



Scuole per l'energia: risposte locali a domande globali

Analisi Energetica preliminare Scuola Media Galileo Galilei Casale

Autori dell'audit energetico

Ing. Gianluca Ruggieri
Ing. Gualtiero Rondena
Dott. Chiara Tosi

Relazione elaborata a cura di

Ing. Gianluca Ruggieri
Dipartimento "Ambiente-Salute-Sicurezza" – DASS
Università degli Studi dell'Insubria

INDICE

<u>1. Introduzione.....</u>	<u>3</u>
<u>2. Stato attuale dell'edificio scolastico.....</u>	<u>4</u>
<u>2.1 Impianti.....</u>	<u>4</u>
<u>2.2 Osservazioni degli utenti sul comfort percepit.....</u>	<u>4</u>
<u>3. Analisi dei consumi energetici storici.....</u>	<u>5</u>
<u>3.1 Dati storici di consumo.....</u>	<u>5</u>
<u>3.2 Fattori critici di consumo.....</u>	<u>5</u>
<u>4. Potenziali e modalità di risparmio.....</u>	<u>6</u>
<u>4.1 Interventi possibili sull'edificio e sugli impianti.....</u>	<u>6</u>
<u>4.2 Il fotovoltaico nelle scuole.....</u>	<u>8</u>
<u>4.3 Interventi possibili sulle modalità di gestione.....</u>	<u>9</u>
<u>5. Conclusioni.....</u>	<u>11</u>
<u>Bibliografia.....</u>	<u>12</u>
<u>Riferimenti legislativi.....</u>	<u>12</u>
<u>Riferimenti bibliografici.....</u>	<u>12</u>
<u>Riferimenti Internet.....</u>	<u>12</u>

1.Introduzione

Gli edifici adibiti ai vari usi (residenziali, industriali, commerciali e amministrativi) consumano quasi il 40% dell'energia nell'Unione Europea. La Commissione stima che si potrebbe risparmiare un quinto di questa quota facendo uso di tecnologie collaudate, quali isolamento termico, nuovi e più efficienti impianti di riscaldamento e raffreddamento, migliori strutture per la circolazione dell'aria, integrazione di attrezzature per la produzione di energia rinnovabile.

Numerosi studi ed esperienze concrete hanno mostrato come investimenti compiuti per il miglioramento della prestazione energetica degli edifici si possano rivelare estremamente convenienti dal punto di vista sia economico sia ambientale. Ridurre i consumi energetici per l'illuminazione, il riscaldamento e la produzione di acqua calda sanitaria consente di risparmiare sulle sempre più salate bollette energetiche e di diminuire le emissioni di gas nocivi in atmosfera.

Per questo motivo la Regione Lombardia ha previsto nella legge 39 del 21 dicembre 2004 che "**I comuni** con popolazione superiore ai 40.000 abitanti **e le province** per il restante territorio (...) **provvedono alla predisposizione di programmi di diagnosi energetica**, dando la precedenza agli edifici pubblici ed ai sistemi edificio-impianto che presentano valori più elevati del rapporto tra il consumo e la volumetria riscaldata."

I programmi di diagnosi energetica previsti contengono "proposte di interventi di miglioramento edilizio e impiantistico con la specificazione di costi, risparmi possibili e tempi di ritorno degli investimenti".

Analisi di tale genere comportano inevitabilmente un notevole impegno da parte di chi le realizza. Nell'ambito del progetto **Scuole per l'energia: risposte locali a domande globali** è stato possibile realizzare un'audit preliminare che comporta analisi meno approfondite ma che sono in grado di permettere **valutazioni sul comportamento generale dell'edificio dal punto di vista energetico, individuando i possibili miglioramenti edilizi e impiantistici**. L'analisi costi-benefici di tali interventi potrà essere eventualmente effettuata in un secondo tempo dall'Amministrazione Comunale.

La presente relazione contiene anche le indicazioni sulle **modifiche di comportamenti e abitudini di utilizzo dell'edificio da parte degli occupanti**, che si ritiene possano generare sensibili risparmi di energia.

Le valutazioni riportate nel seguito sono state desunte da una diagnosi visiva delle strutture e dall'analisi tecnica della documentazione fornita dagli Uffici Tecnici Comunali (fatture energetiche).

L'audit presso **la scuola media Galileo Galilei** è stato svolto il giorno 31 ottobre 2006. Non è stato possibile disporre di informazioni relative alla stratigrafia delle pareti per la valutazione del grado di isolamento.

2. Stato attuale dell'edificio scolastico

L'edificio è sviluppato su tre piani più il piano terra. Attualmente l'edificio ospita la scuola media, la scuola elementare, una mensa scolastica, una biblioteca e una palestra utilizzata anche per attività esterne alla scuola.

La scuola media vede la presenza di oltre cento studenti per cinque giorni alla settimana. Le attività didattiche ammontano mediamente a circa otto ore giornaliere. Il corpo docente è composto da 19 insegnanti, mentre il corpo non docente da 4 persone.

La scuola è costruita in muratura e calcestruzzo armato. I serramenti vedono la presenza di vetri doppi, anche se non ovunque.

.1 **Impianti**

L'impianto di riscaldamento dell'edificio è diviso in due parti una relativa alla scuola media e una al resto dell'edificio. Ci limitiamo all'analisi del primo impianto.

Sono state installate valvole termostatiche in alcune aule, ma non nelle aule più calde (quelle centrali) con la parte vetrata a sud.

Non c'è possibilità di regolazione della temperatura da parte degli utenti.

.2 **Osservazioni degli utenti sul comfort percepito**

Il comfort termico non sembra garantito diffusamente e, in particolare, i principali fattori di insoddisfazione sono:

- Il personale ausiliario lamenta la presenza di temperature molto basse durante l'inverno nei corridoi, dove il personale stesso deve sostare presso le proprie postazioni di lavoro.
- Nelle aule il contributo del sole è molto elevato, ma l'assenza di tende bianche rende impossibile utilizzarlo efficacemente. L'eccesso di luce solare richiede l'abbassamento delle veneziane e l'accensione della luce artificiale. Inoltre, l'apporto solare al riscaldamento delle aule, in assenza di un sistema di rilevamento e regolazione del riscaldamento, genera un surriscaldamento delle stesse (fino a 26°C). Viceversa, in assenza di radiazione solare, la grande superficie vetrata, priva di schermatura, favorisce uno scambio termico per irraggiamento sfavorevole all'ambiente delle aule, che si raffreddano rapidamente.

3. Analisi dei consumi energetici storici

.1 Dati storici di consumo

Non è stato possibile rilevare i dati di consumo.

.2 Fattori critici di consumo

Sono stati identificati i seguenti fattori critici di consumo:

- Due Boiler elettrici per l'acqua calda sanitaria accesi 24 ore al giorno e non programmabili mediante timer
- Impianto di illuminazione poco efficiente
- Gestione centralizzata dell'impianto di riscaldamento, che non permette la regolazione aula per aula in tutte le aule. In questo modo alcune aule risultano troppo calde e altre non abbastanza riscaldate

4. Potenziali e modalità di risparmio

Sulla base dei dati disponibili e delle analisi eseguite si possono identificare le opportunità di risparmio energetico descritte nel seguito.

.1 **Interventi possibili sull'edificio e sugli impianti**

BOILER ELETTRICI

I boiler elettrici riscaldano l'acqua prima del suo utilizzo. È possibile introdurre dei timer che spengono il boiler nelle ore in cui non è necessario il suo funzionamento e che lo riaccendono qualche ora prima del momento in cui è necessaria l'acqua calda, in modo che ci sia il tempo per portarla alla temperatura desiderata. In questo modo è possibile ridurre gli sprechi di energia.

- L'intervento più semplice ed economicamente sostenibile è **l'installazione di un timer di regolazione** sul boiler elettrico presente nella scuola. Il costo di un timer settimanale, che consigliamo, è variabile tra i venti e i trenta euro.
- È consigliabile **l'introduzione di regolatori a basso flusso** in tutti i rubinetti presenti nella scuola. Tali dispositivi, del costo di pochi euro, permettono di ridurre il flusso d'acqua in uscita dal rubinetto stesso, senza che l'utilizzatore percepisca una diminuzione del servizio. Questa riduzione si traduce in ingenti risparmi d'acqua. Ma risparmi di acqua calda implicano ovviamente anche risparmi di energia.

ILLUMINAZIONE EFFICIENTE

Gli apparecchi di illuminazione più efficienti (cioè che consumano meno energia a parità di flusso luminoso fornito) sono quelli a fluorescenza.

Questi apparecchi si presentano o in forma tubolare (i cosiddetti tubi al neon) oppure in forma compatta (le cosiddette lampade a risparmio).

Per poter sfruttare al meglio la luce emessa dagli apparecchi, i portalampade o lampadari devono:

- riflettere la frazione di luce indirizzata verso l'alto
- permettere a tutta la luce di passare

A tale scopo è sempre importante pulire a intervalli regolari sia le lampade che i loro contenitori.

Per evitare sprechi è possibile installare degli speciali sensori che spengono le lampade in caso le aule siano vuote, oppure in caso l'illuminazione naturale che arriva attraverso le finestre sia sufficiente.

- Nel caso dell'edificio in esame, risulta onerosa dal punto di vista dei consumi elettrici la modalità di regolazione dell'illuminazione nelle aule. Infatti nei diversi momenti dell'anno la luce naturale può essere sufficiente a illuminare tutta l'aula (e in questo caso le lampade vengono tenute spente) oppure a illuminare solo i banchi più vicini alle finestre. Attualmente è presente una parzializzazione per file perpendicolari alle finestre: si suggerisce di modificare la parzializzazione in senso parallelo alla finestra, in modo da permettere la differenziazione dell'accensione dei punti luce (quelli più vicini alla finestra e quelli nella parte più interna dell'aula). In questo modo, qualora si

possa sfruttare la presenza di luce naturale, sarebbe possibile spegnere le luci più vicine alle finestre, e tenere accese solo quelle nelle zone in penombra.

- Introdurre delle tende bianche che permettano la schermatura della luce solare. In questo modo si può utilizzare la luce naturale evitando il fastidioso abbagliamento dato dalla radiazione solare diretta.

APPARECCHIATURE DA UFFICIO

Gli apparecchi da ufficio quali personal computer e loro relative periferiche, fotocopiatrici fax e altro consumano energia anche quando non sono utilizzati. Questo consumo è dovuto al cosiddetto funzionamento in stand-by.

- Normalmente ogni personal computer è dotato di funzioni di controllo per il risparmio energetico (disponibili per esempio nel pannello di controllo di Windows o di Mac-OS). Queste funzioni possono essere impostate per lo spegnimento del computer quando trascorre un certo periodo di tempo in cui non viene utilizzato. Meglio sarebbe procedere direttamente allo spegnimento manuale al termine dell'utilizzo, specie per le attrezzature presenti nelle aule informatiche
- Tra i monitor per personal computer, i modelli più efficienti sono quelli a cristalli liquidi, LCD. In particolare, per i modelli da 17 pollici, i consumi di un monitor LCD sono circa la metà di un monitor a tubo catodico. Se calcoliamo un uso di 8 ore al giorno lavorativo per 210 giorni lavorativi all'anno, il risparmio è pari a circa 10 euro all'anno. È opportuno selezionare lo spegnimento del monitor dopo pochi minuti di inattività: il cosiddetto salva-schermo (screen saver) non diminuisce sostanzialmente i consumi rispetto al funzionamento normale.
- Per quanto riguarda il consumo energetico delle varie periferiche, è opportuno sottolineare che per quasi tutto il tempo di utilizzo è normalmente molto limitato. È fondamentale quindi controllare sempre che siano completamente disattivate quando non sono in funzione.

SOLARE TERMICO

È possibile utilizzare l'energia solare per riscaldare l'acqua. Poiché questa fonte di energia è più disponibile durante l'estate si utilizzano impianti solari termici soprattutto ove esista una particolare richiesta di acqua calda anche durante l'estate.

- Nel caso dell'edificio in esame, potrebbe risultare interessante valutare la possibilità di **integrare un sistema solare termico** nell'impianto di riscaldamento prevedendo la copertura dei collettori durante l'estate in caso non ci siano usi estivi. Questa possibilità va comunque valutata in dettaglio.

IMPIANTO DI RISCALDAMENTO

L'impianto di riscaldamento è costituito dalla caldaia, dall'impianto di distribuzione (ad es. i tubi dell'acqua calda che arrivano ai caloriferi) e dai corpi scaldanti, come i caloriferi.

Una caldaia efficiente è in grado di sfruttare al meglio il calore prodotto dalla combustione che ospita. Ma questo calore prodotto deve essere trasportato al meglio nei locali che voglio

riscaldare e deve essere ceduto solo in quei locali nelle ore in cui sono occupati e non oltre la temperatura desiderata. Per ottenere questo risultato è necessario:

- isolare al meglio i tubi
- togliere o ridurre al minimo gli ostacoli alla circolazione dell'aria attorno ai caloriferi (mobili davanti ai caloriferi)
- adottare copricaloriferi "leggeri" che non ostacolano la distribuzione del calore
- adottare valvole termostatiche, che bloccano la diffusione del calore quando la stanza è arrivata alla temperatura richiesta

- **L'installazione valvole termostatiche in tutte le aule** diminuirebbe gli sprechi aumentando al contempo il benessere degli occupanti. Per ogni radiatore, al posto della valvola manuale, si può installare una valvola termostatica per regolare automaticamente l'afflusso di acqua calda in base alla temperatura scelta ed impostata su una apposita manopola graduata. La valvola si chiude mano a mano che la temperatura ambiente, misurata da un sensore, si avvicina a quella desiderata, consentendo di dirottare ulteriore acqua calda verso gli altri radiatori, ancora aperti. In questo modo si può consumare meno energia nelle giornate più serene, quando il sole è sufficiente per riscaldare alcune aule. Le valvole termostatiche, installate negli impianti centralizzati hanno anche una buona influenza sull'equilibrio termico delle diverse zone dell'edificio. Quando i locali più caldi arrivano a 20°C le valvole chiudono i radiatori consentendo un maggiore afflusso di acqua calda ai locali freddi. Per l'installazione delle valvole termostatiche è consigliabile rivolgersi ad un professionista o a una ditta qualificata. Attualmente risultano installate le valvole termostatiche nelle aule più fredde. In questo modo non si otterrà alcun risparmio. Sarebbe al contrario prioritario installarle nelle aule più calde.
- La chiusura di parte dei corridoi e/o l'abbassamento dei soffitti del corridoio stesso.

2.2 **Il fotovoltaico nelle scuole**

“Il sole a scuola” è un bando del Ministero dell’Ambiente rivolto ai Comuni e alle Province che siano proprietari di edifici ospitanti scuole medie inferiori o superiori.

I fondi a disposizione sono 4.700.000 euro e il contributo in conto capitale è per la realizzazione di impianti fotovoltaici sugli edifici scolastici e, simultaneamente, per l'avvio di un'attività didattica volta alla realizzazione di analisi energetiche e di interventi di razionalizzazione e risparmio energetico nei suddetti edifici, con il coinvolgimento degli studenti.

Gli interventi incentivati nel bando sono finanziabili nella misura del 100% dei costi ammissibili. Il limite massimo per ciascun edificio scolastico è pari a 10.000 euro, di cui fino a 1.000 euro utilizzabili per sostenere l'attività didattica.

Ricordiamo che per le scuole pubbliche l'incentivo di qualsiasi entità è cumulabile con la tariffa incentivante del Conto Energia. In questo modo quindi l'ente riceverà una remunerazione per ogni kWh prodotto dall'impianto.

Il bando è allegato alla presente relazione (vedi CR-ROM) e è aperto fino ad esaurimento fondi.

3 **Interventi possibili sulle modalità di gestione**

Durante l'anno scolastico di svolgimento del progetto (2006-2007) sono stati rilevati i dati delle temperature nelle aule delle due classi terze coinvolte nel progetto. La media delle rilevazioni delle temperature è pari a 22,5°C e 23°C, mentre il giudizio medio sul benessere termico risulta essere +1,1 e +0,68 (dove lo zero indica le condizioni di soddisfazione piena mentre i voti positivi da +1 a +3 indicano sensazione di caldo con progressiva insoddisfazione). Le due classi coinvolte erano ospiti di aule con la parete vetrata a sud. Esistono nella scuola aule rivolte a nord-est i cui utenti segnalano una sensazione termica di freddo durante il periodo estivo.

Vi è quindi in media un margine non trascurabile di risparmio energetico (ricordiamo che ridurre la temperatura media di un grado durante la stagione di riscaldamento comporta risparmi quantificabili tra il 5 e l'8%). Questo risparmio sarebbe immediatamente associato a un miglioramento del benessere termico di tutti gli utenti, e potrebbe essere ottenuto se gli utenti stessi fossero messi in grado di intervenire sulla regolazione del riscaldamento classe per classe.

Di notte durante la stagione invernale, attraverso le finestre vi è una notevole dispersione di calore. È possibile ridurre in maniera consistente questa dispersione abbassando le tapparelle o le veneziane, o in alternativa tirando le tende. L'abitudine di abbassare le veneziane ogni giorno al termine delle lezioni potrebbe portare a risparmi di energia termica.

La dispersione può inoltre essere ridotta di molto installando serramenti ad alta prestazione come mostrato nella successiva tabella. Il valore Uv (Trasmittanza) indica le dispersioni attraverso la parete vetrata che nel caso dei vetri migliori è inferiore di oltre l'80% rispetto al caso limite del vetro singolo.

Acqua calda

A proposito dei boiler elettrici, nel caso non si dovesse optare per l'installazione di timer, è comunque opportuno valutare la possibilità di incaricare qualcuno di spegnere i boiler, specialmente prima di periodi di inutilizzo relativamente lunghi (weekend e festività), salvo poi intervenire per la ri-accensione qualche ore prima del momento in cui sarà necessaria l'acqua calda.

Illuminazione

Durante il progetto sono stati individuati e introdotti interventi quotidiani degli utenti, di monitoraggio e azione per la regolazione dell'uso dell'illuminazione artificiale (durante le diverse ore del giorno e durante l'intervallo). Inoltre, nella scuola sono stati predisposti dei cartelli informativi che invitano gli utenti a spegnere le luci superflue. Per ottenere un risparmio sensibile e misurabile, occorrerebbe estendere le attività a tutte le classi della scuola.

Dal punto di vista strutturale, l'introduzione di tende bianche favorirebbe la migliore regolazione della luce naturale e un conseguente miglior uso della luce artificiale.

A proposito dell'impianto di illuminazione, potrebbe essere opportuno incaricare qualcuno di controllare al termine delle attività lo spegnimento delle lampade.

Inoltre, durante l'inverno può capitare che all'inizio delle attività le aule risultino troppo buie e che si ricorra all'illuminazione artificiale. A volte durante il corso della mattinata la luce naturale disponibile aumenta e potrebbe risultare sufficiente a illuminare le aule, ma l'illuminazione artificiale rimane accesa. Potrebbe quindi risultare efficace l'abitudine di spegnere a ore prestabilite l'illuminazione ed eventualmente non riaccenderla, nel caso non serva.

DISPERSIONI TERMICHE

Di notte durante la stagione invernale, attraverso le finestre vi è una notevole dispersione di calore. È possibile ridurre in maniera consistente questa dispersione abbassando le tapparelle o le veneziane, o in alternativa tirando le tende.

La dispersione può essere ridotta di molto installando finestre dotate di doppi vetri (qualora non siano già presenti). Qualora siano installate delle tapparelle, occorre verificare che i relativi cassonetti siano ben isolati, e nel caso intervenire per ridurre gli spifferi

5. Conclusioni

L'audit energetico ha evidenziato le potenzialità di risparmio energetico dell'edificio che ospita la scuola. Si sono inoltre evidenziate possibilità di risparmio energetico connesse ad una modifica virtuosa dei comportamenti di alunni, insegnanti e non-docenti. A tale proposito è importante ricordare che, salvo casi particolari, le modifiche dei comportamenti di utilizzo dell'edificio e degli impianti possono comportare risparmi quantificabili fino a 10 punti percentuali.

Bibliografia

Riferimenti legislativi

Decreto del Presidente della Repubblica del 26 agosto 1993, n. 412 (DPR 412/93)
"Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio 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."

Regione Lombardia - Legge regionale 21 dicembre 2004 - n.39

"Norme per il risparmio energetico negli edifici e per la riduzione delle emissioni inquinanti e climalteranti"

Riferimenti bibliografici

"Guida al contenimento della spesa energetica nelle scuole" - ENEA, FIRE

"Manuale dell'Energy Auditing" - International Energy Agency

Riferimenti Internet

L'iniziativa per le scuole della Federazione Italiana per l'uso Razionale dell'Energia, FIRE
<http://www.fire-italia.it/caricapagine.asp?target=eell/scuole/index.asp>

Progetto "Kids4energy – Piccoli risparmiatori di...energia!"
<http://www.piccolirisparmiatoridienergia.it>

IEA ECBCS Annex 36 - Retrofitting of Educational Buildings - REDUCE
<http://www.annex36.com/eca/index.html>

Il Centro di documentazione del Carbon Trust
<http://www.carbontrust.org.uk>

Programma per l'illuminazione efficiente GreenLight
http://www.eu-greenlight.org/What-to-do/what_CosaFare.htm