



**Regione Lombardia**

*Reti, Servizi di Pubblica Utilità  
e Sviluppo Sostenibile*

punt  energia

# **Certificazione energetica degli edifici La proposta della Regione Lombardia**



## INDICE

<b>PREMESSA</b>	<b>3</b>
<b>1. IL DECRETO LEGISLATIVO 19 AGOSTO 2005, N. 192</b>	<b>6</b>
1.1 AMBITO DI APPLICAZIONE	6
1.2 LIMITI DELLE PRESTAZIONI ENERGETICHE DEGLI EDIFICI	7
1.3 CONTENIMENTO DELLA TEMPERATURA INTERNA NEL PERIODO ESTIVO	9
1.4 PREDISPOSIZIONE DEGLI ALLACCIAMENTI	9
1.5 OBBLIGO DEL SOLARE TERMICO PER GLI EDIFICI PUBBLICI	9
1.6 ATTESTATO DI CERTIFICAZIONE ENERGETICA	10
1.7 IL RUOLO DELLE REGIONI: LA "CLAUSOLA DI CEDEVOLZZA"	11
<b>2. LINEE GUIDA PER LA CERTIFICAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI</b>	<b>12</b>
2.1 OBIETTIVI GENERALI	12
2.1.1 SCOPO DELLA CERTIFICAZIONE ENERGETICA	12
2.1.2 AMBITO DI APPLICAZIONE	13
2.2 SCHEMA DI CERTIFICAZIONE	14
2.2.1 BASE DI VALUTAZIONE ENERGETICA	14
2.2.2 INDICATORI DI CLASSIFICAZIONE ENERGETICA	14
2.2.3 INDICATORI DI PRESTAZIONE ENERGETICA	14
2.2.4 LIMITE DEL FABBISOGNO ENERGETICO SPECIFICO DELL'INVOLUCRO E INDICAZIONE DEI VALORI MASSIMI DI TRASMITTANZA DELLE STRUTTURE OPACHE E VETRATE DEGLI EDIFICI	15
2.2.5 CARATTERISTICHE DELL'ATTESTATO E DELLA TARGA ENERGETICA	17
2.3 METODOLOGIE DI VALUTAZIONE DELLE PRESTAZIONI ENERGETICHE	17
2.3.1 CRITERI GENERALI	17
2.3.2 RACCOLTA DELLE INFORMAZIONI	18
2.3.3 FABBISOGNO ENERGETICO PER LA CLIMATIZZAZIONE INVERNALE	19
2.3.4 FABBISOGNO ENERGETICO PER LA PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA	19
2.3.5 FABBISOGNO ENERGETICO PER LA CLIMATIZZAZIONE ESTIVA	19
2.3.6 FABBISOGNO ENERGETICO PER L'ILLUMINAZIONE	20
2.3.7 VALUTAZIONE DEL CONTRIBUTO ENERGETICO DA FONTI RINNOVABILI	20
2.4 PROCEDURE OPERATIVE	20
2.4.1 ENTE DI ACCREDITAMENTO PER I CERTIFICATORI	20
2.4.2 SOGGETTI ABILITATI A CERTIFICARE, REQUISITI E CRITERI DI ACCREDITAMENTO	23
2.4.3 RILASCIO DEL CERTIFICATO ENERGETICO DELL'EDIFICIO	25
2.4.4 VALIDITÀ, RINNOVO E DURATA DEL CERTIFICATO	27
2.4.5 CATASTO REGIONALE SULLA QUALITÀ ENERGETICA DEGLI EDIFICI	27
<b>ALLEGATO A - PROCEDURA DI CALCOLO PER LA CERTIFICAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI</b>	<b>28</b>
<b>I PROCEDURA OPERATIVA PER LA CERTIFICAZIONE ENERGETICA</b>	<b>29</b>
I.I RIFERIMENTI NORMATIVI	29
I.II DEFINIZIONI	30



---

<b>II</b>	<b>DESCRIZIONE DELLA PROCEDURA E DATI RICHIESTI</b>	<b>32</b>
<b>III</b>	<b>FABBISOGNO ENERGETICO DEL SISTEMA EDIFICIO IMPIANTO</b>	<b>33</b>
III.I	FABBISOGNO ENERGETICO DELL'INVOLUCRO PER LA CLIMATIZZAZIONE INVERNALE	33
III.II	ENERGIA SCAMBIATA PER TRASMISSIONE	33
III.III	ENERGIA SCAMBIATA PER VENTILAZIONE	36
III.IV	APPORTI DI CALORE	37
III.V	FATTORE DI UTILIZZAZIONE DEGLI APPORTI ENERGETICI GRATUITI	42
III.VI	FABBISOGNO DI ENERGIA PRIMARIA PER LA CLIMATIZZAZIONE INVERNALE	43
III.VII	FABBISOGNO ENERGETICO PER LA PRODUZIONE DI ACQUA CALDA AD USI SANITARI	46
III.VIII	FABBISOGNO ENERGETICO DI ENERGIA PRIMARIA PER LA PRODUZIONE DI ACQUA CALDA AD USI SANITARI	48
III.IX	CONTRIBUTI DOVUTI ALLE FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI	50
III.X	INDICATORI DI PRESTAZIONE ENERGETICA	55
	<b>ALLEGATO B – CHECKLIST PER LA CERTIFICAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI</b>	<b>57</b>
	<b>ALLEGATO C – CERTIFICATO ENERGETICO E TARGA ENERGETICA</b>	<b>67</b>

**Documento predisposto dal Gruppo di Lavoro**



**RegioneLombardia**  
Reti, Servizi di Pubblica Utilità  
e Sviluppo Sostenibile

puntenergia

*con il supporto tecnico di  
Politecnico di Milano – Dipartimento BEST*



## PREMESSA

L'impulso decisivo a ridurre l'attuale processo di crescita dei consumi energetici nel settore edilizio è derivato recentemente dall'introduzione in Italia della **Direttiva europea 2002/91/CE** (*"Energy Performance of Buildings" – EPBD*) del 16 dicembre 2002. La Direttiva fissa specifiche linee guida a cui i Paesi membri dell'Unione devono attenersi attraverso l'adeguamento del proprio corpo normativo oppure procedendo all'emanazione di nuove disposizioni.

Il provvedimento si caratterizza per una evidente flessibilità, nella puntuale considerazione delle differenze esistenti tra i vari Paesi della Comunità, nello specifico rispetto al clima, alle tipologie edilizie, alle tecnologie e alle pratiche costruttive, ai regimi di proprietà, alla cultura, alle abitudini e all'atteggiamento dei consumatori, nonché al quadro legislativo esistente e alla sua articolazione territoriale (ambiti nazionale, regionale, locale). Proprio in funzione di questa riconosciuta eterogeneità, ogni Paese ha promosso o ha posto le basi per promuovere il miglioramento del rendimento energetico degli edifici secondo modalità peculiari e specifiche.

La Direttiva pone in evidenza il tema della certificazione energetica, intesa come strumento capace di indirizzare il settore edilizio verso standard energetici di qualità. A tal proposito, l'art. 7 stabilisce che *"in fase di costruzione, compravendita o locazione di un edificio, l'attestato di certificazione energetica sia messo a disposizione del futuro acquirente o locatario, a seconda dei casi"*.

Le finalità della certificazione, la cui validità temporale è fissata in dieci anni, possono essere così sintetizzate:

- rendere il mercato immobiliare più trasparente attraverso il confronto dei consumi energetici dell'abitazione;
- diffondere l'informazione inerente gli impianti domestici e i relativi potenziali di risparmio energetico;
- attestare lo standard energetico e tecnologico dell'immobile;
- incentivare i proprietari ad operare le opportune migliorie per ridurre il fabbisogno energetico dell'immobile;
- qualificarsi come strumento di marketing nell'ambito del mercato immobiliare;
- concorrere alla riduzione dell'inquinamento ambientale, segnatamente nella riduzione delle emissioni di gas serra.

L'ambito di applicazione della certificazione energetica non si limita agli immobili di nuova realizzazione, ma interessa anche gli immobili esistenti, purché abbiano una superficie superiore a 1.000 m<sup>2</sup> e siano soggetti ad un intervento di "ristrutturazione importante"<sup>1</sup>.

Emerge così che il limite di applicazione della Direttiva europea ai soli edifici esistenti con superficie utile superiore ai 1000 m<sup>2</sup> determina l'esclusione di un'estesa parte del parco edilizio, in prevalenza abitazioni unifamiliari, peraltro caratterizzata da elevati livelli di consumi energetici.

---

<sup>1</sup> Il punto 13 della Direttiva 2002/91/CE chiarisce che *"ristrutturazioni importanti si hanno quando il costo totale della ristrutturazione connesso con le murature esterne e/o gli impianti energetici quali il riscaldamento, la produzione di acqua calda, il condizionamento dell'aria, la ventilazione e l'illuminazione, è superiore al 25% del valore dell'edificio, escluso il valore del terreno sul quale questo è situato, o quando una quota superiore al 25% delle murature esterne dell'edificio viene ristrutturata"*.



Tra le principali novità introdotte dalla Direttiva 2002/91/CE vi è l'estensione della valutazione del rendimento energetico anche al raffrescamento o condizionamento dell'aria, oltre che all'illuminazione.

In Italia il recepimento della Direttiva europea è avvenuto con l'emanazione del **D. lgs n. 192/2005**, attraverso cui è stato avviato l'aggiornamento della disciplina vigente in materia. Fino ad allora le normative a livello nazionale non avevano incentivato sufficientemente la costruzione di edifici a basso consumo energetico. La legge 10/91 sull'utilizzo razionale dell'energia, sebbene innovativa per l'epoca, è rimasta incompiuta a causa dei prolungati ritardi nell'emanazione dei Decreti attuativi, che ne hanno decisamente attenuato l'azione riformatrice.

Il **Decreto del 27 luglio 2005**, attuativo dei commi 1 e 2, articolo 4 della legge 10/91, con l'entrata in vigore del D. lgs n. 192/05, è stato abrogato.

La Regione Lombardia, con la propria legge del 12 dicembre 2003 n. 26, al Titolo III "*Disciplina del settore energetico*", in armonia con la politica energetica dello Stato e dell'Unione europea, si è attivata per garantire lo sviluppo del settore energetico nel rispetto dell'ambiente. In particolare, l'art. 26 stabilisce che tra le funzioni dei Comuni vi sia anche quella di "*rilasciare la certificazione energetica degli edifici di cui all'art. 30 della legge 9 gennaio 1991, n. 10*". L'art. 28, a sua volta, attribuisce alla Regione la funzione di "*disciplinare le modalità e i criteri per la certificazione energetica degli edifici*".

In ambito regionale è di rilevante interesse anche la **legge del 21 dicembre 2004, n. 39** "*Norme per il risparmio energetico negli edifici e per la riduzione delle emissioni inquinanti e climalteranti*", con la quale la Regione Lombardia indica con decisione l'obiettivo della riduzione dei consumi di energia nel settore edilizio, attraverso il miglioramento delle prestazioni termiche degli involucri e degli impianti termici, unito all'incentivazione nell'uso delle fonti energetiche rinnovabili. L'art. 4 della legge al comma 2 stabilisce che, per gli edifici di nuova costruzione e per le ristrutturazioni totali, "*il coefficiente di dispersione volumica per conduzione (Cd) deve essere inferiore al 25 per cento del limite massimo fissato dal Decreto interministeriale del 30 luglio 1986 (Aggiornamento dei coefficienti di dispersione termica degli edifici)*". A tal proposito, è necessario rilevare che, con l'entrata in vigore del D. lgs n. 192, che abroga l'art. 8 del DPR 412/93 e l'art. 4 della Legge 10/91, viene invalidata la verifica del coefficiente di dispersione volumica per conduzione (Cd). In tal senso, si rende necessario rettificare la l.r. n. 39 in funzione delle disposizioni del D. lgs n. 192/2005.

L'incentivazione all'impiego di sistemi di captazione per lo sfruttamento dell'energia solare<sup>2</sup>, il miglioramento delle caratteristiche termiche degli elementi dell'involucro edilizio, la valorizzazione delle fonti energetiche rinnovabili, l'istituzione di un catasto degli impianti di riscaldamento e la promozione di campagne di diagnosi energetiche degli edifici costituiscono ulteriori e valide azioni promosse dalla l.r. n. 39.

Parallelamente all'azione legislativa promossa a livello comunitario e nazionale, alcuni Comuni della Lombardia hanno adottato Regolamenti edilizi fortemente orientati verso il contenimento dei consumi energetici. In questi Comuni il rilascio del certificato di abitabilità è infatti subordinato all'ottenimento della certificazione energetica dell'edificio.

---

<sup>2</sup> I sistemi per la captazione e lo sfruttamento dell'energia solare sono considerati volumi tecnici e pertanto non sono computabili ai fini volumetrici.





Nell'ambito di queste esperienze a forte carattere di innovatività, l'obbligo della certificazione energetica dei fabbricati ha una duplice finalità:

- evidenziare le prestazioni energetiche degli edifici costruiti dopo l'entrata in vigore del nuovo Regolamento edilizio;
- definire indicatori prestazionali sulla cui base poter erogare incentivi agli edifici ad alta qualità energetica, secondo una logica di premialità strettamente connessa all'efficienza energetica ed ambientale degli edifici stessi.

La **Provincia di Milano**, facendo propria questa spinta proveniente dal basso, allo scopo di diffondere la cultura dell'efficienza energetica in edilizia e con l'obiettivo di ridurre l'impatto ambientale dovuto alle emissioni legate alla climatizzazione invernale ed alla produzione di acqua calda ad uso sanitario, ha istituito un "Tavolo Energia & Ambiente", finalizzato alla definizione ed alla promozione di linee guida per la redazione di Regolamenti edilizi comunali sostenibili e schemi di certificazione energetica degli edifici su base volontaria. In attesa dell'emanazione di norme nazionali o regionali in attuazione della Direttiva 2002/91/CE e del D. lgs 192/05, il dipartimento BEST del Politecnico di Milano ha sviluppato, nell'ambito del sopraccitato Tavolo di Lavoro, una procedura per la certificazione energetica degli edifici.

Diverse altre **Provincie lombarde** (Bergamo, Como, Lecco, Pavia, Varese), attraverso attività di concertazione, spesso nell'ambito dei propri processi di Agenda 21 Locale, prendendo spunto dall'iniziativa della Provincia di Milano, hanno attivato Tavoli tecnici di lavoro orientati a valutare linee guida per la promozione e l'introduzione dei criteri di uso razionale, risparmio energetico e sviluppo delle fonti energetiche rinnovabili negli strumenti urbanistici vigenti sui rispettivi territori. Anche in questi contesti, il tema della certificazione è oggetto di interesse prioritario.

La certificazione energetica degli edifici è quindi uno strumento particolarmente efficace per promuovere un costante miglioramento della qualità energetica nel settore civile, responsabile, a livello comunitario, del consumo di circa il 40% delle risorse energetiche complessive. L'efficacia di questo strumento va ricercata nella forte valenza comunicativa che esso offre, rendendo evidenti, in modo semplice e chiaro, attraverso l'attestato di certificazione energetica e la rispettiva targa, le caratteristiche prestazionali energetiche degli edifici stessi. Proprio la capacità di rendere evidenti e immediatamente comprensibili queste caratteristiche stimolerà gli utenti ad orientare le proprie scelte di acquisto verso edifici che possano essere gestiti ricorrendo in modo più contenuto, rispetto alle abitudini consolidate, all'uso di fonti energetiche convenzionali ed i costruttori a proporre modelli sempre più performanti.



## 1. IL DECRETO LEGISLATIVO 19 agosto 2005, n. 192

Un capitolo nuovo nella legislazione italiana sul risparmio energetico degli edifici si è aperto di recente con l'emanazione del Decreto legislativo 192 del 19 agosto 2005. Pubblicato sulla G.U. del 23 settembre 2005, il Decreto stabilisce *“i criteri, le condizioni e le modalità per migliorare le prestazioni energetiche degli edifici al fine di favorire lo sviluppo, la valorizzazione e l'integrazione delle fonti rinnovabili e la diversificazione energetica, contribuire a conseguire gli obiettivi nazionali di limitazione delle emissioni di gas a effetto serra posti dal Protocollo di Kyoto, promuovere la competitività dei comparti più avanzati attraverso lo sviluppo tecnologico”*<sup>3</sup>.

E' quindi necessario illustrare in sintesi i principali aspetti applicativi del procedimento che, come è noto, recepisce la Direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico in edilizia. Sebbene già la legge 10/91 e il DPR 412/93, con le successive modifiche e integrazioni, comprendessero in parte quanto successivamente indicato dalla Direttiva europea, con il D. lgs 192 si è voluto completarne l'attuazione, disciplinando in particolare:

- i criteri generali per la certificazione energetica degli edifici;
- la metodologia per il calcolo delle prestazioni energetiche degli edifici;
- la definizione dei requisiti minimi relativi all'efficienza energetica delle costruzioni;
- i criteri per la selezione degli esperti competenti per la compilazione delle certificazioni.

E' di recentissima approvazione, da parte del Consiglio dei Ministri, una nuova versione del Decreto, rispetto al quale si provvederà appena possibile ad aggiornare l'analisi.

### 1.1 Ambito di applicazione

Il Decreto si applica agli edifici di nuova costruzione<sup>4</sup> e agli edifici oggetto di ristrutturazione, secondo le modalità e con le eccezioni previste all'art. 3, ai commi 2 e 3. I casi per i quali è prevista un'applicazione limitata del Decreto interessano:

- 1) il solo ampliamento dell'edificio, se la volumetria interessata supera il 20% della volumetria dell'intero edificio esistente;
- 2) le ristrutturazioni parziali o totali e la manutenzione straordinaria dell'involucro edilizio<sup>5</sup>;
- 3) la nuova installazione di impianti termici in edifici esistenti o la ristrutturazione degli stessi impianti;
- 4) la sostituzione di generatori di calore.

<sup>3</sup> Tratto dall'art. 1 del *“Testo aggiornato del Decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192”*.

<sup>4</sup> Ai fini del Decreto, i nuovi edifici sono quelli per i quali il permesso di costruire o denuncia di inizio attività è stato richiesto dopo l'8 ottobre 2005 (data di entrata in vigore del provvedimento).

<sup>5</sup> È prevista comunque l'applicazione totale nel caso di una ristrutturazione integrale degli elementi edilizi che costituiscono l'involucro di edifici esistenti con superficie utile superiore a 1.000 metri quadrati.



Per gli ultimi tre casi è previsto, in attesa dell'emanazione dei Decreti attuativi<sup>6</sup> di cui all'articolo 4 del D. lgs n. 192, il rispetto di specifici livelli prestazionali, definiti nel regime transitorio.

## 1.2 Limiti delle prestazioni energetiche degli edifici

Nell'Allegato I (articolo 11) "Regime transitorio per la prestazione energetica degli edifici", il comma 5 stabilisce che, se le strutture opache verticali, orizzontali e le chiusure trasparenti di un edificio sono progettate e realizzate nel rispetto dei valori limite di trasmittanza termica ( $U$ ), fissati nelle Tabelle al punto 2 dell'Allegato C del Decreto, e se, allo stesso modo, per gli impianti termici è assicurato un rendimento medio stagionale non inferiore al valore calcolato attraverso la procedura indicata al punto 5 dello stesso Allegato C, allora il calcolo del fabbisogno di energia primaria può essere omesso, attribuendo all'edificio o alla porzione interessata il valore limite massimo applicabile al caso specifico, così come stabilito al comma 1 all'Allegato I. Quest'ultimo comma prevede che "nel caso di edifici di nuova costruzione e nei casi previsti dall'articolo 3, comma 2, lettere a) e b) si procede in sede progettuale alla determinazione del fabbisogno annuo di energia primaria per la climatizzazione invernale espresso in chilowattora per metro quadrato di superficie utile dell'edificio [ $kWh/m^2$ -anno] e alla verifica che lo stesso risulti inferiore ai valori riportati nella Tabella 1 al punto 1 dell'Allegato C" (Tabella 1.1).

Rapporto di forma dell'edificio S/V	Zona climatica									
	A	B		C		D		E		F
	fino a 600 GG	a 601 GG	a 900 GG	a 901 GG	a 1400 GG	a 1401 GG	a 2100 GG	a 2101 GG	a 3000 GG	oltre 3000 GG
$\leq 0,2$	10	10	15	15	25	25	40	40	55	55
$\geq 0,9$	45	45	60	60	85	85	110	110	145	145

Nota - Per valori di S/V (dove S è la superficie che delimita verso l'esterno, ovvero verso ambienti non dotati di riscaldamento, e V è il volume riscaldato). compresi nell'intervallo 0,2 – 0,9 e per gradi giorno (GG) intermedi ai limiti delle zone climatiche riportati in tabella, si procede mediante interpolazione lineare.

**Tab. 1.1 - Valori limite per il fabbisogno annuo di energia primaria per la climatizzazione invernale per metro quadrato di superficie utile dell'edificio espresso in  $kWh/m^2$ -anno (Fonte: Tabella 1 all'Allegato C del D. lgs n. 192/2005).**

<sup>6</sup> Entro 120 giorni dall'entrata in vigore del D. lgs n. 192 (8 ottobre 2005) avrebbero dovuto essere emanati uno o più Decreti, il cui fine era quello di definire:

- i criteri generali, le metodologie di calcolo, i requisiti minimi finalizzati al contenimento dei consumi di energia e al raggiungimento degli obiettivi di cui all'art. 1 del Decreto. Questi provvedimenti dovrebbero disciplinare la progettazione, l'installazione, l'esercizio, la manutenzione e l'ispezione degli impianti termici per la climatizzazione invernale ed estiva degli edifici, per la produzione dell'acqua calda per usi igienici sanitari e, limitatamente al settore terziario, per l'illuminazione artificiale degli edifici;
- i criteri generali di prestazione energetica per l'edilizia sovvenzionata e convenzionata, nonché per l'edilizia pubblica e privata, anche riguardo alla ristrutturazione degli edifici esistenti, con indicazione delle metodologie di calcolo e dei requisiti minimi per il raggiungimento degli obiettivi di cui all'art. 1 del Decreto;
- i requisiti professionali e i criteri di accreditamento per assicurare la qualificazione e l'indipendenza degli esperti o degli Organismi a cui affidare la certificazione energetica degli edifici e l'ispezione degli impianti di climatizzazione.





Esistono quindi due differenti modalità di progettazione: una basata sul rispetto dei valori di trasmittanza termica fissati per superfici opache verticali, orizzontali e per le chiusure trasparenti rivolte verso l'esterno, mentre l'altra impone di non superare il valore limite di fabbisogno energetico annuo di energia primaria per la climatizzazione invernale per metro quadro di superficie utile, determinato secondo le modalità descritte nella Tabella 1.1. Le Tabelle al punto 2 dell'Allegato C del Decreto riportano, per ciascuna zona climatica, sia i valori di trasmittanza da applicare dal 1° gennaio 2006, sia quelli previsti a partire dal gennaio 2009 (Tabella 1.2).

Valori limite della trasmittanza delle strutture verticali opache [W/m <sup>2</sup> K]			Valori limite della trasmittanza delle strutture orizzontali opache [W/m <sup>2</sup> K]			Valori limite della trasmittanza delle chiusure trasparenti [W/m <sup>2</sup> K]		
Zona climatica	U dal 01/01/06	U dal 01/01/09	Zona climatica	U dal 01/01/06	U dal 01/01/09	Zona climatica	U dal 01/01/06	U dal 01/01/09
A	0,85	0,72	A	0,80	0,68	A	5,5	5,0
B	0,64	0,54	B	0,60	0,51	B	4,0	3,6
C	0,57	0,46	C	0,55	0,44	C	3,3	3,0
D	0,50	0,40	D	0,46	0,37	D	3,1	2,8
E	0,46	0,37	E	0,43	0,34	E	2,8	2,5
F	0,44	0,35	F	0,41	0,33	F	2,4	2,2

**Tab. 1.2 - Valori limite della trasmittanza termica delle strutture opache orizzontali e verticali e delle chiusure trasparenti comprensive degli infissi (Fonte: D. lgs n. 192/2005, Allegato C).**

Se, da una parte, la valutazione della qualità energetica di un edificio attraverso il rispetto dei limiti della trasmittanza termica dei componenti opachi e trasparenti dell'involucro, così come proposto dal metodo semplificato, consente una maggiore semplicità di calcolo e di verifica, dall'altra può portare ad un livello di efficienza energetica dell'edificio del tutto inadeguato. Infatti sarebbe sufficiente considerare alcuni esempi di calcolo per verificare come, all'aumento del rapporto superficie vetrata/superficie opaca disperdente, l'approccio semplificato proposto al punto 2 dell'allegato C al D. lgs 192/05 conduce, nel caso vengano considerati edifici con ampia superficie vetrata, ad un fabbisogno energetico decisamente superiore ai limiti fissati dalla tabella 1 all'allegato C.

Tra i numerosi aspetti inerenti il risparmio energetico analizzati dal D. lgs n. 192/2005, occorre porre particolare attenzione a quanto riportato nel comma 4 all'Allegato I, relativo alle sostituzioni dei generatori di calore negli edifici esistenti. Nello specifico è previsto che, in questi casi, sia necessario rispettare contemporaneamente quattro condizioni:

- i nuovi generatori devono essere dotati della marcatura del rendimento energetico pari a tre o quattro stelle<sup>7</sup>;
- la temperatura del fluido termovettore in corrispondenza delle condizioni di progetto non deve eccedere i 60°C;
- devono essere presenti dispositivi per la regolazione automatica della temperatura ambiente nei singoli locali o nelle singole zone caratterizzate da usi ed esposizioni uniformi;
- nel caso di installazione di potenze nominali al focolare maggiori o uguali a 35 kW, devono essere installati nuovi generatori di potenza nominale del focolare non superiore del 10% rispetto a quella dei generatori che vengono sostituiti.

<sup>7</sup> Per le relative definizioni cfr. DM 660/96.



Ove non fosse possibile il rispetto delle quattro condizioni prima ricordate, è previsto che:

- il nuovo generatore deve possedere il rendimento minimo di produzione di cui all'art. 5, comma 3, DPR n. 412/1993;
- il fabbisogno annuo di energia primaria per la climatizzazione invernale (espresso in kWh/m<sup>2</sup>·anno) debba essere inferiore ai valori massimi di cui alla tabella 1, punto 1, dell'Allegato C del Decreto.

E' comunque doveroso citare alcune critiche sollevate in merito da diversi esperti del settore, i quali ritengono che in moltissimi casi sia impossibile rispettare le condizioni fissate al comma 4 dell'Allegato I, soprattutto a seguito dell'incompatibilità con l'impianto esistente, mentre in altri l'osservanza di quanto prescritto non risulta soddisfare criteri relativi al rapporto costi-efficacia, determinando così una situazione di contrasto rispetto ad uno dei principi basilari della Direttiva 2002/91/CE.

### **1.3 Contenimento della temperatura interna nel periodo estivo**

Nel rispetto di quanto indicato dalla Direttiva, il comma 11 dell'Allegato I stabilisce che, per alcune categorie di edifici<sup>8</sup>, al fine di limitare i fabbisogni energetici per la climatizzazione estiva e per contenere la temperatura interna degli ambienti è necessario verificare che:

- siano presenti efficaci elementi di schermatura delle superfici vetrate, esterni o interni, fissi o mobili, tali da ridurre l'apporto di calore dovuto all'irraggiamento solare;
- nelle zone climatiche A, B, C e D, nelle località ove il valore medio mensile dell'irradianza sul piano orizzontale  $I_{m,s}$ , nel mese di massima insolazione, sia maggiore o uguale a 250 W/m<sup>2</sup>, la massa superficiale  $M_s$  delle pareti opache, verticali, orizzontali e inclinate, così come definita all'Allegato A comma 17, sia superiore a 230 kg/m<sup>2</sup>.

### **1.4 Predisposizione degli allacciamenti**

Il comma 13 all'Allegato I stabilisce che, per gli edifici di nuova costruzione e per quelli di cui all'art. 3, comma 2, lettera a), è obbligatoria la predisposizione delle opere, riguardanti l'involucro dell'edificio e gli impianti, necessari a favorire il collegamento a reti di teleriscaldamento, ad impianti solari termici e impianti fotovoltaici e i loro allacciamenti agli impianti dei singoli utenti e alle reti.

### **1.5 Obbligo del solare termico per gli edifici pubblici**

Il comma 14 dell'Allegato I impone l'obbligo dell'installazione di impianti solari termici per la produzione di acqua calda sanitaria per gli edifici pubblici o ad uso pubblico di nuova costruzione ricadenti nelle tipologie indicate all'Allegato D del DPR 412/93. Il suddetto impianto dovrà essere realizzato in modo da coprire almeno il 50% del consumo annuo di energia termica richiesta dall'utenza per la produzione di acqua calda ad uso igienico –

<sup>8</sup> Le disposizioni indicate al comma 11 all'allegato I non riguardano gli edifici delle categorie E.5, E.6 e E.8.



sanitario. L'impossibilità tecnica nel realizzare l'impianto dovrà essere dettagliatamente motivata nella relazione tecnica<sup>9</sup>.

## 1.6 Attestato di certificazione energetica

Gli esiti piuttosto fallimentari delle precedenti leggi sul risparmio energetico sono probabilmente da imputare ad un mancato controllo delle relazioni tecniche da parte dei Comuni, che, a seguito della inadeguata formazione dei tecnici preposti al controllo e in ragione della esiguità delle risorse disponibili, non sono stati in grado di dare adempimento al compito. Il D. lgs n. 192/05, attraverso l'introduzione dell'attestato di certificazione energetica, impone di fatto una vera e propria inversione di rotta. Entro un anno dall'entrata in vigore del Decreto, gli edifici di nuova costruzione e quelli di cui all'art. 3, comma 2, lettera a), sono dotati, al termine della costruzione ed a cura del costruttore, di un attestato di certificazione energetica, redatto secondo i criteri e le metodologie di cui all'art. 4, comma 1. L'art. 6, ai commi 3 e 4, sancisce come l'attestato di certificazione energetica debba essere allegato all'atto di compravendita dell'intero immobile o della singola unità immobiliare o, in caso di locazione, messo a disposizione del conduttore o a questi consegnato in copia dichiarata dal proprietario conforme all'originale in suo possesso. Il Decreto stabilisce come per il costruttore, proprietario o locatore dell'edificio o della singola unità abitativa che non consegni all'acquirente o conduttore l'attestato di certificazione energetica, debbano essere applicate sanzioni di tipo pecuniario oltre alla possibilità, da parte del solo acquirente o conduttore dell'immobile, di rendere nullo il contratto stipulato. La validità temporale di tale attestato è fissata in 10 anni dalla data di rilascio e dovrà comunque essere aggiornato nel caso in cui l'edificio sia fatto oggetto di interventi che ne modifichino le prestazioni energetiche. Inoltre, il certificato dovrà riportare l'indicazione di eventuali interventi, economicamente convenienti, atti a migliorare la prestazione energetica dell'edificio..

A differenza della Direttiva 2002/91/CE, che prevede la certificazione energetica degli edifici di nuova costruzione e di quelli esistenti, il D. lgs n. 192/05 impone la certificazione solo agli edifici di nuova costruzione e a quelli oggetto di ristrutturazione. Se, da un lato, l'esigenza di rinviare l'obbligo del rilascio della certificazione energetica per gli edifici esistenti è condivisibile, in quanto occorre prima definire le competenze e provvedere ad un'adeguata formazione dei "certificatori", dall'altro l'assenza di tempistiche, regole e termini per la sua progressiva attuazione, nel rispetto delle indicazioni della Direttiva europea, è certamente un elemento negativo a cui è opportuno porre rimedio.

L'art. 6 del Decreto, che riguarda appunto la certificazione energetica degli edifici, al comma 7 stabilisce che, per quelli pubblici o adibiti ad uso pubblico, la cui metratura utile totale supera i 1.000 metri quadrati, l'attestato di certificazione energetica debba essere affisso nello stesso edificio e in un luogo facilmente visibile per il pubblico.

Il medesimo articolo, al comma 1, sancisce che la redazione dell'attestato di certificazione sia a cura del costruttore, contravvenendo a quanto sancito dalla Direttiva europea, la quale individua questa responsabilità in esperti qualificati e/o riconosciuti, qualora operino come imprenditori individuali o impiegati di Enti pubblici o di Organismi privati.

<sup>9</sup> Gli schemi e le modalità di riferimento per la compilazione della relazione tecnica sono riportati nell'Allegato E al D. lgs n. 192/2005.



## 1.7 Il ruolo delle Regioni: la “Clausola di cedevolezza”

A conclusione di questo breve *excursus* sul D. lgs n. 192/05, è opportuno sottolineare il ruolo attivo delle Regioni in materia di efficienza energetica negli edifici sancito dallo stesso Decreto all'art. 17 (“*Clausola di cedevolezza*”). Il citato articolo prevede che “*le norme del presente Decreto e dei Decreti ministeriali applicativi nelle materie di legislazione concorrente si applicano per le Regioni e le Province autonome che non abbiano ancora provveduto al recepimento della Direttiva 2002/91/CE fino alla data di entrata in vigore della normativa di attuazione adottata da ciascuna Regione e Provincia autonoma*”. Inoltre viene precisato come il recepimento regionale della Direttiva europea dovrà avvenire nel rispetto dei vincoli derivanti dall'ordinamento comunitario come dei principi fondamentali desumibili dal Decreto e dalla stessa Direttiva 2002/91/CE. Le Regioni sono dunque chiamate a svolgere un significativo compito di precisazione e articolazione della regolamentazione della materia, che deve essere fatta nel rispetto dei principi nazionali e comunitari e riallacciandosi alle normative in materia energetica già presenti a livello regionale che, necessariamente, occorrerà aggiornare.



## **2. LINEE GUIDA PER LA CERTIFICAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI**

Scopo delle linee guida è fornire indirizzi certi e dettagliati per l'applicazione della certificazione energetica degli edifici sul territorio regionale.

L'elaborazione è stata condotta in stretta coerenza rispetto ai seguenti riferimenti normativi:

- Direttiva europea 2002/91/CE;
- D. lgs 192/05;
- leggi regionali (in particolare la legge 12 dicembre 2003 n. 26);
- normative tecniche nazionali (UNI-CTI) ed europee (CEN).

Sono inoltre state tenute in debita considerazione le esperienze promosse a livello locale nella applicazione di schemi di certificazione su base volontaria e le esperienze derivate da progetti europei sviluppati nel corso di questi ultimi anni. Nell'Allegato A è riportata la procedura di calcolo che traduce concretamente i contenuti delle linee guida qui descritte.

### **2.1 Obiettivi generali**

#### **2.1.1 Scopo della certificazione energetica**

La prestazione energetica di un edificio è determinata dalla quantità di energia effettivamente consumata dall'edificio stesso piuttosto che dalla quantità di energia che si prevede possa essere necessaria per garantire il soddisfacimento delle funzionalità che contraddistinguono un utilizzo standard dell'edificio.

Predisporre la certificazione energetica di un edificio significa, in senso più ampio, dare conto delle sue prestazioni energetiche attraverso la redazione di un documento che riassume le informazioni necessarie affinché i consumatori possano valutare e raffrontare tali prestazioni.

La procedura di certificazione energetica di un edificio prevede tre fasi operative fondamentali:

- la valutazione energetica dell'edificio, ossia l'analisi delle sue prestazioni energetiche;
- la classificazione energetica dell'edificio, utilizzando una scala di valori riferita ai livelli di fabbisogno energetico;
- la redazione dell'attestato di certificazione energetica.

Scopo di queste linee guida è quello di fornire:

- i criteri per la definizione di 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, che deve essere esposta in un luogo che garantisca la sua massima visibilità e riconoscibilità.





Lo schema di calcolo per la valutazione delle prestazioni energetiche degli edifici deve fondarsi su metodologie standard di uso consolidato, quindi su norme riconosciute e condivise a livello nazionale e/o comunitario.

La certificazione energetica di un edificio è l'operazione fondamentale per fornire un indicatore di qualità energetica oggettivo, ossia legato solo all'edificio, considerando condizioni operative normalizzate.

Allo scopo di evitare di generare interpretazioni difformi nell'applicazione della procedura, si è deciso di introdurre alcune semplificazioni nella metodologia di calcolo, mantenendo fermo il raggiungimento dell'obiettivo di dare un riscontro numerico oggettivo in relazione alla complessiva performance energetica di un edificio.

### **2.1.2 Ambito di applicazione**

La certificazione energetica è resa obbligatoria:

- negli edifici di nuova costruzione;
- negli edifici oggetto di ristrutturazione integrale;
- nel caso di compravendita o locazione dell'intero immobile o della singola unità immobiliare;
- nel caso di affidamenti di contratti gestione calore o comunque di contratti che prevedono l'erogazione di un servizio energetico.

La certificazione energetica si applica a tutte le categorie di edifici (settori residenziale e terziario), ad esclusione di quelli industriali, per i quali potranno essere definite linee guida specifiche.

Nel caso di edifici di nuova costruzione e per quelli esistenti fatti oggetto di interventi di ristrutturazione integrale, la certificazione energetica di una o più unità del complesso (appartamenti, negozi, ecc.) non può essere considerata sostitutiva rispetto alla certificazione energetica dell'intero edificio. In questi casi sarà necessario predisporre 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.

Qualora un edificio o una unità immobiliare siano privi dell'impianto di climatizzazione invernale e/o estiva e/o dell'impianto per la produzione dell'acqua calda, il costruttore/proprietario o il locatore sono comunque tenuti a richiedere l'attestato di certificazione energetica. Su quest'ultimo andranno indicati gli indicatori di prestazione energetica per i quali è stato possibile eseguire il calcolo, mentre la mancata considerazione degli altri indicatori dovrà essere opportunamente giustificata in un apposito spazio predisposto nell'attestato.



## 2.2 Schema di certificazione

### 2.2.1 Base di valutazione energetica

L'analisi delle prestazioni energetiche di un edificio comporta un'indagine puntuale sugli usi energetici che in esso hanno luogo per garantire normali livelli di comfort. In questo senso, la base della valutazione si concentra sugli usi energetici per:

- climatizzazione invernale;
- ventilazione;
- produzione di acqua calda igienico - sanitaria;
- climatizzazione estiva;
- illuminazione.

Nella definizione degli indicatori di prestazione energetica vengono considerati anche gli apporti energetici che derivano dall'utilizzo delle fonti rinnovabili di energia, in particolare attraverso:

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

Per gli usi connessi all'illuminazione ed alla climatizzazione estiva, l'introduzione degli indicatori relativi sarà resa obbligatoria nel momento in cui saranno disponibili riferimenti normativi nazionali o europei.

### 2.2.2 Indicatori di classificazione energetica

Gli indicatori di classificazione energetica attraverso cui viene restituito l'esito finale della certificazione energetica sono riepilogati nella Tabella 2.1.

Classe di consumo	Fabbisogno energetico specifico (PE <sub>H</sub> )
Classe di consumo A	$HWB_{NGF} \leq 30 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{a}$
Classe di consumo B	$HWB_{NGF} \leq 50 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{a}$
Classe di consumo C	$HWB_{NGF} \leq 70 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{a}$
Classe di consumo D	$HWB_{NGF} \leq 90 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{a}$
Classe di consumo E	$HWB_{NGF} \leq 120 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{a}$
Classe di consumo F	$HWB_{NGF} \leq 160 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{a}$
Classe di consumo G	$HWB_{NGF} > 160 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{a}$

**Tab. 2.1 – Gli indicatori di classificazione energetica degli edifici.**

### 2.2.3 Indicatori di prestazione energetica



Gli indicatori di prestazione energetica da considerare nello schema di certificazione (Tabella 2.2) rappresentano valori di riferimento convenzionali e la loro quantificazione deriva da valutazioni effettuate su dati climatici e d'uso standard, rendendo così inefficace il loro confronto con i dati di consumo energetico reali dell'edificio. Ciascun indicatore è calcolato operando il rapporto tra l'energia considerata (intesa come fabbisogno energetico annuo) e la superficie utile  $AU$ . L'unità di misura utilizzata è il  $kWh/m^2 \cdot a$ .

Indicatore	Simbolo	Descrizione
Fabbisogno energetico specifico dell'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 agli apporti interni.
Fabbisogno di energia primaria specifico per la climatizzazione invernale	$PE_{EPH}$	Definisce il fabbisogno di energia primaria per la climatizzazione invernale e considera i rendimenti del sistema di climatizzazione.
Fabbisogno energetico specifico acqua calda sanitaria	$PE_{ACS}$	Definisce il fabbisogno di energia per la produzione di acqua calda sanitaria: si fa riferimento a consumi standard.
Fabbisogno di energia primaria specifico per la produzione di acqua calda sanitaria	$PE_{EPACS}$	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 energetiche rinnovabili	$PE_{FER}$	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 di energia primaria specifico globale	$PE_G$	Somma del fabbisogno di energia primaria per riscaldamento ( $PE_{EPH}$ ) e di quello per la produzione di acqua calda ( $PE_{EPACS}$ ) al quale vengono eventualmente detratti i contributi energetici dovuti alle fonti rinnovabili ( $PE_{FER}$ ).

Tab. 2.2 - Indicatori di prestazione energetica degli edifici.

#### 2.2.4 Limite del fabbisogno energetico specifico dell'involucro e indicazione dei valori massimi di trasmittanza delle strutture opache e vetrate degli edifici

Una volta precisata la scala di riferimento della qualità energetica dell'involucro (cfr. § 2.2.2), è necessario fissare il limite superiore di fabbisogno energetico per tutti gli edifici per i quali è richiesta la certificazione energetica. La scelta di questi valori non può naturalmente prescindere da una attenta valutazione delle ripercussioni economiche e costruttive che essa comporta.

Oltre alle indicazioni desunte da vari schemi di certificazione europei analizzati nella fase propedeutica alla elaborazione della presente proposta, un valido aiuto alla definizione del limite massimo di fabbisogno energetico deriva dallo studio "Elaborazione di Standard di Qualità per gli edifici ad Alta Qualità Energetica" (ARPA, Punti Energia, 2004), finalizzato a evidenziare l'extracosto da sostenere in fase di costruzione per adeguare un edificio (costruito nel rispetto della legge 10/91) agli standard previsti dalle classi A, B e C<sup>10</sup>. La suddetta analisi, della quale si riporta la sintesi dei risultati nella Tabella 2.3, prende in considerazione quattro tipologie di edifici:

<sup>10</sup> Per ciascuna classe corrispondono i valori di fabbisogno energetico specifico dell'involucro indicati al paragrafo 3.2.2.



- edificio a torre di 8 piani (costituito da 32 appartamenti);
- edificio in linea di 4 piani (costituito da 16 appartamenti);
- villetta plurifamiliare o a schiera (costituita da 6 appartamenti);
- villetta monofamiliare.

TIPOLOGIA EDILIZIA	Classe	Fabbisogno di calore [kWh/m <sup>2</sup> ·a]	Riduzione [kWh/m <sup>2</sup> ·a]	Riduzione [%]	Extracosto [%]
Edificio a torre	E- I. 10/91	90,5			
	D	80,1	10,4	11	0,1
	<b>C</b>	<b>61,7</b>	<b>28,8</b>	<b>32</b>	<b>0,2</b>
	B	40,3	50,3	56	0,9
	A	23,1	67,5	75	3
Edificio in linea	E- I. 10/91	101,6			
	D	80,3	21,3	21	0,1
	<b>C</b>	<b>60,4</b>	<b>41,2</b>	<b>41</b>	<b>0,2</b>
	B	40,4	61,2	60	1,1
	A	22,6	79,0	78	3,7
Villetta a schiera	E- I. 10/91	132,4			
	E	104,4	28,0	21	0,2
	D	80,6	51,8	39	0,5
	<b>C</b>	<b>55,9</b>	<b>76,5</b>	<b>58</b>	<b>1,3</b>
	B	41,3	91,1	69	3,9
	A	26,2	106,2	80	6,9
Villetta monofamiliare	E- I. 10/91	144,9			
	E	99,9	44,9	31	0,5
	D	80,6	64,3	44	0,9
	<b>C</b>	<b>62,5</b>	<b>82,3</b>	<b>57</b>	<b>1,5</b>
	B	41,8	103,1	71	5,4
	A	27,1	117,8	81	8,6

Tab. 2.3 – Confronto tra riduzione dei fabbisogni di calore e extracosti (Fonte:ARPA, Punti Energia, “Elaborazione di Standard di Qualità per gli edifici ad Alta Qualità Energetica”, 2004).

I risultati conseguiti dallo studio dell'ARPA – Punti Energia hanno permesso di individuare come limite massimo di fabbisogno energetico specifico dell'involucro il valore di **65 kWh/m<sup>2</sup>·a**. Questo standard comporta un extracosto, in fase di costruzione, inferiore all'1% e pertanto sostenibile per gli stessi costruttori e acquirenti.

Se stabilire un limite massimo di fabbisogno di calore per gli edifici per i quali è resa obbligatoria la certificazione energetica (cfr. § 2.1.2) è determinante per poter orientare il settore edilizio verso una concreta sostenibilità energetica oltre che ambientale, altrettanto importante risulta fissare valori massimi di trasmittanza per i diversi componenti opachi e vetrati degli edifici nel caso questi siano oggetto di interventi di manutenzione straordinaria. Nella Tabella 2.4 sono riportati i valori di trasmittanza massimi ammissibili per ciascun elemento edilizio. L'esperienza maturata da Punti Energia nel corso dell'attività di accompagnamento di diverse Amministrazioni comunali nella revisione dei Regolamenti edilizi ha permesso di verificare “sul campo” l'efficacia e la sostenibilità economica di tali parametri.

INTERVENTO	Trasmittanza [ W/m <sup>2</sup> K]
Pareti esterne	0,35



Basamenti su pilotis	0,35
Basamenti su terreno o cantine	0,50
Coperture piane o a falde	0,30
Pareti e solette verso ambienti interni non riscaldati	0,70
Serramenti	2,3

Tab. 2.4 - Valori di trasmittanza dei singoli componenti opachi e vetriati, da rispettare nel caso di manutenzione straordinaria dell'edificio.

## 2.2.5 Caratteristiche dell'attestato e della targa energetica

Nell'attestato di certificazione energetica saranno presenti tutti gli indicatori previsti nella tabella 2.2. Tra questi verrà dato un più ampio risalto ai due qui di seguito indicati:

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

Per gli edifici esistenti l'attestato di certificazione energetica dovrà contenere anche indicazioni sulle possibili strategie necessarie per migliorare la qualità energetica dell'edificio. Tali strategie riguarderanno:

- i possibili interventi sull'involucro (pareti opache, pareti trasparenti, coperture e basamenti);
- i possibili interventi sugli impianti (generatori di calore, rete di distribuzione, terminali, sistemi di regolazione);
- l'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili e assimilate (solare termico, solare fotovoltaico, ecc.).

Le strategie riportate nell'attestato di certificazione energetica dovranno tenere conto anche degli aspetti economici (rapporto tra investimento richiesto e beneficio ottenuto).

Nella targa energetica, che dovrà essere esposta in una posizione ben visibile dell'edificio, sarà considerato solo l'indicatore relativo al fabbisogno specifico energetico dell'involucro ( $PE_H$ ). Per gli edifici con un fabbisogno specifico energetico dell'involucro inferiore a 15 kWh/m<sup>2</sup>·a, all'indicatore di classe A è aggiunta la dizione "casa passiva".

## 2.3 Metodologie di valutazione delle prestazioni energetiche

### 2.3.1 Criteri generali

La valutazione delle prestazioni energetiche per la climatizzazione invernale ed estiva si potrà basare su un modello di calcolo riconosciuto a livello nazionale o internazionale (ad esempio UNI-EN, CEN, ecc.). Sono da considerarsi documenti di riferimento per l'elaborazione delle procedure di calcolo le linee guida elaborate da Organismi autonomi per la normazione volontaria (CTI, CEI, ecc.).

Al fine di rendere più oggettiva la procedura di certificazione energetica garantendo nello stesso tempo la sua riproducibilità, dovranno essere introdotte le seguenti semplificazioni:

- il calcolo energetico si baserà su un modello stagionale;
- per gli ambienti interni non riscaldati (corpi scale, cantine, solai, appartamenti, ecc.) si dovranno definire delle temperature di riferimento fisse;





- gli apporti di calore interni dovranno fare riferimento a valori standard;
- il calcolo dei ponti termici si dovrà basare su una procedura semplificata attraverso l'assegnazione di coefficienti maggiorativi determinati in base alla tipologia della struttura ed alla posizione del materiale isolante;
- per la definizione delle capacità termiche si dovrà fare riferimento a valori fissi da assegnare in funzione della tipologia edilizia;
- i fabbisogni di acqua calda dovranno essere definiti sulla base di valori normalizzati.

### **2.3.2 Raccolta delle informazioni**

Il tecnico incaricato di eseguire la certificazione energetica dell'edificio per poter adempiere all'incarico dovrà necessariamente disporre di alcune informazioni fondamentali:

- dati generali sull'edificio (ubicazione, anno di costruzione/ristrutturazione, nominativo del soggetto che presenta la domanda, riferimenti del tecnico progettista);
- dati sull'edificio (destinazione d'uso, volume lordo riscaldato, superficie lorda riscaldata, superficie media per alloggio, tipologia della struttura edilizia);
- caratteristiche termiche dell'involucro (per ciascuna delle pareti che delimitano l'involucro che racchiude i volumi riscaldati è necessario fornire le informazioni riguardanti le caratteristiche termiche, ossia la trasmittanza, la dimensione netta della superficie e per le pareti che confinano con locali non riscaldati le caratteristiche degli spazi attigui; per i serramenti è necessario fornire inoltre le caratteristiche delle superfici trasparenti e del telaio);
- caratteristiche dell'impianto termico (per gli impianti di climatizzazione, ventilazione e di produzione di acqua calda sono richieste le informazioni relative alle caratteristiche dei principali componenti);
- fonti energetiche rinnovabili (si considerano impianti solari termici, impianti solari fotovoltaici e sistemi solari passivi; per gli impianti solari termici e fotovoltaici sono richieste le informazioni riguardanti le superfici captanti nette e le tipologie dei collettori o dei pannelli mentre per i sistemi solari passivi è richiesta la tipologia ed il guadagno energetico stimato).

Tutte le informazioni sopra elencate dovranno essere riportate, a cura del costruttore/progettista o proprietario dell'edificio, in una apposita check-list (cfr. Allegato B). Nel caso in cui la certificazione energetica riguardi un edificio esistente, le informazioni da riportare dovranno essere acquisite, qualora disponibili, dalla relazione tecnica, dalla relazione di legge 10/91, dagli elaborati grafici del progetto, ma anche tramite un accurato rilievo. In particolare, si segnala la necessità di porre la massima cura nella determinazione delle caratteristiche prestazionali (p.e. trasmittanza) degli elementi opachi e vetrati disperdenti da parte del tecnico incaricato di eseguire il rilievo. Qualora la documentazione tecnica disponibile sia carente o di dubbia attendibilità, la valutazione della trasmittanza dei componenti dell'edificio deve essere eseguita mediante carotaggi o rilievo mediante termoflussimetro.



### **2.3.3 Fabbisogno energetico per la climatizzazione invernale**

Il fabbisogno energetico specifico dell'involucro per la climatizzazione invernale ( $PE_H$ ), dovrà tener conto:

- delle perdite termiche per trasmissione;
- delle perdite termiche dovute alla ventilazione;
- degli apporti di calore interni;
- degli apporti di calore dovuti all'effetto della radiazione solare sulle superfici trasparenti.

Nel calcolo del fabbisogno di energia primaria specifico per la climatizzazione invernale ( $PE_{EPH}$ ) si dovrà tener conto, oltre degli aspetti sopra menzionati, anche delle caratteristiche dell'impianto e in particolare::

- del rendimento di produzione;
- del rendimento di distribuzione;
- del rendimento di emissione;
- del rendimento di regolazione.

### **2.3.4 Fabbisogno energetico per la produzione di acqua calda sanitaria**

Il fabbisogno energetico specifico per la produzione di acqua calda ad usi sanitari ( $PE_{ACS}$ ) dovrà essere valutato sulla base di riferimenti standard normalizzati che terranno conto della tipologia dell'edificio (residenziale, terziario, commerciale, ecc.) con riferimento temporale dell'intero anno.

Nel calcolo del fabbisogno di energia primaria specifico per la produzione di acqua calda sanitaria ( $PE_{EPACS}$ ) si dovrà tener conto:

- del rendimento di produzione;
- del rendimento di distribuzione;
- del rendimento di erogazione.

### **2.3.5 Fabbisogno energetico per la climatizzazione estiva**

Il fabbisogno energetico specifico per la climatizzazione estiva, calcolato su base stagionale, dovrà tener conto:

- delle entrate di calore per trasmissione e radiazione attraverso le superfici trasparenti (serramenti e lucernari);
- delle entrate di calore per trasmissione e radiazione attraverso le superfici opache (pareti esterne e coperture);
- delle entrate di calore per trasmissione attraverso le pareti confinanti con ambienti non climatizzati;
- delle entrate di calore (sensibile e latente) dovute alle infiltrazioni d'aria ed alla ventilazione;
- dei carichi termici interni (sensibili e latenti) dovuti alle persone e alle apparecchiature.



Nel calcolo del fabbisogno di energia primaria specifico per la climatizzazione estiva si dovrà tener conto:

- del rendimento di produzione;
- del rendimento di distribuzione;
- del rendimento di emissione;
- del rendimento di regolazione.

### **2.3.6 Fabbisogno energetico per l'illuminazione**

Il fabbisogno energetico per l'illuminazione dovrà essere determinato sulla base di valori standard normalizzati che terranno conto della tipologia dell'utenza (residenziale, terziario, commerciale, ecc.) con riferimento temporale dell'intero anno.

Nel calcolo dell'energia primaria si dovrà tener conto di un coefficiente di produzione e distribuzione dell'energia elettrica pari a 0,37.

### **2.3.7 Valutazione del contributo energetico da fonti rinnovabili**

La valutazione dei contributi dovuti alle fonti energetiche rinnovabili (solare termico e solare fotovoltaico) dovrà essere fatta facendo riferimento a tabelle di calcolo elaborate per le diverse località del territorio regionale. Tali tabelle riporteranno i valori unitari espressi in kWh anno rapportati alla superficie utile captante dei collettori solari o dei pannelli fotovoltaici e terranno conto delle diverse tecnologie.

Per gli impianti solari termici si considereranno:

- collettori solari piani non vetrati;
- collettori solari piani vetrati;
- collettori solari piani vetrati selettivi;
- collettori solari sotto vuoto.

Per gli impianti solari fotovoltaici si considereranno:

- silicio monocristallino;
- silicio policristallino;
- silicio amorfo.

Nel calcolo dell'energia primaria evitata utilizzando impianti solari fotovoltaici si dovrà tener conto di un coefficiente di produzione e distribuzione dell'energia elettrica pari a 0,37. Nella definizione del contributo energetico da fonti rinnovabili ( $PE_{FER}$ ) occorre comunque computare anche gli apporti dovuti a sistemi solari passivi quali serre e muri Trombe.

## **2.4 Procedure operative**

### **2.4.1 Ente di accreditamento per i certificatori**

L'organismo direttivo dell'Ente di Accreditamento per la certificazione energetica degli edifici dovrebbe essere costituito da soggetti istituzionali, scientifici e tecnici



accuratamente selezionati. In questo senso, viene qui proposta la sua articolazione, per soggetti e funzioni specifiche. Titolare dell'Ente di accreditamento è naturalmente la Regione Lombardia.

Il **Comitato Tecnico Scientifico** è chiamato a verificare e aggiornare i criteri, gli indirizzi e le procedure atte alla certificazione energetica degli edifici, includendo in esse sia i criteri tecnici che i criteri per la formazione<sup>11</sup>.

Le procedure di accreditamento, le incombenze amministrative, il monitoraggio delle certificazioni organizzate all'interno del catasto energetico degli edifici (cfr. § 2.4.5), oltre che la predisposizione di opportune verifiche a campione sull'operato dei certificatori e dei soggetti e/o degli Organismi accreditati per la loro formazione spetteranno ad una **Struttura Tecnica Amministrativa indipendente**. Tra questa Struttura e il Comitato Tecnico Scientifico dovrà instaurarsi un rapporto di reciproco scambio di informazioni, suggerimenti e chiarimenti. La Regione Lombardia, quale Ente di Accreditamento, tramite la collaborazione del Comitato tecnico scientifico e della struttura tecnica, provvederà all'istituzione di un Tavolo di Lavoro permanente che si occuperà della divulgazione degli esiti del processo di certificazione, oltre che della valutazione di eventuali suggerimenti ricevuti da parte degli stakeholder coinvolti nel processo (istituzioni, certificatori, costruttori, progettisti, cittadini, ecc.).

La spese necessarie all'attività dell'Ente di Accreditamento dovranno provenire quasi esclusivamente da una percentuale da definire sul costo di ciascuna certificazione e da una quota annuale di iscrizione al registro dei certificatori che ciascun tecnico abilitato dovrà versare all'Ente di Accreditamento. Nello schema sintetizzato nella Figura 2.1 vengono delineati l'organigramma e le funzioni dei soggetti che costituiranno l'Ente di Accreditamento.

---

<sup>11</sup> Il programma dei corsi di formazione per l'abilitazione dei certificatori ed eventualmente per la formazione di altri soggetti (progettisti, costruttori) spetterà al Comitato tecnico scientifico istituzionale dell'Ente di Accreditamento. L'accREDITAMENTO del soggetto (o dei soggetti) preposto a tenere questi corsi spetterà alla struttura tecnica dell'Ente di AccREDITAMENTO.



## STRUTTURA ACCREDITAMENTO

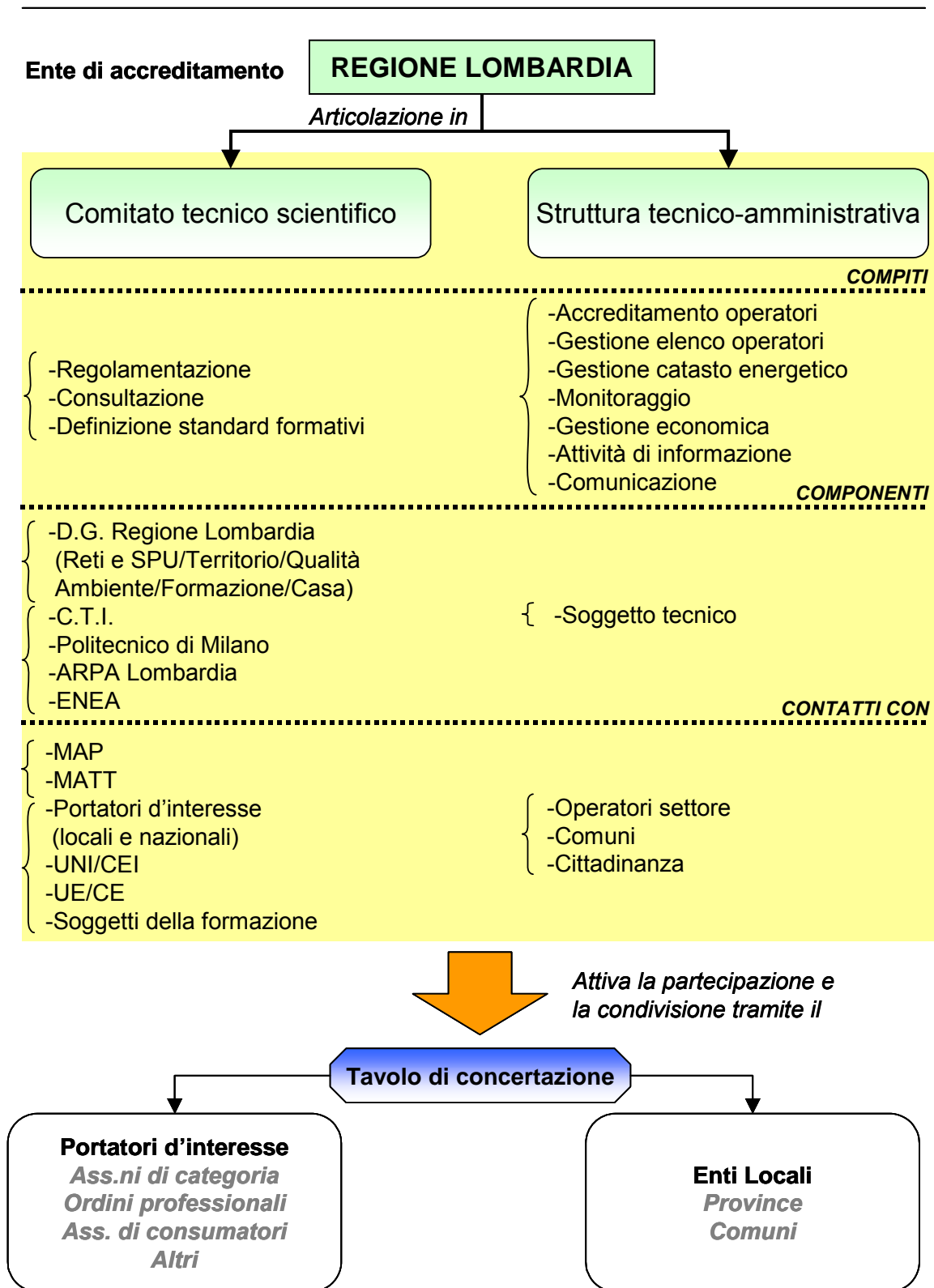


Fig. 2.1 - Organigramma e compiti dell'Ente di Accreditamento.





## **2.4.2 Soggetti abilitati a certificare, requisiti e criteri di accreditamento**

I soggetti abilitati alla certificazione energetica degli edifici dovranno essere accreditati presso un Ente di accreditamento ed avere le seguenti caratteristiche:

- possedere un diploma o una laurea tecnica di primo o di secondo livello compatibile con l'attività di certificazione (periti industriali, geometri, ingegneri, architetti);
- essere iscritti ai rispettivi albi professionali;

Per essere accreditati come certificatori, tutti i soggetti sopra menzionati dovranno sostenere e superare un apposito esame promosso dall'Ente di Accreditamento. Inoltre, per coloro che fossero in possesso di un diploma o di una laurea di primo livello, è obbligatoria la partecipazione ad un corso per certificatori riconosciuto dall'Ente di Accreditamento.

Il percorso formativo sarà organizzato nel seguente modo:

- un test di ingresso finalizzato a stabilire se il candidato possiede i requisiti di base (conoscenze elementari di fisica tecnica e di energetica);
- lezioni teoriche;
- esercitazioni pratiche;
- esame finale.

Le lezioni teoriche riguarderanno le seguenti aree disciplinari:

- area normativa e amministrativa (procedure operative, norme tecniche, riferimenti legislativi, ecc.);
- area fisico-tecnica (fisica dell'edificio, tecnologie costruttive, materiali, ecc.);
- area energetica (fondamenti di energetica, impianti tecnici, tecnologie innovative, fonti energetiche rinnovabili, ecc.);
- area economica (valutazione economica degli interventi di riqualificazione, ecc.).

Le esercitazioni pratiche consisteranno essenzialmente in prove sul campo di certificazione energetica.

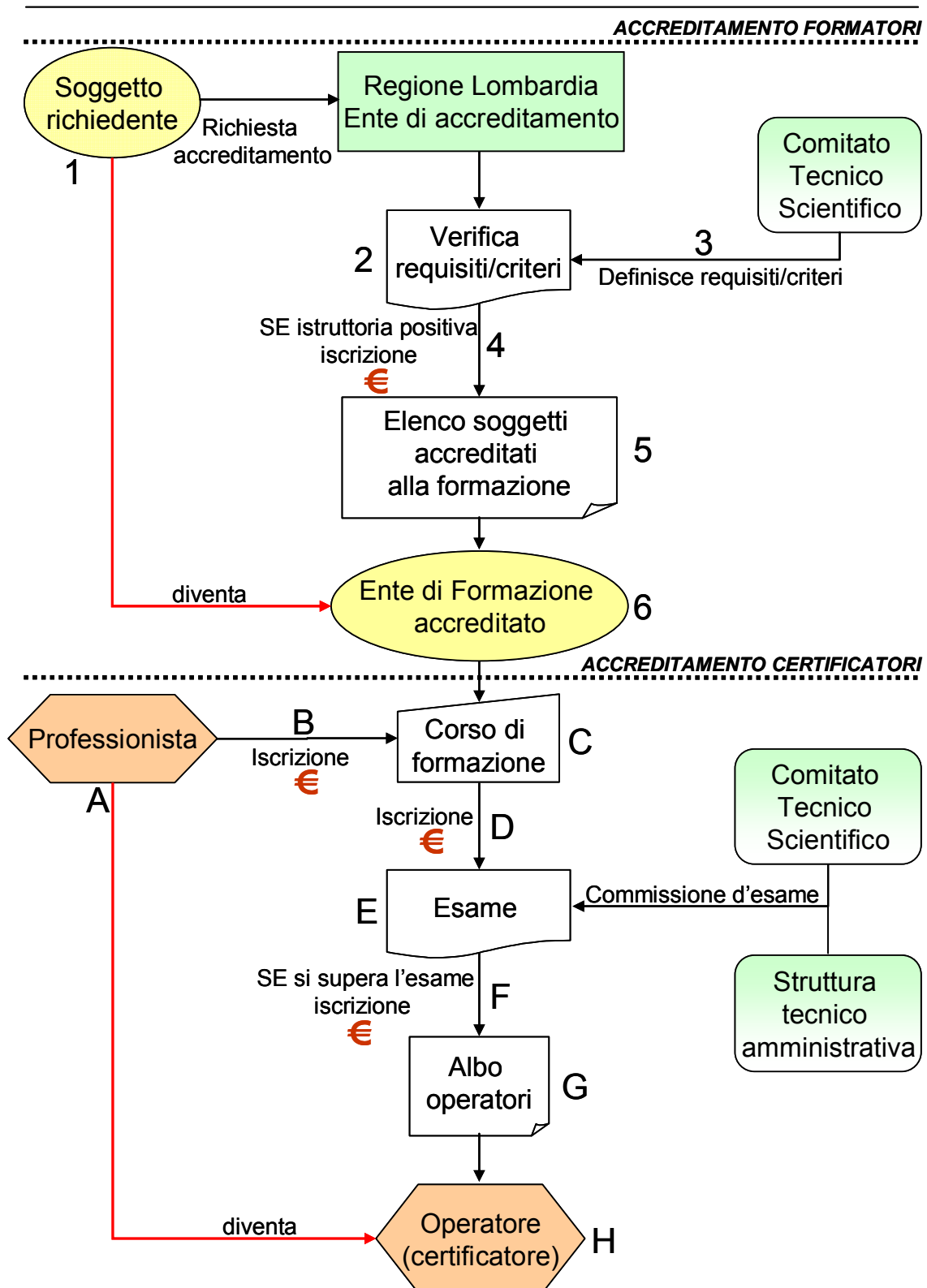
La durata complessiva del corso di abilitazione sarà indicativamente di 120 ore comprensive sia delle lezioni teoriche, sia delle esercitazioni.

Il professionista, una volta superato l'esame, dovrà comunicare all'Ente di Accreditamento una o più Province nelle quali intende operare come certificatore.

In Figura 2.2 viene indicata la procedura di accreditamento dei formatori e dei certificatori.



## PROCEDURE DI FORMAZIONE



NOTA – Il simbolo € indica flussi economici.

Fig. 2.2 – Il percorso formativo e di accreditamento degli Organismi deputati alla formazione e dei certificatori.



### **2.4.3 Rilascio del certificato energetico dell'edificio**

Per tutte le categorie di edifici per le quali è resa obbligatoria la certificazione energetica (cfr. § 2.1.2), il costruttore o proprietario dell'immobile dovrà richiedere al Comune in cui è ubicato l'edificio il rilascio dell'attestato e della corrispettiva targa energetica. L'Amministrazione comunale provvederà a sua volta a richiedere alla Struttura tecnico amministrativa dell'Ente di accreditamento l'assegnazione di un certificatore iscritto nell'albo degli operatori abilitati.

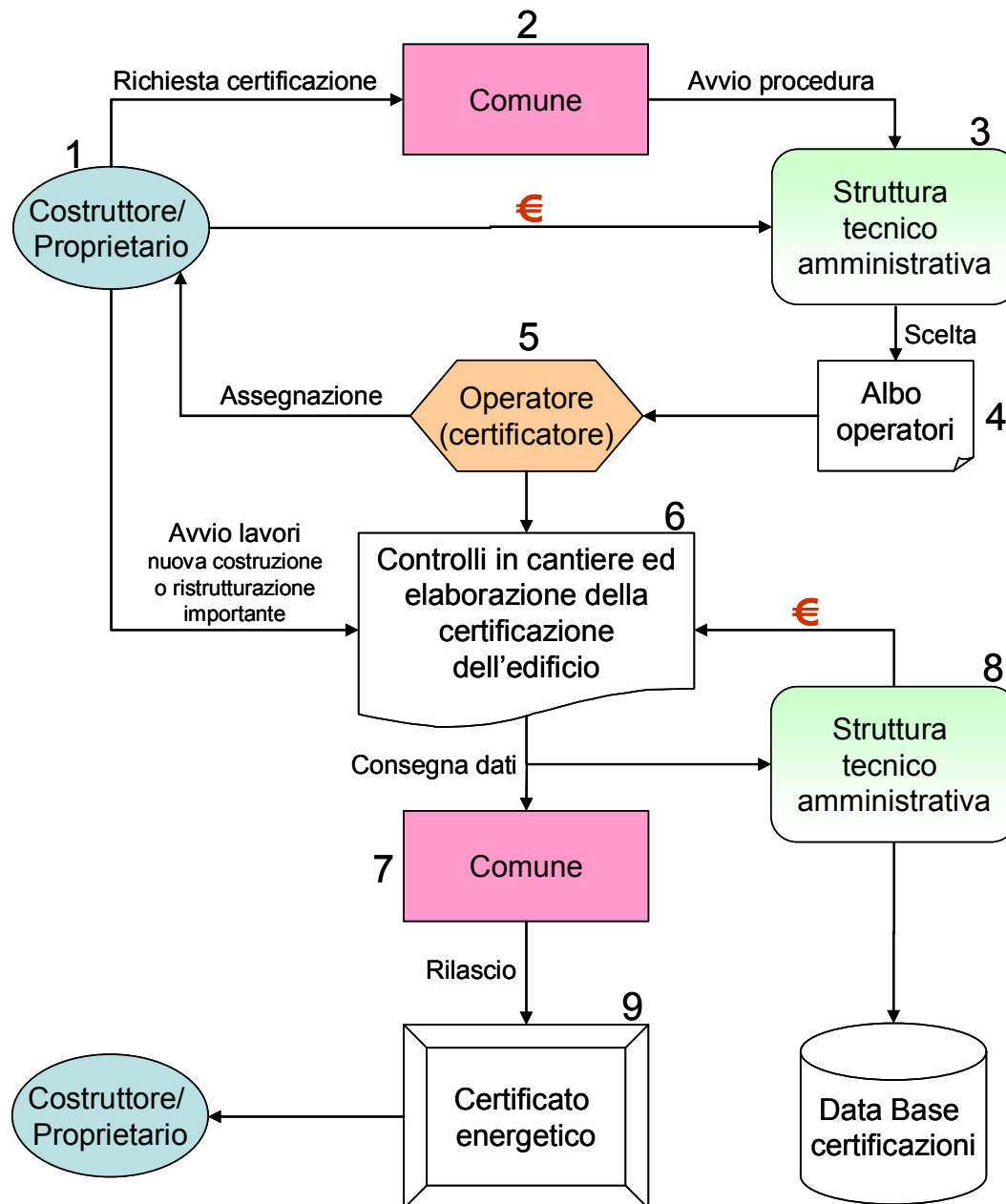
All'avvio dei lavori di costruzione/ristrutturazione il certificatore provvederà a effettuare gli opportuni controlli in cantiere necessari a verificare l'attendibilità delle informazioni contenute nella scheda tecnica che il progettista è tenuto a compilare su richiesta del Comune.

Il certificatore, oltre al calcolo delle prestazioni energetiche dell'edificio mediante un opportuno software di calcolo messo a disposizione dell'Ente di Accreditamento, provvederà a depositare la relazione attestante le prestazioni energetiche dell'edificio oggetto dell'indagine sia al Comune che alla Struttura tecnico amministrativa. Quest'ultima provvederà a inserire i dati risultanti dalla certificazione energetica nell'apposito *data base*, mentre il Comune provvederà al rilascio del certificato nonché della targa energetica dell'edificio al proprietario dell'immobile.

La Figura 2.3 riassume i diversi passaggi della procedura di richiesta e rilascio della certificazione energetica.



## PROCEDURE DI CERTIFICAZIONE



NOTA – Il simbolo € indica flussi economici.

Fig. 2.3 – Il processo di certificazione degli edifici.



#### **2.4.4 Validità, rinnovo e durata del certificato**

La validità della certificazione e dei relativi documenti è prevista per un limite massimo di dieci anni. Nel caso in cui l'edificio sia oggetto di interventi di ristrutturazione che ne modifichino le performance energetiche, il proprietario dovrà richiedere una nuova certificazione anche prima della scadenza prevista.

Se alla scadenza dei dieci anni nel sistema edificio-impianto non si verificheranno situazioni tali da pregiudicare l'efficienza dell'edificio o degli impianti la validità del certificato potrà essere prorogata per un periodo ulteriore di altri cinque anni con una autodichiarazione a cura del proprietario. Sono previste al massimo due proroghe, dopo un periodo complessivo di venti anni l'edificio dovrà essere sottoposto ad una nuova certificazione energetica.

#### **2.4.5 Catasto regionale sulla qualità energetica degli edifici**

L'Ente di Accreditamento costituirà e gestirà un catasto della qualità energetica degli edifici che conterrà tutte le informazioni tecniche e prestazionali relative agli edifici certificati. Tale catasto oltre a fornire utili informazioni circa l'efficienza energetica degli edifici certificati in ambito regionale, fornirà utili indicazioni volte a guidare le future scelte in materia di certificazione-diagnosi energetica degli edifici stessi.





## **ALLEGATO A - PROCEDURA DI CALCOLO PER LA CERTIFICAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI**



## I PROCEDURA OPERATIVA PER LA CERTIFICAZIONE ENERGETICA

### I.I RIFERIMENTI NORMATIVI

Le norme qui elencate costituiscono i riferimenti sui quali si basa la presente procedura di calcolo per la certificazione energetica degli edifici.

Inoltre, si è convenuto di considerare le raccomandazioni del CTI (Comitato Termotecnico Italiano - Sottocomitato N. 1 "Trasmissione del calore e fluidodinamica" e Sottocomitato N. 6 "Riscaldamento e ventilazione")<sup>12</sup> e la procedura per la certificazione energetica degli edifici messa appunto dalla Provincia di Milano in collaborazione con il dipartimento BEST del Politecnico di Milano.

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

<sup>12</sup> Comitato Termotecnico Italiano, "Prestazioni energetiche degli edifici. Climatizzazione invernale e preparazione acqua calda per usi igienico-sanitari", 2003.



## I.II DEFINIZIONI

Poiché le norme precedentemente ricordate sono state redatte in tempi, sedi e in lingue diverse, si è ritenuto opportuno, al fine di evitare problemi di interpretazione, provvedere alla precisazione di alcune definizioni fondamentali.

**Attestato di certificazione energetica dell'edificio** - È il documento redatto nel rispetto delle norme contenute nel presente decreto, attestante la prestazione energetica ed eventualmente alcuni parametri energetici caratteristici dell'edificio;

**Certificazione energetica dell'edificio** – È il complesso delle operazioni svolte da esperti indipendenti in possesso di determinati requisiti professionali e accreditati secondo un'apposita procedura.

**Climatizzazione invernale o estiva** – È l'insieme delle funzioni atte ad assicurare il benessere degli occupanti mediante il controllo, all'interno degli ambienti, della temperatura e, ove presenti dispositivi idonei, della umidità, della portata di rinnovo e della purezza dell'aria.

**Edificio** - È un sistema costituito dalle strutture edilizie esterne che delimitano uno spazio di volume definito, dalle strutture interne che ripartiscono detto volume e da tutti gli impianti e dispositivi tecnologici che si trovano stabilmente al suo interno. La superficie esterna che delimita un edificio può confinare con tutti o alcuni di questi elementi: l'ambiente esterno, il terreno, altri edifici. Il termine può riferirsi a un intero edificio ovvero a parti di edificio progettate o ristrutturate per essere utilizzate come unità immobiliari a sé stanti.

**Edificio di nuova costruzione** - È un edificio per il quale la richiesta di permesso di costruire o denuncia di inizio attività, comunque denominato, sia stata presentata successivamente alla data di entrata in vigore delle disposizioni proposte in materia di certificazione energetica degli edifici.

**Generatore di calore o caldaia** - È il complesso bruciatore-caldaia che permette di trasferire al fluido termovettore il calore prodotto dalla combustione;

**Fabbisogno energetico** - È la quantità di energia che si prevede possa essere necessaria per soddisfare i vari bisogni connessi ad un uso standard dell'edificio.

**Impianto termico** – È un impianto tecnologico destinato alla climatizzazione estiva e invernale degli ambienti con o senza produzione di acqua calda per usi igienici e sanitari o alla sola produzione centralizzata di acqua calda per gli stessi usi, comprendente eventuali sistemi di produzione, distribuzione e utilizzazione del calore nonché gli organi di regolazione e di controllo; sono compresi negli impianti termici gli impianti individuali di riscaldamento, mentre non sono considerati impianti termici apparecchi quali: stufe, caminetti, radiatori individuali, scaldacqua unifamiliari. tali apparecchi sono tuttavia assimilati agli impianti termici quando la somma delle potenze nominali del focolare degli apparecchi al servizio della singola unità immobiliare è maggiore o uguale a 15 kW.



**Involucro edilizio** – È l'insieme delle strutture edilizie esterne che delimitano un edificio.

**Pompa di calore** – È un dispositivo o un impianto che sottrae calore dall'ambiente esterno o da una sorgente di calore a bassa temperatura e lo trasferisce all'ambiente a temperatura controllata.

**Ponte termico** – È la discontinuità di isolamento termico che si può verificare in corrispondenza agli innesti di elementi strutturali (solai e pareti verticali o pareti verticali tra loro).

**Potenza termica convenzionale di un generatore di calore** – È la potenza termica del focolare diminuita della potenza termica persa al camino in regime di funzionamento continuo; l'unità di misura è il kW.

**Potenza termica del focolare di un generatore di calore** – È il prodotto del potere calorifico inferiore del combustibile impiegato e della portata di combustibile bruciato; l'unità di misura è il kW.

**Prestazione energetica di un edificio** – È la quantità annua di energia effettivamente consumata o che si prevede possa essere necessaria per soddisfare i vari bisogni connessi ad un uso standard dell'edificio, compresi la climatizzazione invernale e estiva, la preparazione dell'acqua calda per usi igienici sanitari, la ventilazione e l'illuminazione. Tale quantità viene espressa da uno o più descrittori che tengono conto della coibentazione, delle caratteristiche tecniche e di installazione, della progettazione e della posizione in relazione agli aspetti climatici, dell'esposizione al sole e dell'influenza delle strutture adiacenti, dell'esistenza di sistemi di trasformazione propria di energia e degli altri fattori, compreso il clima degli ambienti interni, che influenzano il fabbisogno energetico.

**Superficie utile** – È la superficie netta calpestabile di un edificio.

**Targa energetica** - È l'attestazione, mediante un'apposita targa, del fabbisogno energetico specifico dell'involucro per la climatizzazione invernale, contenente l'evidenziazione della corrispondente classe energetica di appartenenza.

**Trasmittanza termica** – È il flusso di calore che passa attraverso una parete per m<sup>2</sup> di superficie della parete e per grado K di differenza tra la temperatura interna ad un locale e la temperatura esterna o del locale contiguo.

**Classificazione energetica** - È l'operazione che propone una scala di valori usata per rappresentare l'efficienza energetica di un edificio.

**Massa superficiale** – È la massa per unità di superficie della parete opaca compresa la malta dei giunti esclusi gli intonaci, l'unità di misura utilizzata è il kg/m<sup>2</sup>.



## II DESCRIZIONE DELLA PROCEDURA E DATI RICHIESTI

Gli usi di energia considerati nella procedura di calcolo sono i seguenti:

- il riscaldamento;
- ventilazione;
- produzione di acqua calda igienico – sanitaria.

Il bilancio energetico dell'edificio viene esplicitato mediante gli indicatori qui di seguito riportati.

Indicatore	Simbolo	Descrizione
Fabbisogno energetico specifico dell'involucro per la climatizzazione invernale	$PE_H$	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 agli apporti interni.
Fabbisogno di energia primaria specifico per la climatizzazione invernale	$PE_{EPH}$	Definisce il fabbisogno di energia primaria per la climatizzazione invernale e considera i rendimenti del sistema di climatizzazione.
Fabbisogno energetico specifico acqua calda sanitaria	$PE_{ACS}$	Definisce il fabbisogno di energia per la produzione di acqua calda sanitaria: si fa riferimento a consumi standard.
Fabbisogno di energia primaria specifico per la produzione di acqua calda sanitaria	$PE_{EPACS}$	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	$PE_{FER}$	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 di energia primaria specifico globale	$PE_G$	Somma del fabbisogno di energia primaria per riscaldamento ( $PE_{EPH}$ ) e di quello per la produzione di acqua calda ( $PE_{EPACS}$ ) al quale vengono eventualmente detratti i contributi energetici dovuti alle fonti rinnovabili ( $PE_{FER}$ )

**Tab. 1 - Indicatori di prestazione energetica degli edifici.**

Nella definizione degli indicatori di prestazione energetica (espressi in kWh/m<sup>2</sup>·a) si considerano anche gli apporti energetici dovuti alle fonti rinnovabili di energia ed in particolare:

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

Tutti gli indicatori qui sopra definiti verranno riportati nel documento di certificazione energetica, mentre sulla targa compariranno esclusivamente il fabbisogno energetico specifico dell'involucro ( $PE_H$ ) e l'indicazione della corrispettiva classe energetica di appartenenza dell'edificio, da "A" a "G" (cfr. tab. 3.1).



### III FABBISOGNO ENERGETICO DEL SISTEMA EDIFICIO IMPIANTO

#### III.I Fabbisogno energetico dell'involucro per la climatizzazione invernale

Viene definito un fabbisogno energetico dell'involucro per la climatizzazione invernale  $Q_H$  con riferimento all'intero periodo di riscaldamento, così come definito dal DPR n. 412 del 1993 e successive modifiche.

Per quanto riguarda la durata giornaliera di accensione dell'impianto, ai fini della certificazione energetica, vengono presi in considerazione i valori indicati dalla legislazione vigente. Tali valori variano in funzione della zona climatica e, ai fini di semplificare la procedura di calcolo, si considera che nelle rimanenti ore del giorno l'impianto sia spento.

Il fabbisogno energetico dell'involucro per la climatizzazione invernale sarà dato dalla differenza tra l'energia totale scambiata dallo stesso (per trasmissione e ventilazione) e gli apporti gratuiti (interni e esterni). Per quanto riguarda gli apporti gratuiti, si dovrà considerare anche un fattore correttivo legato al loro utilizzo, così come previsto dalla norma UNI EN 832.

Esplicitando quando detto sopra si ottiene la seguente equazione di bilancio:

$$Q_H = \underbrace{(Q_T + Q_V)}_{\text{Energia scambiata totale } (Q_L)} - \eta_U \cdot \underbrace{(Q_I + Q_{SI})}_{\text{Energia da apporti gratuiti } (Q_G)} \quad [1]$$

dove:

- $Q_H$  è il fabbisogno energetico dell'involucro [kWh/a];
- $Q_T$  è l'energia dispersa per trasmissione tra l'edificio e l'ambiente circostante [kWh/a];
- $Q_V$  è l'energia dispersa per ventilazione tra l'edificio e l'ambiente circostante [kWh/a];
- $Q_L$  è l'energia dispersa totale tra l'edificio e l'ambiente circostante [kWh/a];
- $\eta_U$  è il fattore di utilizzazione degli apporti energetici gratuiti.
- $Q_I$  è l'energia dovuta agli apporti gratuiti interni [kWh/a];
- $Q_{SI}$  è l'energia dovuta agli apporti gratuiti esterni [kWh/a];
- $Q_G$  è l'energia totale dovuta agli apporti gratuiti [kWh/a].

Viene ora spiegato nel dettaglio il metodo di quantificazione di tutti i termini presenti nell'equazione di bilancio [1]

#### III.II Energia scambiata per trasmissione

L'energia totale scambiata per trasmissione dall'edificio è data dalla relazione:

$$Q_T = H_T \cdot (\theta_i - \theta_e) \cdot t \quad [2]$$

dove:

- $Q_T$  è l'energia dispersa per trasmissione tra l'edificio e l'ambiente circostante [Wh/a];
- $H_T$  è il coefficiente di dispersione termica per trasmissione dell'edificio [W/K];
- $\theta_i$  è la temperatura interna di progetto assunta pari a 20°C [°C];
- $\theta_e$  è la temperatura media esterna [°C];
- $t$  è il periodo di riscaldamento [h].

Il DPR 412/93 introduce la definizione di grado giorno (unità di misura GG), inteso come "la somma estesa a tutti i giorni di un periodo annuale convenzionale di riscaldamento





delle sole differenze positive giornaliere tra la temperatura dell'ambiente convenzionalmente fissata in 20°C e la temperatura media esterna giornaliera<sup>13</sup>.

Partendo da tale definizione, il termine  $(\theta_i - \theta_e) \cdot t$  dell'equazione [2] può essere esplicitato in funzione dei gradi giorno e la stessa equazione può essere riscritta come segue:

dove:

$Q_T$  è l'energia dispersa per trasmissione tra l'edificio e l'ambiente circostante [kWh/a];

$H_T$  è il coefficiente di dispersione termica per trasmissione dell'edificio [W/K];

GG sono i gradi giorno della località in cui è situato l'edificio (cfr. Allegato A del DPR 412/93 e successive modifiche) [GG];

$f_{gi}$  è la durata giornaliera di funzionamento dell'impianto di riscaldamento (cfr. art 9 comma 2 DPR 412/93)<sup>14</sup> [h];

1000 è il coefficiente di conversione da Wh a kWh.

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 circostante;
- 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 del k-esimo elemento viene calcolato attraverso la relazione:

$$H_T = \sum_k (A_k \cdot U_k \cdot f_{T,k}) \quad [4]$$

dove:

$H_T$  è il coefficiente di dispersione termica per trasmissione dell'edificio [W/K];

$A_k$  è l'area dell'elemento k-esimo dell'involucro [m<sup>2</sup>];

$U_k$  è la trasmittanza termica dell'elemento k-esimo dell'involucro [W/m<sup>2</sup>K].

$f_{T,k}$  è il 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  $f_{T,k}$  è pari a 1 (i fattori correttivi da utilizzare nella [4] sono riportati nel Prospetto 1).

Ambiente circostante a quello riscaldato	$f_{T,k}$	Ambiente circostante a quello riscaldato	$f_{T,k}$
Ambiente esterno	1	Terreno	0,45

<sup>13</sup> DPR n. 412 del 1993 art. 1 comma 1 lettera W.

<sup>14</sup> Con l'eccezione del Comune di Limone del Garda (BS), che risulta appartenere alla zona climatica D, i rimanenti Comuni della Regione Lombardia appartengono alle zone E e F, che prevedono rispettivamente 14 e 24 ore di funzionamento dell'impianto di riscaldamento.



Sottotetto aerato	1	Vespaio 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 1 – Fattori correttivi  $f_{T,k}$  da applicare nell'equazione [4] (Fonte: Tavolo Energia & Ambiente Provincia di Milano, BEST Politecnico di Milano, “Certificazione energetica degli edifici – Procedura operativa”, bozza del 24 gennaio 2006).**

La trasmittanza termica dei componenti opachi dovrà essere determinata tenendo conto che:

- le proprietà termofisiche dei materiali devono essere desunte da dichiarazioni del produttore, oppure, qualora queste non siano disponibili, ricavate dalla norma UNI 10351;
- le resistenze termiche dei componenti opachi devono essere calcolate mediante la norma UNI 10355;
- i coefficienti superficiali di scambio termico e le resistenze termiche delle intercapedini d'aria devono essere conformi ai valori stabiliti dalla norma UNI EN ISO 6946.

Per gli edifici esistenti la trasmittanza di ogni singolo componente deve essere determinata mediante un'apposita strumentazione (per esempio, mediante termoflussimetro o carotaggio), in modo da poter disporre di valori più oggettivi rispetto a quelli che possono essere ottenuti mediante l'impiego di abachi legati ad ipotesi avanzate sulla struttura.

Al fine di semplificare la procedura di calcolo, i ponti termici non vengono considerati separatamente. Recependo le indicazioni del C.T.I.<sup>15</sup>, l'effetto dei ponti termici viene determinato in modo indiretto, incrementando il valore di trasmittanza termica dell'elemento in cui sono presenti. In questo caso si dovrà considerare la superficie lorda dell'elemento sul quale si trova il ponte termico. La maggiorazione si applica alle dispersioni della parete opaca e tiene conto anche della presenza dei ponti termici relativi ad eventuali serramenti. Nel Prospetto 2 sono indicati, in funzione della tipologia della parete opaca, le maggiorazioni percentuali da applicare.

<sup>15</sup> Comitato Termotecnico Italiano, “Prestazioni energetiche degli edifici. Climatizzazione invernale e preparazione acqua calda per usi igienico-sanitari”, 2003.



Descrizione della struttura	Maggiorazione
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	10 %
Struttura isolata	20 %
Pannello prefabbricato in cls	30 %

**Prospetto 2 – Maggiorazioni percentuali relative alla presenza dei ponti termici (Fonte: Comitato termotecnico Italiano, “Prestazioni energetiche degli edifici. Climatizzazione invernale e preparazione acqua calda per usi igienico-sanitari”, 2003).**

### III.III Energia scambiata per ventilazione

L'energia totale scambiata per ventilazione dall'edificio è data dalla relazione:

$$Q_V = \frac{H_V \cdot GG \cdot f_{gi} \cdot (1 - \eta_{RCV})}{1000} \quad [5]$$

dove:

- $Q_V$  è l'energia dispersa per ventilazione tra l'edificio e l'ambiente circostante [kWh/a];
- $H_V$  è il coefficiente di dispersione termica per ventilazione dell'edificio [W/K];
- $GG$  sono i gradi giorno della località in cui è situato l'edificio [GG];
- $f_{gi}$  è la durata giornaliera di funzionamento dell'impianto di riscaldamento (cfr. art 9 comma 2 DPR 412/93) [h];
- $\eta_{RCV}$  è il rendimento medio stagionale di un eventuale recuperatore di calore;
- 1000 è il coefficiente di conversione da *Wh* a *kWh*.

Ai soli fini del calcolo per la certificazione energetica, il coefficiente di dispersione termica per ventilazione dell'edificio viene calcolato dalla relazione:

$$H_V = \sum_k (V_{a,k} \cdot \rho_a \cdot C_a) \quad [6]$$

dove:

- $H_V$  è il coefficiente di dispersione termica per ventilazione dell'edificio [W/K];
- $V_{a,k}$  è la portata d'aria di rinnovo della zona k-esima [ $m^3/h$ ];
- $\rho_a \cdot C_a$  è la capacità termica volumica dell'aria [ $Wh/(m^3K)$ ].

Come previsto dalla norma UNI 832, se la portata d'aria  $V$  è espressa in  $m^3/s$ , allora  $\rho_a \cdot C_a = 1200 J/(m^3K)$ . Se  $V$  è dato in  $m^3/h$ ,  $\rho_a \cdot C_a = 0,34 Wh/(m^3K)$ .

All'interno di un edificio, allo scopo di assicurare sufficienti condizioni igieniche e di comfort, è necessario garantire una portata minima d'aria di ventilazione. Inevitabilmente questo rinnovo d'aria negli ambienti determina un incremento dell'energia dispersa.



Al fine di evitare che il risparmio energetico possa essere conseguito riducendo il tasso di ventilazione all'interno dell'edificio, si assumono i valori qui di seguito riportati:

- per gli edifici residenziali il numero di ricambi d'aria<sup>16</sup> deve essere pari a 0,3 m<sup>3</sup>/h;
- per tutti gli altri edifici si assumono i valori di ricambio d'aria riportati nella norma UNI 10339; così come stabilito nelle raccomandazioni CTI, i valori degli indici di affollamento devono essere assunti pari al 60% rispetto a quelli riportati nell'appendice A della norma UNI 10339.

La portata d'aria di rinnovo di ogni ambiente può essere calcolata come segue:

$$V_a = V_N \cdot n \quad [7]$$

dove:

$V_a$  è la portata d'aria di rinnovo della zona considerata [m<sup>3</sup>/h];

$V_N$  è il volume netto dello spazio riscaldato [m<sup>3</sup>];

$n$  è il numero di ricambi d'aria;

Nel caso di ambienti dotati di sistemi di ventilazione meccanica la portata d'aria di rinnovo si ottiene mediante la seguente relazione:

$$V_{am} = V_a \cdot (1 - \eta_V) \quad [8]$$

dove:

$V_{am}$  è la portata d'aria di rinnovo della zona considerata nel caso questa sia servita da un impianto di ventilazione meccanica [m<sup>3</sup>/h];

$V_a$  è la portata d'aria di rinnovo della zona considerata [m<sup>3</sup>/h];

$\eta_V$  è il fattore di efficienza dell'eventuale recuperatore di calore dell'aria (pari a 0 se assente);

### III.IV Apporti di calore

Dalla [1] si evince che l'apporto di calore totale  $Q_G$  è dato dalla somma degli apporti di calore interni  $Q_I$  e di quelli solari  $Q_{SI}$ .

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

Vengono ora esplicitate le equazioni per il calcolo degli apporti di calore interni e di quelli solari.

#### Apporti di calore interni

Qualunque calore generato all'interno dello spazio riscaldato, con l'esclusione del sistema di riscaldamento, contribuisce ad accrescere i cosiddetti apporti di calore interni  $Q_I$ .

<sup>16</sup> Il dato è riferito al volume netto.



Tra le principali sorgenti di calore interne vi sono:

- gli apporti dovuti al metabolismo degli occupanti;
- il calore sprigionato dalle apparecchiature elettriche e dagli apparecchi di illuminazione;
- gli apporti netti provenienti dal sistema di distribuzione e scarico dell'acqua.

Gli apporti di calore dovuti alla presenza di queste sorgenti sono ricavati mediante la seguente relazione:

$$Q_I = A_L \cdot \omega \cdot f_{ag} \quad [10]$$

dove:

$Q_I$  è l'energia dovuta agli apporti gratuiti interni [kWh/a];

$A_L$  è l'area lorda riscaldata dell'appartamento/edificio [ $m^2$ ];

$\omega$  è il valore globale degli apporti interni [ $W/m^2$ ].

$f_{ag}$  sono le ore, nel corso del periodo di riscaldamento, nel quale si hanno contributi di calore dovuti ad apporti gratuiti interni [h].

Le ore giornaliere nelle quali si hanno apporti di calore interni vengono, per tutte le categorie di edifici, assunte pari a 8.

Destinazione d'uso	Apporti globali	Unità di misura
	$\omega$	
Appartamenti di superficie lorda in pianta $A_L \leq 200 m^2$	$6,25 - 0,02 \cdot A_L$	$W/m^2$
Appartamenti di superficie lorda in pianta $A_L > 200 m^2$	450	W
Edifici adibiti ad uffici	6	$W/m^2$
Edifici adibiti ad attività commerciali	8	$W/m^2$

**Prospetto 3 – Valori globali degli apporti interni (Fonte: Comitato Termotecnico Italiano, “Prestazioni energetiche degli edifici. Climatizzazione invernale e preparazione acqua calda per usi igienico-sanitari”, 2003).**

### Apporti solari

Le superfici soleggiate da prendere in considerazione sono le superfici vetrate, le pareti interne, i pavimenti degli spazi soleggiati e le pareti poste dietro le coperture trasparenti o isolate trasparenti.

Gli apporti solari su pareti esterne opache rappresentano una piccola parte degli apporti solari totali e, considerato anche che sono parzialmente compensati dalla dispersione per radiazione dell'edificio verso il cielo esterno, possono essere trascurati (come precisato dalla norma UNI 832, Appendice D.5).

Per spazi soleggiati, pareti opache con isolamento trasparente, pareti solari ventilate, pareti esterne ventilate, esiste una specifica procedura (Appendice D UNI 832). La metodologia per il calcolo di questi apporti viene definita più avanti.



L'energia dovuta agli apporti solari sulle superfici trasparenti viene invece calcolata mediante la seguente relazione:

$$Q_{SI} = \sum_j \left[ I_{s,j} \cdot A_{s,j} \cdot (F_{s,j} \cdot F_{c,j} \cdot F_{f,j}) \cdot g_{\perp,j} \right] \quad [11]$$

dove:

- $Q_{SI}$  è l'energia dovuta agli apporti gratuiti esterni [kWh/a];
- $I_{s,j}$  è l'energia totale della radiazione solare globale su una superficie unitaria riferita al componente vetrato durante il periodo di calcolo (nel Prospetto 4 sono indicati i valori della radiazione solare su superfici verticali variamente orientate per i capoluoghi di provincia della Lombardia) [kWh/m<sup>2</sup>·a];
- $A_{s,j}$  è l'area lorda (telaio più vetro) del serramento j-esimo [m<sup>2</sup>];
- $F_{s,j}$  fattore di ombreggiatura riferito al serramento j-esimo (calcolato come prodotto di tre coefficienti di ombreggiatura dovuti ad eventuali ostruzioni esterne ( $f_h$ ), aggetti verticali ( $f_o$ ) e/o orizzontali ( $f_f$ ) determinati attraverso i valori riportati nei Prospetti 5, 6 e 7);
- $F_{c,j}$  è il coefficiente di correzione dovuto ai tendaggi del serramento j-esimo (fattore determinato dal rapporto tra l'energia solare media entrante all'interno dell'edificio in presenza di tendaggi e quella che potrebbe entrare in assenza di essi; i fattori di correzione dovuti ai tendaggi da utilizzare sono riportati nel Prospetto 8;
- $F_{f,j}$  è il coefficiente di correzione dovuto al telaio, pari al rapporto tra l'area trasparente e l'area totale dell'unità vetrata del serramento j-esimo (si assume un valore convenzionale pari a 0,87);
- $g_{\perp,j}$  è coefficiente di trasmissione dell'energia solare totale del serramento j-esimo (alcuni valori indicativi del coefficiente di trasmissione solare  $g$  di alcuni tipi di vetri sono riportati nel Prospetto 9.

Comune	$h_{SLM}$	GG	D	$\theta_{me}$	$\theta_e$	$I_s$	$I_{SE-SO}$	$I_{O/E}$	$I_{NE-NO}$	$I_N$	$I_H$	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

Prospetto 4 – Dati climatici dei capoluoghi di provincia della Lombardia  
(Fonte: UNI 10349, DPR 412/93).

dove:

- $h_{SLM}$  è l'altezza della località sul livello del mare [m];
- GG sono i gradi giorno [GG];
- D è la durata del periodo di riscaldamento [giorni];
- $\theta_{me}$  è la temperatura media esterna della stagione di riscaldamento [°C];





- $\theta_e$  è la temperatura esterna di progetto [°C];  
 $I_S$  è la radiazione solare incidente su superfici rivolte a Sud [kWh/m<sup>2</sup>·a];  
 $I_{SE}$  è la radiazione solare incidente su superfici rivolte a Sud-Est [kWh/m<sup>2</sup>·a];  
 $I_{SO}$  è la radiazione solare incidente su superfici rivolte a Sud-Ovest [kWh/m<sup>2</sup>·a];  
 $I_O$  è la radiazione solare incidente su superfici rivolte a Ovest [kWh/m<sup>2</sup>·a];  
 $I_E$  è la radiazione solare incidente su superfici rivolte a Est [kWh/m<sup>2</sup>·a];  
 $I_{NE}$  è la radiazione solare incidente su superfici rivolte a Nord-Est [kWh/m<sup>2</sup>·a];  
 $I_{NO}$  è la radiazione solare incidente su superfici rivolte a Nord-Ovest [kWh/m<sup>2</sup>·a];  
 $I_N$  è la radiazione solare incidente su superfici rivolte a Nord [kWh/m<sup>2</sup>·a];  
 $I_H$  è la radiazione solare incidente sul piano orizzontale [kWh/m<sup>2</sup>·a];  
 ZC è la zona climatica.

Il fattore dovuto all'ombreggiatura può essere pertanto calcolato con la seguente equazione:

$$F_{s,j} = \sum_j (f_{h,j} \cdot f_{o,j} \cdot f_{f,j}) \quad [12]$$

dove:

- $F_{s,j}$  è il fattore di ombreggiatura riferito al j-esimo serramento;  
 $f_{h,j}$  è il fattore di ombreggiatura j-esimo dovuto ad ostruzioni esterne;  
 $f_{o,j}$  fattore di ombreggiatura j-esimo dovuto ad aggetti esterni verticali;  
 $f_{f,j}$  fattore di ombreggiatura j-esimo dovuto ad aggetti esterni orizzontali;

Angolo sull'orizzonte ( $\alpha$ )	45° N latitudine		
	S	E/O	N
0°	1,00	1,00	1,00
10°	0,97	0,95	1,00
20°	0,85	0,82	0,98
30°	0,62	0,70	0,94
40°	0,46	0,61	0,90

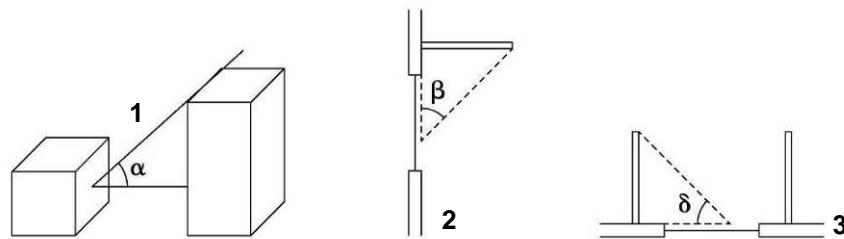
Prospetto 5 – Fattore di riduzione dovuto all'ombreggiatura parziale,  $f_h$  (Fonte: UNI 832).

Angolo formato dall'oggetto verticale ( $\delta$ )	45° N latitudine		
	S	E/O	N
0°	1,00	1,00	1,00
30°	0,90	0,89	0,91
45°	0,74	0,76	0,80
60°	0,50	0,58	0,66

Prospetto 6 – Fattore di riduzione parziale dovuto ad aggetti verticali,  $f_f$  (Fonte: UNI 832).

Angolo formato dall'oggetto orizzontale ( $\beta$ )	45° N latitudine		
	S	E/O	N
0°	1,00	1,00	1,00
30°	0,94	0,92	1,00
45°	0,84	0,84	1,00
60°	0,72	0,75	1,00

Prospetto 7 – Fattore di riduzione parziale dovuto ad aggetti orizzontali,  $f_o$  (Fonte: UNI 832).



**Legenda**

1. Ombreggiatura dovuta ad ostruzioni esterne (p.e. fabbricati nelle immediate vicinanze);
2. Ombreggiatura dovuta ad aggetti orizzontali (p.e. balconi);
3. Ombreggiatura dovuta ad aggetti verticali (p.e. pareti).

**Figura 1 – Schematizzazione dei tre tipi di ombreggiatura che occorre considerare nel calcolo (Fonte: UNI 832).**

Per esposizioni diverse da quelle indicate nei Prospetti 5, 6 e 7, i fattori di riduzione dovuti all'ombreggiatura devono essere determinati mediante interpolazione.

Tipo di tendaggio	Proprietà ottiche del tendaggio		Fattore dovuto a tendaggi con tendaggi	
	Assorbimento	Trasmissione	Interno	Esterno
Tendaggi alla veneziana di colore bianco	0,1	0,05	0,25	0,10
		0,1	0,30	0,15
		0,3	0,45	0,35
Tendaggi bianchi	0,1	0,5	0,65	0,55
		0,7	0,80	0,75
		0,9	0,95	0,95
Tessuti colorati	0,3	0,1	0,42	0,17
		0,3	0,57	0,37
		0,5	0,77	0,57
Tessuti con lamina di alluminio	0,2	0,05	0,20	0,08

**Prospetto 8 – Fattori dovuti a tendaggi ( $F_{C,i}$ ), installati all'interno o all'esterno della finestra (Fonte: UNI 832).**

Tipo di vetro	$g_{L,i}$
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 9 – Valori tipici della trasmittanza per energia solare per alcuni tipi di vetrate più comuni (Fonte: Tavolo Energia & Ambiente Provincia di Milano – BEST Politecnico di Milano, “Certificazione energetica degli edifici – Procedura operativa”, bozza del 24 gennaio 2006).**



### III.V Fattore di utilizzazione degli apporti energetici gratuiti

Prima di esplicitare la relazione per il calcolo del fattore di utilizzazione degli apporti energetici gratuiti  $\eta_U$ , introdotto come fattore di riduzione nel bilancio energetico medio per tener conto del comportamento dinamico dell'edificio (cfr. [1]), è necessario definire alcuni parametri.

In primis, va specificato il rapporto apporti/perdite  $\gamma$  definito dalla relazione:

$$\gamma = \frac{Q_G}{Q_L} \quad [13]$$

dove:

- $\gamma$  è il rapporto apporti/perdite;
- $Q_G$  è l'energia dovuta agli apporti gratuiti [kWh/a];
- $Q_L$  è l'energia dispersa per trasmissione e ventilazione [kWh/a].

Quindi si definisce la costante tempo  $\tau$ , che caratterizza l'inerzia termica interna dello spazio riscaldato:

$$\tau = \frac{C}{H_T} \quad [14]$$

dove:

- $\tau$  è la costante tempo [h];
- $C$  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 [Wh/K].
- $H_T$  è il coefficiente di trasmissione termica dell'edificio [W/K].

Visto che la norma UNI 832 nella determinazione del parametro  $\tau$  consente un calcolo approssimato della capacità termica di una struttura (ritenendo sufficiente una stima di questo dato con una precisione dieci volte minore rispetto a quella richiesta per il calcolo delle dispersioni) e che ipotizza il suggerimento a livello nazionale di valori della capacità termica per unità di volume in base alla tipologia della costruzione, si propongono come valori di riferimento quelli presentati nella raccomandazione CTI – R 03/3.

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 10 – Capacità termica volumica della zona termica (Fonte: Comitato Termotecnico Italiano, "Prestazioni energetiche degli edifici. Climatizzazione invernale e preparazione acqua calda per usi igienico-sanitari", 2003).**



Stabilito ciò, il fattore di utilizzazione degli apporti gratuiti è identificato dalla seguente equazione:

$$\eta_U = \frac{1 - \gamma^a}{1 - \gamma^{(a+1)}} \quad [15]$$

dove:

- $\eta_U$  fattore di utilizzazione degli apporti energetici gratuiti;
- $\gamma$  rapporto apporti/perdite;
- $a$  parametro numerico.

Nel caso limite in cui il rapporto apporti/perdite  $\gamma$  sia uguale a 1 l'equazione 15 diventa:

$$\eta_U = \frac{a}{a+1} \quad [16]$$

Il parametro numerico  $a$  presente nelle equazioni 15 e 16 è legato alla costante di tempo  $\tau$  ed è definito dalla seguente relazione:

$$a = a_0 + \frac{\tau}{\tau_0} \quad [17]$$

I valori di  $a_0$  e  $\tau_0$  sono tabellati nella norma UNI 832 e, nel caso di metodo di calcolo stagionale, così come previsto dalla procedura qui esposta, valgono rispettivamente 0,8 e 28 [h]. Con questi valori l'equazione [17] può essere riscritta come:

$$a = 0,8 + \frac{\tau}{28} \quad [18]$$

### III.VI Fabbisogno di energia primaria per la climatizzazione invernale

Il fabbisogno di energia primaria per la climatizzazione invernale è fortemente legato al rendimento del sistema di riscaldamento. Poiché la norma di riferimento UNI 832 rimanda comunque alla normativa nazionale per la quantificazione delle perdite di calore e relativi rendimenti legati al sistema di riscaldamento, è stato utilizzato il metodo contenuto nella norma UNI 10348.

Rifacendosi alla metodologia proposta, si può definire il fabbisogno di energia primaria per la climatizzazione invernale come il rapporto tra fabbisogno energetico dell'involucro e il rendimento medio stagionale dell'impianto di riscaldamento.

$$Q_{EPH} = \frac{Q_H}{\eta_g} \quad [19]$$

dove:

- $Q_{EPH}$  fabbisogno di energia primaria per la climatizzazione invernale [kWh/a];
- $Q_H$  fabbisogno energetico dell'involucro [kWh/a];
- $\eta_g$  rendimento medio stagionale dell'impianto di riscaldamento.



### Rendimento medio stagionale

Esso viene calcolato come prodotto dei rendimenti che identificano le funzioni svolte dalle varie componenti di un impianto termico (emissioni legate ai terminali scaldanti, regolazione, distribuzione su cui influisce la veicolazione del fluido termovettore e produzione legata al rendimento del generatore di calore). Il rendimento medio stagionale viene determinato mediante la seguente relazione:

$$\eta_g = \eta_e \cdot \eta_c \cdot \eta_d \cdot \eta_p \quad [20]$$

dove:

- $\eta_e$  è il rendimento di emissione;
- $\eta_c$  è il rendimento di regolazione;
- $\eta_d$  è il rendimento di distribuzione;
- $\eta_p$  è il rendimento di produzione medio stagionale.

Per ciascuno dei termini, viene qui di seguito fornita la definizione (Fonte: norma UNI 10348), oltre all'indicazione dei valori convenzionali di ciascun rendimento da applicare in funzione delle specifiche dell'impianto.

### 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 11 sono riportati, a seconda del terminale di erogazione, i valori convenzionali del rendimento di emissione.

### Rendimento di regolazione

Il rendimento di regolazione  $\eta_c$  è il 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 12 sono riportati, in funzione della configurazione del sistema impiantistico, i rendimenti di regolazione da considerare nel calcolo.

<b>Terminale di erogazione</b>	<b><math>\eta_e</math></b>
Termoconvettori*	0,99
Ventilconvettori	0,98
Bocchette aria calda	0,97
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 0,02 punti ai valori di tabella.

\*\* Il valore è riferito ad una temperatura di mandata dell'acqua di 85°C e installazione su parete divisoria interna oppure a ridosso di parete esterna con presenza di superficie riflettente su lato interno. In assenza di superficie riflettente, il valore deve essere diminuito di 0,02 punti, in presenza di parete esterna con  $U > 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$  il valore deve essere ulteriormente ridotto di 0,04 punti. Per temperatura dell'acqua di 65°C, i valori si devono incrementare di 0,03 punti, ferme restando le correzioni sopra riportate.

\*\*\* Il riferimento è ad installazioni tra ambienti riscaldati oppure in struttura muraria isolata esternamente e comunque con  $U < 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

**Prospetto 11 – Valori convenzionali del rendimento di emissione  $\eta_e$  (Fonte: UNI 10348).**



### Rendimento di distribuzione

Il rendimento di distribuzione  $\eta_d$  (Prospetto 12) è il rapporto tra il fabbisogno energetico utile reale delle zone e l'energia termica fornita dal sistema di produzione. Nel Prospetto 13 sono riportati i rendimenti di distribuzione da considerare nel calcolo.

Sistema di regolazione	Tipologia	Radiatori e convettori	Pannelli radianti isolati	Pannelli radianti integrati
Regolazione manuale	Termostato caldaia	$0,96-(0,6 \cdot \eta_U \cdot \gamma)$	$0,94-(0,6 \cdot \eta_U \cdot \gamma)$	$0,90-(0,6 \cdot \eta_U \cdot \gamma)$
Climatica centralizzata	Regolatore climatico	$1-(0,6 \cdot \eta_U \cdot \gamma)$	$0,98-(0,6 \cdot \eta_U \cdot \gamma)$	$0,94-(0,6 \cdot \eta_U \cdot \gamma)$
Singolo ambiente	Reg. on-off	0,94	0,92	0,88
	Reg. modulante (banda 1°C)	0,98	0,96	0,92
	Reg. modulante (banda 2°C)	0,96	0,94	0,90
Climatico e singolo ambiente	Reg. on-off	0,97	0,95	0,93
	Reg. modulante (banda 1°C)	0,99	0,98	0,96
	Reg. modulante (banda 2°C)	0,98	0,97	0,95
Solo zona	Reg. on-off	0,93	0,91	0,87
	Reg. modulante (banda 1°C)	0,97	0,96	0,92
	Reg. modulante (banda 2°C)	0,95	0,93	0,89
Climatico e zona	Reg. on-off	0,96	0,94	0,92
	Reg. modulante (banda 1°C)	0,98	0,97	0,95
	Reg. modulante (banda 2°C)	0,97	0,96	0,94

**Prospetto 12 – Rendimenti di regolazione per alcune configurazioni impiantistiche (Fonte: UNI 10348).**

Tipo di edificio	Volume (m <sup>3</sup> )	Altezza edificio [m]		
		5	15	25
A, C	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
B	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

- 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 orizzontali che collegano la centrale termica alle colonne montanti sono ubicate nel cantinato.
- 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.

**Prospetto 13 – Rendimenti di distribuzione (Fonte: UNI 10348).**



### Rendimento di produzione medio stagionale

Il rendimento di produzione medio stagionale  $\eta_p$  è il rapporto tra l'energia termica fornita dal sistema di produzione e l'energia primaria richiesta nella stessa stagione. Nel Prospetto 14 sono riportati i rendimenti di produzione da considerare nel calcolo. Nella lettura del Prospetto 14 si deve tener conto di quanto segue:

$P_{ns}$  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.

$P_n / P_{media}$	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
<b>Rendimento di produzione medio stagionale <math>P_n &gt; 35</math> kW</b>						
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
<b><math>P_n &lt; 35</math> kW</b>						
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

\* Naturalmente le caldaie a condensazione devono essere abbinate a un sistema che lavora a bassa temperatura.

**Prospetto 14 – Rendimenti di produzione (Fonte: Tavolo Energia & Ambiente Provincia di Milano – BEST Politecnico di Milano “Certificazione energetica degli edifici – Procedura operativa”, bozza del 24 gennaio 2006).**

### III.VII Fabbisogno energetico per la produzione di acqua calda ad usi sanitari

Per quanto riguarda la produzione di acqua calda ad usi sanitari, ipotizzando una temperatura dell'acqua all'ingresso del sistema pari a 15°C e di uscita pari a 40°C (salto termico di 25°C), si può calcolare l'energia necessaria alla sua produzione in funzione di consumi specifici giornalieri, che variano a seconda della destinazione d'uso del fabbricato.

Genericamente il fabbisogno energetico per la produzione di ACS può essere espresso come:

$$Q_{ACS} = Q'_{ACS} \cdot t \quad [21]$$

dove:

$Q_{ACS}$  fabbisogno energetico per la produzione di acqua calda sanitaria [kWh/a];

$Q'_{ACS}$  fabbisogno energetico specifico giornaliero per la produzione di acqua calda sanitaria [kWh/giorno];

$t$  giorni di utilizzo del sistema di produzione [giorni]

I Prospetti 15, 16 e 17, riportano i fabbisogni energetici specifici giornalieri per edifici ad usi residenziali e non residenziali. Nel primo caso si tratta di fabbisogni specifici per m<sup>2</sup>, per cui nell'equazione [21] comparirà anche la superficie utile dell'appartamento/edificio.





Nel secondo caso si tratta di valori specifici per persona, per cui nell'equazione [21] comparirà anche il numero totale di persone presenti nell'edificio.

Negli edifici residenziali il fabbisogno specifico indicato nel Prospetto 15 deve essere moltiplicato per un fattore di correzione  $f_{\text{bagni}}$  indicato nel Prospetto 17. Negli edifici ad uso non residenziale il numero di presenze deve essere corretto utilizzando un fattore medio di occupazione giornaliero.

Superficie utile	Fabbisogno specifico ( $Q'_{\text{ACS}}$ ) [Wh/ m <sup>2</sup> giorno]
$A_U < 50 \text{ m}^2$	87
$50 \leq A_U < 120 \text{ m}^2$	72
$120 \leq A_U < 200 \text{ m}^2$	58
$A_U \geq 200 \text{ m}^2$	43

**Prospetto 15 – Valori convenzionali relativi ai fabbisogni energetici per l'acqua calda ad usi sanitari per usi residenziali (Fonte: Comitato Termotecnico Italiano, "Prestazioni energetiche degli edifici. Climatizzazione invernale e preparazione acqua calda per usi igienico-sanitari", 2003).**

Destinazione d'uso del fabbricato	Fabbisogno specifico ( $Q'_{\text{ACS}}$ ) [Wh/ persona giorno]
Alberghi per servizi per ogni camera con bagno	3500
Alberghi per servizi per ogni camera con doccia	1745
Alberghi con servizi comuni	1455
Collegi, altre comunità	1455
Ospedali con servizi comuni	1455
Cliniche con servizi in ogni stanza	3500
Uffici	580
Stabilimenti con docce	1165

**Prospetto 16 – Valori convenzionali relativi ai fabbisogni energetici per l'acqua calda ad usi sanitari per usi non residenziali (Fonte: Comitato Termotecnico Italiano, "Prestazioni energetiche degli edifici. Climatizzazione invernale e preparazione acqua calda per usi igienico-sanitari", 2003).**

$N_{\text{bagni}}$	$f_{\text{bagni}}$
1	1
2	1,33
3 o più	1,66

**Prospetto 17– Fattore di correzione  $f_{\text{bagni}}$  (Fonte: Comitato Termotecnico Italiano, "Prestazioni energetiche degli edifici. Climatizzazione invernale e preparazione acqua calda per usi igienico-sanitari", 2003).**



### III.VIII Fabbisogno energetico di energia primaria per la produzione di acqua calda ad usi sanitari

Similmente a quanto visto per la climatizzazione invernale, si definisce fabbisogno di energia primaria per la produzione di acqua calda ad uso sanitario  $Q_{EPACS}$  l'energia primaria richiesta dal sistema di produzione e distribuzione per soddisfare i fabbisogni energetici legati alla produzione di acqua calda ad uso sanitario:

$$Q_{EPACS} = \frac{Q_{ACS}}{\eta_{gACS}} + \frac{Q_S}{\eta_{pACS}} \quad [22]$$

dove:

$Q_{EPACS}$  è il fabbisogno energetico per l'acqua calda ad usi sanitari [kWh/a];

$Q_S$  è la perdita di calore dovuta al sistema di accumulo ove presente [kWh/a];

$\eta_{gACS}$  è il rendimento medio stagionale definito come il rapporto tra il fabbisogno energetico per l'acqua calda ad usi sanitari  $Q_{ACS}$  e l'energia fornita dal combustibile;

$\eta_{pACS}$  è rendimento di produzione.

Il rendimento medio stagionale per la produzione di acqua calda, similmente a quanto visto per la climatizzazione invernale, è il prodotto di tre rendimenti identificativi delle varie parti dell'impianto (erogazione, distribuzione e produzione):

$$\eta_{gACS} = \eta_{eACS} \cdot \eta_{dACS} \cdot \eta_{pACS} \quad [23]$$

dove:

$\eta_{eACS}$  è il rendimento di erogazione;

$\eta_{dACS}$  è il rendimento di distribuzione;

$\eta_{pACS}$  è il rendimento di produzione medio stagionale.

#### Rendimento di erogazione

Si assume come valore 0,95. Le perdite così calcolate si considerano tutte non recuperabili.

#### Rendimento di distribuzione

Supponendo di semplificare e di considerare tutte le perdite non recuperabili sulla base dei valori dei coefficienti di perdita per distribuzione forniti dalla raccomandazione CTI-R 03/3, si possono ipotizzare, in funzione delle possibili configurazioni impiantistiche, i rendimenti di distribuzione indicati nel Prospetto 18.



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	0,92
	con ricircolo	0,85
Sistemi autonomi con generatore combinato o dedicato con portata termica < 35 kW	senza ricircolo	0,85

**Prospetto 18 – Elaborazione dei dati relativi al coefficiente di perdita forniti nella raccomandazione CTI-R 03/3 (Fonte: Comitato Termotecnico Italiano, “Prestazioni energetiche degli edifici. Climatizzazione invernale e preparazione acqua calda per usi igienico-sanitari”, 2003).**

### Rendimento di produzione

Qualora vi sia produzione combinata di energia termica per riscaldamento e acqua calda sanitaria, il rendimento di produzione si deve desumere secondo quanto indicato nel Prospetto 14. Nel caso invece di sistema dedicato alla sola produzione di acqua calda sanitaria, sono possibili due casi:

- impianto autonomo di produzione per singola unità immobiliare;
- impianto centralizzato a servizio di più unità.

Nel primo caso, si utilizzano i valori convenzionali del Prospetto 19. 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>17</sup>.

Tipo di apparecchio	Versione	$\eta_{PACS}$
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

**Prospetto 19 – Rendimenti di produzione nel caso di produzione per singola unità immobiliare (Fonte: Comitato Termotecnico Italiano, “Prestazioni energetiche degli edifici. Climatizzazione invernale e preparazione acqua calda per usi igienico-sanitari”, 2003).**

Le perdite di accumulo come indicato dalla raccomandazione CTI-R 03/3 si possono calcolare come  $Q_S = t_s \cdot f_s$ . Il Prospetto 20 fornisce, in funzione della classe di volume dell'accumulo, i valori del coefficiente di perdita  $f_s$ . Per la determinazione della durata temporale del periodo, affinché calcolare le perdite, si dovrà tener presente che, nel caso

<sup>17</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%.



in cui l'accumulatore sia installato in un ambiente riscaldato, le perdite si considerano recuperate durante tutto il periodo di riscaldamento. Si considerano invece tutte non recuperabili durante il periodo nel quale il sistema è inattivo.

Volume di accumulatore	$f'_s$ (W)
da 10 fino a 50 litri	30
da 50 a 200 litri	60
200 a 1500 litri	120
da 1.500 a 10.000 litri	500
oltre i 10.000	900

**Prospetto 20 – Fattore da applicare per il calcolo delle perdite di accumulatore (Fonte: Comitato Termotecnico Italiano, “Prestazioni energetiche degli edifici. Climatizzazione invernale e preparazione acqua calda per usi igienico-sanitari”, 2003).**

### III.IX Contributi dovuti alle fonti energetiche rinnovabili

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

Viene convenzionalmente calcolato con la relazione:

$$Q_{FER} = Q_{ST} + \left( \frac{Q_{SFV}}{\eta_{conv}} \right) + S_{Sp} \quad [24]$$

dove:

$Q_{ST}$  è il contributo relativo agli impianti solari termici [kWh/a];

$Q_{SFV}$  è il contributo relativo agli impianti solari fotovoltaici [kWh/a];

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

$S_{Sp}$  è il contributo relativo ai sistemi solari passivi [kWh/a].

#### Solare termico

Il contributo energetico dovuto agli impianti solari termici  $Q_{ST}$  viene calcolato moltiplicando l'area di captazione per il valore pre-calcolato di resa unitaria riportato nel Prospetto 21 in funzione della tipologia di collettore solare impiegato e della località. Il calcolo è stato eseguito ipotizzando una inclinazione del collettore di 30° ed un orientamento a Sud con angolo azimutale  $\pm 45^\circ$ .

#### Solare fotovoltaico

Il contributo energetico dovuto agli impianti solari fotovoltaici  $Q_{SFV}$  viene calcolato moltiplicando l'area di captazione per il valore precalcolato di resa unitaria riportato nel Prospetto 22, in funzione della tipologia della cella fotovoltaico e della località. Il calcolo è stato eseguito ipotizzando una inclinazione del collettore di 30° ed un orientamento a Sud con angolo azimutale  $\pm 45^\circ$ . Tale contributo si dovrà considerare solo nel caso in cui il sistema fotovoltaico è asservito all'impianto di climatizzazione dell'edificio.



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

Provincia	Energia prodotta [KWh <sub>ELETRIC</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

**Prospetto 22 – Energia elettrica prodotta, per unità di superficie, da un impianto solare fotovoltaico in funzione delle caratteristiche delle celle fotovoltaiche nei capoluoghi di provincia lombardi.**

### Sistemi solari passivi

Il contributo dovuto ai sistemi solari passivi  $S_{SP}$  viene determinato attraverso la somma degli apporti dovuti ai seguenti sistemi solari passivi.

#### Spazi soleggiati

La procedura di seguito presentata viene applicata in caso di spazi soleggiati non riscaldati prossimi a spazi riscaldati (p.e. verande e serre adiacenti) in cui è presente una parete divisoria tra il volume riscaldato e quello soleggiato. Se invece lo spazio soleggiato è riscaldato oppure è presente una apertura permanente fra lo spazio riscaldato e quello



soleggiato, allora tutta questa volumetria deve essere considerata e conseguentemente trattata come spazio riscaldato.

L'area che si dovrà considerare per le perdite e per gli apporti solari sarà quella dell'involucro esterno dello spazio soleggiato.

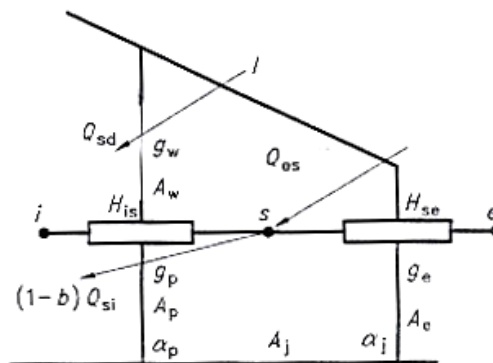


Fig. 2 – Spazio soleggiato adiacente con indicati i coefficienti di dispersione termica e degli apporti e rete elettrica equivalente (Fonte: Appendice D, UNI EN 832).

L'apporto solare che lo spazio soleggiato apporta allo spazio riscaldato ( $Q_{Ss}$ ) è dato dalla seguente relazione:

$$Q_{Ss} = Q_{Sd} + Q_{Si} \quad [25]$$

dove:

$Q_{Ss}$  è l'apporto solare che lo spazio soleggiato apporta allo spazio riscaldato [kWh/a];

$Q_{Sd}$  sono gli apporti diretti attraverso la parete divisoria [kWh/a];

$Q_{Si}$  sono gli apporti indiretti derivanti dallo spazio soleggiato riscaldato dal sole [kWh/a];

Si assume, in prima approssimazione, che le superfici assorbenti siano tutte ombreggiate nella stessa proporzione da ostacoli esterni e dall'involucro esterno dello spazio soleggiato. Gli apporti solari diretti  $Q_{Sd}$  sono la somma degli apporti derivanti dalle parti trasparenti ed opache della parete divisoria, ovvero:

$$Q_{Sd} = I_p \cdot F_s \cdot F_c \cdot F_t \cdot g_{\perp e} \cdot \left( F_{Cw} \cdot F_{Tw} \cdot g_{\perp w} \cdot A_w + \alpha_{Sp} \cdot A_p \cdot \frac{U_p}{U_{pe}} \right) \quad [26]$$

dove:

$Q_{Sd}$  è la somma degli apporti derivanti dalle pareti trasparenti [kWh/a];

$I_p$  è la quantità della radiazione solare sulla parete divisoria durante ciascun periodo di calcolo. Tale valore viene determinato in funzione dell'orientamento (cfr. Prospetto 4) [kWh/m<sup>2</sup>·a];

$F_s$  è il fattore di correzione dovuto all'ombreggiatura;

$F_c$  è il fattore di ombreggiatura dei tendaggi (pedice  $w$  per la parete divisoria, pedice e per l'involucro esterno dello spazio soleggiato);

$F_t$  è il fattore di ombreggiatura del telaio (pedice  $w$  per la parete divisoria, pedice e per l'involucro esterno dello spazio soleggiato);

$g_{\perp}$  è la trasmittanza dell'energia solare totale delle vetrate (pedice  $w$  per la parete divisoria, pedice e per l'involucro esterno dello spazio soleggiato);



- $A_w$  è la superficie delle finestre presenti nella parete divisoria [ $m^2$ ];  
 $A_p$  è la superficie della parte opaca della parete divisoria [ $m^2$ ];  
 $U_p$  è la trasmittanza termica della parte opaca della parete divisoria [ $W/m^2K$ ];  
 $U_{pe}$  è la trasmittanza termica tra la superficie assorbente di questa parete e la serra [ $W/m^2K$ ];  
 $\alpha_{sp}$  è il fattore di assorbimento solare medio della superficie assorbente nella serra (parte opaca della parete divisoria).

I valori del fattore di assorbimento solare medio della superficie assorbente nella serra ( $\alpha_{sp}$ ) indicativamente possono assumere valori pari a 0,3 nel caso di pareti di colore chiaro, 0,6 nel caso di pareti con colorazione media e 0,9 nel caso di pareti scure.

Gli apporti solari indiretti  $Q_{Si}$  (effetto cuscinetto) devono essere calcolati sommando gli apporti solari di ciascuna area assorbente  $j$  nello spazio soleggiato, ai quali dovranno essere sottratti gli apporti diretti che attraversano la parte opaca della parete divisoria:

$$Q_{Si} = (1-b) \cdot F_s \cdot F_{Ce} \cdot F_{Te} \cdot g_{\perp e} \cdot \left( \sum_j I_{Sj} \cdot \alpha_{Sj} \cdot A_j - I_p \cdot \alpha_{Sp} \cdot A_p \cdot \frac{U_p}{U_{pe}} \right) \quad [26]$$

dove:

- $I_{Sj}$  è la quantità della radiazione solare sulle superfici assorbenti della serra durante ciascun periodo di calcolo [ $kWh/m^2 \cdot a$ ];  
 $\alpha_{Sj}$  è il fattore di assorbimento solare medio della superficie assorbente della parete  $j$  della serra;  
 $A_j$  è l'area di ciascuna superficie,  $j$ , che assorbe la radiazione solare nella serra (pavimento e parti opache).  
 $b$  è il coefficiente di ponderazione;

Il fattore di ponderazione  $(1-b)$  è la frazione della radiazione solare assorbita nella serra che entra nello spazio riscaldato attraverso la parete divisoria.

Il coefficiente di ponderazione  $b$  viene calcolato come segue:

$$b = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}} \quad [27]$$

dove:

- $H_{iu}$  è il coefficiente di perdita di calore dallo spazio riscaldato allo spazio non riscaldato, in [ $W/K$ ];  
 $H_{ue}$  è il coefficiente di perdita di calore dallo spazio non riscaldato all'ambiente esterno, in [ $W/K$ ].

$H_{iu}$  e  $H_{ue}$  includono le perdite di calore per trasmissione e ventilazione.

Utilizzando la formula suggerita dall'Appendice A della UNI EN ISO 13789:2001 per il calcolo della temperatura in un ambiente non riscaldato, si può esprimere un bilancio termico in regime stazionario dell'ambiente non riscaldato attraverso la seguente formula:

$$\theta_u = \frac{\Phi + \theta_i \cdot H_{iu} + \theta_e \cdot H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}} \quad [28]$$





dove:

$\theta_u$  è la temperatura interna dello spazio non riscaldato [K];

$\theta_i$  è la temperatura interna dello spazio riscaldato [K];

$\theta_e$  è la temperatura esterna [K];

$\Phi$  è il flusso termico prodotto all'interno dello spazio "non riscaldato" (per esempio apporti solari) [W];

La relazione 28 può essere vista come la somma di due contributi, l'incremento di temperatura prodotto dal flusso termico e la temperatura  $\theta_1$ , definiti come segue:

$$\frac{\Phi}{H_{iu}+H_{ue}} \quad \theta_1 = \frac{\theta_i \cdot H_{iu} + \theta_e \cdot H_{ue}}{H_{iu}+H_{ue}} \quad [29]$$

Sulla base di ciò si arriva a determinare la relazione:

$$\theta_u - \theta_1 = \frac{\Phi}{H_{iu}+H_{ue}} \quad (\text{Incremento di temperatura dello spazio soleggiato dovuto all'apporto solare}) \quad [30]$$

Riscrivendo la formula 26 si ottiene:

$$F_s \cdot F_{ce} \cdot F_{Te} \cdot g_{\perp e} \cdot \left( \sum_j I_{sj} \cdot \alpha_{sj} \cdot A_j - I_p \cdot \alpha_{sp} \cdot A_p \cdot \frac{U_p}{U_{pe}} \right) = \Phi \quad (\text{potenza solare trattenuta dalla serra}) \quad [31]$$

$$(1-b) = 1 - \frac{H_{ue}}{H_{iu}+H_{ue}} = \frac{H_{iu}}{H_{iu}+H_{ue}} \quad [32]$$

Utilizzando le espressioni 30, 31 e 32 per la 26, otteniamo la seguente espressione:

$$Q_{Si} = \frac{H_{iu}}{H_{iu}+H_{ue}} \cdot \Phi = H_{iu} \cdot \left( \frac{\Phi}{H_{iu}+H_{ue}} \right) = H_{iu} \cdot (\theta_u - \theta_1) \quad [33]$$

### Pareti opache con isolamento trasparente

Sebbene poco diffusi sul territorio nazionale, al fine di affinare il più possibile il calcolo degli apporti solari gratuiti, si è ritenuto utile definire una metodologia per quantificare anche gli apporti dovuti alle pareti opache con isolamento trasparente.

Per quanto riguarda le dispersioni termiche di tali pareti, il calcolo viene effettuato così come indicato per le pareti esterne ordinarie. Per calcolare gli apporti solari di un elemento opaco con isolamento trasparente, con esposizione  $j$ , si utilizza la stessa procedura prevista per gli apporti gratuiti attraverso gli elementi vetrati, usando, però, come superficie di ricezione effettiva quella risultante dalla seguente formula:

$$A_s = A \cdot f_s \cdot f_F \cdot \frac{U}{U_e} \cdot \alpha \cdot g_{TI} \quad [34]$$

dove:

$A$  è l'area totale dell'elemento [ $m^2$ ];

$U$  è la trasmittanza termica dell'elemento [ $W/m^2K$ ];



- $U_e$  è la trasmittanza termica esterna dell'elemento, all'esterno della superficie che assorbe la radiazione solare [ $W/m^2K$ ];  
 $F_S$  è il fattore di correzione dovuto all'ombreggiatura;  
 $F_T$  è il fattore di correzione ombreggiatura del telaio;  
 $g_{Ti}$  è la trasmittanza dell'energia solare totale dell'elemento trasparente;  
 $\alpha$  è il fattore di assorbimento solare della superficie assorbente.

#### Apporti solari di pareti esterne opache

Gli apporti solari netti di pareti opache senza isolamento trasparente costituiscono una piccola parte degli apporti solari e sono comunque parzialmente compensati dalle dispersioni per radiazione dell'edificio verso il cielo sereno. Essi possono essere pertanto trascurati.

*Nota - Per le pareti solari ventilate (Pareti Trombe) e per quelle esterne ventilate occorre verificare il bilancio apporti e perdite prima di esplicitarne le formule di calcolo.*

#### **III.X Indicatori di prestazione energetica**

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

$$PE_H = \frac{Q_H}{A_U} \quad [35]$$

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

$$PE_{EPH} = \frac{Q_{EPH}}{A_U} \quad [36]$$

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

$$PE_{ACS} = \frac{Q_{ACS}}{A_U} \quad [37]$$

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

$$PE_{EPACS} = \frac{Q_{EPACS}}{A_U} \quad [38]$$

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

$$PE_{FER} = \frac{Q_{FER}}{A_U} \quad [39]$$

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

$$PE_G = (PE_{EPH} + PE_{EPACS}) - PE_{FER} \quad [40]$$



Sul certificato energetico verrà riportato anche il quantitativo di anidride carbonica emessa dall'edificio. A seconda del tipo di combustibile utilizzato, verrà ricavata la corrispondente emissione di CO<sub>2</sub>, così come indicato nella relazione che segue. I fattori di conversione da applicare nella [41] sono riportati nel Prospetto 23.

$$E_{CO_2} = PE_{EPH} \cdot f_{em} \quad [41]$$

dove:

$E_{CO_2}$  è il quantitativo di anidride carbonica emessa per unità di superficie [kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>a];  
 $f_{em}$  è il fattore di conversione da applicare a seconda del tipo di combustibile impiegato per il riscaldamento invernale.

Tipo di combustibile utilizzato	$f_{em}$ [kg CO <sub>2</sub> /kWh]
Gas naturale	0,20
GPL	0,23
Gasolio	0,27
Olio combustibile	0,26
legna	0,41

**Prospetto 23 – Fattori di conversione da applicare per il calcolo della quantità di CO<sub>2</sub> emessa per kWh di energia primaria.**



## **ALLEGATO B – CHECKLIST PER LA CERTIFICAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI**



**1**

**DATI GENERALI**

**1.1**

**Committente-proprietario**

Cognome \_\_\_\_\_ Nome \_\_\_\_\_  
Comune \_\_\_\_\_ Provincia \_\_\_\_\_  
Indirizzo \_\_\_\_\_ n. \_\_\_\_\_  
Telefono \_\_\_\_\_ Fax \_\_\_\_\_

**1.2**

**Titolo abilitativo**

*Permesso di costruire*  *DIA*   
Numero \_\_\_\_\_ Data \_\_\_\_\_

**1.3**

**Dati dell'edificio**

Comune \_\_\_\_\_ Provincia \_\_\_\_\_  
Indirizzo \_\_\_\_\_ n. \_\_\_\_\_

**1.4**

**Progettista dell'opera**

Cognome \_\_\_\_\_ Nome \_\_\_\_\_  
Comune \_\_\_\_\_ Provincia \_\_\_\_\_  
Indirizzo \_\_\_\_\_ n. \_\_\_\_\_  
Telefono \_\_\_\_\_ Fax \_\_\_\_\_

**1.5**

**Direttore lavori**

*Progettista dell'opera*  *Altro*   
Cognome \_\_\_\_\_ Nome \_\_\_\_\_  
Comune \_\_\_\_\_ Provincia \_\_\_\_\_  
Indirizzo \_\_\_\_\_ n. \_\_\_\_\_  
Telefono \_\_\_\_\_ Fax \_\_\_\_\_

**1.6**

**Checklist compilata da**

*Progettista dell'opera*  *Direttore lavori*  *Altro*   
Cognome \_\_\_\_\_ Nome \_\_\_\_\_  
Comune \_\_\_\_\_ Provincia \_\_\_\_\_  
Indirizzo \_\_\_\_\_ n. \_\_\_\_\_  
Telefono \_\_\_\_\_ Fax \_\_\_\_\_



## 2

### DATI DELL'EDIFICIO

#### 2.1

##### Caratteristiche generali

Destinazione d'uso \_\_\_\_\_ Categoria \_\_\_\_\_  
 Tipo di costruzione \_\_\_\_\_  $\Delta H_{\text{municipio}}$  \_\_\_\_\_ [m]  
 n. massimo utenti nell'edificio \_\_\_\_\_

#### 2.2

##### Dati ambienti riscaldati

Vol. lordo \_\_\_\_\_ [m<sup>3</sup>] Vol. netto \_\_\_\_\_ [m<sup>3</sup>]  
 Sup. lorda \_\_\_\_\_ [m<sup>2</sup>] Sup. netta \_\_\_\_\_ [m<sup>2</sup>]

## 3

### CARATTERISTICHE TERMICHE DEGLI ELEMENTI DISPERDENTI

#### 3.1

##### Strutture opache verticali

Struttura **tipo 1** Spessore \_\_\_\_\_ [m]  
 $U$  \_\_\_\_\_ [W/m<sup>2</sup>K]  $U_{\text{limite}}$  \_\_\_\_\_ [W/m<sup>2</sup>K]

Descrizione \_\_\_\_\_

Stratigrafia \_\_\_\_\_

Superfici ripartite per orientamento [m <sup>2</sup> ]							
N	NE	E	SE	S	SO	O	NO

Struttura **tipo 2** Spessore \_\_\_\_\_ [m]  
 $U$  \_\_\_\_\_ [W/m<sup>2</sup>K]  $U_{\text{limite}}$  \_\_\_\_\_ [W/m<sup>2</sup>K]

Descrizione \_\_\_\_\_

Stratigrafia \_\_\_\_\_

Superfici ripartite per orientamento [m <sup>2</sup> ]							
N	NE	E	SE	S	SO	O	NO

Struttura **tipo 3** Spessore \_\_\_\_\_ [m]  
 $U$  \_\_\_\_\_ [W/m<sup>2</sup>K]  $U_{\text{limite}}$  \_\_\_\_\_ [W/m<sup>2</sup>K]

Descrizione \_\_\_\_\_

Stratigrafia \_\_\_\_\_



**3.2**  
**Basamenti**

Superfici ripartite per orientamento [m <sup>2</sup> ]							
N	NE	E	SE	S	SO	O	NO

**Struttura tipo1** Spessore \_\_\_\_\_ [m]  
 $U$  \_\_\_\_\_ [W/m<sup>2</sup>K]  $U_{limite}$  \_\_\_\_\_ [W/m<sup>2</sup>K]  
 Descrizione \_\_\_\_\_ Superficie \_\_\_\_\_ [m<sup>2</sup>]  
 Stratigrafia \_\_\_\_\_

Ambiente confinante

<input type="checkbox"/> Terreno	<input type="checkbox"/> Vespaio areato
<input type="checkbox"/> Pilotis	<input type="checkbox"/> Cantina con areazione
<input type="checkbox"/> Garage	<input type="checkbox"/> Cantina senza areazione

**Struttura tipo 2** Spessore \_\_\_\_\_ [m]  
 $U$  \_\_\_\_\_ [W/m<sup>2</sup>K]  $U_{limite}$  \_\_\_\_\_ [W/m<sup>2</sup>K]  
 Descrizione \_\_\_\_\_ Superficie \_\_\_\_\_ [m<sup>2</sup>]  
 Stratigrafia \_\_\_\_\_

Ambiente confinante

<input type="checkbox"/> Terreno	<input type="checkbox"/> Vespaio areato
<input type="checkbox"/> Pilotis	<input type="checkbox"/> Cantina con areazione
<input type="checkbox"/> Garage	<input type="checkbox"/> Cantina senza areazione

**Struttura tipo 3** Spessore \_\_\_\_\_ [m]  
 $U$  \_\_\_\_\_ [W/m<sup>2</sup>K]  $U_{limite}$  \_\_\_\_\_ [W/m<sup>2</sup>K]  
 Descrizione \_\_\_\_\_ Superficie \_\_\_\_\_ [m<sup>2</sup>]  
 Stratigrafia \_\_\_\_\_

Ambiente confinante

<input type="checkbox"/> Terreno	<input type="checkbox"/> Vespaio areato
<input type="checkbox"/> Pilotis	<input type="checkbox"/> Cantina con areazione
<input type="checkbox"/> Garage	<input type="checkbox"/> Cantina senza areazione

**3.3**  
**Coperture**

**Struttura tipo1** Spessore \_\_\_\_\_ [m]  
 $U$  \_\_\_\_\_ [W/m<sup>2</sup>K]  $U_{limite}$  \_\_\_\_\_ [W/m<sup>2</sup>K]  
 Descrizione \_\_\_\_\_ Superficie \_\_\_\_\_ [m<sup>2</sup>]  
 Stratigrafia \_\_\_\_\_





**3.4**  
**Strutture a contatto con**  
**locali non riscaldati**

Ambiente confinante	<input type="checkbox"/> Esterno	<input type="checkbox"/> Sottotetto areato <input type="checkbox"/> Sottotetto ben sigillato								
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; padding: 5px;"><b>Struttura tipo 2</b></td> <td style="width: 50%; padding: 5px;">Spessore _____ [m]</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;"><math>U</math> _____ [W/m<sup>2</sup>K]</td> <td style="padding: 5px;"><math>U_{limite}</math> _____ [W/m<sup>2</sup>K]</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Descrizione _____</td> <td style="padding: 5px;">Superficie _____ [m<sup>2</sup>]</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="padding: 5px;">Stratigrafia _____</td> </tr> </table>			<b>Struttura tipo 2</b>	Spessore _____ [m]	$U$ _____ [W/m <sup>2</sup> K]	$U_{limite}$ _____ [W/m <sup>2</sup> K]	Descrizione _____	Superficie _____ [m <sup>2</sup> ]	Stratigrafia _____	
<b>Struttura tipo 2</b>	Spessore _____ [m]									
$U$ _____ [W/m <sup>2</sup> K]	$U_{limite}$ _____ [W/m <sup>2</sup> K]									
Descrizione _____	Superficie _____ [m <sup>2</sup> ]									
Stratigrafia _____										
Ambiente confinante	<input type="checkbox"/> Esterno	<input type="checkbox"/> Sottotetto areato <input type="checkbox"/> Sottotetto ben sigillato								
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; padding: 5px;"><b>Struttura tipo 3</b></td> <td style="width: 50%; padding: 5px;">Spessore _____ [m]</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;"><math>U</math> _____ [W/m<sup>2</sup>K]</td> <td style="padding: 5px;"><math>U_{limite}</math> _____ [W/m<sup>2</sup>K]</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Descrizione _____</td> <td style="padding: 5px;">Superficie _____ [m<sup>2</sup>]</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="padding: 5px;">Stratigrafia _____</td> </tr> </table>			<b>Struttura tipo 3</b>	Spessore _____ [m]	$U$ _____ [W/m <sup>2</sup> K]	$U_{limite}$ _____ [W/m <sup>2</sup> K]	Descrizione _____	Superficie _____ [m <sup>2</sup> ]	Stratigrafia _____	
<b>Struttura tipo 3</b>	Spessore _____ [m]									
$U$ _____ [W/m <sup>2</sup> K]	$U_{limite}$ _____ [W/m <sup>2</sup> K]									
Descrizione _____	Superficie _____ [m <sup>2</sup> ]									
Stratigrafia _____										
Ambiente confinante	<input type="checkbox"/> Esterno	<input type="checkbox"/> Sottotetto areato <input type="checkbox"/> Sottotetto ben sigillato								
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; padding: 5px;"><b>Struttura tipo1</b></td> <td style="width: 50%; padding: 5px;">Spessore _____ [m]</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;"><math>U</math> _____ [W/m<sup>2</sup>K]</td> <td style="padding: 5px;"><math>U_{limite}</math> _____ [W/m<sup>2</sup>K]</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Descrizione _____</td> <td style="padding: 5px;">Superficie _____ [m<sup>2</sup>]</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="padding: 5px;">Stratigrafia _____</td> </tr> </table>			<b>Struttura tipo1</b>	Spessore _____ [m]	$U$ _____ [W/m <sup>2</sup> K]	$U_{limite}$ _____ [W/m <sup>2</sup> K]	Descrizione _____	Superficie _____ [m <sup>2</sup> ]	Stratigrafia _____	
<b>Struttura tipo1</b>	Spessore _____ [m]									
$U$ _____ [W/m <sup>2</sup> K]	$U_{limite}$ _____ [W/m <sup>2</sup> K]									
Descrizione _____	Superficie _____ [m <sup>2</sup> ]									
Stratigrafia _____										
Ambiente confinante	<input type="checkbox"/> Appartamenti	<input type="checkbox"/> Corpo scale piano terra <input type="checkbox"/> Corpo scale altri piani								
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; padding: 5px;"><b>Struttura tipo 2</b></td> <td style="width: 50%; padding: 5px;">Spessore _____ [m]</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;"><math>U</math> _____ [W/m<sup>2</sup>K]</td> <td style="padding: 5px;"><math>U_{limite}</math> _____ [W/m<sup>2</sup>K]</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Descrizione _____</td> <td style="padding: 5px;">Superficie _____ [m<sup>2</sup>]</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="padding: 5px;">Stratigrafia _____</td> </tr> </table>			<b>Struttura tipo 2</b>	Spessore _____ [m]	$U$ _____ [W/m <sup>2</sup> K]	$U_{limite}$ _____ [W/m <sup>2</sup> K]	Descrizione _____	Superficie _____ [m <sup>2</sup> ]	Stratigrafia _____	
<b>Struttura tipo 2</b>	Spessore _____ [m]									
$U$ _____ [W/m <sup>2</sup> K]	$U_{limite}$ _____ [W/m <sup>2</sup> K]									
Descrizione _____	Superficie _____ [m <sup>2</sup> ]									
Stratigrafia _____										
Ambiente confinante	<input type="checkbox"/> Esterno	<input type="checkbox"/> Sottotetto areato <input type="checkbox"/> Sottotetto ben sigillato								



**3.5**  
**Strutture trasparenti**

Struttura **tipo 3** Spessore \_\_\_\_\_ [m]  
 $U$  \_\_\_\_\_ [W/m<sup>2</sup>K]  $U_{limite}$  \_\_\_\_\_ [W/m<sup>2</sup>K]  
 Descrizione \_\_\_\_\_ Superficie \_\_\_\_\_ [m<sup>2</sup>]  
 Stratigrafia \_\_\_\_\_

Ambiente confinante  Esterno  Sottotetto areato  
 Sottotetto ben sigillato

Struttura **tipo 1** Spessore \_\_\_\_\_ [mm]  
 $U$  \_\_\_\_\_ [W/m<sup>2</sup>K]  $U_{limite}$  \_\_\_\_\_ [W/m<sup>2</sup>K]  
 Descrizione \_\_\_\_\_ Superficie \_\_\_\_\_ [m<sup>2</sup>]

Tipologia vetro  Vetro singolo  Triplo vetro  
 Doppio vetro semplice  Basso emissivo  
 Doppio vetro con gas

Tipologia telaio  Legno  Metallo a taglio termico  
 PVC

Schermature  Tende alla veneziana  Tendaggi colorati  
 Tendaggi bianchi  Tessuti lamina alluminio

Superfici ripartite per orientamento [m <sup>2</sup> ]							
N	NE	E	SE	S	SO	O	NO
Presenza di schermature verticali, orizzontali o ostruzioni esterne							
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Struttura **tipo 2** Spessore \_\_\_\_\_ [m]  
 $U$  \_\_\_\_\_ [W/m<sup>2</sup>K]  $U_{limite}$  \_\_\_\_\_ [W/m<sup>2</sup>K]  
 Descrizione \_\_\_\_\_ Superficie \_\_\_\_\_ [m<sup>2</sup>]

Tipologia vetro  Vetro singolo  Triplo vetro  
 Doppio vetro semplice  Basso emissivo  
 Doppio vetro con gas

Tipologia telaio  Legno  Metallo a taglio termico  
 PVC

Schermature  Tende alla veneziana  Tendaggi colorati  
 Tendaggi bianchi  Tessuti lamina alluminio



Superfici ripartite per orientamento [m <sup>2</sup> ]							
N	NE	E	SE	S	SO	O	NO
Presenza di schermature verticali, orizzontali o ostruzioni esterne							
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Struttura tipo 3** Spessore \_\_\_\_\_ [m]  
 $U$  \_\_\_\_\_ [W/m<sup>2</sup>K]  $U_{limite}$  \_\_\_\_\_ [W/m<sup>2</sup>K]  
 Descrizione \_\_\_\_\_ Superficie \_\_\_\_\_ [m<sup>2</sup>]

Tipologia vetro

Vetro singolo  Triplo vetro  
 Doppio vetro semplice  Basso emissivo  
 Doppio vetro con gas

Tipologia telaio

Legno  Metallo a taglio termico  
 PVC

Schermature

Tende alla veneziana  Tendaggi colorati  
 Tendaggi bianchi  Tessuti lamina alluminio

Superfici ripartite per orientamento [m <sup>2</sup> ]							
N	NE	E	SE	S	SO	O	NO
Presenza di schermature verticali, orizzontali o ostruzioni esterne							
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## 4 CARATTERISTICHE IMPIANTO TERMICO

### 4.1 Generatore di calore

Tipologia di generatore

Standard  A bassa temperatura  
 A condensazione  A biomassa  
 PdC ad aria  PdC ad acqua di pozzo  
 PdC geotermica  Teleriscaldamento

### 4.2 Combustibile

Combustibile utilizzato

Metano  Gasolio  
 GPL  Biomassa  
 Elettricità  
 Altro (specificare quale) \_\_\_\_\_



**4.4**  
**Specifiche tecniche**

Poterze

Potenza nominale del generatore ( $P_{ns}$ ) \_\_\_\_\_ [kW]  
Potenza di progetto ( $P_n$ ) \_\_\_\_\_ [kW]  
Potenza media stagionale ( $P_{MEDIA}$ ) \_\_\_\_\_ [kW]

**4.4**  
**Terminali scaldanti**

Tipologia utilizzata

Radiatori  Termocconvettori  
 Ventilconvettori  Pannelli radianti a soffitto  
 Pannelli radianti a parete  A battiscopa  
 Pannelli radianti a pavimento  
 Altro (*specificare quale*)

**4.5**  
**Regolazione**

Sistema utilizzato

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

**4.6**  
**Ventilazione**

Specifiche

Meccanica controllata  SI  NO  
Portata ricambi d'aria \_\_\_\_\_ [Vol/h]  
Recuperatore di calore  SI  NO  
Efficienza del recuperatore di calore \_\_\_\_\_ [%]

**5**

**IMPIANTO PER LA PRODUZIONE DI ACQUA CALDA AD USI IGENICO SANITARI**

**5.1**  
**Impianto autonomo**

Produzione

Elettrico  A gas istantaneo  
 A gas ad accumulo

Versione

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



**5.2**  
**Impianto centralizzato**

Tipologia

- Caldaia combinata  
 Generatore indipendente (*specificare qui sotto\**)

Tipo di generatore\*

- Standard  A bassa temperatura  
 A condensazione  A biomassa  
 PdC ad aria  PdC ad acqua di pozzo  
 PdC geotermica  Teleriscaldamento

Combustibile\*

- Metano  Gasolio  
 GPL  Biomassa  
 Elettricità  
 Altro (*specificare quale*) \_\_\_\_\_

**5.3**  
**Accumulo**

Specifiche del sistema

Capacità (litri)

- Fino a 200  
 Da 200 a 1500  
 Oltre i 1500

Scambiatore

- A serpentino  
 A camicia

**5.4**  
**Distribuzione**  
(da compilare solo nel caso di  
impianti centralizzati)

Presenza di ricircolo

- SI  NO

Epoca costruttiva

- Ante 373  Post 373

**6**

**FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI**

**6.1**  
**Solare termico**

Specifiche sistema

Superficie captante \_\_\_\_\_ [m<sup>2</sup>]

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

Tipologia collettore

- Piano vetrato  Piano non vetrato  
 Piano selettivo  Sottovuoto



**6.2**  
**Solare fotovoltaico**

Specifiche sistema

Superficie captante \_\_\_\_\_ [m<sup>2</sup>]

Guadagno energetico stimato \_\_\_\_\_ [kWh<sub>e</sub>/anno]

Tipologia moduli

Silicio monocristallino

Silicio policristallino

Silicio amorfo

**6.3**  
**Componenti passivi**

Sistema utilizzato

Serre

Muri Trombe

Altro (*specificare*) \_\_\_\_\_

**Data**

\_\_\_\_\_

**Timbro e firma del progettista**

\_\_\_\_\_



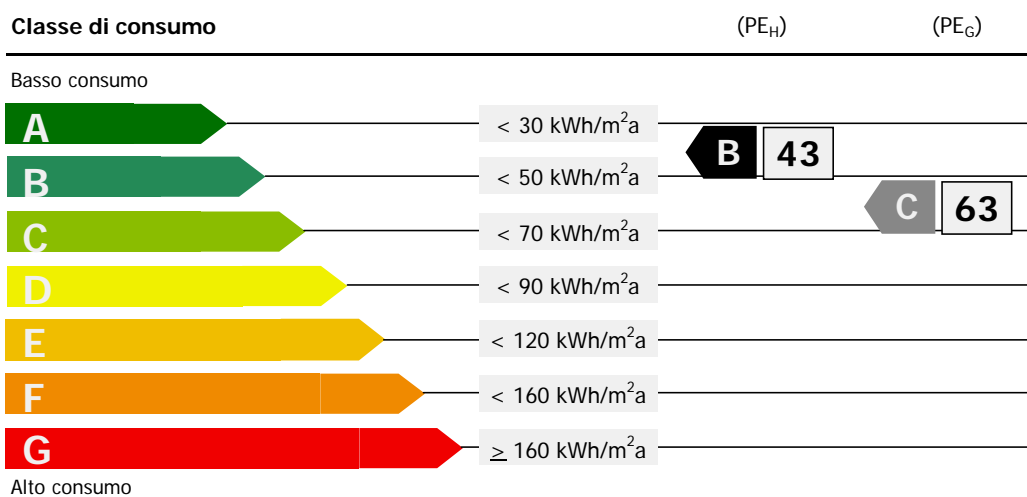
## **ALLEGATO C – CERTIFICATO ENERGETICO E TARGA ENERGETICA**





## ATTESTATO DI CERTIFICAZIONE ENERGETICA

Tipo di edificio	_____	stemma Comune
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>EPH</sub>	<b>53 kWh/m<sup>2</sup>a</b>
Fabbisogno energetico specifico per la produzione di acqua calda PE <sub>ACS</sub>	<b>15 kWh/m<sup>2</sup>a</b>
Fabbisogno specifico di energia primaria per la produzione di acqua calda PE <sub>EPACS</sub>	<b>21 kWh/m<sup>2</sup>a</b>
Contributo energetico specifico da fonti rinnovabili PE <sub>FER</sub>	<b>12 kWh/m<sup>2</sup>a</b>
Fabbisogno specifico globale di energia primaria PE <sub>G</sub> = (PE <sub>EPH</sub> + PE <sub>EPACS</sub> ) - PE <sub>FER</sub>	<b>63 kWh/m<sup>2</sup>a</b>

Comune di	_____	Attestato N. <b>0002/06</b>  Data _____ Scadenza _____
Firma del Tecnico Certificatore	_____	

