

## **Ipotesi di Esercitazione: Calcolo dei consumi energetici del nostro edificio scolastico**

Nell’ambito delle ore di Scienze si sono volute dedicare 7 ore per svolgere una attività con gli allievi che ha l’**obiettivo di calcolare i consumi energetici e l’efficienza energetica del nostro edificio scolastico**, nell’ambito della U.d.A. relativa alla realizzazione di un impianto elettrico civile, accanto alla ricerca sulle possibilità di risparmio energetico nelle attività domestiche (illuminazione, uso degli elettrodomestici, uso di led, ecc.).

**Obiettivo** della attività è anzitutto quello di **calcolare per l’edificio scolastico in cui opera lo IAL di Saronno**, normalizzati coi dati di un campione di scuole su cui tali calcoli sono già stati fatti:

- a) **i consumi specifici dovuti al riscaldamento e il relativo Indicatore Energetico  $IEN_R$ ;**
- b) **i consumi specifici di energia elettrica e il relativo Indicatore Energetico  $IEN_E$ .**

**Obiettivo successivo**, e più ambizioso, è quello, attraverso l’analisi di questi consumi, di **dare suggerimenti per un risparmio energetico**, ove possibile.

Le rilevazioni ed i calcoli seguono le **indicazioni dell’ENEA** - Ente Nazionale Energie Alternative, Centro ricerche di Casaccia, dunque i risultati saranno confrontabili sia con i campioni su cui ENEA ha operato, sia con altri interventi di questo tipo.

In particolare i consumi specifici corretti vengono denominati  **$IEN_R$**  Indicatori Energetici Normalizzati per Riscaldamento, e per la parte relativa al consumo di energia elettrica delle scuole gli  **$IEN_E$** .

**Per determinare gli Indicatori Energetici della nostra scuola si seguiranno le fasi seguenti:**

**Fase 1:** Rilevare i consumi di energia degli ultimi 3 anni, sia per riscaldamento che elettrico

**Fase 2:** Rilevare la volumetria linda riscaldata, la superficie linda ai piani e la superficie disperdente degli edifici

**Fase 3:** Individuare i “Gradi-Giorno” della località in cui è situato l’edificio scolastico

**Fase 4:** Individuare il fattore di normalizzazione del consumo per riscaldamento per tener conto della forma degli edifici e l’analogo fattore legato all’orario di funzionamento della scuola

**Fase 5:** Individuare il fattore di normalizzazione dei consumi di energia per tener conto dell’orario di funzionamento della scuola

**Fase 6:** Calcolare gli Indicatori Energetici Normalizzati  **$IEN_R$**  e  **$IEN_E$**

**Fase 7:** Valutare gli indici ottenuti in riferimento ai valori medi indicati da ENEA.

**Entriamo ora nel merito delle singole fasi.**

**Fase 1: Rilevare i consumi di energia degli ultimi 3 anni, sia per riscaldamento che elettrico**

- a) **Rilevazione dei consumi di energia per riscaldamento:**

Dalle **bollette dei tre anni precedenti** rileviamo i consumi annui totali, dividiamo poi per 3 per avere il **consumo annuo medio di combustibile**.

Inseriamo i dati nella tabella seguente, tenendo conto del tipo di combustibile utilizzato e di eventuali diverse caldaie utilizzate.

Combustibile <sup>(1)</sup>	Unità di misura <sup>(2)</sup>	Consumi annui			Consumo medio annuo
		Anno 2005	Anno 2006	Anno 2007	
Gas metano	Nmc				
Gasolio	l				
Olio combustibile	l				
GPL	l				
Legna	Kg				
Carbon fossile	Kg				
Calore di rete (teleriscaldamento)	Mcal				

Note: (2) Nmc = Normal metri cubi; l = Litri; Kg = Chilogrammi; Mcal = Megacalorie

Siccome non ci sono state variazioni significative della volumetria della scuola i dati non devono essere corretti.

Successivamente trasformeremo i consumi in unità di misura energetica, in: **KWh** (Chilowattora termici)

**b) Rilevazione dei consumi di energia elettrica**

Dalle **bollette dei tre anni precedenti** rileviamo i consumi annui totali, dividiamo poi per 3 per avere il **consumo annuo medio di energia elettrica**.

Inseriamo i dati nella tabella seguente, tenendo conto di eventuali diversi contatori.

Contratto di fornitura <sup>(2)</sup>	Unità di misura <sup>(3)</sup>	Consumo annuale			Consumo medio annuo
Contatore da:.....KW	KWh				
Contatore da:.....KW	KWh				
Contatore da:.....KW	KWh				
Contatore da:.....KW	KWh				
Contatore da:.....KW	KWh				
<b>Totale</b>	<b>KWh</b>				

Nota: (2) KW = Chilowatt; segnare anche il nome del fornitore:.....  
(3) KWh = Chilowattora

**Fase 2: Rilevare la volumetria linda riscaldata, la superficie linda ai piani e la superficie disperdente degli edifici**

Rilevare le seguenti grandezze: Volumetria linda riscaldata (V), Superficie linda ai piani ( $A_p$ ), Superficie disperdente (S), come di seguito indicato.

**a) Volumetria linda riscaldata (V)**

Si ricava dai **disegni**, se disponibili, e/o **si misura l'edificio** con una fettuccia metrica dall'esterno e si fanno i calcoli di volume. Nella V vanno compresi i muri esterni e vanno escluse quelle parti dell'edificio non riscaldate (ad es.: interrati, mansarde, garage, ripostigli

ecc.) L’edificio scolastico è unico, dunque un’unica rilevazione è sufficiente, altrimenti occorreva poi sommare i vari volumi dei diversi edifici.

**b) Superficie lorda ai piani ( $A_p$ )**

Si ricava dai **disegni**, se disponibili, e/o **si misura l’edificio** con una fettuccia metrica dall’interno e si fanno i calcoli di superficie.  $A_p$  comprende anche i muri divisorii ma non i muri perimetrali. L’edificio scolastico è unico dunque un’unica rilevazione è sufficiente, altrimenti occorreva poi sommare le varie superfici dei diversi edifici.

**c) Superficie disperdente (S)**

La superficie disperdente è data dalla somma delle singole superfici che avvolgono il volume lordo riscaldato  $V$  (pareti perimetrali, tetti, solai). L’edificio scolastico è unico dunque un’unica rilevazione è sufficiente, altrimenti occorreva poi sommare le varie superfici dei diversi edifici.

Riportiamo i dati rilevati e calcolati nella seguente tabella finale:

Volumetria lorda riscaldata (V) [m <sup>3</sup> ]	Superficie lorda ai piani (A <sub>p</sub> ) [m <sup>2</sup> ]	Superficie disperdente (S) [m <sup>2</sup> ]

**Fase 3: Individuare i “Gradi-Giorno” della località in cui è situato l’edificio scolastico**

Per permettere 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 **dobbiamo “destagionalizzare” i consumi specifici attraverso i “Gradi-Giorno” (GG).**

I **GG** sono ottenuti dalla sommatoria delle sole differenze positive tra la temperatura interna di progetto (20°C) e la temperatura media giornaliera, per tutti i giorni di riscaldamento della stagione invernale di una determinata località. **Conoscendo questi dati potremmo calcolarli** da noi, facendo poi la media sui 3 anni, **ma** siamo nel caso opposto, dovremo così **chiedere al Comune di Saronno** se possiede tale informazione, **oppure** dovremo fare riferimento a quanto appare **sulla norma DPR 412/93 (Allegato A).**

Dovremo tener conto se necessario di una diversa quota rispetto alla Casa comunale della nostra scuola, ma non è il nostro caso.

Sistemeremo il dato nella seguente tabella:

Località:	Saronno
GG [°]:	

**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.

Per permettere il confronto, **il consumo specifico rilevato dovrà essere “normalizzato” con un fattore che tenga conto della sua forma.**

Quest’ultima viene espressa dal rapporto tra la superficie disperdente dell’edificio ed il suo volume lordo riscaldato (S/V).

Il **Fattore di normalizzazione (F<sub>e</sub>) dovuto dalla forma** si ricava dalla tabella qui riportata, scelta tra le tabelle che prevedono anche dati relativi a scuole materne ed elementari.

<b>Fattori di normalizzazione dovuti alla forma dell’edificio scolastico per le scuole Medie e per le Secondarie superiori</b>	
<b>Rapporto tra la superficie disperdente dell’edificio ed il suo volume lordo riscaldato (S/V) [m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>]</b>	<b>Fattore di normalizzazione dovuto alla forma (F<sub>e</sub>)</b>
Sino a 0,25	1,1
Da 0,26 a 0,30	1,0
Da 0,31 a 0,40	0,9
Oltre 0,40	0,8

Individuato il nostro (F<sub>e</sub>) inseriamolo nella tabella seguente:

<b>Superficie disperdente (S)</b>	<b>Volumetria linda riscaldata (V)</b>	<b>Rapporto tra la superficie disperdente dell’edificio ed il suo volume lordo riscaldato (S/V)</b>	<b>Fattore di normalizzazione dovuto alla forma (F<sub>e</sub>)</b>
[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> ]	---

Il **Fattore (F<sub>e</sub>)** sarà moltiplicato successivamente per il consumo specifico per il riscaldamento.

#### **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.

Nella tabella che segue sono riportati i valori dei **fattori di normalizzazione (F<sub>h</sub>)** dei consumi di combustibile e dei consumi di energia elettrica relativi alle ore di funzionamento giornaliero delle scuole.

<b>Fattori di normalizzazione (F<sub>h</sub>) per i consumi di energia termica ed elettrica per le scuole Elementari, Medie e Secondarie Superiori</b>	
<b>Ore medie di funzionamento al giorno</b>	<b>Fattori di normalizzazione (F<sub>h</sub>)</b>
Sino a 6	1,2
7	1,1
8 - 9	1,0
10 - 11	0,9
Oltre 11	0,8

Individuato il nostro ( $F_h$ ) inseriamolo nella tabella seguente:

Ore medie di funzionamento al giorno	Fattore di normalizzazione ( $F_h$ )

Il **Fattore ( $F_h$ )** sarà moltiplicato successivamente per il consumo specifico per il riscaldamento e per il consumo specifico di energia elettrica.

#### **Fase 6: Calcolare gli Indicatori Energetici Normalizzati IEN<sub>R</sub> e IEN<sub>E</sub>**

Calcolare gli Indicatori Energetici Normalizzati **IEN<sub>R</sub>** e **IEN<sub>E</sub>** trascrivendo i dati precedentemente individuati nella seguente tabella:

Modello per il calcolo dello IEN <sub>R</sub> per riscaldamento					
Nome scuola:		Tipo di scuola:		Località:	
IAL Cisl Lombardia sede di Saronno		CFP - Centro di Formazione Professionale		Saronno Via Carlo Marx, 1	
Fase 1: Consumi medi annui di combustibile per riscaldamento e consumo energetico corrispondente					
Combustibili	Unità di misura	Quantità Q	Fattore F di conversione	Prodotto Q x F (Energia consumata)	Unità di misura
Gas metano	Nmc		9,59		KWht
Gasolio	1		11,86		KWht
Olio comb.	1		11,40		KWht
GPL	L		12,79		KWht
Legna	Kg		4,77		KWht
Carbon foss.	Kg		8,15		KWht
Teleriscaldam.	Mcal		1,55		KWht
Totale consumo annuo a scuola [kWht] = (A)					
Fase 2 - Volumetria linda riscaldata V [m <sup>3</sup> ] = (B)					
Fase 3 - Gradi Giorno convenzionali della località GG = (C)					
Fase 4 - Fattore di normalizzazione del consumo dovuto alla forma dell'edificio F <sub>e</sub> = (D)					
Fase 5 - Fattore di normalizzazione per l'orario di funzionamento del riscaldamento F <sub>h</sub> = (E)					
Calcolo dell'Indicatore Energetico Normalizzato IEN <sub>R</sub> per riscaldamento:					
<b>IEN<sub>R</sub> = A x D x E x 1000 = ..... [Wht / m<sup>3</sup> GG anno]</b>					
B x C					

<b>Modello per il calcolo dello IEN<sub>E</sub> per consumo Energia Elettrica</b>	
Fase 1 - Consumi annui medi di energia elettrica. Totale scuola [kWh <sub>e</sub> ] =	(A)
Fase 2 - Superficie linda ai piani dell'edificio A <sub>p</sub> [m <sup>2</sup> ] =	(B)
Fase 3 - Fattore di normalizzazione per 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	
$IEN_E = \frac{A \times C}{B} = \dots \text{ [kWh}_e / \text{m}^2 \text{ anno]}$	

### **Fase 7: Valutare gli indici ottenuti in riferimento ai valori medi indicati da ENEA.**

#### **a- Campione di riferimento**

La valutazione dei consumi energetici specifici (IEN) calcolati per la nostra scuola avviene paragonandoli ai consumi specifici di riferimento relativi ad un campione significativo della realtà nazionale (vedi tabelle successive).

#### **b- Individuazione delle classi di merito**

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

Classi di merito dei consumi specifici di riferimento per riscaldamento [Wht / m <sup>3</sup> GG anno]			
Tipo scuola	Buono	Sufficiente	Insufficiente
Materne	Minore di 18,8	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 e Secondarie superiori	Minore di 11,5	Da 12,5 a 15,5	Maggiore di 15,5

Classi di merito dei consumi specifici di riferimento per energia elettrica [kWh <sub>e</sub> / m <sup>2</sup> anno]			
Tipo scuola	Buono	Sufficiente	Insufficiente
Materne	Minore di 11,0	Da 11,0 a 16,5	Maggiore di 16,5
Elementari, Medie, Secondarie superiori 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. e Ist.Prof.Ind.	Minore di 12,5	Da 12,5 a 15,5	Maggiore di 15,5

<b>Per ciò che riguarda il riscaldamento l'efficienza energetica del nostro edificio scolastico risulta:</b>	
<b>Per ciò che riguarda i consumi elettrici l'efficienza energetica del nostro edificio scolastico risulta:</b>	