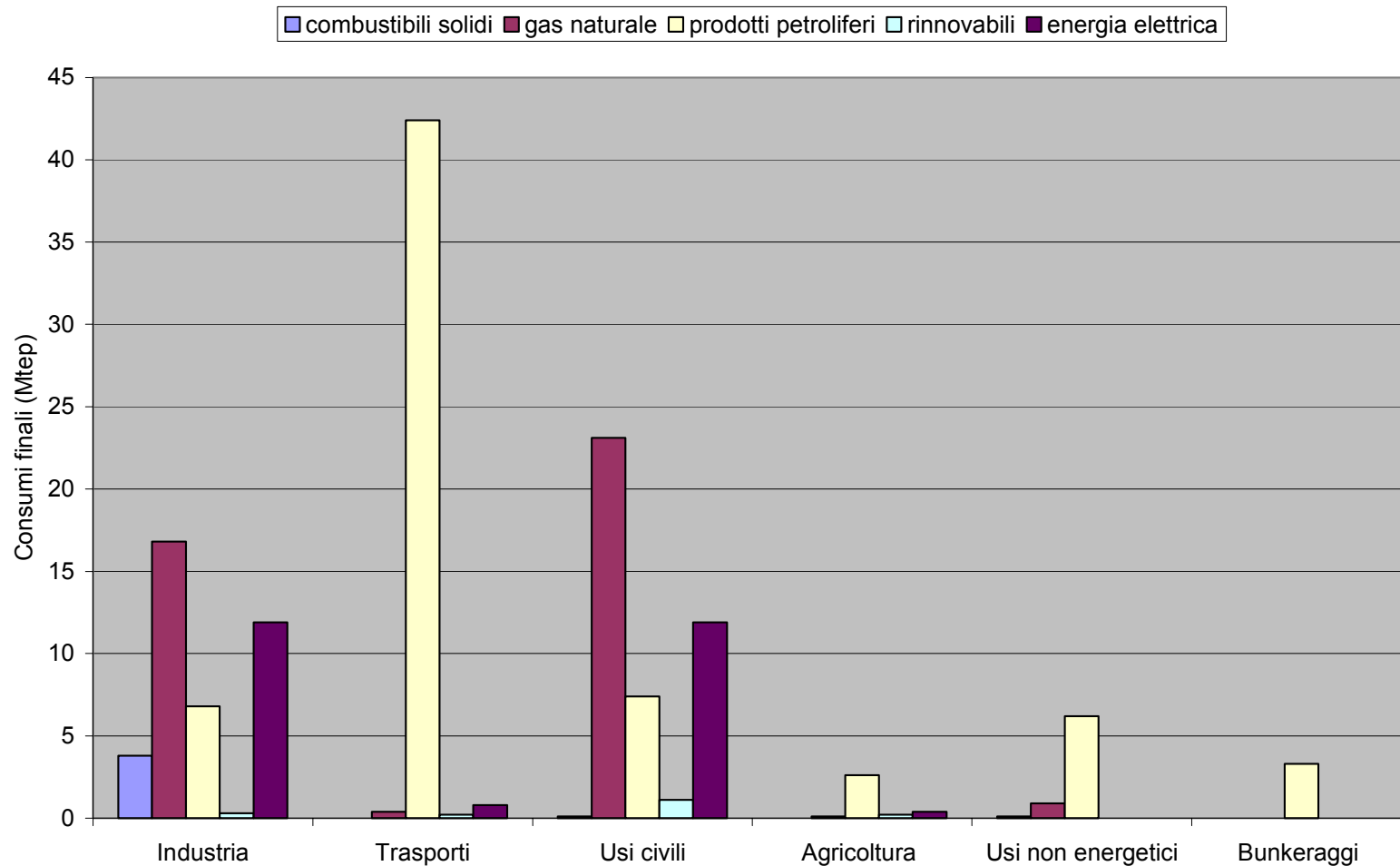


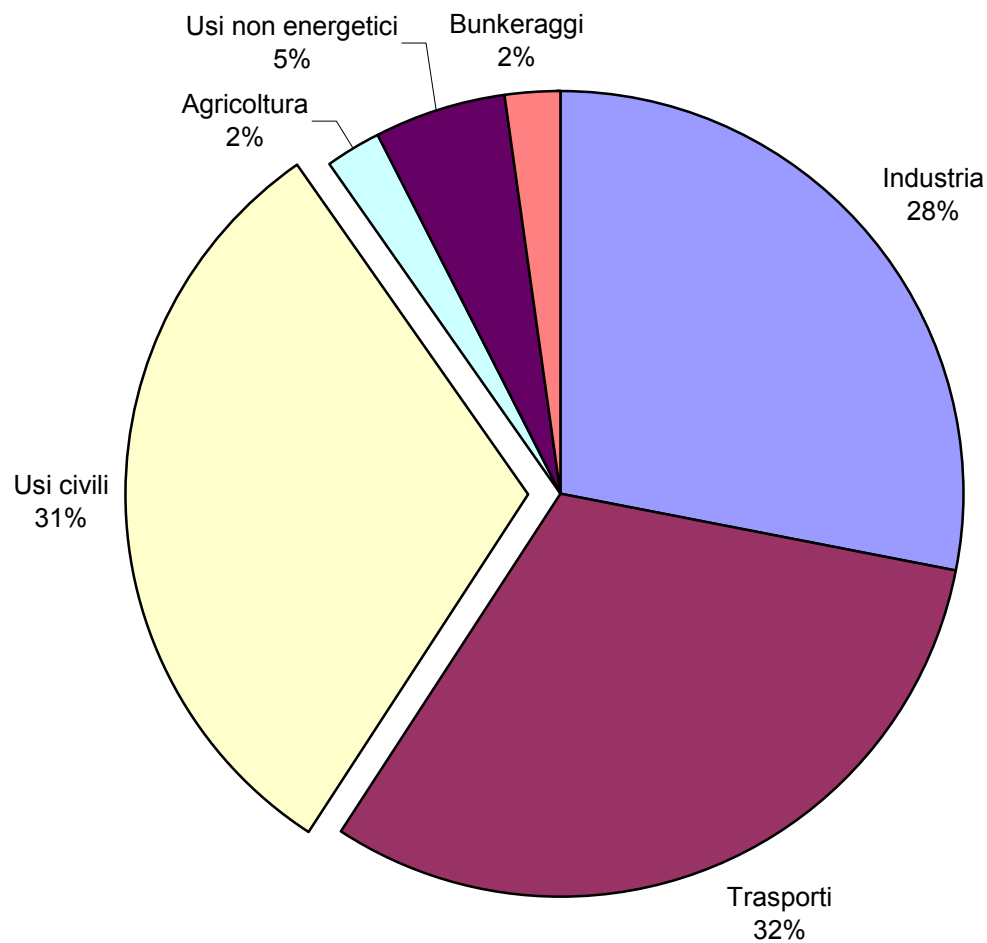
SOMMARIO

- 1. Consumi energetici nel settore civile in Italia**
- 2. Fonti energetiche e usi finali negli edifici civili**
- 3. Bilancio termico dell'edificio (invernale ed estivo)**
- 4. Ventilazione**
- 5. Produzione di acqua calda sanitaria**
- 6. Illuminazione**
- 7. Requisiti minimi, certificazione energetica ed ambientale**

Consumi finali di energia per fonte energetica e uso finale (2003)



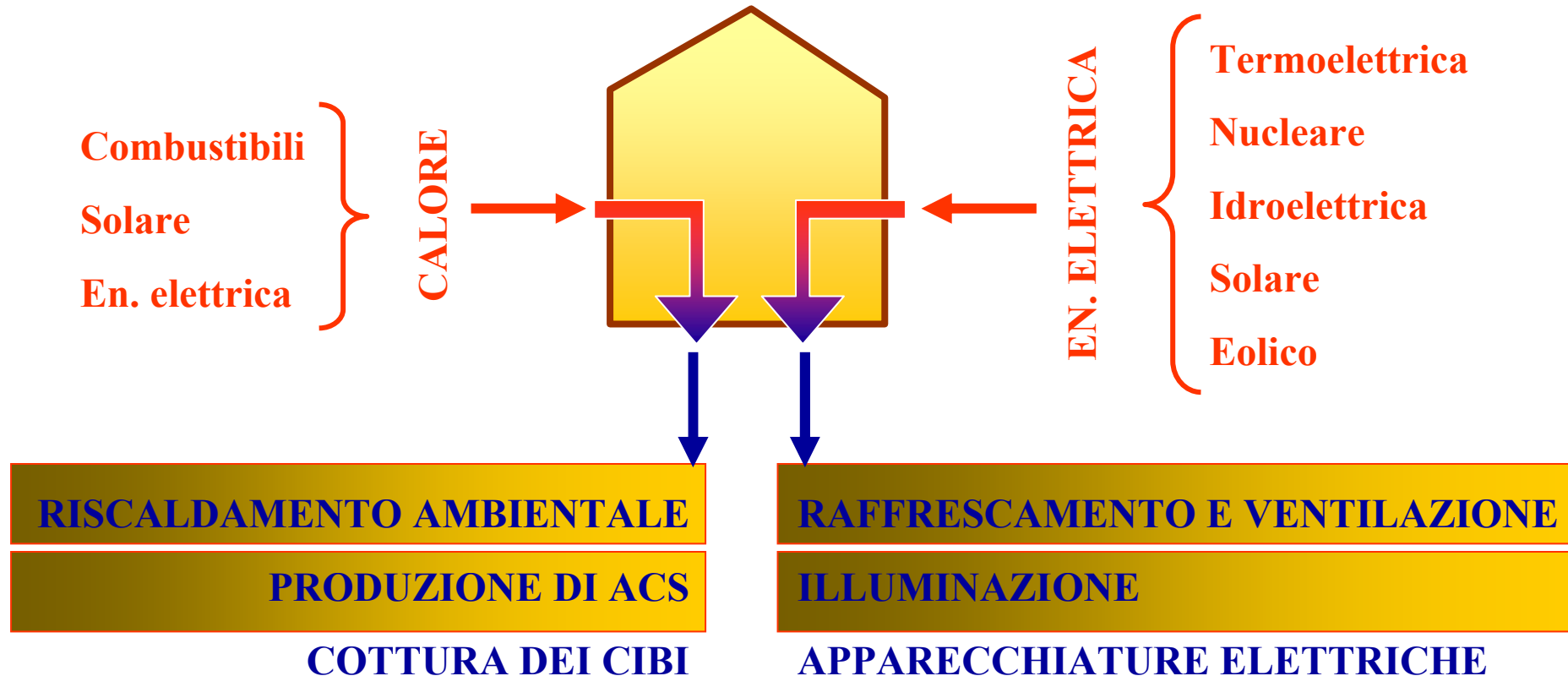
Consumi finali energia per uso Italia 2003 (140.8 Mtep)



Potenzialità di risparmio nel settore civile

1. Valutabili nel 30% circa
2. Più elevate rispetto ai settori industria e trasporti
3. Tempi di ritorno degli investimenti variabili:
 - A. minori di 5 anni per interventi sugli impianti convenzionali
 - B. tra 5 e 10 anni per interventi sull'involucro edilizio
 - C. Tra 10 e 20 anni per investimenti nel settore delle energie rinnovabili

FONTI ENERGETICHE E USI FINALI NEGLI EDIFICI CIVILI

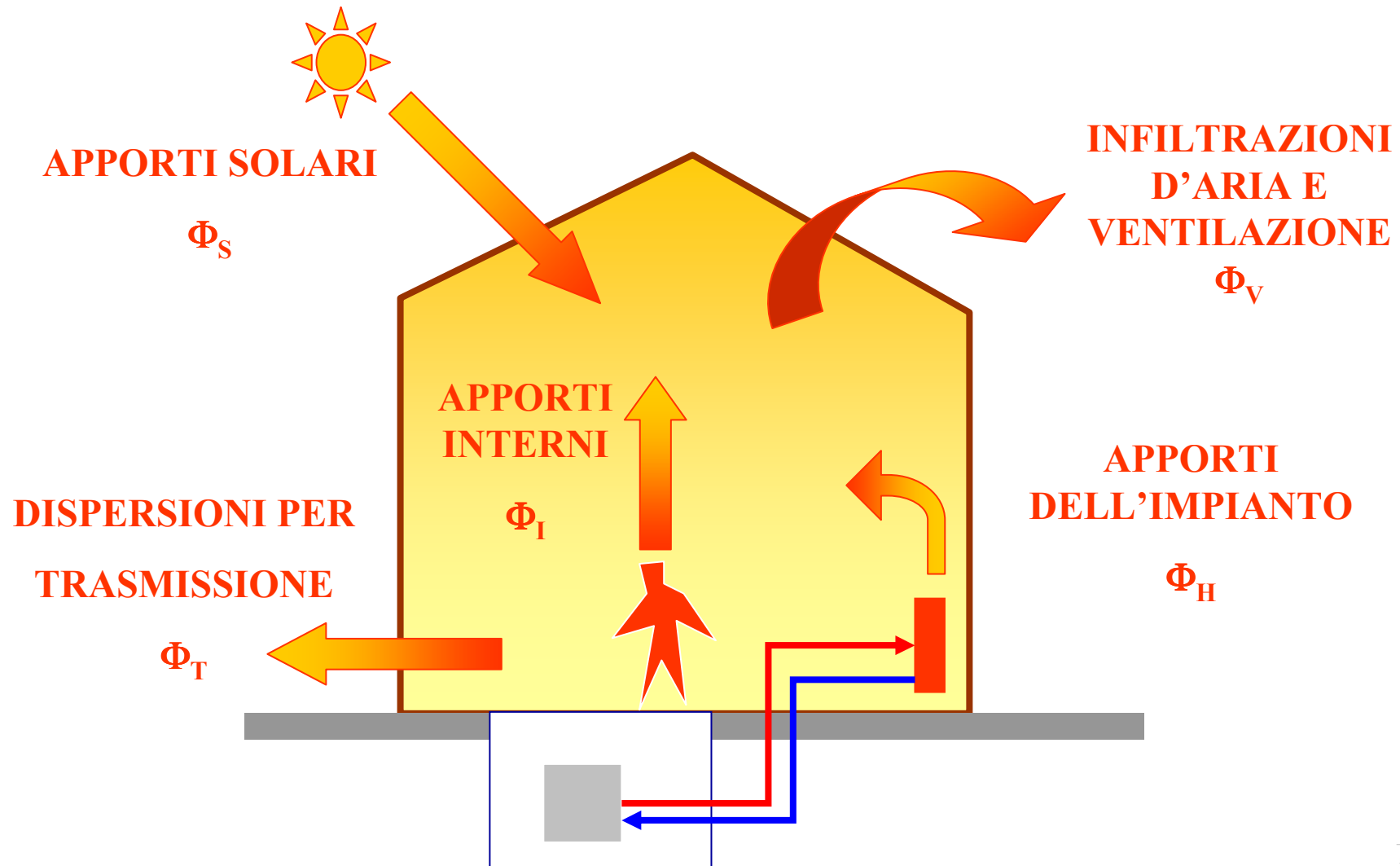


Negli edifici è presente una domanda di servizi (non di energia)

La scelta della fonte energetica per soddisfare una certa esigenza è funzione del costo dell'energia, della disponibilità tecnologica, dell'impatto sull'ambiente

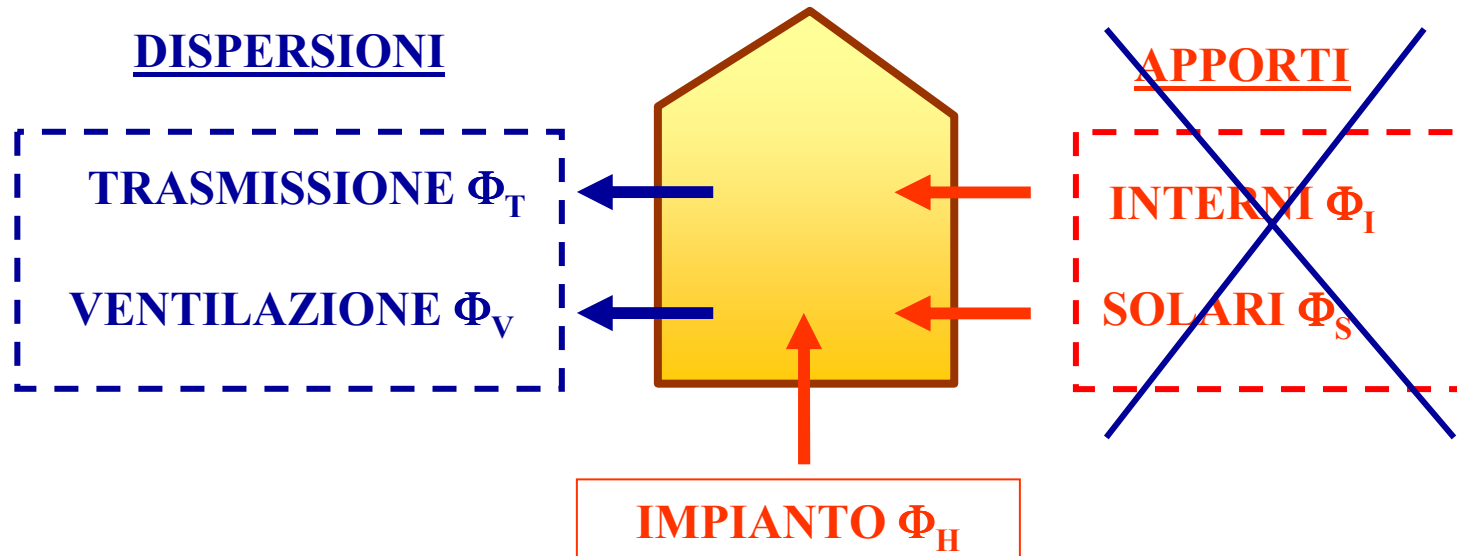
Verranno analizzati gli aspetti energetici strettamente legati all'edificio e ad un suo uso standard

Bilancio termico dell'edificio (caso invernale)



PROGETTO DELL'IMPIANTO TERMICO

bilancio di potenze termiche [W]



$$\Phi_V + \Phi_T = \Phi_H + \Phi_I + \Phi_S$$

PROGETTO DELL'IMPIANTO: DETERMINARE Φ_H

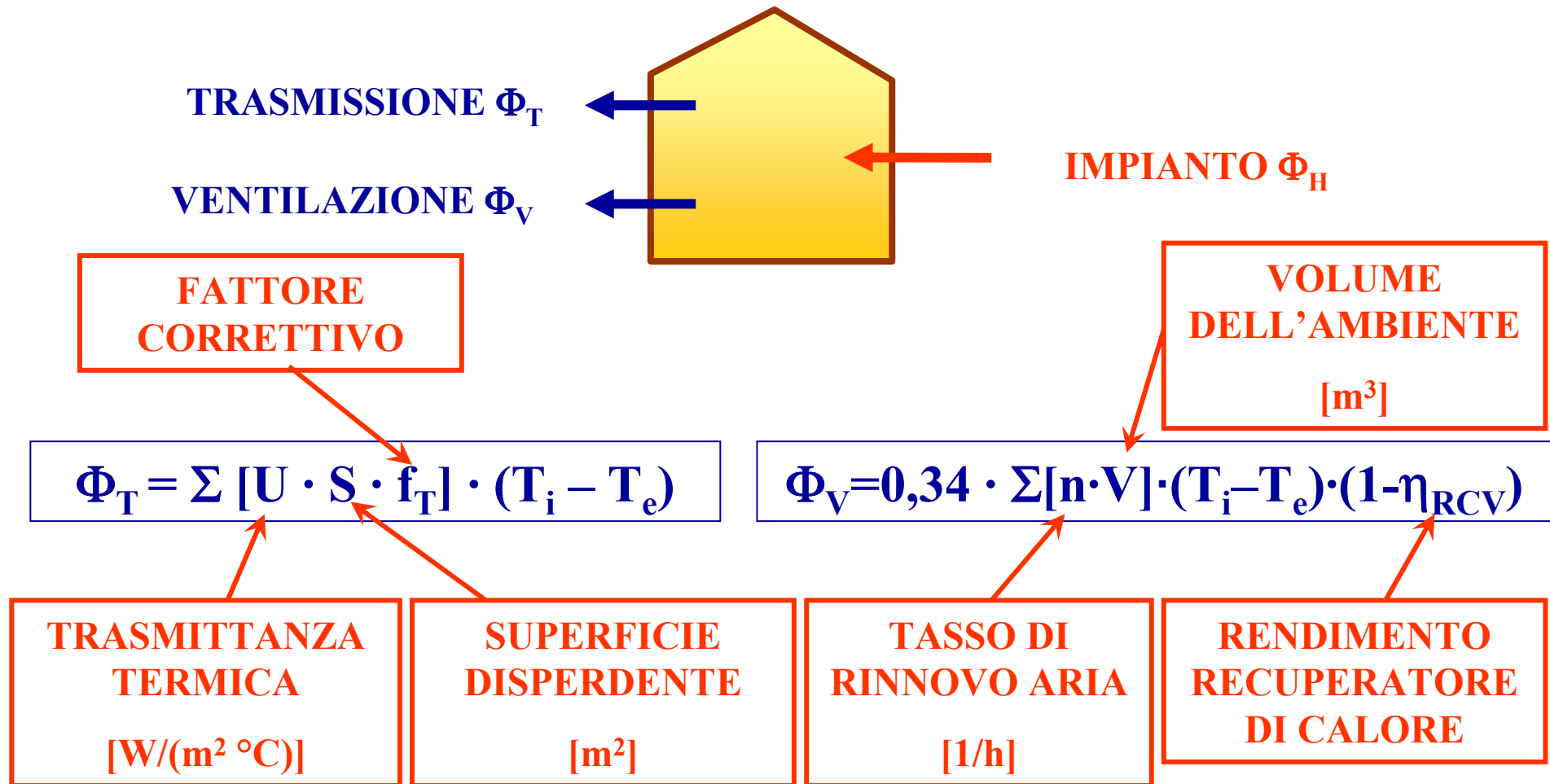
CONDIZIONI GRAVOSE DI
FUNZIONAMENTO
DELL'IMPIANTO TERMICO



TRASCURARE GLI APPORTI
TEMPERATURE ESTERNE BASSE

$$\Phi_V + \Phi_T = \Phi_H$$

POTENZE DISPERSE IN CONDIZIONI INVERNALI DI PROGETTO [W]

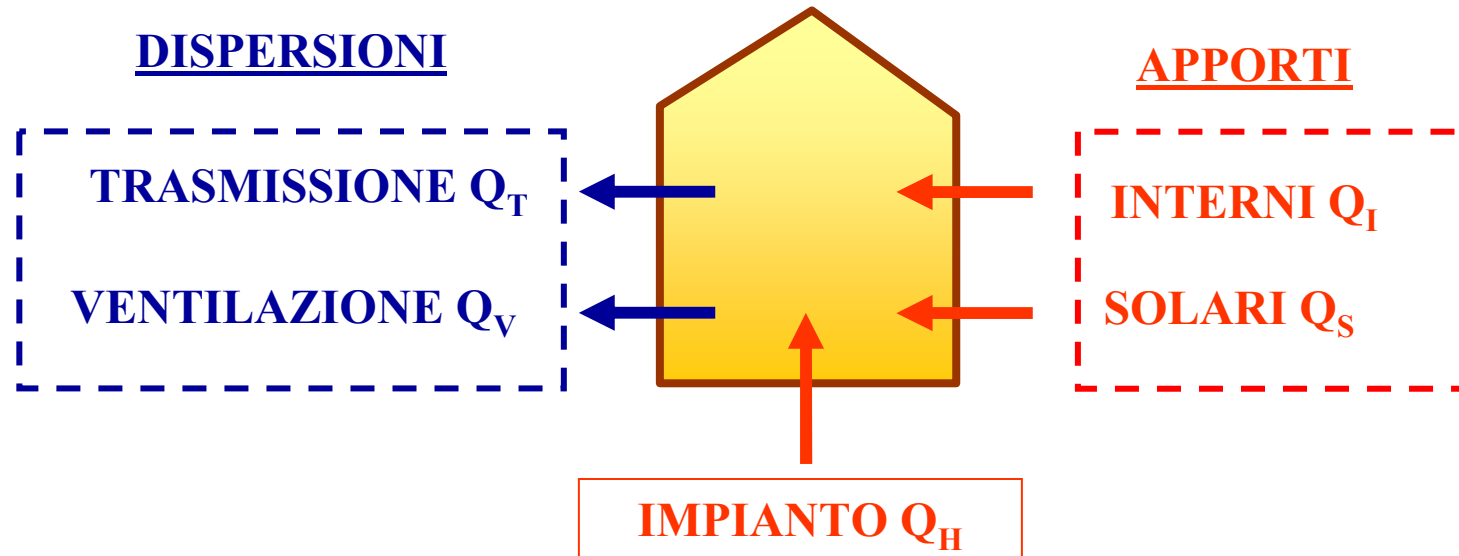


T_i = TEMPERATURA DELL'ARIA INTERNA = 20 °C

T_e = TEMPERATURA DELL'ARIA ESTERNA DI PROGETTO

CALCOLO DEL FABBISOGNO DI CALORE DELL'EDIFICIO

bilancio di energie [kWh]



$$Q_v + Q_T - \eta_U (Q_I + Q_s) = Q_H$$

$$Q_L - \eta_U (Q_G) - Q_{SP} = Q_H$$

1. NEL CALCOLO DEI CONSUMI ENERGETICI SI PRENDONO IN CONSIDERAZIONE ANCHE GLI APPORTI GRATUITI CHE VANNO A RIDURRE L'ENERGIA CHE DEVE ESSERE EROGATA DALL'IMPIANTO
2. GLI APPORTI GRATUITI NON VENGONO UTILIZZATI COMPLETAMENTE MA VANNO RIDOTTI ATTRAVERSO IL COEFFICIENTE DI UTILIZZAZIONE DEGLI APPORTI GRATUITI: $\eta_U (<1)$
3. SI AGGIUNGE IL TERMINE RELATIVO AI SISTEMI SOLARI PASSIVI

ENERGIA DISPERSA DURANTE LA STAGIONE DI RISCALDAMENTO [kWh]

$$Q_V + Q_T - \eta_U (Q_I + Q_S) - Q_{SP} = Q_H$$

TRASMISSIONE) $Q_T = \Phi_T \cdot t = 0,024 \Sigma [U \cdot S \cdot f_T] \cdot (T_i - T_{e,m}) \cdot t$

Ponendo: $\Sigma [U \cdot S \cdot f_T] = \Sigma (H_T)$

$$(T_i - T_{e,m}) \cdot t = GG$$

Si ha: $Q_T = 0,024 \cdot \Sigma (H_T) \cdot GG \quad [\text{kWh}]$

VENTILAZIONE) $Q_V = \Phi_V \cdot t = 0,024 \cdot 0,34 \cdot \Sigma [n \cdot V] \cdot (T_i - T_{e,m}) \cdot (1 - \eta_{RCV}) \cdot t$

Ponendo: $\Sigma [n \cdot V] = \Sigma [H_V]$

Si ha: $Q_V = 0,008 \cdot \Sigma [H_V] \cdot (1 - \eta_{RCV}) GG \quad [\text{kWh}]$

$T_{e,m}$ = Temperatura esterna media della stagione di riscaldamento

t = Durata della stagione di riscaldamento [giorni]

$GG = (T_i - T_e) \cdot t$ = Gradi-giorno (funzione della località) [gradi · giorni = GG]

0,024 = coefficiente correttivo per ottenere il risultato in kWh

APPORTI DI CALORE DURANTE LA STAGIONE DI RISCALDAMENTO [kWh]

$$Q_V + Q_T - \eta_U (Q_I + Q_S) - Q_{SP} = Q_H$$

$$\text{APPORTI. SOLARI) } Q_S = \Sigma [I_S \cdot A_S \cdot (F_S \cdot F_C \cdot F_F) \cdot g]$$

I_S = Radiazione solare incidente per unità di superficie [kWh/m²]

A_S = Area lorda del serramento [m²]

F_S, F_C, F_F = Coefficienti correttivi dovuti ad ombreggiamenti, tendaggi e telaio

g = fattore solare del vetro

$$\text{APPORTI. INTERNI) } Q_I = a \cdot A_U$$

a = Apporti interni per unità di superficie di pavimento [kWh/m²]

A_U = Superficie di pavimento utile [m²]

$$\text{COEFFICIENTE DI UTILIZZAZIONE DEGLI APPORTI) } \eta_U$$

Aumenta al diminuire del rapporto tra apporti e dispersioni (Q_G / Q_L)

Aumenta all'aumentare della capacità termica dell'edificio

L'ETICHETTATURA ENERGETICA SECONDO LO STANDARD CASACLIMA

All'assenza di una procedura standardizzata per la certificazione energetica degli edifici a livello europeo o italiano fanno seguito molti regolamenti locali

Tutti i regolamenti locali sono concordi:

1. sulla definizione di un'etichetta con una ripartizione in classi (dalla A alla G)
2. sui valori limite di ciascuna classe
3. sull'unità di misura dell'indicatore [kWh/m^2]



Grande eterogeneità su quale sia il consumo energetico a cui fare riferimento

CasaClima propone che sia il fabbisogno di calore per riscaldamento (Q_H)

70 kWh/m^2 è il limite per tutte le nuove costruzioni nella Provincia di Bolzano

CERTIFICAZIONE ENERGETICA ED AMBIENTALE

- 1. Il risparmio energetico non deve essere perseguito a scapito del comfort**
- 2. Lo scopo del sistema edificio-impianto è il comfort (non il risparmio energetico)**
- 3. Un edificio può avere un basso consumo energetico, ma una scarsa qualità ambientale**
- 4. Necessità di affiancare alla certificazione energetica una certificazione ambientale in termini di:**
 - A. Rispetto di range di temperatura ed umidità relativa**
 - B. Qualità dell'aria**
 - C. Comfort visivo**
 - D. Comfort acustico**

LE PERDITE DI IMPIANTO

Finora è stato valutato solo il comportamento dell'edificio.

Ma per la stima dei consumi energetici (e quindi dei costi) è necessario far riferimento anche all'impianto termico.

L'impianto può essere schematizzato in quattro sub-sistemi

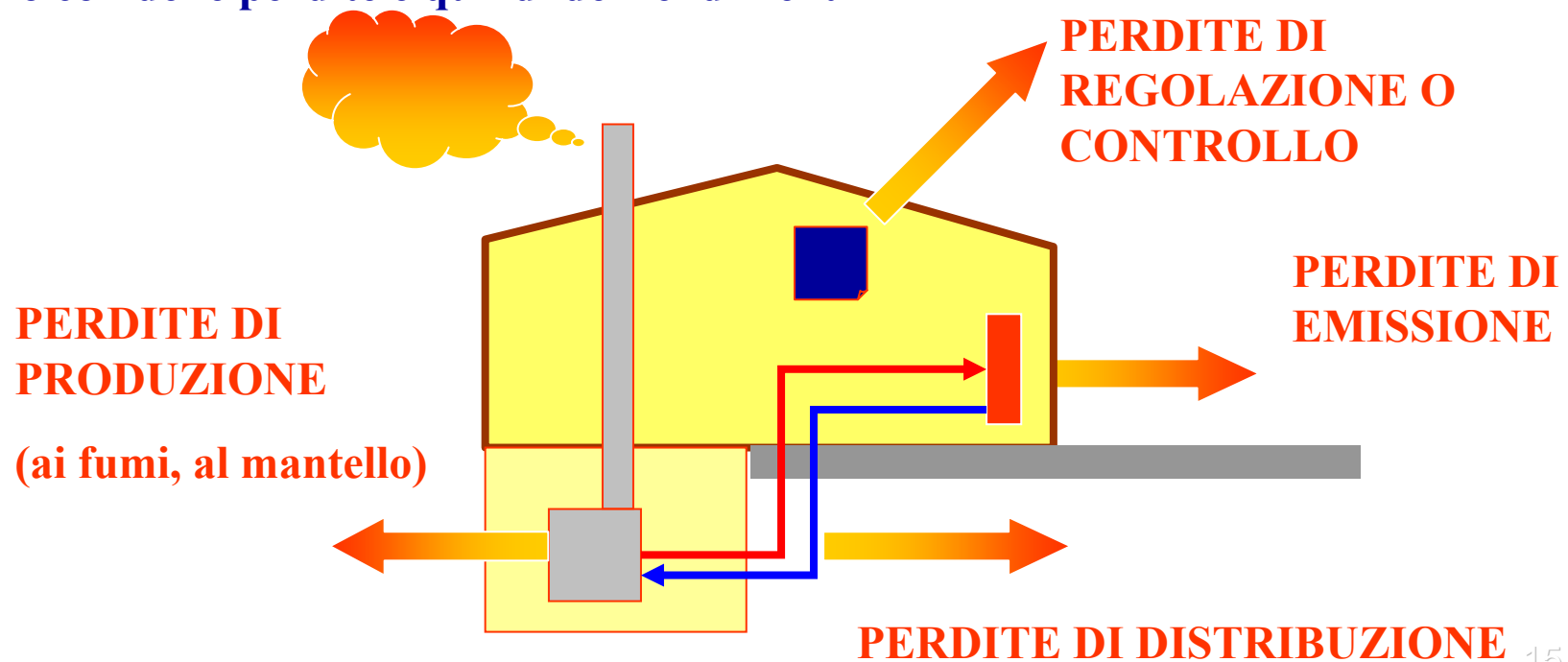
1) SISTEMA DI PRODUZIONE

2) SISTEMA DI DISTRIBUZIONE

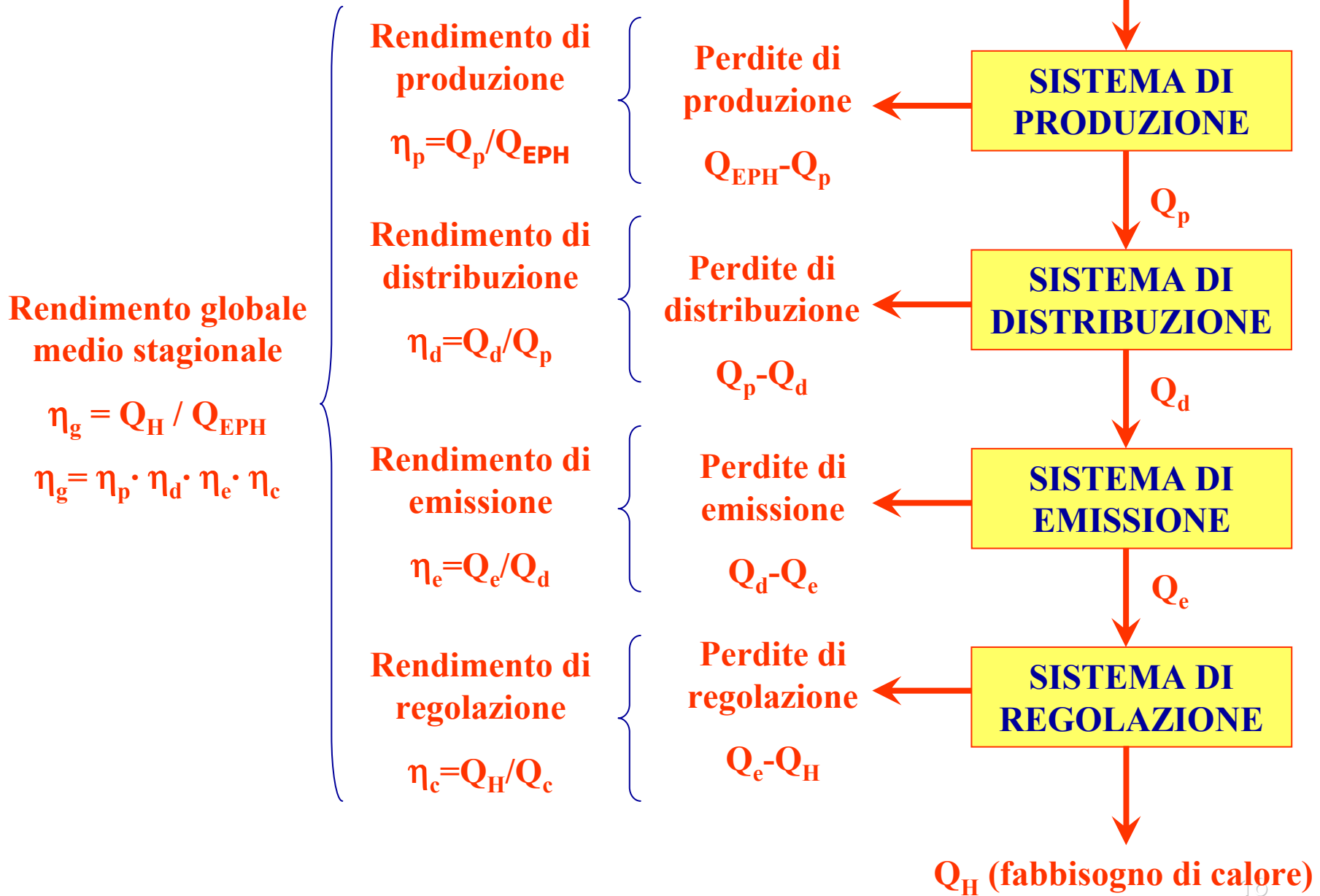
3) SISTEMA DI EMISSIONE

4) SISTEMA DI REGOLAZIONE

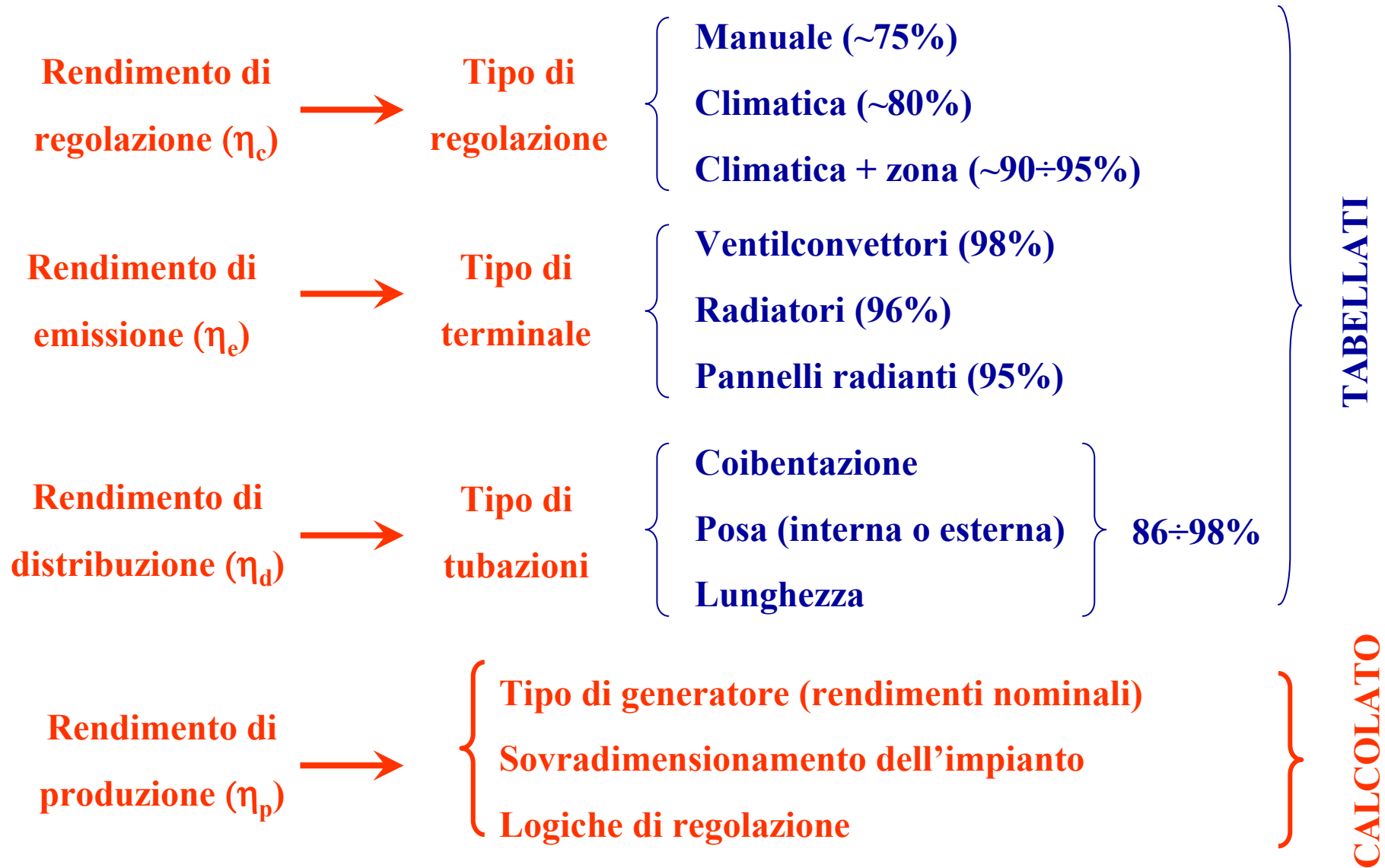
Ognuno con delle perdite e quindi dei rendimenti



I RENDIMENTI DI IMPIANTO



I RENDIMENTI DI IMPIANTO



NORMATIVA DI RIFERIMENTO

DATI CLIMATICI

UNI 10349 Dati climatici

DISPERSIONI TERMICHE

- A. UNI EN 13789, Prestazione termica degli edifici. Coefficiente di perdita di calore per trasmissione**
- B. UNI EN ISO 6946, Componenti ed elementi per edilizia. Resistenza termica e trasmittanza termica**
- C. UNI 10339, Impianti aeraulici a fini di benessere**

FABBISOGNO DI CALORE

- A. UNI 10344, Riscaldamento degli edifici. Calcolo del fabbisogno di energia**
- B. UNI EN 832, Prestazione termica degli edifici. Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento. Edifici residenziali**
- C. ISO/FDIS 13790, Energy performance of buildings. Calculation of energy use for space heating and cooling**

RENDIMENTI DI IMPIANTO

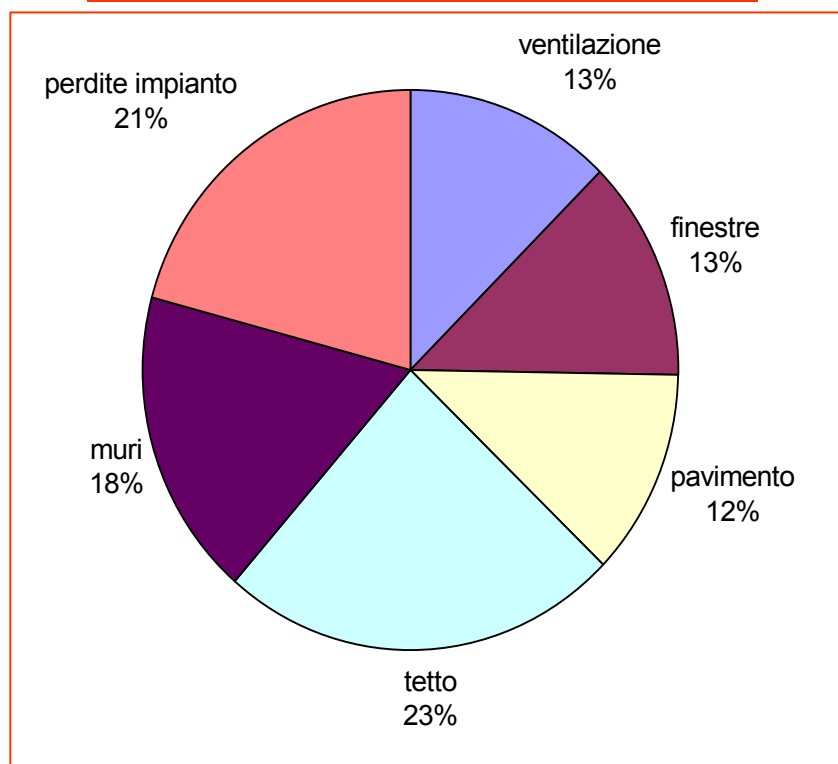
UNI 10348 Riscaldamento degli edifici. Rendimento dei sistemi di riscaldamento

ESEMPI

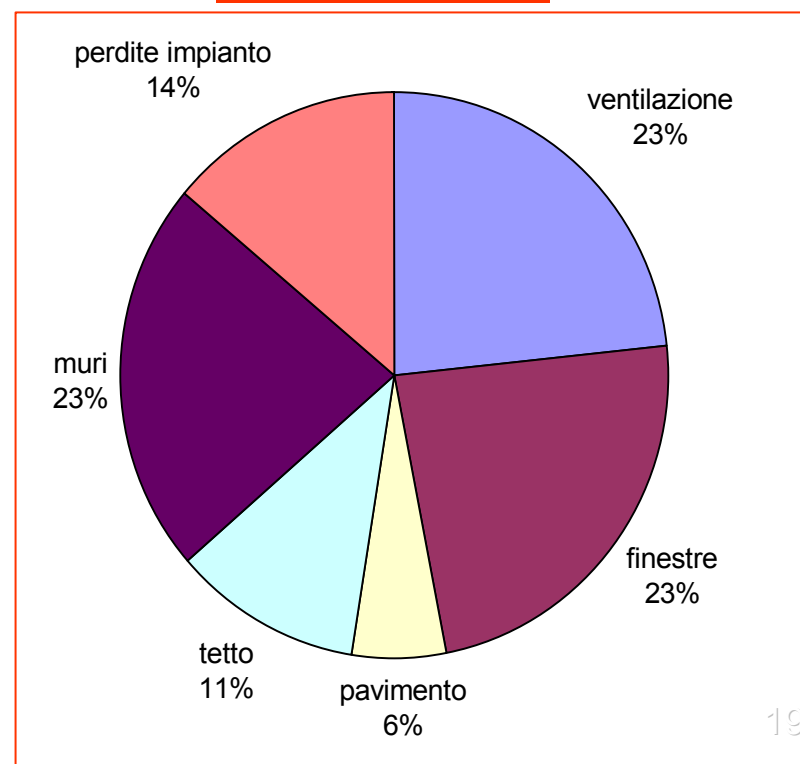
VALORI LIMITE DEL FABBISOGNO DI ENERGIA PRIMARIA PER RISCALDAMENTO SECONDO IL DLGS 192/05

Allegato C										
TABELLA 1 : fabbisogno annuo energia primaria invernale per m ² sup. utile: kWh/m ² anno										
S/V	Zona climatica									
	A	B		C		D		E		F
	<600 gg	601 gg	900 gg	901 gg	1400 gg	1401 gg	2100 gg	2101 gg	3000 gg	> 3000 gg
<0.2	10	10	15	15	25	25	40	40	55	55
>0.9	45	45	60	60	85	85	110	110	145	145

EDIFICIO MONOFAMILIARE



CONDOMINIO



REQUISITI MINIMI E CERTIFICAZIONE

I requisiti minimi

Il requisito minimo è la soglia minima di prestazione che l'edificio deve rispettare per essere a norma di legge.

Sicuramente non è vietato spingere le prestazioni dell'edificio anche oltre quelle imposte per legge, ma finora ciò è avvenuto raramente perché questo rappresenta un costo che non viene riconosciuto ed apprezzato dal mercato.

Il requisito di legge è stato elaborato sulla base di indagini tecnico-economiche e sulla base di decisioni politiche, deve quindi richiedere prestazioni diverse agli edifici in relazione:

- 1. Alla loro forma / dimensione**
- 2. Alla destinazione d'uso**
- 3. Alle condizioni climatiche**

REQUISITI MINIMI E CERTIFICAZIONE

Prima interpretazione: la certificazione come strumento di mercato

La certificazione deve essere uno strumento di mercato, deve far capire al cliente quanto consumerà l'edificio che è intenzionato ad acquistare e quindi quale sarà il suo costo di gestione

Le classi di consumo sono quindi uguali per tutti gli edifici

È ovvio che, per riscaldamento, un edificio in zona climatica F ($GG > 3000$) consumerà più di uno in zona A ($GG < 600$), oppure una villetta consumerà più di un condominio, ma il cliente confronterà edifici simili per località, destinazione d'uso e forma

REQUISITI MINIMI E CERTIFICAZIONE

Seconda interpretazione: la certificazione come test della qualità del progetto rispetto al valore limite

La classe energetica è attribuita non sulla base di un consumo assoluto uguale per tutti, ma sulla base di uno scostamento relativo rispetto al valore di consumo previsto dal requisito minimo per quel particolare edificio

Con questo meccanismo ci potrebbero essere ad esempio villette in classe A che consumano più di condomini in classe C

Questo certificato non dà direttamente informazioni sui consumi (e quindi sui costi), ma su quanto l'edificio sia più o meno "virtuoso" rispetto al valore limite

REQUISITI MINIMI E CERTIFICAZIONE

Conclusioni

CasaClima usa la medesima procedura per certificazione e requisiti minimi. Taluni edifici di piccole dimensioni e siti in località montane hanno dovuto chiedere delle deroghe rispetto ai 70 kWh/m², valore irraggiungibile anche con le soluzioni tecnologicamente più avanzate



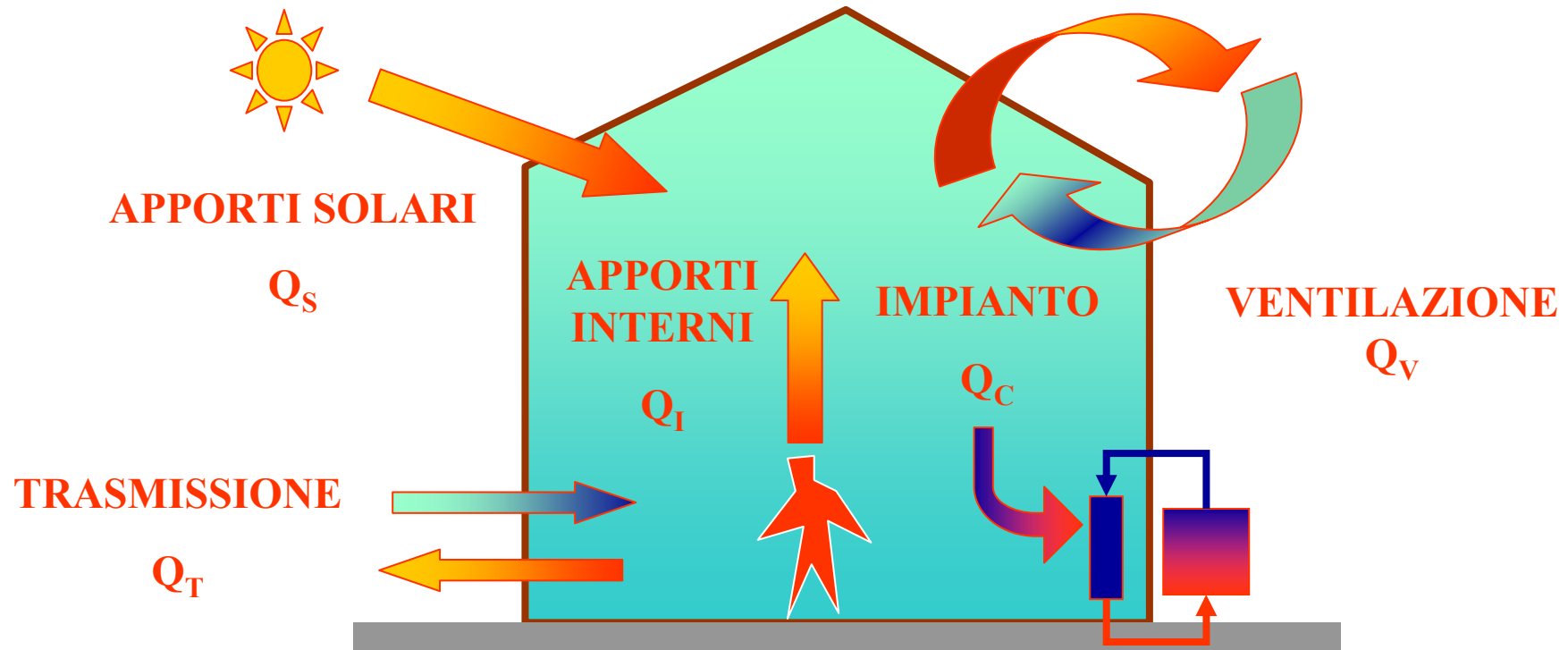
Può essere il frutto di una decisione di tipo politico

Il D. Lgs 192/05 opera una distinzione sulla base di S/V e di GG, ma ad esempio non fa alcuna differenza sulla base dei tassi di rinnovo aria o degli apporti gratuiti



Può essere dovuto a ragioni di semplicità di calcolo

BILANCIO TERMICO DELL'EDIFICIO (caso estivo)



$$\Phi_S + \Phi_I \pm \Phi_V \pm \Phi_T - \Phi_C = 0 \quad \Phi_{ACC}$$

Temperatura e radiazione solare molto variabili nella giornata

Strutture dell'edificio in grado di accumulare energia termica



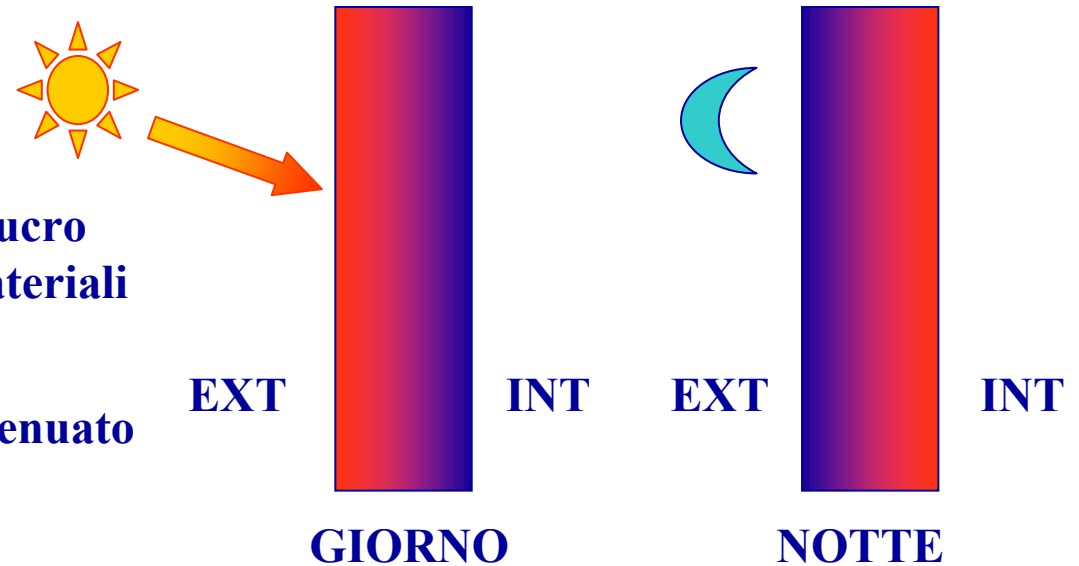
BILANCIO ENERGETICO ESEGUITO IN TRANSITORIO (ogni ora)

ACCUMULO TERMICO

TRASMISSIONE TERMICA

Accumulo termico da parte dell'involucro (strutture massive o realizzate con materiali con elevata capacità termica)

Flusso termico sfasato nel tempo e attenuato



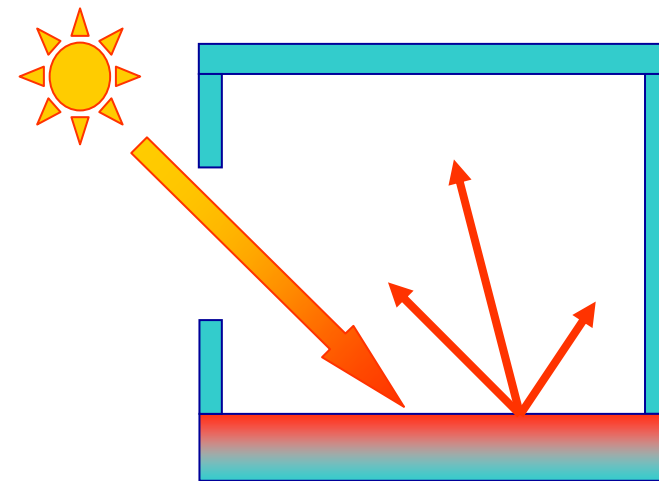
APPORTI SOLARI

Accumulo termico da parte delle strutture interne dell'edificio (schermature per la radiazione solare, struttura massiva)

Re-irraggiamento delle superfici colpite dalla radiazione solare una volta riscaldate

VENTILAZIONE

Rimozione dei carichi termici quando la temperatura dell'aria esterna scende al di sotto di una certa soglia



RAFFRESCAMENTO ESTIVO: LE DIFFICOLTÀ

Difficile esecuzione dei calcoli in transitorio termico rispetto a quelli eseguiti in regime stazionario.

Presenza di molti metodi per la stima dei carichi termici estivi e assenza finora di un metodo semplificato (ma affidabile) riconosciuto dalla normativa europea o nazionale.

Finora il consumo energetico principale degli edifici è stato quello per riscaldamento, ma a causa di mutate condizioni climatiche e sempre maggiori richieste di comfort, il raffrescamento sta assumendo un'importanza sempre maggiore.

Mancanza di dati di riferimento (benchmark).

Non tutti gli edifici sono dotati di impianto di climatizzazione.

Energia elettrica non viene utilizzata solo per la climatizzazione estiva, ma anche per altri usi finali (difficile scorporare la quota di consumo)



Assenza, finora, di prescrizioni a livello normativo sui requisiti minimi degli edifici in termini di comportamento termico estivo



Assenza, finora, di certificazione del consumo energetico per la climatizzazione estiva

VENTILAZIONE

FINALITA'

- 1. Rimozione degli inquinanti presenti in ambiente (IAQ)**
- 2. Rimozione del carico termico, nella stagione estiva (free-cooling)**
- 3. Regolazione delle condizioni interne di temperatura ed umidità relativa (impianti di climatizzazione)**

TIPOLOGIE

- 1. Naturale**
- 2. Meccanica**
- 3. Ibrida**

VENTILAZIONE NATURALE

- 1. L'aria entra in maniera naturale attraverso le aperture dell'edificio per:
 - A. Pressione del vento**
 - B. Effetto camino****
- 2. Infiltrazioni**
- 3. Non è controllata**
- 4. Il calcolo delle portate di rinnovo è molto complesso**
- 5. I valori minimi di portata d'aria di rinnovo sono definiti da normativa (UNI 10339, Impianti aeraulici a fini di benessere)**
- 6. Negli edifici residenziali si assume convenzionalmente $n=0,5$ vol/h**
- 7. Problemi di comfort**
- 8. Mancanza di controllo e regolazione dell'umidità relativa in ambiente**

VENTILAZIONE MECCANICA

- 1. L'aria è prelevata all'esterno, canalizzata, immessa in ambiente ed espulsa attraverso ventilatori**
- 2. C'è un consumo energetico per la movimentazione dell'aria, assente nella ventilazione naturale**
- 3. L'aria viene trattata:**
 - A. Riscaldata ed umidificata (inverno)**
 - B. Raffreddata e deumidificata (estate)**
- 4. Controllo delle portate d'aria**
- 5. Controllo dell'umidità relativa**
- 6. Possibilità di mantenere l'ambiente interno in sovra-pressione rispetto all'esterno onde evitare le infiltrazioni**
- 7. Possibilità di risparmio energetico (recupero di calore sull'aria espulsa)**
- 8. Possibilità di raffrescamento gratuito controllato (free-cooling)**

Grandezze meteorologiche che influenzano il bilancio energetico

- radiazione solare
- temperatura dell'aria
- umidità dell'aria
- velocità e direzione del vento
- radiazione atmosferica
- nuvolosità e precipitazioni

Effetti delle grandezze meteo sul bilancio energetico

- Apporti solari su pareti opache e vetrate
- Trasmissione attraverso l'involucro
- Infiltrazioni d'aria per effetto di differenza di pressione fra interno ed esterno
 - Per effetto camino
 - Per effetto del vento
- Modifica dei coefficienti liminari
- Re-irraggiamento nell'IR

Parametri climatici

- di progetto (invernali)
 - temperatura esterna
- di progetto (estivi)
 - radiazione a cielo sereno
 - andamento temperatura dell'aria
 - umidità dell'aria
- tipici
 - gradi-giorno
 - irraggiamento medio
 - anni-tipo
 - giorni-tipo

Parametri termofisici della struttura

- Scambi termici radiativi
 - colore delle pareti opache
 - trasmissività delle vetrate
- Conduzione in regime stazionario
 - Trasmittanza, conduttanza,
 - resistenza termica
- Conduzione in regime transitorio
 - Capacità termica, Costanti di tempo
 - Funzioni di trasferimento
 - Ammettenza, fattore di attenuazione
- Infiltrazioni d'aria
 - Permeabilità all'aria

PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA

q_M : MASSIMO CONSUMO ORARIO DI ACS [l/h]

$$q_M = \Sigma [(q \cdot N / d) \cdot f_u]$$

q: consumo di ogni unità di riferimento (alloggi, bagni apparecchi, persone) [l/unità]

N: numero delle unità di riferimento [unità]

d: durata corrispondente ai consumi [h]

f_u : fattore di contemporaneità

$\Phi_{W,I}$ = POTENZA TERMICA DI UN GENERATORE ISTANTANEO [kW]

$$\Phi_{W,I} = (q_M \cdot (T_m - T_f) \cdot c_p) / (3600 \cdot \eta_t)$$

T_f : temperatura dell'acqua fredda [°C]

T_m : temperatura di mandata dell'acqua calda [°C]

c_p : calore specifico dell'acqua: 4,186 kJ/(kg K)

η_t : rendimento del sistema di produzione dell'acqua calda sanitaria

PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA

$\Phi_{W,A}$ = POTENZA TERMICA DI UN SISTEMA CON ACCUMULO [kW]

$$\Phi_{W,A} = \Phi_{W,I} \cdot d_p / (d_p + d_r)$$

d_p : durata del periodo di punto [h]

d_r :durata del periodo di pre-riscaldamento [h]

V_{ACC} = VOLUME DEL SERBATOIO DI ACCUMULO [l]

$$V_{ACC} = [q_M \cdot d_p \cdot (T_m - T_f) \cdot c_p \cdot d_r] / [(d_p + d_r) \cdot (T_c - T_f)]$$

T_c : massima temperatura dell'acqua all'interno del serbatoio [°C]

Q_{WP} = ENERGIA PRIMARIA PER LA PRODUZIONE DI ACS [kWh]

L'energia per la produzione di ACS è data dal prodotto di una potenza di impianto per il tempo di funzionamento dello stesso (valido sia per impianti istantanei che per i sistemi con accumulo)

$$Q_{WP} = \Phi_W \cdot t$$

FABBISOGNO DI CALORE ED ENERGIA PRIMARIA PER LA PRODUZIONE DI ACS

Il fabbisogno energetico annuo per la produzione di ACS può anche essere calcolato in maniera parametrica come:

$$Q_W = (Q''_W \cdot t \cdot P) / 1000$$

Q''_W : fabbisogno energetico giornaliero per persona [Wh/(persona giorno)]

P: numero di persone

t: numero di giorni considerato

Oppure, sempre in maniera parametrica, in funzione della superficie utile:

$$Q_W = (Q'_W \cdot t \cdot A_U) / 1000$$

Q'_W : fabbisogno energetico giornaliero per unità di superficie utile [Wh/(m² giorno)]

L'energia primaria può essere calcolata come:

$$Q_{WP} = (Q_W \cdot \eta_{gw}) + (Q_S / \eta_p)$$

η_{gw} : rendimento medio stagionale

Q_S : perdite dovute al sistema di accumulo

η_p : rendimento di produzione

ILLUMINAZIONE

IL FABBISOGNO ENERGETICO PER ILLUMINAZIONE E' FUNZIONE DI:

1. Condizioni climatiche:

- A. Latitudine della località**
- B. Radiazione solare**
- C. Nuovosità**

2. Caratteristiche dell'edificio:

- A. Dimensione delle finestre**
- B. Ombreggiamenti**
- C. Caratteristiche delle vetrate**
- D. Finitura degli ambienti interni**

3. Caratteristiche dell'utenza:

- A. Profilo di utilizzo dell'edificio**
- B. Illuminamento richiesto**
- C. Resa cromatica**
- D. Abbagliamento**

4. Caratteristiche dell'impianto:

- A. Tipo di lampade**
- B. Tipo di apparecchi illuminanti**
- C. Modalità di regolazione**

ILLUMINAZIONE: L'ASSENZA DI UNA METODOLOGIA UNIFICATA PER LA STIMA DEI CONSUMI ENERGETICI

Negli edifici residenziali i consumi energetici per l'illuminazione sono piccoli rispetto agli altri.



Mancato interesse a sviluppare una metodologia di calcolo e a stabilire dei valori limite di consumo.

È difficile scorporare i dai consumi elettrici quello specifico per l'illuminazione.



Assenza di valori di riferimento.

Le normative prescrivono dei livelli di illuminamento in funzione della destinazione d'uso, ma molto spesso sono disattesi.



Impossibile affidarsi a queste prescrizioni come a valori di riferimento.

OGGI

Costi sempre più alti dell'energia elettrica
Necessità di normare tutti i consumi dell'edificio



Elaborazione di:
Norme di calcolo
Valori limite di riferimento
Standard di certificazione

CONCLUSIONI

1. **È un momento di grandi cambiamenti:**
 - A. **Da tempo è stata emanata la direttiva europea 2002/91/CE (documento di indirizzo)**
 - B. **Il recepimento italiano (D. Lgs 192/05) è stato tardivo, è ancora un documento di indirizzo che rimanda a non ancora emessi decreti attuativi, è lacunoso in quanto riporta solo i requisiti minimi in materia di riscaldamento e non per gli altri usi finali e manca una procedura di certificazione**
 - C. **Non sono ancora state emesse le norme di calcolo preparate dal CEN**

 2. **Stanno nascendo nelle realtà locali una serie di iniziative che cercano di regolamentare, anche in maniera semplificata questo momento di transizione**
 - A. **Allegati energetici ai regolamenti edilizi**
 - B. **Certificazione energetica**
 - C. **Leggi energetiche regionali**
- ... Con grandi opportunità per chi si occupa oggi di risparmio energetico.**