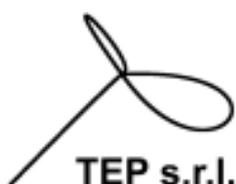




Versione 1.0 – 14 settembre 2012

Diagnostica IR dei sistemi a cappotto

Realizzato da:



Con il patrocinio di:



Associazione Nazionale per l'Isolamento Termico e acustico
 via Savona 1/B, 20144 Milano - tel 02 89415126 - fax 02 58104378
 www.anit.it - info@anit.it

Tutti i diritti sono riservati. Nessuna parte di questo documento può essere riprodotta senza l'autorizzazione scritta di ANIT.

INDICE

0.	PREMESSA.....	2
1.	SINTESI DEL PROGETTO CAPIR.....	3
	Descrizione geometrica del manufatto realizzato.....	3
	Descrizione delle indagini realizzate.....	9
	Cenni alla trasmissione del calore in regime variabile	10
	Esempio di analisi di caricamento	12
	Scaricamento	13
2.	MISURE IN CARICAMENTO (IRRAGGIAMENTO SOLARE).....	14
	Condizioni di misura:	14
	Risultati attesi dal tipo di indagine su cappotto in EPS:	14
	Report di indagine di caricamento	15
3.	MISURE IN SCARICAMENTO (OMBREGGIAMENTO).....	16
	Condizioni di misura:	16
	Risultati attesi dal tipo di indagine su cappotto in EPS:	16
	Report di indagine di scaricamento.....	17
4.	MISURE IN CAMPO	18
	Esempio di cappotto ben posato con tasselli senza rondelle.....	18
	Esempio di cappotto ben posato con tasselli e rondelle in EPS	21
	Esempio di cappotto con alcune anomalie.....	23
5.	CONCLUSIONI	24

Tutti i diritti sono riservati.

Nessuna parte di questo documento può essere riprodotta senza l'autorizzazione scritta di ANIT.

Le informazioni relative al contenuto di questa pubblicazione sono da ritenersi indicative.

Sul sito www.anit.it nella sezione "Manualetti" sono disponibili altri documenti di approfondimento.

Edito da TEP srl, Via Savona 1/B – 20144 Milano – settembre 2012

0. PREMESSA

Le motivazioni che hanno portato alla stesura del seguente documento di approfondimento sul rapporto indagine termografica e sistema di isolamento a cappotto sono diverse e possono essere così riassunte:

- il mercato edile ha visto l'introduzione dal 2006 delle indagini termografiche in maniera diffusa con l'avvento della certificazione energetica degli edifici ed è quindi cresciuta la sete di conoscenza sulle possibilità di indagine,
- durante i corsi di aggiornamento e formazione di Anit, Caparol Akademie e FLIR Systems, si è discusso frequentemente sull'uso della termografia ai fini della corretta posa del cappotto per quanto riguarda la posa dei tasselli e i relativi ponti termici per il problema energetico e per il problema estetico,
- negli ultimi anni il sistema a cappotto è uno dei metodi più diffusi per l'isolamento termico degli edifici di nuova costruzione (50%) e per quelli esistenti e purtroppo le regole di buona posa non sono state sempre seguite da tutti gli operatori – installatori; è opportuno quindi soffermarsi sul problema del riconoscimento di anomalie del sistema a cappotto posato e sulla possibilità di verificare la corretta posa del sistema.

Sulla base delle premesse si è realizzato uno studio che ha visto la collaborazione di CAPAROL, FLIR Systems e TEP nel quale i vari soggetti hanno operato nel rispetto delle proprie competenze al fine di sviscerare la problematica dell'indagine termografica sul cappotto ai fini della diagnostica e della verifica.

Caparol ha prodotto i casi di studio di sistemi a cappotto da analizzare con indagini termografiche per mezzo di una campagna di misure che ha portato ad esempi positivi e negativi e rappresentativi delle diverse problematiche che si sono sviluppate nel corso degli anni.

Flir Systems ha reso disponibile il proprio know how sull'impiego delle termocamere per definire i requisiti minimi per poter ottenere immagini adeguate alle valutazioni da realizzare.

Tep ha seguito il coordinamento scientifico, la realizzazione della campagna di misure e la rielaborazione dei dati alla base dello studio.

Le informazioni relative a questa pubblicazione sono da ritenersi indicative. Sul sito www.anit.it nella sezione "Leggi e norme" sono disponibili gli eventuali testi di legge citati.

I contenuti dei vari capitoli sono approfonditi nei volumi della collana editoriale ANIT "L'isolamento termico e acustico" (www.anit.it/volumi).



I soci ANIT possono scaricare via internet la GUIDA ANIT sempre aggiornata e un volume a scelta della collana editoriale, oltre a:

- software per i calcoli previsionali www.anit.it/catalogo,
- la rivista Neo-Eubios (www.anit.it/rivista),
- e altri strumenti per la professione

Per ulteriori informazioni sui servizi per i soci ANIT vai su:

www.anit.it/associazioneassociarsi

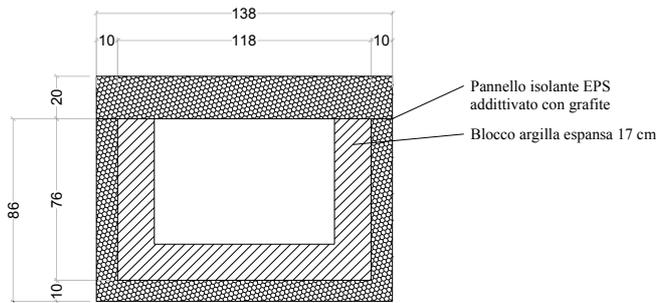
o scarica la brochure al link:

www.anit.it/docs/Soci/Soci_individuali_2012.pdf

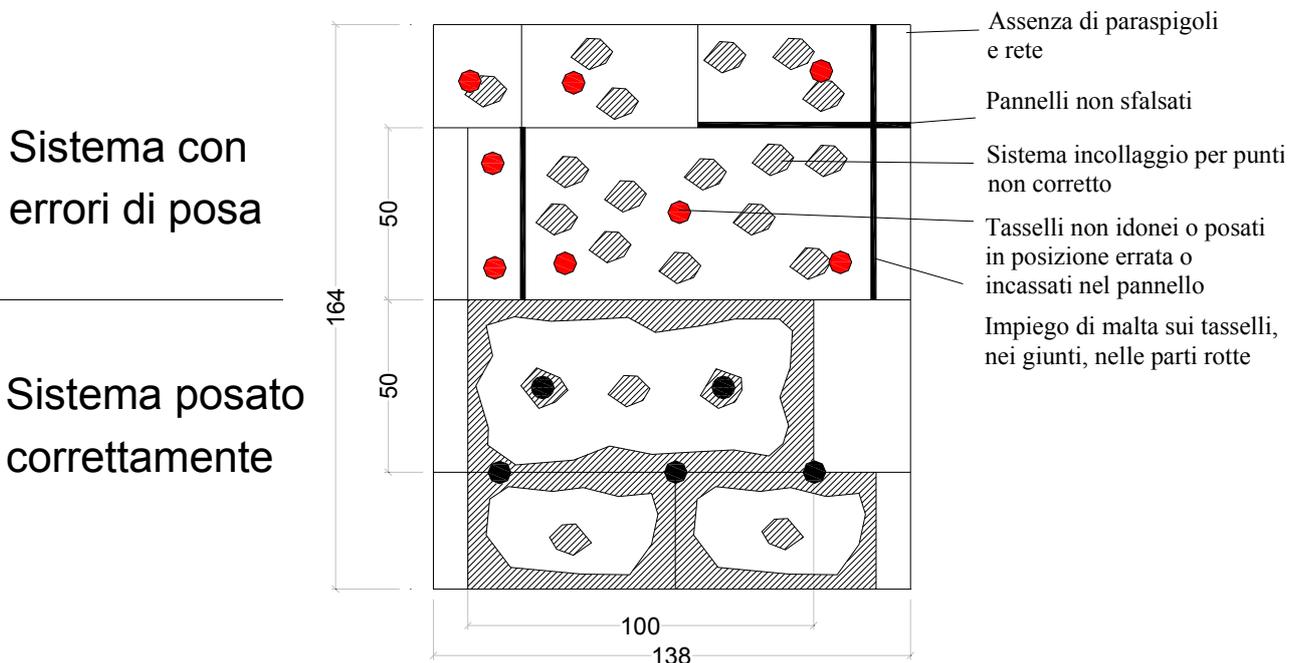
1. SINTESI DEL PROGETTO CAPIR

Descrizione geometrica del manufatto realizzato

Per poter studiare i fenomeni termici caratterizzanti il sistema di posa a cappotto si è realizzato un manufatto rivestito su tre lati con cappotto in pannelli isolanti Dalmatiner® (EPS additivato con grafite) con la parte superiore delle superfici opache caratterizzata da comuni errori di posa e con la parte inferiore caratterizzata da una posa a regola d'arte con rondelle in EPS e senza. La posa è stata eseguita dagli istruttori di Caparol Akademie. Segue la descrizione geometrica del manufatto.



Ingombri della pianta del manufatto

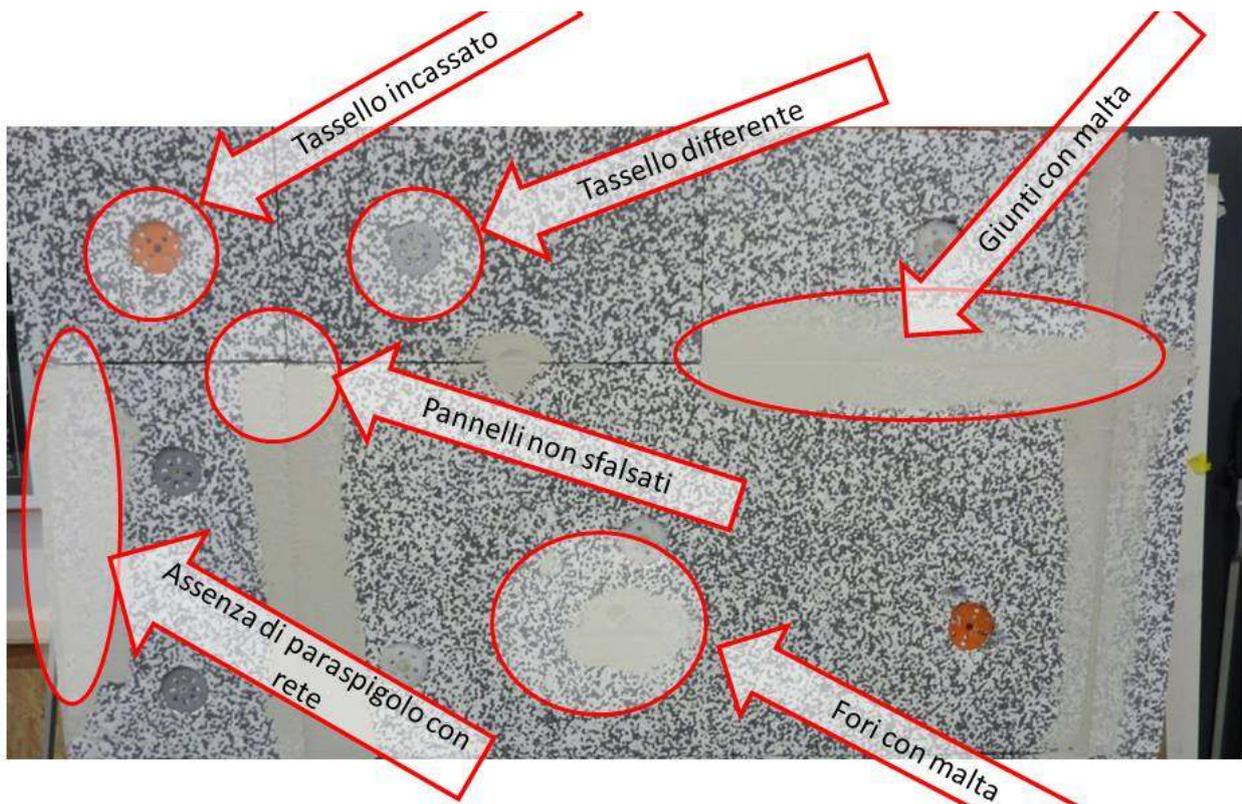


Descrizione dello schema di posa del cappotto in prospettiva:

- comuni errori di posa nella parte alta
- posa a regola d'arte nella parte inferiore

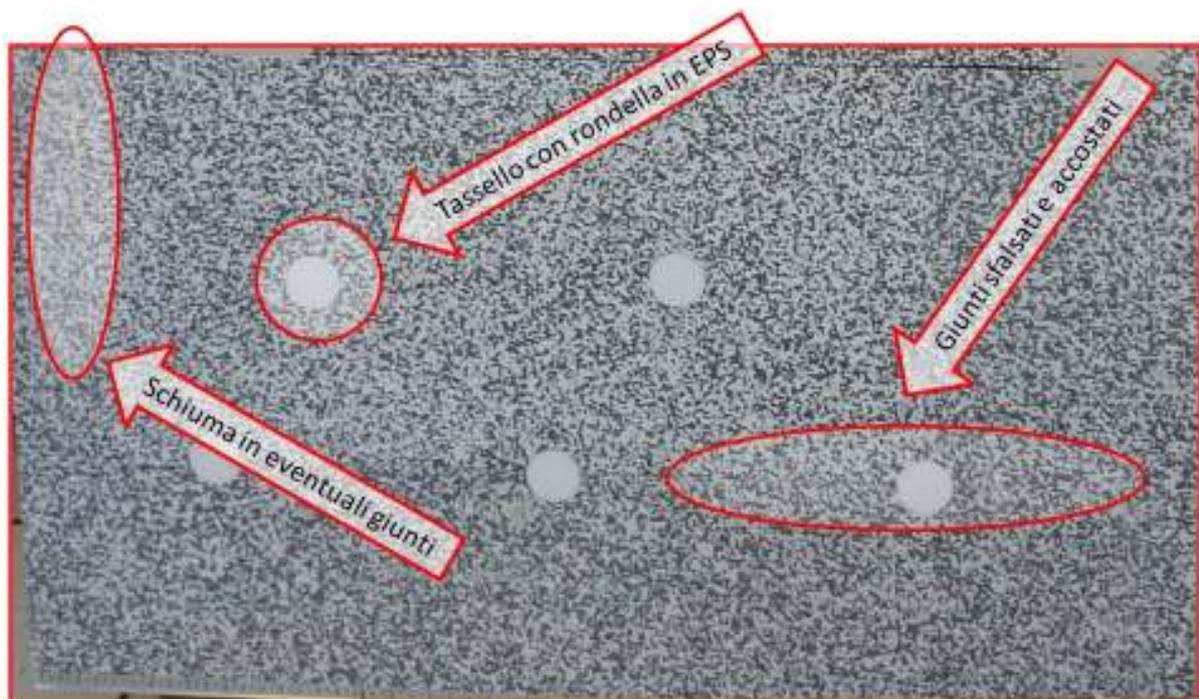
L'immagine di cui sopra della parte frontale del manufatto realizzato ad hoc con sistema di posa del cappotto corretto nella parte bassa e con errori di posa nella parte alta; nella parte frontale del manufatto il sistema a cappotto è stato posato con le rondelle in polistirolo (evidenti in bianco). Nella parte superiore sono presenti gli errori di posa indicati nell'immagine successiva.

Comuni errori di posa riprodotti in parte frontale:



Dettaglio della parte alta con indicati gli errori di posa tipici del sistema a cappotto

Posa a regola d'arte in parte frontale:



Dettaglio della parte bassa del sistema a cappotto realizzato a regola d'arte

Comuni errori di posa riprodotti:



Ingrandimento parte frontale con errori di posa



Ingrandimento parte frontale con errori di posa

Dettaglio del sistema a cappotto sul lato sinistro SX del manufatto:

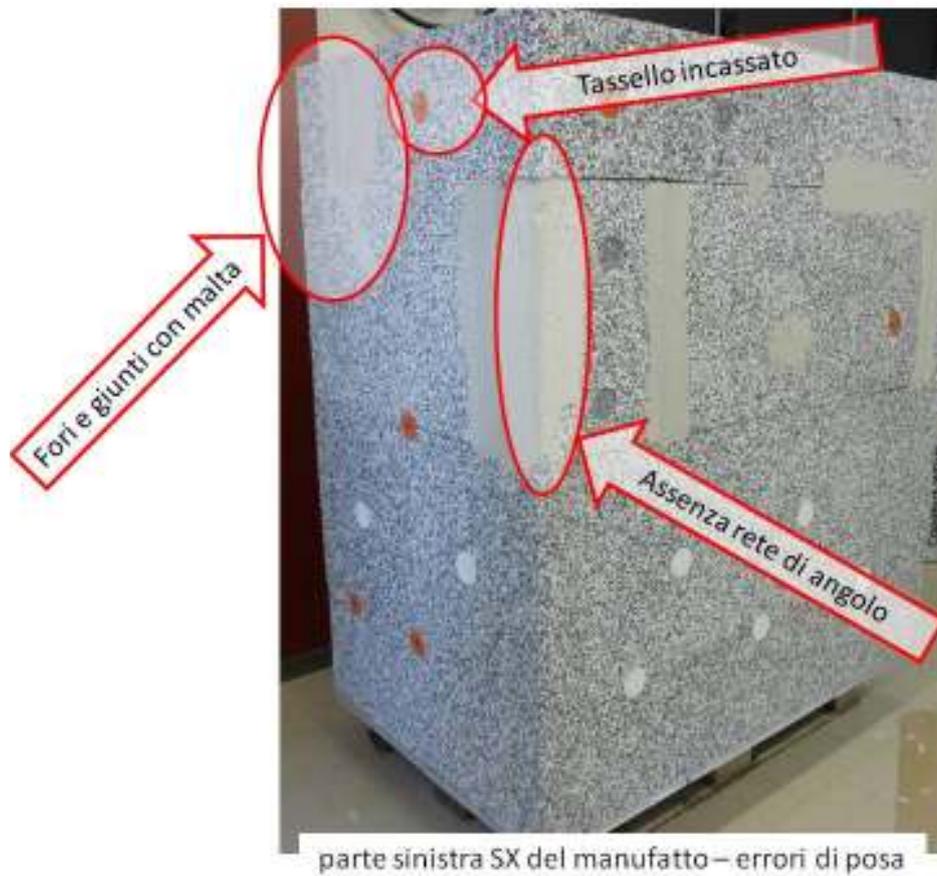


Immagine dell'angolo tra la parte frontale e la parte sinistra SX del manufatto con sistema di posa del cappotto corretto nella parte bassa (tasselli con o senza rondelle) e con errori di posa nella parte alta

Dettaglio del sistema a cappotto sul lato sinistro SX del manufatto con errori di posa:



Ingrandimento parte SX



Ingrandimento angolo parte frontale - SX

Dettaglio del sistema a cappotto sul lato destro DX del manufatto:



Immagine della parte destra DX del manufatto con sistema di posa del cappotto corretto nella parte bassa (tasselli con e senza rondelle) e con errori di posa nella parte alta

Dettaglio del sistema a cappotto sul lato destro DX del manufatto con errori di posa:



Ingrandimento parte DX



Ingrandimento parte DX

Procedura di rasatura e finitura:



Dettaglio della parte alta con indicato l'errore di posa nella rasatura della rete: si appoggia le rete e si raso



Dettaglio della parte bassa con indicato la corretta posa nella rasatura della rete: si raso, si immerge la rete e si uniforma la rasatura



Durante l'asciugatura del rasante posato nello stesso periodo la parte bassa con una rasatura e un sistema uniforme asciuga uniformemente a differenza della parte alta



Immagine del manufatto rivestito con intonachino: si intravede nella parte a destra l'impiego in basso del primer e l'assenza dell'impiego del primer nella parte alta.

Descrizione delle indagini realizzate

Il manufatto è stato indagato con due termocamere FLIR Systems: una prima fissa T640 installata su cavalletto e con tempi di acquisizione automatici, la seconda mobile B360 e con tempi di acquisizione temporale casuali.

Il tipo di indagine si definisce attiva in quanto si eseguono le indagini in occasione di una sollecitazione termica consistente (irraggiamento solare) che “attiva” una reazione in termini di trasmissione del calore mostrata dalle temperature superficiali, che è da inquadrare come analisi in regime variabile e non stazionario.

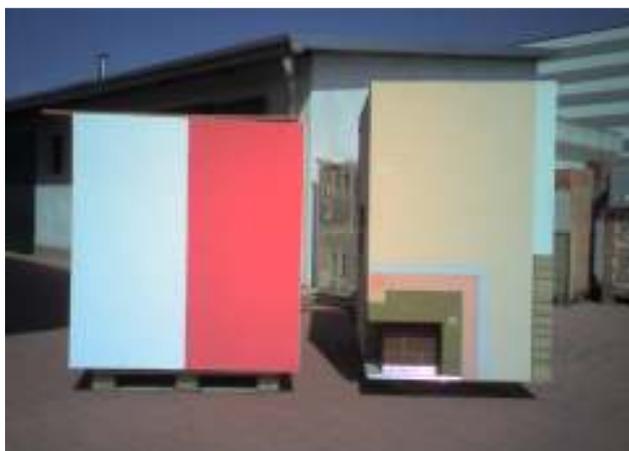
Il caricamento attivo consiste quindi nell’irraggiamento solare che investe la superficie.

La fase di scaricamento consiste nel monitorare una struttura che ha accumulato energia e che rilascia tale energia per effetto dell’ombreggiamento.

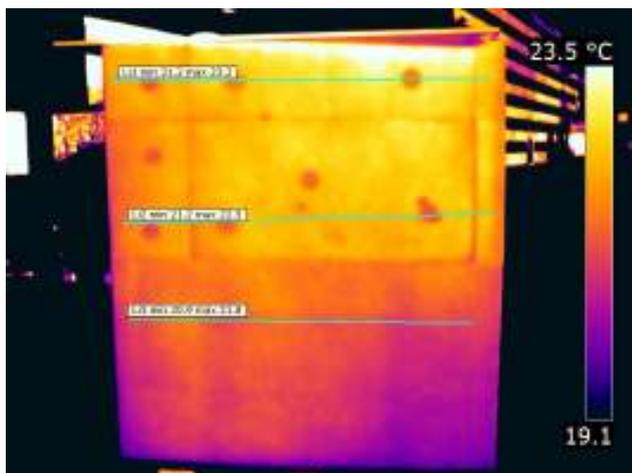
Il monitoraggio è stato effettuato in data 28/03/2012 in condizione attiva di caricamento con esposizione est dalle 9:15 alle 11:04 con coefficiente di assorbimento solare α medio e in condizione di scaricamento dalle 11:12 alle 12:02 posizionando il manufatto in ombra. Successivamente i risultati ottenuti sono stati confermati e integrati dalla campagna di misure condotta in data 04/05/2012 con il manufatto parzialmente sovra tinteggiato con coefficiente di assorbimento solare chiaro.



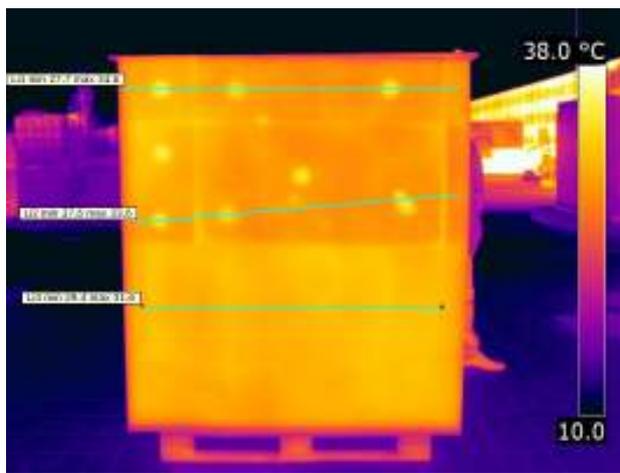
Indagini su manufatto con coefficiente di assorbimento solare medio con termocamera fissa 28/03/2012



Indagini su manufatto con coefficiente di assorbimento solare medio, chiaro e con struttura in lana di roccia e tasselli senza rondella 04/05/2012



Indagine termografica di caricamento della superficie esterna della parete con coefficiente di assorbimento solare medio



Indagine termografica di scaricamento della superficie esterna della parete con coefficiente di assorbimento solare medio

Per poter analizzare adeguatamente cosa accade nei vari casi indicati dalle indagini termografiche e per poter capire se sono anomalie o meno dal punto di vista della posa, è necessario soffermarsi su alcuni cenni relativi alla trasmissione del calore in regime variabile sulla superficie del cappotto.

Cenni alla trasmissione del calore in regime variabile

Il parametro per valutare l'attitudine di un materiale a lasciarsi penetrare dall'energia termica è la diffusività termica a che può rappresentare la "velocità di riempimento" del materiale in termini di calore. La diffusività termica a [$m^2/10^6s$] è valutata come:

$$a = \frac{\lambda}{\rho \cdot c} \quad [m^2/s \cdot 10^6]$$

Oltre al concetto di diffusività termica è opportuno affrontare anche il concetto di effusività termica b che è un indice della "facilità" di assorbimento energetico di una superficie e si valuta come:

$$b = (\lambda \cdot \rho \cdot c)^{0.5} \quad [J/m^2 s^{1/2} K]$$

Minore è il valore di effusività, maggiore la rapidità di assorbimento di energia tenuto conto della conducibilità termica del materiale e della sua capacità termica.

Confrontando i valori di diffusività a e di effusività b per i materiali presenti in superficie ad un cappotto dell'esempio riportato si ottiene:

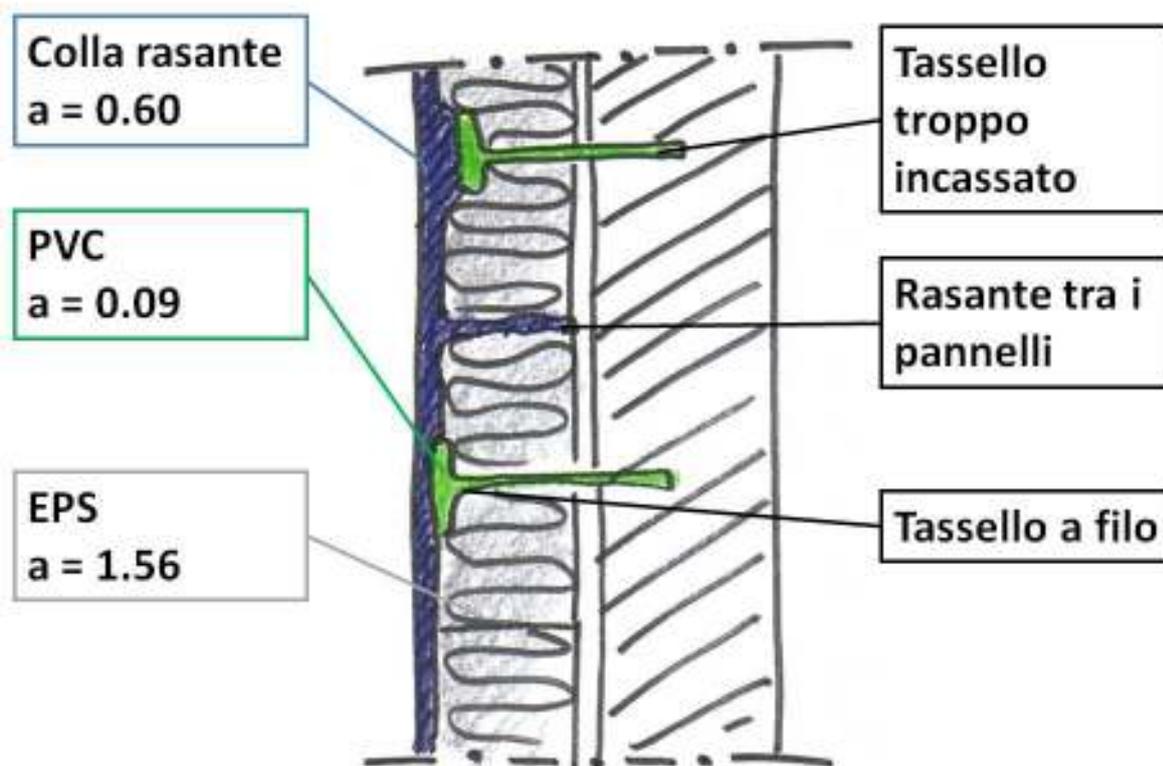
Materiale	Densità [kg/m ³]	Calore specifico [J/kgK]	Capacità termica volumetrica [kJ/m ³ K]	Conduttività termica [W/mK]	Diffusività termica [m ² /s 10 ⁶]	Effusività termica [J/m ² s ^{1/2} K]
Colla rasante	1400	837	1172	0.70	0.60	820
EPS additivato con grafite	15	1450	22	0.034	1.56	0.70
PVC (del tassello)	1400	1255	1757	0.16	0.09	281

Analizzando le caratteristiche dei materiali posti in superficie ad un cappotto, evidenziati in tabella, si può comprendere il diverso comportamento che essi avranno nei confronti del caricamento energetico dovuto all'irraggiamento e dello scaricamento dovuto all'ombreggiamento.

Il pvc e la colla rasante hanno valori di diffusività a e di effusività b molto differenti rispetto all'EPS e quindi reagiscono in maniera differente rispetto alla sollecitazione:

- a) in caso di irraggiamento la sollecitazione tende a scaldare la superficie e quindi il pvc e la colla rasante, avendo un valore di effusività decisamente maggiore, saranno inizialmente più freddi rispetto all'EPS poiché l'energia assorbita viene convogliata più rapidamente verso l'interno e necessitano di maggiore quantità di energia per scaldarsi; l'EPS al contrario ha un valore di effusività ridotto: l'energia penetra con maggiore difficoltà e serve per scaldare il materiale maggiormente in superficie vista la poca capacità termica;
- b) in caso di ombreggiamento la sollecitazione è di raffreddamento e quindi il pvc e la colla rasante, avendo una maggiore capacità termica volumetrica (e maggiore di due ordini di grandezza) avranno accumulato maggiore quantità di energia e quindi saranno inizialmente più caldi rispetto all'EPS.

Le valutazioni compiute sono valide solo per i primi strati di materiale investiti dall'irraggiamento solare ma non sono così estendibili all'intera struttura che in tal caso è da studiare in accordo con la norma UNI EN 13786 e i parametri di sfasamento temporale, attenuazione e trasmittanza termica periodica Y_{ie} .



Casistica di materiali in superficie con differenti valori di diffusività termica

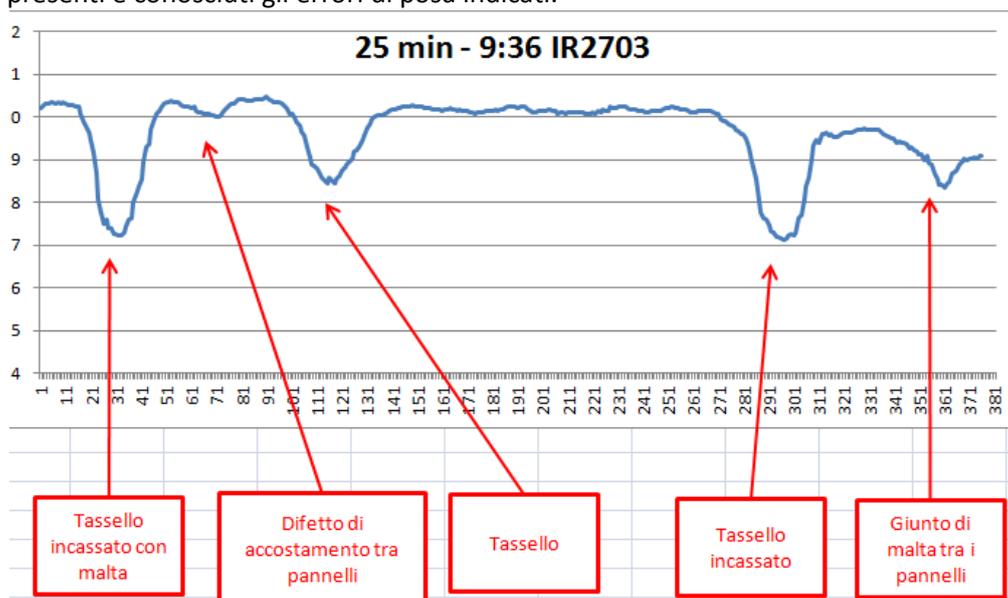
Esempio di analisi di caricamento

Condizioni: esposizione est, Milano, marzo, assenza di vento, parete in condizioni iniziali a temperatura ambientale di circa 18 °C, coefficiente di assorbimento solare stimato $\alpha = 0.6$.

Termocamera impiegata: FLIR T640, obiettivo FOL 13 (FOV 45° x 30°)

A fronte della grande quantità di energia che investe la superficie per effetto dell'irraggiamento solare la parte con isolante si scalda maggiormente poiché l'energia viene accumulata più rapidamente e superficialmente rispetto alle aree dove la colla rasante sostituisce il materiale isolante. Per i tasselli il comportamento è analogo poiché pur essendo maggiormente conduttivi, hanno maggiore capacità termica. Il comportamento delle temperature superficiali è quindi condizionato dall'effusività b .

Il seguente grafico mostra le differenze di temperatura che si verificano sulla parte superiore del manufatto dove sono presenti e conosciuti gli errori di posa indicati.



Esempio di valutazione delle temperature superficiali con indicazione di temperature differenti

La struttura è stata indagata per più di 2 ore dall'inizio dell'irraggiamento e sono stati analizzati i dati di temperatura superficiale per periodi di irraggiamento rappresentativi con una griglia di analisi come da tabella seguente:

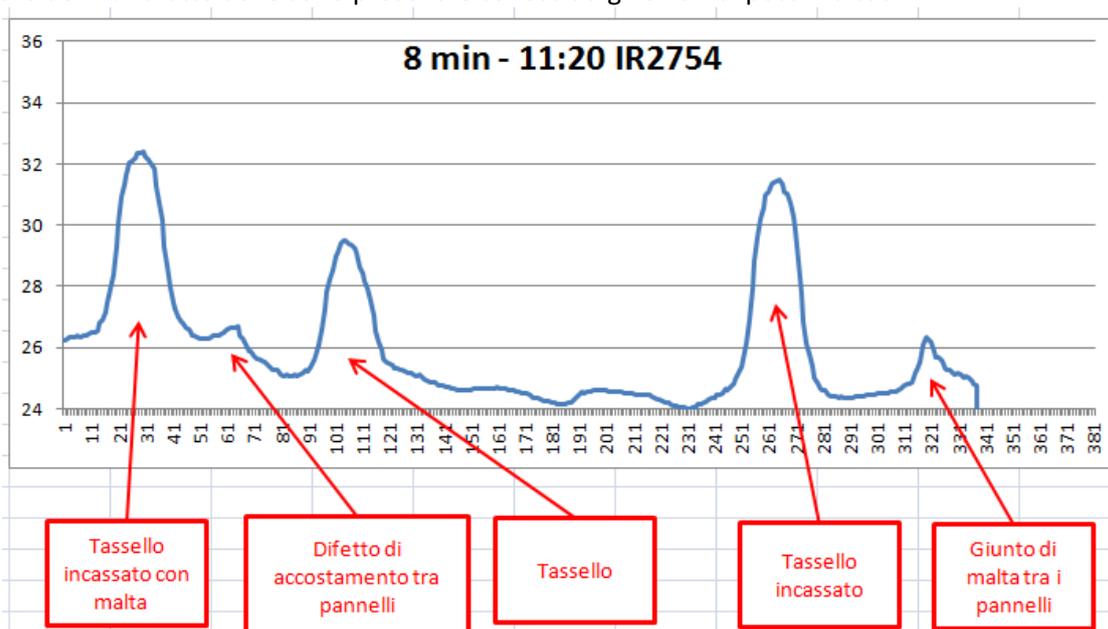
Tempo irr.	Ora	ΔT di rilevazione	Cosa si vede?	Come si vede?	E' un'anomalia di posa?	Riferimento immagine termografica
25'	9:36	7°C	tasselli incassati e con malta	+ freddo distintamente ($\Delta T > 2$ °C)	Sì	IR 2703
			difetto di accostamento tra pannelli	+ freddo non distintamente ($\Delta T < 0.5$ °C)	Si	IR 2703
			tasselli	+ freddo distintamente ($\Delta T > 1$ °C)	No	IR 2703
			malta tra i pannelli	+ freddo distintamente ($\Delta T = 0.5$ °C)	Si	IR 2703
			accostamento corretto tra pannelli	-	No	IR 2703
			tasselli con rondella in EPS	+ freddo non distintamente ($\Delta T < 0.5$ °C)	No	IR 2703

Scaricamento

Condizioni: esposizione in ombra, Milano, marzo, assenza di vento, parete in condizioni iniziali a temperatura superficiale pari a circa 40 °C, coefficiente di emissione stimato $\epsilon = 0.95$ (con lunghezze d'onda della radiazione λ comprese tra 8-14 μm), coefficiente di assorbimento solare stimato $\alpha = 0.6$, temperatura dell'aria di circa 18°C.

Termocamera impiegata: FLIR T640, obiettivo FOL 13 (FOV 45° x 30°)

Il comportamento dei componenti a seguito dell'irraggiamento in fase di scaricamento può essere così semplificato: gli strati superficiali sono differenziati tra materiale isolante con bassa conducibilità termica ed ridotta capacità termica e colla rasante o tasselli in PVC con elevata conducibilità termica e maggiore capacità termica. A fronte dell'energia accumulata per effetto dell'irraggiamento solare la parte con isolante si raffredda più velocemente poiché è minore l'energia accumulata ovvero è minore la capacità termica volumetrica. Il seguente grafico mostra le differenze di temperatura che si verificano sulla parte superiore del manufatto dove sono presenti e conosciuti gli errori di posa indicati.



Esempio di valutazione delle temperature superficiali con indicazione di temperature differenti

Si noti come l'immagine di scaricamento sia lo specchio dell'immagine di caricamento. Dove il materiale impiega maggiore tempo per scaldarsi, rimanendo più freddo (caricamento), lo stesso materiale impiega maggiore tempo per raffreddarsi e quindi rimane più caldo (scaricamento).

Tempo da fine irr.	Ora	ΔT di rilevazione	Cosa si vede?	Come si vede?	E' un'anomalia di posa?	Riferimento immagine termografica
8'	11:20	30°C	tasselli incassati e con malta	+ caldo molto distintamente ($\Delta T > 4$ °C)	Sì	IR 2754
			difetto di accostamento tra pannelli	+ caldo non distintamente ($\Delta T < 0.5$ °C)	Si	IR 2754
			tasselli	+ caldo molto distintamente ($\Delta T > 3$ °C)	No	IR 2754
			malta tra i pannelli	+ caldo distintamente ($\Delta T > 2$ °C)	Si	IR 2754
			accostamento corretto tra pannelli	-	No	IR 2754
			tasselli con rondella in EPS	-	No	IR 2754

2. MISURE IN CARICAMENTO (IRRAGGIAMENTO SOLARE)

Condizioni di misura:

Coefficiente di assorbimento solare	$\alpha = 0.6$ medio	$\alpha = 0.3$ - chiaro
Quando devo essere in campo?	Possibilmente all'inizio dell'irraggiamento solare	<u>Necessariamente all'inizio dell'irraggiamento solare</u>
Entro quando devo indagare la struttura	È opportuno indagare la struttura entro i primi 50 minuti di irraggiamento	È opportuno indagare la struttura entro i primi 20 minuti di irraggiamento
Che differenze di temperatura devo essere in grado di leggere?	La strumentazione coniugata con la distanza di indagine devono garantire la lettura di ΔT di almeno 1°C . Ciò significa che lo strumento termografico a disposizione dovrebbe avere un buon fattore di merito con una sensibilità termica minima (NETD) di almeno $0,08-0,1^{\circ}\text{C}$	La strumentazione coniugata con la distanza di indagine devono garantire la lettura di ΔT di almeno 1°C . Ciò significa che lo strumento termografico a disposizione dovrebbe avere un elevato fattore di merito con una sensibilità termica minima (NETD) di almeno $0,05-0,03^{\circ}\text{C}$

Risultati attesi dal tipo di indagine su cappotto in EPS:

Coefficiente di assorbimento solare	$\alpha = 0.6$ medio	$\alpha = 0.3$ - chiaro
Che differenze di temperatura mi aspetto?	ΔT compresi tra 0.5 e 3°C	ΔT compresi tra 0.5 e 1°C
Individuazione di tasselli?	Si individuano distintamente i tasselli senza rondella in EPS posati bene o male	Si individuano i tasselli senza rondella posati bene o male
Individuazione dello schema di posa dei tasselli	E' possibile valutare distintamente sulla base della disposizione dei tasselli se è presente uno schema di posa corretto	E' possibile valutare sulla base della disposizione dei tasselli se è presente uno schema di posa corretto
Individuazione giunti di malta?	Si individuano distintamente i giunti di malta	Si individuano i giunti di malta

Report di indagine di caricamento



Descrizione della prova:

La prova è stata effettuata in accordo con le indicazioni della norma UNI EN 13187 con termocamera infrarossa modello T640 di FLIR Systems in manufatto sito a Vermezzo.

Descrizione del manufatto

La parete del manufatto è orientata ad est ed è realizzata con un cappotto in EPS additivato con grafite con comuni errori di posa nella parte alta e a regola d'arte nella parte bassa.

Materiali impiegati sulla superficie:

Il rivestimento superficiale è realizzato con finitura con alta emissività nell'infrarosso IR lontano e medio coefficiente di assorbimento solare.

Data e ora della prova

28/03/2012, dalle 9:15 alle 11:04

Condizioni climatiche: temperatura dell'aria 18°C, assenza di vento e precipitazione, cielo non coperto

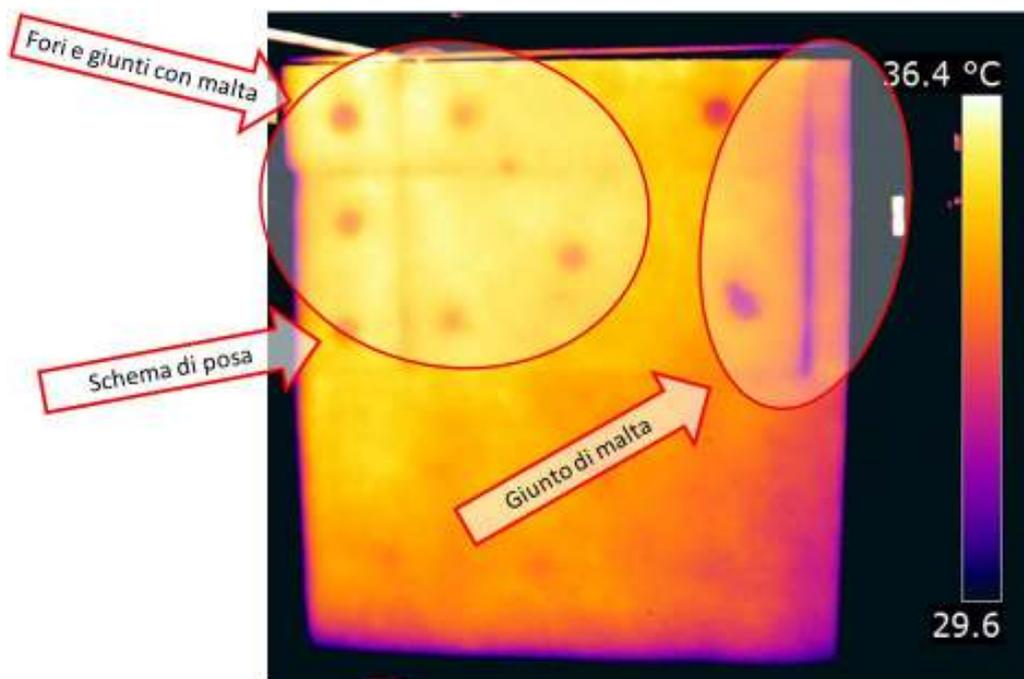


Immagine termografica IR2713

Risultati indagine:

- lo schema di posa non è corretto
- sono presenti giunti di malta tra i pannelli
- i tasselli sono posati incassandoli

Conclusioni

- il non corretto schema di posa dei tasselli mostra la non padronanza del sistema di posa del cappotto delle maestranze impiegate
- la presenza di malta nei giunti, nei tasselli e nei buchi potrà comportare difetti estetici di differente macchiatura e possibili difetti di degrado futuri

3. MISURE IN SCARICAMENTO (OMBREGGIAMENTO)

Condizioni di misura:

Coefficiente di assorbimento solare	$\alpha = 0.6$ medio	$\alpha = 0.3$ chiaro
Emissività nell'infrarosso lontano	$\varepsilon = 0.95$	$\varepsilon = 0.95$
Quando devo essere in campo?	<u>Necessariamente all'inizio dell'ombreggiamento</u>	<u>Necessariamente all'inizio dell'ombreggiamento</u>
Entro quando devo indagare la struttura	È opportuno indagare la struttura entro i primi 10 minuti di scaricamento	È opportuno indagare la struttura entro i primi 10 minuti di scaricamento
Che differenze di temperatura devo essere in grado di leggere?	La strumentazione coniugata con la distanza di indagine devono garantire la lettura di ΔT di almeno 2°C . Ciò significa che lo strumento termografico a disposizione dovrebbe avere buon fattore di merito con una sensibilità termica minima (NETD) di almeno $0,08-0,1^{\circ}\text{C}$	La strumentazione coniugata con la distanza di indagine devono garantire la lettura di ΔT di almeno 1°C . Ciò significa che lo strumento termografico a disposizione dovrebbe avere buon fattore di merito con una sensibilità termica minima (NETD) di almeno $0,08-0,1^{\circ}\text{C}$

Risultati attesi dal tipo di indagine su cappotto in EPS:

Coefficiente di assorbimento solare	$\alpha = 0.6$ medio	$\alpha = 0.3$ - chiaro
Che differenze di temperatura mi aspetto?	ΔT compresi tra 2 e 8°C	ΔT compresi tra 0.5 e 2°C
Individuazione di tasselli?	Si individuano i tasselli senza rondella posati bene o male distintamente	Si individuano i tasselli senza rondella posati bene o male
Individuazione giunti di malta?	Si individuano i giunti di malta distintamente	Si individuano i giunti di malta non molto distintamente
Individuazione dello schema di posa di tasselli	E' possibile valutare distintamente sulla base della disposizione dei tasselli se è presente uno schema di posa corretto	E' possibile valutare sulla base della disposizione dei tasselli se è presente uno schema di posa corretto

Report di indagine di scaricamento

	<p>Descrizione della prova: La prova è stata effettuata in accordo con le indicazioni della norma UNI EN 13187 con termocamera infrarossa modello T640 di FLIR Systems in manufatto sito a Vermezzo.</p> <p>Descrizione del manufatto La parete del manufatto è orientata ad est ed è realizzata con un cappotto in EPS additivato con grafite con comuni errori di posa nella parte alta e a regola d'arte nella parte bassa.</p> <p>Materiali impiegati sulla superficie: Il rivestimento superficiale è realizzato con finitura con alta emissività nell'infrarosso IR lontano e medio coefficiente di assorbimento solare.</p> <p>Data e ora della prova 28/03/2012, dalle 11:12 alle 12:02</p> <p>Condizioni climatiche: temperatura dell'aria 18°C, assenza di vento e precipitazione, cielo non coperto</p>
-----------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

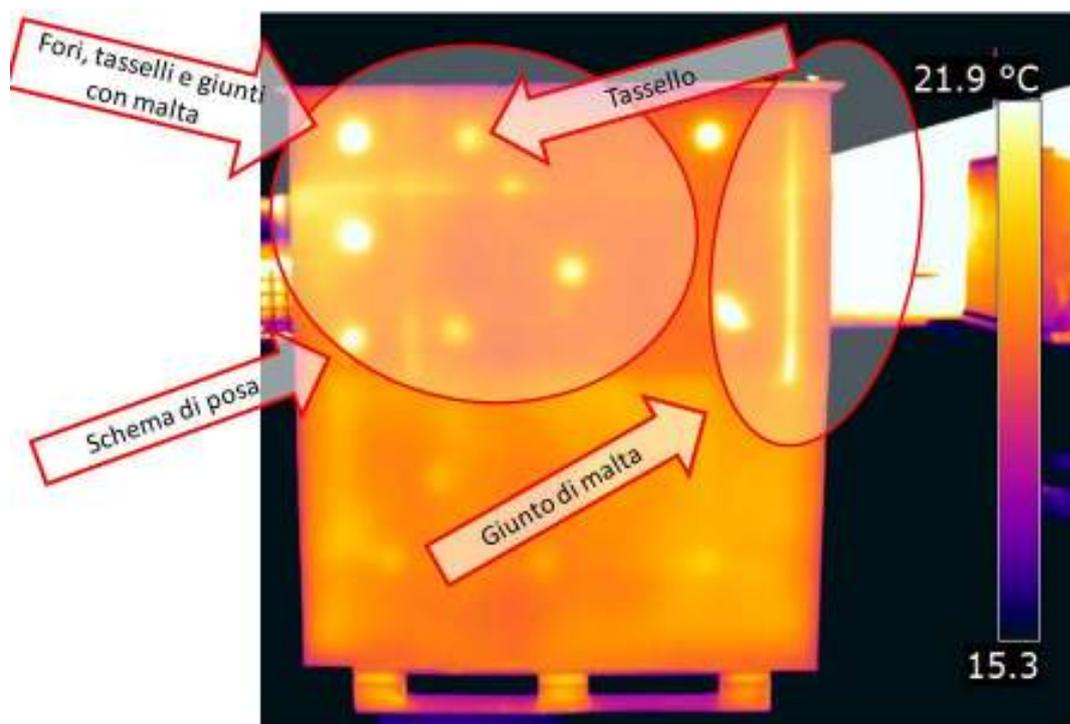


Immagine termografica IR2713

Risultati indagine:

- lo schema di posa non è corretto
- sono presenti giunti di malta tra i pannelli
- i tasselli sono posati incassandoli

Conclusioni

- il non corretto schema di posa dei tasselli mostra la non padronanza del sistema di posa del cappotto delle maestranze impiegate
- la presenza di malta nei giunti, nei tasselli e nei buchi potrà comportare difetti estetici di differente macchiatura e possibili difetti di degrado futuri

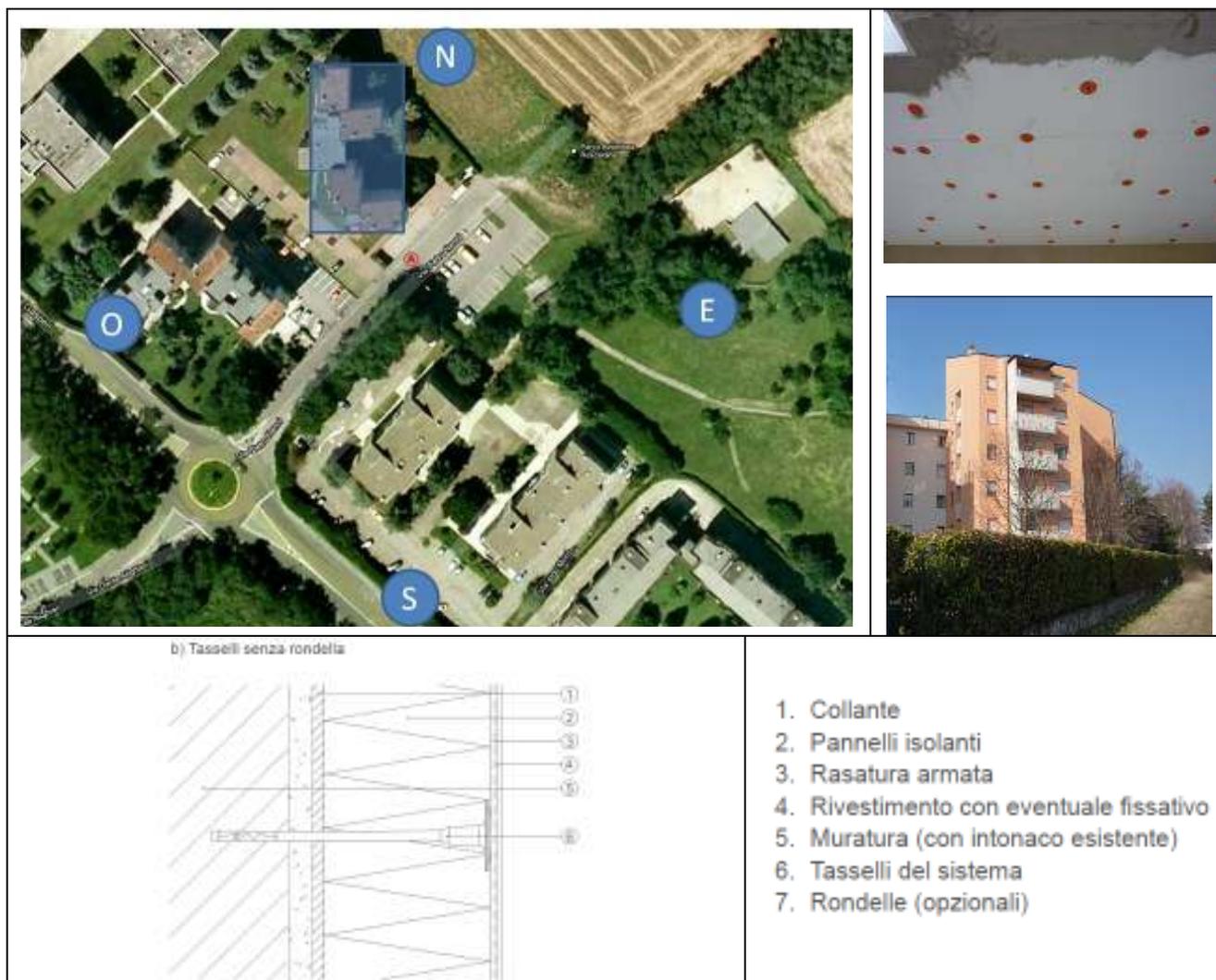
4. MISURE IN CAMPO

Esempio di cappotto ben posato con tasselli senza rondelle

Ore di indagine – caricamento e scaricamento ore 11:40 – 12:44

Intervento realizzato nel 2011-2012

Condominio con cappotto in EPS da 6 e 8 cm con tasselli non a taglio termico senza rondella in EPS. Tassellatura posata con cura; ispezioni in cantiere per la corretta posa.

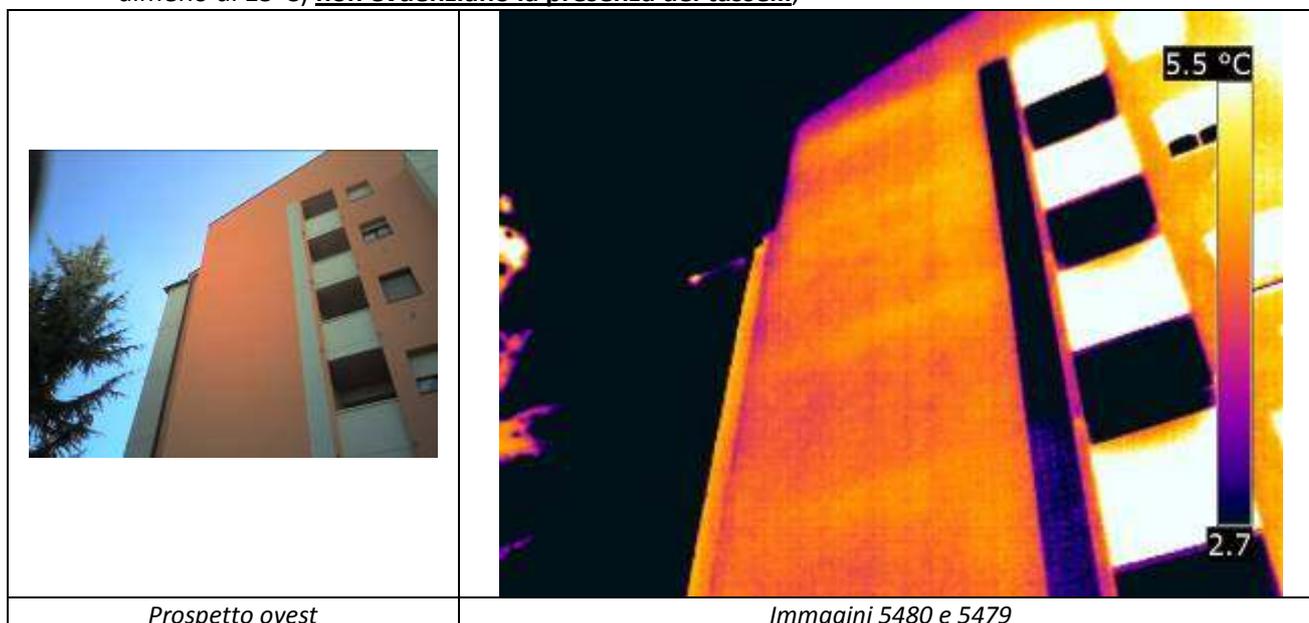


In relazione alla tipologia di posa del cappotto è presumibile aspettarsi:

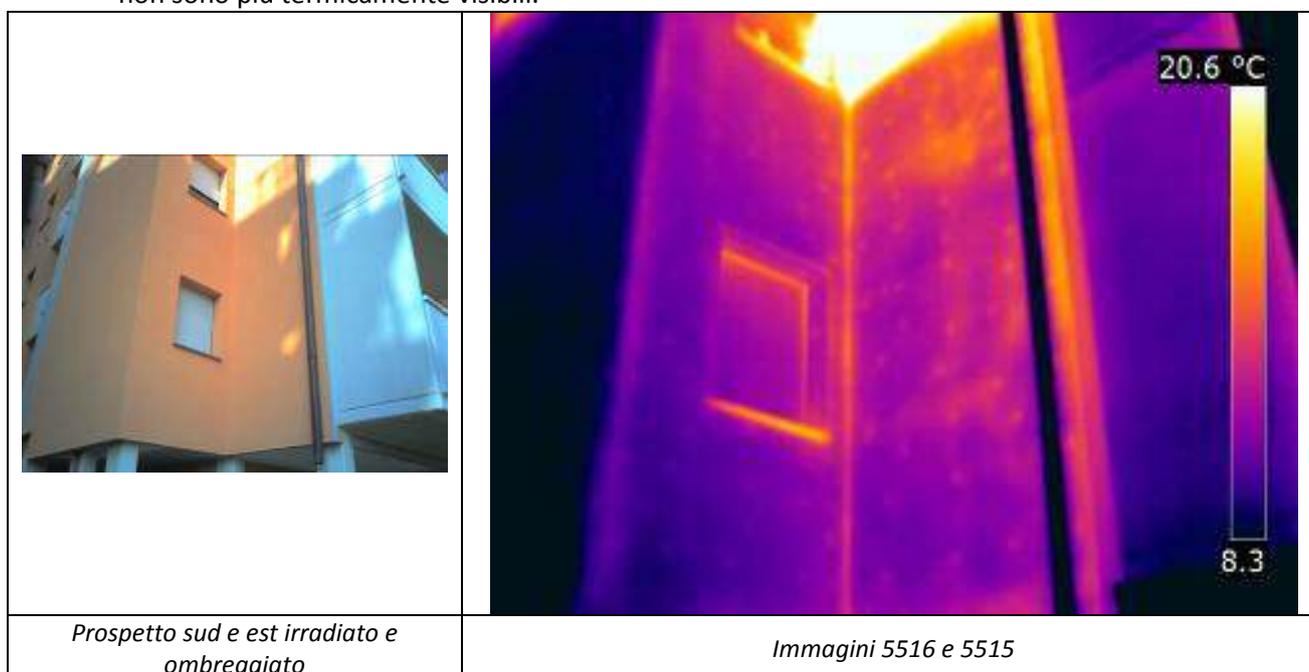
- la (termo) visione dei tasselli
- la corretta posa dei tasselli con sistema di tassellatura a T (in relazione agli schemi di posa)
- l'assenza di difetti macroscopici tra i giunti dei pannelli o dei tasselli maltati (errore di posa)

Dall'analisi dei termogrammi realizzati (ne seguono solo alcuni esempi) si possono delineare le seguenti valutazioni:

- le pareti non soggette ad irraggiamento solare con esposizione nord e ovest e quindi con gradienti di temperatura tra l'interno e l'esterno $\Delta T < 10^{\circ}\text{C}$ (sono raccomandate differenze di temperatura almeno di 15°C) **non evidenziano la presenza dei tasselli;**



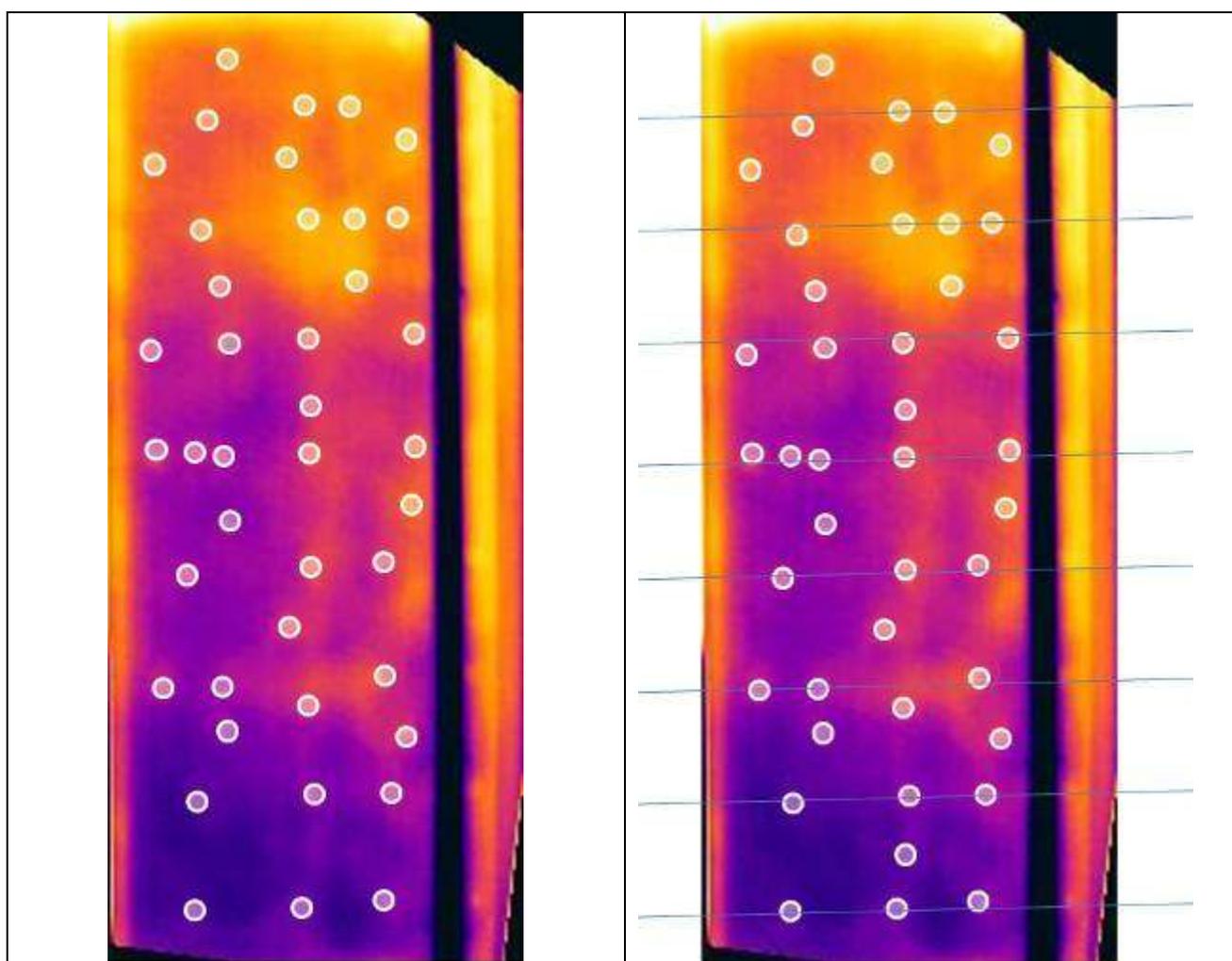
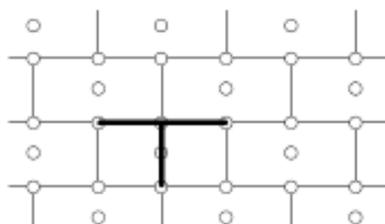
- i tasselli non si "manifestano" né da 10 m né da indagini più vicine (entro 3m);
- **in condizioni variabili** ovvero di caricamento e scaricamento energetico della parete per effetto dell'irraggiamento solare (parete est e sud/est al mattino) **la tassellatura appare evidente e indagabile;**
- in condizioni "stazionarie" di irraggiamento (il sole irradia in un lasso di tempo prolungato) i tasselli non sono più termicamente visibili.



La visione dei tasselli è un'informazione estremamente preziosa poiché consente di valutare la posa dei pannelli come da termogrammi che seguono che sono stati oggetto di foto raddrizzamento della parete senza finestra: la posa dei tasselli può essere individuata e ricondotta o meno ad uno schema di posa proposto in funzione del tipo di materiale del pannello.

- Nello schema a T un tassello è posto al centro di ogni pannello e un altro ad ogni incrocio dei giunti. Questo schema è consigliato per l'applicazione dei pannelli in polistirolo espanso.

Fig. 7: schema di tassellatura a "T"



Nell'immagine sono stati individuati i tasselli che appaiono a una prima analisi disposti in maniera caotica mentre a seguito di un'analisi più approfondita è possibile individuare lo schema di posa seguito dagli installatori.

Lo schema di posa non è sempre di immediata lettura, per esempio a causa del riposizionamento dei tasselli mal fissati o dell'utilizzo di pannelli tagliati. E' necessario quindi che l'interpretazione delle immagini avvenga con il supporto di tecnici di cantiere che conoscano le problematiche che si sviluppano nella pratica della posa.

Esempio di cappotto ben posato con tasselli e rondelle in EPS

Ora di indagine con caricamento: 13:14 – 13:27

Intervento del 2011

Villetta con cappotto in EPS da 10 cm con tasselli a taglio termico e rondella in EPS da 2 cm. Tassellatura posata con cura.

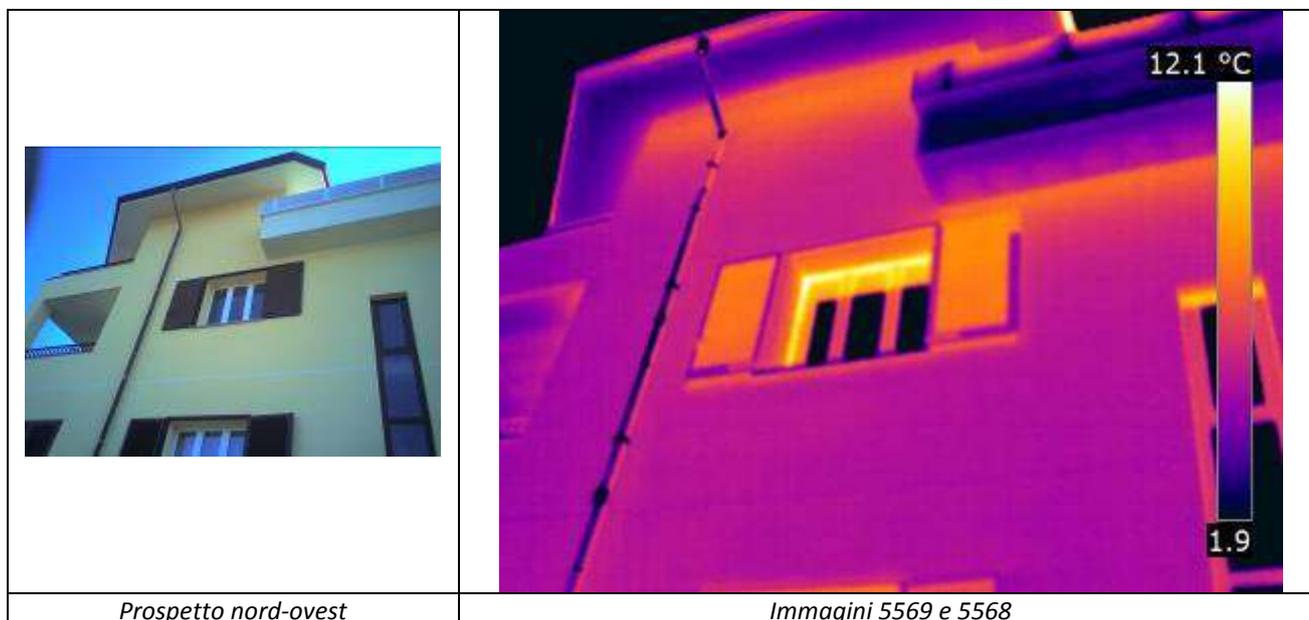


In relazione alla struttura è presumibile aspettarsi:

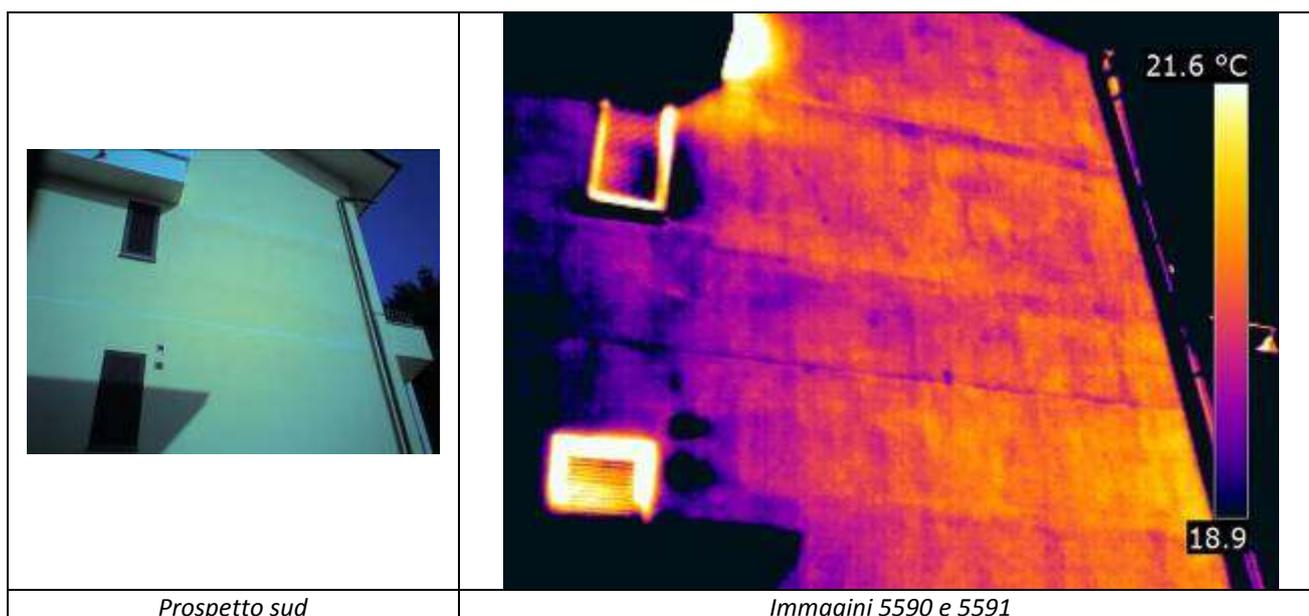
- la non (termo) visione dei tasselli
- assenza di difetti macroscopici tra i giunti dei pannelli o dei tasselli maltati

Dall'analisi dei termogrammi realizzati (ne seguono solo alcuni esempi) si possono delineare le seguenti valutazioni:

- le pareti non soggette ad irraggiamento solare con esposizione nord e ovest e quindi con gradienti di temperatura tra l'interno e l'esterno $\Delta T < 20^\circ\text{C}$ **non manifestano la presenza dei tasselli anche a distanza ravvicinata**;
- i tasselli non si manifestano né da 10 m né da indagini più vicine (entro 3m);



- **in condizioni variabili** ovvero di caricamento e scaricamento energetico della parete per effetto dell'irraggiamento solare (parete est e sud/est al mattino) **la tassellatura non appare evidente e indagabile**;
- per effetto del consistente irraggiamento solare emergono i sormonti della rete della rasatura esterna sopra il cappotto con un passo di circa 90 cm (il che è corretto poiché la rete è larga 1 metro e la sovrapposizione si effettua per 10 cm).



Esempio di cappotto con alcune anomalie

Indagine in scaricamento della superficie irradiata: 15:52 – 16:20

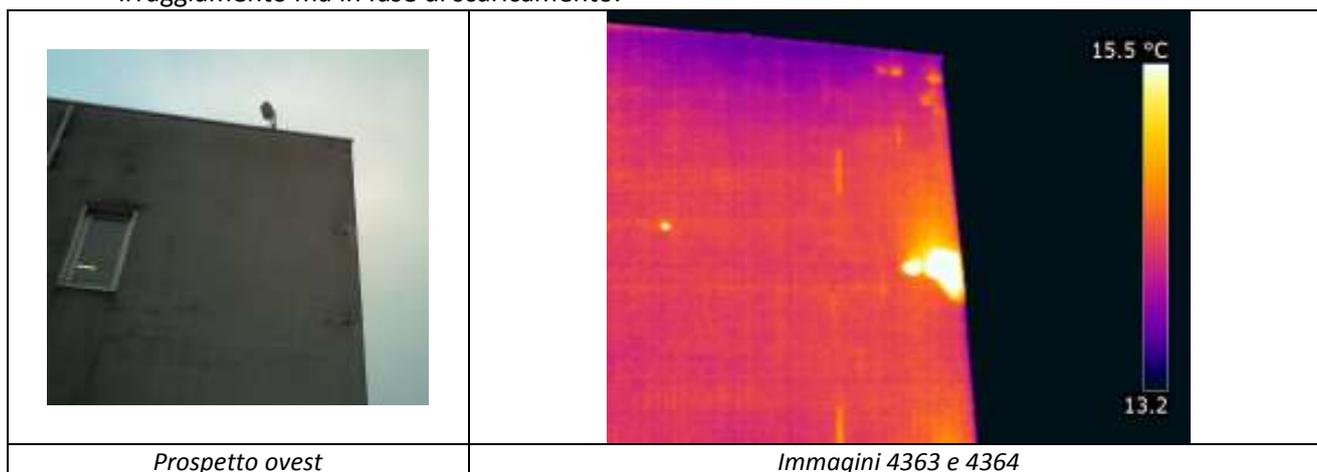
Edificio con cappotto in EPS senza tasselli - 1986.

In relazione alla struttura è presumibile aspettarsi:

- la non (termo) visione dei tasselli
- presenza o meno a seconda della corretta modalità di posa di giunti tra i pannelli

Dall'analisi dei termogrammi realizzati (ne seguono solo alcuni esempi) si possono delineare le seguenti valutazioni:

- le pareti soggette ad un prolungato irraggiamento solare (>1.5 h) hanno una distribuzione di temperatura uniforme che non consente di evidenziare la presenza di anomalie o meno;
- presenza di anomalie riconducibili a pannelli non perfettamente accostati in parete non oggetto di irraggiamento ma in fase di scaricamento.



Indagine in scaricamento della superficie irradiata: 16:11 – 16:54

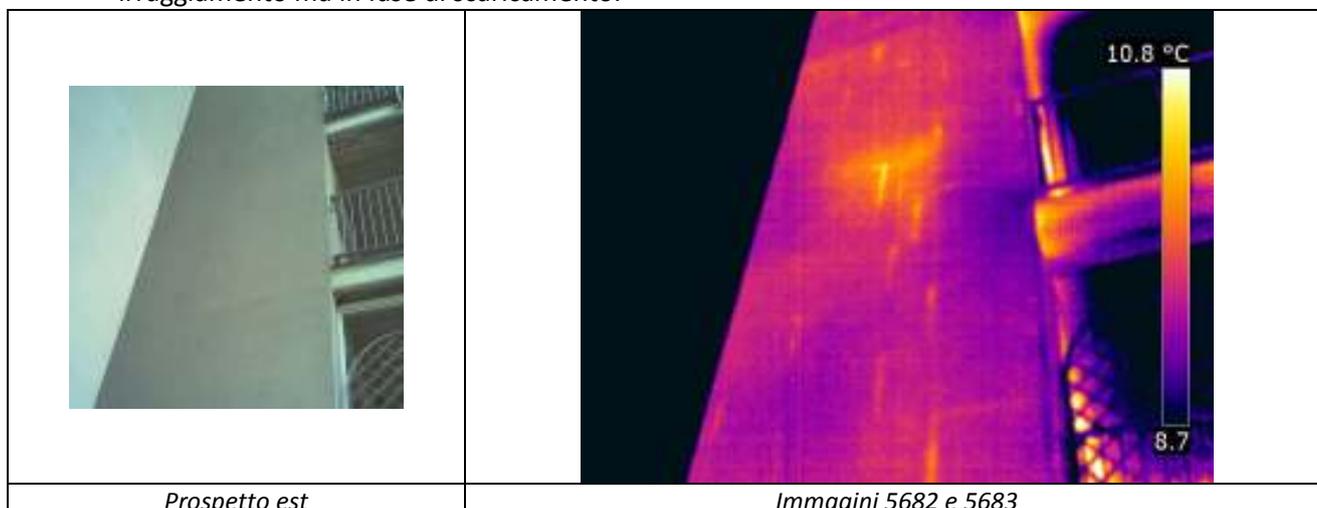
Edificio con cappotto in EPS senza tasselli.

In relazione alla struttura è presumibile aspettarsi:

- la non (termo) visione dei tasselli
- presenza o meno a seconda della corretta modalità di posa di giunti tra i pannelli

Dall'analisi dei termogrammi realizzati (ne seguono solo alcuni esempi) si possono delineare le seguenti valutazioni:

- le pareti soggette ad un prolungato irraggiamento solare (>3 h) solare hanno una distribuzione di temperatura uniforme che non consente di evidenziare la presenza di anomalie o meno
- presenza di anomalie riconducibili a pannelli non perfettamente accostati in parete non oggetto di irraggiamento ma in fase di scaricamento.



5. CONCLUSIONI

Obiettivo generale dello studio è portare consapevolezza nel mondo edile, dalla produzione, alla progettazione, alla realizzazione e all'indagine IR, che il sistema a cappotto è un sistema da scegliere e posare con cura in accordo con le indicazioni del produttore del sistema.

Ai fini della corretta progettazione e della corretta posa è quindi necessario un percorso di informazione e formazione che le aziende e le associazioni rendono disponibili all'interno di eventi di aggiornamento e formazione dedicati sia ai progettisti/direttori lavori, sia agli installatori.

Allo stesso tempo per mezzo dell'indagine termografica è necessario essere consapevoli di ciò che l'operatore termografico individua come anomalia superficiale: è necessario conoscere il sistema a cappotto e cosa, di ciò che ha l'opportunità di vedere in adeguate condizioni ambientali, posso considerare anomalia o meno.

Il documento si configura quindi come documento trasversale al mondo che ruota intorno alle seguenti fasi edili:

Progettista termotecnico e direttore lavori: l'importanza della scelta del sistema a cappotto e di installatori specializzati nella posa del sistema a cappotto

Installatore: posare a regola d'arte poiché ciò che si "vede" con l'indagine termografica, si vedrà ben presto come difetto estetico e come degrado del rivestimento esterno

Operatore termografico: l'importanza di conoscere il sistema a cappotto e di conoscere le corrette condizioni di indagine termografica per riconoscere dalle anomalie termiche le effettive anomalie di posa.

In accordo con l'importanza della formazione e dell'aggiornamento rispetto al tema del seguente studio si ricordano i seguenti enti di formazione:

- ANIT, Associazione Nazionale per l'Isolamento termico ed acustico: centro di aggiornamento per i temi relativi ai ponti termici e alla fisica tecnica dell'edificio
www.anit.it info@anit.it
- Caparol Akademie, centro di formazione per installatori di sistemi a cappotto
www.caparol.it akademie@caparol.it
- ITC – Infrared Training Center, centro di formazione per operatori termografici di livello 1 e 2
www.flir.com itc@flir.it

Come indicato in premessa il presente documento si configura come documento di approfondimento sul rapporto indagine termografica e sistema di isolamento a cappotto. È quindi l'inizio di un percorso e sarà suscettibile di modifiche ed integrazioni future.