

ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROVINCIA DI CATANIA
COMMISSIONE GIOVANI



PRINCIPI BASILARI PER LA PROGETTAZIONE

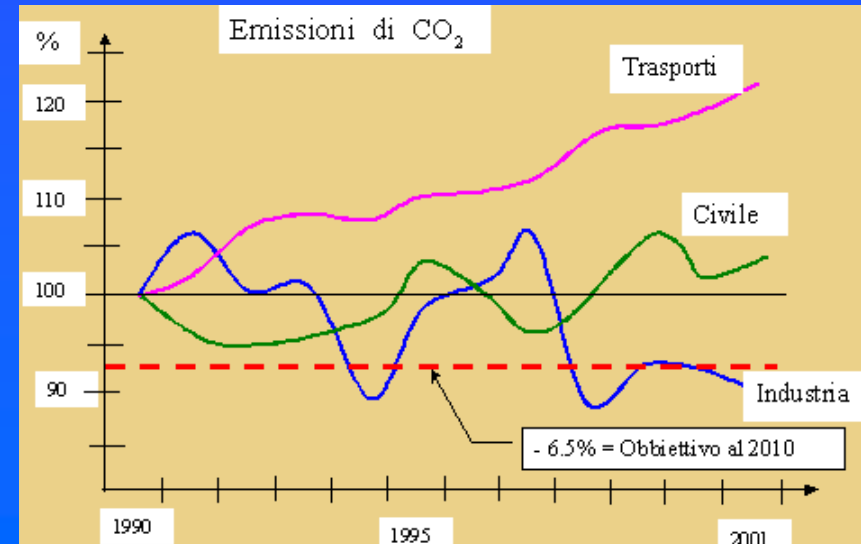
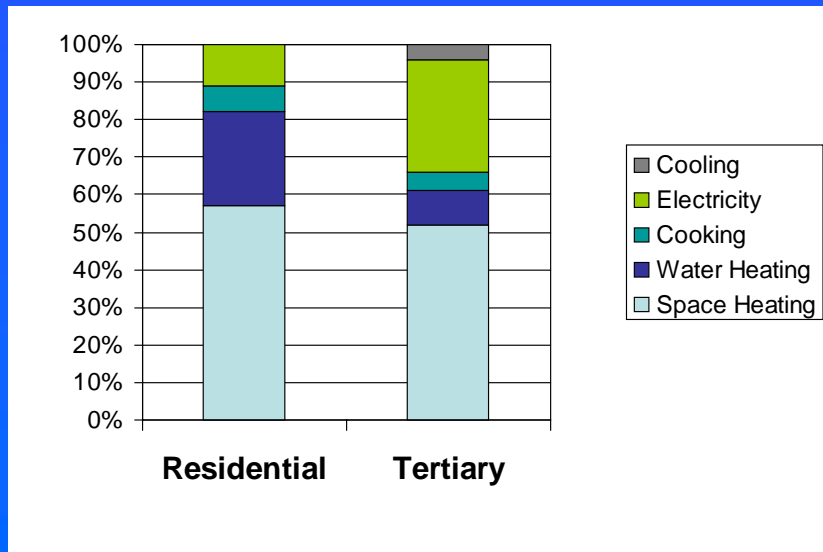
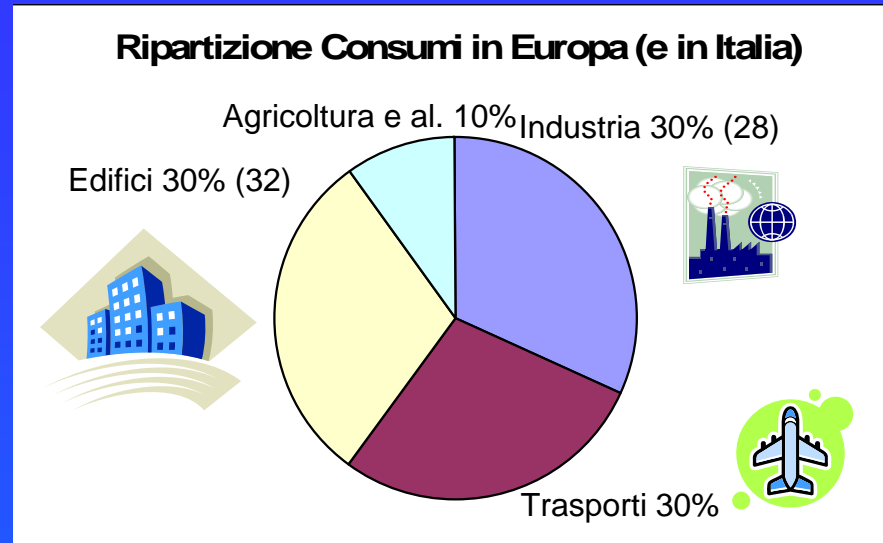
Problematiche energetiche del sistema Edificio-Impianto

Dott. Ing. Fabio Sicurella
f.sicurella@diim.unict.it

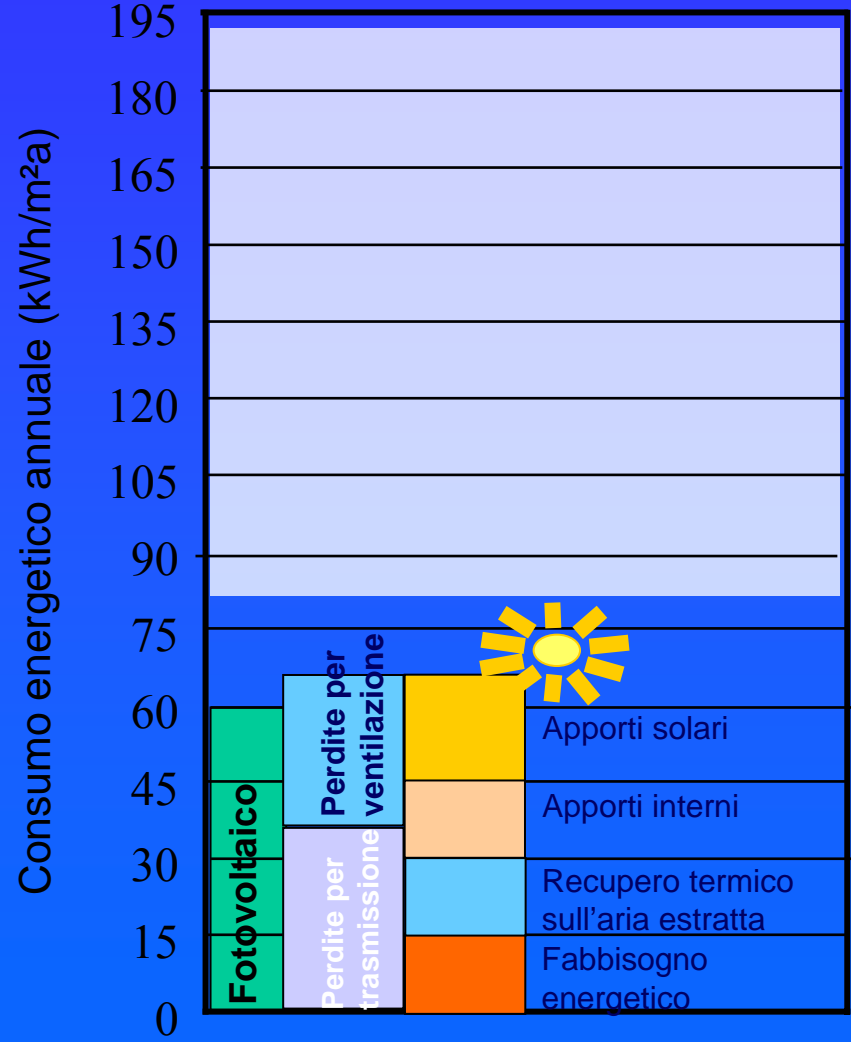
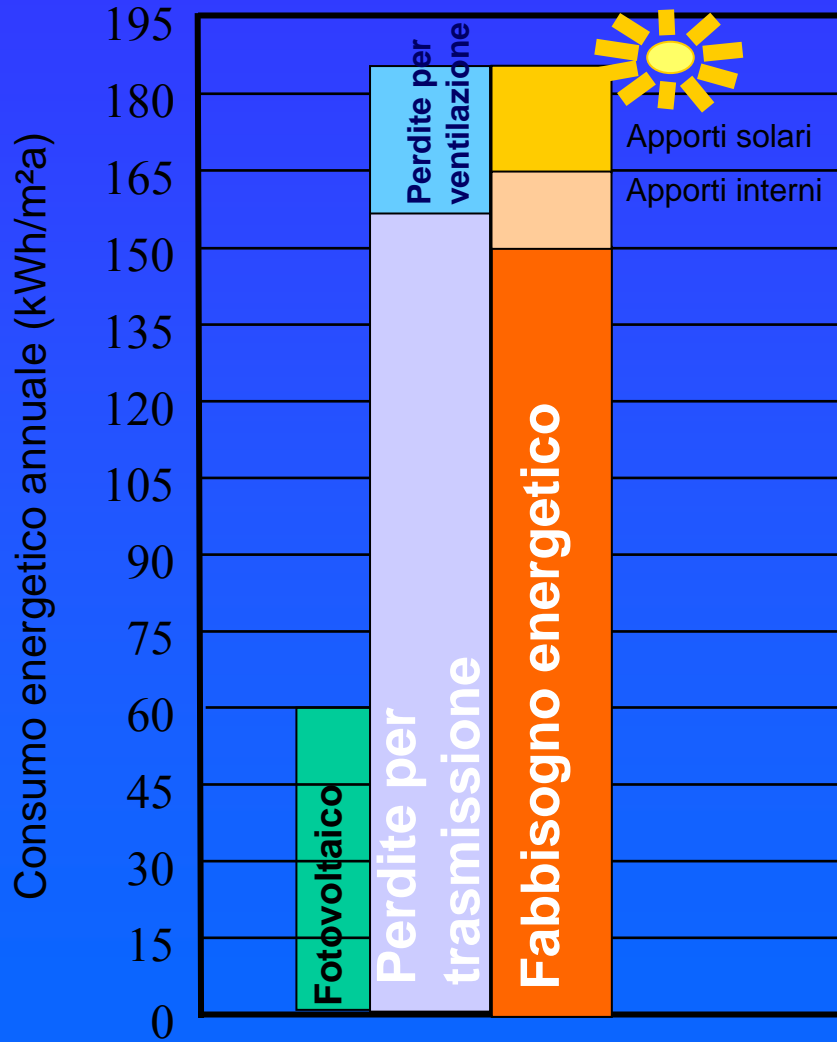
HELOS ROAD

Catania, 25/10/2008

Consumi energetici ed emissioni in Europa ed in Italia

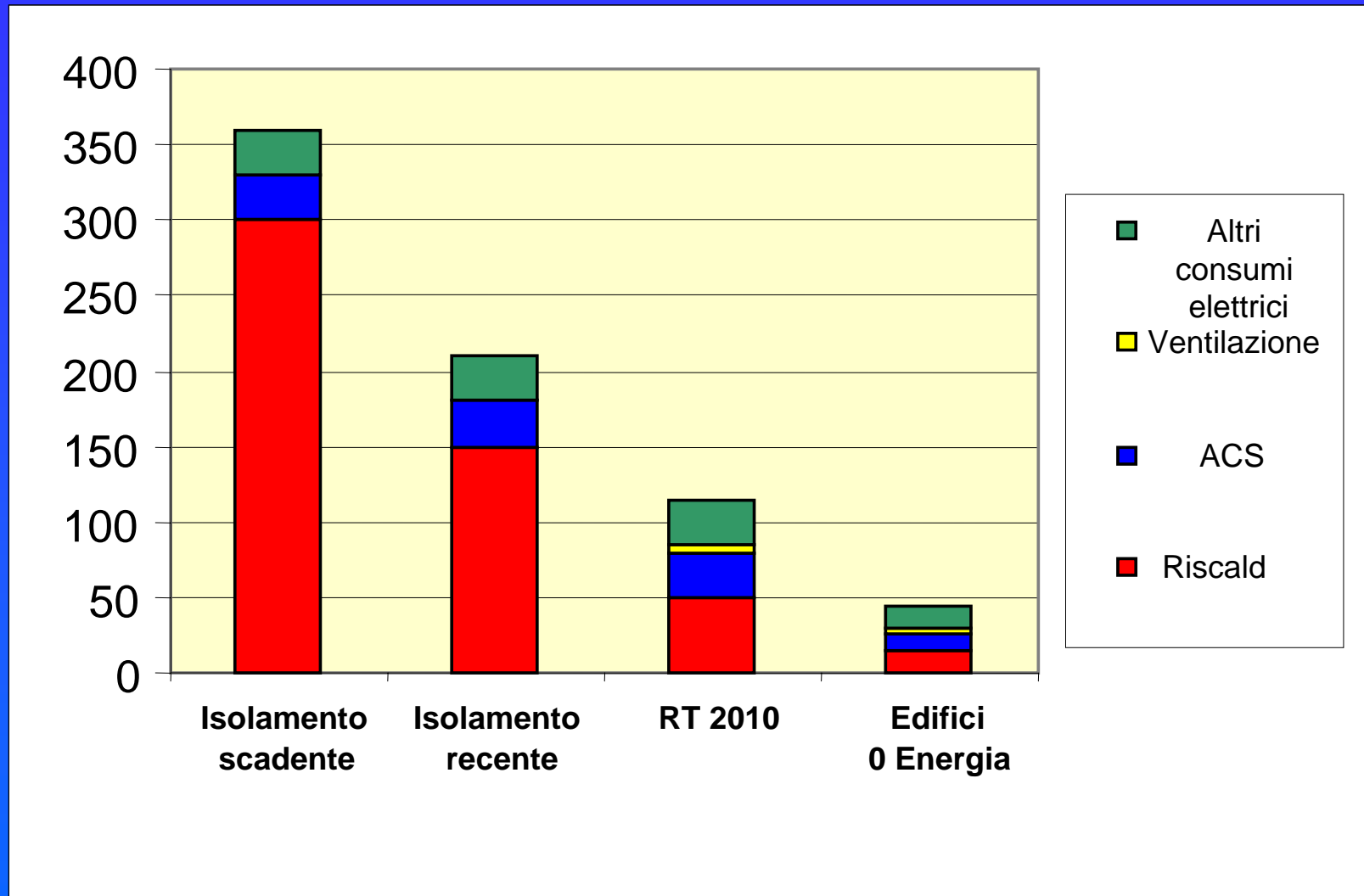


Limitare il fabbisogno energetico per il riscaldamento e la ventilazione



Evoluzione degli edifici

Consumo energetico in kWh/m²a



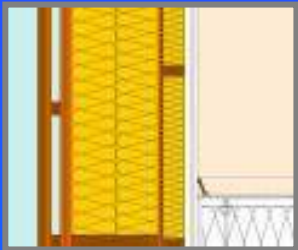
Approccio energetico globale



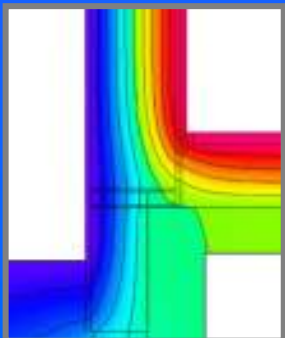
U-Value 0,1 W/m²K



Tenuta all'aria



U-Value 0,1 W/m²K



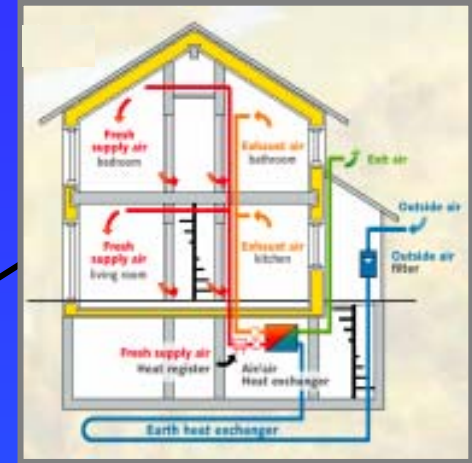
Assenza di ponti termici



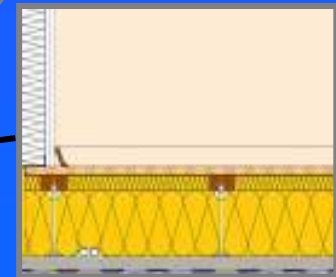
Minimizzazione dei fabbisogni termici

Collettori solari

Ventilazione controllata



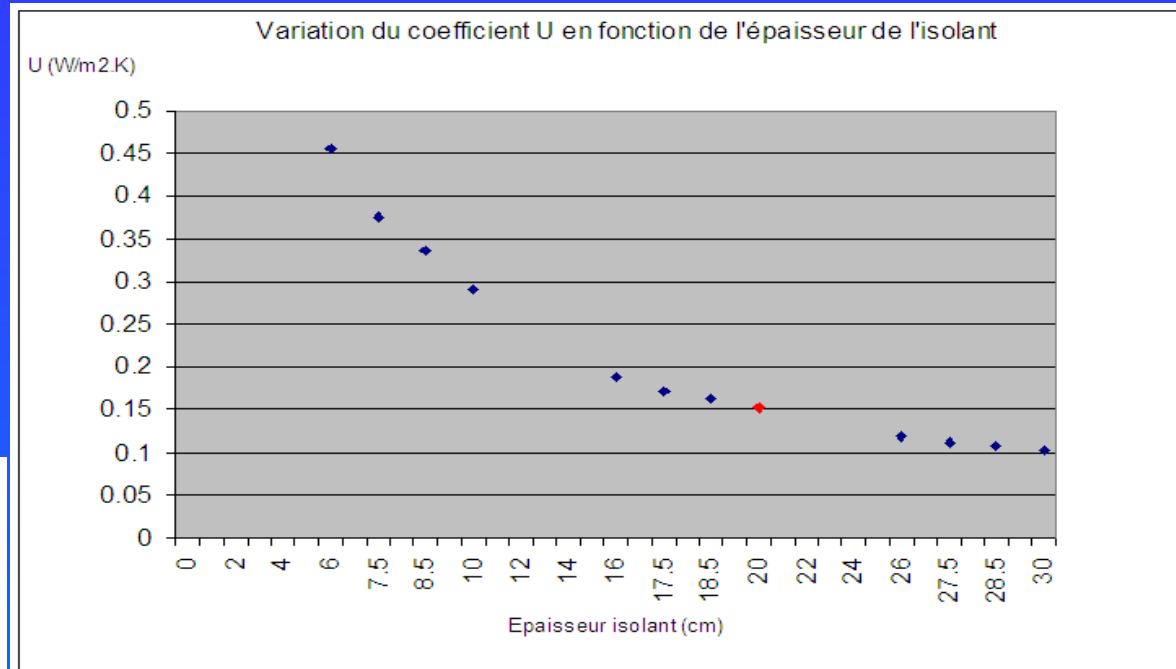
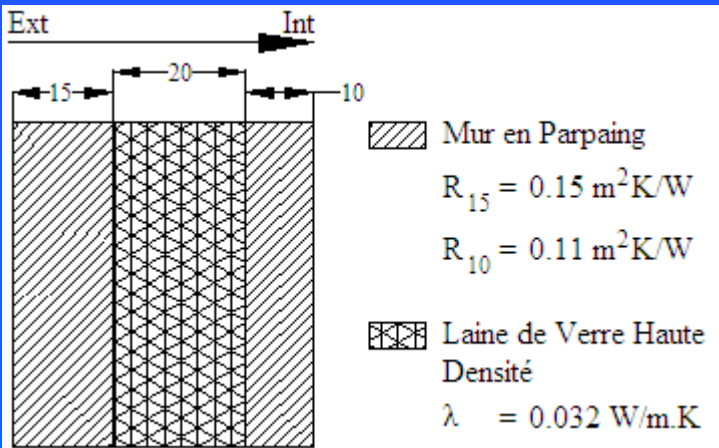
U-Value 0,7 W/m²K



U-Value 0,12 W/m²K

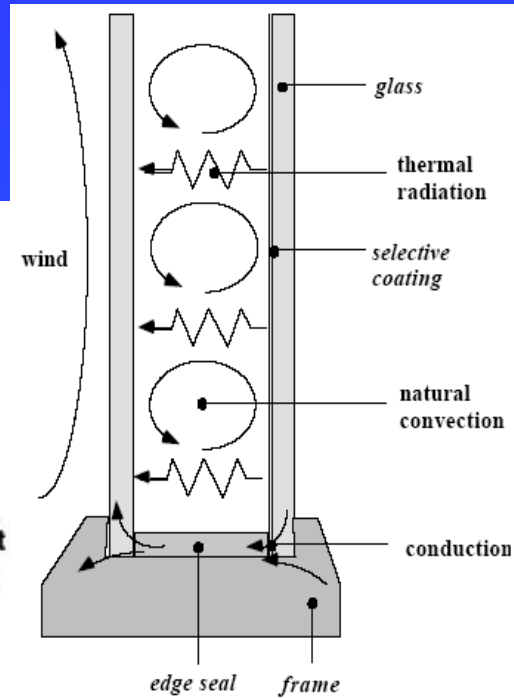
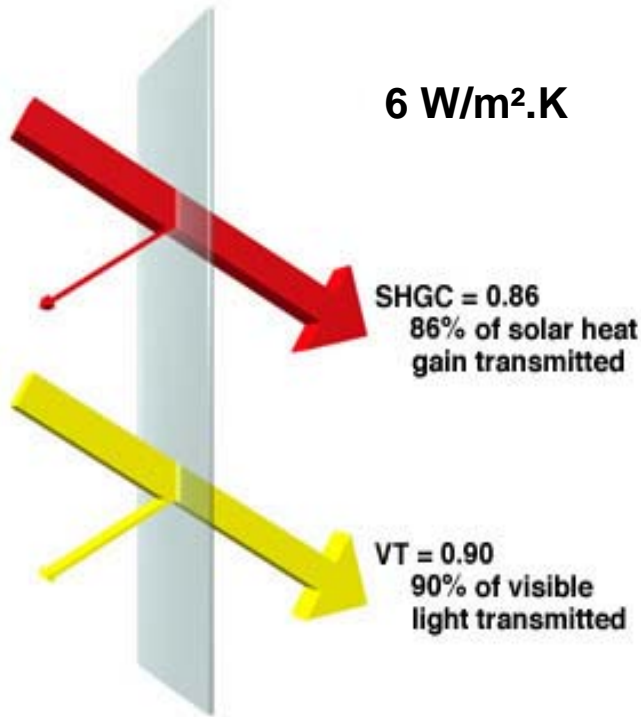
Isolamento termico ottimizzato

Isolamento dell'involucro con materiali e spessori opportuni



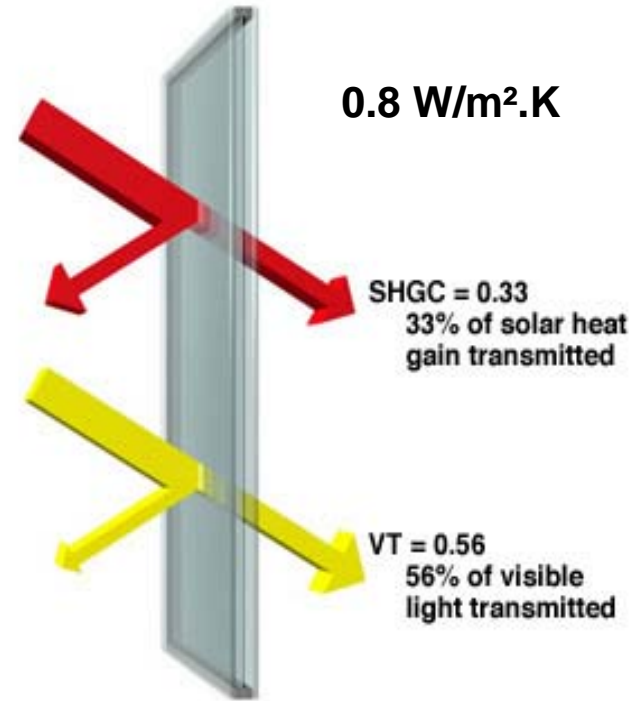
Scelta delle vetrature coerentemente con gli apporti solari...graditi

Vetro semplice

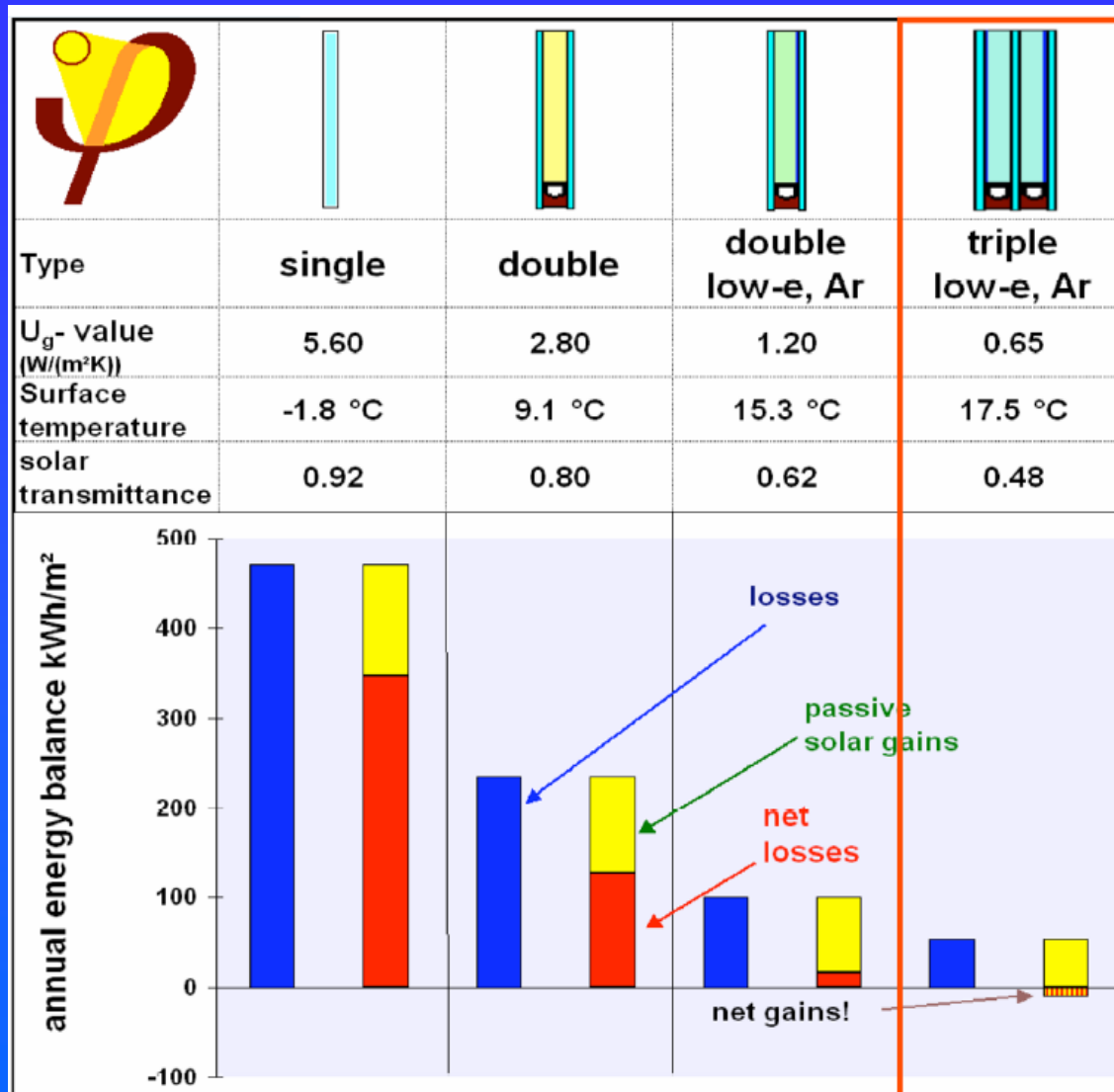


Doppio vetro

Triplo vetro con argon



Comfort \Rightarrow



Vetri del futuro



Doppio vetro +
veneziana

Vetri ad accumulo
(aerogel)

Vetrature +
PV

Cristalli liquidi

Vetri sotto vuoto

Tripli vetri

Qual'è la situazione in Europa?

	Edifici “a basso consumo” tra 30 e 50 kW.h/(m ² .a) (energia finale)	Edifici 0- Energia tra 10 e 20 kW.h/(m ² .a) (energia finale)
Germania	12000	3000
Svizzera	7200	150
Italia	?	?

Evoluzione del quadro legislativo in Italia

Legge 30 aprile 1976 n. 373

Norme per il contenimento del consumo energetico per usi termici degli edifici

Legge 9 gennaio 1991 n.10

Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia

DPR 26 agosto 1993 n.412

Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione all'art.4, comma 4, della legge 9 gennaio 1991, n.10

DPR 21 dicembre 1999 n.551

Regolamento recante modifiche al decreto del Presidente della Repubblica 26 agosto 1993, n. 412, in materia di progettazione, installazione, esercizio e manutenzione degli impianti termici degli edifici

Più recentemente...

Direttiva n. 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia il cui obiettivo è promuovere l'efficienza energetica degli edifici nell'UE

Decreto Legislativo n.192 del 19 agosto 2005 (entrata in vigore 8 ottobre)

Decreto Legislativo n.311 del 26 dicembre 2006

In questi decreti vengono:

- Definiti i requisiti-energetici prestazionali degli edifici
- Introdotta l'obbligatorietà all'utilizzo di fonti rinnovabili (solare e fotovoltaico)
- Introdotta la Certificazione Energetica

Applicazione integrale

Edifici di nuova costruzione (richiesta di permesso di costruire o denuncia di inizio attività, comunque denominata, presentati successivamente all'8/10/2005) e impianti in essi installati;

- **Edifici esistenti di superficie utile superiore a 1000 m²** nel caso di:
 - a) Ristrutturazione integrale dell'involucro;
 - b) Demolizione e ricostruzione in manutenzione straordinaria;
- **Ampliamento di un edificio** (se volumetricamente superiore al 20% dell'intero edificio) e solo relativamente all'ampliamento stesso.

Applicazione limitata al rispetto di specifici parametri

Involucro edilizio nel caso di:

- Ristrutturazione totale (superficie utile inferiore a 1000 m²);
- Ristrutturazione parziale (superficie utile inferiore a 1000 m²);
- Manutenzione straordinaria (superficie utile inferiore a 1000 m²);
- Ampliamenti volumetrici inferiori al 20%;

Impianti termici nel caso di:

- Nuova installazione in edifici esistenti;
- Ristrutturazione in edifici esistenti;

Generatori di calore nel caso di:

- Sostituzione in edifici esistenti

Requisiti energetici-prestazionali degli edifici

- Limiti di trasmittanza sui componenti dell'involucro (pareti, solai, infissi, etc.)
- Limiti sul rendimento stagionale medio dell'impianto
- Limiti sul fabbisogno annuo di energia primaria [$\text{kWh}/(\text{m}^2 \text{ a})$] (solo se applicazione integrale)

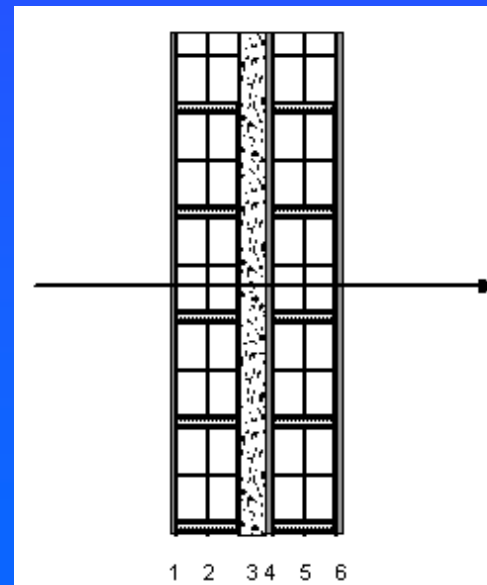
Caratteristiche edificio - PARETI

$$U = \frac{1}{R_{si} + \sum_i \frac{s_i}{\lambda_i} + \sum_j R_j + R_{se}}$$

DL 311/06

ns	coMat	descrizione strati	s	l	R
STRUTTURA P.E 103		Muratura in doppia parete con due elementi forati da 12 cm e polistirene espanso sinter. da 5 cm. S= 33 cm, Rw =49, REI >=180			
	LIM 1	Strato liminare della superficie verticale interna UNI 6946			0.130
1	INT 7	Intonaco di calce e gesso	0.01	0.7	0.014
2	MUR 15	Blocchi in laterizio forato di tamponamento 12/30 per esterni	0.12		0.250
3	ISO 10	Polistirene espanso sinterizzato da 25 Kg/mc in lastre, conforme UNI 7891	0.05	0.04	1.250
4	INT 8	Intonaco di cemento, sabbia e calce 1800 per esterno	0.015	0.9	0.017
5	MUR 15	Blocchi in laterizio forato di tamponamento 12/30 per esterni	0.12		0.250
6	INT 8	Intonaco di cemento, sabbia e calce 1800 per esterno	0.015	0.9	0.017
	LIM 2	Strato liminare della superficie verticale esterna [vento < 4 m/s] UNI 6946			0.040

$$K_p = 0.508 \text{ (W/m}^2 \cdot \text{K)}$$



Parco edilizio esistente...

UNI TS 11300 – 1

DL 311/06

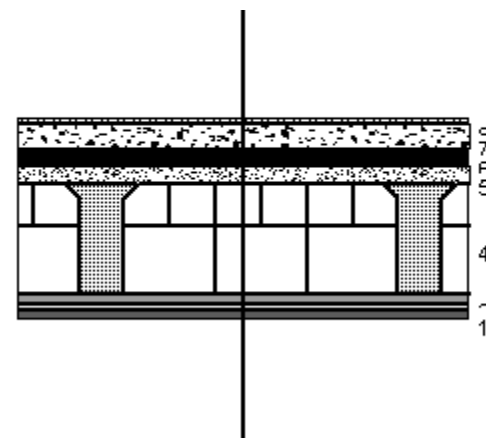
Caratteristiche edificio - COPERTURA

DL 311/06

STRUTTURA
SOF 615 Copertura per mansarda in latero cemento con interposto isolamento
in fibre di vetro, rivestimento in pino

ns	coMat	descrizione strati	s	l	R
	LIM 4	Strato liminare della superficie orizzontale interna, calore ascendente			0.100
1	LEG 2	Legno di pino con flusso termico perpendicolare alle fibre	0.015	0.15	0.100
2	INA 3	Intercapedine d'aria non ventilata sp. 10 mm , superfici opache, flusso di calore	0.01		0.150
3	INT 7	Intonaco di calce e gesso	0.015	0.7	0.021
4	SOL 2	Soletta mista da 16 cm. in laterizio +2, nervature in cemento armato; 950 [da	0.18		0.300
5	CLS 2	Calcestruzzo di sabbia e ghiaia 2000 per pareti interne o esterne protette	0.03	1.16	0.026
6	IMP 3	Bitume	0.03	0.17	0.176
7	ISO 3	Pannelli rigidi in fibra di vetro da 100 Kg/mc	0.04	0.038	1.053
8	CAR 4	Cartone bitumato	0.003	0.23	0.013

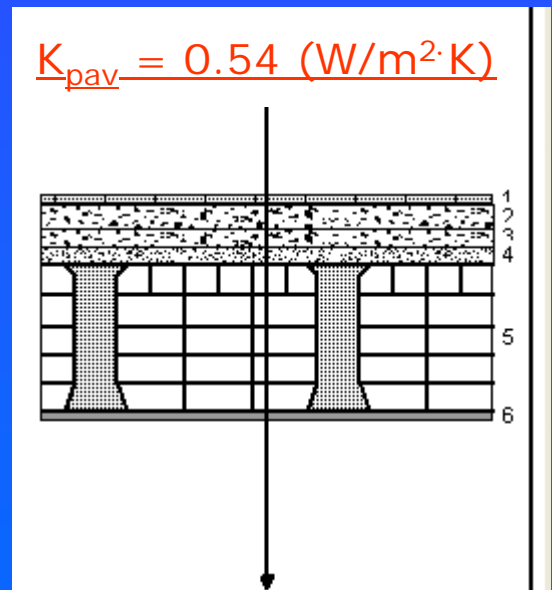
$$K_s = 0.5 \text{ (W/m}^2 \cdot \text{K)}$$



Caratteristiche edificio - PAVIMENTO

DL 311/06

STRUTTURA		Pavimento su portico, isolata con pannelli in polistirene, finitura in ceramica			
PAV 503					
ns	coMat	descrizione strati	s	l	R
	LIM 7	Strato liminare della superficie orizzontale interna, calore discendente			0.170
1	PAV 1	Piastrelle di ceramica	0.015	1	0.015
2	ZZZ 7	Calcestruzzo di perlite e di vermiculite 250 di sottofondo	0.04	0.13	0.308
3	ISO 11	Polistirene espanso estruso da 35 Kg/mc con pelle impermeabile alta	0.03	0.035	0.857
4	CLS 6	Calcestruzzo di sabbia e ghiaia 2000 per pareti esterne non protette	0.03	1.26	0.024
5	SOL 7	Solaio di tipo predalles, senza soletta cls, laterizio 12 cm, sp tot 24 cm; da	0.24		0.280
6	INT 8	Intonaco di cemento, sabbia e calce 1800 per esterno	0.015	0.9	0.017



Caratteristiche edificio - FINESTRE

$$U_w = \frac{A_g U_g + A_f U_f + L_g \psi_g}{A_g + A_f}$$

DL 311/06

STRUTTURA S.E 213 Serramento vetrato in vetro camera 4-6-4, 1,5 x 1,5, telaio in alluminio

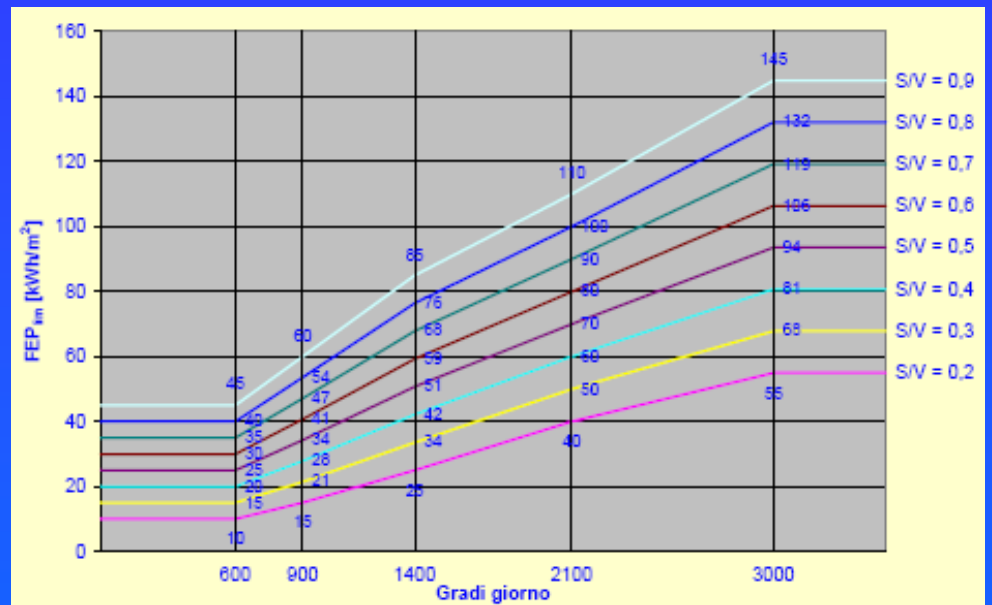
$K_f = 3.22 \text{ (W/m}^2\cdot\text{K)}$

Stima della trasmittanza di una finestra

UNI TS 11300 – 1

Fabbisogno annuo di energia primaria

DL 311/06



Metodologia di calcolo nazionali

Edifici nuovi

Calcolo dell' Energia Primaria con le norme tecniche nazionali derivanti dalle corrispondenti CEN: UNI-TS 11300 parti 1 e 2

Edifici esistenti

Stesse norme utilizzate per gli edifici nuovi

Procedure semplificate (DOCET, Best Class, etc.)

Autodichiarazione del proprietario (Edificio di Classe G se $<1000\text{m}^2$)

Certificazione energetica

La certificazione energetica degli edifici è obbligatoria solo nei seguenti casi:

- Edifici di nuova costruzione (richiesta di permesso di costruire o denuncia di inizio attività, comunque denominata, presentati successivamente all'8/10/2005);
- Ristrutturazione integrale dell'involucro (superficie utile superiore a 1000 m²);
- Demolizione e ricostruzione in manutenzione straordinaria (superficie utile superiore a 1000 m²).
- Per gli edifici pubblici, nel caso di contratti, nuovi o rinnovati, relativi alla gestione degli impianti termici o di climatizzazione

E in tutti i casi di trasferimento a titolo oneroso (?)

E' necessaria

- per accedere agli incentivi ed alle agevolazioni di qualsiasi natura, sia come sgravi fiscali o contributi a carico di fondi pubblici o della generalità degli utenti, finalizzati al miglioramento delle prestazioni energetiche dell'unità immobiliare, dell'edificio o degli impianti.

Iter procedurale

La conformità delle opere realizzate rispetto al progetto e alle sue eventuali varianti, alla relazione tecnica (secondo quanto previsto all'articolo 28, comma 1, della legge 9 gennaio 1991, n. 10) nonché **l'attestato di qualificazione energetica** dell'edificio come realizzato, devono essere **asseverati dal direttore dei lavori**, e presentati al Comune di competenza contestualmente alla dichiarazione di fine lavori senza alcun onere aggiuntivo per il committente. La dichiarazione di fine lavori è inefficace a qualsiasi titolo se la stessa non è accompagnata da tale documentazione asseverata (art.8 D.L.311/06).

Al termine dei lavori **il Costruttore** (edifici nuovi) o **il Proprietario** (edifici esistenti) fa richiesta dell'Attestato di Certificazione energetica che è rilasciato dal Certificatore (soggetto terzo)

Il Certificatore, sulla base della documentazione fornita dal Costruttore/Proprietario, procede alle ispezioni e verifiche necessarie e rilascia l'Attestato trasmettendone copia alla Regione o ad altra unità di controllo

Certificazione energetica, in cosa consiste?

- Diagnosi energetica finalizzata alla determinazione della prestazione energetica dell'immobile
- Individuazione degli interventi di riqualificazione e indicazione della priorità degli interventi
- Classificazione dell'immobile in funzione della sua prestazione energetica
- Rilascio dell'attestato di certificazione

Chi effettua la Certificazione Energetica?

La figura del *Certificatore*

- Tecnico abilitato iscritto agli ordini professionali
- Organismi pubblici operanti nel settore energetico
- Organismi accreditati di ispezione e controllo nel settore delle costruzioni e impiantistico
- Società di servizio nel settore energia accreditate
- Soggetti in possesso di titolo di studio in discipline tecnico-scientifiche che abbiano seguito specifici corsi di formazione finalizzate alla Certificazione energetica, organizzati e/o riconosciuti dalle Regione di pertinenza

Le Regioni possono adottare un proprio criterio di accreditamento dei certificatori

L'attestato di certificazione e la Targa energetica

L'attestato di certificazione energetica ha una validità temporale di massimo 10 anni, e comunque deve essere aggiornato ad ogni intervento di ristrutturazione che modifica la prestazione energetica dell'edificio o dell'impianto

CLASSENERGIA ATTESTATO DI CERTIFICAZIONE ENERGETICA

Tipo di edificio: Residenza
Anno di costruzione: 2006

Ubicazione: Via del Comune, 1
Località: 20000 Comune(MI)
Interno

Proprietario/Costruttore: Mario Rossi
Progettista: Stefano Bianchi

Comune di Comune

Classe Energetica	Fabbisogno di calore edificio	Energia primaria usi termici
A	≤ 30 kWh/m ²	
B	≤ 50 kWh/m ²	B 50
C	≤ 70 kWh/m ²	
D	≤ 90 kWh/m ²	D 88
E	≤ 120 kWh/m ²	
F	≤ 150 kWh/m ²	
G	≥ 150 kWh/m ²	

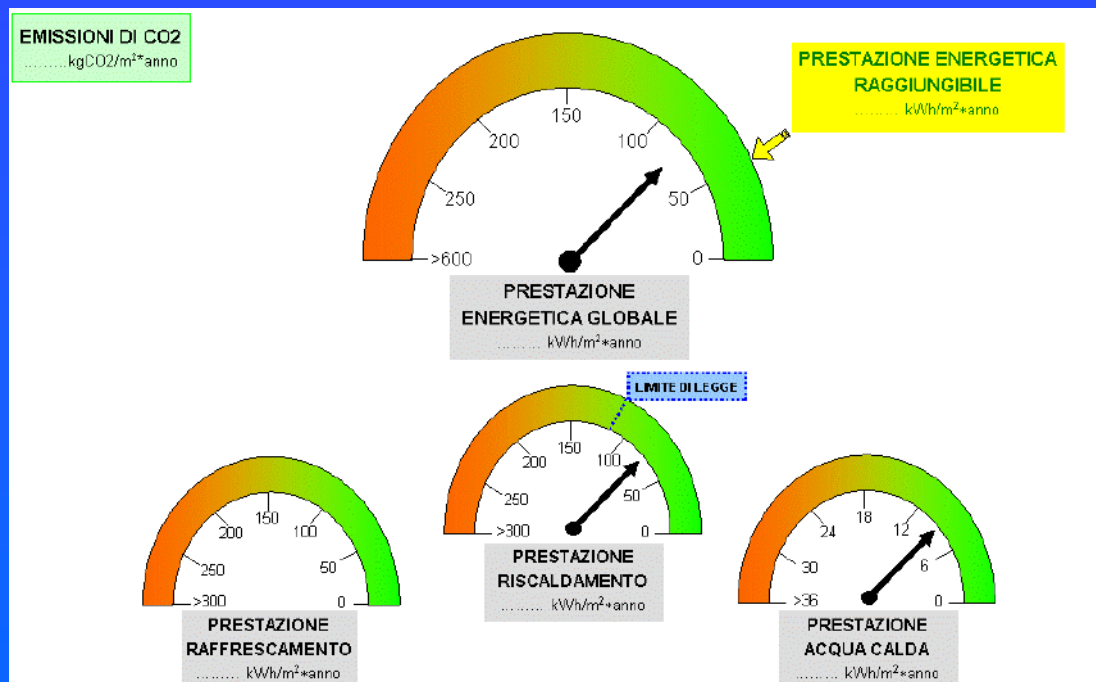
Alto consumo

Fabbisogno di calore dell'edificio (Fabbisogno energetico specifico dell'involucro - PE _i)	50 kWh/m ² anno
Energia primaria per riscaldamento (Fabbisogno specifico di energia primaria per la climatizzazione invernale - PE _{rd})	76 kWh/m ² anno
Energia primaria per acqua calda sanitaria (Fabbisogno specifico di energia primaria per la produzione di acqua calda sanitaria - PE _{acs})	22 kWh/m ² anno
Contributo energetico da fonti rinnovabili (Contributo energetico specifico dovuto alle fonti rinnovabili - PE _{re})	10 kWh/m ² anno
Energia primaria per usi termici (Fabbisogno specifico di energia primaria per gli usi termici - PE _{ut})	88 kWh/m ² anno

Comunità di Comune: *Assessore*
Il Certificatore: *Stefano Bianchi*
Protocollo N. 01 01 001 0001/06
16 ottobre 2006

SACERT Sistema per l'accreditamento degli organismi di certificazione degli edifici

Oggi



Domani...

Come assegnare la Classe energetica ad un edificio?

Proposta di classificazione degli edifici (climatizzazione invernale)

Classe A+ $\leq 0,25 EP_{lim}$ al 2010

Classe A $\leq 0,5 EP_{lim}$ al 2010

Classe B $\leq 0,75 EP_{lim}$ al 2010

Classe C $\leq 1 EP_{lim}$ al 2010

Classe D $\leq 1,25 EP_{lim}$ al 2010

Classe E $\leq 1,75 EP_{lim}$ al 2010

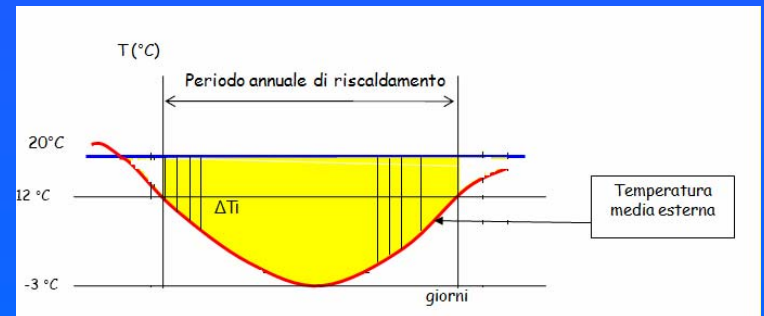
Classe F $\leq 2,50 EP_{lim}$ al 2010

Classe G $> 2,50 EP_{lim}$ al 2010

DL 311/06

Esempio: Località XX GG:900 S/V=0,9

Zona climatica	Inizio	Fine
A	1 ^o dicembre	15 marzo
B	1 ^o dicembre	31 marzo
C	15 novembre	31 marzo
D	1 ^o novembre	15 aprile
E	15 ottobre	15 aprile
F	5 ottobre	22 aprile



SANZIONI

- Per il Professionista una sanzione amministrativa dal 30 al 70% della parcella e comunicazione all'ordine per i provvedimenti disciplinari conseguenti.
- Per il Direttore lavori una sanzione amministrativa pari al 50% della parcella e comunicazione all'ordine per i provvedimenti disciplinari conseguenti. Sanzione amministrativa di 5000 euro per asseverazione non veritiera.
- Per il Costruttore che non consegna al proprietario, contestualmente all'immobile, l'originale della certificazione energetica la sanzione amministrativa non inferiore a 5000 euro e non superiore a 30000 euro.

In caso di violazione dell'obbligo di produrre/mettere a disposizione attestato di certificazione energetica il contratto e' nullo. La nullità può essere fatta valere solo dall'acquirente/dal conduttore.

Norme tecniche in vigore in Italia

DL 311/06

Nuove norme

UNI EN ISO 13790: 2008

Prestazione energetica degli edifici. Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento e il raffrescamento

UNI TS 11300 - 1

Prestazioni energetiche degli edifici. Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale.

UNI TS 11300 - 2

Prestazioni energetiche degli edifici. Parte 2: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e la produzione di acqua calda sanitaria

prUNI TS 11300 – 3

Prestazioni energetiche degli edifici. Parte 3: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva

prUNI TS 11300 – 4

Prestazioni energetiche degli edifici. Parte 4: Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per il riscaldamento degli ambienti e preparazione acqua calda sanitaria

Nuove norme

UNI EN 15316 – 1 - 2008

Impianti di riscaldamento degli edifici. Metodo per il calcolo dei requisiti energetici e dei rendimenti dell'impianto. – Parte 1: Generalità.

UNI EN 15316 – 2 - 1 - 2008

Impianti di riscaldamento degli edifici. Metodo per il calcolo dei requisiti energetici e dei rendimenti dell'impianto. – Parte 2-1: Sistemi di emissione del calore negli ambienti.

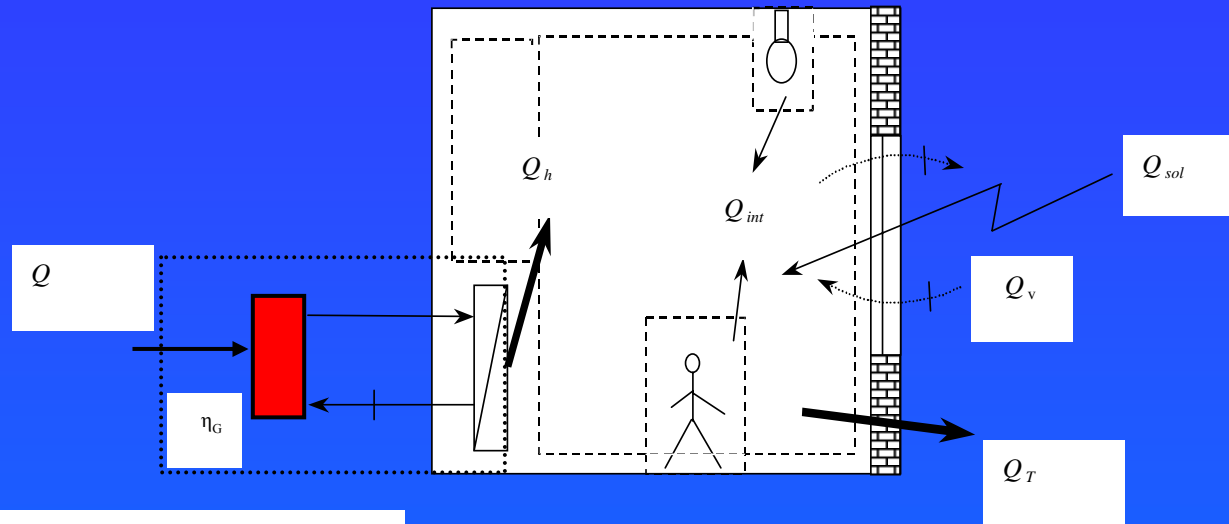
UNI EN 15316 – 3 - 1 - 2008

Impianti di riscaldamento degli edifici. Metodo per il calcolo dei requisiti energetici e dei rendimenti dell'impianto. – Parte 2-3: Sistemi di distribuzione del calore negli ambienti.

Tipo di valutazione	Dati di ingresso			Scopo della valutazione
	Uso	Clima	Edificio	
Di Progetto	Standard	Standard	Progetto	Permesso di costruire Certificazione o Qualificazione energetica
Standard	Standard	Standard	Reale	Certificazione o Qualificazione energetica
Adattata all'utenza	In funzione dello scopo	In funzione dello scopo	Reale	Ottimizzazione, Validazione, Diagnosi e programmazione di interventi di riqualificazione

Fabbisogno di energia primaria (FEP)

E' l'energia primaria globalmente richiesta durante il periodo di riscaldamento per mantenere negli ambienti riscaldati la temperatura di progetto in regime di attivazione continuo



$$Q_h = Q_T + Q_V - \eta \cdot Q_G$$

$$Q = \frac{Q_h}{\eta_G}$$

$$\eta_G = \eta_e \cdot \eta_c \cdot \eta_d \cdot \eta_p$$

Q_h è il fabbisogno energetico utile dell'ambiente (carico termico) calcolato in regime di attivazione continuo

Q_G sono gli apporti gratuiti

η_G è il rendimento medio stagionale dell'impianto

Q è il fabbisogno di energia primaria

Rendimento di emissione

Il rendimento di emissione dipende:

- Tipo di terminale e suo posizionamento
- Altezza del locale
- Carico termico medio annuo

UNI TS 11300 – 2

VALORI DEL RENDIMENTO DI EMISSIONE η_e : RADIATORI			
Posizione di installazione		Temperatura di mandata di progetto	
		65 °C	85 °C
Su parete divisoria interna di locale privo di pareti disperdenti.		0,99	0,96
Su parete divisoria interna di fronte a pareti disperdenti.		0,97	0,94
Su parete esterna non isolata ($U > 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$).		0,93	0,90

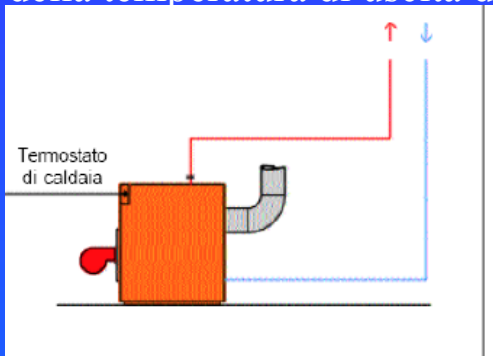
VALORI DEL RENDIMENTO DI EMISSIONE η_e			
Termoconvettori	$\eta_e = 0,99$	Ventilconvettori	$\eta_e = 0,98$
Bocchette aria calda	$\eta_e = 0,97$	Pannelli radianti isolati dalla struttura (*)	$\eta_e = 0,97$
Pannelli radianti annegati nelle strutture (*)	$\eta_e = 0,95$	(*) Riferiti ad una installazione tra ambienti riscaldati oppure in una struttura muraria isolata esternamente ed avente un coefficiente globale di trasmissione termica minore di $0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$.	

Rendimento di regolazione

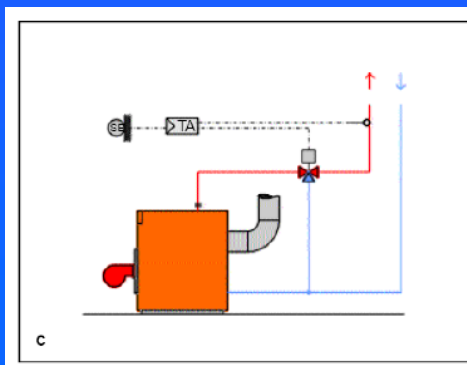
Tipologie di regolazione

- Regolazione manuale (termostato di caldaia)
- Regolazione climatica centralizzata (temp. acqua in uscita da sonda climatica esterna)
- Regolazione di zona (senza controllo della temperatura di uscita dalla caldaia)
- Regolazione mista (centralizzata + zona) (controllo della temperatura di uscita dalla caldaia)

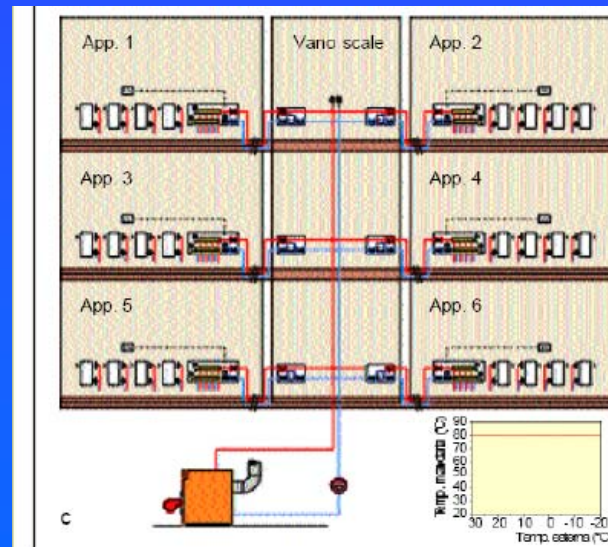
UNI TS 11300 – 2



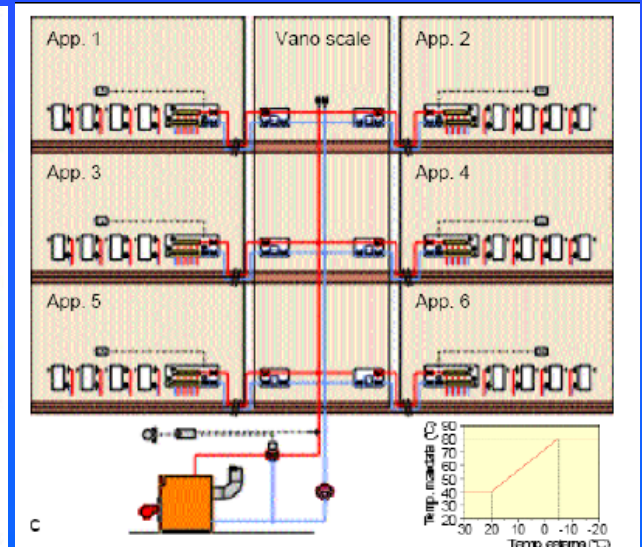
manuale



climatica

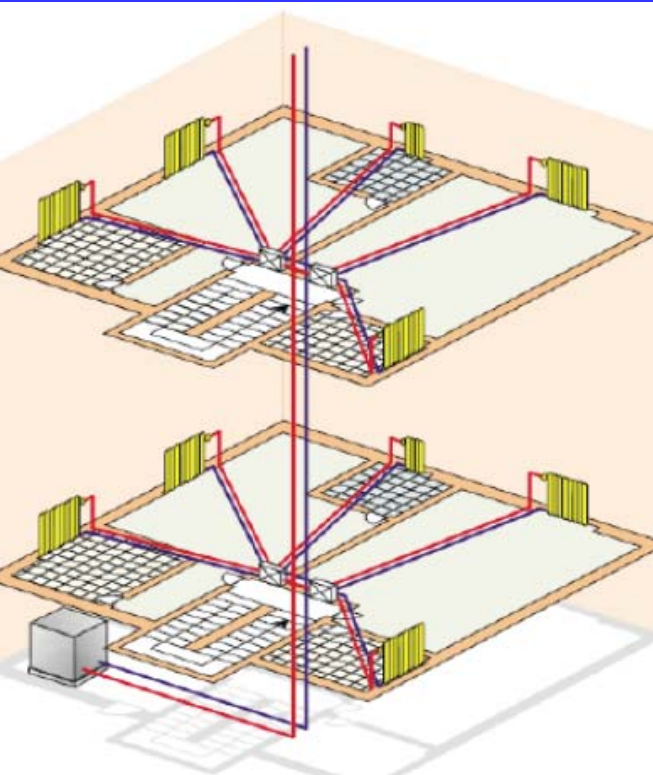


di zona

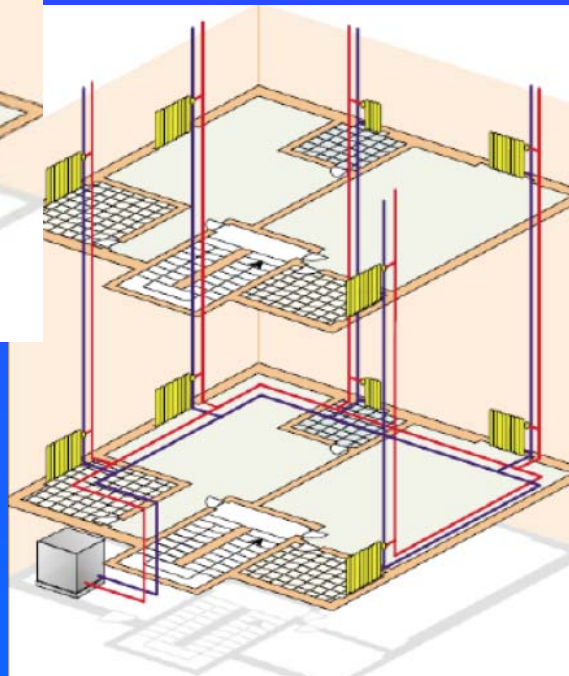


di zona con preregolazione

Rendimento di distribuzione



Impianto a collettori

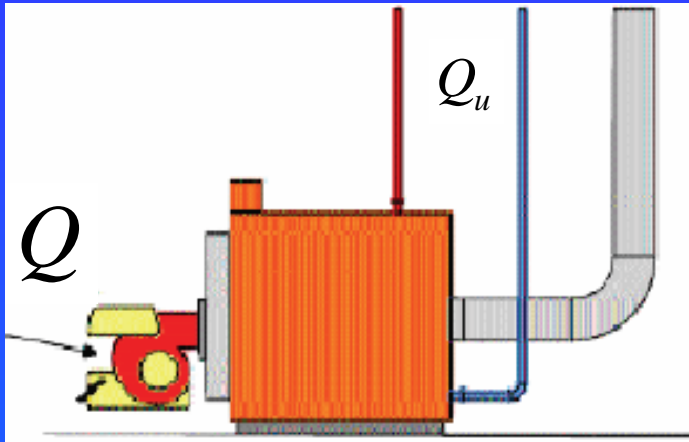


Impianto a colonne montanti

UNI TS 11300 – 2

Rendimento di produzione

E' il rapporto il calore utile prodotto dal generatore e l'energia ad esso fornita



$$\eta_p = \frac{Q_u}{Q}$$

Q_u è il calore utile

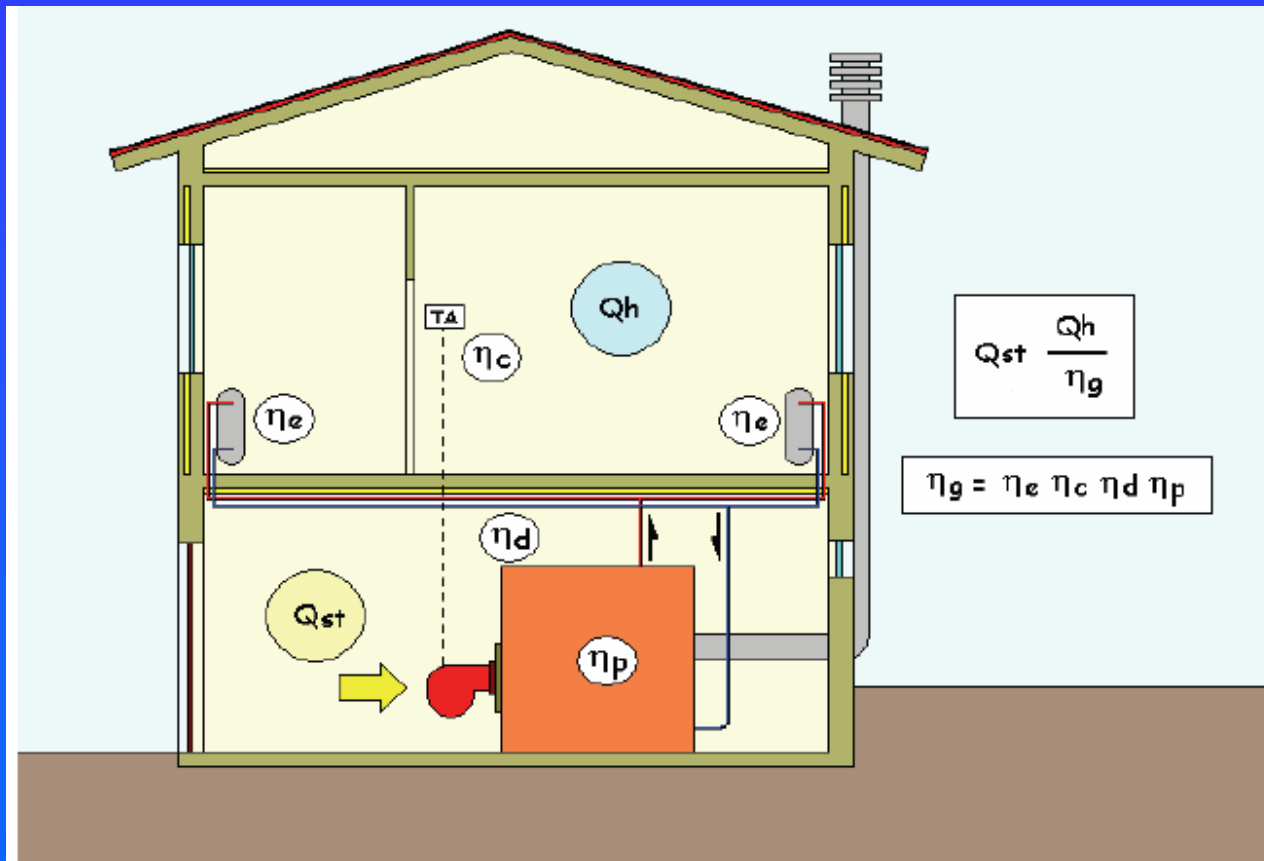
Q è l'energia fornita al generatore

Il rendimento di produzione dipende:

- Dalle caratteristiche del generatore di calore
- Dal suo corretto dimensionamento rispetto al fabbisogno dell'edificio
- Dalla temperatura dell'acqua di ritorno

Rendimento globale medio stagionale dell'impianto termico

E' il rapporto tra il fabbisogno di energia termica utile per la climatizzazione invernale e l'energia primaria delle fonti energetiche con riferimento al periodo annuale di esercizio (art. 5, comma 2 del DPR 412/93) in regime non continuo (UNI 10379/2005)



η_e è il rendimento di emissione

η_c è il rendimento di regolazione

η_e è il rendimento di distribuzione

η_p è il rendimento di produzione medio stagionale

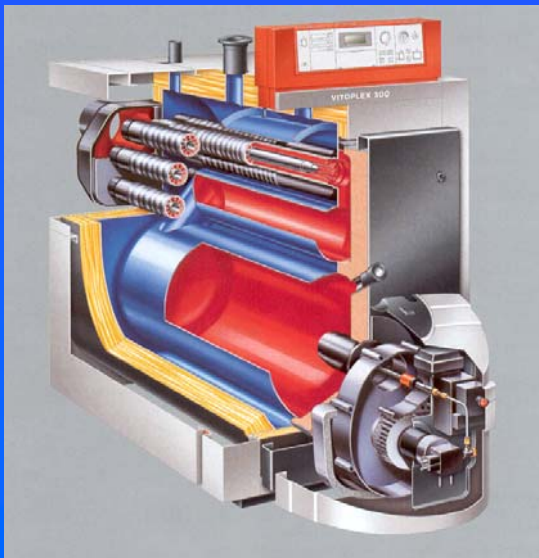
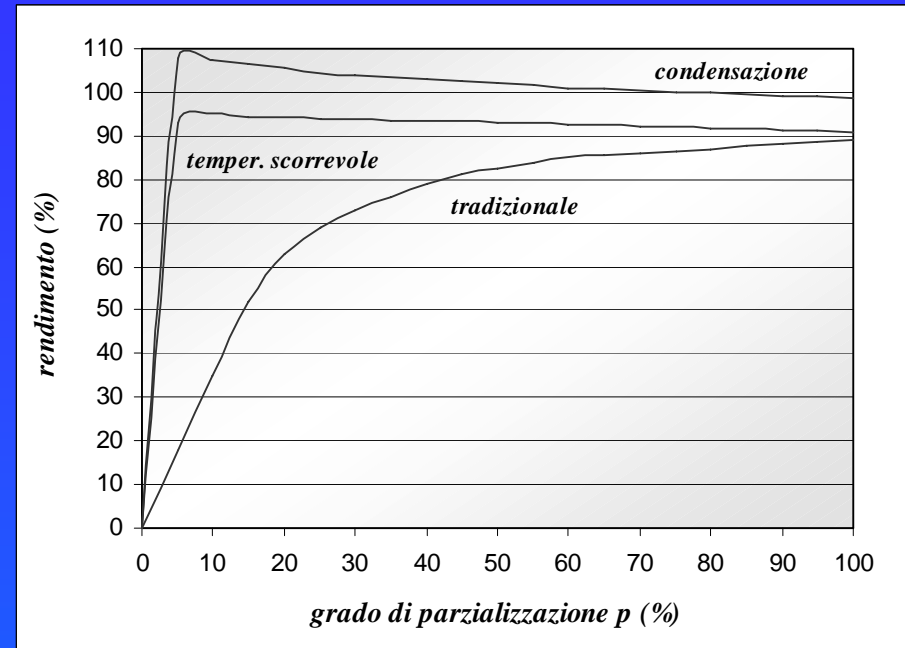
η_g è il rendimento globale medio stagionale

Q_h è il fabbisogno energetico del locale in regime non continuo

Per i nuovi impianti

$$\eta_g = (75 + 3 \cdot \log P_n)\%$$

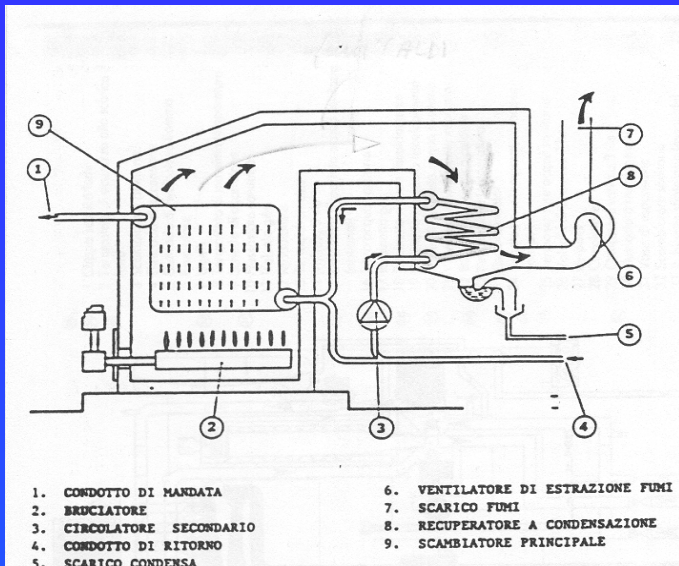
Generatori di calore ad alta efficienza



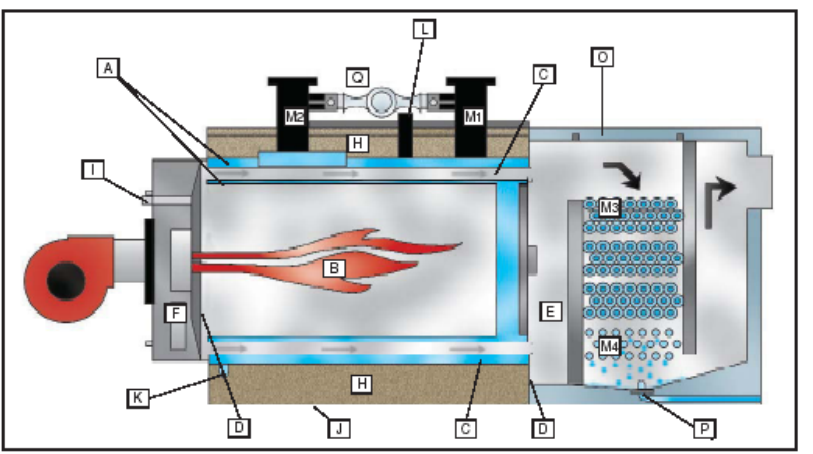
Marcatura	Rendimento alla potenza nominale (Pn) Tmedia = 70 °C	Rendimento a carico parziale (30% Pn) Tmedia ≥ 50 °C
*	$\geq 84 + 2\text{Log}(P_n)$	$\geq 80 + 3\text{Log}(P_n)$
**	$\geq 87 + 2\text{Log}(P_n)$	$\geq 83 + 3\text{Log}(P_n)$
***	$\geq 90 + 2\text{Log}(P_n)$	$\geq 86 + 3\text{Log}(P_n)$
**** ()	$\geq 93 + 2\text{Log}(P_n)$	$\geq 89 + 3\text{Log}(P_n)$

Marcatura secondo il DPR 660/96

Caldaie a Condensazione



Caldaia Tradizionale



- | | | | | | |
|---|--|----|--|----|---|
| A | Acqua di riscaldamento | I | Spia visiva fiamma | M4 | Ritorno acqua impianto dal condensatore |
| B | Focolare | J | Basamento caldaia | O | Coperchio per la pulizia del condensatore |
| C | Tubi da fumo | K | Tubo di scarico/riempimento | P | Scarico condensa |
| D | Piastra tubiera anteriore e posteriore | L | Tubo collegamento vaso espansione o valvola di sicurezza | Q | Ciruito anticondensa con pompa e saracinesche |
| E | Collettore dei fumi di combustione | M1 | Mandata acqua impianto | | |
| F | Porta anteriore | M2 | Ritorno acqua impianto | | |
| H | Isolamento | M3 | Mandata acqua impianto dal condensatore | | |

Caldaia a Condensazione



Quale tipologia di terminale per il riscaldamento?



Tipologia di impianto			Meccanismo di scambio termico	Mandata acqua (/aria)		Controlli			
				Caldo	Freddo	Ta	Tr	UR	Qual.
SENZA movimentazione d'aria	Piccola superficie radiante	Radiatori (termosifoni)	CONVEZIONE (prevalente) + IRRAGGIAM.	alta temp. > 50-55 °C	NO				
		Termostrisce (battiscopa r.)							
	Grande superficie radiante	Pannello rad. a parete	IRRAGGIAM. (prevalente) + CONVEZIONE	bassa temp. 30-45 °C	NO				
		Pavimento radiante							
Soffitto radiante									
CON movimentazione d'aria	Convettori (movim. naturale)	CONVEZIONE	alta temp. > 60-65 °C	< 10-12 °C					
	Ventilconvettori (fan coil)								
	A tutta aria		media temp. < 45 °C	diff. max 5-7 °C					
Impianto misto pav./soff. radiante + aria primaria									

Radiatori

Vantaggi

- Resistenti
- Economici
- Design
- Discreta capacità di accumulo



Svantaggi

- Ingombro
- Discomfort radiante
- Nessun controllo sull'UR
- Non accoppiabili a pannelli solari



Ventilconvettori

Vantaggi

- Possibilità di fare caldo/freddo
- Rispondono subito al carico dell'utenza
- Design
- Possibilità di incasso in controsoffitti



Svantaggi

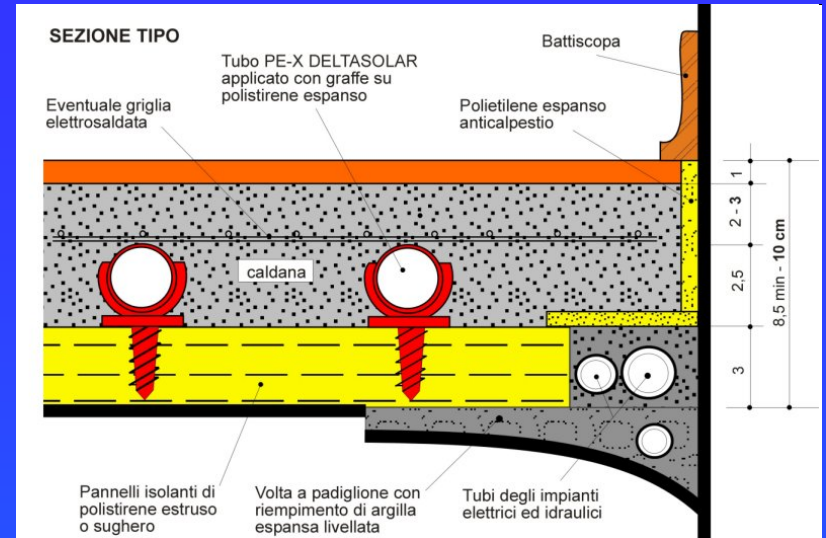
- Ingombro
- Costo
- Richiedono manutenzione
- Cablaggi e consumo elettrico
- Rumorosi (alte velocità)



Pannelli radianti

Vantaggi

- Possibilità di fare caldo/freddo
- Nessuna manutenzione
- Nessun ingombro
- Bassa temperatura di mandata
- Possibile accoppiamento a caldaie a condensazione, pompe di calore, pannelli solari)
- Ridotti effetti convettivi



Svantaggi

- Tipologia di intervento
- Costo d'installazione
- Elevata inerzia
- Regolazione problematica

