

COMUNE DI ISNELLO (PA) PROVINCIA DI PALERMO

PROGETTO ESECUTIVO

**Lavori di riqualificazione ed efficientamento energetico
Edificio Comunale destinato a Caserma dei Carabinieri e
uffici sito in piazza Anna Frank**

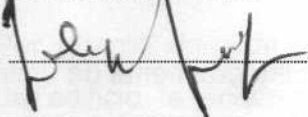
Contenuti:

- ☐ Inquadramento territoriale
- ☐ Elaborati grafici stato di fatto
- ☒ Relazione tecnica descrittiva
- ☐ Relazione tecnica impianti
- ☐ Computo metrico estimativo
- ☐ Elenco prezzi
- ☐ Analisi prezzi
- ☐ Quadro di incidenza della manodopera
- ☐ Quadro economico
- ☐ Cronoprogramma dei lavori
- ☐ Piano di sicurezza e coordinamento e fascicolo dell'opera
- ☐ Piano di manutenzione dell'opera
- ☐ Capitolato speciale d'appalto
- ☐ Schema di contratto

Approvazioni:

Responsabile del Procedimento:

Arch. Filippo Lupo



Supporto al RUP:

Geom. Salvatore D'Angelo



Numero della tavola:

Tav_03

Scala:

Progettista:

Arch. Filippo Lupo



Supporto alla progettazione:

Ing. Roberto Macaluso



Data:

01.12.2017

Aggiornamenti:

25.11.2020

La presente relazione descrive gli interventi da realizzare per l'efficientamento energetico dell'edificio comunale adibito a uffici e magazzini sito nel comune di Isnello (PA).

1. Inquadramento territoriale

L'edificio è ubicato nell'area periferica posta a sud del centro abitato, in via Maria Teresa di Calcutta – Piazza Anna Frank, all'interno della zona delle attrezzature collettive prevista nello strumento urbanistico vigente. La struttura ricade nella sezione C.T.R. n° 610050 ed è censita al nuovo catasto fabbricati al Foglio 5 Particella 1128 del comune di Isnello (PA).

2. Stato di fatto

L'edificio, costruito alla fine degli anni '80, ha forma regolare in pianta e si sviluppa su due elevazioni fuori terra. La struttura portante è in calcestruzzo armato, i solai in laterocemento e le tamponature in blocchi di cemento. La copertura è del tipo piana, in particolare al primo piano è presente un ampio lastrico delimitato da parapetti in muratura. Il prospetto retrostante è addossato a un muro di controripa in c.a. e al livello del primo piano è presente un corridoio di collegamento tra le due scalinate esterne poste sui lati nord e sud del fabbricato.

L'immobile versa in cattive condizioni a causa delle notevoli infiltrazioni d'acqua provenienti dalla copertura e di una diffusa risalita di umidità in prossimità dei locali posti al piano terra.

Dal punto di vista energetico la struttura ricade in classe G. L'involucro edilizio presenta scarse proprietà termoisolanti, di conseguenza notevoli sono le dispersioni termiche attraverso le superfici opache e trasparenti.

Nello stato attuale è presente un impianto di condizionamento retto integralmente da unità a pompa di calore invertibile ad espansione diretta. Tale soluzione comporta un carico gravoso dal punto di vista energetico e un drastico abbassamento del rendimento generale dell'impianto. La produzione di acqua calda sanitaria è integralmente affidata a un set di scaldacqua elettrici.

All'interno dell'edificio non sono assicurate condizioni ottimali di comfort termoigrometrico e i consumi di energia elettrica risultano estremamente elevati.

3. Calcolo dei carichi termici per la struttura esistente

I problemi connessi al cambiamento climatico, all'inquinamento e all'utilizzo irrazionale di risorse energetiche, hanno portato gli stati europei a dotarsi di strumenti di analisi per la determinazione delle prestazioni energetica nei settori civile, industriale e dei trasporti. Per il settore civile, in Italia, partire dalla Legge 10/91, sono stati emanati una serie di strumenti normativi che hanno portato all'obbligo, per gli edifici in procinto di realizzazione e per quelli soggetti a determinate tipologie di interventi di riqualificazione, del calcolo del fabbisogno energetico normalizzato dell'edificio e alla verifica della rispondenza di quest'ultimo ai limiti imposti dalla legge. È stato inoltre introdotto l'obbligo di redazione dell'Attestato di Prestazione Energetica (APE) per gli edifici di nuova costruzione e per la locazione o compravendita immobiliare. In parallelo agli strumenti normativi sono sorti strumenti di calcolo ad hoc che mettono in atto le metodologie di analisi e diagnosi stabilite dal Legislatore e permettono di ottenere gli indici di prestazione energetica dell'edificio oggetto di calcolo e i relativi consumi in maniera approssimata. La normativa si è evoluta negli ultimi anni (si veda l'aggiornamento delle UNI 11300) cercando di penetrare più in profondità nel complesso problema dell'analisi energetica di un edificio, infatti si sta introducendo un approccio più ampio che non si limita a osservare l'edificio come semplice sistema edilizio ma ad esso si concatenano gli impianti, i problemi di comfort e illuminazione interna, i sistemi automatizzati, ecc. Si tende dunque ad un'analisi di ampio respiro formata dal cosiddetto "sistema edificio-impianto", *i software si stanno evolvendo in tal senso ma, seppur validi e affidabili, rimangono comunque confinati entro un certo limite di utilizzo tale da rientrare nelle prescrizioni legislative.*

Per quanto riguarda il metodo implementato nell'analisi delle prestazioni energetiche dell'edificio, la tendenza è di abbinare l'attività di analisi energetica condotta per la verifica di rispondenza ai requisiti prestazionali cogenti o per la redazione di un Attestato di Prestazione Energetica al concetto di simulazione energetica degli edifici. In realtà i calcoli richiesti oggi dalla normativa sono effettuati mediante quella che viene definita "simulazione energetica in regime semi-stazionario". Tali procedure sono state tradotte in norme che richiedono semplificazioni metodologiche, quali quelle di derivazione CEN (Comitato Europeo di Normazione), e costituiscono il riferimento su cui si basano anche i

decreti nazionali di recepimento della EPBD, Direttiva UE sull'efficienza energetica degli edifici.

La struttura esistente appartiene a una specifica tipologia edilizia tipica delle costruzioni sorte nell'ultimo quarantennio. L'attenzione alle tematiche energetiche e ambientali era minimo, la ripresa economica spingeva verso altre priorità non curandosi del pesante fardello lasciato in eredità alle generazioni successive. Oggi il patrimonio edilizio costituisce una vera e propria emergenza che, peraltro, investe due diversi fronti: strutturale ed energetico. L'analisi approfondita dello stato di fatto è il punto di partenza fondamentale per lo sviluppo di un progetto di riqualificazione che mira al miglioramento della qualità del sistema edificio-impianto e a un drastico abbattimento dei consumi di energia primaria.

Gli interventi proposti relativamente all'involucro edilizio hanno l'obiettivo di abbattere la trasmittanza termica in modo da contenere le dispersioni termiche invernali e l'ottimizzazione della risposta delle strutture all'onda termica incidente nel periodo estivo. I parametri di valutazione di quest'ultima proprietà sono: la trasmittanza termica periodica, il fattore di attenuazione e lo sfasamento temporale.

Il decreto n. 59 del 2 Aprile 2009 all'articolo 2 definisce:

"Trasmittanza termica periodica YIE (W/m²K), è il parametro che valuta la capacità di una parete opaca di sfasare ed attenuare il flusso termico che la attraversa nell'arco delle 24 ore, definita e determinata secondo la norma UNI EN ISO 13786:2008 e successivi aggiornamenti."

L'articolo 4, al comma 18 ne impone la valutazione:

"[...]"

il progettista, al fine di limitare i fabbisogni energetici per la climatizzazione estiva e di contenere la temperatura interna degli ambienti, nel caso di edifici di nuova costruzione e nel caso di ristrutturazioni totali di edifici esistenti:

"[...]"

b) esegue, in tutte le zone climatiche ad esclusione della F, per le località nelle quali il valore medio mensile dell'irradianza sul piano orizzontale, nel mese di massima insolazione estiva, $I_{m,s}$, sia maggiore o uguale a 290 W/m^2 :

1) relativamente a tutte le pareti verticali opache con l'eccezione di quelle comprese nel quadrante nord-ovest / nord / nord-est, almeno una delle seguenti verifiche:

- che il valore della massa superficiale M_s , di cui al comma 22 dell'allegato A, sia superiore a 230 kg/mq ;
- che il valore del modulo della trasmittanza termica periodica (Y_{IE}), di cui al comma 4, dell'articolo 2, sia inferiore a $0,12 \text{ W/mq}^\circ\text{K}$;

2) relativamente a tutte le pareti opache orizzontali ed inclinate che il valore del modulo della trasmittanza termica periodica Y_{IE} sia inferiore a $0,20 \text{ W/mq}^\circ\text{K}$;

[...]"

Il discorso è stato ripreso anche nel decreto 26 giugno 2009, "Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici", al paragrafo 6.2 (solo ai fini della valutazione della qualità termica estiva dell'involucro edilizio):

"Congiuntamente all'applicazione delle metodologie di cui al paragrafo 5.2, punto 3, e con le limitazioni ivi previste, in alternativa alla metodologia di cui al paragrafo 6.1, si può procedere alla determinazione di indicatori quali: lo sfasamento (S), espresso in ore, ed il fattore di attenuazione (fa), coefficiente adimensionale. Il riferimento nazionale per il calcolo dei predetti indicatori è la norma tecnica UNI EN ISO 13786, dove i predetti parametri rispondono rispettivamente alle seguenti definizioni:

- **fattore di attenuazione o fattore di decremento** è il rapporto tra il modulo della trasmittanza termica dinamica e la trasmittanza termica in condizioni stazionarie.
- **sfasamento** è il ritardo temporale tra il massimo del flusso termico entrante nell'ambiente interno ed il massimo della temperatura dell'ambiente esterno.

Sulla base dei valori assunti da tali parametri si definisce la seguente classificazione valida per tutte le destinazioni d'uso:

Sfasamento (ore)	Attenuazione	Prestazioni	Qualità prestazionale
$S > 12$	$Fa < 0,15$	<i>ottime</i>	<i>I</i>
$12 \geq S > 10$	$0,15 \leq Fa < 0,30$	<i>buone</i>	<i>II</i>
$10 \geq S > 8$	$0,30 \leq Fa < 0,40$	<i>medie</i>	<i>III</i>
$8 \geq S > 6$	$0,40 \leq Fa < 0,60$	<i>sufficienti</i>	<i>IV</i>
$6 \geq S$	$0,60 \leq Fa$	<i>mediocri</i>	<i>V</i>

Classificazioni prestazionali dei fattori di attenuazione e sfasamento

Nei casi in cui le coppie di parametri caratterizzanti l'edificio non rientrano coerentemente negli intervalli fissati in tabella, per la classificazione prevale il valore dello sfasamento.

La trasmittanza termica periodica

La trasmittanza termica periodica non rappresenta una singola grandezza ma dovrebbe essere invece intesa come un framework (schema) per poter meglio valutare come un componente risponde a sollecitazioni periodiche (sinusoidali) di temperatura.

Per semplificare si può affermare che la trasmittanza termica periodica rappresenta l'"equivalente estivo" della trasmittanza termica U utilizzata d'inverno, nel senso che viene utilizzata come parametro rappresentativo del comportamento di un elemento di involucro nel periodo estivo. Inoltre è il parametro che permette al progettista la scelta tra agire sull'isolamento o sulla massa.

La trasmittanza termica periodica Y_{ie} è data da:

$$Y_{ie} = f \cdot U \text{ [W/(m}^2 \cdot \text{K)]}$$

dove il fattore di decremento f è riferito ad una sollecitazione armonica con periodo di 24 ore.

Di seguito si descrivono i componenti dell'involucro edilizio oggetto di modifica e riqualificazione, si delineano le caratteristiche dello stato attuale e le modifiche proposte.

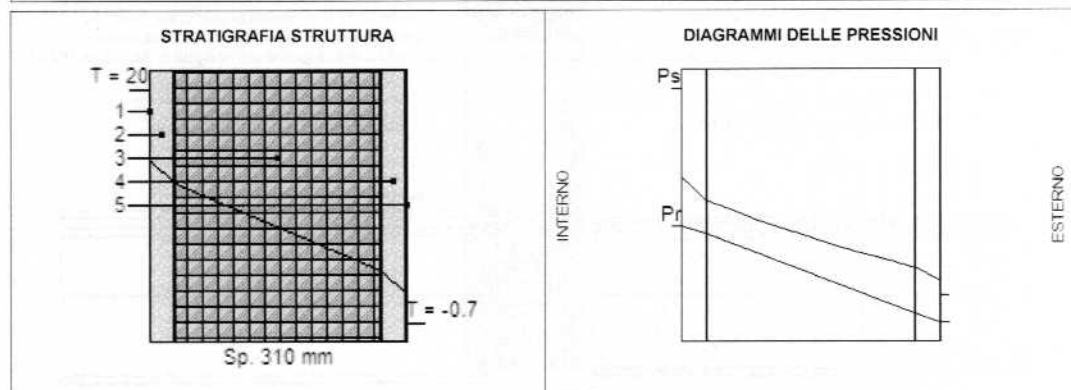
CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

Codice Struttura: Par.01
Descrizione Struttura: Parete esterna

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno all'esterno)	s [mm]	lambda [W/mK]	C [W/m²K]	M.S. [kg/m²]	P<50*10 ¹² [kg/msPa]	C.S. [J/kgK]	R [m²K/W]
1	Adduttanza Interna	0		7.700			0	0.130
2	Intonaco di calce e gesso.	30	0.700	23.333	42.00	18.000	1000	0.043
3	Blocco semipieno di CLS alleggerito (495*250*195) spessore 250	250		6.061	249.00	15.600	1000	0.165
4	Intonaco di calce e gesso.	30	0.700	23.333	42.00	18.000	1000	0.043
5	Adduttanza Esterna	0		18.000			0	0.056

RESISTENZA = 0.436 m²K/W		TRASMITTANZA = 2.293 W/m²K
SPESORE = 310 mm	CAPACITA' TERMICA AREICA (int) = 70.278 kJ/m²K	MASSA SUPERFICIALE = 249 kg/m²
TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA = 1.11 W/m²K	FATTORE DI ATTENUAZIONE = 0.49	SFASAMENTO = 6.34 h
FRSI - FATTORE DI TEMPERATURA = 0.7684		

s = Spessore dello strato; lambda = Conduttività termica del materiale; C = Conduttanza unitaria; M.S. = Massa Superficiale; P<50*10¹² = Permeabilità al vapore con umidità relativa fino al 50%; C.S. = Calore Specifico; R = Resistenza termica dei singoli strati; Resistenza - Trasmissione = Valori di resistenza e trasmissione reali; Massa Superficiale = Valore calcolato come disposto nell'Allegato A del D.Lgs. 192/05 e s.m.i..



	Ti [°C]	Psi [Pa]	Pri [Pa]	URi [%]	Te [°C]	Pse [Pa]	Pre [Pa]	URe [%]
DIAGRAMMI DELLE PRESSIONI	20.0	2 337	1 168	50.0	-0.7	576	345	59.8

Ti = Temperatura interna; Psi = Pressione di saturazione interna; Pri = Pressione relativa interna; URi = Umidità relativa interna; Te = Temperatura esterna; Pse = Pressione di saturazione esterna; Pre = Pressione relativa esterna; URe = Umidità relativa esterna.

VERIFICA IGROMETRICA												
	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
URcf1	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00
Tcf1	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
URcf2	78.70	80.70	73.00	73.00	50.50	41.90	34.50	42.20	63.00	71.80	83.60	86.70
Tcf2	7.50	5.70	8.10	11.70	17.20	22.30	25.10	24.40	19.70	16.90	11.40	8.30
Verifica Interstiziale			VERIFICATA		La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.							
Verifica formazione muffe			NON VERIFICATA		Fattore di temperatura minima fRsi = 0.7684 (mese critico: Febbraio). Valore massimo ammissibile di U = 0.9262 W/m²K.							
La verifica igrometrica è stata eseguita secondo UNI EN ISO 13788.												
cf1 = Uffici												
cf2 = Esterno												

CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

Codice Struttura: COP.01
Descrizione Struttura: Copertura piana

N.	DESCRIZIONE STRATO (da superiore a inferiore)	s [mm]	lambda [W/mK]	C [W/m²K]	M.S. [kg/m²]	P<50*10 ¹² [kg/msPa]	C.S. [J/kgK]	R [m²K/W]
1	Adduttanza Superiore	0		18.000			0	0.056
2	Pavimentazione esterna - klinker	20	0.700	35.000	30.00	193.000	1000	0.029
3	Massetto ordinario	25	1.060	42.400	50.00	193.000	1000	0.024
4	Bitume.	20	0.170	8.500	24.00	0.000	1000	0.118
5	CLS di inerti espansi di origine vulcanica - a struttura aperta - mv.1400.	150	0.780	5.200	210.00	12.000	1000	0.192
6	Soletta piana in laterocemento da 20	200		2.500	400.00	193.000	1000	0.400
7	Intonaco di calce e gesso.	20	0.700	35.000	28.00	18.000	1000	0.029
8	Adduttanza Inferiore	0		10.000			0	0.100

RESISTENZA = 0.946 m²K/W

TRASMITTANZA = 1.057 W/m²K

SPESSORE = 435 mm

CAPACITA' TERMICA AREICA = 68.246 kJ/m²K

MASSA SUPERFICIALE = 714 kg/m²

TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA = 0.07 W/m²K

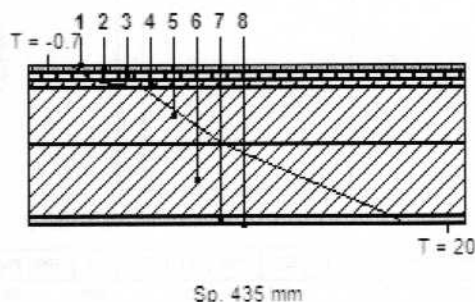
FATTORE DI ATTENUAZIONE = 0.07

SFASAMENTO = 16.66 h

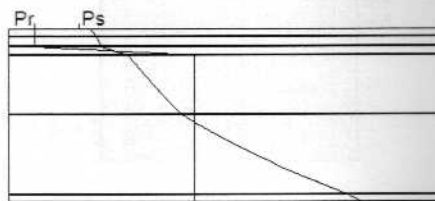
FRSI - FATTORE DI TEMPERATURA = 0.7684

s = Spessore dello strato; lambda = Conduttività termica del materiale; C = Conduttanza unitaria; M.S. = Massa Superficiale; P<50*10¹² = Permeabilità al vapore con umidità relativa fino al 50%; C.S. = Calore Specifico; R = Resistenza termica dei singoli strati; Resistenza - Trasmissione = Valori di resistenza e trasmittanza reali; Massa Superficiale = Valore calcolato come disposto nell'Allegato A del D.Lgs. 192/05 e s.m.i..

STRATIGRAFIA STRUTTURA



DIAGRAMMI DELLE PRESSIONI



	Ts [°C]	Pss [Pa]	Prs [Pa]	URs [%]	Ti [°C]	Psi [Pa]	Pri [Pa]	URi [%]
DIAGRAMMI DELLE PRESSIONI	-0.7	576	345	59.8	20.0	2 337	1 168	50.0

Ts = Temperatura superiore; Pss = Pressione di saturazione superiore; Prs = Pressione relativa superiore; URs = Umidità superiore; Ti = Temperatura inferiore; Psi = Pressione di saturazione inferiore; Pri = Pressione relativa inferiore; URi = Umidità inferiore.

VERIFICA IGROMETRICA

	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
URcf1	78.70	80.70	73.00	73.00	50.50	41.90	34.50	42.20	63.00	71.80	83.60	86.70
Tcf1	7.50	5.70	8.10	11.70	17.20	22.30	25.10	24.40	19.70	16.90	11.40	8.30
URcf2	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00
Tcf2	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00

Verifica interstiziale NON VERIFICATA La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità stagionale di condensato è pari a 0.1814 kg/m²

Verifica formazione muffe NON VERIFICATA Fattore di temperatura minima fRsi = 0.7684 (mese critico: Febbraio). Valore massimo ammissibile di U = 0.9262 W/m²K.

La verifica igrometrica è stata eseguita secondo UNI EN ISO 13788.

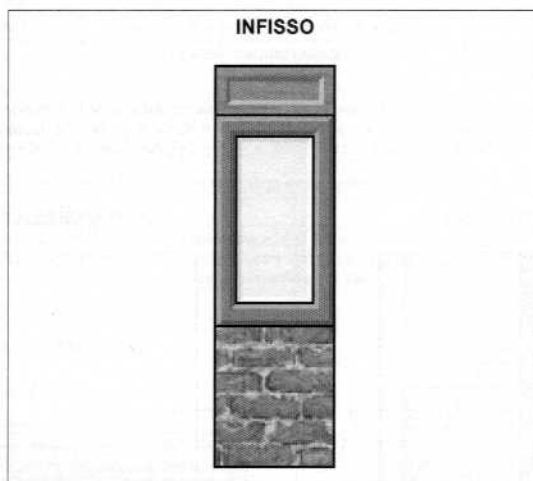
cf1 = Esterno

cf2 = Alloggi

CARATTERISTICHE TERMICHE DEI COMPONENTI FINESTRATI

Codice Struttura: INF.02
Descrizione Struttura: Finestra
Dimensioni: L = 1.80 m; H = 1.40 m

SERRAMENTO SINGOLO								
DESCRIZIONE	Ag [m²]	Af [m²]	Lg [m]	Ug [W/m²K]	Uf [W/m²K]	kl [W/mK]	Uw [W/m²K]	Fg [-]
INFISSO	1.920	0.600	5.600	5.279	2.800	0.000	4.689	0.85
Ponte Termico Infisso-Parete: = 0 [W/mK]								
Fonte - Uf: da Prospetto B.2 UNI/TS 11300-1:2014; Ug: da Normativa								
Ag = Area vetro; Af = Area telaio; Lg = Lunghezza perimetro superficie vetrata; Ug = Trasmittanza termica superficie vetrata; Uf = Trasmittanza termica telaio; kl = Trasmittanza lineica distanziatore (nulla se singolo vetro); Uw = Trasmittanza termica totale serramento; Fg = Trasmittanza di energia solare totale per incidenza normale.								



COEFFICIENTE RIDUZIONE AREA TELAIO	0.2381
RESISTENZA UNITARIA SUPERFICIALE INTERNA	0.130 m²K/W
RESISTENZA UNITARIA SUPERFICIALE ESTERNA	0.056 m²K/W
CONDUTTANZA UNITARIA SUPERFICIALE INTERNA	7.700 W/m²K
CONDUTTANZA UNITARIA SUPERFICIALE ESTERNA	18.000 W/m²K
RESISTENZA TERMICA TOTALE	0.213 m²K/W
TRASMITTANZA TOTALE	4.689 W/m²K
TRASMITTANZA VETRO TOTALE	5.279 W/m²K

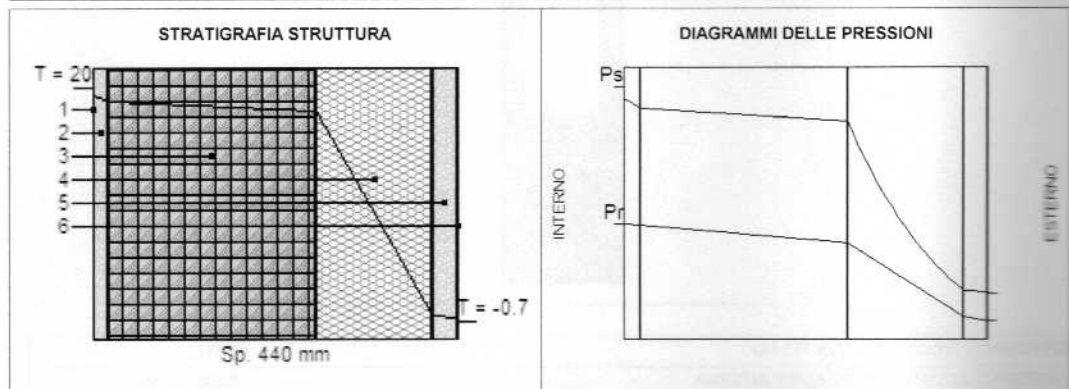
Dall'analisi dello stato di fatto si deduce una qualità dei manufatti mediocre dal punto di vista termico. Si rende dunque necessario un deciso intervento di migioria, le soluzioni proposte tengono in considerazione anche le volontà della committenza per le tipologie di interventi e le relative modalità di svolgimento.

CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

Codice Struttura: Par.01
Descrizione Struttura: Parete esterna

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno all'esterno)	s [mm]	lambda [W/mK]	C [W/m²K]	M.S. [kg/m²]	P<50*10 ¹² [kg/msPa]	C.S. [J/kgK]	R [m²K/W]
1	Adduttanza Interna	0		7.700			0	0.130
2	Malte di gesso per intonaci/pannelli senza inerti - mv.600.	20	0.174	8.700	12.00	18.000	1000	0.115
3	Blocco semipieno di CLS alleggerito (495*250*195) spessore 250	250		6.061	249.00	15.600	1000	0.165
4	Polistirene espanso estruso (senza pelle) - mv.30	140	0.041	0.291	4.20	2.080	1200	3.440
5	Intonaco esterno Calore Specifico 1000 J/kgK.	30	0.900	30.000	54.00	8.500	1000	0.033
6	Adduttanza Esterna	0		18.000			0	0.056
RESISTENZA = 3.939 m²K/W							TRASMITTANZA = 0.254 W/m²K	
SPESSORE = 440 mm		CAPACITA' TERMICA AREICA (int) = 47.277 kJ/m²K					MASSA SUPERFICIALE = 253 kg/m²	
TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA = 0.04 W/m²K		FATTORE DI ATTENUAZIONE = 0.18					SFASAMENTO = 9.10 h	
FRSI - FATTORE DI TEMPERATURA = 0.7684								

s = Spessore dello strato; lambda = Conduttività termica del materiale; C = Conduttanza unitaria; M.S. = Massa Superficiale; P<50*10¹² = Permeabilità al vapore con umidità relativa fino al 50%; C.S. = Calore Specifico; R = Resistenza termica dei singoli strati; Resistenza - Trasmissione = Valori di resistenza e trasmissione reali; Massa Superficiale = Valore calcolato come disposto nell'Allegato A del D.Lgs. 192/05 e s.m.i..



	Ti [°C]	Psi [Pa]	Pri [Pa]	URi [%]	Te [°C]	Pse [Pa]	Pre [Pa]	URe [%]
DIAGRAMMI DELLE PRESSIONI	20.0	2 337	1 168	50.0	-0.7	576	345	59.8

Ti = Temperatura interna; Psi = Pressione di saturazione interna; Pri = Pressione relativa interna; URi = Umidità relativa interna; Te = Temperatura esterna; Pse = Pressione di saturazione esterna; Pre = Pressione relativa esterna; URe = Umidità relativa esterna.

VERIFICA IGROMETRICA												
	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
URcf1	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00
Tcf1	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
URcf2	78.70	80.70	73.00	73.00	50.50	41.90	34.50	42.20	63.00	71.80	83.60	86.70
Tcf2	7.50	5.70	8.10	11.70	17.20	22.30	25.10	24.40	19.70	16.90	11.40	8.30
Verifica Interstiziale	VERIFICATA La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.											
Verifica formazione muffe	VERIFICATA Fattore di temperatura minima fRsi = 0.7684 (mese critico: Febbraio). Valore massimo ammissibile di U = 0.9262 W/m²K.											

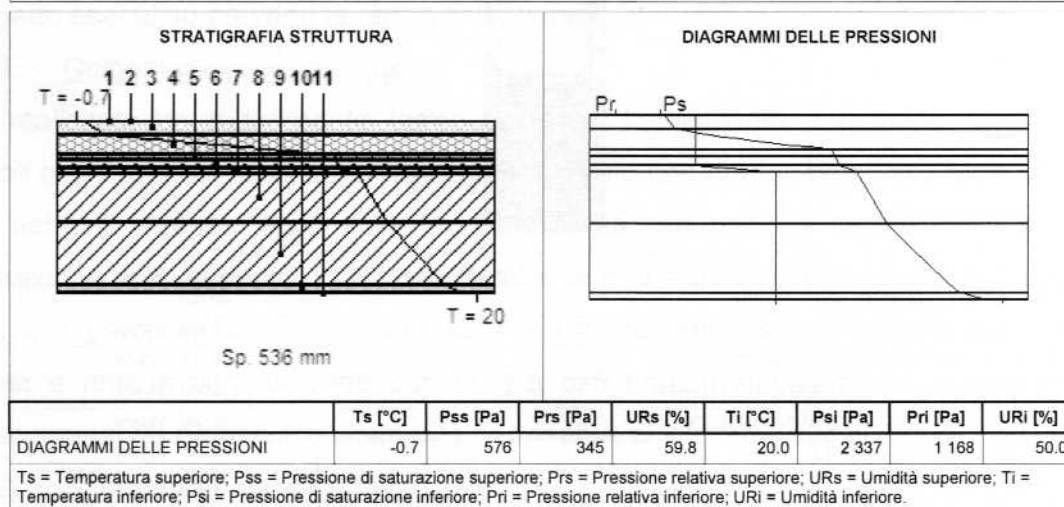
La verifica igrometrica è stata eseguita secondo UNI EN ISO 13788.

cf1 = Uffici
cf2 = Esterno

CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

Codice Struttura: COP.01
Descrizione Struttura: Copertura piana

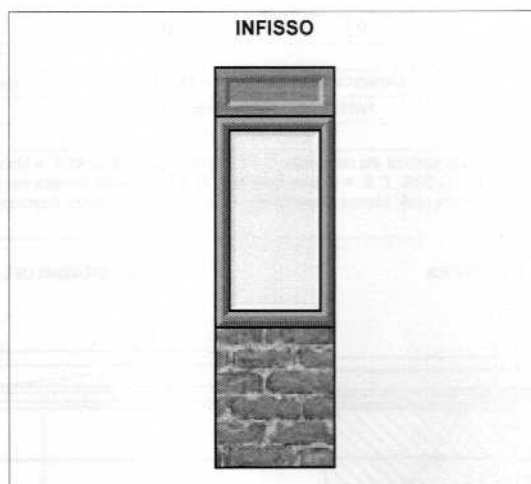
N.	DESCRIZIONE STRATO (da superiore a inferiore)	s [mm]	lambda [W/mK]	C [W/m²K]	M.S. [kg/m²]	P<50*10 ¹² [kg/msPa]	C.S. [J/kgK]	R [m²K/W]
1	Adduttanza Superiore	0		18.000			0	0.056
2	Acciaio inossidabile.	1	17.000	17 000.000	8.00	0.000	500	0.000
3	Intercapedine d'aria - 4 cm	40	0.290	7.250	2.00	193.000	1000	0.138
4	Polistirene espanso in lastre stampate - mv.30	60	0.039	0.642	1.80	3.150	1200	1.558
5	Pavimentazione esterna - klinker	20	0.700	35.000	30.00	193.000	1000	0.029
6	Massetto ordinario	25	1.060	42.400	50.00	193.000	1000	0.024
7	Bitume.	20	0.170	8.500	24.00	0.000	1000	0.118
8	CLS di inerti espansi di origine vulcanica - a struttura aperta - mv.1400.	150	0.780	5.200	210.00	12.000	1000	0.192
9	Soletta piana in laterocemento da 20	200		2.500	400.00	193.000	1000	0.400
10	Malte di gesso per intonaci/pannelli senza inerti - mv.600.	20	0.174	8.700	12.00	18.000	1000	0.115
11	Adduttanza Inferiore	0		10.000			0	0.100
RESISTENZA = 2.729 m²K/W						TRASMITTANZA = 0.366 W/m²K		
SPESSORE = 536 mm		CAPACITA' TERMICA AREICA = 46.914 kJ/m²K				MASSA SUPERFICIALE = 726 kg/m²		
TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA = 0.00 W/m²K		FATTORE DI ATTENUAZIONE = 0.01				SFASAMENTO = 19.34 h		
FRSI - FATTORE DI TEMPERATURA = 0.7684								
s = Spessore dello strato; lambda = Conduttività termica del materiale; C = Conduttanza unitaria; M.S. = Massa Superficiale; P<50*10 ¹² = Permeabilità al vapore con umidità relativa fino al 50%; C.S. = Calore Specifico; R = Resistenza termica dei singoli strati; Resistenza - Trasmissione = Valori di resistenza e trasmittanza reali; Massa Superficiale = Valore calcolato come disposto nell'Allegato A del D.Lgs.192/05 e s.m.i..								



CARATTERISTICHE TERMICHE DEI COMPONENTI FINESTRATI

Codice Struttura: *WIN.1.55
Descrizione Struttura: Vetrata 1 anta, vetro doppio basso emissivo da 4 mm, telaio in PVC - [fonte UNI/TS 11300-1, appendice B]
Interapedine 8 mm riempita con argon
Profilo vuoto con 3 camere cave
Dimensioni: L = 1.80 m; H = 1.40 m

SERRAMENTO SINGOLO								
DESCRIZIONE	Ag [m²]	Af [m²]	Lg [m]	Ug [W/m²K]	Uf [W/m²K]	kl [W/mK]	Uw [W/m²K]	Fg [-]
INFISSO	2.092	0.428	5.840	2.100	2.000	0.080	2.268	0.67
Ponte Termico Infisso-Parete: = 0 [W/mK]								
Fonte - Uf: da Prospetto B.2 UNI/TS 11300-1:2014; Ug: da Prospetto B.1 UNI/TS 11300-1:2014								
Ag = Area vetro; Af = Area telaio; Lg = Lunghezza perimetro superficie vetrata; Ug = Trasmissione termica superficie vetrata; Uf = Trasmissione termica telaio; kl = Trasmissione lineica distanziatore (nulla se singolo vetro); Uw = Trasmissione termica totale serramento; Fg = Trasmissione di energia solare totale per incidenza normale.								



COEFFICIENTE RIDUZIONE AREA TELAIO	0.1700
RESISTENZA UNITARIA SUPERFICIALE INTERNA	0.130 m²K/W
RESISTENZA UNITARIA SUPERFICIALE ESTERNA	0.056 m²K/W
CONDUTTANZA UNITARIA SUPERFICIALE INTERNA	7.700 W/m²K
CONDUTTANZA UNITARIA SUPERFICIALE ESTERNA	18.000 W/m²K
RESISTENZA TERMICA TOTALE	0.441 m²K/W
TRASMITTANZA TOTALE	2.268 W/m²K
TRASMITTANZA VETRO TOTALE	2.100 W/m²K

I miglioramenti apportati richiedono un rilevante intervento di modifica dello stato attuale ma consentono un ingente abbattimento delle dispersioni termiche e, di conseguenza, un rilevante incremento dell'efficienza energetica dell'involucro. Dai risultati potenzialmente ottenibili, le proposte di intervento risultano di notevole efficacia.

Si presentano di seguito i risultati di calcolo relativi allo stato attuale e allo scenario post intervento.

	STATO ATTUALE	POST INTERVENTO
Carico termico invernale di progetto	31.93 kW _t	10.63 kW _t
Fabbisogno di energia termica utile per riscaldamento	47 906.17 kWh	16 622.73 kWh
Fabbisogno di energia frigorifera per raffrescamento	6 114.27 kWh	4 761.62

Relativamente al raffrescamento si deve precisare che il valore relativo allo scenario post intervento è ulteriormente migliorabile mediante la considerazione dei reali benefici derivanti dall'installazione di una soluzione di copertura ventilata.

4. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI IN PROGETTO

Il progetto esecutivo prevede la realizzazione degli interventi di seguito descritti.

4.1. Coibentazione a cappotto

Sarà realizzato un rivestimento termoisolante e fonoisolante a cappotto costituito da pannelli in polistirene espanso sinterizzato additivato con grafite aventi spessore pari a 14 cm. I pannelli saranno fissati sulle facciate, previa asportazione del vecchio intonaco e preparazione delle superfici, con rasante-collante e tasselli ad espansione a taglio termico a vite o a percussione. Sulle lastre sarà realizzata una rasatura armata con rasante-collante e rete in fibra di vetro con maglia 5x5 mm. Il sistema sarà completato con intonaco minerale silossanico altamente permeabile al vapore e altamente idrorepellente.

4.2. Sostituzione dei serramenti esterni

Saranno installati nuovi serramenti esterni del tipo monoblocco realizzati con profili estrusi in PVC rigido modificato, ad alta resistenza all'urto, costruiti con sezione interna pluricamera e vetri termoacustici isolanti composti da due cristalli basso emissivi stratificati e incolori di spessore minimo pari a 3 mm per singolo vetro, tagliati a misura e collegati fra loro con un'intercapedine di aria o argon di 6-16 mm. Gli infissi avranno trasmittanza termica complessiva non superiore a 1,3 W/(m²/K).

4.3. Isolamento del piano terra

In corrispondenza del piano terra, al fine di eliminare la risalita di umidità, sarà realizzato un vespaio aerato costituito da casseri a perdere modulari in polipropilene e sovrastante getto in cls debolmente armato con rete elettrosaldata $\varnothing 6$ maglia 200x200. Per favorire la ventilazione dell'intercapedine così realizzata, sarà posto in opera un sistema di tubi in PVC direttamente collegati con l'ambiente esterno. Successivamente verrà effettuata la ripavimentazione di tutti i locali previa realizzazione di un massetto isolante posato su uno strato isolante costituito da guaina bituminosa di spessore pari a 4 mm.

Sul muro di controripa ubicato a tergo del fabbricato all'interno dei garage verrà eseguito un trattamento di bonifica consistente nell'asportazione dell'intonaco ammalorato e nel successivo rivestimento con intonaco isolante deumidificante e anticondensa dello spessore di circa 3 cm.

4.4. Isolamenti interni

Sui solai di interpiano, al fine di contenere le dispersioni termiche verso il basso, sarà posto in opera, previa demolizione della pavimentazione esistente, un massetto isolante dello spessore di 5 cm e nuova pavimentazione.

4.5. Copertura

Sui solai di copertura, previa realizzazione di una spianata di malta per la formazione delle pendenze necessarie, sarà realizzato un massetto isolante costituito da pasta di cemento con aggiunta di aeranti e la successiva posa in opera di isolamento termo-acustico realizzato con pannelli rigidi in lana di vetro idrorepellente trattata con resina termoindurente spessore pari a 6 cm con soprastante nuova pavimentazione. Sarà inoltre ripristinato il corretto smaltimento delle acque di pioggia attraverso la sostituzione dei pluviali e delle grondaie.

4.6. Impianti

Al fine di abbattere i consumi energetici della struttura saranno installati:

- un impianto fotovoltaico di potenza pari a 6,68 kW costituito da n. 28 moduli in silicio monocristallino da 245 W per una superficie complessiva coperta pari a 34,83 mq;
- un impianto solare termico costituito da n. 3 collettori per una superficie totale pari a 7,50 mq;
- un sistema di climatizzazione, all'occorrenza capace di produrre ACS, costituito da una pompa di calore aria -acqua e ventilconvettori a parete.

- nuovi apparecchi di illuminazione a LED sia all'interno che all'esterno dell'edificio.

5. QUADRO ECONOMICO DEI LAVORI

Progetto esecutivo Lavori di riqualificazione ed efficientamento energetico Edificio Comunale destinato a Caserma dei Carabinieri e uffici sito in piazza Anna Frank			
QUADRO ECONOMICO			
A IMPORTO DEI LAVORI A BASE D'APPALTO			
	Lavori a misura	423.139,17	
	Lavori a corpo	€ -	
	Lavori in economia	€ -	
	Sommano	€ 423.139,17	€ 423.139,17
A.1	IMPORTO DEI LAVORI A BASE D'ASTA		€ 423.139,17
A.2	ONERI PER LA SICUREZZA (non soggetti a ribasso d'asta)		€ 19.332,46
TOTALE A			€ 442.471,63
B SOMME A DISPOSIZIONE DELL'AMMINISTRAZIONE			
B.1	IVA sui lavori 22%		€ 97.343,76
B.2	Competenze tecniche e Coordinatore della Sicurezza		€ 25.000,00
B.3	Oneri scarica		€ 4.500,00
B.4	Spese di pubblicazione e ANAC		€ 250,00
B.6	Fondo per le funzioni tecniche art. 113 del D.Lgs. 18 aprile 2016, n. 50		€ 8.849,43
B.7	IVA 22% su Competenze tecniche, Coordinatore della Sicurezza e Spese generali		€ 6.545,00
B.8	Imprevisti e arrotondamento		€ 15.040,18
TOTALE B			€ 157.528,37
TOTALE A + B			€ 600.000,00