

Prestazione energetica degli edifici

Perugia 31/03/11
Park Hotel, Ponte San Giovanni

Ing. Alessandro Canalicchio

Valutazione energetica

Sono previsti due modi per la valutazione energetica secondo la EN 15603

- Valutazione standard (*Asset Rating*)
- Valutazione d'esercizio (*Operational Rating*) applicabile soltanto a edifici esistenti

L'indicatore di prestazione energetica deve essere normalizzato per consentire il confronto tra diversi edifici:

- Superficie climatizzata (kWh/mq)
- Volume climatizzato (kWh/mc)

Requisiti Prestazione energetica

- **Requisiti di prestazione energetica globale**
(riscaldamento, raffrescamento, ventilazione, acqua calda sanitaria, illuminazione, produzione da sorgenti non rinnovabili e cogenerazione)
- **Requisiti specifici**
 - Consumo di energia per un uso specifico (ACS, riscaldamento, ecc.)
 - Caratteristiche dell'edificio o degli impianti considerati nel loro insieme (contatore di calore, sup. vetrata, sup. disperdente, ecc.)
 - Caratteristiche dei singoli componenti dell'involucro edilizio o dei singoli componenti impiantistici (valori delle trasmittanze, ecc.)

Applicazione dei requisiti

- Edifici nuovi
- Ristrutturazione di un edificio esistente
 - Totale
 - Parziale
- Ampliamento di un edificio esistente

A seconda dei casi si possono utilizzare degli indicatori diversi

Espressione dei requisiti

Il requisito energetico può essere espresso confrontando l'indicatore di prestazione energetica globale con un valore di riferimento:

$$PE < PE_r$$

All'indicatore globale si possono associare requisiti specifici:

- Per evitare uno squilibrio eccessivo tra prestazioni dell'edificio e dell'impianto (Casaclima proponeva di indicare la bontà dell'involucro non considerando l'impianto)
- Per evitare rischi tecnici o di discomfort (es. superfici vetrate/superfici disperdenti)
- Per stimolare la trasformazione del mercato

Vantaggi/svantaggi diversi metodi valutazione

- Valutazione standard (*Asset Rating*)
 - Rappresenta il potenziale intrinseco dell'edificio
 - Comprende la raccolta dati sull'edificio utili per una diagnosi energetica
- Valutazione d'esercizio (*Operational Rating*)
 - Considera l'impatto della gestione dell'edificio e quello delle caratteristiche reali (inclusa la regolazione) del sistema edificio impianto
 - È più semplice perché si basa su dati già disponibili (bollette)
 - Non è attuabile negli edifici nuovi
 - Può essere impraticabile se gli enti che raccolgono dati di consumo non divulgano i dati
 - Non è più valida quando cambia l'occupante o il profilo di utilizzo dell'edificio (compravendita, locazione)

Introduzione alla certificazione energetica degli edifici

La UNI EN ISO 13790:2008 presenta una serie di metodi di calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento ed il raffrescamento ambiente di un edificio e dell'influenza delle perdite degli impianti di riscaldamento e raffrescamento, del recupero termico e dell'utilizzo delle fonti di energia rinnovabile.

Tale norma può essere utilizzata per le seguenti applicazioni:

- 1) valutare il rispetto di regolamenti espressi in termini di obiettivi energetici;
- 2) confrontare le prestazioni energetiche di varie alternative progettuali per un edificio in progetto;
- 3) indicare un livello convenzionale di prestazione energetica degli edifici esistenti;
- 4) stimare l'effetto di possibili misure di risparmio energetico su un edificio esistente, calcolando il fabbisogno di energia con e senza ciascuna misura;
- 5) prevedere le esigenze future di risorse energetiche su scala nazionale o internazionale, calcolando i fabbisogni di energia di tipici edifici rappresentativi del parco edilizio.

Le suddette applicazioni trovano riscontro in diversi tipi di valutazione energetica di calcolo, come di seguito classificati.

Norme UNI TS

EVOLUZIONE NORMATIVA



Fabbisogno energetico → *UNI EN ISO 13790*

Rendimenti per riscaldamento e ACS → *UNI EN 15316*

Rendimenti per climatizzazione estiva → *UNI EN 15243*

Energie rinnovabili → *UNI EN 15316*

UNI/TS 11300-1

UNI/TS 11300-2

UNI/TS 11300-3

UNI/TS 11300-4

Norme UNI TS 11300

I suddetti metodi di calcolo sono descritti nelle seguenti specifiche tecniche:

- | | |
|------------------------------|---|
| UNI/TS 11300-1 | Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale |
| UNI/TS 11300-2 | Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 2: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria |
| UNI/TS 11300-3 ¹⁾ | Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 3: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva |
| UNI/TS 11300-4 ¹⁾ | Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 4: Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per riscaldamento di ambienti e preparazione acqua calda sanitaria |

Il documento è coerente con le norme elaborate dal CEN nell'ambito del mandato M/343 a supporto della Direttiva Europea 2002/91/CE sulle prestazioni energetiche degli edifici.

La presente specifica tecnica fornisce univocità di valori e di metodi per consentire la riproducibilità e confrontabilità dei risultati ed ottemperare alle condizioni richieste da documenti a supporto di disposizioni nazionali.

Prestazione energetica

La prestazione energetica dell'edificio è espressa attraverso l'indice di prestazione energetica globale EPgl

$$EP_{gl} = EP_i + EP_{acs} + EP_e + EP_{ill}$$

EPgl: indice prestazione energetica globale

EPi: indice prestazione energetica per la climatizzazione invernale

EPe: indice prestazione energetica per la climatizzazione estiva

EPacs: indice prestazione energetica acqua calda sanitaria

EP ill: indice prestazione energetica illuminazione artificiale

Nel caso di edifici residenziali tutti gli indici sono espressi kWh/m²

Nel caso di tutti gli altri edifici sono espressi kWh/m³

Prestazione energetica

Le modalità di calcolo dell'EP e i contributi delle fonti rinnovabili sono valutati nell'ambito delle metodologie di riferimento nazionali

L'EPgl tiene conto di:

- Fabbisogno di energia primaria per la climatizzazione invernale ed estiva, per la produzione di acs, per la illuminazione artificiale
- Dell'energia erogata e dell'energia ausiliaria dei sistemi impiantistici, incluso i sistemi per l'autoproduzione o l'utilizzo di energia

Si ricorda che per la determinazione dell'indice di prestazione energetica, l'illuminazione degli ambienti è obbligatoria per gli edifici appartenenti alla categoria E.1 limitatamente a collegi, conventi, case di pena e caserme E2, E3, E4, E5, E6, E7 di cui all'art. 3 del DPR 412/93

Campo di applicazione

La certificazione si applica a tutti gli edifici di cui all'art.3 del DPR 412/03, indipendentemente dalla presenza o meno di uno o più di impianti tecnici esplicitamente dedicati ad uno dei servizi energetici di cui è previsto il calcolo delle prestazioni.

Tra le categorie predette non rientrano **cantine, box, autorimesse, depositi, strutture stagionali a protezione degli impianti sportivi, se non limitatamente alle porzioni eventualmente adibite ad uffici e assimilabili**, purchè scorporabili agli effetti dell'isolamento termico.

Specifiche indicazioni di calcolo della prestazione energetica di edifici non dotati di impianto di climatizzazione invernale e/o produzione ACS sono riportate nell'allegato 1.

Nel caso di edifici esistenti nei quali coesistono porzioni di immobili adibite ad usi diversi (residenziale ed altri usi) qualora non fosse tecnicamente possibile trattare separatamente le zone termiche, l'edificio è valutato e classificato in base alla destinazione d'uso prevalente in termini di volume riscaldato

Procedura di calcolo

La procedura di calcolo comprende i seguenti passi:

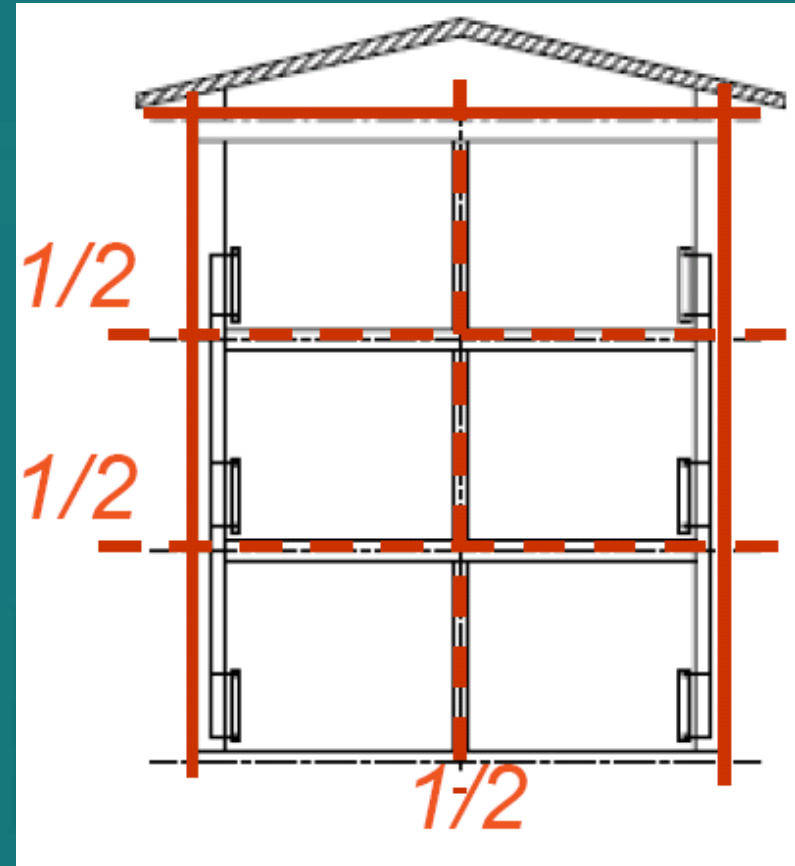
1. Definizione dei confini degli insiemi degli ambienti climatizzati e non climatizzati
2. Definizione dei confini delle diverse zone di calcolo
3. Definizione delle condizioni interne di calcolo e dei dati di ingresso relativi al clima esterno
4. Calcolo, per ogni mese e per ogni zona dell'edificio, dei fabbisogni di energia termica per il riscaldamento e il raffrescamento
5. Aggregazione dei risultati relativi ai diversi mesi ed alle diverse zone servite dagli stessi impianti

Dati di ingresso

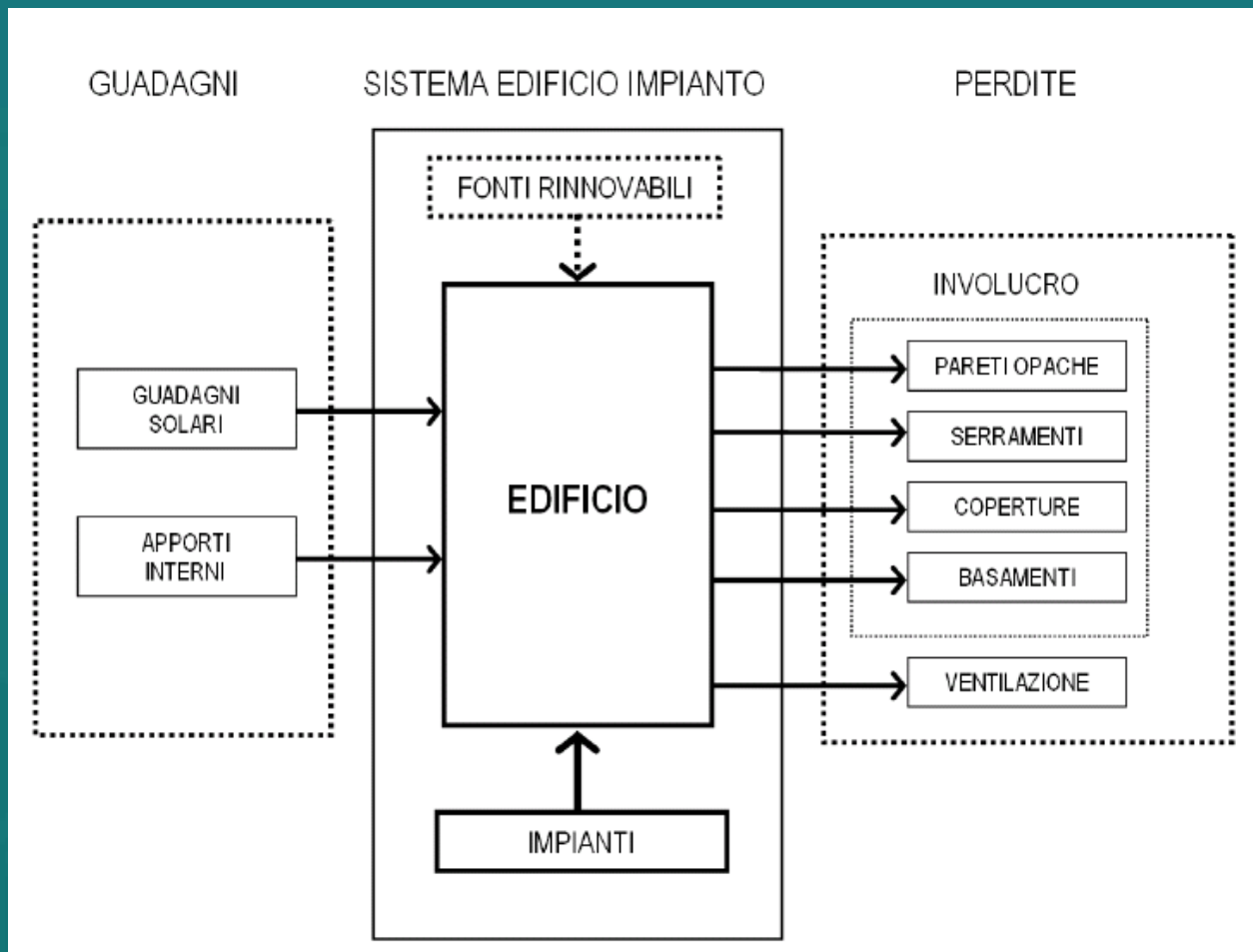
- volume lordo dell'ambiente climatizzato (V_l);
- il volume interno (o netto) dell'ambiente climatizzato (V);
- la superficie utile (o netta calpestabile) dell'ambiente climatizzato (A_f);
- le superfici di tutti i componenti dell'involucro e della struttura edilizia (A);
- le tipologie e le dimensioni dei ponti termici (I);
- gli orientamenti di tutti i componenti dell'involucro edilizio;
- le caratteristiche geometriche di tutti elementi esterni (altri edifici, aggetti, ecc.) che ombreggiano i componenti trasparenti dell'involucro edilizio.

Volume lordo riscaldato

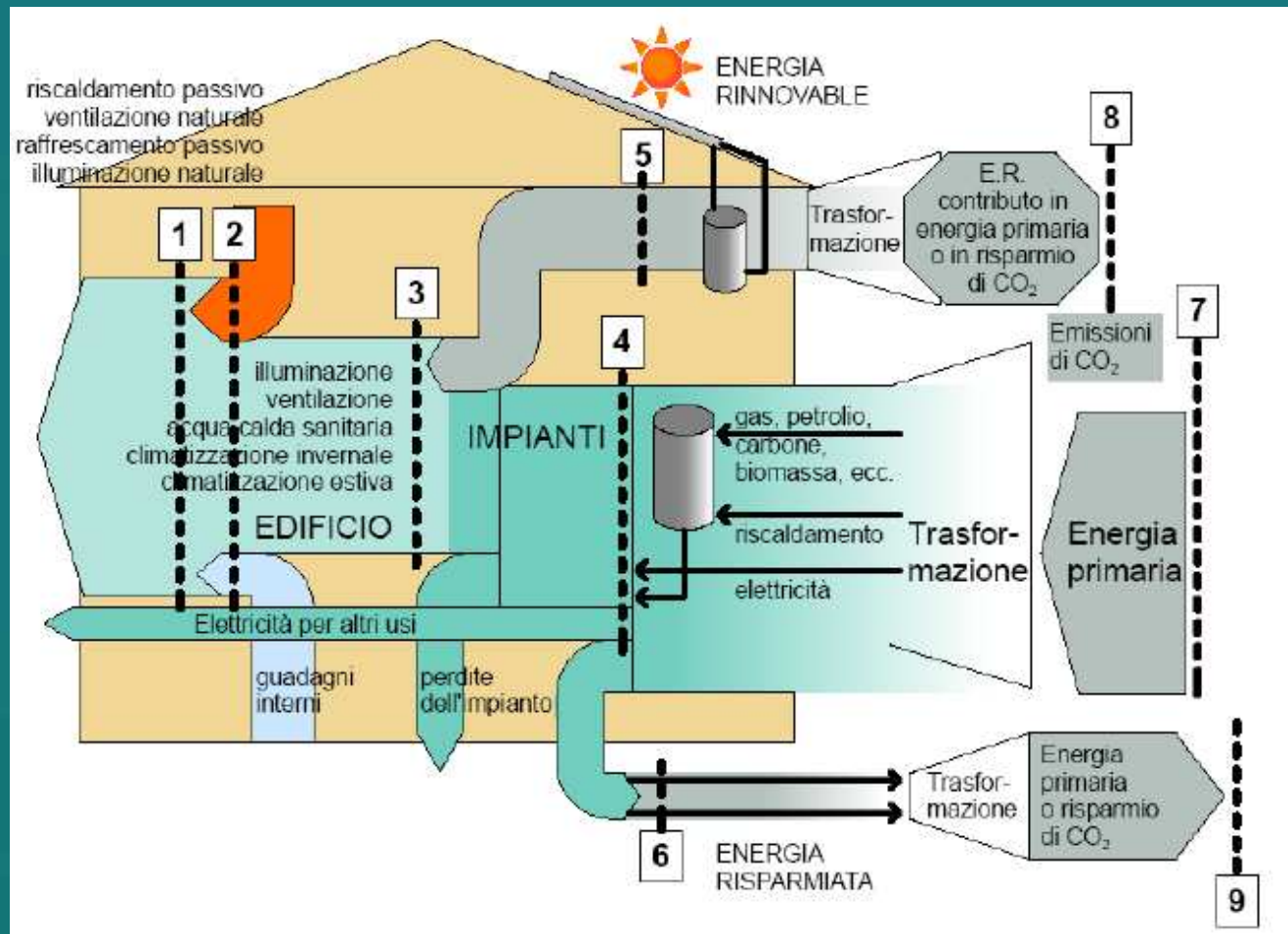
- Per definire i confini del Volume lordo climatizzato si considerano i confini esterni dell'involucro, mentre per definire i confini tra le zone termiche si utilizzano le superfici di mezzeria tra i divisori



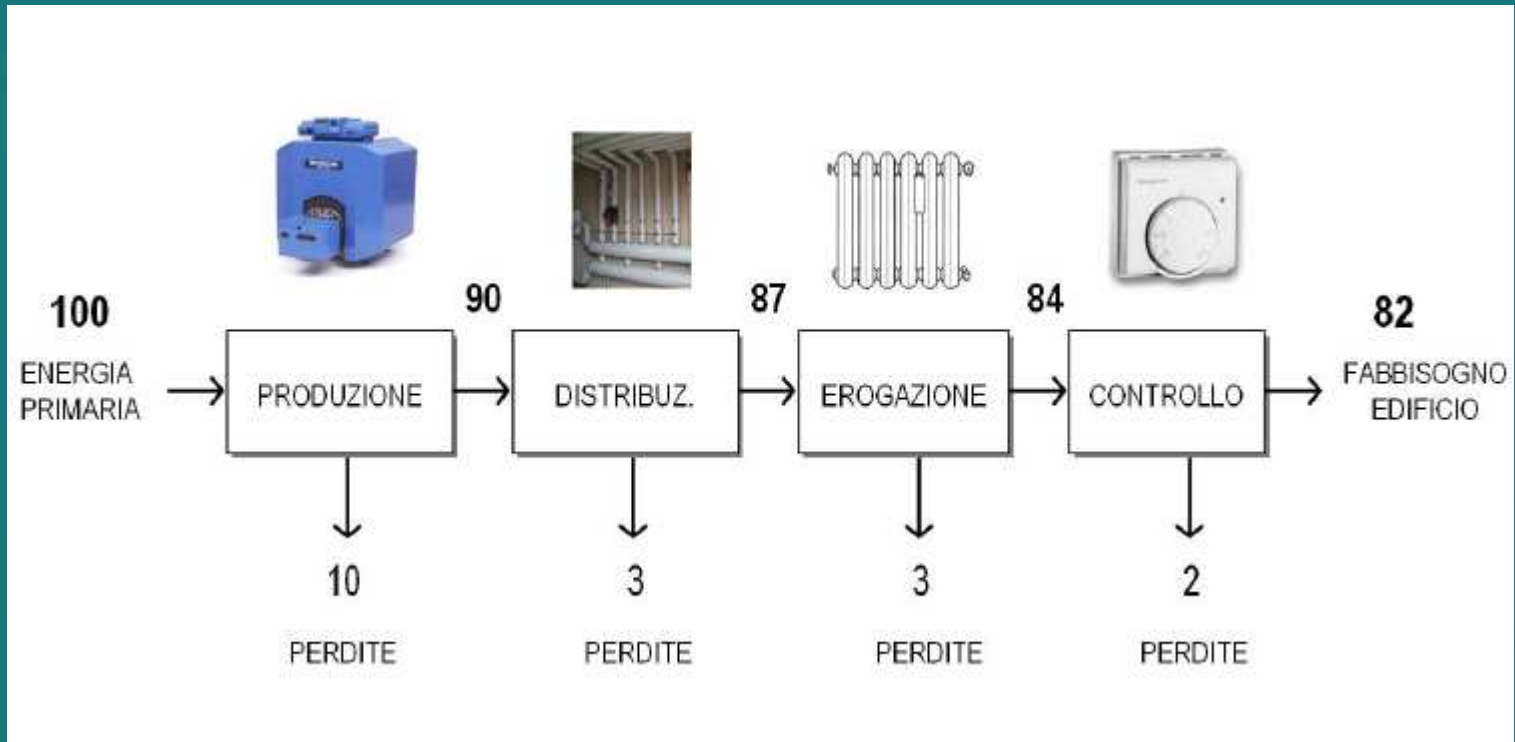
Sistema edificio



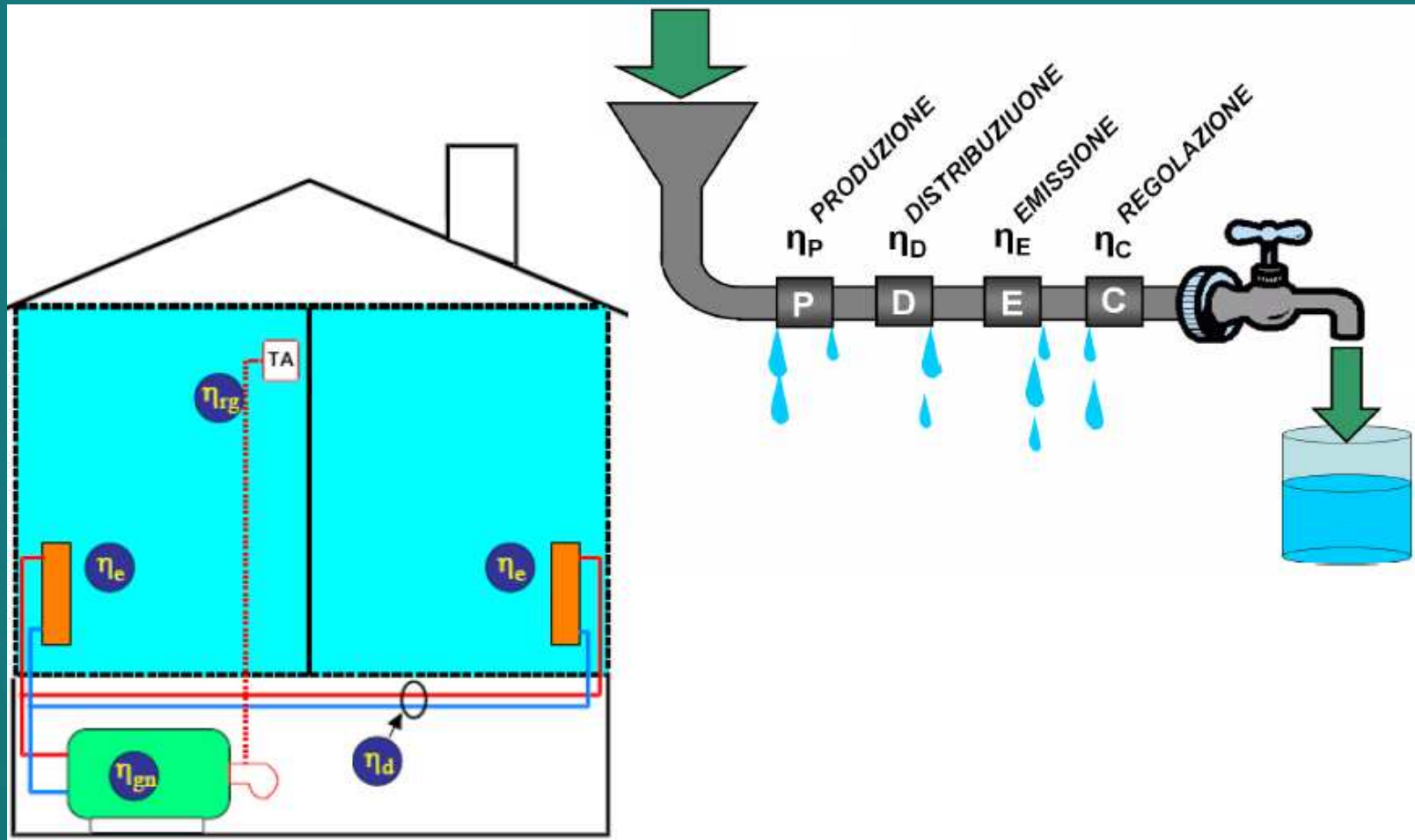
Sistema edificio



Perdite sistema impianto



Perdite sistema impianto



Perdite generazione

L'appendice B prevede due metodi di calcolo delle perdite di generazione dei generatori di calore

- ✓ **1) metodo basato sui dati dei generatori di calore dichiarati secondo la Direttiva 92/42/CEE da applicare nel caso di generatori di calore per i quali i dati siano dichiarati dal fabbricante ai sensi della Direttiva 92/42/CEE (dati di prodotto).** Tale metodo si basa su dati rilevati da un laboratorio di prova.

- ✓ **2) metodo analitico basato su dati forniti dai costruttori o rilevati in campo da applicare:**
 - ✓ per generatori di calore di costruzione precedente al recepimento della Direttiva 92/42/CEE per i quali non sono disponibili i dati richiesti dalla Direttiva;
 - ✓ per determinare l'effetto delle condizioni di esercizio in generatori a condensazione.

Rendimenti distribuzione

| TIPO DI IMPIANTO | Altezza edificio | Isolamento distribuzione | | | |
|--|------------------|--|--|---|--|
| | | Legge 10/91 Periodo di realizzazione dopo il 1993 | Discreto Periodo di realizzazione 1993-1977 | Medio Periodo di realizzazione 1976-1961 | Insufficiente Periodo di realizzazione prima del 1961 |
| AUTONOMI | - | 0,990 | 0,980 | 0,969 | 0,958 |
| CENTRALIZZATI A DISTRIBUZIONE ORIZZONTALE | Fino a 3 piani | 0,980 | 0,969 | 0,958 | 0,947 |
| | Oltre 3 piani | 0,990 | 0,980 | 0,969 | 0,958 |
| CENTRALIZZATI CON MONTANTI DI DISTRIBUZIONE Montanti in traccia nei paramenti interni. Isolamento secondo legge 10/91 Periodo di costruzione: dopo il 1993 | 1 piano | 0,936 | - | - | - |
| | 2 piani | 0,947 | - | - | - |
| | 3 piani | 0,958 | - | - | - |
| | 4 piani | 0,969 | - | - | - |
| | 5 piani e più | 0,98 | - | - | - |
| CENTRALIZZATI CON MONTANTI DI DISTRIBUZIONE Montanti in traccia nei paramenti interni o nell'intercapedine - Isolamento leggero Periodo di costruzione: 1993-1977 | 1 piano | 0,908 | 0,880 | 0,868 | 0,856 |
| | 2 piani | 0,925 | 0,913 | 0,901 | 0,889 |
| | 3 piani | 0,939 | 0,927 | 0,917 | 0,904 |
| | 4 piani | 0,949 | 0,938 | 0,927 | 0,915 |
| | 5 piani e più | 0,955 | 0,943 | 0,934 | 0,922 |
| CENTRALIZZATI CON MONTANTI DI DISTRIBUZIONE Montanti correnti nell'intercapedine. Senza isolamento Periodo di costruzione: prima del 1976 | 1 piano | 0,901 | 0,876 | 0,851 | 0,824 |
| | 2 piani | 0,913 | 0,925 | 0,901 | 0,876 |
| | 3 piani | 0,925 | 0,936 | 0,913 | 0,889 |
| | 4 piani | 0,936 | 0,936 | 0,913 | 0,901 |
| | 5 piani e più | 0,947 | 0,947 | 0,925 | 0,913 |

Perdite di emissione h locali < 4m

| Tipo di terminale di erogazione | Carico termico medio annuo W/m ^{3a)} | | |
|---|---|------|------|
| | <4 | 4-10 | >10 |
| | η_e | | |
| Radiatori su parete esterna isolata (*) | 0,95 | 0,94 | 0,92 |
| Radiatori su parete interna | 0,96 | 0,95 | 0,92 |
| Ventilconvettori (**) valori riferiti a t_{media} acqua = 45 °C | 0,96 | 0,95 | 0,94 |
| Termoconvettori | 0,94 | 0,93 | 0,92 |
| Bocchette in sistemi ad aria calda (***) | 0,94 | 0,92 | 0,90 |
| Pannelli isolati annegato a pavimento | 0,99 | 0,98 | 0,97 |
| Pannelli annegati a pavimento (****) | 0,98 | 0,96 | 0,94 |
| Pannelli annegati a soffitto | 0,97 | 0,95 | 0,93 |
| Pannelli a parete | 0,97 | 0,95 | 0,93 |
| radiatori su parete esterna non isolata | 0.91 | 0.90 | 0.88 |

Rendimenti di emissione h locali > 4m

| Descrizione | Carico termico (W/m ³) | | | | | | | | |
|---|------------------------------------|------|------|--------|------|------|------|------|------|
| | <4 | | | 4 - 10 | | | >10 | | |
| | Altezza del locale | | | | | | | | |
| | 6 | 10 | 14 | 6 | 10 | 14 | 6 | 10 | 14 |
| Generatore d'aria calda singolo a basamento o pensile | 0,97 | 0,96 | 0,95 | 0,95 | 0,94 | 0,93 | 0,93 | 0,92 | 0,91 |
| Aerotermi ad acqua | 0,96 | 0,95 | 0,94 | 0,94 | 0,93 | 0,92 | 0,92 | 0,91 | 0,90 |
| Generatore d'aria calda singolo pensile a condensazione | 0,98 | 0,97 | 0,96 | 0,96 | 0,95 | 0,94 | 0,94 | 0,93 | 0,92 |
| Strisce radianti ad acqua, a vapore, a fuoco diretto | 0,99 | 0,98 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,96 | 0,96 | 0,96 | 0,95 |
| Riscaldatori ad infrarossi | 0,98 | 0,97 | 0,96 | 0,96 | 0,96 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,94 |
| Pannelli a pavimento annegati ^{*)} | 0,98 | 0,97 | 0,96 | 0,96 | 0,96 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,95 |
| Pannelli a pavimento (isolati) | 0,99 | 0,98 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,96 | 0,96 | 0,96 | 0,95 |

* I dati forniti non tengono conto delle perdite di calore non recuperate dal pavimento verso il terreno; queste perdite devono essere calcolate separatamente ed utilizzate per adeguare il valore del rendimento.

Perdite regolazione

Tipi di regolatore: in base all'accuratezza del regolatore, ovvero in base alla massima differenza di temperatura ammessa senza che si abbia l'intervento degli organi di controllo distinguiamo i seguenti tipi

- ✓ **Regolatore on-off si intende un regolatore di tipo “on-off” o “tutto-niente”**
- ✓ **Regolatore Proporzionale con banda 0.5°C si intende un regolatore in grado di regolare la temperatura ambiente nel punto di riferimento entro i limiti di $\pm 0.25^\circ\text{C}$**
- ✓ **Regolatore Proporzionale con banda 1°C si intende un regolatore in grado di regolare la temperatura ambiente nel punto di riferimento entro i limiti di $\pm 0.5^\circ$**
- ✓ **Regolatore Proporzionale con banda 2°C si intende un regolatore in grado di regolare la temperatura ambiente nel punto di riferimento entro i limiti di $\pm 1^\circ\text{C}$**
- ✓ **Regolatore PI (Proporzionale-Integrale)**
- ✓ **Regolatore PID (Proporzionale-Integrale-derivativo)**

MODERNI SISTEMI DI
REGOLAZIONE AGISCONO SUI
GRADI DI APERTURA DELLA
VALVOLA FINO AD INSEGUIRE
LA TEMPERATURA DI SET POINT

Rendimento regolazione

| Rendimenti (η_u) di regolazione ¹²⁾ | | | | |
|---|----------------------|--|--|---|
| Tipo di regolazione | Caratteristiche | Sistemi a bassa inerzia termica | Sistemi ad elevata inerzia termica | |
| | | Radiatori, convettori, ventilconvettori, strisciradianti ed aria calda | Pannelli integrati nelle strutture edilizie e disaccoppiati termicamente | Pannelli annegati nelle strutture edilizie e non disaccoppiati termicamente |
| Solo Climatica (compensazione con sonda esterna) | | $1 - (0,6 \eta_u \gamma)$ | $0,98 - (0,6 \eta_u \gamma)$ | $0,94 - (0,6 \eta_u \gamma)$ |
| Solo ambiente con regolatore | On off | 0,94 | 0,92 | 0,88 |
| | PI o PID | 0,99 | 0,97 | 0,93 |
| | P banda prop. 0,5 °C | 0,98 | 0,96 | 0,92 |
| | P banda prop. 1 °C | 0,97 | 0,95 | 0,91 |
| | P banda prop. 2 °C | 0,95 | 0,93 | 0,89 |
| Climatica + ambiente con regolatore | On off | 0,97 | 0,95 | 0,93 |
| | PI o PID | 0,995 | 0,99 | 0,97 |
| | P banda prop. 0,5 °C | 0,99 | 0,98 | 0,96 |
| | P banda prop. 1 °C | 0,98 | 0,97 | 0,95 |
| | P banda prop. 2 °C | 0,97 | 0,96 | 0,94 |
| Solo zona con regolatore | On off | 0,93 | 0,91 | 0,87 |
| | PI o PID | 0,995 | 0,99 | 0,97 |
| | P banda prop. 0,5 °C | 0,99 | 0,98 | 0,96 |
| | P banda prop. 1 °C | 0,98 | 0,97 | 0,95 |
| | P banda prop. 2 °C | 0,94 | 0,92 | 0,88 |
| Climatica + zona con regolatore | On off | 0,96 | 0,94 | 0,92 |
| | PI o PID | 0,995 | 0,98 | 0,96 |
| | P banda prop. 0,5 °C | 0,98 | 0,97 | 0,95 |
| | P banda prop. 1 °C | 0,97 | 0,96 | 0,94 |
| | P banda prop. 2 °C | 0,96 | 0,95 | 0,93 |

Nota γ rapporto apporti/perdite.
 η_u fattore di utilizzo degli apporti definito nella UNI/TS 11300-1.

Grazie per l'attenzione