vetro U_g : 3,300 W/(m² K)

Telaio

Materiale: Legno

Tipologia telaio: Legno tenero

Spessore sf: 70 mm

Distanziatore: Metallo

Trasmittanza termica del telaio U_f : 1,767 W/(m² K)

Trasmittanza lineica ponte termico tra vetro e telaio ψ_{fg} : 0,060 W/(m K)

PARAMETRI RIASSUNTIVI DEL SERRAMENTO

Trasmittanza termica del serramento U_w : 2,868 W/(m² K)

Lucernario tipo 1

GEOMETRIA DEL SERRAMENTO

Nome del serramento: **Lucernario tipo 1**

Descrizione: Serramento in legno con doppio vetro

Larghezza: 120 cm

Altezza : 120 cm

Spessore superiore del telaio: 10 cm

Spessore inferiore del telaio: 10 cm

Spessore sinistro del telaio: 10 cm

Spessore destro del telaio: 10 cm

N° divisioni verticali: 0

Spessore divisioni verticali: 0 cm

N° divisioni orizzontali: 0

Spessore divisioni orizzontali: 0 cm

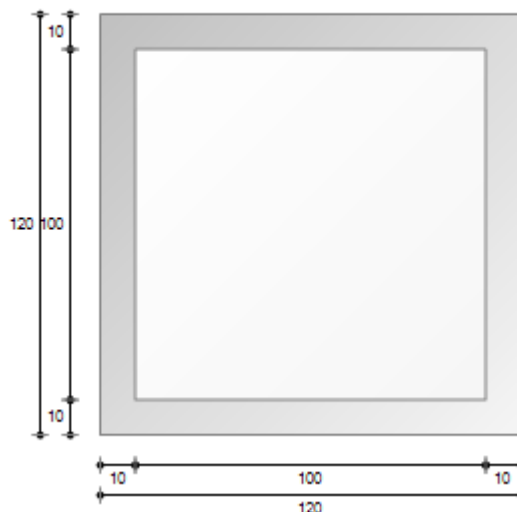
Fonte: **Rilievo in sito**

Area del vetro A_g : 1,000 m²

Area del telaio A_f : 0,440 m²

Area totale del serramento A_w : 1,440 m²

Perimetro della superficie vetrata L_g : 4,000 m



PARAMETRI DEL VETRO E DEL TELAIO

Vetro

Nome del vetro:

Tipologia vetro: Doppio vetro normale

Coefficiente di trasmissione solare g : 0,675

Emissività ϵ : 0,837

Trasmittanza termica vetro U_g : 3,300 W/(m² K)

Telaio

Materiale: Legno

Tipologia telaio: Legno tenero

Spessore sf: 70 mm

Distanziatore: Metallo

Trasmittanza termica del telaio U_f : 1,767 W/(m² K)

Trasmittanza lineica ponte termico tra vetro e telaio ψ_{fg} : 0,060 W/(m K)

PARAMETRI RIASSUNTIVI DEL SERRAMENTO

Trasmittanza termica del serramento U_w : 2,998 W/(m² K)

Lucernario tipo 2

GEOMETRIA DEL SERRAMENTO

Nome del serramento: **Lucernario tipo 2**

Descrizione: Serramento in legno con doppio vetro

Larghezza: 53 cm

Altezza : 68 cm

Spessore superiore del telaio: 10 cm

Spessore inferiore del telaio: 10 cm

Spessore sinistro del telaio: 10 cm

Spessore destro del telaio: 10 cm

N° divisioni verticali: 0

Spessore divisioni verticali: 0 cm

N° divisioni orizzontali: 0

Spessore divisioni orizzontali: 0 cm

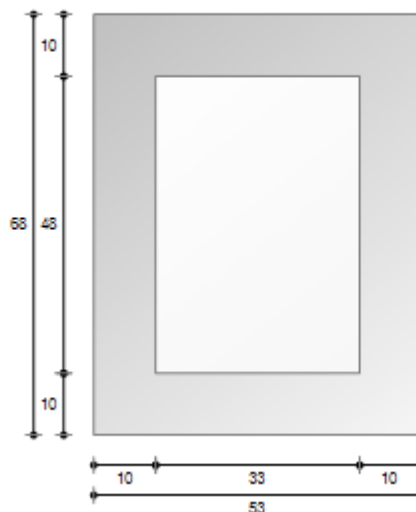
Fonte: **Rilievo in sito**

Area del vetro A_g : 0,158 m²

Area del telaio A_f : 0,202 m²

Area totale del serramento A_w : 0,360 m²

Perimetro della superficie vetrata L_g : 1,620 m



PARAMETRI DEL VETRO E DEL TELAIO

Vetro

Nome del vetro:

Tipologia vetro: Doppio vetro normale

Coefficiente di trasmissione solare g : 0,675

Emissività ϵ : 0,837

Trasmittanza termica vetro U_g : 3,300 W/(m² K)

Telaio

Materiale: Legno

Tipologia telaio: Legno tenero

Spessore sf: 70 mm

Distanziatore: Metallo

Trasmittanza termica del telaio U_f : 1,767 W/(m² K)

Trasmittanza lineica ponte termico tra vetro e telaio ψ_{fg} : 0,060 W/(m K)

PARAMETRI RIASSUNTIVI DEL SERRAMENTO

Trasmittanza termica del serramento U_w : 2,710 W/(m² K)

Finestre vecchio municipio

GEOMETRIA DEL SERRAMENTO

Nome del serramento: **Finestre vecchio municipio**

Descrizione: Serramento in legno con doppio vetro

Larghezza: 100 cm

Altezza : 200 cm

Spessore superiore del telaio: 15 cm

Spessore inferiore del telaio: 15 cm

Spessore sinistro del telaio: 15 cm

Spessore destro del telaio: 15 cm

N° divisioni verticali: 1

Spessore divisioni verticali: 15 cm

N° divisioni orizzontali: 1

Spessore divisioni orizzontali: 10 cm

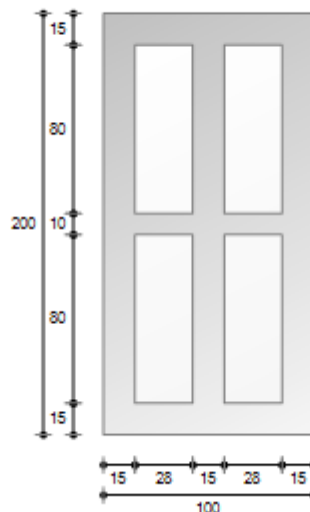
Fonte: Rilievo in sito

Area del vetro A_g : 0,880 m²

Area del telaio A_f : 1,120 m²

Area totale del serramento A_w : 2,000 m²

Perimetro della superficie vetrata L_g : 8,600 m



PARAMETRI DEL VETRO E DEL TELAIO

Vetro

Nome del vetro:

Tipologia vetro: Doppio vetro normale

Coefficiente di trasmissione solare g : 0,675

Emissività ϵ : 0,837

Trasmittanza termica vetro U_g : 3,300 W/(m² K)

Telaio

Materiale: Legno

Tipologia telaio: Legno tenero

Spessore sf: 70 mm

Distanziatore: Metallo

Trasmittanza termica del telaio U_f : 1,767 W/(m² K)

Trasmittanza lineica ponte termico tra vetro e telaio ψ_{fg} : 0,060 W/(m K)

PARAMETRI RIASSUNTIVI DEL SERRAMENTO

Trasmittanza termica del serramento U_w : 2,700 W/(m² K)

Porta finestra sala consiglio vecchio municipio

GEOMETRIA DEL SERRAMENTO

Nome del serramento: **Porta finestra sala consiglio vecchio municipio**

Descrizione: Serramento in legno con doppio vetro

Larghezza: 100 cm

Altezza : 300 cm

Spessore superiore del telaio: 15 cm

Spessore inferiore del telaio: 20 cm

Spessore sinistro del telaio: 15 cm

Spessore destro del telaio: 15 cm

N° divisioni verticali: 1

Spessore divisioni verticali: 15 cm

N° divisioni orizzontali: 2

Spessore divisioni orizzontali: 20 cm

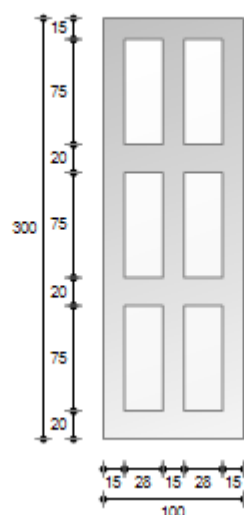
Fonte: **Rilievo in sito**

Area del vetro A_g : 1,238 m²

Area del telaio A_f : 1,763 m²

Area totale del serramento A_w : 3,000 m²

Perimetro della superficie vetrata L_g : 12,300 m



PARAMETRI DEL VETRO E DEL TELAIO

Vetro

Nome del vetro:

Tipologia vetro: Doppio vetro normale

Coefficiente di trasmissione solare g : 0,675

Emissività ϵ : 0,837

Trasmittanza termica vetro U_g : 3,300 W/(m² K)

Telaio

Materiale: Legno

Tipologia telaio: Legno tenero

Spessore sf: 70 mm

Distanziatore: Metallo

Trasmittanza termica del telaio U_f : 1,767 W/(m² K)

Trasmittanza lineica ponte termico tra vetro e telaio ψ_{fg} : 0,060 W/(m K)

PARAMETRI RIASSUNTIVI DEL SERRAMENTO

Trasmittanza termica del serramento U_w : 2,645 W/(m² K)