Audit energetici e classi guardiane: a scuola risparmiano tutti!

Gianluca Ruggieri
eERG, end-use Efficiency Research Group
www.eerg.it

Dipartimento di Energetica - Politecnico di Milano -
gianluca.ruggieri@polimi.it

Audit in 11 edifici scolastici

- Audit energetici realizzati da Volontari di AIAT e Master RIDEF

Risultati degli audit in 11 edifici scolastici

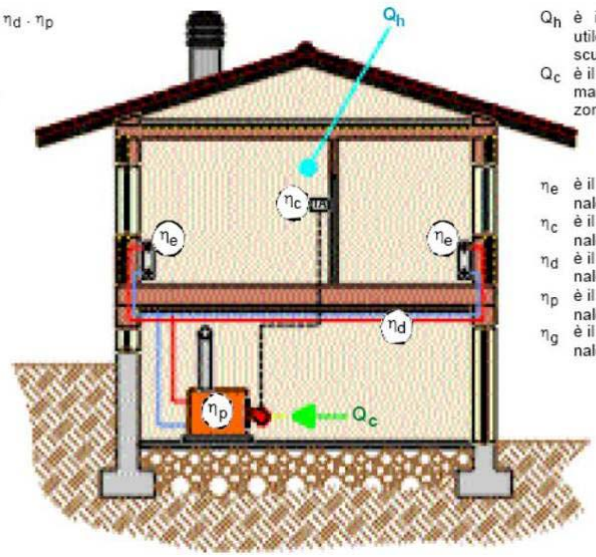
Principali criticità riscontrate

- Impianto di Riscaldamento
- Isolamento dell'involucro
- Impianto di Illuminazione
- Produzione Acqua Calda Sanitaria

Impianto di Riscaldamento

$$\eta_g = \eta_e \cdot \eta_c \cdot \eta_d \cdot \eta_p$$

$$Q_c = \frac{Q_h}{\eta_g}$$



Q_h è il fabbisogno energetico utile ideale richiesto da ciascuna zona, in J;

Q_c è il fabbisogno di energia primaria richiesto da ciascuna zona, in J;

η_e è il rendimento medio stagionale di emissione;

η_c è il rendimento medio stagionale di regolazione;

η_d è il rendimento medio stagionale di distribuzione;

η_p è il rendimento medio stagionale di produzione;

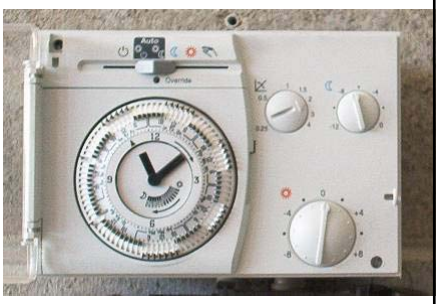
η_g è il rendimento medio stagionale globale.

Impianto di Riscaldamento – criticità

- Caldaia
  - Su undici scuole una caldaia fuori norma
  - Normalmente caldaie regolari ma non ad alte prestazioni
- Distribuzione dell'acqua calda
  - I tubi dell'impianto devono essere isolati se sono posti all'aperto o in spazi che non intendiamo riscaldare

Impianto di Riscaldamento – criticità

- Sistema di regolazione - Principale fattore critico
  - Normalmente l'impianto è regolato in funzione della temperatura esterna
  - Le centraline hanno intervalli di regolazione settimanali o in alcuni casi giornalieri
  - Normalmente non esiste una zonizzazione! Se devo riscaldare un locale (ufficio, palestra, …) necessariamente riscaldo tutta la scuola



Sistema di regolazione - Principale fattore critico

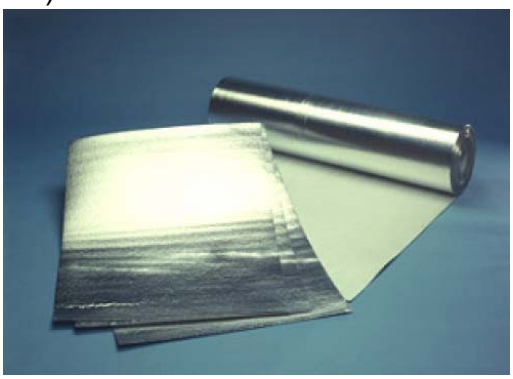
- VALVOLE TERMOSTATICHE
  Al posto della valvola manuale, su ogni radiatore si può installare una valvola termostatica, che regola automaticamente l' afflusso d'acqua in base alla temperatura scelta ed impostata su una manopola graduata.
  Le stanze più soleggiate potranno avere un consumo minore di energia.

Impianto di Riscaldamento – criticità

- Corpi riscaldanti
  - Sicurezza degli ambienti: contrasto con l'efficienza energetica?

Impianto di Riscaldamento – criticità

- Corpi riscaldanti
  - Isolamento del muro posteriormente ai corpi riscaldanti per evitare le dispersioni (cruciale quando l'isolamento è scarso)



Indicatori di consumo in un edificio

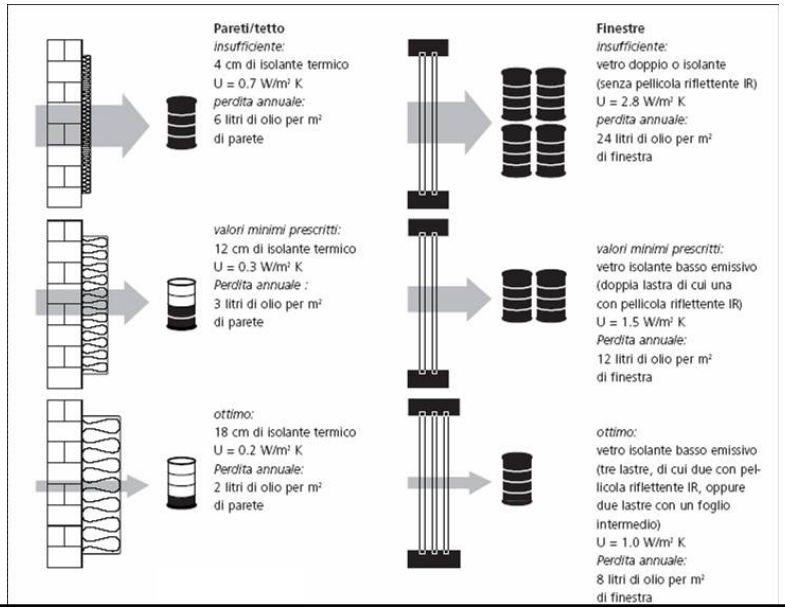
Indicatori dei Consumi termici in un edificio

- Indice in Kwh/m2 anno o Kwh/m3 anno
  - importante non confonderli
- Trasmittanza (k o U-value) $W/m^2 K$
  per la superficie opaca (pareti-tetto-pavimento)
  o trasparente (finestre)

Isolamento - Trasmittanza (k o U-value)

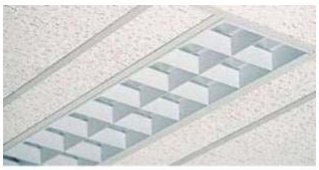
Parete non isolata U = 1-2 W/m² K

Vetro semplice U = 5 W/m² K



Illuminazione inefficiente - Corpi illuminanti

Gamma di apparecchi singoli o componibili a sistema, equipaggiati con ottiche paraboliche ad alto rendimento.



Incasso pannelli con struttura in vista 600x600 - 600x1200.

eERG

Kids4Energy
piccoli risparmiatori
DI... ENERGIA

Produzione Acqua Calda Sanitaria

- Boiler elettrici da evitare…
- In una scuola dopo l'eliminazione di un boiler elettrico e la sostituzione di quelli a 80 litri con dei nuovi apparecchi da 20 litri i i consumi elettrici sono diminuiti del 20%
- Dove sono necessari è opportuno installare dei timer (meglio se settimanali) in modo che l'acqua calda venga prodotta solo quando serve

Audit energetici e classi guardiane: a scuola risparmiano tutti!

Gianluca Ruggieri
eERG, end-use Efficiency Research Group
www.eerg.it

Dipartimento di Energetica - Politecnico di Milano -
gianluca.ruggieri@polimi.it

Indicatori energetici

Guida per il contenimento della spesa energetica nelle scuole
ENEA, FIRE

- La raccolta dei dati è un lavoro dispendioso (specie ottenere la disponibilità delle bollette energetiche)
- Si identificano due indicatori semplificati
  - IEN_R per i consumi termici
  - IEN_N per i consumi elettrici
- Sulla base dei due indicatori e di valori di riferimento è possibile classificare l'edificio
- Si valuta se proseguire o meno con un audit dettagliato

Guida scuole (ENEA, FIRE)

- La guida è utilizzabile sia per le costruzioni in muratura, sia per quelle in calcestruzzo, sia per quelle in prefabbricato
  - nel caso la scuola sia in prefabbricato e risulti di classe insufficiente è necessario correggere lo IEN_R riducendolo del 20%
- La presenza di cucine aumenta i consumi per riscaldamento del 2-4% complessivamente, pertanto, anche se non si riesce a scorporare i consumi relativi alle cucine non si commette un errore rilevante
- La presenza di piscine è molto più energivora. Per poter utilizzare la guida è necessario quindi separare i consumi per il riscaldamento dell'acqua delle piscine

Guida scuole (ENEA, FIRE)

- Calcolo dello dell'indicatore energetico normalizzato per riscaldamento (IEN_R)
  - A Consumi annui **medi** di combustibile per riscaldamento
  - B Volumetria lorda riscaldata
  - C Gradi-giorno convenzionali della località in cui è situata la scuola
    DPR 412/93
  - D Fattore di normalizzazione del consumo F_E dovuto alla forma dell'edificio (Tabulato in funzione del rapporto Superficie disperdente /Volume riscaldato)
  - E Fattore di normalizzazione F_H rispetto all'orario di funzionamento della scuola

Guida scuole (ENEA, FIRE)

- Calcolo dell'indicatore energetico normalizzato per consumo energia elettrica (IEN_N)
  - A Consumi annui medi di energia elettrica
  - B Superficie lorda ai piani dell'edificio
  - C Fattore di normalizzazione F_H rispetto all'orario di funzionamento della scuola

Verifiche

- Ogni grado centigrado in meno di temperatura nell'ambiante riscaldato comporta risparmi tra il 7 e il 12%
- Se la temperatura misurata all'interno dell'edificio è inferiore ai 20°C bisogna tenerne conto, aumentando lo IEN_R del 10% per ogni grado di differenza
- Il livello di illuminamento medio nelle aule deve risultare almeno di 200 lux sul piano di lavoro

Risultati degli audit in 11 edifici scolastici

IENR per i consumi termici

- Gli Indici rilevati variano tra un massimo di 37 e un minimo di 18

Classi di merito dei consumi specifici di riferimento per riscaldamento

$Wh_t / m^3 \times GG \times anno$

	Buono	Sufficiente	Insufficiente
Materne	minore di 18,5	da 18,5 a 23,5	maggiore di 23,5
Elementari	minore di 11,0	da 11,0 a 17,5	maggiore di 17,5
Medie, Secondarie Sup.	minore di 11,5	da 11,5 a 15,5	maggiore di 15,5

Risultati degli audit in 11 edifici scolastici

IENN per i consumi elettrici

- Gli Indici rilevati variano tra un massimo di 28 e un minimo di 8

Classi di merito dei consumi specifici di riferimento per energia elettrica

$kWh_e / m^2 \times anno$

	Buono	Sufficiente	Insufficiente
Materne	minore di 11,0	da 11,0 a 16,5	maggiore di 16,5
Elementari, Medie, Secondarie Sup. tranne Ist.Tecn.Ind. e Ist.Prof.Ind.	minore di 9,0	da 9,0 a 12,0	maggiore di 12,0
Ist.Tecn. Ind., Ist. Prof. Ind.	minore di 12,5	da 12,5 a 15,5	maggiore di 15,5

eERG

Kids4Energy piccoli risparmiatori DI... ENERGIA

Audit energetici e classi guardiane: a scuola risparmiano tutti!

Gianluca Ruggieri
eERG, end-use Efficiency Research Group
www.eerg.it

Dipartimento di Energetica - Politecnico di Milano -
gianluca.ruggieri@polimi.it

eERG

Kids4Energy piccoli risparmiatori DI... ENERGIA

Mancanza di serie storiche sui dati di riscaldamento

- La normativa fornisce per ciascuna località il valore storico medio di Gradi Giorno
- Sono in grado di calcolare abbastanza facilmente i Gradi Giorno specifici di un anno
- Posso assumere in prima approssimazione che i consumi siano proporzionali ai Gradi Giorno
- Quindi

$$C_{s\tan dard} = C_{t0} \cdot \frac{GG_{s\tan dard}}{GG_{t0}}$$

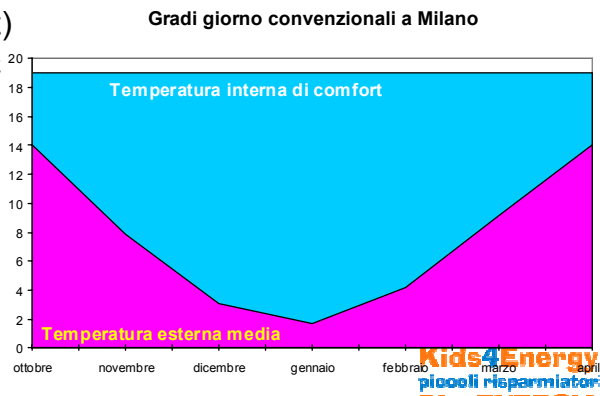
Mancanza di serie storiche sui dati di riscaldamento

- I gradi giorno (G.G.) di un luogo si ottengono sommando le differenze positive giornaliere tra la temperatura dell'ambiente, convenzionalmente fissata a 19°C e, la temperatura media esterna giornaliera, riferite all'intero periodo invernale (art.1 comma z del D.P.R. 412/1993)

GG = Σ (19°C - Test)

quando Test < 19°C

nel periodo di riscaldamento

Milano 2404 GG

Roma 1415 GG