

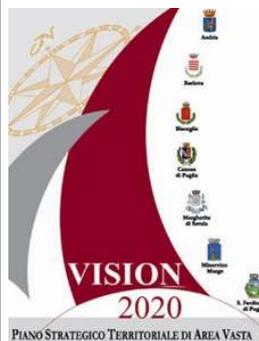


# COMUNE DI BARLETTA

PROVINCIA DI BARLETTA-ANDRIA-TRANI

## AREA VASTA VISION 2020

PROGETTO DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO E  
MIGLIORAMENTO DELLA SOSTENIBILITA' AMBIENTALE



[Art. 9 commi 2) e 3) delle Linee Guida P.O. 2007 - 2013, Asse II - Linea di Intervento 2.4, Azione 2.4.1]

### ISTITUTO SCOLASTICO STATALE "G. MODUGNO"

*Scuola Primaria*

*Piazza Ofanto - 76121 - Barletta (BT)*



**Studio Tecnico**  
**Ing. Riccardo Fusiello**

Andria 76123 - via La Specchia 55 - tel. 348.3540942 - fusielloriccardo@virgilio.it

**PROGETTO DEFINITIVO:**

Ing. Riccardo FUSIELLO

**COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN  
FASE DI PROGETTAZIONE:**

Ing. Riccardo FUSIELLO

**RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:**

Ing. Vito VACCA

**IL DIRIGENTE DEL SETTORE  
MANUTENZIONI:**

Ing. Gianrodolfo Di Bari

REDAZIONE :

Ing. Riccardo FUSIELLO

EMISSIONE :

REVISIONE :

## PROGETTO DEFINITIVO

RT 02.02

**RILIEVI TERMOGRAFICI E TERMOFLUSSIMETRICI**

TAVOLA

MARZO 2015



AREA VASTA



CITTA' DI



*Studio Tecnico*

Ing. Riccardo Fusiello



VISION 2020

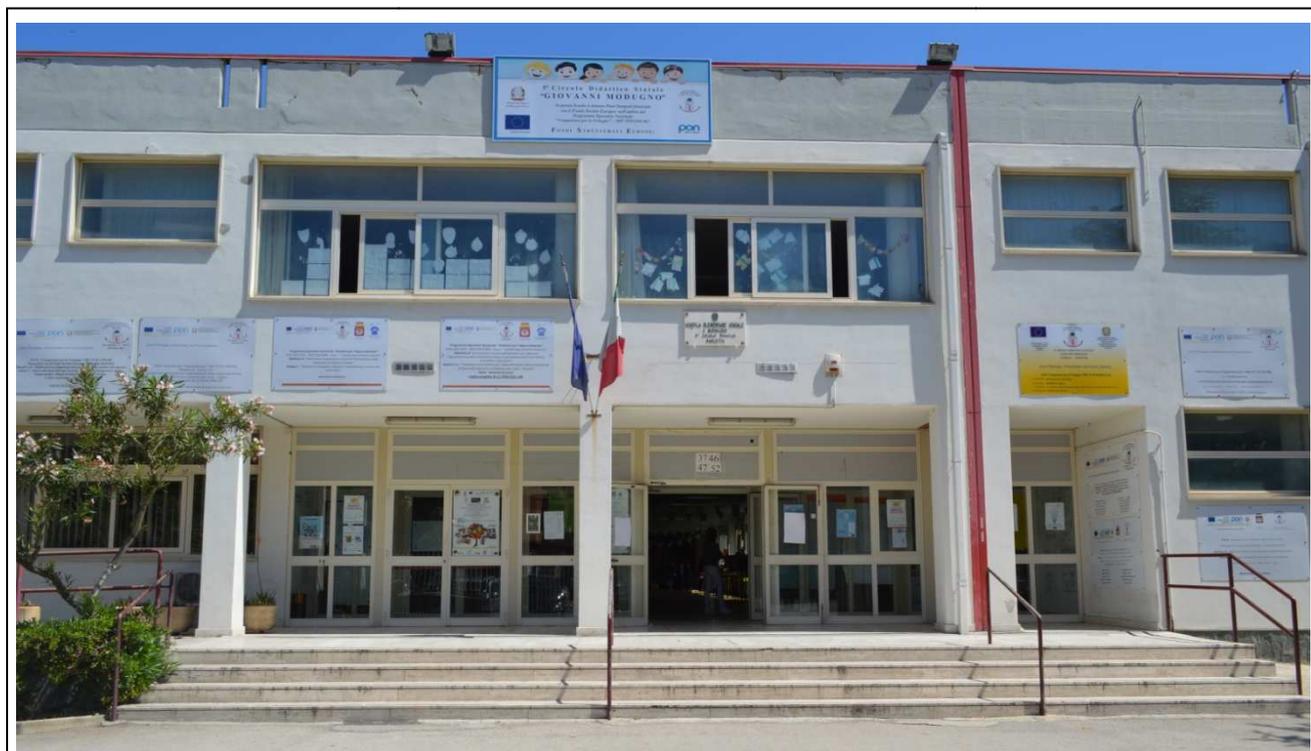
BARLETTA

# ANALISI TERMOGRAFICA E TERMOFLUSSIMETRICA

VALUTAZIONE DELLE PRESTAZIONI ENERGETICHE DELL' ISTITUTO  
SCUOLASTICO STATALE "GIOVANNI MODUGNOI" SITO IN BARLETTA  
ALLA VIA OFANTO

DATA REPORT: 26/05/2014

DATA INDAGINE: 21/05/2014



[Art. 9 commi 2) e 3) delle Linee Guida P.O. 2007 – 2013,  
Asse II – Linea di Intervento 2.4, Azione 2.4.1]

## **INDICE**

PAG

**Premessa**

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. CONTESTO TERRITORIALE E CLIMATICO</b>                                   | <b>2</b>  |
| <b>2. AMBIENTI E SEQUANZA DELLE INDAGINI</b>                                  | <b>6</b>  |
| <b>3. INDAGINE TERMOGRAFICA: PRINCIPI TEORICI</b>                             | <b>10</b> |
| <b>4. INDAGINE TERMOGRAFICA PIANO DI LAVORO</b>                               | <b>15</b> |
| <b>5. TERMOGRAMMI INTERNO</b>   | <b>17</b> |
| <b>6. TERMOGRAMMI TETTO E ATRIO</b>   | <b>25</b> |
| <b>7. TERMOGRAMMI PROSPETTO NORD</b>  | <b>34</b> |
| <b>8. TERMOGRAMMI PROSPETTO SUD</b>   | <b>39</b> |
| <b>9. TERMOGRAMMI PROSPETTO OVEST</b>   | <b>46</b> |
| <b>10. TERMOGRAMMI PROSPETTO EST - CORTILE INTERNO</b>                        | <b>53</b> |
| <b>11. GENERALITA' APPARATO TERMOFLUSSIMETRICO</b>                            | <b>63</b> |
| <b>12. INDAGINE TERMOFLUSSIMETRICA PUNTI DI INSTALLAZIONE</b>                 | <b>65</b> |
| <b>13. INDAGINE TERMOFLUSSIMETRICA MISURA DELLA<br/>TRASMITTANZA IN OPERA</b> | <b>68</b> |
| <b>14. CONCLUSIONI</b>  | <b>71</b> |

APPENDICE :

CERTIFICATI OPERATORE E STRUMENTAZIONE UTILIZZATA



*Studio Tecnico*  
Ing. Riccardo Fusiello



**DIAGNOSI ENERGETICA**  
V circolo didattico  
**“Giovanni Modugno”**  
COMUNE DI BARLETTA

## PREMESSA

Il presente lavoro è stato eseguito con la collaborazione e la supervisione intercorsa tra la scrivente società rappresentata dal dr. Vito Basile e il dott. Ing. Riccardo Fusiello il quale è stato incaricato dall'amministrazione comunale di Barletta "BT" a condurre lo studio di fattibilità di efficienza energetica riguardante il plesso scolastico V circolo didattico "G. Modugno" sito in via Ofanto del comune di Barletta.

Lo studio di caratterizzazione energetica, effettuata secondo l'indagine termografica e termoflussimetrica, si pone di individuare punti di scoppio termico e di valutare la trasmittanza in opera della muratura di tomagno.

Le indagini necessitate rientrano tra i punti della linea di intervento messa in atto dalla regione Puglia ovvero "Asse II -Linea 2,4- Attuazione dell' azione 2.4.1 "Promozione del risparmio energetico e dell'impiego di energia solare pubblica non residenziale -interventi di miglioramento energetico della sostenibilità ambientale e delle prestazioni energetiche del patrimonio edilizio del settore terziario".

Le indagini poste in essere sono state condotte utilizzando la seguente strumentazione:

- Termoflussimetro : "Termozig" wireless sensibilità 0,01 w/mq e precisione > 5%.
- Termocamera Flir SC 660 P sensibilità termica 0.45mK e sensore 640x480
- Termoigrometro Extratech
- Inoltre le indagini sono state condotte da operatori in possesso del II livello di termografia e secondo la normativa UNI 473 e ISO 971.



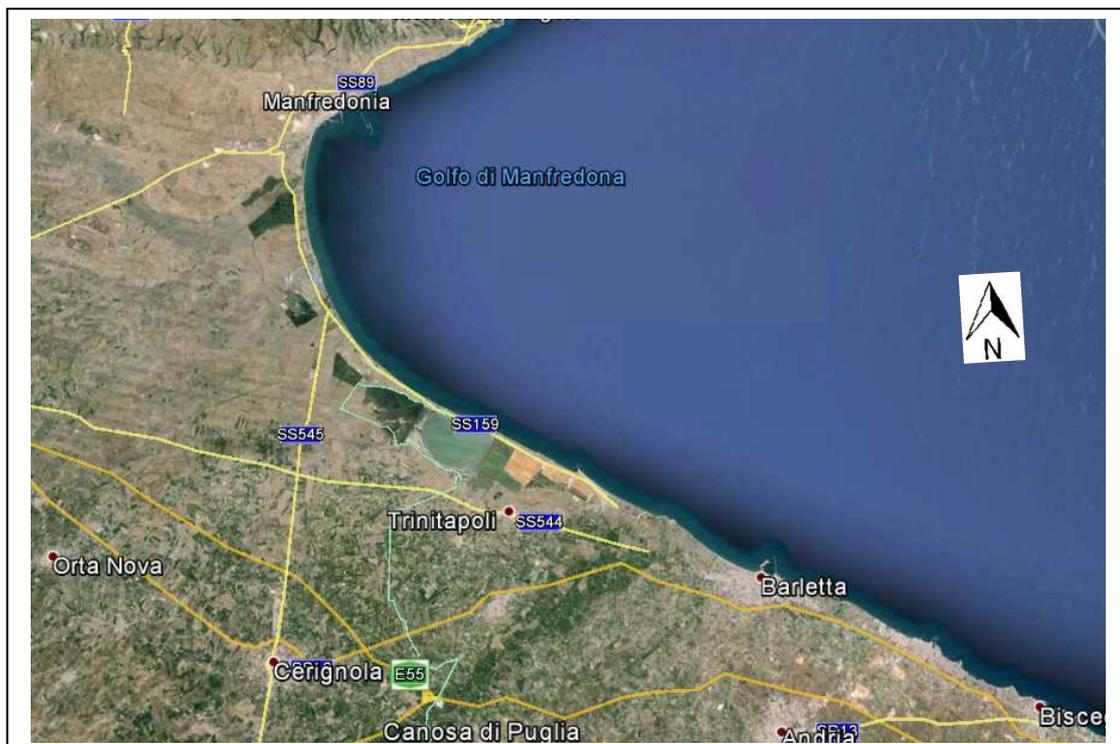
## 1. CONTESTO TERRITORIALE E CLIMATICO

La diagnosi energetica ha coinvolto il plesso scolastico “Giovanni Modugnoi” (img.3) ubicato lungo via Ofanto del comune di Barletta(BT), il corpo di fabbrica ospita rispettivamente la scuola primaria e quella dell’infanzia in due ale della costruzione ben distinte

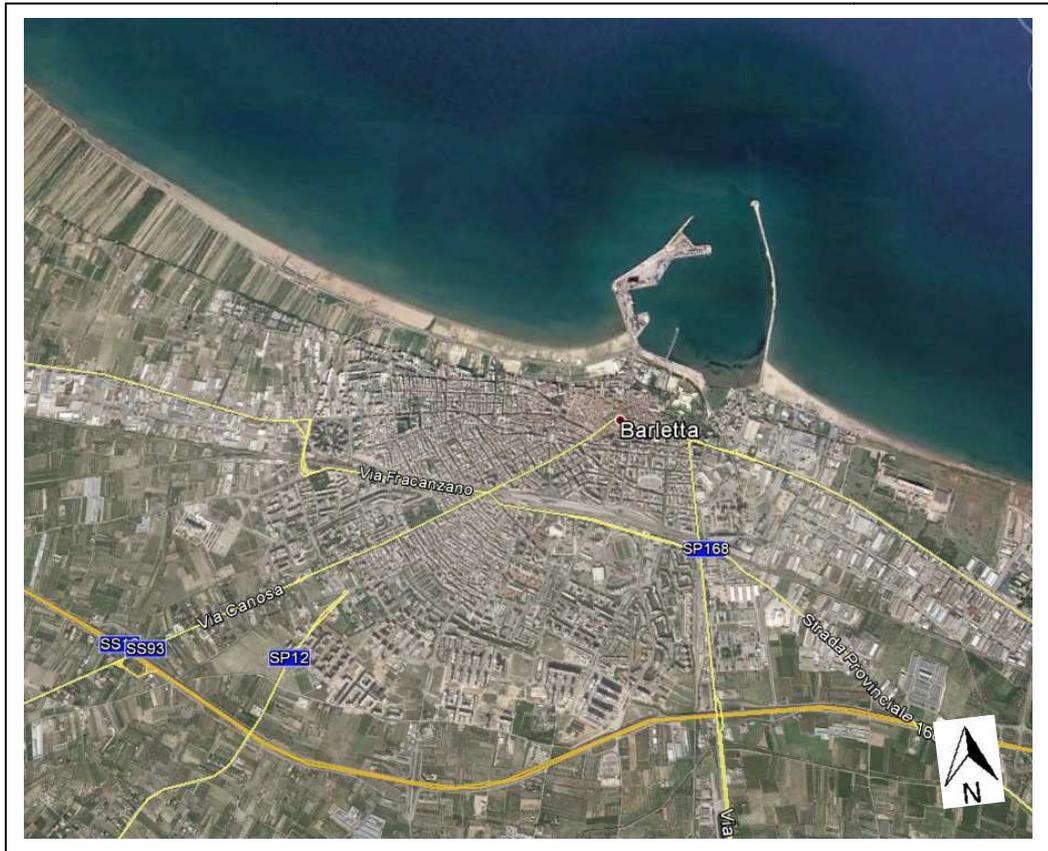
Il comune di Barletta è (img.1) ubicato sulla costa adriatica della regione Puglia a destra della foce del fiume Ofanto e collocandosi a nord di Bari, unitamente alle cittadine di Andria e Trani forma la neoprovincia BAT.

La città barlettana (Latitudine 41°19' 04" N - Longitudine 16°16' 51" E), sorge a circa 150 metri sul livello del mare e si estende su una superficie di 402,16 kmq.

Il comune conta 94.681 residenti, con una densità abitativa di 644,54 ab/ mq ed è uno dei comuni più grandi per estensione della regione Puglia.



Img. 1 Vista area della provincia di Bari da una altitudine di 182,52 Km



Img.2 Vista area del comune di Andria.



Img 3 Plesso scolastico esaminato (retino rosso) “G. Modugno”.



Dal punto di vista climatico, il fabbisogno termico dell'area presenta un valore dei gradi giorno di 1.377 a cui compete la fascia climatica che è di tipo C.



**Img. 4** Zone climatiche d' Italia in funzione dei gradi giorno.

A tale proposito vediamo che gradi giorno (GG) sono calcolati come la sommatoria, estesa a tutti i giorni di un periodo annuale convenzionale di riscaldamento, delle differenze giornaliere (solo positive) tra la temperatura convenzionale ideale per



l'ambiente riscaldato (20°C), e la temperatura media giornaliera dell'ambiente esterno.

Un valore di Gradi Giorno basso indica che le temperature esterne sono molto vicine alla temperatura convenzionalmente stabilita per l'ambiente riscaldato (20°C) e che quindi il clima è meno rigido.

Un valore di Gradi Giorno elevato indica, invece, che le temperature giornaliere risultano spesso inferiori ai 20°C e che quindi il clima è più rigido, tutto questo ha portato ad una identificazione del territorio italiano in zone climatiche. La metodologia per la suddivisione in zone climatiche è definita, dal DPR 26 agosto 1993 n.412 (Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione e la manutenzione degli impianti termici degli edifici, ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'art. 4, comma 4 della legge 9 gennaio 1991, n.10.).

Infine in base a quanto esplicitato pertanto si nota in base alla tabella sotto riportata, che il comune di Andria ha un valore dei gradi giorno che si colloca nelle prime posizioni se correlato alle restanti cittadine che comprendono la BAT.

| <b>Elenco comuni della provincia di Bari con irradianza 331</b> |                       |                     |                   |
|---|-----------------------|---------------------|-------------------|
| <b>Località</b>   | <b>Zona Climatica</b> | <b>Gradi giorno</b> | <b>Altitudine</b> |
| <b>Andria</b>   | <b>C</b>              | <b>1377</b>         | <b>151</b>        |
| <b>Barletta</b>   | <b>C</b>              | <b>1306</b>         | <b>15</b>         |
| <b>Bisceglie</b>  | <b>C</b>              | <b>1203</b>         | <b>16</b>         |
| <b>Canosa di Puglia</b>   | <b>C</b>              | <b>1187</b>         | <b>105</b>        |
| <b>Margherita di Savoia</b>                                     | <b>C</b>              | <b>1284</b>         | <b>1</b>          |
| <b>Minervino Murge</b>  | <b>D</b>              | <b>1798</b>         | <b>429</b>        |
| <b>San Ferdinando di Puglia</b>                                 | <b>C</b>              | <b>1393</b>         | <b>68</b>         |
| <b>Spinazzola</b>   | <b>D</b>              | <b>1748</b>         | <b>435</b>        |
| <b>Trani</b>  | <b>C</b>              | <b>1190</b>         | <b>7</b>          |
| <b>Trinitapoli</b>  | <b>C</b>              | <b>1296</b>         | <b>5</b>          |



## 2. AMBIENTI E SEQUENZA DELLE INDAGINI

Il copro di fabbrica sottoposto ad indagine energetica, fa parte di un intero isolato prossimo alla costa in cui vi è presente un unico corpo di fabbrica che occupa un' area di circa 3294 m<sup>2</sup> in cui è presente la scuola primaria “Giuseppe Modugno” come appunto ravvisabile dall'immagine satellitare (img. 1).



Img 1 Plesso scolastico esaminato “G. Modugno” vista aerea.



Il plesso scolastico che all’origine ospitava l’ex mattatoio comunale, risalente agli anni ’80, risulta caratterizzato da una modesta quantità di zone verdi tra cui un orto botanico inoltre troviamo nell’area di insidenza della fabbrica, aree destinate ad attività di tipo ginnico come da immagini sotto riportate.



**Aree verdi visione panoramica**



**Orto botanico**



**Pista di atletica**



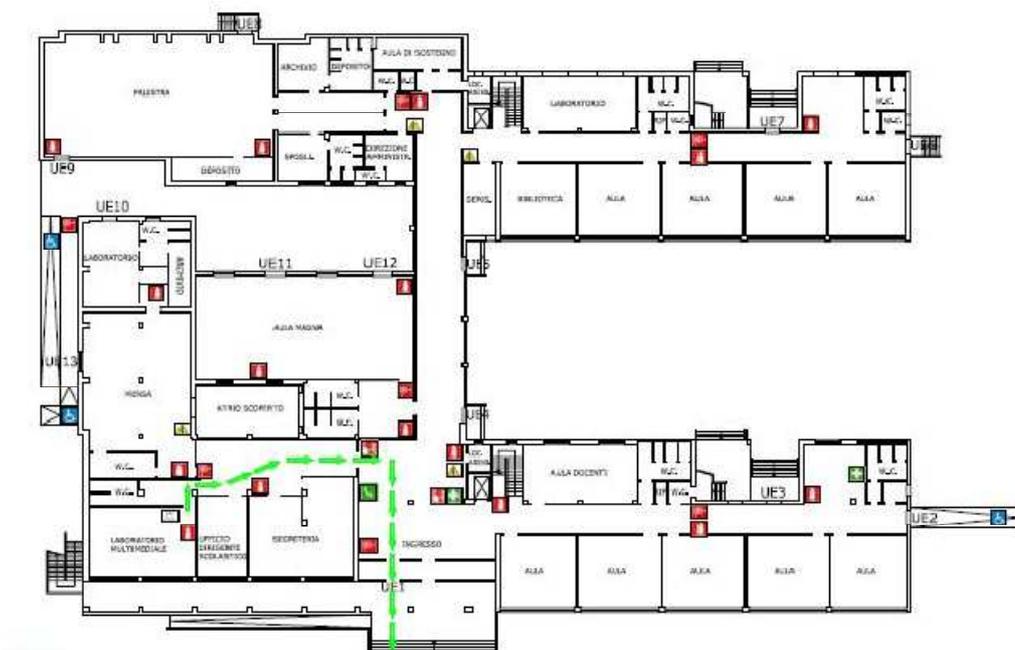
**Campo da basket**

Avendo preso visione dei luoghi si è passati a definire, in stretta collaborazione dell’ing. Riccardo Fusiello, il piano di indagine che ha riguardato tutte le porzioni prospettiche aggettanti sia sugli spazi verdi esterni sia su via Ofanto.

Il plesso oggetto di indagine è organizzato su due livelli ovvero un piano primo e un piano rialzato (imgg. 2), in quest’ultimo trovano ubicazione due grandi ambienti destinati ad auditorium nonché la maggior parte delle aule.

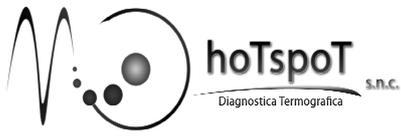


Il corpo di fabbrica, le cui murature perimetrali sono realizzate secondo gli schemi di una muratura a cassetta spessa circa 40 cm, è caratterizzato da un impianto planimetrico che in alcuni punti conosce rientranze ed estroflessioni.



**Img.2 Piano Rialzato**

Il piano di lavoro messo in pratica per lo screening energetico, in accordo con l' Ing. Riccardo Fusiello, ha visto dapprima misurare la trasmittanza per un tempo minimo di 72 ore come da normativa di riferimento sul paramento murario con esposizione Nord e poi si è passati alla caratterizzazione termografica del corpo di fabbrica al fine di evidenziare il comportamento termico degli elementi costituenti la fabbrica. Concludendo, l'indagine termografica ha visto sulla scorta di indicazioni e consultazioni tra la scrivente e il tecnico Ing. Riccardo Fusiello condurre le indagini



*Studio Tecnico*  
Ing. Riccardo Fusiello



DIAGNOSI ENERGETICA

V circolo didattico

**“Giovanni Modugno”**

COMUNE DI BARLETTA

sui prospetti caratterizzati dalla presenza di elementi portanti in c.a. e sui serramenti per evidenziarne particolari emergenze di natura energetica.



### 3. INDAGINE TERMOGRAFICA: PRINCIPI TEORICI

Le termocamere ad infrarossi non misurano il calore emesso dai corpi bensì osservano l'energia termica emessa che viene letta da particolari dispositivi, i quali elaborano l'intensità delle lunghezze d'onda IR proveniente dal corpo radiante, dandoci così il termogramma.

Poiché ogni oggetto ha le sue caratteristiche peculiari, di emissione i corpi vengono classificati dal punto di vista delle caratteristiche radianti in:

- Corpi neri  $\epsilon=1$
- Corpi grigi  $\epsilon < 1$
- Corpi reali  $\epsilon < 1$  ma variabile

Difatti nei diagrammi seguenti (fig. 1) sono riportate le emissività e le intensità delle radiazioni per i tre modelli di corpi adottati.

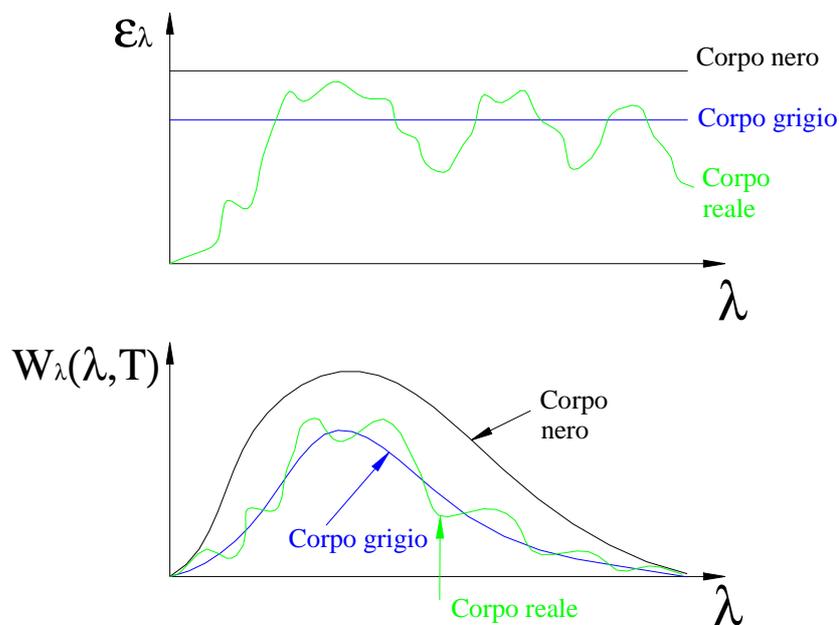


Fig. 1 Rappresentazione dell'emissività e dell'energia sotto dei tre corpi radianti presi in considerazione.



Dall'esame dei diagrammi si può osservare che il corpo reale emette una quantità di energia fortemente variabile con la lunghezza d'onda: si comporta come un *emettitore selettivo*. Anche l'emissività ha un andamento molto irregolare.

La misura dell'emissività dei corpi reali è in definitiva letta dalla termocamera la quale è tarata sull'emissività del corpo nero.

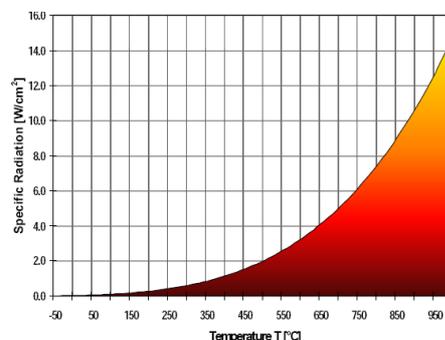
Nel caso particolare, come determinato sperimentalmente da Josef Stefan e verificato da Ludwig Boltzmann, *la quantità di energia emessa nell'unità di tempo dall'unità di superficie<sup>1</sup> risulta proporzionale alla quarta potenza della temperatura assoluta.*

$$\text{Ossia : } E = \epsilon \cdot \sigma \cdot T^4$$

Dove :

- E è la radiazione emessa  $W/m^2$
- $\epsilon$  è l'emissività ed è una proprietà tipica di ogni corpo per i corpi neri è uguale a 1 per i corpi grigi  $0 < \epsilon < 1$
- $\sigma$  chiamata costante di Stefan, assume il valore di  $5,68 \cdot 10^{-8} W/cm^2 \cdot K^4$  oppure  $J/(s \cdot cm^2 \cdot K^4)$
- T temperatura in gradi K

Come si vede la radiazione emessa varia con la quarta potenza in altri termini ciò significa che se la temperatura di un corpo raddoppia la radiazione emessa aumenta di sedici volte (figura 2).



<sup>1</sup> Questa grandezza energetica viene anche chiamata densità spettrale dell'unità di superficie o radiazione di cavità.



Un parametro assai importante che in sostanza ci consente di risolvere la relazione su descritta è l'emissività e che può assumere qualsiasi valore in base alle caratteristiche dell'emissività del corpo misurato. L'emissività  $\epsilon$  è definita come il rapporto tra l'energia emessa dall'oggetto di cui si vuole determinare l'emissività alla temperatura nota  $T$  e quella emessa dal corpo nero alla stessa temperatura

ovvero:

$$\epsilon = \frac{E_o(W)}{E_{c.n.}(W)}$$

dove  $E_o$  energia emessa dall'oggetto

$E_{c.n.}$  energia emessa dal corpo nero a quella temperatura

L'emissività è un numero puro e rappresenta una specie di “fattore di efficienza” del nostro radiatore termico infatti un corpo con  $\epsilon = 1$  ha una efficienza del 100% ovvero questo è il caso del corpo nero. In realtà non esistono corpi con tali caratteristiche, ma sono stati realizzati in laboratorio campioni aventi emissività molto vicini ad 1 e sono utilizzati per ricalibrare il sensore della termocamera.

Di contro un corpo con  $\epsilon = 0$  non emetterebbe alcuna radiazione. In realtà come nel caso precedente non esistono corpi con emissività esattamente 0, ma solo corpi con emissività molto bassa, come per esempio i metalli.

L'emissività è un parametro fondamentale in sedi di analisi quantitativa che ci permette di calcolare la temperatura dei corpi analizzati e dipende da alcuni fattori che hanno una importanza decrescente man mano che si passa dal:

- **Materiale:** è il parametro più importante in quanto ogni materiale è caratterizzato da una propria emissività. Difatti come precedentemente accennato e come ravvisabile in tabella 1 i metalli risultano essere caratterizzati da una  $\epsilon$  molto bassa



tanto è vero che tali materiali risultano avere un comportamento tale da viziare l'analisi in quanto danno vita a fenomeni di riflessione.

- Condizione della superficie: la condizione della superficie è un parametro determinante in quanto come si vede per i due tipi di rame evidenziati in tabella 1 e figura 5, l'emissività aumenta sensibilmente a seconda se si tratta di una superficie lucidata o ossidata in quanto come si vede dall'immagine vi è più superficie specifica radiante. I metalli non ossidati rappresentano un caso estremo di opacità quasi perfetta e di elevata riflettività speculare.

Per tanto da quanto si evince in questo punto effettuare dei termogrammi sui metalli in generale data la loro bassa emissività mal si prestano a questo tipo di analisi in quanto danno vita a fenomeni di riflessione che in alti termini viziano l'analisi dello scenario termico.

- La geometria è un parametro grazie alla quale si possono esaminare oggetti con emissività bassa in quanto, l'emissività data la geometria dell'oggetto tende ad aumentare. Difatti in una superficie concava la radiazione subisce diverse riflessioni senza essere dispersa, mentre in una superficie convessa la radiazione tende ad essere dispersa<sup>2</sup>.
- Angolazione: questo parametro interviene in misura limitata nel condizionare l'emissività in quanto occorre tener presente che l'intensità della radiazione infrarossa emessa da un oggetto tende ad aumentare man mano che la termocamera risulti essere normale alla superficie da investigare. Questo aspetto è comunque importante in quanto occorre tenere presente, specie per oggetti con

---

<sup>2</sup> Con questo parametro per esempio un oggetto in Cu lucidato caratterizzato da  $\epsilon = 0,01$  potrebbe essere esaminato appunto perché l'emissività data la geometria tende ad aumentare.



bassa emissività come i metalli, che la radiazione proveniente non è soltanto quella emessa dal corpo stesso. Infatti come da figura possiamo distinguere una radiazione emessa, trasmessa e riflessa ( figura 5).

Inoltre la somma totale tra i coefficienti di emissione  $\epsilon$ , riflessione  $\rho$  e trasmissione  $\tau$ , deve essere pari a 1 così come descritto dalla *legge di Kirchhoff* :

$$\epsilon + \rho + \tau = 1$$

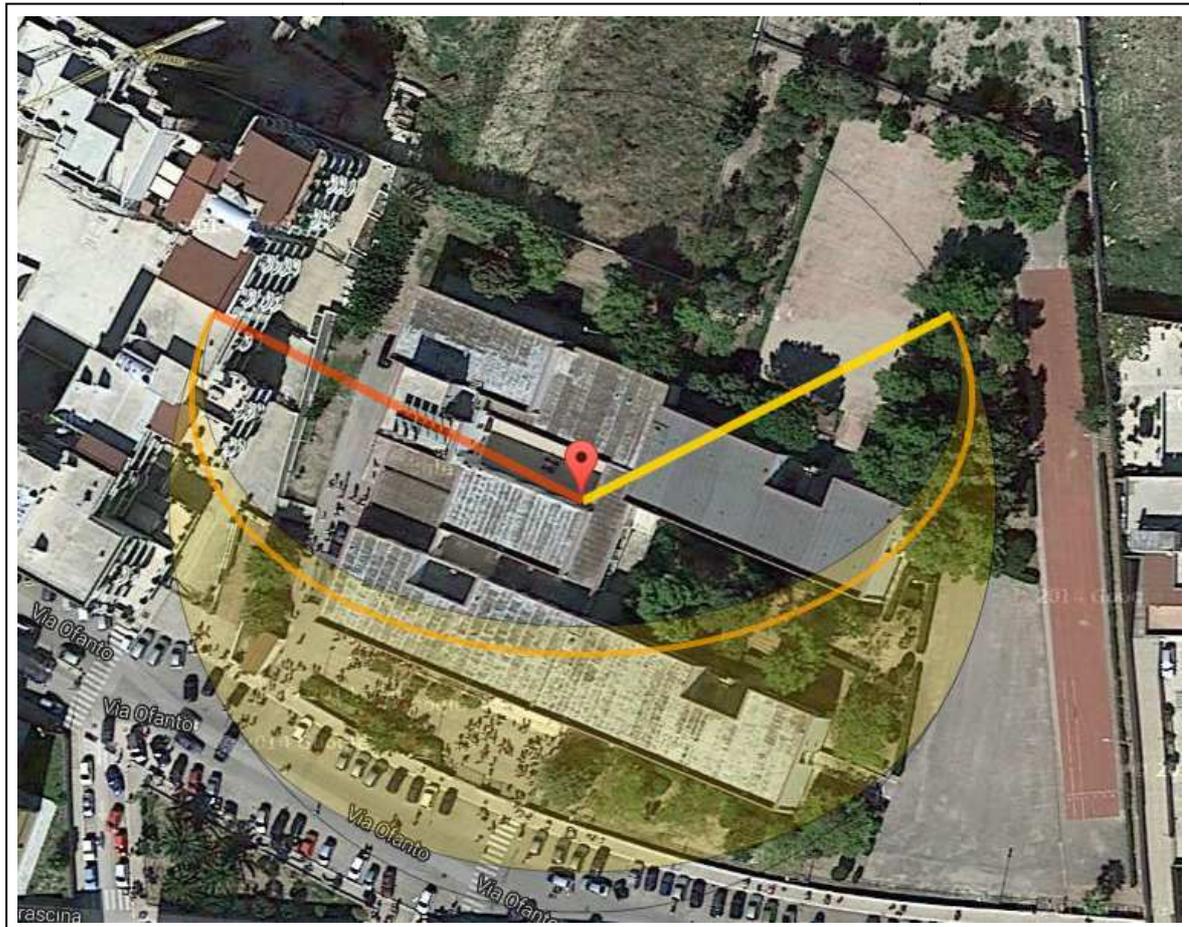
Quindi nel caso della maggior parte dei corpi investigati che sono opachi, ovvero non trasmette radiazioni,  $\tau = 0$  e  $\epsilon + \rho = 1$ . Il valore di  $\tau$  viene comunque registrato in quanto contenuto nel parametro  $\epsilon$  .

- Lunghezza d’onda e temperatura: sono dei parametri che se riferiti agli altri punti precedenti hanno un’incidenza minore nel far variare l’emissività. Per quanto concerne la lunghezza d’onda è riferita al fatto che variando la lunghezza d’onda di emissione l’emissività può cambiare di poco. Lo stesso dicasi della temperatura che non gioca un ruolo molto importante nel determinare il valore dell’emissività ma è importante nel definire l’intensità della radiazione IR.



#### 4 INDAGINE TERMOGRAFICA PIANO DI LAVORO

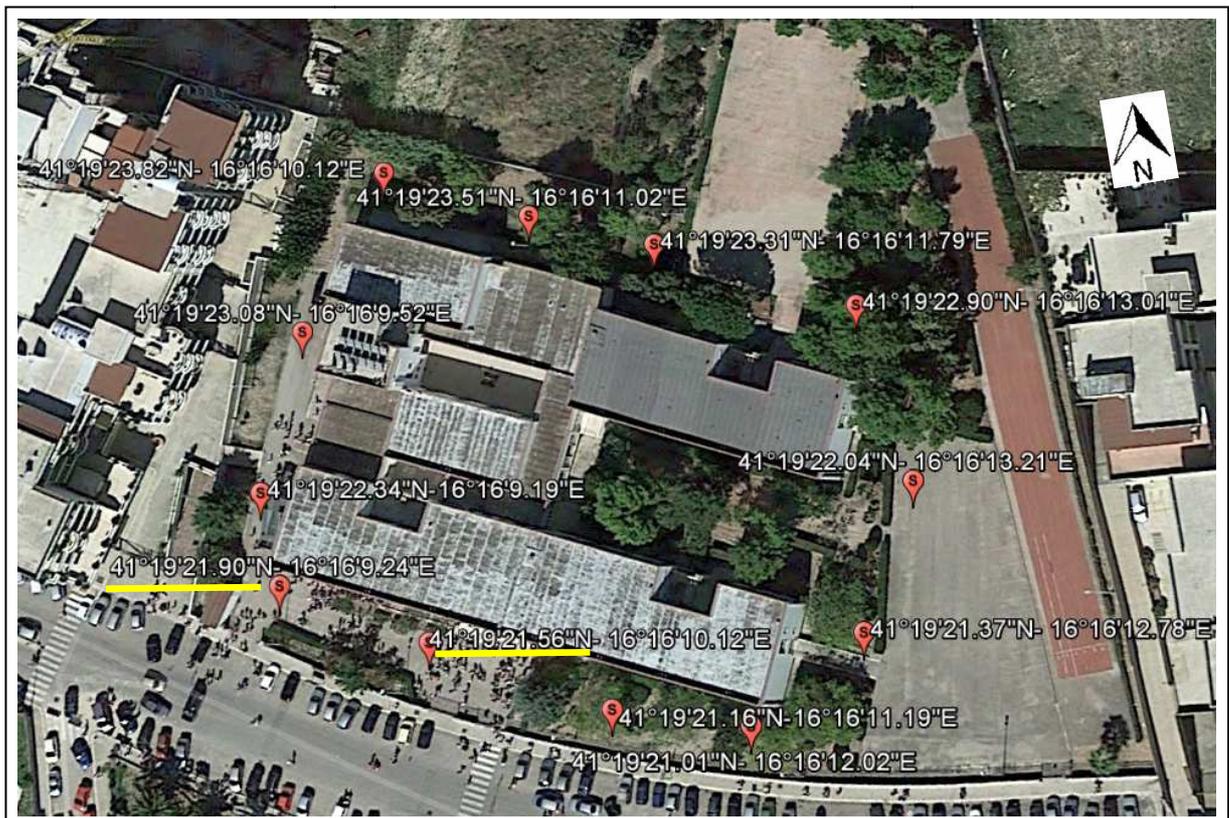
Il corpo di fabbrica, esaminato mediante lo studio termografico, ha visto l'acquisizione delle mappe in falsi colori in un periodo temporale in cui il transiente termico fosse ottimale. I dati termici sono stati acquisiti partendo dal lato Nord muovendosi verso quello Sud in modo tale da abbattere quanto più possibile l'effetto latente dell'irraggiamento solare che potrebbe dare vita a fenomeni di background. A tale proposito, si è preso in riferimento il moto solare in modo tale da evitare come sopra evidenziato effetti indesiderati durante l'indagine che possano influenzare l'interpretazione dei termogrammi.



Img. 1 Tragitto solare in funzione della fabbrica in rosso.



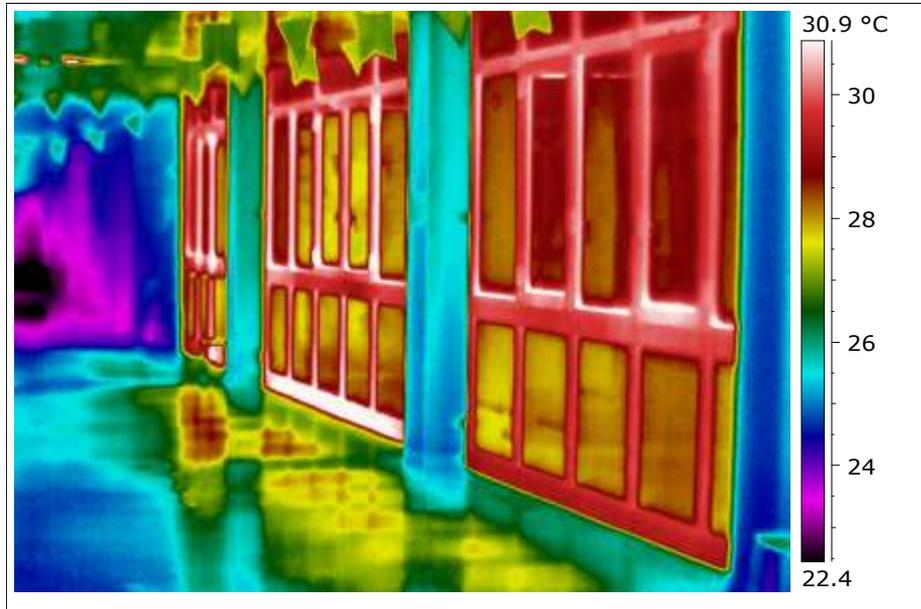
Da quanto sopra evidenziato, si sono estrapolate le coordinate GPS da ciascuno dei termogrammi le quali hanno consentito di individuare dei punti di stazione (S). I punti di stazione (S) della strumentazione sono stati scelti anche in funzione della qualità e oggetti da esaminare in modo tale da non creare perdite di informazioni dovute all'ingrandimento dei pixel con la distanza dell'IFOV. Pertanto i punti di stazione sono rappresentati nell'immagine 1 e si è partiti dal punto di stazione  $41^{\circ} 19' 21.56''$  N e ci si è mossi verso la stazione  $41^{\circ} 19'.21\ 90''$  N.



**Img.1** Nell'immagine sono evidenziati gli angoli di ripresa dei termogrammi con S è indicato il punto di stazione della strumentazione termografica.



## 5 TERMOGRAMMI INTERNO



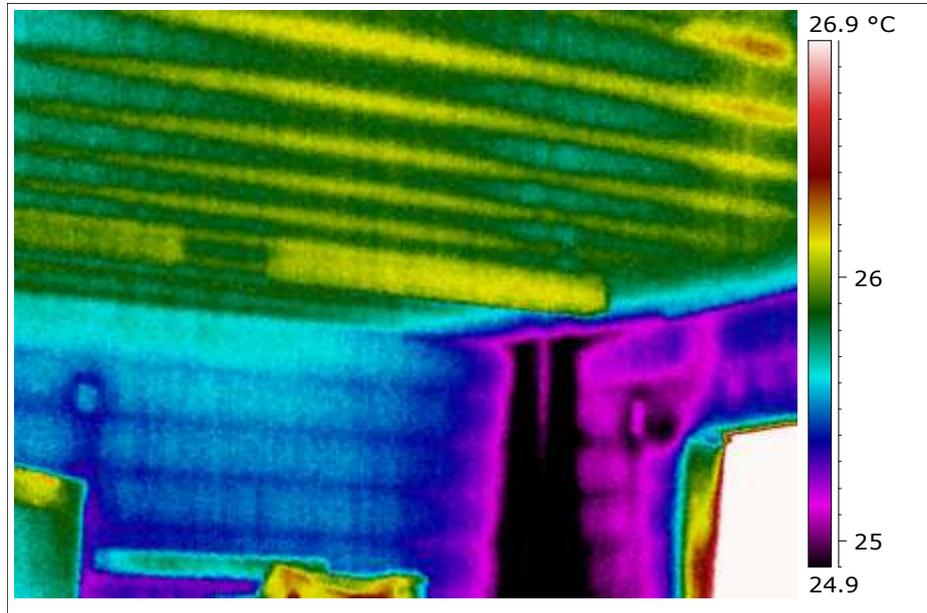
**IR 1**



**VIS 1**

### **DESCRIZIONE**

L'immagine termica si caratterizza per l'infisso che appare a temperatura piuttosto elevata. Questo dato si allinea con le temperature esterne le quali tendono con ciclicità stagionale a non isolare gli ambienti interni della fabbrica, in questo caso il grande corridoio che mette in comunicazione le aule a piano terra.



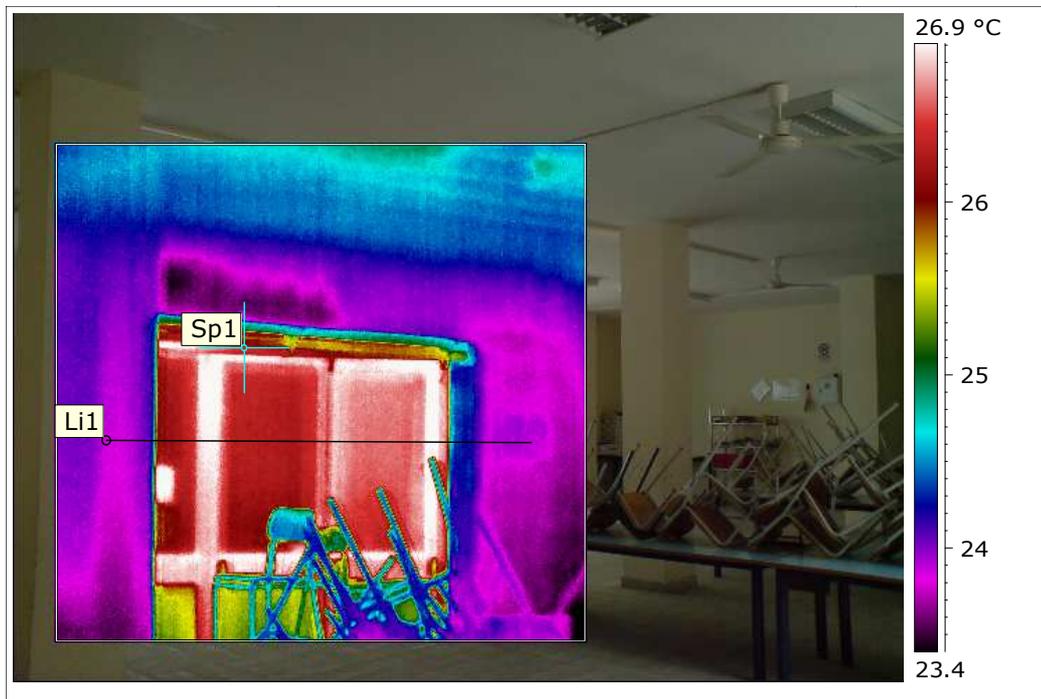
**IR 2**



**VIS 2**

### DESCRIZIONE

Il termogramma mostra delle anomalie termiche che tendono a fare esaltare la diversa inerzia termica dei materiali che compongono la fabbrica. Difatti si possono ben distinguere l'orditura del solaio del lastrico solare e inoltre la tessitura del paramento murario. Infine il termogramma mette in evidenza la scarsa coibenza termica dell'infisso e la presenza di un ponte termico nell'angolo.



**IR 3 modalità picture in picture VIS 3**



**Grafico 1.** Profilo termico lungo la direttrice Li 1 di IR 3.

### DESCRIZIONE

Dal termogramma e dal relativo grafico 1 si denota come l'infisso tende ad offrire una resistenza termica molto bassa nei confronti della temperatura esterna. Quanto detto lascia presupporre ad effetti di deficit energetico in corrispondenza di tale zone e degli infissi in generale.



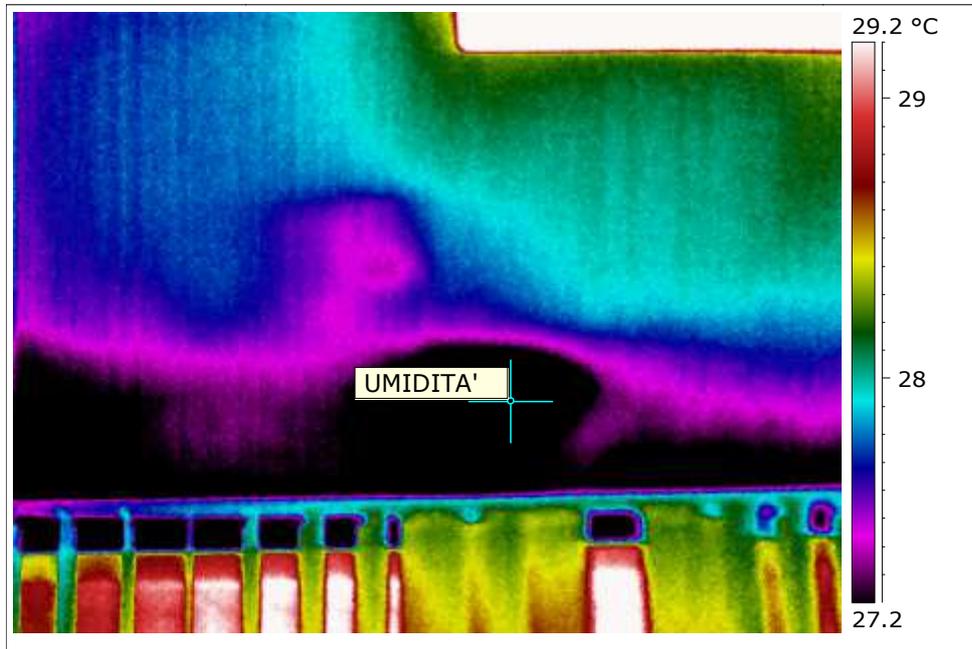
IR 4



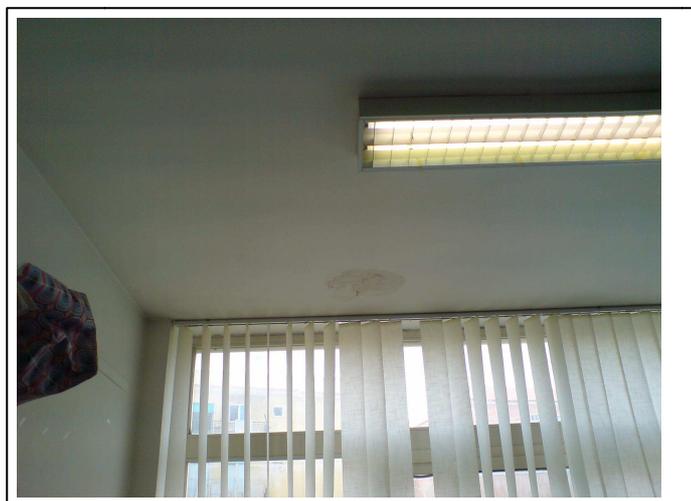
VIS 4

## DESCRIZIONE

L'immagine in falsi colori mostra anche se pur di lieve entità gli effetti di un vizio che caratterizza il lastrico solare che comprende il corridoio ove è posizionato l'ingresso dell'ufficio del dirigente. Tuttavia se lo stato imbibito dei materiali al momento dell'indagine risulta di lieve entità, la foto in luce diffusa denota un lieve decorticamento superficiale della finitura pittorica.



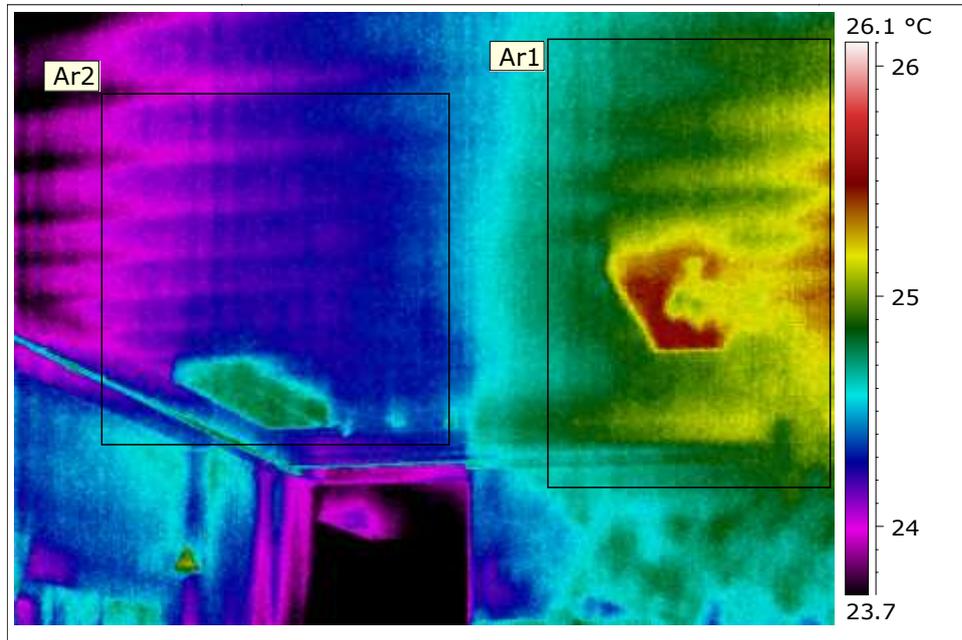
IR 5



VIS 5

### DESCRIZIONE

Il termogramma si caratterizza per la presenza di una anomalia termica riscontrata in una aula predisposta al piano primo. Quanto detto trova conferma nella tipica alterazione cromatica che si verifica nelle zone affette da umidità



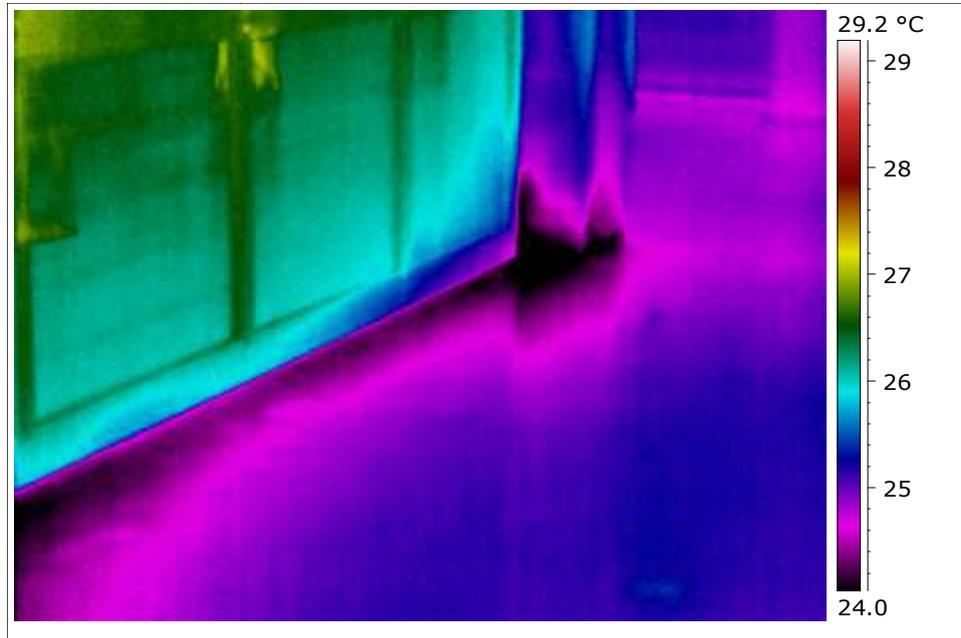
**IR 6**



**VIS 6**

### **DESCRIZIONE**

L'immagine termica ci restituisce uno scenario in cui il lastrico solare date le grandezze termodinamiche in gioco, risulta essere poco efficace alla gestione delle temperature esterne e/o interne, difatti il rettangolo AR 1 risulta mediamente più caldo rispetto ad AR 2 in quanto la zona del primo rettangolo, risulta a diretto contatto con l'irraggiamento solare senza che nessuna sovrastruttura come in AR 2.



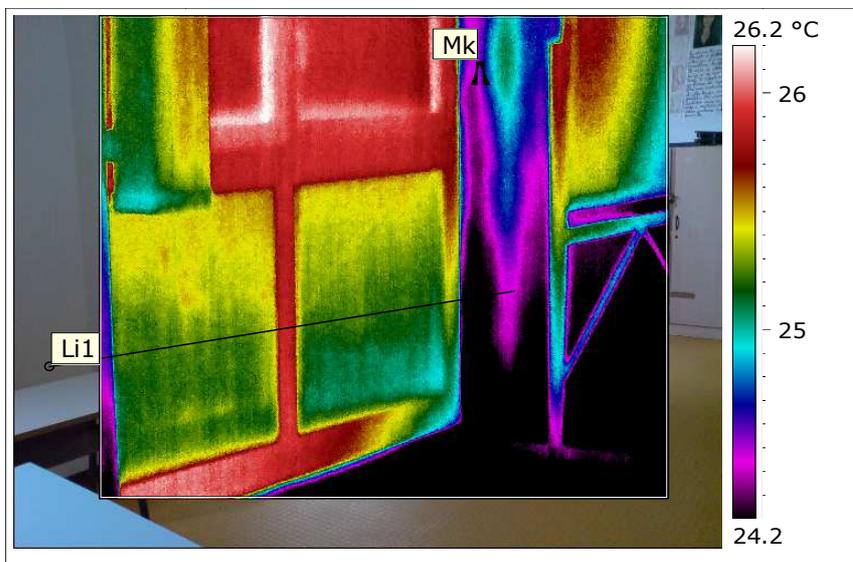
**IR 7**



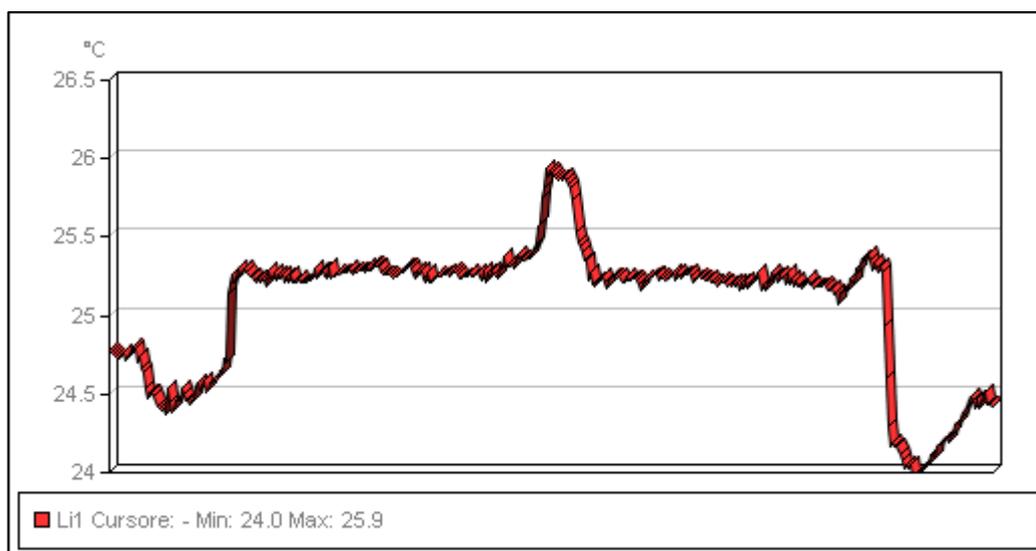
**VIS 7**

### **DESCRIZIONE**

Il termogramma prende in considerazione un infisso predisposto con orientazione nord-ovest. Il segnale termico determina un forte raffreddamento nella porzione perimetrale. Tale segnale termico di rilevanza diagnostica denota la poca efficienza energetica dell'apertura finestrata la quale è caratterizzata da una tecnologia coeva all'anno di costruzione della fabbrica.



**IR 7 modalità picture in picture con VIS 7**



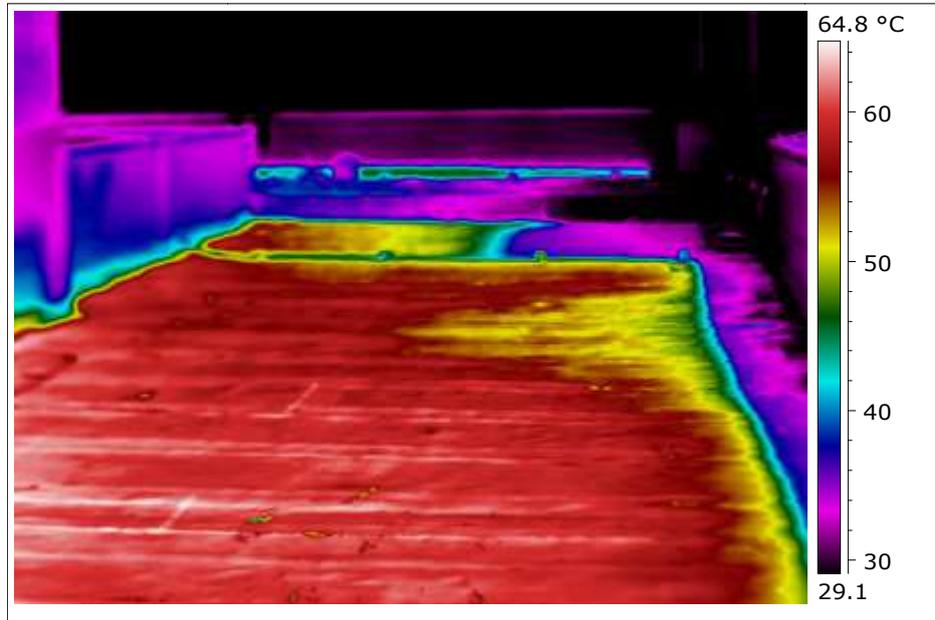
**Grafico 2.** Profilo termico lungo la direttrice Li 1 di IR 7.

**DESCRIZIONE**

IL termogramma in fase di studio è stato gestito in modo tale da restituire segnali significativi circa la dispersione energetica che avviene a livello dell'infisso. Quanto detto risulta riscontrabile dal profilo termico realizzato sul grafico 2 il quale date le temperature esterne fa registrare un aumento delle temperature in prossimità della finestra. Pertanto possiamo stabilire come il sistema infisso risulta fuori dagli standards energetici attualmente emanati



## 6 TERMOGRAMMI TETTO E ATRIO



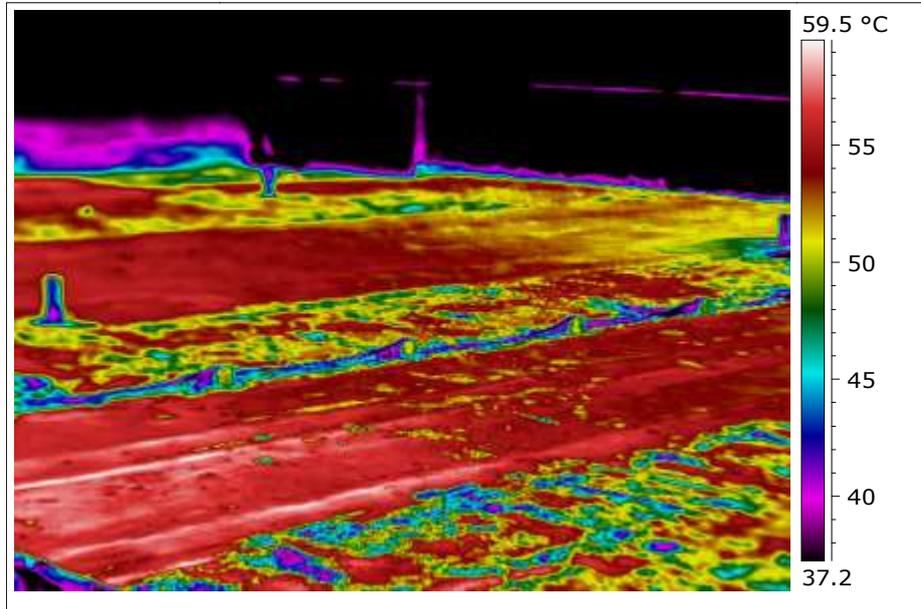
IR 1



VIS 1

### DESCRIZIONE

Il termogramma grazie alla pellette laterale che correla la scala cromatica alle temperature, ci restituisce uno scenario termico dominato dalle alte temperature. Questo aspetto tende a far percepire un'azione di efficienza energetica rivolta anche verso le alte temperature che tendono ad essere raggiunte nei mesi più caldi.



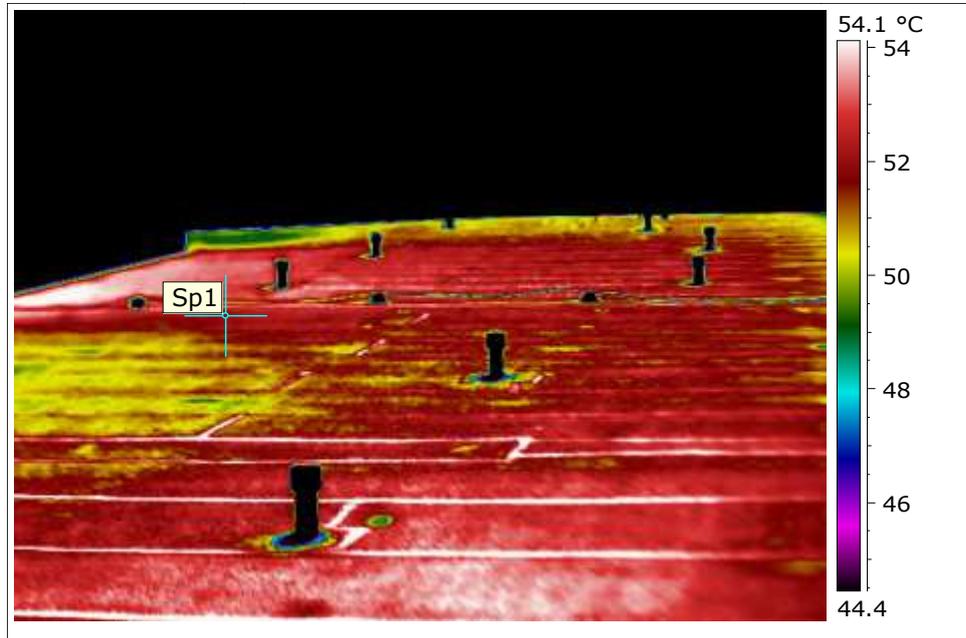
**IR 2**



**VIS 2**

### DESCRIZIONE

Il reperto termico mette in luce la presenza di una piastra radiante che tende a caricarsi sotto l'azione dell'irraggiamento solare. Questo aspetto a fronte delle tecnologie coeve all'anno di fabbrica dell'ex mattatoio, tende a far ben comprendere la necessità di realizzare un sistema che esalti al max. lo smorzamento termico.



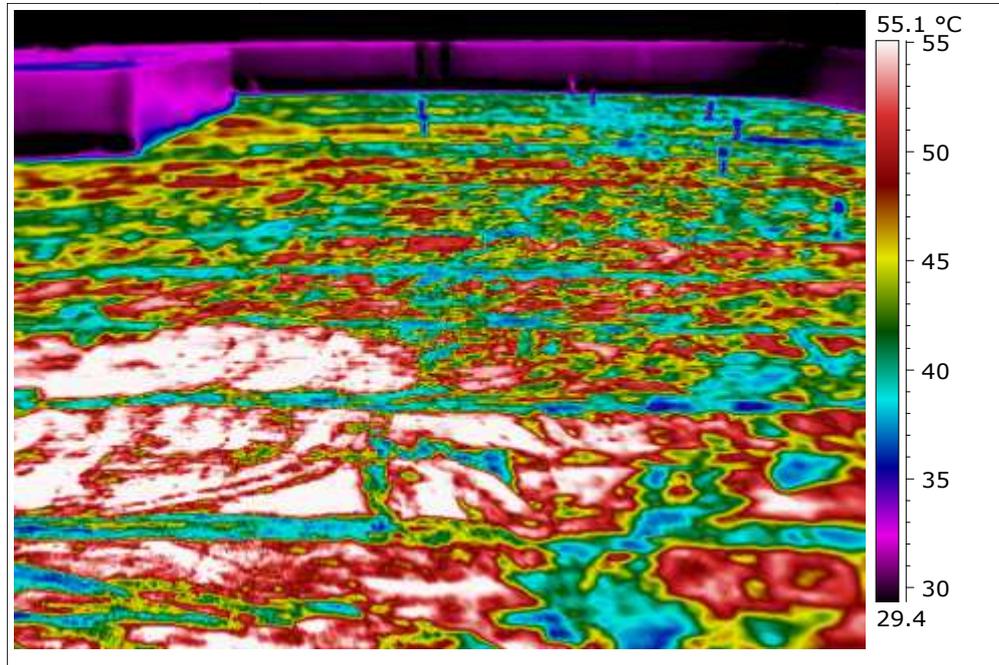
**IR 3**



**VIS 3**

### DESCRIZIONE

Il termogramma si allinea con i risultati precedenti facendo pertanto rinvenire una situazione termica di emergenza di benessere ambientale interno che andrebbe corretta con un congruo sistema di isolamento.



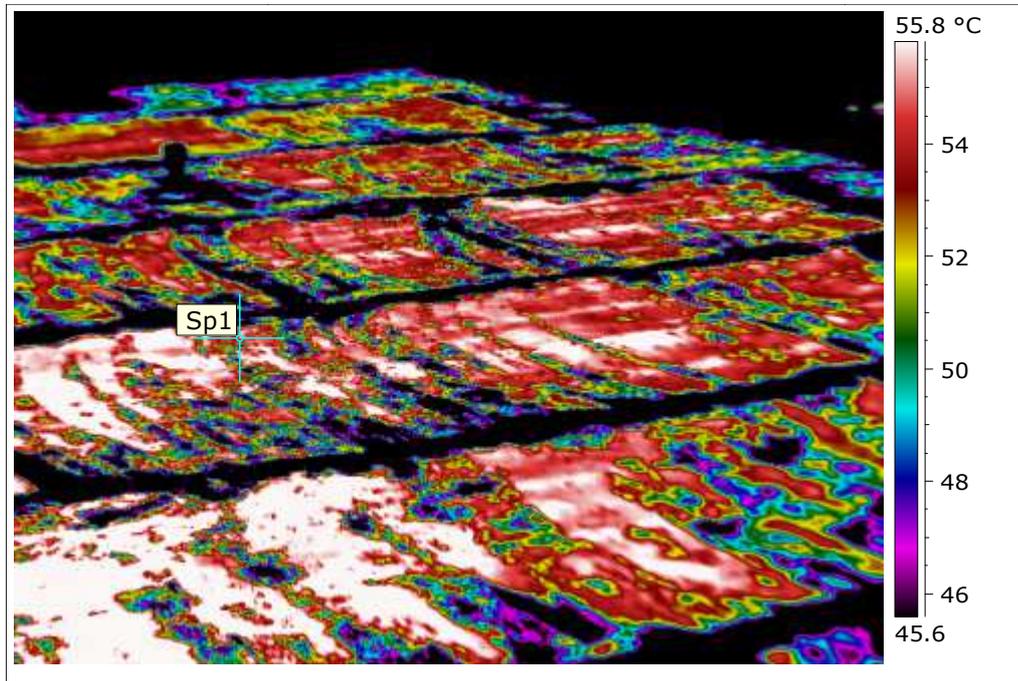
**IR 4**



**VIS 4**

### **DESCRIZIONE**

L'immagine termica si presenta con anomalie che tendono a svilupparsi con origine puntuale e a macchia di leopardo quanto detto tende a sollevare problematiche sia di natura energetica sia a porre l'accento su eventuali camere d'aria presenti tra il massetto e la guaina termosaldata.



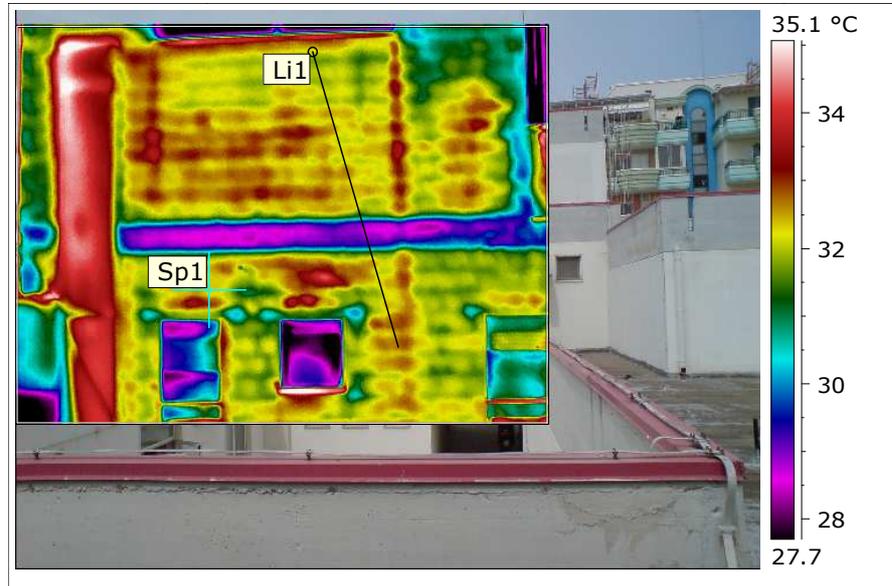
IR 5



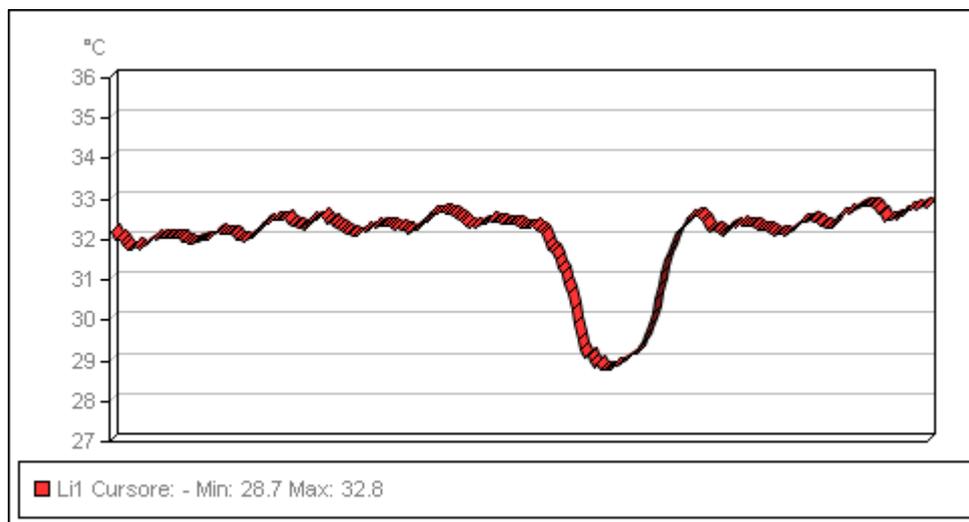
VIS 5

### DESCRIZIONE

L'immagine termica si caratterizza per i valori di temperatura elevata, inoltre si noti come la variazione cromatica verso i colori scuri derivanti da depositi superficiali tende a fare raggiungere valori termici di qualche grado superiore rispetto a zone scevre di tale deposito.



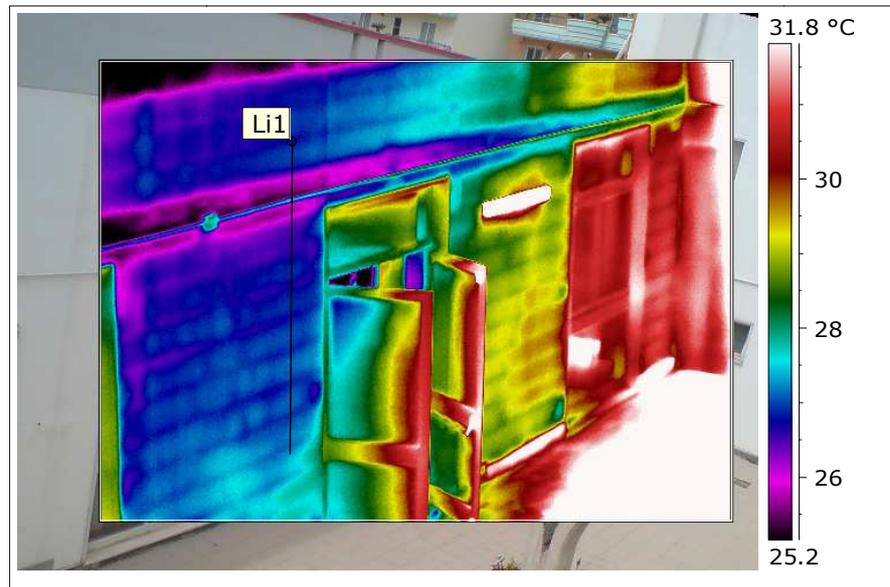
**IR 6 modalità picture in picture con VIS 6**



**Grafico 1.** Profilo termico lungo la direttrice Li 1 di IR 6.

### DESCRIZIONE

L'immagine termica si riferisce ad una porzione prospettica della fabbrica aggettante nell'atrio. Come si nota il termogramma è caratterizzato da anomalie termiche che denotano una sostanziale discrepanza tra le diverse grandezze termodinamiche che caratterizzano il telaio portante più freddo e i conci murari che costituiscono la tessitura muraria del paramento.



IR 7 modalità picture in picture con VIS 7

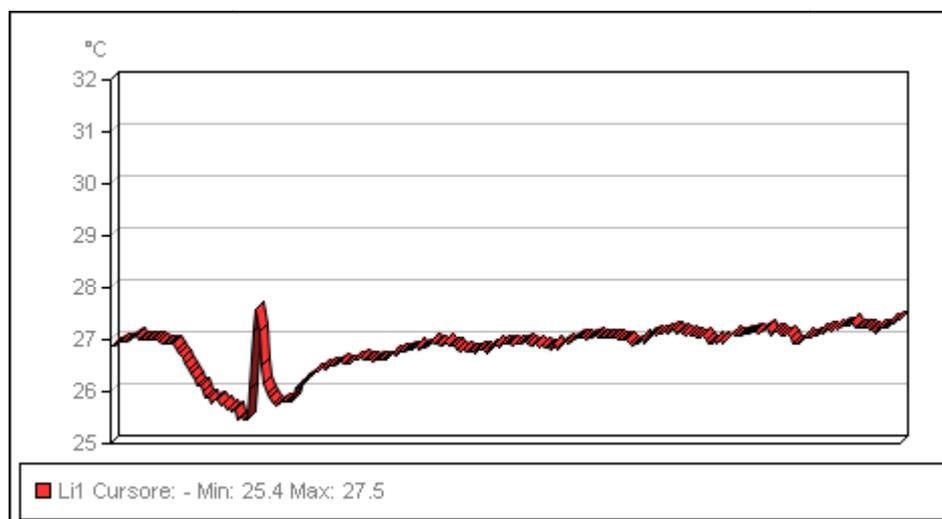
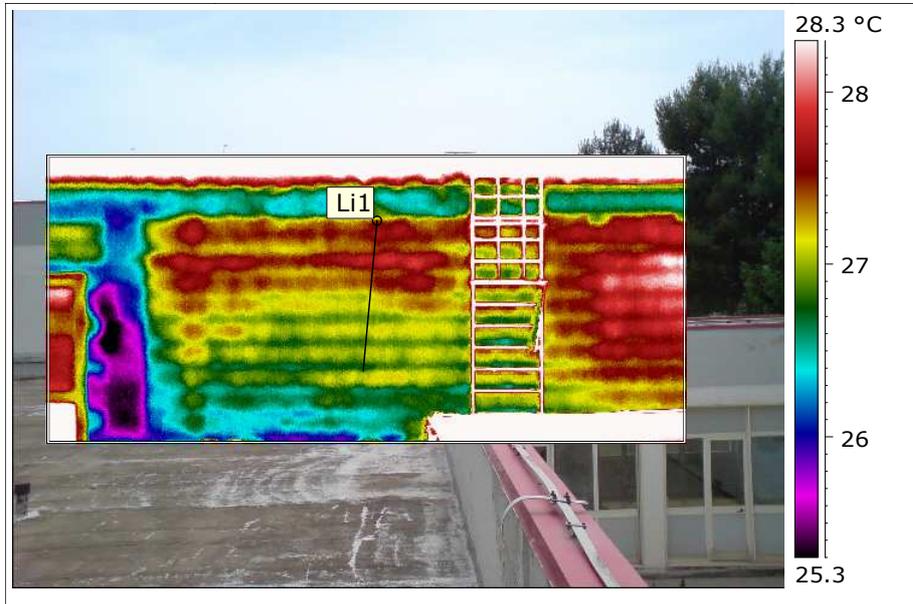


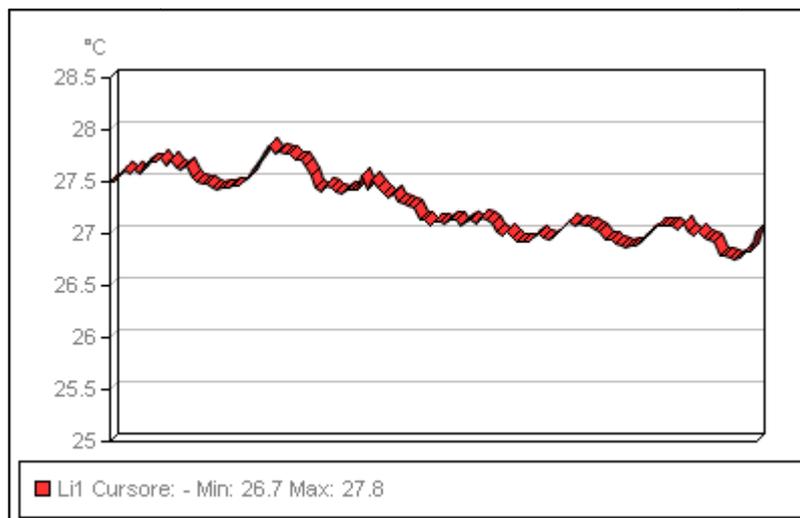
Grafico 2. Profilo termico lungo la direttrice Li 1 di IR 7.

### DESCRIZIONE

Dal termogramma e ancor più dal grafico 2 si evince la forte zonizzazione termica tra le anomalie termiche dell'elemento orizzontale riferito al solaio e la muratura di compagno. Quest' ultima tende a creare delle cuspidi sul profilo termico in cui la valle tra due successive corrisponde alla malta di allettamento che gioca nei mesi invernali un ruolo da ponte termico.



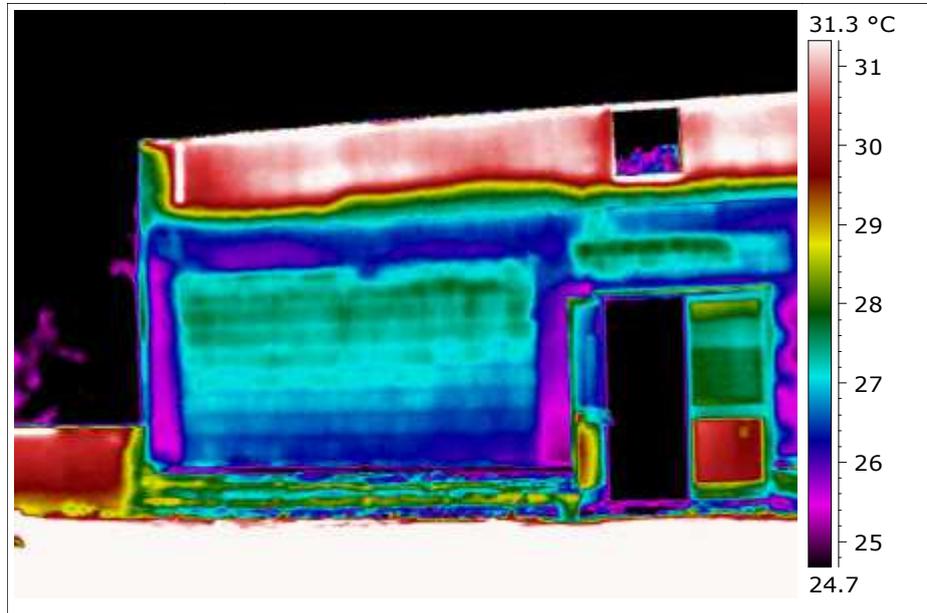
**IR 8**



**Grafico 2.** Profilo termico lungo la direttrice Li 1 di IR 7.

**DESCRIZIONE**

I dati presenti nel termogramma si allineano con quelli contenuti nel precedente reperto termico. Difatti anche qui è possibile identificare una eterogeneità di grandezze termodinamiche che determinano la presenza di anomalie termica di rilevanza diagnostica che andrebbero omogeneizzate con un intervento di efficienza energetica.



IR 8



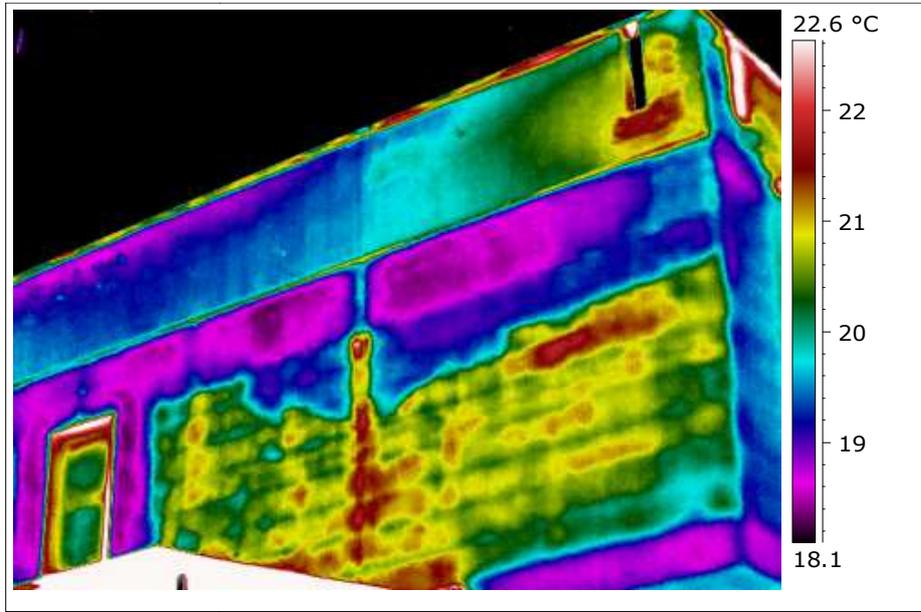
VIS 8

### DESCRIZIONE

Il termogramma evidenzia la presenza del telaio portante che in funzione del periodo di indagine si caratterizza rispetto al paramento murario e viceversa con conducibilità termiche e resistenze termiche differenti.



## 7. TERMOGRAMMI PROSPETTO NORD



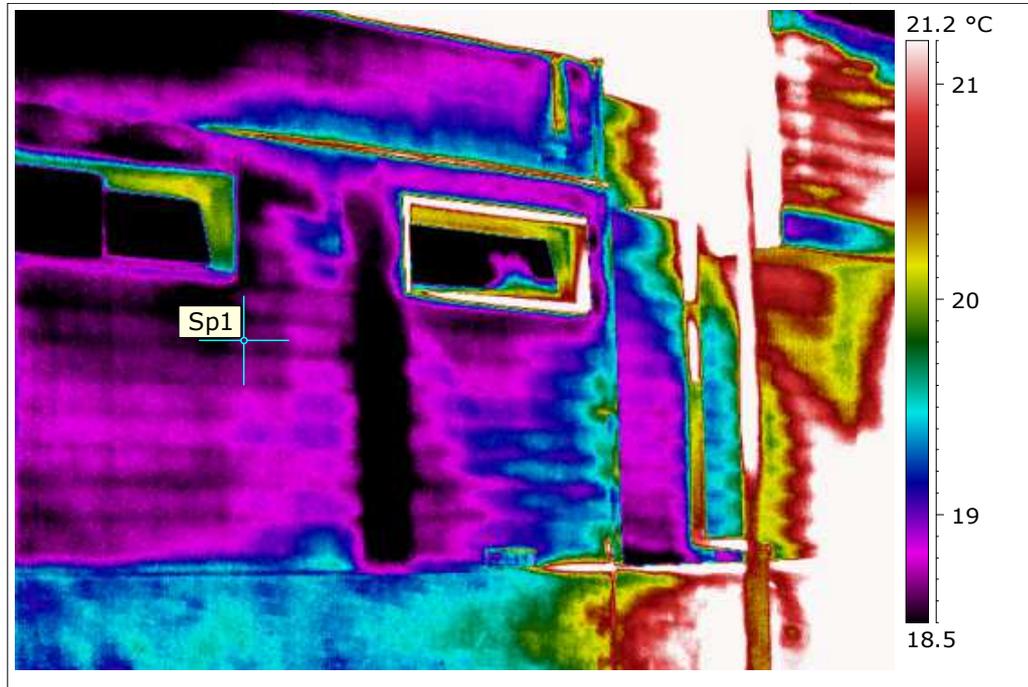
IR 1



VIS 1

### DESCRIZIONE

Il termogramma si caratterizza per segnali termici di rilevanza diagnostica riferiti al telaio portante e alla muratura di tompagno. Tali elementi sono caratterizzati da effetti termici disomogenei.



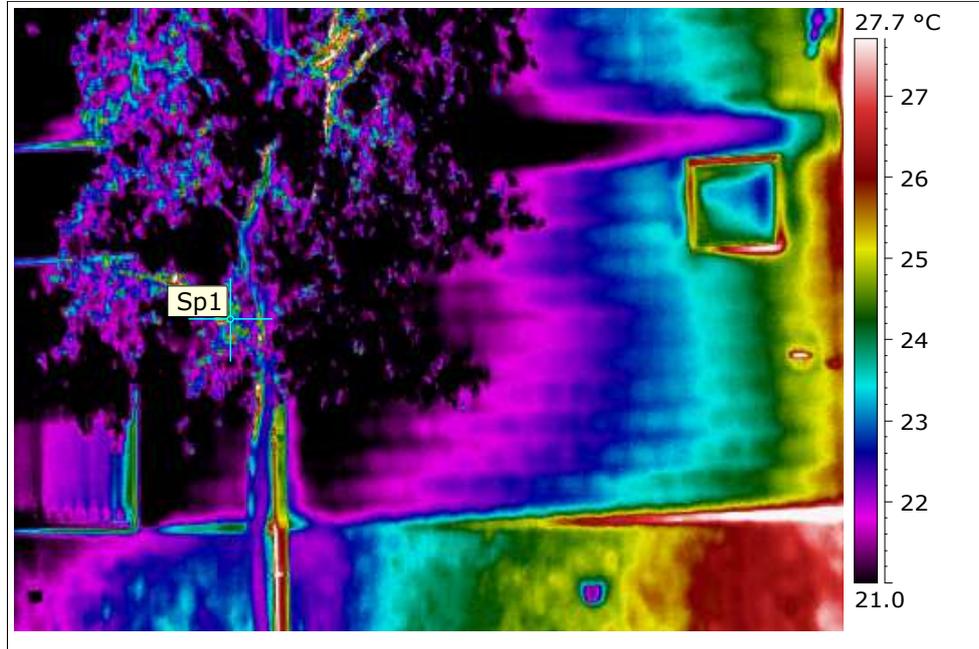
IR 2



VIS 2

### DESCRIZIONE

La mappa in falsi colori si caratterizza per i segnali termici riferiti sia al telaio portante sia alla muratura di compagno. Aspetto determinante del termogramma è l'effetto dell'ombreggiamento solare determinato dalle specie arboree che tende ad alterare il comportamento termico della muratura e degli elementi in c.a.



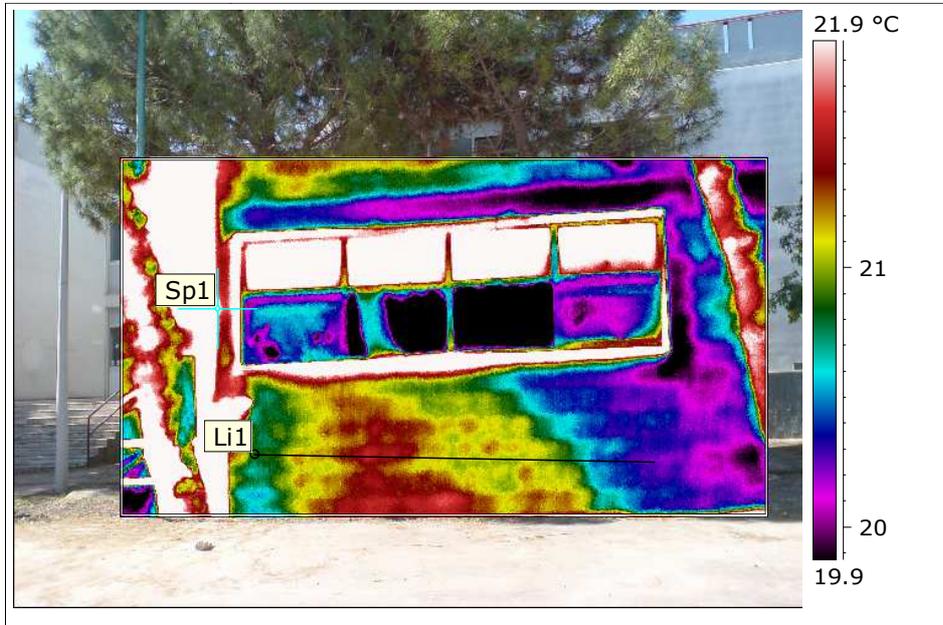
IR 3



VIS 3

### DESCRIZIONE

La mappa in falsi colori tende a riflettere dei segnali termici in funzione dell'esposizione solare, tuttavia si può apprezzare il diverso comportamento tra il telaio portante, la malta di allettamento e dei conci murari che costituiscono il tompagno



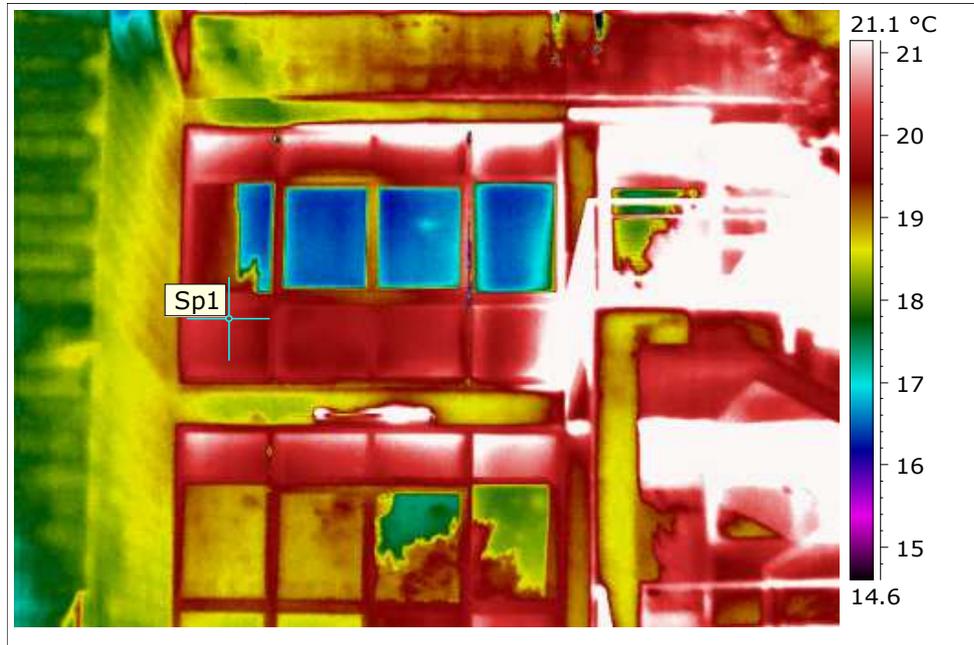
IR 4 modalità picture in picture con VIS 4



Grafico 1. Profilo termico lungo la direttrice Li 1 di IR 4

### DESCRIZIONE

Il termogramma è stato studiato grazie all’ausilio del profilo termico il quale si caratterizza per l’andamento a “dente di sega”, ovvero tende a restituire un grafico caratterizzato da diverse temperature che si realizzano sullo stesso paramento murario, inoltre effetti disperdenti si realizzano a ridosso dell’infisso.



IR 5



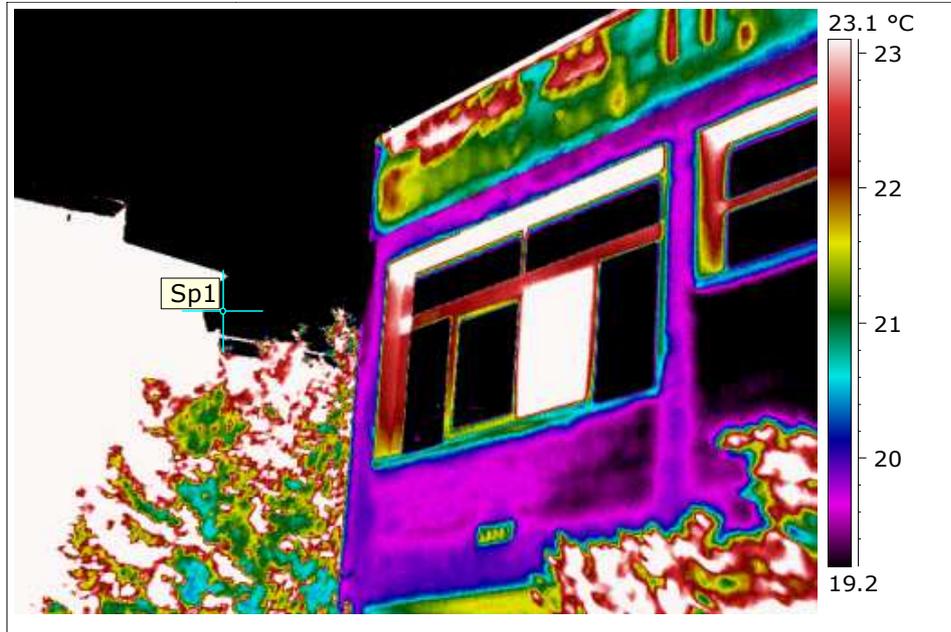
VIS 6

## DESCRIZIONE

IL termogramma mostra gli effetti di dispersione termica che si realizzano a ridosso della facciata continua. Le anomalie termiche comprovano gli effetti disperdenti che si realizzano attraverso gli infissi dell'ex mattatoio.



## 8. TERMOGRAMMI PROSPETTO SUD



IR 1



VIS 1



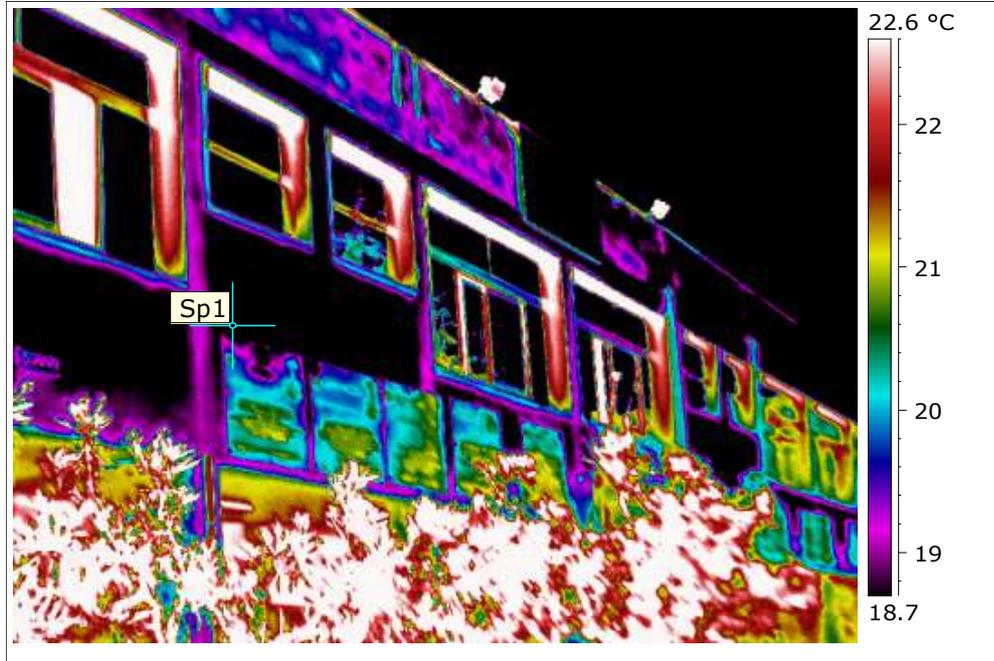
IR 2



VIS 2

### DESCRIZIONE IR 1-IR 2

Le immagini termiche prendono in considerazione la porzione prospettica aggettante su via Ofanto. I segnali termici tendono a riflettere come le diverse grandezze termodinamiche mettono a nudo sia il comportamento termico del telaio portante, sia del tompagno stesso.



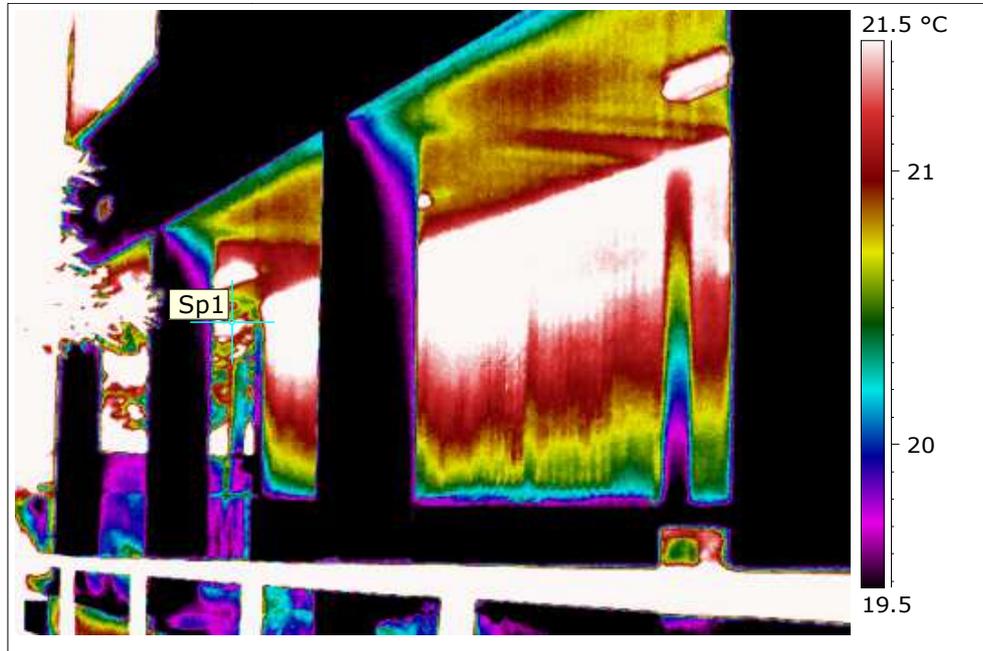
IR 3



VIS 3

### DESCRIZIONE IR 3

I segnali termici mostrano l'effetto delle diverse conducibilità termiche tra la malta di allettamento, del telaio portante e dei diversi conci che determinano la tessitura del tomagno. Quanto detto denota una situazione di emergenza dal punto di vista dell'efficiamento energetico.



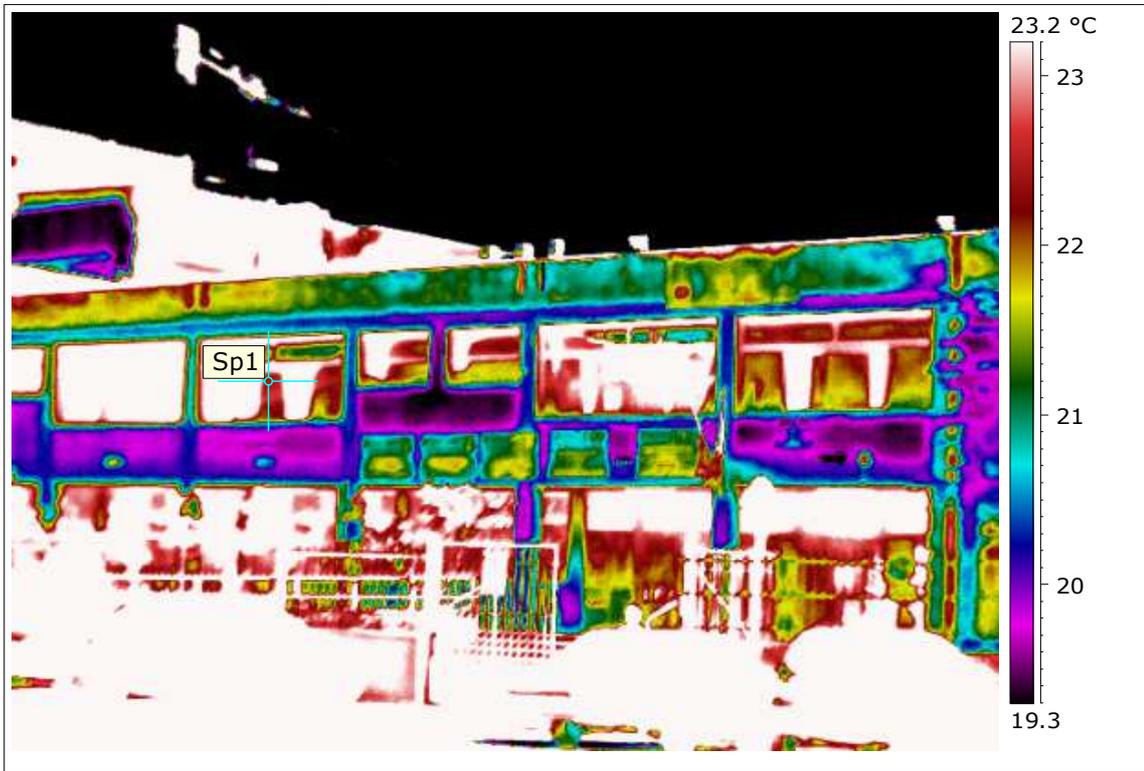
IR 4



VIS 4

### DESCRIZIONE

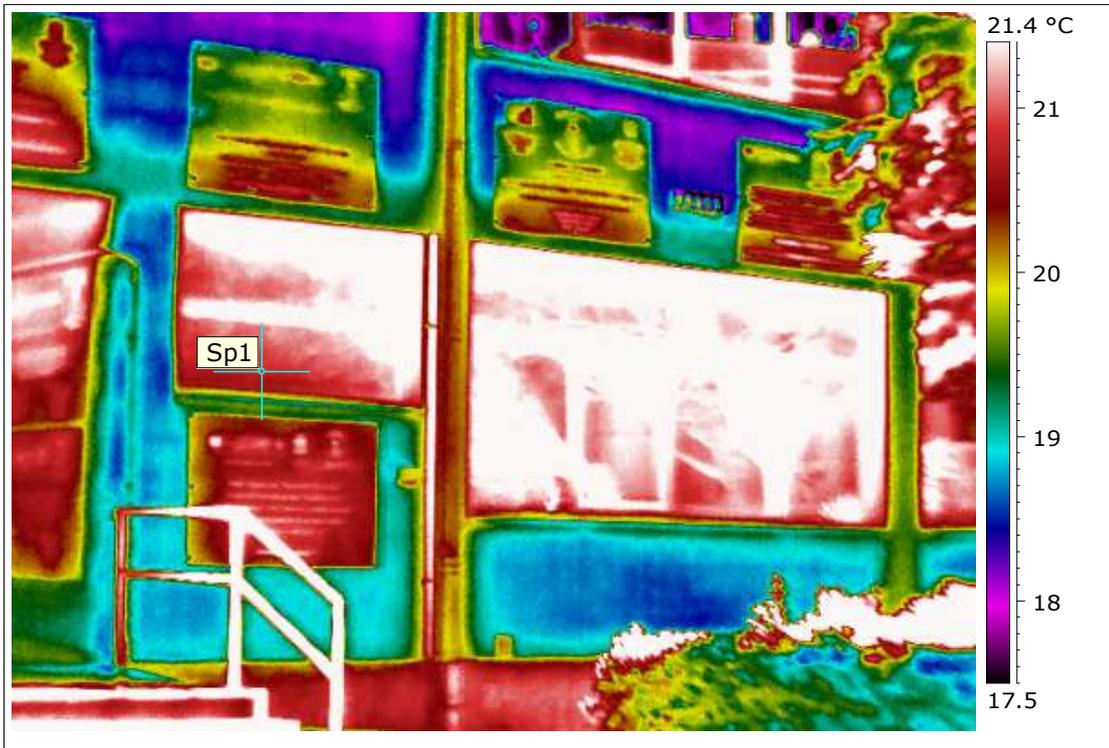
Il termogramma mostra le azioni disperdenti che vengono compiute in prossimità della facciata continua in cui si registrano temperature molto elevate.



IR 5



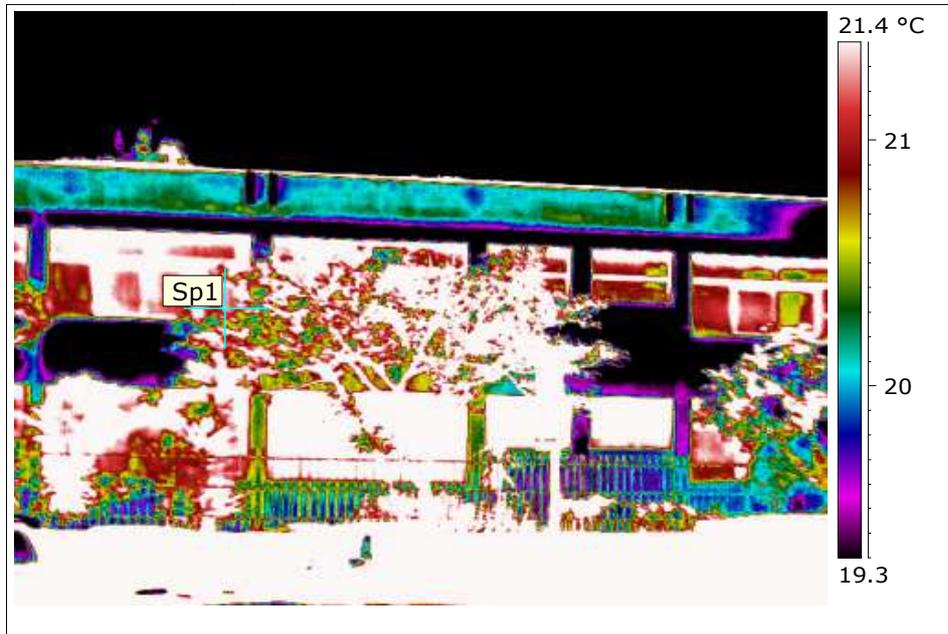
VIS 5



IR 6



VIS 6



IR 7



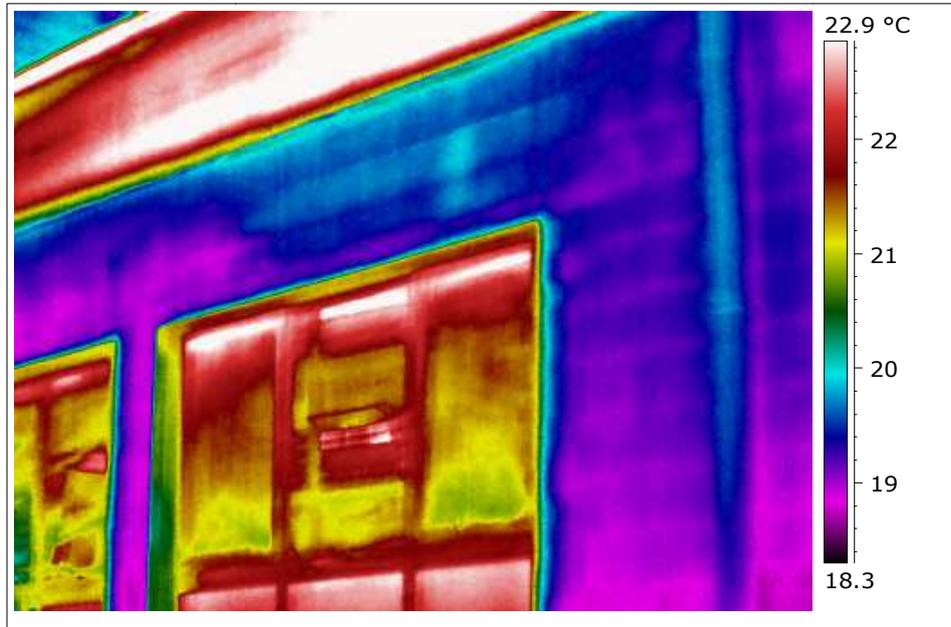
VIS 7

#### DESCRIZIONE IR 5 -IR6-IR 7

Il termogramma evidenzia in maniera panoramica quanto detto in precedenza ovvero come le diverse grandezze termodinamiche tra gli elementi in murature e del sottopavimento stesso costituiscono una situazione di emergenza energetica che deve essere corretta.



## 9. TERMOGRAMMI PROSPETTO OVEST



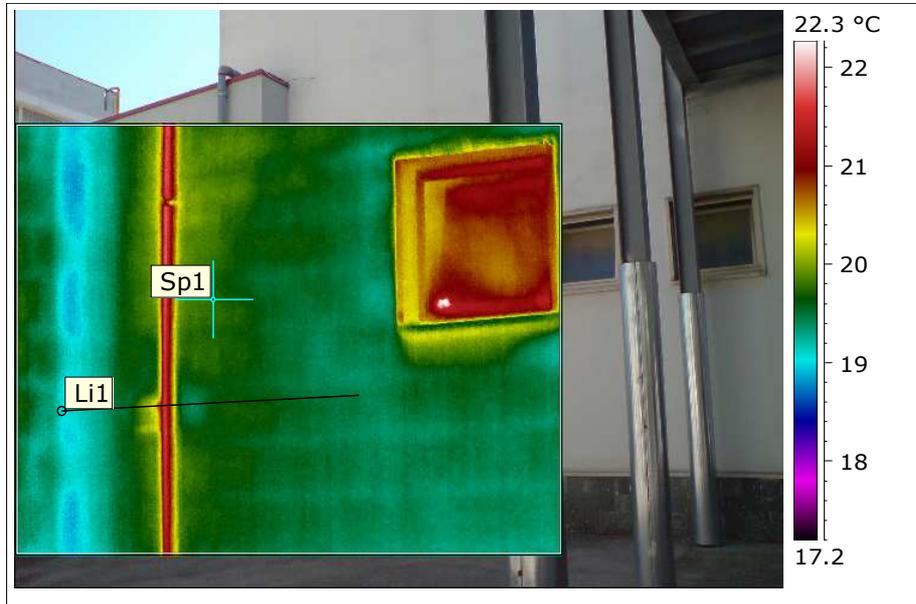
IR 1



VIS 1

### DESCRIZIONE

L'immagine termica mostra delle anomalie termiche riferite al telaio della finestra e alla muratura diOMPAGNO. I segnali termici in corrispondenza della vetrata mettono l'accento su effetti disperdenti che avvengono in corrispondenza dell'infisso.



IR 2 modalità picture in picture con VIS 2

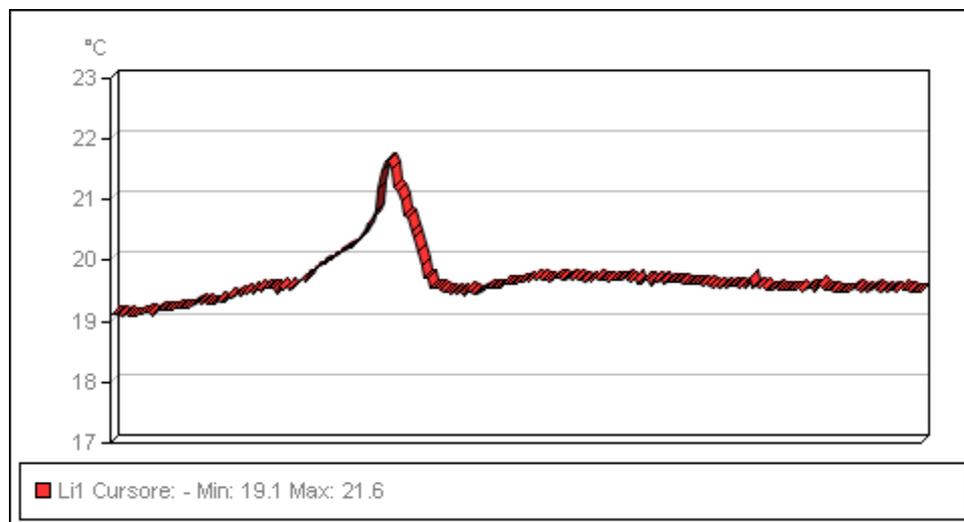
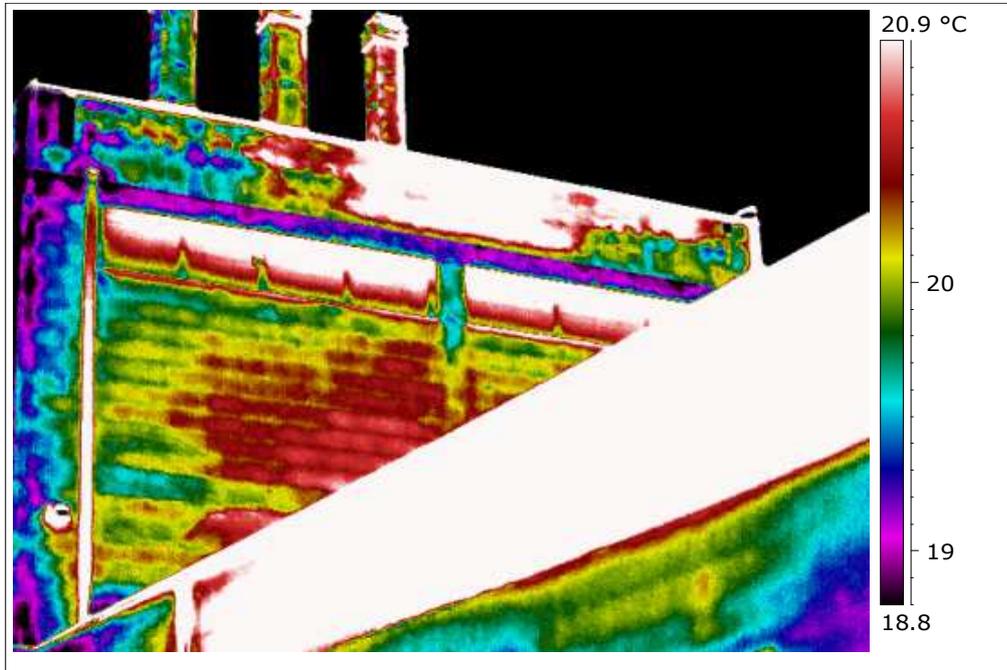


Grafico 1. Profilo termico lungo la direttrice Li 1 di IR 2

## DESCRIZIONE

Il termogramma tende a confermare le anomalie termiche presenti a ridosso del telaio o dell'infisso della finestra che all'infrarosso tende a recere i segnali notevoli tipici degli effetti disperdenti.

IL grafico ottenuto evidenzia come il pilastro presente come una anomalia più fredda tende a essere ad una temperatura inferiore rispetto alla restante muratura.



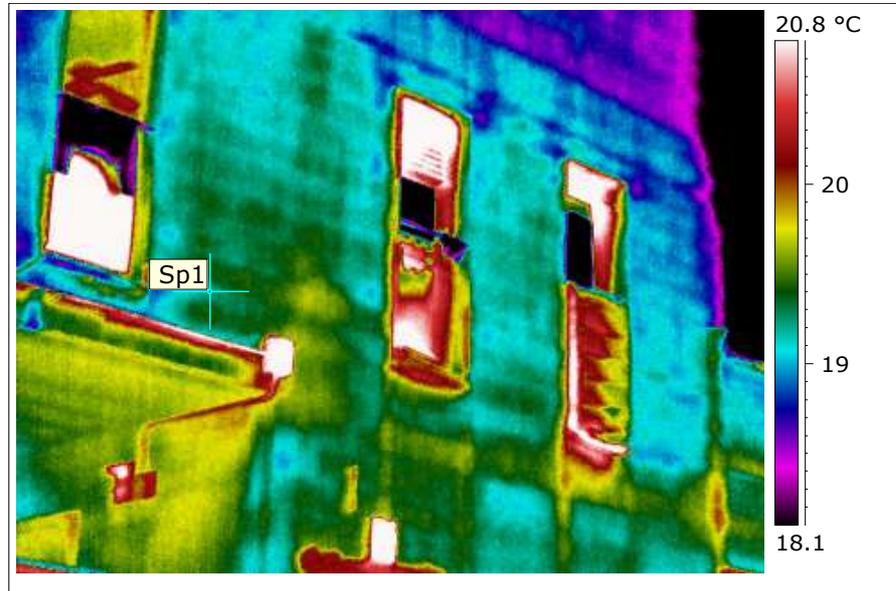
IR 3



VIS 3

### DESCRIZIONE

La diversa inerzia termica dei materiali evidenzia sia il telaio portante il quale è ad una temperatura più fredda rispetto alle restanti conci della muratura ripresa la quale tessitura viene chiaramente messa in luce nell'infrarosso termico.



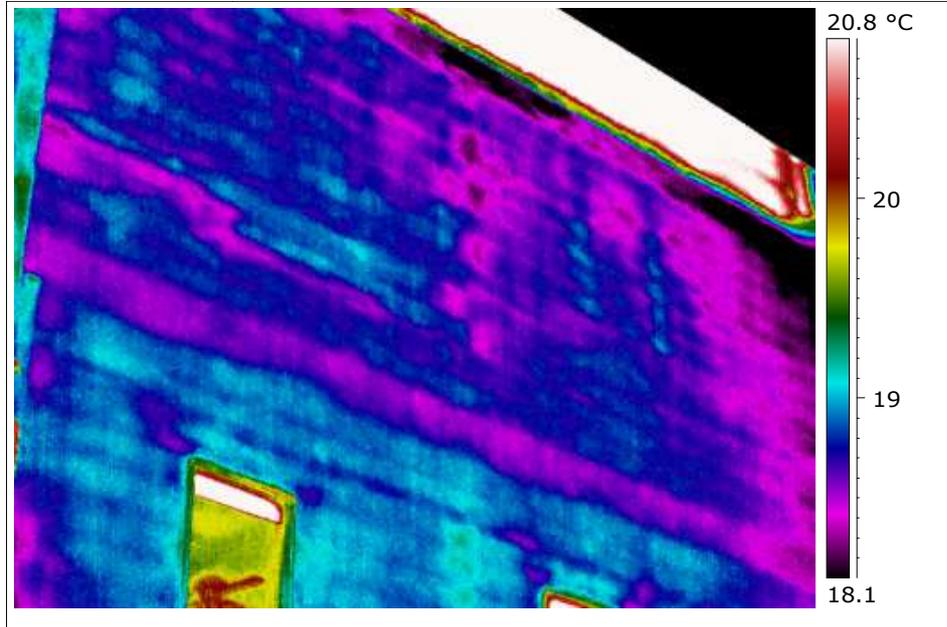
IR 4



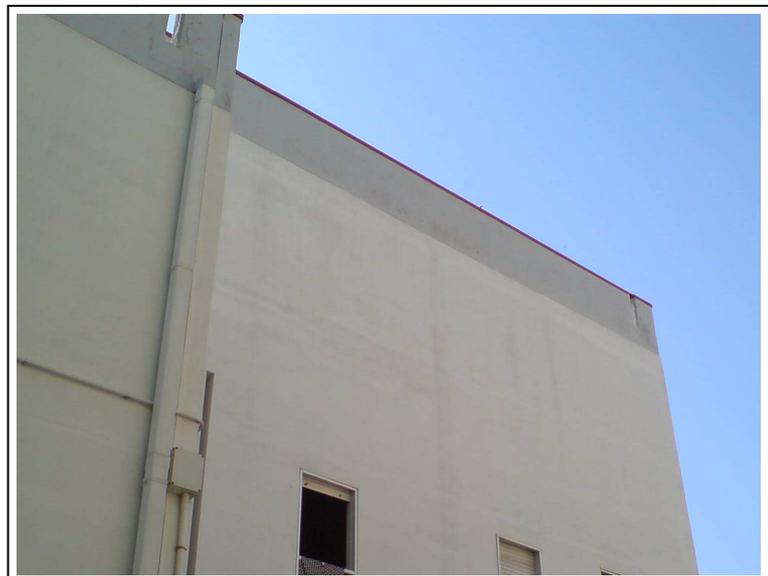
VIS 4

#### DESCRIZIONE

La mappa in falsi colori presenta delle anomalie termiche di rilevanza diagnostica in corrispondenza degli infissi che risultano anche alla luce di quanto detto in precedenza inadeguati per l'efficienza energetica della fabbrica.



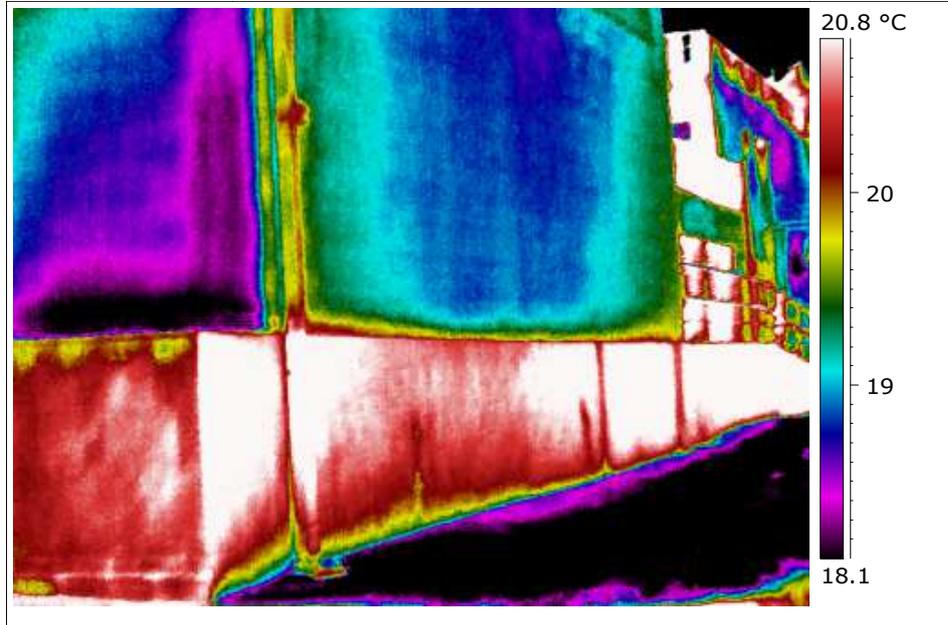
IR 5



VIS 5

### DESCRIZIONE

La diversa inerzia termica dei materiali evidenzia sia il telaio portante il quale è ad una temperatura più fredda rispetto ai restanti conci della muratura ripresa la quale tessitura viene chiaramente messa in luce nell'infrarosso termico.



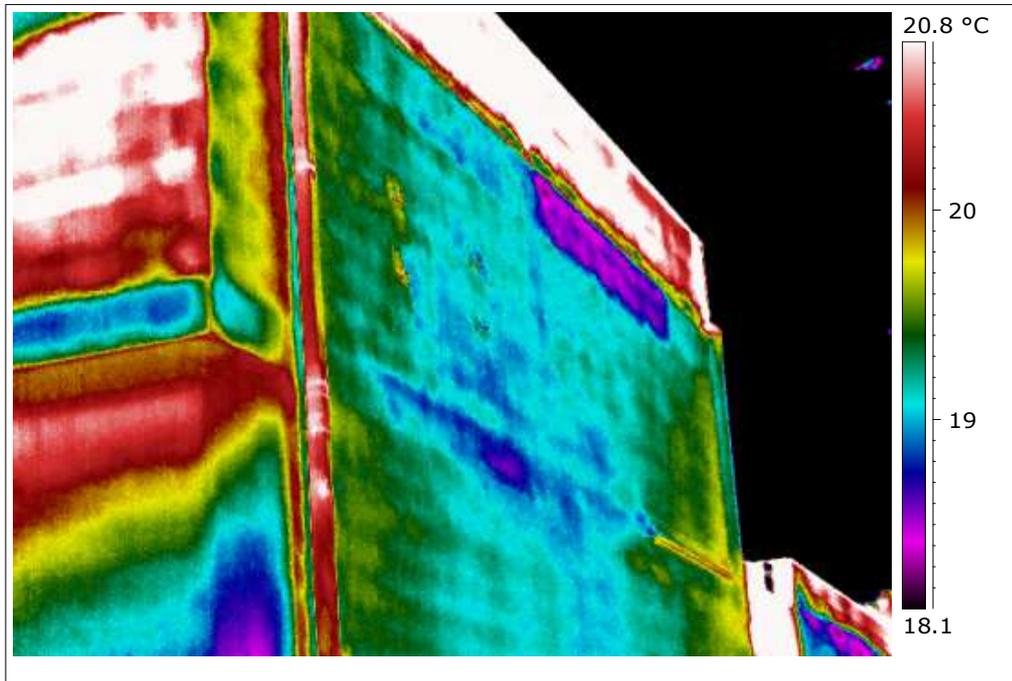
**IR 6**



**VIS 6**

### **DESCRIZIONE**

Il termogramma evidenzia in maniera panoramica quanto detto in precedenza ovvero come le diverse grandezze termodinamiche tra gli elementi in murature e del sottopavimento stesso costituiscono una situazione di emergenza energetica che deve essere corretta.



IR 7



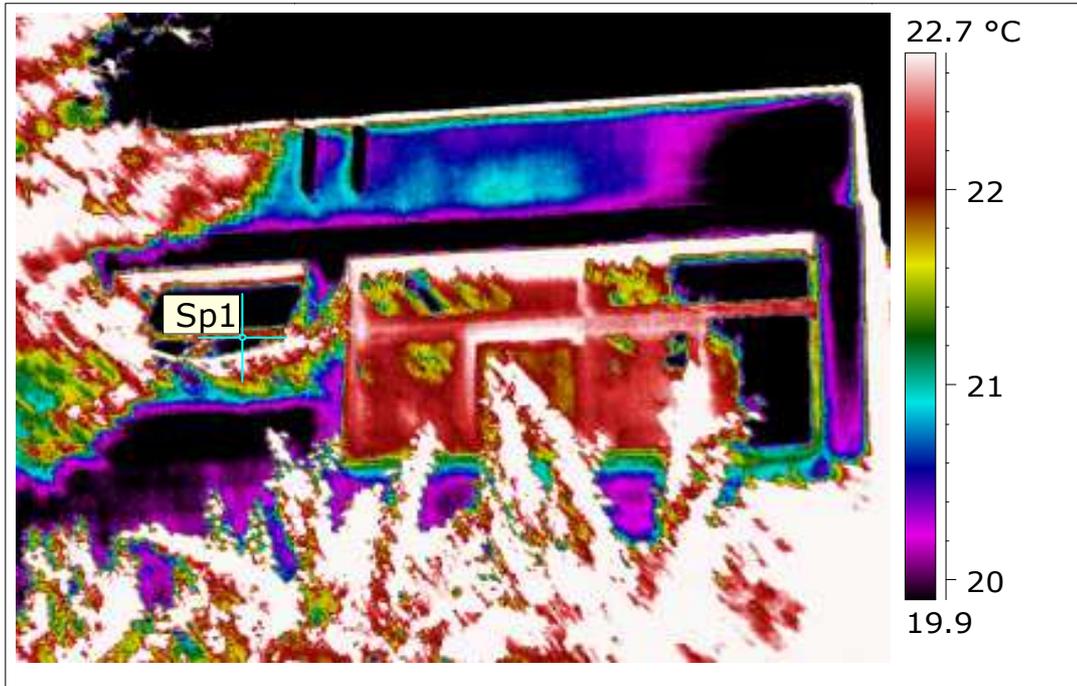
VIS 7

### DESCRIZIONE

Il termogramma presenta delle anomalie termiche riferibili al telaio portante difatti specie nella parte apicale all'infrarosso viene messa in evidenza la presenza della trave e in generali il telaio portante in c.a. il quale è ad una temperatura più bassa rispetto al tomagno.



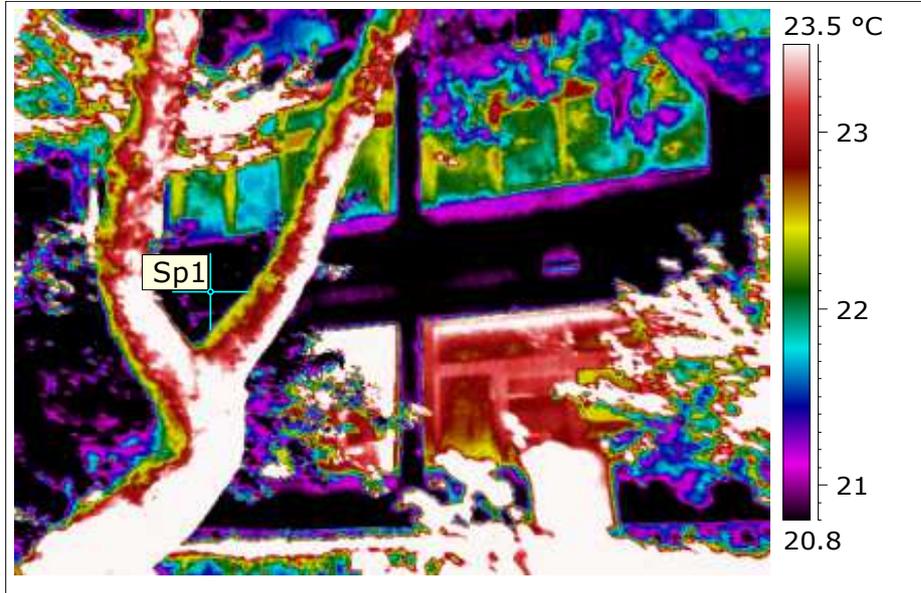
## 10 .TERMOGRAMMI PROSPETTO EST-CORTILE INTERNO



IR 1



VIS 1



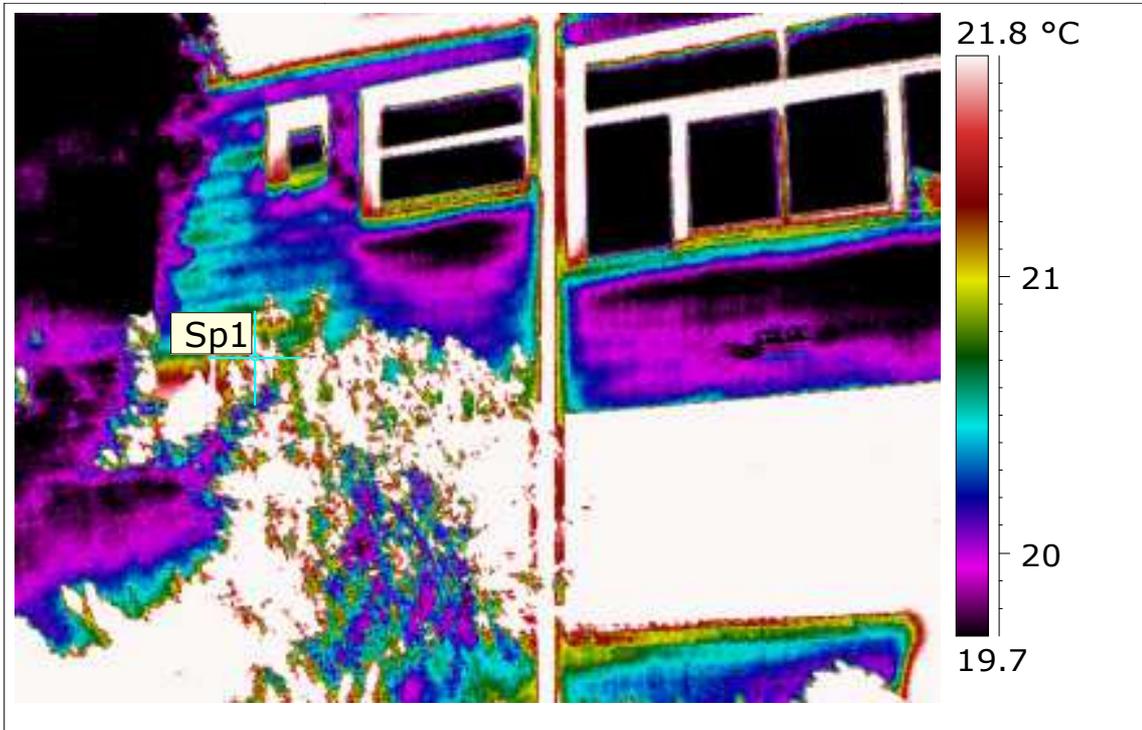
IR 2



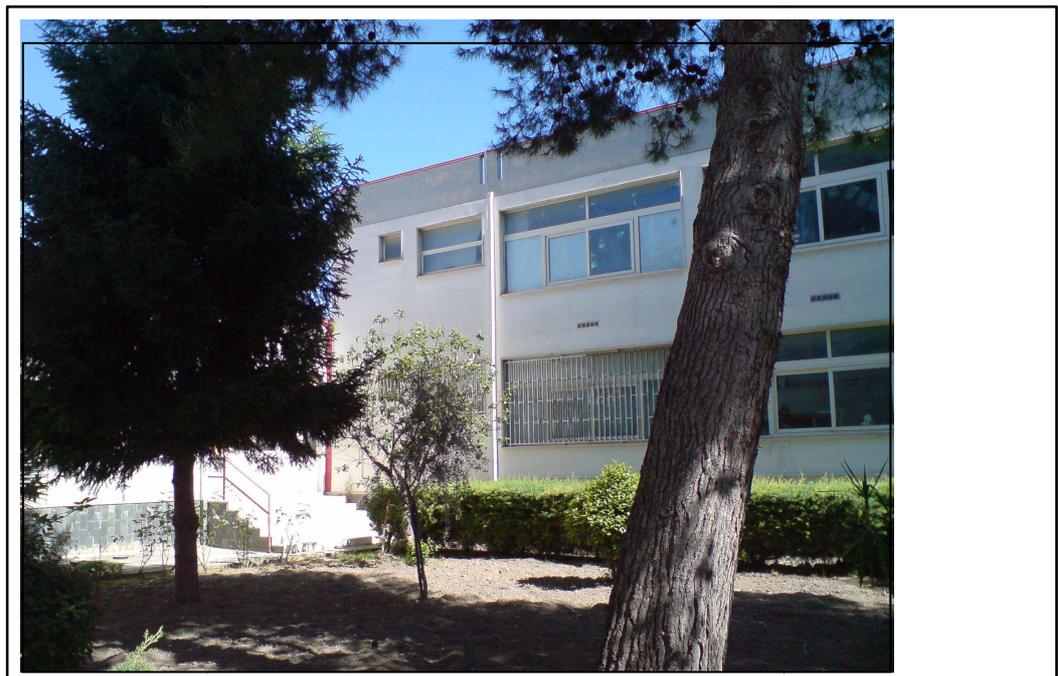
VIS 2

### DESCRIZIONE IR 1- IR2

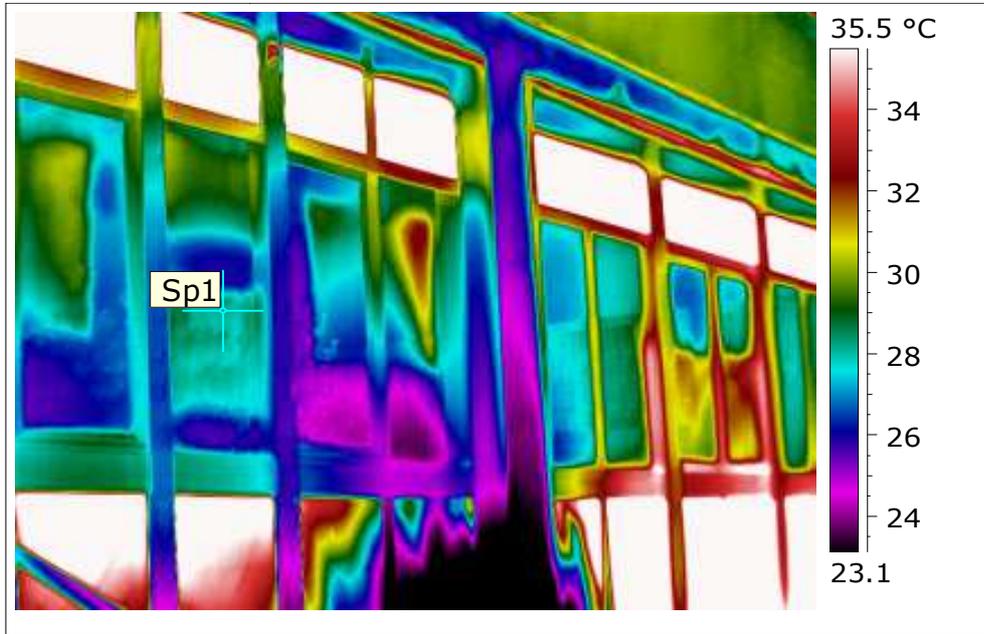
I termogrammi si riferiscono alla porzione denominata cortile interno. I segnali termici evidenziano gli effetti delle diverse grandezze termodinamiche tra gli elementi in murature e del tompagno stesso costituiscono una situazione di emergenza energetica che deve essere corretta.



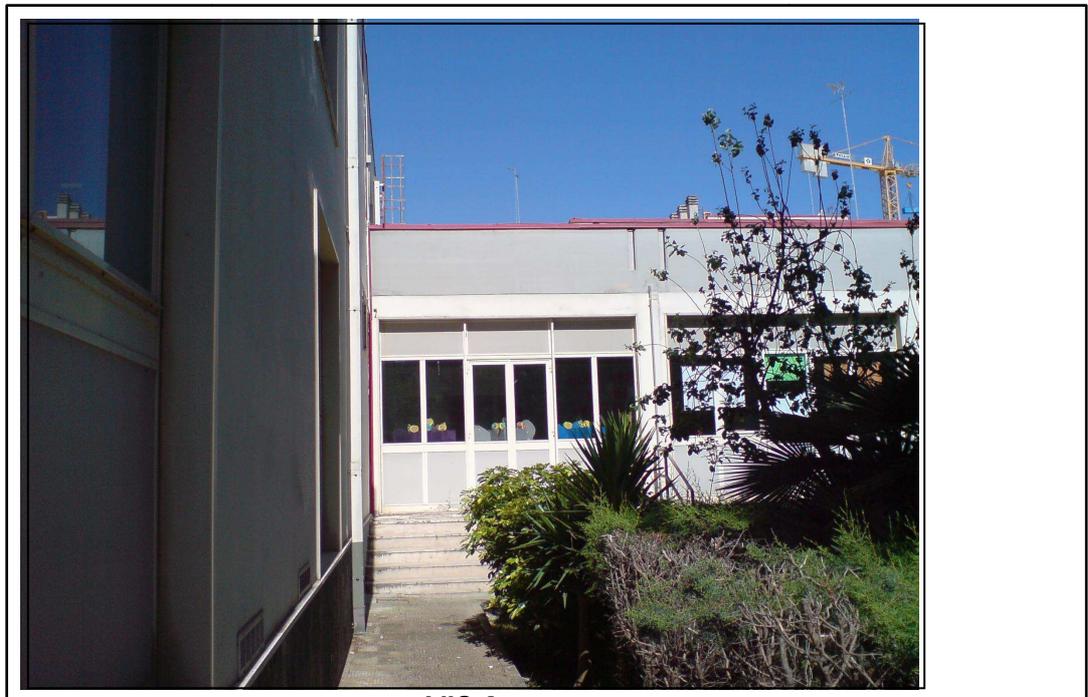
IR 3



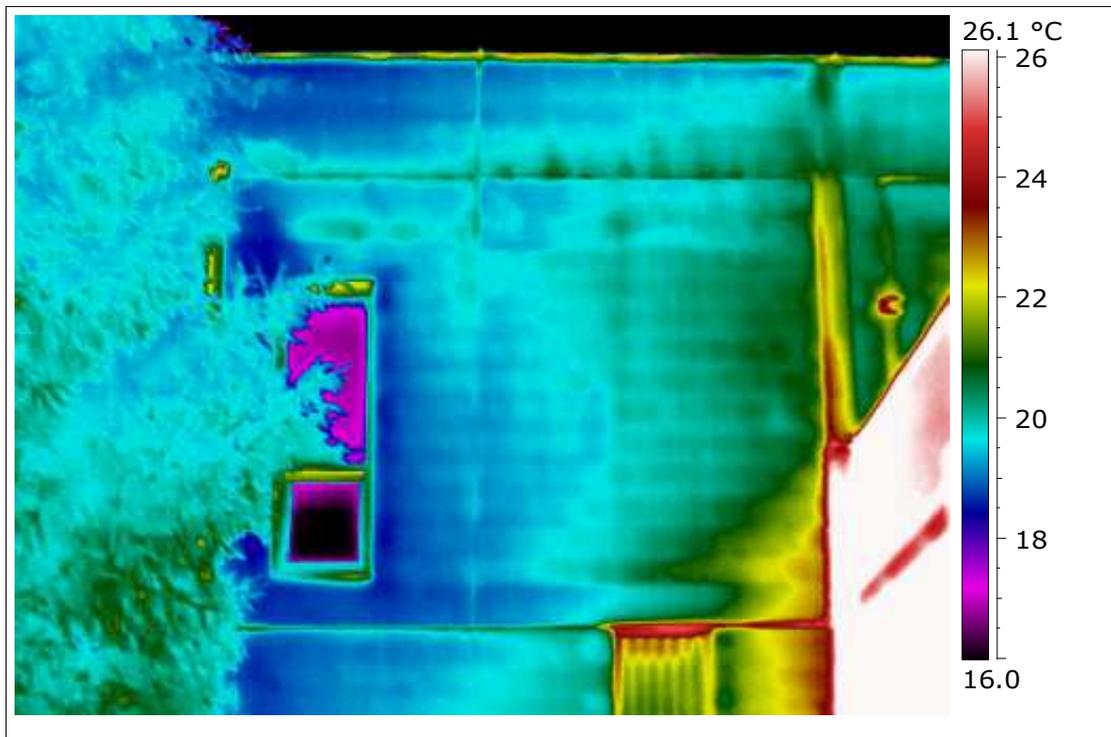
VIS 3



IR 4



VIS 4



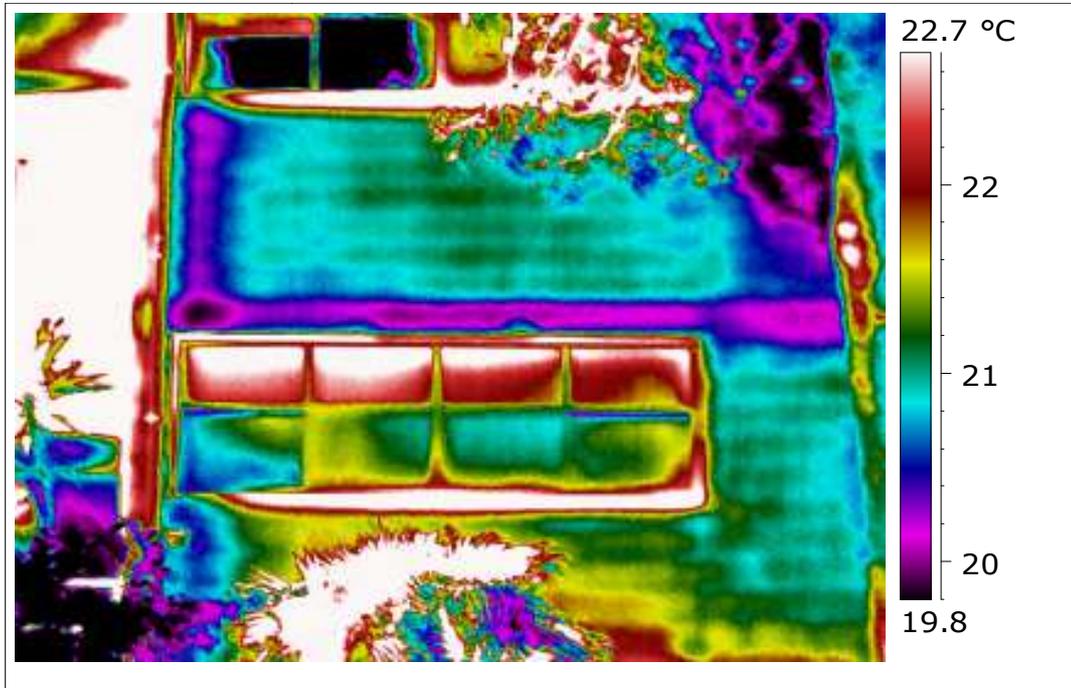
IR 5



VIS 5

#### DESCRIZIONE IR 3- IR 4- IR5

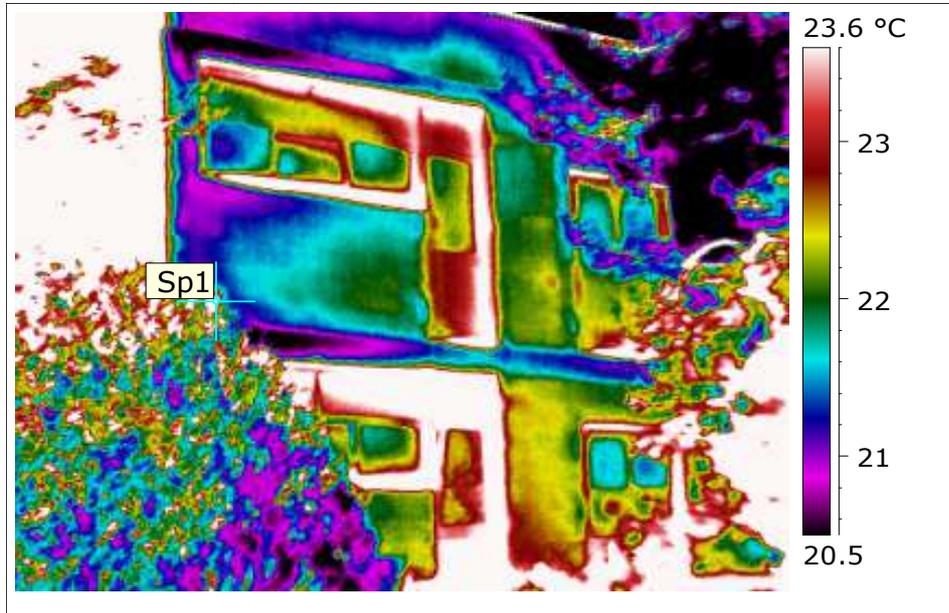
I termogrammi evidenziano in quanto detto in precedenza ovvero come le diverse grandezze termodinamiche tra gli elementi in murature e del tompagno stesso costituiscono una situazione di emergenza energetica che deve essere corretta. Inoltre di rilevanza diagnostica ai fini dell'efficiamento energetico risultano essere i dati che provengono dal sistema finestra.



IR 6



VIS 6



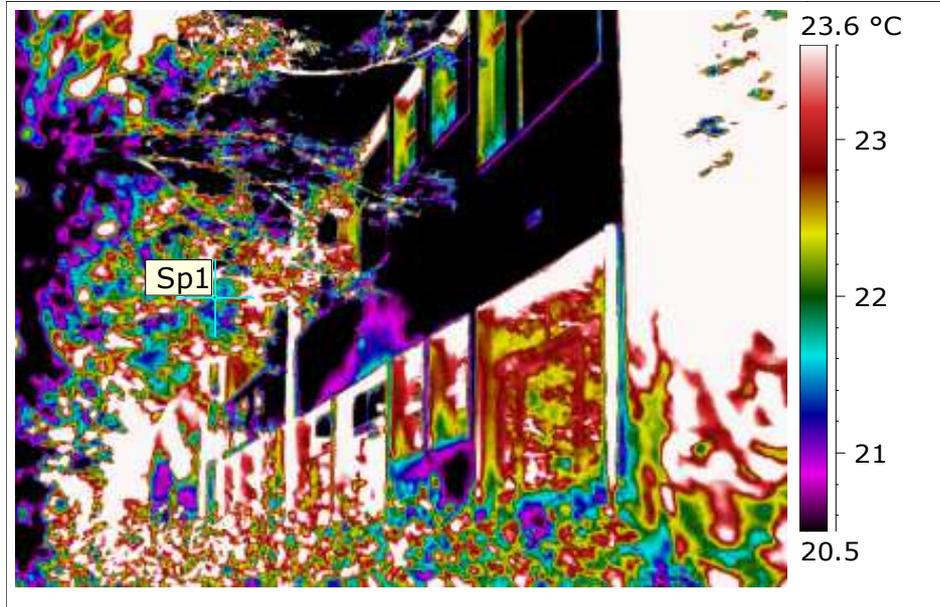
IR 7



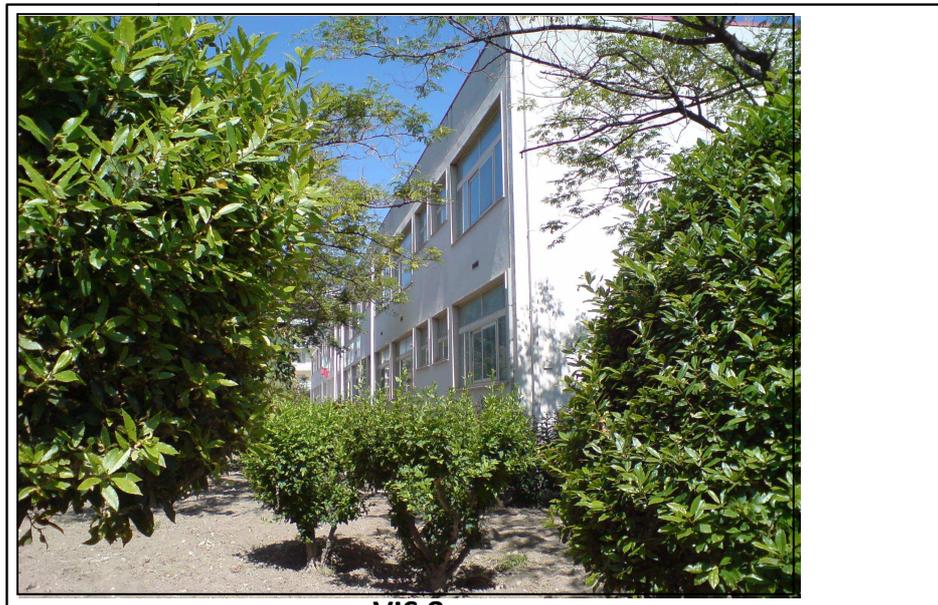
VIS 7

#### DESCRIZIONE IR 6- IR 7-IR 8

La diversa inerzia termica dei materiali evidenzia sia il telaio portante il quale è ad una temperatura più fredda rispetto ai restanti conci della muratura, la quale tessitura viene chiaramente messa in luce nell'infrarosso termico. Infine dato che va contro la tenuta energetica è rappresentato dal valore della temperatura a ridosso dell'infisso.



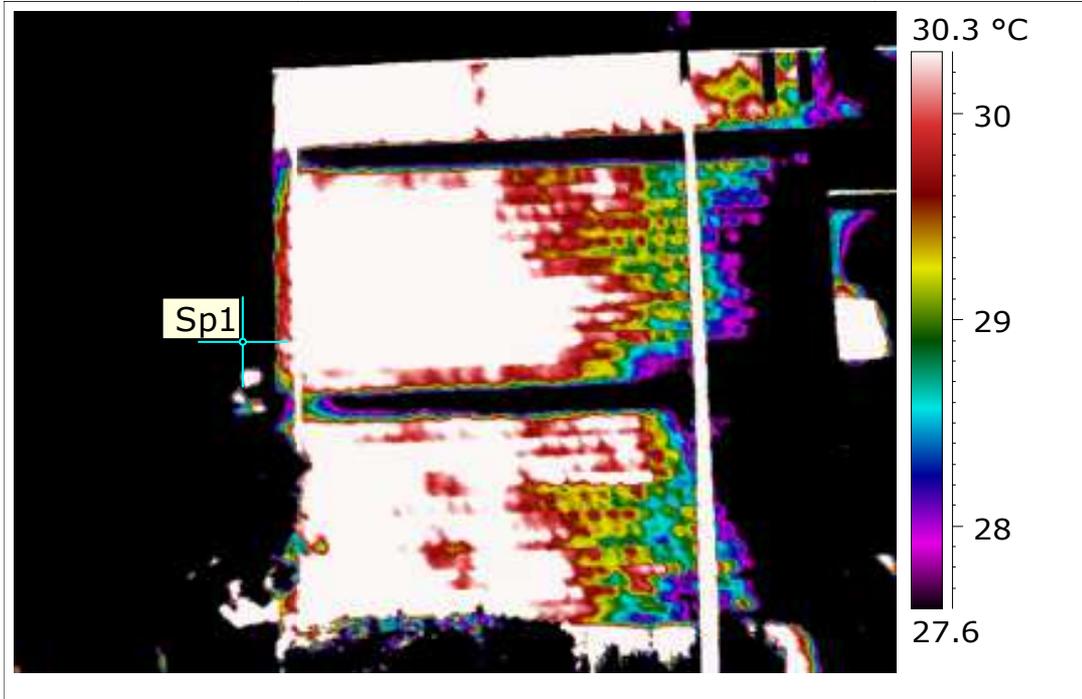
IR 8



VIS 8

### DESCRIZIONE IR 8

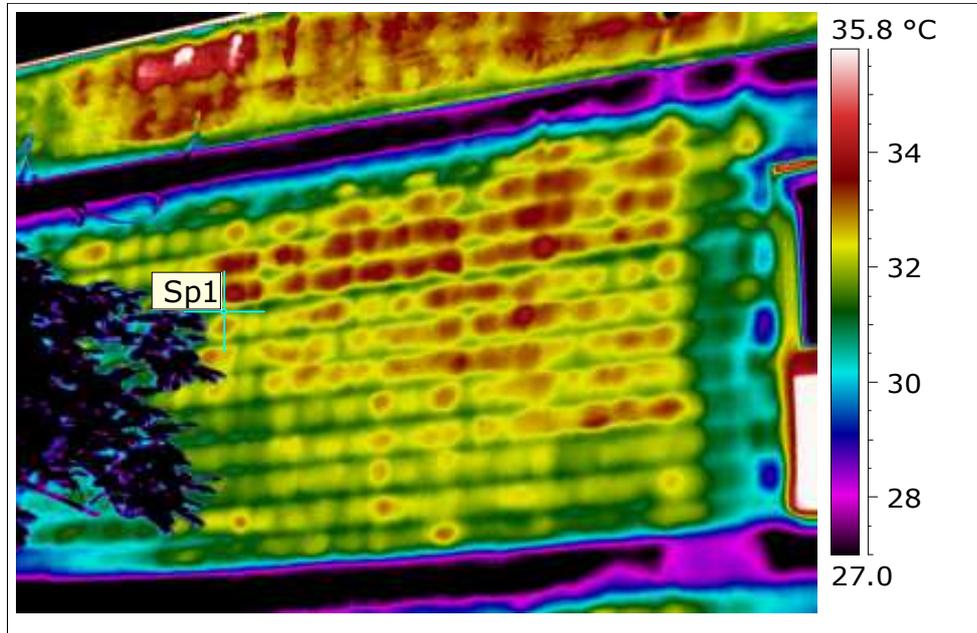
Il termogramma offre una visione panoramica di uno dei prospetti aggettanti sul cortile interno. Dallo scenario termico si rileva una situazione di emergenza riferito al sistema infisso.



IR 9



VIS 9



IR 10



VIS 10

#### DESCRIZIONE IR 9-IR 10

Le immagini termiche prendono in considerazione la porzione prospettica aggettante sul cortile interno. I segnali termici tendono a riflettere come le diverse grandezze termodinamiche mettono a nudo sia il comportamento termico del telaio portante, sia del tompagno stesso.



## 11.GENERALITA' APPARATO TERMOFLUSSIMETRICO

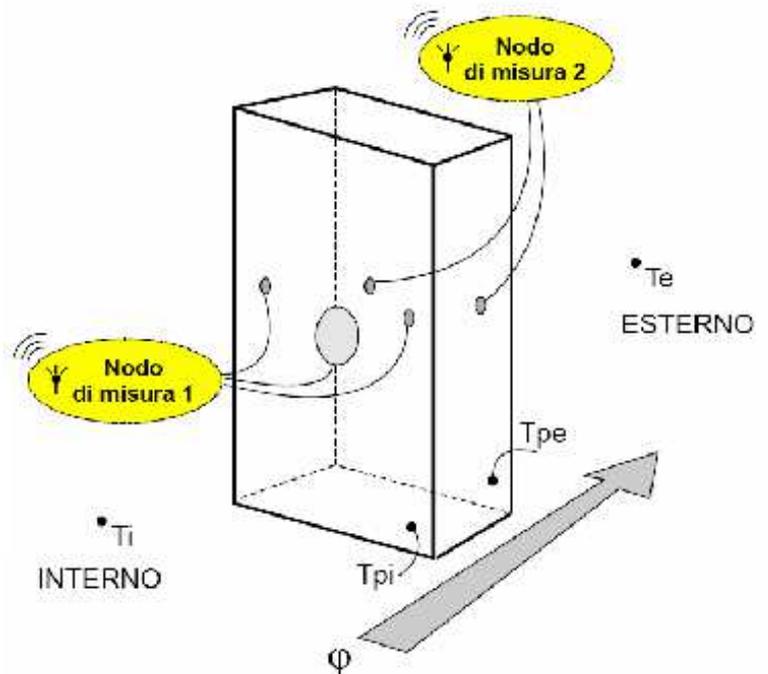
Il sistema di misurazione della trasmittanza in opera mediante l'apparecchiatura Termozig è un sistema wireless nativo basato su una rete propria (Datazig) operante secondo un proprio protocollo. Grazie a questo protocollo è possibile gestire i nodi di misura e adattarli all'esigenze geometriche dell'oggetto su cui eseguire la misurazione.

L'apparecchio DL01 è un data logger ad alte prestazioni, predisposto per operare in una rete wireless. Il sistema di acquisizione completo prevede la dislocazione di uno o più nodi di misura, dotati di opportuni sensori,. Ogni dispositivo è dotato di un radio modem operante secondo lo standard ZigBee; la comunicazione avviene tramite una rete a stella di cui DL01 ne costituisce il centro IMG.1.

I dati dei sensori sono inviati dai nodi di misura al data logger che provvede a registrarli su una memoria non volatile. In ogni momento i dati possono essere prelevati da DL01 tramite un PC dotato di interfaccia USB standard.



IMG 1 Schematizzazione della comunicazione e installazione del termo flussimetro.



Ogni nodo è composto da un radio modem e da un dispositivo di condizionamento



*Studio Tecnico*  
Ing. Riccardo Fusiello



DIAGNOSI ENERGETICA

V circolo didattico

**“Giovanni Modugno”**

COMUNE DI BARLETTA

del segnale al quale sono connessi fisicamente i sensori di misura. L'apparecchio DL01 è dotato di un orologio interno con batteria tampone; ogni dato ricevuto viene sincronizzato a tale orologio con una risoluzione di 0,1 s

Il data logger riconosce automaticamente il tipo e la scala della grandezza di misura; non è richiesta alcuna operazione manuale, inoltre lo strumento ha una sensibilità, relativamente al flusso termico, pari a 0,01 W/m<sup>2</sup> e un'accuratezza della misura maggiore del 5%.

Infine terminata la misurazione i dati vengono elaborati mediante un opportuno Sw che opera secondo l'algoritmo delle medie progressive restituendoci così la misura della trasmittanza oltre a elementi grafici come flusso termico e grafico della trasmittanza dell'elemento oggetto di diagnosi.

Il programma Ucalc consente un rapido calcolo della trasmittanza utilizzando il metodo suggerito dalla norma ISO 9869. Ucalc è un plug-in per il programma Dataget e può essere lanciato direttamente all'interno di quest'ultimo semplicemente cliccando su un pulsante. Concludendo, è possibile, e anzi consigliabile, utilizzarlo anche durante la fase di acquisizione per valutare se la misura possa essere ritenuta completa evitando così inutili perdite di tempo.



## 12.INDAGINE TERMOFLUSSIMETRICA: PUNTO DI ISTALLAZIONE

L'indagine termoflussimetrica è una indagine di diagnosi energetica di tipo quantitativa e ha come dato finale la valutazione della trasmittanza termica in opera.

L'oggetto da sottoporre all'indagine termoflussimetrica risulta essere rappresentato da una porzione della muratura di tompagno che tipicamente stando alla tecnologia dell'anno di costruzione e allo spessore della stessa dovrebbe essere costituita a cassetta.

La stratigrafia della muratura perimetrale ai fini della valutazione della trasmittanza in opera, tende a rivestire una importanza secondaria, in quanto tra i vantaggi del sistema di rilevazione della trasmittanza in opera condotto con apparecchiature wireless, consiste nell' assenza dell' invisibilità del metodo.

Difatti il dato finale di U risulta essere direttamente influenzato da parametri termodinamici che sono l'espressione delle prestazioni offerte dai materiali che compongono il tompagno.

La muratura oggetto di indagine è stata esaminata lungo tutto il perimetro in modo tale da constatare eventuali cambi dimensionali, fondamentali questi per individuare il punto di istallazione in modo tale che questo, sia quanto più rappresentativo della muratura e quindi della trasmittanza.

La valutazione dello spessore della muratura misurata in 50 cm circa , tende ad avere dei cambi dimensionali che risultano essere presenti in corrispondenza di alcune finestre nella cui parte sottostante vi sono i corpi radianti o spazi liberi.



Da quanto sopra evidenziato si è deciso di installare la strumentazione termoflussimetrica sulla muratura di tompagno, che coincide con la muratura aggettante si via Don C. Franco con esposizione a nord in modo da garantire il massimo transiente termico. Il punto di installazione è stato individuato in prossimità della porta antincendio al piano terreno così come da immagine 1a e 1b.



**Img. 1** Piano rialzato. Punto di installazione (freccia rossa) della strumentazione termoflussimetrica.

Infine in sede di indagine sono stati monitorati i valori di UR % e di temperatura interna e tali valori sono rappresentati nell'immagine 2.



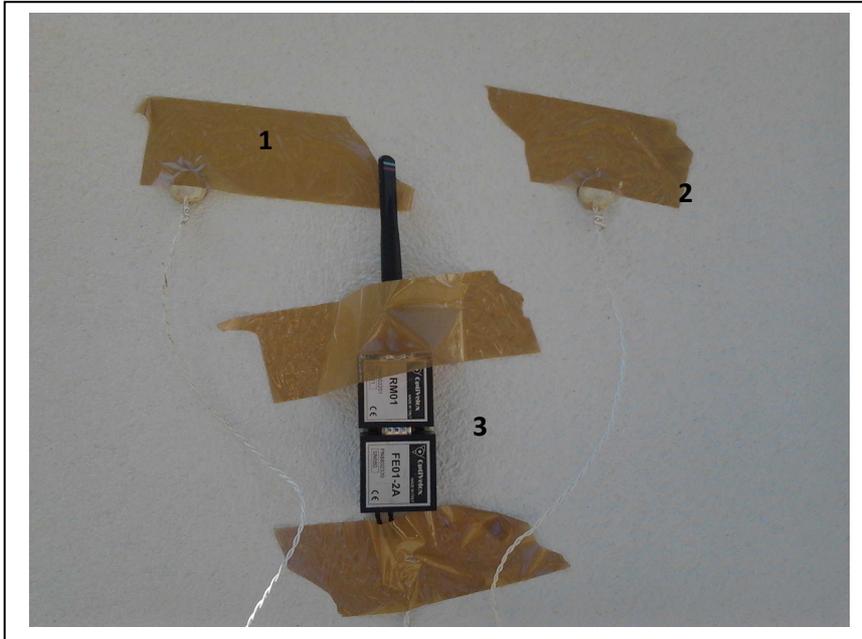
## INSTALLAZIONE DEI SENSORI



IMG. 1a

1. PC controllo registrazione
2. Antenna nodi di misura
3. Data logger
4. Bussola
5. Nodo di misura
6. Piastra di flusso e nodo di misura





IMG. 1b

1. Data logger
2. Piastra del flusso termico e nodo di misura
3. Nodo di misura
4. Unità controllo registrazione
5. Antenna radio modem



### 13. INDAGINE TERMOFLUSSIMETRICA: MISURA TRASMITTANZA IN OPERA

Nome edificio: Scuola elementare e di infanzia "Giovanni Modugno"

Situato in: Via Ofanto1 Barletta (BT)

Elemento dell' edificio in prova: parete verticale esposta a Nord

Probabile struttura dell' elemento: Muratura a cassetta

Spessore dell' elemento: 38 cm circa

#### DATI SULLA MISURA

Tipo di strumentazione: Optivelox Thermozig DL01-SN20, FE01-3A-SN25, FE01-2A-SN24

Posizionamento sensori: altezza dal pavimento circa 1,5m esterno 1.20 interno

Tipo di temperatura misurata: temperatura superficie elemento

Data di inizio misura: 19/05/14 (16:02:01)

Data di fine misura: 22/05/13 (16:10:01)

Durata della misura: 3.0 [giorni]

Numero di misurazioni: 180

Intervallo temporale di campionamento: 1800 [s]

N. medie per ogni campione: 10

#### DATI SUL METODO DI ANALISI E RISULTATI

Metodo usato: medie progressive (ISO9869)

Delta T medio sull'elemento: 5.20 [°C]

Flusso medio attraverso l' elemento: 6.58 [W/m<sup>2</sup>]

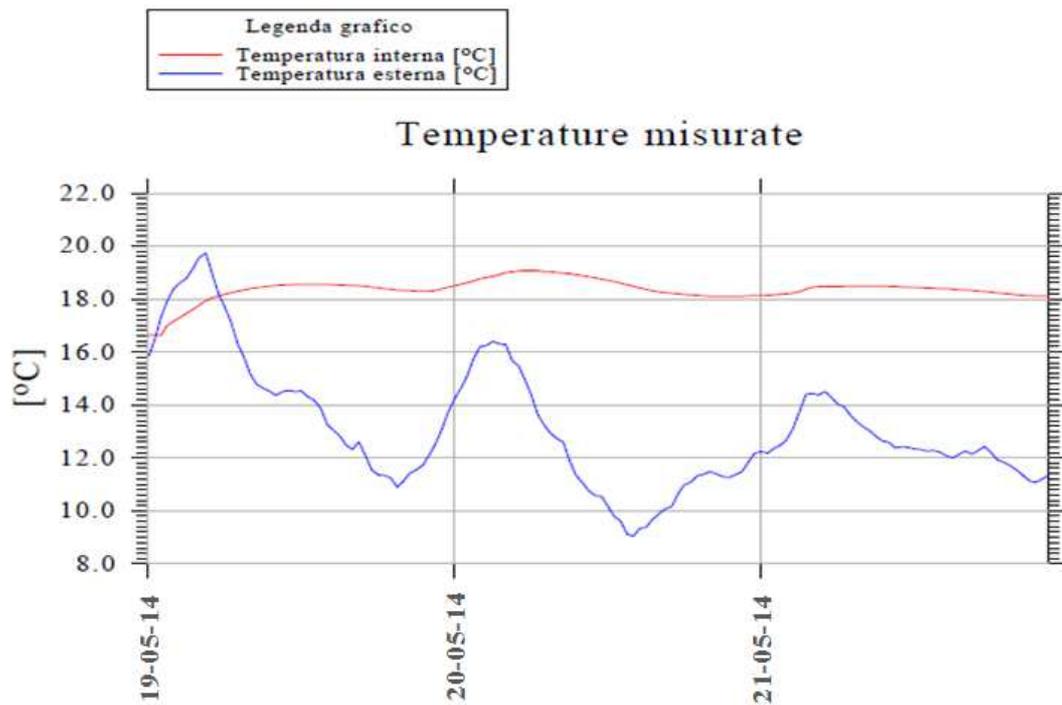
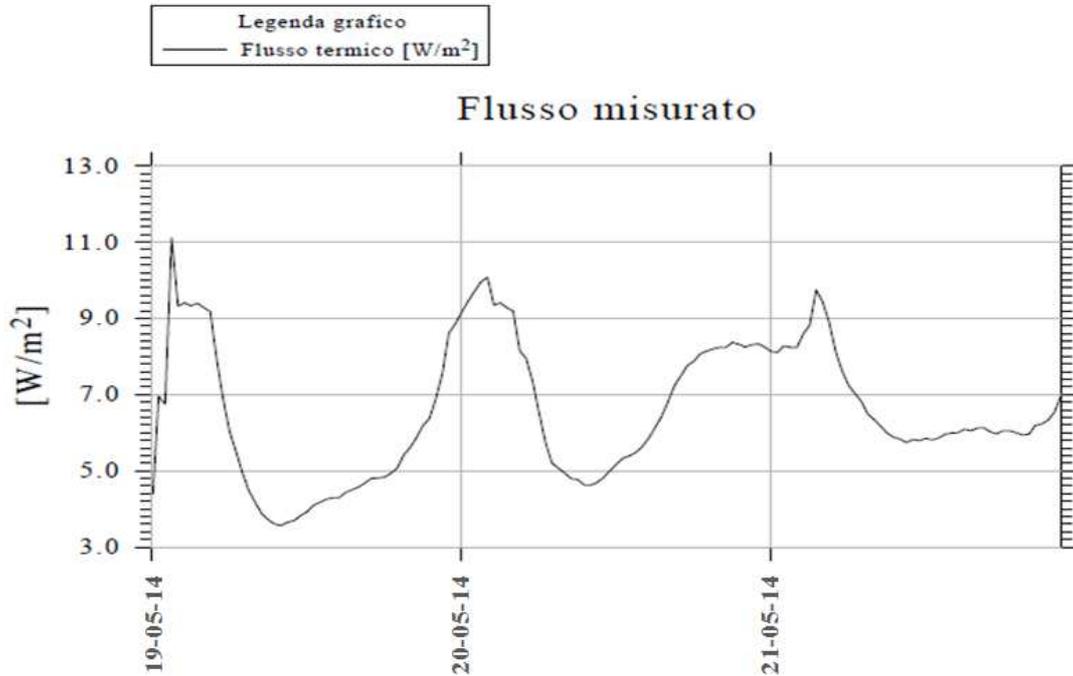
Energia complessiva scambiata attraverso l' elemento: 0.47 [kWh/m<sup>2</sup>]

Coefficiente adduzione interna (hi): 7.7 [W/m<sup>2</sup> k]

Coefficiente adduzione esterna (he): 25.0 [W/m<sup>2</sup> k]

Trasmittanza calcolata (ultime 24h): 1.041 <-> 1.108 [W/m<sup>2</sup>K]

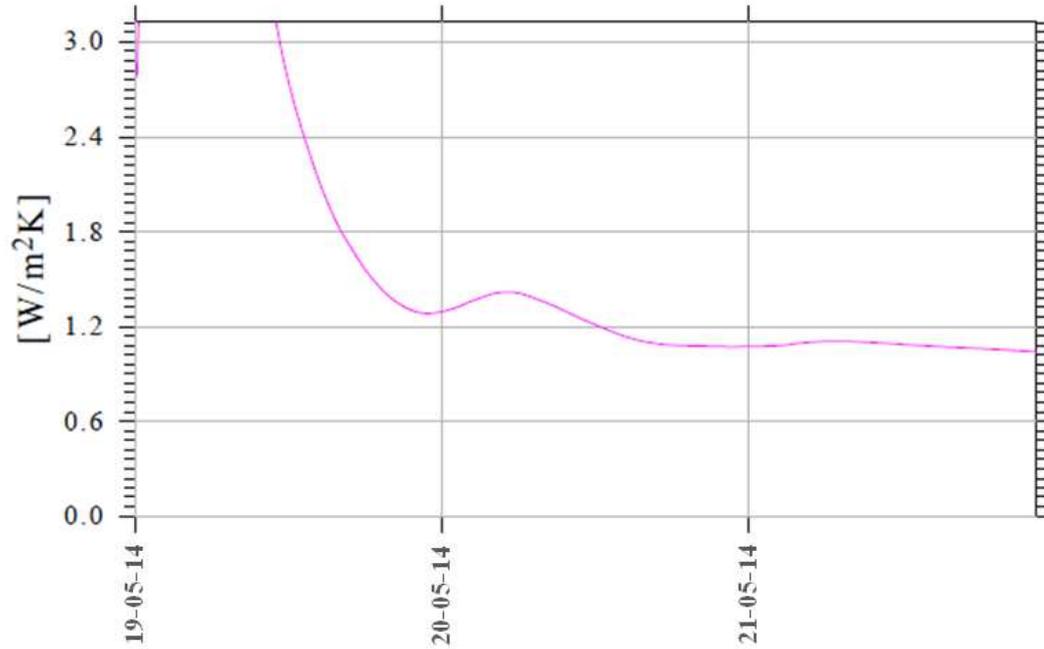
**Trasmittanza calcolata (finale): 1.041 ± 10% [W/m<sup>2</sup>K]**





Legenda grafico  
Trasmittanza [ $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ ]

### Trasmittanza calcolata U





## 12. CONCLUSIONI

A seguito della collaborazione tra l'ing. Riccardo Fusiello e la scrivente sono state condotte delle indagini strumentali mediante la tecnica termografia e quella termoflussimetrica necessaria per lo studio di fattibilità afferente il piano di riqualificazione energetica della scuola “Giovanni Modugno ” ubicata in Barletta (BT) alla via Ofanto, 1.

Le due tecniche di indagine hanno lo scopo di fornire dati qualitativi e quantitativi che possano offrire elementi significativi per adeguare il plesso scolastico ai nuovi standard di risparmio energetico.

Lo studio termografico, condotto da operate certificato secondo la normativa ISO 9712:2012, ha visto dapprima repertare le immagini termiche ovvero nell'infrarosso mediante la strumentazione Flir SC 660 P e poi gli stessi termogrammi sono stati studiati mediante il SW Build IR della Flir. La diagnosi energetica ha riguardato le regioni prospettiche del copro di fabbrica le quali pur non essendo in condizioni ottimali per l'indagine hanno evidenziato dei punti singolari come architravi e solaio, ove si realizza la perdita di carico energetico ovvero i ponti termici.

A seguito dell'indagine termografica si è impiegata anche la tecnica termoflussimetrica la quale ha misurato le prestazioni energetiche dalle muratura di tompagno che presumibilmente è di tipo a cassetta e per uno spessore di circa 38 cm. Le misurazioni termoflussimetriche condotte secondo la normativa ISO 9869, sono state studiate mediante il sw Ucalc dopo che il termoflussimetro Termozig ha repertato per 72 ore dati di craterizzazione energetica dell'elemento di tompagno.

A seguito delle indagini strumentali condotto mediante allo studio termografico e termoflussimetrico, è possibile affermare che l'edificio oggetto di indagine manifesta problematiche di efficienza energetica.



Mediante le metodiche di indagine sono state individuate le seguenti problematiche:

- Ponti termici che si collocano a livello degli elementi verticali in c.a. del telaio portante, del solaio e della parte sommitale della fabbrica che vede fuoriuscire il solaio di copertura dalla linea prospettica a costituire una piccola mensola. Tali elementi tendono ad apportare contributi significativi ai fenomeni di dispersione termica.
- La presenza di vizi correlati all' infiltrazione di acqua in alcune aule da parte del sistema coibente costituito in guaina bituminosa termosaldata, inoltre si evidenziano zone di infiltrazione sulla maggior parte degli infissi difatti su alcuni di essi si riscontano gli effetti della reazione redox che insiste sugli architravi come da immagine sotto riportata.



- Contributo negativo ed inefficienza degli infissi i quali essendo coevi all'anno di costruzione della fabbrica sono caratterizzati da grandezze termodinamiche inadeguate rispetto alle recenti normative afferenti i temi del risparmio energetico. Quanto detto ha come risultante la generazione di mappe termiche che evidenziano effetti energetici negativi.
- Trasmittanza abbondantemente fuori limite ovvero  $1.041 + 10\% \text{ W/m}^2\text{K}$  se rapportata alla soglia di trasmittanza emanata con le vigenti norme di efficienza energetica.

Pertanto, alla luce dei dati raccolti è lecito supporre, che il dato corpo di fabbrica si collocherebbe negli ultimi posti della scala energetica riferita al *building* e quindi accorrebbe mettere in atto soluzioni progettuali tese al miglioramento energetico della fabbrica. Tra gli interventi necessari, vi è la realizzazione del cappotto termico che andrebbe progettato partendo dal dato di trasmittanza  $U$  di  $1.041 + 10\% \text{ Wm}^2/\text{K}$  in modo tale da correggere sensibilmente la conducibilità termica e in generale le prestazioni energetiche del compagno

In fine il piano di efficientamento energetico per quanto deducibile dalla campagna di indagine andrebbe a prendere in considerazione la sostituzione del sistema di infisso nonché equipaggiare i nuovi infissi con vetri basso emissivi.

Quanto sopra desunto è quanto è stato possibile dedurre in scienza e coscienza in funzione delle condizioni sperimentali non propriamente ottimali a condurre le indagini oggetto del presente elaborato.



*Studio Tecnico*

Ing. Riccardo Fusiello



DIAGNOSI ENERGETICA

V circolo didattico

**“Giovanni Modugno”**

COMUNE DI BARLETTA

Le indagini condotte sono certificate da operatori di secondo livello in termografia infrarossa, secondo le normative UNI EN 473 e ISO 9712.

Dott. Vito Basile: certificato nr. 14PA00067PO1

In allegato è riportato il certificato di calibrazione della termocamera utilizzata durante l'indagine.

Altamura 15/05/2014

RESPONSABIL IINDAGINI

(Dr. Vito Basile)

(Ing. Riccardo Fusiello)

*hoTspot s.n.c.*  
Diagnostica Termografica  
Via G. Falcone 9 - 70022 Altamura (BA)  
Tel/Fax 080 3114914  
P.IVA 06893010725



NDT OPERATOR QUALIFICATION CERTIFICATE



No. **14PA00067PO1**

|             |                      |    |                   |
|-------------|----------------------|----|-------------------|
| Operator    | <b>BASILE VITO</b>   |    |                   |
| Born in     | <b>ALTAMURA (BA)</b> | on | <b>18/06/1982</b> |
| Employed by | <b>BASILE VITO</b>   |    |                   |
| Located in  | <b>ALTAMURA (BA)</b> |    |                   |

THIS IS TO CERTIFY that the non destructive test operator is qualified by examinations at the LEVEL 2 according to ISO 9712 standard last edition:

in the method:

**INFRARED THERMOGRAPHIA**

for the sectors:

**Pre-service and in service testing of equipment, plants and structures**

|                                 |                        |    |                      |
|---------------------------------|------------------------|----|----------------------|
| This certificate is valid until | <b>6 February 2019</b> |    |                      |
| Issued at                       | <b>GENOVA</b>          | on | <b>12 March 2014</b> |

This certificate consist of 1 page

Form EN-CER-EE-02/05

*Signature*

**RINA Services S.p.A.**

Via Corsica 12 - 16128 Genova



SGQ N° 002 A    SSI N° 001 G  
SQA N° 002 D    DAP N° 001 H  
PRD N° 002 B    PPS N° 066 C  
SCR N° 003 F    LAB N° 0032

Membro degli accordi di Mutuo riconoscimento EA e IAF  
Signatory of EA and IAF Mutual Recognition Agreements





**CERTIFICATI STRUMENTAZIONE TERMOCAMERA**



Document: SED04024

Page 1 of 1

**Certificato di Calibrazione per Thermacam SC660**

**Termocamera controllata:**

Numero di parte:30901-0300X1

Numero di serie: **404000457**

Questo sistema è prodotto da FLIR Systems AB Danderyd, Sweden

**Temperatura ambiente durante la calibrazione** : 23 °C

**Umidità relativa durante la calibrazione** : 23%

La calibrazione della termocamera è ritracciabile presso il NIST, National Institute of Standards and Technology, USA, e presso l'SP, Swedish National Testing and Research institute. La calibrazione è basata sulla scala di misura internazionale (ITS-90).

Date: 2009-11-28

FLIR Systems srl

Renato Giardina  
Manager Technical Support



**CERTIFICATI STRUMENTAZIONE TERMOFLUSSIMETRO**



**RAPPORTO DI PROVA**

Calibrazione dei sensori di temperatura aventi le seguenti caratteristiche:

Modello: FE01-2A  
N.seriale: SN680  
Tipo: RTD Pt1000, Classe 1/3 B (DIN/IEC751)  
Dimensioni: (1) Diametro = 20 mm, spessore = 3 mm  
(2) Diametro = 20 mm, spessore = 3 mm

La calibrazione è stata eseguita su due punti alla temperatura di:

- T = 20°C (incertezza della misura: 0.13°C)
- T = 5°C (incertezza della misura: 0.11°C)

Il matching tra i due sensori è stato verificato a T=20°C entro  $\pm 0.05^\circ\text{C}$ .

Prato, 17/08/2010

Enrico Gensale  
Responsabile Qualità

---

**Optivelox**

ELETTRONICA GENSALE ENRICO  
Via Tobbianese, 8/A  
59100 Prato (PO)  
Tel/Fax 0574/660782  
sito: [www.optivelox.com](http://www.optivelox.com)  
email: [info@optivelox.com](mailto:info@optivelox.com)



## RAPPORTO DI PROVA

---

Calibrazione dei sensori di temperatura aventi le seguenti caratteristiche:

Modello: FE01-3B  
N.seriale: SN679  
Tipo: RTD Pt1000, Classe 1/3 B (DIN/IEC751)  
Dimensioni: (1) Diametro = 80 mm, spessore = 5.5 mm  
(2) Diametro = 20 mm, spessore = 3 mm

La calibrazione è stata eseguita su due punti alla temperatura di:

- T = 20°C (incertezza della misura: 0.13°C)
- T = 5°C (incertezza della misura: 0.11°C)

Il matching tra i due sensori è stato verificato a T=20°C entro  $\pm 0.05^\circ\text{C}$ .

Prato, 17/08/2010

Enrico Gensale  
Responsabile Qualità

---

## Optivelox

ELETTRONICA GENSALE ENRICO  
Via Tobbianese, 8/A  
59100 Prato (PO)  
Tel/Fax 0574/660782  
sito: [www.optivelox.com](http://www.optivelox.com)  
email: [info@optivelox.com](mailto:info@optivelox.com)



## RAPPORTO DI PROVA

---

Calibrazione del sensore di flusso termico avente le seguenti caratteristiche:

Modello: FE01-3B  
N.seriale: SN679  
Tipo: Termopila  
Dimensioni: Diametro = 80 mm, spessore = 5.5 mm

La calibrazione è stata eseguita alla temperatura di 20°C e con una densità di flusso di 50 W/m<sup>2</sup>, con il sensore posto all'interno di un apparecchio a piastra calda con termoflussimetro.

L'incertezza relativa della misura è: 5%

Prato, 17/08/2010

Enrico Gensale  
Responsabile Qualità

---

**Optivelox**

ELETRONICA GENSALE ENRICO  
Via Tobbianese, 8/A  
59100 Prato (PO)  
Tel/Fax 0574/660782  
sito: [www.optivelox.com](http://www.optivelox.com)  
email: [info@optivelox.com](mailto:info@optivelox.com)