



Associazione produttori di apparecchi e componenti per impianti termici

IMPIANTI TERMICI

CONCETTI INNOVATIVI
DALLA NORMATIVA VIGENTE



Linee guida per il rinnovo degli impianti esistenti, la realizzazione di nuovi impianti e la scelta dei componenti



Federazione delle Associazioni Nazionali dell'industria Meccanica varia ed affini

IMPIANTI TERMICI

CONCETTI INNOVATIVI
DALLA NORMATIVA VIGENTE

Linee guida per il rinnovo degli impianti esistenti, la
realizzazione di nuovi impianti e la scelta dei componenti

PREFAZIONE

ASSOTERMICA è l'associazione di categoria che raggruppa i costruttori di bruciatori, caldaie, corpi scaldanti, componenti e sistemi di regolazione, misura e sicurezza, generatori di aria calda e radiatori a gas, sistemi di riscaldamento ad irraggiamento.

L'obiettivo di ASSOTERMICA è quello di indirizzare tutto il sistema delle imprese italiane verso traguardi qualitativi e quindi di maggior competitività in un quadro europeo.

Superando il tradizionale concetto di associazione monoprodotto e perfettamente coerente con lo sviluppo del settore, nel quale le aziende associate operano, ASSOTERMICA da tempo si è posta come obiettivo il miglioramento continuo della qualità, cioè più sicurezza, minori consumi, rispetto per l'ambiente, con la convinzione che tutto ciò si può ottenere solo in una visione di sistema che integri sempre più i singoli componenti di un impianto.

L'avvento nel nostro sistema della legge 10/91 e del suo regolamento di attuazione il DPR 412/93, ha evidenziato l'esigenza, per i costruttori di componenti, di analizzare le ricadute sul mercato delle nuove norme di progettazione.

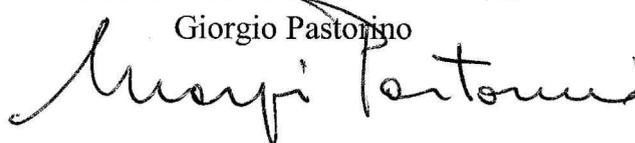
Ne è nato, con il contributo di tecnici specializzati del settore, un primo studio, il "**Progetto speciale impianti**", presentato alla Mostra Convegno del Marzo 1996 e oggi, a distanza di due anni, siamo particolarmente felici di presentare questa pubblicazione che ne è la versione evolutiva.

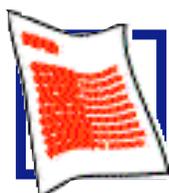
Con la realizzazione e la pubblicazione delle "**Linee guida per il rinnovo degli impianti esistenti, la realizzazione di nuovi impianti e la scelta dei componenti**", ASSOTERMICA intende proseguire nella fase di proposte mirate alla crescita tecnologica e culturale del settore, mettendo a disposizione e a profitto l'esperienza delle proprie associate nello sviluppo di moderni componenti, frutto di una progettazione che tiene ben conto delle esigenze delle nuove norme di progettazione.

Ci auguriamo che queste "Linee guida" possano costituire un valido strumento di consultazione per tutti coloro che operano nel settore, progettisti installatori e costruttori, contribuendo così alla crescita culturale e tecnologica del settore stesso.

Il Presidente di ASSOTERMICA

Giorgio Pastorino





INDICE



CAPITOLO 1 L'IMPOSTAZIONE EUROPEA

Pag. 1



CAPITOLO 2 L'ATTUALE QUADRO REGOLAMENTARE E NORMATIVO ITALIANO

Pag. 5



CAPITOLO 3 EFFETTI DEL NUOVO ASSETTO REGOLAMENTARE E NORMATIVO

Pag. 9



CAPITOLO 4 L'INVOLUCRO EDILIZIO

Pag. 15



CAPITOLO 5 I RENDIMENTI

Pag. 17



CAPITOLO 6 IL RENDIMENTO DI PRODUZIONE MEDIO STAGIONALE

Pag. 19



CAPITOLO 7 IL RENDIMENTO DI EMISSIONE MEDIO STAGIONALE

Pag. 41



CAPITOLO 8 IL RENDIMENTO DI REGOLAZIONE MEDIO STAGIONALE

Pag. 49



CAPITOLO 9 IL RENDIMENTO DI DISTRIBUZIONE MEDIO STAGIONALE

Pag. 65



CAPITOLO 10 ESEMPI DI DIAGNOSI ENERGETICA

Pag. 77



1. L'IMPOSTAZIONE EUROPEA

I principali provvedimenti che documentano l'impegno europeo nel settore del risparmio energetico sono i seguenti:

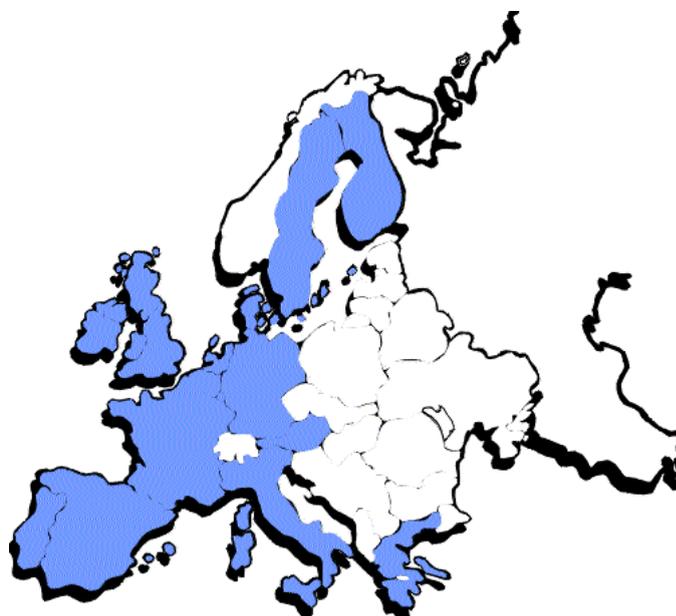
Risoluzione del 15 gennaio 1985 relativa al miglioramento dei programmi di risparmio energetico degli Stati membri: il Consiglio ha invitato questi ultimi a proseguire e, se del caso, a potenziare le loro azioni intese a promuovere un uso più razionale dell'energia mediante l'elaborazione di politiche integrate di risparmio energetico.

Risoluzione del Consiglio del 15 marzo 1985 per l'utilizzazione razionale dell'energia nel **settore delle costruzioni (85/C78/01)**.

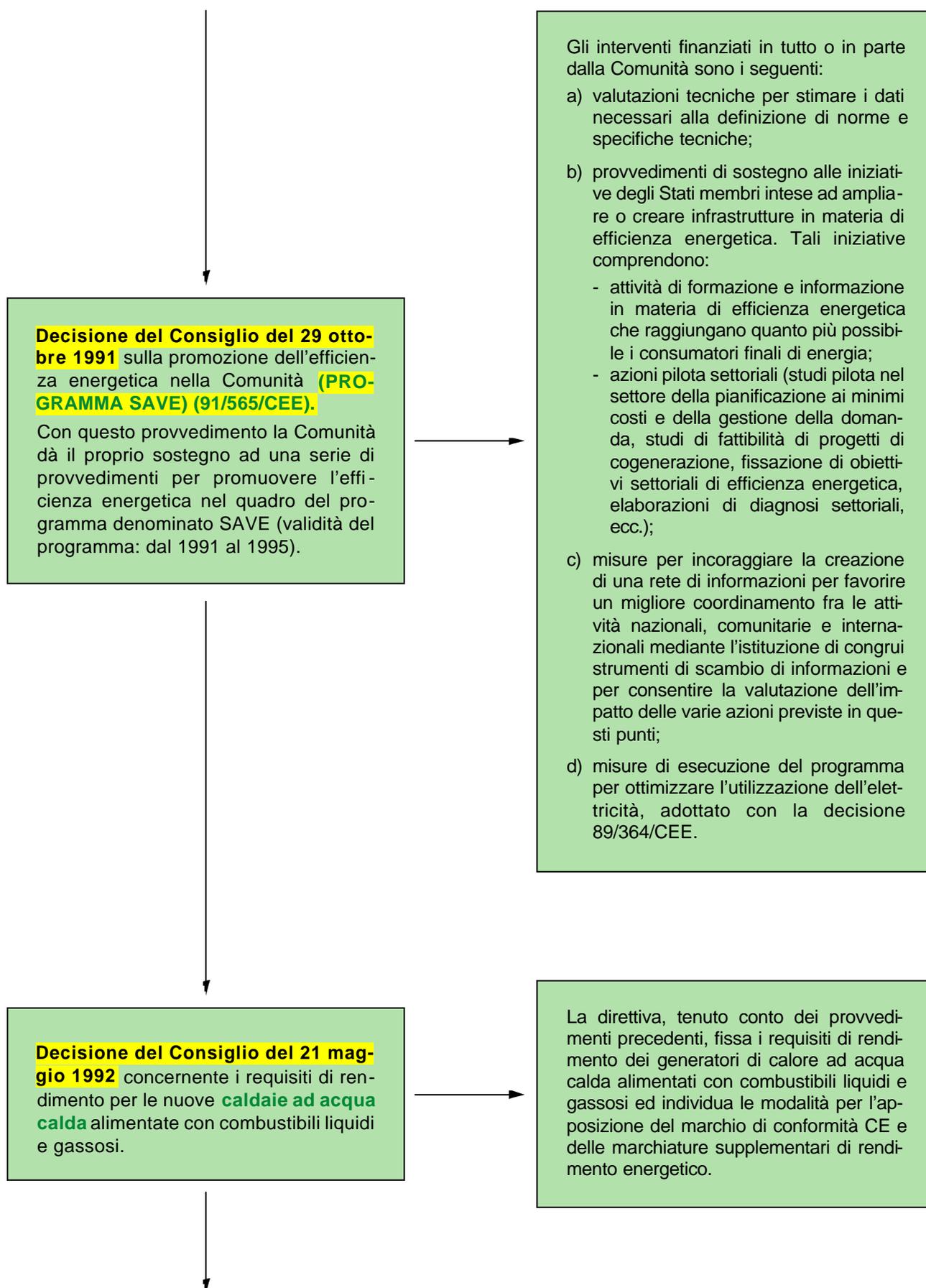
Direttiva del Consiglio del 21 dicembre 1988 relativa al ravvicinamento delle disposizioni legislative regolamentari e amministrative degli Stati membri concernenti i **PRODOTTI DA COSTRUZIONE (89/106/CEE)**.

La direttiva individua i sei requisiti essenziali a cui devono essere conformi le opere di costruzione:

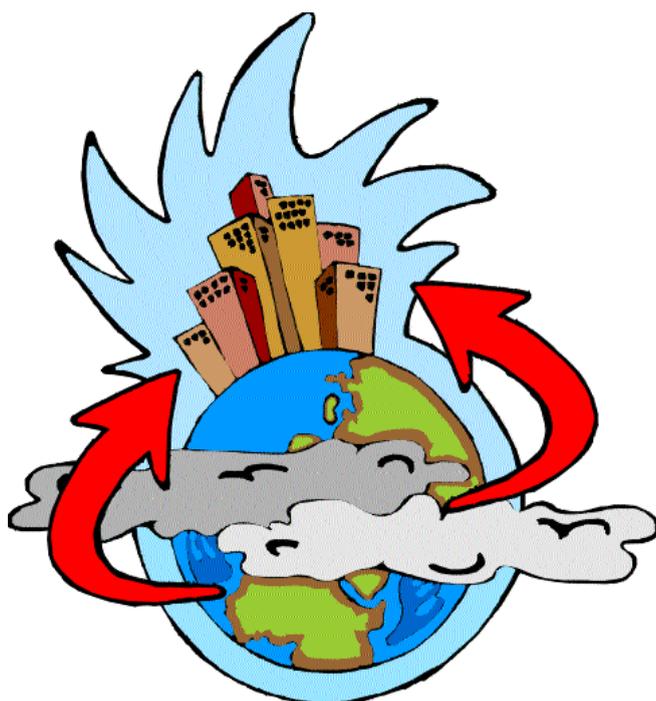
1. resistenza meccanica e stabilità;
2. sicurezza in caso di incendio;
3. igiene, salute e ambiente;
4. sicurezza nell'impiego;
5. protezione contro il rumore;
6. risparmio energetico e ritenzione del calore.



Fra i sei requisiti essenziali è compreso il **"risparmio energetico e ritenzione del calore"**. Si tratta di un'affermazione di principio che genera importanti conseguenze: una serie di documenti interpretativi illustrano i requisiti che devono possedere materiali, impianti e loro componenti per assicurare alla costruzione questo requisito.



Direttiva 93/76/CEE del Consiglio del del 13 settembre 1993 intesa a **limitare le emissioni di biossido di carbonio migliorando l'efficienza energetica (SAVE).**



La direttiva, emanata nell'ambito del programma SAVE, individua meglio gli obiettivi più concreti per risparmiare energia.

Essa mira infatti alla realizzazione da parte degli Stati membri dell'obiettivo di limitare le emissioni di biossido di carbonio grazie ad un miglioramento dell'efficienza energetica, particolarmente mediante l'elaborazione e l'attuazione di programmi nei seguenti settori:

- **certificazione energetica degli edifici:** tramite un'informazione obiettiva sui parametri energetici degli edifici, la certificazione energetica contribuirà a favorire una migliore trasparenza del mercato immobiliare e ad incoraggiare gli investimenti di risparmio energetico;

- **fatturazione delle spese di riscaldamento, climatizzazione ed acqua calda per usi igienici sulla base del consumo effettivo:**

la fatturazione all'utente delle spese di riscaldamento, climatizzazione ed acqua calda per usi igienici, calcolate in proporzione al consumo effettivo contribuisce al risparmio energetico nel settore residenziale; l'impianto dovrà consentire all'utente di regolare esso stesso il consumo per riscaldamento ed acqua calda;

- **isolamento termico dei nuovi edifici:** i nuovi edifici vanno dotati di un isolamento termico efficace, in considerazione delle condizioni climatiche locali e tenendo presente che gli edifici avranno un'incidenza sul consumo di energia a lungo termine;

- **controllo periodico delle caldaie:** la manutenzione periodica e regolare delle caldaie assicura le migliori prestazioni in considerazione delle esigenze dell'ambiente e dell'energia;

- **diagnosi energetiche, in particolare presso imprese ad elevato consumo di energia:**

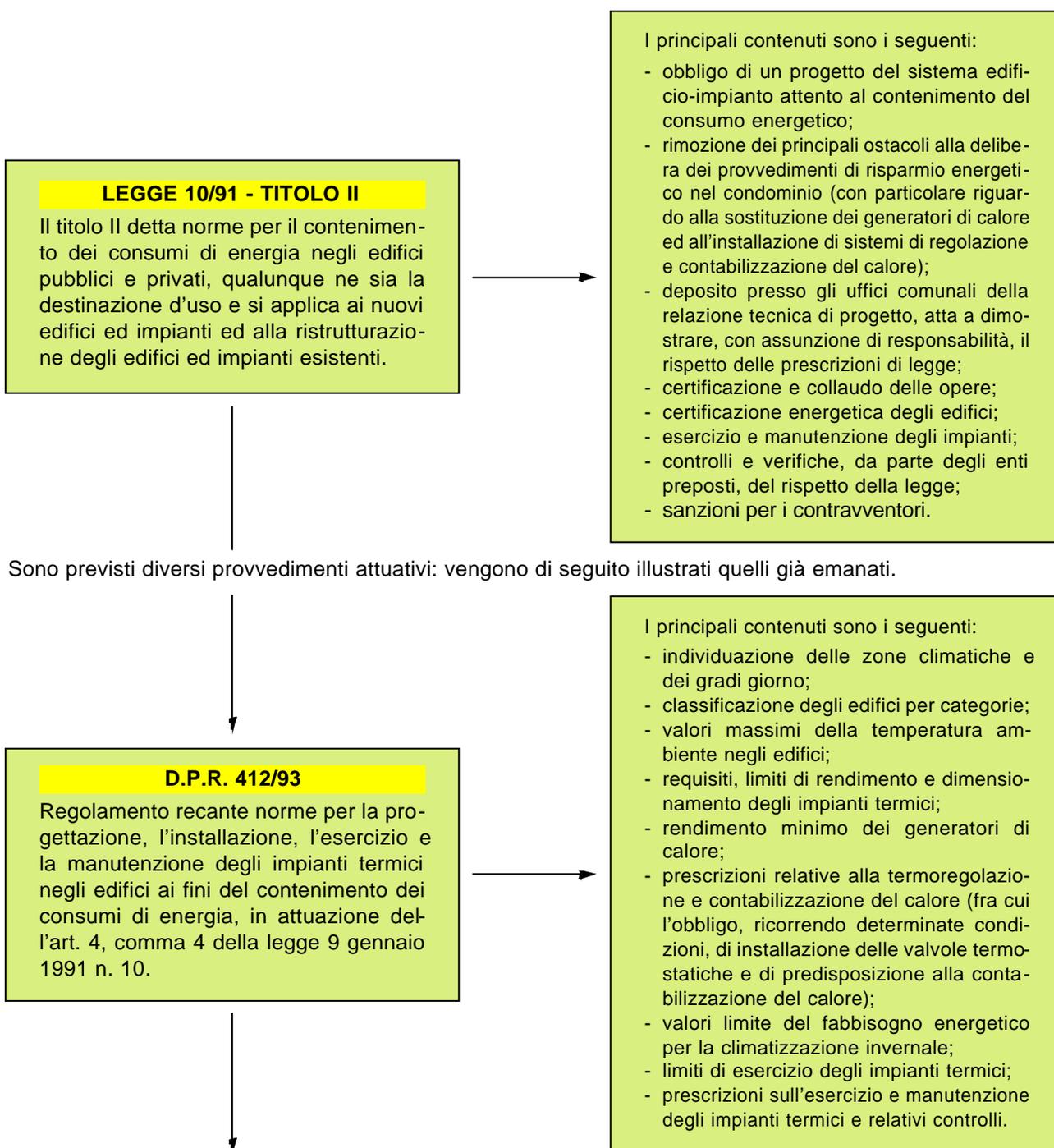
la diagnosi energetica è in grado di portare a conoscenza dell'utente i difetti energetici di un edificio, di un impianto o di un processo e di mostrare i vantaggi in termini economici di possibili cure; si tratta spesso di investimenti ad alto reddito, ai quali il proprietario non è insensibile.

La direttiva invita gli Stati membri a conformarsi nel più breve tempo possibile e comunque non oltre il 31.12.1994.



2. L'ATTUALE QUADRO REGOLAMENTARE E NORMATIVO ITALIANO PER IL RISPARMIO ENERGETICO NEGLI EDIFICI

La legge 10/91 è il provvedimento legislativo che attualmente regola in Italia il risparmio energetico in tutte le sue forme. In particolare, il titolo II detta norme per il contenimento del consumo di energia negli edifici.



DECRETO 13 dicembre 1993

Approvazione dei modelli tipo per la compilazione della relazione tecnica di cui all'art. 28 della legge 9 gennaio 1991 n. 10, attestante la rispondenza alle prescrizioni in materia di contenimento del consumo energetico degli edifici.

Il decreto approva e riporta i modelli da utilizzare per la compilazione della relazione tecnica da depositare presso gli uffici comunali, nei seguenti casi:

- a) opere relative ad edifici di nuova costruzione o a ristrutturazione di edifici (con riferimento all'intero sistema edificio-impianto termico);
- b) opere relative agli impianti termici di nuova installazione in edifici esistenti e opere relative alla ristrutturazione degli impianti termici;
- c) sostituzione dei generatori di calore.

Per quanto riguarda i criteri di calcolo e di progettazione, il citato D.P.R. 412/93 rimanda ad una serie di norme UNI, di cui si elencano le principali, con l'indicazione schematica dei contenuti e dello scopo.

UNI 7357

Calcolo del fabbisogno termico per il riscaldamento di edifici.

Il calcolo del fabbisogno termico **in termini di potenza** è necessario per la verifica di idoneità dell'isolamento termico degli edifici e per il dimensionamento dei corpi scaldanti e del generatore di calore.

La norma è attualmente in revisione per adeguarla allo stato dell'arte europeo.

Nel frattempo, va utilizzata la versione attuale, come prescritto dal DPR 412/93.

UNI 10344

Riscaldamento degli edifici - Calcolo del fabbisogno di energia.

Il calcolo del fabbisogno termico **in termini di energia** è necessario per diversi scopi:

- per le verifiche previste dal DPR 412/93 (FEN);
- per la verifica dei consumi finalizzata alla corretta progettazione;
- per la diagnosi energetica degli edifici esistenti e la simulazione di interventi di risparmio energetico;
- per la certificazione energetica degli edifici (nuovi ed esistenti).

Il metodo di calcolo è conforme all'impostazione del progetto europeo prEN 832, ma rispetto a questo, che prevede il solo calcolo dell'energia utile, consente il calcolo dell'energia primaria, disponendo l'Italia di ulteriori norme per il calcolo dei rendimenti, non ancora definite in Europa.

UNI 10345
Riscaldamento e raffrescamento degli edifici - Trasmittanza termica dei componenti edilizi finestrati - Metodo di calcolo.

UNI 10346
Riscaldamento e raffrescamento degli edifici - Scambi di energia termica tra terreno ed edificio - Metodo di calcolo.

UNI 10347
Riscaldamento e raffrescamento degli edifici - Energia termica scambiata tra una tubazione e l'ambiente circostante - Metodo di calcolo.

UNI 10348
Riscaldamento degli edifici - Rendimenti dei sistemi di riscaldamento - Metodo di calcolo.

UNI 10349
Riscaldamento e raffrescamento degli edifici - Dati climatici.

UNI 10351
Materiali da costruzione - Conduttività termica e permeabilità al vapore.

UNI 10355
Murature e solai - Valori della resistenza termica e metodo di calcolo.

Si tratta di norme finalizzate alla determinazione dei dati necessari per l'esecuzione del calcolo del fabbisogno energetico degli edifici, secondo la norma **UNI 10344**. La suddivisione in diverse norme si conforma con l'impostazione europea.

Alcune di queste norme, nate sulla base del progetto europeo, sono già in revisione in seguito all'approvazione della norma europea corrispondente.

UNI 10379

Riscaldamento degli edifici - Fabbisogno energetico convenzionale normalizzato - Metodo di calcolo e verifica.



La norma fornisce i parametri da utilizzare per la verifica del FEN e due ulteriori metodi per il calcolo del fabbisogno di energia (metodi B e C).

Diverse categorie di operatori ne chiedono da tempo l'abolizione per i seguenti motivi:

- i metodi B e C, imprecisi, complessi, poco usati (utilizzati in non più del 5% delle pratiche depositate presso gli uffici comunali) e privi di riscontro in Europa, sono solo fonte di confusione;
- i parametri da utilizzare per la verifica del FEN dovrebbero essere riportati nella norma UNI 10344, finalizzata fra l'altro proprio a questo scopo.

NOTA: *E' attualmente in corso, in Europa ed in Italia, un imponente lavoro che riguarda tutto il quadro normativo relativo al settore impiantistico. Occorre segnalare l'importanza della partecipazione attiva a questo processo degli operatori interessati, quale condizione per la predisposizione di norme che rappresentino il reale stato dell'arte. Diversamente, se realizzata da persone non operanti nel settore, la normativa potrebbe addirittura costituire un ostacolo al nostro lavoro.*



3. EFFETTI DEL NUOVO ASSETTO REGOLAMENTARE E NORMATIVO

DALLA LEGGE 373/76 ALLA LEGGE 10/91

La potenza termica dispersa dall'involucro è la somma di quella dispersa dalle pareti e di quella dispersa dai ponti termici:

$$P_d = U_i S_i \Delta t_i E_i + U_l l_k \Delta t_k E_k$$

La potenza termica necessaria per il riscaldamento dell'edificio è la somma di quella dispersa dalle strutture e di quella occorrente per il riscaldamento dell'aria di rinnovo:

$$P = P_d + P_v$$

$$P_{d1} = U_1 \cdot S_1 \cdot \Delta t_1 \cdot E_1$$

$$P_{d2} = U_2 \cdot S_2 \cdot \Delta t_2 \cdot E_2$$

$$P_{d3} = U_3 \cdot S_3 \cdot \Delta t_3 \cdot E_3$$

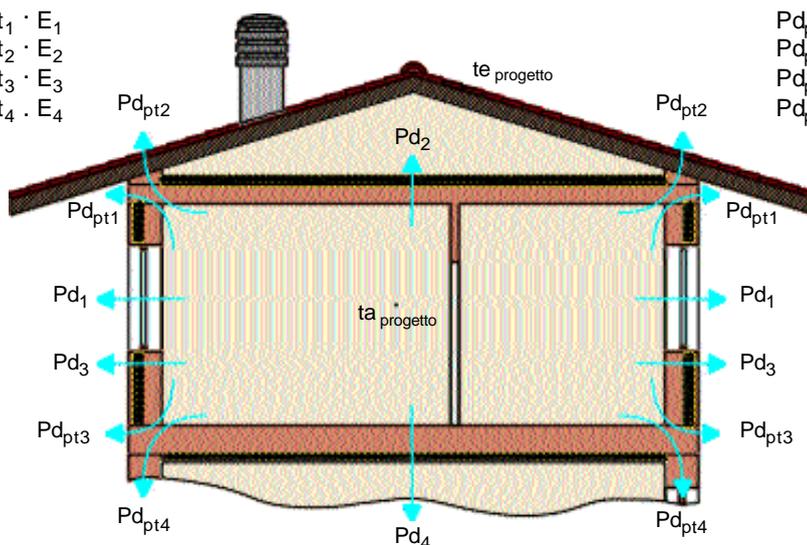
$$P_{d4} = U_4 \cdot S_4 \cdot \Delta t_4 \cdot E_4$$

$$P_{d_{pt1}} = U_{l1} \cdot l_1 \cdot \Delta t_1 \cdot E_1$$

$$P_{d_{pt2}} = U_{l2} \cdot l_2 \cdot \Delta t_2 \cdot E_2$$

$$P_{d_{pt3}} = U_{l3} \cdot l_3 \cdot \Delta t_3 \cdot E_3$$

$$P_{d_{pt4}} = U_{l4} \cdot l_4 \cdot \Delta t_4 \cdot E_4$$



VINCOLO DI LEGGE

L'edificio deve essere isolato in modo che $P_d < c_{dim} \cdot V \cdot \Delta t$.

Dove sono:

P_d la potenza termica dispersa per trasmissione attraverso le strutture ed i ponti termici, in W;

U la trasmittanza termica unitaria di una parete, in W/m^2K ;

U_l la trasmittanza lineica di un ponte termico, in W/mK ;

S la superficie di una parete disperdente, in m^2 ;

l la lunghezza di un ponte termico, in m;

Δt la differenza fra le temperature interna ed esterna di progetto, in $^{\circ}C$;

E il coefficiente di esposizione;

c_{dim} è la caratteristica di isolamento termico prescritta dalla legge, in W/m^3K ;

V è il volume lordo della parte riscaldata dell'edificio, definito dalle superfici esterne degli elementi che lo delimitano, in m^3 .

Fig. n. 1.3: Calcolo del fabbisogno di potenza per il dimensionamento della caldaia e dei radiatori e per la verifica dell'isolamento termico.

LA LEGGE 373/76

La legge 373/76, ora abrogata, ed il suo regolamento di applicazione, il DPR 1052/77, prescrivevano innanzitutto l'isolamento termico degli edifici. La disposizione più rilevante era costituita dall'obbligo del calcolo delle dispersioni, che dovevano essere contenute entro un valore massimo prestabilito, attraverso l'isolamento termico dell'involucro.

Questa utile disposizione ha consentito, ove applicata, di costruire nuovi edifici meno disperdenti.

Il calcolo delle dispersioni veniva **eseguito solo in termini di potenza**, secondo la norma UNI 7357, e veniva utilizzato **per verificare la congruità dell'isolamento termico**, come pure per dimensionare l'impianto, ossia **per determinare la potenza termica dei radiatori e quella della caldaia** (vedi fig. n. 1.3).

La limitazione della potenza della caldaia, prescritta dal DPR 1052/77, ha costituito un vincolo più dannoso che utile, in quanto il rendimento dell'impianto di produzione dipende da molteplici fattori, di cui la potenza è solo uno di questi.

Va rilevato poi che il calcolo della potenza secondo UNI 7357 fornisce risultati molto cautelativi, il che ha consentito una certa elasticità di applicazione della norma. Anche i progettisti meno esperti, poco portati ad un corretto rilievo delle superfici e ad una accurata analisi dei ponti termici, calcolavano **la "loro" potenza**. Non esistevano d'altra parte elementi per discriminare il calcolo più competente ed accurato da quello eseguito con minore professionalità. La regolazione automatica avrebbe comunque adattato la potenza installata all'effettivo fabbisogno dell'edificio.

Anche per le scelte impiantistiche non esistevano discriminanti: qualunque fosse la soluzione individuata dal progettista, per la legge questa era buona e poteva essere realizzata.

LA SCELTA EUROPEA

Nel 1989 veniva pubblicata la norma ISO 9164, relativa al calcolo analitico del fabbisogno annuo di energia degli edifici. Nel 1990, in conformità con il mandato ricevuto, il CEN TC 89, facendo proprio il documento suddetto, ha elaborato un metodo semplificato per il calcolo dei consumi di energia degli edifici che consente:

1. di giudicare la conformità di edifici ed impianti alle prescrizioni di leggi o regolamenti, espressi in termini di limiti al consumo energetico;
2. di ottimizzare le prestazioni energetiche di un edificio in fase di progettazione, verificando diverse possibili soluzioni, quanto a tipologie e componentistica;
3. di verificare gli effetti di possibili interventi di risparmio energetico, calcolando il consumo con e senza la misura di risparmio energetico ipotizzata (è il caso della diagnosi energetica, utilissima per affrontare la manutenzione degli impianti finalizzata alla conservazione e al miglioramento dei rendimenti);
4. di prevedere la necessità di future risorse energetiche, su scala nazionale o internazionale, attraverso il calcolo del consumo energetico di diversi edifici rappresentativi del parco edilizio (elementi utili per piani energetici nazionali o europei).

LA LEGGE 10/91: I NUOVI CRITERI DI PROGETTAZIONE

La legge 10/91, seguendo l'evoluzione tecnica del settore, ha sostituito la 373/76, con identico scopo: il risparmio energetico e la tutela dell'ambiente.

La novità rilevante, rispetto al precedente provvedimento, è invece costituita dal recepimento della scelta europea sopra descritta, che prevede **il calcolo dei consumi di energia del sistema edificio-impianto**, da utilizzare quale elemento di riferimento e guida per l'analisi, la valutazione e la validazione delle scelte progettuali effettuate (vedi fig. n. 2.3).

La certificazione energetica degli edifici, procedura di informazione dell'utente delle caratteristiche energetiche del sistema, costituisce l'obiettivo finale della nuova impostazione.

Per quanto riguarda il calcolo della potenza e la verifica dell'isolamento termico dell'involucro non cambia nulla rispetto alla precedente regolamentazione (vedi fig. n. 1.3).

Il calcolo analitico del consumo convenzionale di energia del sistema edificio-impianto, accurato e riscontrabile, che è funzione delle soluzioni progettuali adottate, dei componenti scelti e del tipo di conduzione prevista, è la vera novità, che rivoluziona le regole del gioco e le rimette tutte in discussione.

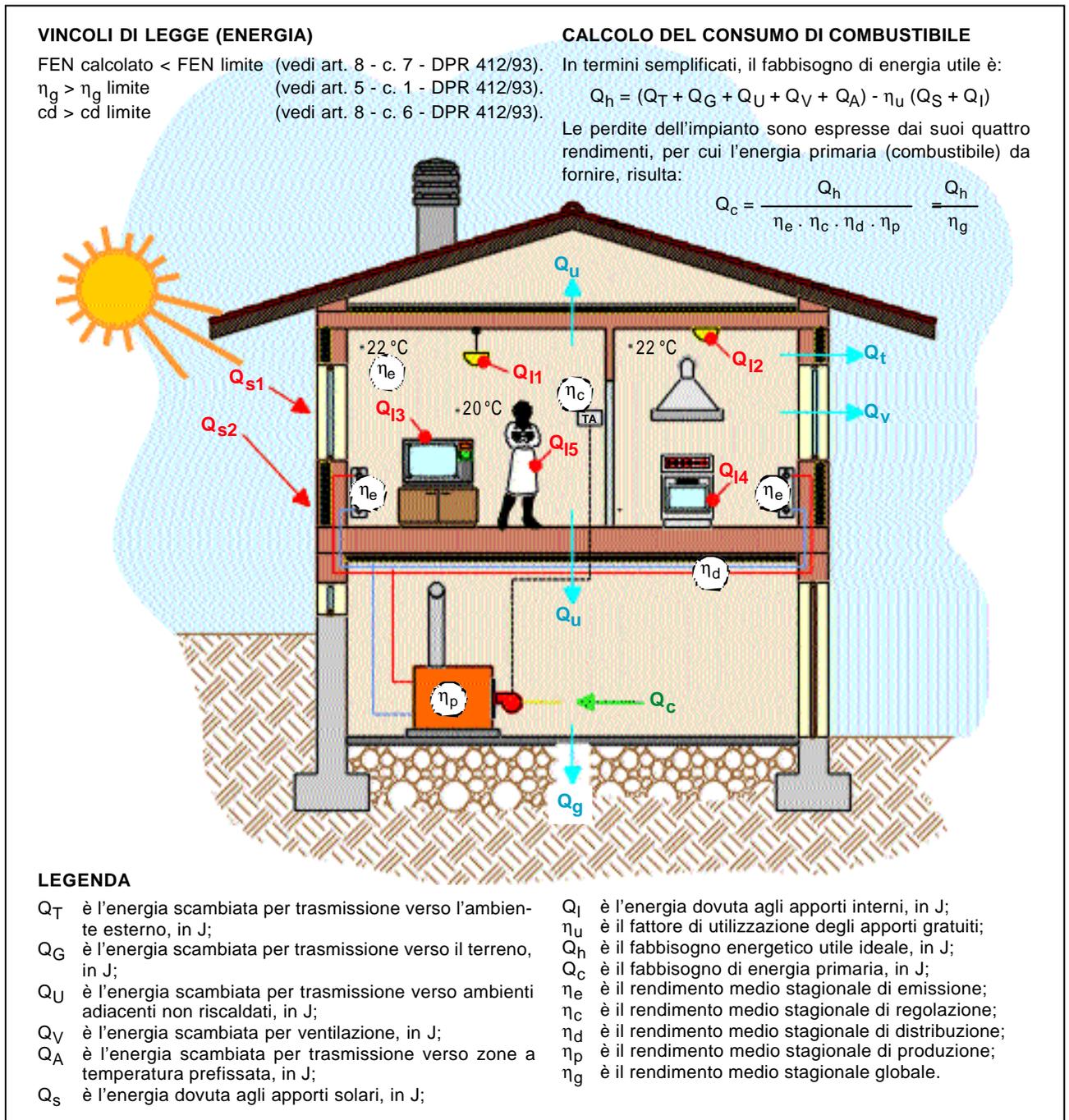


Fig. n. 2.3: Calcolo del fabbisogno annuo di energia per la verifica del FEN e per la verifica del consumo annuo di energia conseguente alla soluzione impiantistica (schema e componenti) adottata.

Viene subito messa alla prova la professionalità del progettista. I rilievi sono solo poco più complessi rispetto a quelli richiesti per il calcolo della potenza, ma occorrono le idee più chiare: è necessario conoscere bene la teoria dello scambio termico, sapere come rilevare le superfici, quando quelle interne e quando quelle esterne e come trattare con competenza i ponti termici.

Solo a queste condizioni il calcolo fornirà il consumo convenzionale di riferimento: preciso, ripetibile e, soprattutto, riscontrabile.

Un elevato valore del rendimento globale medio stagionale ed un conseguente modesto valore del consumo convenzionale del sistema edificio-impianto (in altri termini una certificazione energetica più favorevole) costituirà elemento in grado di discriminare un buon progetto ed un buon progettista da altri mediocri o scadenti.

Questa gara di efficienza coinvolge, se pure in diversa misura, tutti gli operatori:

- il progettista edile, che dovrà progettare un involucro idoneo al contenimento dei consumi ed in grado di utilizzare al massimo gli apporti gratuiti;
- il produttore dei componenti edili e dell'isolamento termico, che dovrà garantire le prestazioni termiche dei prodotti;
- il produttore dei componenti impiantistici, che dovrà offrire componenti idonei alle nuove esigenze, che richiedono rendimenti elevati;
- gestori e manutentori, che dovranno conservare i rendimenti e curare una corretta conduzione, per garantire consumi non troppo distanti da quelli previsti dalla certificazione energetica.

In altri termini, la legge 10/91, come pure il suo regolamento di esecuzione, il DPR 412/93, concepiscono il **sistema edificio-impianto come un'unica macchina**, per cui la progettazione dell'edificio e la progettazione dell'impianto devono procedere in maniera integrata.

Questo nuovo assetto regolamentare lascia ai progettisti del sistema edificio-impianto la **massima libertà progettuale ponendo però loro un obiettivo minimo da raggiungere**, in termini di prestazioni.

Tali prestazioni minime sono espresse da parametri innovativi, quali il FEN limite (Fabbisogno Energetico Normalizzato), il rendimento di produzione medio stagionale ed il rendimento globale medio stagionale.

I progettisti hanno l'obbligo di verificare che l'opera progettata rispetti i parametri minimi prescritti dalla legge.

Per la verità, i valori prescritti dalla legge, orientati a notevole prudenza, non sono difficili da rispettare. Questa nuova impostazione è tuttavia destinata a produrre effetti innovativi, tali da incidere profondamente sulle abitudini degli operatori e sul mercato.

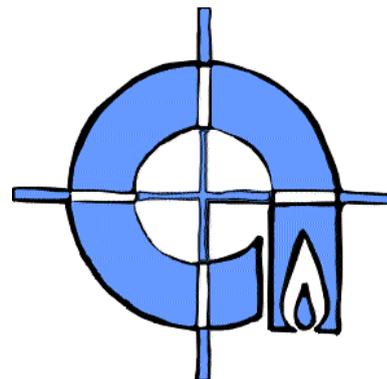
Per la prima volta infatti i progettisti hanno l'obbligo di verificare, per mezzo di strumenti normativi appositamente predisposti, la qualità del loro lavoro, per quanto riguarda l'aspetto energetico.

Non è pertanto difficile intuire che i suddetti operatori non si accontenteranno del minimo: se non altro, motivi di ordine professionale li indurranno a studiare ed offrire ai loro clienti edifici ed impianti di prestazioni sempre migliori, ben al di sopra di quel minimo di legge che potrebbe denotare scelte o capacità mediocri.

IL "PROGETTO SPECIALE IMPIANTI" DI ASSOTERMICA

ASSOTERMICA ha intrapreso un "Progetto Speciale Impianti" che, attraverso una prima fase propositiva, di sviluppo tecnologico del settore, si pone come obiettivo di proporsi all'avanguardia nel futuro scenario del mercato, che è inevitabilmente destinato a mutare profondamente con l'entrata in vigore e con la regolare applicazione delle nuove norme attuative della legge 10/91.

Una ulteriore importante fase del "Progetto" si propone di favorire il dialogo fra progettisti e costruttori, affinché il componente dell'impianto non sia più considerato come un prodotto avulso dal sistema, ma come un elemento che partecipa sinergicamente con altri per produrre sul sistema edificio-impianto gli effetti voluti.



I Costruttori associati ad **ASSOTERMICA** hanno investito in uomini e strutture e stanno già svolgendo il loro ruolo: per non subire le nuove normative, ma per indirizzarne correttamente gli effetti nel contesto del mercato futuro, come si conviene a protagonisti di alto livello.

Il “Progetto Speciale Impianti” che **ASSOTERMICA** ha realizzato con il contributo di tecnici specialisti nei vari settori, ha prodotto per caldaie, bruciatori, corpi scaldanti, apparecchi e sistemi di regolazione, uno studio approfondito finalizzato alla previsione degli effetti sul mercato dei componenti dell’applicazione delle nuove norme di progettazione UNI 10344 e seguenti, che sono di fatto gli strumenti attuativi della legge 10/91.

Con gli studi e con le sperimentazioni eseguite nel corso dello sviluppo del progetto e con l’approfondimento dei concetti normativi si è dimostrato che il prodotto generatore di calore, sistema di regolazione, corpo scaldante, con le proprie caratteristiche prestazionali, partecipa sinergicamente al conseguimento di un reale risparmio energetico, rivelando una marcata dipendenza dagli aspetti sistemici.

La scelta del componente più adeguato, in un determinato contesto impiantistico, richiederà capacità progettuali più elevate e quindi progettisti, ma anche produttori, più preparati.

GLI ATTORI ED I RUOLI CHE ASSUMERANNO NEL NUOVO SCENARIO DEL MERCATO

Gli operatori del settore, che si muoveranno nel futuro scenario del mercato, vedranno modificarsi il loro ruolo, nel cui ambito ognuno reciterà una parte; tutti opereranno finalmente da protagonisti, con uno scopo comune, nell’opera di adeguamento culturale al nuovo quadro normativo.

Sono questi, i produttori di materiali per riscaldamento, i progettisti, gli installatori di impianti, e gli utenti finali, che dovranno interpretare il loro nuovo ruolo e valutare di conseguenza come proporsi sul mercato per mettere la loro esperienza a profitto del settore.

Il Progetto Speciale Impianti di **ASSOTERMICA** si propone anche lo scopo di fornire spunti per valutare molti degli aspetti che si potranno presentare in futuro.

I PRODUTTORI

I produttori modificheranno il modo di considerare e quindi di progettare il prodotto che troppo spesso viene visto come elemento avulso dal sistema edificio-impianto.

Il Progetto Speciale Impianti ha evidenziato come il prodotto partecipa nell’intero contesto; ha dimostrato anche in quale misura e con quale incidenza agisce per la valutazione economica dei costi-benefici.

La progettazione mirata al conseguimento degli obiettivi permetterà di ottenere il miglior risultato con il giusto apporto di risorse.

I produttori renderanno disponibili tutti i dati caratteristici dei prodotti, necessari al calcolo dell’impianto e alla verifica delle loro prestazioni sul campo.



I PROGETTISTI

I progettisti, essendo la categoria alla quale più direttamente si rivolge il nuovo quadro normativo, saranno quelli che si adegueranno con maggiore sollecitudine.



ne ai nuovi criteri di progettazione e, nel futuro scenario, saranno identificati come i “progettisti del comfort”. Il loro compito sarà infatti quello di interpretare le necessità dell'utente ed indicargli le migliori soluzioni che, nel rispetto della normativa, gli offrano il massimo livello di comfort nel rispetto di un accettabile rapporto costi-benefici.

Tutto questo si otterrà grazie alla corretta scelta dei prodotti, correlata alle loro prestazioni di impiego per quella specifica tipologia di impianto.

Sarà possibile offrire all'utilizzatore finale, più soluzioni diverse con i relativi parametri di valutazione sulle quali il committente potrà operare la scelta esprimendo una valutazione soggettiva.

GLI INSTALLATORI

Gli installatori non si limiteranno a realizzare gli impianti senza aver prima approfondito ed accertato, con la giusta chiave di lettura, l'idoneità del progetto, per l'aspetto che li riguarda; sia che questo provenga dal proprio ufficio di progettazione oppure da uno studio di progettazione esterno.

Gli installatori, essendo spesso l'interfaccia privilegiata con l'utente, saranno chiamati a supportare le scelte del progettista con le giuste argomentazioni, affinché l'utilizzatore finale sia pienamente convinto della validità del progetto, dell'investimento operato e dei risultati che da questo si può attendere.

Gli installatori, nel futuro scenario, abbandoneranno finalmente quella caratteristica di sola manualità che sino ad oggi è stata loro attribuita, per assumere anche quella di consigliere e promotore del comfort e del risparmio energetico.



L'UTILIZZATORE FINALE

L'utilizzatore finale, pur essendo il beneficiario dell'utile che il nuovo assetto del sistema comporta, ma anche colui che finanzia l'investimento, è importante che comprenda e si assuma le responsabilità che il suo nuovo ruolo gli attribuisce.

E' della massima importanza quindi che tutti gli operatori del settore si adoperino per accrescere la sua cultura specifica per farlo nelle condizioni di operare a ragion veduta, nelle scelte che gli competono.

E' della massima rilevanza che un attore così importante non continui a considerare l'impianto di riscaldamento e il benessere ambientale in secondo piano rispetto al colore delle pareti o delle piastrelle.





4. L'INVOLUCRO EDILIZIO

Il contenimento del consumo energetico nel riscaldamento degli edifici inizia con la buona progettazione dell'involucro edilizio.

Il consumo di energia dell'involucro edilizio dipende infatti dalla resistenza termica delle sue pareti e dalla sua capacità di utilizzare gli apporti gratuiti (interni e solari).

L'esempio che segue illustra in modo eloquente, con un semplice calcolo del fabbisogno energetico, i notevoli effetti dell'isolamento termico.

ESEMPIO

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

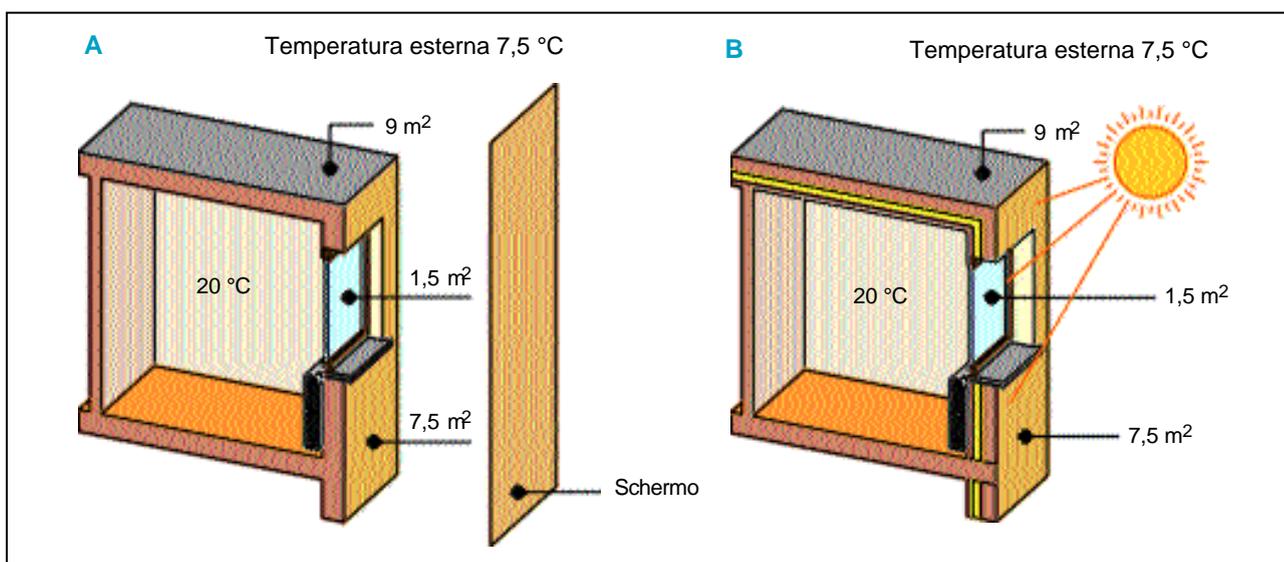


Fig. n. 1.4: Il locale B, termicamente isolato e non ombreggiato, disperde meno di un terzo dell'energia richiesta dal locale A, per mantenere al suo interno la temperatura di 20 °C.

A - LOCALE NON ISOLATO

S (m ²)	U (W/m ² K)	Dt (°C)	t (s)	Q _h (kJ)
16,5	1,8	12,5	3.600	1.337
1,5	5,0	12,5	3.600	338
			Q _s	0
			Q _h	1.675

B - LOCALE TERMICAMENTE ISOLATO

S (m ²)	U (W/m ² K)	Dt (°C)	t (s)	Q _h (kJ)
16,5	0,6	12,5	3.600	446
1,5	2,3	12,5	3.600	155
			Q _s	61
			Q _h	540

dove:

S è la superficie disperdente, in m^2 ;

U è la trasmittanza termica unitaria, in W/m^2K ;

Dt è la differenza fra la temperatura dell'ambiente interno e la temperatura media esterna, in K ;

t è il tempo, in s ;

Q_l è l'energia dispersa verso l'esterno, in kJ ;

Q_s è l'energia gratuita, dovuta agli apporti solari, in kJ ;

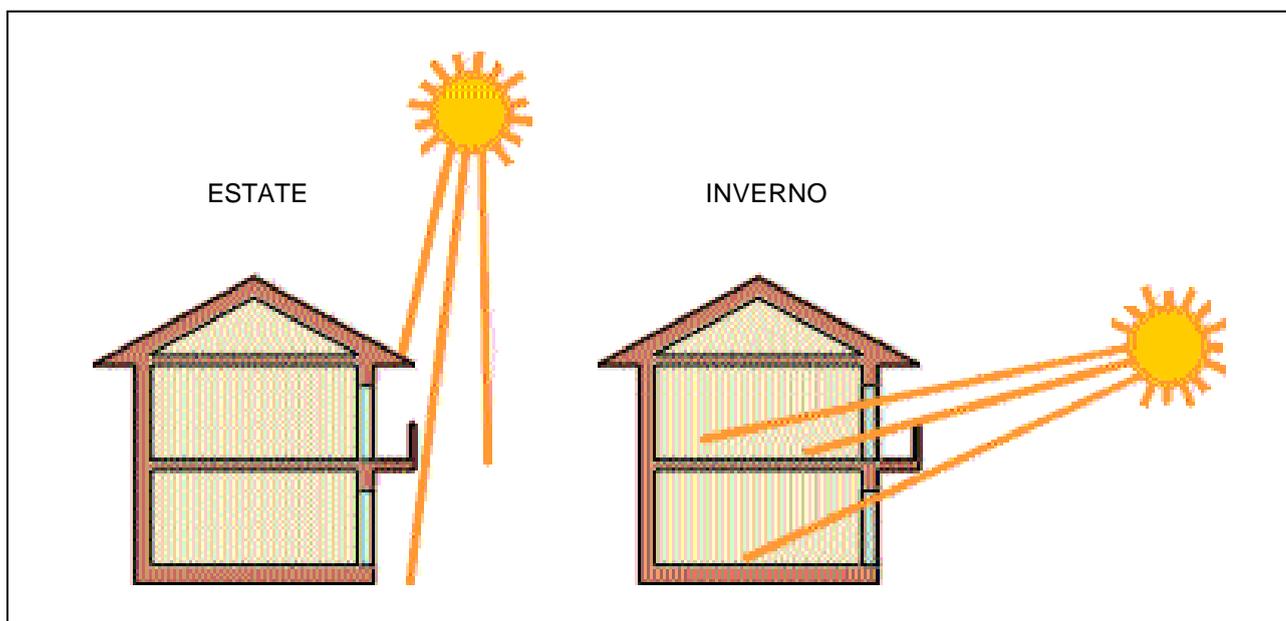
$Q_h = Q_l - Q_s$ è l'energia utile dispersa del locale, al netto degli apporti, che deve essere fornita dall'impianto di riscaldamento per mantenere la temperatura ambiente al valore di progetto, in kJ .

Come illustrato nel capitolo precedente l'attuale regolamentazione prevede i seguenti calcoli sull'involucro edilizio:

- calcolo del fabbisogno di potenza secondo la norma UNI 7357, per la verifica di idoneità della caratteristica di isolamento termico "cd" e per il dimensionamento dei corpi scaldanti e del generatore di calore (vedi anche fig. n. 1.3);
- calcolo del fabbisogno di energia utile Q_h secondo la norma UNI 10344, per verificare l'idoneità delle scelte effettuate, sotto il profilo tecnico (effetti dell'isolamento termico e capacità di utilizzare gli apporti) (*), come pure sotto il profilo economico (rapporto costi/benefici); l'energia utile è poi alla base, previo successivo calcolo dei quattro rendimenti, della verifica del FEN e del calcolo del consumo di combustibile (vedi fig. n. 2.3).

Il consumo annuo di combustibile è il dato più rilevante, destinato a caratterizzare la certificazione energetica dell'immobile o della singola unità immobiliare.

NOTA (*): Il calcolo del fabbisogno di energia utile è in grado di evidenziare come anche semplici ed economici espedienti, quali il posizionamento di ampie finestre lungo il perimetro soleggiato con idonei schermi (costituiti nel caso esemplificato da gronde e balconi) possano consentire un migliore sfruttamento dell'energia solare unitamente ad un buon livello di illuminazione naturale, evitando nel contempo effetti di surriscaldamento nel periodo estivo.



Costituisce quindi un' **esigenza fondamentale che la progettazione architettonica-strutturale e la progettazione termotecnica-impiantistica procedano di pari passo ed in maniera integrata, dall'elaborazione preliminare del progetto sino alla definizione degli elaborati esecutivi** (dalla Circolare Ministero Industria 13.12.93 n. 231 F).



5. I RENDIMENTI

Con riferimento all'esempio riportato nel capitolo precedente, 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).

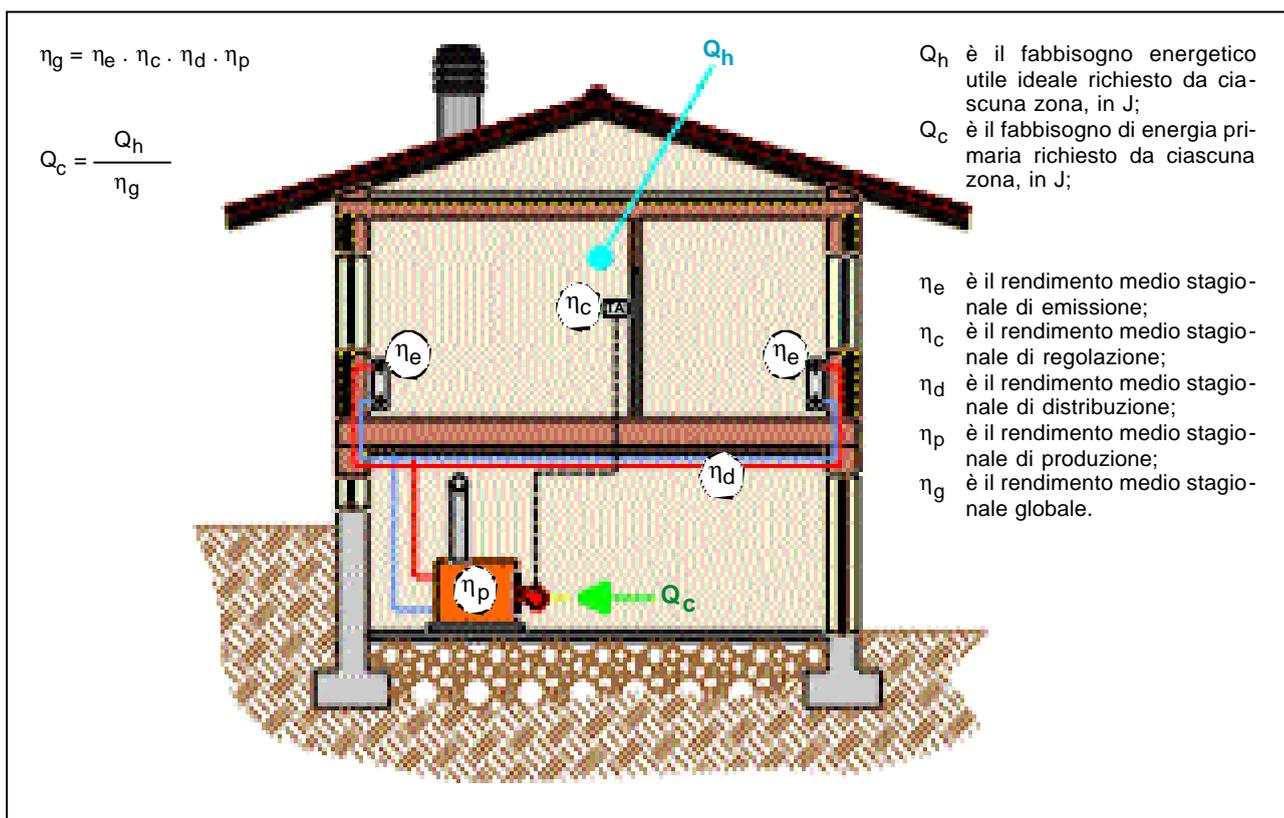


Fig. n. 1.5: I quattro rendimenti dell'impianto.

I quattro rendimenti di cui sopra dipendono da una serie di fattori tutti ricollegabili alla tecnica impiantistica, intesa come scelta della tipologia di impianto e dei relativi componenti, il cui esame costituisce il principale oggetto del presente lavoro.



6. IL 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.

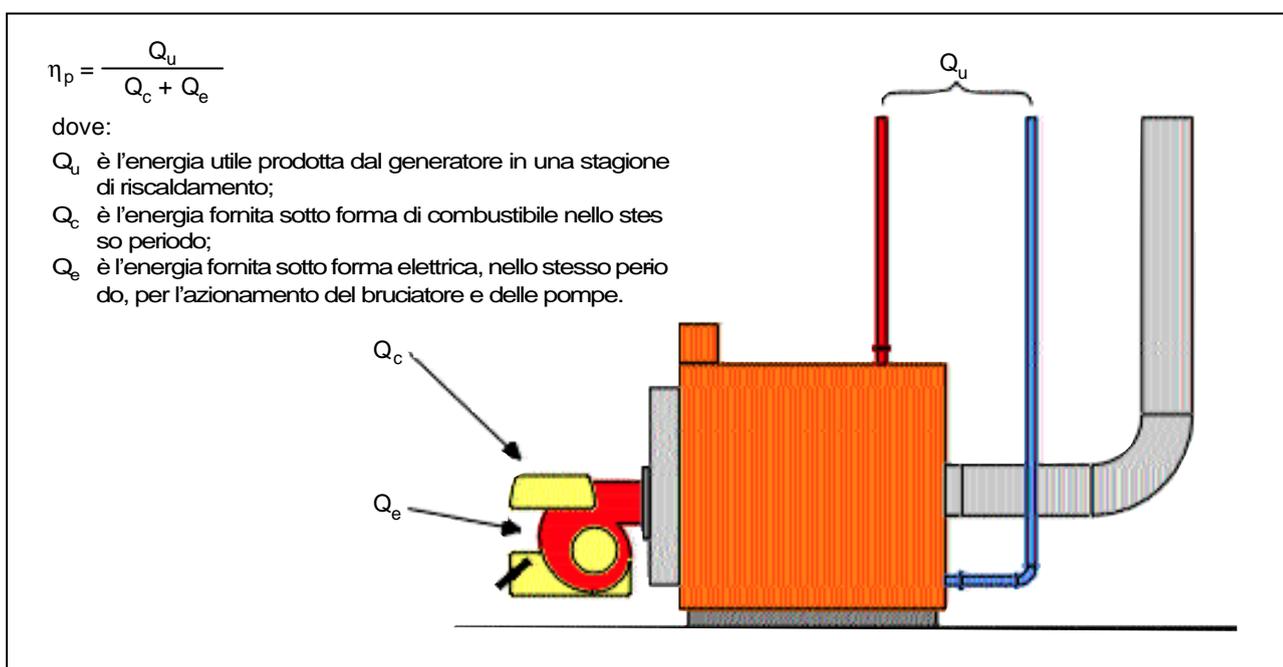


Fig. n. 1.6: Il rendimento di produzione medio stagionale.

DA QUALI FATTORI DIPENDE, E COME SI PUÒ MIGLIORARE ?

Il rendimento di produzione medio stagionale è dovuto al fatto che non tutta l'energia fornita viene trasferita all'acqua, a causa delle perdite.

Il rendimento di produzione medio stagionale si può senz'altro migliorare, riducendo appunto le perdite di calore, come più avanti illustrato.

Si noti che il miglioramento del rendimento medio stagionale di produzione non dipende solo da fattori costruttivi dei generatori, ma è influenzato anche dalle scelte progettuali, dal tipo di regolazione e dal modello di conduzione.

Gli "ingredienti" necessari per ottenere il miglior risultato non sono tuttavia generalizzabili: solo la comprensione dei singoli fattori, eventualmente supportata da una diagnosi energetica, è pertanto in grado di costituire una guida sicura alla scelta del prodotto più adeguato, del tipo di regolazione e del modello di conduzione più adatti per uno specifico progetto.

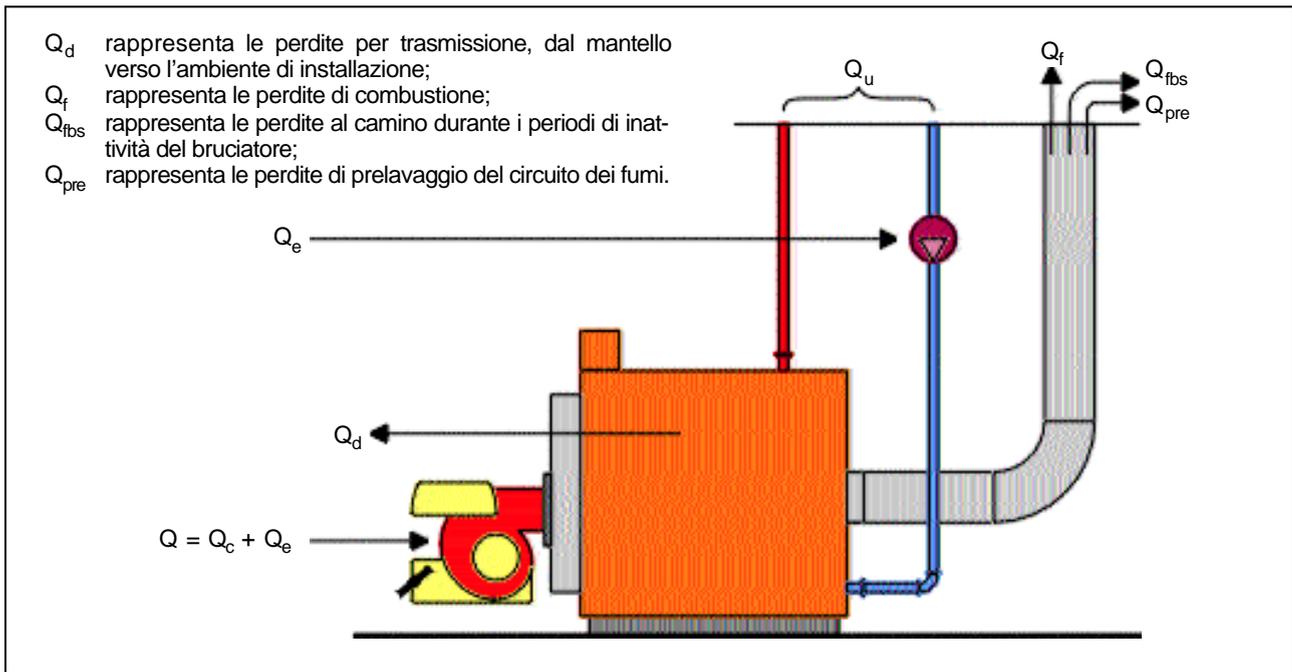


Fig. n. 2.6: Le energie in ingresso ed in uscita e le perdite di energia dalle quali dipende il rendimento medio stagionale.

Le perdite di energia che concorrono a deteriorare il rendimento di produzione medio stagionale sono le seguenti:



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.

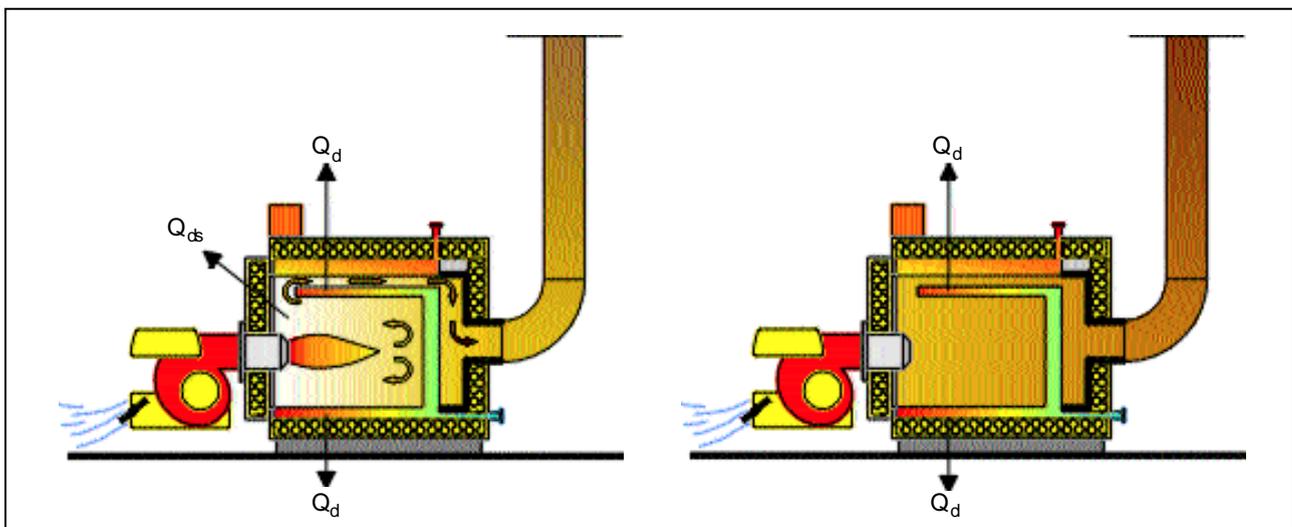


Fig. n. 3.6: Le perdite Q_d sono sempre presenti a caldaia attiva, tanto a bruciatore spento che acceso; le perdite Q_{ds} (dalle parti non bagnate della caldaia) si verificano invece solo a bruciatore acceso.

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).

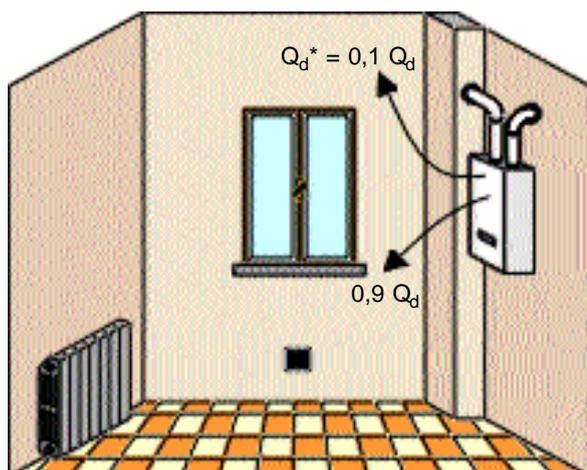


Fig. n. 4.6 A: Generatore tipo C installato nell'involucro riscaldato: solo il 10% delle perdite dal mantello sono considerate passive, mentre il 90% concorre al riscaldamento dell'ambiente.

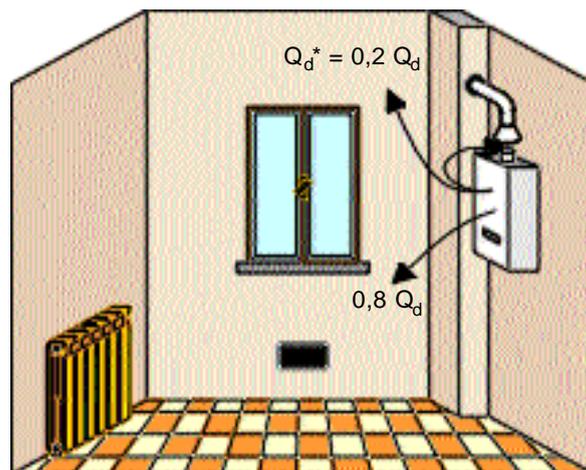


Fig. n. 4.6 B: Generatore tipo B installato nell'involucro riscaldato: solo il 20% delle perdite dal mantello sono considerate passive, in quanto il rimanente 80% concorre al riscaldamento dell'ambiente.

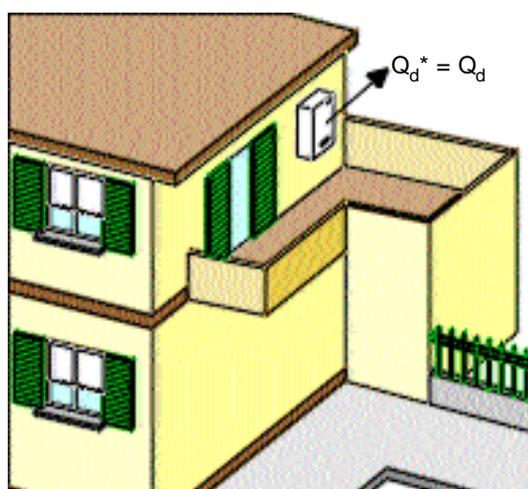


Fig. n. 4.6 C: Generatore tipo B o tipo C installato all'esterno, anche se in apposito vano tecnico: le perdite dal mantello sono completamente perse.

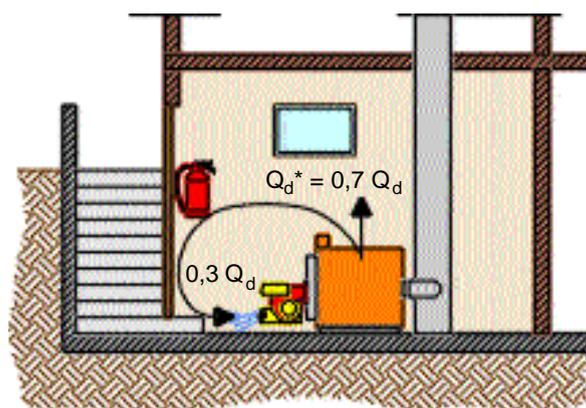


Fig. n. 4.6 D: Generatore installato in centrale termica: il 70% delle perdite dal mantello sono considerate passive, mentre il 30% è recuperato sotto forma di riscaldamento dell'aria comburente.

NOTA: Il recupero delle perdite di cui alle fig. n. 4.6 non è ancora stato preso in considerazione dalla norma UNI 10348.



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.

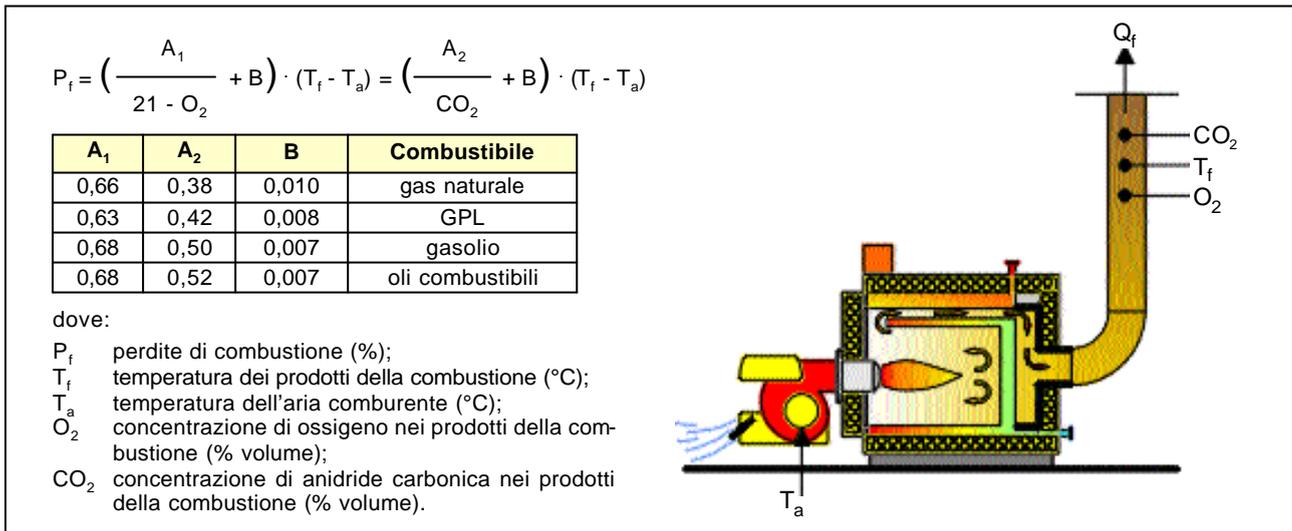


Fig. n. 5.6: Parametri da cui dipendono le perdite di combustione (presenti solo a bruciatore attivo).

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.

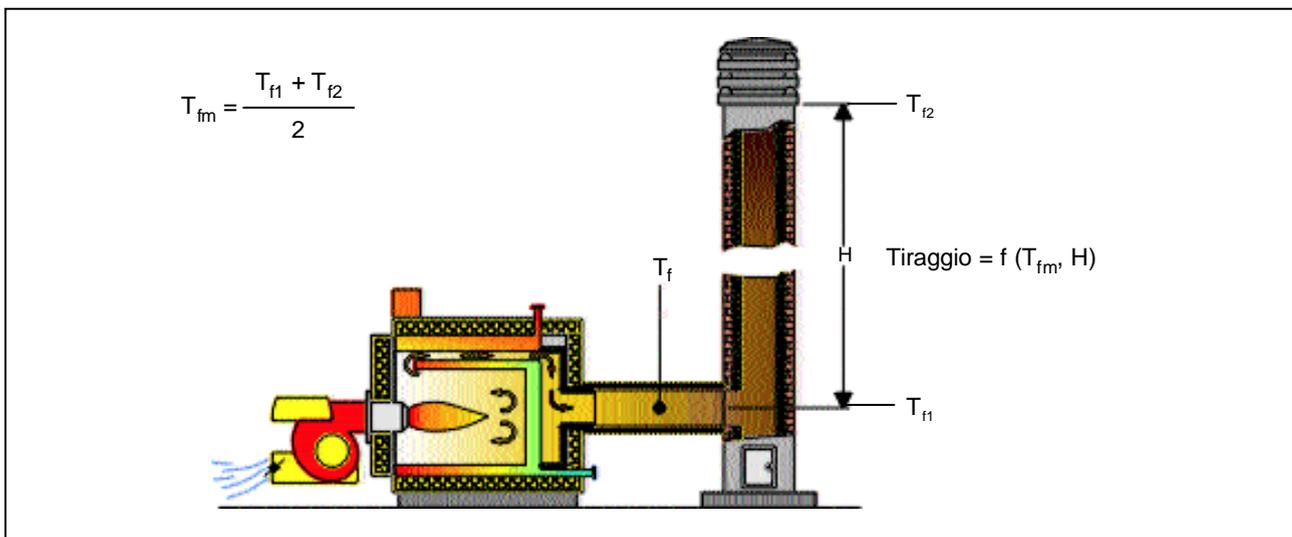


Fig. n. 6.6: A parità di ogni altra condizione, il tiraggio di un camino è proporzionale all'altezza ed alla temperatura dei fumi.



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, asporta calore dalle sue strutture interne e lo convoglia al camino.

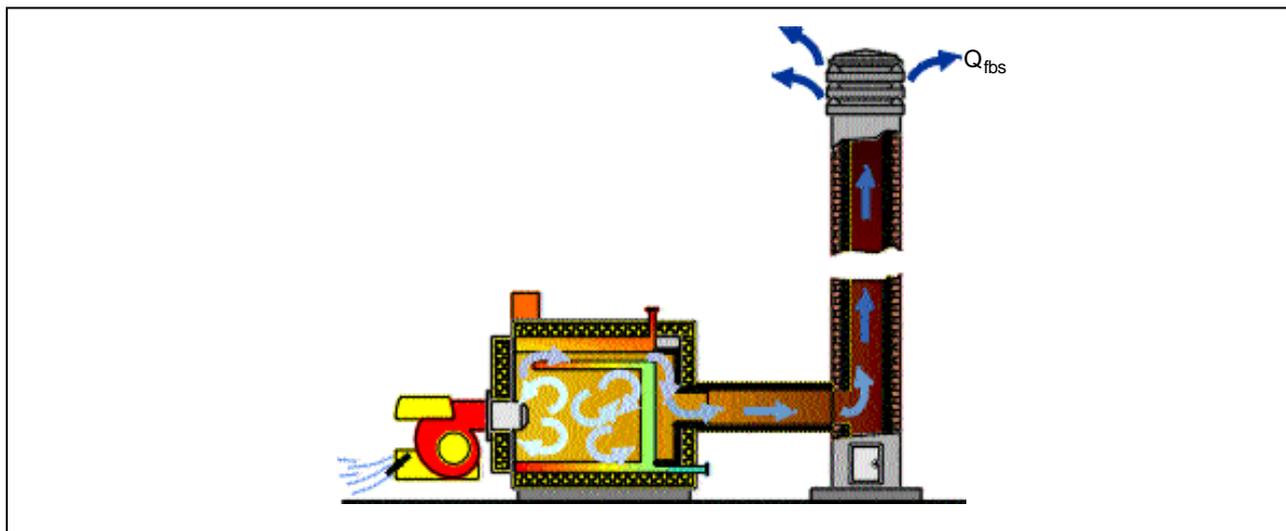


Fig. n. 7.6: Le perdite al camino a bruciatore spento sono dovute all'aria che attraversa il generatore, aspirata dal camino.

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.

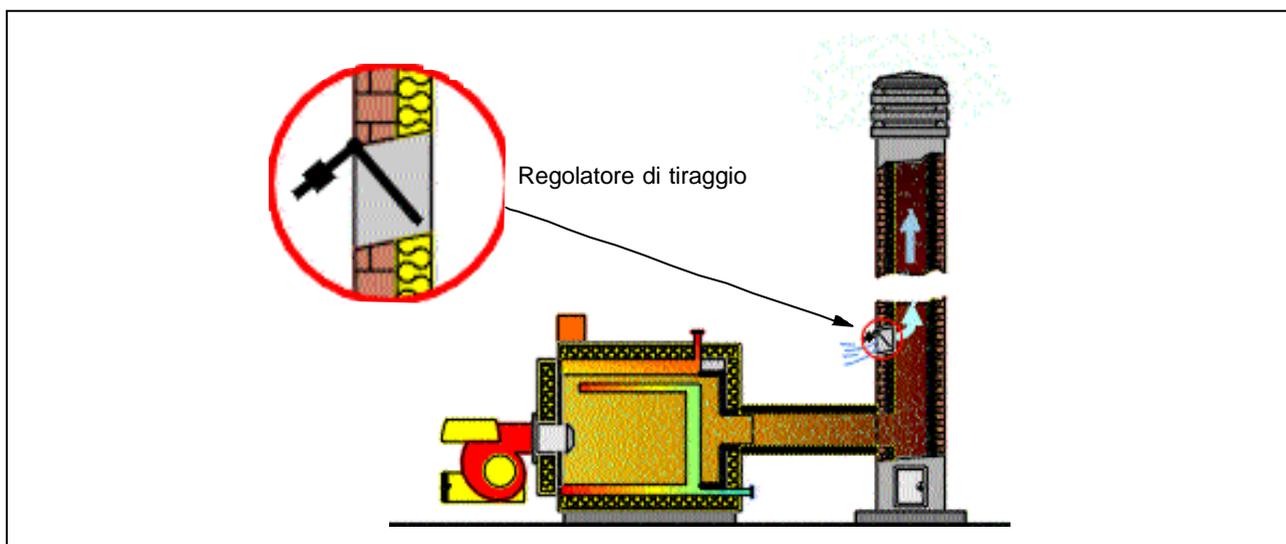


Fig. n. 8.6: Il regolatore di tiraggio limita la depressione al valore richiesto dal gruppo termico; la serranda impedisce l'ingresso di aria nei periodi di inattività del bruciatore.



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).

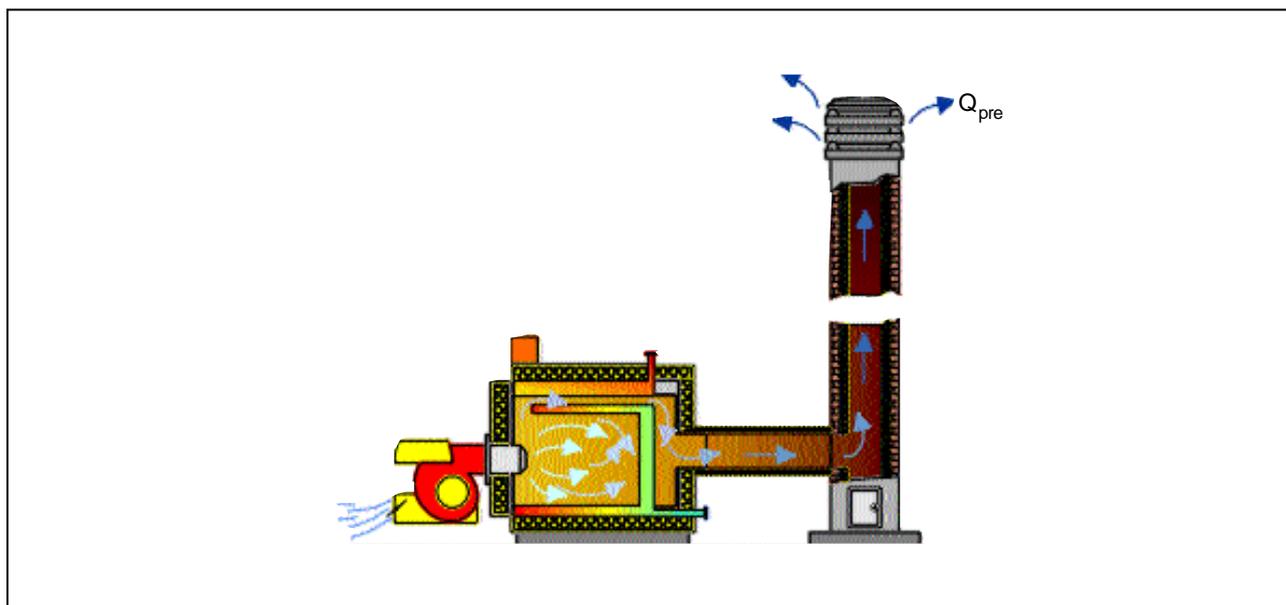


Fig. n. 9.6: Perdite di calore dovute al prelavaggio della camera di combustione e del circuito dei fumi.

Le perdite di prelavaggio possono essere ridotte, quando necessario:

1. adottando un timer che non consenta la riaccensione del bruciatore prima che sia trascorso un determinato tempo dall'ultimo spegnimento (esempio: 10' o 15').

NOTA: La perdita di calore Q_{pre} non è stata ancora presa in considerazione dalla norma UNI 10348.

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 A GAS

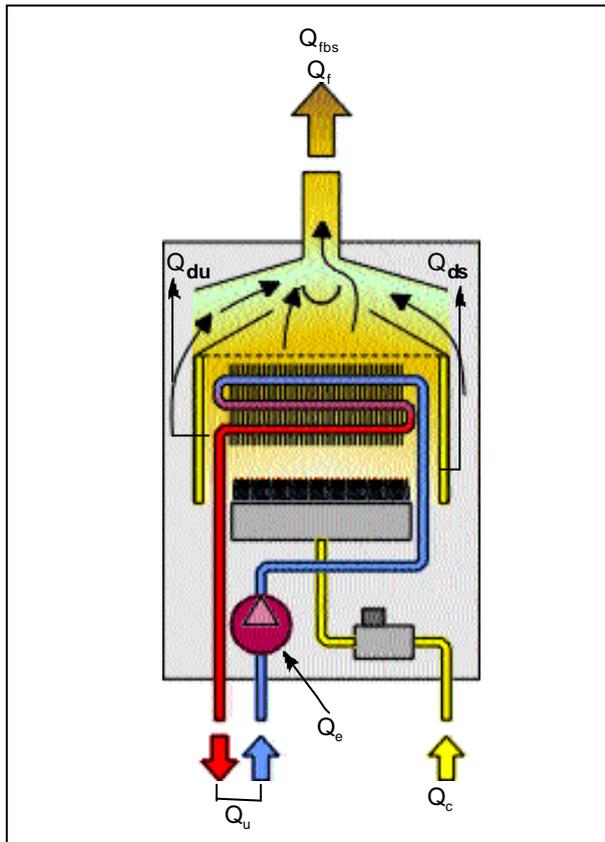


Fig. n. 10.6: Generatore a gas tipo B per impianti autonomi.

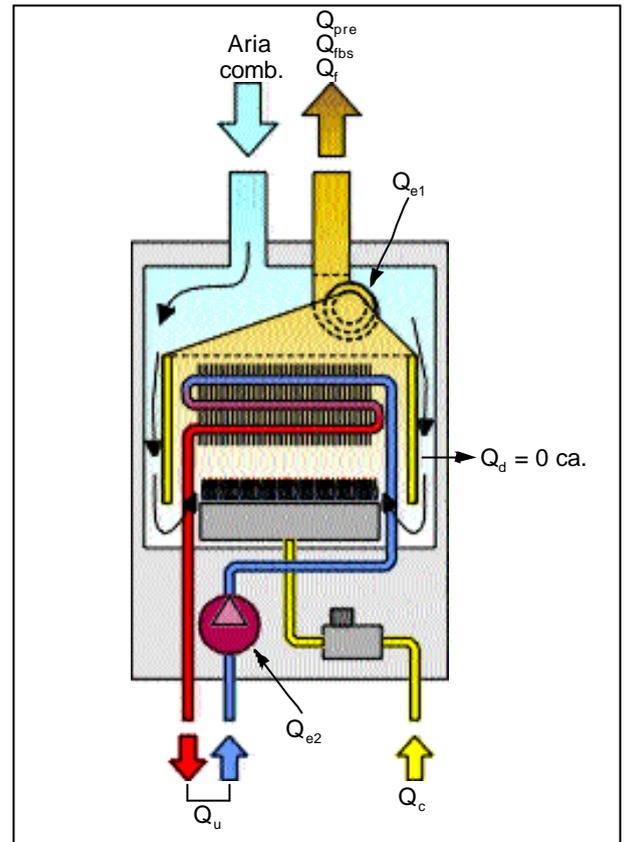


Fig. n. 11.6: Generatore a gas tipo C per impianti autonomi.

La figura n. 10.6 illustra schematicamente la ripartizione del calore fornito in calore utile e perdite in un generatore tipo B. Si notino le seguenti particolarità:

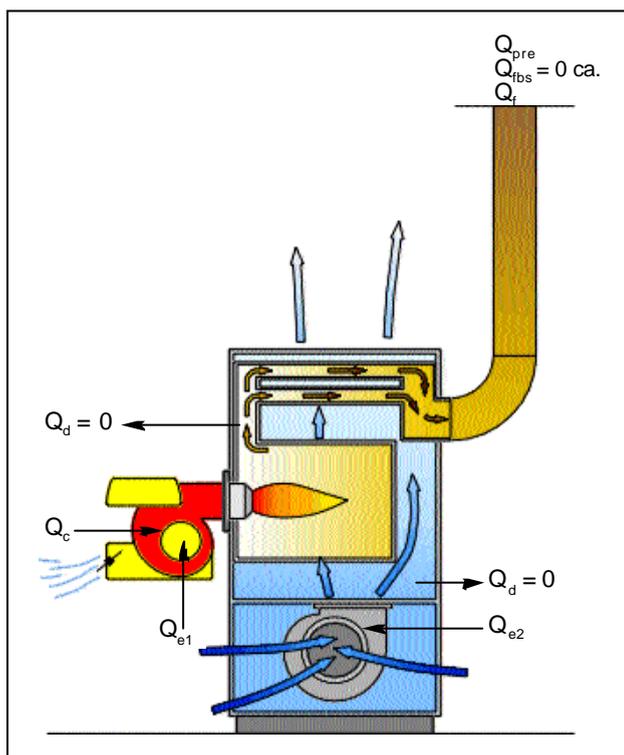
- la usuale presenza di una intercapedine, fra l'isolamento termico della camera di combustione e dello scambiatore ed il mantello, fa sì che le perdite Q_{ds} (da superfici non bagnate) e Q_{du} (da superfici bagnate) non escano dal mantello propriamente detto, ma seguano il percorso indicato in figura;
- la perdita Q_{ds} , presente solo durante il funzionamento del bruciatore, può essere sommata a Q_f per il calcolo del rendimento medio stagionale; la perdita Q_d si riduce in tal modo alla sola componente Q_{du} ;
- nel funzionamento intermittente i termostati, di ambiente e di caldaia, interrompono solitamente, tanto il funzionamento del bruciatore che quello della pompa; in tal caso, in conseguenza della costruzione leggera dello scambiatore, la perdita Q_d tende a diminuire nel tempo fino ad annullarsi. In attesa che la normativa venga modificata in modo da accettare un valore di Q_d funzione del tempo, si può ridurre l'errore introducendo un valore di Q_d molto basso (solo una frazione del Q_d corrispondente al funzionamento a carico nominale); in alternativa, si può sommare la perdita Q_d al termine Q_f , ponendo nel calcolo il termine $Q_d = 0$;
- l'energia elettrica assorbita dal bruciatore è trascurabile e quindi il termine Q_e si riduce alla sola energia assorbita dalla pompa.

La figura n. 11.6 illustra schematicamente la ripartizione del calore fornito in calore utile e perdite, in un generatore tipo C. Si notino le seguenti particolarità:

- la soluzione costruttiva usuale, che prevede una camera stagna che inviluppa completamente la camera di combustione e lo scambiatore, fa sì che la perdita Q_d venga completamente recuperata; in tal caso si può porre $Q_d = 0$;
- nel caso in cui lo scarico dei fumi avvenga direttamente all'esterno, alla stessa quota della presa d'aria, l'assenza di un camino fa sì che la perdita Q_{fbs} a bruciatore spento sia praticamente nulla;

- è invece presente la perdita di prelavaggio Q_{pre} , che però non è ancora considerata dalla norma UNI 10348; per ridurre tale perdita e migliorare così l'affidabilità del calcolo del rendimento medio stagionale, si raccomanda l'inserimento di un timer che non consenta accensioni troppo frequenti;
- il termine Q_e è costituito dalla somma dell'energia assorbita dal ventilatore e da quella assorbita dalla pompa.

GENERATORI DI ARIA CALDA (CON SCAMBIATORE ARIA-ARIA)



La figura n. 12.6 illustra schematicamente la ripartizione del calore fornito in calore utile e perdite in un generatore di aria calda installato all'interno dell'ambiente da riscaldare.

Si notino le seguenti particolarità:

- il termine Q_d è nullo, in quanto la totalità delle perdite concorre al riscaldamento dell'ambiente di installazione;
- il termine Q_{fbs} è solitamente quasi nullo: la costruzione generalmente assai leggera ed il temporizzatore che prolunga il funzionamento del ventilatore per alcuni minuti dopo lo spegnimento del bruciatore annullano in pratica questa perdita;
- anche la perdita di prelavaggio Q_{pre} risulta ridotta, in quanto il flusso d'aria attraversa uno scambiatore a temperatura prossima a quella ambiente;
- i termini Q_{e1} e Q_{e2} , costituiti rispettivamente dall'energia assorbita dal motore del bruciatore e da quello del ventilatore, incidono in modo non trascurabile sul rendimento medio stagionale.

Fig. n. 12.6: Generatore di aria calda.

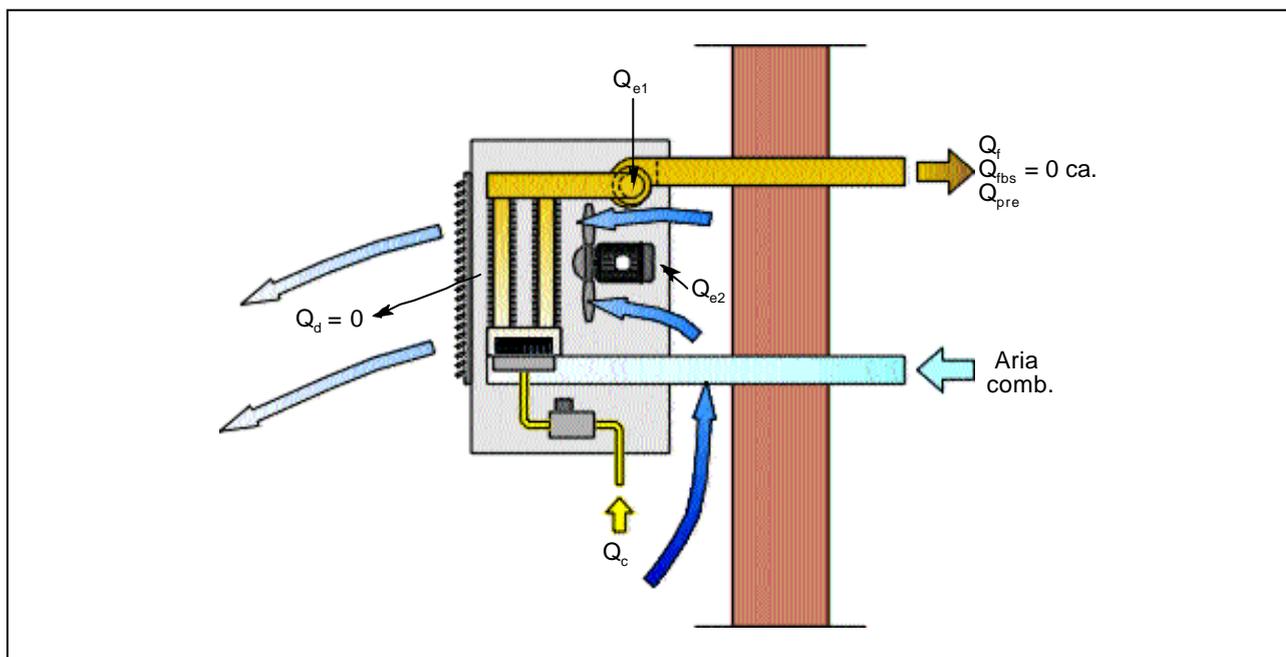


Fig. n. 13.6: Generatore di aria calda pensile.

La figura n. 13.6 illustra schematicamente la ripartizione del calore fornito in calore utile e perdite, in un generatore di aria calda pensile, installato all'interno dello spazio da riscaldare.

Si notino le seguenti particolarità:

- il termine Q_d è rappresentato dalla sola perdita a secco Q_{ds} , presente solo durante il funzionamento del bruciatore; poiché tale perdita concorre in massima parte al riscaldamento dell'ambiente di installazione (ma non tutta, data la posizione di installazione), si può considerare $Q_{d^*} = 0,1 Q_{ds}$, da aggiungere alla perdita di combustione Q_f ;
- il termine Q_{fbs} è solitamente quasi nullo: la costruzione generalmente assai leggera, il temporizzatore che prolunga il funzionamento del ventilatore per alcuni minuti dopo lo spegnimento del bruciatore e l'assenza di tiraggio annullano in pratica questa perdita;
- anche la perdita di prelavaggio Q_{pre} risulta ridotta, in quanto il flusso d'aria attraversa uno scambiatore a temperatura prossima a quella ambiente;
- i termini Q_{e1} e Q_{e2} , costituiti rispettivamente dall'energia assorbita dal ventilatore di combustione da quello del circuito secondario, incidono in modo non trascurabile sul rendimento medio stagionale.

RADIATORI A GAS

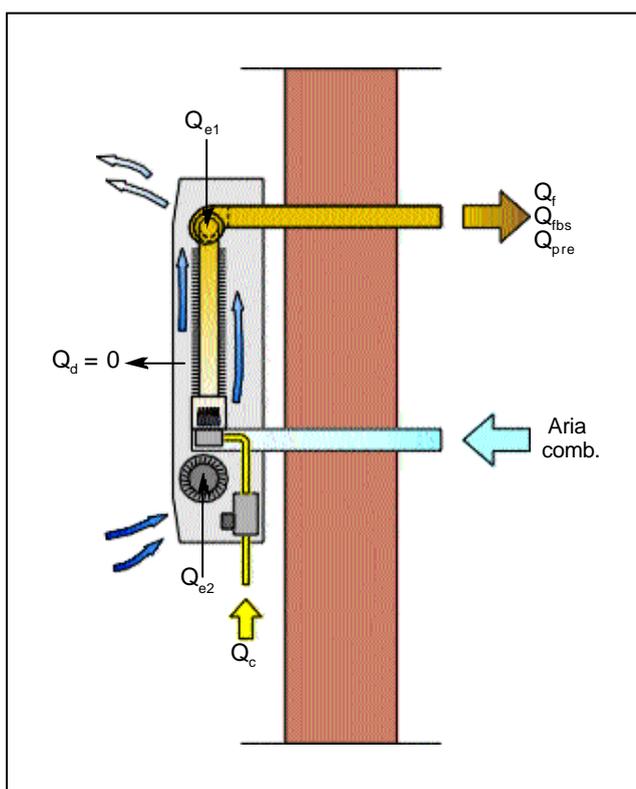


Fig. n. 14.6: Radiatore a gas con circuito di combustione stagno (tipo C).

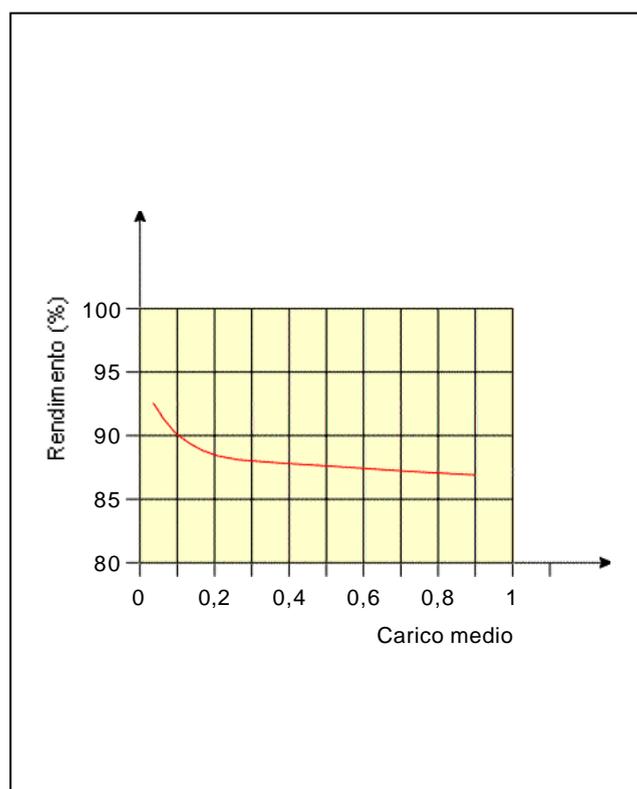


Fig. n. 15.6: Comportamento tipico di un generatore di aria calda pensile o di un radiatore a gas: l'assenza di perdite a bruciatore spento determina un miglior rendimento a carico ridotto, rispetto a quello ottenibile al carico nominale.

La figura n. 14.6 illustra schematicamente la ripartizione del calore fornito in calore utile e perdite, in un radiatore a gas con circuito di combustione stagno. Il suo comportamento è analogo a quello del generatore di aria calda pensile di cui alla figura precedente ed è rappresentato dal grafico della figura n. 15.6.

NOTA: Le considerazioni sopra riportate si riferiscono alle tipologie costruttive prese in esame. Non tutti i prodotti sono però riconducibili alle tipologie illustrate. Spetta pertanto al costruttore di individuare esattamente le perdite caratteristiche dei propri generatori, modello per modello e di fornirle al progettista per consentirgli calcoli corretti del rendimento medio stagionale nelle condizioni di esercizio da lui stabilite.

			20% P _d *	All'esterno 100% P _d *	In cert. n. 70% P _d *
Perdite verso l'ambiente attraverso l'involucro (a Δt 50°C)	P _d	%P			
			COMBUSTIBILE		
			METANO		
Perdite al camino	P _f	%P			
Tenore di CO ₂	CO ₂	%			
Tenore di O ₂	O ₂	%			
Tenore di CO	CO	ppm			
Temperatura dei fumi - Temperatura ambiente (t _f - t _a)	Δt	°C			
Portata dei fumi	m	kg/h			
Area netta dell'interruttore di tiraggio	A	m ²			
Coefficiente di accidentalità interruttore di tiraggio	Z	—			
			ALTEZZA CAMINO (m)		
			3	10	20
Perdite al camino a bruciatore					

L'utilizzo dei moduli predisposti dalla specifica commissione tecnica di Assotermica potrà facilitare il compito a costruttori e progettisti.

I GENERATORI DI CALORE INNOVATIVI: GUIDA ALLA SCELTA

Per alcune tipologie di generatori, abbiamo elencato le particolarità che possono influire sulla scelta del prodotto nelle condizioni previste dal progetto.

Si illustrano di seguito alcune ulteriori tipologie innovative ed i vantaggi che si possono ottenere con la loro adozione.

GENERATORI DI CALORE A TEMPERATURA COSTANTE

I generatori di calore a temperatura costante sono quelli tradizionalmente usati negli ultimi anni.

La valvola miscelatrice ha lo scopo appunto di mantenere il generatore ad una temperatura costante piuttosto elevata, per assicurare l'assenza di problemi di condensazione.

Per contro, la temperatura elevata è causa di notevoli dispersioni di calore dall'involucro e di incremento delle perdite a bruciatore spento.

Il rendimento di produzione stagionale può risultare quindi molto basso pur in presenza di un buon rendimento di combustione, se è basso il fattore di carico, che indica il grado di utilizzo del generatore.

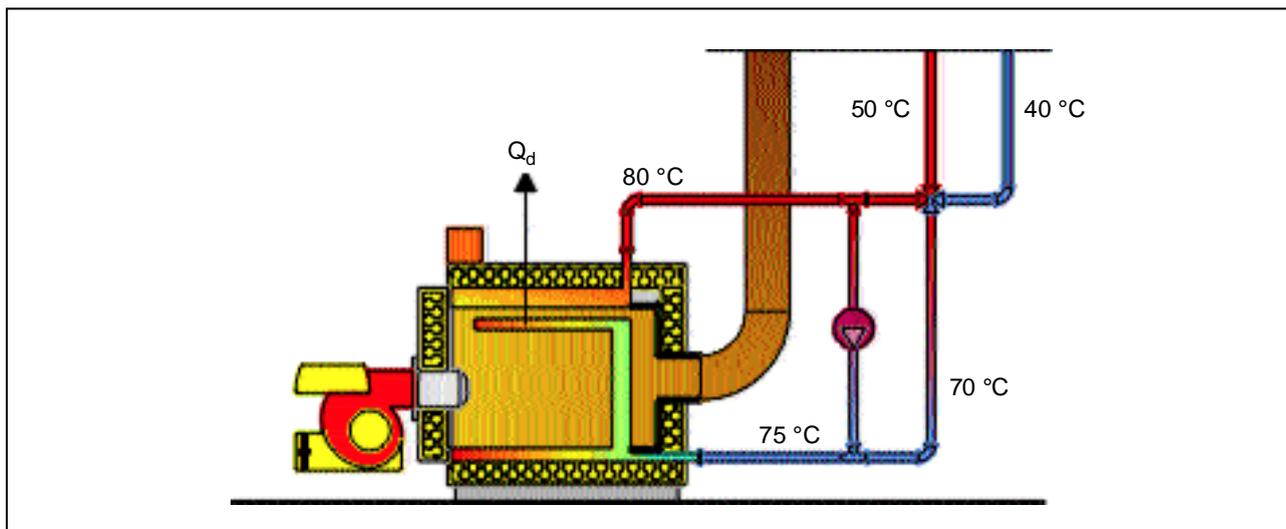


Fig. n. 16.6: Generatore innovativo a temperatura costante (si notino l'elevato spessore dell'isolamento termico e la serranda sull'aspirazione dell'aria comburente).

Per le ragioni sopra illustrate un generatore di calore a temperatura costante può essere considerato innovativo quando:

- è provvisto di un isolamento termico del mantello molto efficiente (di spessore elevato), atto a limitare le perdite Q_d ;
- è provvisto di un bruciatore con serranda sull'aspirazione dell'aria comburente, per una drastica riduzione delle perdite al camino a bruciatore spento Q_{fbs} ;
- è provvisto di un bruciatore a più stadi, oppure modulante, per un migliore rendimento di combustione.

Alle condizioni di cui sopra, il rendimento si mantiene molto elevato anche a carichi termici molto bassi.

I generatori esistenti, a temperatura costante, non dotati delle caratteristiche sopra enunciate sono contraddistinti da un rendimento medio stagionale molto basso in corrispondenza dei carichi bassi. Un espediente atto a migliorare il rendimento medio stagionale in questi casi è quello di programmare un prolungato spegnimento notturno.

Durante tale periodo saranno annullate le perdite e nel periodo di attività, il generatore funzionerà a carico più elevato, dovendo fornire in un tempo minore tutto il calore disperso dall'edificio nelle 24 ore.

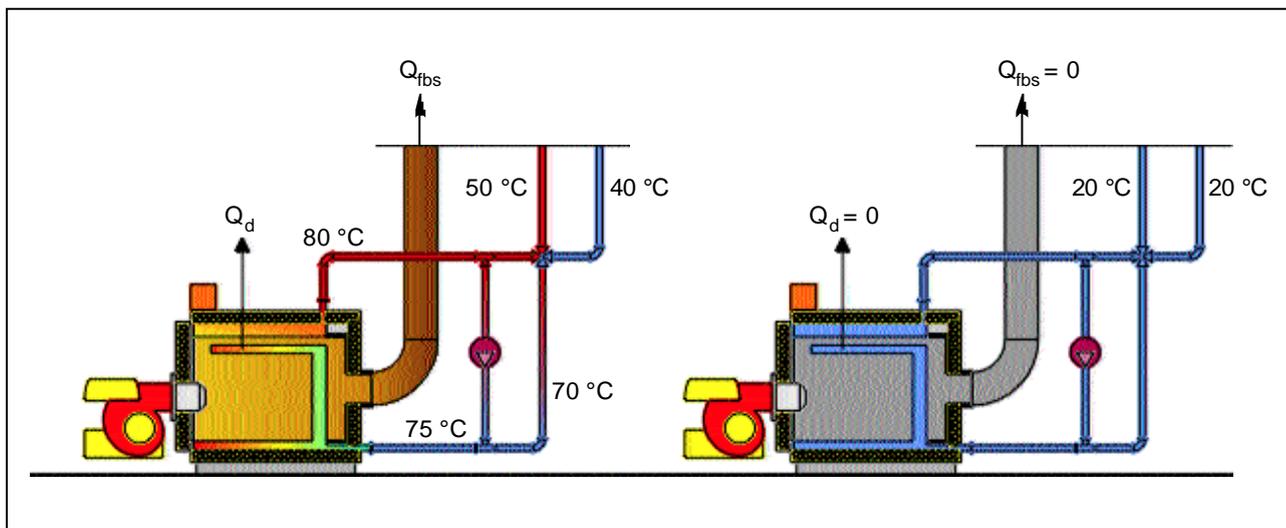
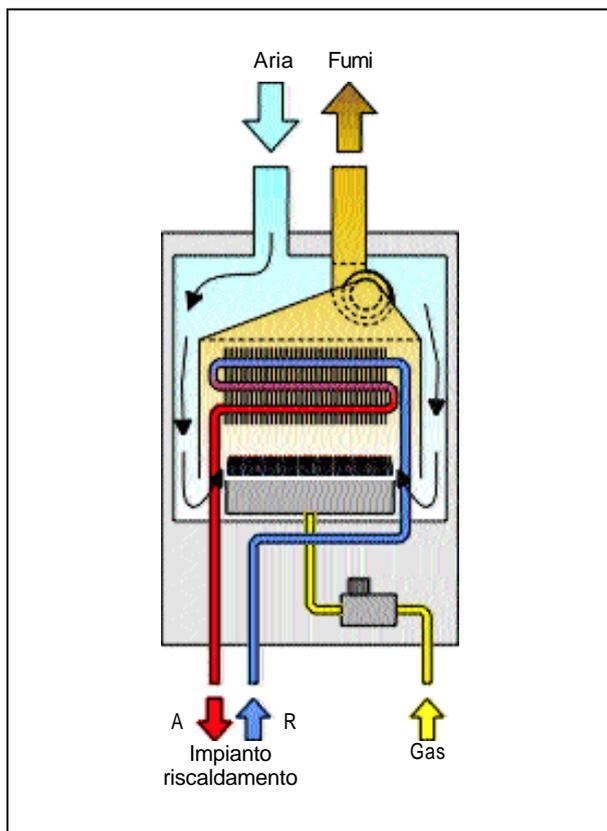


Fig. n. 17.6: Lo spegnimento notturno: espediente per migliorare il rendimento medio stagionale dei generatori sovradimensionati di caratteristiche mediocri.

GENERATORI CON BRUCIATORE ATMOSFERICO

Gli aspetti innovativi hanno interessato anche questo tipo di apparecchi che si sono evoluti come di seguito indicato:



a. Le problematiche relative all'evacuazione dei prodotti della combustione hanno favorito l'adozione della combustione assistita da ventilatore.

In questo modo le perdite a bruciatore spento, dovute al fenomeno di lavaggio dello scambiatore per convezione naturale, si sono praticamente annullate.

b. L'opportunità di installare nei locali di abitazione un apparecchio a camera stagna ha generato notevoli vantaggi di ordine energetico e di sicurezza.

Un primo vantaggio è costituito dal fatto che il processo di combustione e scambio termico avviene all'interno di un contenitore che non comunica con l'ambiente abitato: il che facilita il contenimento delle dispersioni ed aumenta la sicurezza.

Un secondo notevole vantaggio è costituito dalla possibilità di evitare l'apertura di ventilazione del locale, poco gradita all'utente per i suoi effetti negativi sul benessere.

Fig. n. 18.6: La combustione assistita da ventilatore è in grado di ridurre notevolmente le perdite al camino a bruciatore spento.

NOTA: I generatori con bruciatore atmosferico modulante ed in particolare quelli con combustione assistita da ventilatore, hanno sofferto ed in gran parte soffrono ancora di rilevanti cadute di rendimento ai carichi ridotti.

Il fenomeno è dovuto alla modulazione del solo combustibile e non dell'aria comburente. Si tratta di una semplificazione che sottovaluta gli effetti negativi sul consumo energetico e che va pertanto evitata.

SISTEMI MODULARI

Abbiamo visto come il sovradimensionamento dei generatori di calore sia causa di abbassamento del loro rendimento medio stagionale. Nella climatizzazione invernale non è d'altra parte possibile evitare il sovradimensionamento, data l'evoluzione del clima nel corso della stagione.

Alcuni costruttori propongono allora soluzioni modulari e cioè sistemi composti da più generatori di calore in parallelo con intervento in cascata in funzione del carico, operato a mezzo di apposita centralina elettronica.

L'obiettivo è quello di far tendere il rendimento del sistema a quello del singolo modulo funzionante al carico nominale.

NOTA: L'evoluzione innovativa già descritta a proposito dei generatori a temperatura costante riduce l'opportunità di ricorrere ai sistemi modulari, in quanto i rendimenti medi stagionali di questi generatori risultano elevati anche ai carichi molto bassi.

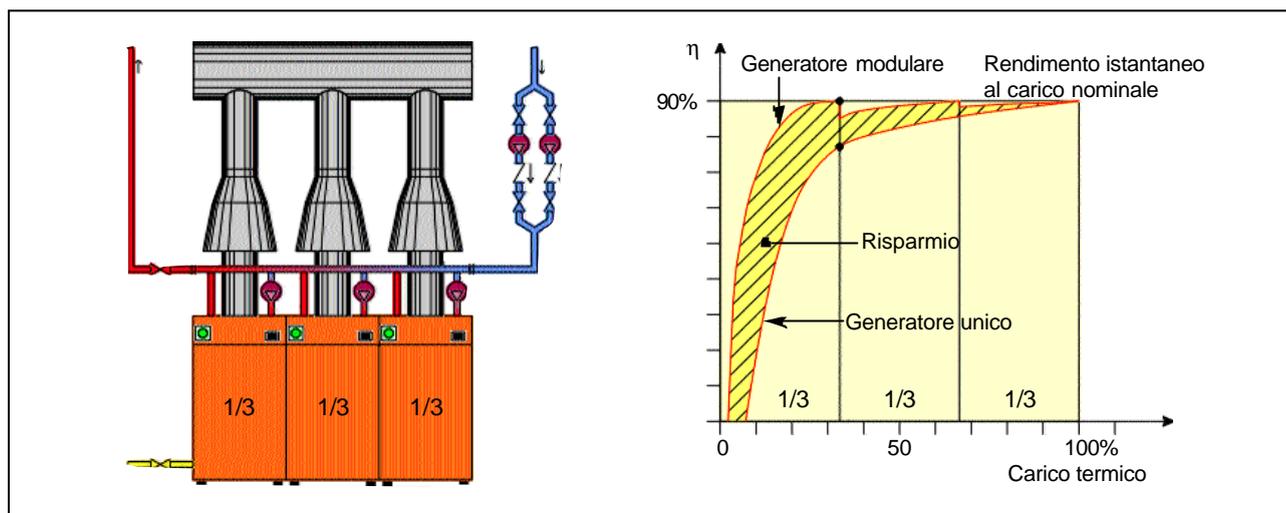


Fig. n. 19.6: Quando un normale generatore funziona ad un carico basso (per esempio 1/3) il suo rendimento si abbassa notevolmente (vedi grafico). Il sistema modulare in tali condizioni inserisce un solo generatore di potenza 1/3, ottenendo rendimenti elevati anche ai bassi carichi.

NOTA: La norma UNI 10348 non prevede ancora il metodo di calcolo del rendimento medio stagionale dei generatori modulari.

GENERATORI A TEMPERATURA SCORREVOLE (loro influenza sul rendimento medio stagionale)

I generatori a temperatura scorrevole, grazie al loro funzionamento che è caratterizzato da una temperatura variabile, in funzione della richiesta del carico dell'impianto e quindi rapportata alle condizioni climatiche, consentono il raggiungimento di elevati valori del rendimento medio stagionale.

La riduzione del fattore di carico dovuta al mutare delle condizioni atmosferiche nell'arco stagionale, ma anche semplicemente della giornata, è una delle cause che contribuisce, nei generatori tradizionali, alla riduzione del rendimento medio stagionale ed alla sua permanenza entro valori anche molto bassi per periodi più o meno lunghi.

La temperatura scorrevole, rappresenta un'evoluzione tecnologica nel campo dei generatori che si origina dalla progettazione del corpo di scambio e continua sino alla definizione dell'equipaggiamento in dotazione al generatore; quindi la temperatura scorrevole non è semplicemente una condizione di funzionamento ma è innanzitutto una caratteristica di progetto del generatore stesso.

Gli elevati valori del rendimento medio stagionale, ottenuti con l'impiego di generatori progettati espressamente per il funzionamento a temperatura scorrevole, sono dovuti principalmente ai seguenti motivi:

1. l'adeguamento automatico del carico alle condizioni climatiche stagionali e giornaliere, che si realizza nel funzionamento del generatore a temperatura scorrevole, copia quanto più possibile, la curva dell'energia richiesta dall'impianto;
2. la bassa temperatura che ne deriva mediamente, nell'arco di funzionamento del generatore, consente una drastica diminuzione delle perdite verso l'ambiente dall'involucro esterno ed al camino a bruciatore spento;

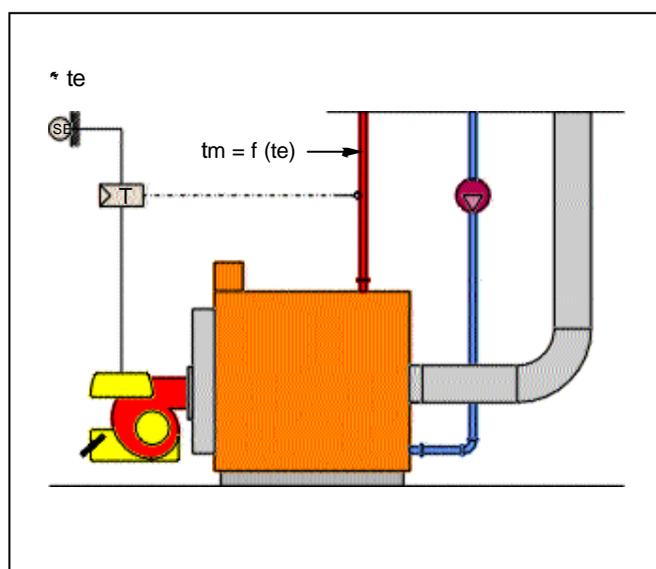


Fig. n. 20.6: Generatore a temperatura scorrevole: la minima temperatura di ritorno e la massima differenza fra andata e ritorno devono essere garantite dal costruttore.

3. le perdite al camino, per calore sensibile, sono notevolmente ridotte a vantaggio del rendimento di combustione;
4. il rendimento istantaneo risulta anch'esso sensibilmente migliorato grazie alla riduzione di tutte le perdite di calore.

Altro importante vantaggio derivante dall'impiego dei generatori a temperatura scorrevole che, come detto sopra, funzionano per lunghi periodi ad una temperatura relativamente bassa, è il comfort e l'igiene ambientale.

E' noto infatti che i moti convettivi più modesti riducono la sensazione di freddo in particolari posizioni dell'ambiente ed il trascinarsi della polvere domestica, che è causa di annerimento delle pareti e di reazioni allergiche agli occupanti (per la presenza di acari o di sostanze allergiche).

Ovviamente i vantaggi ottenibili con l'impiego dei generatori a temperatura scorrevole si esaltano quando questi vengono utilizzati per impianti a bassa temperatura. In tal caso si possono ottenere dei rendimenti medi stagionali veramente elevati.

Oltre a quelle comuni ai buoni generatori ad alto rendimento, i generatori a temperatura scorrevole, come già accennato, debbono possedere delle particolari caratteristiche che gli vengono conferite in sede di progetto; sono queste, tecniche precipue di macchine evolute che prevedono sistemi agenti automaticamente sui parametri della combustione per mantenerli ai livelli ottimali anche quando varia la potenza termica perchè varia la potenza richiesta dall'impianto. Il tutto finalizzato a mantenere il rendimento costante su valori alti anche al variare della richiesta dell'impianto.

Le principali caratteristiche di un generatore a temperatura scorrevole si possono riassumere nelle seguenti:

- **progettazione che consenta il funzionamento con temperature del fluido termovettore anche di circa 30 °C;**
- per generatori ad alta inerzia: tipologia che privilegia il bruciatore ad aria soffiata**
- **bruciatore a più stadi di funzionamento con regolazione automatica dell'aria comburente, regolazione aria-combustibile a gradini,** in relazione all'inerzia del generatore;
- per generatori a bassa inerzia: tipologia che privilegia il bruciatore atmosferico a gas**
- **bruciatori modulanti con regolazione automatica dell'aria comburente,** regolazione aria-combustibile in continuo.

Va infine segnalato che i vantaggi relativi all'adozione dei generatori a temperatura scorrevole sono ottenibili non solo nella progettazione dei nuovi impianti ma anche nella ristrutturazione di quelli esistenti, semplicemente sostituendo il generatore tradizionale con uno a temperatura scorrevole.

GENERATORI DI CALORE A CONDENSAZIONE

Come abbiamo visto, nei sistemi tradizionali di generatori di calore esistono due limiti all'aumento del rendimento medio stagionale:

- a. la temperatura dei fumi non può scendere sotto determinati valori, se deve essere garantito il corretto funzionamento del camino;
- b. la temperatura dell'acqua non può scendere sotto determinati valori indicati dal costruttore, per evitare pericoli di condensazione; nei normali generatori la condensazione sarebbe infatti causa di gravi inconvenienti, quali incrostazioni nel circuito dei fumi e corrosione dei materiali dovuti all'acidità delle condense stesse.

I generatori di calore a condensazione sono progettati per superare questi limiti, grazie alle seguenti particolarità:

- uno scambiatore di calore fumi-acqua molto abbondante abbassa la temperatura dei fumi fino a valori di poco superiori a quelli della temperatura dell'acqua di ritor-

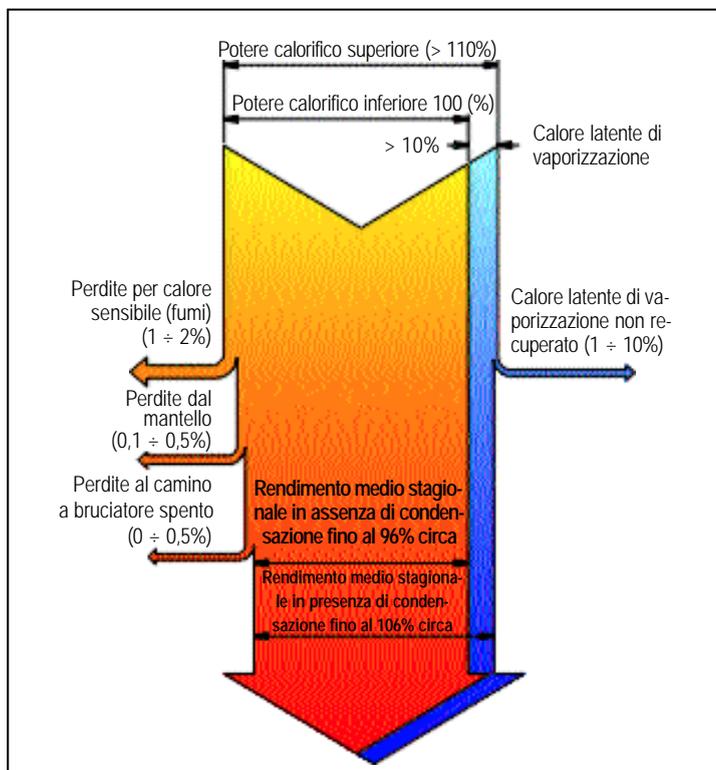


Fig. n. 21.6: Il generatore di calore a condensazione è caratterizzato da perdite di combustione molto basse e dal recupero del calore di vaporizzazione: sono indicati gli ordini di grandezza delle perdite.

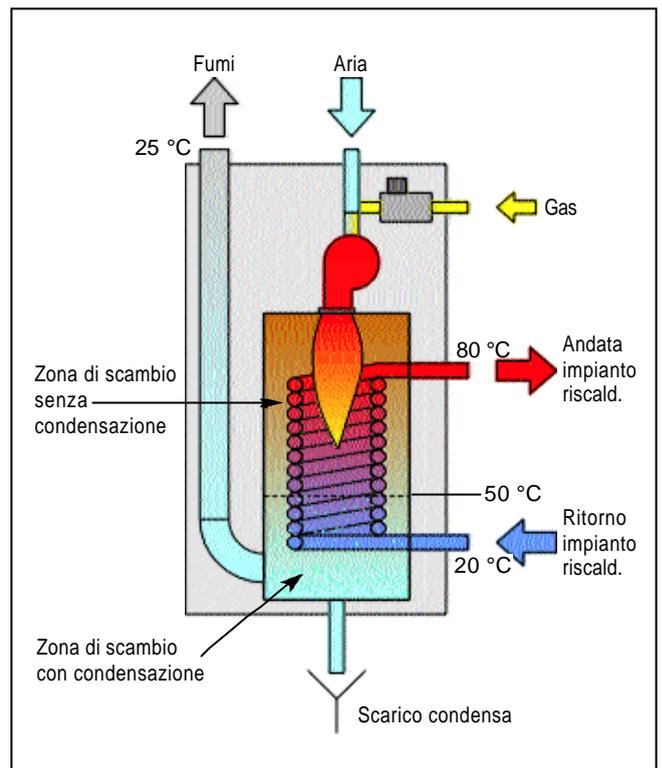
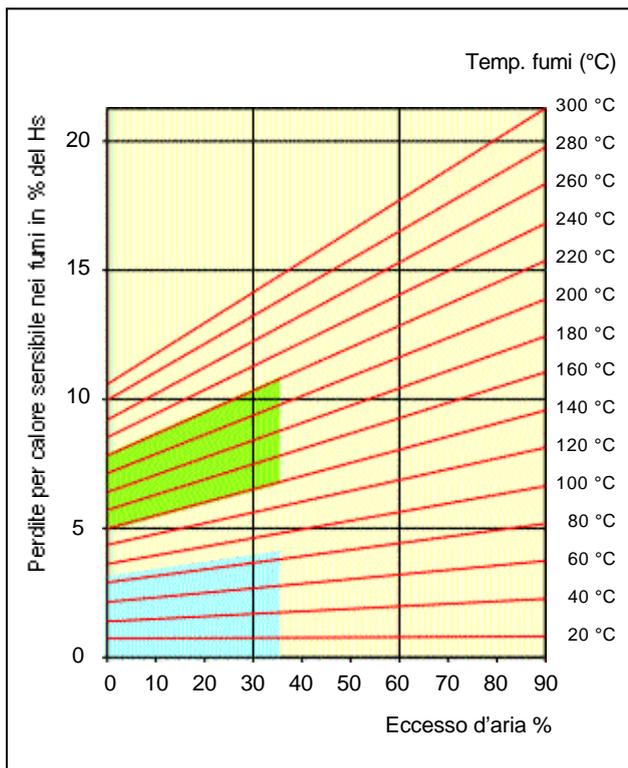


Fig. n. 22.6: Grafico delle perdite di calore sensibile nei fumi in funzione della loro temperatura e dell'eccesso d'aria.

Fig. n. 23.6: Rappresentazione schematica dello scambiatore di un generatore a condensazione.

- no (vedi fig. n. 23.6);
- il vapore d'acqua contenuto nei fumi condensa abbondantemente, se pure in misura variabile con l'eccesso d'aria e con la temperatura dell'acqua di ritorno, cedendo all'acqua del generatore il suo calore latente

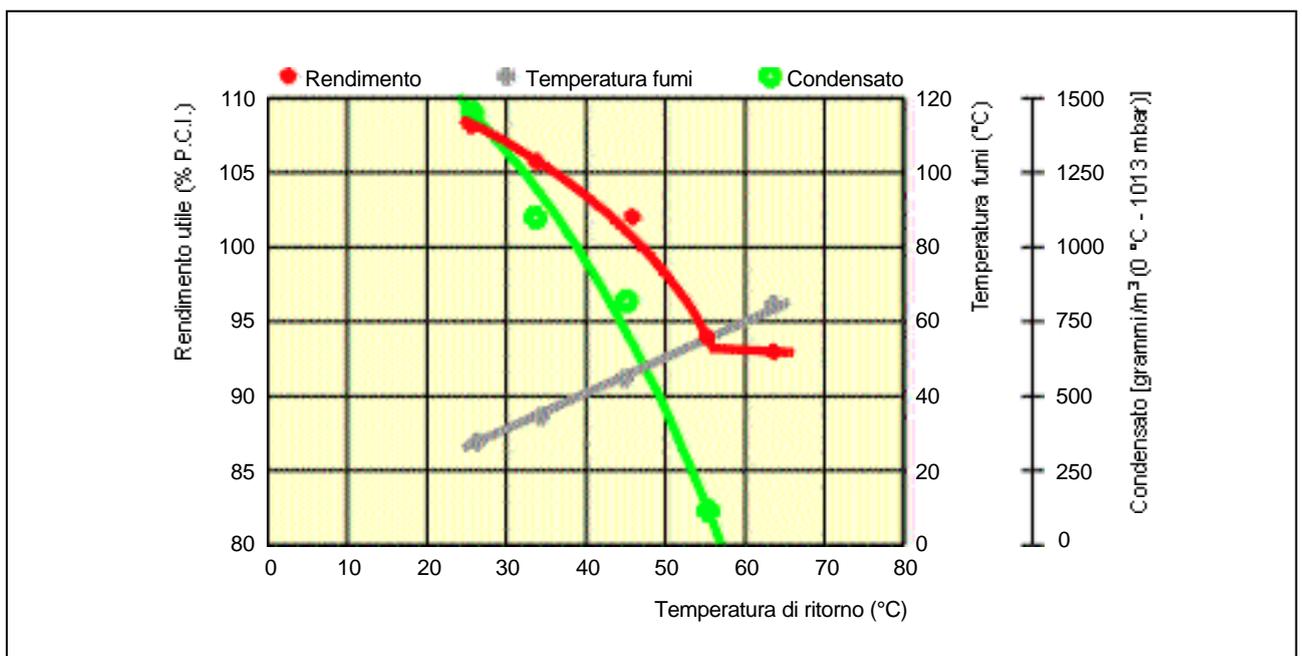
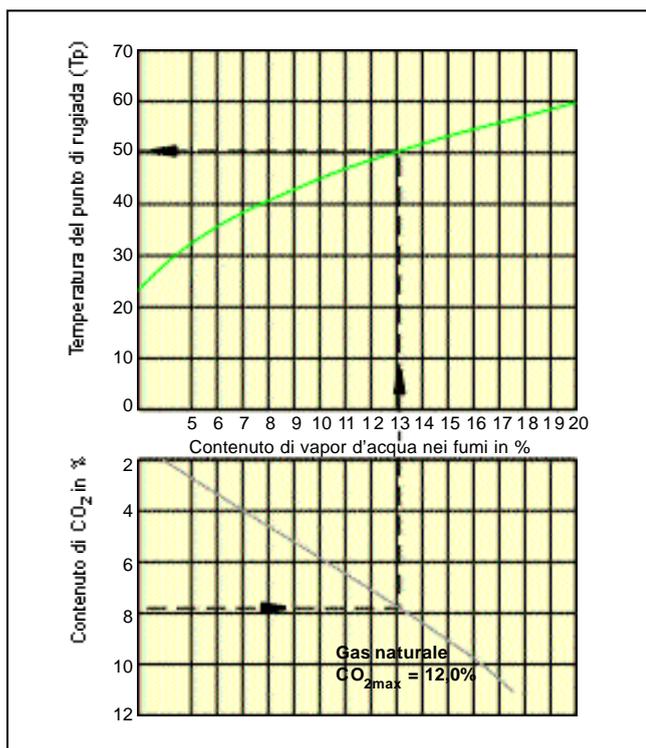


Fig. n. 24.6: Grafico sperimentale tipico delle caratteristiche di un generatore a condensazione (valido per un determinato eccesso d'aria).



- di vaporizzazione;
- i materiali di costruzione sono tali da resistere all'azione del condensato, che ha reazione acida (ciò comporta un maggior costo del generatore);
 - l'immissione dell'aria comburente e l'evacuazione dei prodotti della combustione avviene tramite un ventilatore, in quanto la temperatura di scarico dei fumi preclude ogni possibilità di tiraggio naturale del camino.

NOTA: La norma UNI 10348 non prevede ancora il metodo di calcolo del rendimento medio stagionale dei generatori a condensazione.

Fig. n. 25.6: Grafico del contenuto di vapore d'acqua (%) e del punto di rugiada T_p dei fumi (una maggiore concentrazione di CO_2 innalza il punto di rugiada, favorendo la condensazione).

CONFRONTO INDICATIVO TRA I RENDIMENTI MEDIAMENTE OTTENIBILI CON DIVERSI TIPI DI GENERATORE IN FUNZIONE DEL CARICO TERMICO

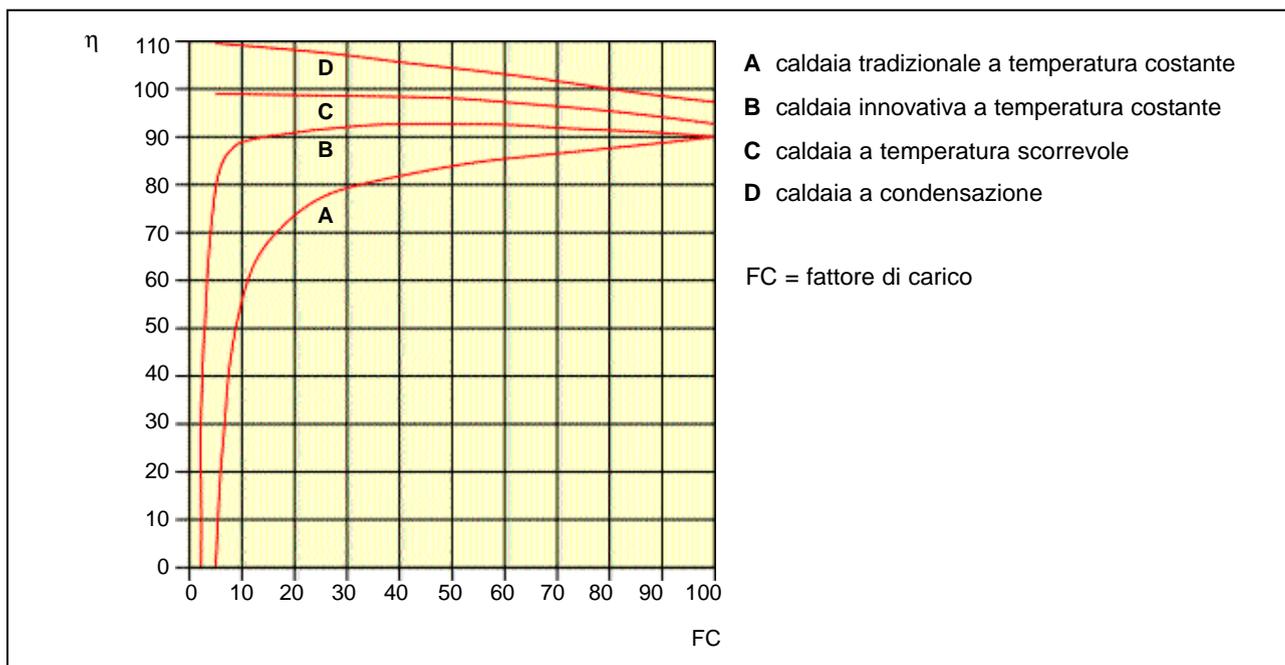


Fig. n. 26.6: Andamento indicativo del rendimento utile in funzione del carico termico per diverse tipologie di generatori.

LA PRODUZIONE DELL'ACQUA CALDA PER USI IGIENICO-SANITARI

La legge 10/91 si propone di regolare tutti i consumi di energia negli edifici. Il suo regolamento di esecuzione, il DPR 412/93, si occupa però, per ora, dei soli consumi per la climatizzazione invernale.

Non esiste pertanto l'obbligo di legge di verificare i rendimenti di produzione, distribuzione, regolazione e globale, ed il fabbisogno di energia riferiti alla produzione dell'acqua calda sanitaria.

Ciononostante, se si considera che i consumi relativi a questo servizio non sono affatto trascurabili e che i rendimenti sono facilmente verificabili con le stesse modalità previste per la climatizzazione invernale, si ritiene che una buona progettazione non possa trascurare di avvalersi anche di queste verifiche.

I SISTEMI DI PRODUZIONE PIU' USATI

GENERATORI AUTONOMI

I piccoli generatori per impianti autonomi, di potenza al focolare inferiore a 35 kW, provvedono generalmente a fornire entrambi i servizi: riscaldamento ed acqua calda sanitaria.

La produzione dell'acqua calda sanitaria ha precedenza rispetto al riscaldamento; l'inerzia del sistema (corpi scaldanti e strutture dell'ambiente riscaldato) consente infatti di mantenere costante la temperatura ambiente anche con interruzioni del servizio relativamente prolungate.

I generatori autonomi possono essere a potenza fissa o modulata, per meglio adattarsi al fabbisogno istantaneo.

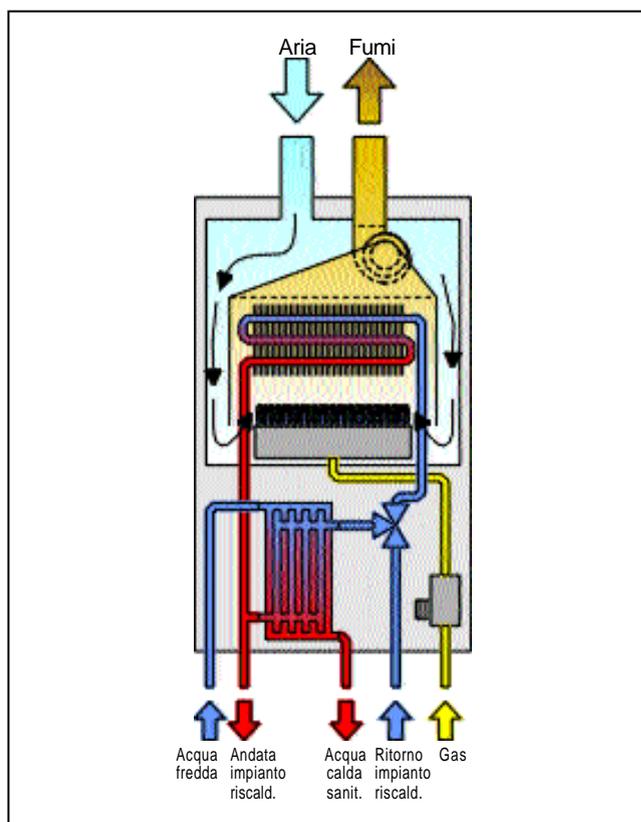


Fig. n. 27.6: Rappresentazione schematica di generatore autonomo.

Calcolo del rendimento di produzione medio stagionale.

La normativa regolamentare e tecnica risulta lacunosa ed imprecisa. Va allora chiarito che un calcolo tecnicamente corretto non può prescindere dal fatto che il carico termico del generatore è costituito dalla somma dell'energia utile necessaria per il riscaldamento (calcolata secondo la norma UNI 10344 corretta) e di quella necessaria per la produzione dell'acqua calda sanitaria (7).

NOTA (*): Per la determinazione dell'energia utile convenzionale per la produzione dell'acqua calda sanitaria, in attesa che la normativa specifica fornisca precisazioni più puntuali, esaminata l'appendice B della norma UNI 10200, sulla ripartizione delle spese di riscaldamento, si suggeriscono i seguenti valori:

- fabbisogno convenzionale di energia utile: 3.000 MJ annui per persona, considerando una persona ogni 25 m² di superficie di alloggio (muri compresi) con un limite massimo di 6 persone per alloggio;
- rendimenti indicativi, modificabili sulla base di una valutazione o di un calcolo riferito alla situazione oggettiva:

Impianti installati prima dell'entrata in vigore della legge 373/76 senza tubazione di ricircolo	0,88
Impianti installati prima dell'entrata in vigore della legge 373/76 con tubazione di ricircolo	0,73
Impianti installati dopo l'entrata in vigore della legge 373/76 senza tubazione di ricircolo	0,92
Impianti installati dopo l'entrata in vigore della legge 373/76 con tubazione di ricircolo	0,85

- rendimento di regolazione (valore indicativo): **0,95**.
- rendimento di distribuzione (valori indicativi) (vedi tabella sottostante):

In assenza di informazioni sulle caratteristiche dell'acquedotto, che possono influire sulla temperatura di erogazione dell'acqua di rete al variare delle stagioni, sembra ragionevole ripartire il fabbisogno annuo sui dodici mesi in parti uguali, sommandolo a quello calcolato per il riscaldamento.

Esempio di calcolo e distribuzione del carico termico per la produzione di acqua calda sanitaria di un appartamento da 120 m² riscaldato con generatore autonomo (impianto installato prima dell'entrata in vigore della legge 373/76, senza tubazione di ricircolo).

120 m²/25 persone/m² = 4,8 persone

Fabbisogno di energia utile : 3.000 MJ/anno · persona · 4,8 persone = 14.400 MJ/anno

Fabbisogno annuo di produzione : 14.400/0,95 · 0,88 = 17.220 MJ/anno

CALCOLO FABBISOGNO TERMICO PER RISCALDAMENTO (secondo UNI 10344 corretta) (MJ)

CALCOLO FABBISOGNO TERMICO PER ACQUA CALDA SANITARIA (MJ)

Fabbisogno mensile di produzione di TERMICO DEL GENERATORE (MJ)

		MJ/anno : 12 mesi = 1 . 4 3 5 MJ/mese			17.220		
Gennaio	13.339	+	Gennaio	1.435	=	Gennaio	14.774
Febbraio	10.841		Febbraio	1.435		Febbraio	12.276
Marzo	5.889		Marzo	1.435		Marzo	7.324
Aprile	1.520		Aprile	1.435		Aprile	2.955
Maggio	0		Maggio	1.435		Maggio	1.435
Giugno	0		Giugno	1.435		Giugno	1.435
Luglio	0		Luglio	1.435		Luglio	1.435
Agosto	0		Agosto	1.435		Agosto	1.435
Settembre	0		Settembre	1.435		Settembre	1.435
Ottobre	2.934		Ottobre	1.435		Ottobre	4.369
Novembre	8.128		Novembre	1.435		Novembre	9.563
Dicembre	12.204		Dicembre	1.435		Dicembre	13.639
TOTALE	54.855		TOTALE	17.220		TOTALE	72.075

Può accadere, nel caso di piccoli appartamenti ben isolati, caratterizzati da un fabbisogno di potenza molto limitato, dell'ordine dei 2 o 3 kW, che il rendimento di produzione medio stagionale risulti inferiore a quello

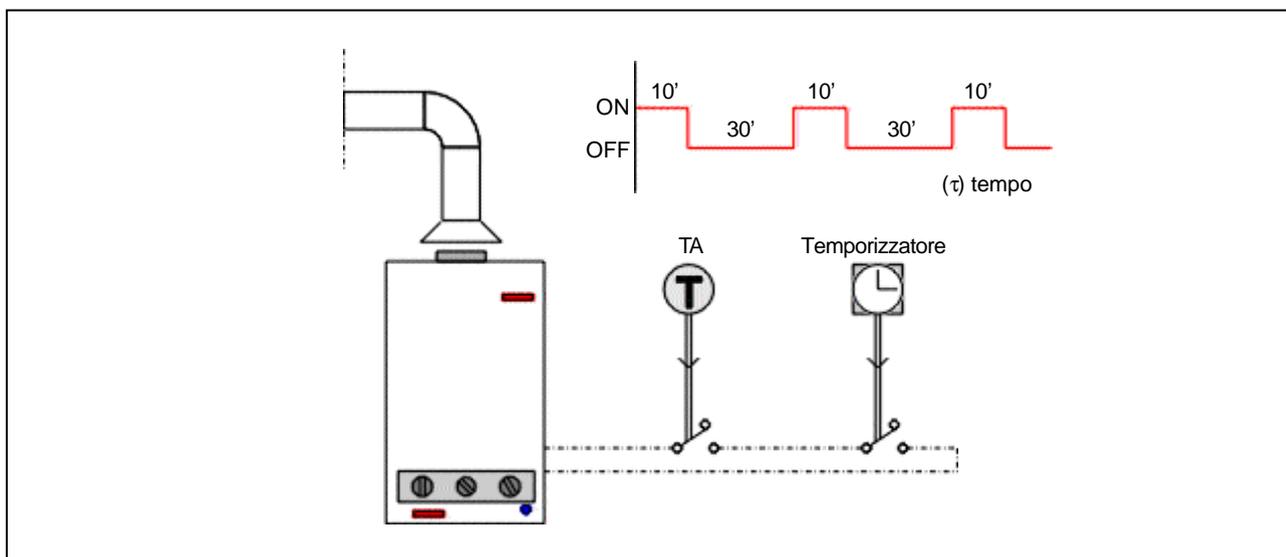


Fig. n. 28.6: Schema elettrico di principio del circuito temporizzatore (i tempi di on e di off devono essere regolabili).

minimo di legge, nonostante che si sia tenuto conto del carico termico per produzione di acqua calda sanitaria. In tali casi, di carico termico molto ridotto, può risultare necessario l'inserimento, in serie al termostato ambiente, di un temporizzatore che limiti il funzionamento della caldaia a tempi prestabiliti, per esempio 10 minuti di consenso, seguiti da 30 minuti di interruzione. Ciò comporta di fatto una riduzione della potenza termica ad un quarto di quella nominale, corrispondente, per i periodi di funzionamento, ad un carico termico quattro volte superiore (10 min./40 min.), con un considerevole aumento del rendimento medio stagionale di produzione. Il benessere ambiente non risulta in alcun modo compromesso, grazie all'inerzia termica combinata dei corpi scaldanti e delle strutture edilizie.

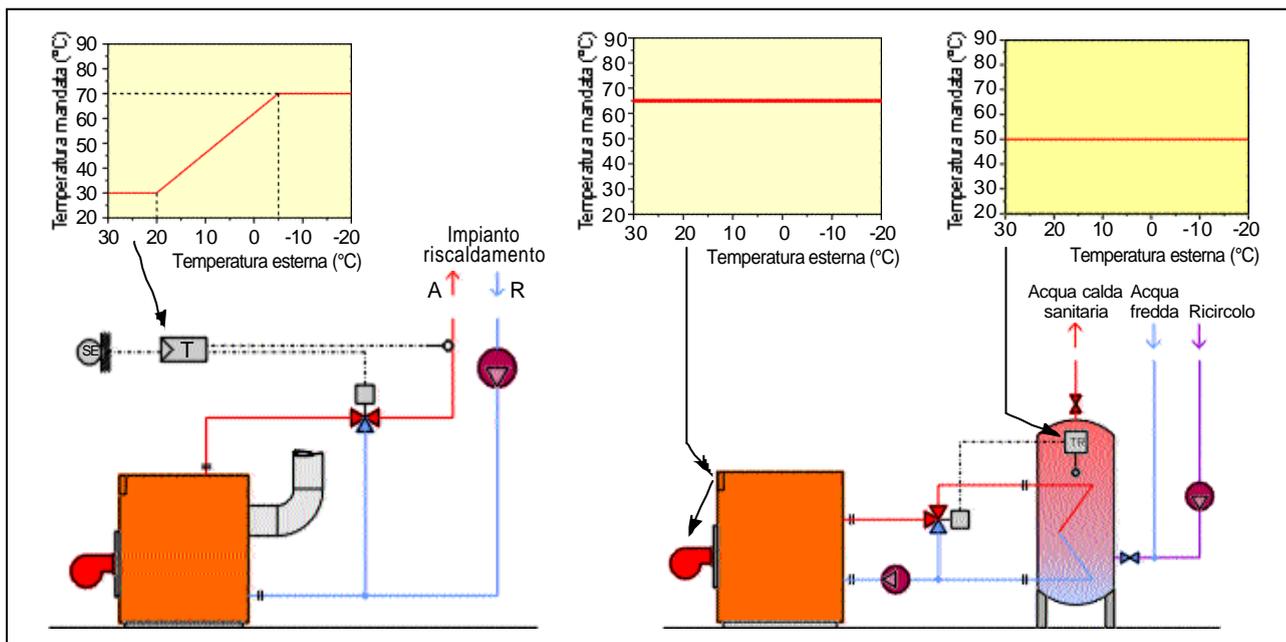


Fig. n. 29.6: Impianto termico per la produzione di calore per riscaldamento ed acqua calda sanitaria mediante generatori di calore separati.

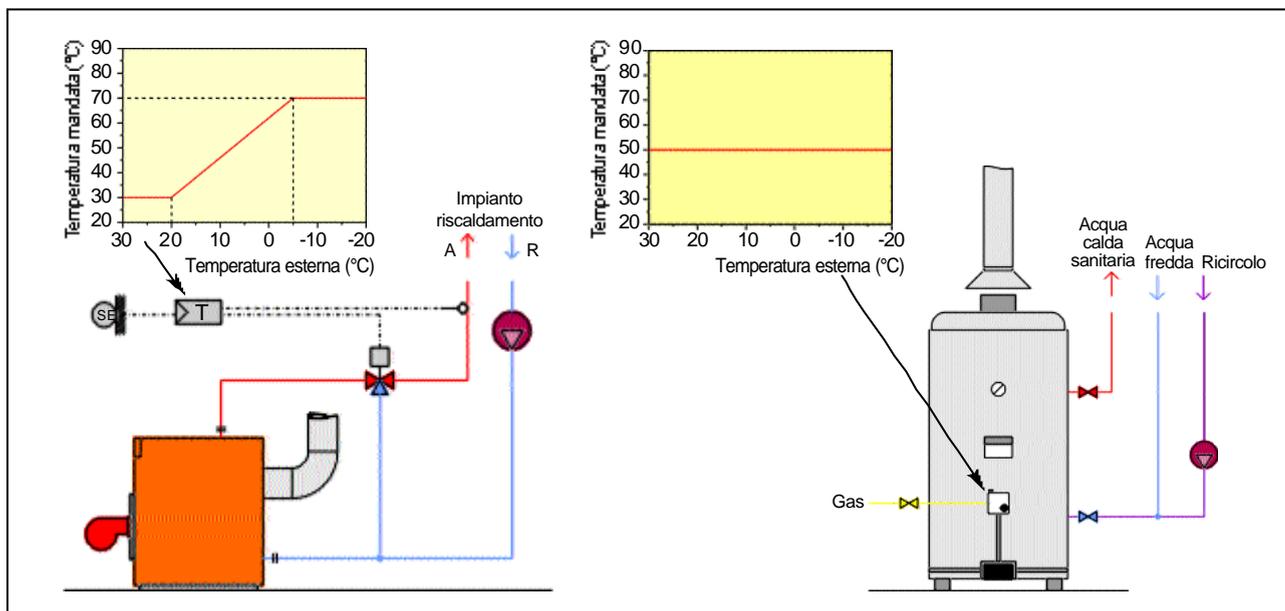


Fig. n. 30.6: Impianto termico (con generatore di calore per il riscaldamento e bollitore a fuoco diretto per l'acqua calda sanitaria).

PRODUZIONE CENTRALIZZATA CON GENERATORI SEPARATI

Si tratta della soluzione prescritta dal comma 6, art. 5 del DPR 412/93. L'adozione di generatori separati consente di ottimizzare il carico termico dei generatori dimensionando gli stessi in relazione ai fabbisogni specifici richiesti dai due servizi.

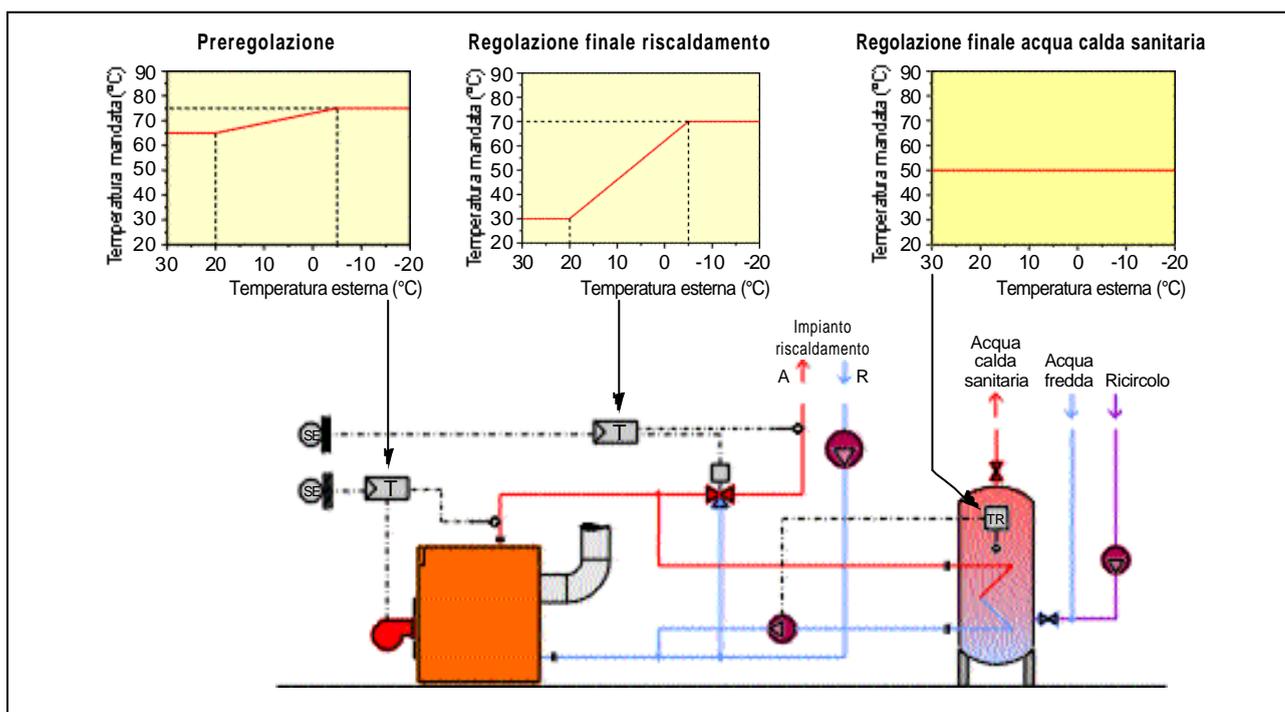


Fig. n. 31.6: Produzione combinata per riscaldamento ed acqua calda sanitaria (con bollitore ad accumulo, oppure istantaneo).

Una alternativa per la produzione dell'acqua calda sanitaria è costituita dal bollitore a fuoco diretto, in grado di semplificare l'impianto. La soluzione risulta particolarmente adatta per impianti di potenza ridotta (indicativamente < 100 kW).

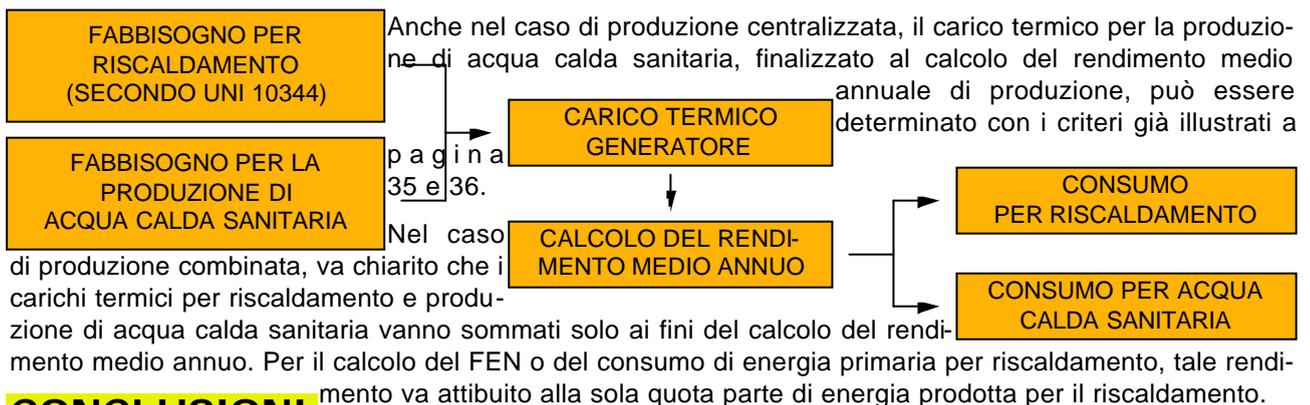
Entrambe le soluzioni di cui alle fig. n. 29.6 e n. 30.6 impiegano sistemi di produzione di acqua calda sanitaria ad accumulo, come prescritto dal comma 7, art. 5, del DPR 412/93. Lo scopo della prescrizione è quello di aumentare il carico termico del generatore, al fine di ottenere un migliore rendimento medio stagionale di produzione.

Chiarito quale sia lo scopo, si ritiene che la prescrizione di utilizzare scambiatori ad accumulo non debba essere interpretata in modo rigido, in quanto esistono generatori in grado di presentare ottimi rendimenti anche a carico molto ridotto.

Spetta al progettista di individuare la migliore soluzione, tenuto conto delle esigenze economiche e di rendimento.

Lo stesso discorso vale per quanto riguarda la separazione dei generatori. Un generatore di qualità adeguata è in grado di garantire rendimenti medi annui molto elevati anche se utilizzato per la produzione combinata. Anche in questo caso tocca al progettista di giustificare le proprie scelte nella relazione tecnica di cui all'art. 28 della legge 10/91.

Calcolo del rendimento di produzione medio stagionale.



CONCLUSIONI

Lo scopo di tutti gli sforzi dei costruttori è quello di soddisfare i propri clienti, che sono poi gli utenti finali. Per ottenere lo scopo non è necessario offrire in ogni caso apparecchi con rendimenti elevatissimi, ottenuti talvolta con sofisticazioni tecnologiche. Occorre invece valutare accuratamente tutti i fattori in gioco per ottenere il massimo rendimento con la minore spesa.

Un invito ai termotecnici quindi, affinché edificio per edificio, caso per caso, valutino le reali necessità dell'utente ed un invito anche agli installatori, perché considerino l'importanza di una diagnosi energetica o di un



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.

ESEMPIO

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

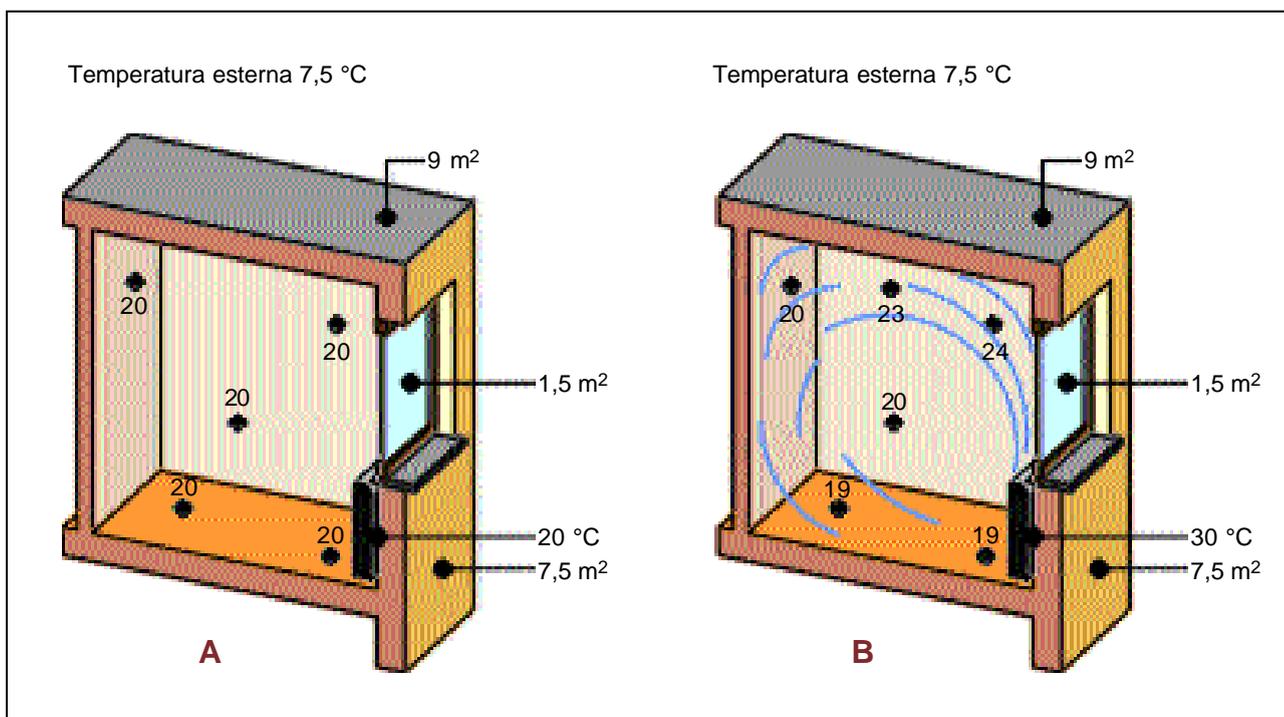


Fig. n. 1.7: Distribuzione delle temperature con un sistema di emissione reale (B), confrontata con quella del sistema di emissione teorico di riferimento (A).

A - SISTEMA DI EMISSIONE TEORICO DI RIFERIMENTO

S (m ²)	U (W/m ² K)	Dt (°C)	t (s)	Q _h (kJ)
16,5	0,6	12,5	3.600	446
1,5	2,3	12,5	3.600	155
			Totale	601

B - SISTEMA DI EMISSIONE REALE

S (m ²)	U (W/m ² K)	Dt (°C)	t (s)	Q _{hr} (kJ)
15,5	0,6	13,5	3.600	452
1,5	2,3	13,5	3.600	168
1,0 (*)	0,6	22,5	3.600	49
			Totale	669

(*) parete dietro il corpo scaldante

Il rendimento di emissione risulta, nel caso esemplificato:

$$\eta_e = \frac{Q_h}{Q_{hr}} = \frac{601}{669} = 0,9$$

dove:

- Q_h rappresenta la quantità di energia occorrente per riscaldare l'ambiente con il sistema di emissione teorico di riferimento;
- Q_{hr} rappresenta invece il fabbisogno di calore occorrente con il sistema reale di emissione, a parità di condizioni esterne e di benessere interno.

DA QUALI FATTORI DIPENDE E COME SI PUÒ MIGLIORARE ?

Il rendimento di emissione dipende dalle maggiori perdite di calore dell'involucro edilizio, causate essenzialmente da due fenomeni.

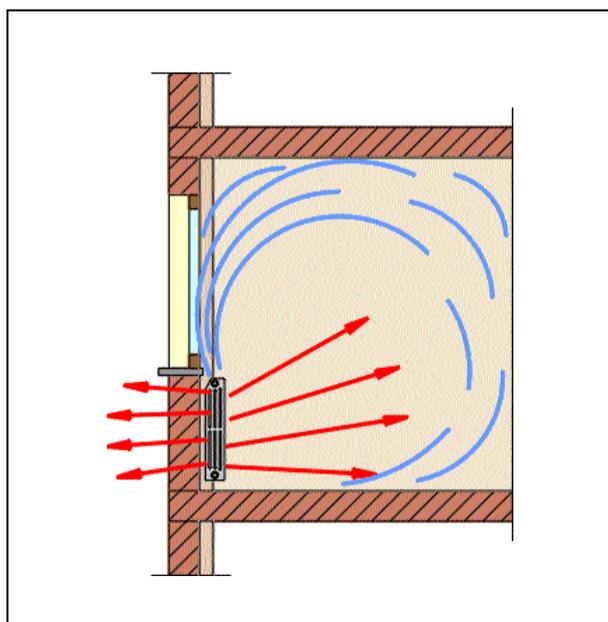


Fig. n. 2.7: I moti convettivi ed il calore radiante emesso direttamente verso le pareti disperdenti sono causa di aumento delle dispersioni.

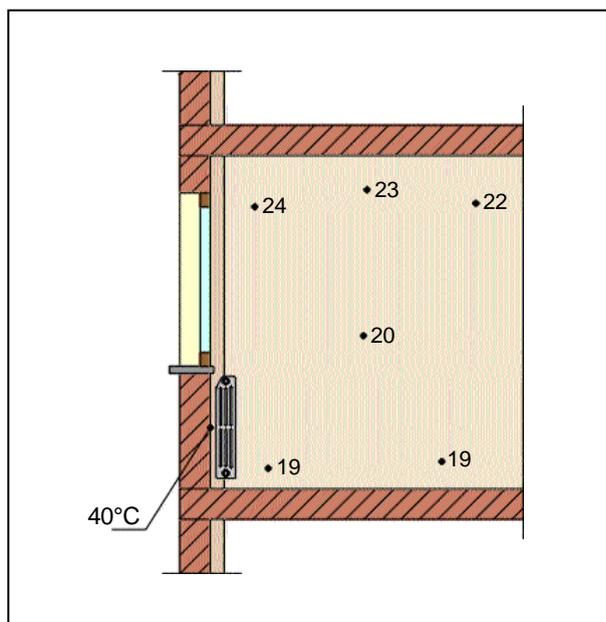
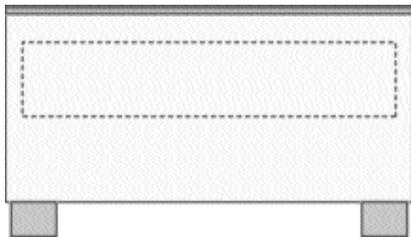
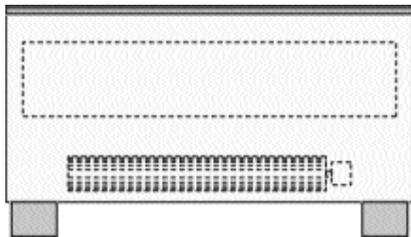
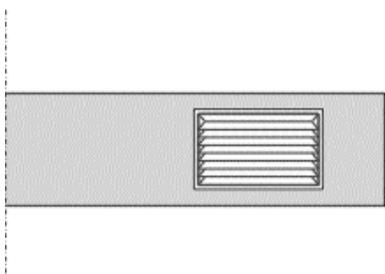
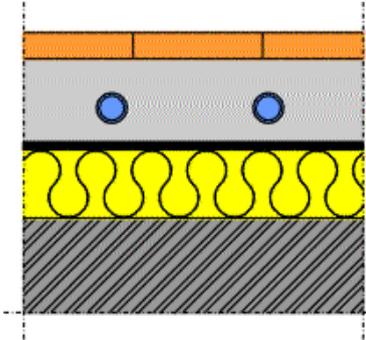
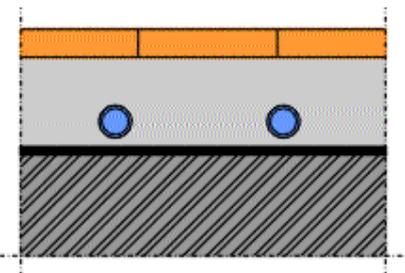


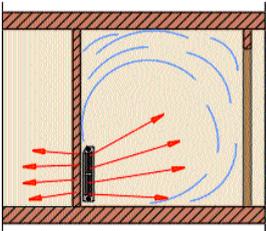
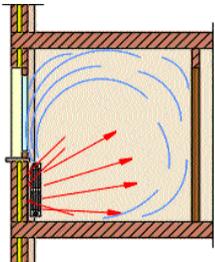
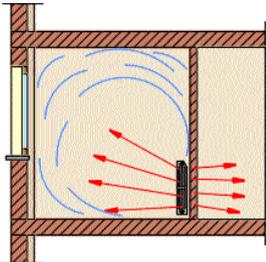
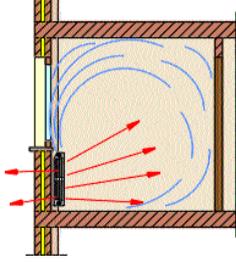
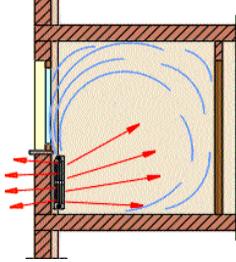
Fig. n. 3.7: Il gradiente termico è causa di un indesiderato aumento della temperatura nella parte più alta del locale, con un incremento delle dispersioni passive.

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

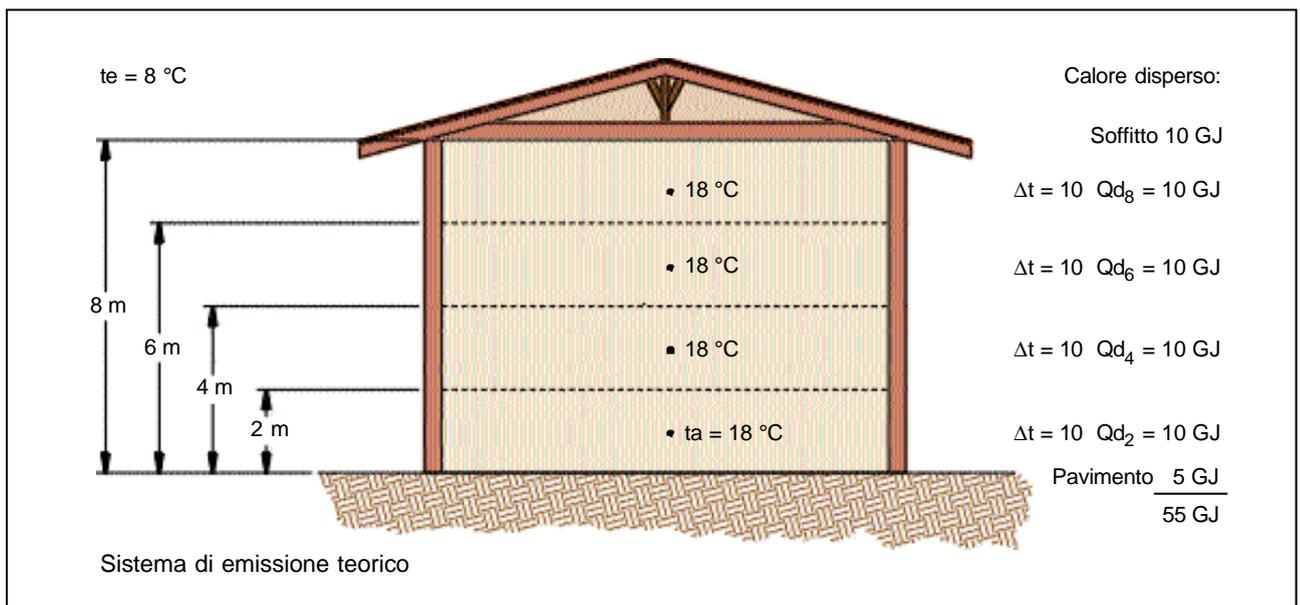
VALORI DEL RENDIMENTO DI EMISSIONE h_e : RADIATORI			
Posizione di installazione		Temperatura di mandata di progetto	
		65 °C	85 °C
Su parete divisoria interna di locale privo di pareti disperdenti.		0,99	0,96
Su parete esterna isolata e con superficie riflettente.			
Su parete divisoria interna di fronte a pareti disperdenti.		0,97	0,94
Su parete esterna isolata, senza superficie riflettente.			
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.

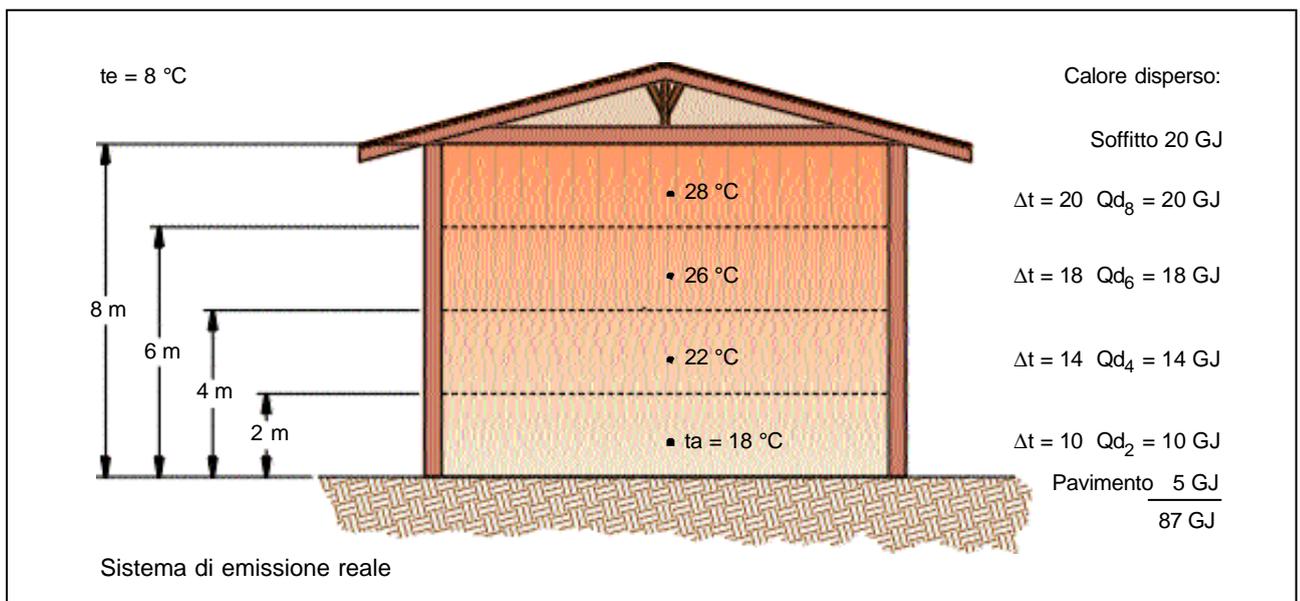
Sono comunque provvisoriamente utilizzabili nella progettazione e nella diagnosi energetica degli edifici abitati ad abitazione, in quanto rispondenti all'attuale stato delle conoscenze.

Qualche cautela va invece osservata nell'attribuire i suddetti valori del rendimento di emissione agli edifici industriali, in particolare a quelli di notevole altezza, caratterizzati da un gradiente di temperatura rilevante. In tali casi il rendimento di emissione è generalmente più basso di quelli indicati nelle tabelle sopra riportate e va determinato caso per caso, valutando l'incremento delle dispersioni causato dalla disuniformità della temperatura ambiente specifica del caso.

ESEMPIO



Se la temperatura ambiente dei quattro strati a diversa quota fosse uniforme, il calore disperso sarebbe pari a 55 MJ.



A causa del gradiente termico le dispersioni risultano invece pari a 87 GJ. Il rendimento di emissione può pertanto essere valutato pari a $\eta_e = 55/87 = 0,63$.

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.

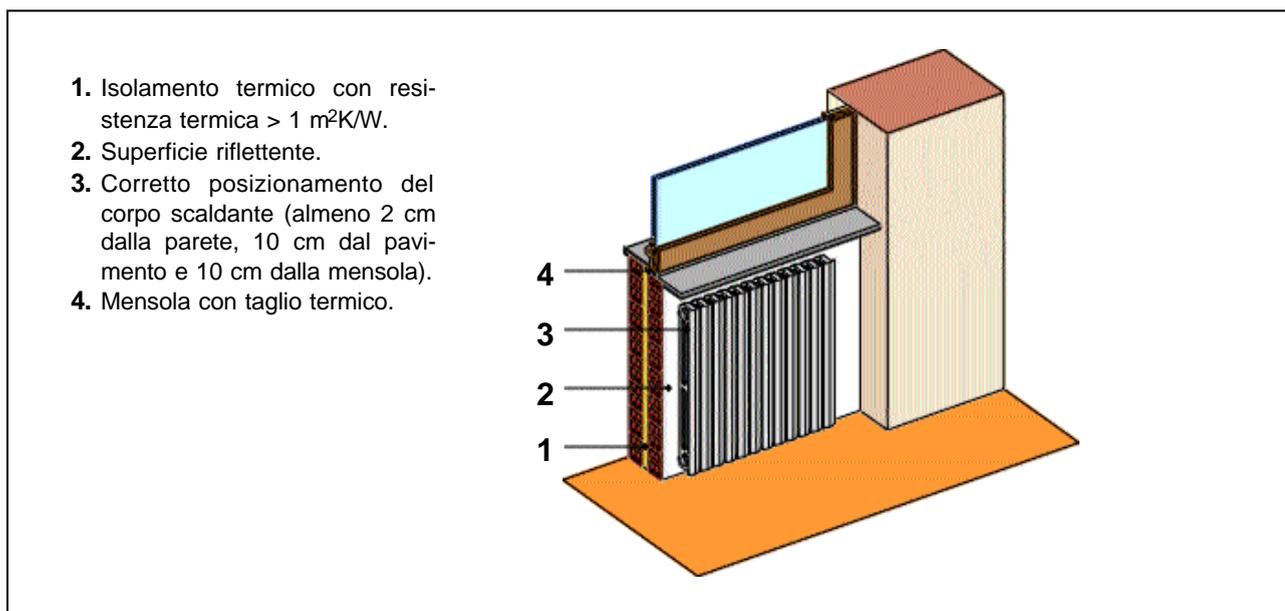


Fig. n. 4.7 a: Provvedimenti in grado di migliorare il rendimento di emissione.

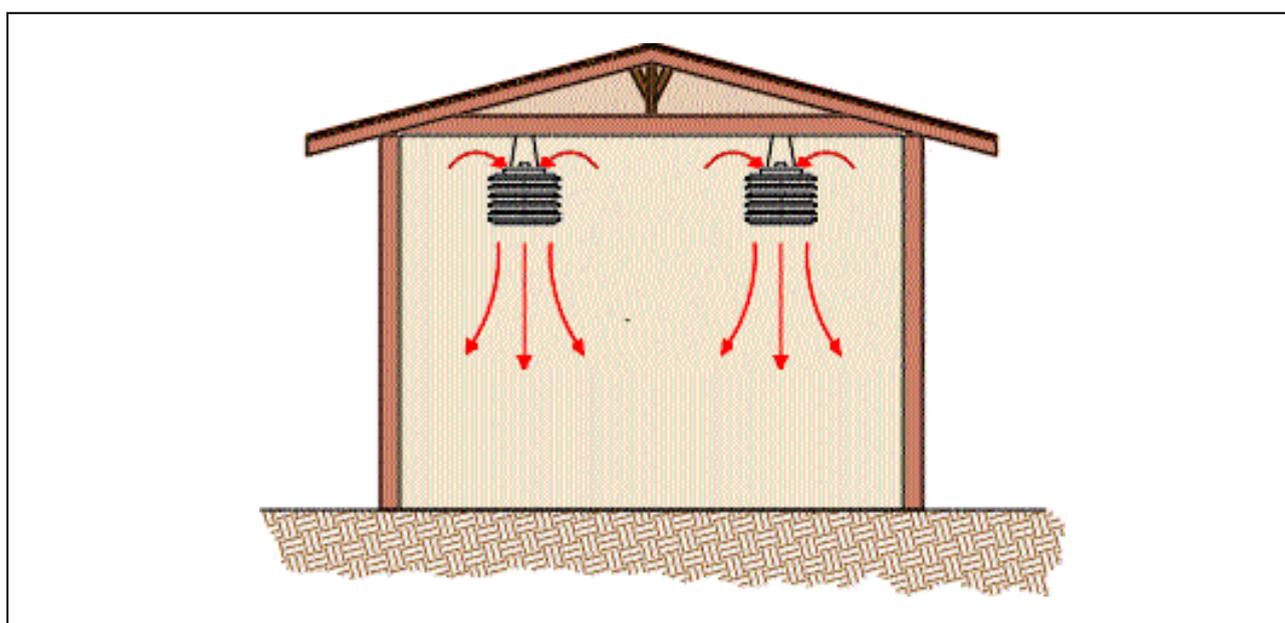


Fig. 4.7 b: Capannone con destratificatori.

SCELTA DELLA TEMPERATURA DI PROGETTO

Vale la pena di dedicare particolare attenzione alla scelta della temperatura di mandata di progetto ed al Δt di progetto (che determina la temperatura media di progetto del fluido termovettore) per la loro influenza fondamentale sul controllo dei moti convettivi nell'ambiente, come pure di altri parametri relativi ai rendimenti dell'impianto.

Una temperatura media più bassa comporta diversi vantaggi rilevanti, fra cui:

- migliore benessere ed igiene ambientale: i moti convettivi più modesti riducono le sensazioni di freddo in particolari posizioni dell'alloggio ed il trascinarsi di polvere domestica, che è causa di annerimento delle pareti e di reazioni allergiche agli occupanti (per la presenza di acari e sostanze allergiche);
- migliore rendimento di emissione: i moti convettivi più modesti riducono le dispersioni passive dell'involucro ed il gradiente termico, dai quali dipende il rendimento di emissione;
- migliore rendimento di distribuzione: le dispersioni passive della rete di distribuzione sono proporzionali alla differenza di temperatura fra fluido termovettore ed ambiente;
- migliore rendimento di produzione: per la riduzione delle dispersioni dal mantello Q_d , delle perdite di combustione Q_f e delle perdite al camino a bruciatore spento Q_{fbs} .

Utilizzando per il calcolo del fabbisogno di potenza la versione attualmente vigente della norma UNI 7357 ne deriva la seguente possibile classificazione delle temperature medie di progetto.

CLASSIFICAZIONE DELLE TEMPERATURE DELL'ACQUA DI PROGETTO												
Temperature di mandata e di ritorno di progetto per $(t_e - t_u) = 10\text{ °C}$		Temperature di mandata e di ritorno di progetto per $(t_e - t_u) = 20\text{ °C}$		Temperature di mandata e di ritorno di progetto per $(t_e - t_u) = 30\text{ °C}$		Temperature di mandata e di ritorno di progetto per $(t_e - t_u) = 40\text{ °C}$		Temperatura media del fluido termovettore t_m	Differenza di temperatura tra fluido e ambiente Δt	Emissione termica del corpo scaldante espressa come percentuale di quella nominale UNI EN 442	Classificazione temperatura media	
°C		°C		°C		°C		°C	°C	%	--	
85	75	--	--	--	--	--	--	80	60	127	Molto alta	
80	70	85	65	--	--	--	--	75	55	113	Alta	
75	65	80	60	85	55	--	--	70	50	100	Nom. UNI EN 442	
70	60	75	55	80	50	85	45	65	45	87	Medio alta	
65	55	70	50	75	45	80	40	60	40	75	Media	
60	50	65	45	70	40	75	35	55	35	63	Medio bassa	
55	45	60	40	65	35	70	30	50	30	51	Bassa	
50	40	55	35	60	30	65	25	45	25	41	Molto bassa	

NOTE:

1. Si noti che il Δt di riferimento, fissato dalla norma UNI EN 442 a 50 °C per ragioni di comodità e precisione di prova, si colloca ai limiti superiori della banda di impiego consigliata. Le condizioni di progetto conformi alle esigenze del benessere e dell'igiene ambientale, come pure a quelle del risparmio energetico, prevedono l'adozione di Δt più bassi.
2. Nella regolazione con valvole termostatiche autoazionate si consigliano, salvo diverse prescrizioni del costruttore, salti termici $(t_e - t_u)$ superiori a 20 °C , per una migliore precisione di regolazione. Tali salti termici elevati si possono ottenere, ferma restando la temperatura media, alzando la temperatura di mandata di progetto (entro il limite di 85 °C , per evitare la possibilità di intervento dei dispositivi di protezione previsti dalla normativa ISPESEL) ed abbassando quella di ritorno, come indicato nella tabella sopra riportata.

CALCOLO DELL'EMISSIONE TERMICA NELLE DIVERSE CONDIZIONI DI IMPIEGO

Come previsto dalla normativa recentemente approvata, sui cataloghi dei fabbricanti viene indicata l'emissione

termica nominale UNI EN 442, riferita ad una differenza di temperatura Δt fra radiatore ed ambiente di 50 °C.

Nelle reali condizioni di impiego, l'emissione termica varia tuttavia al variare di tale differenza di temperatura, secondo la legge:

$$q = q_n \cdot \left(\frac{\Delta t}{50} \right)^n$$

dove:

q è l'emissione termica per elemento di corpo scaldante nelle effettive condizioni di impiego (per un determinato valore di Δt), in W;

q_n è l'emissione termica nominale UNI EN 442 di riferimento, per elemento (riferita al Δt nominale di 50 °C), in W;

Δt è la differenza fra la temperatura media del corpo scaldante e la temperatura dell'aria ambiente, in °C:

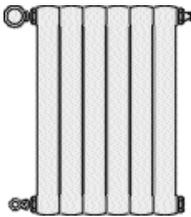
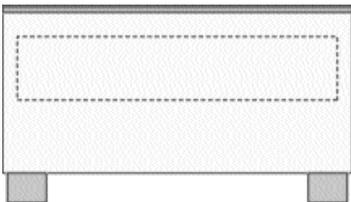
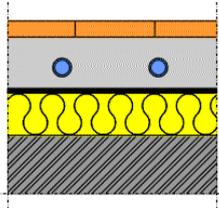
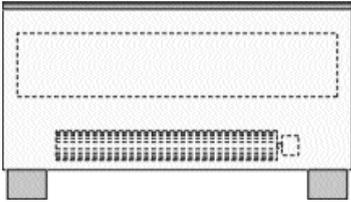
$$\Delta t = \frac{t_e + t_u}{2} - t_a$$

t_e è la temperatura dell'acqua all'ingresso nel corpo scaldante, in °C;

t_u è la temperatura dell'acqua all'uscita del corpo scaldante, in °C;

t_a è la temperatura dell'aria nell'ambiente, in °C;

n è l'esponente di Δt nella funzione sopra riportata, caratteristico del corpo scaldante e dichiarato dal costruttore; in mancanza di tale dato si possono adottare i valori di n riportati nella tabella che segue.

DESCRIZIONE	FIGURA	VALORE DI n
Corpi scaldanti a convezione naturale		1,3
Termoconvettori		1,4
Pannelli radianti		1,13
Ventilconvettori		1,0



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.

ESEMPIO

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

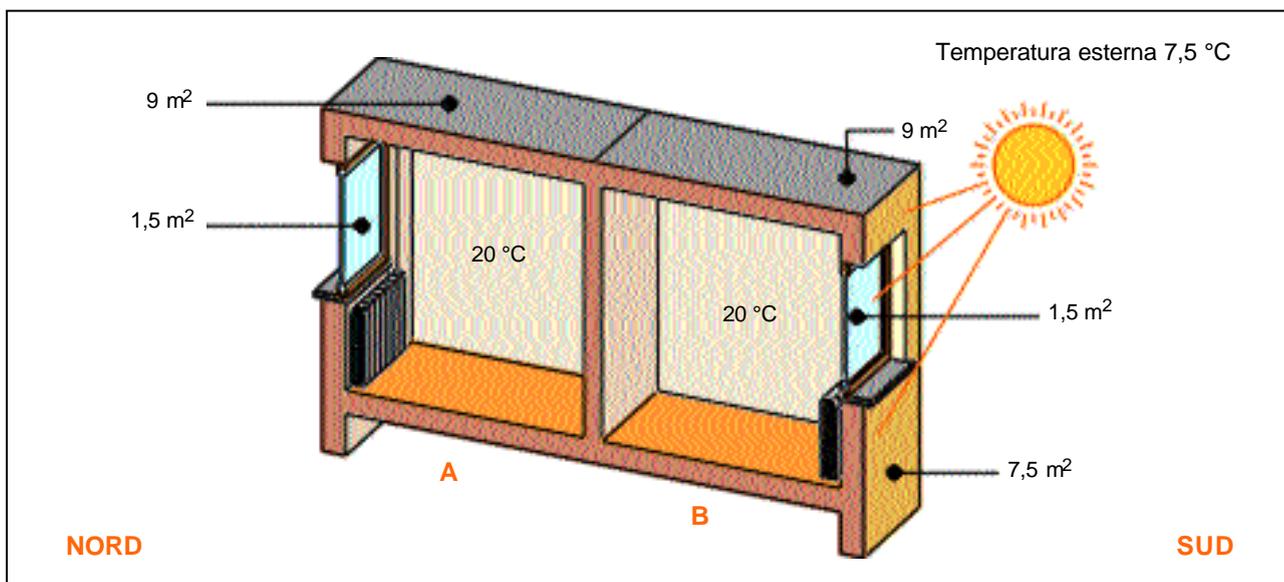


Fig. n. 1.8: Sistema di regolazione teorico di riferimento.

A - LOCALE A NORD

S (m ²)	U (W/m ² K)	Dt (°C)	t (s)	Q _h (kJ)
16,5	0,6	12,5	3.600	446
1,5	2,3	12,5	3.600	155
			Q _h	601

B - LOCALE A SUD

S (m ²)	U (W/m ² K)	Dt (°C)	t (s)	Q _h (kJ)
16,5	0,6	12,5	3.600	446
1,5	2,3	12,5	3.600	155
			Q _s	61
			Q _h	540

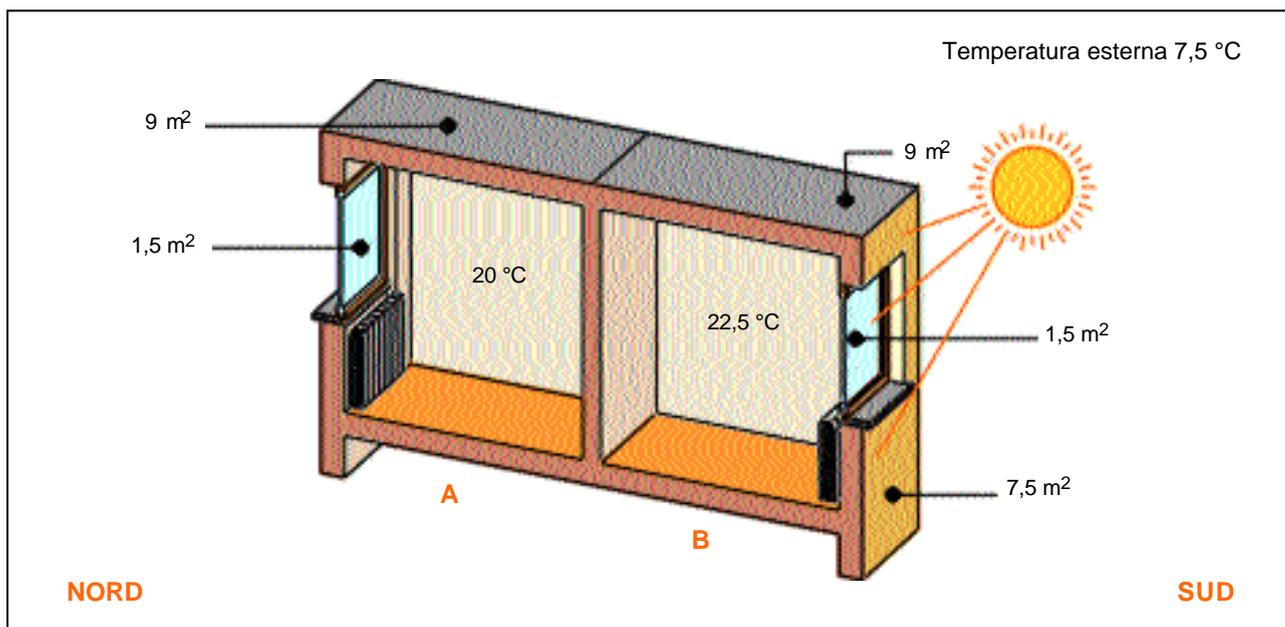


Fig. n. 2.8: Sistema di regolazione reale (nel caso: con regolazione centrale).

A - LOCALE A NORD

S (m ²)	U (W/m ² K)	Dt (°C)	t (s)	Q _{hr} (kJ)
16,5	0,6	12,5	3.600	446
1,5	2,3	12,5	3.600	155
			Q _{hr}	601

B - LOCALE A SUD

S (m ²)	U (W/m ² K)	Dt (°C)	t (s)	Q _{hr} (kJ)
16,5	0,6	15	3.600	535
1,5	2,3	15	3.600	186
			Q _{hr}	721

Il rendimento di regolazione risulta, nel caso esemplificato:

$$h_c = \frac{Q_h}{Q_{hr}} = \frac{601 + 540}{601 + 721} = 0,86$$

dove:

- Q_h rappresenta la quantità di energia occorrente per riscaldare gli ambienti con il sistema di regolazione teorico perfetto;
- Q_{hr} rappresenta invece il fabbisogno di calore occorrente con il sistema di regolazione reale, a parità di condizioni esterne e di benessere interno.

DA QUALI FATTORI DIPENDE E COME SI PUÒ MIGLIORARE ?

Il regolatore teorico perfetto è quello in grado di ridurre immediatamente l'emissione del corpo scaldante in presenza di un apporto di calore proveniente da fonte diversa dall'impianto di riscaldamento.

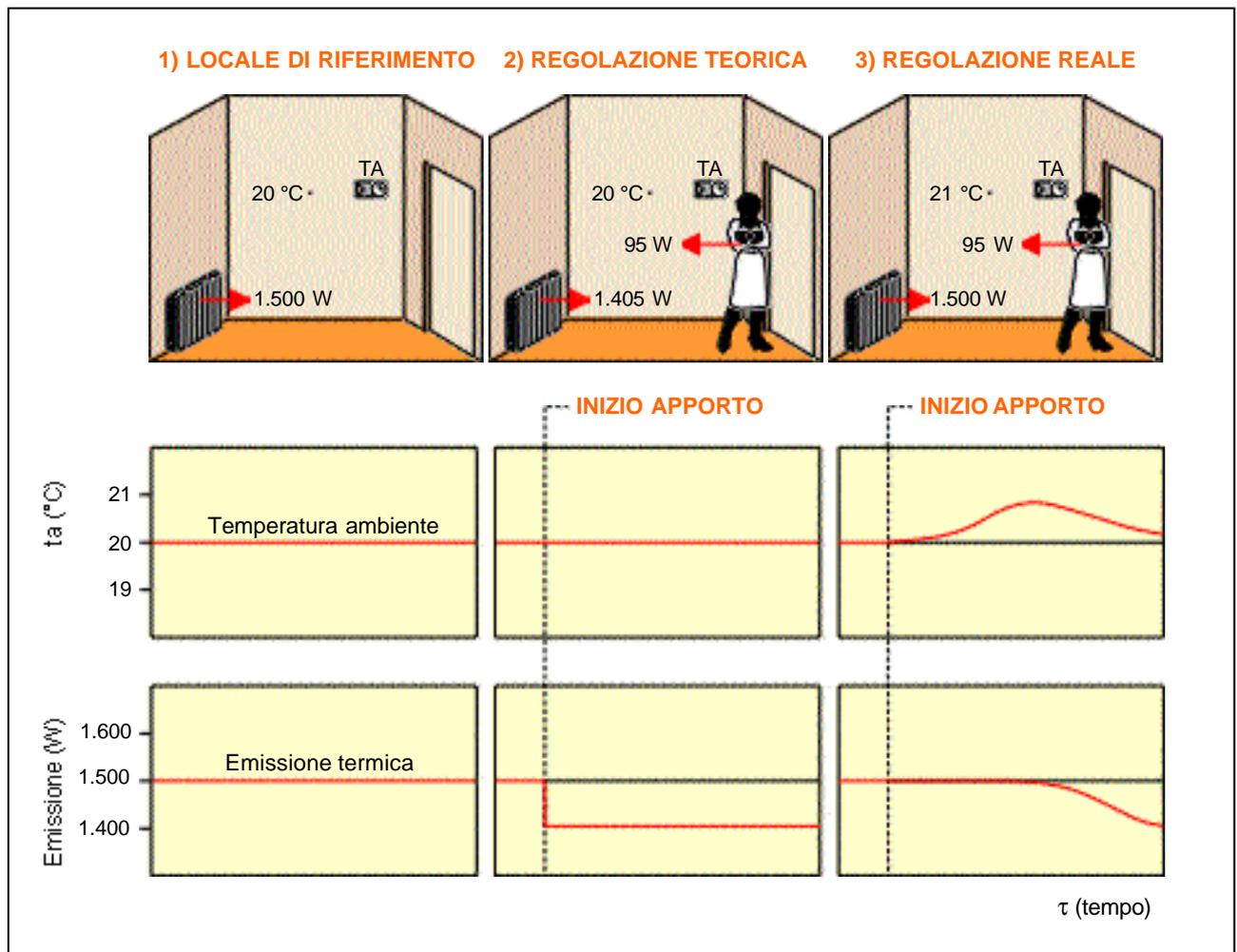


Fig. n. 3.8: Raffronto fra il comportamento di un regolatore teorico perfetto e quello di un regolatore reale.

- 1) Il locale è mantenuto a $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ da un corpo scaldante della potenza di $1,5\text{ kW}$.
- 2) In seguito all'ingresso nel locale di una persona, che fornisce un apporto di 95 W , il regolatore teorico perfetto riduce immediatamente l'emissione del corpo scaldante a 1.405 W in modo che la somma risulti sempre 1.500 W e la temperatura rimanga a $20\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- 3) In presenza dello stesso evento di cui al punto 2), il sistema di regolazione reale reagisce più lentamente, solo dopo che si è verificato un aumento (indesiderato) della temperatura ambiente.

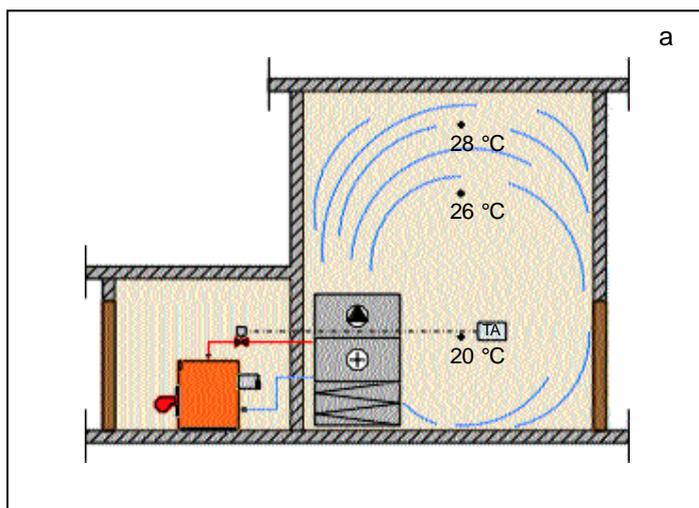
Il regolatore reale deve sentire prima l'effetto dell'apporto di calore, sotto forma di aumento della temperatura ambiente, per iniziare la sua azione.

Ne consegue che il rendimento di regolazione sarebbe uguale al 100% se la temperatura ambiente rimanesse perfettamente costante al valore prescritto per qualunque variazione del carico (da zero al valore di progetto).

In altri termini, il rendimento di un sistema di regolazione è tanto più elevato quanto maggiore è la costanza della temperatura ambiente.

Va però precisato che per temperatura ambiente si deve intendere quella misurata in un punto di riferimento in cui è eventualmente installato il sensore di misura del regolatore.

L'inevitabile differenza di temperatura fra punti diversi di uno stesso locale dipende invece dalle modalità di emissione del calore e deve pertanto essere considerata nel calcolo del rendimento di emissione. La differenza di temperatura rispetto al valore prescritto riscontrabile in locali diversi di uno stesso edificio regolato da un unico sistema di regolazione incide invece sul rendimento di regolazione.

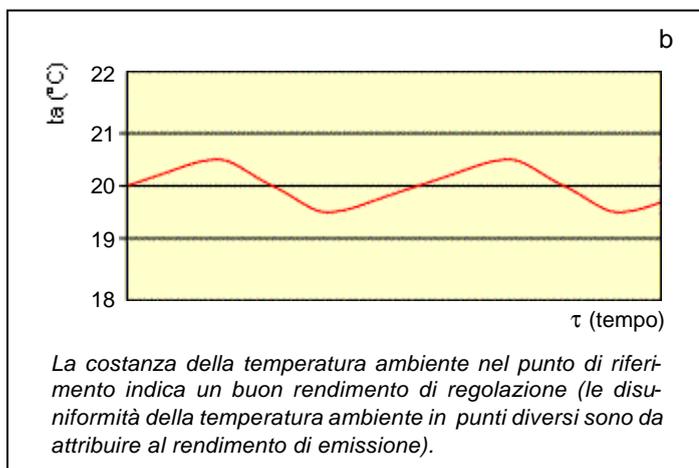


Caso A: capannone industriale riscaldato con macchina di termoventilazione - regolazione ambiente.

Il rendimento di regolazione è ottimo in quanto la temperatura ambiente nel punto di controllo è costante; la forte disuniformità di temperatura ai diversi livelli è una conseguenza dell'elevato gradiente termico dovuto alle caratteristiche del sistema di emissione.

I rendimenti risulterebbero ancora migliorabili ove l'impianto di cui al caso A venisse integrato con la prerogolazione della temperatura del fluido termovettore; il compito della regolazione finale diventerebbe in questo caso meno gravoso, a vantaggio di un migliore rendimento di regolazione.

I rendimenti attribuiti a questo sistema di regolazione dalla norma UNI 10348 sono infatti buoni (come si può desumere dalla tabella sotto riportata).



NOTA:

- 1) Per regolatore on-off si intende il regolatore "tutto o niente". Per il regolatore modulante, l'errata espressione usata dalla norma UNI 10348 "con banda proporzionale 1 °C" va intesa come "regolatore modulante in grado di regolare la temperatura ambiente nel punto di riferimento entro i limiti di 1°C (più o meno 0,5 °C)".
- 2) Sotto radiatori e convettori si possono intendere tutti gli impianti con costante di tempo variabile da pochi minuti ad un'ora o poco più (comprende quindi la macchina di termoventilazione utilizzata per l'esempio).
- 3) Per pannelli radianti isolati dalla struttura si intendono i moderni impianti a pannelli annessi in un massetto di cemento appoggiato e contornato da materiali isolanti che isolano il pannello dalle strutture dell'edificio. La costante di tempo di questi impianti è dell'ordine delle 5 ore.

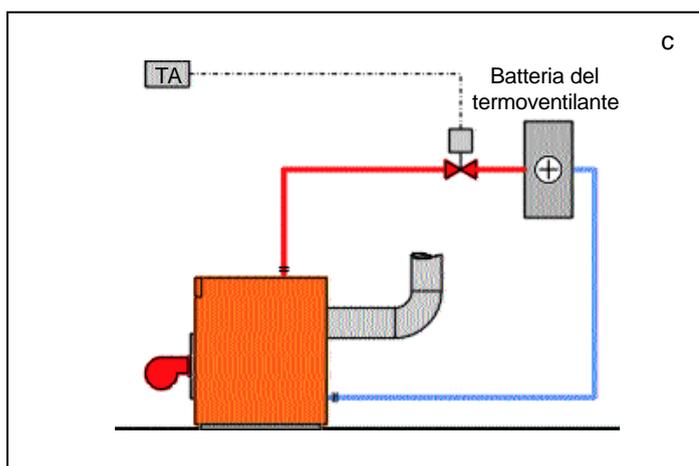
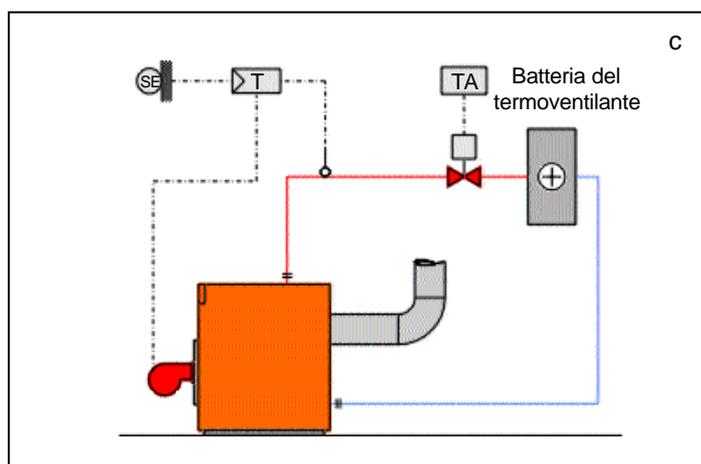
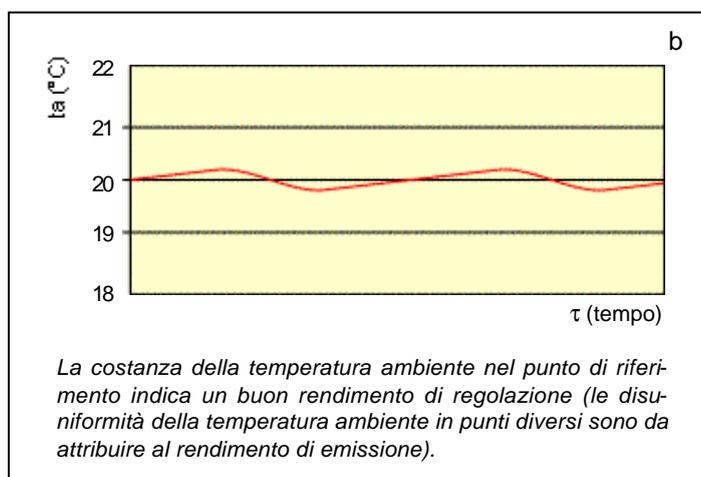
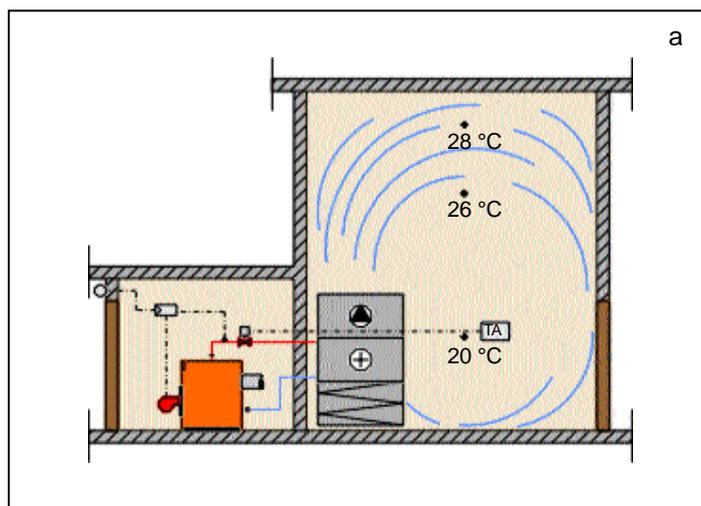


Fig. n. 4.8 a, b, c: Regolazione ambiente senza prerogolazione centrale.

Sistema di regolazione	Tipologia di prodotto	Radiatori e convettori	Pannelli radianti isolati dalla struttura	Pannelli radianti annessi nella struttura
(3) Per singolo ambiente senza prerogolazione	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



- 4) Per pannelli radianti annegati nella struttura si intendono gli impianti a pannelli costruiti negli anni passati, con pannelli annegati nelle strutture dell'edificio (pavimento, pareti o soffitto) caratterizzati da una costante di tempo dell'ordine delle 10 o più ore.
- (3) n. identificativo per la designazione rapida ed univoca del sistema di regolazione.

CASO B: capannone industriale con regolazione ambiente e prerogolazione.

Si ricorda che la prerogolazione, che porta il rendimento di regolazione a valori molto elevati, non migliora però il rendimento di emissione, per il quale occorrerà agire in diverso modo, come illustrato nel capitolo relativo.

I valori sotto riportati sono attribuiti convenzionalmente ai suddetti sistemi di regolazione dalla norma UNI 10348.

La norma UNI 10348 fornisce infatti sotto forma tabulare i dati convenzionali riferiti alle tipologie di prodotto e di impianto normalmente usate ed invita ad utilizzare tali valori ogniqualvolta "dati precisi sulle effettive caratteristiche del sistema di regolazione non siano note".

Siccome la verifica o la determinazione sperimentale dei rendimenti di regolazione non è agevole, conviene precisare che i rendimenti forniti dalla norma UNI vanno utilizzati nel calcolo convenzionale dell'energia per gli edifici adibiti ad abitazione in quanto corrispondenti all'attuale stato delle conoscenze. Per gli edifici industriali la norma non fornisce indicazioni, ma sembra ragionevole riferirsi agli stessi dati.

Fig. n. 5.8 a, b, c: Regolazione ambiente con prerogolazione centrale.

Sistema di regolazione	Tipologia di prodotto	Radiatori e convettori	Pannelli radianti isolati dalla struttura	Pannelli radianti annegati nella struttura
(4) Per singolo ambiente + prerogolazione 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

LA REGOLAZIONE DELLA TEMPERATURA AMBIENTE NEGLI ALLOGGI DI UN FABBRICATO CONDOMINIALE

Per meglio comprendere l'uso dei dati forniti dalla norma UNI 10348 vale la pena di esaminare come si modifica il rendimento di regolazione degli alloggi di un fabbricato condominiale in presenza di diversi sistemi di regolazione della temperatura ambiente.

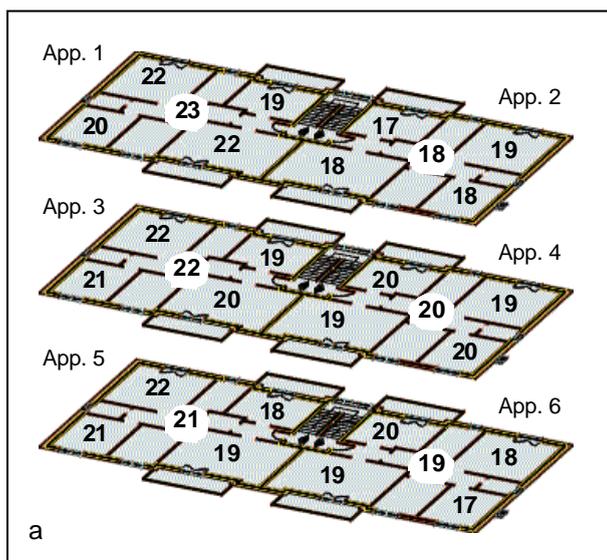
Regolazione manuale.

La norma prevede che la regolazione possa essere manuale (mediante il termostato di caldaia).

In tal caso vengono attribuiti i seguenti rendimenti di regolazione.

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	$0,96 - (0,6 \cdot h_U \cdot \gamma)$ indicativamente: 0,84	$0,94 - (0,6 \cdot h_U \cdot \gamma)$ indicativamente: 0,82	$0,90 - (0,6 \cdot h_U \cdot \gamma)$ indicativamente: 0,78



NOTA:

h_U è il coefficiente di utilizzazione degli apporti;
 g è il rapporto fra energia dovuta agli apporti (solari e interni) e energia dispersa (per trasmissione e ventilazione).

Gli operatori del settore hanno giustamente criticato che la norma abbia contemplato anche il caso di regolazione manuale, ritenuto anacronistico, in quanto non più ammesso dalla normativa regolamentare per i nuovi impianti.

Va però ricordato che la norma UNI 10348 viene largamente utilizzata dai professionisti per la diagnosi energetica degli edifici esistenti; il dato risulta pertanto necessario per riprodurre situazioni esistenti, con le quali confrontare i vantaggi di un sistema di regolazione più evoluto, quali quelli che verranno di seguito esaminati.

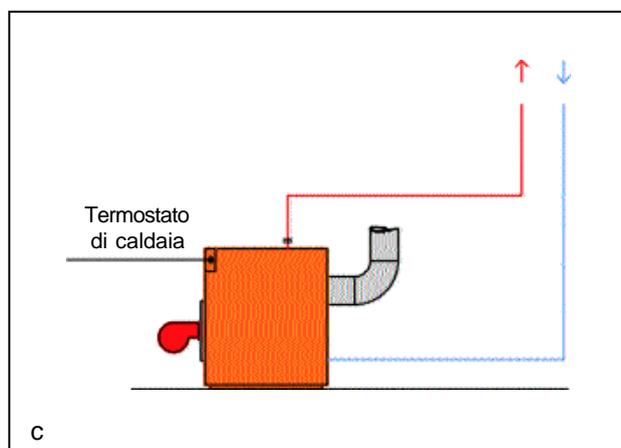
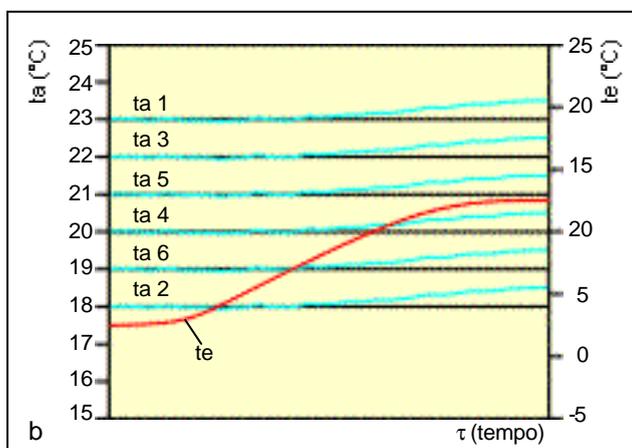


Fig. n. 6.8 a, b, c: Regolazione manuale: la regolazione manuale non è in grado di garantire la costanza e l'uniformità delle temperature ambiente.

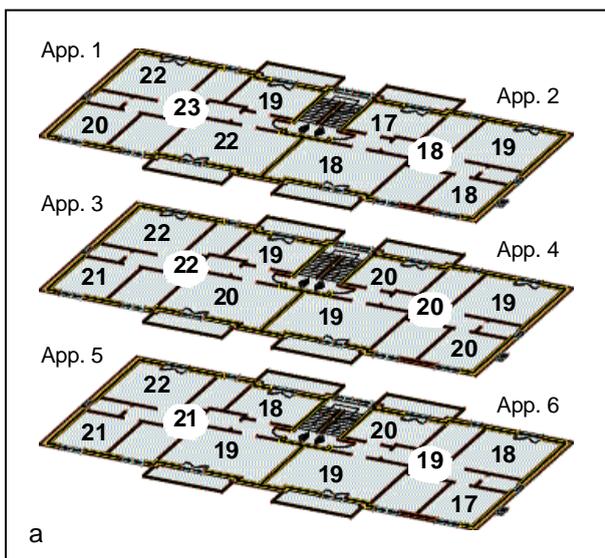
Regolazione climatica.

La sola regolazione climatica costituisce oggi il sistema minimo di regolazione in un edificio condominiale ed è ammessa per i nuovi impianti solo nel caso in cui gli apporti solari ed interni nel mese intero a maggiore insolazione compreso nel periodo di riscaldamento siano inferiori al 20 % del fabbisogno energetico complessivo calcolato nello stesso mese.

I rendimenti di regolazione attribuiti alla regolazione centrale, che dipendono dall'entità degli apporti, sono i seguenti.

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) Climatica centralizzata	Regolatore climatico	$1 - (0,6 \cdot h_U \cdot g)$ indicativamente: 0,88	$0,98 - (0,6 \cdot h_U \cdot \gamma)$ indicativamente: 0,86	$0,94 - (0,6 \cdot h_U \cdot \gamma)$ indicativamente: 0,82



La sola regolazione climatica centrale non è in grado di assicurare buoni rendimenti di regolazione.

Nemmeno un regolatore di ottima qualità, in grado di mantenere perfettamente costante la temperatura ambiente al variare della temperatura esterna, è in grado di migliorare la situazione. Il sistema infatti, per sua natura non può assicurare l'uniformità della temperatura ambiente nei diversi alloggi caratterizzati da abitudini abitative ed apporti diversi.

In particolare i lati dell'edificio diversamente esposti (nord e sud) sono caratterizzati da dispersioni diverse e variabili con le condizioni climatiche e quindi da temperature ambiente diverse.

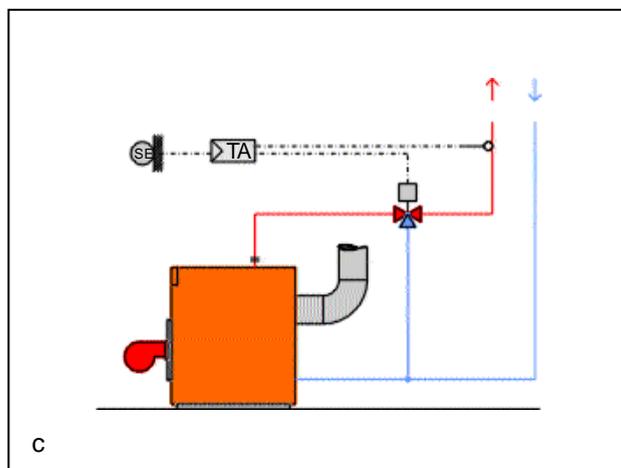
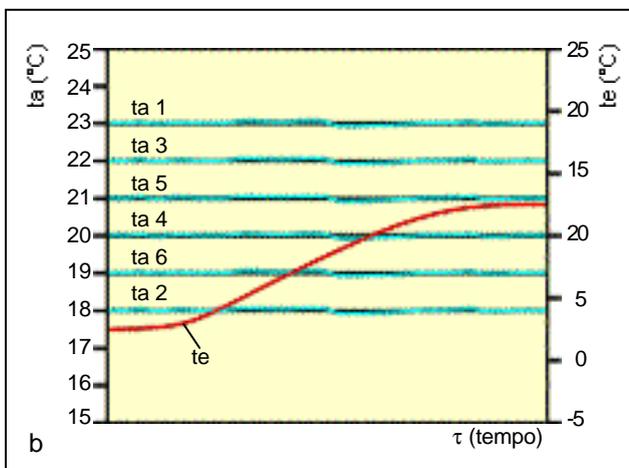


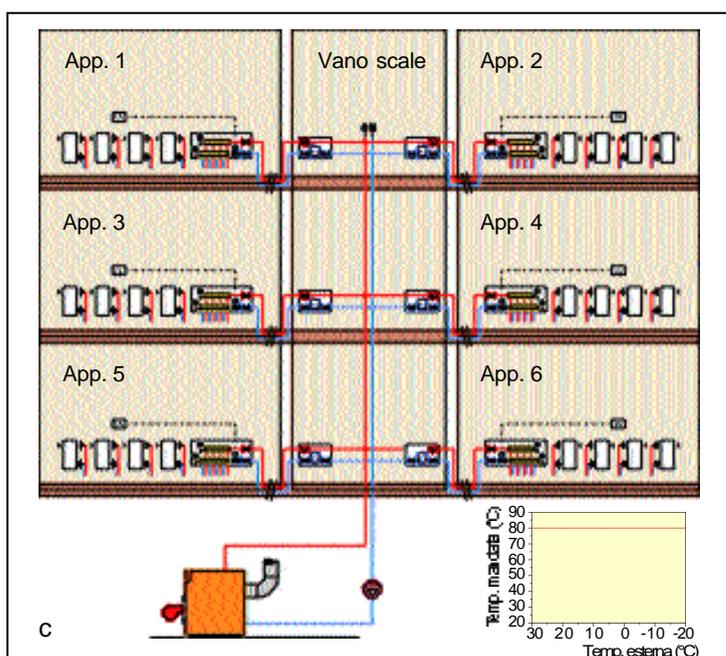
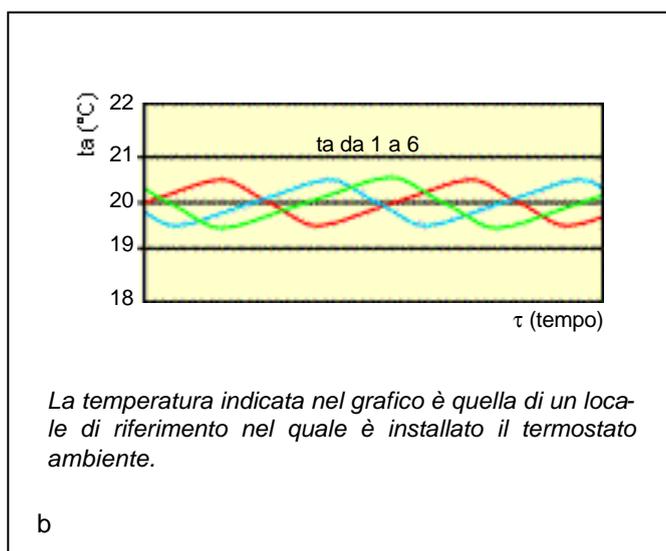
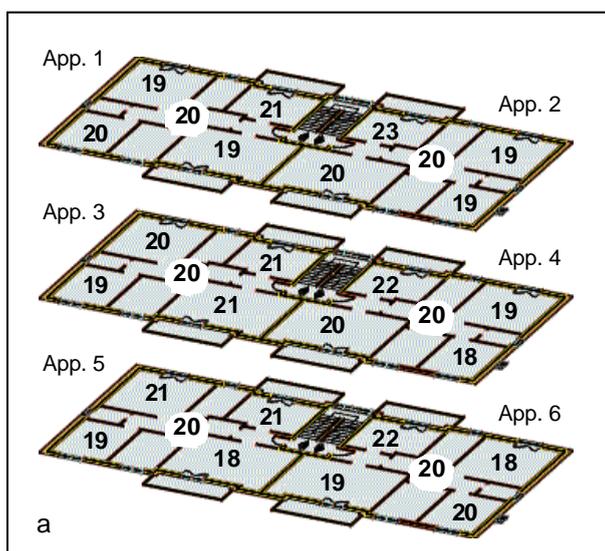
Fig. n. 7.8 a, b, c: Regolazione climatica centrale: la regolazione climatica centrale è in grado di garantire la costanza, ma non l'uniformità delle temperature ambiente.

La regolazione di zona senza prerogolazione.

La distribuzione orizzontale, largamente adottata negli ultimi decenni, ha consentito di costruire i cosiddetti impianti a zone, dotati di regolazione di zona, costituita per esempio da un termostato ambiente posizionato in un locale di riferimento di ogni alloggio agente sulla relativa valvola di zona. Ad un tale sistema di regolazione, la norma UNI 10348 assegna i seguenti valori di rendimento di regolazione.

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

Sistema di regolazione	Tipologia di prodotto	Radiatori e convettori	Pannelli radianti isolati dalla struttura	Pannelli radianti annessi nella struttura
(5) Di zona senza prerogolazione	Regolatore on-off	0,93	0,91	0,87
	Regolatore modulante (1 °C)	0,97	0,96	0,92
	Regolatore modulante (2 °C)	0,95	0,93	0,89



L'adozione della regolazione di zona (alloggio per alloggio) ha consentito di uniformare la temperatura ambiente in tutte le zone dell'edificio, con un notevole aumento del rendimento di regolazione rispetto alla regolazione climatica centrale.

Non si tratta però ancora di un sistema di regolazione esente da difetti: la distribuzione del fluido termovettore a temperatura costante durante tutta la stagione non è in grado di garantire una regolazione perfetta entro l'intero campo di variazione del carico, da 0 al 100%.

Fig. n. 8.8 a, b, c: Regolazione di zona, senza prerogolazione: la regolazione di zona assicura la costanza e l'uniformità di temperatura nei vari alloggi, ma non nei diversi locali.

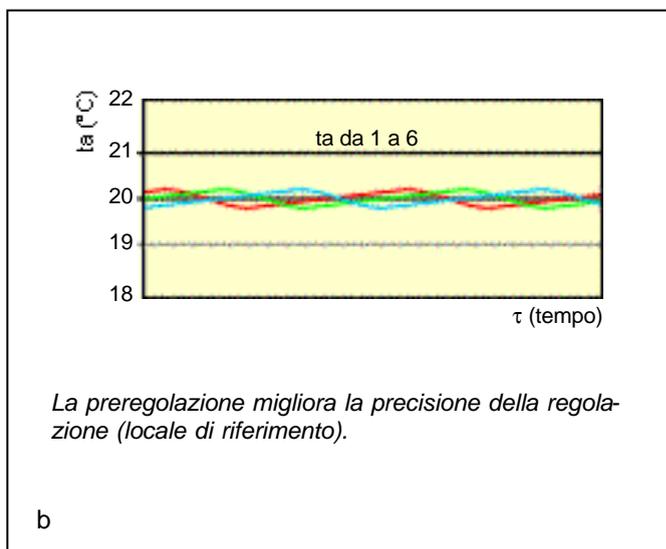
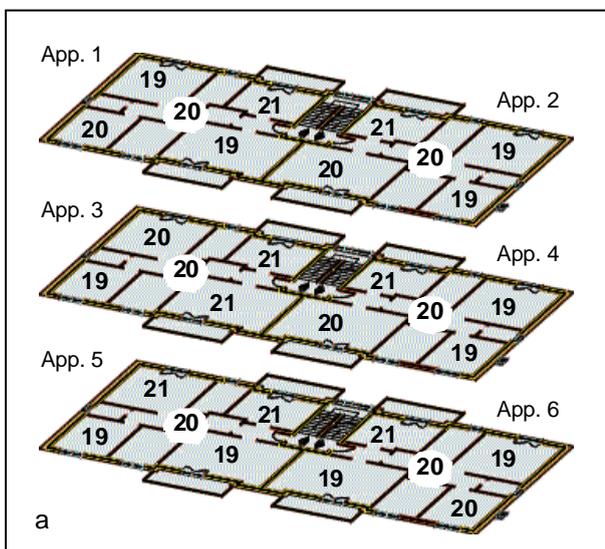
La regolazione di zona con preregolazione centrale.

Un ulteriore miglioramento può essere conseguito adottando la preregolazione della temperatura del fluido termovettore; il compito della regolazione finale diventa in questo caso meno gravoso, a vantaggio di un migliore rendimento di regolazione.

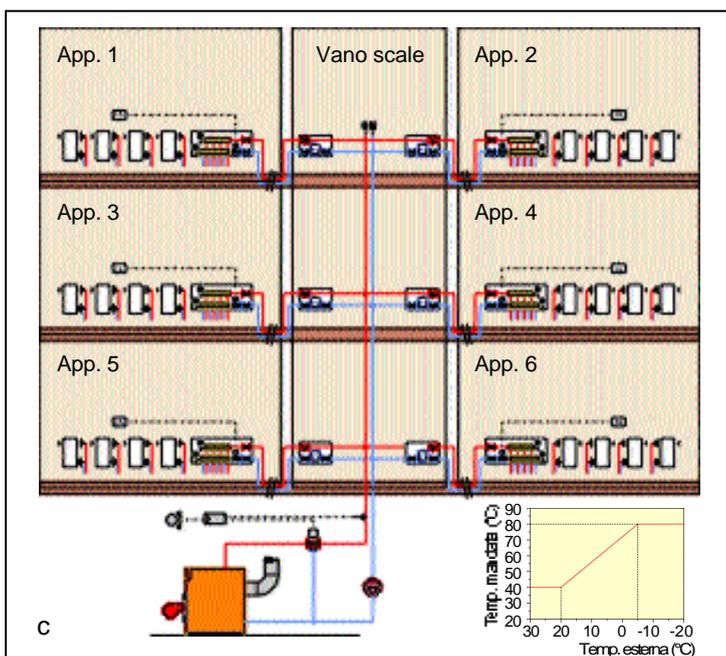
La norma UNI 10348 prevede allora, per il caso in esame, i seguenti rendimenti.

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

Sistema di regolazione	Tipologia di prodotto	Radiatori e convettori	Pannelli radianti isolati dalla struttura	Pannelli radianti annessi alla struttura
(6) Di zona con preregolazione 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



La preregolazione migliora la precisione della regolazione (locale di riferimento).



Anche la regolazione di zona risulta ulteriormente migliorabile. Essa assicura infatti la possibilità di ottenere la temperatura ambiente desiderata in un locale di riferimento di ogni alloggio.

Non tutti i locali dell'alloggio sono però caratterizzati dalla stessa quantità di apporti; ne deriva una temperatura ambiente diversa nei diversi locali.

Fig. n. 9.8 a, b, c: Regolazione di zona, con preregolazione: la preregolazione migliora la qualità della regolazione di zona.

Regolazione per singolo ambiente con o senza preregolazione.

Per ottenere la temperatura desiderata in ogni singolo locale dell'alloggio è necessario ricorrere alla regolazione per singolo ambiente, con o senza preregolazione del fluido termovettore.

I rendimenti di regolazione attribuiti dalla norma UNI 10348 a questi sistemi di regolazione sono i seguenti.

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 nella struttura
(3) Per singolo ambiente senza preregolazione	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 nella struttura
(4) Per singolo ambiente + preregolazione 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

Quella sopra descritta risulta essere il miglior tipo di regolazione applicabile agli impianti di riscaldamento di tipo condominiale.

Una regolazione economica e molto efficace è quella che si ottiene con valvole termostatiche autoazionate.

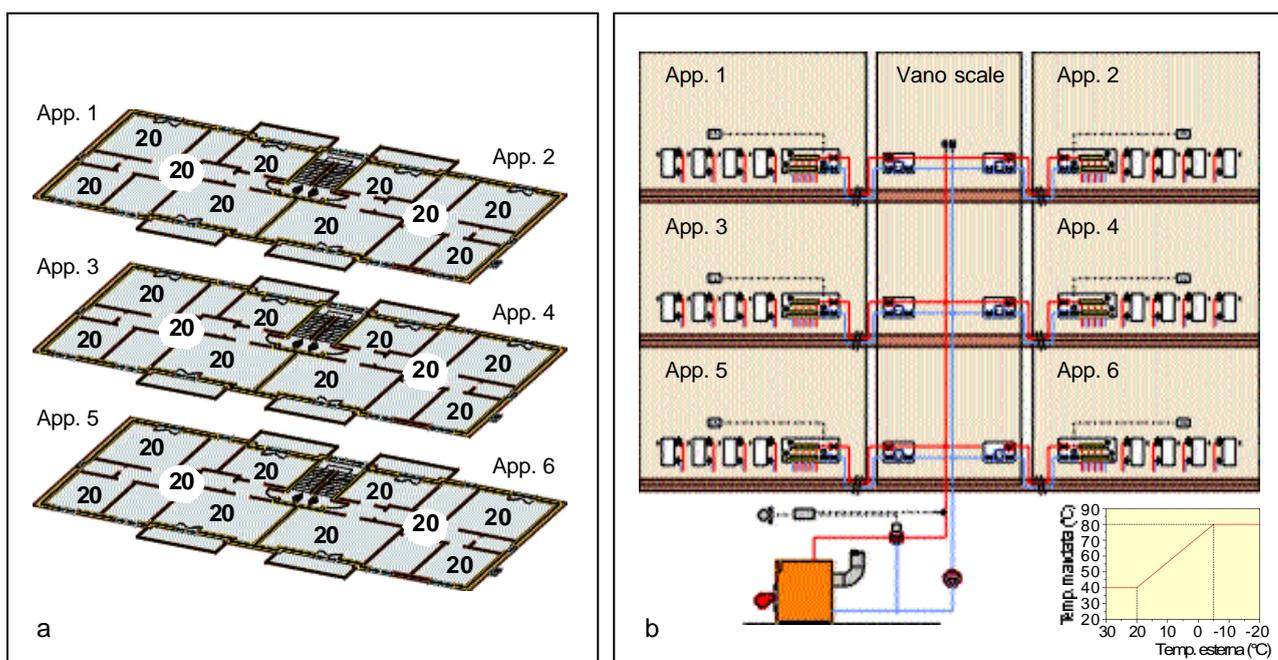


Fig. 10.8 a, b: Regolazione per singolo ambiente con o senza preregolazione: assicura la costanza e l'uniformità della temperatura ambiente in ogni singolo locale. In alternativa alle valvole termostatiche possono essere impiegate valvole per radiatore elettriche comandate dal termostato ambiente di ogni locale.

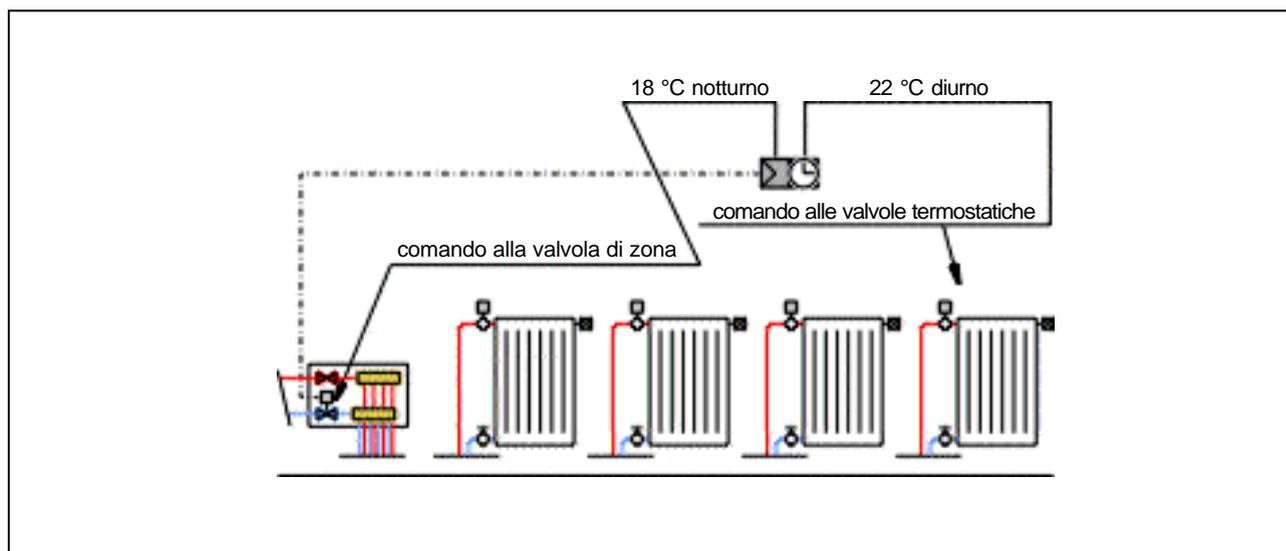


Fig. n. 11.8: Regolazione diurna con valvole termostatiche e notturna con cronotermostato agente sulla valvola di zona.

La regolazione termostatica consente di regolare la temperatura ambiente al valore desiderato in ogni singolo locale.

L'aggiunta di un cronotermostato agente sulla valvola di zona consente inoltre la regolazione su due livelli:

- un livello diurno, con comando alle valvole termostatiche (ottenibile con punto di regolazione superiore a quello impostato sulle valvole termostatiche, per esempio di 22 °C);
- un livello notturno con comando alla valvola di zona (con punto di regolazione corrispondente alla temperatura notturna minima desiderata, per esempio di 18 °C).

Una curva di regolazione tipica, da impostare sulla centralina climatica dell'impianto centralizzato, è quella rappresentata dal grafico che segue.

La curva di regolazione è caratterizzata da una temperatura di mandata invernale sufficientemente elevata da consentire ampia libertà di scelta della temperatura ambiente, notevole velocità di messa a regime in caso di variazioni e, soprattutto, un elevato salto termico fra andata e ritorno senza riduzione della resa termica dei corpi scaldanti.

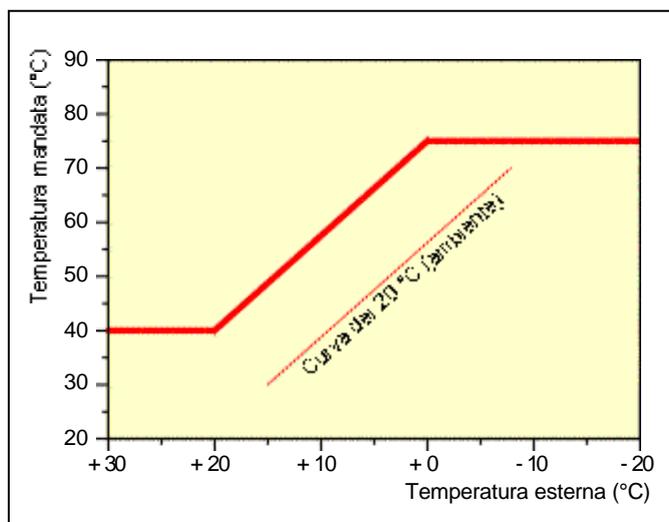


Fig. n. 12.8: Regolazione indicativa della centralina climatica per una buona regolazione termostatica ambiente, adatta per valvole a gas in condensazione.

Quanto all'abbassamento o spegnimento notturno di impianti con valvole termostatiche, recenti studi sembrano dimostrare la convenienza del funzionamento continuo. Il minimo risparmio conseguibile sulle dispersioni di energia utile potrebbe infatti essere vanificato, in funzione del tipo di generatore, dal minore rendimento conseguente all'aumento del carico termico. L'erogazione uniforme e continua di calore offre inoltre i seguenti vantaggi:

- temperatura media del fluido termovettore nel corpo scaldante mediamente più bassa;
- minori moti convettivi con conseguente minore trascinarsi e movimentazione di polvere domestica;
- maggiore benessere e minore sporcamento delle pareti.

Conviene quindi regolare le valvole termostatiche al valore ritenuto più idoneo per la destina-

zione d'uso di ogni locale (per esempio 18 °C nelle camere, 20 °C nelle cucine, 22 °C nei soggiorni e nei bagni), mantenendo tale assetto per tutte le 24 ore. Lo spegnimento o l'abbassamento potrà essere riservato a periodi di assenza più prolungati, superiori alle 24 ore.

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.

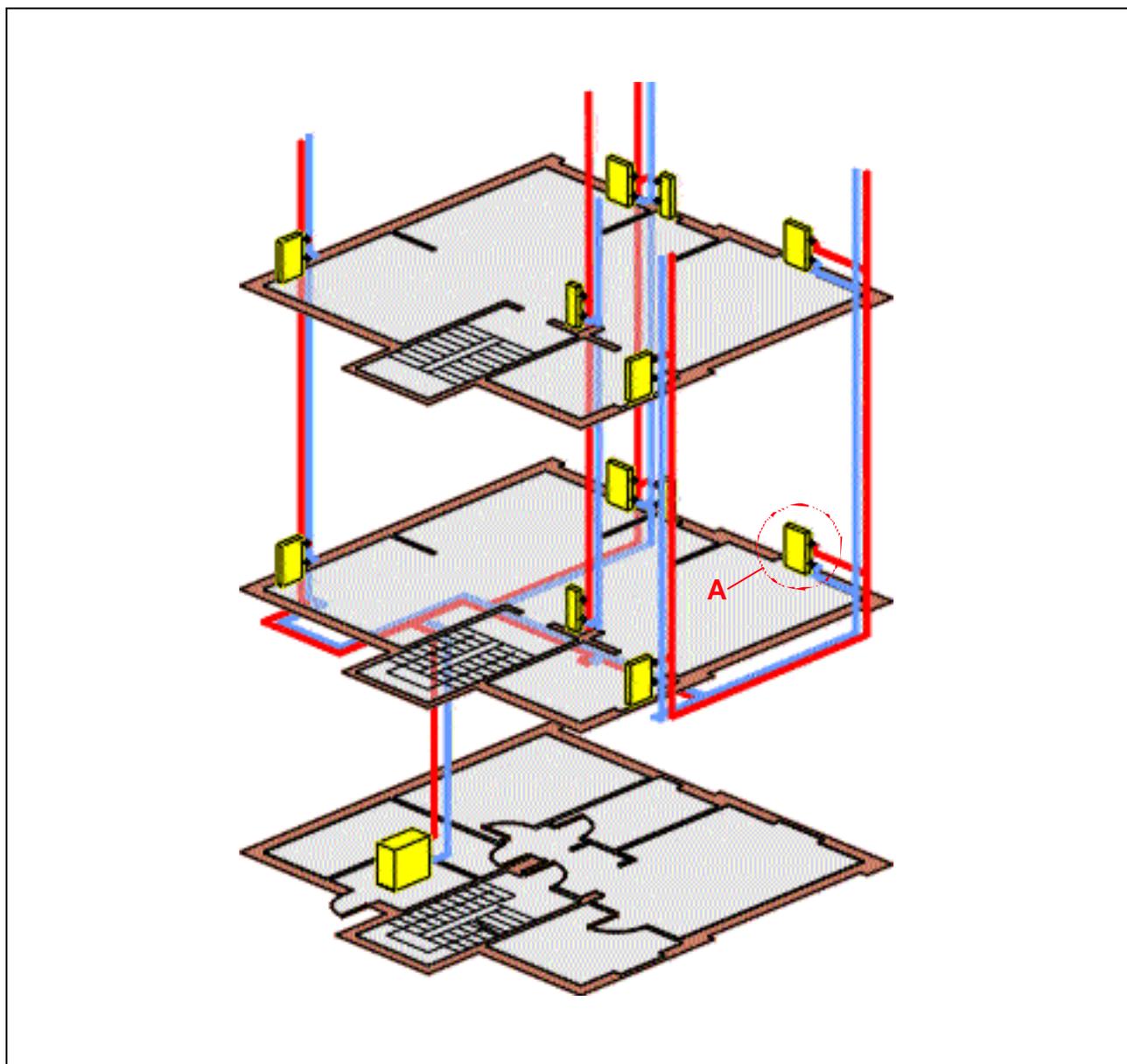
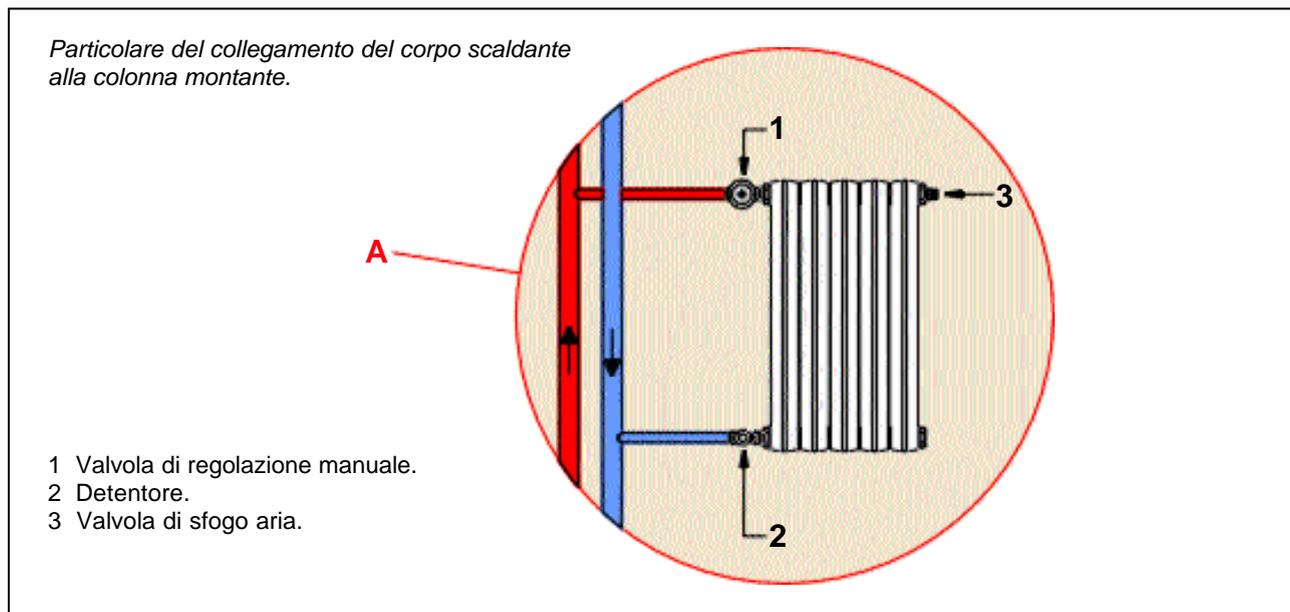


Fig. n. 13.8: Schema tipico di impianto centralizzato a due tubi con distribuzione dal basso (a sorgente).



L'applicazione delle valvole termostatiche e della contabilizzazione del calore indiretta (1) consente di ottenere i seguenti vantaggi:

- autonomia gestionale, con un risparmio medio di circa il 10%;
- aumento del rendimento di regolazione, da quello che compete ai sistemi 1 o 2, a quello che compete al sistema 4 (con un ulteriore 15% circa di risparmio).

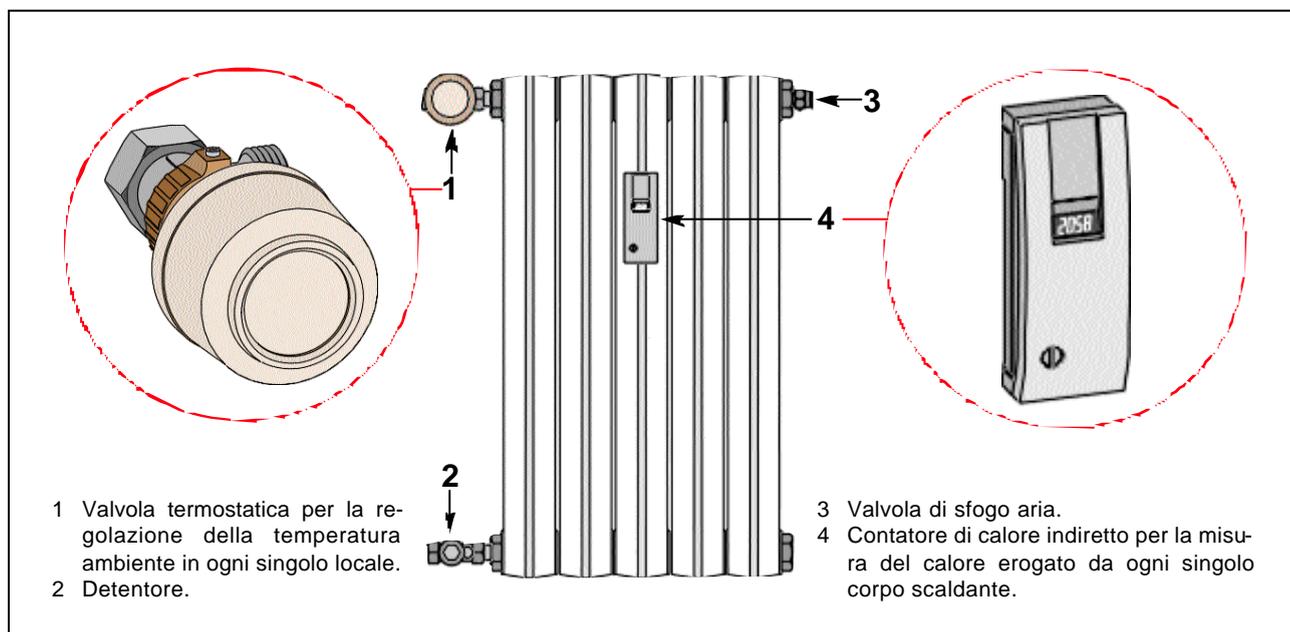


Fig. n. 14.8: Regolazione ambiente termostatica e contabilizzazione indiretta.

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.

2) impianti centralizzati con distribuzione orizzontale e regolazione climatica centrale (eventuale regolazione di zona con valvola di zona e contatore).

L'applicazione delle valvole termostatiche e della contabilizzazione del calore, diretta o indiretta consente di ottenere i seguenti vantaggi:

- autonomia gestionale, con un risparmio medio di circa il 10%;
- aumento del rendimento di regolazione, da quello che compete ai sistemi 1, 2 o 5, a quello che compete al sistema 4.

Il risparmio energetico normalmente conseguibile, globalmente, va dal 15 al 25%, a seconda dell'impianto di partenza.

LIMITAZIONI: mentre per gli impianti di cui alle fig. n. 13.8 e n. 15.8, non sussistono limitazioni; nel caso di distribuzione monotubo con valvole a quattro vie, va segnalata una minore efficacia della regolazione termostatica, che richiede un notevole aumento della temperatura del fluido termovettore per mantenere la resa dei corpi scaldanti al valore di partenza.

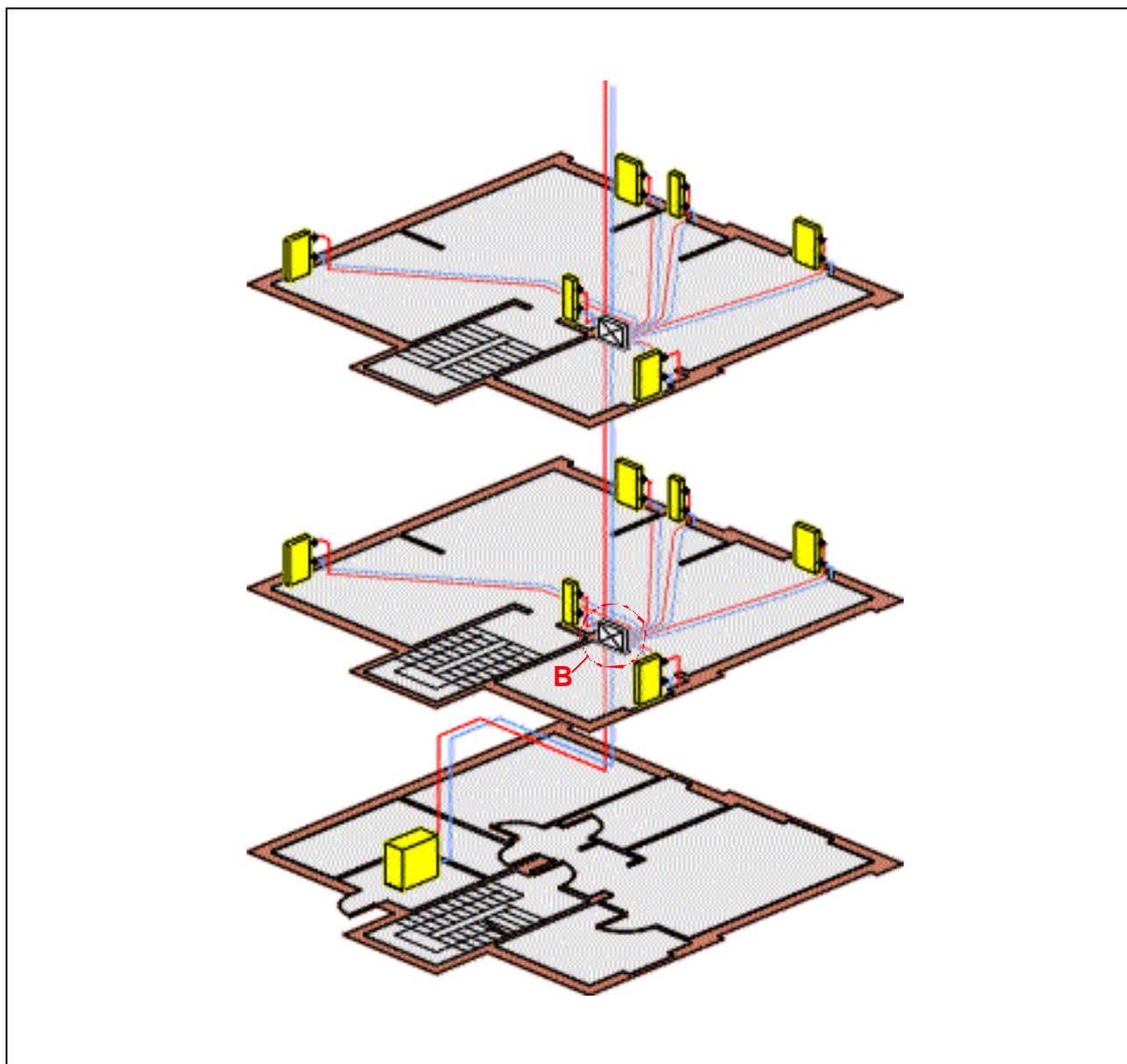
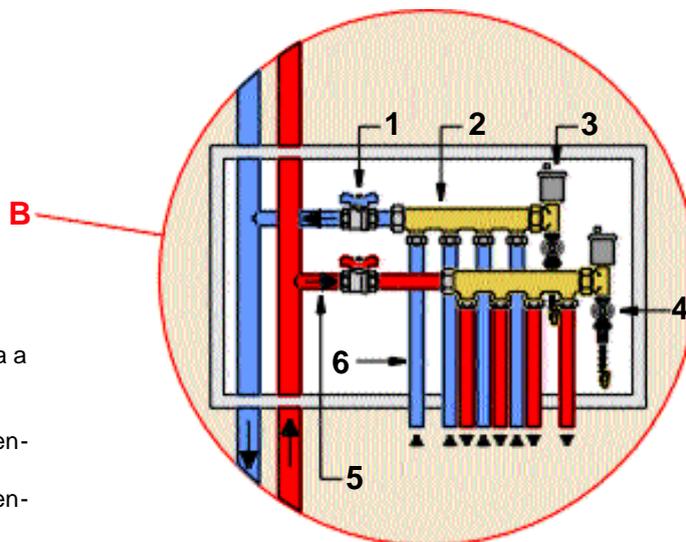


Fig. n. 15.8: Impianto a distribuzione orizzontale del tipo a collettori con cassette di zona ispezionabili.

Particolare della cassetta di zona.

- 1 Valvola di intercettazione.
- 2 Collettore di distribuzione.
- 3 Valvola di sfogo aria automatica galleggiante.
- 4 Rubinetto di scarico.
- 5 Tubazione in ferro di collegamento al montante di distribuzione.
- 6 Tubazioni in rame di collegamento dei corpi scaldanti.



Particolare della cassetta di intercettazione e di contabilizzazione di zona.

- 1 Valvola di intercettazione.
- 2 Contatore di calore.
- 3 Valvola di zona motorizzata.
- 4 Valvola di intercettazione con sonda di temperatura di andata.

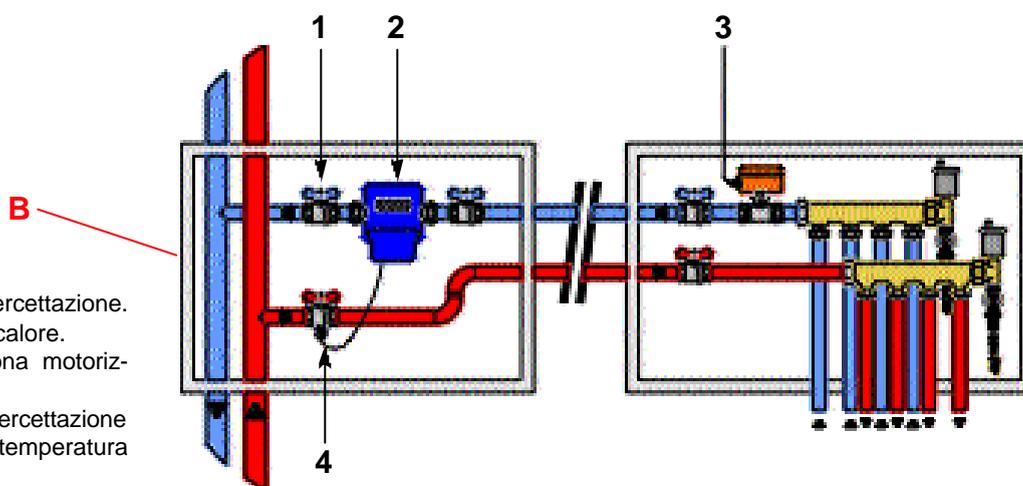


Fig. n. 16.8: In alternativa alla contabilizzazione indiretta di cui alla fig. 14.8 negli impianti esistenti a distribuzione orizzontale è possibile installare la regolazione termostatica e la contabilizzazione diretta, installando un contatore di calore nella cassetta di zona.

3) impianti individuali con generatore autonomo con regolazione manuale o con regolazione di zona a mezzo cronotermostato ambiente (vedi fig. n. 17.8).

L'applicazione delle valvole termostatiche e di un buon cronotermostato ambiente consente di ottenere i seguenti vantaggi:

- aumento del rendimento di regolazione, da quello che compete ai sistemi 1 o 2, a quello che compete al sistema 4.

Il risparmio energetico normalmente conseguibile, globalmente, è dell'ordine del 10 o 15%, come si può rilevare dall'applicazione della norma.

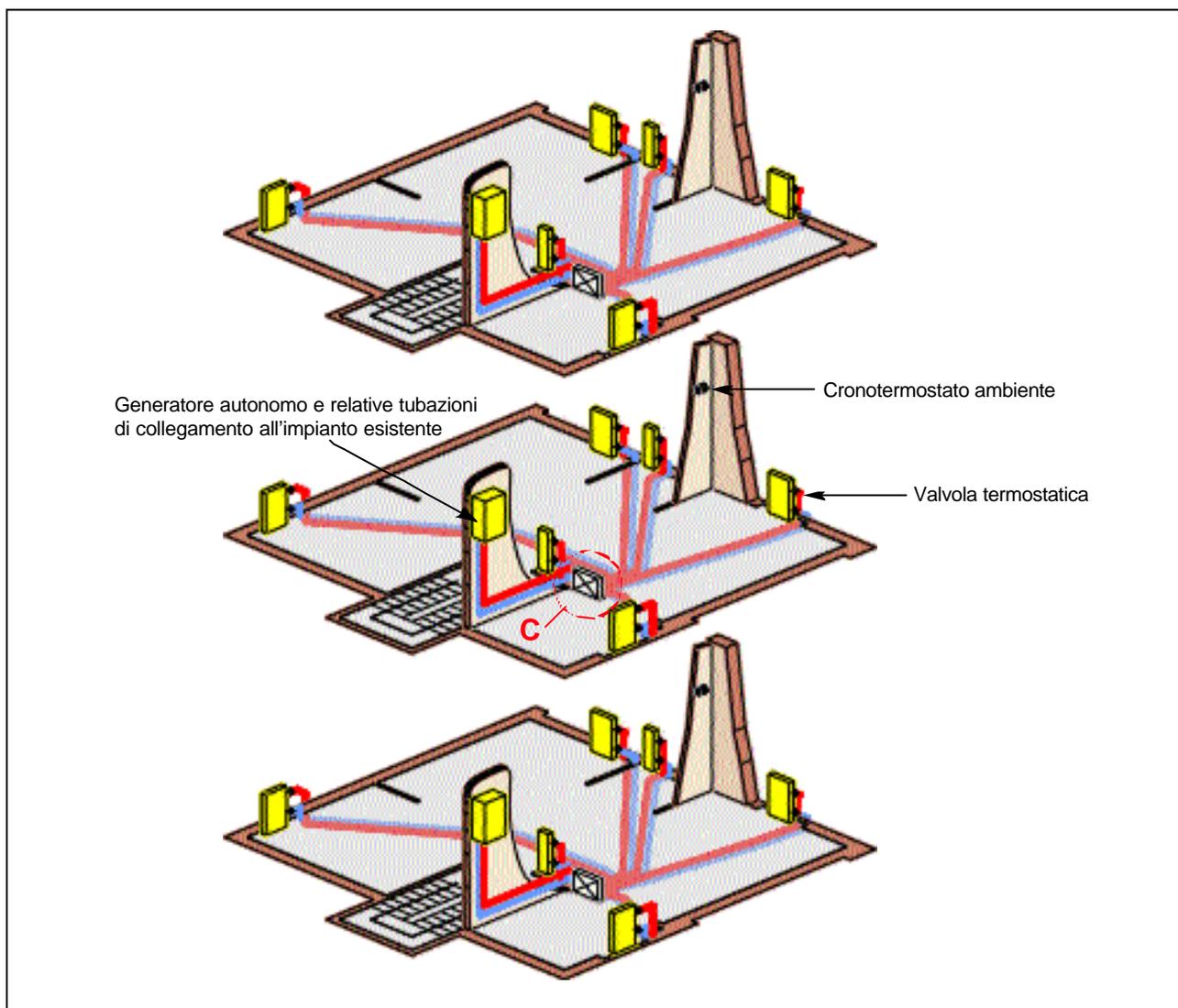
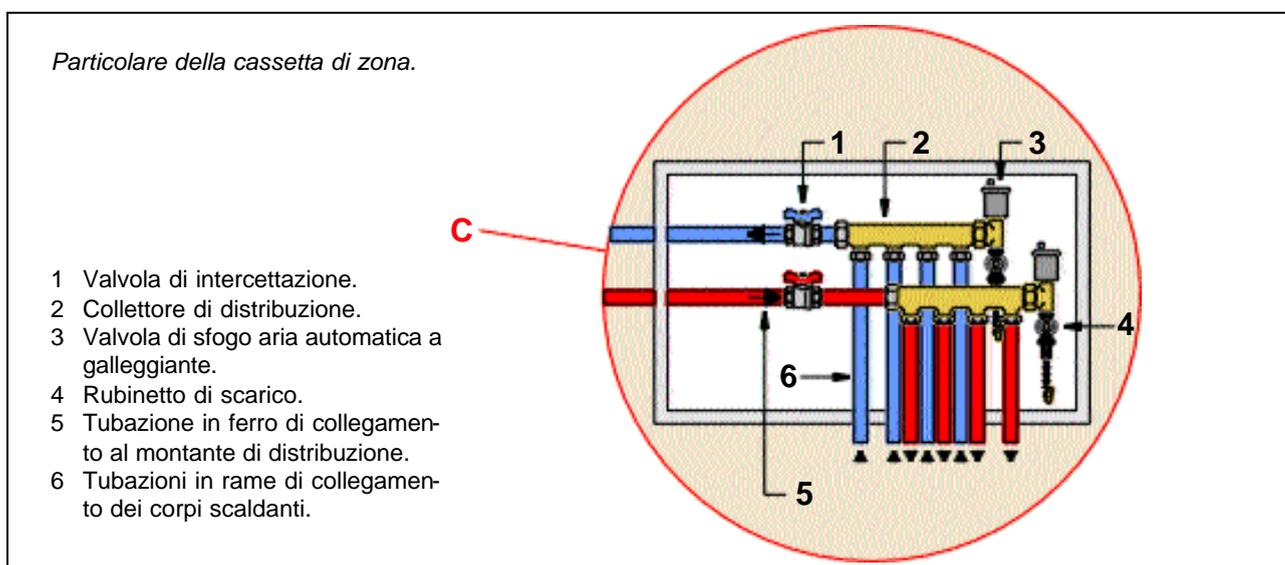
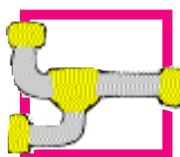


Fig. n. 17.8: Schema tipo di impianto individuale: la regolazione termostatica ed un cronotermostato possono ridurre sensibilmente i consumi dell'impianto esistente.





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).

ESEMPIO

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

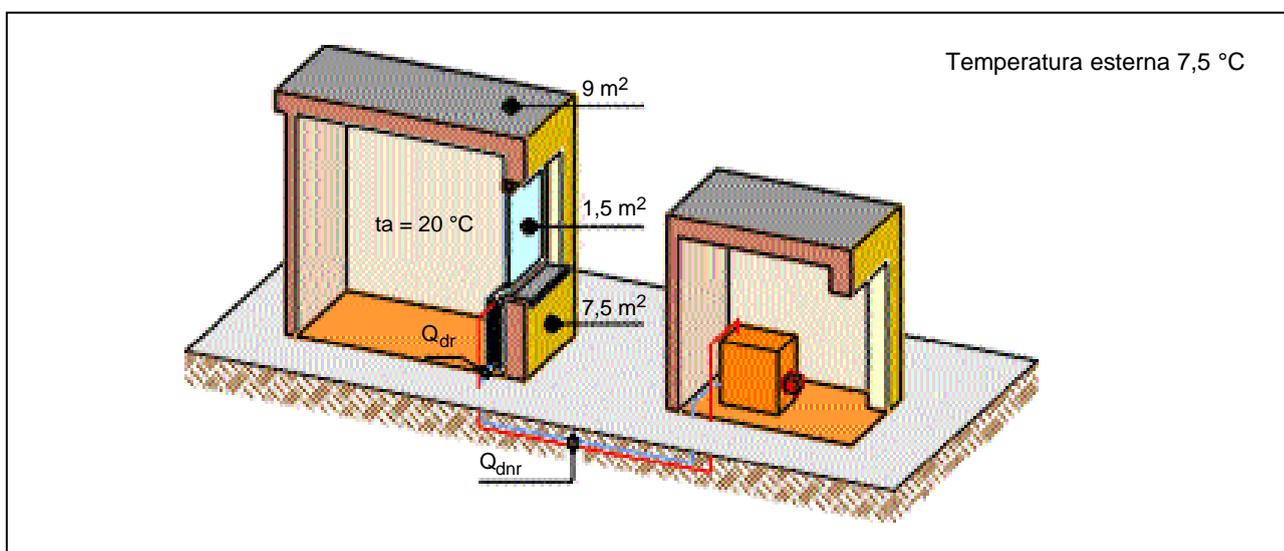


Fig. n. 1.9: Influenza della rete di distribuzione.

CALORE DISPERSO DAL LOCALE

S (m ²)	U (W/m ² K)	Dt (°C)	t (s)	Q _{hr} (kJ)
16,5	0,6	12,5	3.600	446
1,5	2,3	12,5	3.600	155
			Totale	601

CALORE IMMESSO NELLA RETE DI DISTRIBUZIONE

Causa di scambio termico	P media (W)	t (s)	Q _{pr} (kJ)
Q radiatore	158	3.600	569
Q _{dr}	9	3.600	32
Q _{dnr}	15	3.600	54
		Totale	655

Il rendimento di distribuzione risulta, nel caso esemplificato:

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

dove:

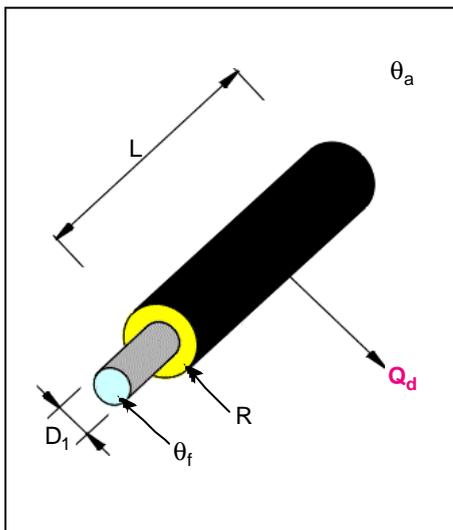
Q_{hr} è l'energia termica richiesta per il riscaldamento della zona, fornita in parte dal corpo scaldante (Q_{rad}) ed in parte dalle tubazioni correnti all'interno dell'involucro riscaldato (Q_{dr} è il calore disperso recuperato);

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

COME SI DETERMINA IL RENDIMENTO DI DISTRIBUZIONE MEDIO STAGIONALE ?

Il calcolo dettagliato del calore Q_{dnr} disperso dalla rete di distribuzione e non recuperato va effettuato secondo la norma UNI 10347, che fornisce le metodologie di calcolo per le diverse situazioni di seguito illustrate.

L'energia scambiata da un fluido che scorre all'interno di una tubazione con l'ambiente che la circonda si determina, in generale, con la seguente formula:



$$Q_d = \frac{\pi D_1 \cdot L}{R} \cdot \Delta\theta_{fa} \cdot t_p$$

dove:

R è la resistenza termica globale, in m^2K/W ;
 D_1 è il diametro esterno della tubazione, in m ;
 L è la lunghezza equivalente della tubazione, cioè la lunghezza effettiva della tubazione, aumentata di una opportuna quantità, che tenga conto della maggiore energia scambiata a causa della presenza di punti singolari quali staffe, appoggi, distanziatori, valvole, ecc., (in caso di tubi affiancati, anche all'interno di un unico involucro isolante, L è la somma della lunghezza dei tubi) in m ;

$\Delta\theta_{fa} = (\theta_f - \theta_a)$ è la differenza tra la temperatura media del fluido termovettore e la temperatura dell'ambiente che circonda la tubazione, in $^{\circ}C$.

La differenza di temperatura $\Delta\theta_{fa}$ fra fluido e ambiente dipende dalla quantità di corpi scaldanti installata (a sua volta funzione della temperatura di progetto) e dal tipo di conduzione e si calcola nel seguente modo:

$$\Delta\theta_{fa} = \left(\frac{\Phi_m}{\Phi_n} \right)^{1/n} \cdot \Delta\theta_n$$

dove:

Φ_m è la potenza media erogata dai terminali di emissione nel periodo considerato, in W , determinata come segue:

$$\Phi_m = \frac{Q_{hr}}{t_p}$$

dove:

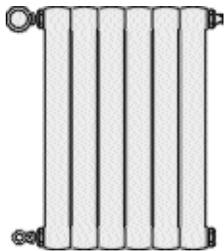
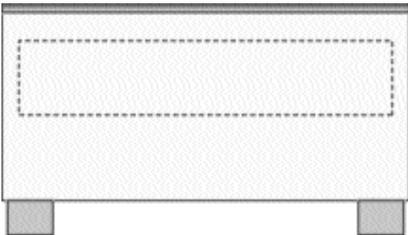
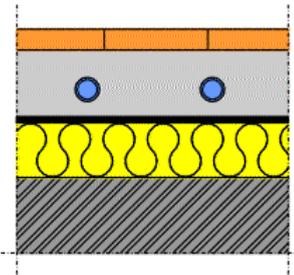
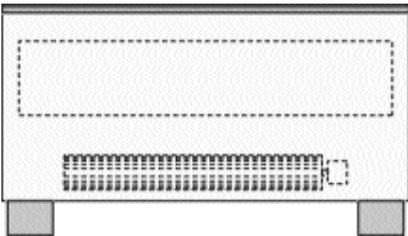
Q_{hr} è il fabbisogno energetico utile reale, in J;

t_p è la durata del periodo di erogazione del calore, in s;

Φ_n è la potenza termica nominale (nelle condizioni previste dalla relativa norma di prova) degli stessi terminali di emissione, in W;

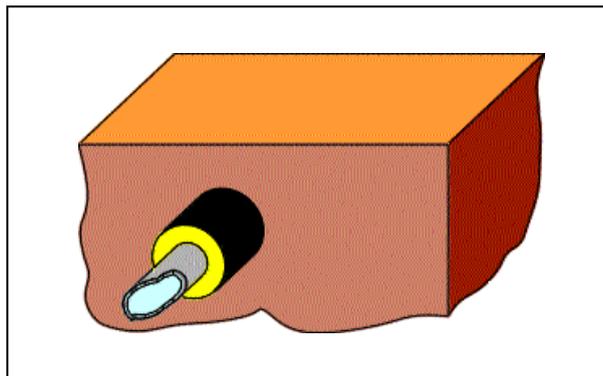
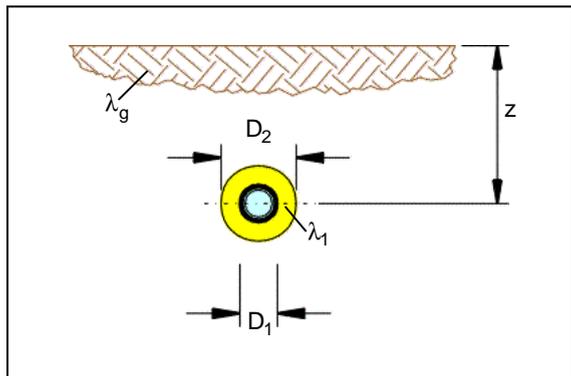
$\Delta\theta_n$ è la differenza di temperatura nominale (prevista dalla norma di prova) fra corpo scaldante e ambiente, in °C;

n è l'esponente che definisce la caratteristica di emissione della tipologia di corpo scaldante, fornito dal costruttore o, in mancanza, dalla tabella che segue:

DESCRIZIONE	FIGURA	VALORE DI n
Corpi scaldanti a convezione naturale		1,3
Termoconvettori		1,4
Pannelli radianti		1,13
Ventilconvettori		1,0

La norma fornisce ulteriori elementi per effettuare il calcolo del calore disperso dalle tubazioni nelle situazioni che seguono.

A. Tubazione singola interrata isolata.



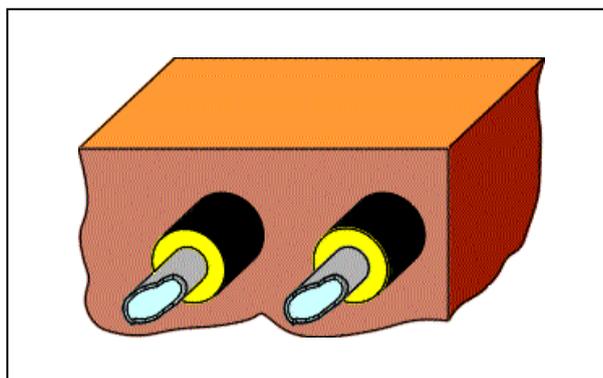
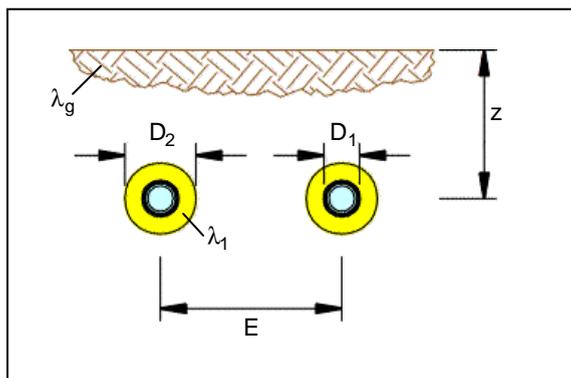
La resistenza termica totale è data da:

$$R = \frac{D_1}{2} \left[\frac{1}{\lambda_1} \ln \left(\frac{D_2}{D_1} \right) + \frac{1}{\lambda_g} \ln \left(\frac{4 \cdot z}{D_2} \right) \right]$$

dove:

- D_1 è il diametro esterno della tubazione senza isolamento, in m;
- D_2 è il diametro esterno comprensivo dell'isolamento, in m;
- z è la profondità di interramento riferita all'asse della tubazione, in m;
- λ_1 è la conduttività termica del materiale isolante, in W/mK;
- λ_g è la conduttività termica del terreno (in assenza di dati specifici si assume $\lambda_g = 2$ W/mK).

B. Coppia di tubi interrati isolati singolarmente.



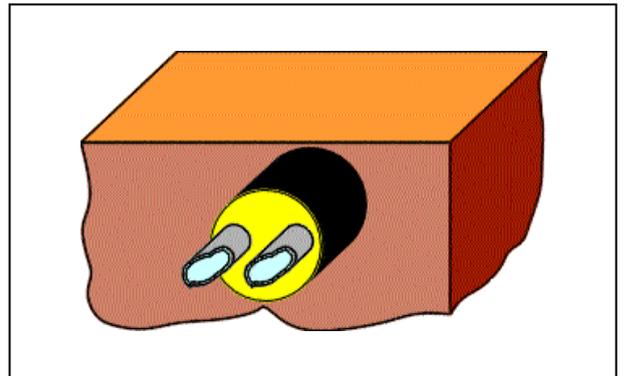
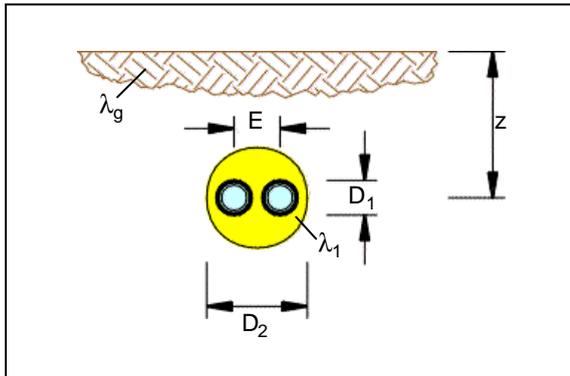
La resistenza termica totale è data da:

$$R = \frac{D_1}{2} \left[\frac{1}{\lambda_1} \ln \left(\frac{D_2}{D_1} \right) + \frac{1}{\lambda_g} \ln \left(\frac{4 \cdot z}{D_2} \right) + \frac{1}{\lambda_g} \ln \left(\sqrt{1 + \left(\frac{2 \cdot z}{E} \right)^2} \right) \right]$$

dove:

- E è l'interasse tra i due tubi interrati, in m.

C. Coppia di tubi conglobati nell'isolante all'interno di un condotto cilindrico interrato.



La resistenza termica totale è data da:

$$R = \frac{D_1}{2} \left[\frac{1}{\lambda_1} \ln \left(\frac{D_2^2}{2 \cdot E \cdot D_1} \right) + \frac{1}{\lambda_g} \ln \left(\frac{4 \cdot z}{D_2} \right) + \frac{\sigma}{\lambda_1} \ln \left(\frac{D_2^4}{D_2^4 - E^4} \right) \right]$$

dove:

E è l'interasse tra i due tubi conglobati nell'isolante all'interno del condotto, in m;

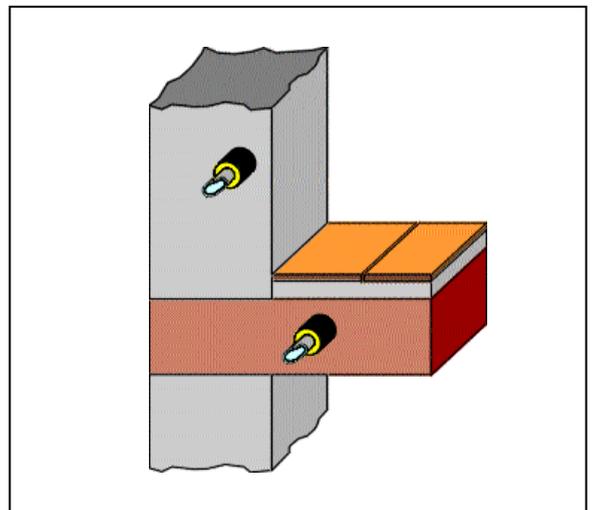
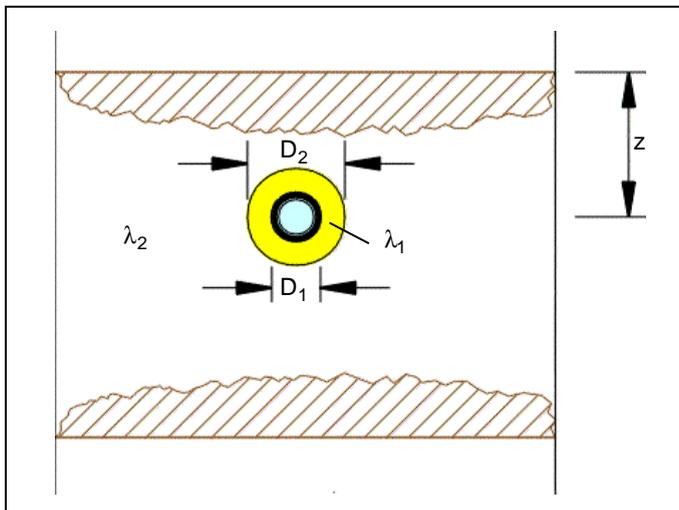
D₁ è il diametro esterno della tubazione, in m;

D₂ è il diametro del condotto cilindrico contenente l'isolamento ed i tubi in esso conglobati, in m;

σ è il rapporto tra le conduttività termiche = $\frac{\lambda_1 - \lambda_g}{\lambda_1 + \lambda_g}$

NOTA: Per i precedenti tre casi di tubazioni interrate, la temperatura ambiente q_a da considerare è la temperatura media dell'aria sovrastante il terreno, in °C.

D. Tubazioni isolate incassate in pareti o solette.



La resistenza termica totale è data da:

$$R = \frac{D_1}{2} \left[\frac{1}{\lambda_1} \ln \left(\frac{D_2}{D_1} \right) + \frac{1}{\lambda_2} \ln \left(\frac{4 \cdot z}{D_2} \right) \right]$$

dove:

D_1 è il diametro esterno della tubazione senza isolamento, in m;

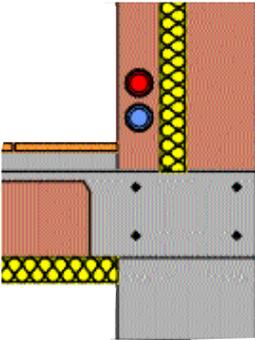
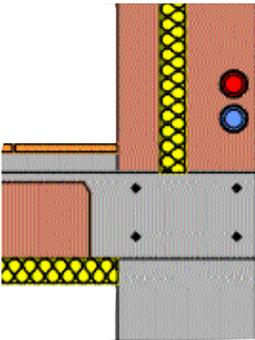
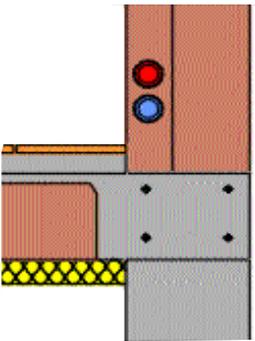
D_2 è il diametro esterno comprensivo dell'isolamento, in m;

z è la profondità di incasso, in m (in assenza di dati specifici si assume $z = 0,1$ m);

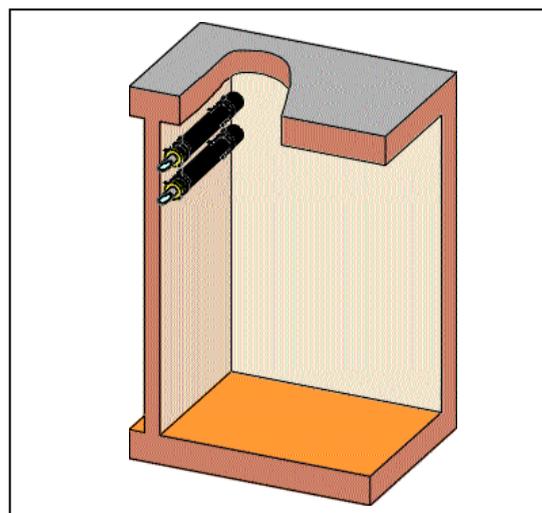
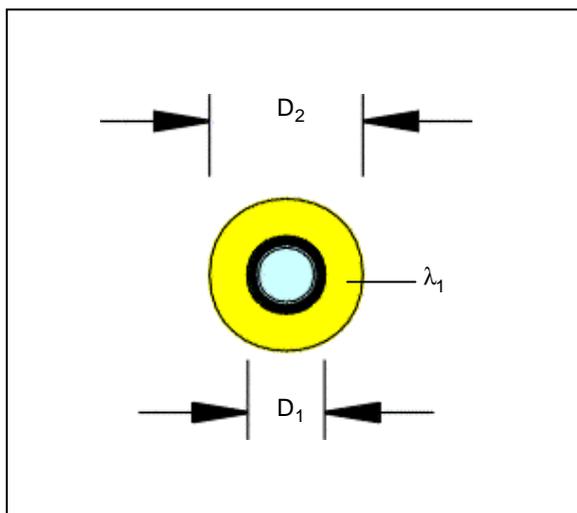
λ_1 è la conduttività termica del materiale isolante, in W/mK;

λ_2 è la conduttività termica del materiale della parete o soletta, in W/mK (in assenza di dati specifici si assume $\lambda_2 = 0,7$ W/mK).

NOTA: Per la determinazione della temperatura ambiente q_a da considerare nel calcolo valgono le seguenti precisazioni:

DESCRIZIONE	FIGURA	VALORE DI q_a
Tubazione incassata nel lato interno di una parete isolata.		θ_a è la temperatura dell'aria dell'ambiente interno.
Tubazione incassata nel lato esterno di una parete isolata.		θ_a è la temperatura dell'aria dell'ambiente esterno.
Tubazione incassata in una parete non isolata.		θ_a è la media aritmetica tra la temperatura dell'ambiente interno e quella dell'ambiente esterno.

E. Tubazioni isolate correnti in aria.



La resistenza termica totale è data da:

$$R = D_1 \left[\frac{1}{2\lambda_1} \ln \left(\frac{D_2}{D_1} \right) + \frac{1}{h_e \cdot D_2} \right]$$

dove:

D_1 è il diametro esterno della tubazione senza isolamento, in m;

D_2 è il diametro esterno comprensivo dell'isolamento, in m;

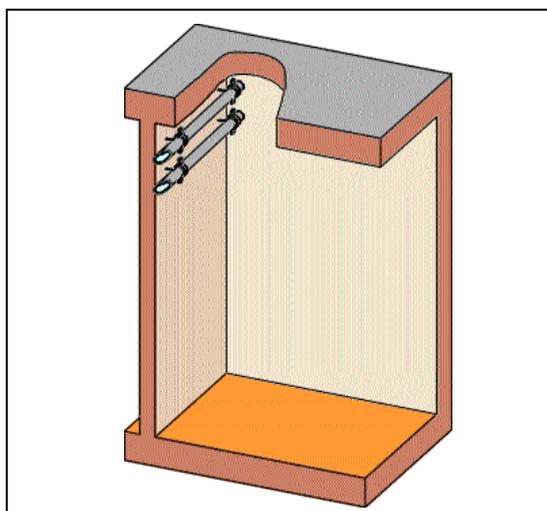
λ_1 è la conduttività termica del materiale isolante, in W/mK;

h_e è il coefficiente superficiale di scambio termico esterno, che assume i seguenti valori:

$h_e = 4 \text{ W/m}^2\text{K}$ per tubazioni entro ambienti interni;

$h_e = 10 \text{ W/m}^2\text{K}$ per tubazioni correnti all'esterno.

F. Tubazioni prive di isolamento correnti in aria (all'interno di ambienti).



Nel caso di tubazioni non isolate correnti in aria all'interno di ambienti, l'energia scambiata dal fluido con l'ambiente circostante è data da:

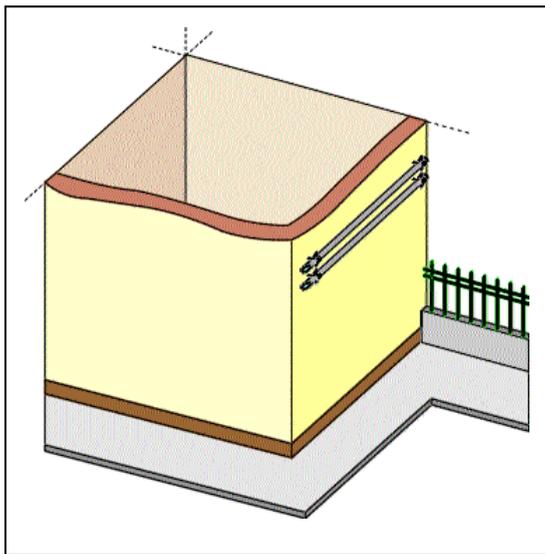
$$Q_d = 3,24 \cdot \pi \cdot D_1 \cdot L \cdot (\Delta\theta_{fa})^{1,3} \cdot t_p$$

dove:

D_1 è il diametro esterno della tubazione, in m;

L è la lunghezza della tubazione, in m.

G. Tubazioni prive di isolamento correnti in aria (all'esterno).



Nel caso di tubazioni non isolate correnti in aria all'esterno l'energia scambiata dal fluido con l'ambiente circostante è data da:

$$Q_d = 16,5 \cdot \pi D_1 \cdot L \cdot \Delta\theta_{fa} \cdot t_p$$

dove:

D_1 è il diametro esterno della tubazione, in m;

L è la lunghezza della tubazione, in m.

CALCOLO DEL CALORE DISPERSO NON RECUPERATO

Ai fini del calcolo del calore disperso non recuperato è determinante la posizione della tubazione di distribuzione rispetto allo strato isolante. La norma UNI 10347 fornisce i seguenti valori del rapporto fra calore disperso non recuperato e calore totale disperso (Q_{dnr} / Q_d) (vedi fig. da 1 a 8).

Tubazioni che corrono entro pareti che separano ambienti riscaldati

$$\frac{Q_{dnr}}{Q_d} \cdot 100 = 0$$

1

Tubazioni che corrono entro pareti isolate

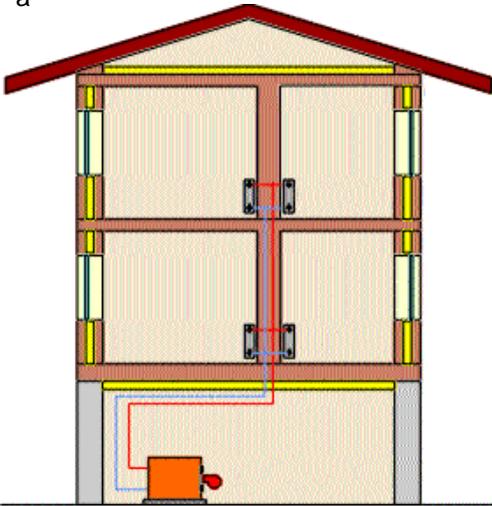
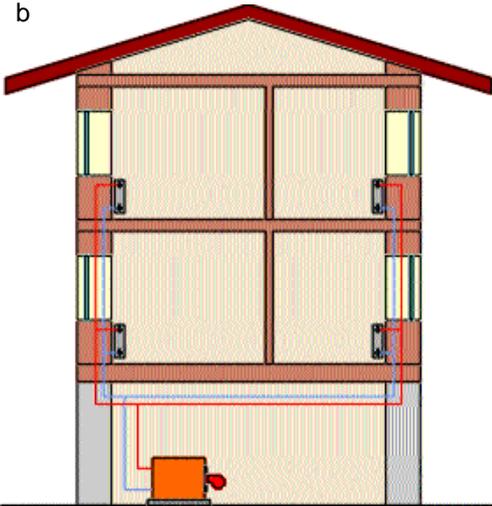
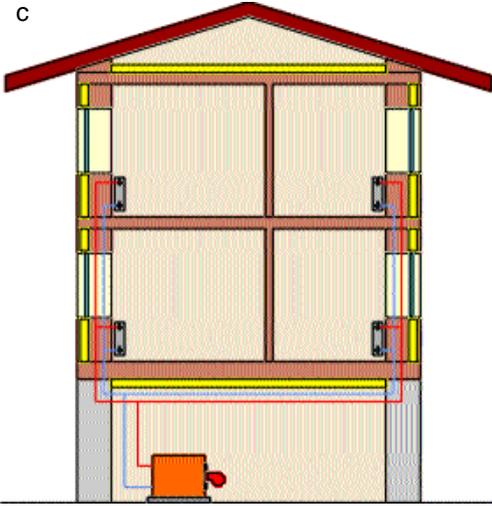
$\frac{Q_{dnr}}{Q_d} \cdot 100 = 5$ <p style="text-align: right;">2</p>	$\frac{Q_{dnr}}{Q_d} \cdot 100 = 95$ <p style="text-align: right;">3</p>
Tubazione posta tra l'ambiente interno e l'isolamento della parete.	Tubazione posta tra l'isolamento della parete e l'ambiente esterno.

Tubazioni interrato		
$\frac{Q_{dnr}}{Q_d} \cdot 100 = 5$ <p style="text-align: right;">4</p>	$\frac{Q_{dnr}}{Q_d} \cdot 100 = 95$ <p style="text-align: right;">5</p>	$\frac{Q_{dnr}}{Q_d} \cdot 100 = 60$ <p style="text-align: right;">6</p>
Tubazione posta tra l'ambiente interno e l'isolamento del terreno.	Tubazione posta al disotto dello strato di isolamento del terreno.	Nessun isolamento.
Tubazioni correnti in aria		
$\frac{Q_{dnr}}{Q_d} \cdot 100 = 0$ <p style="text-align: right;">7</p>	$\frac{Q_{dnr}}{Q_d} \cdot 100 = 100$ <p style="text-align: right;">8</p>	
All'interno di ambienti riscaldati.	All'esterno o all'interno di ambienti non riscaldati.	

Il calcolo dettagliato che tenga conto di tutte le situazioni sopra illustrate si giustifica probabilmente solo nella progettazione dei nuovi edifici, che consente di avvalersi di appositi programmi in grado di effettuarlo senza aggravare eccessivamente la fase di immissione dei dati.

Nel calcolo convenzionale finalizzato alla diagnosi energetica (ove lo scopo principale della diagnosi non sia proprio la rete di distribuzione), oppure in assenza di dati sulle caratteristiche costruttive della rete stessa, si possono utilizzare i valori del rendimento di distribuzione forniti dalla norma UNI 10348, validi per le categorie di edifici specificate e nell'ipotesi che il generatore di calore sia installato all'interno dell'edificio (vedi tabella alla pagina seguente).

I valori del rendimento di distribuzione riportati nella tabella che segue, sono assai incerti e poco riferibili alle tipologie edilizie esistenti. Ove pertanto lo scopo principale del calcolo siano proprio le dispersioni della rete di distribuzione, conviene utilizzare la norma UNI 10347.

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
<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
<p>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.</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

NOTA: Nel caso di generatori ubicati all'esterno dell'edificio, il calcolo del rendimento di distribuzione deve sempre essere eseguito utilizzando la procedura di cui alla norma UNI 10347, almeno per la parte di rete localizzata all'esterno dell'edificio.

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 salti termici elevati e portate modeste in modo da ridurre le dimensioni (i diametri) della rete di distribuzione;
- 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).



10. LA DIAGNOSI E LA CERTIFICAZIONE ENERGETICA

DIAGNOSI E CERTIFICAZIONE ENERGETICA: CHE COSA SONO ?

La certificazione energetica è l'atto che documenta il consumo energetico convenzionale di riferimento di un edificio o di una unità immobiliare.

Ma, prima di divenire tale, la certificazione energetica è soprattutto diagnosi energetica.

La diagnosi energetica è l'elaborato tecnico che documenta lo "stato di salute" del sistema edificio-impianto.

La diagnosi individua e classifica le dispersioni energetiche dell'involucro edilizio: la percentuale dispersa dal soffitto, dal pavimento, dalle pareti, dalle finestre, dai vani sotto finestra o da altre strutture dell'edificio.

Individua quindi i quattro rendimenti medi stagionali: di emissione, di regolazione, di distribuzione e di produzione del calore.

I valori anomali segnalano le parti "sofferenti" dell'edificio o dell'impianto, che risultano bisognosi di "cure".

Una volta individuate le parti "malate" si ipotizzano i possibili interventi.

Prima però di eseguirli, si effettuano al calcolatore opportune simulazioni che consentono di valutare a priori i rapporti "costi-benefici" di ciascuno di essi e di stilare una graduatoria.

Si potrà così scoprire, come spesso accade, che l'isolamento di un sottotetto o la sostituzione del generatore di calore si ripaghino in una sola stagione di riscaldamento.

Con opportune dilazioni di pagamento si possono pertanto, a volte, realizzare interventi a costi praticamente nulli, riducendo il consumo alla metà o anche a meno per tutti i successivi esercizi.

Nei casi meno eclatanti, i tempi di ritorno dell'investimento possono essere dell'ordine dai tre ai dieci anni.

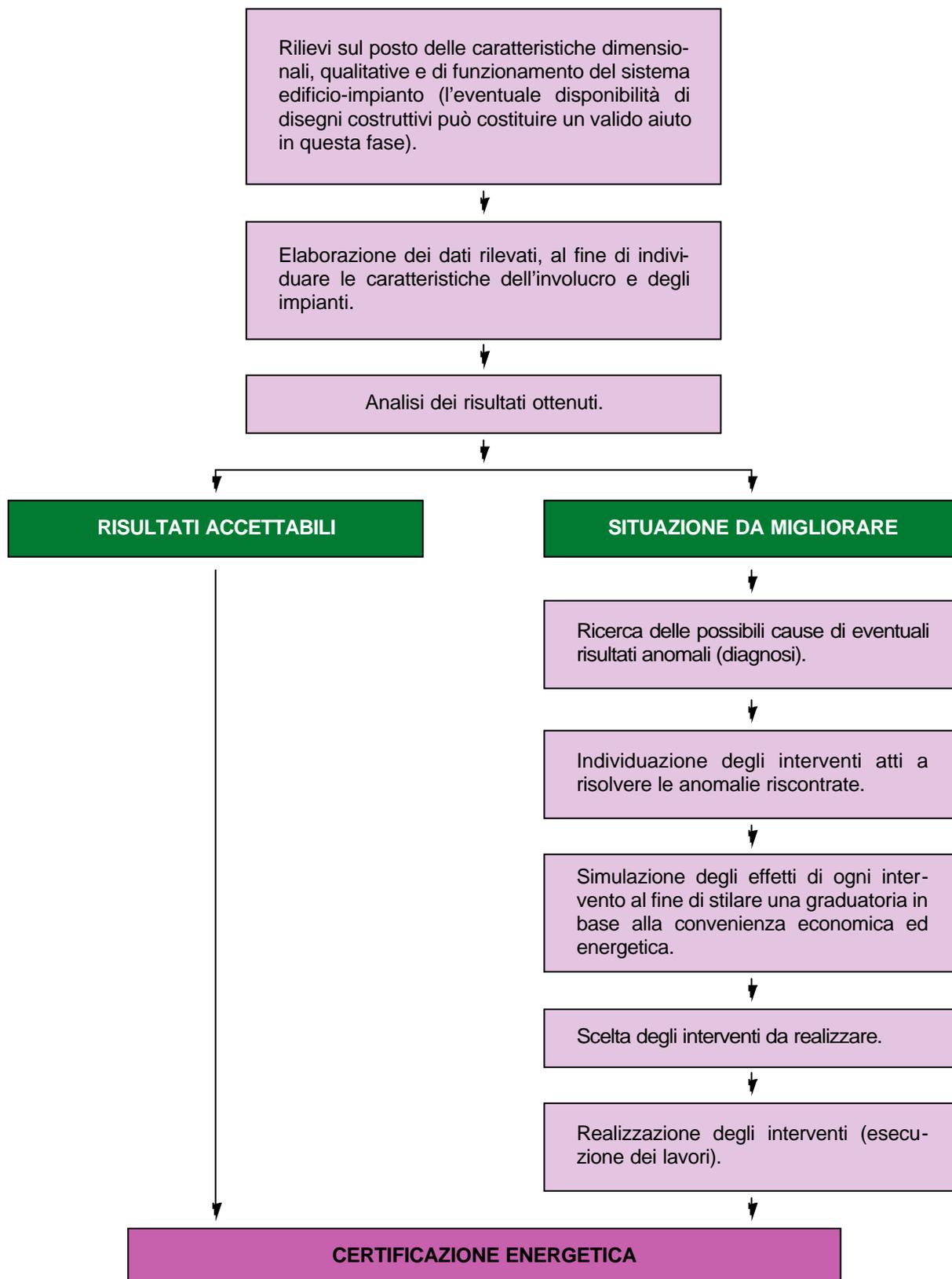
Si tratta comunque sempre di investimenti ad alta redditività.

L'esperienza dimostra che i proprietari di immobili, di fronte ai risultati della diagnosi energetica e delle relative simulazioni di opere, il cui risultato è garantito dal professionista, non esitano ad intraprendere gli interventi più convenienti; dopo di che, la diagnosi viene aggiornata alla nuova situazione, caratterizzata dalle migliorate caratteristiche energetiche dell'edificio.

Questa nuova diagnosi, certificata dal professionista che l'ha eseguita, e redatta in forma opportuna, costituisce appunto la **certificazione energetica**. Il proprietario potrà così documentare le qualità energetiche del proprio immobile, conferendo ad esso un meritato maggior valore.

La diagnosi energetica risulta d'altra parte necessaria per dare attuazione all'art. 31 - comma 2 - della legge 10/91, che richiede di individuare le operazioni di manutenzione, non solo ordinaria, ma anche straordinaria, finalizzate al risparmio energetico.

DIAGNOSI E CERTIFICAZIONE ENERGETICA: PROCEDURA SCHEMATICA



DIAGNOSI E CERTIFICAZIONE ENERGETICA: LE ASPETTATIVE

Procedura di informazione: la disponibilità di un documento atto a rappresentare in modo oggettivo la qualità energetica degli edifici e dei relativi impianti facilita ogni tipo di azione relativa al sistema stesso.

Trasparenza del mercato immobiliare: la certificazione energetica costituisce un valido aiuto per il consumatore, ai fini della scelta della sua abitazione, con particolare riguardo alle caratteristiche energetiche e di benessere; consentirà inoltre al venditore di evidenziare le qualità termiche che valorizzano la costruzione.

Promozione degli investimenti di risparmio energetico: esistono attualmente alcune situazioni nelle quali gli investimenti, nonostante che siano economicamente convenienti, non vengono realizzati:

- caso del proprietario che abita il proprio appartamento, ma non sa se potrà abitarlo per un tempo sufficiente per recuperare per sé stesso le spese che deve affrontare per realizzare il risparmio energetico;
- caso del proprietario che cede in affitto il proprio appartamento e che non ha quindi modo di recuperare con i risparmi i suoi investimenti.

L'aumento di valore conferito all'immobile dalla certificazione energetica costituirà per il proprietario un buon motivo per realizzare gli investimenti necessari. L'incremento di valore si renderà concreto al momento della vendita o della locazione dell'appartamento.

Scelta economica degli investimenti: la diagnosi energetica e la simulazione di tutti i possibili interventi di risparmio energetico consentono di stilare una graduatoria degli stessi, ordinata per grado di redditività e di scegliere quindi quelli più convenienti.

Riduzione del consumo energetico: la possibilità di tenere conto dell'efficienza energetica del sistema edificio-impianto all'atto dell'acquisto o della locazione delle unità immobiliari ed il conseguente prevedibile sviluppo, sia in termini quantitativi che qualitativi, degli investimenti di risparmio energetico, condurrà senza dubbio alla progressiva riduzione dei consumi energetici.

Riduzione dell'inquinamento atmosferico: l'inquinamento legato all'uso dei combustibili diminuirà quantitativamente in misura proporzionale al minore uso degli stessi; inoltre, l'influenza della diagnosi e della certificazione energetica sulla sostituzione volontaria delle apparecchiature di combustione obsolete con altre di tipo nuovo, rispondenti a norme più evolute e severe contro l'inquinamento, non potrà che migliorare ulteriormente la situazione.

Aumento dell'occupazione nel settore del risparmio energetico: l'incremento delle opere per il risparmio energetico produrrà anche favorevoli ripercussioni sull'impiego di manodopera nel settore della ristrutturazione edilizia ed in quello della sostituzione dei componenti impiantistici. Ci auguriamo che i contributi che il governo ha allo studio per la ristrutturazione degli immobili, allo scopo di sostenere l'occupazione, siano subordinati anche alla esecuzione di una diagnosi energetica.

Sviluppo di nuove tecnologie più economiche, più efficienti e più pulite: la diagnosi e le simulazioni di interventi di risparmio energetico sono destinate a modificare una caratteristica perversa del mercato per cui è determinante il prezzo nella scelta dei componenti, per sostituirla con una logica più moderna, attenta al rapporto prezzo-prestazioni; saranno favorite le aziende in grado di sviluppare nuove tecnologie più sicure, più economiche, più efficienti e più pulite.

ESEMPI DI DIAGNOSI E SIMULAZIONE DI INTERVENTI

Gli esempi si riferiscono a quattro tipologie costruttive rappresentative del parco edilizio nazionale:

- edificio condominiale;
- edificio unifamiliare (villa);
- appartamento con generatore autonomo;
- edificio industriale.

Per ognuno degli edifici vengono individuate le caratteristiche dell'involucro edilizio e dell'impianto esistenti.

Le opportunità di intervento sull'involucro vengono segnalate a volte solo qualitativamente, in quanto non costituiscono oggetto del presente studio.

Solo per l'edificio condominiale, che rappresenta una tipologia molto diffusa, vengono presentate una serie di schede di simulazione di altrettanti interventi di risparmio energetico da realizzarsi sugli impianti.

Per tutte le tipologie viene infine proposta la scheda di simulazione di un intervento integrato, che rappresenta di fatto l'insieme delle soluzioni potenzialmente utilizzabili nella progettazione di un nuovo impianto.

Per una migliore valutazione delle schede di simulazione che seguono, valgono le seguenti considerazioni.

- **Tipologie di intervento considerate:** sono state scelte alcune tipologie di intervento fra le molte possibili, coinvolgendo prodotti in grado di incidere sui quattro rendimenti dell'impianto. Non sono state certamente considerate tutte le tipologie presenti sul mercato. Le schede che seguono vogliono d'altra parte costituire solo un esempio di come valga la pena di procedere, attraverso diverse simulazioni, che consentono di verificare a priori, con notevole precisione, gli effetti dell'intervento di risparmio energetico che si intende realizzare. La metodologia è applicabile a qualsiasi soluzione e tipologia di prodotto.
- **Costi di realizzazione degli interventi:** si tratta di valutazioni di massima in quanto i costi reali dipendono da situazioni locali e di mercato di cui è impossibile tenere conto in questa sede; poiché sono stati tuttavia utilizzati criteri uniformi per la loro determinazione, i costi calcolati consentono di fornire, oltre ad un ordine di grandezza orientativo, anche un confronto degli effetti di diverse soluzioni.
- **Valutazione della convenienza dell'intervento:** le valutazioni del risparmio energetico e della convenienza economica dell'intervento sono state presentate nella forma più semplice ed immediata: risparmio percentuale e numero di anni necessari per il recupero dell'investimento, ai costi attualizzati dell'intervento e del combustibile. Tutto il costo dell'intervento è stato attribuito per semplicità alla finalità del risparmio. In realtà, nella maggior parte dei casi, si sostituisce il generatore a causa principalmente della sua vetustà e della sua affidabilità compromessa. In tal caso, la maggior parte della spesa deve essere attribuita a questa necessità. La spesa effettivamente attribuibile al risparmio energetico è quindi la differenza di costo fra un generatore di qualità energetica scadente ed un generatore di migliori prestazioni. Se si tiene conto di questo aspetto, l'investimento ed i conseguenti tempi di ritorno risultano assai minori.
- **Piano pluriennale:** gli interventi integrati sono quelli che comportano il maggior risparmio, ma che richiedono anche il maggiore investimento, anche se economicamente conveniente. Va segnalato che questi interventi possono essere programmati secondo un opportuno piano pluriennale. Se ben congegnato, questo piano consente di ottenere notevoli risultati con investimenti modesti, utilizzando il risparmio realizzato con un primo intervento per finanziare, l'anno successivo, un secondo intervento, e così via.
- **Fondo evidenziato:** nelle schede che seguono, il fondo evidenziato distingue le situazioni che hanno subito variazioni per effetto dell'intervento ipotizzato nella scheda stessa.

EDIFICIO CONDOMINIALE

L'esempio che segue, si riferisce ad uno stabile di medie dimensioni (26 appartamenti), costruito nei primi anni 70 in provincia di Milano.

Gli impianti sono caratterizzati da un unico generatore adibito alla produzione combinata di calore, per il riscaldamento e per la produzione dell'acqua calda sanitaria, mediante scambiatore istantaneo a piastre.

Stato attuale dell'involucro edilizio.

L'involucro edilizio è caratterizzato da una dispersione di energia utile per riscaldamento, nelle condizioni di esercizio, di 561.500 MJ/a, pari a 66,7 MJ/m³·a.

Si tratta di valori medi, tipici del tipo di costruzione di cui trattasi.

Vale tuttavia la pena di analizzare le dispersioni, componente per componente, al fine di verificare le eventuali possibilità di intervento.

RIPARTIZIONE DELLE DISPERSIONI

Dispersioni dei componenti finestrati					
Descrizione	U W/m ² K	Sup. tot. m ²	Temp. est. °C	Pd W	Fraz. di Pdt %
Finestra 70 x 135	4,70	35,91	-5	4.884	3,6
Finestra 145 x 135	4,95	51,05	-5	7.004	5,2
Finestra 230 x 150	5,41	14,18	-5	2.035	1,5
Finestra 320 x 150	5,31	23,10	-5	3.425	2,5
Finestra 120 x 30	4,33	23,43	-5	2.536	1,9
Finestra 120 x 240	5,16	97,92	-5	13.003	9,6
Finestra 150 x 240	5,26	36,00	-5	5.681	4,2
Vetrina 370 x 240	5,63	32,32	-5	4.549	3,4
Totale dei componenti finestrati		313,91		43.117	31,8

Dispersioni delle strutture opache					
Descrizione	U W/m ² K	Sup. tot. m ²	Temp. est. °C	Pd W	Fraz. di Pdt %
Muratura esterna	1,25	1.257,44	-5	43.761	32,3
Muratura mansarda	1,13	211,82	-5	6.607	4,9
Muratura sottofinestra 0,7	2,48	21,00	-5	1.497	1,1
Muratura sottofinestra 1,45	2,48	18,85	-5	1.317	1,0
Muro scale	2,65	600,74	10	15.920	11,7
Porta scale	1,84	45,36	10	835	0,6
Cassonetto	4,01	34,50	-5	3.823	2,8
Pavimento su cantina	1,36	360,36	5	7.351	5,4
Pavimento su ingresso	1,36	19,92	10	271	0,2
Soffitto sottotetto	1,80	35,35	-5	1.591	1,2
Soffitto a falda	0,98	306,57	-5	7.511	5,5
Soffitto a terrazzo	1,70	48,08	-5	2.043	1,5
Totale delle strutture opache		2.959,99		92.527	68,2
Totale generale		3.273,90		135.644	100,0

La tabella riassuntiva delle dispersioni dell'edificio evidenzia due strutture: i componenti finestrati e la muratura esterna, responsabili insieme di oltre il 60% delle dispersioni termiche.

La sostituzione dei serramenti con altri con doppio vetro ed un isolamento termico a cappotto sono pertanto in grado di ridurre considerevolmente il fabbisogno, salvo un'analisi più dettagliata, che non costituisce però oggetto del presente studio.

Stato attuale dell'impianto.

L'impianto esistente, di tipo centralizzato, è così costituito:

- emissione del calore: corpi scaldanti statici dimensionati secondo UNI 7357;
- regolazione: climatica centrale con sonda esterna, agente sulla valvola miscelatrice;
- distribuzione: impianto a due tubi con distribuzione dal basso (a sorgente) con montanti nei muri esterni (la distribuzione orizzontale nel cantinato è costituita da tubazioni in ferro non isolate);
- produzione: la produzione del calore è affidata ad un unico generatore da 570 kW che provvede al riscaldamento ed alla produzione dell'acqua calda sanitaria mediante scambiatore istantaneo a piastre.

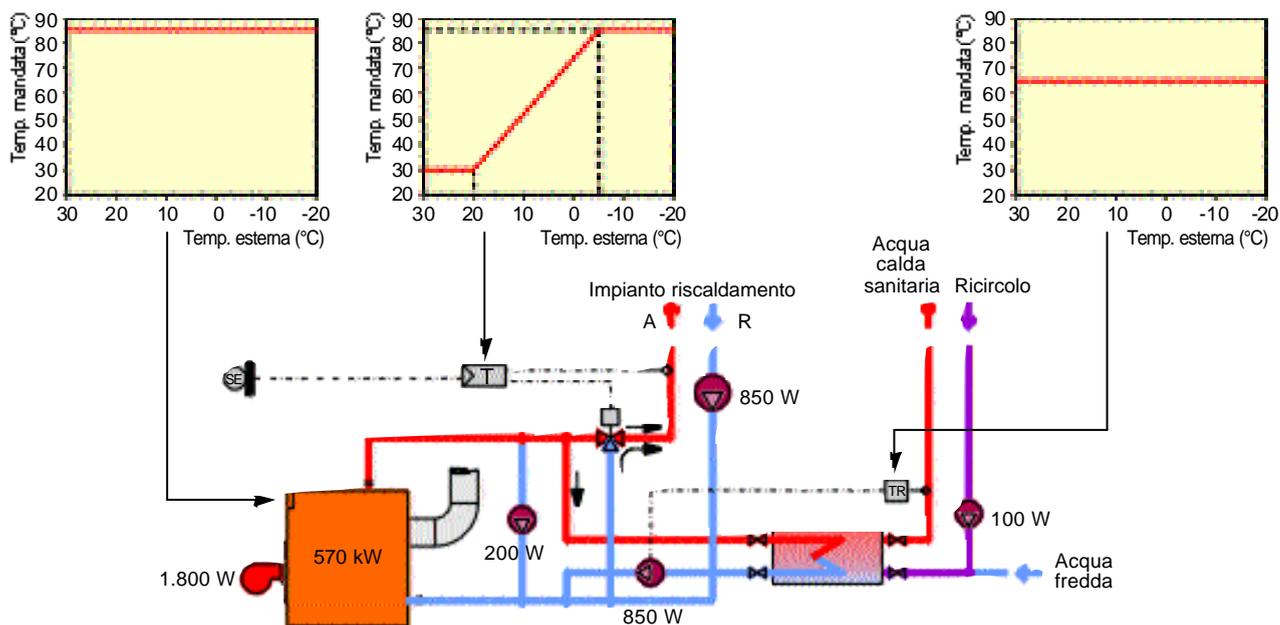
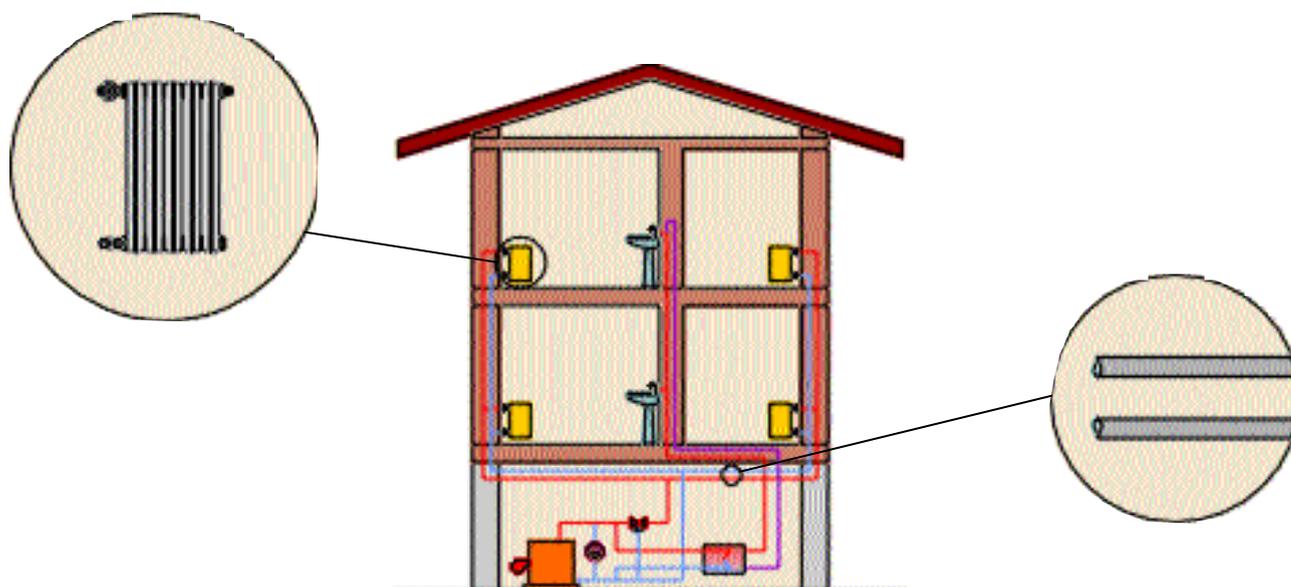
Lo stato attuale dell'impianto è descritto dalla scheda n. 1, che costituisce la base di riferimento per le successive simulazioni di interventi di risparmio energetico.

Prezzi di riferimento per la valutazione dei costi di riscaldamento.

Per la valutazione dei costi di riscaldamento si fa riferimento ad un prezzo del gas di 1.000 £/m³ e dell'energia elettrica di 250 £/kWh.

SCHEDA N. 1

CONDOMINIO: SITUAZIONE ATTUALE DI RIFERIMENTO



RISCALDAMENTO

Rendimento di regolazione $h_c = 0,81$	Descrizione: conduzione con spegnimento notturno per 10 ore; regolazione climatica centrale con sonda esterna agente su valvola miscelatrice; radiatori equipaggiati con valvole di regolazione manuali. Osservazioni: valore molto basso, dovuto alla notevole quantità di sole incidente sull'edificio. Va senz'altro migliorato.
Rendimento di emissione $h_e = 0,907$	Descrizione: corpi scaldanti statici (potenza nominale installata pari a 171,4 kW) alimentati alla temperatura media di 80 °C (85° - 75°) posti sulle pareti esterne non isolate e prive di pannelli riflettenti. Osservazioni: valore normale, tuttavia migliorabile, con riflessi economici e sul benessere.
Rendimento di distribuzione $h_d = 0,88$	Descrizione: tubazioni di distribuzione non isolate, correnti nel cantinato e nella centrale termica. Osservazioni: valore piuttosto basso, per il mancato isolamento termico delle tubazioni. Conviene migliorarlo.
Rendimento di produzione $h_p = 0,735$	Descrizione: generatore di calore sovradimensionato, da 570 kW, poco isolato (perdite dal mantello: 3,0%) con bruciatore privo di serranda sull'aria comburente (perdite al camino a bruciatore spento: 1%), in grado di offrire un rendimento di combustione di circa 84%. Osservazioni: valore decisamente basso, da migliorare.
Rendimento globale $h_g = 0,475$	Descrizione: rendimento globale medio stagionale, valutato secondo norma UNI 10348. Osservazioni: valore decisamente basso, da migliorare.

Consumo stagionale di energia primaria	1.180.174	MJ/anno
Consumo stagionale di combustibile	32.660	m ³ /anno
Consumo stagionale di energia elettrica	6.973	kWh/anno
Spesa annua per combustibile ed energia elettrica	34.403.250	£/anno

ACQUA CALDA SANITARIA

Rendimento di regolazione $h_c = 0,90$	Descrizione: termostato on-off, agente sulla pompa di alimentazione del circuito primario, tarato a 65 °C. Osservazioni: valore del rendimento valutato, in assenza di indicazioni normative.
Rendimento di distribuzione $h_d = 0,70$	Descrizione: tubazioni di adduzione e di ricircolo correnti nel cantinato, prive di isolamento termico. Osservazioni: valore del rendimento valutato, in assenza di indicazioni normative.
Rendimento di produzione $h_p = 0,685$	Descrizione: Unico generatore. Osservazioni: valore inferiore a quello per riscaldamento, a causa del funzionamento estivo a carico molto basso.
Rendimento globale $h_g = 0,432$	Descrizione: valore valutato, in assenza di indicazioni normative. Osservazioni: Il valore del rendimento è decisamente basso a causa soprattutto del sovradimensionamento, in particolare nella stagione estiva.

Consumo stagionale di energia primaria	741.203	MJ/anno
Consumo stagionale di combustibile	20.512	m ³ /anno
Consumo stagionale di energia elettrica	4.379	kWh/anno
Spesa annua per combustibile ed energia elettrica	21.606.750	£/anno

GLOBALE

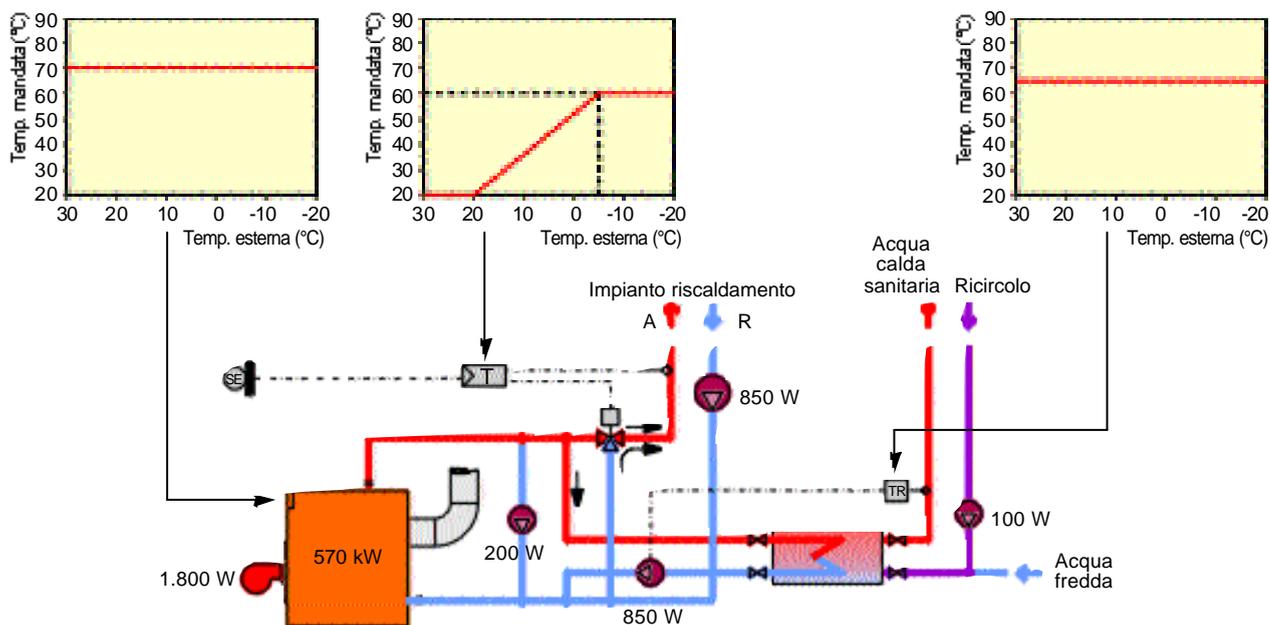
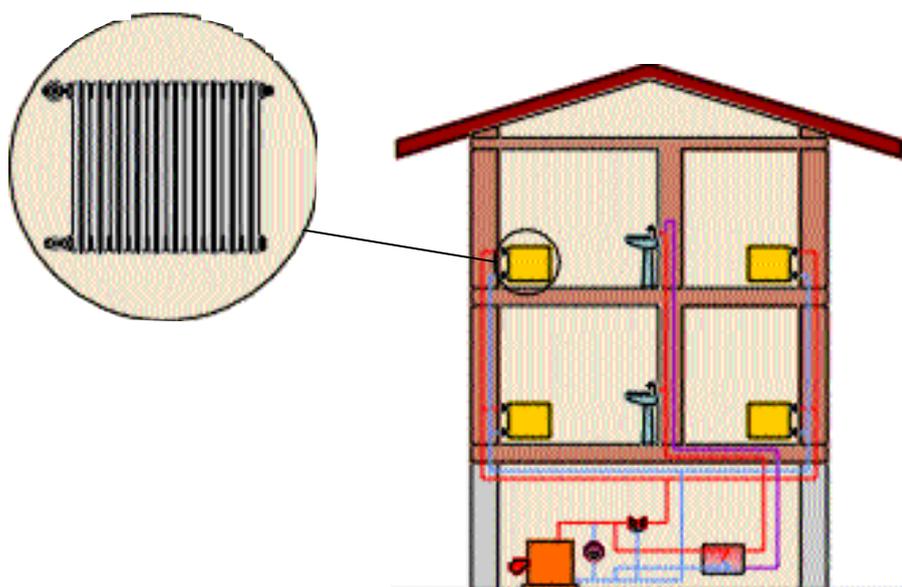
Consumo stagionale di energia primaria	1.921.377	MJ/anno
Consumo stagionale di combustibile	53.172	m ³ /anno
Consumo stagionale di energia elettrica	11.352	kWh/anno
Spesa annua per combustibile ed energia elettrica	56.010.000	£/anno

SCHEDA N. 2

CONDOMINIO: MIGLIORAMENTO DEL RENDIMENTO DI EMISSIONE

OGGETTO DELL'INTERVENTO

- RADDOPPIO DELLA POTENZA TERMICA NOMINALE DEI CORPI SCALDANTI CON AGGIUNTA DI SUPERFICIE RIFLETTENTE.
- RADDOPPIO DELLA POTENZA DELLO SCAMBIATORE ISTANTANEO PER LA PRODUZIONE DELL'ACQUA CALDA SANITARIA.



RISCALDAMENTO

Rendimento di regolazione $h_c = 0,81$	Descrizione: conduzione con spegnimento notturno per 10 ore; regolazione climatica centrale con sonda esterna agente su valvola miscelatrice; radiatori equipaggiati con valvole di regolazione manuali. Osservazioni: valore molto basso, dovuto alla notevole quantità di sole incidente sull'edificio. Va senz'altro migliorato.
Rendimento di emissione $h_e = 0,95$	Descrizione: corpi scaldanti statici (potenza nominale installata pari a 340 kW) alimentati alla temperatura media di 55 °C (60° - 50°) posti sulle pareti esterne non isolate, con pannelli riflettenti. Osservazioni: oggetto dell'intervento: raddoppio della potenza termica installata.
Rendimento di distribuzione $h_d = 0,905$	Descrizione: tubazioni di distribuzione non isolate, correnti nel cantinato e nella centrale termica. Osservazioni: il miglioramento è dovuto alla riduzione della temperatura di alimentazione dei corpi scaldanti.
Rendimento di produzione $h_p = 0,771$	Descrizione: generatore di calore sovradimensionato, da 570 kW, poco isolato (perdite dal mantello: 3,0%) con bruciatore privo di serranda sull'aria comburente (perdite al camino a bruciatore spento: 1%), in grado di offrire un rendimento di combustione di circa 84%. Osservazioni: il miglioramento è dovuto alla riduzione della temperatura media dell'acqua nel generatore.
Rendimento globale $h_g = 0,537$	Descrizione: rendimento globale medio stagionale, valutato secondo norma UNI 10348. Osservazioni: Il valore è migliorato in seguito all'intervento in oggetto.

Consumo stagionale di energia primaria	1.073.890	MJ/anno
Consumo stagionale di combustibile	29.525	m ³ /anno
Consumo stagionale di energia elettrica	7.005	kWh/anno
Spesa annua per combustibile ed energia elettrica	31.276.250	£/anno

ACQUA CALDA SANITARIA

Rendimento di regolazione $h_c = 0,90$	Descrizione: termostato on-off, agente sulla pompa di alimentazione del circuito primario, tarato a 65 °C. Osservazioni: valore del rendimento valutato, in assenza di indicazioni normative.
Rendimento di distribuzione $h_d = 0,70$	Descrizione: tubazioni di adduzione e di ricircolo correnti nel cantinato, prive di isolamento termico. Osservazioni: valore del rendimento valutato, in assenza di indicazioni normative.
Rendimento di produzione $h_p = 0,735$	Descrizione: unico generatore. Osservazioni: il miglioramento è dovuto alla riduzione della temperatura media dell'acqua nel generatore.
Rendimento globale $h_g = 0,463$	Descrizione: il valore del rendimento è decisamente basso a causa soprattutto del sovradimensionamento, in particolare nella stagione estiva. Osservazioni: il valore è migliorato in seguito all'intervento in oggetto.

Consumo stagionale di energia primaria	661.243	MJ/anno
Consumo stagionale di combustibile	18.180	m ³ /anno
Consumo stagionale di energia elettrica	4.313	kWh/anno
Spesa annua per combustibile ed energia elettrica	19.258.250	£/anno

GLOBALE

Consumo stagionale di energia primaria	1.735.133	MJ/anno
Consumo stagionale di combustibile	47.705	m ³ /anno
Consumo stagionale di energia elettrica	11.318	kWh/anno
Spesa annua per combustibile ed energia elettrica	50.534.500	£/anno

VALUTAZIONI ECONOMICHE

Risparmio globale (56.010.000 – 50.534.500)	5.475.500 (-9,8%)	Lire
Costo dell'intervento	30.500.000	Lire
Tempo di ritorno dell'investimento	5,6	anni

ULTERIORI VANTAGGI OLTRE A QUELLO ECONOMICO

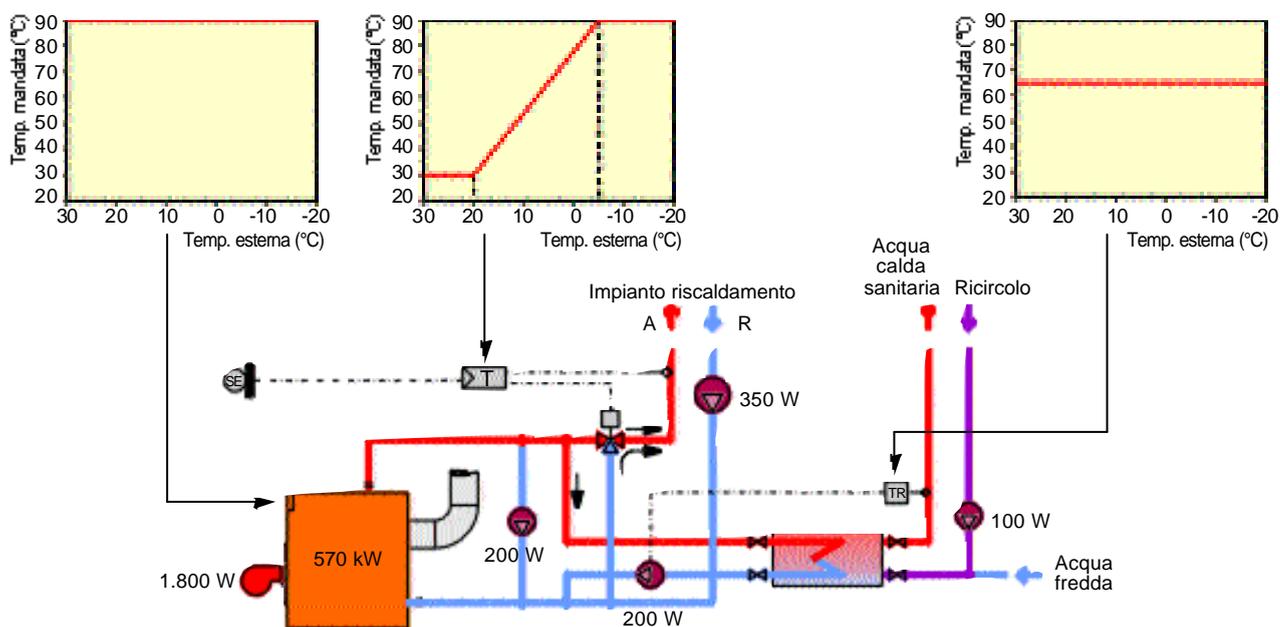
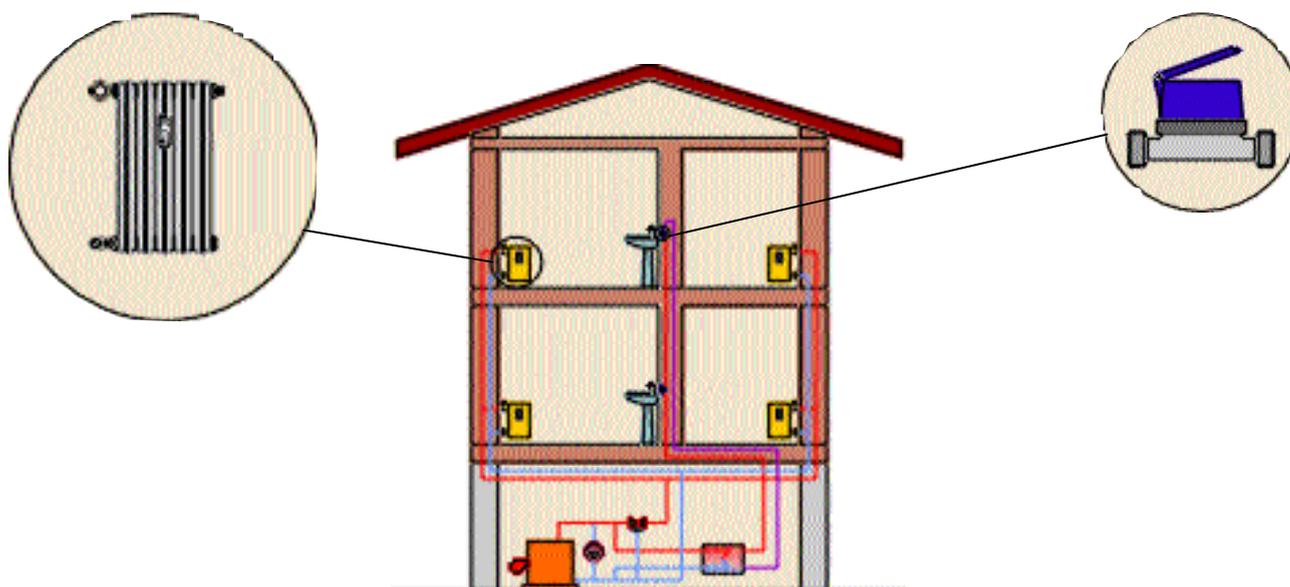
- MIGLIORE BENESSERE ED IGIENE AMBIENTALE PER IL MINORE TRASCINAMENTO DI POLVERE DOMESTICA.

SCHEDA N. 3

CONDOMINIO: MIGLIORAMENTO DEL RENDIMENTO DI REGOLAZIONE E INSTALLAZIONE DELLA CONTABILIZZAZIONE DEL CALORE

OGGETTO DELL'INTERVENTO

- INSTALLAZIONE DELLA REGOLAZIONE TERMOSTATICA PER SINGOLO AMBIENTE E DELLA CONTABILIZZAZIONE DEL CALORE (RISCALDAMENTO ED ACQUA CALDA SANITARIA) CON AUMENTO DEL SALTO TERMICO A 40 °C ED ADEGUAMENTO DELLE POMPE DI CIRCOLAZIONE.



RISCALDAMENTO

Rendimento di regolazione $h_c = 0,97$	Descrizione: conduzione con spegnimento notturno per 10 ore; prerogolazione climatica centrale con sonda esterna agente su valvola miscelatrice e regolazione finale per singolo ambiente mediante valvole termostatiche autoazionate. Osservazioni: valore molto buono, conseguente all'intervento in oggetto.
Rendimento di emissione $h_e = 0,90$	Descrizione: corpi scaldanti statici (potenza nominale installata pari a 171,4 kW) alimentati alla temperatura media di 70 °C (90° - 50°) posti sulle pareti esterne non isolate e non riflettenti. Osservazioni: leggero peggioramento dovuto all'aumento della temperatura di mandata.
Rendimento di distribuzione $h_d = 0,88$	Descrizione: tubazioni di distribuzione non isolate, correnti nel cantinato e nella centrale termica. Osservazioni: valore piuttosto basso, per il mancato isolamento termico delle tubazioni. Conviene migliorarlo.
Rendimento di produzione $h_p = 0,745$	Descrizione: generatore di calore sovradimensionato, da 570 kW, poco isolato (perdite dal mantello: 3,0%) con bruciatore privo di serranda sull'aria comburente (perdite al camino a bruciatore spento: 1%), in grado di offrire un rendimento di combustione di circa 84%. Osservazioni: il leggero miglioramento del rendimento di produzione è dovuto alla riduzione della potenza di pompaggio.
Rendimento globale $h_g = 0,572$	Descrizione: rendimento globale medio stagionale, valutato secondo norma UNI 10348. Osservazioni: il valore è migliorato in seguito all'intervento in oggetto.
$fc = 0,9$	Fattore di contabilizzazione, legato all'intervento in oggetto (non ancora preso in considerazione dalla normativa).

Consumo stagionale di energia primaria	907.191	MJ/anno
Consumo stagionale di combustibile	25.860	m ³ /anno
Consumo stagionale di energia elettrica	2.795	kWh/anno
Spesa annua per combustibile ed energia elettrica	26.558.750	€/anno

ACQUA CALDA SANITARIA

Rendimento di regolazione $h_c = 0,90$	Descrizione: termostato on-off, agente sulla pompa di alimentazione del circuito primario, tarato a 65 °C. Osservazioni: valore del rendimento valutato, in assenza di indicazioni normative.
Rendimento di distribuzione $h_d = 0,70$	Descrizione: tubazioni di adduzione e di ricircolo correnti nel cantinato, prive di isolamento termico. Osservazioni: valore del rendimento valutato, in assenza di indicazioni normative.
Rendimento di produzione $h_p = 0,697$	Descrizione: unico generatore. Osservazioni: il leggero miglioramento del rendimento di produzione è dovuto alla lieve riduzione della temperatura media dell'acqua nel generatore ed alla riduzione della potenza di pompaggio.
Rendimento globale $h_g = 0,44$	Descrizione: il valore del rendimento è decisamente basso a causa soprattutto del sovradimensionamento del generatore, in particolare nella stagione estiva. Osservazioni: Il valore è leggermente migliorato in seguito al miglioramento del rendimento di produzione.
$fc = 0,9$	Fattore di contabilizzazione, legato all'intervento in oggetto (non ancora preso in considerazione dalla normativa).

Consumo stagionale di energia primaria	641.391	MJ/anno
Consumo stagionale di combustibile	18.283	m ³ /anno
Consumo stagionale di energia elettrica	1.976	kWh/anno
Spesa annua per combustibile ed energia elettrica	18.777.000	€/anno

GLOBALE

Consumo stagionale di energia primaria	1.548.582	MJ/anno
Consumo stagionale di combustibile	44.143	m ³ /anno
Consumo stagionale di energia elettrica	4.771	kWh/anno
Spesa annua per combustibile ed energia elettrica	45.335.750	€/anno

VALUTAZIONI ECONOMICHE

Risparmio globale (56.010.000 – 45.335.750)	10.674.250 (-19,1%)	Lire
Costo dell'intervento	37.000.000	Lire
Tempo di ritorno dell'investimento	3,5	anni

ULTERIORI VANTAGGI OLTRE A QUELLO ECONOMICO

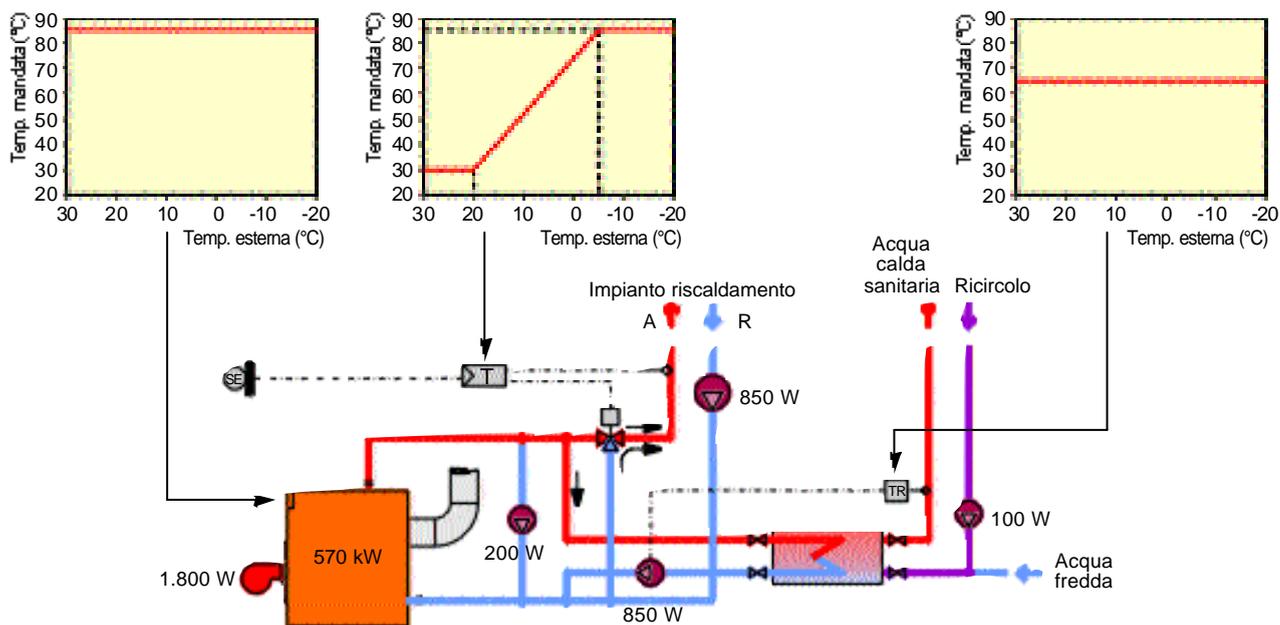
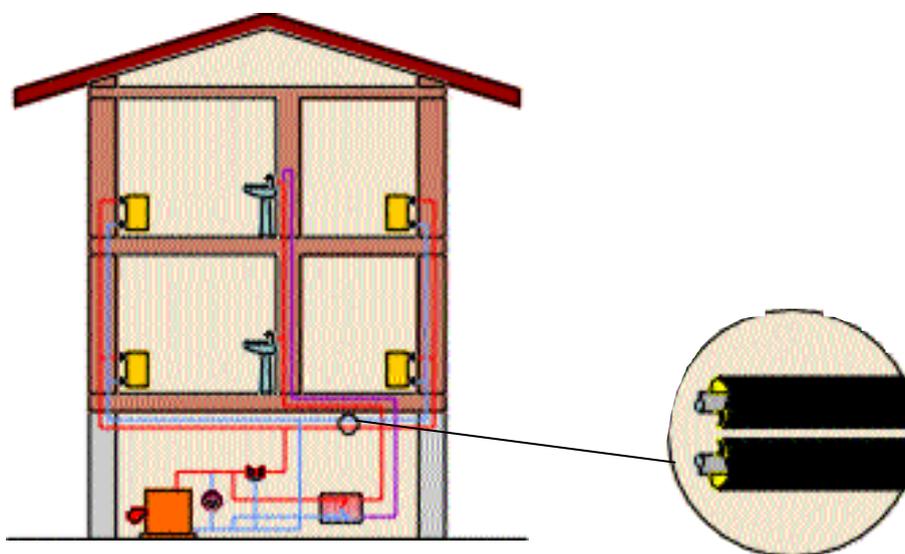
- AUTONOMIA GESTIONALE E POSSIBILITÀ DI REGOLAZIONE INDIPENDENTE DI OGNI SINGOLO LOCALE.

SCHEDA N. 4

CONDOMINIO: MIGLIORAMENTO DEL RENDIMENTO DI DISTRIBUZIONE

OGGETTO DELL'INTERVENTO

- ISOLAMENTO TERMICO DELLE TUBAZIONI CORRENTI NEL CANTINATO ED IN CENTRALE TERMICA (SI TRATTA DI UN INTERVENTO DI MANUTENZIONE, OBBLIGATORIO AI SENSI DELL'ART. 31 DELLA LEGGE 10/91).



RISCALDAMENTO

Rendimento di regolazione $h_c = 0,81$	Descrizione: conduzione con spegnimento notturno per 10 ore; regolazione climatica centrale con sonda esterna agente su valvola miscelatrice; radiatori equipaggiati con valvole di regolazione manuali. Osservazioni: valore molto basso, dovuto alla notevole quantità di sole incidente sull'edificio. Va senz'altro migliorato.
Rendimento di emissione $h_e = 0,907$	Descrizione: corpi scaldanti statici (potenza nominale installata pari a 171,4 kW) alimentati alla temperatura media di 80 °C (85° - 75°) posti sulle pareti esterne non isolate e prive di pannelli riflettenti. Osservazioni: valore normale, tuttavia migliorabile, con riflessi economici e sul benessere.
Rendimento di distribuzione $h_d = 0,93$	Descrizione: isolamento termico delle tubazioni di distribuzione correnti nel cantinato ed in centrale termica. Osservazioni: il miglioramento è modesto in quanto riguarda solo le tubazioni a vista.
Rendimento di produzione $h_p = 0,735$	Descrizione: generatore di calore sovradimensionato, da 570 kW, poco isolato (perdite dal mantello: 3,0%) con bruciatore privo di serranda sull'aria comburente (perdite al camino a bruciatore spento: 1%), in grado di offrire un rendimento di combustione di circa 84%. Osservazioni: valore decisamente basso, da migliorare.
Rendimento globale $h_g = 0,502$	Descrizione: rendimento globale medio stagionale, valutato secondo norma UNI 10348. Osservazioni: modesto miglioramento, dovuto al miglioramento del rendimento di distribuzione.

Consumo stagionale di energia primaria	1.154.017	MJ/anno
Consumo stagionale di combustibile	31.877	m ³ /anno
Consumo stagionale di energia elettrica	7.020	kWh/anno
Spesa annua per combustibile ed energia elettrica	33.632.000	€/anno

ACQUA CALDA SANITARIA

Rendimento di regolazione $h_c = 0,90$	Descrizione: termostato on-off, agente sulla pompa di alimentazione del circuito primario, tarato a 65 °C. Osservazioni: valore del rendimento valutato, in assenza di indicazioni normative.
Rendimento di distribuzione $h_d = 0,75$	Descrizione: isolamento termico delle tubazioni correnti nel cantinato ed in centrale termica. Osservazioni: il miglioramento è modesto in quanto riguarda solo le tubazioni a vista.
Rendimento di produzione $h_p = 0,685$	Descrizione: unico generatore. Osservazioni: valore corrispondente al rendimento di produzione per riscaldamento.
Rendimento globale $h_g = 0,462$	Descrizione: il valore del rendimento è decisamente basso a causa soprattutto del sovradimensionamento, in particolare nella stagione estiva. Osservazioni: modesto miglioramento, dovuto al miglioramento del rendimento di distribuzione.

Consumo stagionale di energia primaria	704.819	MJ/anno
Consumo stagionale di combustibile	19.469	m ³ /anno
Consumo stagionale di energia elettrica	4.287	kWh/anno
Spesa annua per combustibile ed energia elettrica	20.540.750	€/anno

GLOBALE

Consumo stagionale di energia primaria	1.858.836	MJ/anno
Consumo stagionale di combustibile	51.346	m ³ /anno
Consumo stagionale di energia elettrica	11.307	kWh/anno
Spesa annua per combustibile ed energia elettrica	54.172.750	€/anno

VALUTAZIONI ECONOMICHE

Risparmio globale (56.010.000 – 54.172.750)	1.837.250 (-3,3%)	Lire
Costo dell'intervento	8.000.000	Lire
Tempo di ritorno dell'investimento	4,4	anni

ULTERIORI VANTAGGI OLTRE A QUELLO ECONOMICO

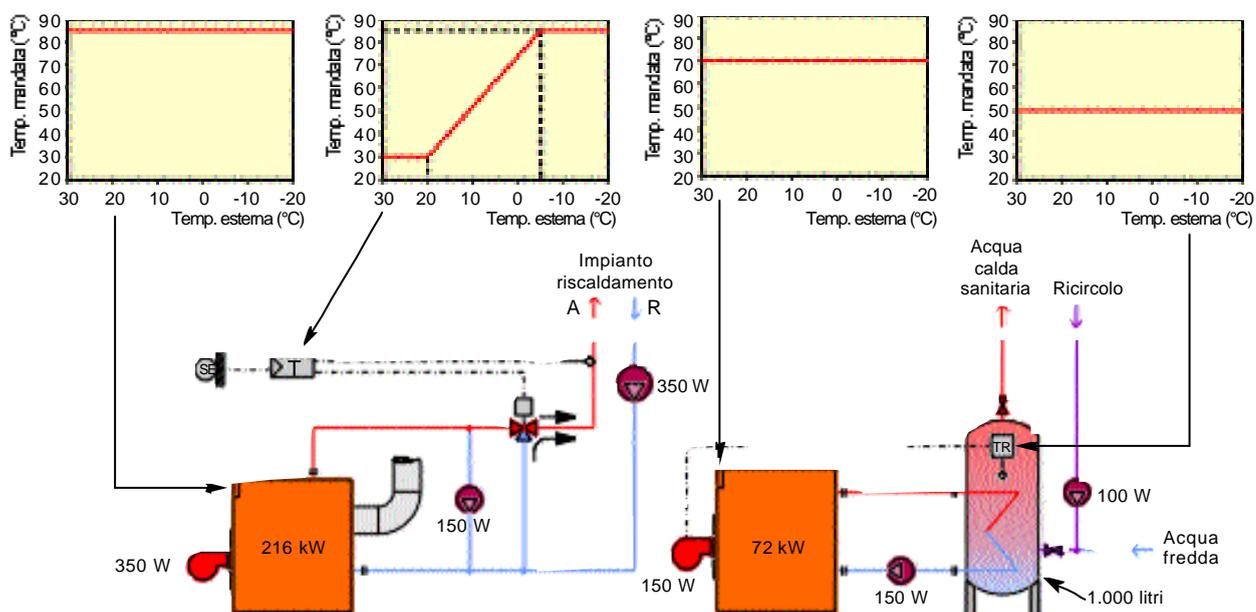
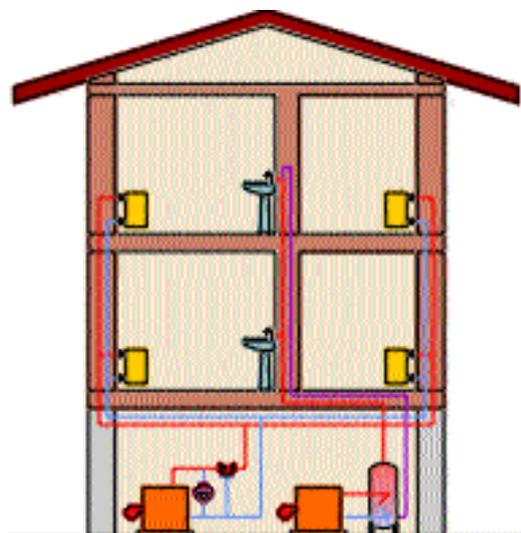
- RISPONDEZZA CON LA NORMATIVA VIGENTE (OBBLIGO DI MANUTENZIONE).

SCHEDA N. 5

CONDOMINIO: MIGLIORAMENTO DEL RENDIMENTO DI PRODUZIONE MEDIANTE GENERATORI AD ALTO RENDIMENTO A TEMPERATURA COSTANTE

OGGETTO DELL'INTERVENTO

- SOSTITUZIONE DEL GENERATORE UNICO CON DUE GENERATORI ADIBITI RISPETTIVAMENTE AL RISCALDAMENTO ED ALLA PRODUZIONE DELL'ACQUA CALDA SANITARIA MEDIANTE SCAMBIATORE AD ACCUMULO, CON ADEGUAMENTO DELLE POMPE.



RISCALDAMENTO

Rendimento di regolazione $h_c = 0,81$	Descrizione: conduzione con spegnimento notturno per 10 ore; regolazione climatica centrale con sonda esterna agente su valvola miscelatrice; radiatori equipaggiati con valvole di regolazione manuali. Osservazioni: valore molto basso, dovuto alla notevole quantità di sole incidente sull'edificio. Va senz'altro migliorato.
Rendimento di emissione $h_e = 0,907$	Descrizione: corpi scaldanti statici (potenza nominale installata pari a 171,4 kW) alimentati alla temperatura media di 80 °C (85° - 75°) posti sulle pareti esterne non isolate e prive di pannelli riflettenti. Osservazioni: valore normale, tuttavia migliorabile, con riflessi economici e sul benessere.
Rendimento di distribuzione $h_d = 0,88$	Descrizione: tubazioni di distribuzione non isolate, correnti nel cantinato e nella centrale termica. Osservazioni: valore piuttosto basso, per il mancato isolamento termico delle tubazioni. Conviene migliorarlo.
Rendimento di produzione $h_p = 0,882$	Descrizione: generatore di calore da 216 kW utili, a temperatura fissa, ad alto rendimento (perdite dal mantello: 1,2%) con bruciatore provvisto di serranda sull'aria comburente (perdite al camino a bruciatore spento: 0,1%), in grado di offrire un rendimento di combustione di circa 91%. Osservazioni: valore decisamente buono, in seguito all'intervento in oggetto.
Rendimento globale $h_g = 0,57$	Descrizione: rendimento globale medio stagionale, valutato secondo norma UNI 10348. Osservazioni: valore migliorato, grazie al miglioramento del rendimento di produzione.

Consumo stagionale di energia primaria	1.011.166	MJ/anno
Consumo stagionale di combustibile	29.229	m ³ /anno
Consumo stagionale di energia elettrica	1.740	kWh/anno
Spesa annua per combustibile ed energia elettrica	29.664.000	£/anno

GLOBALE

Consumo stagionale di energia primaria	1.429.749	MJ/anno
Consumo stagionale di combustibile	41.252	m ³ /anno
Consumo stagionale di energia elettrica	2.720	kWh/anno
Spesa annua per combustibile ed energia elettrica	41.932.000	£/anno

VALUTAZIONI ECONOMICHE

Risparmio globale (56.010.000 – 41.932.000)	14.078.000 (-25,1%)	Lire
Costo dell'intervento	42.000.000	Lire
Tempo di ritorno dell'investimento	3,0	anni

ULTERIORI VANTAGGI OLTRE A QUELLO ECONOMICO

- RISPONDEZZA CON LA NORMATIVA VIGENTE E RIDUZIONE DELL'INQUINAMENTO.
- SOSTITUZIONE DEL GENERATORE NON PIÙ AFFIDABILE PER OBSOLESCENZA CON ALTRI NUOVI.

ACQUA CALDA SANITARIA

Rendimento di regolazione $h_c = 0,95$	Descrizione: termostato on-off tarato a 50 °C, agente sul bruciatore del generatore, con spegnimento temporizzato della pompa. Osservazioni: miglioramento del rendimento di regolazione valutato, in assenza di indicazioni normative.
Rendimento di distribuzione $h_d = 0,80$	Descrizione: tubazioni di adduzione e di ricircolo correnti nel cantinato, prive di isolamento termico. Osservazioni: valore del rendimento migliorato per la riduzione della temperatura di accumulo e distribuzione (valutato, in assenza di indicazioni normative).
Rendimento di produzione $h_p = 0,886$	Descrizione: generatore di calore da 72 kW utili, con regolazione a punto fisso a 70 °C, ad alto rendimento (perdite dal mantello: 0,8 %) con bruciatore provvisto di serranda sull'aria comburente (perdite al camino a bruciatore spento: 0,1%), in grado di offrire un rendimento di combustione di circa 91%, per l'alimentazione del bollitore ad accumulo da 1.000 litri. Osservazioni: notevole miglioramento dovuto all'intervento in oggetto.
Rendimento di produzione $h_g = 0,673$	Descrizione: il generatore di calore dedicato alla produzione dell'acqua calda, correttamente dimensionato, consente un ottimo miglioramento del rendimento globale. Osservazioni: valore abbastanza buono per un impianto esistente.

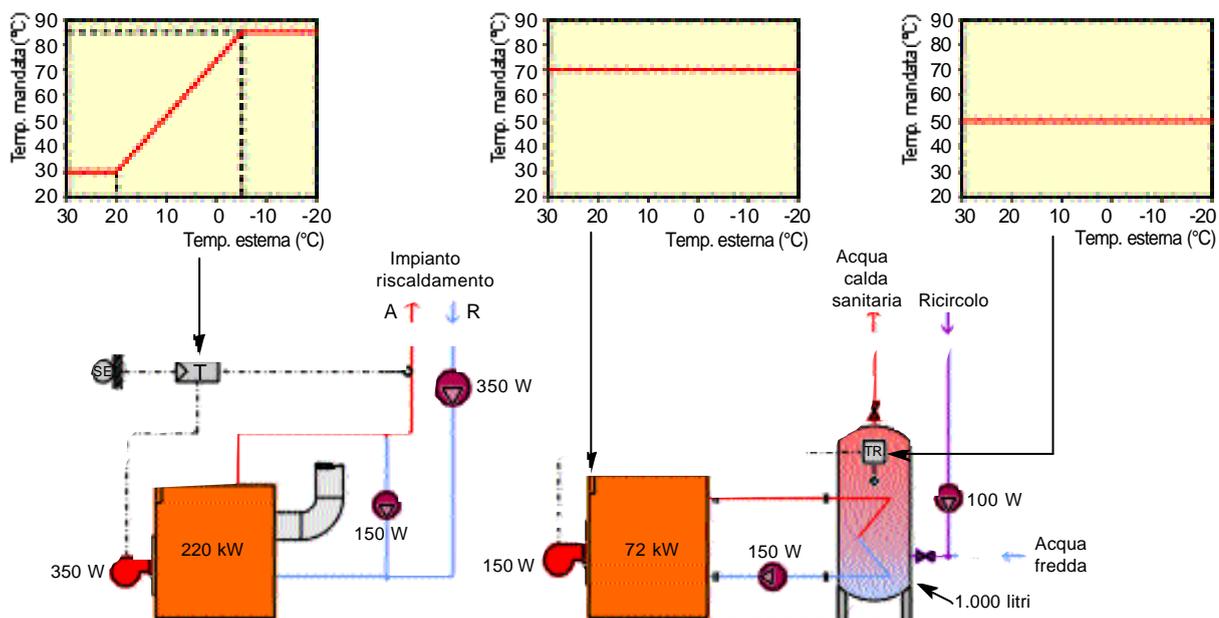
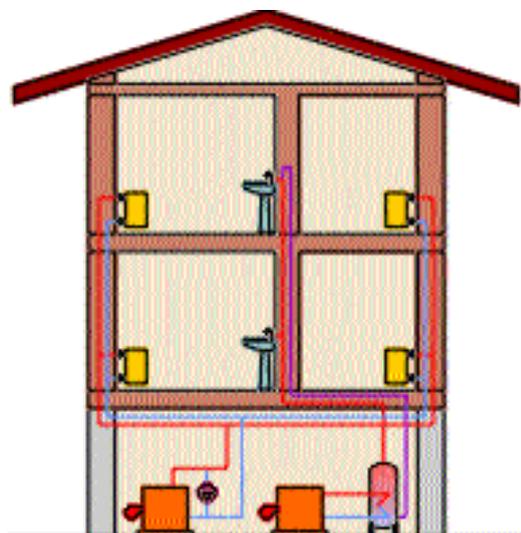
Consumo stagionale di energia primaria	418.583	MJ/anno
Consumo stagionale di combustibile	12.023	m ³ /anno
Consumo stagionale di energia elettrica	980	kWh/anno
Spesa annua per combustibile ed energia elettrica	12.268.000	£/anno

SCHEDA N. 6 A

CONDOMINIO: MIGLIORAMENTO DEL RENDIMENTO DI PRODUZIONE MEDIANTE GENERATORI AD ALTO RENDIMENTO DI CUI UNO A TEMPERATURA SCORREVOLE

OGGETTO DELL'INTERVENTO

- SOSTITUZIONE DEL GENERATORE UNICO CON DUE GENERATORI ADIBITI RISPETTIVAMENTE AL RISCALDAMENTO (A TEMPERATURA SCORREVOLE) ED ALLA PRODUZIONE DELL'ACQUA CALDA SANITARIA MEDIANTE SCAMBIATORE AD ACCUMULO, CON ADEGUAMENTO DELLE POMPE.



RISCALDAMENTO

Rendimento di regolazione $h_c = 0,81$	Descrizione: conduzione con spegnimento notturno per 10 ore; regolazione climatica centrale con sonda esterna agente sul bruciatore; radiatori equipaggiati con valvole di regolazione manuali. Osservazioni: valore molto basso, dovuto alla notevole quantità di sole incidente sull'edificio. Va senz'altro migliorato.
Rendimento di emissione $h_e = 0,907$	Descrizione: corpi scaldanti statici (potenza nominale installata pari a 171,4 kW) alimentati alla temperatura media di 80 °C (85° - 75°) posti sulle pareti esterne non isolate e prive di pannelli riflettenti. Osservazioni: valore normale, tuttavia migliorabile, con riflessi economici e sul benessere.
Rendimento di distribuzione $h_d = 0,88$	Descrizione: tubazioni di distribuzione non isolate, correnti nel cantinato e nella centrale termica. Osservazioni: valore piuttosto basso, per il mancato isolamento termico delle tubazioni. Conviene migliorarlo.
Rendimento di produzione $h_p = 0,914$	Descrizione: generatore di calore da 220 kW utili, a temperatura scorrevole, ad alto rendimento (perdite dal mantello: 0,4%) con bruciatore provvisto di serranda sull'aria comburente (perdite al camino a bruciatore spento: 0,1%), in grado di offrire un rendimento di combustione di circa 92%. Osservazioni: valore decisamente buono, in seguito all'intervento in oggetto.
Rendimento globale $h_g = 0,592$	Descrizione: rendimento globale medio stagionale, valutato secondo norma UNI 10348. Osservazioni: valore migliorato, grazie al migliore rendimento di produzione.

Consumo stagionale di energia primaria	975.439	MJ/anno
Consumo stagionale di combustibile	28.219	m ³ /anno
Consumo stagionale di energia elettrica	1.599	kWh/anno
Spesa annua per combustibile ed energia elettrica	28.618.750	€/anno

ACQUA CALDA SANITARIA

Rendimento di regolazione $h_c = 0,95$	Descrizione: termostato on-off tarato a 50 °C, agente sul bruciatore del generatore, con spegnimento temporizzato della pompa. Osservazioni: miglioramento del rendimento di regolazione valutato, in assenza di indicazioni normative.
Rendimento di distribuzione $h_d = 0,80$	Descrizione: tubazioni di adduzione e di ricircolo correnti nel cantinato, prive di isolamento termico. Osservazioni: valore del rendimento migliorato per la riduzione della temperature di accumulo e distribuzione (valutato, in assenza di indicazioni normative).
Rendimento di produzione $h_p = 0,886$	Descrizione: generatore di calore da 72 kW utili, con regolazione a punto fisso a 70 °C, ad alto rendimento (perdite dal mantello: 0,8 %) con bruciatore provvisto di serranda sull'aria comburente (perdite al camino a bruciatore spento: 0,1%), in grado di offrire un rendimento di combustione di circa 91%, per l'alimentazione del bollitore ad accumulo da 1.000 litri. Osservazioni: notevole miglioramento dovuto all'intervento in oggetto.
Rendimento globale $h_g = 0,673$	Descrizione: Il generatore di calore dedicato alla produzione dell'acqua calda, correttamente dimensionato, consente un ottimo miglioramento del rendimento globale. Osservazioni: valore abbastanza buono per un impianto esistente.

Consumo stagionale di energia primaria	418.583	MJ/anno
Consumo stagionale di combustibile	12.023	m ³ /anno
Consumo stagionale di energia elettrica	980	kWh/anno
Spesa annua per combustibile ed energia elettrica	12.268.000	€/anno

GLOBALE

Consumo stagionale di energia primaria	1.394.022	MJ/anno
Consumo stagionale di combustibile	40.242	m ³ /anno
Consumo stagionale di energia elettrica	2.579	kWh/anno
Spesa annua per combustibile ed energia elettrica	40.886.750	€/anno

VALUTAZIONI ECONOMICHE

Risparmio globale (56.010.000 – 40.886.750)	15.123.250 (-27%)	€/anno
Costo dell'intervento	48.000.000	Lire
Tempo di ritorno dell'investimento	3,2	anni

ULTERIORI VANTAGGI OLTRE A QUELLO ECONOMICO

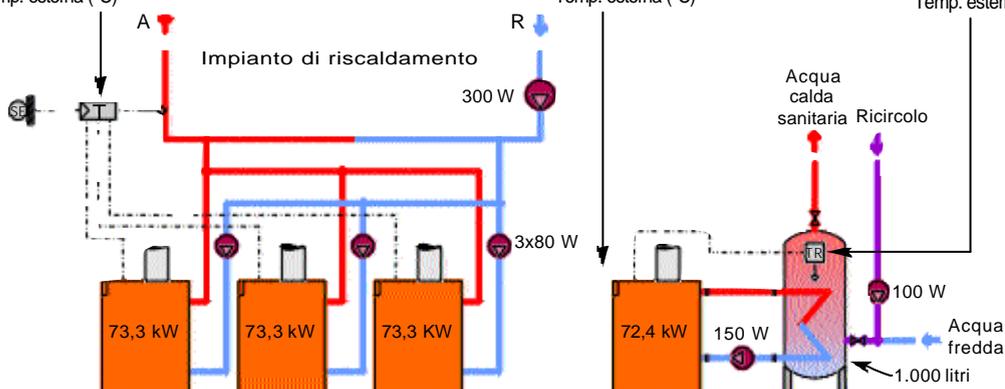
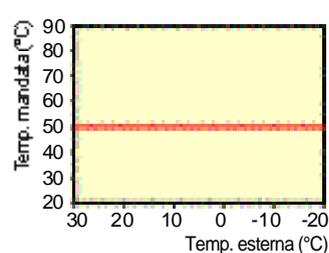
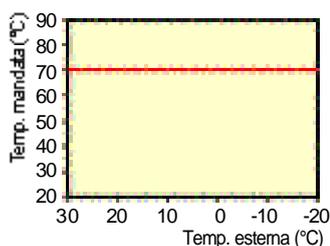
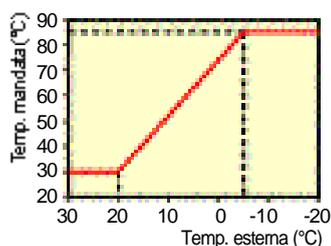
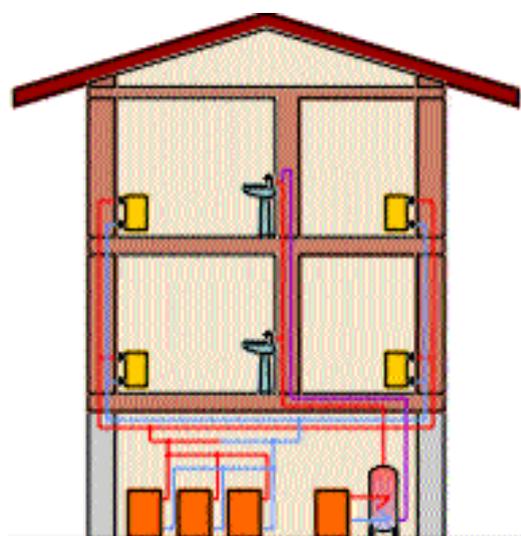
- RISPONDEZZA CON LA NORMATIVA VIGENTE E RIDUZIONE DELL'INQUINAMENTO.
- SOSTITUZIONE DEL GENERATORE NON PIÙ AFFIDABILE PER OBSOLESCENZA CON ALTRI NUOVI.

SCHEDA N. 6 B

CONDOMINIO: MIGLIORAMENTO DEL RENDIMENTO DI PRODUZIONE MEDIANTE GENERATORI ATMOSFERICI MODULARI A TEMPERATURA SCORREVOLE

OGGETTO DELL'INTERVENTO

- SOSTITUZIONE DEL GENERATORE UNICO CON DUE GENERATORI CON BRUCIATORE ATMOSFERICO: UNO MODULARE A TEMPERATURA SCORREVOLE PER IL RISCALDAMENTO ED UNO PER LA PRODUZIONE DELL'ACQUA CALDA SANITARIA MEDIANTE SCAMBIATORE AD ACCUMULO, CON ADEGUAMENTO DELLE POMPE.



RISCALDAMENTO

Rendimento di regolazione $h_c = 0,81$	<p>Descrizione: conduzione con spegnimento notturno per 10 ore; regolazione climatica centrale con sonda esterna agente sul bruciatore; radiatori equipaggiati con valvole di regolazione manuali.</p> <p>Osservazioni: valore molto basso, dovuto alla notevole quantità di sole incidente sull'edificio. Va senz'altro migliorato.</p>
Rendimento di emissione $h_e = 0,907$	<p>Descrizione: corpi scaldanti statici (potenza nominale installata pari a 171,4 kW) alimentati alla temperatura media di 80 °C (85° - 75°) posti sulle pareti esterne non isolate e prive di pannelli riflettenti.</p> <p>Osservazioni: valore normale, tuttavia migliorabile, con riflessi economici e sul benessere.</p>
Rendimento di distribuzione $h_d = 0,88$	<p>Descrizione: tubazioni di distribuzione non isolate, correnti nel cantinato e nella centrale termica.</p> <p>Osservazioni: valore piuttosto basso, per il mancato isolamento termico delle tubazioni. Conviene migliorarlo.</p>
Rendimento di produzione $h_p = 0,896$	<p>Descrizione: generatore di calore modulare da 220 kW utili (3x73,3), a temperatura scorrevole, ad alto rendimento (perdite dal mantello: 0,8%) con serranda sul condotto di scarico fumi (perdite al camino a bruciatore spento: 0,05%), in grado di offrire un rendimento di combustione di circa 90,5%.</p> <p>Osservazioni: valore decisamente buono, in seguito all'intervento in oggetto.</p>
Rendimento globale $h_g = 0,579$	<p>Descrizione: rendimento globale medio stagionale, valutato secondo norma UNI 10348.</p> <p>Osservazioni: valore migliorato, grazie al migliore rendimento di produzione.</p>

Consumo stagionale di energia primaria	995.999	MJ/anno
Consumo stagionale di combustibile	28.976	m ³ /anno
Consumo stagionale di energia elettrica	1.081	kWh/anno
Spesa annua per combustibile ed energia elettrica	29.246.250	£/anno

ACQUA CALDA SANITARIA

Rendimento di regolazione $h_c = 0,95$	<p>Descrizione: termostato on-off tarato a 50 °C, agente sul bruciatore del generatore, con spegnimento temporizzato della pompa.</p> <p>Osservazioni: miglioramento del rendimento di regolazione valutato, in assenza di indicazioni normative.</p>
Rendimento di distribuzione $h_d = 0,80$	<p>Descrizione: tubazioni di adduzione e di ricircolo correnti nel cantinato, prive di isolamento termico.</p> <p>Osservazioni: valore del rendimento migliorato per la riduzione della temperature di accumulo e distribuzione (valutato, in assenza di indicazioni normative).</p>
Rendimento di produzione $h_p = 0,888$	<p>Descrizione: generatore di calore con bruciatore atmosferico da 72,4 kW utili, con regolazione a punto fisso a 70 °C, ad alto rendimento (perdite dal mantello: 0,8%) con serranda sul condotto di scarico fumi (perdite al camino a bruciatore spento: 0,05%), in grado di offrire un rendimento di combustione di circa 90,5%, per l'alimentazione del bollitore ad accumulo da 1.000 litri.</p> <p>Osservazioni: notevole miglioramento dovuto all'intervento in oggetto.</p>
Rendimento globale $h_p = 0,675$	<p>Descrizione: il generatore di calore dedicato alla produzione dell'acqua calda sanitaria, correttamente dimensionato, consente un ottimo miglioramento del rendimento globale.</p> <p>Osservazioni: valore abbastanza buono per un impianto esistente.</p>

Consumo stagionale di energia primaria	418.064	MJ/anno
Consumo stagionale di combustibile	12.070	m ³ /anno
Consumo stagionale di energia elettrica	767	kWh/anno
Spesa annua per combustibile ed energia elettrica	12.261.750	£/anno

GLOBALE

Consumo stagionale di energia primaria	1.414.063	MJ/anno
Consumo stagionale di combustibile	41.046	m ³ /anno
Consumo stagionale di energia elettrica	1.848	kWh/anno
Spesa annua per combustibile ed energia elettrica	41.508.000	£/anno

VALUTAZIONI ECONOMICHE

Risparmio globale (56.010.000 – 41.508.000)	14.502.000 (-25,9%)	£/anno
Costo dell'intervento	44.000.000	Lire
Tempo di ritorno dell'investimento	3,0	anni

ULTERIORI VANTAGGI OLTRE A QUELLO ECONOMICO

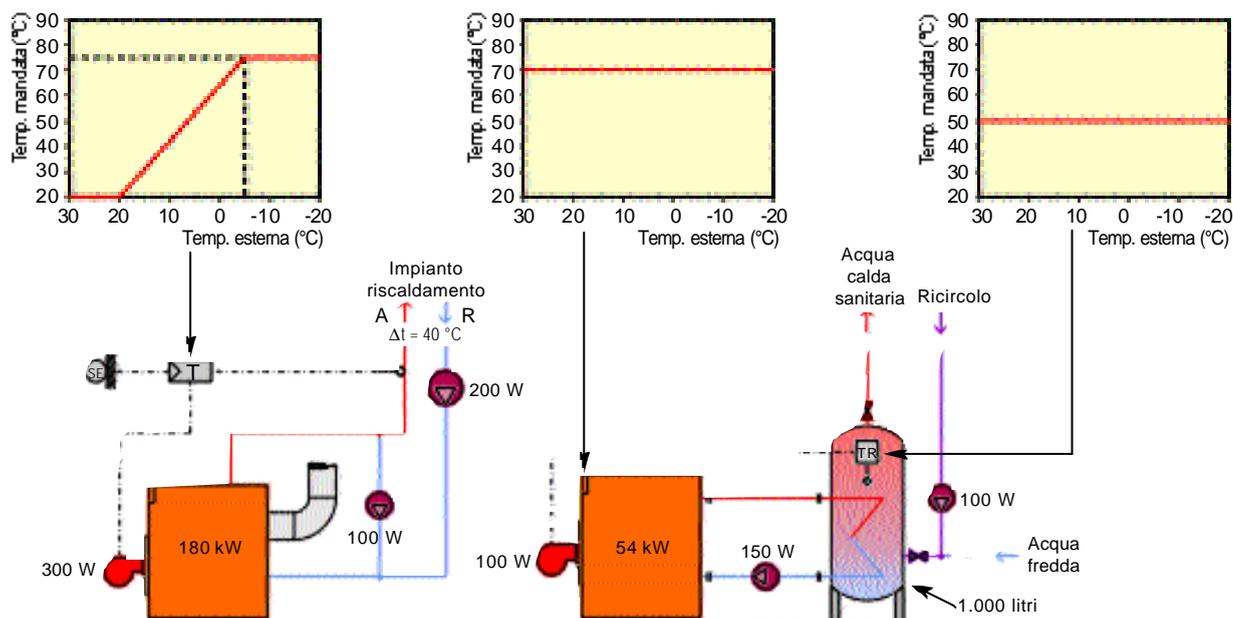
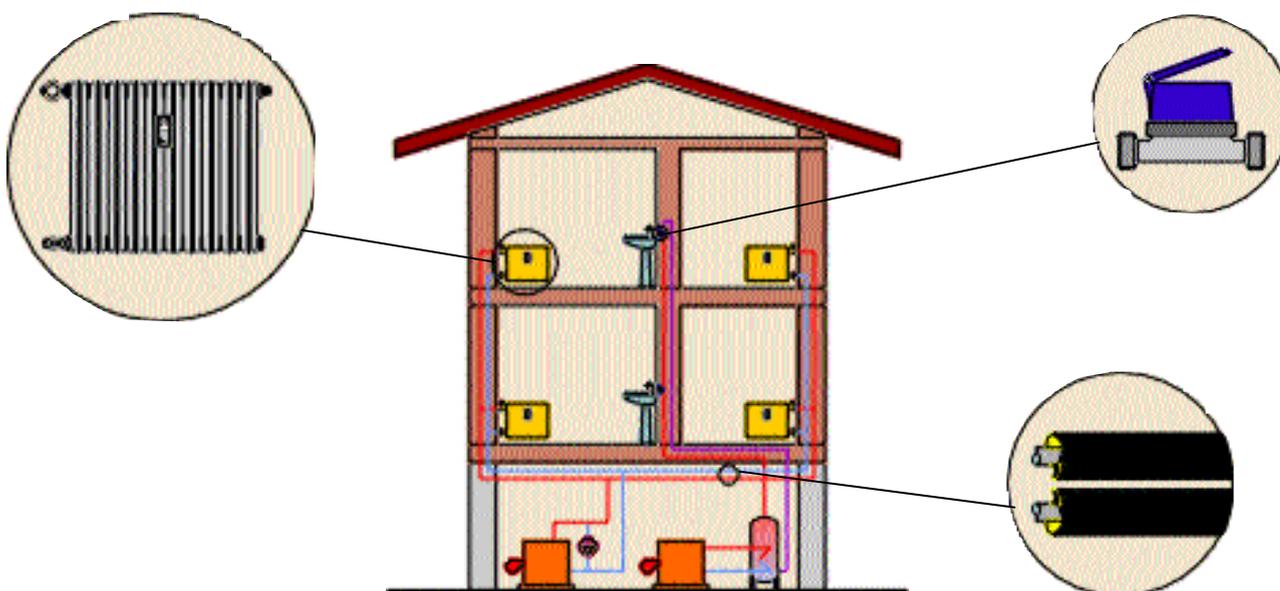
- RISPONDEZZA CON LA NORMATIVA VIGENTE E RIDUZIONE DELL'INQUINAMENTO.
- SOSTITUZIONE DEL GENERATORE NON PIÙ AFFIDABILE PER OBSOLESCENZA CON ALTRI NUOVI.
- MAGGIORE AFFIDABILITÀ IN CASO DI GUASTO, CON INSERIMENTO AUTOMATICO DEL GENERATORE SUCCESSIVO.

SCHEDA N. 7

CONDOMINIO: INTERVENTO INTEGRATO, SOMMA DEI PRECEDENTI INTERVENTI (DUE GENERATORI)

OGGETTO DELL'INTERVENTO

- RADDOPPIO DELLA POTENZA TERMICA NOMINALE DEI CORPI SCALDANTI CON AGGIUNTA DI SUPERFICIE RIFLETTENTE.
- INSTALLAZIONE DELLA REGOLAZIONE TERMOSTATICA PER SINGOLO AMBIENTE E DELLA CONTABILIZZAZIONE DEL CALORE (RISCALDAMENTO ED ACQUA CALDA SANITARIA) CON AUMENTO DEL SALTO TERMICO A 40 °C ED ADEGUAMENTO DELLE POMPE DI CIRCOLAZIONE.
- ISOLAMENTO TERMICO DELLE TUBAZIONI CORRENTI NEL CANTINATO ED IN CENTRALE TERMICA.
- SOSTITUZIONE DEL GENERATORE UNICO CON DUE GENERATORI ADIBITI RISPETTIVAMENTE AL RISCALDAMENTO (A TEMPERATURA SCORREVOLE) ED ALLA PRODUZIONE DELL'ACQUA CALDA SANITARIA MEDIANTE SCAMBIATORE AD ACCUMULO, CON ADEGUAMENTO DELLE POMPE DEL CIRCUITO SANITARIO.



RISCALDAMENTO

Rendimento di regolazione $h_c = 0,97$	Descrizione: conduzione con spegnimento notturno per 10 ore; prerogolazione climatica centrale agente sul bruciatore e regolazione finale per singolo ambiente mediante valvole termostatiche autoazionate. Osservazioni: valore molto buono, conseguente all'intervento in oggetto.
Rendimento di emissione $h_e = 0,942$	Descrizione: corpi scaldanti statici (potenza nominale installata pari a 340 kW) alimentati alla temperatura media di 55 °C (75° - 35°) posti sulle pareti esterne non isolate, con pannelli riflettenti. Osservazioni: valore migliorato in conseguenza dell'aumento della potenza termica nominale dei corpi scaldanti.
Rendimento di distribuzione $h_d = 0,95$	Descrizione: tubazioni di distribuzione isolate, correnti nel cantinato e nella centrale termica. Osservazioni: valore migliorato in conseguenza dell'isolamento termico delle tubazioni a vista e della riduzione della temperatura dell'acqua nella rete.
Rendimento di produzione $h_p = 0,921$	Descrizione: generatore di calore da 180 kW utili, a temperatura scorrevole, ad alto rendimento (perdite dal mantello: 0,4%) con bruciatore provvisto di serranda sull'aria comburente (perdite al camino a bruciatore spento: 0,1%), in grado di offrire un rendimento di combustione di circa 92%. Osservazioni: valore decisamente buono, in seguito all'intervento in oggetto.
Rendimento globale $h_g = 0,799$	Descrizione: rendimento globale medio stagionale, valutato secondo norma UNI 10348. Osservazioni: valore molto buono, per un edificio esistente, ottenuto grazie all'insieme degli interventi sopra descritti.
$fc = 0,9$	Fattore di contabilizzazione, legato all'intervento in oggetto (non ancora preso in considerazione dalla normativa).

Consumo stagionale di energia primaria	649.909	MJ/anno
Consumo stagionale di combustibile	18.838	m ³ /anno
Consumo stagionale di energia elettrica	942	kWh/anno
Spesa annua per combustibile ed energia elettrica	19.073.500	£/anno

ACQUA CALDA SANITARIA

Rendimento di regolazione $h_c = 0,95$	Descrizione: termostato on-off tarato a 50 °C, agente sul bruciatore del generatore, con spegnimento temporizzato della pompa. Osservazioni: miglioramento del rendimento di regolazione valutato, in assenza di indicazioni normative.
Rendimento di distribuzione $h_d = 0,80$	Descrizione: tubazioni di adduzione e di ricircolo correnti nel cantinato, termicamente isolate. Osservazioni: valore del rendimento migliorato per la riduzione della temperature di accumulo e distribuzione (valutato, in assenza di indicazioni normative).
Rendimento di produzione $h_p = 0,89$	Descrizione: generatore ad alto rendimento da 54 kW utili con regolazione a punto fisso a 70°C, per l'alimentazione del bollitore ad accumulo da 1.000 litri. Osservazioni: valore migliorato grazie all'intervento in oggetto.
Rendimento globale $h_g = 0,676$	Descrizione: il generatore di calore dedicato alla produzione dell'acqua calda, correttamente dimensionato, consente un ottimo miglioramento del rendimento globale. Osservazioni: valore abbastanza buono per un impianto esistente.
$fc = 0,9$	Fattore di contabilizzazione, legato all'intervento in oggetto (non ancora preso in considerazione dalla normativa).

Consumo stagionale di energia primaria	375.159	MJ/anno
Consumo stagionale di combustibile	10.804	m ³ /anno
Consumo stagionale di energia elettrica	784	kWh/anno
Spesa annua per combustibile ed energia elettrica	11.000.000	£/anno

GLOBALE

Consumo stagionale di energia primaria	1.025.068	MJ/anno
Consumo stagionale di combustibile	29.642	m ³ /anno
Consumo stagionale di energia elettrica	1.726	kWh/anno
Spesa annua per combustibile ed energia elettrica	30.073.500	£/anno

VALUTAZIONI ECONOMICHE

Risparmio globale (56.010.000 – 30.073.500)	25.936.500 (-46,3%)	£/anno
Costo dell'intervento	123.500.000	Lire
Tempo di ritorno dell'investimento	4,8	anni

ULTERIORI VANTAGGI OLTRE A QUELLO ECONOMICO

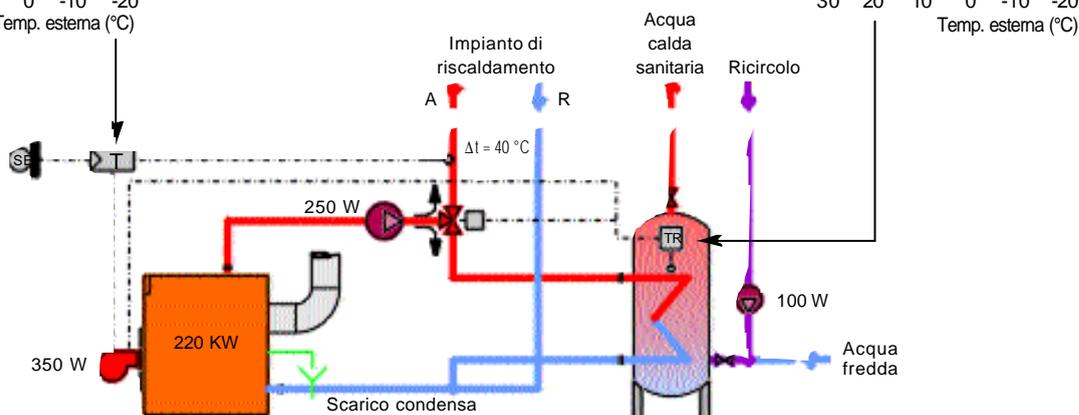
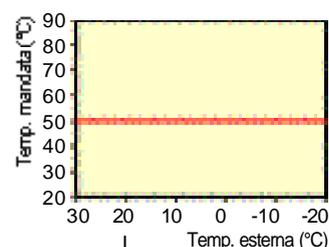
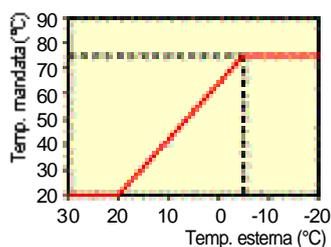
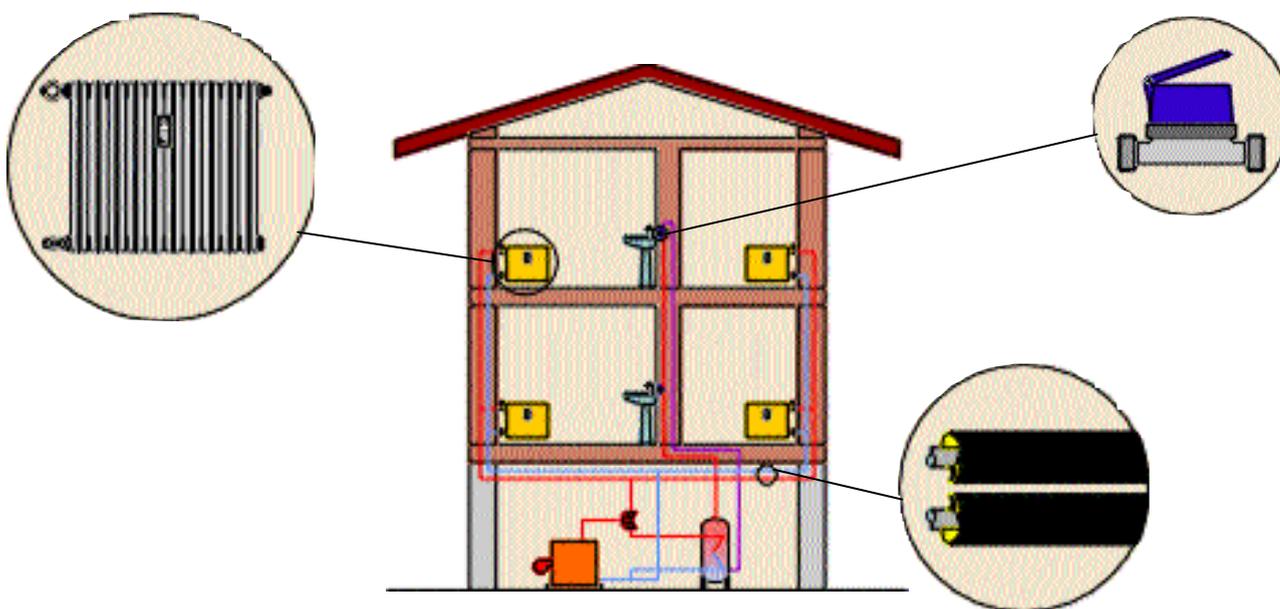
- RISPONDEZZA CON LA NORMATIVA VIGENTE E RIDUZIONE DELL'INQUINAMENTO.
- SOSTITUZIONE DEL GENERATORE NON PIÙ AFFIDABILE PER OBSOLESCENZA CON ALTRI NUOVI A LUNGA DURATA.
- AUTONOMIA GESTIONALE.
- MIGLIORE BENESSERE ED IGIENE AMBIENTALE.

SCHEDA N. 8

CONDOMINIO: INTERVENTO INTEGRATO, SOMMA DEI PRECEDENTI INTERVENTI (GENERATORE UNICO A CONDENSAZIONE)

OGGETTO DELL'INTERVENTO

- RADDOPPIO DELLA POTENZA NOMINALE DEI CORPI SCALDANTI CON AGGIUNTA DI SUPERFICIE RIFLETTENTE.
- INSTALLAZIONE DELLA REGOLAZIONE TERMOSTATICA PER SINGOLO AMBIENTE E DELLA CONTABILIZZAZIONE DEL CALORE (RISCALDAMENTO ED ACQUA CALDA SANITARIA) CON AUMENTO DEL SALTO TERMICO A 40 °C ED ADEGUAMENTO DELLE POMPE DI CIRCOLAZIONE.
- ISOLAMENTO TERMICO DELLE TUBAZIONI CORRENTI NEL CANTINATO ED IN CENTRALE TERMICA.
- SOSTITUZIONE DEL GENERATORE CON UN GENERATORE A CONDENSAZIONE PREPOSTO AD ENTRAMBI I SERVIZI: RISCALDAMENTO E PRODUZIONE AD ACCUMULO DI ACQUA CALDA SANITARIA.



RISCALDAMENTO

Rendimento di regolazione $h_c = 0,97$	Descrizione: conduzione con spegnimento notturno per 10 ore; prerogolazione climatica centrale agente sul bruciatore e regolazione finale per singolo ambiente mediante valvole termostatiche autoazionate. Osservazioni: valore molto buono, conseguente all'intervento in oggetto.
Rendimento di emissione $h_e = 0,942$	Descrizione: corpi scaldanti statici (potenza nominale installata pari a 340 kW) alimentati alla temperatura media di 55 °C (75° - 35°) posti sulle pareti esterne non isolate, con pannelli riflettenti. Osservazioni: valore migliorato in conseguenza dell'aumento della potenza termica nominale dei corpi scaldanti.
Rendimento di distribuzione $h_d = 0,95$	Descrizione: tubazioni di distribuzione isolate, correnti nel cantinato e nella centrale termica. Osservazioni: valore migliorato in conseguenza dell'isolamento termico delle tubazioni a vista e della riduzione della temperatura dell'acqua nella rete.
Rendimento di produzione $h_p = 1,07$	Descrizione: generatore di calore da 220 kW utili, a condensazione, (perdite dal mantello: 0,16%) con bruciatore provvisto di serranda sull'aria comburente (perdite al camino a bruciatore spento: 0,1%) in grado di offrire un rendimento di combustione superiore al 98%. Osservazioni: valore ottimo ottenibile solo con generatori a condensazione.
Rendimento globale $h_g = 0,929$	Descrizione: rendimento globale medio stagionale, valutato secondo norma UNI 10348. Osservazioni: valore ottimo, ottenuto grazie all'insieme degli interventi sopra descritti.
$fc = 0,9$	Fattore di contabilizzazione, legato all'intervento in oggetto (non ancora preso in considerazione dalla normativa).

Consumo stagionale di energia primaria	558.869	MJ/anno
Consumo stagionale di combustibile	16.157	m ³ /anno
Consumo stagionale di energia elettrica	954	kWh/anno
Spesa annua per combustibile ed energia elettrica	16.395.500	£/anno

ACQUA CALDA SANITARIA

Rendimento di regolazione $h_c = 0,95$	Descrizione: termostato on-off tarato a 50 °C, agente sulla valvola deviatrice e sulla pompa di circolazione. Osservazioni: miglioramento del rendimento di regolazione valutato, in assenza di indicazioni normative.
Rendimento di distribuzione $h_d = 0,80$	Descrizione: tubazioni di adduzione e di ricircolo correnti nel cantinato, termicamente isolate. Osservazioni: valore del rendimento migliorato per la riduzione della temperatura di accumulo e distribuzione (valutato, in assenza di indicazioni normative).
Rendimento di produzione $h_p = 0,956$	Descrizione: generatore unico: vedi riscaldamento. Osservazioni: valore meno favorevole di quello relativo al riscaldamento, per la maggiore temperatura di ritorno.
Rendimento globale $h_g = 0,726$	Descrizione: il generatore di calore, dedicato anche alla produzione dell'acqua calda, ma del tipo a condensazione e correttamente dimensionato, consente un ottimo miglioramento del rendimento globale. Osservazioni: valore abbastanza buono per un impianto esistente.
$fc = 0,9$	Fattore di contabilizzazione, legato all'intervento in oggetto (non ancora preso in considerazione dalla normativa).

Consumo stagionale di energia primaria	349.444	MJ/anno
Consumo stagionale di combustibile	10.041	m ³ /anno
Consumo stagionale di energia elettrica	804	kWh/anno
Spesa annua per combustibile ed energia elettrica	10.242.000	£/anno

GLOBALE

Consumo stagionale di energia primaria	908.313	MJ/anno
Consumo stagionale di combustibile	26.198	m ³ /anno
Consumo stagionale di energia elettrica	1.758	kWh/anno
Spesa annua per combustibile ed energia elettrica	26.637.500	£/anno

VALUTAZIONI ECONOMICHE

Risparmio globale (56.010.000 – 26.637.500)	29.372.500 (-52,4%)	£/anno
Costo dell'intervento	130.000.000	Lire
Tempo di ritorno dell'investimento	4,4	anni

ULTERIORI VANTAGGI OLTRE A QUELLO ECONOMICO

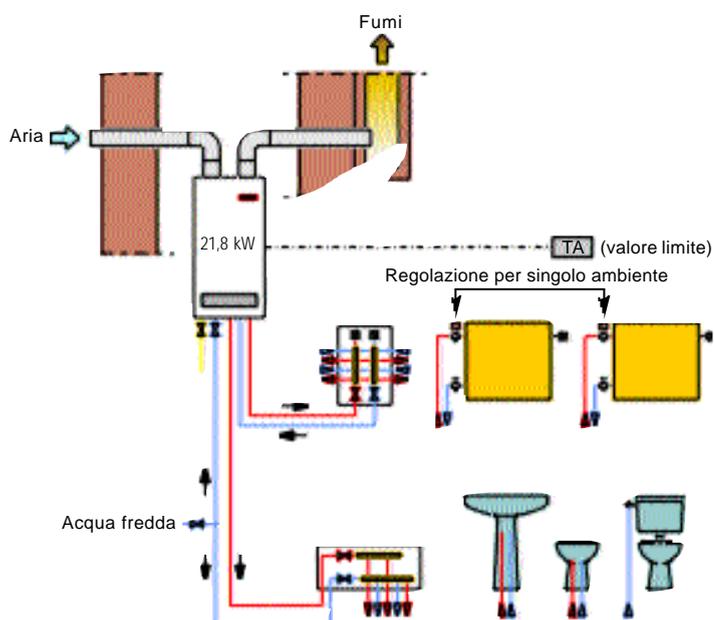
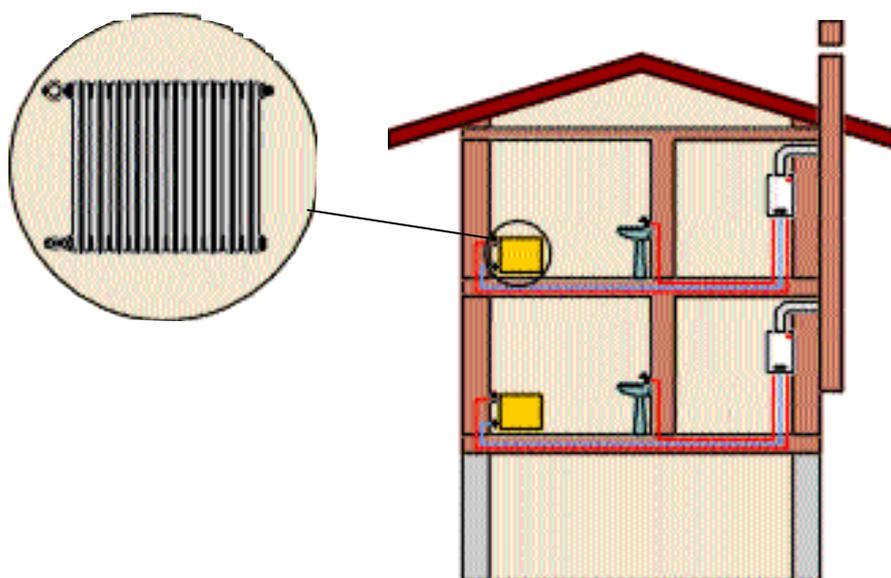
- RISPONDEZZA CON LA NORMATIVA VIGENTE E RIDUZIONE DELL'INQUINAMENTO.
- SOSTITUZIONE DEL GENERATORE NON PIÙ AFFIDABILE PER OBSOLESCENZA CON ALTRO NUOVO A LUNGA DURATA.
- AUTONOMIA GESTIONALE.
- MIGLIORE BENESSERE ED IGIENE AMBIENTALE.

SCHEDA N. 9 A e B

CONDOMINIO: INTERVENTO INTEGRATO, CON TRASFORMAZIONE DA IMPIANTO CENTRALIZZATO AD IMPIANTI AUTONOMI (GENERATORI UNIFAMILIARI A GAS)

OGGETTO DELL'INTERVENTO

- TRASFORMAZIONE DELL'IMPIANTO CENTRALIZZATO IN IMPIANTI AUTONOMI CON GENERATORI SINGOLI A GAS PER IL RISCALDAMENTO E LA PRODUZIONE DELL'ACQUA CALDA SANITARIA, COMPRESO RIFACIMENTO DELLA RETE INTERNA DI DISTRIBUZIONE E REALIZZAZIONE DI IDONEI CAMINI SECONDO UNI 10641 (SOLO CASO A).
- RADDOPPIO DELLA POTENZA TERMICA NOMINALE DEI CORPI SCALDANTI CON AGGIUNTA DI SUPERFICIE RIFLETTENTE.
- INSTALLAZIONE DELLA REGOLAZIONE TERMOSTATICA PER SINGOLO AMBIENTE CON AUMENTO DEL SALTO TERMICO A 40 °C.



RISCALDAMENTO

Rendimento di regolazione $h_c = 0,96$	Descrizione: conduzione con spegnimento notturno per 10 ore; preregolazione manuale della temperatura di mandata a punto fisso e regolazione finale per singolo ambiente mediante valvole termostatiche autoazionate. Osservazioni: valore buono, conseguente all'intervento in oggetto.
Rendimento di emissione $h_e = 0,942$	Descrizione: corpi scaldanti statici (potenza nominale installata pari a 340 kW) alimentati alla temperatura media di 55 °C (70° - 40°) posti sulle pareti esterne non isolate, con pannelli riflettenti. Osservazioni: valore migliorato in conseguenza dell'aumento della potenza termica nominale dei corpi scaldanti.
Rendimento di distribuzione $h_d = 0,95$	Descrizione: tubazioni di distribuzione in rame preisolato, ubicate all'interno dell'involucro riscaldato. Osservazioni: valore migliorato in conseguenza del rifacimento della rete di distribuzione e della riduzione della temperatura dell'acqua nella rete.
Rendimento di produzione $h_p = 0,89$	Descrizione: generatori di calore autonomi a gas di tipo stagno (tipo C) da 21,8 kW utili ciascuno (27,3 kW utili per l'ultimo piano), ad alto rendimento, (perdite dal mantello: 0,1%) con combustione assistita da ventilatore, in grado di offrire un rendimento di combustione del 91% (perdite al camino a bruciatore spento: 0,1%). Osservazioni: valore buono, medio dei 26 generatori (valori minimo e massimo: 85,9 e 90,8).
Rendimento globale $h_g = 0,77$	Descrizione: rendimento globale medio stagionale, valutato secondo norma UNI 10348. Osservazioni: valore buono, ottenuto grazie all'insieme degli interventi sopra descritti.
$fc = 0,9$	Fattore di contabilizzazione, legato all'intervento in oggetto (non ancora preso in considerazione dalla normativa).

Consumo stagionale di energia primaria	682.884	MJ/anno
Consumo stagionale di combustibile	18.763	m ³ /anno
Consumo stagionale di energia elettrica	4.505	kWh/anno
Spesa annua per combustibile ed energia elettrica	19.889.250	€/anno

ACQUA CALDA SANITARIA

Rendimento di regolazione $h_c = 0,95$	Descrizione: boiler da circa 45 litri con termostato di regolazione al valore desiderato dall'utente. Osservazioni: miglioramento del rendimento di regolazione valutato, in assenza di indicazioni normative.
Rendimento di distribuzione $h_d = 0,88$	Descrizione: allacciamento del boiler alla rete interna esistente, senza ricircolo. Osservazioni: valore del rendimento migliorato per l'eliminazione del montante e della rete di ricircolo (valutato, in assenza di indicazioni normative).
Rendimento di produzione $h_p = 0,873$	Descrizione: generatore unico: vedi riscaldamento. Osservazioni: valore meno favorevole di quello relativo al riscaldamento, per il ridotto carico termico estivo.
Rendimento globale $h_g = 0,73$	Descrizione: rendimento globale conseguente ai rendimenti sopra descritti. Osservazioni: valore buono.
$fc = 0,9$	Fattore di contabilizzazione, legato all'intervento in oggetto (non ancora preso in considerazione dalla normativa).

Consumo stagionale di energia primaria	326.149	MJ/anno
Consumo stagionale di combustibile	8.961	m ³ /anno
Consumo stagionale di energia elettrica	2.151	kWh/anno
Spesa annua per combustibile ed energia elettrica	9.498.750	€/anno

GLOBALE

Consumo stagionale di energia primaria	1.009.033	MJ/anno
Consumo stagionale di combustibile	27.724	m ³ /anno
Consumo stagionale di energia elettrica	6.656	kWh/anno
Spesa annua per combustibile ed energia elettrica	29.388.000	€/anno

VALUTAZIONI ECONOMICHE

Risparmio globale (56.010.000 – 29.388.000)	26.622.000 (-47,5%)	€/anno
---	----------------------------	--------

CASO A, che prevede nuovi camini e rifacimento della rete di distribuzione

Costo dell'intervento	252.000.000	Lire
Tempo di ritorno dell'investimento	9,5	anni

CASO B, che prevede l'esistenza di camini e rete idonei

Costo dell'intervento	112.000.000	Lire
Tempo di ritorno dell'investimento	4,2	anni

ULTERIORI VANTAGGI OLTRE A QUELLO ECONOMICO

- RISPONDEZZA CON LA NORMATIVA VIGENTE E RIDUZIONE DELL'INQUINAMENTO.
- SOSTITUZIONE DEL GENERATORE NON PIÙ AFFIDABILE PER OBSOLESCENZA CON ALTRI NUOVI.
- COMPLETA AUTONOMIA GESTIONALE.
- MIGLIORE BENESSERE ED IGIENE AMBIENTALE.

VILLA UNIFAMILIARE

L'esempio si riferisce ad una villa unifamiliare costruita alla fine degli anni 60 in provincia di Milano.

Gli impianti sono caratterizzati da un unico generatore adibito alla produzione combinata per il riscaldamento e per l'acqua calda sanitaria, mediante scambiatore ad accumulo.

Stato attuale dell'involucro edilizio.

L'involucro edilizio è caratterizzato da una dispersione di energia utile per riscaldamento, nelle condizioni di esercizio, di 169.200 MJ/a, pari a 172,7 MJ/m³·a.

Si tratta di valori elevati, se pure tipici del tipo di costruzione di cui trattasi, di conformazione articolata e costruita con strutture non isolate.

Vale la pena di analizzare le dispersioni, componente per componente, al fine di verificare le eventuali possibilità di intervento.

RIPARTIZIONE DELLE DISPERSIONI

Dispersioni dei componenti finestrati					
Descrizione	U W/m ² K	Sup. tot. m ²	Temp. est. °C	Pd W	Fraz. di Pdt %
Finestra vetro semplice	4,90	9,15	-5	1.186	4,4
Porta finestra vetro semplice	5,00	35,21	-5	4.900	18,2
Totale dei componenti finestrati		44,36		6.086	22,6

Dispersioni delle strutture opache					
Descrizione	U W/m ² K	Sup. tot. m ²	Temp. est. °C	Pd W	Fraz. di Pdt %
Parete esterna	1,32	172,94	-5	6.257	23,3
Parete sottofinestra	2,82	5,30	-5	387	1,4
Parete contro terra	2,15	126,05	2	4.878	18,1
Parete interna laterizio	1,89	56,87	5	1.613	6,0
Parete scale	2,75	21,47	5	886	3,3
Porta interna	1,84	7,92	5	219	0,8
Parete cantina fuori terra	1,96	9,63	-5	504	1,9
Pavimento su terreno	0,41	110,00	-5	1.128	4,2
Pavimento su cantina	1,34	91,00	12	976	3,6
Soffitto sottotetto	1,04	172,80	-2	3.954	14,7
Totale delle strutture opache		773,98		20.802	77,4
Totale generale		818,34		26.888	100,0

La tabella riassuntiva delle dispersioni dell'edificio evidenzia due strutture: la parete contro terra ed il soffitto sottotetto, responsabili rispettivamente del 18,1 e del 14,7% delle dispersioni.

Trattandosi di strutture facilmente ed economicamente isolabili, questo intervento viene incluso fra quelli illustrati nella scheda n. 11.

Stato attuale dell'impianto.

L'impianto esistente, di tipo centralizzato, è così costituito:

- emissione del calore: corpi scaldanti statici dimensionati secondo UNI 7357;
- regolazione: climatica centrale con sonda esterna, agente sulla valvola miscelatrice;

- distribuzione: impianto a due tubi con distribuzione dal basso (a sorgente) con montanti nei muri esterni;
- produzione: la produzione del calore è affidata ad un unico generatore da 59,6 kW utili, che provvede al riscaldamento ed alla produzione dell'acqua calda sanitaria mediante scambiatore ad accumulo da 100 litri.

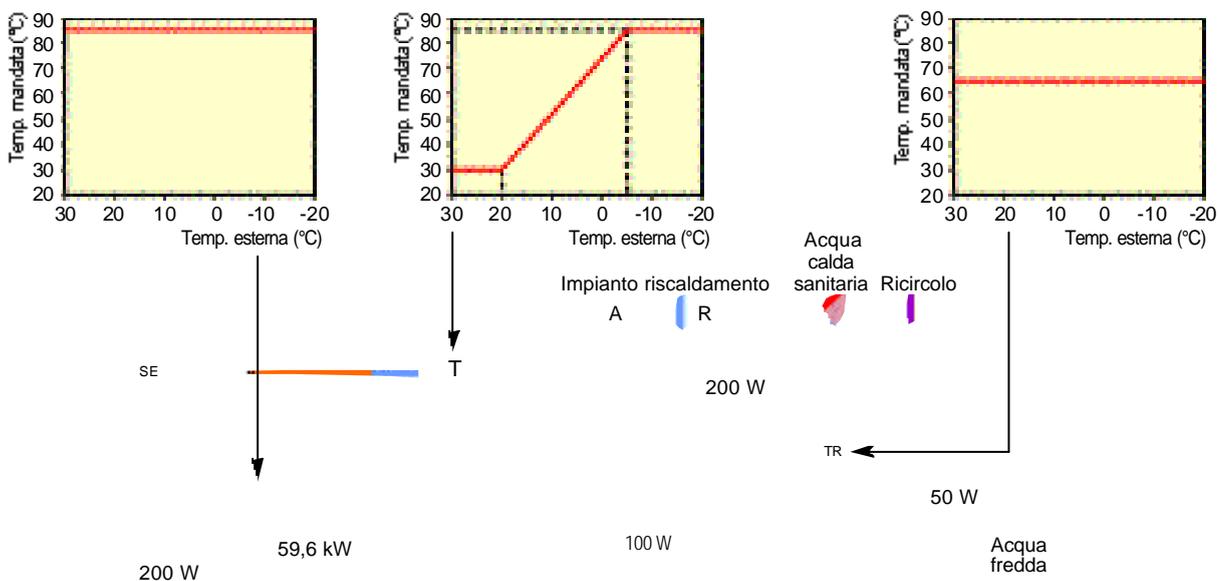
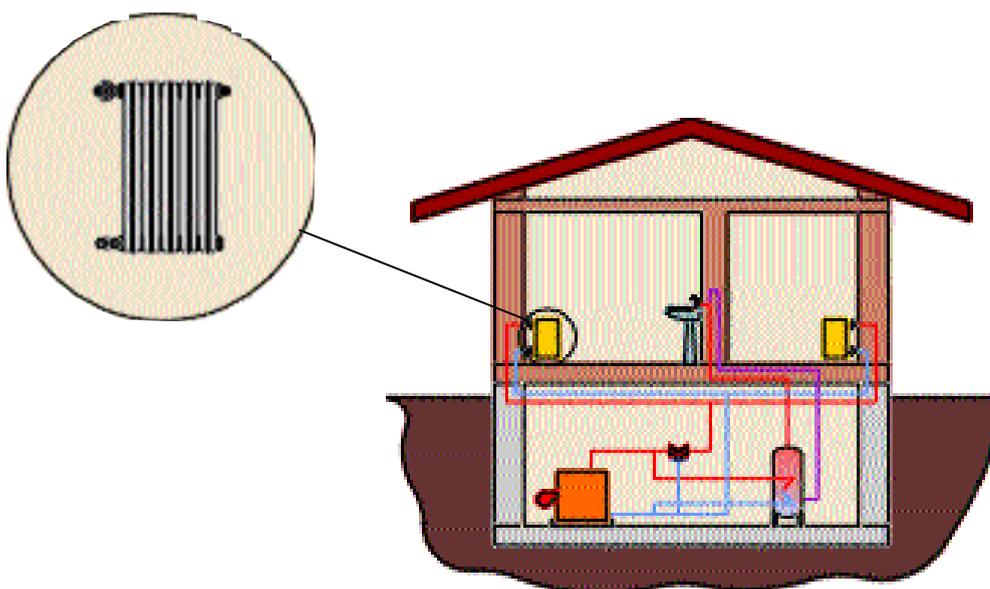
Lo stato attuale dell'impianto è descritto dalla scheda n. 10, che costituisce la base di riferimento per la successiva simulazione di intervento integrato di risparmio energetico.

Prezzi di riferimento per la valutazione dei costi di riscaldamento.

Per la valutazione dei costi di riscaldamento si fa riferimento ad un prezzo del gas di 1000 £/m³ e dell'energia elettrica di 250 £/kWh.

SCHEDA N. 10

VILLA UNIFAMILIARE: SITUAZIONE ATTUALE DI RIFERIMENTO



RISCALDAMENTO

Rendimento di regolazione $h_c = 0,906$	Descrizione: conduzione con spegnimento notturno per 10 ore; regolazione climatica centrale con sonda esterna agente su valvola miscelatrice; radiatori equipaggiati con valvole di regolazione manuali. Osservazioni: valore normale, conseguente alla modesta quantità di sole incidente sull'edificio. Può essere tuttavia migliorato.
Rendimento di emissione $h_e = 0,907$	Descrizione: corpi scaldanti statici (potenza nominale installata pari a 31,0 kW) alimentati alla temperatura media di 80 °C (85° - 75°) posti sulle pareti esterne non isolate e prive di pannelli riflettenti. Osservazioni: valore normale, tuttavia migliorabile, con riflessi economici e sul benessere.
Rendimento di distribuzione $h_d = 0,92$	Descrizione: tubazioni di distribuzione correnti sotto traccia (non isolabili se non con il rifacimento della distribuzione). Osservazioni: valore piuttosto basso, migliorabile con la riduzione della temperatura di alimentazione dei corpi scaldanti.
Rendimento di produzione $h_p = 0,736$	Descrizione: generatore di calore sovradimensionato, da 59,6 kW utili, poco isolato (perdite dal mantello: 3,6%) con bruciatore privo di serranda sull'aria comburente (perdite al camino a bruciatore spento: 0,8%), in grado di offrire un rendimento di combustione di circa 82%. Osservazioni: valore decisamente basso, da migliorare.
Rendimento globale $h_g = 0,556$	Descrizione: rendimento globale medio stagionale, valutato secondo norma UNI 10348. Osservazioni: valore decisamente basso, da migliorare.
$fc = 0,9$	Fattore di contabilizzazione, per gestione autonoma (non ancora preso in considerazione dalla normativa).

Consumo stagionale di energia primaria	304.154	MJ/anno
Consumo stagionale di combustibile	8.478	m ³ /anno
Consumo stagionale di energia elettrica	1.592	kWh/anno
Spesa annua per combustibile ed energia elettrica	8.876.000	£/anno

ACQUA CALDA SANITARIA

Rendimento di regolazione $h_c = 0,90$	Descrizione: termostato on-off, agente sulla pompa di alimentazione del circuito primario del boiler, tarato a 65 °C. Osservazioni: valore del rendimento valutato, in assenza di indicazioni normative.
Rendimento di distribuzione $h_d = 0,73$	Descrizione: tubazioni di adduzione e di ricircolo correnti sotto traccia (non isolabili se non con il completo rifacimento della rete). Osservazioni: valore del rendimento valutato, in assenza di indicazioni normative. Può essere migliorato riducendo la temperatura di immissione in rete ed eliminando il ricircolo.
Rendimento di produzione $h_p = 0,703$	Descrizione: unico generatore. Osservazioni: valore inferiore a quello per riscaldamento a causa del basso carico termico estivo.
Rendimento globale $h_g = 0,462$	Descrizione: il valore del rendimento è decisamente basso a causa soprattutto del sovradimensionamento, in particolare nella stagione estiva. Osservazioni: valore decisamente basso, da migliorare.
$fc = 0,9$	Fattore di contabilizzazione, per gestione autonoma (non ancora preso in considerazione dalla normativa).

Consumo stagionale di energia primaria (6,5 pers.)	52.058	MJ/anno
Consumo stagionale di combustibile	1.451	m ³ /anno
Consumo stagionale di energia elettrica	272	kWh/anno
Spesa annua per combustibile ed energia elettrica	1.519.000	£/anno

GLOBALE

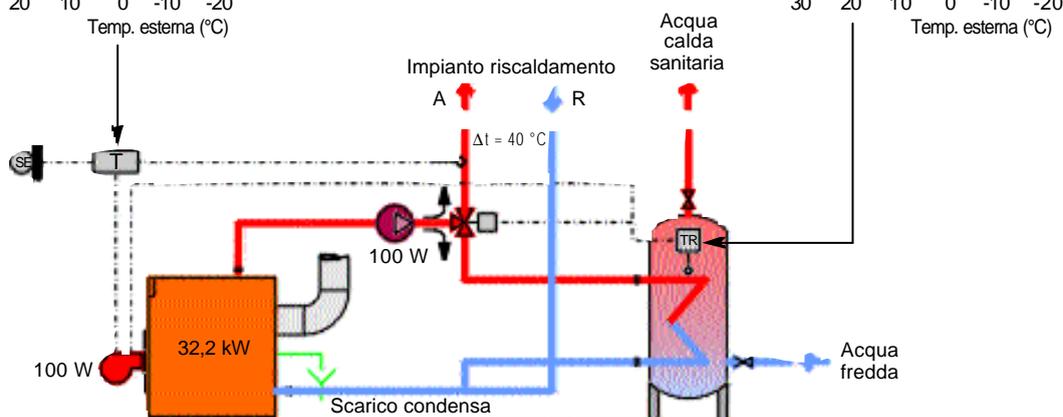
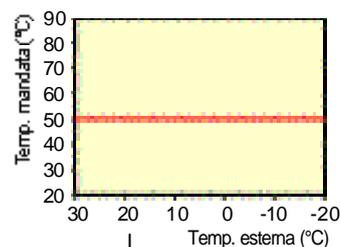
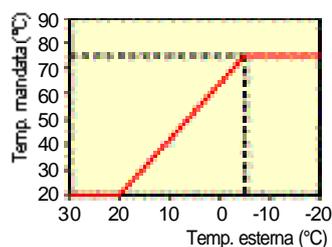
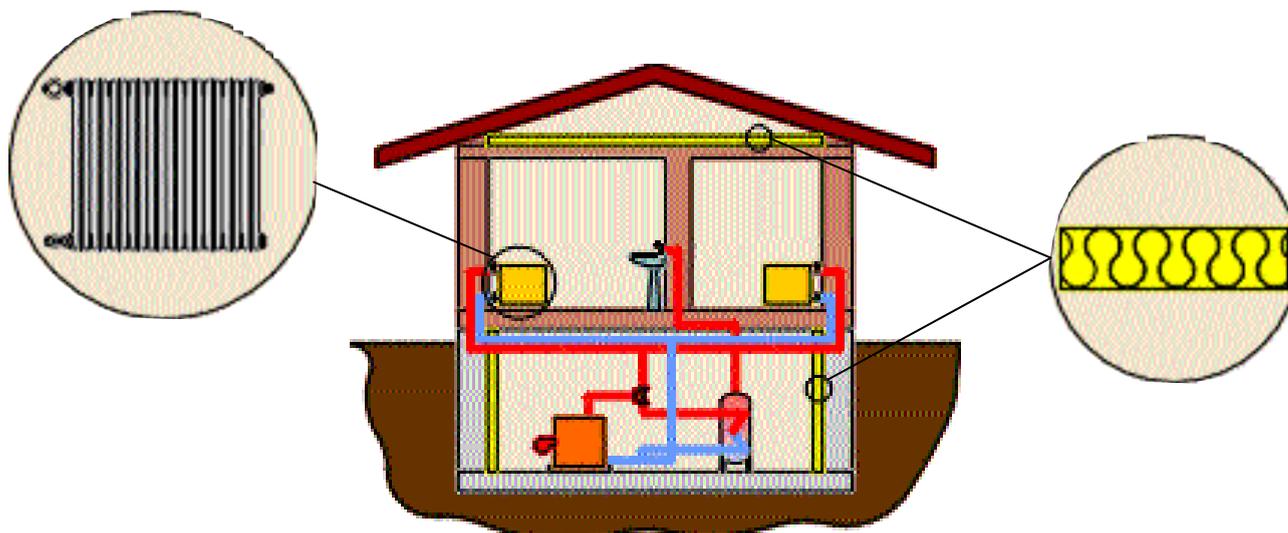
Consumo stagionale di energia primaria	356.212	MJ/anno
Consumo stagionale di combustibile	9.929	m ³ /anno
Consumo stagionale di energia elettrica	1.864	kWh/anno
Spesa annua per combustibile ed energia elettrica	10.395.000	£/anno

SCHEDA N. 11

VILLA UNIFAMILIARE: INTERVENTO INTEGRATO (GENERATORE UNICO A CONDENSAZIONE)

OGGETTO DELL'INTERVENTO

- ISOLAMENTO TERMICO DELLA PARETE CONTRO TERRA E DEL SOFFITTO SOTTOTETTO.
- RADDOPPIO DELLA POTENZA TERMICA NOMINALE DEI CORPI SCALDANTI (RISPETTO ALLA POTENZA UNI 7357) CON AGGIUNTA DI SUPERFICIE RIFLETLENTE.
- INSTALLAZIONE DELLA REGOLAZIONE TERMOSTATICA, CON AUMENTO DEL SALTO TERMICO A 40 °C ED ADEGUAMENTO DELLE POMPE.
- RIDUZIONE DELLA TEMPERATURA DI IMMISSIONE IN RETE DELL'ACQUA CALDA SANITARIA ED ELIMINAZIONE DEL RICIRCOLO.
- SOSTITUZIONE DEL GENERATORE CON UN GENERATORE A CONDENSAZIONE PREPOSTO AD ENTRAMBI I SERVIZI: RISCALDAMENTO E PRODUZIONE AD ACCUMULO DI ACQUA CALDA SANITARIA.



RISCALDAMENTO

Rendimento di regolazione $h_c = 0,97$	Descrizione: conduzione con spegnimento notturno per 10 ore; prerogolazione climatica centrale agente sul bruciatore e regolazione finale per singolo ambiente mediante valvole termostatiche autoazionate. Osservazioni: valore molto buono, conseguente all'intervento in oggetto.
Rendimento di emissione $h_e = 0,942$	Descrizione: corpi scaldanti statici (potenza nominale installata pari a 50,0 kW) alimentati alla temperatura media di 55 °C (75° - 35°) posti sulle pareti esterne non isolate, con pannelli riflettenti. Osservazioni: valore migliorato in conseguenza dell'aumento della potenza termica nominale dei corpi scaldanti.
Rendimento di distribuzione $h_d = 0,96$	Descrizione: tubazioni di distribuzione correnti sotto traccia (non isolabili se non con il rifacimento della distribuzione). Osservazioni: valore migliorato in conseguenza della riduzione della temperatura dell'acqua nella rete.
Rendimento di produzione $h_p = 1,04$	Descrizione: generatore di calore da 32,2 kW utili, a condensazione, (perdite dal mantello: 0,7%) con bruciatore provvisto di serranda sull'aria comburente (perdite al camino a bruciatore spento: 0,1%), in grado di offrire un rendimento di combustione superiore al 97%. Osservazioni: valore ottimo ottenibile solo con generatori a condensazione.
Rendimento globale $h_g = 0,916$	Descrizione: rendimento globale medio stagionale, valutato secondo norma UNI 10348. Osservazioni: valore ottimo, ottenuto grazie all'insieme degli interventi sopra descritti.
$fc = 0,9$	Fattore di contabilizzazione, per gestione autonoma (non ancora preso in considerazione dalla normativa).

Consumo stagionale di energia primaria	128.026	MJ/anno
Consumo stagionale di combustibile	3.604	m ³ /anno
Consumo stagionale di energia elettrica	548	kWh/anno
Spesa annua per combustibile ed energia elettrica	3.741.000	£/anno

ACQUA CALDA SANITARIA

Rendimento di regolazione $h_c = 0,95$	Descrizione: termostato on-off tarato a 50 °C, agente sulla valvola deviatrice e sulla pompa di circolazione. Osservazioni: miglioramento del rendimento di regolazione valutato, in assenza di indicazioni normative.
Rendimento di distribuzione $h_d = 0,88$	Descrizione: eliminazione del circuito di ricircolo. Osservazioni: valore del rendimento migliorato per la riduzione della temperatura di accumulo e distribuzione e per l'eliminazione del ricircolo (valutato, in assenza di indicazioni normative).
Rendimento di produzione $h_p = 1,03$	Descrizione: generatore unico: vedi riscaldamento. Osservazioni: valore meno favorevole di quello relativo al riscaldamento, per la maggiore temperatura di ritorno.
Rendimento globale $h_g = 0,861$	Descrizione: il generatore di calore dedicato anche alla produzione dell'acqua calda, ma del tipo a condensazione, correttamente dimensionato, consente un ottimo miglioramento del rendimento globale. Osservazioni: valore nettamente buono per un impianto esistente.
$fc = 0,9$	Fattore di contabilizzazione, per gestione autonoma (non ancora preso in considerazione dalla normativa).

Consumo stagionale di energia primaria	22.125	MJ/anno
Consumo stagionale di combustibile	623	m ³ /anno
Consumo stagionale di energia elettrica	95	kWh/anno
Spesa annua per combustibile ed energia elettrica	646.750	£/anno

GLOBALE

Consumo stagionale di energia primaria	150.151	MJ/anno
Consumo stagionale di combustibile	4.227	m ³ /anno
Consumo stagionale di energia elettrica	643	kWh/anno
Spesa annua per combustibile ed energia elettrica	4.387.750	£/anno

VALUTAZIONI ECONOMICHE

Risparmio globale (10.395.000 – 4.387.750)	6.007.250 (-57,8%)	£/anno
Costo dell'intervento	39.000.000	Lire
Tempo di ritorno dell'investimento	6,5	anni

ULTERIORI VANTAGGI OLTRE A QUELLO ECONOMICO

- RISPONDERE CON LA NORMATIVA VIGENTE E RIDUZIONE DELL'INQUINAMENTO.
- SOSTITUZIONE DEL GENERATORE NON PIÙ AFFIDABILE PER OBSOLESCENZA CON ALTRO NUOVO.
- MIGLIORE BENESSERE ED IGIENE AMBIENTALE.

APPARTAMENTO CON IMPIANTO AUTONOMO

L'esempio si riferisce ad un appartamento con impianto unifamiliare, situato all'ultimo piano di un edificio condominiale costruito all'inizio degli anni 70 in provincia di Milano.

L'impianto di riscaldamento è alimentato da un generatore a gas a basamento, mentre l'acqua calda sanitaria è prodotta a mezzo di uno scaldabagno a gas istantaneo.

Stato attuale dell'involucro edilizio.

L'involucro edilizio è caratterizzato da una dispersione di energia utile per riscaldamento, nelle condizioni di esercizio, di 48.922 MJ/a, pari a 152,9 MJ/m³·a.

Si tratta di valori elevati, se pure tipici del tipo di costruzione di cui trattasi per l'ubicazione all'ultimo piano.

Vale la pena di analizzare le dispersioni, componente per componente, al fine di verificare le eventuali possibilità di intervento.

RIPARTIZIONE DELLE DISPERSIONI

Dispersioni dei componenti finestrati					
Descrizione	U W/m ² K	Sup. tot. m ²	Temp. est. °C	Pd W	Fraz. di Pdt %
Finestra 150 x 150	5,42	2,25	-6	333	3,2
Porta finestra 165 x 240	5,45	13,81	-6	2.236	21,5
Finestra 80 x 150	5,35	1,20	-6	200	1,9
Totale dei componenti finestrati		17,26		2.769	26,7

Dispersioni delle strutture opache					
Descrizione	U W/m ² K	Sup. tot. m ²	Temp. est. °C	Pd W	Fraz. di Pdt %
Muratura esterna	1,25	74,80	-6	2.716	26,2
Muratura sottofinestra	2,25	2,07	-6	134	1,3
Muratura vano scala	2,47	19,20	12	379	3,7
Porta di ingresso	1,41	2,40	12	27	0,3
Cassonetto	2,70	5,65	-6	450	4,3
Soffitto sottotetto	1,89	93,90	-2	3.904	37,6
Totale delle strutture opache		198,02		7.610	73,3
Totale generale		215,28		10.379	100,0

La tabella riassuntiva delle dispersioni dell'appartamento evidenzia una struttura: il soffitto sottotetto, responsabile da sola del 37,6 % delle dispersioni totali di calore.

Trattandosi di struttura facilmente ed economicamente isolabile, questo intervento viene incluso fra quelli illustrati nella scheda n. 13.

Stato attuale dell'impianto.

L'impianto esistente è così costituito:

- emissione del calore: corpi scaldanti statici dimensionati secondo UNI 7357;
- regolazione: termostato ambiente on-off in serie al termostato di caldaia;
- distribuzione: impianto a due tubi con distribuzione sotto pavimento;

- produzione: la produzione del calore è affidata ad un generatore a gas a basamento da 25,6 kW utili, per il riscaldamento e ad un boiler istantaneo a gas da 16,0 kW utili per l'acqua calda sanitaria.

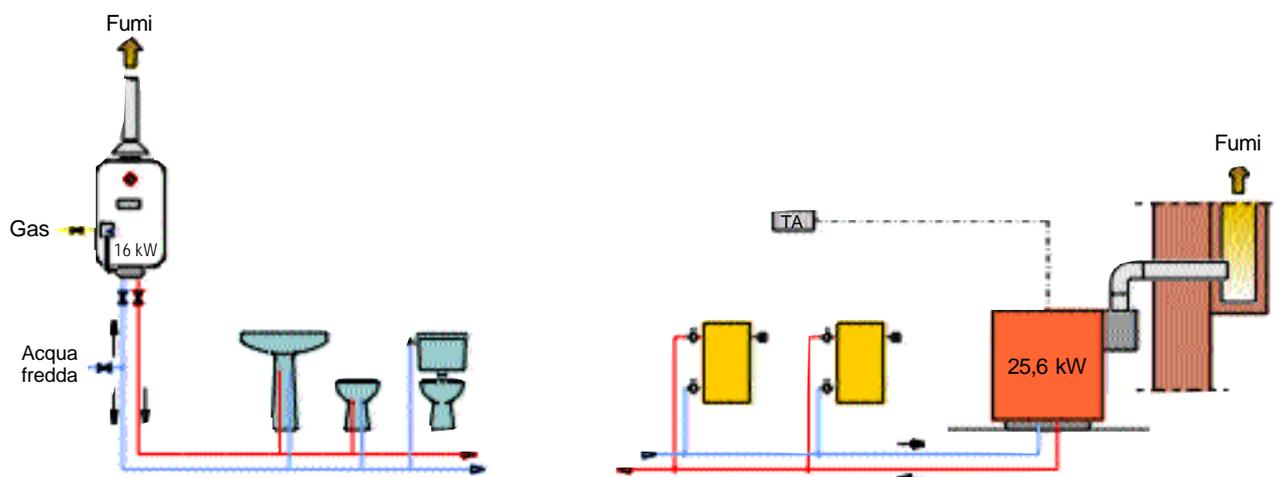
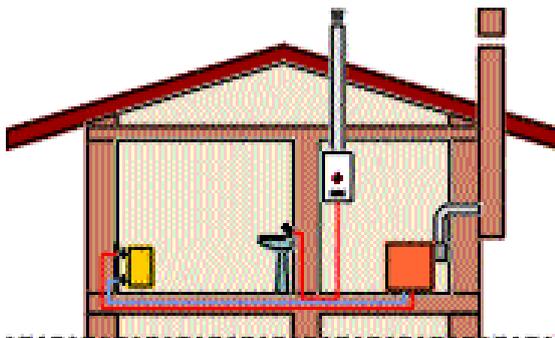
Lo stato attuale dell'impianto è descritto dalla scheda n. 12, che costituisce la base di riferimento per la successiva simulazione di intervento integrato di risparmio energetico.

Prezzi di riferimento per la valutazione dei costi di riscaldamento.

Per la valutazione dei costi di riscaldamento si fa riferimento ad un prezzo del gas di 1.000 £/m³ e dell'energia elettrica di 250 £/kWh.

SCHEDA N. 12

**APPARTAMENTO IN CONDOMINIO: SITUAZIONE ATTUALE DI RIFE-
RIMENTO**



RISCALDAMENTO

Rendimento di regolazione $h_c = 0,91$	Descrizione: conduzione con spegnimento notturno per 10 ore; regolazione ambiente con termostato on-off in serie al termostato di caldaia; radiatori equipaggiati con valvole di regolazione manuali. Osservazioni: valore accettabile, ma migliorabile.
Rendimento di emissione $h_e = 0,907$	Descrizione: corpi scaldanti statici (potenza nominale installata pari a 12 kW) alimentati alla temperatura media di 80 °C (85° - 75°) posti sulle pareti esterne non isolate e prive di pannelli riflettenti. Osservazioni: valore normale, tuttavia migliorabile, con riflessi economici e sul benessere.
Rendimento di distribuzione $h_d = 0,92$	Descrizione: tubazioni di distribuzione correnti sotto pavimento e nei muri esterni (non isolabili se non con il rifacimento della rete). Osservazioni: valore migliorabile con la riduzione della temperatura di alimentazione dei corpi scaldanti.
Rendimento di produzione $h_p = 0,795$	Descrizione: generatore di calore sovradimensionato, da 25,6 kW, poco isolato (perdite dal mantello: 4,5%) con bruciatore atmosferico (perdite al camino a bruciatore spento: 0,8%), in grado di offrire un rendimento di combustione di circa 80%. Osservazioni: valore basso, da migliorare.
Rendimento globale $h_g = 0,604$	Descrizione: rendimento globale medio stagionale, valutato secondo norma UNI 10348. Osservazioni: valore decisamente basso, da migliorare.
$fc = 0,9$	Fattore di contabilizzazione, per gestione autonoma (non ancora preso in considerazione dalla normativa).

Consumo stagionale di energia primaria	81.053	MJ/anno
Consumo stagionale di combustibile	2.311	m ³ /anno
Consumo stagionale di energia elettrica	246	kWh/anno
Spesa annua per combustibile ed energia elettrica	2.372.500	£/anno

GLOBALE

Consumo stagionale di energia primaria	97.865	MJ/anno
Consumo stagionale di combustibile	2.805	m ³ /anno
Consumo stagionale di energia elettrica	246	kWh/anno
Spesa annua per combustibile ed energia elettrica	2.866.500	£/anno

ACQUA CALDA SANITARIA

Rendimento di regolazione $h_c = 0,90$	Descrizione: boiler istantaneo a gas privo di miscelatore termostatico dell'acqua immessa nella rete. Osservazioni: valore del rendimento valutato, in assenza di indicazioni normative.
Rendimento di distribuzione $h_d = 0,88$	Descrizione: tubazioni di adduzione correnti sotto pavimento, senza ricircolo. Osservazioni: valore del rendimento valutato, in assenza di indicazioni normative.
Rendimento di produzione $h_p = 0,811$	Descrizione: boiler istantaneo a gas, da 16,0 kW utili, con bruciatore atmosferico, in grado di offrire un rendimento di combustione di circa 80%. Osservazioni: valore migliorabile.
Rendimento globale $h_g = 0,642$	Descrizione: il valore del rendimento è decisamente basso, se pure normale per il sistema di produzione di cui trattasi. Osservazioni: valore migliorabile.
$fc = 0,9$	Fattore di contabilizzazione, per gestione autonoma (non ancora preso in considerazione dalla normativa).

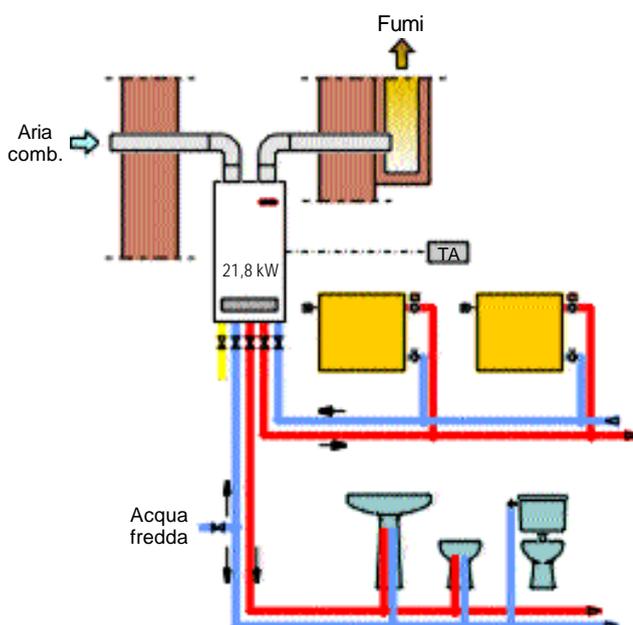
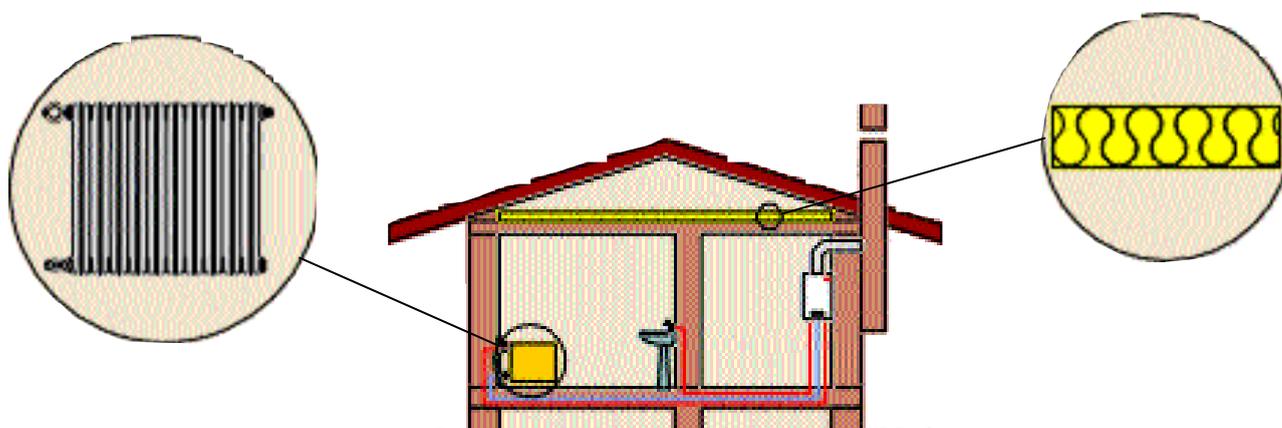
Consumo stagionale di energia primaria	16.812	MJ/anno
Consumo stagionale di combustibile	494	m ³ /anno
Consumo stagionale di energia elettrica	--	kWh/anno
Spesa annua per combustibile ed energia elettrica	494.000	£/anno

SCHEDA N. 13

APPARTAMENTO IN CONDOMINIO: INTERVENTO INTEGRATO, COME DA DESCRIZIONE (GENERATORE UNICO TIPO C AD ALTO RENDIMENTO)

OGGETTO DELL'INTERVENTO

- ISOLAMENTO TERMICO DEL SOFFITTO SOTTOTETTO.
- RADDOPPIO DELLA POTENZA TERMICA NOMINALE DEI CORPI SCALDANTI (RISPETTO ALLA POTENZA UNI 7357) CON AGGIUNTA DI SUPERFICI RIFLETTENTI.
- INSTALLAZIONE DELLA REGOLAZIONE TERMOSTATICA PER SINGOLO AMBIENTE, CON AUMENTO DEL SALTO TERMICO A 40 °C.
- RIDUZIONE DELLA TEMPERATURA DI IMMISSIONE IN RETE DELL'ACQUA CALDA SANITARIA.
- SOSTITUZIONE DEL GENERATORE E DELLO SCALDABAGNO CON UN UNICO GENERATORE AD ALTO RENDIMENTO PRE-POSTO AD ENTRAMBI I SERVIZI: RISCALDAMENTO E PRODUZIONE AD ACCUMULO DI ACQUA CALDA SANITARIA.



RISCALDAMENTO

Rendimento di regolazione $h_c = 0,97$	Descrizione: conduzione con spegnimento notturno per 10 ore; prerregolazione manuale con termostato di caldaia e regolazione finale per singolo ambiente mediante valvole termostatiche autoazionate. Osservazioni: valore molto buono, conseguente all'intervento in oggetto.
Rendimento di emissione $h_e = 0,942$	Descrizione: corpi scaldanti statici (potenza nominale installata pari a 18 kW) alimentati alla temperatura media di 55 °C (75° - 35°) posti sulle pareti esterne non isolate, con pannelli riflettenti. Osservazioni: valore migliorato in conseguenza dell'aumento della potenza termica nominale dei corpi scaldanti.
Rendimento di distribuzione $h_d = 0,96$	Descrizione: tubazioni di distribuzione correnti sotto traccia (non isolabili se non con il rifacimento della distribuzione). Osservazioni: valore migliorato in conseguenza della riduzione della temperatura di alimentazione dei corpi scaldanti.
Rendimento di produzione $h_p = 0,893$	Descrizione: generatore di calore da 21,8 kW utili, ad alto rendimento, (perdite dal mantello: 0,1%) di tipo C (perdite al camino a bruciatore spento: 0,1%), in grado di offrire un rendimento di combustione del 91%. Osservazioni: valore buono, ottenibile con i moderni generatori ad alto rendimento.
Rendimento globale $h_g = 0,784$	Descrizione: rendimento globale medio stagionale, valutato secondo norma UNI 10348. Osservazioni: valore buono, ottenuto grazie all'insieme degli interventi sopra descritti.
$fc = 0,9$	Fattore di contabilizzazione, per gestione autonoma (non ancora preso in considerazione dalla normativa).

Consumo stagionale di energia primaria	35.635	MJ/anno
Consumo stagionale di combustibile	983	m ³ /anno
Consumo stagionale di energia elettrica	220	kWh/anno
Spesa annua per combustibile ed energia elettrica	1.038.000	£/anno

ACQUA CALDA SANITARIA

Rendimento di regolazione $h_c = 0,95$	Descrizione: termostato on-off tarato a 50 °C, agente sulla valvola deviatrice e sulla pompa di circolazione. Osservazioni: miglioramento del rendimento di regolazione valutato, in assenza di indicazioni normative.
Rendimento di distribuzione $h_d = 0,92$	Descrizione: distribuzione sotto pavimento (non isolabile se non con il suo rifacimento). Osservazioni: valore del rendimento migliorato per la riduzione della temperatura di accumulo e distribuzione (valutato, in assenza di indicazioni normative).
Rendimento di produzione $h_p = 0,88$	Descrizione: generatore unico: vedi riscaldamento. Osservazioni: valore meno favorevole di quello relativo al riscaldamento, per il basso carico termico estivo.
Rendimento globale $h_g = 0,769$	Descrizione: il generatore di calore dedicato anche alla produzione dell'acqua calda, ma del tipo ad alto rendimento, correttamente dimensionato, consente un notevole miglioramento del rendimento globale. Osservazioni: valore buono per un impianto esistente.
$fc = 0,9$	Fattore di contabilizzazione, per gestione autonoma (non ancora preso in considerazione dalla normativa).

Consumo stagionale di energia primaria	14.585	MJ/anno
Consumo stagionale di combustibile	403	m ³ /anno
Consumo stagionale di energia elettrica	90	kWh/anno
Spesa annua per combustibile ed energia elettrica	425.500	£/anno

GLOBALE

Consumo stagionale di energia primaria	50.220	MJ/anno
Consumo stagionale di combustibile	1.386	m ³ /anno
Consumo stagionale di energia elettrica	310	kWh/anno
Spesa annua per combustibile ed energia elettrica	1.463.500	£/anno

VALUTAZIONI ECONOMICHE

Risparmio globale (2.866.500 – 1.463.500)	1.403.000 (-49,0%)	£/anno
Costo dell'intervento	9.500.000	Lire
Tempo di ritorno dell'investimento	6,7	anni

ULTERIORI VANTAGGI OLTRE A QUELLO ECONOMICO

- RISPONDEZZA CON LA NORMATIVA VIGENTE E RIDUZIONE DELL'INQUINAMENTO.
- SOSTITUZIONE DEL GENERATORE NON PIÙ AFFIDABILE PER OBSOLESCENZA CON ALTRO NUOVO.
- MIGLIORE BENESSERE ED IGIENE AMBIENTALE.

EDIFICIO INDUSTRIALE

L'esempio si riferisce ad un piccolo edificio industriale costruito all'inizio degli anni 70 in provincia di Vercelli. L'impianto di riscaldamento è costituito da un generatore di aria calda ubicato nello stesso volume riscaldato.

Stato attuale dell'involucro edilizio.

L'involucro edilizio è caratterizzato da una dispersione di energia utile per riscaldamento, nelle condizioni di esercizio, di 345.665 MJ/a, pari a 58,2 MJ/m³-a.

Si tratta di valori non elevati, tipici del tipo di costruzione di cui trattasi, caratterizzato da basso valore S/V.

Vale tuttavia la pena di analizzare le dispersioni, componente per componente, al fine di verificare le eventuali possibilità di intervento.

RIPARTIZIONE DELLE DISPERSIONI

Dispersioni dei componenti finestrati					
Descrizione	U W/m ² K	Sup. tot. m ²	Temp. est. °C	Pd W	Fraz. di Pdt %
Finestra	6,31	46,27	-10	9.142	7,2
Lucernario tipo 1	3,19	153,00	-10	13.665	10,8
Lucernario tipo 2	5,51	6,26	-10	1.035	0,8
Totale dei componenti finestrati		205,53		23.842	18,8

Dispersioni delle strutture opache					
Descrizione	U W/m ² K	Sup. tot. m ²	Temp. est. °C	Pd W	Fraz. di Pdt %
Pannello	1,21	851,97	-10	32.373	25,5
Muro terrazzo	1,01	44,90	-10	1.398	1,1
Portone	0,69	97,87	-10	2.026	1,6
Pavimento	0,23	849,71	4	5.671	4,5
Pavimento su terrazzo	0,99	8,70	-10	258	0,2
Copertura industriale	2,53	719,87	-10	51.057	40,3
Soffitto a terrazzo	1,82	186,77	-10	10.194	8,0
Totale delle strutture opache		2.759,79		102.977	81,2
Totale generale		2.965,32		126.819	100,0

La tabella riassuntiva delle dispersioni dell'edificio industriale evidenzia una struttura: la copertura, responsabile da sola del 40,3% delle dispersioni totali di calore.

Trattandosi di struttura facilmente ed economicamente isolabile, questo intervento viene incluso fra quelli illustrati nelle schede n. 16, 17 e 18.

Stato attuale dell'impianto.

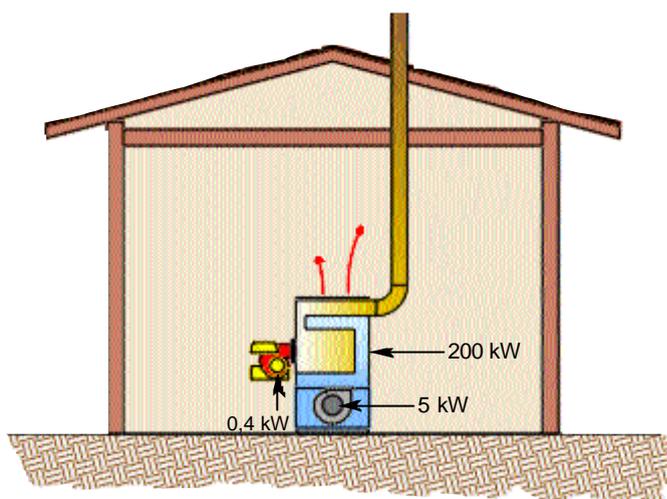
Lo stato attuale dell'impianto di riscaldamento è descritto dalla scheda n. 14, che costituisce la base di riferimento per le successive simulazioni di interventi di risparmio energetico.

Prezzi di riferimento per la valutazione dei costi di riscaldamento.

Per la valutazione dei costi di riscaldamento si fa riferimento ad un prezzo del gas di 1.000 £/m³ e dell'energia elettrica di 250 £/kWh.

SCHEDA N. 14

EDIFICIO INDUSTRIALE: SITUAZIONE ATTUALE DI RIFERIMENTO



SOLO RISCALDAMENTO

Rendimento di regolazione $h_c = 0,92$	Descrizione: conduzione con spegnimento notturno per 10 ore; regolazione ambiente con termostato ambiente on-off. Osservazioni: valore accettabile, ma ulteriormente migliorabile.
Rendimento di emissione $h_e = 0,75$	Descrizione: valutato, in assenza di riferimenti normativi. Osservazioni: valore medio stagionale basso in conseguenza del gradiente notevole.
Rendimento di distribuzione $h_d = 1,0$	Descrizione: immissione dell'aria in ambiente, senza canalizzazioni. Osservazioni: valore unitario, per assenza di perdite di distribuzione.
Rendimento di produzione $h_p = 0,776$	Descrizione: generatore di aria calda, da 200 kW utili, con bruciatore privo di serranda sull'aspirazione dell'aria comburente (perdite al camino a bruciatore spento: 0,8 %), in grado di offrire un rendimento di combustione di circa 80 %. Osservazioni: valore decisamente basso, da migliorare.
Rendimento globale $h_g = 0,535$	Descrizione: rendimento globale medio stagionale, valutato secondo norma UNI 10348. Osservazioni: valore decisamente basso, da migliorare.
$fc = 0,9$	Fattore di contabilizzazione, per gestione autonoma (non ancora preso in considerazione dalla normativa).

Consumo stagionale di energia primaria	645.920	MJ/anno
Consumo stagionale di combustibile	17.917	m ³ /anno
Consumo stagionale di energia elettrica	3.673	kWh/anno
Spesa annua per combustibile ed energia elettrica	18.835.250	£/anno

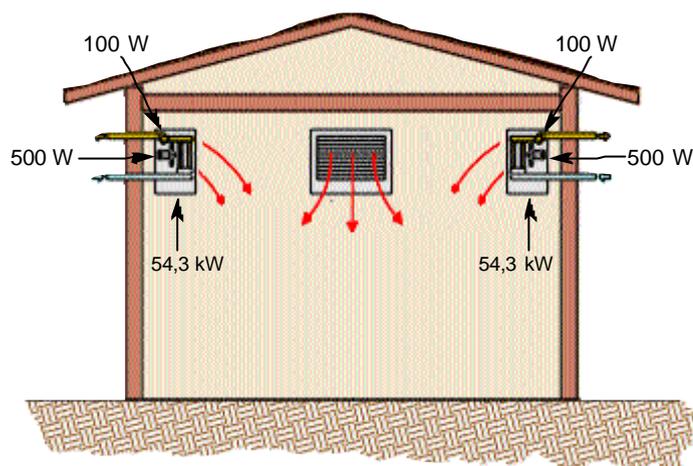
NOTA: La normativa UNI applicativa della legge 10/91 non prende ancora in considerazione gli ambienti di tipo industriale. Le valutazioni sopra riportate e quelle contenute nelle pagine che seguono, applicano tuttavia logiche analoghe a quelle previste dalla normativa riguardante gli edifici civili.

SCHEDA N. 15

EDIFICIO INDUSTRIALE: SOSTITUZIONE DEL GENERATORE DI ARIA CALDA CON TRE GENERATORI PENSILI DI TIPO INNOVATIVO

OGGETTO DELL'INTERVENTO

- INSTALLAZIONE DELLA REGOLAZIONE AMBIENTE PROPORZIONALE.
- SOSTITUZIONE DEL GENERATORE DI ARIA CALDA CON GENERATORI DI ARIA CALDA PENSILI INNOVATIVI.



SOLO RISCALDAMENTO

Rendimento di regolazione $h_c = 0,96$	Descrizione: conduzione con spegnimento notturno per 10 ore; regolazione con termostato ad azione proporzionale agente sul bruciatore. Osservazioni: valore migliorato in conseguenza dell'intervento.
Rendimento di emissione $h_e = 0,80$	Descrizione: valutato, in assenza di riferimenti normativi. Osservazioni: valore medio stagionale migliorato in conseguenza dell'intervento.
Rendimento di distribuzione $h_d = 1,0$	Descrizione: immissione dell'aria in ambiente, senza canalizzazioni. Osservazioni: valore unitario, per assenza di perdite di distribuzione.
Rendimento di produzione $h_p = 0,912$	Descrizione: tre generatori di aria calda pensili, da 54,3 kW utili, a camera stagna (tipo C) con ventilatore (perdite al camino a bruciatore spento: 0,01%), in grado di offrire un rendimento di combustione di circa 91,5%. Osservazioni: valore migliorato in conseguenza della migliore qualità dei generatori.
Rendimento globale $h_g = 0,70$	Descrizione: rendimento globale medio stagionale, valutato secondo norma UNI 10348. Osservazioni: valore migliorato, ottenuto grazie all'intervento sopra descritto.
$fc = 0,9$	Fattore di contabilizzazione, per gestione autonoma (non ancora preso in considerazione dalla normativa).

Consumo stagionale di energia primaria	493.751	MJ/anno
Consumo stagionale di combustibile	14.126	m ³ /anno
Consumo stagionale di energia elettrica	1.347	kWh/anno
Spesa annua per combustibile ed energia elettrica	14.462.750	£/anno

VALUTAZIONI ECONOMICHE

Risparmio globale (18.835.250 – 14.462.750)	4.372.500 (-23,2%)	£/anno
Costo dell'intervento	20.000.000	Lire
Tempo di ritorno dell'investimento	4,6	anni

ULTERIORI VANTAGGI OLTRE A QUELLO ECONOMICO

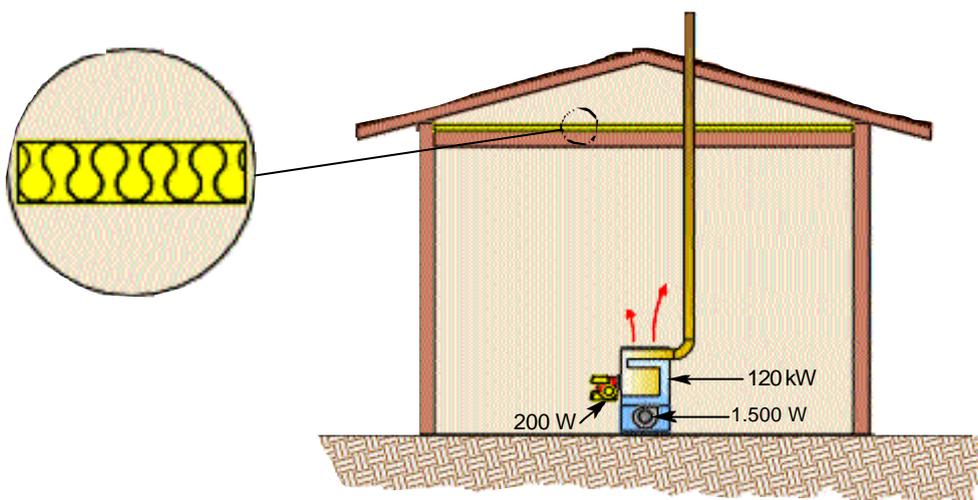
- RISPONDEZZA CON LA NORMATIVA VIGENTE E RIDUZIONE DELL'INQUINAMENTO.
- SOSTITUZIONE DEL GENERATORE NON PIÙ AFFIDABILE PER OBSOLESCENZA CON ALTRI NUOVI.
- MIGLIORE BENESSERE ED IGIENE AMBIENTALE.

SCHEDA N. 16

EDIFICIO INDUSTRIALE: INTERVENTO INTEGRATO (NUOVO GENERATORE AD ALTO RENDIMENTO)

OGGETTO DELL'INTERVENTO

- ISOLAMENTO TERMICO DELLA COPERTURA.
- INSTALLAZIONE DELLA REGOLAZIONE AMBIENTE PROPORZIONALE.
- SOSTITUZIONE DEL GENERATORE DI ARIA CALDA CON UN NUOVO GENERATORE AD ALTO RENDIMENTO.



SOLO RISCALDAMENTO

Rendimento di regolazione $h_c = 0,96$	Descrizione: conduzione con spegnimento notturno per 10 ore; regolazione con termostato ad azione proporzionale agente sul bruciatore. Osservazioni: valore migliorato in conseguenza dell'intervento.
Rendimento di emissione $h_e = 0,80$	Descrizione: valutato, in assenza di riferimenti normativi. Osservazioni: valore medio stagionale migliorato in conseguenza dell'intervento.
Rendimento di distribuzione $h_d = 1,0$	Descrizione: immissione dell'aria in ambiente, senza canalizzazioni. Osservazioni: valore unitario, per assenza di perdite di distribuzione.
Rendimento di produzione $h_p = 0,872$	Descrizione: generatore di aria calda, da 120 kW utili, con bruciatore dotato di serranda sull'aspirazione dell'aria comburente (perdite al camino a bruciatore spento: 0,1%), in grado di offrire un rendimento di combustione dell'87,7%. Osservazioni: valore migliorato in conseguenza della migliore qualità del generatore.
Rendimento globale $h_g = 0,67$	Descrizione: rendimento globale medio stagionale, valutato secondo norma UNI 10348. Osservazioni: valore migliorato, ottenuto grazie all'intervento sopra descritto.
$fc = 0,9$	Fattore di contabilizzazione, per gestione autonoma (non ancora preso in considerazione dalla normativa).

Consumo stagionale di energia primaria	334.325	MJ/anno
Consumo stagionale di combustibile	9.501	m ³ /anno
Consumo stagionale di energia elettrica	1.129	kWh/anno
Spesa annua per combustibile ed energia elettrica	9.783.250	£/anno

VALUTAZIONI ECONOMICHE

Risparmio globale (18.835.250 – 9.783.250)	9.052.000 (-48,1%)	£/anno
Costo dell'intervento	29.000.000	Lire
Tempo di ritorno dell'investimento	3,2	anni

ULTERIORI VANTAGGI OLTRE A QUELLO ECONOMICO

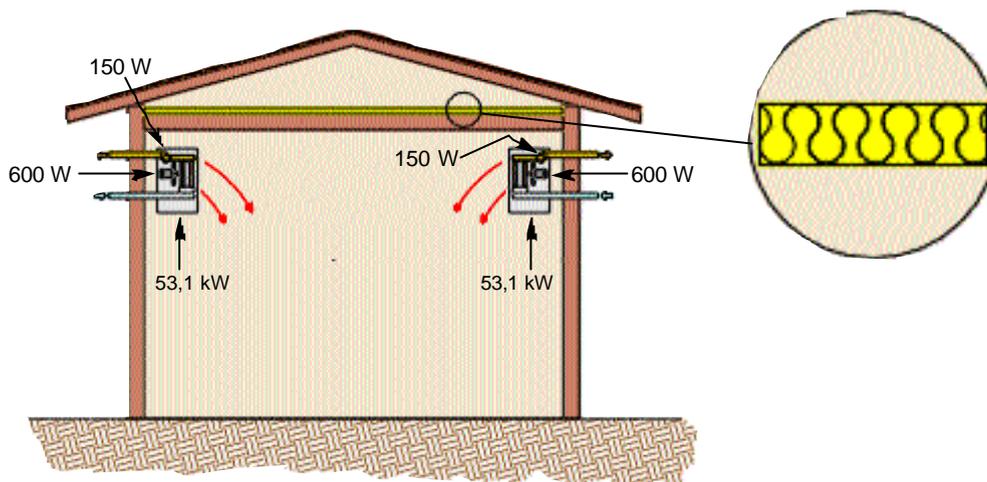
- RISPONDEZZA CON LA NORMATIVA VIGENTE E RIDUZIONE DELL'INQUINAMENTO.
- SOSTITUZIONE DEL GENERATORE NON PIÙ AFFIDABILE PER OBSOLESCENZA CON ALTRO NUOVO.
- MIGLIORE BENESSERE ED IGIENE AMBIENTALE.

SCHEDA N. 17

EDIFICIO INDUSTRIALE: INTERVENTO INTEGRATO (CON GENERATORI PENSILI TRADIZIONALI)

OGGETTO DELL'INTERVENTO

- ISOLAMENTO TERMICO DELLA COPERTURA.
- INSTALLAZIONE DELLA REGOLAZIONE AMBIENTE PROPORZIONALE.
- SOSTITUZIONE DEL GENERATORE DI ARIA CALDA CON GENERATORI DI ARIA CALDA PENSILI TRADIZIONALI.



SOLO RISCALDAMENTO

Rendimento di regolazione $h_c = 0,96$	Descrizione: conduzione con spegnimento notturno per 10 ore; regolazione con termostato ad azione proporzionale agente sul bruciatore. Osservazioni: valore migliorato in conseguenza dell'intervento.
Rendimento di emissione $h_e = 0,80$	Descrizione: valutato, in assenza di riferimenti normativi. Osservazioni: valore medio stagionale migliorato in conseguenza dell'intervento.
Rendimento di distribuzione $h_d = 1,0$	Descrizione: immissione dell'aria in ambiente, senza canalizzazioni. Osservazioni: valore unitario, per assenza di perdite di distribuzione.
Rendimento di produzione $h_p = 0,89$	Descrizione: due generatori di aria calda pensili, da 53,1 kW utili, a camera stagna (tipo C) con ventilatore (perdite al camino a bruciatore spento: 0,01%), in grado di offrire un rendimento di combustione di circa 90,5%. Osservazioni: valore migliorato in conseguenza della migliore qualità dei generatori.
Rendimento globale $h_g = 0,683$	Descrizione: rendimento globale medio stagionale, valutato secondo norma UNI 10348. Osservazioni: valore migliorato, ottenuto grazie all'intervento sopra descritto.
$fc = 0,9$	Fattore di contabilizzazione, per gestione autonoma (non ancora preso in considerazione dalla normativa).

Consumo stagionale di energia primaria	327.707	MJ/anno
Consumo stagionale di combustibile	9.306	m ³ /anno
Consumo stagionale di energia elettrica	1.131	kWh/anno
Spesa annua per combustibile ed energia elettrica	9.588.750	£/anno

VALUTAZIONI ECONOMICHE

Risparmio globale (18.835.250 – 9.588.750)	9.246.500 (-49,1%)	£/anno
Costo dell'intervento	31.000.000	Lire
Tempo di ritorno dell'investimento	3,4	anni

ULTERIORI VANTAGGI OLTRE A QUELLO ECONOMICO

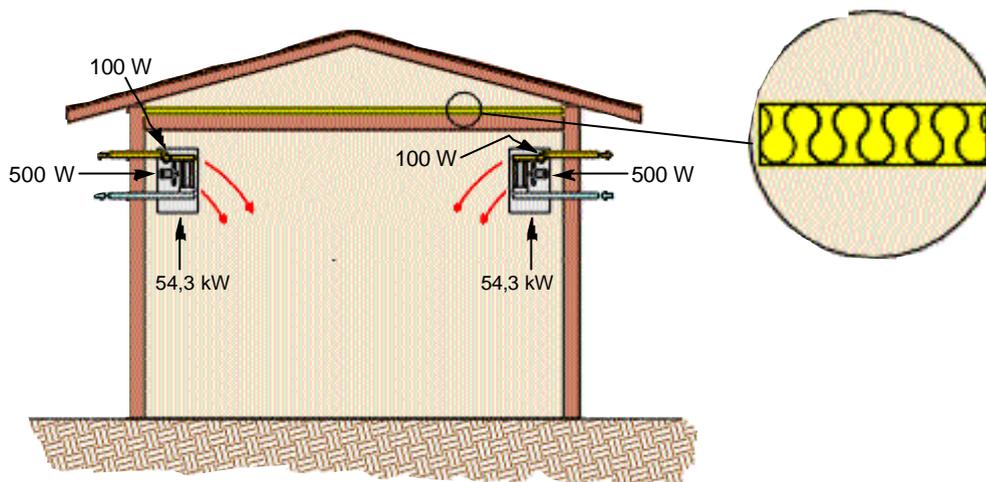
- RISPONDEZZA CON LA NORMATIVA VIGENTE E RIDUZIONE DELL'INQUINAMENTO.
- SOSTITUZIONE DEL GENERATORE NON PIÙ AFFIDABILE PER OBSOLESCENZA CON ALTRI NUOVI.
- MIGLIORE BENESSERE ED IGIENE AMBIENTALE.

SCHEDA N. 18

EDIFICIO INDUSTRIALE: INTERVENTO INTEGRATO (CON GENERATORI PENSILI INNOVATIVI)

OGGETTO DELL'INTERVENTO

- ISOLAMENTO TERMICO DELLA COPERTURA.
- INSTALLAZIONE DELLA REGOLAZIONE AMBIENTE PROPORZIONALE.
- SOSTITUZIONE DEL GENERATORE DI ARIA CALDA CON GENERATORI DI ARIA CALDA PENSILI INNOVATIVI.



SOLO RISCALDAMENTO

Rendimento di regolazione $h_c = 0,96$	Descrizione: conduzione con spegnimento notturno per 10 ore; regolazione con termostato ad azione proporzionale agente sul bruciatore. Osservazioni: valore migliorato in conseguenza dell'intervento.
Rendimento di emissione $h_e = 0,85$	Descrizione: valutato, in assenza di riferimenti normativi. Osservazioni: valore medio stagionale migliorato in conseguenza dell'intervento.
Rendimento di distribuzione $h_d = 1,0$	Descrizione: immissione dell'aria in ambiente, senza canalizzazioni. Osservazioni: valore unitario, per assenza di perdite di distribuzione.
Rendimento di produzione $h_p = 0,912$	Descrizione: due generatori di aria calda pensili, da 54,3 kW utili, a camera stagna (tipo C) con ventilatore (perdite al camino a bruciatore spento: 0,01%), in grado di offrire un rendimento di combustione di circa 91,5%. Osservazioni: valore migliorato in conseguenza della migliore qualità dei generatori.
Rendimento globale $h_g = 0,744$	Descrizione: rendimento globale medio stagionale, valutato secondo norma UNI 10348. Osservazioni: valore migliorato, ottenuto grazie all'intervento sopra descritto.
$fc = 0,9$	Fattore di contabilizzazione, per gestione autonoma (non ancora preso in considerazione dalla normativa).

Consumo stagionale di energia primaria	300.951	MJ/anno
Consumo stagionale di combustibile	8.606	m ³ /anno
Consumo stagionale di energia elettrica	835	kWh/anno
Spesa annua per combustibile ed energia elettrica	8.814.750	£/anno

VALUTAZIONI ECONOMICHE

Risparmio globale (18.835.250 – 8.814.750)	10.020.500 (-53,2%)	£/anno
Costo dell'intervento	32.500.000	Lire
Tempo di ritorno dell'investimento	3,2	anni

ULTERIORI VANTAGGI OLTRE A QUELLO ECONOMICO

- RISPONDEZZA CON LA NORMATIVA VIGENTE E RIDUZIONE DELL'INQUINAMENTO.
- SOSTITUZIONE DEL GENERATORE NON PIÙ AFFIDABILE PER OBSOLESCENZA CON ALTRO NUOVO.
- MIGLIORE BENESSERE ED IGIENE AMBIENTALE.

TABELLA RIASSUNTIVA DELLE SIMULAZIONI IMPIANTISTICHE

R è il risparmio economico (per combustibile ed energia elettrica) espresso in percentuale della spesa iniziale;

T è il tempo di ritorno semplice dell'investimento, in anni;

C è il costo delle opere necessarie per conseguire il risparmio R, in milioni di lire;

R10 è il risparmio attualizzato conseguibile in dieci anni (al prezzo attuale del combustibile), in milioni di lire.

EDIFICIO CONDOMINIALE (riscaldamento e acqua calda sanitaria)						
SCHEDA N.	DESCRIZIONE	R (%)	T (anni)	C (M£)	R10 (M£)	Pag.
1	Situazione attuale di riferimento (tipico impianto esistente).	--	--	--	--	82
2	Miglioramento del rendimento di emissione, mediante raddoppio della potenza termica nominale dei corpi scaldanti.	9,8	5,6	30,5	54,8	84
3	Miglioramento del rendimento di regolazione mediante l'installazione di valvole termostatiche e della contabilizzazione del calore.	19,1	3,5	37,0	106,7	86
4	Miglioramento del rendimento di distribuzione mediante isolamento termico di una parte della rete.	3,3	4,4	8,0	18,4	88
5	Miglioramento del rendimento di produzione con generatori di calore ad alto rendimento a temperatura costante.	25,1	3,0	42,0	140,8	90
6A	Miglioramento del rendimento di produzione con generatori di calore ad alto rendimento a temperatura scorrevole.	27,0	3,2	48,0	151,2	92
6B	Miglioramento del rendimento di produzione con generatori di calore modulari con bruciatore atmosferico, a temperatura scorrevole.	25,9	3,0	44,0	145,0	94
7	Intervento integrato (somma dei precedenti interventi) con generatori separati.	46,3	4,8	123,5	254,9	96
8	Intervento integrato (somma dei precedenti interventi) con generatore unico a condensazione.	52,4	4,4	130,0	293,7	98
9A	Intervento integrato con trasformazione da impianto centralizzato ad impianti autonomi a gas (con costruzione camini e rifacimento rete).	47,5	9,5	252,0	266,2	100
9B	Intervento integrato con trasformazione da impianto centralizzato ad impianti autonomi a gas (senza costruzione camini e rifacimento rete).	47,5	4,2	112,0	266,2	100

VILLA UNIFAMILIARE (riscaldamento e acqua calda sanitaria)						
SCHEDA N.	DESCRIZIONE	R (%)	T (anni)	C (M£)	R10 (M£)	Pag.
10	Situazione attuale di riferimento (tipico impianto esistente).	--	--	--	--	104
11	Intervento integrato con generatore unico a condensazione.	57,8	6,5	39,0	60,1	106

APPARTAMENTO IN CONDOMINIO (riscaldamento e acqua calda sanitaria)						
SCHEDA N.	DESCRIZIONE	R (%)	T (anni)	C (M£)	R10 (M£)	Pag.
12	Situazione attuale di riferimento (tipico impianto esistente).	--	--	--	--	110
13	Intervento integrato con generatore unico tipo C ad alto rendimento.	49,0	6,7	9,5	14,0	112

EDIFICIO INDUSTRIALE (solo riscaldamento)						
SCHEDA N.	DESCRIZIONE	R (%)	T (anni)	C (M€)	R10 (M€)	Pag.
14	Situazione attuale di riferimento (tipico impianto esistente).	--	--	--	--	115
15	Sostituzione del generatore di aria calda con tre generatori pensili di tipo innovativo.	23,2	4,6	20,0	43,7	116
16	Intervento integrato (con nuovo generatore d'aria calda ad alto rendimento).	48,1	3,2	29,0	90,5	117
17	Intervento integrato (con due generatori pensili tradizionali).	49,1	3,4	31,0	92,5	118
18	Intervento integrato (con due generatori pensili innovativi).	53,2	3,2	32,5	100,2	119

ESEMPIO DI CERTIFICAZIONE ENERGETICA

Con riferimento alla procedura illustrata a pagina 78 e all'edificio condominiale descritto a pag. 80, la diagnosi effettuata sulla situazione iniziale, che ha evidenziato i seguenti dati (vedi scheda n. 1):

Rendimento globale impianto di riscaldamento : 47,5 %

Rendimento globale impianto di produzione acqua calda : 43,2 %

Spesa annua globale per 26 appartamenti (riscaldam. + A.C.S.) : 56.010.000

non ha soddisfatto i condomini, che hanno commissionato una serie di simulazioni di interventi di risparmio energetico.

Esaminati i risultati, descritti nelle schede da 2 a 9, la scelta dei condomini ha privilegiato l'intervento integrato descritto nella scheda n. 8, in grado di produrre sull'impianto i seguenti effetti:

Rendimento globale impianto di riscaldamento : 92,9 %

Rendimento globale impianto di produzione acqua calda : 72,6 %

Risparmio annuo : 29.372.500 (52,4 %)

Spesa annua globale per 26 appartamenti (riscaldam. + A.C.S.) : 26.637.500

Il Condominio ha eseguito l'intervento, richiedendo nel contempo la certificazione energetica dell'edificio.

Copia del documento è riportata nelle pagine che seguono (per ragioni di spazio non è stata riportata la copia del libretto di centrale, che costituisce parte integrante della certificazione, importante per l'esatta individuazione ed identificazione dei componenti dell'impianto).

NOTA (relativa all'attribuzione ai singoli appartamenti della certificazione energetica): Nel caso di impianto centralizzato (privo di gestione autonoma dei singoli appartamenti) la certificazione energetica dei singoli alloggi è facilmente ricavabile da quella dell'edificio quale quota parte proporzionale alla potenza termica dei corpi scaldanti installati (per il riscaldamento) ed alla superficie dell'alloggio per l'acqua calda sanitaria.

Nel caso di gestione autonoma, come nel caso in esame, per la presenza della contabilizzazione del calore, la certificazione energetica dei singoli alloggi è ricavabile in modo un po' più laborioso da quella dell'edificio quale quota parte proporzionale all'energia dispersa dai singoli alloggi (per il riscaldamento) ed alla superficie dell'alloggio per l'acqua calda sanitaria.

ESEMPIO DI CERTIFICAZIONE ENERGETICA

CERTIFICAZIONE ENERGETICA DI EDIFICIO ESISTENTE

Certificazione n. 10/78 del 05.02.98
 Edificio EDIFICIO CONDOMINIALE
 Via Bellotti, 42
 Cap. 20012 Città CUGLIORNO (MI)
 Destinazione d'uso CIVILE ABITAZIONE
 Numero di unità in m obbligate presenti 26
 Anno di costruzione 1978
 Licenza edilizia rilasciata dopo il 21.02.78 Scatto art. 46 n. 373
 Licenza edilizia rilasciata prima del 21.02.78 (Art. 46 n. 373)
 Volume lordo riscaldato V 8.420 m³ GG 2.617
 Superficie esterna S 2.274 m²
 Rapporto SV 0,389 m⁻¹

DESCRIZIONE DELL'INVOLUCRO EDILIZIO

Strutture verticali:
 Struttura portante in t.a. e tamponamenti in mattoni forati a doppia parete, con intercapedine d'aria.
 Tipo di serramenti:
 In legno, a buona tenuta, in buono stato di manutenzione, con vetro semplice.
 Ultima soletta e copertura:
 Soletta di copertura in latero-cemento con lieve isolamento termico sotto le tegole.
 Prima soletta:
 Pavimento su cantine chiuse e su ardone di ingresso.

IMPIANTI CONDOMINIALI PRESENTI

- In piano di riscaldamento degli ambienti
 In piano di climatizzazione estivo

METODO DI CERTIFICAZIONE UTILIZZATO

- Rilievi eseguiti, mediante sopralluogo, con l'ausilio dei disegni costruttivi.
- Calcoli eseguiti secondo UNI da 10344 a 10349, integrate con le procedure suggerite dal C.M.P.I., sull'intero edificio come somma di 26 zone. Le certificazioni dei singoli alloggi sono ottenute con quota proporzionale ai fabbisogni delle singole zone.
- Programma di certificazione utilizzato: ET 500 01IN - versione 1.8 EDILCLIM8 - Borgomano(BO).

IMPIANTO DI RISCALDAMENTO

Tipo di impianto:
 Impianto centralizzato a gestione autonoma mediante contabilizzazione indiretta del calore.
 Combustibile utilizzato: Gas metano.
 Descrizione del sistema di emissione:
 Corpi scaldati in ghisa a piastra ubicati prevalentemente sotto finestra ed in corrispondenza delle pareti esterne con retrostante strato riflettente.
 Descrizione del sistema di regolazione:
 Regolazione ambiente per singolo locale mediante valvole termostatiche a gas autoazionata e prerregolazione climatica centrale.
 Descrizione dell'impianto di distribuzione:
 Montanti di distribuzione nei muri esterni alimentati dal basso. Distribuzione orizzontale nel carinato isolata con gli spessori previsti dal DPR 412/93.
 Descrizione dell'impianto di produzione:
 Generatore di calore a condensazione. Anno di costruzione: 1997. Bruciatore a gas modulante con serranda sull'aspirazione dell'aria comburenti.
 Descrizione del sistema di contabilizzazione (se presente):
 Contabilizzazione del calore di tipo indiretto, senza valore minimo di temperatura, con telelettura.
 Fabbisogno di potenza utile dell'involo edificio secondo UNI 7357 P_g 171,4 kW
 Potenza nominale dei corpi scaldati secondo UNI 6514 P 340,0 kW
 Potenza utile globale del generatore di calore P_U 222,8 kW
 Potenza al focolare del generatore di calore P_C 220,0 kW
 Tipo di combustione:
 Funzionamento intermitteente con spegnimento notturno di 10 ore.

IMPIANTO DI PRODUZIONE ACQUA CALDA SANITARIA

- Tipo di impianto:
 • Boiler ad accumulo da 1.000 litri, ben isolato, alimentato dal generatore a condensazione, con preriscaldamento sul riscaldamento.
 • Temperatura di accumulo: 50 °C.
 • Distribuzione con unico montante e tubazione di ricircolo.
 • Contabilizzazione a mezzo di contatori volumetrici con telelettura.

FABBISOGNO ENERGETICO GLOBALE DELL'EDIFICIO

PER RISCALDAMENTO INVERNALE

Fabbisogno di energia utile dell'involucro Q_H 633,0 GJ/a $Q_{d,N}$ 77,6 MWh³ · a

Fattore di intermitenza f 0,884

Fattore di contabilizzazione f_c 0,9

Fabbisogno di energia utile con intermitenza e contabilizzazione $Q_{H,a,c}$ 519,3 GJ/a $Q_{H,a,c,N}$ 61,7 MWh³ · a

Rendimento di emissione η_e 0,94

Rendimento di regolazione η_r 0,97

Rendimento di distribuzione η_D 0,95

Rendimento di produzione η_P 1,07

Rendimento globale dell'impianto η_G 0,93

Fabbisogno di energia primaria Q_p 558,9 GJ/a $Q_{p,N}$ 64,4 MWh³ · a

Fattore di contabilizzazione C_p --- $C_{p,N}$ --- $\text{kg gasoil/m}^3 \cdot \text{a}$

Fattore di conversione C_p 16,157 $\text{Nm}^3 \text{ gasoil}$ $C_{p,N}$ 1,92 $\text{Nm}^3 \text{ gasoil/m}^3 \cdot \text{a}$

Fattore di conversione $C_{p,N}$ 954 KJ/hb $C_{p,N}$ 0,11 $\text{KJ/hm}^3 \cdot \text{a}$

PER PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA

Fabbisogno di energia utile Q_b 283,4 GJ/a $Q_{b,N}$ 33,7 MWh³ · a

Fattore di contabilizzazione f_c 0,9

Fabbisogno di energia utile con contabilizzazione $Q_{b,c}$ 253,1 GJ/a $Q_{b,c,N}$ 30,3 MWh³ · a

Rendimento di regolazione η_{bc} 0,95

Rendimento di distribuzione η_{bd} 0,80

Rendimento di produzione η_{bp} 0,96

Rendimento globale dell'impianto η_{bg} 0,73

Fabbisogno di energia primaria $Q_{p,b}$ 349,4 GJ/a $Q_{p,b,N}$ 41,5 MWh³ · a

Fattore di contabilizzazione $C_{p,b}$ --- $C_{p,b,N}$ --- $\text{kg gasoil/m}^3 \cdot \text{a}$

Fattore di conversione $C_{p,b}$ 10,041 $\text{Nm}^3 \text{ gasoil}$ $C_{p,b,N}$ 1,19 $\text{Nm}^3 \text{ gasoil/m}^3 \cdot \text{a}$

Fattore di conversione $C_{p,b,N}$ 804 KJ/hb $C_{p,b,N}$ 0,09 $\text{KJ/hm}^3 \cdot \text{a}$

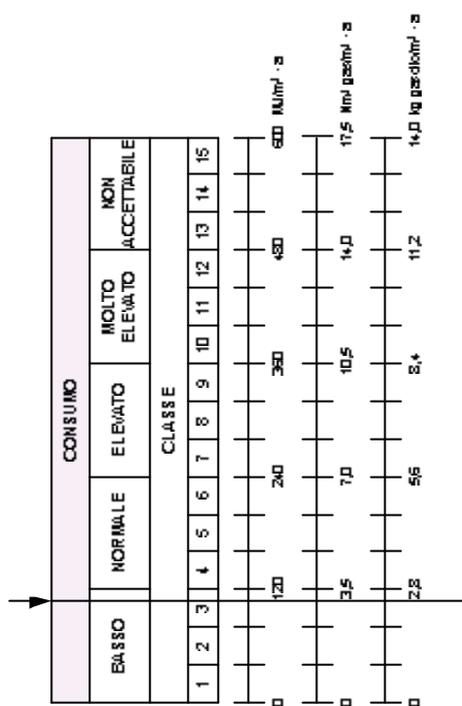
FABBISOGNO ENERGETICO GLOBALE DELL'EDIFICIO

Fabbisogno di energia primaria (riscald. e acqua calda sanitaria) Q_p 902,3 GJ/a $Q_{p,N}$ 107,3 MWh³ · a

Fattore di intermitenza C --- kg gasoil/hb $C_{p,N}$ --- $\text{kg gasoil/m}^3 \cdot \text{a}$

Fattore di conversione C 26,198 $\text{Nm}^3 \text{ gasoil}$ $C_{p,N}$ 3,11 $\text{Nm}^3 \text{ gasoil/m}^3 \cdot \text{a}$

Fattore di conversione $C_{p,N}$ 1.758 KJ/hb $C_{p,N}$ 0,20 $\text{KJ/hm}^3 \cdot \text{a}$



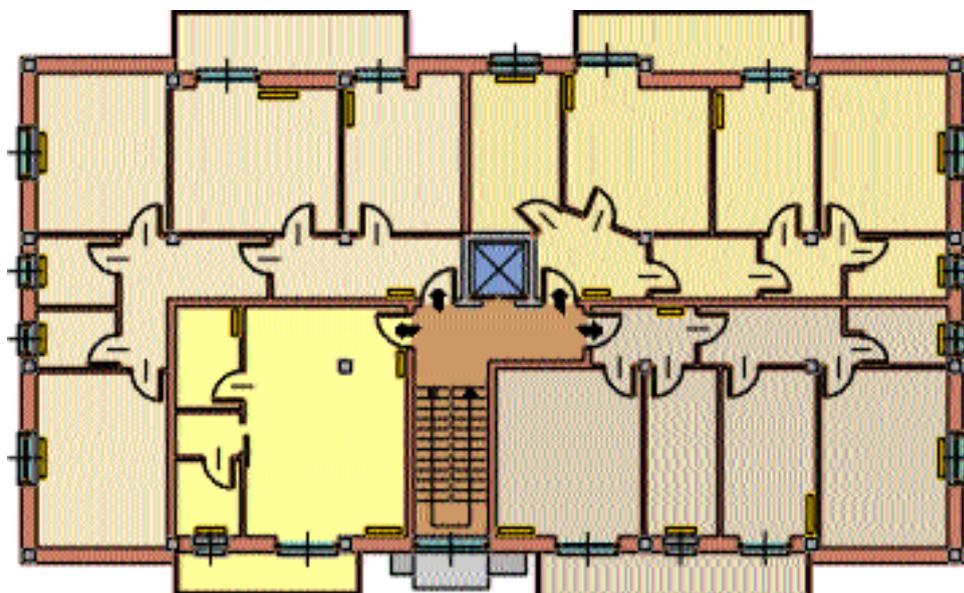
Periodo di riscaldamento convenzionale 180 gbnl

Periodo di riscaldamento reale dell'edificio 192 gbnl

Timbro professionista

FIRMA DEL PROFESSIONISTA

PIANTA PIANO TIPO



PROSPETTO NORD

