6 CFU

ANALISI ENERGETICA DEGLI EDIFICI

master COPY COPISTERIA

10701

Ing. Giacomo Salvadori giacomo.salvadori@unipi.it

Esame

3 domande

1 esercitazione da fare durante l'anno

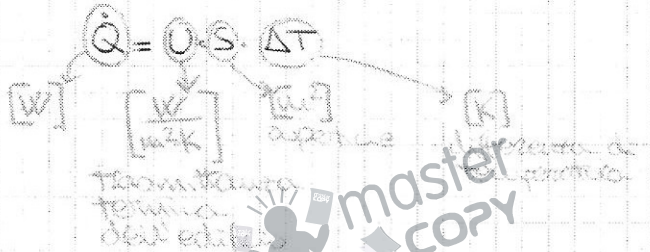
Bibliografia

"Green Energy Audit of Buildings", Springer, G. Dall'O

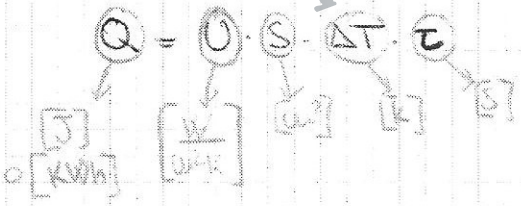
master COPY COPISTERIA

master COPY COPISTERIA

- Sul sito IEA (International Energy Agency) si trovano dati storici sui consumi energetici mondiali
- Non ci focalizzeremo sulla normativa
- Useremo prevalentemente EQUAZIONI DI BILANCIO IN TERMINI ENERGETICI, non di POTENZA. Ad esempio:



Bilancio in termini di potenza
→ non ci interessano perché non si fanno istantanei: si usano per dimensionare gli impianti



Bilancio in termini di energia
→ noi faremo questo

- ARGOMENTI del corso
  1) Definizione di vettori energetici, energia e indicatori di prestazione energetica
  2) Come si fanno i bilanci energetici e quali sono i termini che condizionano la prestazione dell'edificio
  3) Focus su alcune soluzioni tecnologiche (es. generatori di calore particolari, energie rinnovabili ---)
  4) Approfondimenti su tecniche e metodi sperimentali

master COPY
master COPY

INDICATORI DI PRESTAZIONE ENERGETICA

27/09/2022
LEZ 1

- Gli indicatori di prestazione energetica sono classificati con la sigla EP (Energy Performance):

$$EP = \frac{Q_P}{S_U}$$

Dove:

EP = Indicatore di prestazione energetica $\left[\frac{kWh}{m^2 \cdot anno}\right]$

Q_P = fabbisogno di energia primaria [kWh]; si valuta in intervalli di tempo fissati, mensili o annuali → $\left[\frac{kWh}{anno}\right]$

S_U = superficie utile [m^2], ovvero superficie netta, calpestabile

- Il fabbisogno di energia primaria (Q_P) si riferisce a tutti i servizi energetici presenti nell'edificio:
  - EP_H: riscaldamento invernale (heating)
  - EP_C: climatizzazione estiva (cooling)
  - EP_L: illuminazione (light)
  - EP_{HW}: acqua calda sanitaria (hot water)
  - EP_T: trasporto di persone o cose → non lo trattiamo
  - EP_V: ventilazione meccanica degli ambienti

- Facendo la somma di tutti questi contributi si ottiene:

$$EP_{GL} = EP_H + EP_C + EP_L + EP_{HW} + EP_T + EP_V$$

(EP_{GL} → EP globale dell'edificio)

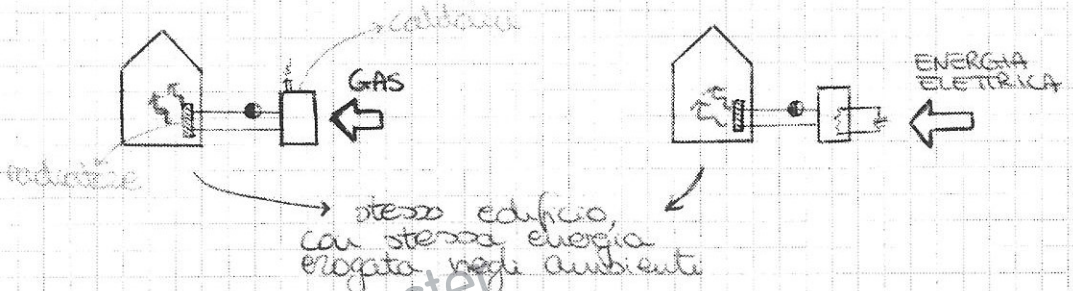
↳ con questo parametro si effettua la classificazione energetica dell'edificio

- Perché si usa il FABBISOGNO di energia e non il CONSUMO? Perché siamo in fase previsionale e i consumi dipendono dagli occupanti dell'edificio. Il fabbisogno si calcola in base ad un utente standardizzato.

master COPY COPISTERIA

- Perché parliamo di energia PRIMARIA?

Partiamo da un esempio: soddisfare il servizio di riscaldamento invernale in 2 casi.



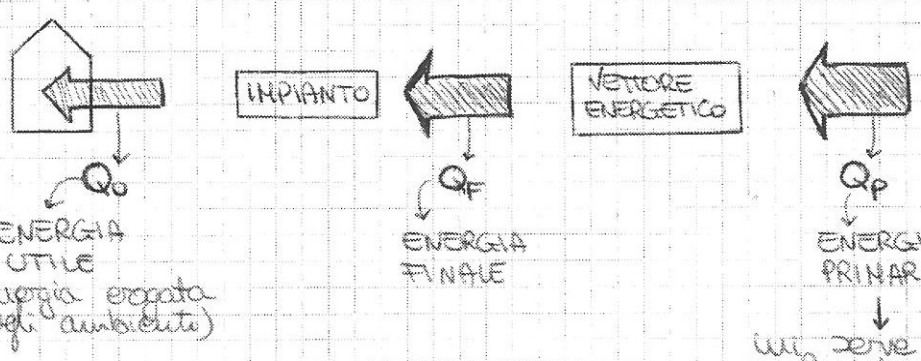
Come si fa a stabilire il sistema più efficiente, il più sostenibile? Come si possono confrontare le 2 situazioni?

Il gas e l'energia elettrica sono VETTORI ENERGETICI.

Bisogna tenere in considerazione diversi fattori per fare il confronto:

- generazione
- approvvigionamento
- consegna
- ...

} ovvero tutti i fattori che ci consentono di disporre del determinato vettore energetico



↓

ci serve per confrontare vettori energetici diversi

Q_U è l'energia che si eroga all'utenza per soddisfare un dato servizio energetico. Questa è erogata attraverso un impianto, il quale necessita di un quantitativo di energia in ingresso diverso da Q_U e pari a Q_F. Q_F lo si eroga attraverso un vettore energetico che ci porta ad un quantitativo di energia primaria Q_P.

Q_U, Q_F e Q_P si valutano in KWh. Se invece le valutazioni si fanno in tempi fissati avremo, per esempio, $\frac{KWh}{anno}$.

29/09/2022
LEZ 2

- Per determinare l'energia primaria Q_P si parte da quella utile Q_U.
  - la Q_U è dettata dal tipo di servizio da soddisfare (es. riscaldamento invernale) e non dipende dall'impianto o dal vettore, ma solo dall'utenza e dalle caratteristiche dell'edificio.
  - Fissata la Q_U, per trovare la Q_F, devo conoscere l'EFFICIENZA dell'impianto. Maggiore è l'efficienza, minore sarà la differenza tra energia finale e energia utile.

L'impianto è caratterizzato dal parametro η, RENDIMENTO GLOBALE DELL'IMPIANTO (parametro adimensionale). Più alto è η, più efficiente è l'impianto.

- Trovato Q_F uso il fattore f_p, FATTORE DI CONVERSIONE IN ENERGIA PRIMARIA DELL'ENERGIA FORNITA DAL SINGOLO VETTORE ENERGETICO (parametro adimensionale), per arrivare all'energia primaria Q_p.

- Noto Q_p, posso calcolare l'indice di prestazione energetica:

$$EP = \frac{Q_p}{S}$$

↳ più basso è EP e più efficiente è la soluzione proposta (per avere l'EP basso devo partire dall'edificio)

- Ci sono dei legami quantitativi tra Q_u, Q_F e Q_p:

(1) $Q_u = \eta \cdot Q_F \Rightarrow Q_F = \frac{Q_u}{\eta}$

↳ a parità di Q_u, più alto è η e più basso sarà il fabbisogno di Q_F

(2) $Q_F = \frac{Q_p}{f_p} \Rightarrow Q_p = f_p \cdot Q_F$

↳ più alto è f_p e meno efficiente è il vettore energetico che sto usando
↳ bisogna scegliere f_p basso

(3) $Q_p = \frac{f_p}{\eta} Q_u$

- Sostituendo la (3) nella definizione di EP, ne ottengo una definizione "operativa":

$$EP = \frac{f_p}{\eta} \frac{Q_u}{S}$$

- Nota: in molti casi pratici si ha che $\eta \leq 1$ e $f_p \geq 1$, da cui: $Q_u \leq Q_F \leq Q_p$

- I fattori di conversione f_p sono limitati in numero, perché i vettori energetici non sono tanti (es: gas, energia elettrica, gasolio, biomassa (es. pellet), solare termico, fotovoltaico ...) [vedi Tab. LO2-MO1]

- A livello internazionale si usano 2 sottofattori di f_p:

$$f_p = f_{p,ren} + f_{p,nren}$$

↳ si tiene conto delle frazioni legate al quantitativo energetico RINNOVABILE e NON RINNOVABILE che serve al singolo vettore energetico

- Posso quindi scrivere:

$$EP_{nren} = \frac{Q_u}{S} \cdot \frac{f_{p,nren}}{\eta} \qquad EP_{ren} = \frac{Q_u}{S} \cdot \frac{f_{p,ren}}{\eta}$$