



# Scuole per l'energia: risposte locali a domande globali

## Analisi Energetica preliminare Scuola Media Galileo Galilei Gravellona Toce

### **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

## I N D I C E

<a href="#">1. Introduzione.....</a>	<a href="#">3</a>
<a href="#">2. Stato attuale dell'edificio scolastico.....</a>	<a href="#">4</a>
<a href="#">3. Analisi dei consumi energetici storici.....</a>	<a href="#">6</a>
<a href="#">4. Potenziali e modalità di risparmio.....</a>	<a href="#">7</a>
<a href="#">5. Conclusioni.....</a>	<a href="#">13</a>
<a href="#">Bibliografia.....</a>	<a href="#">14</a>
<a href="#">    Riferimenti legislativi.....</a>	<a href="#">14</a>
<a href="#">    Riferimenti bibliografici.....</a>	<a href="#">14</a>
<a href="#">    Riferimenti Internet.....</a>	<a href="#">14</a>

## 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 **l'Istituto Galileo Galilei** è stato svolto il giorno 27 settembre 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 l'istituto scolastico e una palestra utilizzata anche per attività esterne alla scuola e un auditorium. Nell'edificio è stata ricavata anche un'abitazione che ospita la famiglia del custode.

L'Istituto Scolastico vede la presenza di oltre 350 studenti per cinque giorni alla settimana. Le attività didattiche ammontano a circa otto ore giornaliere. Il corpo docente è composto da 70 insegnanti, mentre il corpo non docente da 11 persone.

La scuola è costruita in muratura e calcestruzzo armato.

Alle finestre delle aule ci sono veneziane.

### **2.1 Impianti**

L'impianto di riscaldamento dell'edificio è diviso in due parti una relativa alla casa del custode e una al resto dell'istituto. Ci limitiamo all'analisi di questo secondo impianto

La gestione è affidata alla ditta CO.VER.

Non ci sono valvole termostatiche, ma solo un termostato per piano

## **2.2 Osservazioni degli utenti sul comfort percepito**

I principali fattori di insoddisfazione sono:

Il personale della segreteria lamenta un'eccessiva temperatura durante i mesi estivi.

Il personale ausiliario lamenta una bassa temperatura nei corridoi in inverno, quando la scuola è aperta, ma le attività didattiche sono sospese.

Nelle aule si riscontrano temperature al di sopra dei 20° (fino a 22° di media in alcune aule).

Nelle aule la buona esposizione garantisce una buona illuminazione naturale, che però, in assenza di tende bianche, viene schermata con le veneziane. Questo intervento rende necessaria l'accensione della luce artificiale, proprio nelle giornate di maggiore luminosità naturale!

Il sistema di riscaldamento della palestra è garantito attraverso ventilatori che fanno molto rumore e, muovendo l'aria, sollevano polvere.

### 3. Analisi dei consumi energetici storici

#### Dati storici di consumo

Dai dati a nostra disposizione abbiamo ricavato i seguenti valori di consumi annui. In particolare i consumi elettrici riguardano il periodo compreso tra gennaio 2004 e ottobre 2006, mentre i consumi termici riguardano gli anni 2004-2005.

Consumi annui medi di gas	71000	m <sup>3</sup> /anno
Consumi medi annui di elettricità	40000	kWh/anno

La valutazione dei consumi di gas è comunque limitata al periodo precedente alla presa in carico della ditta COVER della gestione dell'impianto. Attualmente il contratto di fornitura non si basa più sui metri cubi di gas effettivamente consumati e quindi questo dato risulta poco significativo.

La spesa per la bolletta dell'elettricità ammonta a circa 6500 euro l'anno.

#### Fattori critici di consumo

Sono stati identificati i seguenti fattori critici di consumo:

Un Boiler elettrico per l'acqua calda sanitaria acceso 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 da parte degli utenti. 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.

##### 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. Le lampade presenti in un aula sono controllate da due interruttori, che differenziano le luci in due file perpendicolari alla lavagna. In questo modo non è possibile sfruttare al meglio la luce naturale. 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. In questo caso, se il sistema di interruttori permettesse di spegnere solo le lampade più vicine alle finestre, sarebbe possibile risparmiare elettricità senza diminuzione del comfort luminoso degli occupanti. Si suggerisce di differenziare l'accensione dei punti luce tra quelli più vicini alla finestra da 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.

In alcune aule si è verificata la presenza di vecchie lampade da 58 W poco efficienti. Inoltre in praticamente tutto l'edificio sono presenti alimentatori elettromagnetici. La sostituzione delle attuali lampade e alimentatori con modelli più efficienti permetterebbe una sensibile diminuzione dei watt installati (e quindi dei consumi) a parità di illuminazione disponibile. Il mantenimento delle attuali plafoniere andrebbe supportato da un programma di manutenzione e pulizia almeno annuale, per evitare fenomeni di scarsa illuminazione.

#### **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 tutte 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 della palestra. Infatti in detta parte vi è un utilizzo di acqua calda anche durante l'estate. Questa possibilità andrebbe 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** 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.

### **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 e sarà aperto fino ad esaurimento fondi.

## **Interventi realizzati e ulteriori indicazioni di buone pratiche**

### **Riscaldamento**

Durante il progetto sono stati rilevati i dati delle temperature nelle aule delle due classi terze coinvolte nel progetto. La media delle rilevazioni delle temperature in alcune classi è pari a 22,8°C, in altre 20°C, mentre il giudizio medio sul benessere termico, risulta essere tra +2,4 e +0,5 (dove lo zero indica le condizioni di soddisfazione piena mentre i voti positivi da +1 a +3 indicano sensazione di caldo con progressiva insoddisfazione).

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 è 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.

### **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

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.

## 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 in qualche punto percentuale.

## **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](http://www.eu-greenlight.org/What-to-do/what_CosaFare.htm)

Bando Ministeriale Fotovoltaico "Il sole a Scuola"  
[http://87.241.41.49/index.php?id\\_sezione=2224](http://87.241.41.49/index.php?id_sezione=2224)