

POLITECNICO DI MILANO



Dipartimento di  
Scienza e Tecnologie dell'Ambiente Costruito  
Building Environment Science and Technology  
BEST



Provincia  
di Milano

# Tavolo Energia & Ambiente

Assessorato all'Ambiente – Settore Energia

---

**CERTIFICAZIONE ENERGETICA  
DEGLI EDIFICI**

*Procedura operativa*

---

24 gennaio 2006

*I contenuti del presente documento sono stati elaborati nell'ambito delle attività svolte per il Tavolo Energia & Ambiente della Provincia di Milano con il contributo tecnico-scientifico del Dipartimento BEST (Building Environment Science and Technology) del Politecnico di Milano.*

<b>PREMESSA</b>	<b>5</b>
<b>1 INTRODUZIONE</b>	<b>6</b>
<b>2 SCOPO</b>	<b>7</b>
<b>3 RIFERIMENTI NORMATIVI</b>	<b>7</b>
<b>4 TERMINI E DEFINIZIONI</b>	<b>9</b>
4.1 <i>Edificio</i>	
4.2 <i>Nuovo edificio</i>	
4.3 <i>Edificio esistente</i>	
4.4 <i>Prestazione energetica</i>	
4.5 <i>Certificazione energetica</i>	
4.6 <i>Certificato energetico</i>	
4.7 <i>Targa energetica</i>	
4.8 <i>Classe energetica</i>	
4.9 <i>Indicatore di prestazione globale</i>	
4.10 <i>Valutazione standard</i>	
4.11 <i>Valutazione di progetto</i>	
4.12 <i>Area climatizzata</i>	
4.13 <i>Area climatizzata di involucro</i>	
4.14 <i>Dimensione interna (netta)</i>	
4.15 <i>Dimensione interna totale (lorda)</i>	
4.16 <i>Dimensione esterna</i>	
4.17 <i>Temperatura interna di progetto</i>	
<b>5 SIMBOLI E UNITÀ DI MISURA</b>	<b>11</b>
<b>6 SCHEMA DI CERTIFICAZIONE ENERGETICA</b>	<b>12</b>
6.1 <i>Campo di applicazione</i>	
6.2 <i>Base della valutazione energetica</i>	
6.3 <i>Indicatori di prestazione energetica</i>	
6.4 <i>Indicatori di classificazione energetica</i>	
6.5 <i>Aspetti applicativi</i>	
<b>7 CALCOLO DELLA PRESTAZIONE ENERGETICA</b>	<b>18</b>
7.1 <i>Modelli e ipotesi di calcolo</i>	
7.1 <i>Climatizzazione invernale fabbisogno energetico</i>	
7.2 <i>Climatizzazione invernale energia primaria</i>	
7.3 <i>Produzione di acqua calda ad usi sanitari - fabbisogno energetico</i>	
7.4 <i>Produzione di acqua calda ad usi sanitari - energia primaria</i>	
7.5 <i>Contributi delle fonti energetiche rinnovabili</i>	
<b>APPENDICE A - ATTESTATO DI CERTIFICAZIONE ENERGETICA</b>	<b>33</b>
<b>APPENDICE B - TARGA ENERGETICA</b>	<b>34</b>
<b>APPENDICE C - DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI TERMICI</b>	<b>35</b>
<b>APPENDICE D - SCHEDA TECNICA</b>	<b>38</b>
<b>APPENDICE E - DATI CLIMATICI DI RIFERIMENTO</b>	<b>44</b>



## PREMESSA

La Direttiva europea 2002/91/CE ha posto al centro dell'attenzione il tema della certificazione energetica degli edifici, considerato da tutti lo strumento più efficace per avviare un mercato di edilizia di qualità dal punto di vista energetico.

*Direttiva Europea  
2002-91-CE*

Il d.lgs. 19 Agosto 2005 n. 192, all'art. 4 stabilisce che per gli edifici di nuova costruzione e per gli edifici oggetto di ristrutturazione, meglio specificati all'art. 3 dello stesso decreto, è resa obbligatoria la certificazione energetica; lo stesso articolo stabilisce che entro centoventi giorni dalla data di entrata in vigore del decreto, attraverso più decreti del Presidente della Repubblica saranno emanati criteri e metodologie di calcolo e requisiti della prestazione energetica.

*Dlgs 192/05*

La Regione Lombardia con la legge 12 dicembre 2003 n. 26, stabilisce che tra le funzioni dei Comuni ci sia anche quella di “[...] *rilasciare la certificazione energetica degli edifici civili di cui all'articolo 30 della legge 10/91* [...]”. La Regione si assume la funzione di “[...] *disciplinare le modalità e i criteri per certificare l'efficienza energetica degli edifici*”

*Regione Lombardia  
l.r. 26/03*

Alcuni comuni nella Regione Lombardia hanno adottato regolamenti edilizi che subordinano il rilascio del certificato di agibilità all'ottenimento della certificazione energetica; negli stessi comuni Attestato e Targa Energetica saranno rilasciate dall'Amministrazione sulla base di una richiesta che potrà essere effettuata dal *costruttore* o dal *proprietario* e, per gli edifici esistenti, dal *locatario*.

*Ruolo dei Comuni in  
Regione Lombardia*

La certificazione energetica resa obbligatoria in questi Comuni ha un duplice scopo:

- evidenziare la qualità energetica degli edifici realizzati dopo l'entrata in vigore del nuovo Regolamento Edilizio;
- definire degli indicatori prestazionali per erogare incentivi agli edifici di alta qualità energetica.

*Obiettivi della  
Certificazione energetica*

La Provincia di Milano, allo scopo di diffondere la cultura dell'efficienza energetica in edilizia e di ridurre l'impatto ambientale dovuto alle emissioni legate alla climatizzazione invernale ed alla produzione di acqua calda ad usi sanitari, ha istituito un “*Tavolo Energia & Ambiente*” finalizzato a promuovere Linee Guida per la redazione di Regolamenti Edilizi comunali sostenibili e schemi di certificazione energetica degli edifici su base volontaria.

*Tavolo di lavoro  
Energia & Ambiente  
Provincia di Milano*

La procedura proposta in questo documento si applica su base volontaria fino all'emanazione delle norme nazionali o regionali in attuazione della Direttiva 2002-91/CE e del d.lgs. 192/05. La procedura descritta, elaborata all'interno del Dipartimento BEST del Politecnico di Milano, sarà inoltre applicata, sempre in fase transitoria, nei Comuni della Regione Lombardia nei quali il Regolamento Edilizio prevede la certificazione energetica.

## 1 INTRODUZIONE

La *prestazione energetica* di un edificio esprime la quantità di energia effettivamente consumata o che si prevede possa essere necessaria per soddisfare i vari bisogni connessi ad un uso standard dell'edificio.

*La certificazione energetica come attestazione delle prestazioni*

La *certificazione energetica* di un edificio è l'attestazione delle sue prestazioni energetiche attraverso un documento che comprende dati di riferimento che consentano ai consumatori di valutare e raffrontare tali prestazioni, nonché raccomandazioni per il loro miglioramento in termini di costi-benefici.

La procedura di certificazione energetica di un edificio comprende le seguenti fasi:

- valutazione energetica dell'edificio;
- classificazione dell'edificio;
- redazione dell'attestato di certificazione energetica.

Questa procedura fornisce:

- un metodo per la valutazione energetica di un edificio basato sul calcolo dei fabbisogni di energia (valutazione di calcolo);
- uno schema di certificazione energetica, comprendente una procedura di classificazione dell'edificio in base ad opportuni valori di riferimento;
- i contenuti e il formato dell'attestato di certificazione energetica;
- i contenuti e il formato della targa energetica da esporre per rendere evidente la qualità energetica dell'edificio in oggetto.

*A chi è rivolta la procedura*

Questa procedura è rivolta:

- agli Enti preposti per la gestione delle procedure di certificazione energetica degli edifici (Enti di accreditamento);
- ai soggetti delegati alla certificazione (tecnici certificatori);
- a progettisti, proprietari, operatori dell'edilizia e utenti per consentire una progettazione energetica dell'edificio coerente con gli obiettivi di raggiungimento di un determinato livello di prestazione energetica.

Lo schema di calcolo per la valutazione delle prestazioni energetiche degli edifici si basa essenzialmente sulle metodologie utilizzate standard (vedi riferimenti normativi). Ai soli fini della certificazione energetica, sono state introdotte delle semplificazioni allo scopo di rendere più agevole la procedura di certificazione ma anche e soprattutto per garantire una replicabilità della procedura.

*Distinguere le fasi di progetto e certificazione*

Per comprendere meglio il significato e lo scopo della certificazione energetica è utile fare una distinzione tra due fasi, quella del progetto e quella della certificazione, che pur essendo molto simili e pur basandosi sullo stesso modello hanno finalità diverse.

La fase progettuale ha lo scopo di fornire tutti gli elementi per dimensionare correttamente gli impianti (quindi un calcolo di potenza) verificando altresì che siano rispettati i limiti di consumo energetico fissati dalla legislazione vigente.

La certificazione energetica ha, invece, lo scopo di fornire uno o più indicatori di qualità energetica che potranno avere un notevole impatto sul mercato immobiliare. Per garantire la massima trasparenza è indispensabile che il certificatore possa

utilizzare una procedura in grado di evitare discrezionalità nella interpretazione delle regole, obiettivo questo difficilmente raggiungibile applicando integralmente i modelli di riferimento utilizzati nella progettazione.

Se è vero che la semplificazione può comportare degli errori di valutazione delle prestazioni, è altrettanto vero che i calcoli analitici non rispecchiano comunque mai una situazione reale, che è molto influenzata dal comportamento dell'utente e dal reale funzionamento degli impianti ed in particolare delle prestazioni dei sistemi di regolazione.

Se l'obiettivo della certificazione è quello di fornire un indicatore di qualità energetica oggettivo, ossia legato solo all'edificio considerando condizioni operative normalizzate, la certificazione sarebbe poco credibile se le regole e le procedure predisposte per applicarla non garantissero la replicabilità dei risultati: ogni certificatore, applicando la stessa procedura, dovrebbe ottenere lo stesso risultato.

È questo, nella sostanza, lo spirito con il quale è stata elaborata questa procedura, che propone delle semplificazioni, che non devono essere intese come scorciatoie, ma come elementi di maggiore chiarezza il cui scopo è quello di agevolare e diffondere in modo concreto la certificazione energetica degli edifici.

*Ogni certificatore deve ottenere lo stesso risultato di prestazione energetica dell'edificio*

## 2 SCOPO

Questa procedura definisce:

- a) gli usi energetici da prendere in considerazione nella certificazione energetica;
- b) la normativa di riferimento, i dati e le ipotesi da adottare nel calcolo delle prestazioni energetiche;
- c) le procedure e le modalità di rilievo dei dati in campo;
- d) gli indicatori di prestazione energetica da adottare;
- e) le procedure da adottare per la classificazione degli edifici;
- f) il formato del certificato energetico;
- g) il formato della targa energetica.

## 3 RIFERIMENTI NORMATIVI

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

UNI EN 410, Vetro per edilizia – Determinazione delle caratteristiche luminose e solari delle vetrate

UNI EN 673, Vetro per edilizia – Determinazione della trasmittanza termica (valore U) – Metodo di calcolo

UNI EN 832, Prestazione termica degli edifici – Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento – Edifici residenziali  
UNI EN 13789, Prestazione termica degli edifici – Coefficiente di perdita di calore per trasmissione – Metodo di calcolo  
UNI EN ISO 6946, Componenti ed elementi per edilizia – Resistenza termica e trasmittanza termica – Metodo di calcolo  
UNI EN ISO 7345, Isolamento termico – Grandezze fisiche e definizioni  
UNI EN ISO 10077-1, Prestazione termica di finestre, porte e chiusure – Calcolo della trasmittanza termica – Metodo semplificato  
UNI EN ISO 10077-2, Prestazione termica di finestre, porte e chiusure – Calcolo della trasmittanza termica – Metodo numerico per i telai  
UNI EN ISO 10211-1, Ponti termici in edilizia – Flussi termici e temperature superficiali – Metodi generali di calcolo  
UNI EN ISO 10211-2, Ponti termici in edilizia – Calcolo dei flussi termici e delle temperature superficiali – Ponti termici lineari  
UNI EN ISO 13370, Prestazione termica degli edifici – Trasferimento di calore attraverso il terreno – Metodi di calcolo  
UNI EN ISO 13786, Prestazione termica dei componenti per edilizia – Caratteristiche termiche dinamiche – Metodi di calcolo  
UNI EN ISO 13790, Prestazione termica degli edifici – Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento  
UNI EN ISO 14683, Ponti termici nelle costruzioni edili – Trasmittanza termica lineare – Metodi semplificati e valori di progetto  
UNI EN ISO 15927-1, Prestazione termoigrometrica degli edifici – Calcolo e presentazione dei dati climatici – Medie mensili dei singoli elementi meteorologici

## 4 TERMINI E DEFINIZIONI

### 4.1 *Edificio*

Costruzione abitata considerata nella sua globalità, includendo il suo involucro e i sistemi impiantistici di riscaldamento, ventilazione e condizionamento dell'aria.

### 4.2 *Nuovo edificio*

Edificio allo stato di progetto o in costruzione o (per la valutazione di esercizio) costruito troppo recentemente per avere informazioni affidabili circa gli utilizzi energetici.

### 4.3 *Edificio esistente*

Edificio costruito, per il quale siano noti o possano essere misurati i dati reali necessari alla valutazione dell'energia utilizzata in accordo con questa norma.

### 4.4 *Prestazione energetica*

La prestazione energetica di un edificio esprime la quantità di energia effettivamente consumata o che si prevede possa essere necessaria per soddisfare i vari bisogni connessi ad un uso standard dell'edificio.

### 4.5 *Certificazione energetica*

Valutazione relativa alle prestazioni energetiche di un edificio, fatta secondo uno schema di certificazione.

### 4.6 *Certificato energetico*

Attestazione delle prestazioni energetiche di un edificio attraverso un documento che comprende dati di riferimento, che consentano ai consumatori di valutare e raffrontare tali prestazioni, nonché raccomandazioni per il loro miglioramento in termini di costi-benefici.

### 4.7 *Targa energetica*

Attestazione delle prestazioni energetiche di un edificio attraverso una targa che evidenzia la classe energetica e che consenta ai consumatori di valutare e raffrontare le prestazioni.

### 4.8 *Classe energetica*

Semplice e comprensibile scala di valori (da "A" a "G"), usata per rappresentare l'efficienza energetica di un edificio.

### 4.9 *Indicatore di prestazione globale*

Indicatore che esprime la prestazione di un intero edificio includendo i sistemi di riscaldamento, ventilazione e condizionamento

#### **4.10 Valutazione standard**

Valutazione basata sul calcolo dell'energia utilizzata da un edificio per riscaldamento, raffrescamento, ventilazione, produzione di acqua calda sanitaria ed illuminazione, con dati di ingresso riferiti all'edificio come costruito e alle condizioni standard del clima interno ed esterno e di occupazione. Essa rappresenta il potenziale energetico intrinseco dell'edificio rilevante ai fini della certificazione energetica.

#### **4.11 Valutazione di progetto**

Valutazione basata sugli schemi dell'edificio (piante, sezioni, ecc.) e sui valori di progetto, calcolati per un edificio nella fase di progetto.

#### **4.12 Area climatizzata**

Area del pavimento degli spazi riscaldati o raffrescati, esclusi i locali (cantine) non abitabili, compresa l'area del pavimento di tutti i piani se più di uno.

#### **4.13 Area climatizzata di involucro**

Area globale che racchiude completamente uno spazio climatizzato.

#### **4.14 Dimensione interna (netta)**

Lunghezza misurata da muro a muro e da pavimento a soffitto all'interno di ciascun ambiente dell'edificio.

#### **4.15 Dimensione interna totale (lorda)**

Lunghezza misurata all'interno dell'edificio, ignorando le partizioni interne.

#### **4.16 Dimensione esterna**

Lunghezza misurata sull'esterno dell'edificio.

#### **4.17 Temperatura interna di progetto**

Temperatura dell'aria prevista in progetto, è pari a 20°C per gli edifici residenziali e funzione dell'utilizzo prevalente per le altre destinazioni d'uso.

## 5 SIMBOLI E UNITÀ DI MISURA

Simbolo	Grandezza fisica	Unità di misura
A	area	m <sup>2</sup>
V	Volume	m <sup>3</sup>
f	fattore	-
I	radiazione solare incidente	kWh/m <sup>2</sup> anno
IC	indicatore di classificazione	-
PE	indicatore di prestazione energetica	kWh/m <sup>2</sup> anno
H	Coefficiente di dispersione termica	W/K
U	trasmissione termica	W/m <sup>2</sup> K
η	Rendimento – fattore di utilizzazione	-
Q	energia	Wh
θ	temperatura	°C

*Prospetto 1*  
Simboli e unità di misura

Simbolo	Descrizione	Simbolo	Descrizione
E	involucro	e	emissione
G	globale	c	regolazione
H	riscaldamento	d	distribuzione
FR	Fonti rinnovabili	p	produzione
P	primaria	s	accumulo
I	interni		
SI	solari interni		
V	ventilazione		
W	acqua calda		
D	trasmissione		
L	lordo		
N	netto	SUP	superficie
U	utile	VOL	volume

*Prospetto 2*  
Pedici

## 6 SCHEMA DI CERTIFICAZIONE ENERGETICA

### 6.1 *Campo di applicazione*

La certificazione energetica dovrà essere applicata nelle seguenti situazioni:

- costruzione di nuovi edifici;
- ristrutturazione di edifici esistenti;

Potrà essere applicata, inoltre, nei casi di:

- compravendita;
- locazione.

*Applicabilità della procedura* La procedura descritta è applicabile agli edifici residenziali o assimilabili come alberghi, edifici socio assistenziali, ecc. È, inoltre, applicabile agli edifici pubblici e agli uffici non provvisti di impianti centralizzati di climatizzazione estiva. La procedura non è applicabile agli edifici dotati di impianti di climatizzazione come uffici, strutture commerciali della grande distribuzione, e agli impianti sportivi e ai capannoni industriali.

Per appartamenti e unità abitative all'interno di condomini, la certificazione potrà essere basata anche sulla valutazione della singola unità abitativa. In questo caso saranno prodotti i seguenti documenti:

- un Attestato di Certificazione Energetica per l'intero edificio;
- una Targa Energetica riferita all'intero edificio;
- un Attestato di Certificazione Energetica per ciascuna unità abitativa.

### 6.2 *Base della valutazione energetica*

Gli usi di energia da considerare nella certificazione energetica sono i seguenti:

- riscaldamento;
- ventilazione;
- acqua calda igienico-sanitaria.

*Apporti energetici considerati* L'energia utilizzata per altri scopi (apparecchiature elettriche, elettrodomestici, processi industriali) in questa procedura di certificazione non viene considerata. Nella definizione degli indicatori di prestazione energetica si considerano anche gli apporti energetici dovuti alle fonti rinnovabili di energia ed in particolare:

- impianti solari termici;
- sistemi solari passivi;
- impianti solari fotovoltaici.

### 6.3 *Indicatori di prestazione energetica*

Nel prospetto 3 sono riportati gli indicatori di prestazione energetica. Tali valori sono da intendersi come valori di riferimento convenzionali e sono calcolati in base a

valutazioni su dati climatici e d'uso standard; pertanto non sono confrontabili con i dati di consumo energetico reali dell'edificio

Ognuno di essi è calcolato dal rapporto tra l'energia considerata (intesa come fabbisogno energetico annuo) e la superficie utile  $A_U$ . L'unità di misura utilizzata per tutti gli indicatori è il  $kWh/m^2$  anno.

Indicatore	Simbolo	Descrizione
Fabbisogno energetico specifico involucro	$PE_H$	Definisce le caratteristiche dell'involucro, tiene conto delle dispersioni di calore, ma anche degli eventuali apporti gratuiti dovuti alla radiazione solare (pareti opache e trasparenti) e gli apporti interni.
Fabbisogno di energia primaria specifico climatizzazione invernale	$PE_{HP}$	Definisce il fabbisogno di energia primaria per la climatizzazione invernale e considera i rendimenti del sistema di climatizzazione.
Fabbisogno energetico specifico acqua calda sanitaria	$PE_W$	Definisce il fabbisogno di energia per la produzione di acqua calda sanitaria: si fa riferimento a consumi standard.
Fabbisogno energia primaria specifico per la produzione di acqua calda sanitaria	$PE_{WP}$	Definisce il fabbisogno di energia primaria per la produzione di acqua calda sanitaria e tiene conto, quindi, dei rendimenti degli impianti.
Contributo energetico specifico dovuto alle fonti rinnovabili	$PE_{FR}$	Definisce il contributo energetico dovuto alle fonti rinnovabili. Considera normalmente il contributo energetico dovuto agli impianti solari termici, agli impianti solari fotovoltaici e all'eventuale contributo energetico dovuto a sistemi solari passivi
Fabbisogno specifico globale di energia primaria	$PE_G$	Somma del fabbisogno di energia primaria per riscaldamento ( $PE_{HP}$ ) e di quello per la produzione di acqua calda ( $PE_{WP}$ ) al quale vengono eventualmente detratti i contributi energetici dovuti alle fonti rinnovabili ( $PE_{TP}$ )

*Prospetto 3*  
*Indicatori di*  
*prestazione energetica*

Il *fabbisogno energetico specifico dell'involucro* è calcolato con la relazione:

$$PE_H = Q_H / (A_U \cdot 1000) \quad [1]$$

Dove:

$Q_H$  è il fabbisogno energetico dell'involucro riferito all'intera stagione di riscaldamento definito dalla [7].

Il *fabbisogno di energia primaria specifico per la climatizzazione invernale* è calcolato con la relazione:

$$PE_{HP} = Q_{EPH} / (A_U 1000) \quad [2]$$

Dove:

$Q_{EPH}$  è il *fabbisogno di energia primaria per la climatizzazione invernale* riferito all'intera stagione di riscaldamento definito dalla [20].

*Fabbisogno energetico specifico per la produzione di ACS* Il *fabbisogno energetico specifico per la produzione di acqua calda* è calcolato con la relazione:

$$PE_W = Q_W / (A_U 1000) \quad [3]$$

Dove:

$Q_W$  è il *fabbisogno energetico per la produzione di acqua calda ad usi sanitari* definito dalla [25].

Il *fabbisogno di energia primaria specifico per la produzione di acqua calda ad usi sanitari* è calcolato con la relazione:

$$PE_{WP} = Q_{WP} / (A_U 1000) \quad [4]$$

Dove:

$Q_W$  è il *fabbisogno di energia primaria per la produzione di acqua calda ad usi sanitari* definito dalla [25].

Il contributo energetico specifico dovuto alle fonti rinnovabili è calcolato con la relazione:

$$PE_{FR} = Q_{FR} / (A_U 1000) \quad [5]$$

Dove:

$Q_{FR}$  è il *contributo energetico dovuto alle fonti rinnovabili* definito dalla [28].

*Fabbisogno specifico globale di energia primaria* Il *fabbisogno specifico globale di energia primaria* è calcolato con la relazione:

$$PE_G = (PE_{HP} + PE_{WP}) - PE_{FR} \quad [6]$$

## 6.4 Indicatori di classificazione energetica

Considerando le caratteristiche climatiche delle località in Regione Lombardia (Zona climatica E) sono definiti i seguenti indicatori di classificazione energetica:

Classe A	Fabbisogno energetico	$\leq 30$	kWh/m <sup>2</sup> anno
Classe B	Fabbisogno energetico	$\leq 50$	kWh/m <sup>2</sup> anno
Classe C	Fabbisogno energetico	$\leq 70$	kWh/m <sup>2</sup> anno
Classe D	Fabbisogno energetico	$\leq 90$	kWh/m <sup>2</sup> anno
Classe E	Fabbisogno energetico	$\leq 120$	kWh/m <sup>2</sup> anno
Classe F	Fabbisogno energetico	$\leq 160$	kWh/m <sup>2</sup> anno
Classe G	Fabbisogno energetico	$> 160$	kWh/m <sup>2</sup> anno

Gi indicatori di classificazione energetica saranno utilizzati per l'*attestato di certificazione energetica* e per la *targa energetica*. *Attestato e Targa Energetica*

Nell'**Attestato di Certificazione Energetica** saranno considerati due indicatori di classificazione energetica:

- l'indicatore relativo al fabbisogno specifico energetico dell'involucro ( $PE_H$ );
- l'indicatore relativo al fabbisogno di energia primaria ( $PE_G$ ).

Nella **Targa Energetica** sarà considerato solo l'indicatore relativo al fabbisogno specifico energetico dell'involucro ( $PE_H$ )

Gli schemi per l'attestato di certificazione energetica e la targa energetica dell'edificio sono riportati rispettivamente nelle appendici A e B.

Per gli edifici con un fabbisogno di energia primaria inferiore a 15 kWh/m<sup>2</sup> anno all'indicatore di classe A è aggiunta la dizione "*casa passiva*".

## 6.5 Aspetti applicativi

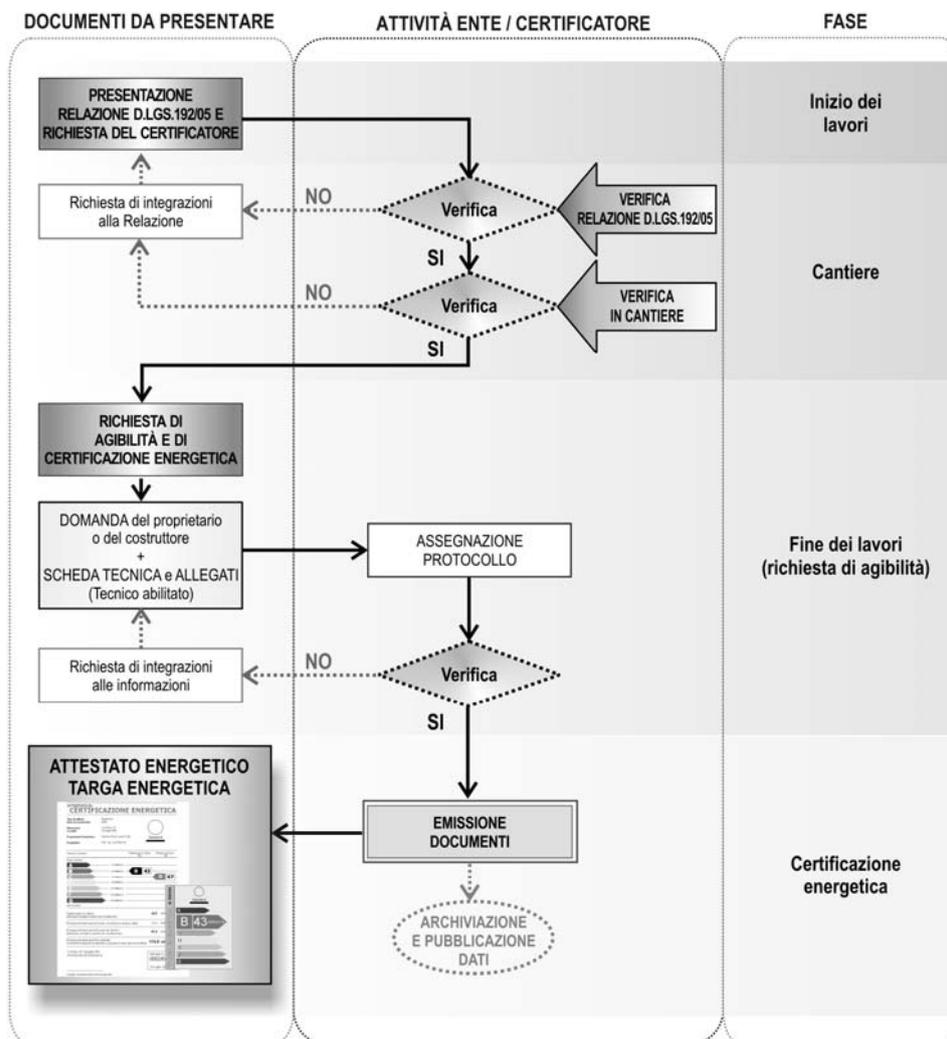
La procedura di certificazione energetica proposta riguarda i nuovi edifici, quelli che hanno subito una ristrutturazione (per i quali è comunque richiesta una relazione di calcolo e verifica ai sensi della legge 10/91) e quelli esistenti. *Edifici nuovi e ristrutturati*

L'approccio operativo, descritto nel presente paragrafo, cambia nei diversi casi.

### 6.5.1 EDIFICI NUOVI O RISTRUTTURATI

Lo schema a blocchi riportato in figura 1 riporta la procedura da applicare nel caso in cui si certifichino edifici nuovi o ristrutturati.

**Figura 1**  
Procedura per la  
certificazione  
energetica di edifici  
nuovi o ristrutturati



La Direttiva europea 2002-91-CE prescrive all'articolo 10 (Esperti indipendenti) che “[...] gli Stati membri si assicurino che la certificazione degli edifici .....omissis .... vengano effettuate in **maniera indipendente** da **esperti qualificati e/o riconosciuti**, qualora operino come imprenditori individuali o impiegati di enti pubblici o di organismi privati”.

Si ritiene utile distinguere nettamente la progettazione dalla certificazione: quest'ultima deve fare riferimento a una procedura normalizzata e univoca.

Nel caso di edifici nuovi o ristrutturati, tuttavia, è opportuno che la certificazione energetica si configuri anche come attività di supporto e verifica della progettazione e della successiva realizzazione. È per questo che, con riferimento allo schema di figura 1, si prevedono tre fasi:

- una prima fase che prevede la **verifica del progetto**;
- una seconda fase che prevede la di **verifica in cantiere**;
- una terza fase che prevede l'**emissione dei documenti** attestanti la qualità energetica dell'edificio (Attestato di Certificazione Energetica e Targa Energetica).

L'Ente preposto per la gestione dei documenti relativi alla certificazione energetica è l'Amministrazione comunale o un Ente di Accreditamento per la certificazione energetica.

Il costruttore è tenuto a richiedere all'Amministrazione comunale o all'Ente di Accreditamento la nomina di un certificatore. *Nomina del certificatore*

L'amministrazione comunale dovrà individuare il certificatore nell'apposito albo predisposto dall'ente di accreditamento. Il certificatore dovrà essere indipendente rispetto all'edificio oggetto della certificazione

Il certificatore nella sua analisi, dovrà accertare l'assoluta coerenza tra ciò che viene progettato e ciò che viene realizzato

Il certificatore svolgerà il proprio compito per conto dell'Amministrazione comunale, la quale si rivarrà sul costruttore, per il rimborso delle spese sostenute, nell'ambito degli oneri di urbanizzazione.

Il progettista dovrà fornire al certificatore per consentire la verifica del progetto, unitamente alla copia della relazione di calcolo ai sensi della legge vigente, una scheda tecnica contenente le informazioni sulle caratteristiche geometriche e termofisiche dell'edificio. Le informazioni fornite utilizzando il modello riportato nell'Appendice D riguarderanno i seguenti parametri: *Compiti del progettista*

- ubicazione dell'edificio;
- località di riferimento;
- tipologia dell'uenza;
- volume lordo riscaldato;
- superficie lorda abitabile;
- ripartizione degli elementi opachi dell'involucro per superficie, orientamento e caratteristiche termofisiche (trasmissione media);
- ripartizione degli elementi trasparenti dell'involucro per superficie, orientamento, caratteristiche termofisiche (trasmissione media serramento/telaio) e ombreggiamento;
- caratteristiche del sistema di ventilazione meccanica ove previsto (portata d'aria, efficienza dell'eventuale recuperatore di calore);
- caratteristiche degli eventuali sistemi bioclimatici;
- caratteristiche dell'eventuale impianto solare termico (superficie captante e tipologia del collettore);
- caratteristiche dell'eventuale impianto fotovoltaico (superficie captante e tipologia del pannello fotovoltaico).

La verifica in cantiere è ritenuta indispensabile dal momento che risulterebbe difficile, a edificio completato, verificare la presenza delle coibentazioni all'interno delle strutture di tamponamento. *Verifica di cantiere*

Qualora tale visita/e non consenta di verificare l'effettivo livello di coibentazione adottato per le strutture, si dovrà ricorrere a ispezioni mediante carotaggio o mediante misura della trasmittanza in opera con il metodo dei termoflussimetri (ISO 9869).

Il Direttore dei Lavori segnalerà all'Ufficio Tecnico Comunale il momento in cui vengono installati i materiali isolanti all'interno delle strutture allo scopo di organizzare la visita da parte del certificatore.

Il certificatore dovrà concordare con il Direttore Lavori un programma di ispezioni in cantiere. Nel caso di edifici complessi è possibile che il verificatore possa effettuare anche più di una visita.

*Compiti del costruttore* A lavori ultimati il costruttore o il proprietario dovranno chiedere all'Amministrazione comunale il **rilascio dei documenti attestanti la qualità energetica** dell'edificio. Contestualmente tale documentazione verrà resa pubblica attraverso la pubblicazione su un apposito sito internet a cura dell'ente di accreditamento.

*Targa e Attestato energetico* La Targa Energetica, che riguarderà le caratteristiche prestazionali dell'intero edificio, dovrà essere obbligatoriamente esposta. L'Attestato di Certificazione Energetica riguarderà l'intero edificio, tuttavia il costruttore potrà richiedere degli attestati di certificazione energetica per le singole unità immobiliare (considerando la posizione delle diverse unità immobiliari e quindi i diversi rapporti superficie disperente/volume è molto probabile che gli indicatori di qualità energetica riferiti alle singole unità immobiliari siano diversi).

*L'Amministrazione deve archiviare i dati relativi alla certificazione* L'Amministrazione comunale, o per essa l'Ente di accreditamento, conserveranno i dati relativi alla certificazione energetica.

Nel caso di edifici pubblici questi sono tenuti al rinnovo del certificato energetico alla sua scadenza (è prevista una validità di 10 anni in coerenza con quanto stabilito dalla Direttiva 2002-91-CE).

### 6.5.2 EDIFICI ESISTENTI

Negli edifici esistenti non è ovviamente possibile effettuare le verifiche durante la realizzazione. Il certificatore dovrà quindi effettuare tutti i rilievi necessari per definire gli indicatori di prestazione energetica.

Per quanto riguarda le caratteristiche delle strutture che definiscono l'involucro, nel caso in cui non ci sia la certezza riguardo alle stratigrafie è opportuno fare riferimento ai parametri termici riportati in appendice D, oppure provvedere a misure in opera della trasmittanza (ISO 9869).

## 7 CALCOLO DELLA PRESTAZIONE ENERGETICA

Le caratteristiche geometriche dell'edificio, o della parte di edificio oggetto della Certificazione Energetica fanno riferimento a:

- Volume lordo riscaldato (comprendente murature esterne, partizioni interne, solette);
- Superficie lorda riscaldata (comprendente murature esterne e partizioni interne).

Per il calcolo della ventilazione si utilizza come riferimento il volume netto, così come nella definizione degli indicatori di consumo o di prestazione energetica si utilizza la superficie utile abitabile.

<b>Tecnologia costruttiva</b>	$f_{SUP}$	$f_{VOL}$
Costruzione leggera	0,90	0,80
Costruzione media	0,85	0,75
Costruzione pesante	0,80	0,70

*Prospetto 4*  
Fattori correttivi per  
superficie volumi

I valori netti o utili dei volumi o delle superfici ai soli fini del calcolo della ventilazione si ottengono, in funzione della tecnologia costruttiva dell'edificio, moltiplicando i valori riferiti al lordo per i coefficienti  $f_{SUP}$  e  $f_{VOL}$  riportati nel prospetto 4.

### 7.1 Climatizzazione invernale fabbisogno energetico

Per la climatizzazione invernale il fabbisogno energetico dell'involucro  $Q_H$  riferito all'intera stagione di riscaldamento è definito dalla seguente equazione di bilancio:

$$Q_H = (Q_L) - \eta_U (Q_G) \quad [7]$$

Dove:

$Q_L$  è l'energia scambiata totale (trasmissione + ventilazione);

$Q_G$  è l'energia dovuta agli apporti gratuiti;

$\eta_U$  è il fattore di utilizzazione degli apporti energetici gratuiti.

L'energia scambiata totale  $Q_L$  è data da:

$$Q_L = Q_T + Q_V \quad [8]$$

Dove:

$Q_T$  è l'energia scambiata per trasmissione;

$Q_V$  è l'energia dovuta alla ventilazione;

L'energia dovuta agli apporti gratuiti  $Q_G$  è data da:

$$Q_G = Q_I + Q_{SI} \quad [9]$$

Dove:

$Q_I$  è l'energia dovuta agli apporti interni;

$Q_{SI}$  è l'energia dovuta agli apporti solari sulle superfici trasparenti.

Si considerano gli apporti gratuiti dovuti all'effetto della radiazione solare sulle superfici opache.

L'energia scambiata per trasmissione durante la stagione di riscaldamento è data dalla relazione:

$$Q_T = \sum_k [H_{T,k} (GG)] 0,024 \quad [10]$$

Dove:

$H_T$  è il coefficiente di dispersione termica per trasmissione dell'edificio;

$GG$  sono i gradi giorno convenzionali della località considerata.

Ai soli fini del calcolo per la certificazione energetica si considera un mantenimento della temperatura interna di progetto costante nelle 24 ore.

Il coefficiente di dispersione termica per trasmissione dell'edificio tiene conto:

- delle dispersioni di calore attraverso le strutture che separano l'ambiente considerato dall'ambiente esterno;
- delle dispersioni di calore verso il terreno;
- delle dispersioni di calore attraverso locali non climatizzati.

Ai soli fini del calcolo per la certificazione energetica il coefficiente di dispersione termica per trasmissione viene calcolato dalla relazione:

$$H_T = \sum_i (A_i U_i f_{T,i}) \quad [11]$$

Dove:

$A_i$  è l'area dell'elemento  $i$  dell'involucro;

$U_i$  è la trasmittanza termica dell'elemento  $i$  dell'involucro; tale trasmittanza tiene conto anche dei ponti termici eventualmente presenti e risulta superiore, quindi, alla trasmittanza del solo elemento.

$f_{T,i}$  fattore correttivo che tiene conto del fatto che alcuni ambienti si possono trovare ad una temperatura diversa da quella esterna di progetto (ad esempio locali non riscaldati, terreno, ecc.); nel caso in cui l'elemento considerato confina con l'ambiente esterno il fattore  $f_{T,i}$  è pari a 1 (i fattori correttivi da utilizzare nella [5] sono riportati nel prospetto 5).

*Semplificazioni introdotte per il calcolo* Per il calcolo finalizzato alla certificazione energetica degli edifici si introducono le seguenti semplificazioni:

- i ponti termici non vengono considerati separatamente: di essi se ne tiene conto in modo indiretto incrementando il valore della trasmittanza termica (indicati nel prospetto C7) e considerando come aree degli elementi le dimensioni lorde;
- per gli elementi dell'involucro che separano l'ambiente climatizzato dal terreno si utilizza sempre la [5].

Ambiente esterno	$f_{T,i}$	Ambiente esterno	$f_{T,i}$
Ambiente esterno	1	Terreno	0,45
Sottotetto aerato	1	Vespao aerato	0,85
Sottotetto ben sigillato	0,8	Pilotis	1
Appartamenti non riscaldati	0,50	Cantina con serramenti chiusi	0,6
Corpi scale piano terra	0,70	Cantina con serramenti aperti	0,9
Corpi scale altri piani	0,50	Garage	0,9

**Prospetto 5**

Fattori correttivi  $f_{T,i}$  da applicare nella [5] per considerare l'effetto di strutture disperdenti verso ambienti con temperatura differente rispetto a quella esterna

**La ventilazione**

Il rinnovo dell'aria degli ambienti comporta un consumo di energia. Il risparmio di tale energia non può essere conseguito riducendo il tasso di ventilazione degli ambienti per non compromettere il benessere e la salubrità degli ambienti stessi. Pertanto ai fini della qualificazione energetica dell'edificio si ipotizza un tasso di ventilazione convenzionale ( indipendente cioè dal comportamento dell'utenza) che fa riferimento ad un utilizzo standard dell'edificio e alle seguenti condizioni:

- A edifici privi di impianto di ventilazione meccanica
- A1 muniti di serramenti non classificati ai fini della tenuta all'aria e al vento
- A2 muniti di serramenti classificati
- B edifici muniti di impianto di ventilazione meccanica
- B1 ventilazione discontinua
- B2 continua con bocchette igroregolabili
- B3 a doppio flusso con recuperatore di calore.

L'energia convenzionalmente scambiata per ventilazione  $Q_V$  è data dalla relazione:

$$Q_V = \sum_k [H_{V,k} (GG)] \cdot 0,024 \cdot (1 - \eta_{RCV}) \quad [12]$$

Dove:

$H_V$  è il coefficiente di dispersione termica per ventilazione dell'edificio;

$GG$  sono i gradi giorno convenzionali della località considerata;

$\eta_{RCV}$  è il rendimento medio stagionale di un eventuale recuperatore di calore.

Il coefficiente di dispersione termica per ventilazione  $H_V$  è calcolato per mezzo della relazione:

$$H_V = V_a \rho_a c_a \quad [13]$$

Dove:

$V_a$  è la portata d'aria di rinnovo dell'edificio;

$\rho_a c_a$  è la capacità termica volumica dell'aria.

Se la portata d'aria è espressa in  $\text{m}^3/\text{h}$  la capacità termica volumica  $\rho_a c_a$  è considerata convenzionalmente pari a  $0,34 \text{ Wh}/(\text{m}^3 \text{ K})$ .

La portata d'aria, può essere calcolata da una stima della portata d'aria di ricambio  $n$  per mezzo della:

$$V_a = V_N n e_v \quad [14]$$

Dove

$V_N$  è il volume dello spazio riscaldato, calcolato sulla base delle dimensioni interne;

$e_v$  è un coefficiente di efficienza del sistema di ventilazione che assume i seguenti valori riportati nel prospetto 5

*Prospetto 6*  
Coefficiente di  
efficienza del sistema  
di ventilazione

Edifici senza impianto di ventilazione			Edifici con impianto di ventilazione		
$e_v$			$e_v$		
<b>A1</b>	Serramenti n.c.	2	<b>B1</b>	aspirazione	1
<b>A2</b>	Serramenti a tenuta	1.5	<b>B2</b>	Continua igroregolabile	0.8
			<b>B3</b>	Doppio flusso con recupero	0.5

Ai soli fini della certificazione energetica si considera per gli edifici residenziali un ricambio d'aria  $n$  pari 0,3 volumi/ora. Per le altre destinazioni d'uso si assumono i valori riportati nella UNI 10333.

L'energia dovuta agli apporti interni  $Q_i$  comprende qualunque calore generato nello spazio climatizzato dalle sorgenti interne diverse dal sistema di riscaldamento quali ad esempio:

- apporti dovuti al metabolismo degli occupanti;
- il consumo di calore dovuto alle apparecchiature elettriche e agli apparecchi di illuminazione;
- gli apporti netti provenienti dal sistema di distribuzione e di scarico dell'acqua.

Nel prospetto 7 sono riportati i valori globali degli apporti interni per alcune tipologie di utenza

Tipologie di utenza	Apporti interni (W/m <sup>2</sup> )
Edifici residenziali	2,25
Edifici misti (uffici e abitazioni)	4
Edifici per uffici	6
Attività commerciali	8

*Prospetto 7*  
Valori globali degli apporti interni per alcune tipologie di utenza.

Il valore dell'energia dovuta agli apporti gratuiti  $Q_i$  si ricava moltiplicando i valori riportati nel prospetto 4 per la superficie utile degli ambienti  $A_U$ .

L'energia dovuta agli apporti solari sulle superfici trasparenti  $Q_{Si}$  si ricava dalla relazione:

$$Q_{Si} = \sum_j [I_{S,j} \cdot A_{S,j} \cdot (F_{S,j} \cdot F_{C,j} \cdot F_{F,j}) \cdot g_j] \quad [15]$$

Dove la sommatoria è estesa a tutte le superfici esposte e:

$I_{S,j}$  è l'energia totale della radiazione solare globale su una superficie unitaria riferita al serramento jesimo durante il periodo di calcolo (i valori della radiazione solare su superfici verticali variamente orientate per i capoluoghi della Regione Lombardia sono ristati in appendice);

$A_{S,j}$  è l'area lorda (telaio più vetro) del serramento jesimo;

$F_{S,j}$  è il coefficiente di correzione dovuto all'ombreggiatura del serramento jesimo (nel caso in cui non esistano sistemi di oscuramento si assume come valore 1, nel caso in cui la superficie del serramento sia completamente in ombra il calcolo degli apporti gratuiti per quel serramento è ovviamente nullo);

$F_{C,j}$  è il coefficiente di correzione dovuto ai tendaggi del serramento jesimo (si assume un valore convenzionale pari a 0,6);

$F_{F,j}$  è il coefficiente di correzione dovuto al telaio, pari al rapporto tra l'area trasparente e l'area totale dell'unità vetrata del serramento jesimo (si assume un valore convenzionale pari a 0,87);

$g_j$  è coefficiente di trasmissione dell'energia solare totale del serramento jesimo.

Tipo di vetro	$g$
Vetro singolo (6)	0,83
Vetrocamera semplice (6-8-6)	0,71
Vetrocamera semplice (6-12-6)	0,71
Vetrocamera selettivo con Aria o Argon (4-16-4)	0,61
Vetrocamera selettivo con Xenon (4-16-4)	0,62
Vetro triplo selettivo con Xenon (4-8-4-8-4)	0,48

*Prospetto 8*  
Coefficiente di trasmissione  $g$  per alcuni tipi di vetro

*Fattore di correzione per l'ombreggiamento* Nel prospetto 8 sono riportati i valori della trasmittanza  $g$  per alcuni tipi di vetro. Il fattore di correzione dovuto all'ombreggiatura  $F_s$  rappresenta una riduzione della radiazione solare incidente dovuta all'ombreggiatura permanente della superficie interessata risultante da uno qualsiasi dei seguenti fattori:

- ombreggiatura derivante dalla presenza di altri edifici;
- ombreggiatura derivante dalla tipografia (colline, alberi, ecc.);
- schermi fissi;
- ombreggiatura dovuta ad altri elementi dello stesso edificio;
- posizione dell'infilso rispetto alla superficie esterna della parete esterna.

Il fattore di correzione  $F_s$  prendere in considerazione quindi solo le ombreggiature permanenti, che non sono soggette a rimozioni in relazione agli apporti solari o al variare della temperatura interna. Protezioni solari automatiche o rimovibili dall'utente sono prese, implicitamente, in considerazione con il fattore di utilizzazione.

*Calcolo del fattore di utilizzo degli apporti gratuiti* Per il calcolo del fattore di utilizzo degli apporti energetici gratuiti  $\eta_U$  è necessario definire alcuni parametri che sono:  
Il rapporto tra gli apporti e le perdite  $\gamma$  definito dalla relazione:

$$\gamma = Q_G / Q_L \quad [16]$$

Dove:

$Q_G$  è l'energia dovuta agli apporti gratuiti;

$Q_L$  è l'energia scambiata totale (trasmissione + ventilazione).

La costante di tempo  $\tau$  che caratterizza l'inerzia termica interna dello spazio riscaldato calcolata con la relazione:

$$\tau = C / H_T \quad [17]$$

Dove:

$C$  è l'effettiva capacità termica interna, ovvero il calore accumulato nella struttura dell'edificio quando la temperatura interna varia in modo sinusoidale con un periodo di 24 h ed un'ampiezza di 1 K;

$H_T$  è il coefficiente di dispersione termica per trasmissione dell'edificio.

Per la valutazione della capacità termica  $C$  si rimanda al prospetto 9 (fonte: Raccomandazione CTI R 03-3 – prestazioni energetiche degli edifici)

Tipologia costruttiva	Capacità termica volumica C [Wh/m <sup>3</sup> K]
Edifici con muri in pietra o assimilabili	80,6
Edifici con muri in mattoni pieni o assimilabili	66,7
Edifici con muri in mattoni forati o assimilabili	3,61
Edifici con pareti leggere o isolati dall'interno	19,4

*Prospetto 9*  
Capacità termica  
volumica per alcune  
tipologie costruttive

Nell'ipotesi molto probabile in cui il rapporto tra gli apporti e le perdite sia diverso da 1 il fattore di utilizzazione degli apporti gratuiti  $\eta_U$  è ricavabile dalla relazione:

$$\eta_U = (1 - \gamma^a) / (1 - \gamma^{(a+1)}) \quad [18]$$

Dove  $a$  è un parametro numerico che dipende dalla costante di tempo  $\tau$  ed è definito nell'equazione:

$$a = 0,8 + (\tau / 28) \quad [19]$$

con l'avvertenza che la [13] è valida solo se si applica, come nel nostro caso, un metodo di calcolo stagionale.

## 7.2 Climatizzazione invernale energia primaria

Il fabbisogno di energia primaria per la climatizzazione invernale  $Q_{EPH}$  è l'energia primaria richiesta dal sistema di produzione e distribuzione per soddisfare i fabbisogni energetici di riscaldamento dell'edificio e può essere calcolato dalla relazione:

$$Q_{EPH} = Q_H / \eta_g \quad [20]$$

Dove:

$Q_H$  è il fabbisogno energetico dell'involucro riferito all'intera stagione di riscaldamento;

$\eta_g$  è il rendimento medio stagionale definito come il rapporto tra il fabbisogno energetico dell'involucro  $Q_H$  e l'energia fornita dal combustibile.

Il **rendimento medio stagionale**  $\eta_g$  è calcolato dalla relazione:

$$\eta_g = \eta_e \cdot \eta_c \cdot \eta_d \cdot \eta_p \quad [21]$$

*Rendimento medio  
stagionale*

Dove:

$\eta_e$  è rendimento di emissione;

$\eta_c$  è rendimento di regolazione;

$\eta_d$  è rendimento di distribuzione;

$\eta_p$  è rendimento di produzione medio stagionale.

*Rendimento di emissione* Il **rendimento di emissione**  $\eta_e$  è il rapporto tra il fabbisogno energetico utile di riscaldamento degli ambienti con un sistema di emissione di riferimento in grado di fornire una temperatura perfettamente uniforme ed uguale nei vari ambienti ed il sistema di emissione reale nelle stesse condizioni di temperatura interna di riferimento e di temperatura esterna.

Nel prospetto 10 sono riportati i valori convenzionali dei rendimenti di emissione.

*Prospetto 10*  
*Valori convenzionali*  
*dei rendimenti di*  
*emissione*

Terminale di erogazione	$\eta_e$
Termoconvettori	0,99*
Ventilconvettori	0,98
Radiatori	0,96*
Pannelli radianti isolati dalle strutture	0,97
Pannelli radianti annegati nella struttura	0,95

\* Se associati a caldaie che funzionano a bassa temperatura al rendimento vanno sottratti ai valori di tabella 0,02 punti.

*Rendimento di regolazione*

Un sistema di regolazione che non risponde accuratamente e velocemente alla richiesta di energia genera oscillazioni di temperatura all'interno dell'ambiente che causano incrementi di scambi termici per trasmissione e ventilazione con l'esterno. Il **rendimento di regolazione**  $\eta_c$  è un parametro che esprime la deviazione tra la quantità di energia richiesta in condizioni reali rispetto a quelle ideali ed è dato dal rapporto tra il fabbisogno energetico utile di riscaldamento degli ambienti con una regolazione teorica perfetta e quello richiesto per il riscaldamento degli stessi ambienti con l'impianto di regolazione reale. Nel prospetto 11 sono riportati i rendimenti di regolazione da considerare nel calcolo in funzione della configurazione impiantistica.

*Prospetto 11 Rendimenti di regolazione per alcune configurazioni impiantistiche*

Sistema di regolazione	Tipologia	Radiatori e convettori	Pannelli radianti isolati	Pannelli radianti integrati
Regolazione manuale	Termostato caldaia	0,84	0,82	0,78
Climatica centralizzata	Regolatore climatico	0,88	0,86	0,82
Per singolo ambiente senza pre-regolazione	Reg. on-off	0,94	0,92	0,88
	Reg. modulante	0,97	0,95	0,91
Per singolo ambiente con pre-regolazione	Reg. on-off	0,97	0,95	0,93
	Reg. modulante	0,99	0,98	0,96
Di zona senza pre-regolazione	Reg. on-off	0,93	0,91	0,87
	Reg. modulante	0,96	0,95	0,91
Di zona con pre-regolazione	Reg. on-off	0,96	0,94	0,92
	Reg. modulante	0,98	0,97	0,95

Il **rendimento di distribuzione**  $\eta_d$  è il rapporto tra il fabbisogno energetico utile reale delle zone e l'energia termica fornita dal sistema di produzione. 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). Nel prospetto 12 sono riportati i valori convenzionali dei rendimenti di distribuzione in funzione di diverse configurazioni

*Rendimento di distribuzione*

Volume (m <sup>3</sup> )	Edifici tipo A	Edifici tipo B	Edifici tipo C
1.000	0,94	0,93	0,96
5.000	0,94	0,93	0,96
10.000	0,95	0,92	0,97
15.000	0,95	0,90	0,97
20.000	0,96	0,87	0,98

*Prospetto 12  
Valori convenzionali  
dei rendimenti di  
distribuzione*

Edifici tipo A	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 e sono coibentate.
Edifici tipo B	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.
Edifici tipo C	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.

Il **rendimento di produzione medio stagionale**  $\eta_p$  è il rapporto tra l'energia termica fornita dal sistema di produzione nella stagione di riscaldamento ed il fabbisogno di energia primaria nella stagione. Per il calcolo del rendimento di produzione medio stagionale si adottano i valori riportati nel prospetto 13 dove:

*Rendimento di produzione medio stagionale*

$P_{ns}$  è la potenza nominale del generatore installato;

$P_n$  è la potenza dimensionata in base alla temperatura minima di progetto;

$P_{media}$  è la potenza media stagionale richiesta dall'impianto calcolata in funzione della temperatura media esterna.

*Prospetto 13 Rendimenti di produzione medi stagionali  $\eta_p$  da assumere per il calcolo del fabbisogno di energia primaria*

$P_n / P_{media}$	3,5	3,9	4,3	4,7	5	5,4
$P_{ns} / P_n$	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
Rendimento di produzione medio stagionale $P_n > 35$ kW						
Caldaia a condensazione	1,05	1,05	1,05	1,06	1,06	1,06
Caldaia standard	0,79	0,78	0,775	0,77	0,76	0,75
Caldaia standard efficiente	0,93	0,92	0,92	0,92	0,92	0,91
Caldaia a temperatura scorrevole	0,92	0,93	0,94	0,94	0,94	0,95
$P_n < 35$ kW						
Caldaia standard efficiente	0,91	0,91	0,91	0,90	0,90	0,89
Caldaia a temperatura scorrevole	0,91	0,91	0,92	0,92	0,92	0,92
Caldaia standard	0,78	0,77	0,765	0,76	0,75	0,74

### 7.3 Produzione di acqua calda ad usi sanitari - fabbisogno energetico

Per gli edifici residenziali il fabbisogno energetico per l'acqua calda ad usi sanitari  $Q_W$  è calcolato utilizzando i valori convenzionali riportati nel prospetto 11 con la relazione:

$$Q_W = Q'_W \cdot t \cdot A_U \quad [25]$$

Dove:

$Q'_W$  è il fabbisogno energetico specifico;

$t$  è il tempo considerato (se l'impianto è utilizzato per tutto l'anno  $t$  vale 365);

$A$  è la superficie utile dall'appartamento.

I valori di fabbisogno specifico riportati nel prospetto 14 sono stati calcolati ipotizzando le seguenti temperature dell'acqua: all'uscita dal sistema  $\theta_w = 40$  °C, all'ingresso del sistema  $\theta_w = 15$  °C, quindi con un salto termico di 25 °C.

**Prospetto 14**  
Valori convenzionali relativi ai fabbisogni energetici per l'acqua calda ad usi sanitari per usi residenziali

Superficie utile	Fabbisogno specifico ( $Q'_w$ ) [Wh/ m <sup>2</sup> giorno]
$S < 50$ m <sup>2</sup>	60
$50 \leq S < 120$ m <sup>2</sup>	50
$120 \leq S < 200$ m <sup>2</sup>	40
$S \geq 200$ m <sup>2</sup>	30

Per le utenze non residenziali si rimanda a quanto indicato nel prospetto 15.

**Prospetto 15**  
Valori convenzionali relativi ai fabbisogni energetici per l'acqua calda ad usi sanitari per usi non residenziali

Superficie utile	Fabbisogno specifico ( $Q'_w$ ) [Wh/ persona giorno]
Alberghi per servizi per ogni camera con bagno	3500
Alberghi per servizi per ogni camera con bagno	1745
Collegi, altre comunità	1450
Ospedali con servizi comuni	1450
Cliniche con servizi in ogni stanza	3500
Uffici	280

### 7.4 Produzione di acqua calda ad usi sanitari - energia primaria

Il fabbisogno di energia primaria per la produzione di acqua calda ad usi sanitari  $Q_{EPW}$  è l'energia primaria richiesta dal sistema di produzione e distribuzione per soddisfare i fabbisogni energetici per la produzione di acqua calda ad usi sanitari e può essere calcolato dalla relazione:

$$Q_{EPW} = (Q_W / \eta_{gw}) + (Q_S / \eta_p) \quad [26]$$

Dove:

- $Q_W$  è il fabbisogno energetico per l'acqua calda ad usi sanitari;  
 $Q_S$  è la perdita di calore dovuta al *sistema di accumulo* ove presente;  
 $\eta_{gw}$  è il rendimento medio stagionale definito come il rapporto tra il fabbisogno energetico per l'acqua calda ad usi sanitari  $Q_W$  e l'energia fornita dal combustibile;  
 $\eta_p$  è rendimento di produzione.

Il *rendimento medio stagionale*  $\eta_{gw}$  è calcolato dalla relazione:

$$\eta_{gw} = \eta_e \cdot \eta_d \cdot \eta_p \quad [27]$$

*Rendimento medio stagionale acqua calda ad usi sanitari*

Dove:

- $\eta_e$  è rendimento di erogazione;  
 $\eta_d$  è rendimento di distribuzione;  
 $\eta_p$  è rendimento di produzione.

Per quanto riguarda il *rendimento di erogazione*  $\eta_e$ , si assume un valore di riferimento pari a 0,95.

Il prospetto 16 riporta i valori da assumere per il rendimento di distribuzione  $\eta_d$  in funzione delle possibili configurazioni impiantistiche.

Tipologia del sistema	Tipo di distribuzione	$\eta_d$
Sistemi installati prima della 373/76	senza ricircolo	0,88
	con ricircolo	0,73
Sistemi installati dopo la 373/76	senza ricircolo	0,93
	con ricircolo	0,86
Sistemi autonomi con generatore combinato o dedicato con portata termica < 35 kW	senza ricircolo	0,85

*Prospetto 16*  
 Valori convenzionali relativi al rendimento di distribuzione  $\eta_d$

Per il **rendimento di produzione**  $\eta_p$  si distinguono due casi: il primo riguarda gli impianti autonomi e il secondo quelli centralizzati. *Rendimento di produzione*

Per gli impianti autonomi il rendimento di produzione viene calcolato utilizzando i valori convenzionali riportati nel prospetto 17.

I rendimenti forniti dal prospetto tengono già conto, per gli apparecchi ad accumulo, della perdita di accumulo, valutata pari a circa il 10%. Per gli scaldacqua elettrici si è considerato inoltre un rendimento di produzione e distribuzione del 37%<sup>1</sup>.

Per gli impianti centralizzati il rendimento di produzione può essere calcolato, in funzione del tipo di generatore utilizzato, utilizzando i valori ricavabili dalle equazioni [22], [23] e [24].

<sup>1</sup> Fonte: Autorità per l'energia elettrica e il gas, dati statistici 1999. Rendimento calcolato considerando un consumo specifico medio per impianti termoelettrici pari a 2.174 kcal/kWh e perdite di rete pari al 6,5%.

**Prospetto 17**  
Valori convenzionali  
relativi al rendimento di  
produzione  $\eta_d$  per  
impianti autonomi

Tipo di apparecchio	Versione	$\eta_p$
Generatore a gas di tipo istantaneo per sola produzione di acqua calda sanitaria	Tipo B con pilota permanente	0,45
	Tipo B senza pilota	0,85
	Tipo C senza pilota	0,88
Generatore a gas ad accumulo per sola produzione di acqua calda sanitaria	Tipo B con pilota permanente	0,65
	Tipo B senza pilota	0,75
	Tipo C senza pilota	0,85
Accumulatore per produzione di acqua calda sanitaria a riscaldamento indiretto	A serpentino	0,90
	A camicia	0,85
Riscaldamento elettrico a resistenza ad accumulo		0,333

Per i sistemi ad accumulo la perdita di calore stagionale  $Q_s$  è ricavabile, in funzione della classe di volume dell'accumulo, utilizzando i valori convenzionali riportati nel prospetto 18.

**Prospetto 18**  
Valori convenzionali  
relativi alle perdite di  
calore dei sistemi di  
accumulo  $Q_s$

Volume di accumulo	$Q_s$ (Wh)
Fino a 200 litri	525.000
200÷1500 litri	1.050.000
Oltre 1.500 litri	4.380.000

### 7.5 Contributi delle fonti energetiche rinnovabili

Il contributo energetico dovuto alle fonti energetiche rinnovabili  $Q_{FR}$  consente di ridurre il fabbisogno di energia primaria dell'edificio.

Viene convenzionalmente calcolato con la relazione:

$$Q_{FR} = Q_{ST} + (Q_{SF} / \eta_{conv}) + Q_{SP} \quad [28]$$

Dove:

$Q_{ST}$  è il contributo relativo agli impianti solari termici;

$Q_{SF}$  è il contributo relativo agli impianti solari fotovoltaici;

$\eta_{conv}$  è rendimento di conversione da energia elettrica a energia termica assunto convenzionalmente pari a 0,37;

$Q_{SP}$  è il contributo dovuto a sistemi solari passivi (collettori solari in facciata, serre, sistemi a guadagno diretto, ecc.).

*Impianti solari termici* Il contributo energetico dovuto agli impianti solari termici  $Q_{ST}$  viene calcolato moltiplicando l'area di captazione per il valore precalcolato di resa unitaria riportato nel prospetto 19 in funzione della tipologia di collettore solare impiegato e della

località. Il calcolo è stato eseguito ipotizzando una inclinazione del collettore di  $30^\circ$  ed un orientamento a Sud con angolo azimutale  $\pm 45^\circ$ .

Provincia	Energia prodotta [kWh/m <sup>2</sup> anno]			
	Piano non vetrato	Piano verniciato vetrato	Piano vetrato selettivo	Tubi sottovuoto CPC
Bergamo	304,1	861,8	898,9	930,1
Brescia	352,3	952,4	989,2	1014,8
Como	288,5	846,3	880,1	913,2
Cremona	265,2	827,8	873,8	939,4
Lecco	321,6	871,6	907,9	936,4
Lodi	247,5	791,1	846,3	901,8
Mantova	249,8	790,7	845,7	900,3
Milano	280,9	837,5	876,6	928
Pavia	228,5	775,4	821,2	892,7
Sondrio	425,5	1059,2	1095,5	1115,4
Varese	238,9	861,3	899,3	945,7

**Prospetto 19**  
Energia prodotta, per unità di superficie, da impianti solari termici in funzione delle caratteristiche dei collettori solari nei capoluoghi di provincia lombardi e per l'acqua calda ad usi sanitari

Il contributo energetico dovuto agli impianti solari fotovoltaici  $Q_{SF}$  viene calcolato moltiplicando l'area di captazione per il valore precalcolato di resa unitaria riportato nel prospetto 18 in funzione della tipologia della cella fotovoltaico e della località. Il calcolo è stato eseguito ipotizzando una inclinazione del collettore di  $30^\circ$  ed un orientamento a Sud con angolo azimutale  $\pm 45^\circ$ .

Per il contributo dovuto a sistemi solari passivi  $Q_{SP}$  è invece necessario eseguire un calcolo analitico. Il valore ottenuto non può in tutti i casi essere superiore al 30% del fabbisogno energetico  $Q_H$ .

Nella relazione di calcolo si deve inoltre dimostrare che la presenza di componenti bioclimatici non comporta un peggioramento delle condizioni ambientali estive.

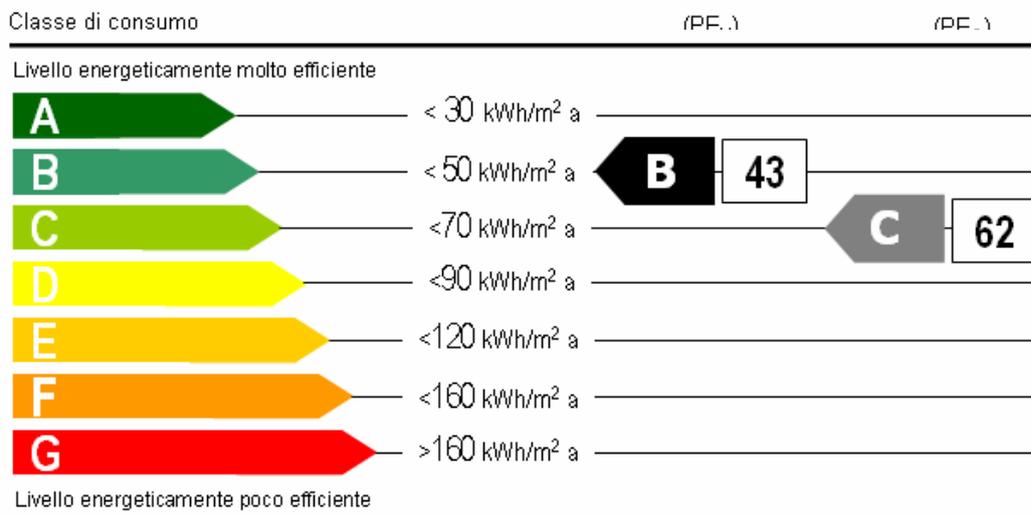
*Prospetto 20*  
*Energia elettrica*  
*prodotta, per unità di*  
*superficie, da un*  
*impianto solare*  
*fotovoltaico in funzione*  
*delle caratteristiche*  
*delle celle fotovoltaiche*  
*nei capoluoghi di*  
*provincia lombardi*

Provincia	Energia prodotta [KWh <sub>ELETTRICI</sub> /m <sup>2</sup> anno]		
	Silicio monocristallino	Silicio policristallino	Silicio amorfo
Bergamo	194,65	155,72	90,84
Brescia	209,15	167,32	97,60
Como	190,99	152,79	89,13
Cremona	205,48	164,39	95,89
Lecco	193,89	155,11	90,48
Lodi	199,99	159,99	93,33
Mantova	200,76	160,60	93,69
Milano	199,38	159,51	93,05
Pavia	200,76	160,60	93,69
Sondrio	219,98	175,98	102,66
Varese	196,33	157,07	91,62

## APPENDICE A ATTESTATO DI CERTIFICAZIONE ENERGETICA

### ATTESTATO DI CERTIFICAZIONE ENERGETICA

Tipo di edificio	_____	<div style="border: 1px solid black; width: 150px; height: 100px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">             Logo Comune           </div>
Ubicazione	_____	
Volume netto (m <sup>3</sup> )	_____	
Superficie netta (m <sup>2</sup> )	_____	
Anno di costruzione	_____	
Proprietario/Costruttore	_____	
Tecnico Certificatore	_____	



#### Indicatori di prestazione energetica

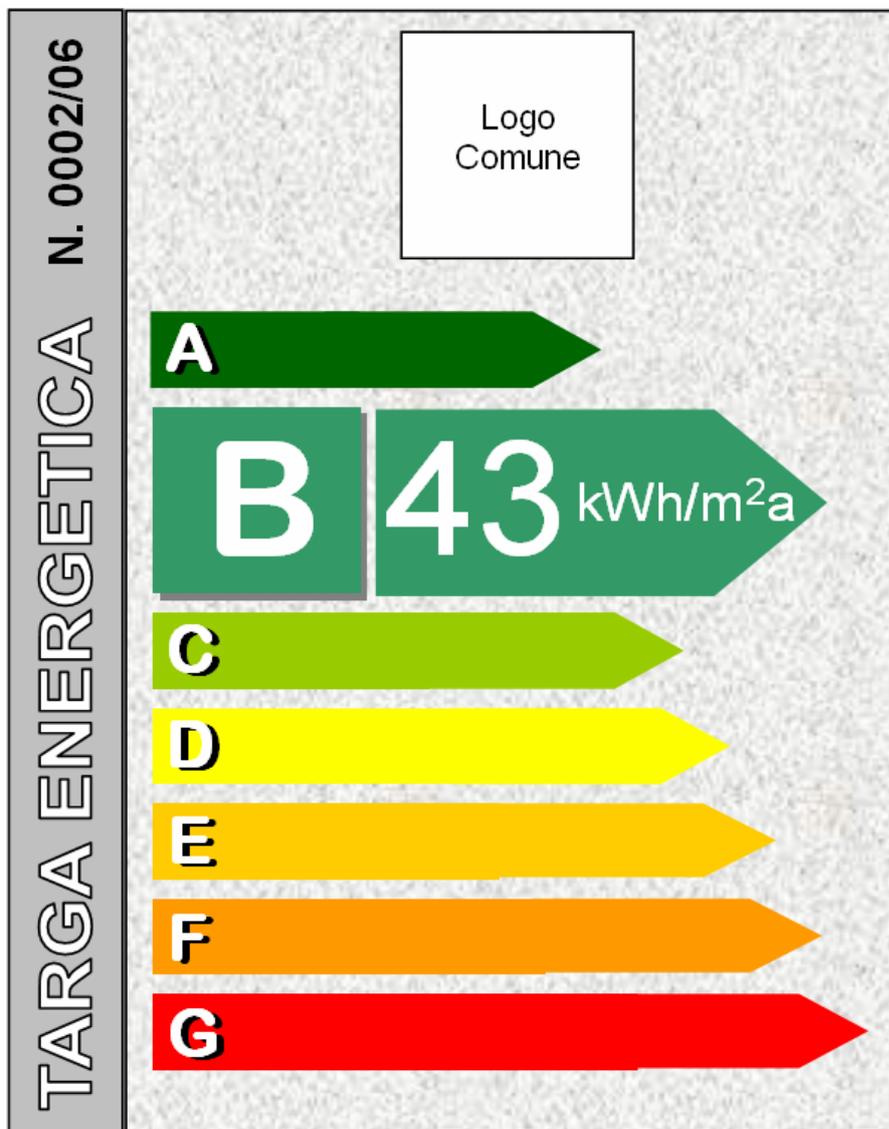
Fabbisogno energetico specifico dell'involucro PE <sub>H</sub>	<b>43 kWh/m<sup>2</sup> a</b>
Fabbisogno specifico di energia primaria per la climatizzazione invernale PE <sub>HP</sub>	<b>53 kWh/m<sup>2</sup> a</b>
Fabbisogno energetico specifico per produzione acqua calda PE <sub>WP</sub>	<b>15 kWh/m<sup>2</sup> a</b>
Fabbisogno di energia primaria specifico per produzione acqua calda PE <sub>WP</sub>	<b>21 kWh/m<sup>2</sup> a</b>
Contributo energetico specifico da fonti rinnovabili PE <sub>FR</sub>	<b>12 kWh/m<sup>2</sup> a</b>
Fabbisogno specifico globale di energia primaria PE <sub>G</sub> = (PE <sub>HP</sub> + PE <sub>WP</sub> ) - PE <sub>FR</sub>	<b>63 kWh/m<sup>2</sup> a</b>

Comune di \_\_\_\_\_ (MI)

Attestato N. 0002/06

Data \_\_\_\_\_ Scadenza \_\_\_\_\_

## APPENDICE B TARGA ENERGETICA



## APPENDICE C

### DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI TERMICI

Per I dati riportati nelle tabelle seguenti sono utilizzabili qualora non si possano effettuare valutazioni precise di calcolo, sulla base di dati derivanti da ispezioni o altre fonti più attendibili.

Con tali informazioni è possibile riconoscere le tipologie delle strutture senza ispezioni invasive e procedere al calcolo secondo la normativa vigente.

Spessore (cm)	Muratura di pietrame intonacata	Muratura di mattoni pieni intonacata sulle due facce	Pannello prefabbricato in cls	Parete a cassa vuota con mattoni forati <sup>2</sup>	Strutture isolate <sup>3</sup>
15	4,80	2,31	4,03	1,29	0,59
20	4,05	1,84	3,64	1,24	0,57
25	3,55	1,54	3,36	1,20	0,54
30	3,19	1,33	3,15	1,15	0,52
35	2,92	1,18	2,98	1,11	0,50
40	2,70	1,06	2,84	1,11	0,48
45	2,52	0,97	2,73	1,11	0,46
50	2,37	0,89	2,63	1,11	0,44
55	2,24	0,82	2,54	1,11	0,42
60	2,13	0,77	2,46	1,11	0,40

**Prospetto C1**  
Trasmittanza termica delle pareti perimetrali verticali [W/m<sup>2</sup>K]  
(I sottofinestra devono essere computati come strutture a parte)

Tipologia di cassonetto	Trasmittanza termica
Cassonetto non isolato	1
Cassonetto isolato <sup>4</sup>	6

**Prospetto C2**  
Trasmittanza termica dei cassonetti [W/m<sup>2</sup>K]

<sup>2</sup> I valori della trasmittanza sono calcolati considerando la camera d'aria a tenuta.

<sup>3</sup> Si considerano strutture isolate quelle strutture che hanno un isolamento termico non inferiore ai 4 cm. In presenza di strutture isolate dall'esterno (ad esempio isolamenti a cappotto) la trasmittanza della parete viene calcolata sommando alla resistenza termica della struttura di categoria la resistenza termica dello strato isolante.

<sup>4</sup> Si considerano isolate quelle strutture che hanno un isolamento termico non inferiore ai 2 cm

**Prospetto C3**  
Trasmittanza termica delle  
pareti interne verticali  
[W/m<sup>2</sup>K]

Spessore (cm)	Muratura di mattoni pieni intonacata sulle due facce	Muratura di mattoni forati intonacata sulle due facce	Parete in CLS intonacata	Parete a cassa vuota con mattoni forati	Strutture isolate <sup>5</sup>
15	1,91	1,38	2,96	1,16	0,56
20	1,67	1,11	2,79	1,12	0,54
25	1,43	0,93	2,62	1,08	0,52
30	1,19	0,80	2,46	1,04	0,50

**Prospetto C4**  
Trasmittanza termica delle  
coperture piane o a falde  
[W/m<sup>2</sup>K]

Spessore (cm)	Soletta piana non coibentata in laterocemento	Soletta piana coibentata	Tetto a falde in laterizio non coibentato	Tetto a falde in laterizio coibent.	Tetto in legno poco isolato	Tetto in legno mediamente isolato
15	2,00	0,77	2,77	0,87		
20	1,76	0,72	2,39	0,81		
25	1,53	0,67	2,02	0,75	1,306	0,718
30	1,30	0,61	1,65	0,68		
35	1,06	0,56	1,28	0,62		

**Prospetto C5**  
Trasmittanza termica dei  
solai sotto ambienti interni  
[W/m<sup>2</sup>K]

Spessore (cm)	Soletta in laterocemento	Soletta in laterocemento confinante con sottotetto	Solaio prefabbricato CLS tipo predalles	Soletta generica coibentata
20	1,59	1,68	2,16	0,68
25	1,39	1,47	2,01	0,63
30	1,19	1,25	1,87	0,58
35	1,00	1,03	1,73	0,53

<sup>5</sup> Si considerano strutture isolate quelle strutture che hanno un isolamento termico non inferiore ai 3cm. In presenza di strutture isolate dall'esterno (ad esempio isolamenti a cappotto) la trasmittanza della parete viene calcolata sommando alla resistenza termica della struttura di categoria D la resistenza termica dello strato isolante.

Spessore (cm)	Soletta in laterocemento su cantina	Soletta in laterocemento su vespaio o pilotis	Basamento in Laterocemento su terreno	Basamento in calcestruzzo su terreno	Soletta generica coibentata su cantina-vespaio-pilotis
20	1,54	1,76	1,37	1,35	0,71
25	1,35	1,53	1,24	1,31	0,66
30	1,16	1,30	1,11	1,27	0,61
35	0,97	1,06	0,98	1,23	0,55

**Prospetto C6**

Trasmittanza termica dei solai a terra, su spazi aperti o su locali non riscaldati [ $W/m^2K$ ]

Descrizione della struttura	Maggiorazione (%) <sup>6</sup>
Parete con isolamento dall'esterno (a cappotto senza aggetti/balconi)	0
Parete con isolamento dall'esterno (a cappotto con aggetti/balconi)	5
Parete omogenea in mattoni pieni o in pietra	5
Parete a cassa vuota con mattoni forati	20
Struttura isolata	20
Pannello prefabbricato in cls	30

**Prospetto C7**

Maggiorazioni percentuali relative alla presenza di ponti termici

<sup>6</sup> Le maggiorazioni si applicano alle dispersioni della parete opaca e tengono conto anche dei ponti termici relativi alla presenza dei serramenti

## APPENDICE D SCHEDA TECNICA

## Dati generali

Ubicazione Indirizzo \_\_\_\_\_  
 Città \_\_\_\_\_ Prov. \_\_\_\_\_ CAP \_\_\_\_\_

Anno di costruzione/Ristrutturazione \_\_\_\_\_

Soggetto che presenta la domanda \_\_\_\_\_  
 (Cognome, Nome)

In qualità di:  Proprietario  Costruttore

Tecnico progettista (L.10/91) \_\_\_\_\_  
 (Cognome, Nome)

## Dati edificio

Tipo di edificio  Residenza  Uffici  Commerciale  Ospitalità  
 Altro (specificare) \_\_\_\_\_

Volume lordo riscaldato (m<sup>3</sup>) \_\_\_\_\_

Superficie lorda riscaldata (m<sup>2</sup>) \_\_\_\_\_

Superficie media per alloggio (m<sup>2</sup>) \_\_\_\_\_

Struttura edilizia  Leggera  Media  Pesante  
 (in legno o pannelli sandwich) (uso prevalente di laterizi o blocchi) (in pietra o di notevole spessore)

## Caratteristiche termiche involucro

STRUTTURE OPACHE VERTICALI

### Struttura tipo 1

(Descrizione del tipo di struttura)

U (W/m <sup>2</sup> K)	Superfici ripartite per orientamento (m <sup>2</sup> )							
	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO
$U_{limite} = 0,35 \text{ W/m}^2\text{K}$								

### Struttura tipo 2

(Descrizione del tipo di struttura)

U (W/m <sup>2</sup> K)	Superfici ripartite per orientamento (m <sup>2</sup> )							
	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO
$U_{limite} = 0,35 \text{ W/m}^2\text{K}$								

**Struttura tipo 3**

(Descrizione del tipo di struttura)

<b>U</b> (W/m <sup>2</sup> K)	<b>Superfici ripartite per orientamento (m<sup>2</sup>)</b>							
	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO
$U_{limite} = 0,35 \text{ W/m}^2\text{K}$								

STRUTTURE SU LOCALI NON RISCALDATI

**Struttura tipo 1**

(Descrizione del tipo di struttura)

<b>U</b> (W/m <sup>2</sup> K)	<b>Superficie</b> (m <sup>2</sup> )
$U_{limite} = 0,70 \text{ W/m}^2\text{K}$	Ambiente confinante: <input type="checkbox"/> Apart. non riscaldati <input type="checkbox"/> Corpo scale PT <input type="checkbox"/> Corpo scale altri piani

**Struttura tipo 2**

(Descrizione del tipo di struttura)

<b>U</b> (W/m <sup>2</sup> K)	<b>Superficie</b> (m <sup>2</sup> )
$U_{limite} = 0,70 \text{ W/m}^2\text{K}$	Ambiente confinante: <input type="checkbox"/> Apart. non riscaldati <input type="checkbox"/> Corpo scale PT <input type="checkbox"/> Corpo scale altri piani

STRUTTURE TRASPARENTI

**Struttura tipo 1**

(Descrizione del tipo di struttura)

<b>Tipologia vetro</b>	<input type="checkbox"/> Vetro singolo	<input type="checkbox"/> Doppio vetro semplice	<input type="checkbox"/> Basso emissivo					
	<input type="checkbox"/> Doppio vetro con gas	<input type="checkbox"/> Triplo vetro						
<b>Tipologia telaio</b>	<input type="checkbox"/> Legno	<input type="checkbox"/> Metallo a taglio termico	<input type="checkbox"/> PVC					
<b>U<sub>MEDIA</sub></b> (W/m <sup>2</sup> K)	<b>Superfici ripartite per orientamento (m<sup>2</sup>)</b>							
	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO
$U_{limite} = 2,3 \text{ W/m}^2\text{K}$	<b>Oscuramento (in ombra o con presenza di aggetti)</b>							
	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> SI

**Struttura tipo 2***(Descrizione del tipo di struttura)*

- Tipologia vetro  Vetro singolo  Doppio vetro semplice  Basso emissivo  
 Doppio vetro con gas  Triplo vetro
- Tipologia telaio  Legno  Metallo a taglio termico  PVC

$U_{MEDIA}$ (W/m <sup>2</sup> K)	Superfici ripartite per orientamento (m <sup>2</sup> )							
	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO
$U_{limite} = 2,3$ W/m <sup>2</sup> K	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Oscuramento (in ombra o con presenza di aggetti)							
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## COPERTURE

**Struttura tipo 1***(Descrizione del tipo di struttura)*

$U$  (W/m<sup>2</sup>K)

Superficie (m<sup>2</sup>)

Ambiente confinante:  Esterno  Sottotetto areato  Sottotetto ben sigillato

$U_{limite} = 0,30$  W/m<sup>2</sup>K

**Struttura tipo 2***(Descrizione del tipo di struttura)*

$U$  (W/m<sup>2</sup>K)

Superficie (m<sup>2</sup>)

Ambiente confinante:  Esterno  Sottotetto areato  Sottotetto ben sigillato

$U_{limite} = 0,30$  W/m<sup>2</sup>K

## BASAMENTI

**Struttura tipo 1***(Descrizione del tipo di struttura)*

$U$  (W/m<sup>2</sup>K)

Superficie (m<sup>2</sup>)

Ambiente confinante:  Terreno  Vespaio aerato  Pilotis  
 Cantina senza aerazione  Cantina con aerazione  Garage

$U_{limite} = 0,50$  W/m<sup>2</sup>K

**Struttura tipo 2***(Descrizione del tipo di struttura)*

$U$  (W/m<sup>2</sup>K)

Superficie (m<sup>2</sup>)

Ambiente confinante:  Terreno  Vespaio aerato  Pilotis  
 Cantina senza aerazione  Cantina con aerazione  Garage

$U_{limite} = 0,50$  W/m<sup>2</sup>K

## Caratteristiche impianto termico

### IMPIANTO DI RISCALDAMENTO

#### Generatore di calore

- Standard a gas o a gasolio
  A bassa temperatura a gas o a gasolio
  A gas a condensazione
  A biomassa  
 Pompa di calore ad aria
  Pompa di calore ad acqua di pozzo
  Pompa di calore geotermica
  Teleriscaldamento

#### Terminali scaldanti

- Radiatori (caloriferi)
  Termoconvettori
  Ventilconvettori
  A battiscopa  
 Pannelli radianti a soffitto
  Pannelli radianti a pavimento
  Altro (specificare) \_\_\_\_\_

#### Sistema di regolazione

- Manuale
  Per singolo ambiente senza pre-regolazione
  Di zona senza pre-regolazione  
 Climatica centralizzata
  Per singolo ambiente con pre-regolazione
  Di zona con pre-regolazione

Sistema di ventilazione meccanica controllata  SI  NO

Portata (ricambi aria) Vol/h \_\_\_\_\_

Recuperatore di calore  SI  NO Efficienza (%) \_\_\_\_\_

### IMPIANTO PER LA PRODUZIONE DI ACQUA CALDA AD USI SANITARI

#### Produzione

#### **Impianto autonomo**

- Autonomo elettrico
  Autonomo a gas istantaneo
  Autonomo a gas ad accumulo

#### Versione

- Tipo B con pilota permanente
  Tipo B senza pilota
  Tipo C senza pilota

#### **Impianto centralizzato**

- Caldaia combinata  
 Generatore di calore indipendente (*specificare di che tipologia*):  
 Standard a gas o a gasolio
  A bassa temperatura a gas o a gasolio
  A gas a condensazione
  A biomassa  
 Pompa di calore ad aria
  Pompa di calore ad acqua di pozzo
  Pompa di calore geotermica
  Teleriscaldamento

Accumulo

Sistema di accumulo  SI  NOCapacità (litri)  Fino a 200  200 ÷ 1.500  oltre 1.500Riscaldamento  Diretto  IndirettoScambiatore  A serpentino  A camiciaDistribuzione *(da compilare solo in caso di impianti centralizzati)*Presenza ricircolo  SI  NOEpoca costruttiva  Ante 373  Post 373

## Fonti energetiche rinnovabili

SOLARE TERMICO

Superficie captante (m<sup>2</sup>) \_\_\_\_\_ Guadagno energetico stimato kWh/anno \_\_\_\_\_

Tipologia collettore

 Piano vetrato  Piano non vetrato  Piano selettivo  Sottovuoto

SOLARE FOTOVOLTAICO

Superficie captante (m<sup>2</sup>) \_\_\_\_\_ Guadagno energetico stimato kWh/anno \_\_\_\_\_Tipologia moduli  Silicio monocristallino  Silicio policristallino  Silicio amorfo

COMPONENTI PASSIVI

 Sistemi a guadagno diretto  Serre  Muri Trombe  Altro (specificare) \_\_\_\_\_

Guadagno energetico stimato kWh/anno \_\_\_\_\_

Data \_\_\_\_\_

Timbro e firma del progettista

## APPENDICE E

### DATI CLIMATICI DI RIFERIMENTO

Comune	$h_{SLM}$	GG	D	$\theta_{me}$	$\theta_e$	$I_S$	$I_{SE-SW}$	$I_{O/E}$	$I_{NE-NW}$	$I_N$	$I_H$	ZC
Bergamo	249	2533	183	6,16	-5	451	391	275	161	125	365	E
Brescia	149	2410	183	6,83	-7	510	439	306	169	129	396	E
Como	201	2228	183	7,83	-5	464	400	279	161	126	368	E
Cremona	45	2389	183	6,95	-5	412	364	265	161	125	359	E
Lecco	214	2383	183	6,98	-5	483	415	287	163	127	377	E
Lodi	87	2592	183	5,84	-5	396	350	257	158	124	350	E
Mantova	19	2388	183	6,95	-5	396	347	256	158	124	348	E
Milano	122	2404	183	6,86	-5	412	363	251	160	125	356	E
Pavia	77	2623	183	5,67	-5	386	343	253	157	124	345	E
Sondrio	307	2755	183	4,95	-10	656	553	363	182	130	454	E
Varese	385	2652	183	5,51	-5	524	445	300	165	128	389	E

#### Legenda

- $h_{SLM}$  altezza della località sul livello del mare (m)  
GG Gradi giorno (°C)  
D Durata del periodo di riscaldamento (giorni)  
 $\theta_{me}$  Temperatura media esterna della stagione di riscaldamento (°C)  
 $\theta_e$  Temperatura esterna di progetto (°C)  
 $I_S$  Radiazione solare incidente su superfici rivolte a Sud (kWh/m<sup>2</sup> anno)  
 $I_{SE}$  Radiazione solare incidente su superfici rivolte a Sud-Est (kWh/m<sup>2</sup> anno)  
 $I_{SW}$  Radiazione solare incidente su superfici rivolte a Sud-Ovest (kWh/m<sup>2</sup> anno)  
 $I_O$  Radiazione solare incidente su superfici rivolte a Ovest (kWh/m<sup>2</sup> anno)  
 $I_E$  Radiazione solare incidente su superfici rivolte a Est (kWh/m<sup>2</sup> anno)  
 $I_{NE}$  Radiazione solare incidente su superfici rivolte a Nord-Est (kWh/m<sup>2</sup> anno)  
 $I_{NW}$  Radiazione solare incidente su superfici rivolte a Nord-Ovest (kWh/m<sup>2</sup> anno)  
 $I_N$  Radiazione solare incidente su superfici rivolte a Nord (kWh/m<sup>2</sup> anno)  
 $I_H$  Radiazione solare incidente sul piano orizzontale (kWh/m<sup>2</sup> anno)  
ZC zona climatica.

Fonte dei dati: UNI 10349, dpr 412/93