

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 lorda riscaldata, la superficie lorda 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 ⁽¹⁾	Unità di misura ⁽²⁾	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: **KWht** (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 ⁽²⁾	Unità di misura ⁽³⁾	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				
Totale	KWh				
Nota: (2) KW = Chilowatt; segnare anche il nome del fornitore:..... (3) KWh = Chilowattora					

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

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

a) Volumetria lorda 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 occorre 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 occorre 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 occorre poi sommare le varie superfici dei diversi edifici.

Riportiamo i dati rilevati e calcolati nella seguente tabella finale:

Volumetria lorda riscaldata (V)	Superficie lorda ai piani (A_p)	Superficie disperdente (S)
[m^3]	[m^2]	[m^2]

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).**

Dovremmo 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_e) dovuto dalla forma si ricava dalla tabella qui riportata, scelta tra le tabelle che prevedono anche dati relativi a scuole materne ed elementari.

Fattori di normalizzazione dovuti alla forma dell’edificio scolastico per le scuole Medie e per le Secondarie superiori	
Rapporto tra la superficie disperdente dell’edificio ed il suo volume lordo riscaldato (S/V) [m^2/m^3]	Fattore di normalizzazione dovuto alla forma (F_e)
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_e) inseriamolo nella tabella seguente:

Superficie disperdente (S)	Volumetria lorda riscaldata (V)	Rapporto tra la superficie disperdente dell’edificio ed il suo volume lordo riscaldato (S/V)	Fattore di normalizzazione dovuto alla forma (F_e)
[m^2]	[m^3]	[m^2/m^3]	---

Il **Fattore (F_e)** 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_h)** dei consumi di combustibile e dei consumi di energia elettrica relativi alle ore di funzionamento giornaliero delle scuole.

Fattori di normalizzazione (F_h) per i consumi di energia termica ed elettrica per le scuole Elementari, Medie e Secondarie Superiori	
Ore medie di funzionamento al giorno	Fattori di normalizzazione (F_h)
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_R e IEN_E

Calcolare gli Indicatori Energetici Normalizzati IEN_R e IEN_E trascrivendo i dati precedentemente individuati nella seguente tabella:

Modello per il calcolo dello IEN_R per riscaldamento					
Nome scuola: IAL Cisl Lombardia sede di Saronno		Tipo di scuola: CFP - Centro di Formazione Professionale		Località: Saronno Via Carlo Marx, 1	Data:
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	l		11,86		KWht
Olio comb.	l		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 lorda riscaldata V [m ³] =					(B)
Fase 3 - Gradi Giorno convenzionali della località GG =					(C)
Fase 4 - Fattore di normalizzazione del consumo dovuto alla forma dell'edificio F_e =					(D)
Fase 5 - Fattore di normalizzazione per l'orario di funzionamento del riscaldamento F_h =					(E)
Calcolo dell'Indicatore Energetico Normalizzato IEN_R per riscaldamento:					
$IEN_R = \frac{A \times D \times E \times 1000}{B \times C} = \dots\dots\dots [\text{Wht} / \text{m}^3 \text{ GG anno}]$					

Modello per il calcolo dello IEN_E per consumo Energia Elettrica	
Fase 1 - Consumi annui medi di energia elettrica. Totale scuola [kWh _e] =	(A)
Fase 2 - Superficie lorda ai piani dell'edificio A _p [m ²] =	(B)
Fase 3 - Fattore di normalizzazione per all'orario di funzionamento della scuola F _h =	(C)
Calcolo dell'indicatore energetico normalizzato IEN _E per il consumo energia elettrica	
$IEN_E = \frac{A \times C}{B} = \dots\dots\dots [kWh_e / m^2 \text{ anno}]$	

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 ³ 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 _e / m ² 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

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