

Webinar FIRE-AssoEGE:
Il ruolo dell'incertezza nella contabilità energetica

Alessio Sbarra, FIRE

FEDERAZIONE ITALIANA PER
L'USO RAZIONALE DELL'ENERGIA

Roma
25/06/2021

L’incertezza nella contabilità energetica



In una contabilità finanziaria, i totali nei bilanci coincidono sempre fino all’ultimo decimale.

Concettualmente anche in una Contabilità Energetica i bilanci dovrebbero tornare con esattezza (primo principio della termodinamica).
Nella tabella degli Impieghi è stata aggiunta una voce “Saldo a bilancio” proprio per considerare tale scostamento

R	**Saldo a bilancio**							
R.1	Differenze statistiche	0	0	0	5.417	0	4.123	3,0%
	Energia finale usata	**0**	**32.737**	**0**	**138.762**	**0**	**138.350**	**100,0%**

Da cosa è dovuto questo scostamento ?

Le misure delle quantità energetiche sono sempre affette da incertezza, è questa la principale causa che rende impossibile l’esatta coincidenza delle due Tabelle (Risorse e Impieghi)

Se i dati fossero perfettamente noti l'ultima riga della Tabella delle Risorse sarebbe uguale all'ultima riga della Tabella degli Impieghi e la voce “Saldo a Bilancio” sarebbe nulla

Tutte le grandezze considerate per costruire un modello della contabilità energetica dovrebbero contenere tutte le informazioni riguardanti la loro incertezza.

Incertezza di misura



La misura di un parametro può essere espressa come:

$$m = m_0 \pm \Delta m$$

Dove

- m_0 è il valore misurato
- Δm è l'incertezza assoluta

Il rapporto $\Delta m/m$ indica l'incertezza relativa.

Se diverse grandezze sono misurate con incertezze indipendenti e casuali e vengono combinate tra di loro attraverso operazioni di somma e differenze del tipo:

$$x = m_1 \pm m_2 \pm \ldots \pm m_n$$

L'incertezza assoluta sarà data dalla seguente espressione:

$$\Delta x = \sqrt{(\Delta m_1)^2 + (\Delta m_2)^2 + \ldots + (\Delta m_n)^2}$$

Incertezza di misura



In una contabilità energetica si ha a che fare con somme e differenze di grandezze misurate; in questi casi occorre considerare **il fenomeno della propagazione delle incertezze**.

Esempio

sono installati tre strumenti di misura, uno che misura tutta l'energia entrante e due "sottocontatori" che misurano i due principali utilizzi, si vuole valutare la quantità di energia non misurata dai due strumenti parziali. I tre strumenti hanno tutti un'incertezza dello 1% sulla misura al 95% di confidenza.

A. Contatore principale 500 ± 5 MWh
B. Sottocontatore 1 237 ± 2,4 MWh
C. Sottocontatore 2 256 ± 2,6 MWh

Differenza pari a 7 ± 6 MWh → Incertezza relativa pari al 90%

Per ottenere un'incertezza (relativa) minore si sarebbe potuto misurare la quantità minore di energia e ricavare quella maggiore, quindi:

A. Contatore principale 500 ± 5 MWh
B. Sottocontatore 1 256 ± 2,6 MWh
C. Sottocontatore 2 7 ± 0,1 MWh

Differenza pari a 237 ± 6 MWh → Incertezza relativa pari al 2%

L'incertezza relativa della grandezza ricavata è diminuita notevolmente

Incertezza di misura



Non tutte le grandezze presentano la medesima incertezza: per alcune la misura è più agevole e/o gli strumenti meno costosi, mentre per altre è una pratica più complessa.

Grandezze ed incertezze tipiche:

- **Energia elettrica 0,5-2%**
- **Portata 1-5%**
- **Energia termica 1-5%** e oltre

Contatore Energia Elettrica





Contatore Gas Naturale

La misura di temperatura richiede maggiore attenzione nel caso in cui le temperature di mandata e di ritorno siano vicine (e.g pompe di calore e/o chiller)

Costi della strumentazione (installazione e manutenzione) aumentano al diminuire dell'incertezza desiderata.

Determinati strumenti (e.g. portata) richiedono maggiori cure ed inoltre nel tempo tendono ad aumentare gli di errori di deriva.

Provenienza del dato: Misura o Stima



Nella maggior parte dei casi si ha a che fare con grandezze ottenute in diversi modi e quindi con un diverso livello di incertezza.

È necessario quindi specificare come è stata ricavata la grandezza in questione:

- **Misura**, è presente un misuratore ad hoc con una propria incertezza strumentale;
- **Stima**, si combinano diverse variabili, provenienti da misure o dati di targa, riuscendo ad ottenere le grandezze desiderate.

Esempio: si valuta il consumo elettrico di un impianto di illuminazione, tramite la misura delle ore di funzionamento e la stima dell'assorbimento elettrico.

N.B Si può omettere di indicare e di tener conto dell'incertezza dei contatori sulle cui letture vengono fatturate le forniture energetiche, dato che per convenzione questa non viene considerata nella fatturazione.

Conclusioni



Ricapitolando quindi si deduce che:

- Una Contabilità Energetica **non è mai esatta** poiché il dato energetico è sempre affetto da incertezza;
- Tutte le grandezze devono sempre essere riportate insieme alla loro **incertezza**;
- **L'incertezza si propaga** quando si combinano più grandezze che presentano una determinata incertezza;
- La misura di un **vettore/grandezza** presenta una sua incertezza "caratteristica";
- Una maggiore precisione si paga sempre con **aumento dei costi**;
- L'incertezza si deve valutare anche sulla base del dato (**misura o stima**);
- I contatori sui cui dati vengono emesse le fatture le energetiche possono essere considerati **privi di incertezza**, questi sono gli unici valori non affetti da incertezza (è un'assunzione).

FEDERAZIONE ITALIANA PER
L'USO RAZIONALE DELL'ENERGIA



Grazie!

http://blog.fire-italia.org

www.facebook.com/FIREenergy.manager

www.linkedin.com/company/fire-federazione-italiana-per-l'uso-razionale-dell'energia

www.twitter.com/FIRE_ita

CC BY NC ND