



**GUIDA**

**PER IL CONTENIMENTO DELLA SPESA**

**ENERGETICA NELLE SCUOLE**

---

CENTRO RICERCHE CASACCIA  
Via Anguillarese, 301  
00060 S.Maria di Galeria - Roma

---

Preparato da

TELENE s.a.s. – Via Principe di Napoli, 162/162a – 00062 Bracciano (Roma)

P.I. 05100491009 – C.C.I.A.A. Roma n° 0838010

Dom. Fisc. SS. 493 n°58 – 00062 Bracciano (Roma)

Tel. 06.99.80.21.22 – 06.99.80.90.07 Fax 06.99.80.90.08

# GUIDA PER IL CONTENIMENTO DELLA SPESA ENERGETICA NELLE SCUOLE

## Indice

1 - Scopo e contenuto della Guida.	pag. 1
2 - Vantaggi dell'Uso Razionale dell'Energia nelle scuole.	pag. 3
<i>Gli alunni e le amministrazioni.</i>	
<i>La Nazione.</i>	
<i>L'ambiente.</i>	
3 - Destinatari dell'utilizzo della Guida.	pag. 5
<i>Operatori addetti alla gestione dell'edilizia scolastica.</i>	
<i>Alunni e operatori scolastici.</i>	
4 - Caratteristiche delle scuole e ambiti di applicazione della Guida.	pag. 7
<b>Tipologia scolastica</b>	
<i>Scuole statali e scuole private.</i>	
<i>Consumi energetici.</i>	
<i>Tipologia costruttiva.</i>	
<i>Presenza di cucine e di piscine riscaldate.</i>	
5 - Modalità di calcolo dei consumi energetici specifici nelle scuole in esame.	pag. 10
<i>Fase 1 Rilevare i consumi di energia.</i>	
<i>Fase 2 Rilevare la volumetria lorda riscaldata, la superficie lorda ai piani e la superficie disperdente degli edifici.</i>	
<i>Fase 3 Individuare i Gradi-Giorno della località in cui è situata la scuola.</i>	
<i>Fase 4 Individuare il fattore di normalizzazione del consumo per riscaldamento per tener conto della forma degli edifici.</i>	
<i>Fase 5 Individuare il fattore di normalizzazione dei consumi di energia per tener conto dell'orario di funzionamento della scuola.</i>	
<i>Fase 6 Calcolo degli Indicatori Energetici Normalizzati.</i>	
6 - Valutazione dei consumi energetici specifici delle scuole in esame.	pag. 19
<i>Individuazione delle classi di merito.</i>	
<i>Valutazione dei risultati.</i>	
<i>Verifiche della qualità del servizio reso.</i>	

- 7 - Casi esempio. pag. 22  
*Scuola Elementare del Nord Italia.*  
*Scuola Media del Centro Italia.*
- 8 - Interventi di Uso Razionale dell'Energia per le scuole. pag. 26  
*Principali interventi convenzionali.*  
*Interventi innovativi.*
- 9 - Mantenimento delle buone condizioni di esercizio degli impianti compresi gli aspetti di sicurezza. pag. 32  
*Nomina di un responsabile dell'attività.*  
*Contabilità energetica.*  
*Programma di manutenzione preventiva.*  
*Verifica periodica delle condizioni contrattuali delle forniture energetiche.*  
*Verifica degli impianti elettrici e termici ai fini della sicurezza e della conformità alla normativa energetica.*
- 10 - Riferimenti utili. pag. 37  
*Centri di consulenza energetica integrata (C.C.E.I.) dell'ENEA.*  
*Uffici regionali competenti per il settore energia.*  
*Agenzie per l'Energia.*  
*Aziende erogatrici di energia elettrica e gas*  
*Principali riferimenti bibliografici.*

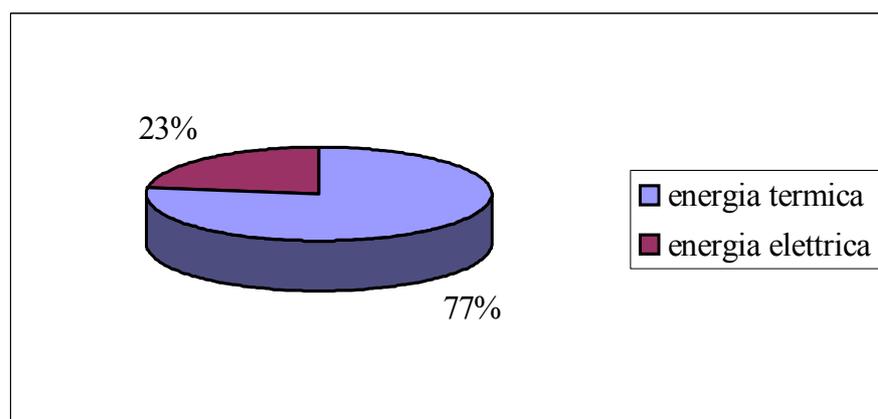
# 1 - Scopo e contenuto della Guida

Questa Guida è indirizzata al settore delle scuole nella sua ampia articolazione. Gli edifici scolastici, come tutti gli altri edifici, consumano energia per il riscaldamento dei locali, per la produzione di acqua calda sanitaria, per l'illuminazione e per altri servizi.

A volte i tipi di energia utilizzati non sono i più appropriati al servizio prodotto, altre volte gli impianti per la produzione e la distribuzione di energia presentano bassi rendimenti, oppure l'utilizzo di energia non avviene secondo modalità ottimali, come ad esempio quando si è in presenza di elevate dispersioni di calore dagli edifici, di sovrariscaldamento degli ambienti. In tutti questi casi si ha un impiego di risorse energetiche maggiore di quello necessario, con effetti a volte anche negativi sul comfort degli utenti e uno spreco di denaro.

Il consumo complessivo di energia delle scuole ammonta a circa un milione di Tep/anno (Tonnellate equivalenti di petrolio per anno) a cui corrisponde una spesa di ca. 1.500 miliardi di lire all'anno. Il potenziale di risparmio energetico è stimato tra il 10 e il 20 % del totale (100.000 ÷ 200.000 Tep/anno).

## CONSUMI ENERGETICI ANNUI NEL SETTORE SCUOLE IN ITALIA<sup>1</sup>



TOTALE CONSUMO = 1 Milione Tep/a

<sup>1</sup> La stima dei consumi energetici del settore scuole è stata ottenuta attribuendo ad ogni alunno i consumi specifici relativi ad un campione rappresentativo di scuole statali.

La Guida è indirizzata, in particolare, ai tecnici anche non specializzati, che operano all'interno delle strutture che gestiscono l'edilizia scolastica.

L'utilizzo della Guida consente di conoscere la "qualità energetica" delle scuole in esame, valutata rispetto al valore medio del parco scolastico nazionale. Consente inoltre a chi la utilizza di individuare gli interventi più semplici e di minor costo per migliorare la qualità energetica e di valutare l'opportunità di far effettuare, da specialisti energetici, diagnosi più approfondite e progetti di interventi più complessi.

Il metodo di analisi proposto per individuare i consumi energetici della scuola in esame è di rapida e facile esecuzione; richiede pochi dati di base e tutti facilmente reperibili: volumetria lorda riscaldata, superficie lorda calpestabile, superficie disperdente dell'edificio, consumi annui di combustibile e di energia elettrica degli ultimi tre anni, gradi-giorno della località del comune di ubicazione dell'edificio.

La valutazione di merito della qualità energetica della scuola in esame avviene attraverso il confronto dei consumi energetici specifici di questa, opportunamente "normalizzati", con quelli medi ottenuti da un campione rappresentativo di scuole similari. **In particolare i consumi specifici della scuola in esame vengono valutati in base alla loro collocazione nelle "classi di merito", elaborate con i consumi specifici del campione.** Da questo confronto emerge la "qualità energetica" della scuola nell'ambito delle scuole similari. Ove questa qualità dovesse risultare insufficiente, vengono proposte prime misure di contenimento del consumo energetico, alcune delle quali a costo zero o a costo molto basso.

## 2 - Vantaggi dell'Uso Razionale dell'Energia nelle scuole

- **Gli alunni e le amministrazioni**

I primi beneficiari dell'Uso Razionale dell'Energia nelle scuole sono gli alunni e gli operatori scolastici per quanto riguarda il miglioramento del comfort ambientale e le amministrazioni per quanto riguarda il contenimento della spesa energetica.

Nel caso delle scuole private è fuor di dubbio che i beneficiari diretti della riduzione della spesa energetica sono gli enti proprietari. Nel caso delle scuole statali i beneficiari diretti sono i comuni, le province e le istituzioni scolastiche delegate, che hanno la competenza della gestione degli edifici scolastici<sup>2</sup>. I risparmi che questi enti riescono a conseguire, oltre che rappresentare un obiettivo dovuto per la pubblica amministrazione, possono rendere disponibili risorse finanziarie utilizzabili per altri scopi, eventualmente all'interno delle stesse scuole in cui sono stati ottenuti.

- **La Nazione**

Le risorse energetiche fossili nel mondo sono in quantità finite e in diminuzione crescente con gli attuali trend di consumo. L'Uso Razionale dell'Energia rappresenta un importante strumento per evitare sprechi di una risorsa così importante. L'Italia inoltre dipende dall'estero per buona parte del suo fabbisogno energetico.

Il Risparmio Energetico rappresenta quindi per la Nazione un fondamentale contributo al miglioramento della bilancia dei pagamenti con l'estero.

L'Uso Razionale dell'Energia nelle scuole attraverso il coinvolgimento attivo degli alunni comporta, oltre che i benefici diretti già menzionati, un grande beneficio di lungo termine per la maggiore sensibilità e attenzione dei giovani verso l'uso sostenibile delle risorse.

---

<sup>2</sup> Legge 11 gennaio 1996 n.23 "Norme per l'edilizia scolastica".

- **L'ambiente**

È noto che i prodotti della combustione contribuiscono in misura determinante all'inquinamento ambientale. Nelle grandi città lo zolfo, l'ossido di carbonio, gli ossidi di azoto ed altri inquinanti superano sempre più spesso i limiti ammissibili di concentrazione nell'aria, con risvolto negativo sulla salute dei cittadini.

L'anidride carbonica accumulata in atmosfera è uno dei composti responsabili dell'“effetto serra”. Una parte considerevole di tale gas viene prodotta dalla combustione degli idrocarburi.

Nel Protocollo di Kyoto del 10 dicembre '97 gli Stati aderenti tra cui l'Italia hanno adottato un programma di contenimento delle emissioni di CO<sub>2</sub><sup>3</sup>. In particolare il protocollo fa riferimento alla promozione dell'efficienza energetica in tutti i settori. Un contributo apprezzabile può essere fornito anche dal settore delle scuole.

Inoltre la riduzione delle immissioni a terra, dovuta alla quota di combustibile risparmiata, riduce i danni alla salute dell'uomo, soprattutto nelle grandi città, e più in generale all'ambiente.

---

<sup>3</sup> Seconda Comunicazione Nazionale dell'Italia alla Convenzione Quadro sui cambiamenti climatici. Novembre 1998 – Ministero dell'Ambiente.

## 3 - Destinatari dell'utilizzo della Guida

- **Operatori addetti alla gestione dell'edilizia scolastica**

I primi destinatari delle iniziative di contenimento della spesa energetica nelle scuole sono i responsabili decisionali delle istituzioni che hanno la competenza della gestione degli edifici. Attualmente la gestione degli edifici delle scuole statali, come già accennato, è demandata ai comuni, alle province e alle istituzioni scolastiche delegate. I responsabili preposti a tali compiti dovrebbero provvedere, sulla base anche di quanto previsto dalla Legge 10/91, a dare disposizioni agli uffici tecnici per la verifica dello stato energetico degli edifici delle scuole.

Tale attività può essere facilitata dall'uso di questa Guida da parte degli energy manager o dei tecnici addetti alla gestione delle strutture edilizie scolastiche e dei relativi impianti.

**La Guida, per la sua semplicità d'uso, per la sua auto-consistenza nell'elaborazione dei dati (non serve consultare manuali o altro) e per i pochi dati di base richiesti, può essere agevolmente utilizzata anche da tecnici che non abbiano una competenza specifica in materia.**

La Guida può essere utile anche nel caso in cui sia affidata a ditte esterne la gestione del riscaldamento, in quanto sarà pur sempre opportuno seguire i contratti, controllare la qualità del servizio fornito, provvedere alla gestione oculata dei consumi elettrici, se non data in gestione.

Per chi volesse approfondire determinati argomenti, la Guida è corredata di Complementi contenenti una prima parte di "Informativa tecnica di supporto alla Guida" e una seconda parte costituita da elenchi sulla "Normativa varia" riguardante i vari aspetti della gestione energia.

- **Alunni e operatori scolastici**

La realizzazione di diagnosi energetiche può rappresentare una buona occasione per sensibilizzare e coinvolgere gli alunni e gli operatori scolastici nella tematica dell'uso razionale dell'energia.

Il coinvolgimento può essere di tipo teorico, per esempio svolgendo brevi seminari prendendo spunto dal programma di diagnosi energetica della scuola, ma anche di tipo pratico facendo partecipare, per esempio, gli alunni al programma di rilievo ed elaborazione dati.

Il processo in corso finalizzato all'autonomia delle scuole per quanto riguarda gli aspetti didattici, scaturito dalle leggi sul decentramento amministrativo, dovrebbe favorire l'inserimento nei programmi didattici di attività teoriche e pratiche riguardanti l'argomento dell'energia e dell'ambiente.

**La sensibilizzazione dei giovani in particolare sulle tematiche energetiche e ambientali è di importanza fondamentale. I giovani rappresentano un efficace veicolo di diffusione sia spaziale (portano le idee al di fuori della scuola), sia temporale perché trasmetteranno ciò che loro hanno acquisito alle generazioni future.**

## 4 - Caratteristiche delle scuole e ambiti di applicazione della Guida

### • Tipologia scolastica

Questa guida può essere utilizzata per i seguenti tipi di scuole :

- Materne
- Elementari
- Medie
- Secondarie Superiori

### • Scuole statali e scuole private

Il totale delle scuole italiane è di **62.217** unità così suddiviso<sup>4</sup> :

	N° Scuole	N° Alunni
Materne	26.122	1.594.062
Elementari	19.418	2.816.161
Medie	8.829	1.806.613
Secondarie Superiori	7.848	2.628.377
<b>totali</b>	<b>62.217</b>	<b>8.845.213</b>

Il totale delle scuole statali è di **45.184** unità così suddiviso<sup>5</sup> :

	N° Scuole	%	N° Alunni	%
Materne	13.667	31,9	917.396	12,2
Elementari	16.654	38,8	2.588.725	34,3
Medie	7.777	18,1	1.683.460	22,3
Secondarie Superiori	4.806 <sup>6</sup>	11,2	2.350.575	31,2
<b>totali</b>	<b>42.904</b>		<b>7.540.156</b>	

<sup>4</sup> Annuario Statistico Italiano 1998 ISTAT - anno scolastico 1997-98.

<sup>5</sup> Dati forniti dal Servizio Statistico del Ministero della Pubblica Istruzione, riferiti all'anno scolastico 1998-1999.

## • Consumi energetici

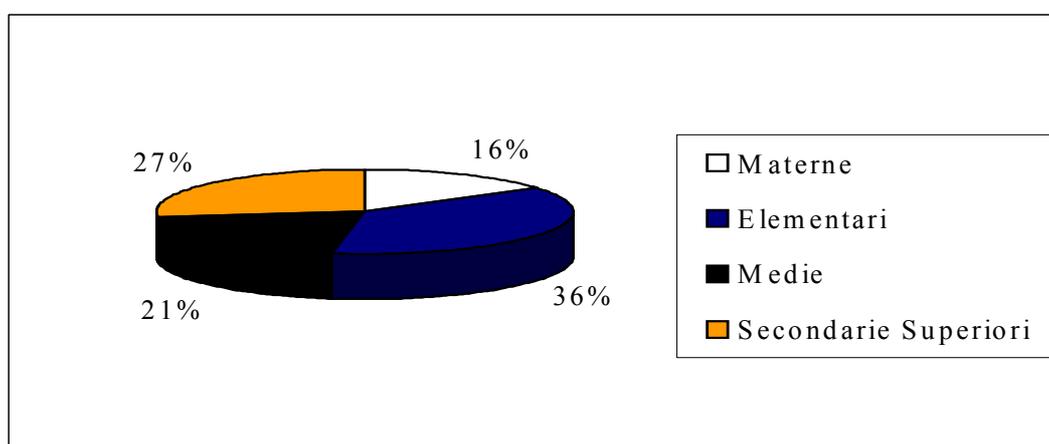
I consumi energetici specifici sono distinti nella Guida in consumi di combustibile per il riscaldamento invernale e consumi di energia elettrica per illuminazione ed altri usi.

I consumi per l'acqua calda sanitaria sono molto limitati salvo casi particolari.

I consumi energetici di riferimento con i quali confrontare i consumi delle scuole in esame sono stati elaborati con un campione vasto ma relativo solo alle scuole statali che d'altra parte rappresentano l'85 % circa del consumo totale del settore scuole. Questa Guida è, quindi, particolarmente adatta a tale tipo di scuole ma può essere utilizzata anche per le scuole private con le dovute cautele (p.es. se una scuola privata occupa parte di un edificio avente anche altre destinazioni e l'impianto di riscaldamento è unico per tutto l'edificio, difficilmente si può effettuare una diagnosi energetica riguardante solo la scuola).

**Il consumo complessivo di energia per l'insieme delle scuole statali e private è stato stimato in 990.000 Tep/anno di cui 762.000 di combustibile per riscaldamento e 228.000 di energia elettrica.** Il consumo globale annuo di prodotti energetici nelle scuole statali è stimato in 848.500 Tep/anno pari all' 85,7 % del consumo globale annuo del settore scuole in Italia.

## CONSUMI ENERGETICI ANNUI DELLE SCUOLE STATALI<sup>7</sup>



<sup>6</sup> Compresa le eventuali sedi distaccate delle scuole (diversamente dai precedenti dati ISTAT).

<sup>7</sup> La stima dei consumi energetici è stata ottenuta attribuendo ad ogni alunno i consumi specifici relativi ad un campione rappresentativo di scuole statali.

- **Tipologia costruttiva**

Per quanto riguarda le tipologie costruttive degli edifici la Guida è utilizzabile sia per le costruzioni in muratura (tipologia ricorrente nell'anteguerra), sia per quelle in calcestruzzo armato e muratura (tipologia del dopoguerra), sia quelle in prefabbricato prevalentemente di tipo leggero.

- **Presenza di cucine e di piscine riscaldate**

I consumi di combustibile per la presenza eventuale delle cucine (scuole materne e scuole elementari) non sempre sono scorponabili dai consumi di combustibile per riscaldamento. Data però la loro bassa incidenza (dal 2% al 4% circa) sul totale dei consumi, si lasciano accorpati ai consumi per riscaldamento, tanto più se si considera che il calore emesso dalle cucine rappresenta un contributo al riscaldamento della scuola.

La Guida può essere utilizzata anche per le scuole dotate di piscine riscaldate, se si riesce a disaggregare i dati di consumo di combustibile per riscaldamento ambientale da quelli per riscaldamento della piscina.

## 5 - Modalità di calcolo dei consumi energetici specifici nelle scuole in esame

I consumi di combustibile e di energia elettrica delle scuole in esame vanno determinati e, quindi, valutati confrontandoli con i consumi di riferimento di un campione significativo di scuole. Per la parte riscaldamento i consumi di riferimento delle scuole campione sono riferiti all'unità di volume riscaldato e all'unità di Gradi-Giorno. Questi ultimi rappresentano la quantità di freddo di una certa località durante la stagione di riscaldamento. Ma i consumi di combustibile sono influenzati da altri due principali parametri che sono le ore giornaliere di funzionamento della scuola e la forma dell'edificio.

Dall'analisi del campione di scuole, utilizzato come riferimento della comparazione, è stato possibile quantificare, con buona approssimazione, la dipendenza dei consumi da questi due ultimi fattori. I consumi delle scuole in esame vanno quindi corretti (in base al fattore di forma dell'edificio e al numero di ore di funzionamento) con dei cosiddetti fattori di "normalizzazione". Nei Complementi alla Guida è riportata una nota di approfondimento su questo argomento (Nota sui fattori di normalizzazione contenuti nella Guida).

I consumi specifici corretti vengono denominati **Indicatori Energetici Normalizzati per riscaldamento IEN<sub>R</sub>**<sup>8</sup>. Per la parte consumo di energia elettrica delle scuole gli **Indicatori Energetici Normalizzati IEN<sub>E</sub>**<sup>8</sup> sono più semplicemente ricavati dal rapporto tra il consumo medio annuo e la superficie ai piani, normalizzato unicamente rispetto all'orario di funzionamento della scuola.

Per la determinazione degli Indicatori Energetici di una determinata scuola è consigliabile seguire passo passo le fasi di seguito indicate.

---

<sup>8</sup> Si sottolinea che tali indicatori non sono oggetto di normativa tecnica consolidata; si tratta di consumi opportunamente trattati affinché siano confrontabili con quelli di un campione. Metodi pratici di normalizzazione di questo tipo vengono adottati anche in altri Paesi Europei.

• **FASE 1 Rilevare i consumi di energia**

I consumi di energia per riscaldamento vanno rilevati dalle bollette o fatture della centrale o delle centrali termiche della scuola in esame relative ai 3 anni antecedenti a quello della diagnosi. Si sommano i consumi di combustibile dei tre anni e si dividono per 3 ottenendo così il consumo annuo medio di combustibile. Si prosegue analogamente per l'energia elettrica ottenendo anche in questo caso il consumo medio annuo.

Nel caso in cui la gestione degli impianti energetici sia regolata con un contratto di servizio energia, i dati di consumo devono essere forniti dal gestore del servizio che li deve rilevare dal libretto di centrale.

Se nei tre anni precedenti a quello della diagnosi si sono avute variazioni significative della volumetria della scuola occorre tenerne conto nel calcolo dei consumi medi, incrementando o riducendo i consumi dell'anno in cui è avvenuta la variazione di una percentuale che tiene conto della variazione di volume e della frazione di anno corrispondente alla variazione.

I dati dei consumi annui di combustibile e di energia elettrica vanno, quindi, registrati nelle tabelle che seguono. Nel caso in cui il riscaldamento avvenga utilizzando più tipi di combustibile (p. es. determinate zone dell'edificio, possono essere riscaldate con impianti autonomi che utilizzano combustibili diversi da quello centralizzato) occorre registrare separatamente i singoli consumi annui espressi nelle relative unità di misura commerciali. Successivamente, nella fase di calcolo degli indicatori energetici, i consumi saranno trasformati in KWht e sommati tra di loro.

**Consumi medi annui di combustibile per il riscaldamento**

	Unità di misura	Consumi			Consumo medio annuo
		Anno .....	Anno .....	Anno .....	
Gas metano	Nmc <sup>9</sup>				
Gasolio	l				
Olio Fluido	l				
G P L	l				
Legna	kg				
Carbone fossile	kg				

<sup>9</sup> Nmc = normal metro cubo



• **FASE 2 Rilevare la volumetria lorda riscaldata, la superficie lorda ai piani e la superficie disperdente degli edifici**

Volumetria lorda riscaldata (  $V$  )

Si ricava dai disegni, se sono disponibili, oppure si misura l'edificio con una fettuccia metrica dall'esterno. Nella  $V$  vanno compresi i muri esterni e vanno escluse quelle parti dell'edificio non riscaldate (interrati, mansarde, magazzini, garage, etc.). Se la scuola si compone di più edifici,  $V$  sarà la somma delle volumetrie dei singoli edifici.

Superficie lorda ai piani (  $A_p$  )

Analogamente alla volumetria, la superficie ai piani viene ricavata dalle planimetrie degli edifici o, in mancanza di queste, con rilievi diretti comprendendo nelle misure anche i muri divisorii, esclusi i muri perimetrali. Se la scuola si compone di più edifici  $A_p$  sarà la somma delle superfici ai piani dei singoli edifici.

Superficie disperdente (  $S$  )

La superficie disperdente è data dalla somma delle singole superfici che avvolgono il volume lordo riscaldata  $V$  (pareti perimetrali, tetti, solai di piano terra). Se la scuola si compone di più edifici  $S$  sarà la somma delle superfici disperdenti dei singoli edifici.

$V = \dots\dots\dots m^3$
$A_p = \dots\dots\dots m^2$
$S = \dots\dots\dots m^2$

• **FASE 3 Individuare i Gradi-Giorno della località in cui è situata la scuola**

Per i confronti tra i consumi di combustibile per riscaldamento occorre tener conto delle differenze climatiche delle località in cui sono situate le scuole. A tale scopo i consumi specifici vengono "destagionalizzati" attraverso i Gradi-Giorno (GG) che sono ottenuti come sommatoria delle differenze tra la temperatura interna di progetto (20 °C) e la temperatura media giornaliera esterna, per tutti i giorni di riscaldamento della stagione invernale di una determinata località<sup>10</sup>.

Poiché per la maggior parte dei comuni non sono disponibili i GG effettivi anno per anno, si adottano quelli di legge (All. A del DPR 412/93), calcolati su base pluriennale. Se fossero disponibili quelli effettivi, si assumerebbe il valore medio dei GG degli ultimi tre anni, in analogia a quanto fatto per i consumi di combustibile.

Nei Complementi alla Guida sono riportati a titolo di esempio solo i GG dei Capoluoghi di provincia. Per il reperimento dei GG del comune in cui è situata la scuola si consiglia di consultare l'All. A del DPR 412/93 oppure gli uffici competenti per l'energia, riportati nel Cap.10 di questa Guida.

Località .....
GG .....

Casi particolari di ubicazione ad altitudine diversa dalla Casa Comunale

Se la scuola è localizzata ad un'altitudine sostanzialmente diversa (superiore o inferiore ad almeno 80 m) da quella della Casa Comunale la cui altitudine è riportata in corrispondenza dei GG nell'allegato A del DPR 412/93, i GG della scuola vengono rettificati, come prescritto dallo stesso DPR 412/93.

Nei Complementi alla guida, insieme ai GG dei capoluoghi di provincia, è riportato un esempio di calcolo per la rettifica dei GG.

---

<sup>10</sup> Per la definizione esatta dei GG si rimanda al DPR 412/93.

• **FASE 4 Individuare il fattore di normalizzazione del consumo per riscaldamento per tener conto della forma degli edifici**

A parità di volume riscaldato di due edifici quello che ha una maggiore superficie disperdente consuma necessariamente più energia per il riscaldamento. L'incidenza di questo elemento è notevole per cui il consumo specifico della scuole in esame, perché sia comparabile con i consumi di riferimento delle scuole campioni, deve essere normalizzato, rispetto alla forma media di queste ultime, con un fattore che tenga conto della sua forma. Quest'ultima viene espressa dal rapporto tra la superficie disperdente dell'edificio e il suo volume lordo riscaldato ( S/V ).

Il volume riscaldato ( V ) e la superficie disperdente ( S ) sono già noti (vedi FASE 2). Si calcola quindi il rapporto S /V. In corrispondenza di questo rapporto e della tipologia di scuola in esame si ricava, dalla tabella che segue, il fattore di normalizzazione Fe.

Il fattore Fe sarà moltiplicato successivamente per il consumo specifico per riscaldamento.

$V = \dots\dots\dots m^3$ $S = \dots\dots\dots m^2$ $S/V = \dots\dots\dots m^2/m^3$
---

Fattori di normalizzazione Fe

Materne

S/V m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>	Fe
sino a 0,40	1,2
da 0,41 a 0,50	1,1
da 0,51 a 0,60	1,0
oltre 0,60	0,9

Elementari

S/V m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>	Fe
sino a 0,30	1,2
da 0,31 a 0,35	1,1
da 0,36 a 0,40	1,0
da 0,41 a 0,45	0,9
oltre 0,45	0,8

Medie – Second. Superiori

S/V m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>	Fe
sino a 0,25	1,1
da 0,26 a 0,30	1,0
da 0,31 a 0,40	0,9

$F_e = \dots\dots\dots$
-------------------------

oltre 0,40	0,8
------------	-----

• **FASE 5 Individuare il fattore di normalizzazione dei consumi di energia per tener conto dell'orario di funzionamento della scuola**

In questo caso il fattore di normalizzazione vale sia per i consumi di energia termica che per quelli di elettricità in quanto entrambi dipendono dalle ore di funzionamento della scuola.

La normalizzazione dei consumi medi deve essere effettuata per le scuole Elementari, Medie e Secondarie Superiori, dati i diversi orari di presenza e quindi di consumi per riscaldamento, per illuminazione e per gli altri servizi. Le scuole Materne presentano in massima parte uno scarto di orario di funzionamento limitato (da 6 a 8 ore al giorno) tale da non comportare apprezzabili differenze dei consumi.

Nella tabella che segue sono riportati i valori dei fattori di normalizzazione ( $F_h$ ) dei consumi di combustibile e dei consumi di energia elettrica relativi alle ore di funzionamento giornaliero delle scuole.

Il fattore  $F_h$  trovato per la scuola in esame sarà successivamente moltiplicato per il consumo specifico per riscaldamento e per il consumo specifico di energia elettrica della stessa scuola.

Fattori di normalizzazione  $F_h$

Elementari – Medie  
Secondarie Superiori

h/g	$F_h$
sino a 6	1,2
7	1,1
8 - 9	1,0
10 - 11	0,9
oltre 11	0,8

$F_h = \dots\dots\dots$
-------------------------

• FASE 6 Calcolare gli Indicatori Energetici Normalizzati

Calcolare i due Indicatori Energetici Normalizzati  $IEN_R$  e  $IEN_E$  trascrivendo i dati precedentemente individuati negli schemi qui di seguito riportati.

<b>MODELLO PER IL CALCOLO DELLO <math>IEN_R</math> PER RISCALDAMENTO</b>	
NOME SCUOLA.....TIPO SCUOLA.....	
LOCALITA'.....DATA.....	
<b>FASE 1 CONSUMI ANNUI MEDI DI COMBUSTIBILE PER RISCALDAMENTO</b>	
Gas Metano .....	mc x 9,59 = ..... kWh <sub>t</sub>
Gasolio .....	l x 11,86 = ..... kWh <sub>t</sub>
Olio Fluido .....	l x 11,40 = ..... kWh <sub>t</sub>
G P L .....	l x 12,79 = ..... kWh <sub>t</sub>
Legna .....	kg x 4,77 = ..... kWh <sub>t</sub>
Carbone fossile .....	kg x 8,15 = ..... kWh <sub>t</sub>
Calore di rete .....	Mcal x 1,55 <sup>11</sup> = ..... kWh <sub>t</sub>
Totale consumo annuo scuola = ..... kWh <sub>t</sub> [A]	
<b>FASE 2 VOLUMETRIA LORDA RISCALDATA</b>	
Volumetria lorda riscaldata V = ..... m <sup>3</sup> [B]	
<b>FASE 3 GRADI-GIORNO CONVENZIONALI DELLA LOCALITÀ IN CUI È SITUATA LA SCUOLA</b>	
GG = ..... [C]	
<b>FASE 4 FATTORE DI NORMALIZZAZIONE DEL CONSUMO <math>F_e</math> DOVUTO ALLA FORMA DELL'EDIFICIO (S/V)</b>	
Fattore di normalizzazione $F_e$ = ..... [D]	
<b>FASE 5 FATTORE DI NORMALIZZAZIONE <math>F_h</math> RISPETTO ALL'ORARIO DI FUNZIONAMENTO DEL RISCALDAMENTO</b>	
Fattore di normalizzazione $F_h$ = ..... [E]	
<b>CALCOLARE L'INDICATORE ENERGETICO NORMALIZZATO <math>IEN_R</math> PER RISCALDAMENTO</b>	
$IEN_R = \frac{[A] \times [D] \times [E] \times 1.000}{[B] \times [C]} = \dots\dots\dots Wh_t / m^3 \times GG \times \text{anno}$	

**MODELLO PER IL CALCOLO DELLO IEN<sub>E</sub> PER CONSUMO EN.ELETTRICA**

NOME SCUOLA.....TIPO SCUOLA.....  
LOCALITÀ.....DATA.....

**FASE 1 CONSUMI ANNUI MEDI DI ENERGIA ELETTRICA**

Contratto (Contatore) n° ..... = ..... kWh<sub>e</sub>

Totale consumo annuo scuola = ..... kWh<sub>e</sub> [A]

**FASE 2 SUPERFICIE LORDA AI PIANI DELL'EDIFICIO**

A<sub>p</sub> = ..... m<sup>2</sup> [B]

**FASE 5 FATTORE DI NORMALIZZAZIONE F<sub>h</sub> RISPETTO ALL'ORARIO DI FUNZIONAMENTO DELLA SCUOLA**

F<sub>h</sub> = ..... [C]

**CALCOLO DELL'INDICATORE ENERGETICO NORMALIZZATO IEN<sub>E</sub> PER IL CONSUMO ENERGIA ELETTRICA**

$$\text{IEN}_E = \frac{[A] \times [C]}{[B]} = \dots\dots\dots \text{kWh}_e / \text{m}^2 \times \text{anno}$$

<sup>11</sup> Ai fini del confronto con i consumi di combustibile del campione si è ipotizzato che il calore venga prodotto da un impianto termico avente un rendimento medio stagionale pari a 0,75.

## 6 - Valutazione dei consumi energetici specifici delle scuole in esame

- **Campione di riferimento**

La valutazione dei consumi energetici specifici (IEN) calcolati per la scuola in esame avviene, come già accennato, paragonandoli ai consumi specifici di riferimento relativi ad un campione significativo della realtà nazionale.

Nelle tabelle che seguono sono riportati i consumi specifici di riferimento organizzati per tipologia scolastica e per classe di merito rispetto alla qualità energetica.

- **Individuazione delle classi di merito**

La classe di merito della scuola in esame si individua in base alla collocazione nelle tabelle di riferimento dello IEN trovato.

### Classi di merito dei consumi specifici di riferimento per riscaldamento

$\text{Wh}_t / \text{m}^3 \times \text{GG} \times \text{anno}$

	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

### Classi di merito dei consumi specifici di riferimento per energia elettrica

$\text{kWh}_e / \text{m}^2 \times \text{anno}$

	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

- **Valutazione dei risultati**

Se i valori di IEN sono compresi nelle classi di merito considerate "Sufficiente", la scuola in esame rientra nella media e non dovrebbe presentare "sprechi energetici" considerevoli. Questo non esclude, soprattutto se gli IEN sono situati in prossimità dei valori più alti degli intervalli, che sia possibile migliorare l'efficienza energetica.

Se gli IEN trovati sono collocabili nella classe "Buono" l'edificio dovrebbe presentare impianti efficienti e una buona gestione. Anche in questo caso non si possono escludere miglioramenti utilizzando soprattutto tecnologie e metodi di gestione innovativi.

Se gli IEN sono collocabili nella classe "Insufficiente", occorre decisamente approfondire la diagnosi per individuare gli interventi sia di tipo gestionale che tecnologico più adeguati alla situazione specifica degli edifici (vedi cap. 8).

In particolare per quanto riguarda il riscaldamento, se lo  $IEN_R$  risulta "Insufficiente" e l'edificio è realizzato in prefabbricato leggero anziché in struttura muraria o ad essa assimilabile, occorre tenere conto della maggiore dispersione termica delle pareti dell'involucro edilizio attribuibile in larga parte ai molteplici ponti termici, anche se in presenza di pannelli coibentati e vetrate doppie.

Per scuole di questa tipologia occorre moltiplicare lo  $IEN_R$  calcolato per il fattore correttivo strutturale pari a 0,80 quale risulta dall'analisi del campione di scuole di diversa tipologia strutturale.

Se la scuola è costituita da più fabbricati di cui solo alcuni in prefabbricato leggero, occorre tenerne conto nella scelta del fattore di normalizzazione strutturale che deve essere compreso tra 0,82 e 0,98 in relazione all'incidenza di detta tipologia sul volume totale, come di seguito indicato.

Volume pref. / Volume totale (%)	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Fattore correttivo strutturale	0,98	0,96	0,94	0,92	0,90	0,88	0,86	0,84	0,82

- **Verifiche della qualità del servizio reso.**

Se la qualità energetica della scuola risulta buona o sufficiente (consumi energetici bassi), prima di concludere la diagnosi, si consiglia di verificare che a fronte della bontà di risultati non vi siano carenze nei servizi resi (riscaldamento e/o illuminazione degli ambienti).

#### *Riscaldamento*

Per la parte riscaldamento è necessario controllare che la temperatura media del volume riscaldato non si discosti molto dai 20 °C <sup>12</sup> Se la temperatura media generale del complesso risulta inferiore a 20 °C, questo può spiegare (anche solo in parte) i bassi consumi. **Per ogni grado centigrado in meno il consumo di combustibile per riscaldamento si riduce del 7-12 %.**

In questo caso, oltre che migliorare il riscaldamento in modo che si possa raggiungere la media di 20 °C, per la valutazione energetica della scuola occorre aumentare il valore dello IEN<sub>R</sub> prima calcolato del 10 % per ogni grado in meno trovato.

Se il valore ottenuto è ancora collocabile nella categoria “Buono” o “Sufficiente” il giudizio non cambia. Se invece è collocabile nella categoria “Insufficiente” occorre procedere all’approfondimento diagnostico come indicato nel precedente punto “Valutazione dei risultati”.

In tutti i casi se la temperatura media è decisamente inferiore ai 20° occorre intervenire per assicurare le condizioni di comfort accettabili.

Per i rilievi e i calcoli può essere utilizzato la "Scheda rilievo temperature ambienti" riportata nei Complementi alla Guida.

#### **Usi elettrici**

Per i servizi che richiedono l’elettricità (essenzialmente l’illuminazione) è necessario controllare che gli eventuali bassi consumi specifici di energia elettrica non dipendano da un’insufficiente illuminazione delle aule e degli ambienti adibiti ad uffici. Se l’illuminamento medio risultante è inferiore a 200 lux <sup>13</sup>, il basso valore dello IEN<sub>E</sub> è dovuto, almeno in parte, all’illuminazione insufficiente.

Anche qui per i rilievi e i calcoli può essere utilizzato la "Scheda rilievo illuminamento ambienti" riportata nei Complementi alla Guida.

---

<sup>12</sup> D.P.R. 412/93 "Regolamento recante norme per la progettazione ....ai fini del contenimento dei consumi di energia"

<sup>13</sup> D.M. 18.12.75 "Norme tecniche aggiornate relative all’edilizia scolastica,...."

## 7 - Casi esempio

Come esempi di applicazione della modalità di calcolo degli IEN del cap. 5 e della valutazione del cap. 6 si fa riferimento a casi reali.

- **Scuola Elementare del Nord Italia**

Il caso riguarda una scuola Elementare in un comune della provincia di Trento.

<b>MODELLO PER IL CALCOLO DELLO IEN<sub>R</sub> PER RISCALDAMENTO</b>			
NOME SCUOLA .....		TIPO SCUOLA <i>Elementare</i>	
LOCALITÀ .....	(TN)	DATA .....	
<i>FASE 1 CONSUMI ANNUI MEDI DI COMBUSTIBILE PER RISCALDAMENTO</i>			
Gas Metano .....	mc	x 9,59 = .....	kWh <sub>t</sub>
Gasolio ... <b>24'000</b> .....	l	x 11,86 = ... <b>284'640</b> .....	kWh <sub>t</sub>
Olio Fluido .....	l	x 11,40 = .....	kWh <sub>t</sub>
G P L .....	l	x 12,79 = .....	kWh <sub>t</sub>
Legna .....	kg	x 4,77 = .....	kWh <sub>t</sub>
Carbone fossile .....	kg	x 8,15 = .....	kWh <sub>t</sub>
Calore di rete .....	Mcal	x 1,55 = .....	kWh <sub>t</sub>
Totale consumo annuo scuola = ... <b>284'640</b> ..... kWh <sub>t</sub>			[A]
<b>FASE 2 VOLUMETRIA LORDA RISCALDATA</b>			
V = ... <b>4'100</b> ..... m <sup>3</sup>			[B]
<b>FASE 3 GRADI-GIORNO CONVENZIONALI DELLA LOCALITÀ IN CUI È SITUATA LA SCUOLA</b>			
GG = ... <b>3'994</b> .....			[C]
<b>FASE 4 FATTORE DI NORMALIZZAZIONE DEL CONSUMO F<sub>e</sub> DOVUTO ALLA FORMA DELL'EDIFICIO ( S / V )</b>			
F <sub>e</sub> = ... <b>0,8</b> .....			[D]
<b>FASE 5 FATTORE DI NORMALIZZAZIONE F<sub>h</sub> RISPETTO ALL'ORARIO DI FUNZIONAMENTO DELLA SCUOLA</b>			
F <sub>h</sub> = .. <b>1,2</b> .....			[E]
<b>CALCOLO DELL'INDICATORE ENERGETICO NORMALIZZATO IEN<sub>R</sub> PER RISCALDAMENTO</b>			

$$IEN_R = \frac{[A] \times [D] \times [E] \times 1.000}{[B] \times [C]} = \dots 16,7 \dots \text{Wh}_t / \text{m}^3 \times \text{GG} \times \text{anno}$$

**MODELLO PER IL CALCOLO DELLO IEN<sub>E</sub> PER CONSUMO EN.ELETTRICA**

NOME SCUOLA ..... TIPO SCUOLA *Elementare*  
 LOCALITÀ ..... (TN) DATA .....

*FASE 1 CONSUMI ANNUI MEDI DI ENERGIA ELETTRICA*

Contratto (Contatore) n°...1..... = ...7'000..... kWh<sub>e</sub>

Contratto (Contatore) n°...2..... = ...2'600..... kWh<sub>e</sub>

Contratto (Contatore) n° ..... = ..... kWh<sub>e</sub>

Contratto (Contatore) n° ..... = ..... kWh<sub>e</sub>

Contratto (Contatore) n° ..... = ..... kWh<sub>e</sub>

Totale consumo annuo scuola = ...9'600..... kWh<sub>e</sub> [A]

*FASE 2 SUPERFICIE LORDA AI PIANI DELL'EDIFICIO*

$A_p = \dots 1'200 \dots \text{m}^2$  [B]

*FASE 5 FATTORE DI NORMALIZZAZIONE F<sub>h</sub> RISPETTO ALL'ORARIO DI FUNZIONAMENTO DELLA SCUOLA*

$F_h = \dots 1,2 \dots$  [C]

**CALCOLO DELL'INDICATORE ENERGETICO NORMALIZZATO IEN<sub>E</sub> PER IL CONSUMO ENERGIA ELETTRICA**

$$IEN_E = \frac{[A] \times [C]}{[B]} = \dots 9,6 \dots \text{kWh}_e / \text{m}^2 \times \text{anno}$$

Risultati:

IEN<sub>R</sub> risulta compreso nell'intervallo dei consumi specifici di riferimento da 11,0 a 17,5 Wh<sub>t</sub>/m<sup>3</sup> x GG x a e pertanto il comportamento energetico della scuola relativamente al riscaldamento può essere ritenuto "sufficiente", però prossimo alla "insufficienza".

IEN<sub>E</sub> risulta compreso nell'intervallo dei consumi specifici di riferimento da 9,0 a 12,0 kWh<sub>e</sub>/m<sup>2</sup> x a e pertanto il comportamento energetico della scuola relativamente al consumo di energia elettrica può essere ritenuto "sufficiente", anzi prossimo al "buono".

• **Scuola Media del Centro Italia**

Il caso riguarda una scuola Media in un comune della provincia di Roma.

<b>MODELLO PER IL CALCOLO DELLO IEN<sub>R</sub> PER RISCALDAMENTO</b>	
NOME SCUOLA .....	TIPO SCUOLA <i>Media</i>
LOCALITÀ ..... (RM)	DATA .....
<b>FASE 1 CONSUMI ANNUI MEDI DI COMBUSTIBILE PER RISCALDAMENTO</b>	
Gas Metano ...24'500.....	mc x 9,59 = ...234'955... kWh <sub>t</sub>
Gasolio .....	l x 11,86 = ..... kWh <sub>t</sub>
Olio Fluido .....	l x 11,40 = ..... kWh <sub>t</sub>
G P L .....	l x 12,79 = ..... kWh <sub>t</sub>
Legna .....	kg x 2,91 = ..... kWh <sub>t</sub>
Carbone fossile .....	kg x 8,15 = ..... kWh <sub>t</sub>
Calore di rete .....	Mcal x 1,55 = ..... kWh <sub>t</sub>
Totale consumo annuo scuola = ...234'955... kWh <sub>t</sub> [A]	
<b>FASE 2 VOLUMETRIA LORDA RISCALDATA</b>	
V = ...16'650.... m <sup>3</sup> [B]	
<b>FASE 3 GRADI-GIORNO CONVENZIONALI DELLA LOCALITÀ IN CUI È SITUATA LA SCUOLA</b>	
GG = ...1'786.... [C]	
<b>FASE 4 FATTORE DI NORMALIZZAZIONE DEL CONSUMO F<sub>e</sub> DOVUTO ALLA FORMA DELL'EDIFICIO ( S / V )</b>	
F <sub>e</sub> = ...0,8... [D]	
<b>FASE 5 FATTORE DI NORMALIZZAZIONE F<sub>h</sub> RISPETTO ALL'ORARIO DI FUNZIONAMENTO DELLA SCUOLA</b>	
F <sub>h</sub> = ...1,0... [E]	
<b>CALCOLO DELL'INDICATORE ENERGETICO NORMALIZZATO IEN<sub>R</sub> PER RISCALDAMENTO</b>	
$IEN_R = \frac{[A] \times [D] \times [E] \times 1.000}{[B] \times [C]} = ...6,3..... Wh_t / m^3 \times GG \times anno$	

<b>MODELLO PER IL CALCOLO DELLO IEN<sub>E</sub> PER CONSUMO EN.ELETTRICA</b>	
NOME SCUOLA .....	TIPO SCUOLA <i>Media</i>
LOCALITÀ ..... (RM)	DATA .....
<i>FASE 1 CONSUMI ANNUI MEDI DI ENERGIA ELETTRICA</i>	
Contratto (Contatore) n° ...1.....	= ...19'500..... kWh <sub>e</sub>
Contratto (Contatore) n° ...2.....	= .....8'000..... kWh <sub>e</sub>
Contratto (Contatore) n° ...3.....	= ...3'500..... kWh <sub>e</sub>
Contratto (Contatore) n° .....	= ..... kWh <sub>e</sub>
Contratto (Contatore) n° .....	= ..... kWh <sub>e</sub>
Totale consumo annuo scuola = .....31'000..... kWh <sub>e</sub> [A]	
<b>FASE 2 SUPERFICIE LORDA AI PIANI DELL'EDIFICIO</b>	
$A_n = \dots 3'550 \dots m^2$ [B]	
<b>FASE 5 FATTORE DI NORMALIZZAZIONE F<sub>h</sub> RISPETTO ALL'ORARIO DI FUNZIONAMENTO DELLA SCUOLA</b>	
$F_h = \dots 1,0 \dots$ [C]	
<b>CALCOLO DELL'INDICATORE ENERGETICO NORMALIZZATO IENE PER IL CONSUMO ENERGIA ELETTRICA</b>	
$IEN_E = \frac{[A] \times [C]}{[B]} = \dots 8,7 \dots kWh_e / m^2 \times anno$	

Risultati:

IEN<sub>R</sub> risulta nettamente minore del consumo specifico di riferimento 11,5 Wh/m<sup>3</sup> x GG x a e pertanto il comportamento energetico della scuola relativamente al riscaldamento può essere ritenuto "buono".

IEN<sub>E</sub> risulta prossimo al consumo specifico di riferimento 9,0 kWh<sub>e</sub>/m<sup>2</sup> x a che divide il comportamento energetico della scuola "buono" da quello "sufficiente" relativamente al consumo di energia elettrica.

## *8 - Interventi di Uso Razionale dell'Energia per le scuole*

Il risparmio di energia ed il conseguente risparmio economico possono essere conseguiti nei seguenti principali modi:

- Con interventi sull'edificio per ridurre le perdite di calore.
- **Con la sostituzione o il miglioramento dell'efficienza delle apparecchiature di produzione e di controllo del calore.**
- **Con un comportamento più consapevole sulla gestione dell'energia, in relazione ai suoi usi. In particolare, limitando, il riscaldamento e l'illuminazione alle effettive esigenze sia temporali che spaziali.**
- **Con l'adozione di sistemi tecnologici o gestionali innovativi per il settore.**

Nelle tabelle che seguono sono riportati i principali interventi di tipo convenzionale e innovativo. Nelle stesse tabelle sono indicate alcune stime di risparmio energetico. Le stime sono state ottenute mediante un metodo di calcolo parametrico che può essere utilizzato, eventualmente, per effettuare valutazioni di casi specifici. Su questo argomento nei Complementi alla Guida è riportata una "Nota esplicativa sulla stima dei risparmi energetici a seguito di interventi convenzionali".

• **Principali interventi convenzionali.**

Buona parte di questi interventi sono a costo zero o a costo ridotto. Tuttavia, prima di affidare l'esecuzione dei lavori a ditte esterne, occorre chiedere dei preventivi dettagliati ed effettuare una valutazione dei costi-benefici.

**Riscaldamento**

AMBITO DI OTTIMIZZAZIONE	OBIETTIVO	TIPO DI INTERVENTO	STIMA DEI BENEFICI
<b>Centrale termica</b>	Migliorare l'efficienza delle caldaie.	1 - Controllare l'efficienza delle caldaie: il rendimento istantaneo non deve essere inferiore a determinati limiti (v. D.P.R. 412/93). Se le caldaie sono obsolete vanno sostituite con altre possibilmente a basso consumo.	Per ogni punto di aumento del rendimento medio stagionale si ha un risparmio di combustibile pari a 1,2 % circa. In alcuni casi con una semplice regolazione della caldaia si possono ottenere risparmi del 5 ÷ 10 % circa.
<b>Impianto di distribuzione del calore</b>	Ridurre le dispersioni di calore.	2 - Coibentare i tubi dell'acqua calda e quelli che trasportano il calore ai termosifoni (soprattutto se sono esterni all'edificio).	Risparmio dell' 1 ÷ 5 % sul consumo totale di combustibile, in relazione all'estensione della superficie coibentata e ai coefficienti di trasmissione dei tubi prima e dopo l'intervento.
	Distribuire il calore in base alle esigenze orarie di riscaldamento delle varie parti dell'edificio.	3 - Realizzare la distribuzione del calore "a zone" per adeguare i periodi di riscaldamento alle diverse esigenze (blocchi del fabbricato con diverse caratteristiche termiche e/o con zone funzionanti in orari diversi: aule, segreteria, etc.).	Risparmio molto variabile, si stima dal 5 al 40 %, in relazione all'estensione delle zone con esigenze limitate di riscaldamento e ai tempi di riduzione del servizio.

AMBITO DI OTTIMIZZAZIONE	OBIETTIVO	TIPO DI INTERVENTO	STIMA DEI BENEFICI
<b>Edificio</b>	Migliorare l'isolamento termico delle superfici vetrate	4 - Sostituire le finestre se sono degradate con altre con doppio vetro oppure, se presentano solo infiltrazioni, sostituire le guarnizioni con altre più efficienti.	Risparmio del 10 ÷ 20 % sul consumo totale di combustibile per riscaldamento, in relazione ai coefficienti di trasmissione del calore delle finestre prima e dopo l'intervento, all'estensione della superficie vetrata e alla quota di fabbisogno di calore attribuito alla dispersione.
	Migliorare l'isolamento termico delle superfici opache.	5 - Stendere nel sottotetto materassini di lana di roccia oppure pannelli di lana di roccia, se il sottotetto è praticabile.	Risparmio del 5 ÷ 15 % sul consumo totale di combustibile per riscaldamento, in relazione ai coefficienti di trasmissione del calore del sottotetto prima e dopo l'intervento, all'estensione della superficie del sottotetto e alla quota di fabbisogno di calore attribuito alla dispersione.
		6 - Applicare al soffitto degli ultimi piani e/o alle pareti esposte a Nord dei pannelli isolanti predisposti per questo utilizzo.	Risparmio del 5 ÷ 15 % sul consumo totale di combustibile per riscaldamento, in relazione ai coefficienti di trasmissione del calore degli elementi di frontiera prima e dopo l'intervento, alla estensione della superficie coibentata e alla quota di fabbisogno di calore dovuta alla dispersione.
		7 - Riempire l'intercapedine delle pareti (particolarmente quelle esposte a Nord) con materiale isolante inorganico (argilla espansa, vermiculite, etc.) oppure organico, più leggero (ma facendo attenzione ai prodotti nocivi).	Risparmio del 5 ÷ 10 % sul consumo di combustibile per riscaldamento in relazione ai coefficienti di trasmissione del calore delle pareti prima e dopo l'intervento, alla estensione delle stesse pareti e alla quota di fabbisogno di calore dovuta alla dispersione.

AMBITO DI OTTIMIZZAZIONE	OBIETTIVO	TIPO DI INTERVENTO	STIMA DEI BENEFICI
<b>Utilizzo del calore</b>	Migliorare il comfort e ridurre il sovrariscaldamento	8 - Installare valvole termostatiche sui termosifoni controllate da sonde di temperatura poste negli ambienti.	Miglioramento del comfort. In caso di riduzione della temperatura media interna per ogni °C si ha un risparmio energetico del 5 ÷ 10 %.
	Ottimizzare il periodo di funzionamento del riscaldamento	9 - Anticipare l'accensione e lo spegnimento dell'impianto in modo ottimale rispetto l'orario di funzionamento della scuola.	Miglioramento del comfort a parità di spesa energetica.
	Ridurre le dispersioni di calore	10 - Gestire l'apertura e la chiusura delle finestre e delle porte in modo da non eccedere nei ricambi d'aria rispetto alle necessità (da 1 a 3 ricambi d'aria per ora).	Risparmio energetico valutabile in relazione alle normali abitudini degli operatori scolastici. Si stima un risparmio che va da 0 a 15 % sul consumo di combustibile.

## Illuminazione e altri usi elettrici

AMBITO DI OTTIMIZZAZIONE	OBIETTIVO	TIPO DI INTERVENTO	STIMA DEI BENEFICI
<b>Riscaldamento con stufe elettriche</b>	Eliminare l'uso improprio dell'energia elettrica.	11 - Disincentivare l'uso delle stufette elettriche provvedendo ad installare o a migliorare l'utilizzo dei termosifoni nei locali freddi.	Sostituendo il calore prodotto con una stufetta elettrica con quello prodotto da un generatore termico si ottiene un risparmio in termini di energia primaria di circa il 60 % . Il risparmio sulla spesa dell'utente è di circa il 40 % .
<b>Illuminazione</b>	Migliorare l'efficienza dell'illuminazione.	12 - Effettuare una regolare manutenzione di pulizia delle lampade e dei corpi luminosi.	Prevenire la perdita di flusso luminoso per sporcizia, che dopo due anni dalla installazione può raggiungere il 12 ÷ 17 % in relazione al tipo di uso dei locali
		13 - Sostituire le eventuali lampade a filamento con altre più efficienti (fluorescenti, etc.).	Risparmio del 72 ÷ 75 % sul consumo di energia elettrica mediante la sostituzione delle lampade a filamento con lampade fluorescenti tubolari o compatte, che inoltre garantiscono una durata 5 - 6 volte superiore.

	Evitare la illuminazione non necessaria.	14 - Installare dispositivi automatici per il controllo dell'illuminazione (interruttori a tempo, dispositivi di controllo sensibili alla presenza di persone o alla luce diurna). In mancanza di questi dispositivi diventa importante la buona norma di spegnere le luci quando non necessarie.	Risparmio del 5 ÷ 15 % sul consumo di energia elettrica in relazione alla situazione impiantistica e al tipo di gestione.
--	--	--	---

- Interventi innovativi per il settore

<b>Tipo di intervento</b>	<b>Condizioni favorevoli</b>
Pannelli solari	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grande utilizzo di acqua calda sanitaria.</li> <li>- Disponibilità di spazio con buona esposizione solare.</li> <li>- Possibilità di accedere a contributi in conto capitale.</li> </ul>
Gruppi di cogenerazione di energia elettrica e calore	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilizzo prolungato degli edifici (attività parascolastiche, sociali, etc.).</li> <li>- Grandi dimensioni degli edifici.</li> <li>- Clima invernale rigido.</li> <li>- Normativa vigente incentivante.</li> </ul>
Allacciamento a rete di teleriscaldamento	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Esistenza della rete cittadina.</li> <li>- Convenienza economica rispetto alla soluzione convenzionale.</li> </ul>

Servizio calore  
(vedi: Principali tipologie contrattuali  
nei Complementi alla Guida)

- Convenienza economica rispetto alla soluzione che prevede l'affidamento ad una ditta della conduzione e della manutenzione degli impianti termici e il pagamento della fornitura del combustibile a carico della scuola.
- Capacità di controllo, da parte di un tecnico responsabile, delle condizioni contrattuali e della qualità del servizio reso.

---

Contabilità energetica  
(v. cap.9)

- Adeguata organizzazione gestionale.
- 

L'adozione di pannelli fotovoltaici, soprattutto se sono finanziati da programmi di sperimentazione e di sviluppo delle nuove tecnologie, hanno un alto valore educativo in un contesto come quello scolastico.

La valutazione dei costi-benefici può essere effettuata secondo la metodologia del VAN (Valore Attuale Netto) riportata nei Complementi alla Guida. Per l'affidamento a ditte esterne di studi di fattibilità, progetti, realizzazioni di una certa consistenza esistono varie tipologie contrattuali accennate nei Complementi alla Guida.

## 9 - Mantenimento delle buone condizioni di esercizio degli impianti compresi gli aspetti di sicurezza

La diagnosi energetica descritta in questa Guida, come si è visto, ha lo scopo di verificare nel suo complesso la qualità energetica degli edifici scolastici e di individuare le opportunità di intervento per contenere la spesa energetica. **Si tratta di un intervento complessivo di "risanamento" che risolve le lacune di funzionamento del sistema edificio-impianto, ma resta il problema di mantenere le condizioni di buon funzionamento nel tempo.** A ciò si può provvedere con un Piano di controllo e di gestione degli impianti e dell'energia.

Un aspetto collaterale a quello dell'energia, che va segnalato per la sua fondamentale importanza è quello della sicurezza e più in generale dell'adeguamento degli impianti alla normativa esistente. Nel piano di controllo e gestione vanno quindi compresi anche questi aspetti.

Il piano può comprendere le seguenti principali attività:

- Nomina di un responsabile dell'attività.
- Contabilità energetica.
- Programma di manutenzione preventiva.
- Verifica periodica delle condizioni contrattuali delle forniture energetiche.
- Verifica degli impianti elettrici e termici ai fini della sicurezza e della conformità alla normativa energetica.

I risultati delle attività previste nel piano vanno valorizzati anche nei rapporti tra enti gestori e scuole in un quadro di collaborazione in cui i vari aspetti (economia, sicurezza, educazione, comfort) sono direttamente o indirettamente di comune interesse.

- **Nomina di un responsabile dell'attività**

Il responsabile dell'attività va nominato da parte dei legali rappresentanti degli enti che amministrano gli edifici scolastici. Può essere scelto nell'ambito delle strutture tecniche interne agli enti oppure può essere incaricato un professionista esterno. Se l'ente amministratore ha già nominato un energy manager naturalmente l'incarico va dato a quest'ultimo.

Il Responsabile deve provvedere a mettere a punto i dispositivi del piano di controllo e gestione e assicurare la sua esecuzione nel tempo.

- **Contabilità energetica**

La contabilità energetica è un dispositivo di controllo molto semplice e molto efficace per tenere sotto osservazione gli andamenti dei consumi energetici nel tempo in modo da poter intervenire tempestivamente nei casi anomali. Si tratta, in pratica, di trascrivere i consumi di combustibile e di energia elettrica e le relative spese in un "quaderno di marcia" con cadenza temporale mensile dove è possibile.

I dati vanno rilevati direttamente dai contatori se sono presenti oppure dalle fatture (per esempio nel caso del gasolio), cercando di ripartire i consumi e le spese tra i singoli mesi solari. I dati di consumo e di spesa possono essere diagrammati con istogrammi per avere una più immediata percezione degli andamenti temporali.

Si consiglia di diagrammare anche un "indicatore energetico" che nel caso dell'energia elettrica può essere il rapporto tra la spesa complessiva della bolletta e il consumo di energia, riferito allo stesso periodo di tempo. In questo caso l'indicatore energetico esprime il grado di utilizzazione delle condizioni contrattuali (potenza impegnata, tipo di utilizzo, etc.) in relazione al consumo. Nel caso di combustibile per riscaldamento l'indicatore può essere il rapporto tra il consumo di combustibile e la volumetria riscaldata.

Nei Complementi alla Guida è riportato un "esempio di contabilità energetica di una scuola". In particolare sono riportati un esempio di tabella su cui registrare i dati della contabilità e un caso reale relativo ai consumi di energia elettrica di una scuola.

- **Programma di manutenzione preventiva**

La manutenzione preventiva consiste appunto nel prevenire le disfunzioni degli impianti allo scopo principale di assicurare la continuità e la qualità dei servizi energetici. Un programma di manutenzione ordinaria va adeguato alla tipologia, alle caratteristiche e alle dimensioni degli impianti.

Il responsabile, nella fase di messa a punto del programma, può aiutarsi con i numerosi programmi esistenti nella letteratura di termotecnica, rivolgendosi agli esperti di ditte di manutenzione e consultando i manuali di esercizio e manutenzione delle varie apparecchiature e impianti.

Anche in questo caso occorre tenere un registro dove sono descritte le operazioni di manutenzione da eseguire, le cadenze temporali e i risultati delle operazioni eseguite.

- **Verifica periodica delle condizioni contrattuali delle forniture energetiche**

Almeno una volta ogni due anni occorre verificare che le condizioni contrattuali dell'energia elettrica, del gas metano e/o del gasolio e/o altro combustibile siano ottimali rispetto ai consumi. Delle indicazioni utili a questo fine si possono ricavare anche dall'osservazione degli andamenti dei parametri della contabilità energetica.

Per esempio se la spesa specifica (rapporto tra spesa totale e consumo della bolletta elettrica) degli ultimi 12 mesi di osservazione è aumentata rispetto ai periodi precedenti, vuol dire che le condizioni contrattuali non sono più adeguate alla nuova situazione. La potenza impegnata potrebbe essere superiore a quella necessaria, o in certi casi addirittura inferiore ma con pagamento di penalità per gli esuberanti di potenza.

Per quanto riguarda il gas metano occorre verificare, rivolgendosi all'azienda distributrice del gas, che la tipologia tariffaria sia quella più adeguata rispetto alla tipologia di utenza ed al tipo di ente che gestisce gli edifici scolastici.

Per le forniture energetiche non di rete (gasolio, gpl, etc.) in genere si effettuano trattative con i fornitori tenendo d'occhio i prezzi medi di mercato.

A questo proposito va segnalato che è in atto un processo di liberalizzazione del mercato dell'energia elettrica<sup>14</sup> (in prospettiva anche del gas di rete) che prevede la presenza sul mercato di più fornitori in concorrenza tra loro. In questa situazione l'ottimizzazione periodica dei contratti sarà effettuata sulla base anche delle diverse tariffe offerte dai singoli fornitori oltre che sulle esigenze dell'utenza, che possono variare nel tempo.

---

<sup>14</sup> Direttiva 6/92 CEE

## • **Verifica degli impianti elettrici e termici ai fini della sicurezza e della conformità alla normativa energetica**

In molti casi si possono riscontrare delle gravi carenze di sicurezza e di conformità alla normativa energetica, sia per gli impianti elettrici che per quelli termici.

### Sicurezza

Le carenze più frequenti sono, nel caso di impianti termici alimentati da gas di rete, la non idoneità dei locali per quanto riguarda la prevenzione degli incendi, l'assenza di dispositivi di pronto intervento (estintori, valvole esterne accessibili, segnalazioni, etc.).

Per quanto riguarda gli impianti elettrici, sia del locale caldaia sia di quelli al servizio dell'edificio, si possono riscontrare gravi carenze che mettono a repentaglio la sicurezza, in particolare del personale addetto alla manutenzione e alla conduzione degli impianti.

Infine anche la conformità alla normativa energetica non viene sempre rispettata, purtroppo spesso da parte degli stessi enti locali che hanno un ruolo (attribuito loro dalla Legge 10/91 e dal DPR 412/93) di controllo dell'applicazione della normativa nel settore privato.

Un elenco della normativa essenziale che riguarda questi argomenti è riportata nei Complementi alla Guida. In particolare si segnala per gli aspetti di :

- Prevenzione incendi, il D.M. 12 Aprile 1996 "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio degli impianti termici alimentati da combustibili gassosi".
- Sicurezza impianti elettrici, la Legge 46/90.
- Conformità alla normativa energetica, la Legge 10/91 e il D.P.R. 412/93.

Nei Complementi alla Guida sono stati riportati dei casi di verifica di sicurezza antincendio relativa a centrali termiche di edifici pubblici, tra cui tre scuole.

### Conformità alla normativa energetica

La conformità alla normativa energetica riguarda le varie fasi di progettazione, realizzazione ed esercizio degli impianti di riscaldamento. L'osservanza delle prescrizioni durante la fase di esercizio e conduzione degli impianti richiede un minimo di attrezzatura (apparecchiature per la misura del rendimento di combustione, termometri, etc.).

Nella fase di esercizio le norme più importanti dal punto di vista del contenimento dei consumi e del controllo dei prodotti della combustione sono quelle che prescrivono la misura del rendimento di combustione con una periodicità che dipende dal tipo e dalla potenzialità della caldaia e la limitazione, sia stagionale che giornaliera, dei periodi di riscaldamento. Per una più completa informazione sulla normativa va consultato il DPR 412/93.

Va sottolineata infine l'importanza della responsabilità dell'applicazione delle norme energetiche che è prevista a carico del "proprietario" dell'edificio (anche per quanto riguarda le sanzioni pecuniarie) che nel caso di edifici pubblici si deve intendere il legale rappresentante dell'ente gestore degli edifici.

**La legge prevede, però, la possibilità di affidare a un "terzo responsabile" la gestione degli impianti termici e di trasferire a questi la responsabilità.**

È previsto che il "terzo responsabile" abbia una struttura tecnico-organizzativa di supporto che gli consenta di affrontare i vari aspetti di controllo e di messa a norma degli impianti, di intervenire con competenza e con risorse opportune nella fase di esercizio degli impianti, assumendosi la piena responsabilità anche per quanto riguarda gli aspetti di sicurezza.

L'affidamento dell'esercizio degli impianti termici ad un "terzo responsabile" può essere una buona soluzione per gli enti gestori degli edifici scolastici (soprattutto di piccole dimensioni) che non abbiano risorse tecniche adeguate. Questo tipo di affidamento può essere compreso in un rapporto contrattuale più ampio che comprenda anche la manutenzione degli impianti o addirittura la fornitura del "servizio energetico".

Nei Complementi alla Guida vengono forniti cenni sulle "Principali tipologie contrattuali per interventi di risparmio energetico e per la gestione impianti".

## 10 - Riferimenti utili

- Centri di consulenza energetica integrata (C.C.E.I.) dell'ENEA.

### Abruzzo

Via N.Fabrizi 215  
65122 PESCARA PE

tel. 085.4216332

### Calabria

Via V.Veneto 16  
89121 REGGIO CALABRIA RC

tel. 0965.812552

### Emilia-Romagna

c/o ERG SIEC DEVIT  
Via Martiri di Monte Sole 4  
40129 BOLOGNA BO

tel. 051.6098736

### Liguria

Via Serra 6  
16122 GENOVA GE

tel. 010.567141

### Molise

Via Mazzini 84  
86100 CAMPOBASSO CB

tel. 0874.481072

### Puglia

Via Roberto da Bari 119  
70122 BARI BA

tel. 080.5248213

### Sicilia

Via S.Puglisi 9  
90143 PALERMO PA

tel. 091.6254170

### Umbria

Via M.Angeloni 49  
06100 PERUGIA PG

tel. 075.5000043

### Veneto

Calle delle Ostreghe 2434  
30124 VENEZIA VE

tel. 041.5226887

### Basilicata

Via D.Di Giura  
85100 POTENZA PZ

tel. 0971.46088

### Campania

Via della Costituzione  
80143 NAPOLI NA

tel. 081.691111

### Lazio

c/o ERG PROM-SP 104  
Via Anguillarese 301  
00060 S.Maria di Galeria (RM)

tel. 06.30483245

### Marche

Viale della Vittoria 52  
60123 ANCONA AN

tel. 071.32773

### Piemonte

rivolgersi al C.E.E.I.  
della Liguria

### Sardegna

rivolgersi al C.C.E.I.  
della Campania

### Toscana

Via Ponte alle Mosse 61  
50144 FIRENZE FI

tel. 055.359896

### Valle d'Aosta

rivolgersi al C.E.E.I.  
della Liguria

### Trentino-Alto Adige

rivolgersi al C.E.E.I.  
del Veneto

- Uffici regionali competenti per il settore energia (Servizio Energia).

Abruzzo  
Piazza Unione 13  
65100 PESCARA PE

Calabria  
Viale Cassiodoro  
88060 CATANZARO CZ

Emilia-Romagna  
Viale A.Moro 30  
40127 BOLOGNA BO

Lazio  
Via Cristoforo Colombo 212  
00145 ROMA RM

Lombardia  
Via F.Filzi 22  
20124 MILANO MI

Molise  
Via Roma 84  
86100 CAMPOBASSO CB

Puglia  
Viale Caduti di tutte le Guerre 7  
70126 BARI BA

Sicilia  
Viale Regione Siciliana 4580  
90135 PALERMO PA

Umbria  
Via M.Angeloni 63  
06100 PERUGIA PG

Veneto  
Palazzo Gussoni  
Cannaregio 2278  
30121 VENEZIA VE

Provincia Autonoma di Trento  
Via Vannetti 41  
38100 TRENTO TN

Basilicata  
Via Anzio  
85100 POTENZA PZ

Campania  
Centro Direzionale – Isola A/5  
80143 NAPOLI NA

Friuli Venezia Giulia  
Via Udine 9  
34100 TRIESTE TS

Liguria  
Via Fieschi 15  
16121 GENOVA GE

Marche  
Via Tiziano 44  
60125 ANCONA AN

Piemonte  
Via Principe Amedeo 17  
10100 TORINO TO

Sardegna  
Viale Trento 69  
09100 CAGLIARI CA

Toscana  
Via di Novoli 26  
50127 FIRENZE FI

Valle d'Aosta  
Piazza della Repubblica 15  
11100 AOSTA AO

Provincia Autonoma di Bolzano  
Via C.Battisti 21  
34100 BOLZANO BZ

- Agenzie per l'Energia

Associazione Rete di Punti Energia  
c/o Regione Lombardia  
Via Fabio Filzi, 22 20124 MILANO MI  
tel. 026765.5589

Punto Energia di Brescia  
Via Romiglia, 2 25124 BRESCIA BS  
tel. 0303749.630

Punto Energia di Pavia  
c/o Provincia di Pavia  
Via Taramelli, 2 27100 PAVIA PV  
tel. 0382597.843

Ecosportello per il risparmio  
energetico e la bioarchitettura  
Via Cevise, 1 11100 AOSTA AO  
tel. 0165234112

Agenzia Provinciale per  
l'Energia "Agenbiella"  
Corso Pella, 10 13900 BIELLA BI  
tel. 0158407349

Agenzia Regionale per l'energia  
Via Peschiera, 16 16122 GENOVA GE  
tel. 01084003343

S.E.I.A. S.p.A.  
Corso Giovecca, 81 44100 FERRARA FE  
tel. 05322540863

Agenzia per il Risparmio  
Energetico di Modena  
Via Santi, 40 41100 MODENA MO  
tel. 059206352

Punto Energia di Cremona  
Via Altobello Melone, 1  
26110 CREMONA CR tel. 037235562

Punto Energia di Como  
c/o Provincia di Como  
Via Borgovico, 148 22100 COMO CO  
tel. 031230.463

Agenzia per l'Energia  
Città di Torino  
c/o Enviroment Park  
Via Livorno, 60 10144 TORINO TO  
tel. 0112257237

Agenzia della Provincia  
di Vercelli  
Via S. Cristoforo, 3  
13100 VERCELLI VC tel. 0161590274

Agenzia per l'Energia  
per la Provincia di Cuneo  
Corso Nizza, 21 72100 CUNEO CN  
tel. 0171445311

Agenzia Veronese per l'energia  
Largo Divisione Pasubio, 4  
37121 VERONA VR tel. 0458036312

BolognaEnergia 2010  
Viale Berti Pichat, 2/5  
40127 BOLOGNA BO tel. 051249522

Agenzia Regionale Toscana  
REA C/o CESVIT  
Via Pian dei Carpini, 28/30  
50127 FIRENZE FI tel. 0554294220

A.E.P. Agenzia Energetica  
Provincia di Pisa  
c/o Centro Forum  
Via Luigi Russo, 3/4 56124 PISA PI  
tel. 050970087

Provincia di Lucca Ass.  
all'Ambiente  
Cortile Carrara 55100 LUCCA LU  
tel. 05834171

Agenzia Provinciale per lo sviluppo  
dell'energia e la salvaguardia  
dell'ambiente  
Via Plinio il Giovane, 21 05100 TERNI TR  
tel. 0744483554

Ass. Politiche Ambientali  
e Agricole  
Piazzale Porta Metronia, 2 00183 ROMA RM  
tel. 0677201034

Agenzia Regionale della Campania  
Serv. Fonti Energetiche dell'Ass.to  
Industria della Reg. Campania  
Centro Direz. Isola A/6 41100 NAPOLI NA  
tel. 0817966751

Agenzia per l'energia della  
Provincia Regionale di Agrigento  
Via Demetra, 1 92100 AGRIGENTO AG  
tel. 092220130

Agenzia per l'Energia Messina  
APEM  
Via S.Paolo Isolato, 361 98122 MESSINA ME  
tel. 090770306

Agenzia Energetica Sulcitana  
c/o Municipio  
Piazza Roma, 1 09013 CARBONIA CA  
tel. 0781694203

Agenzia Energetica della  
Provincia di Livorno  
Via Grande, 110 57100 LIVORNO LI  
tel. 0586257415

Agenzia per l'Energia e  
l'Ambiente della Provincia  
di Perugia S.p.A.  
Via Settevalli, 50 06124 PERUGIA PG  
tel. 0755287087

Comune di Roma – Ass. alla Produz.  
della Partecipazione dei Cittadini e  
Grandi Infrastrutture Produttive  
Via della Greca, 500186 ROMA RM  
tel. 066793698

Agenzia Napoletana Energia  
Ambiente ANEA  
Via Roma, 317 80132 NAPOLI NA  
tel. 081409459

Agenzia Provinciale per l'energia  
Via Spanò Bolani, 1  
89127 REGGIO CALABRIA RC  
tel. 0965810005

MEDEA  
Agenzia Mediterranea Energia e  
Acqua  
Via Ammiraglio Gravina, 2/e  
90100 PALERMO PA tel. 0916117739

Agenzia Punto Energia Provincia  
di Sassari S.P. La Crucca 5  
07100 SASSARI SS tel. 0793026029

- Aziende erogatrici di energia elettrica o di gas

Per i problemi riguardanti le forniture di energia elettrica e di gas si consiglia di rivolgersi agli uffici commerciali di zona competente per il territorio.

- Alcuni siti Web

ENEA	<a href="http://www.enea.it/">http://www.enea.it/</a>
ENEL	<a href="http://www.enel.it/">http://www.enel.it/</a>
FIRE	<a href="http://www.fire_italia.it/">http://www.fire_italia.it/</a>
ITALGAS	<a href="http://www.italgas.it/">http://www.italgas.it/</a>

- Principali riferimenti bibliografici.

- Metodologie di risparmio energetico - ENEA 1984 - Ulrico Hoepli editore.
- Uso Razionale dell'Energia nel settore scolastico – ENEA Dipartimento Energia 1994.
- Manuale dell'isolamento degli edifici civili - ENEA-AGIP Petroli 1991 - Edizioni ENEA Direzione Relazioni Roma.
- Manuale del Risparmio Energetico in Edilizia - ENEA Direzione Relazioni 1991 Roma.
- Interventi di miglioramento energetico nelle scuole - ENEA-FIRE Atti del seminario internazionale di Roma Hotel Ritz, 26/27 Ottobre 1989 - Edizione ENEA.
- Energy Conservation in Buildings and Community Systems - Annex XV "Energy Efficiency in Schools" I.E.A. International Energy Agency.
- Caratteristiche e consumi energetici nei servizi - ENEA RT/FARE/88/5.
- Analisi energetica del processo gestionale degli edifici - CNR-Progetto Finalizzato Energetico 2 - Tema UCA/2 ENEA-AGIP.
- La manutenzione degli impianti termici secondo la legge 10/91 e il D.P.R. 412/93 - A.Marrocchelli - Ed. EPC Libri Roma