

Mercoledì 18 aprile 2012

INCREMENTARE IL VALORE DEGLI EDIFICI CIVILI E INDUSTRIALI
Il valore dell'affidabilità delle misure, prove e certificazioni
nella Diagnosi Energetica

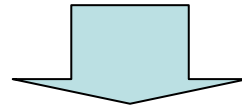
Problematiche di misura in campo e di riferibilità delle misure

ing. Luigi Iacomini

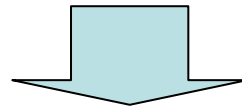
INRIM – Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica
Torino (Italia)

Quadro Nazionale

- **Obbligo di certificazione delle prestazioni energetiche degli edifici**
- **Diffusione dei “contratti energia”**
- **Creazione di catasti energetici di grandi patrimoni edilizi pubblici e privati**
- **Incentivazione di interventi finalizzati al risparmio energetico**
- **Incentivazione finalizzati alla riqualificazione ambientale degli edifici esistenti**



Esiste un mercato di “misurazione e certificazione delle prestazioni energetiche”



E' necessario avere a disposizione strumentazione idonea per misurare le prestazioni degli edifici.

Sistemi di certificazione della sostenibilità ambientale

ITACA

BREEAM

LEED
LEADERSHIP IN ENERGY & ENVIRONMENTAL DESIGN

iISBE

CASBEE

- CONTROLLO DA PARTE DELL'AUTORITA' PUBBLICA DELLE PRESTAZIONI DEGLI EDIFICI
- SUPPORTO ALLA PROGETTAZIONE
- MERCATO IMMOBILIARE



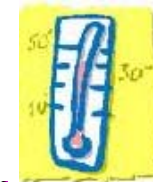
Criticità

- Le analisi effettuate con i sistemi di certificazione non trovano una validazione di tipo sperimentale adeguata
- Difficoltà ad ottenere misure affidabili in campo per quelle grandezze ritenute critiche nella valutazione delle prestazioni energetiche e del comfort ambientale degli edifici
- Difficoltà ad effettuare misure che **siano efficaci e tra loro confrontabili**

Diagnosi energetica: quali misure?

Grandezze legate alle prestazioni termiche e alla qualità microclimatica (comfort termico)

➤ Temperatura dell'aria (indoor e outdoor)



➤ Umidità relativa (indoor e outdoor)



➤ Trasmittanza termica dell'involucro edilizio



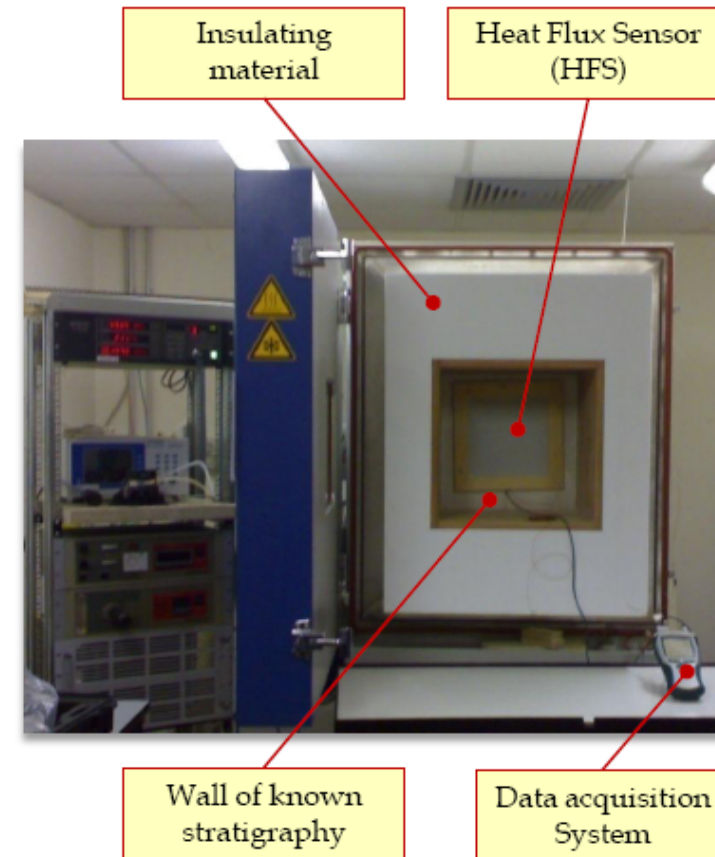
➤ Energia primaria



Esempio

Heat Flux Meters (HFMs) metrological performances

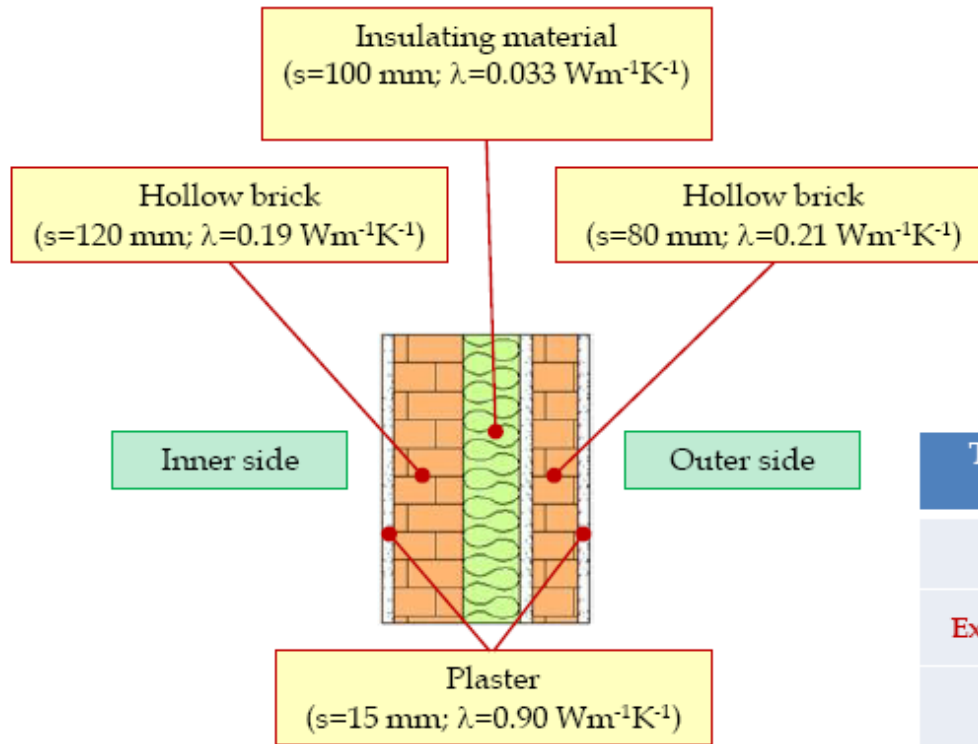
- Experimental tests to evaluate metrological performance of HFMs have been conducted At the University of Cassino measurements laboratory (LaMI).
- Different practical test conditions have been simulated by using an high stability/ uniformity climatic chamber.
- The test apparatus include:
 - ✓ *two different HFS (AHLBORN and Testo);*
 - ✓ *high resolution IR-Camera (Flyr);*
 - ✓ *Calibration systems for air temperature, humidity and velocity sensors.*
- Test have been conducted on wall samples of known stratigraphy and thermal conductance.



Esempio

Heat Flux Meters (HFMs) metrological performances

The more difficult case is relative to an high thermal capacity and low thermal transmittance wall sample



Thermal transmittance U ($\text{W}/\text{m}^2\text{K}$) measured for a known stratigraphy wall sample

	Winter	Spring	Summer
Expected value	0.287		
Measured value	0.793 (Progressive mean method ISO 9869)	---	0.865 (Progressive mean method ISO 9869)
	0.813 (Black box method)	---	0.782 (Black box method)

Riferibilità metrologica

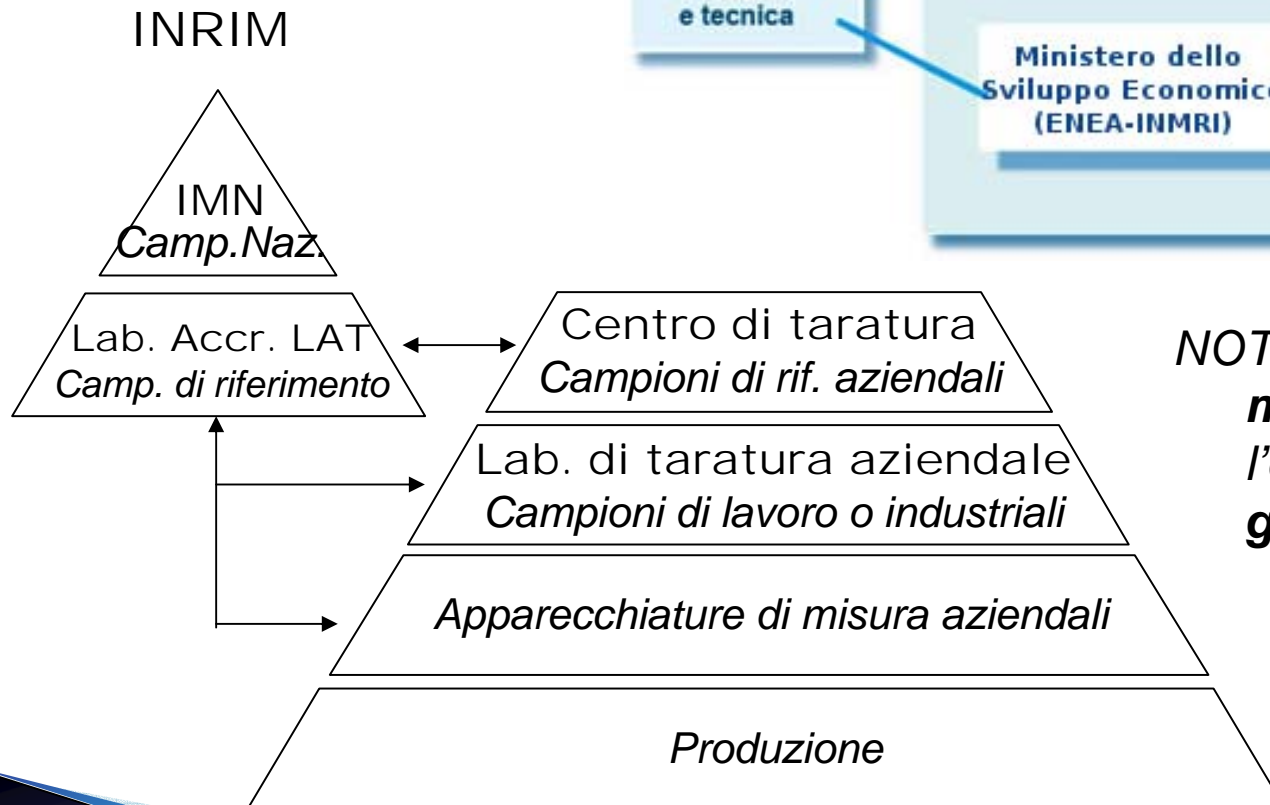


Proprietà di un **risultato di misura** per cui esso è posto in relazione a un riferimento attraverso una documentata catena ininterrotta di **tarature**, ciascuna delle quali contribuisce all'**incertezza di misura**

Rif: UNI CEI 70099:2010 p.to 2.41



Gerarchia della riferibilità



NOTA 2 La **riferibilità metrologica** implica l'esistenza di una **gerarchia di taratura**.

Elementi Riferibilità

- **Una catena ininterrotta di confronti** fino ad un campione nazionale o internazionale;
- **Incertezza di misura** calcolata per ogni passo della catena seguendo metodi riconosciuti, fino ad ottenere una incertezza globale dell'intera catena di misura;
- **Documentazione** ciascun passo della catena deve essere effettuato secondo procedure documentate e ampiamente riconosciute;
- **Competenza** i laboratori o gli enti che effettuano uno o più passi nella catena devono fornire evidenza della loro competenza tecnica, es. accreditamento;
- **Riferimento alle unità SI**; la catena di riferibilità deve partire, qualora possibile, da un campione primario per la realizzazione delle unità SI;
- **Ritaratura** le tarature devono essere ripetute a intervalli appropriati la cui durata dipenderà da un certo numero di variabili.

Cos'è una misura...

Una misura si compone essenzialmente di una **terna di informazioni**:

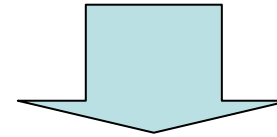
- 1. il valore numerico relativo** alla misurazione
- 2. l'unità di misura con la quale** si è effettuata la misurazione
- 3. l'incertezza** con la quale si fornisce il risultato della misurazione.

L'**incertezza di misura** è un parametro, associato al risultato della misurazione, che caratterizza la dispersione del valore che può ragionevolmente essere attribuito al misurando



In campo

A differenza delle misure eseguite in laboratorio, nelle misure in campo le condizioni al contorno della misura non sono note a priori.



E' necessario essere in grado di valutare volta per volta quali siano i parametri di disturbo alla misura e quanto questi impattano sul risultato di misura per stimare correttamente l'incertezza di misura da assegnare.

Problemi in campo...

- Effettuare misure affidabili in campo:

Verifica qualità del costruito /
Diagnosi energetica edificio

Monitoraggio
lungo periodo



- Committenza che vuole applicare protocolli di sostenibilità
- Costruttore
- Acquirente (garanzia del costruito): consulenza tecnica di parte
- *...

- Società di building automation
- ESCO
- Enti pubblici/privati con contratti di servizio energia
- *...



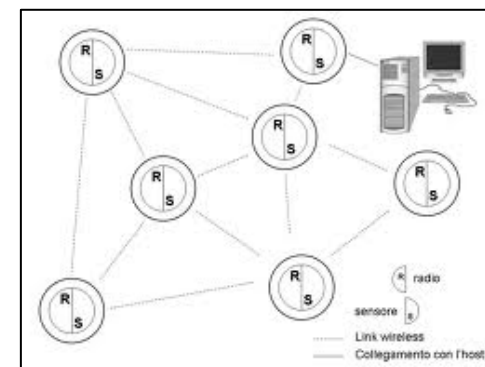
**CARATTERIZZAZIONE
DELL'EDIFICIO
(residenziale/terziario)**

**MONITORAGGIO
CONTINUO
(terziario)**



Problemi in campo...

- Portare la riferibilità in campo (tarature esterne):



Problemi in campo...

In generale:

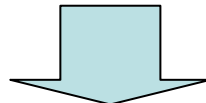
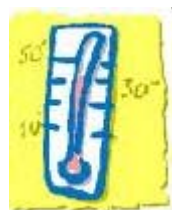
- E' necessario garantire la catena di riferibilità delle misure;
- E' necessario contenere i costi;
- E' necessario minimizzare i parametri di influenza caso per caso (formazione dell'operatore);



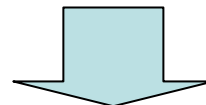
Temperatura dell'aria umidità relativa

La riferibilità è garantita attraverso la taratura per confronto con i campioni nazionali mantenuti presso l'INRiM. (taratura in laboratorio)

Criticità: si ha l'esigenza di trasferire la riferibilità a strumenti operanti in campo che non possono essere disconnessi e risultano difficilmente raggiungibili



Taratura in campo



Mancanza di campioni di lavoro, apparecchiature e procedure di taratura adeguate per le diverse tipologie di applicazioni

Temperatura e umidità dell'aria

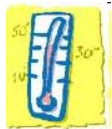


Umidità relativa

da 10 % a 95 %

Incertezza estesa U

Da 0,2 % a 0,5 %



Temperatura

da 0 °C a 70 °C

Incertezza estesa U

da 0,04 °C a 0,06 °C



Contatori di calore



Al momento la riferibilità può essere garantita attraverso la taratura per confronto con i campioni nazionali mantenuti presso l'INRiM, (taratura in laboratorio) del misuratore di portata e delle sonde di temperatura.

Criticità 1: si ha l'esigenza di trasferire la riferibilità a strumenti operanti in campo che non possono essere disconnessi e risultano difficilmente raggiungibili



Criticità 2: il contatore di calore spesso fornisce un'indicazione di energia e non di temperature e portate.

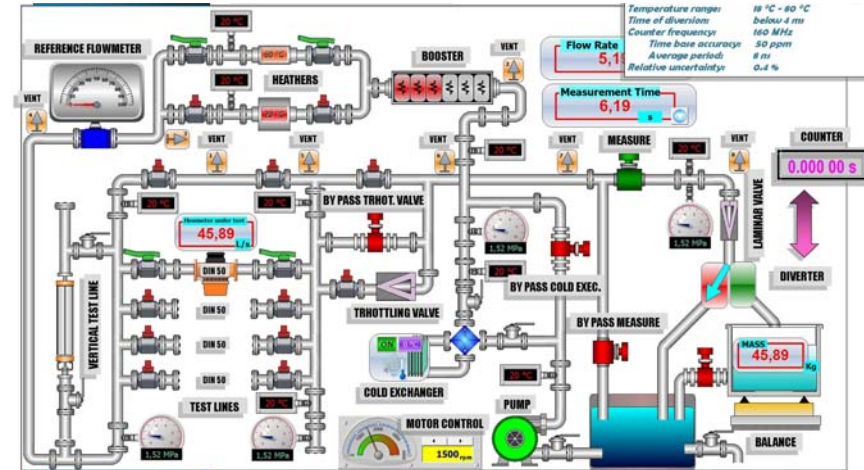
Taratura in campo

Taratura in laboratorio

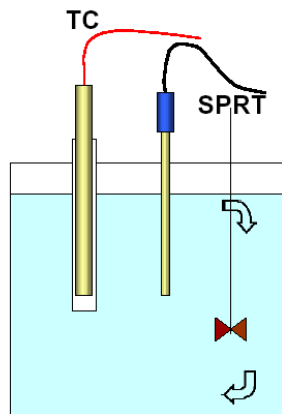
Mancanza di campioni di lavoro e apparecchiature adeguate per le diverse tipologie di applicazioni

Portata e temperatura

Portata: da 0,2 a 7 l/s a 0,1 MPa con incertezza relativa pari a 0,4 %



Temperatura: da -80 °C a 200°C con U da 0,01 °C a 0,02 °C

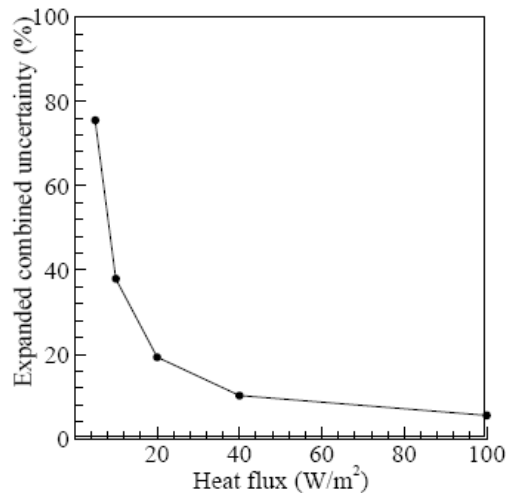


Trasmittanza termica



Al momento non esiste un campione nazionale

La strumentazione che al momento è utilizzata (termoflussimetri) per la misura della trasmittanza termica in campo non è riferibile



Diversi contributi scientifici hanno evidenziato come si possono avere errori importanti nella misura, specialmente quando si misurano flussi termici bassi.

Impossibilità di confrontare le misure e di trarre valutazioni

Flusso e conducibilità termica



Prove, attraverso un sistema tipo piastra calda con anello di guardia di tipo commerciale, per la determinazione della conducibilità termica dei materiali isolanti.

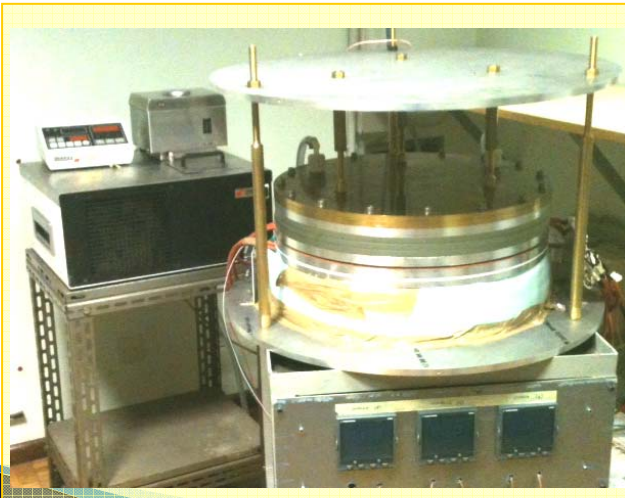
$$\lambda = (3 - 1800) \text{ mW/m}\cdot\text{K}$$

$$T_{\text{test}} = -10 \text{ }^\circ\text{C} - 50 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\Delta T \leq 15 \text{ }^\circ\text{C}$$

Sample size $\leq 500 \times 500$ mm; thickness: (10 – 200) mm

Standards: ISO 8302, EN 1946-2, EN12667, ASTM C177, DIN 52612.



SISTEMA DI TARATURA DI TERMOFLUSSIMETRI *Assemblaggio in progress...*

Scopo:

- Assicurare la riferibilità alle misure eseguite in campo per la determinazione della trasmittanza termica;
- Misurare la conducibilità termica dei materiali attraverso la generazione di un flusso termico conosciuto;
- Tarare i termoflussimetri utilizzando materiali di riferimento.

Progetti INRIM



<http://www.energycbox.eu/>

Misura riferibile delle prestazioni energetico-ambientali degli edifici con strumentazione certificata e sviluppo di prodotti innovativi per il risparmio energetico

RETEattiva H2Q

Rete d'impresa per la competitività del sistema nazionale di gestione e contabilizzazione certificata di portata idrica ed energia termica”

Ecothermo

Sistema di Wireless Building Automation per il risparmio energetico: progettazione, realizzazione e caratterizzazione metrologica.

Eco-innovation

Innovative green technology for smart energy saving on existing residential buildings with centralized heating/cooling generators”

Grazie per l'attenzione