

Scuola elementare "RODARI" e Liceo scientifico "LANFRANCONI"

E1066

Piazza Di Vittorio, 6 - Genova

RAPPORTO DI ANALISI TERMOGRAFICA

FONDO KYOTO - SCUOLA 3



06/2018

COMUNE DI GENOVA
STRUTTURA DI STAFF - ENERGY MANAGER



COMUNE DI GENOVA



D B A PROGETTI

Scuola elementare "RODARI" e Liceo scientifico "LANFRANCONI"

E1066

Piazza Di Vittorio, 6 - Genova

ALLEGATO M – REPORT DI BENCHMARK

FONDO KYOTO - SCUOLA 3

Giugno/2018

COMUNE DI GENOVA

STRUTTURA DI STAFF - ENERGY MANAGER

Comune di Genova – Area Tecnica – Struttura di Staff Energy Manager
Via Di Francia 1 – 18° Piano Matitone – 16149 – Genova
Tel 010 5573560 – 5573855; energymanager@comune.genova.it; www.comune.genova.it

DBA Progetti Spa
SEDE OPERATIVA Viale Felissent 20/D - 31020 Villorba (TV)
SEDE LEGALE: Piazza Roma, 19 - 32045 Santo Stefano di Cadore (BL)
[Tel: 04220318811 – info@dbagroup.it – www.dbagroup.it]

INDICE

1. PREMESSA.....	4
2. STRUMENTAZIONE UTILIZZATA	4
<i>Termocamere</i>	<i>4</i>
<i>Termoigrometro</i>	<i>5</i>
3. ELEMENTI MISURATI	6
<i>Punti di ripresa.....</i>	<i>6</i>
3.1. INDAGINE TERMOGRAFICA 1	7
3.2. INDAGINE TERMOGRAFICA 2.....	10
3.3. INDAGINE TERMOGRAFICA 3.....	12
3.4. INDAGINE TERMOGRAFICA 4.....	15
3.5. INDAGINE TERMOGRAFICA 5.....	18
3.6. INDAGINE TERMOGRAFICA 6.....	20
3.7. INDAGINE TERMOGRAFICA 7.....	22
4. CONCLUSIONI.....	24
5. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	24

1. Premessa

Il presente report espone i risultati ottenuti dall'indagine termografica effettuata presso la Scuola elementare "Rodari" e liceo scientifico "Lanfranconi" sita in piazza Di Vittorio, 6 nel comune di Genova. L'analisi all'infrarosso (IR) è in generale tesa alla verifica di eventuali discontinuità delle strutture e alla verifica dello stato di isolamento dell'edificio oggetto di indagine. La termografia è un metodo di diagnosi non distruttivo, basato sulla capacità di opportuni dispositivi (sensori bolometrici) di catturare e rendere visibile, l'intensità della radiazione infrarossa emessa da un corpo.

Le indagini termografiche consentono esclusivamente valutazioni di tipo qualitativo e non quantitativo, inoltre le condizioni climatiche influenzano in maniera determinante l'esito delle indagini, rendendo in talune circostanze difficile la interpretazione corretta dei termogrammi.

È necessario precisare che un'indagine termografica finalizzata al rilievo delle eventuali dispersioni termiche di una struttura, richiede il rispetto di opportune condizioni al contorno di temperatura, umidità, vento nonché la verifica delle condizioni meteo prima della battuta termografica. Ciò è necessario per enfatizzare al meglio alcuni fenomeni e soprattutto per interpretare correttamente i risultati delle indagini stesse. La norma UNI 9252, che riprende in parte le indicazioni della ISO/DS 6781, fornisce valide indicazioni metodologiche per l'adeguato utilizzo della tecnica diagnostica all'infrarosso.

2. Strumentazione utilizzata

Termocamere

Per l'esecuzione delle indagini termografiche sono state utilizzate tre termocamere delle quali di seguito vengono riportate le caratteristiche tecniche.



Marca:	Testo
Modello:	875-2
Risoluzione spaziale (IFOV):	3,3 mrad
Risoluzione termica (NTED):	<80 mK a 30°C
Campo di misura (commutabile):	-20 ÷ +100 °C
	0 ÷ +280 °C
Accuratezza:	± 2 °C
Intervallo spettrale:	8,0 – 14,0 μm
Immagine termografica:	160 x 120 pixel



Immagine visiva:

640 x 480 pixel

Ottiche utilizzate:

Grandangolo

32°x23°

Teleobiettivo

9°x7°

Termoigrometro

Inoltre, ci si è avvalsi dell'utilizzo di un termoigrometro per il rilievo puntuale della temperatura e dell'umidità dell'ambiente interno ed esterno e di un anemometro a filo caldo per il rilievo della velocità del vento.

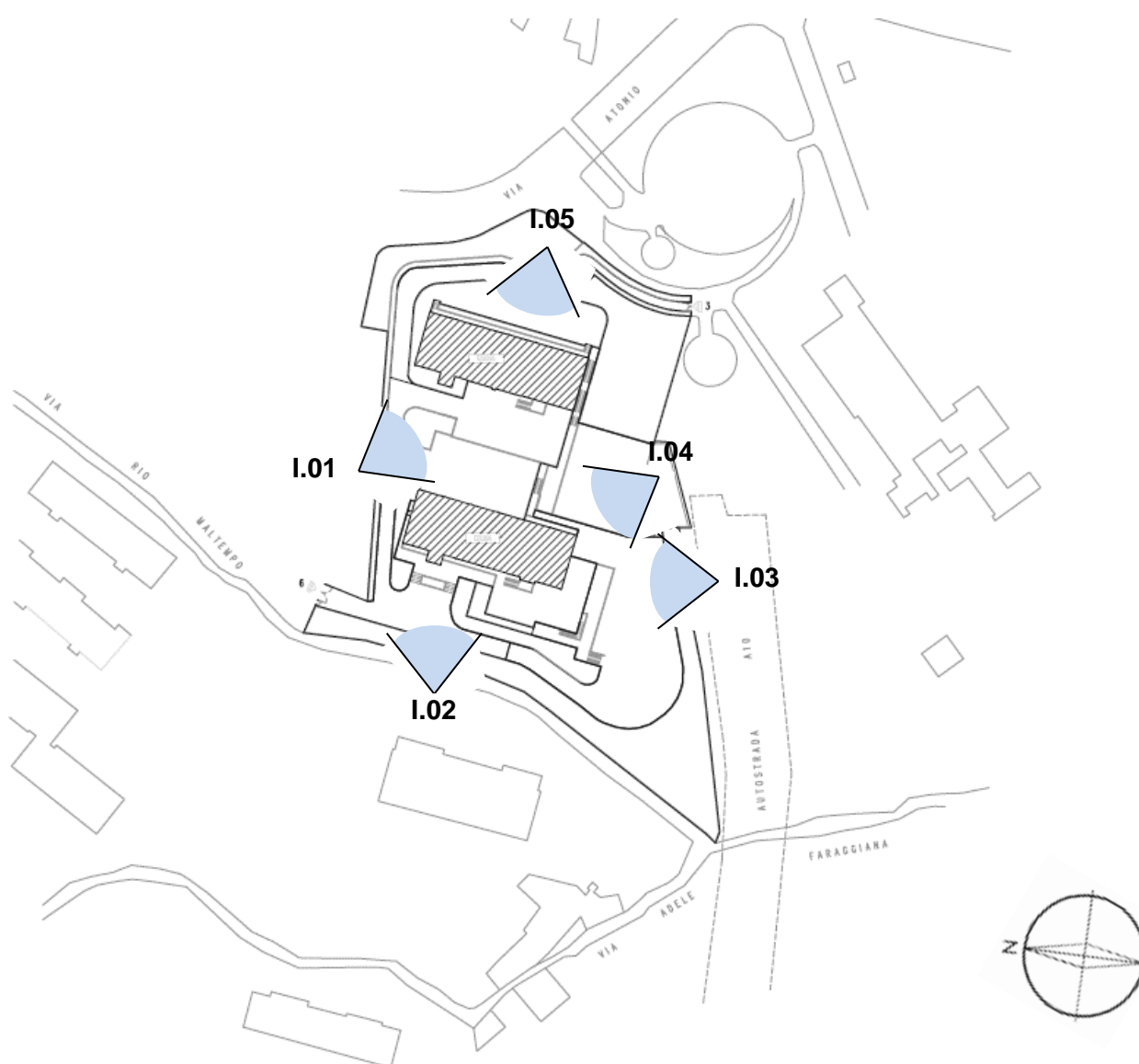


Marca:	PCE
Modello:	PCE-GA 70
<i><u>Specifiche temperatura</u></i>	
Risoluzione temperatura:	0,1 °C
Intervallo di temperatura:	-20 ÷ +60 °C
Precisione temperatura:	± 2 °C
<i><u>Specifiche umidità</u></i>	
Risoluzione umidità:	0,1 %
Intervallo di umidità:	10 ÷ 95 %
Precisione umidità:	± 3 %

3. Elementi misurati

A seguire sono riportate le planimetrie utili all'indagine termografica del sito in oggetto, con l'indicazione del nord ed i punti di ripresa analizzati. L'indagine termografica è stata effettuata, in maniera completa, su tutte le pareti dell'edificio, ma per mere ragioni espositive nel seguito saranno riportate le sole immagini rilevanti ai fini dell'indagine.

Punti di ripresa



3.1. Indagine termografica 1

Piano: Terra/Primo/Secondo

Esposizione: Ovest (Liceo scientifico "Lanfranconi")

Immagine visibile complessiva con indicazioni delle sezioni di dettaglio


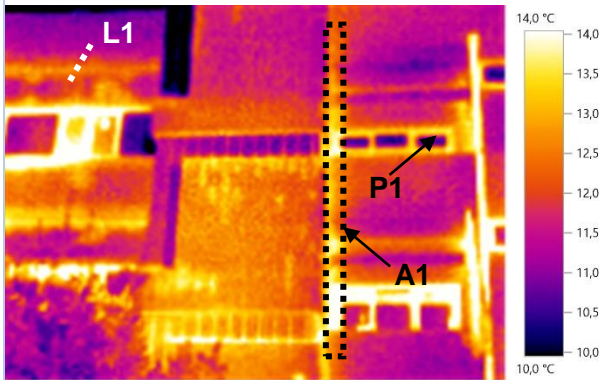

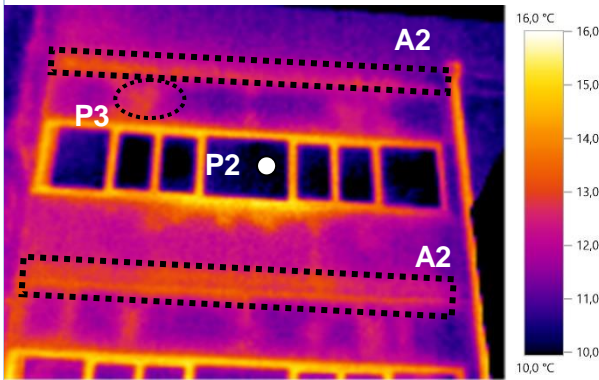


Note:

A causa dell'estensione della facciata, non è stato possibile ottenere un'unica immagine complessiva; è possibile quindi ottenere il prospetto ovest del fabbricato dalla composizione di più immagini.

IMMAGINE VISIBILE

IMMAGINE INFRAROSSO

<p>Ripresa 1</p>		
<p>Ripresa 2</p>		

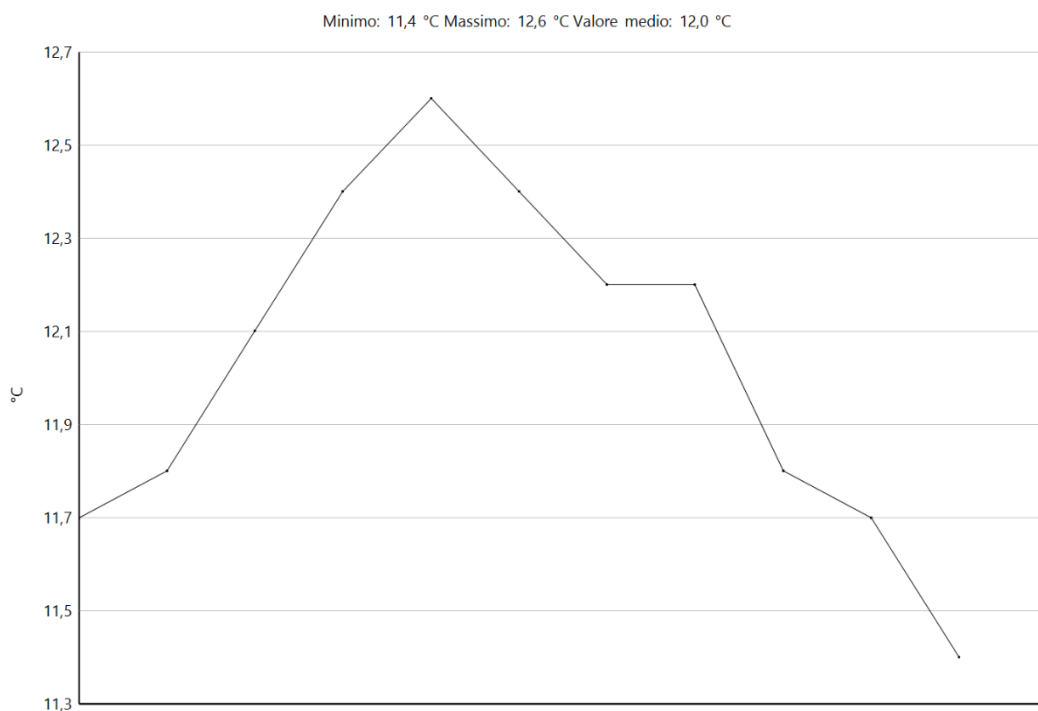
<p>ORIENTAMENTO:</p>	<p><i>Esposizione Ovest</i></p>
<p>DISTANZA SUPERFICIE:</p>	<p>circa 7 m</p>
<p>DATA:</p>	<p>28/11/2017</p>
<p>ORA:</p>	<p>14:40</p>
<p>MATERIALE/EMISSIVITÀ:</p>	<p>Intonaco - 0,90; Vetro – 0,93; Metallo – 0,30</p>
<p>TEMPERATURA ESTERNA:</p>	<p>circa 15°C</p>
<p>UMIDITÀ ESTERNA:</p>	<p>circa 57%</p>
<p>TEMPERATURA INTERNO:</p>	<p>circa 20,4°C</p>
<p>UMIDITÀ INTERNA:</p>	<p>circa 55%</p>

VALUTAZIONI TECNICHE

L'indagine termografica consente di osservare le differenti caratteristiche di emissività dei materiali ed eventuali disomogeneità e singolarità delle dispersioni attraverso l'involucro del fabbricato.

In particolare abbiamo:

- P1: i telai dei serramenti mostrano una temperatura più elevata in quanto punti deboli da un punto di vista termico della facciata; tuttavia è necessario precisare che la temperatura rilevata in corrispondenza delle lastre di vetro è ingannevole in quanto in realtà, data l'angolazione di ripresa, mostra la riflessione del cielo sul vetro stesso (P2);
- L1: la parete perimetrale è divisa in due porzioni composte da differenti materiale; in corrispondenza dell'intersezione si può notare una discontinuità termica che genera un leggero ponte termico; si riporta a seguire l'andamento delle temperature superficiali lungo la linea L1;
- A1: in corrispondenza dell'intersezione tra la parete perimetrale ed il corpo scale che fuoriesce dal profilo del fabbricato è possibile vedere un ponte termico lineare dovuto ad una discontinuità geometrica della facciata;
- P3: in questa porzione di facciata così come in diverse altre di colore più chiaro è possibile notare piccoli distacchi dell'intonaco dovuti probabilmente a presenza di umidità all'interno della stratigrafia;
- A2: queste porzioni rettilinee ove è visibile una temperatura apparente più elevata sono invece dovute a discontinuità di materiale o a ponti termici geometrici lineari.



Andamento delle temperature superficiali lungo L1

3.2. Indagine termografica 2

Piano: Seminterrato/Terra/Primo/Secondo

Esposizione: Ovest (scuola elementare "Rodari")

Immagine visibile complessiva con indicazioni delle sezioni di dettaglio

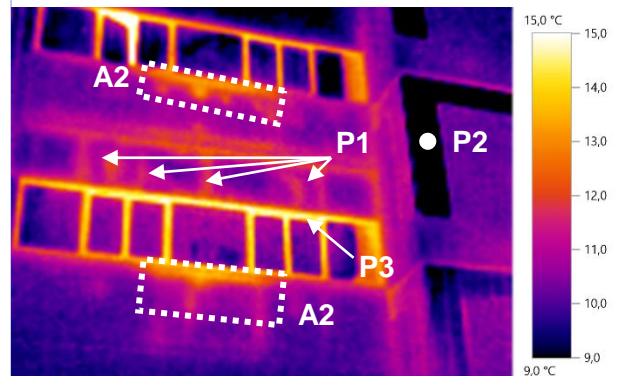


Note:

IMMAGINE VISIBILE

IMMAGINE INFRAROSSO

Ripresa 1



ORIENTAMENTO:	<i>Esposizione Sud</i>
DISTANZA SUPERFICIE:	circa 5 m
DATA:	28/11/2017
ORA:	14:50
MATERIALE/EMISSIVITÀ:	Intonaco - 0,90; Vetro – 0,93; Metallo – 0,30
TEMPERATURA ESTERNA:	circa 15°C
UMIDITÀ ESTERNA:	circa 57%
TEMPERATURA INTERNO:	circa 20,4°C
UMIDITÀ INTERNA:	circa 55%

VALUTAZIONI TECNICHE

L'indagine termografica consente di osservare le differenti caratteristiche di emissività dei materiali ed eventuali disomogeneità e singolarità delle dispersioni attraverso l'involucro del fabbricato.

In particolare abbiamo:

- P1: in questa porzione di facciata così come in diverse altre di colore più chiaro è possibile notare dei punti a temperatura più elevata dovuti alla presenza di infiltrazioni di acqua da dilavamento; tale fenomeno è dovuto alla presenza di un piccolo cordolo in corrispondenza della variazione di stratigrafia che modifica la discesa dell'acqua lungo la facciata durante i periodi di pioggia;
- A1: quanto evidenziato al punto precedente si nota maggiormente in queste aree sottofinestra grazie alla presenza di radiatori posti in corrispondenza all'interno che incrementano la temperatura superficiale in maniera differente rispetto al resto della superficie;
- P2: la porzione di facciata che mostra colore praticamente nero è associata alle vetrate smerigliate singole prive di un vero e proprio telaio installate in corrispondenza dei vani scala;
- P3: i telai dei serramenti mostrano una temperatura più elevata in quanto punti deboli da un punto di vista termico della facciata; tuttavia è necessario precisare che la temperatura rilevata in corrispondenza delle lastre di vetro è ingannevole in quanto in realtà, data l'angolazione di ripresa, mostra la riflessione del cielo sul vetro stesso.

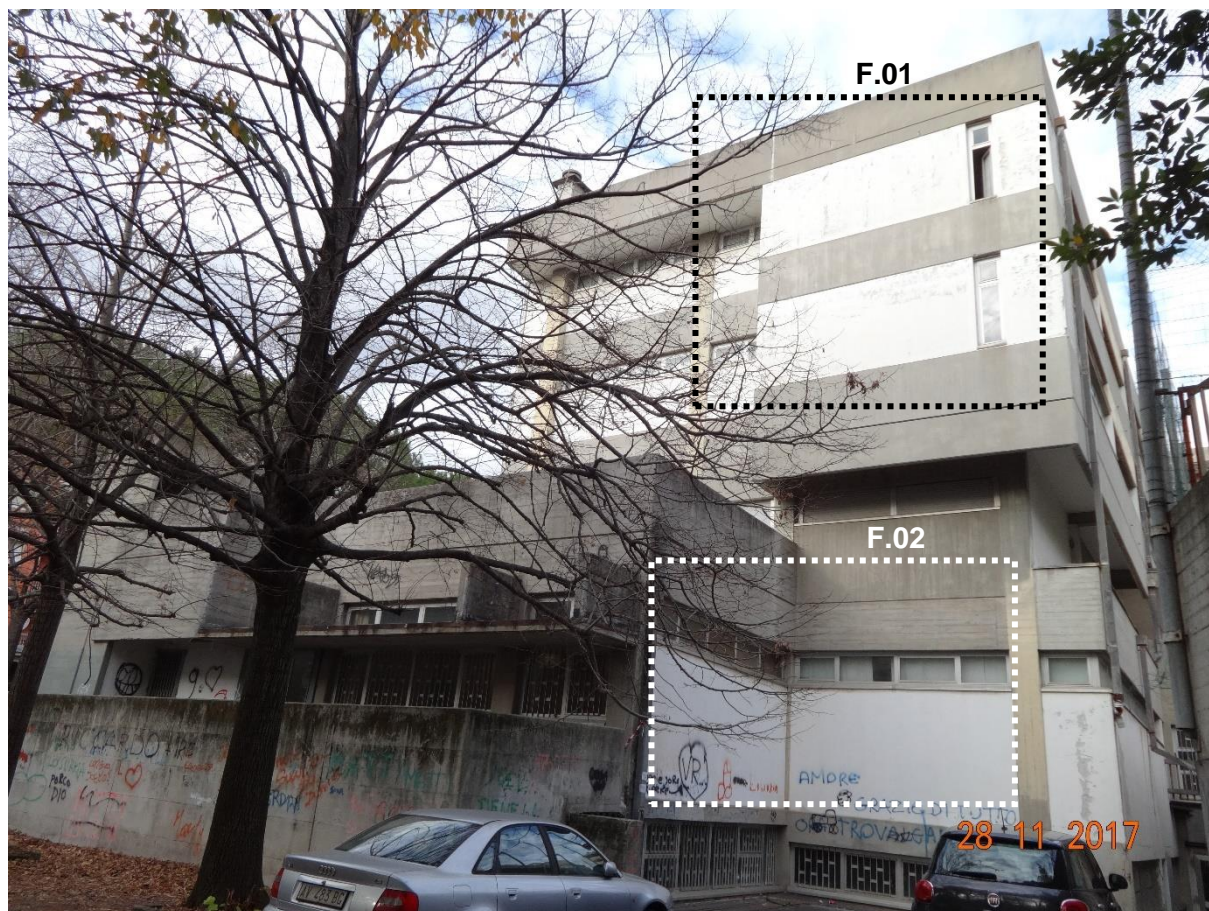
E1066 – Scuola elementare "RODARI" e liceo scientifico "LANFRANCONI"

3.3. Indagine termografica 3

Piano: Seminterrato/Terra/Primo/Secondo

Esposizione: Sud (scuola elementare "Rodari")


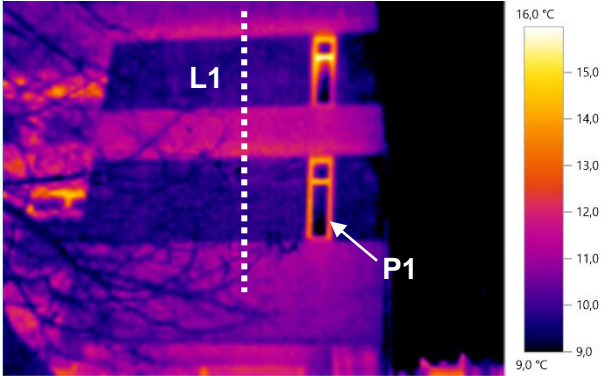

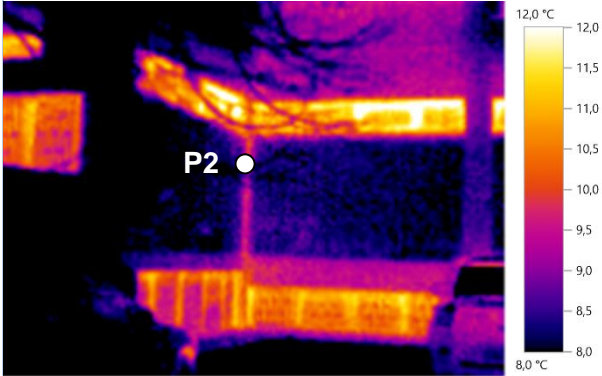
Immagine visibile complessiva con indicazioni delle sezioni di dettaglio



Note:

IMMAGINE VISIBILE

IMMAGINE INFRAROSSO

<p>Ripresa 1</p>		
<p>Ripresa 2</p>		

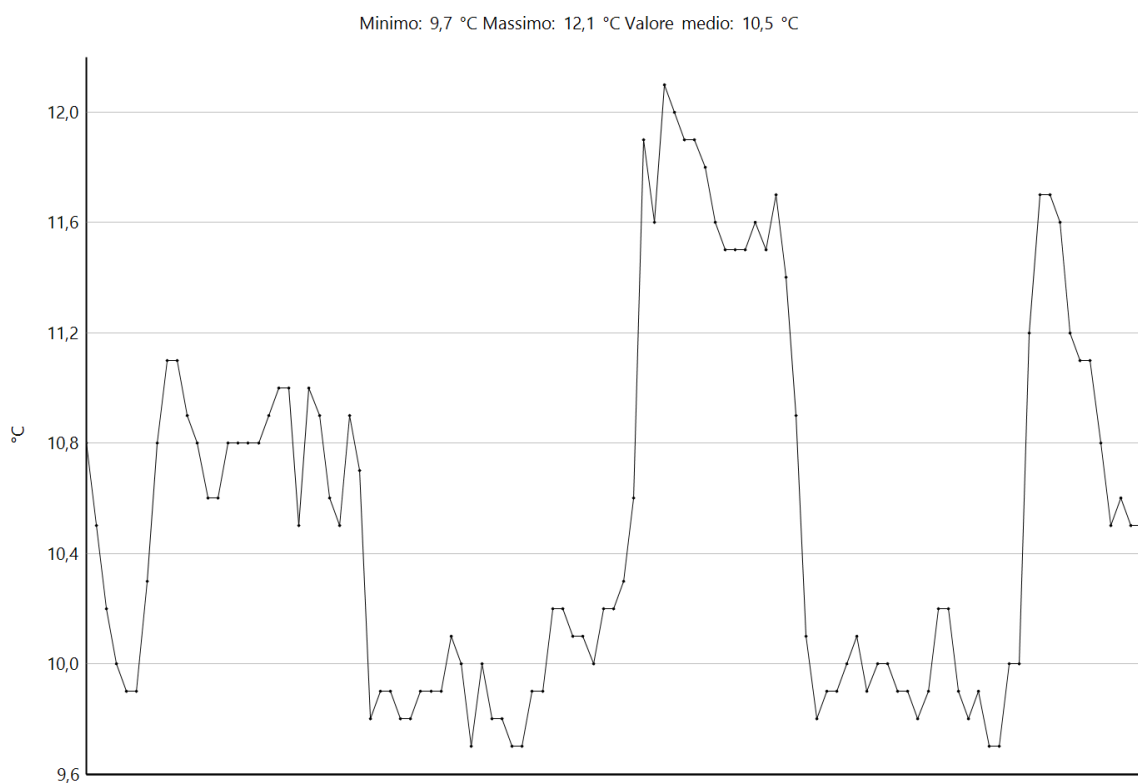
<p>ORIENTAMENTO:</p>	<p><i>Esposizione Sud</i></p>
<p>DISTANZA SUPERFICIE:</p>	<p>circa 5 m</p>
<p>DATA:</p>	<p>28/11/2017</p>
<p>ORA:</p>	<p>14:50</p>
<p>MATERIALE/EMISSIVITÀ:</p>	<p>Intonaco - 0,90; Vetro – 0,93; Metallo – 0,30</p>
<p>TEMPERATURA ESTERNA:</p>	<p>circa 15°C</p>
<p>UMIDITÀ ESTERNA:</p>	<p>circa 57%</p>
<p>TEMPERATURA INTERNO:</p>	<p>circa 20,4°C</p>
<p>UMIDITÀ INTERNA:</p>	<p>circa 55%</p>

VALUTAZIONI TECNICHE

L'indagine termografica consente di osservare le differenti caratteristiche di emissività dei materiali ed eventuali disomogeneità e singolarità delle dispersioni attraverso l'involucro del fabbricato.

In particolare abbiamo:

- P1: i telai dei serramenti mostrano una temperatura più elevata in quanto punti deboli da un punto di vista termico della facciata; tuttavia è necessario precisare che la temperatura rilevata in corrispondenza delle lastre di vetro è ingannevole in quanto in realtà, data l'angolazione di ripresa, mostra la riflessione del cielo sul vetro stesso (P2);
- L1: La parete mostra due stratigrafie distinte almeno per quanto concerne la finitura superficiale, in corrispondenza dei marcapiano si può notare una finitura cementizia; tali stratigrafie hanno un comportamento termico differente, infatti si riporta a seguire l'andamento delle temperature superficiali lungo la linea L1 che mostra una maggiore dispersione termica in corrispondenza della struttura;
- P2: in corrispondenza del cambio di orientamento della facciata è presente un punto termico lineare con andamento verticale.



Andamento delle temperature superficiali lungo L1

E1066 – Scuola elementare "RODARI" e liceo scientifico "LANFRANCONI"

3.4. Indagine termografica 4

Piano: Seminterrato/Terra/Primo/Secondo

Esposizione: Est e Sud (scuola elementare "Rodari")

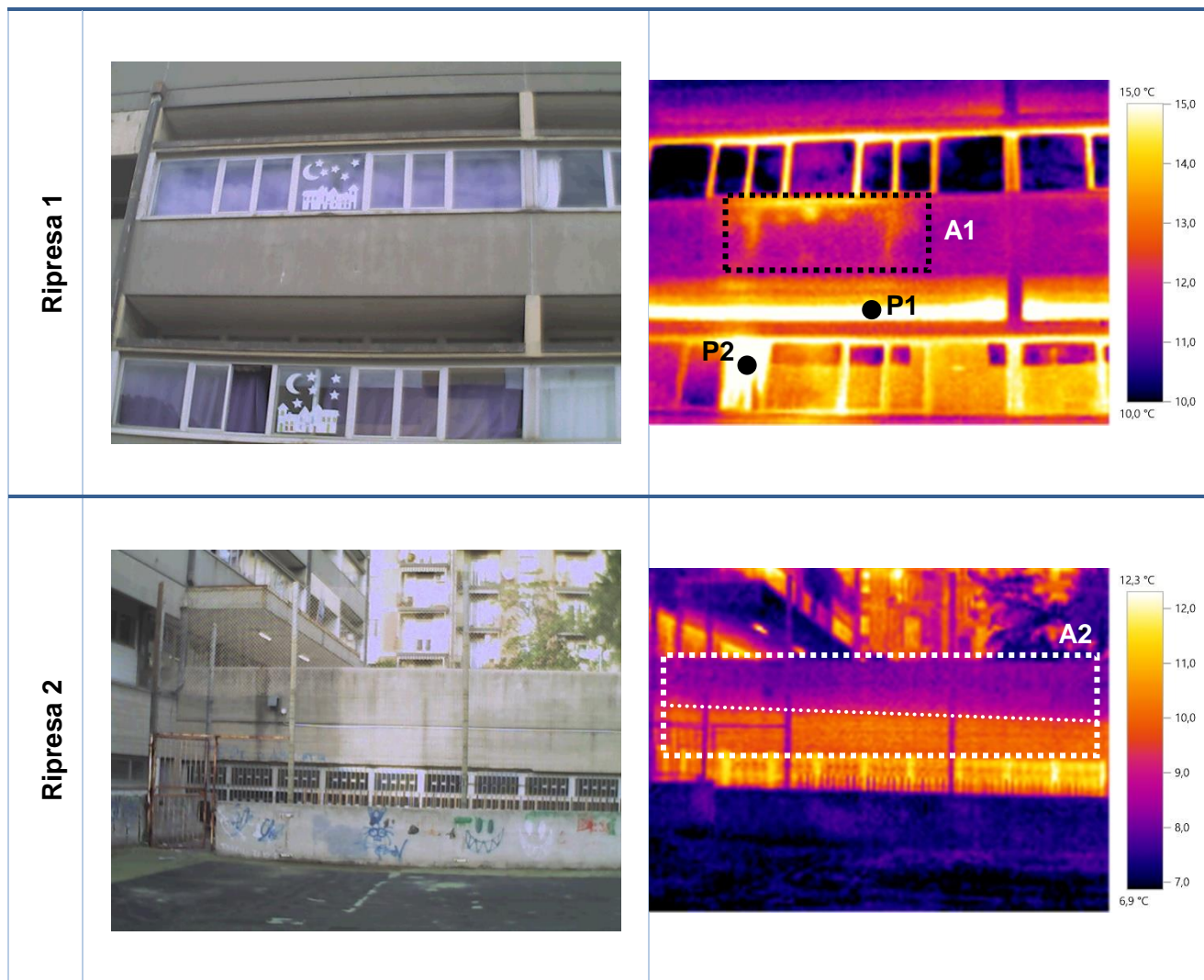
Immagine visibile complessiva con indicazioni delle sezioni di dettaglio



Note:

IMMAGINE VISIBILE

IMMAGINE INFRAROSSO



ORIENTAMENTO:	<i>Esposizione Est e Sud</i>
DISTANZA SUPERFICIE:	circa 5 m
DATA:	28/11/2017
ORA:	14:55
MATERIALE/EMISSIVITÀ:	Intonaco - 0,90; Vetro – 0,93; Metallo – 0,30
TEMPERATURA ESTERNA:	circa 15°C
UMIDITÀ ESTERNA:	circa 57%
TEMPERATURA INTERNO:	circa 20,4°C
UMIDITÀ INTERNA:	circa 55%

VALUTAZIONI TECNICHE

L'indagine termografica consente di osservare le differenti caratteristiche di emissività dei materiali ed eventuali disomogeneità e singolarità delle dispersioni attraverso l'involucro del fabbricato.

In particolare abbiamo:

- A1: lungo i sottofinestra è anche in questo caso visibile un aumento della temperatura apparente legato a fenomeni di dilavamento differenziato associato alla presenza di un radiatore all'interno;
- P1: è presente uno sfondato nella facciata in corrispondenza dei sopraluce delle finestre al piano primo ove, a causa della differenza di angolo di ripresa e della presenza dei serramenti, è possibile notare un'evidente differenza di temperatura;
- P2: l'altissima temperatura visibile in corrispondenza del serramento è semplicemente legata ad un'apertura del serramento stesso che porta ad una fuoriuscita concentrata dell'aria interna all'ambiente con conseguente evidente differenza di temperatura rispetto all'ambiente circostante;
- A2: in quest'area è visibile una netta distinzione tra parte superiore e parte inferiore, in realtà si tratta di una falsa differenza da ricondurre al fatto che la porzione superiore non è un divisorio rispetto all'ambiente interno quanto piuttosto un parapetto di protezione del piazzale di accesso alle scuole e si trova quindi in condizioni pressoché isoterme rispetto all'ambiente esterno.

E1066 – Scuola elementare "RODARI" e liceo scientifico "LANFRANCONI"

3.5. Indagine termografica 5

Piano: Terra/Primo/Secondo

Esposizione: Est (liceo scientifico "Lanfranconi")

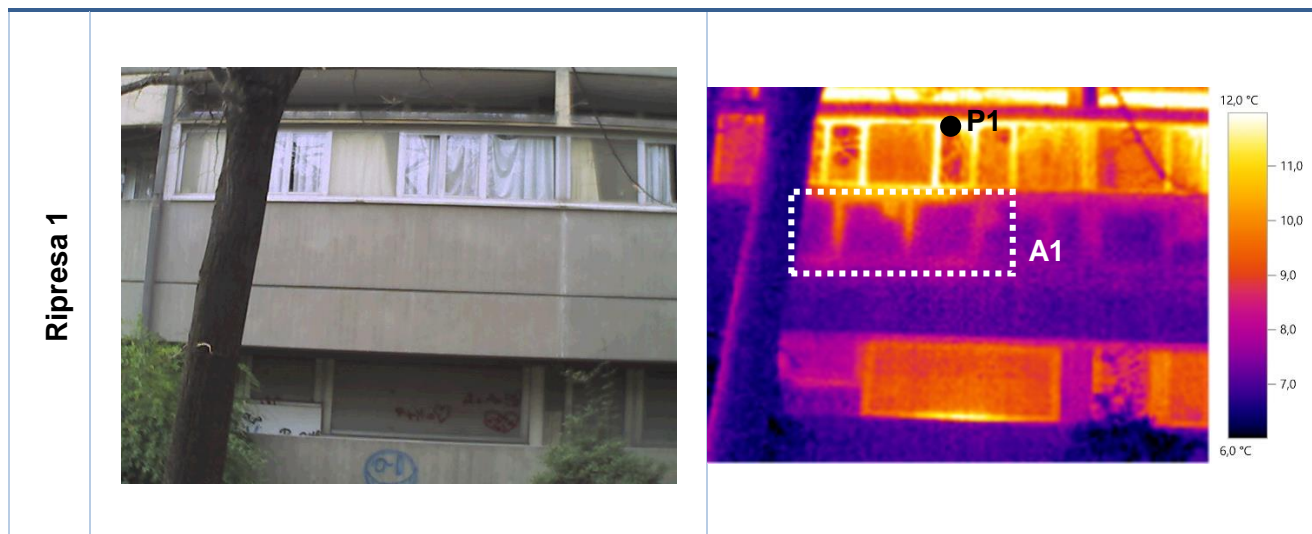
Immagine visibile complessiva con indicazioni delle sezioni di dettaglio



Note:

IMMAGINE VISIBILE

IMMAGINE INFRAROSSO



ORIENTAMENTO:	<i>Esposizione Est e Sud</i>
DISTANZA SUPERFICIE:	circa 5 m
DATA:	28/11/2017
ORA:	14:55
MATERIALE/EMISSIVITÀ:	Intonaco - 0,90; Vetro – 0,93; Metallo – 0,30
TEMPERATURA ESTERNA:	circa 15°C
UMIDITÀ ESTERNA:	circa 57%
TEMPERATURA INTERNO:	circa 20,4°C
UMIDITÀ INTERNA:	circa 55%

VALUTAZIONI TECNICHE

L'indagine termografica consente di osservare le differenti caratteristiche di emissività dei materiali ed eventuali disomogeneità e singolarità delle dispersioni attraverso l'involucro del fabbricato.

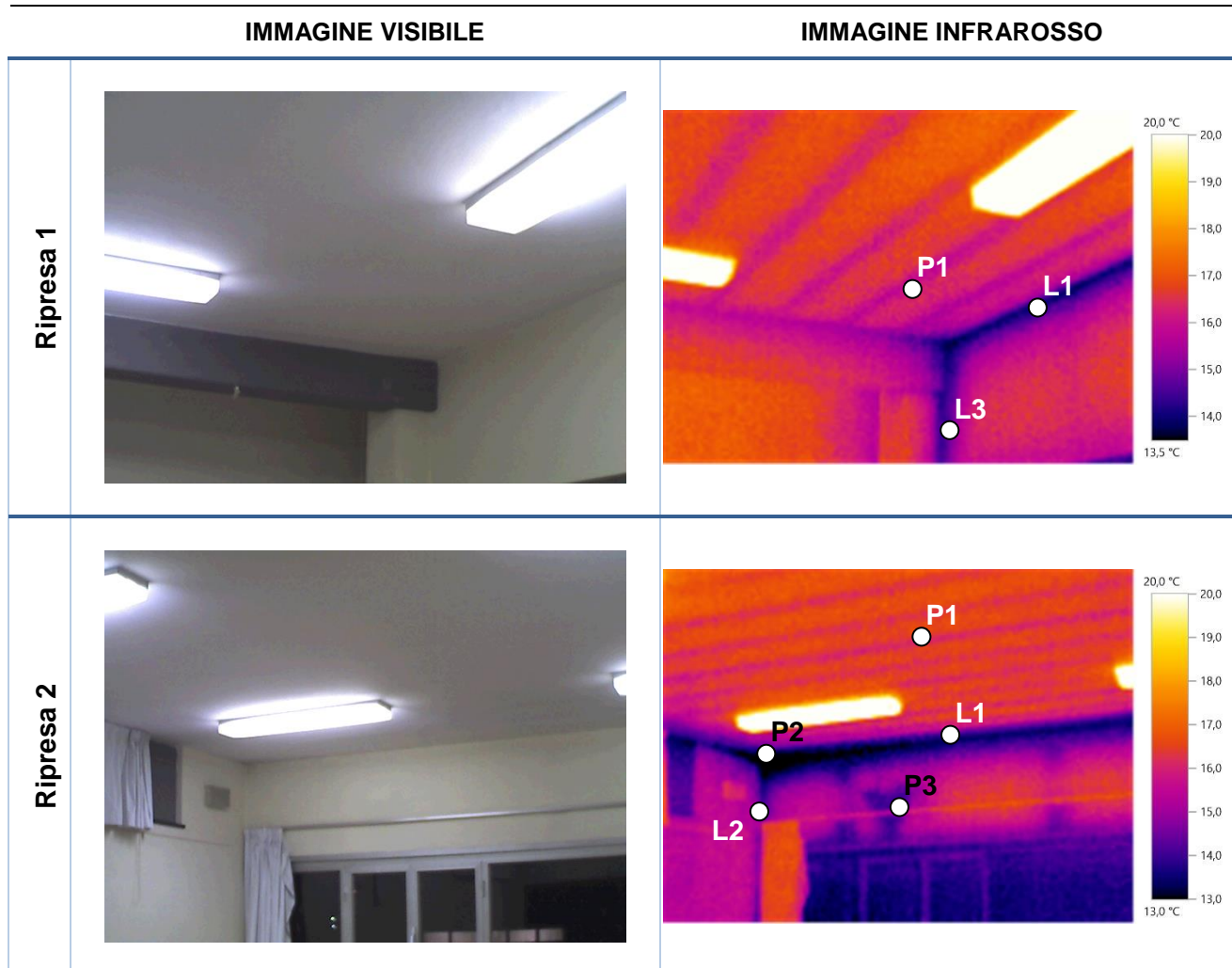
In particolare abbiamo:

- A1: lungo i sottofinestra è visibile, ancora una volta un aumento della temperatura apparente legato a fenomeni di dilavamento differenziato associato alla presenza di un radiatore all'interno;
- P1: i telai dei serramenti mostrano una temperatura più elevata in quanto punti deboli da un punto di vista termico della facciata.

3.6. Indagine termografica 6

Piano: Terra/Primo (liceo scientifico "Lanfranconi")

Esposizione: Interno



ORIENTAMENTO:	<i>Ambiente interno</i>
DISTANZA SUPERFICIE:	circa 3 m
DATA:	28/11/2017
ORA:	17:00
MATERIALE/EMISSIVITÀ:	Intonaco - 0,90; Vetro - 0,93; Metallo - 0,30; Legno - 0,94
TEMPERATURA ESTERNA:	circa 15,1°C
UMIDITÀ ESTERNA:	circa 53,1%
TEMPERATURA INTERNO:	circa 20,2°C
UMIDITÀ INTERNA:	circa 55%

VALUTAZIONI TECNICHE

L'indagine termografica consente di osservare le differenti caratteristiche di emissività dei materiali ed eventuali disomogeneità e singolarità delle dispersioni attraverso l'involucro del fabbricato.




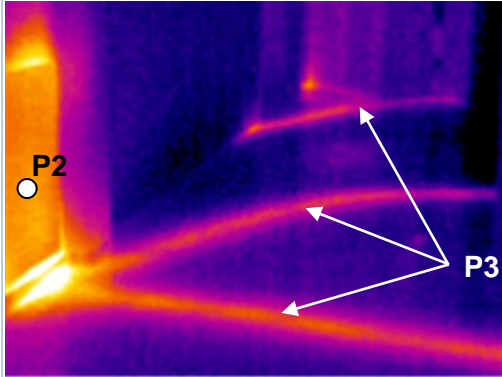
In particolare abbiamo:

- P1: è chiaramente visibile in entrambi i piani un effetto fantasma del solaio superiore che evidenzia la presenza di una soletta latero-cementizia con pignatte (caratterizzate da una temperatura apparente superiore) e travetti (caratterizzate da una temperatura apparente inferiore);
 - L: sono chiaramente visibili i ponti termici geometrici bidimensionali in corrispondenza delle intersezioni tra solaio e parete verticale (L1), tra due pareti verticali con orientamento perpendicolare (L2) o tra pilastri e parete perimetrale (L3);
 - P2: i ponti termici geometrici lineari si incontrano in questo punto generando un ponte termico puntuale tridimensionale;
 - P3: in corrispondenza di questo punto si può notare una maggiore dispersione termica, per il cui studio sarebbero necessarie indagini più invasive.
-

3.7. Indagine termografica 7

Piano: Primo (liceo scientifico "Lanfranconi")

Esposizione: Interno

	IMMAGINE VISIBILE	IMMAGINE INFRAROSSO
Ripresa 1		 <p>Color scale: 25,1 °C to 11,9 °C</p>
Ripresa 2		 <p>Color scale: 22,0 °C to 15,0 °C</p>

ORIENTAMENTO:	<i>Ambiente interno</i>
DISTANZA SUPERFICIE:	circa 2 m
DATA:	28/11/2017
ORA:	17:20
MATERIALE/EMISSIVITÀ:	Intonaco - 0,90; Vetro – 0,93; Metallo – 0,30; Legno – 0,94
TEMPERATURA ESTERNA:	circa 15,1°C
UMIDITÀ ESTERNA:	circa 53,1%
TEMPERATURA INTERNO:	circa 20,2°C
UMIDITÀ INTERNA:	circa 55%

VALUTAZIONI TECNICHE

L'indagine termografica sulle componenti impiantistiche consente di osservare dispersioni termiche legate all'impianto, eventuali malfunzionamenti, discontinuità o mancanza dell'isolante sulla rete di distribuzione.

In particolare, abbiamo:

- P1: si può notare un corretto funzionamento del radiatore ove non si nota presenza di bolle d'aria o ostruzioni all'interno, per quanto ovviamente la mancanza di isolante nella parete retrostante causa, come già ampiamente evidenziato importanti dispersioni verso l'esterno;
 - P2: un collettore di distribuzione incassato a parete e protetto da una portella di ispezione garantisce l'alimentazione di tutti i terminali del piano;
 - P3: sono visibili chiaramente tutte le tubazioni correnti sottotraccia che sono quindi probabilmente poco o per nulla isolate.
-

4. Conclusioni

L'analisi termografica ha rilevato la presenza di alcuni ponti termici bidimensionali e tridimensionali, principalmente in corrispondenza delle singolarità geometriche della struttura, tipicamente i giunti tra le pareti verticali e i solai; inoltre ha mostrato importanti dispersioni in corrispondenza dei passaggi impiantistici.

5. Normativa di riferimento

- UNI 9252:1988** *Rilievo e analisi qualitativa delle irregolarità termiche negli involucri degli edifici - Metodo della termografia all'infrarosso*
- ISO 6781:1983** *Thermal Insulation – Qualitative detection of thermal irregularities in building envelopes – infrared method*
- ISO 13187:1998** *Thermal performance of buildings – Qualitative detection of thermal irregularities in building envelopes– infrared method*
- ISO 10211:2007** *Thermal bridges in building construction – Heat flows and surface temperatures – Detailed calculations*