

NUOVE OPPORTUNITA' E PROCEDURE PER L'EDILIZIA SOSTENIBILE: Conto termico, Fondi Kyoto e CAM Edilizia

22 GIUGNO 2016 | REBUILD | RIVA DEL GARDA

La diagnosi energetica, strumento chiave per la riqualificazione degli edifici

Prof. Paolo Baggio – Università di Trento





Definizione di Diagnosi Energetica

Riprendendo una definizione del CNI, la diagnosi energetica **«è *un'analisi approfondita della situazione reale con l'obiettivo di definire il bilancio energetico dell'edificio e di valutare le potenziali soluzioni di risparmio energetico in una logica costi/benefici*»**.

Obblighi Legislativi

- ❏ Obbligo di Diagnosi Energetica per le grandi imprese e per quelle energivore; (Dlgs 102/2014)
- ❏ Obbligo di diagnosi per tutti gli **impianti ristrutturati o di nuova installazione di potenza termica ≥ 100 kW**, compreso il distacco di impianto anche di un solo condomino. La diagnosi deve mettere a confronto diverse soluzioni impiantistiche compatibili e la loro efficacia sotto il profilo dei costi complessivi (**investimento, esercizio e manutenzione**). (DM 26/6/2015 “Requisiti minimi” Allegato 1 - Art. 5.3)

Obblighi Legislativi - Aziende



- Il D.Lgs 102/2014 introduce l'obbligo per alcune imprese di eseguire una **diagnosi energetica**, inviarla all'ENEA entro il 5 Dicembre 2015 e successivamente ogni 4 anni. Le imprese interessate da questo obbligo sono:
 - **Aziende energivore** (Consumi > 2.4 GWh e/o rapporto costo elettricità/fatturato > 3%)
 - **Grandi imprese** (più di 250 persone e/o fatturato annuo > 50 M€ e bilancio annuo > 43 M€)
- Può essere effettuata solo da EGE o ESCO certificati

Obblighi Legislativi – Edifici 1/2



Il par. 5.3 dell'allegato 1 del DM 26/6/2015 "Requisiti minimi" recita:

Nel caso di ristrutturazione o di nuova installazione di impianti termici di potenza termica nominale del generatore maggiore o uguale a 100 kW, ivi compreso il distacco dall'impianto centralizzato anche di un solo utente/condomino, **deve essere realizzata una diagnosi energetica dell'edificio e dell'impianto** che metta a confronto le diverse soluzioni impiantistiche compatibili e la loro efficacia sotto il profilo dei costi complessivi (investimento, esercizio e manutenzione). La soluzione progettuale prescelta deve essere motivata nella relazione tecnica sulla base dei risultati della diagnosi.

Obblighi Legislativi – Edifici 2/2



La diagnosi energetica deve considerare, in modo vincolante ma non esaustivo, almeno le seguenti opzioni:

- a) impianto centralizzato dotato di caldaia a condensazione con contabilizzazione e termoregolazione del calore per singola unità abitativa;
- b) impianto centralizzato dotato di pompa di calore elettrica o a gas con contabilizzazione e termoregolazione del calore per singola unità abitativa;
- c) le possibili integrazioni dei suddetti impianti con impianti solari termici;
- d) impianto centralizzato di cogenerazione;
- e) stazione di teleriscaldamento collegata a una rete efficiente come definita al decreto legislativo n. 102 del 2014;
- f) per gli edifici non residenziali, l'installazione di un sistema di gestione automatica degli edifici e degli impianti conforme al livello B della norma EN15232

Diagnosi vs APE



APE vs Diagnosi	APE	DIAGNOSI
Calcolo semplificato semi-stazionario	SI	SI
Calcolo dettagliato dinamico	NO	SI
Calcolo Classe Energetica	SI	NO
Calcolo consumo riscaldamento e acs	SI	SI
Calcolo consumo raffrescamento	SI	SI
Calcolo consumo ventilazione	SI	SI
Calcolo consumi elettrici Illumin. e trasporti	SI	SI
Calcolo consumi elettrici totali	NO	SI
Calcolo con orari reali accensione impianto	NO	SI
Calcolo con dati climatici rilevati in loco	NO	SI
Confronto consumi reali da bollette	NO	SI
Calcolo miglioramenti con interventi proposti	NO	SI



La diagnosi energetica

Il processo di diagnosi energetica di un edificio si articola in tre step principali:

1. Ricostruzione del profilo dei consumi e definizione dello stato attuale (baseline).
2. Diagnosi energetica vera e propria (come l'edificio si colloca rispetto a valori in qualche senso medi).
3. Analisi costi-benefici dei possibili interventi.



Profilo dei consumi

La ricostruzione del profilo dei consumi parte dalle bollette energetiche (combustibili e consumi elettrici) che però forniscono usualmente informazioni mediate su periodi relativamente lunghi (mesi). Occorre quindi costruire un **modello energetico dell'edificio considerato** che consenta di ripartire i consumi su tempi più brevi. Tale modello può essere :

1. Lo stesso utilizzato per la certificazione (APE) ovvero un modello semi-stazionario basato sulla serie di **norme UNI TS/11300 (effettuando la valutazione adattata all'utenza).**
2. Basato su **simulazione dinamica dettagliata effettuata** con apposito software (Energy+, Trnsys, etc.)



Modello dell'edificio

La ricostruzione del profilo dei consumi parte dalle bollette energetiche (combustibili e consumi elettrici) che però forniscono usualmente informazioni mediate su periodi relativamente lunghi (mesi). Occorre quindi costruire un **modello energetico dell'edificio considerato** che consenta di ripartire i consumi su tempi più brevi. Tale modello può essere :

1. Lo stesso utilizzato per la certificazione (APE) ovvero un modello semi-stazionario basato sulla serie di **norme UNI TS/11300 (effettuando la valutazione adattata all'utenza).**
2. Basato su **simulazione dinamica dettagliata effettuata** con apposito software (Energy+, Trnsys, etc.)



Modello dell'edificio

Il modello dell'edificio (ovvero del sistema fabbricato impianto) permette :

1. Di calcolare il **bilancio energetico** dell'edificio con il livello di dettaglio desiderato (stagionale, mensile, orario).
2. Di effettuare un'analisi "what if" di vari scenari di intervento

In definitiva, la qualità della diagnosi energetica e l'affidabilità dell'analisi costi-benefici delle soluzioni proposte dipende dalla qualità del modello !!

Modello dell'edificio problemi

1. La simulazione dinamica
2. Simulazione vs. metodi stazionari
3. La simulazione nell'audit energetic
4. Metodi di calibrazione del modello
5. Incertezze nella calibrazione

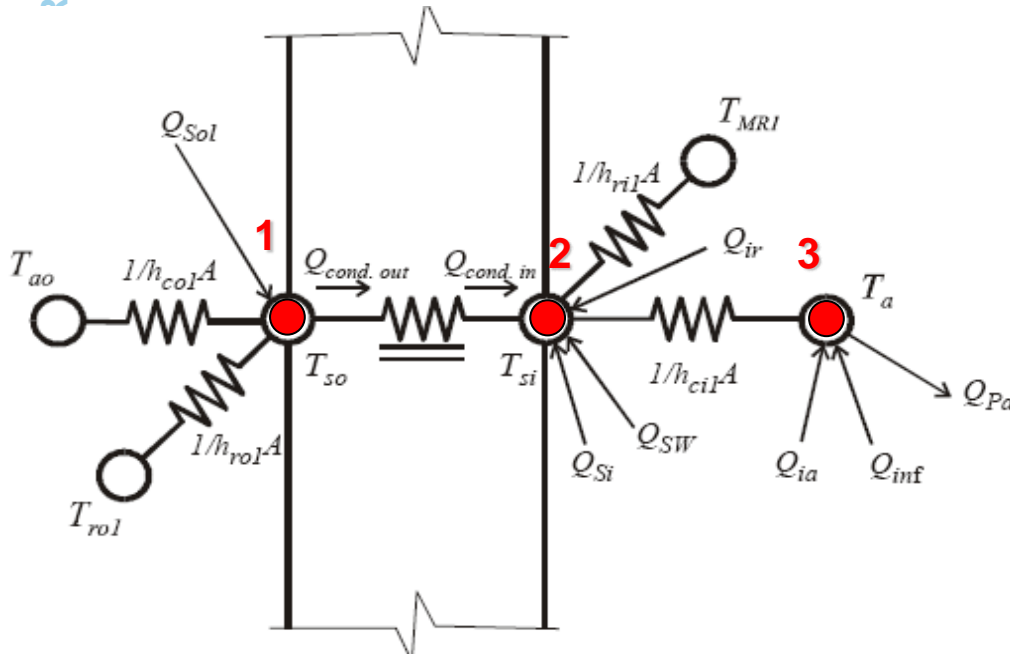
DOUGLAS... (FINGER MAN)...



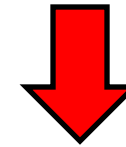


La simulazione dinamica

Il metodo più utilizzato è **Heat Balance Method** sviluppato da Pedersen 1997



V racchiuso da N superfici



2N+1 equazioni

$$\begin{aligned}
 \mathbf{1} \quad & \left\{ \begin{aligned} Q_{SOL} + Q_{oLW} + Q_{co} - Q_{cond.out} &= 0 \\ Q_{Si} + Q_{ir} + Q_{SW} + Q_{iLW} - Q_{ci} + Q_{cond.in} &= 0 \end{aligned} \right. \\
 \mathbf{2} \quad & \\
 \mathbf{3} \quad & \sum_1^n Q_{ci} + Q_{ia} + Q_{inf} + Q_{Pa} = 0
 \end{aligned}$$



Simulazione dinamica vs. metodi quasi stazionari

- Attualmente il calcolo dei consumi energetici è basato su **metodi quasi stazionari** (UNI/TS 11300-1:2008);

$$\begin{cases} Q_{H,nd} = Q_{H,ht} - \eta_g \cdot Q_{gain} \\ Q_{C,nd} = Q_{gain} - \eta_c \cdot Q_{H,ht} \end{cases}$$

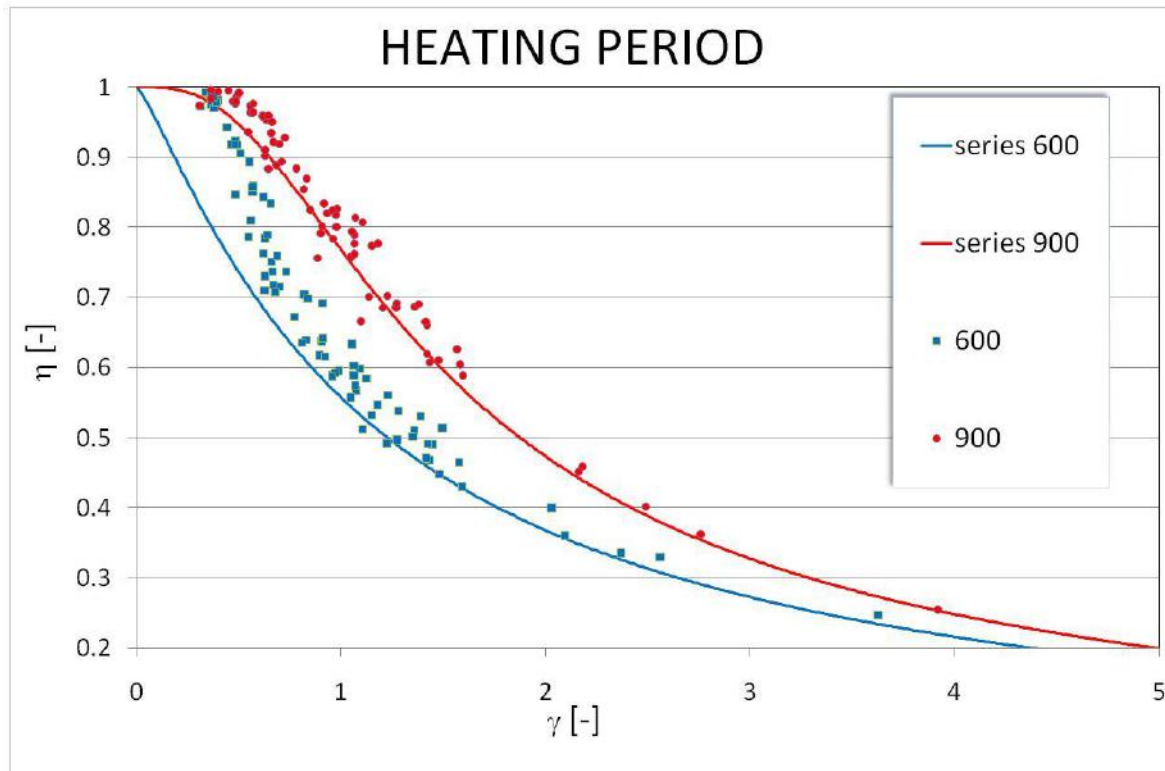
- I trend attuale **volge** verso metodi di simulazioni dinamiche specialmente per edifici complessi

Perché complicarsi tanto la vita?



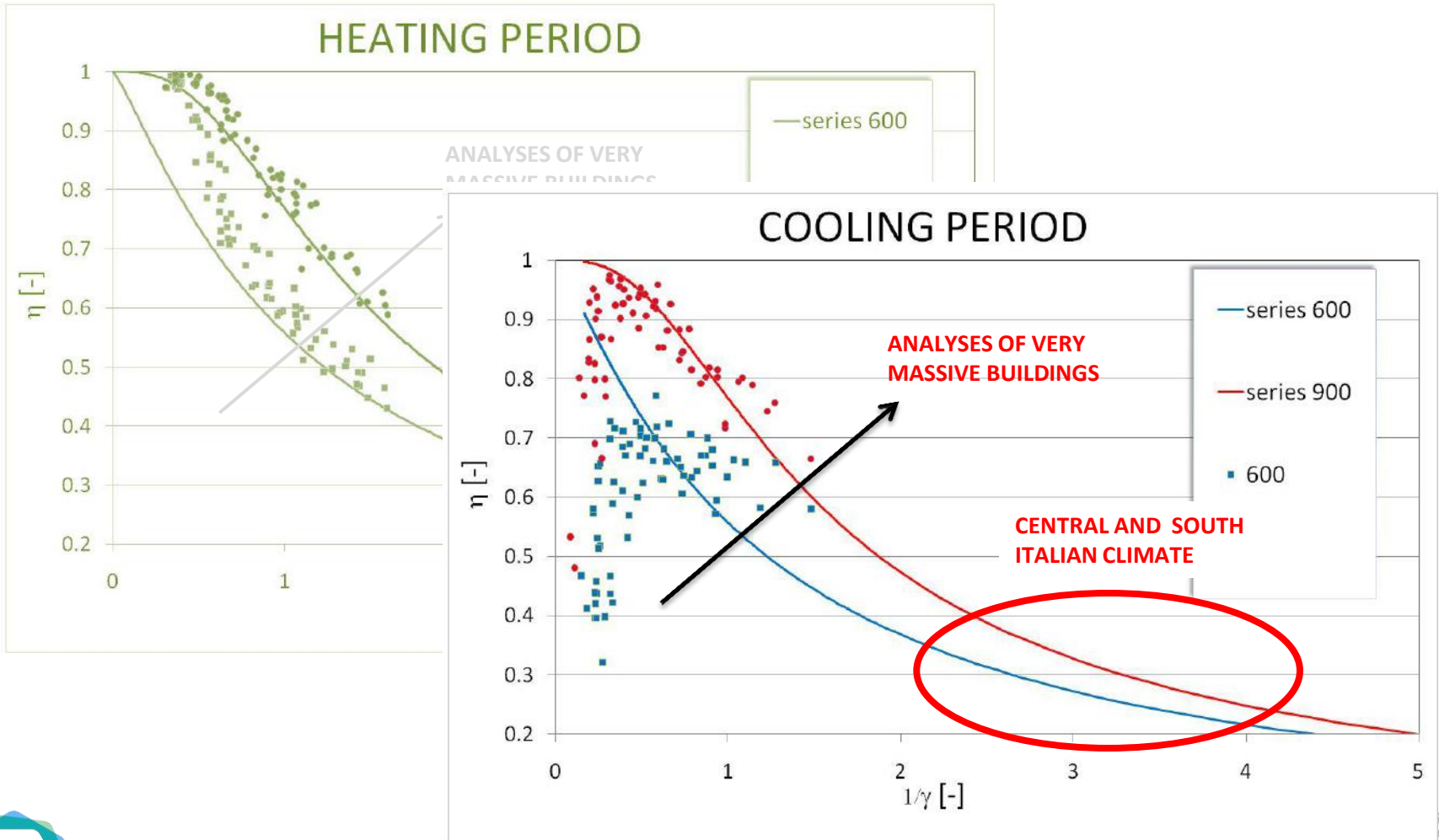


Simulazione dinamica vs. metodi quasi stazionari





Simulazione dinamica vs. metodi quasi stazionari



La Simulazione dinamica nell'*audit* energetico

La simulazione dinamica calibrata può essere usata sia prima dell'intervento (*pre-retrofit scenario*) sia dopo (*post retrofit scenario*):

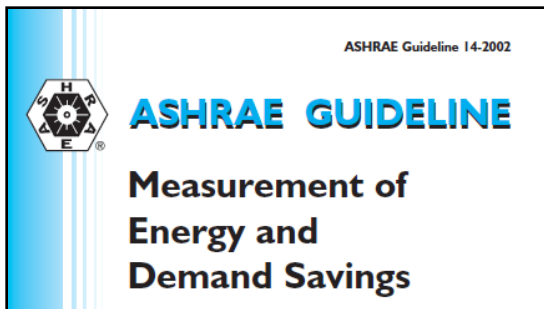
- **investigare l'efficacia** delle misure di risparmio energetico;
- ottimizzare l'intervento sull'edificio esistente;
- **ottimizzare il funzionamento** dei sistemi energetici installati;
- verificare la corrispondenza fra come l'edificio/impianto è stato progettato e effettivamente lavora;
- **verificare** che tutte le componenti impiantistiche funzionino correttamente



La Simulazione dinamica nell'audit energetico

Esistono 3 diverse guide su come condurre le simulazioni dinamiche calibrate:

1. **ASHRAE** Guideline 14-2002 “Measure of energy and demand savings”
2. DOE 2000 M&V Guidelines: Measure and verification of federal energy projects (**FEMP**)





La calibrazione del modello

- Questa è la parte più importante e difficile del lavoro.
- Esistono tre possibili strategie:
 1. consumi simulati vs. consumi da **bolletta** (bimestrali);
 2. consumi simulati vs. letture dei **contatori** (mensili o giornalieri);
 3. consumi simulati vs. **monitoraggio** in campo;
- La scelta del metodo dipende dall'importanza-complexità dell'edificio e dal budget economico.

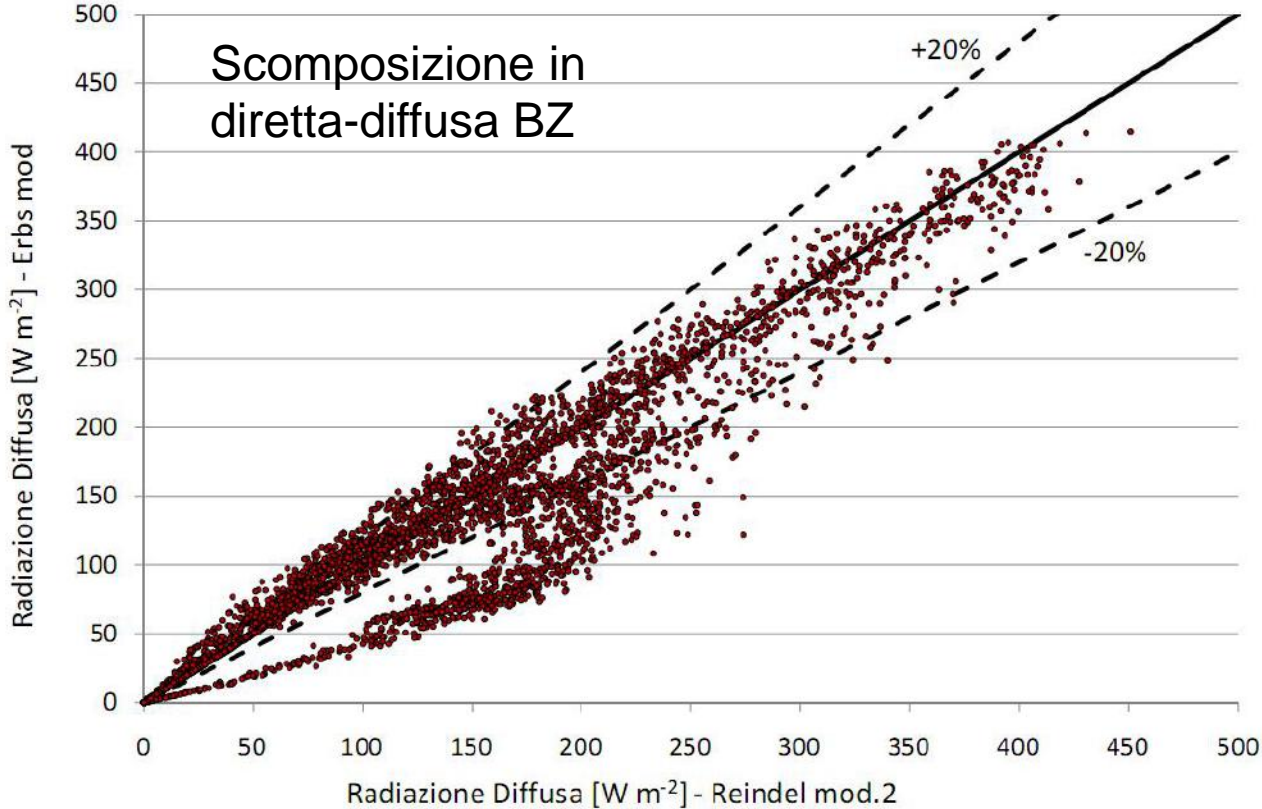


Le fonti di errore nella calibrazione del modello

Gli scostamenti fra risultati simulati e le misure rilevate possono essere causate da:

1. Incertezze del modello (ad esempio sui dati climatici)

- 2. Co
- 3. Val
- 4. Div
- 5. Mc
- 6. Err
- 7. Div



nelle
one;
pianti
rziale

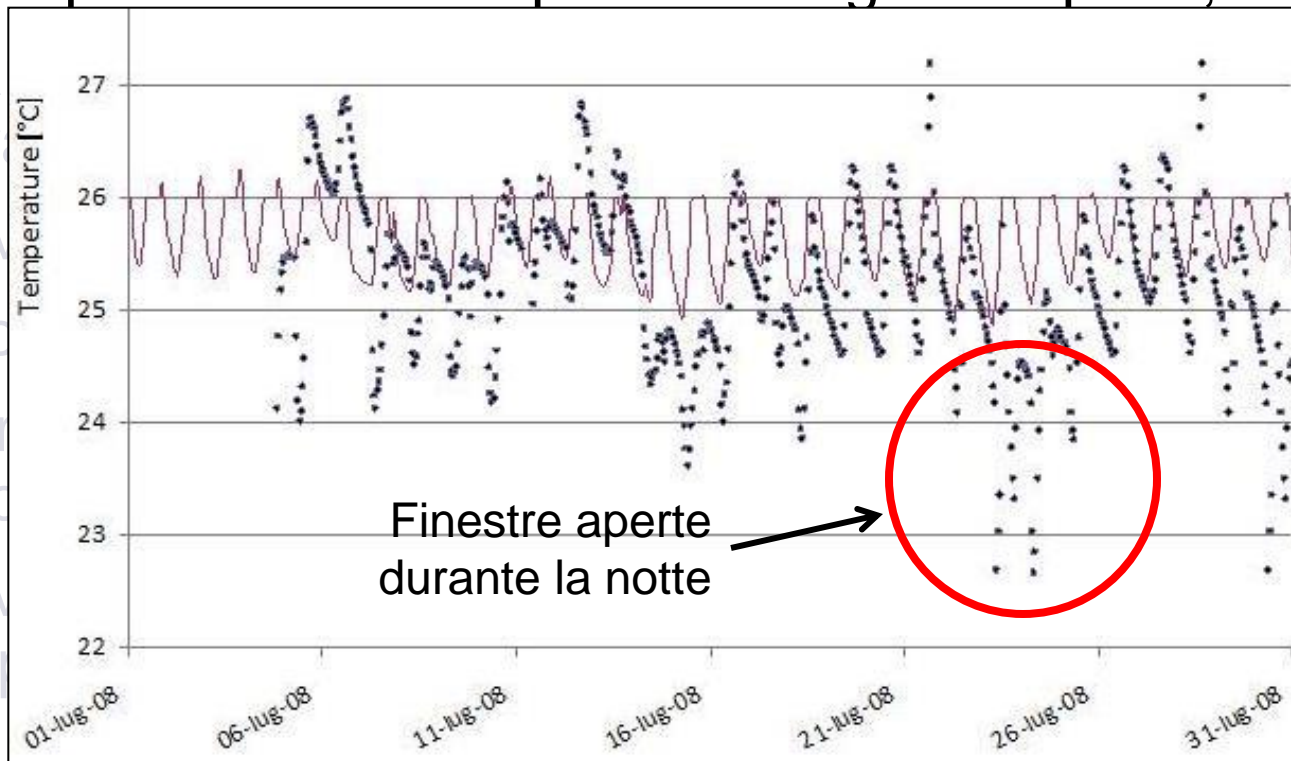




Le fonti di errore nella calibrazione del modello

Gli scostamenti fra risultati simulati e le misure rilevate possono essere causate da:

1. Incertezze del modello (ad esempio sui dati climatici)
2. Comportamento non previsto degli occupanti;

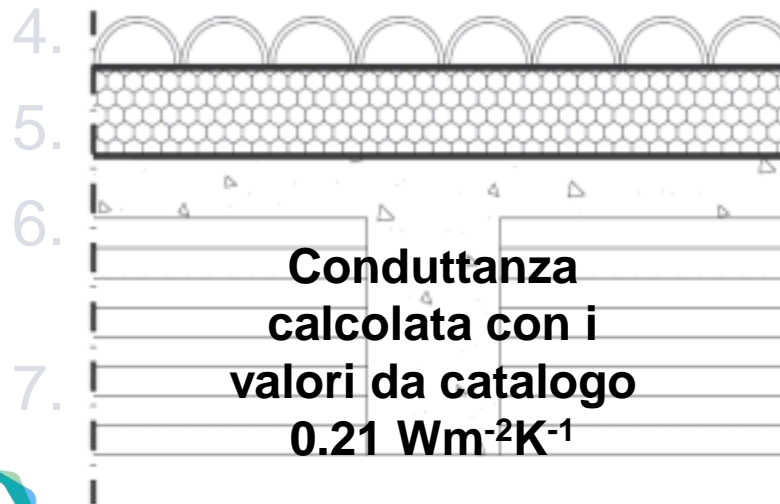




Le fonti di errore nella calibrazione del modello

Gli scostamenti fra risultati simulati e le misure rilevate possono essere causate da:

1. Incertezze del modello (ad esempio sui dati climatici)
2. Comportamento non previsto degli occupanti;
3. Variazione nelle proprietà dei materiali e/o nelle stratigrafie degli elementi;





Le fonti di errore nella calibrazione del modello

Gli scostamenti fra risultati simulati e le misure rilevate possono essere causate da:

1. Incertezze del modello (ad esempio sui dati climatici)
2. Comportamento non previsto degli occupanti;
3. Variazione nelle proprietà dei materiali e/o nelle stratigrafie degli elementi;
4. Diversità negli *schedule* degli impianti-occupazione;
5. Modifica dei setpoint dei termostati;
6. Errata attribuzione delle caratteristiche degli impianti (potenzialità, assorbimenti, targhette illegibili);
7. Diversa curva di funzionamento a carico parziale degli impianti;



Le fonti di errore nella calibrazione del modello

Gli scostamenti fra risultati simulati e le misure rilevate possono essere causate da:

1. Incertezze del modello (ad esempio sui dati climatici)
2. Comportamento non previsto degli occupanti;
3. Variazione nelle proprietà dei materiali e/o nelle stratigrafie degli elementi;
4. Diversità negli *schedule* degli impianti-occupazione;
5. Modifica dei setpoint dei termostati;
6. Errata attribuzione delle caratteristiche degli impianti (potenzialità, assorbimenti, targhette illegibili);
7. Diversa curva di funzionamento a carico parziale degli impianti;





Le fonti di errore nella calibrazione del modello

Gli scostamenti fra risultati simulati e le misure rilevate possono essere causate da:

1. Incertezze del modello (ad esempio sui dati climatici)
2. Comportamento non previsto degli occupanti;
3. Variazione nelle proprietà dei materiali e/o nelle stratigrafie degli elementi;
4. Diversità negli *schedule* degli impianti-occupazione;
5. Modifica dei setpoint dei termostati;
6. Errata attribuzione delle caratteristiche degli impianti (potenzialità, assorbimenti, targhette illeggibili);
7. Diversa curva di funzionamento a carico parziale degli impianti;



Le fonti di errore nella calibrazione del modello

Gli scostamenti fra risultati simulati e le misure rilevate possono essere causate da:

1. Incertezze del modello (ad esempio sui dati climatici)
2. Comportamento non previsto degli occupanti;
3. Variazione nelle proprietà dei materiali e/o nelle stratigrafie degli elementi;
4. Diversità negli *schedule* degli impianti-occupazione;
5. Modifica dei setpoint dei termostati;
6. Errata attribuzione delle caratteristiche degli impianti (potenzialità, assorbimenti, targhette illegibili);
7. Diversa curva di funzionamento a carico parziale degli impianti;



Quando un modello è calibrato?

I 3 protocolli prevedono degli scostamenti ammissibili diversi fra simulazione calibrata e misure:

Indice	ASHRAE 14	IPMVP	FEMP
Errore mensile	± 5%	± 20%	± 15%
Errore annuale	X	X	± 10%
CV(RMSE) _{mensile}	± 15%	± 5%	± 10%

$$Errore = \frac{M - S}{M} \times 100$$

$$CV(RMSE)_{mensile} = \frac{\sqrt{\frac{\sum (M - S)^2}{N}}}{\mu}$$

dove:

μ M = Misurato

S = Simulato

N = numero di giorni

m = valore medio



DIAGNOSI E PROTOCOLLI LEED



- **BUILDING DESIGN AND CONSTRUCTION**
 - Prerequisite EA «*Minimum Energy performance*»
- **BUILDING OPERATIONS AND MAINTENANCE**
 - LEED WORK PLAN – *Gap analysis*
 - Prerequisite EA “*Energy Efficiency Best Management Practices*”.
 - Prerequisite EA «*Minimum Energy performance*»
 - Credito EA «*Existing Building Commissioning— Analysis*»
 - Credito EA «*Existing Building Commissioning— Implementation*»
 - Credito EA «*Ongoing Commissioning*»
 - Credito EA «*Advanced Energy Metering*»
 - Credito MR «*Purchasing—Lamps*»
 - Credito EQ «*Interior Lighting*»



La diagnosi energetica è un processo che incoraggia e misura la *Qualità.....*

Ma....

Solo chi ci svolge materialmente il lavoro può creare la QUALITÀ!!!!

PER ULTERIORI INFORMAZIONI

DOMANDE E DUBBI



paolo.baggio@unitn.it



+39 0461 282630



www.unitn.it