



BEES



Soluzioni impiantistiche in edifici ad alta efficienza energetica

III. Il sistema edificio-impianto

Prof. Livio Mazzarella – Dipartimento di Energia



- Indicatori di prestazione energetica del sistema edificio-impianto:
(EN 15603) valutazione globale del fabbisogno di energia primaria
 - ✓ per la climatizzazione invernale,
 - ✓ per la produzione di acqua calda sanitaria,
 - ✓ per la climatizzazione estiva.
- Certificato energetico (EN 15217)
- Influenza del rapporto S/V
- Metodo analitico (cenni)
- Riqualificazione energetica

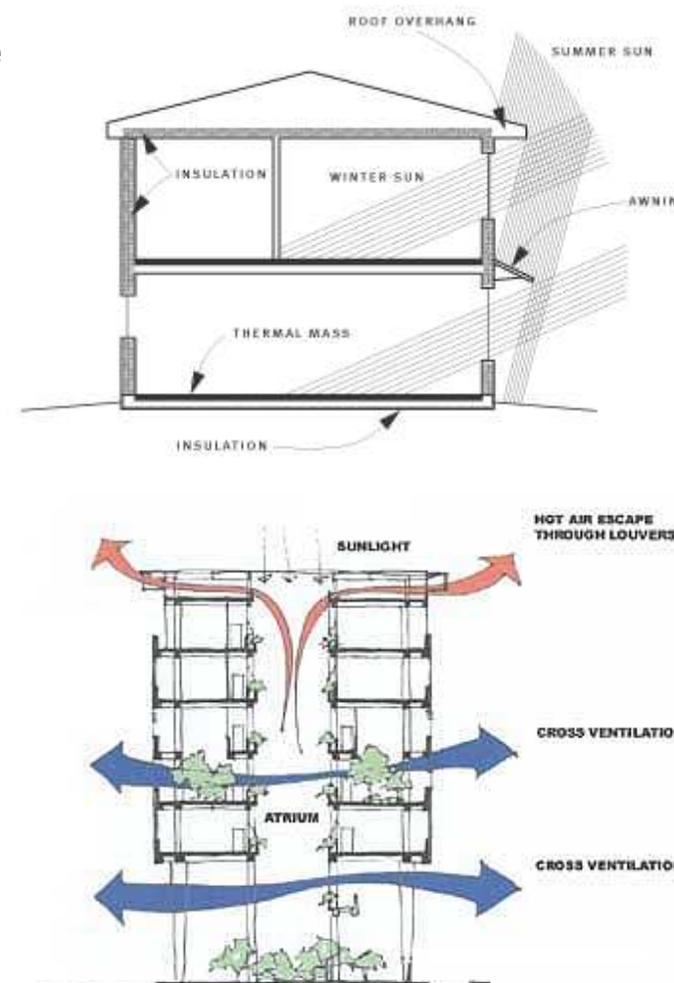
Energy Performance Building Directive (EPBD)

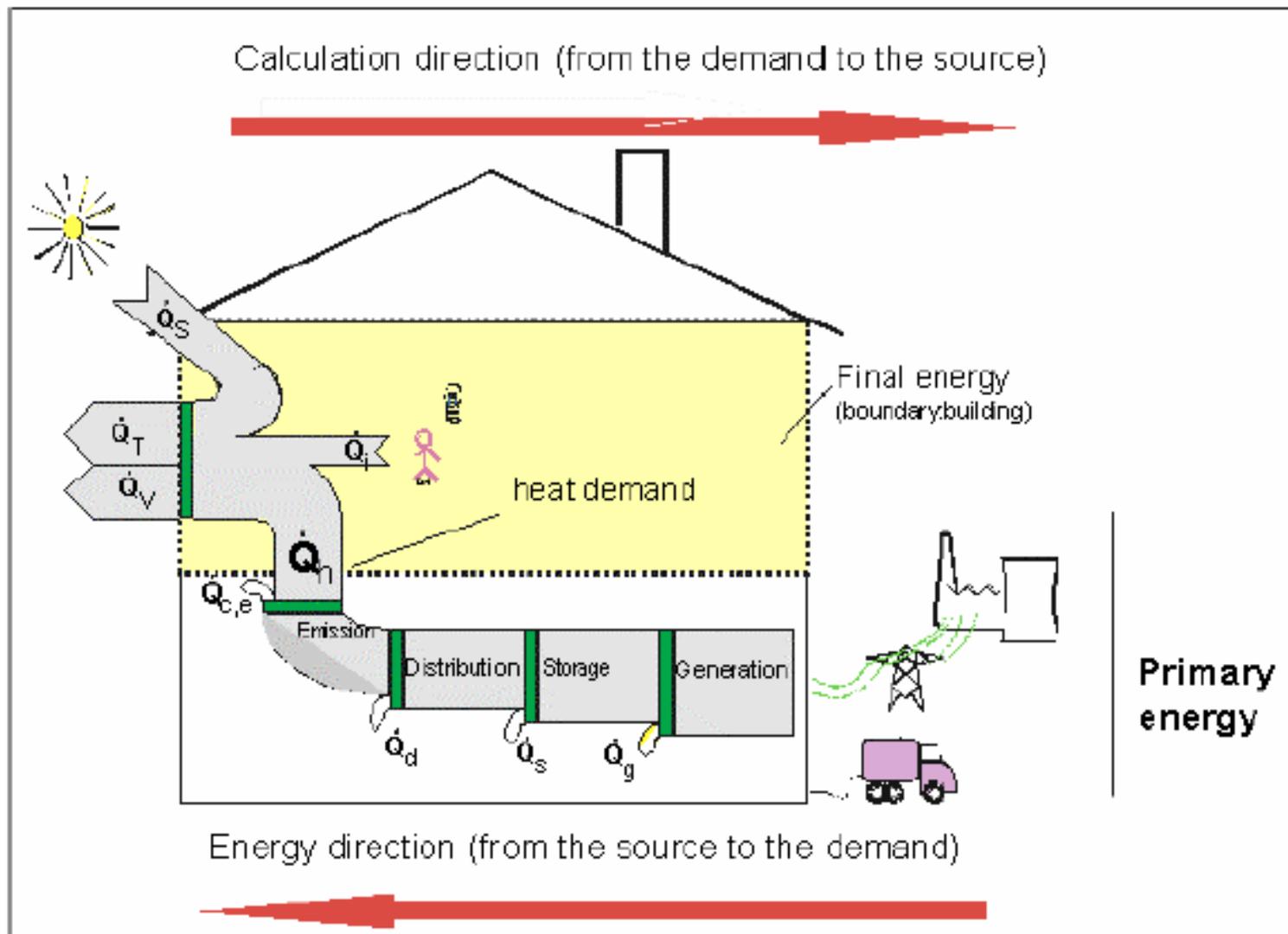
3



Quadro metodologico per calcolare la prestazione energetica degli edifici....

- Deve includere:
 - Caratteristiche termofisiche, impianti termici e sistemi di condizionamento dell'aria
 - Illuminazione artificiale (non residenziale)
 - Ventilazione naturale
 - Sistemi solari passivi e schermature
- Deve tener conto di:
 - Sistemi solari attivi
 - CHP
 - Teleriscaldamento/ Teleraffrescamento
 - Illuminazione naturale
- Deve essere adattata alle diverse categorie di edifici (case singole, condomini, uffici, scuole, ospedali ...)





Energia Primaria - Definizioni (EN 15603)



- **Energia non rinnovabile**

Energia presa da una sorgente che si esaurisce per l'estrazione (p.e. combustibili fossili)

- **Energia rinnovabile**

Energia da sorgenti che non si esauriscono per estrazione, così come l'energia solare (termica e fotovoltaica), il vento, l'energia idrica, le biomasse rinnovabili

- **Energia primaria**

Energia che non è stata soggetta ad alcuna conversione o processo di trasformazione



■ **Fattore di energia primaria totale**

Per un dato vettore energetico, l'energia primaria rinnovabile e non rinnovabile diviso per l'energia fornita, dove l'energia primaria è quella richiesta per produrre un'unità di energia fornita, tenendo in considerazione l'energia richiesta per l'estrazione, l'accumulo, il trasporto, la generazione, la trasformazione, la trasmissione, la distribuzione, e ogni altra operazione necessaria per fornirla all'edificio nel quale l'energia fornita sarà utilizzata

■ **Fattore di energia primaria non rinnovabile**

Per un dato vettore energetico, l'energia primaria non rinnovabile diviso per l'energia fornita, dove l'energia primaria non rinnovabile è quella richiesta per produrre un'unità di energia fornita, tenendo in considerazione l'energia non rinnovabile richiesta per l'estrazione, l'accumulo, il trasporto, la generazione, la trasformazione, la trasmissione, la distribuzione, and e ogni altra operazione necessaria per fornirla all'edificio nel quale l'energia fornita sarà utilizzata

Prestazione energetica globale dell'edificio (EN 15603)



	Primary energy factors f_p		CO ₂ production coefficient K
	Non-renewable	Total	kg/MWh
Fuel oil	1,35	1,35	330
Gas	1,36	1,36	277
Anthracite	1,19	1,19	394
Lignite	1,40	1,40	433
Coke	1,53	1,53	467
Wood shavings	0,06	1,06	4
Log	0,09	1,09	14
Beech log	0,07	1,07	13
Fir log	0,10	1,10	20
Electricity from hydraulic power plant	0,50	1,50	7
Electricity from nuclear power plant	2,80	2,80	16
Electricity from coal power plant	4,05	4,05	1340
Electricity Mix UCPTTE	3,14	3,31	617



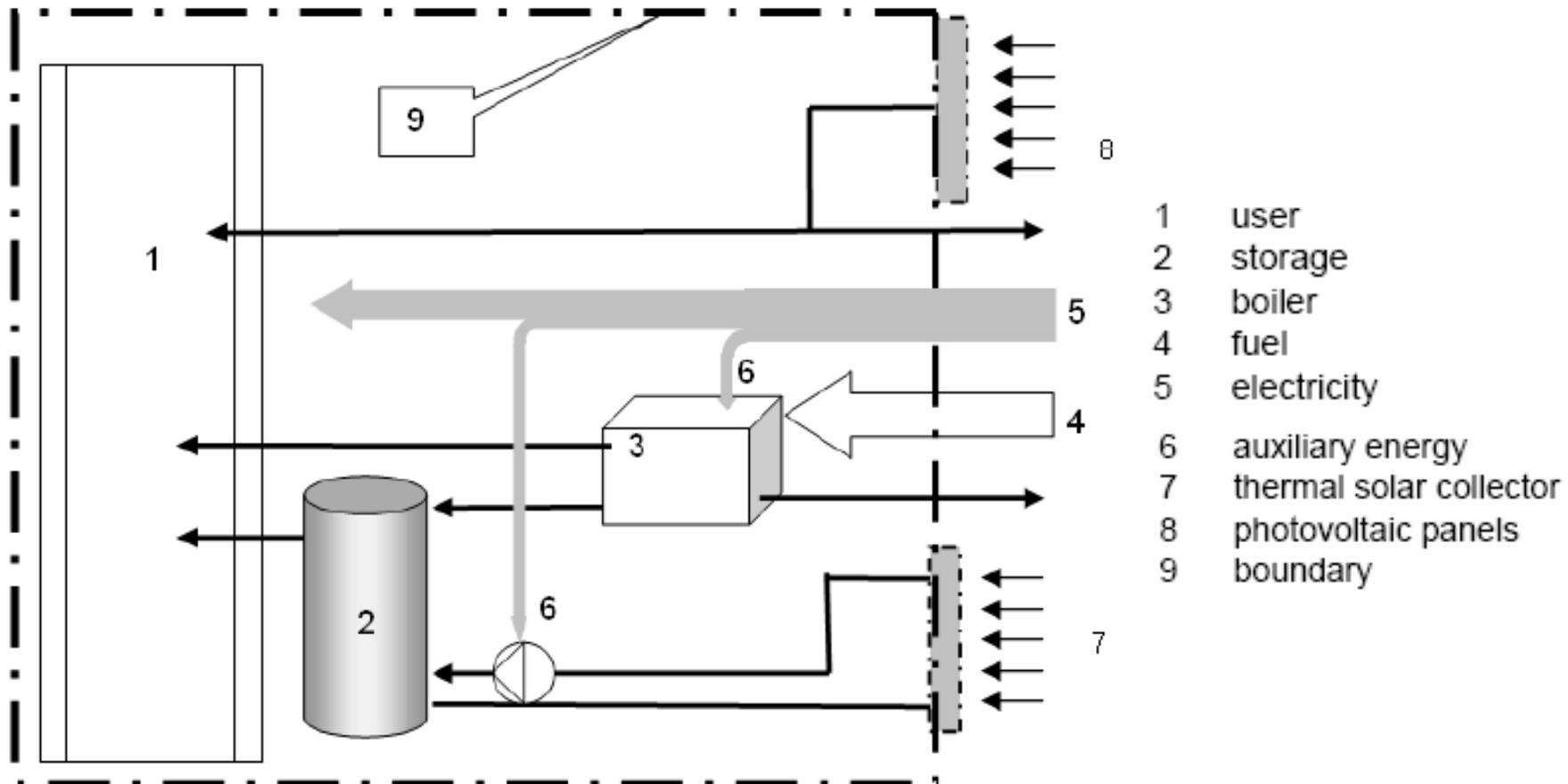
- La valutazione della prestazione energetica degli edifici deve comprendere i seguenti usi finali:
 - Riscaldamento e l'umidificazione
 - Raffrescamento e deumidificazione
 - Ventilazione ed umidificazione
 - Acqua calda sanitaria
 - Illuminazione (opzionale per gli edifici)
 - Altri servizi (opzionale)

- L'energia fornita al sistema edificio-impianto può provenire da fonti diverse. I metodi di calcolo per aggregare il contributo di più fonti devono essere basati su:
 - Energia Primaria
 - Emissioni di CO₂
 - Parametri definiti a livello nazionale

Prestazione energetica globale dell'edificio (EN 15603)



- Flussi energetici attraverso il sistema edificio-impianto:



Prestazione energetica globale dell'edificio (EN 15603)

10



■ Metodi di valutazione

Tipo di valutazione	Determinazione della prestazione	Dati d'ingresso			Funzione o scopo
		Utenza	Clima	Edificio	
di Progetto	Calcolata	Standard	Standard	Progetto	Permesso di costruire, certificato energetico in determinate condizioni
Standard		Standard	Standard	Reale	Certificato energetico, regolamenti
Adattata all'utenza		A seconda dello scopo		Reale	Ottimizzazione, validazione, progetto di riqualificazione
d'Esercizio	Misurata	Reale	Reale	Reale	Certificato, regolamenti

Prestazione energetica globale dell'edificio (EN 15603)



METODO CALCOLO ENERGIA...

Fabbisogno termico per riscaldamento e raffrescamento

Energia termica (calore) che deve essere fornito o estratto a/da uno spazio climatizzato per mantenere la condizioni interne richieste durante un dato periodo di tempo

Table 4 — Building energy needs

		C1	C2	C3	C3	C4
		Heating		Cooling		Domestic hot water
		Sensible heat	Latent heat (humidification)	Sensible heat	Latent heat (dehumidification)	
L1	Building heat gains and recoverable thermal losses ^{a)}	$Q_{H,gn} + Q_{H,ls,rbl}$	-	$Q_{C,gn} + Q_{C,ls,rbl}$	-	-
L2	Building thermal transfers	$Q_{H,ht}$	-	$Q_{C,ht}$	-	-
L3	Building thermal needs	$Q_{H,nd}$	$Q_{H,hum,nd}$	$Q_{C,nd}$	$Q_{C,dhum,nd}$	$Q_{W,nd}$

a) if applicable.

Fabbisogno energetico per riscaldamento e raffrescamento e/o acqua calda sanitaria

Energia richiesta dal sistema di riscaldamento, raffrescamento o produzione di acqua calda sanitaria per soddisfare il fabbisogno termico per riscaldamento, raffrescamento (inclusa la deumidificazione) e/o l'acqua calda sanitaria

Prestazione energetica globale dell'edificio (EN 15603)



METODO ENERGIA MISURATA...

Table 7 — Accounting energy carriers for measured energy rating

Row	R1	R2	R3	R4
	Units (l, kg, m3 ,kWh, MJ, etc.)	Energy delivered (Quantities)	Gross calorific value	Energy delivered (Energy content in kWh or MJ)
L1		Gas, Oil, Electricity District heating, Wood Energy carrier (<i>i</i>)		
	Units (kWh, MJ, etc.)	Energy exported (Quantities)		Energy exported (Energy content in kWh or MJ)
L2		Thermal: Electrical:		
	Units (kWh, MJ, etc.)	Renewable energy produced on site		
L3		Thermal: Electrical:		
NOTE – The columns in Table 7 should be adapted to the building concerned.				

Energia Fornita

energia, espressa per vettore energetico, fornita ai sistemi tecnologici dell'edificio attraverso il confine del sistema, per soddisfare gli usi finali presi in considerazione (riscaldamento, raffrescamento, ventilazione, acqua calda sanitaria, illuminazione, ecc.) o per produrre elettricità

Energia Esportata

energia, espressa per vettore energetico, fornita dai sistemi tecnologici dell'edificio attraverso il confine del sistema e utilizzata esternamente ai confini del sistema



Indici basati sull'Energia Primaria:

$$E_P = \sum_i \{E_{\text{del},i} \cdot f_{P,\text{del},i}\} - \sum_i \{E_{\text{exp},i} \cdot f_{P,\text{exp},i}\}$$

- $E_{\text{del},i}$ energia distribuita (in ingresso all'edificio) riferita al vettore i -esimo
 $E_{\text{exp},i}$ energia esportata (in uscita dall'edificio) riferita al vettore i -esimo
 $f_{P,\text{del},i}$ fattore di energia primaria per il vettore energetico distribuito i
 $f_{P,\text{exp},i}$ fattore di energia primaria per il vettore energetico esportato i

Indici basati sulle emissioni di CO₂:

$$m_{\text{CO}_2} = \sum_i \{E_{\text{del},i} \cdot K_{\text{del},i}\} - \sum_i \{E_{\text{exp},i} \cdot K_{\text{exp},i}\}$$

- $K_{\text{del},i}$ coefficiente di emissione di CO₂ per il vettore energetico distribuito i
 $K_{\text{exp},i}$ coefficiente di emissione di CO₂ per il vettore energetico esportato i

Prestazione energetica globale dell'edificio (EN 15603)



Fuel	Gross calorific value MJ/kg
Anthracite	32 to 35
Bituminous coal	17 to 25
Charcoal	29,6
Coke	28 to 31
Lignite	15 to 30
Peat	13 to 20
Wood (dry)	14 to 17

Fuel	Density kg/m ³	Gross calorific value MJ/m ³
Natural gas L	0,64	35,2
Natural gas H	0,61	41,3
Methane	0,55	39,9
Propane	1,56	100,9
Butane	2,09	133,9
Biogas	1,2	4 to 8*

* Depending on its methane content.

Fuel		Density kg/l	Gross calorific value MJ/kg
Oil	Heating oil, light	0,84 to 0,85	44,8
	Heating oil, heavy	0,96	50,2 to 42,3
Liquid gas	80 propane:20 butane	0,52	49,8
	70 propane:30 butane	0,53	49,8
	60 propane:40 butane	0,53	49,7
	50 propane:50 butane	0,55	49,6
	Commercial propane	0,51	50,0



- Prestazione energetica complessiva (attraverso indice $EP < EPr$)
- Requisiti specifici su:
 - Fabbisogno di energia primaria per usi specifici (riscaldamento, raffrescamento, acqua calda sanitaria, illuminazione...)
 - Fabbisogno termico utile
 - Caratteristiche termofisiche o rendimenti globali del sistema edificio impianto
 - Caratteristiche termofisiche o rendimenti di singoli componenti tecnologici del sistema
- Gli indicatori e i rispettivi valori limite possono differire per:
 - nuovi edifici
 - ristrutturazioni di edifici esistenti
 - ampliamenti di edifici esistenti
 - differenti tipologie di edificio



■ Valori limite “tarati” in funzione di alcuni parametri ...

Parameter	Possible reason
Climate	To adapt the level of technologies requested to the climate
Building function	To adapt the requirements to the different designs, uses and feasible technologies
Energy carrier	For national energy policy regarding the possible use of different energy sources (e.g. gas/electricity), or to take into account the availability of specific energy sources in specific locations
Building size and/or shape	To avoid unduly onerous requirements on detached houses and too low requirements on large compact buildings. To adapt the requirements to buildings with different sizes and shapes.
Ventilation rate	To prevent too costly requirements for buildings or uses which require a high ventilation rate
Illumination level	To prevent too costly requirements for buildings or uses which require a high illumination level

In Italia:

- il clima attraverso un valore limite legato ai Gradi Giorno
- la geometria e dimensione dell'edificio attraverso S/V

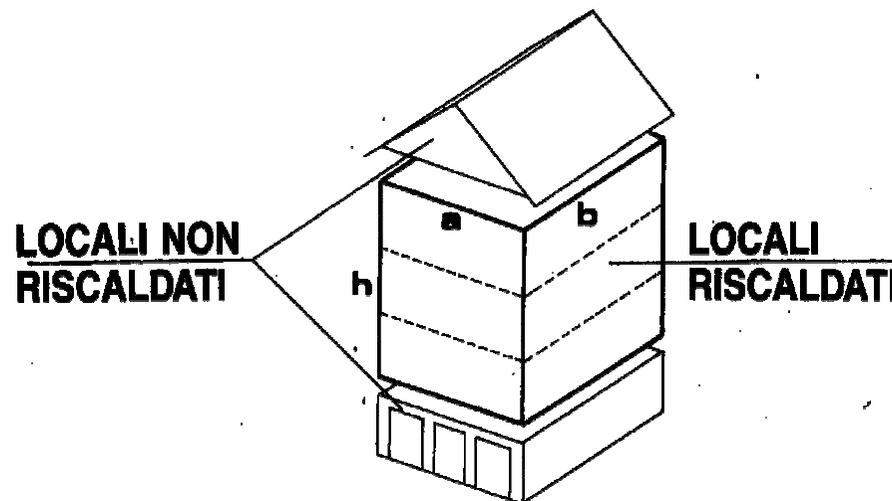
Il fattore di “forma” S/V



- **S**, espressa in metri quadrati, è la superficie che delimita verso l'esterno (ovvero verso ambienti non dotati di impianto di riscaldamento) il volume riscaldato V:

superficie disperdente \leq sup. di involuppo del volume V;

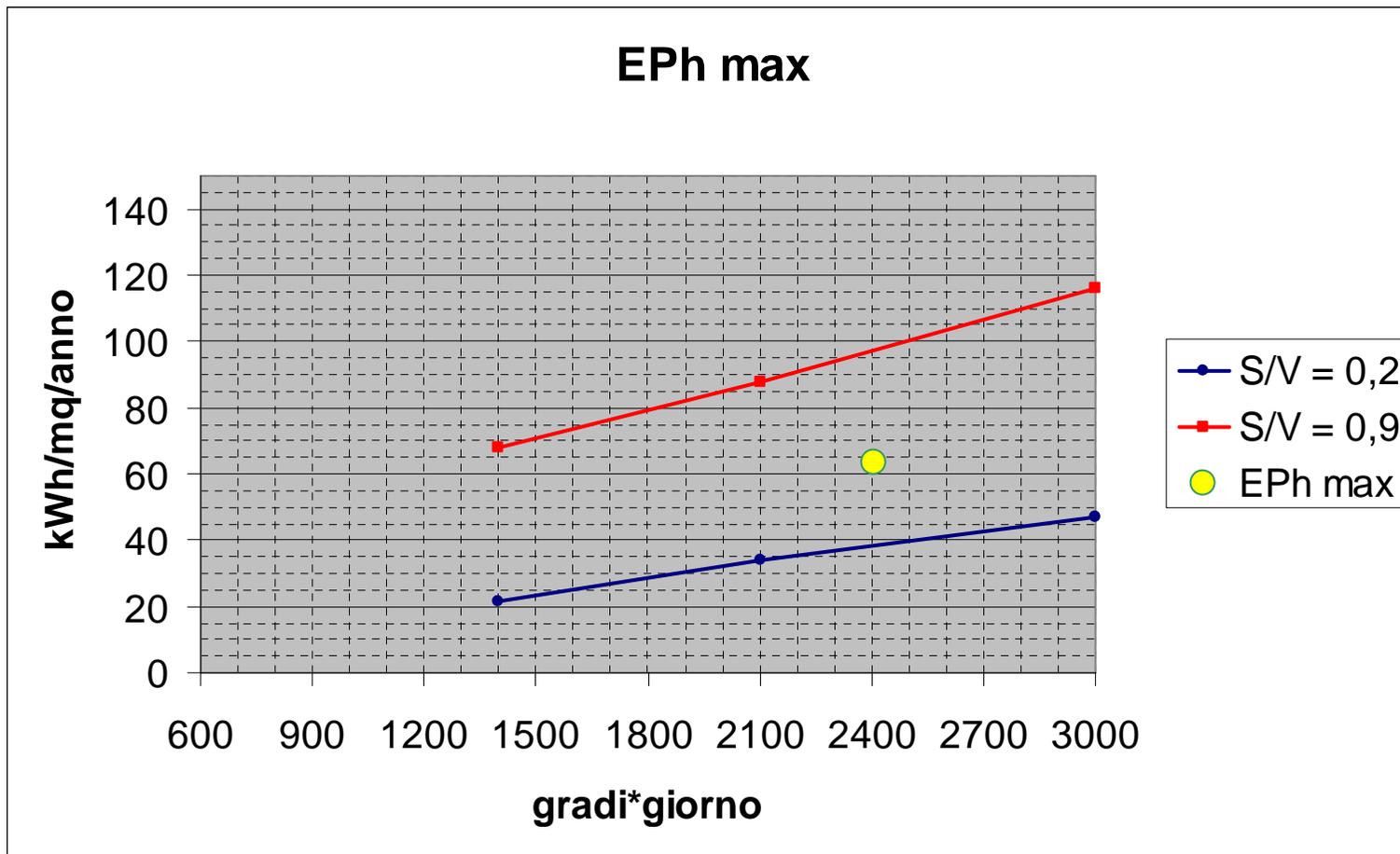
- **V** è il volume lordo, espresso in metri cubi, delle parti di edificio riscaldate, definito dalle superfici che lo delimitano.



Influenza del fattore di forma e del clima - esempio



GG	2404	<i>S/V \ HDD</i>	600	900	1400	2100	3000
S/V	0.50	<i>S/V = 0,2</i>			21.3	34	46.8
EPHmax	63.7	<i>S/V = 0,9</i>			68	88	116





■ Definizione delle classi (informativa)

Class A if $EP < 0,5 R_r$

Class B if $0,5 R_r \leq EP < R_r$

Class C if $R_r \leq EP < 0,5(R_r + R_s)$

Class D if $0,5 (R_r + R_s) \leq EP < R_s$

Class E if $R_s \leq EP < 1,25 R_s$

Class F if $1,25 R_s \leq EP < 1,5 R_s$

Class G if $1,5 R_s \leq EP$

R_r “Energy Performance Regulation” reference = Imposto dalla normativa EPBD

R_s “Building Stock” reference = Valore medio pre-normativa EPBD

Certificato energetico EN 15217



Energy certificate	Building Energy Performance	As built calculated
	Space to make reference to the energy certification procedure used	
	<p>Very energy efficient</p> <p>Not energy efficient</p>	
		130 kWh/(m ² a)
Space to include additional information on the indicator and building energy use		
Administrative information: address of the building conditioned area date of validity certifier name and signature...		

Esempio 1

Certificato energetico EN 15217



Energy certificate	Building Energy Performance	As built calculated*	In use measured**
	Space to make reference to the energy certification procedure used		
	Very energy efficient Not energy efficient	C	D
	130 kWh/(m ² ·a)	150 kWh/(m ² ·a)	
Space to include additional information on the indicator and building energy use			

Esempio 2

Administrative information:
 address of the building
 conditioned area
 date of validity
 certifier name and signature...

* the calculated rating assumes standard conditions. It only counts the energy used for heating, ventilation, cooling, hot water and lighting (add others if applicable);
 ** the measured rating is under actual conditions. It counts all energy uses.

Certificato energetico EN 15217



Energy certificate	Building Energy Performance	As built
	Space to make reference to the energy certification procedure used	calculated
	<p>Very energy efficient</p> <p>0 50 100 150 200 250 300 350 400 >400</p> <p>Not energy efficient</p> <p>130 kWh/(m²·a)</p>	
Space to include additional information on the indicator and building energy use		
Administrative information: address of the building conditioned area date of validity certifier name and signature...		

Esempio 3



ALLEGATO C - ATTESTATO DI CERTIFICAZIONE ENERGETICA



ATTESTATO di
CERTIFICAZIONE ENERGETICA

Data di emissione: 21 GIUGNO 2008
REGIONE LOMBARDIA
RETI, SERVIZI DI PUBBLICA UTILITÀ E SVILUPPO SOSTENIBILE
Numero di protocollo: AA - A.1 - 000001 - 08

Classe energetica - zona climatica E 		Comune di _____ (____) <i>Logo</i>
Immagine dell'edificio o planimetria dell'unità immobiliare		Via Roma _____ 00 Civico _____ 00 Destinazione d'uso: Residenziale Anno di costruzione: 2008 Superficie utile (m²): 100 Combustibile: Metano Proprietario: Massimo Rossi

Principali indicatori di prestazione energetica

Fabbisogno specifico di energia primaria per la climatizzazione invernale $EP_{H,1}$ - kWh/m²	Fabbisogno specifico di energia primaria per l'acqua calda sanitaria $EP_{H,2}$ - kWh/m²
Fabbisogno energetico specifico dell'involucro (climatizzazione invernale) $E_{H,1}$ - kWh/m²	Fabbisogno energetico specifico totale per usi termici (riscaldamento e acqua calda) EP_T - kWh/m²
Fabbisogno energetico specifico dell'involucro (climatizzazione estiva) $E_{C,1}$ - kWh/m²	Contributo energetico specifico di fonti rinnovabili E_{FER} - kWh/m²

Emissioni di gas: ad effetto serra



Possibili interventi migliorativi del sistema edificio-impianto

Sistema	Intervento	Priorità bassa	Priorità media	Priorità alta
Edificio	Coibentazione delle strutture opache verticali	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Coibentazione della copertura	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Coibentazione dei pavimenti - solai	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Coibentazione delle chiusure trasparenti	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Impianto	Sostituzione generatore di calore	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Adeguamento sistema distribuzione	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Adeguamento sistema emissione	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Adeguamento sistema regolazione	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Il Comune

Il Certificatore



Regione Lombardia

TARGA ENERGETICA

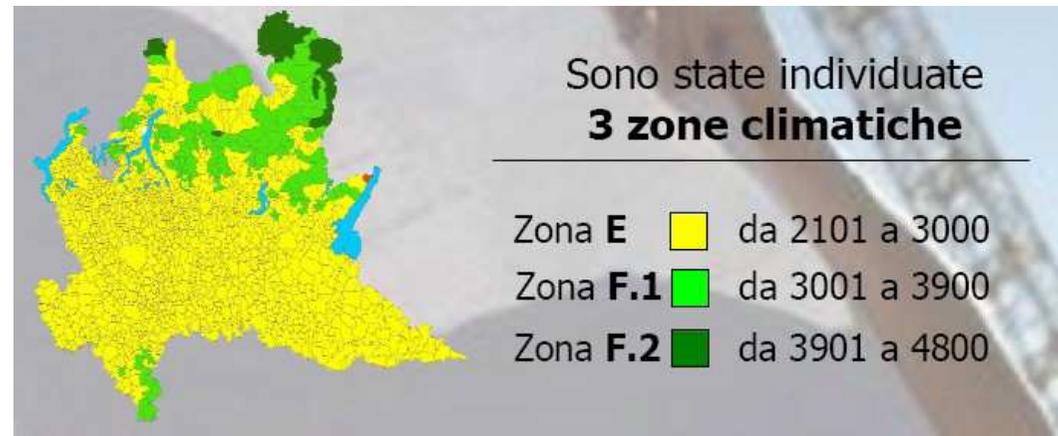
 www.regione.lombardia.it

Comune di

Via Roma, n. 1
 Comune (____)

Ing. Marie Bianchi
 Albo certificatori N. 0001

21 Giugno 2008
 AA - A.1 - 000001 - 08

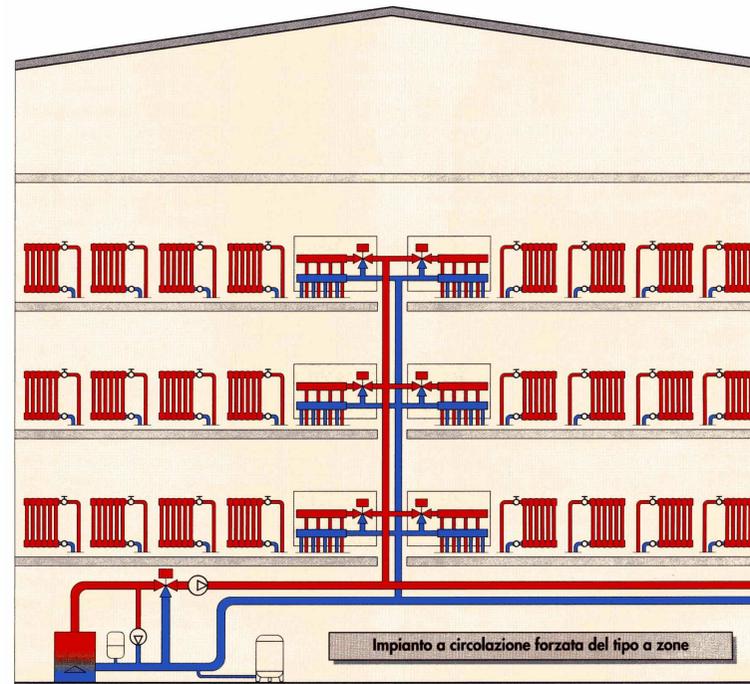


Zona E	
A+	EP < 16
A	16 ≤ EP < 28
B	28 ≤ EP < 40
C+	40 ≤ EP < 63
C	63 ≤ EP < 86
D	86 ≤ EP < 116
E	116 ≤ EP < 145
F	145 ≤ EP < 175
G	EP ≥ 175

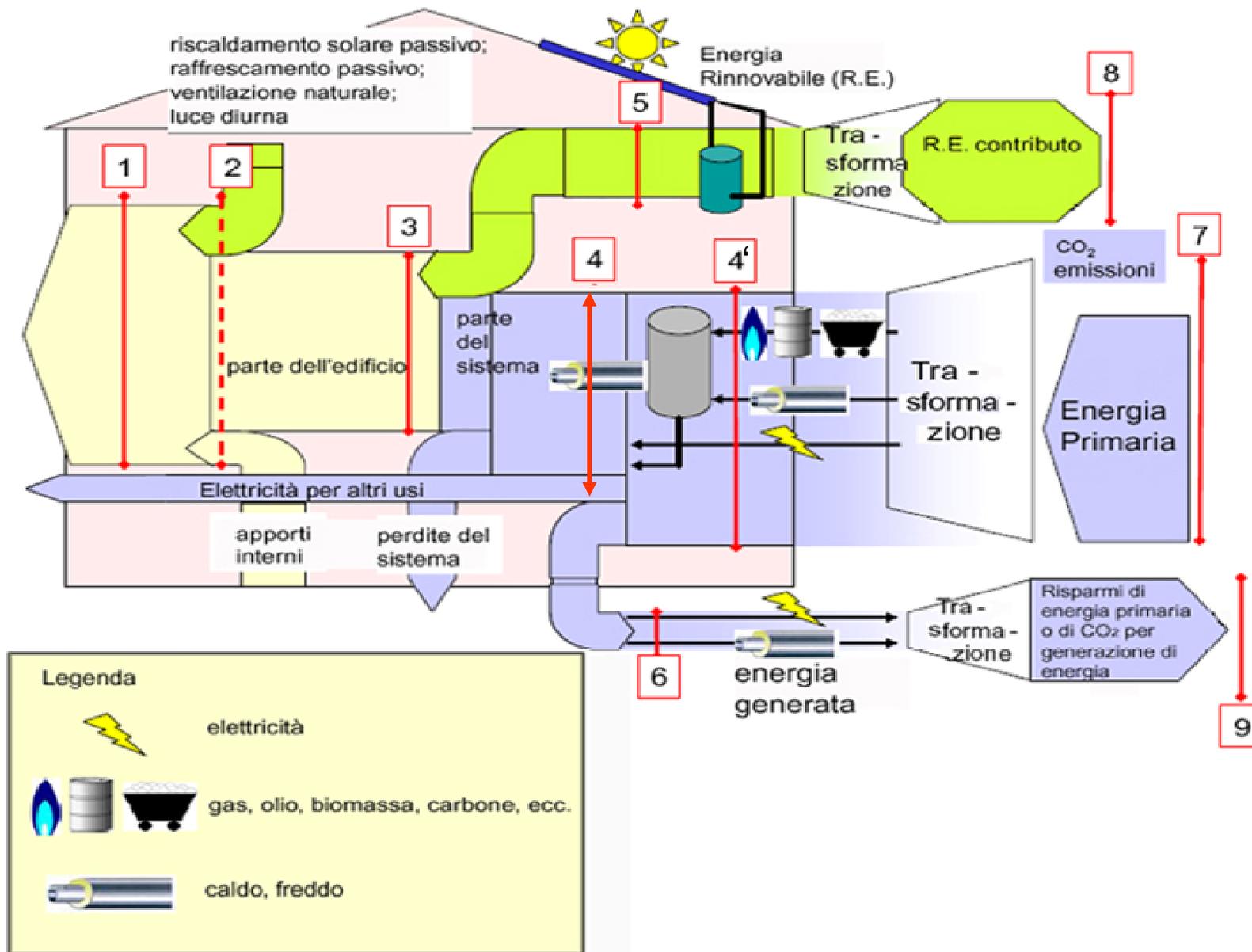
Zona F.1		Zona F.2	
EP < 22		EP < 27	
22 ≤ EP < 38		27 ≤ EP < 48	
38 ≤ EP < 54		48 ≤ EP < 69	
54 ≤ EP < 85		69 ≤ EP < 107	
85 ≤ EP < 117		107 ≤ EP < 147	
117 ≤ EP < 157		147 ≤ EP < 198	
157 ≤ EP < 197		198 ≤ EP < 248	
197 ≤ EP < 236		248 ≤ EP < 298	
EP ≥ 236		EP ≥ 298	



Fabbisogno energetico in termini di Energia Primaria



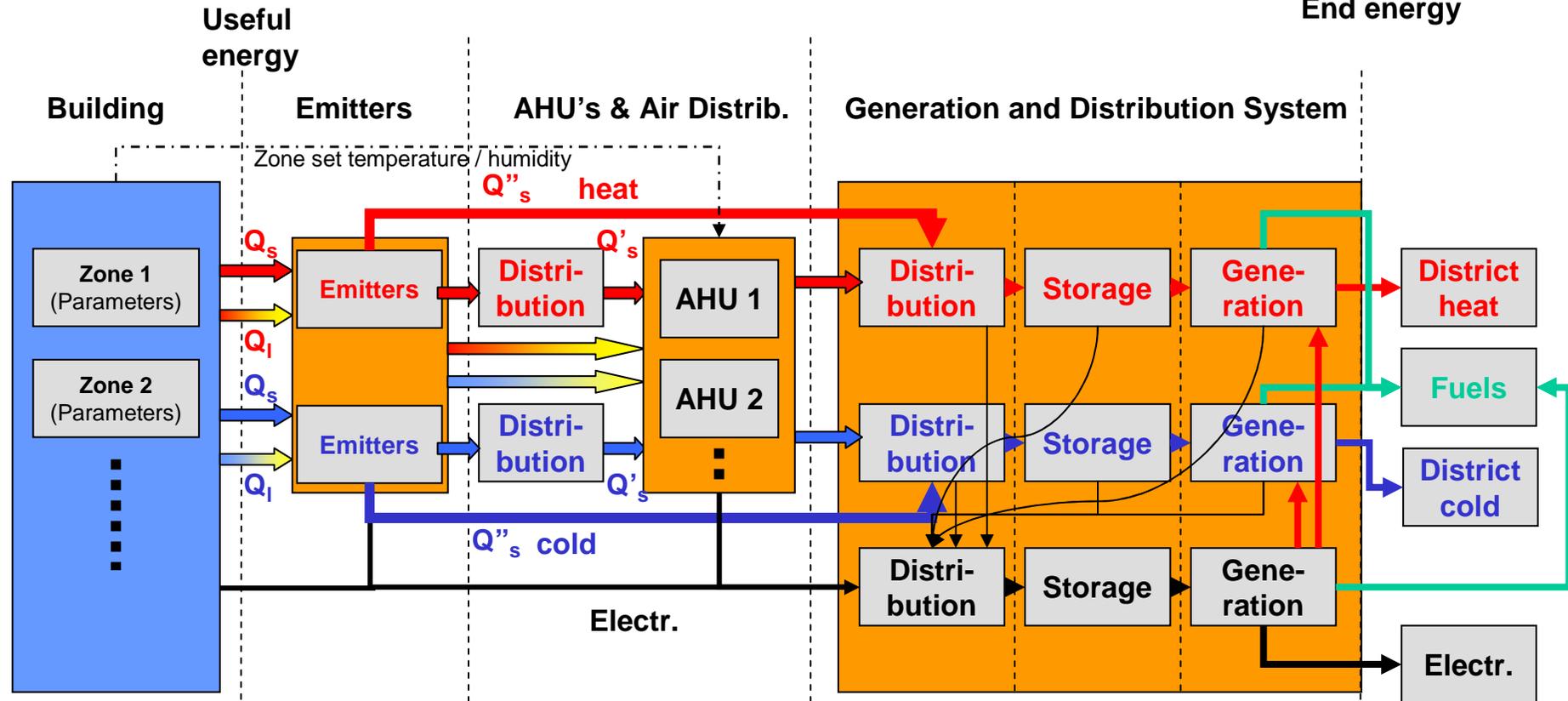
Bilancio energetico sistema edificio -impianto



Struttura del modello di calcolo



End energy



Q_s "sensible" energy

Q_l "latent" energy

From
EN ISO 13790-2008
EN 15243

Equipment

Each box imply
some thermal losses
evaluable through
equipment efficiency or
effectiveness

Generation also imply
heat exchanger or
electrical transformer

Redimenti o perdite ?



Nella UNI 10348 si parlava di rendimenti, nelle nuove norme di perdite: quale si usano ?

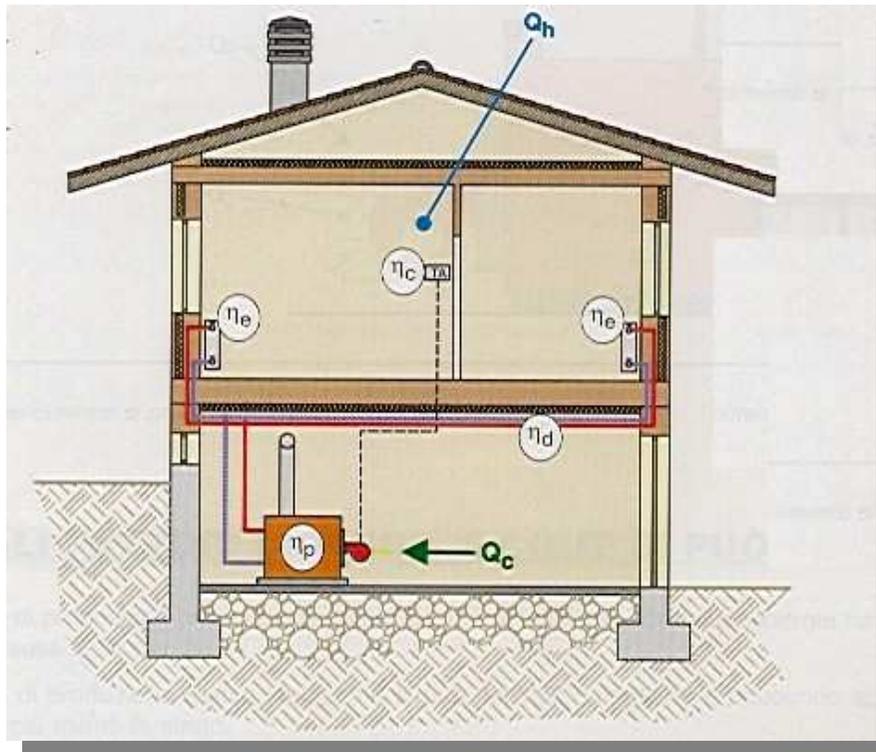
- Gli uni e le altre !

La UNI TS 11300-2*
fornisce i rendimenti:

emissione
controllo
distribuzione
generazione

η_{EH}
 η_{CH}
 η_{DH}
 η_{GH}

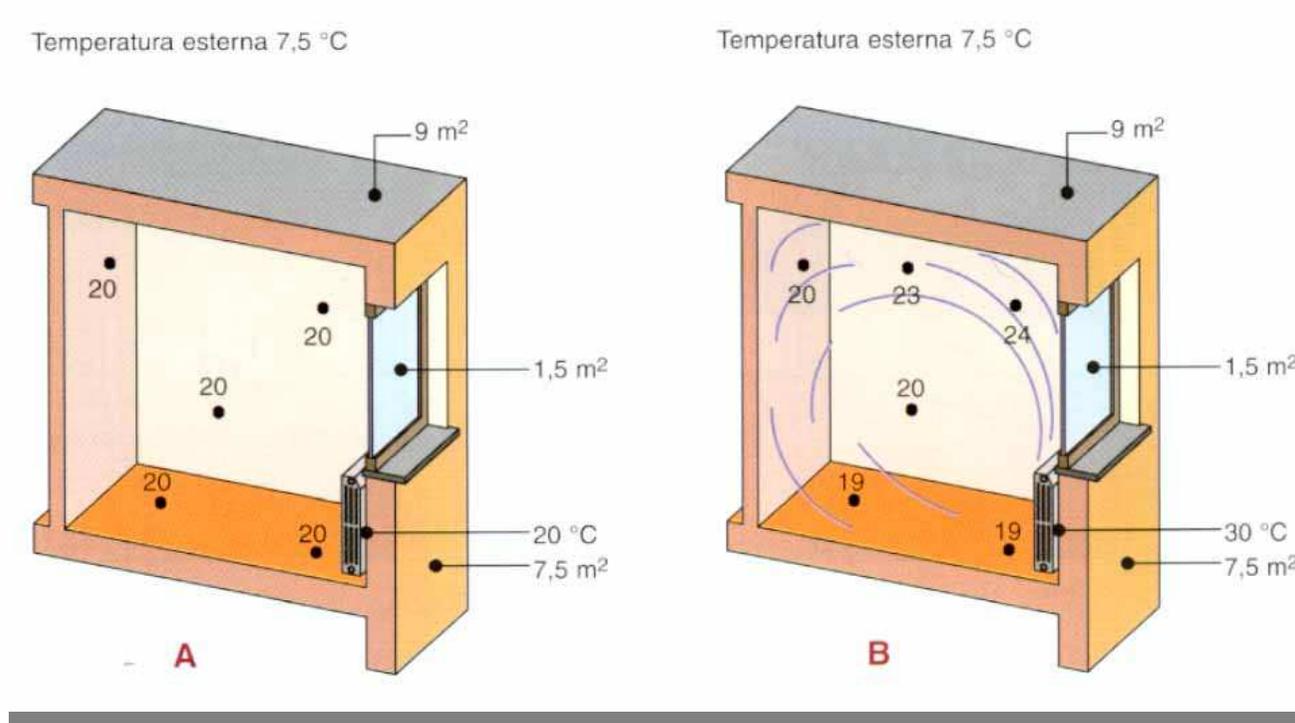
Questi vengono poi
trasformati in perdite



* UNI/TS 11300-2:2008

Dati e metodi per la determinazione dei rendimenti dell'impianto di riscaldamento e di produzione di ACS

Rendimento (Perdita) di emissione



Q = energia dispersa dal locale

A = situazione ideale: il radiatore mantiene a 20 °C ogni punto del locale $Q=Q_A$

B = situazione reale: il radiatore mantiene a 20 °C il punto di misura $Q=Q_B$

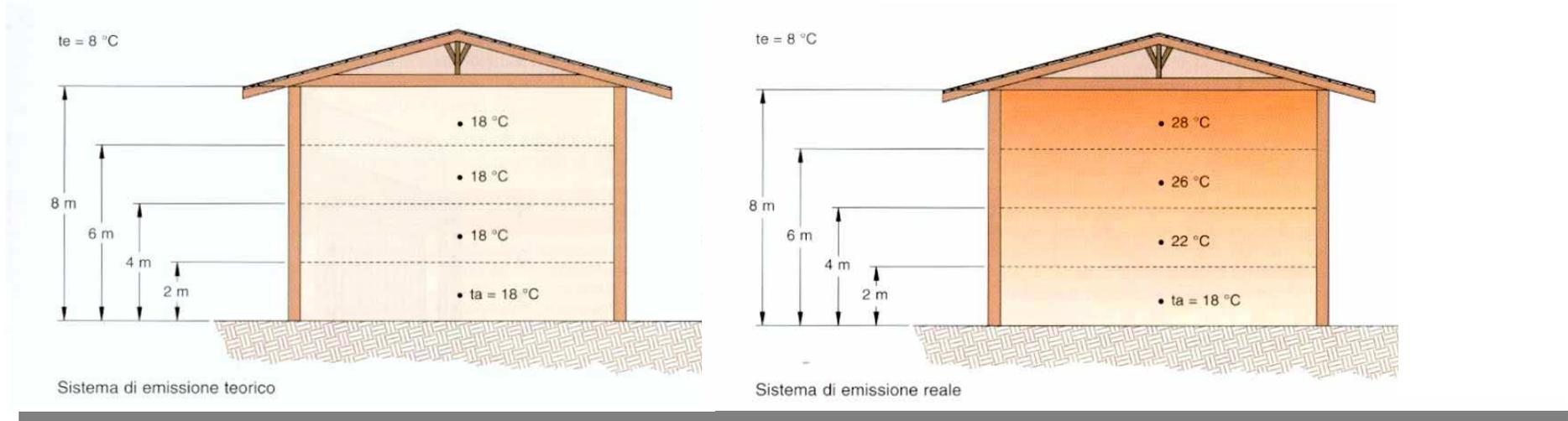
$$\eta_{EH} \equiv \frac{Q_A}{Q_B}$$



$$Q_{L,EH} = \left(\frac{1}{\eta_{EH}} - 1 \right) \cdot Q_{NH}$$

adattato da: Progetto 2000 N° 10

Rendimento (Perdita) di emissione



Per effetto della stratificazione, il calore Q_B dissipato nel caso reale B è molto superiore a quello Q_A dissipato nel caso ideale (temperatura uniforme) A

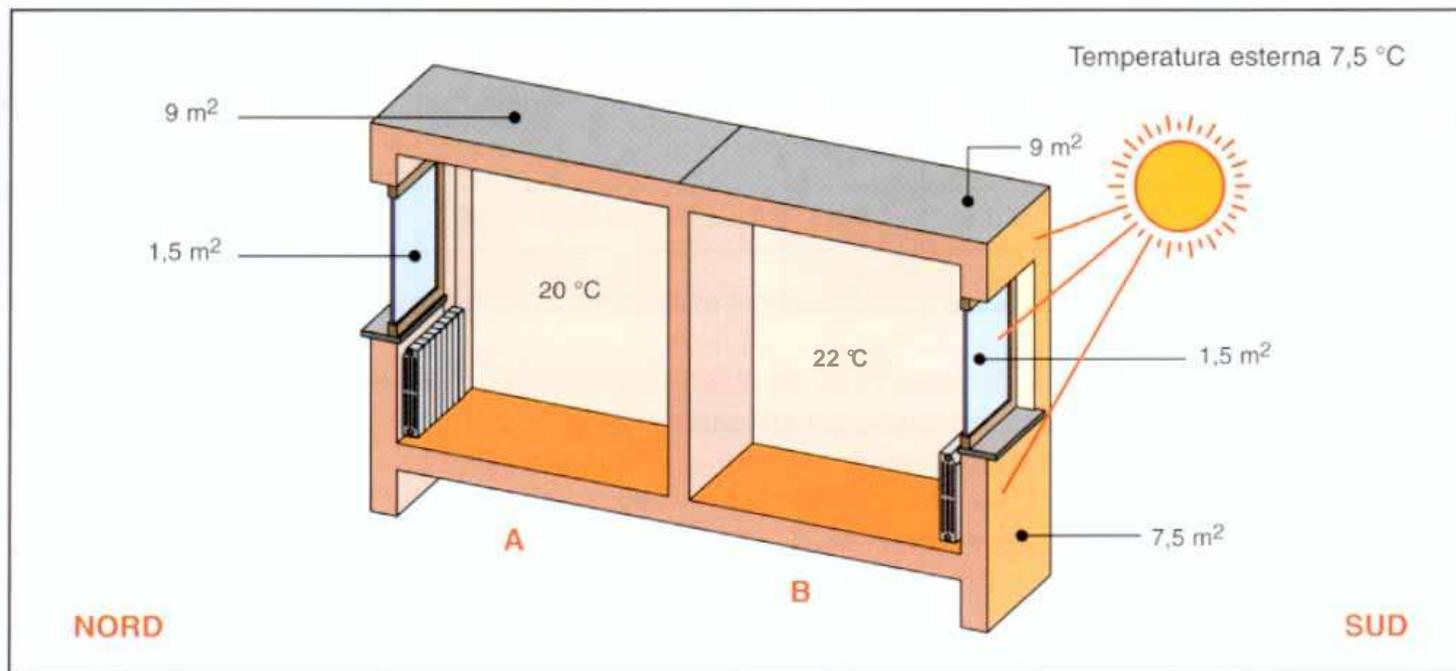
$$\eta_{EH} \equiv \frac{Q_A}{Q_B}$$



$$Q_{L,EH} = \left(\frac{1}{\eta_{EH}} - 1 \right) \cdot Q_{NH}$$

adattato da: Progetto 2000 N° 10

Rendimento (Perdita) di controllo



In assenza di una regolazione stanza per stanza, nel locale B la temperatura supera i 20 °C e le perdite attraverso le pareti aumentano in proporzione al ΔT rispetto all'esterno.

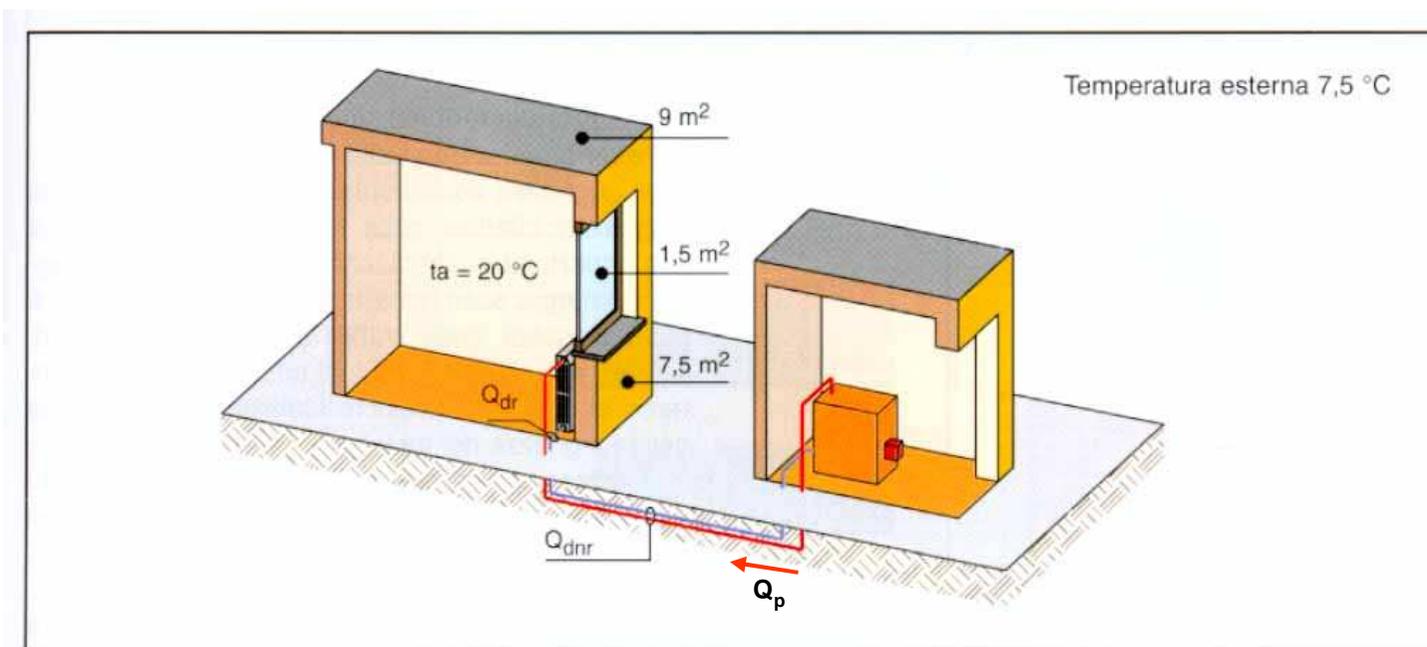
$$\eta_{CH} \equiv \frac{Q_A}{Q_B}$$



$$Q_{L,CH} = \left(\frac{1}{\eta_{CH}} - 1 \right) \cdot Q_{NH}$$

adattato da: Progetto 2000 N° 10

Rendimento (Perdita) di distribuzione



Q_p = energia termica immessa dal sistema di produzione nel sistema di distribuzione

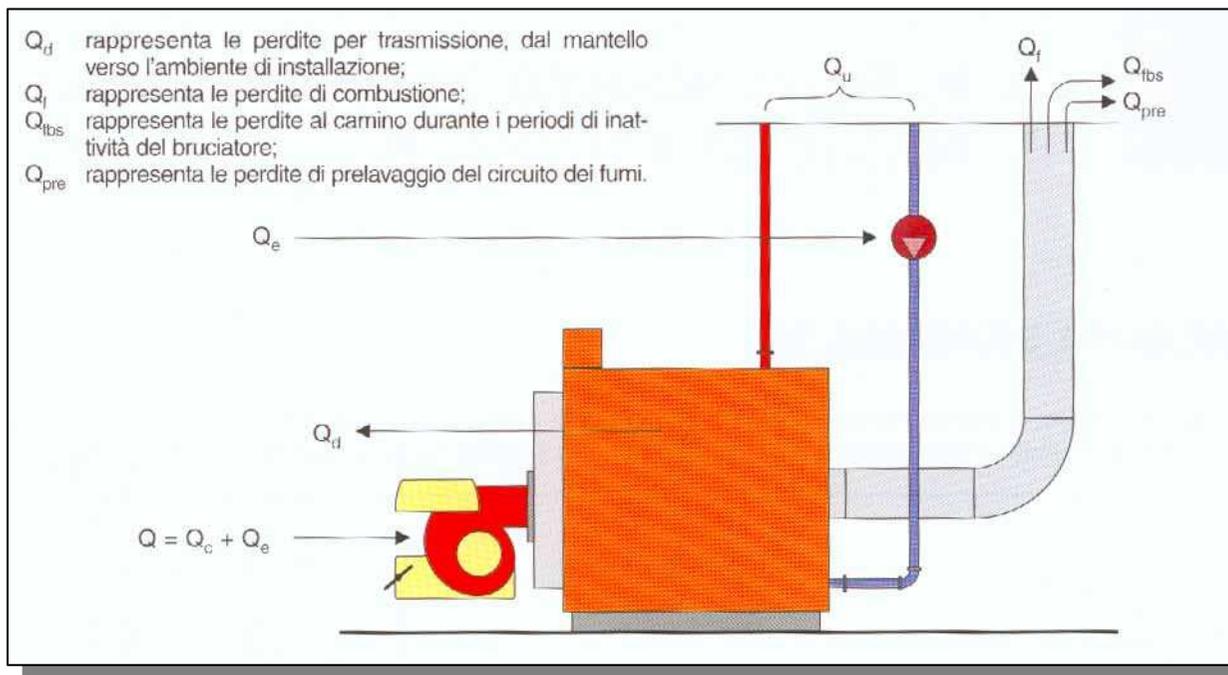
Q_{dnr} = energia termica dispersa dalla rete di distribuzione e non recuperabile

Q_{dr} = energia termica dispersa dalla rete di distribuzione MA recuperata

$$\eta_{DH} \equiv 1 - \frac{Q_{dnr}}{Q_P} \quad \rightarrow \quad Q_{L,DH} = \left(\frac{1}{\eta_{DH}} - 1 \right) \cdot (Q_{NH} + Q_{L,EH} + Q_{L,CH})$$

adattato da: Progetto 2000 N° 10

Rendimento (Perdita) di Generazione



Il metodo viene invertito:

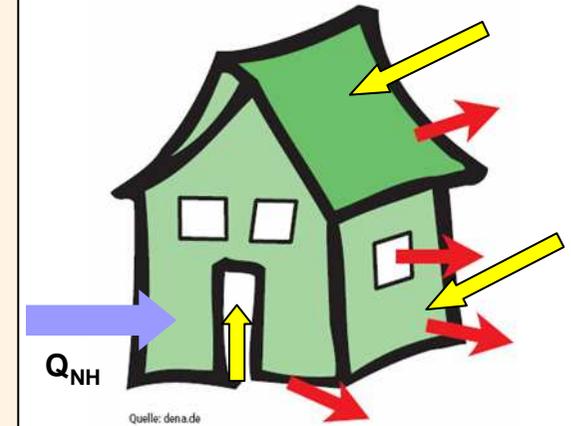
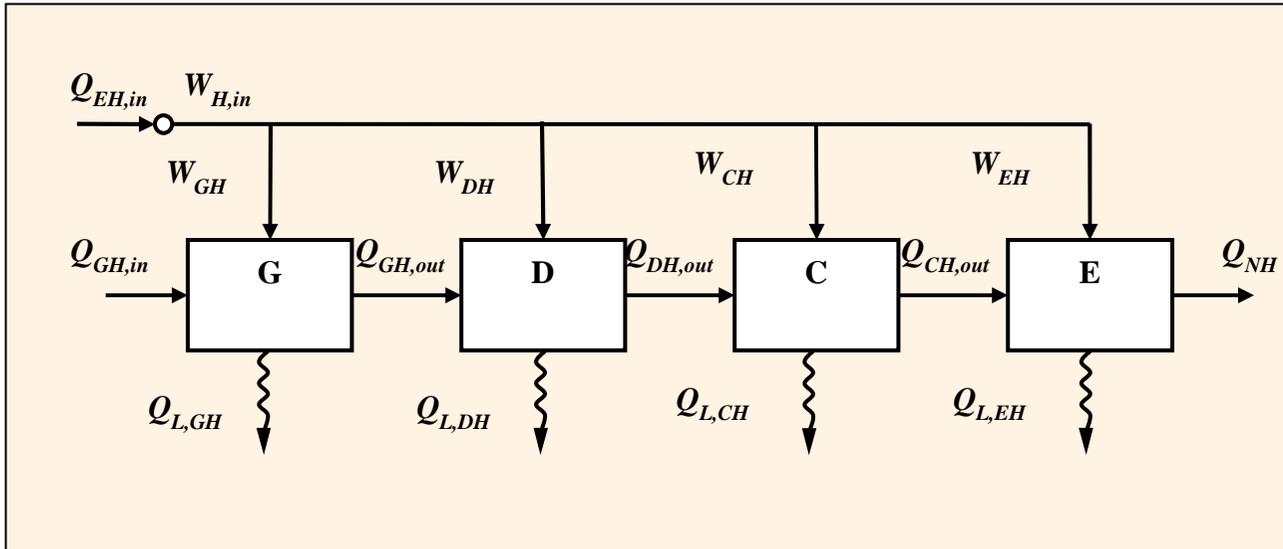
- in funzione del tipo di generatore si determinano le perdite mensili
- nota la perdita di generazione si può calcolare il rendimento

$$Q_{L,GH} = \left(\frac{1}{\eta_{GH}} - 1 \right) \cdot (Q_{PH})$$



$$\eta_{GH} \equiv \frac{Q_{PH}}{Q_{PH} + Q_{L,GH}}$$

Fabbisogno di Energia Primaria



$$Q_{EPH} = Q_{NH} + (Q_{L,EH} - k_{EH} \cdot W_{EH}) + (Q_{C,EH} - k_{CH} \cdot W_{CH}) + (Q_{D,EH} - k_{DH} \cdot W_{DH}) + (Q_{L,GH} - k_{GH} \cdot W_{GH}) + (W_{EH} + W_{CH} + W_{DH} + W_{GH}) / \eta_{SEN}$$

- k_{EH} frazione recuperata dell'energia elettrica ausiliari sistema di emissione
- k_{CH} frazione recuperata dell'energia elettrica ausiliari sistema di controllo
- k_{DH} frazione recuperata dell'energia elettrica ausiliari sistema di distribuzione
- k_{GH} frazione recuperata dell'energia elettrica ausiliari sistema di generazione
- η_{SEN} rendimento del sistema elettrico nazionale (= 0.41) Dal D.Lgs.311



Riqualificazione energetica dell'ambiente costruito per impianti e involucro

Il processo di riqualificazione energetica



- La riqualificazione energetica di un edificio è un processo complesso che coinvolge:
 - ✓ l'involucro
 - ✓ gli impianti
- La politica di intervento deve considerare le specificità dell'edificio, insieme con i sistemi che vi sono installati, in modo INTEGRATO, cioè
 - ✓ l'adeguamento deve considerare come l'edificio e i sistemi possano essere più efficacemente integrati per il miglioramento dell'efficienza energetica

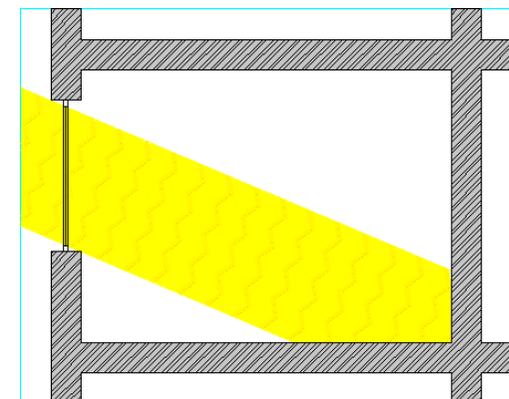
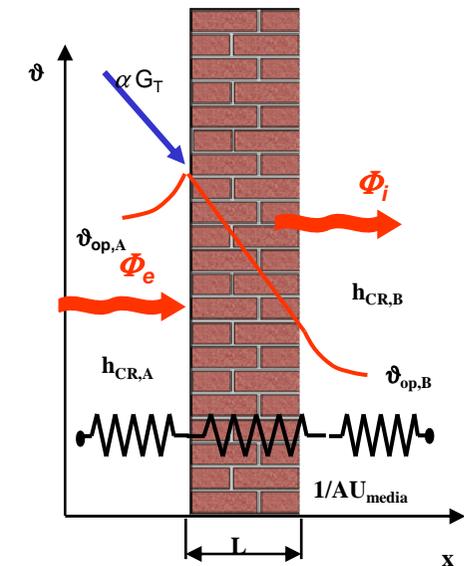


- La riqualificazione energetica di un impianto termico è in generale fortemente condizionata dalle caratteristiche dell'involucro e della struttura.
- In particolare:
 - ✓ dal grado di isolamento termico (U_{media} [W/m²])
 - ✓ dal grado di trasparenza alla radiazione solare
 - ✓ dalla possibilità di ricavarvi o meno dei cavedii tecnici
 - ✓ dalle altezze interpiano e dallo spessore e caratteristiche dei solai

Isolamento termico e trasparenza alla radiazione



- Se, per effetto della riqualificazione energetica dell'involucro, migliora l'isolamento termico, si avrà una riduzione del carico termico
 - ✓ se si dimezza U_{media} si dimezza il flusso termico per trasmissione, sia in riscaldamento sia in raffreddamento
- se si accresce la trasparenza dell'involucro
 - ✓ in assenza di schermi, si accresce il guadagno solare, sia in riscaldamento sia in raffreddamento
 - ✓ in presenza di schermi, si può accrescere il guadagno solare in riscaldamento, e diminuirlo in raffreddamento





Isolamento termico e trasparenza alla radiazione

■ Nel caso migliore (U_{media} diminuisce e G_{sol} ottimizzata)

- ✓ si ha una riduzione del carico termico sensibile sia in riscaldamento sia in raffrescamento, tanto maggiore quanto migliore è la qualità dell'intervento sull'involucro

- ✓ si possono adottare in riscaldamento delle tecnologie impiantistiche a medio-bassa temperatura

- mantenere i vecchi corpi scaldanti
- pannelli radianti
- ventilconvettori
- adottare generatori a bassa temperatura

■ Nel caso in cui non si migliorano le caratteristiche termofisiche dell'involucro e i terminali d'impianto sono ad alta temperatura, il carico resta invariato:

- ✓ si può solo intervenire sulla regolazione e sui generatori

- regolazione intelligente
- generatori ad alta efficienza
- **poligenerazione**



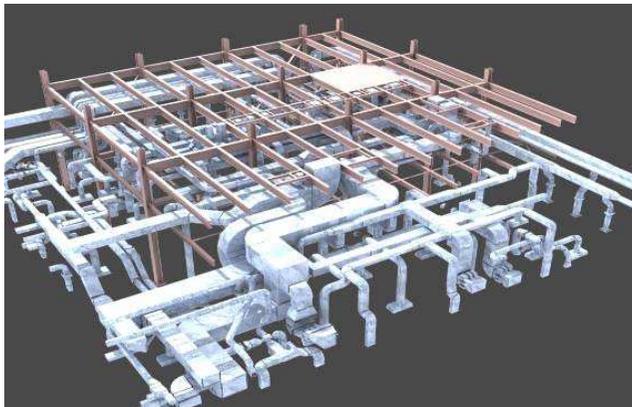
Possibili interventi su un sistema HVAC

- Impiego dei recuperatori termici sull'aria di ventilazione
- Impiego di motori a velocità variabile su distribuzioni aria/acqua
- Sostituzione dei frigoriferi con nuovi modelli energeticamente più efficienti (HFC) e non impieganti cloro (CFC, HCFC), dannoso per l'ozono
- Sistemi a due tubi rispetto a sistemi a quattro tubi
- Sostituzione del generatore di calore in funzione del sistema di emissione utilizzato (attenzione: temperature di mandata!)
- Adeguamento alle effettive richieste delle zone → zonizzazione
- Impiego di sistemi di poligenerazione (caldo-freddo-elettrico)
- Impiego di sistemi ad energia rinnovabile (solare / biomasse)
- Impiego di reti di teleriscaldamento e teleraffreddamento
- Ottimizzazione della gestione del riscaldamento e raffrescamento



- Analizzare e eventualmente modificare la zonizzazione in modo che aree climatizzate di caratteristiche termiche simili vengano servite e controllate insieme.
- In presenza di variazioni nella destinazione d'uso dell'edificio, può essere necessario riposizionare i sensori del sistema di controllo per meglio riflettere le nuove necessità.
- In alcuni casi, il riposizionamento di divisori interni può isolare dei sensori dal sistema che essi controllano vanificandone la funzione; in tali casi occorre ovviamente riposizionare tali sensori negli spazi di loro pertinenza.

Ventilazione e deumidificazione



- Oltre ai generatori termici, i fabbisogni energetici maggiori sono dovuti ai ventilatori e alla deumidificazione
- Occorre limitare la potenza installata dei ventilatori al minimo necessario
- Usare ventilatori ad alta efficienza
- Usare ventilatori con motore accoppiato sull'asse e con VSD (inverter) per la regolazione in velocità di rotazione
- Ridurre i ricambi orari previsti che spesso risultano essere sovradimensionati
- Accrescere per quanto accettabile la banda di regolazione dell'umidità per diminuire i carichi di deumidificazione

Time-schedule e Set Point dei sistemi di controllo



- Fissare un numero di ore di funzionamento realistico:
Non si deve climatizzare un edificio quando non occupato! Ogni ora al giorno di funzionamento in più, per un edificio non occupato la notte, rappresenta circa il 7% di energia per la climatizzazione.
- Fissare temperature di funzionamento realistiche:
Evitare di fissare un'unica temperatura di set point a 22°C più o meno 2°C per tutto l'anno. I sistemi di controllo dovrebbero essere regolati in modo da realizzare una banda morta tra 20 °C e 25°C, cioè non si riscalda né si raffresca in tale intervallo di temperatura. L'adozione di tale banda riduce le richieste di funzionamento dell'impianto e fa risparmiare energia riconoscendo il fatto che gli occupanti vestono diversamente tra inverno ed estate.

Ottimizzazione della gestione - 1



- Riscaldamento o raffrescamento anticipato al mattino:
Si applica la massima potenza di riscaldamento-raffrescamento per raggiungere le condizioni di comfort nel minimo tempo possibile senza operare ricambi d'aria (edificio capacitivo)
- Raffrescamento notturno per ventilazione:
Impiego di aria esterna notturna più fresca per raffreddare le strutture dell'edificio (scaricare la capacità termica) quando la temperatura interna è sopra il più basso valore di temperatura di comfort. Migliora la qualità dell'aria interna, ma potrebbe risultare più dispendiosa che attivare l'impianto di raffrescamento anticipatamente per un breve periodo prima dell'occupazione dell'edificio.
- Pianificazione annuale del funzionamento:
Definire profili di funzionamento che assicurino di accendere l'impianto solo quando serve.

Ottimizzazione della gestione - 2



- Algoritmi di accensione/spegnimento ottimizzanti:
 - ✓ registrando il tempo occorso perché l'edificio al mattino raggiunga le condizioni di comfort prefissate e perché alla sera, dopo lo spegnimento, si diparta significativamente da tali condizioni di comfort, consentono di determinare l'ora di accensione e quella di spegnimento ottimali. Tali algoritmi di ottimizzazione modificano nuovamente le ore di accensione e spegnimento ad ogni cambio di stagione.
- Più controllo localizzato e meno controllo centralizzato:
 - ✓ Consentire a un occupante la possibilità di “controllare” le condizioni del suo spazio (in termini di riscaldamento, raffrescamento, illuminazione, temperatura, qualità dell'aria, ecc.) da maggiore percezione di comfort a pari energia consumata.



GRAZIE PER L'ATTENZIONE!