

RENDIMENTI E STRATEGIE DI INTERVENTO

Per mantenere nel locale (sia esso isolato o meno) la temperatura ambiente di progetto, l'energia Q_h dispersa deve essere reintegrata dall'impianto di riscaldamento.

In realtà, il corpo scaldante dovrà fornire una quantità di energia maggiore di Q_h , e la caldaia dovrà bruciare una quantità di energia primaria ancora maggiore di quella emessa dal corpo scaldante, in quanto i sistemi di riscaldamento reali non sono in grado di eliminare completamente alcune perdite di calore.

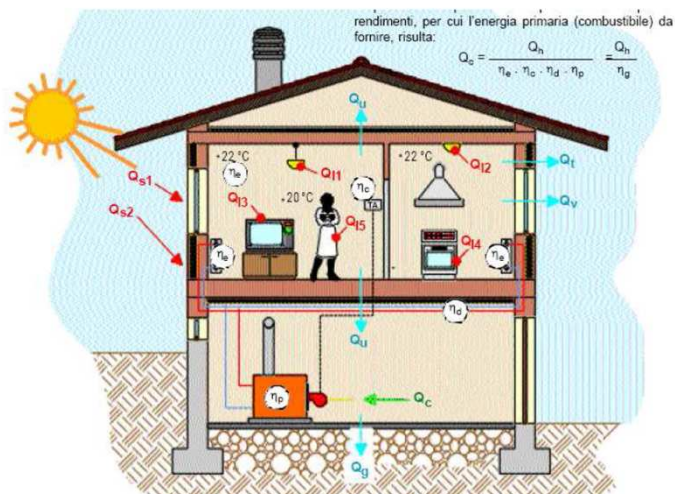
Il miglioramento delle prestazioni termiche degli impianti di riscaldamento non può prescindere da un'attenta analisi dei quattro rendimenti che li caratterizzano.

Poiché i rendimenti possono essere riferiti ad un periodo di tempo prefissato, occorre chiarire che i rendimenti interessanti ai fini del risparmio energetico sono quelli medi stagionali, dai quali dipende il consumo di energia primaria (combustibile).



1

RENDIMENTI E STRATEGIE DI INTERVENTO



2

RENDIMENTI E STRATEGIE DI INTERVENTO

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

$$Q_c = \frac{Q_h}{\eta_g}$$

Q_h è il fabbisogno energetico utile ideale richiesto da ciascuna zona, in J;
 Q_c è il fabbisogno di energia primaria richiesto da ciascuna zona, in J;
 η_e è il rendimento medio stagionale di emissione;
 η_c è il rendimento medio stagionale di regolazione;
 η_d è il rendimento medio stagionale di distribuzione;
 η_p è il rendimento medio stagionale di produzione;
 η_g è il rendimento medio stagionale globale.

Commissione Impianti
3

RENDIMENTI E STRATEGIE DI INTERVENTO

- Rendimento di produzione medio stagionale

CHE COSA SIGNIFICA ?

Il rendimento di produzione medio stagionale è il rapporto fra il calore utile prodotto dal generatore nella stagione di riscaldamento e l'energia fornita nello stesso periodo sotto forma di combustibile ed energia elettrica.

$$\eta_p = \frac{Q_u}{Q_c + Q_e}$$

dove:
 Q_u è l'energia utile prodotta dal generatore in una stagione di riscaldamento;
 Q_c è l'energia fornita sotto forma di combustibile nello stesso periodo;
 Q_e è l'energia fornita sotto forma elettrica, nello stesso periodo, per l'azionamento del bruciatore e delle pompe.

Commissione Impianti
4

RENDIMENTI E STRATEGIE DI INTERVENTO

- Rendimento di produzione medio stagionale

Q_d rappresenta le perdite per trasmissione, dal mantello verso l'ambiente di installazione;
 Q_f rappresenta le perdite di combustione;
 Q_{bos} rappresenta le perdite al camino durante i periodi di inattività del bruciatore;
 Q_{pre} rappresenta le perdite di prelavaggio del circuito dei fumi.

ORDINE
INGEGNERI AREZZO
Commissione Impianti

RENDIMENTI E STRATEGIE DI INTERVENTO

- Rendimento di produzione medio stagionale

Q_d PERDITE DI CALORE PER TRASMISSIONE DAL MANTELLO VERSO L'AMBIENTE OVE E' INSTALLATA LA CALDAIA

Queste perdite sono presenti quando la caldaia è attiva (attraversata da acqua calda), indipendentemente dal fatto che il bruciatore sia acceso o spento.

Fig. n. 3.6: Le perdite Q_d sono sempre presenti a caldaia attiva, tanto a bruciatore spento che acceso; le perdite Q_{ds} (dalle parti non bagnate della caldaia) si verificano invece solo a bruciatore acceso.

ORDINE
INGEGNERI AREZZO
Commissione Impianti

RENDIMENTI E STRATEGIE DI INTERVENTO

• Rendimento di produzione medio stagionale

Le perdite dal mantello si possono ridurre con il concorso di più espedienti, costruttivi e progettuali:

1. con un efficace isolamento termico del mantello;
2. **mantenendo bassa la temperatura media dell'acqua nel generatore (ciò comporta l'adozione di impianti a bassa temperatura)**, non tutti i generatori si prestano però per le condizioni di funzionamento che ne derivano;
3. dimensionando il generatore per l'effettivo fabbisogno (un sovradimensionamento non giustificato genera un inutile aumento di costi ed un deprecabile aumento delle dispersioni passive);
4. installando i generatori in ambiente protetto (all'interno dell'involucro riscaldato o in apposita centrale termica).

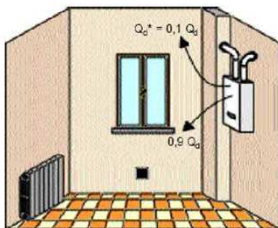


Fig. n. 4.6 A: Generatore tipo C installato nell'involucro riscaldato: solo il 10% delle perdite dal mantello sono considerate passive, mentre il 90% concorre al riscaldamento dell'ambiente.

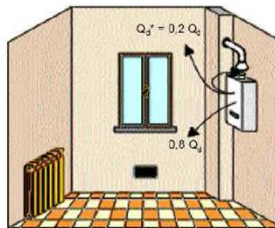


Fig. n. 4.6 B: Generatore tipo B installato nell'involucro riscaldato: solo il 20% delle perdite dal mantello sono considerate passive, in quanto il rimanente 80% concorre al riscaldamento dell'ambiente.

RENDIMENTI E STRATEGIE DI INTERVENTO

• Rendimento di produzione medio stagionale

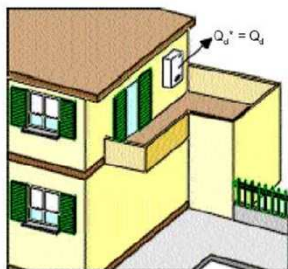


Fig. n. 4.6 C: Generatore tipo B o tipo C installato all'esterno, anche se in apposito vano tecnico: le perdite dal mantello sono completamente perse.

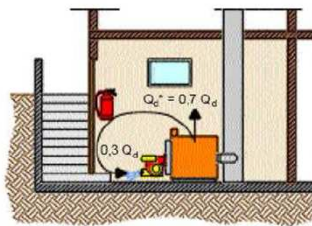


Fig. n. 4.6 D: Generatore installato in centrale termica: il 70% delle perdite dal mantello sono considerate passive, mentre il 30% è recuperato sotto forma di riscaldamento dell'aria comburente.

RENDIMENTI E STRATEGIE DI INTERVENTO

• Rendimento di produzione medio stagionale



PERDITE DI COMBUSTIONE

Le perdite di combustione sono presenti durante i periodi in cui il bruciatore è acceso e sono costituite dal calore sensibile contenuto nei prodotti della combustione, che vengono scaricati all'esterno.

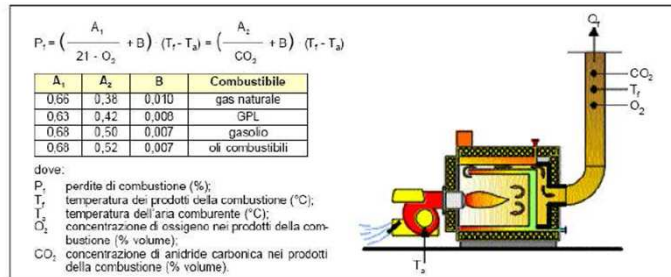


Fig. n. 5.6: Parametri da cui dipendono le perdite di combustione (presenti solo a bruciatore attivo).

RENDIMENTI E STRATEGIE DI INTERVENTO

• Rendimento di produzione medio stagionale

Anche le perdite di combustione si possono ridurre con il concorso di più espedienti, costruttivi e progettuali:

1. migliorando la combustione, ossia riducendo l'eccesso d'aria, con assenza di incombusti (il limite è costituito dalla capacità del bruciatore di funzionare stabilmente con eccessi d'aria molto bassi);
2. abbassando la temperatura dei fumi mediante l'adozione di un sistema di scambio più efficiente (più abbondante), anche una temperatura più bassa dell'acqua nel generatore contribuisce ad abbassare la temperatura dei fumi, migliorando il rendimento di combustione; nei generatori di calore tradizionali, allacciati a camini altrettanto tradizionali, il limite è costituito dalla necessità di assicurare il funzionamento del camino, il cui tiraggio, come è noto, è proporzionale, a parità di altre condizioni, alla temperatura dei fumi.

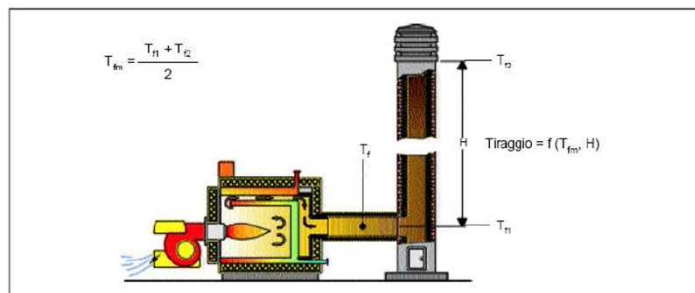


Fig. n. 6.6: A parità di ogni altra condizione, il tiraggio di un camino è proporzionale all'altezza ed alla temperatura dei fumi.

RENDIMENTI E STRATEGIE DI INTERVENTO

- Rendimento di produzione medio stagionale

Q_{fbs}

PERDITE AL CAMINO A BRUCIATORE SPENTO

Le perdite al camino a bruciatore spento sono dovute al tiraggio del camino che, durante i periodi di inattività del bruciatore, aspira aria dall'ambiente.

Il flusso così aspirato, passando attraverso il generatore, esporta calore dalle sue strutture interne e lo convoglia al camino.

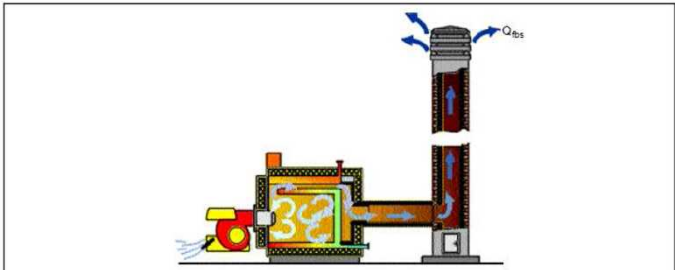



Fig. n. 7.6: Le perdite al camino a bruciatore spento sono dovute all'aria che attraversa il generatore, aspirata dal camino.


11

RENDIMENTI E STRATEGIE DI INTERVENTO

- Rendimento di produzione medio stagionale

Le perdite al camino a bruciatore spento possono essere ridotte con i seguenti criteri:

1. adottando bruciatori muniti di serranda in grado di chiudere accuratamente l'ingresso dell'aria comburente durante i periodi di fermata del bruciatore;
2. sigillando accuratamente ogni possibile ingresso d'aria nel generatore;
3. abbassando la temperatura dei fumi, in modo da limitare il tiraggio;
4. inserendo regolatori di tiraggio, nel caso di tiraggio eccessivo.

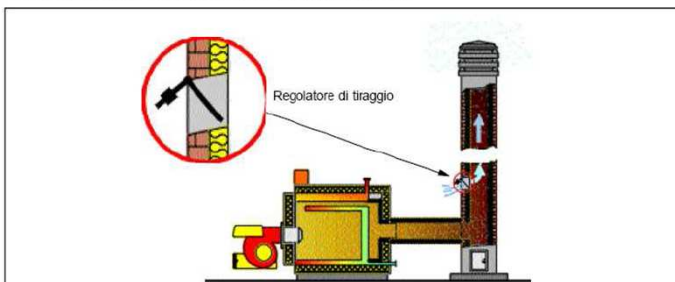




Fig. n. 8.6: Il regolatore di tiraggio limita la depressione al valore richiesto dal gruppo termico; la serranda impedisce l'ingresso di aria nei periodi di inattività del bruciatore.


12

RENDIMENTI E STRATEGIE DI INTERVENTO

- Rendimento di produzione medio stagionale

**PERDITE DI PRELAVAGGIO**

Le perdite di prelavaggio sono dovute al flusso d'aria generato dai bruciatori prima di ogni accensione, allo scopo di assicurare l'assenza in camera di combustione di possibili miscele esplosive. La durata del prelavaggio è fissata dalla normativa in funzione della potenza termica bruciata e del tipo di combustibile.

Le perdite di prelavaggio potrebbero risultare eccessive qualora, in relazione alle condizioni di progetto le accensioni dovessero risultare molto frequenti (per esempio in caso di bassa inerzia e di generatore sovradimensionato).

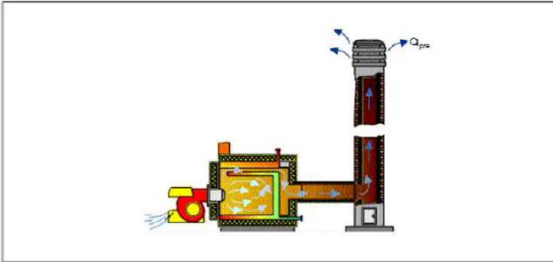


Fig. n. 9.6: Perdite di calore dovute al prelavaggio della camera di combustione e del circuito dei fumi.

ORDINE
INGEGNERI AREZZO
Commissione Impianti

13

RENDIMENTI E STRATEGIE DI INTERVENTO

- Rendimento di produzione medio stagionale

LE PERDITE DI CALORE NEI DIVERSI TIPI DI GENERATORI

Le figure utilizzate per esemplificare le perdite di calore dei generatori raffigurano, per comodità di rappresentazione, generatori di calore di tipo centralizzato.

Le teorie illustrate e gli argomenti trattati sono tuttavia applicabili a qualsiasi altro tipo di generatore, compresi i generatori autonomi a gas, i generatori di aria calda ed i radiatori a gas.

Per questi tipi di apparecchi conviene tuttavia evidenziare a titolo esemplificativo alcune particolarità legate alle specifiche soluzioni costruttive, al fine di una più puntuale interpretazione dei dati occorrenti per il calcolo del rendimento di produzione medio stagionale.

- Generatori autonomi tipo B e C
- Generatori ad aria calda
- Generatori a T costante
- Generatori con bruciatore atmosferico
- Sistemi modulari
- Generatori a T scorrevole
- Generatori di calore a condensazione

ORDINE
INGEGNERI AREZZO
Commissione Impianti

14



RENDIMENTI E STRATEGIE DI INTERVENTO

- Rendimento di emissione medio stagionale



7. IL RENDIMENTO DI EMISSIONE MEDIO STAGIONALE

CHE COS'E' ?

Il rendimento di emissione medio stagionale è definito come il rapporto fra il calore richiesto per il riscaldamento degli ambienti con un sistema di emissione teorico di riferimento in grado di fornire una temperatura ambiente perfettamente uniforme ed uguale nei vari locali ed il sistema di emissione reale, nelle stesse condizioni di temperatura ambiente e di temperatura esterna.

Il rendimento di emissione individua quindi l'influenza del modo di emissione del calore sulle perdite di calore dovute a trasmissione localizzata, stratificazione dell'aria, movimenti dell'aria, ecc.



15



RENDIMENTI E STRATEGIE DI INTERVENTO

- Rendimento di emissione medio stagionale

ESEMPIO

Calcolo dell'energia dispersa in un'ora, verso l'esterno, da un locale di abitazione, nel periodo medio stagionale.

Temperatura esterna 7,5 °C



A

Temperatura esterna 7,5 °C



B

Fig. n. 1.7. Distribuzione delle temperature con un sistema di emissione reale (B), confrontata con quella del sistema di emissione teorico di riferimento (A).



16

Ordine degli Ingegneri di Arezzo -
Commissione Impianti

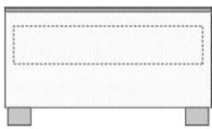
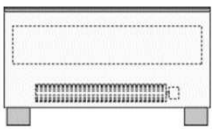
8


RENDIMENTI E STRATEGIE DI INTERVENTO

• **Rendimento di emissione medio stagionale**

1. I moti convettivi innescati dal corpo scaldante ed il calore radiante emesso dallo stesso direttamente verso le strutture disperdenti sono causa di aumento del valore del coefficiente limitare interno; aumentano di conseguenza la trasmittanza della parete ed il calore disperso dalla stessa verso l'esterno (vedi fig. n. 2.7).
2. Il riscaldamento convettivo genera inevitabilmente un gradiente termico nel locale che è causa di maggiori dispersioni passive (vedi fig. n. 3.7).

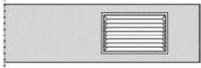
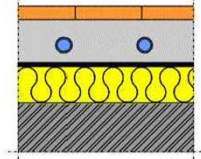
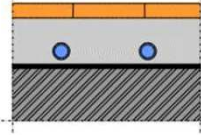
Non risulta che esistano studi approfonditi sulla esatta influenza dei meccanismi illustrati sulle perdite di calore. La norma UNI 10348 ha così tabulato, convenzionalmente, i rendimenti di emissione dei vari tipi di corpi scaldanti, ai fini del calcolo del fabbisogno di energia:


VALORI DEL RENDIMENTO DI EMISSIONE η_e			
Termoconvettori		Ventilconvettori	
	$\eta_e = 0,99$		$\eta_e = 0,98$

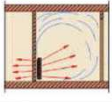
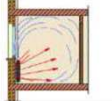
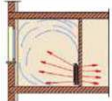
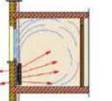

Commissione Impianti

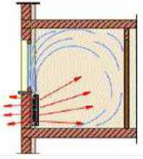
RENDIMENTI E STRATEGIE DI INTERVENTO

• **Rendimento di emissione medio stagionale**

Bocchette aria calda		Pannelli radianti isolati dalla struttura (*)	
	$\eta_e = 0,97$		$\eta_e = 0,97$
Pannelli radianti annegati nelle strutture (*)		(*) 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 W/m ² K.	
	$\eta_e = 0,95$		


Commissione Impianti

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 dispendenti.		0,99	0,96
Su parete esterna isolata e con superficie riflettente.			
Su parete divisoria interna di fronte a pareti dispendenti.		0,97	0,94
Su parete esterna isolata, senza superficie riflettente.			

VALORI DEL RENDIMENTO DI EMISSIONE η_{e} - RADIATORI			
Posizione di installazione		Temperatura di mandata di progetto	
		65 °C	85 °C
Su parete esterna non isolata ($U > 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$).		0,93	0,90

Si tratta di valori indicativi che non hanno per ora un riscontro sperimentale, peraltro non agevole.
Sono comunque provvisoriamente utilizzabili nella progettazione e nella diagnosi energetica degli edifici abitati ad abitazione, in quanto rispondenti all'attuale stato delle conoscenze.

RENDIMENTI E STRATEGIE DI INTERVENTO

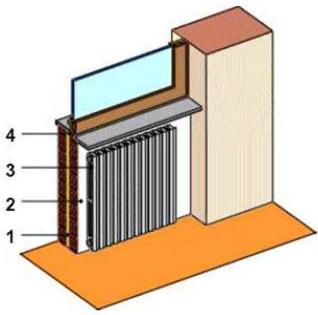
- Rendimento di emissione medio stagionale

COME SI PUÒ MIGLIORARE IL RENDIMENTO DI EMISSIONE ?

La verifica del rendimento di emissione non è agevole, per cui conviene adottare tutti quegli accorgimenti in grado di migliorarne il valore quali:

- **bassa temperatura media di progetto del fluido termovettore;**
- buon isolamento termico della parete retrostante;
- strato riflettente sulla parete retrostante;
- mensole atte a deviare i flussi convettivi verso l'interno del locale;
- taglio termico delle mensole stesse;

ed inoltre, negli ambienti industriali, installazione di destratificatori di temperatura.



1. Isolamento termico con resistenza termica $> 1 \text{ m}^2\text{K/W}$.
2. Superficie riflettente.
3. Corretto posizionamento del corpo scaldante (almeno 2 cm dalla parete, 10 cm dal pavimento e 10 cm dalla mensola).
4. Mensola con taglio termico.

ORDINE
INGEGNERI AREZZO
Commissione Impianti

21

RENDIMENTI E STRATEGIE DI INTERVENTO

- Rendimento di regolazione medio stagionale



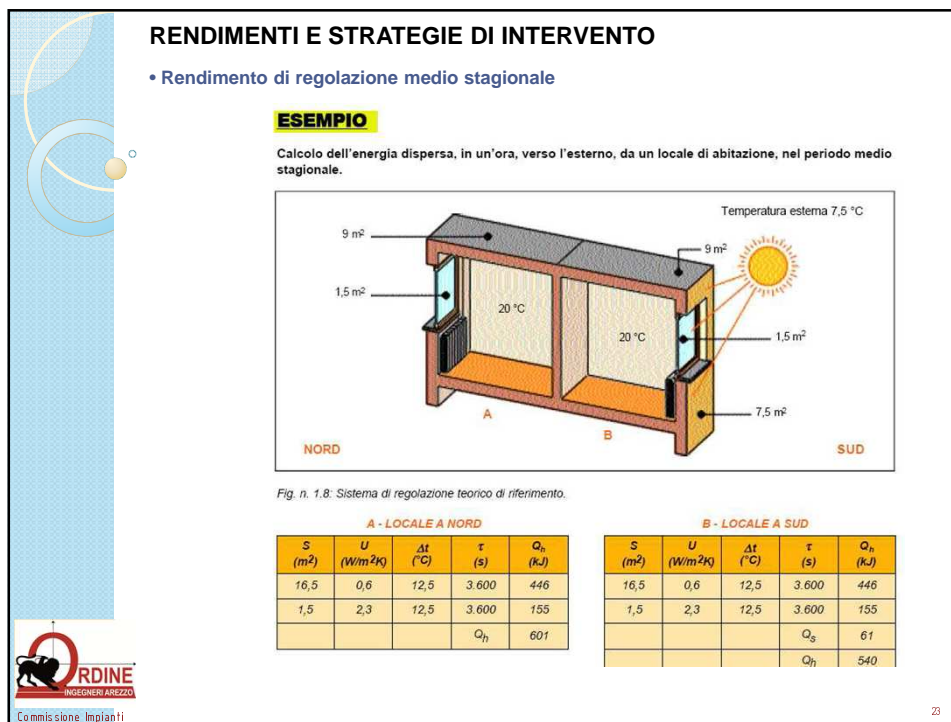
8. IL RENDIMENTO DI REGOLAZIONE MEDIO STAGIONALE

CHE COS'E' ?

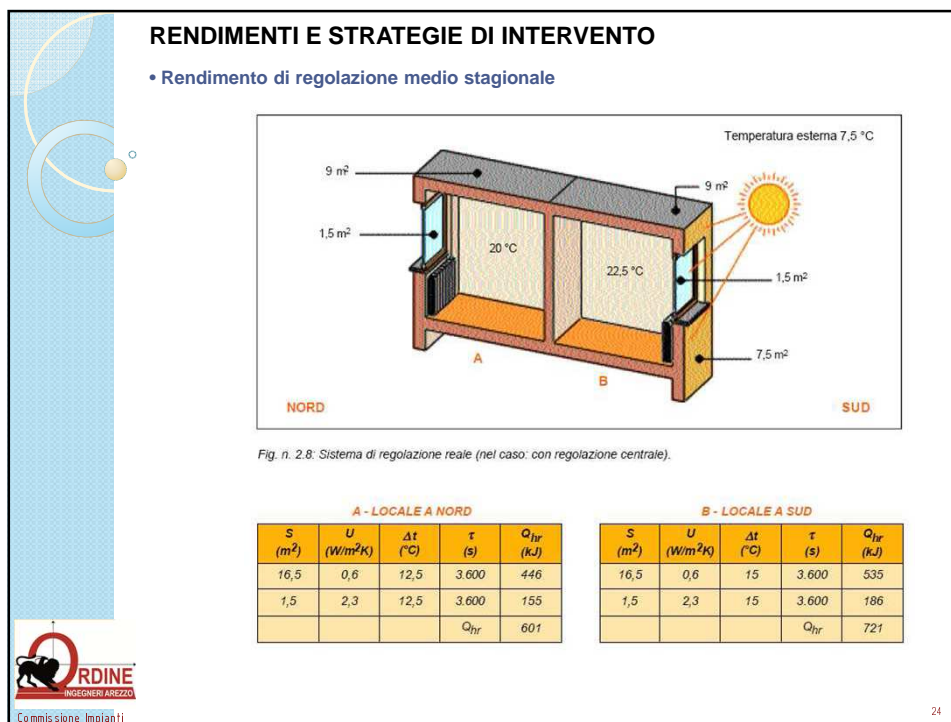
Il rendimento di regolazione medio stagionale è il rapporto fra il calore richiesto per il riscaldamento degli ambienti con una regolazione teorica perfetta ed il calore richiesto per il riscaldamento degli stessi ambienti con un sistema di regolazione reale.

ORDINE
INGEGNERI AREZZO
Commissione Impianti

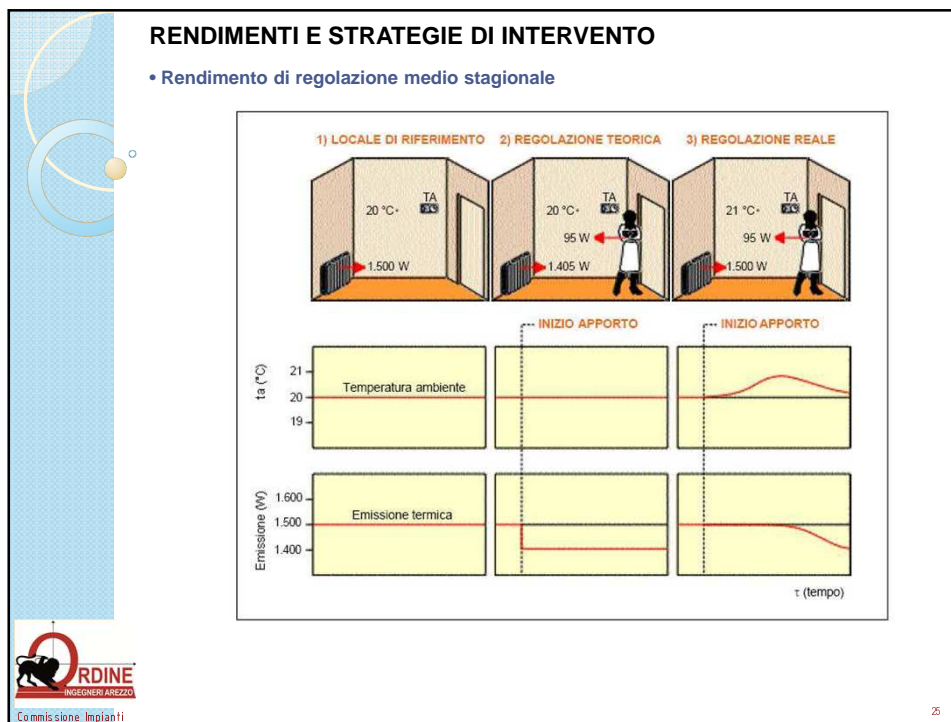
22



23



24



RENDIMENTI E STRATEGIE DI INTERVENTO

- Rendimento di regolazione medio stagionale

CASO C: edificio condominiale - regolazione manuale.

Sistema di regolazione	Tipologia di prodotto	Radiatori e convettori	Pannelli radianti isolati dalla struttura	Pannelli radianti annessi alla struttura
(1) Regolazione manuale	Termostato di caldaia	$0,96 - (0,6 \cdot h_{d, \gamma})$ indicativamente: 0,84	$0,94 - (0,6 \cdot h_{d, \gamma})$ indicativamente: 0,82	$0,50 - (0,6 \cdot h_{d, \gamma})$ indicativamente: 0,78

CASO D: edificio condominiale - regolazione climatica centrale.

Sistema di regolazione	Tipologia di prodotto	Radiatori e convettori	Pannelli radianti isolati dalla struttura	Pannelli radianti annessi alla struttura
(2) Climatizzazione centralizzata	Regolatore climatico	$1 - (0,6 \cdot h_{d, \gamma})$ indicativamente: 0,88	$0,98 - (0,6 \cdot h_{d, \gamma})$ indicativamente: 0,95	$0,94 - (0,6 \cdot h_{d, \gamma})$ indicativamente: 0,82

CASO E: edificio condominiale - regolazione di zona senza prerogazione.

Sistema di regolazione	Tipologia di prodotto	Radiatori e convettori	Pannelli radianti isolati dalla struttura	Pannelli radianti annessi alla struttura
(5) Di zona senza prerogazione	Regolatore on-off	0,93	0,91	0,87
	Regolatore modulante (1 °C)	0,97	0,95	0,92
	Regolatore modulante (2 °C)	0,95	0,93	0,89

ORDINE INGEGNERI AREZZO
Commissione Impianti

RENDIMENTI E STRATEGIE DI INTERVENTO

• Rendimento di regolazione medio stagionale

CASO F: edificio condominiale - regolazione di zona con prerogazione.

Sistema di regolazione	Tipologia di prodotto	Radiatori e convettori	Pannelli radianti isolati dalla struttura	Pannelli radianti annessi alla struttura
(6) Di zona con prerogazione climatica centrale	Regolatore on-off	0,96	0,94	0,92
	Regolatore modulante (1 °C)	0,98	0,97	0,95
	Regolatore modulante (2 °C)	0,97	0,96	0,94

CASI G ed H: edificio condominiale - regolazione per singolo ambiente.

Sistema di regolazione	Tipologia di prodotto	Radiatori e convettori	Pannelli radianti isolati dalla struttura	Pannelli radianti annessi alla struttura
(3) Per singolo ambiente senza prerogazione	Regolatore on-off	0,94	0,92	0,88
	Regolatore modulante (1 °C)	0,98	0,96	0,92
	Regolatore modulante (2 °C)	0,96	0,94	0,90

Sistema di regolazione	Tipologia di prodotto	Radiatori e convettori	Pannelli radianti isolati dalla struttura	Pannelli radianti annessi alla struttura
(4) Per singolo ambiente + prerogazione climatica	Regolatore on-off	0,97	0,95	0,93
	Regolatore modulante (1 °C)	0,99	0,98	0,96
	Regolatore modulante (2 °C)	0,98	0,97	0,95

RENDIMENTI E STRATEGIE DI INTERVENTO

• Rendimento di regolazione medio stagionale

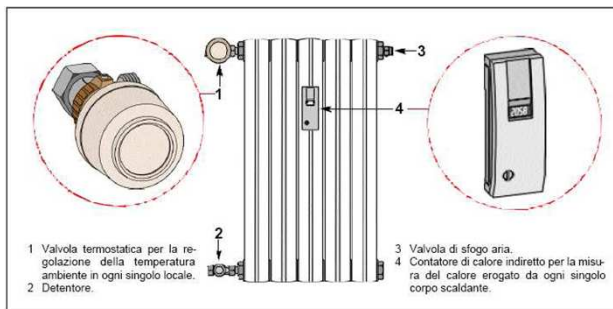



Fig. n. 14.8: Regolazione ambiente termostatica e contabilizzazione indiretta.


Il risparmio energetico normalmente conseguibile è quindi dell'ordine del 25%.

NOTA (1): La regolazione termostatica per singolo ambiente negli edifici condominiali viene sempre associata alla contabilizzazione del calore in quanto diversamente non avrebbe senso. L'esperienza dimostra infatti che l'utente non è generalmente disponibile a ridurre l'erogazione di calore se non è compensato da un congruo vantaggio economico.



RENDIMENTI E STRATEGIE DI INTERVENTO

- Rendimento di distribuzione medio stagionale



9. IL RENDIMENTO DI DISTRIBUZIONE MEDIO STAGIONALE

CHE COS'È ?

Il rendimento di distribuzione η_d è il rapporto fra la somma del calore utile emesso dai corpi scaldanti e del calore disperso dalla rete di distribuzione all'interno dell'involucro riscaldato dell'edificio ed il calore in uscita dall'impianto di produzione ed immesso nella rete di distribuzione.

Il rendimento di distribuzione medio stagionale caratterizza l'influenza della rete di distribuzione sulla perdita passiva di energia termica (quella non ceduta agli ambienti da riscaldare).


Il rendimento di distribuzione risulta, nel caso esemplificato:

$$\eta_d = \frac{Q_{hr}}{(Q_{hr} + Q_{dnr})} = \frac{601}{(601 + 54)} = 0,92$$

dove:

Q_{hr} è l'energia termica richiesta per il riscaldamento della zona, fornita in parte dal corpo scaldante (Q_{rad}) ed in parte dalle tubazioni correnti all'interno dell'involucro riscaldato (Q_{dr} è il calore disperso recuperato);

Q_{dnr} è l'energia termica dispersa dalla rete di distribuzione corrente all'esterno dell'involucro riscaldato e quindi non recuperata.



29



RENDIMENTI E STRATEGIE DI INTERVENTO

- Rendimento di distribuzione medio stagionale

COME MIGLIORARE IL RENDIMENTO DI REGOLAZIONE DEGLI IMPIANTI DI RISCALDAMENTO ESISTENTI

Gli impianti di riscaldamento esistenti sono in massima parte costituiti da:

1) impianti centralizzati con distribuzione a colonne montanti e regolazione climatica centrale o manuale.

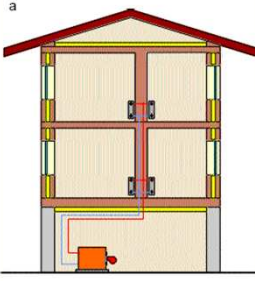




30

RENDIMENTI E STRATEGIE DI INTERVENTO

- Rendimento di regolazione medio stagionale

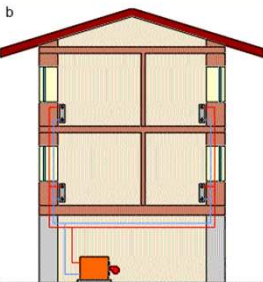
TIPO DI EDIFICIO	Volume (m ³)	Altezza edificio (m)		
		5	15	25
<p>Edifici nei quali le colonne montanti ed i collegamenti con i terminali di emissione sono situati totalmente all'interno degli ambienti riscaldati e le tubazioni che collegano la centrale termica alle colonne montanti sono ubicate nel cantinato.</p> 	1.000	0,96	0,95	0,94
	5.000	0,96	0,95	0,94
	10.000	0,97	0,96	0,95
	15.000	0,97	0,96	0,95
	20.000	0,98	0,97	0,96

ORDINE INGEGNERI AREZZO
Commissione Impianti

31

RENDIMENTI E STRATEGIE DI INTERVENTO

- Rendimento di regolazione medio stagionale

TIPO DI EDIFICIO	Volume (m ³)	Altezza edificio (m)		
		5	15	25
<p>Edifici nei quali le colonne montanti ed i collegamenti con i terminali di emissione, non isolati termicamente, sono inseriti in traccia nel paramento interno dei tamponamenti esterni e le tubazioni orizzontali che collegano la centrale termica alle colonne montanti scorrono nel cantinato.</p> 	1.000	0,95	0,94	0,94
	5.000	0,93	0,93	0,93
	10.000	0,91	0,92	0,93
	15.000	0,89	0,90	0,91
	20.000	0,86	0,87	0,88

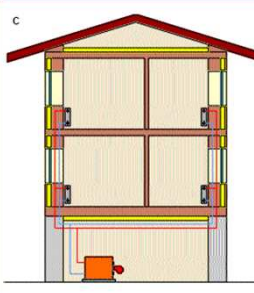
ORDINE INGEGNERI AREZZO
Commissione Impianti

32


RENDIMENTI E STRATEGIE DI INTERVENTO

• Rendimento di regolazione medio stagionale

Edifici nei quali le colonne montanti, in traccia o ubicate nelle intercapedini, sono isolate con gli spessori di isolante previsti dalla specifica normativa e sono ubicate all'interno dell'isolamento termico delle pareti.



1.000	0,96	0,95	0,94
5.000	0,96	0,95	0,94
10.000	0,97	0,96	0,95
15.000	0,97	0,96	0,95
20.000	0,98	0,97	0,96


Commissione Impianti
33

RENDIMENTI E STRATEGIE DI INTERVENTO


• Rendimento di regolazione medio stagionale

COME SI PUÒ MIGLIORARE IL RENDIMENTO DI DISTRIBUZIONE ?

Come si può rilevare dalla relazione di base riportata a pag. 66, il calore Q_d disperso da una tubazione è inversamente proporzionale alla resistenza termica del suo isolamento termico e direttamente proporzionale al diametro, alla lunghezza e alla differenza di temperatura fra fluido ed ambiente.

Per ridurre le suddette dispersioni occorre pertanto:

- preferire tipologie impiantistiche che prevedano una rete di distribuzione tutta interna all'involucro riscaldato, in modo che le dispersioni siano recuperate per il riscaldamento degli ambienti;
- ove non sia possibile evitare percorsi esterni all'involucro riscaldato, prevedere un congruo ed accurato isolamento termico delle tubazioni, tenendo presente che, per i nuovi impianti, anche in edifici esistenti, e nella ristrutturazione degli impianti, l'allegato B al DPR 412/93 prevede spessori minimi di materiale isolante che sono funzione della **temperatura del fluido** e della conduttività del materiale isolante impiegato;
- prevedere reti di lunghezza il più possibile contenuta, evitando percorsi tortuosi e non necessari;
- prevedere **temperature di progetto il più possibile basse** (si ricorda che a pag. 47 sono elencati ulteriori rilevanti vantaggi conseguenti a questa scelta).


Commissione Impianti
34