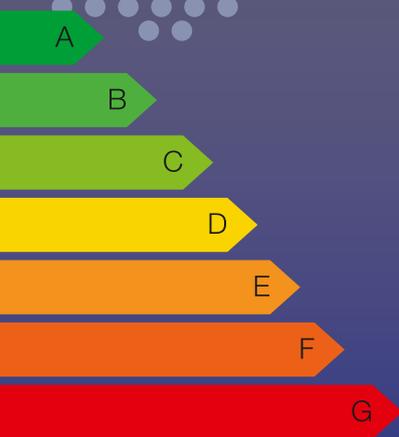


LABELLING AND CERTIFICATION GUIDE



ILETE

GUIDA ALLA CERTIFICAZIONE PART A – SCENARIO EUROPEO





PART A – SCENARIO EUROPEA

1. SOMMARIO DELLE DIRETTIVE EUROPEE SULL'EFFICIENZA ENERGETICA DELLE COSTRUZIONI 3

1.1 Direttiva 2002/91/CE	3
sul rendimento energetico degli edifici (EPBD)	3
1.1.1 Obiettivo	3
1.1.2 Termine per l'adozione	3
1.1.3 Rendimento energetico nell'edilizia	3
1.1.4 Metodologia di calcolo del rendimento energetico	3
1.1.5 Attestato di certificazione energetica	3
1.2 Direttiva 1992/42/EEC sui requisiti di rendimento per le nuove caldaie ad acqua calda alimentate con combustibili liquidi o gassosi	4
1.2.1 Obiettivo	4
1.2.2 Requisiti d'efficienza	4
1.3 Altre direttive	4

2. PANORAMICA DELLA NORMATIVA EUROPEA SULL'EFFICIENZA ENERGETICA DEGLI EDIFICI	5
2.1 Comitati CEN coinvolti	5
2.2 Panoramica della relazione della normativa con la Direttiva 2002/91/EC	5
2.3 Metodologia per il calcolo del rendimento energetico	5
2.4 Attestato di certificazione energetica	6
2.5 Ispezioni periodiche dei sistemi di costruzione	7

3. IL BILANCIO ENERGETICO DI UN EDIFICIO	8
3.1 Bilancio energetico di un edificio	8
3.1.1 Consumo di energia per il riscaldamento ed il raffrescamento	8
3.1.2 Consumo d'energia per la produzione d'acqua calda	8
3.1.3 Consumo d'energia per l'illuminazione	8
3.2 Capire il bilancio energetico di un edificio	8
3.2.1 Trasmissione del calore	8
3.2.2 Ventilazione	9
3.2.3 Apporti interni di calore	9
3.2.4 Apporti solari di calore	9
3.2.5 Capacità termica delle strutture dell'edificio	9
3.2.6 Energia richiesta dagli impianti di condizionamento e ventilazione	9
3.2.7 Produzione di acqua calda sanitaria	10
3.2.8 Illuminazione	10
3.3 Metodologie di calcolo	10
3.4 Il bilancio energetico di un edificio come strumento	

di progettazione 11

4. LA CERTIFICAZIONE ENERGETICA DI UN EDIFICIO 13

4.1 Indice di prestazione	13
4.2 Copertura dell'indice di prestazione (che cosa è effettivamente incluso nell'etichetta energetica)	13
4.3 Valori convenzionali	13

5. "BEST PRACTICES" (BUONE PRATICHE) APPLICABILI 14

5.1 Prestazione dell'involucro edilizio	14
5.2 Impianti ad energia rinnovabile	14
5.3 Impianti energeticamente efficienti	14
5.4 Certificazione	15

6. ALCUNI ESEMPI DI BUONE PRATICHE 16

Esempio di Buone pratiche in Francia	16
Esempio di Buone pratiche in Italia	16
Esempio di Buone pratiche in Polonia	18
Esempio di Buone pratiche in Spagna	19
Esempio di Buone pratiche in Romania	21
Esempio di Buone pratiche in Austria	22
Esempio di Buone pratiche in Germania	23
Esempio di Buone pratiche in Germania	25

PART B – SCENARIO LOCALE

RASSEGNA DELLE NORME E DEI CODICI SULLE PRESTAZIONE ENERGETICHE DEGLI EDIFICI IN ITALIA

1 Stato di attuazione della direttiva 2002/91/CE	28
2 Requisiti di prestazione energetica per i nuovi edifici	28
2.1 Riscaldamento	28
2.2 Raffrescamento	29
2.3 Produzione di acqua calda sanitaria	29
3 Criteri di classificazione per la certificazione energetica degli edifici	29
4 Metodo di calcolo	30
5 Dati di input convenzionali	30
6 Ulteriori considerazioni	30
7 Leggi e regolamenti sulla prestazione energetica degli edifici in Provincia Autonoma di Trento	31

1. SOMMARIO DELLE DIRETTIVE EUROPEE SULL'EFFICIENZA ENERGETICA DELLE COSTRUZIONI



INTRODUZIONE

La necessità di aumentare l'efficienza energetica negli edifici è stata riconosciuta dalla Comunità europea già da tempo, perché agli edifici è dovuto circa il 40% del consumo d'energia in Europa. A tal fine, la direttiva 93/76/CEE del Consiglio Europeo del 13 settembre 1993, atta a limitare le emissioni di biossido di carbonio migliorando l'efficienza energetica (SAVE), conteneva molte disposizioni in merito agli edifici, indicando in modo esplicito la necessità di attuare azioni nei seguenti settori:

- la certificazione energetica degli edifici,
- la fatturazione degli impianti di riscaldamento, aria condizionata e dei costi d'acqua calda sulla base del consumo effettivo,
- il finanziamento tramite terzi degli investimenti sull'efficienza energetica nel settore pubblico,
- l'isolamento termico degli edifici nuovi,
- il controllo periodico delle caldaie,
- le diagnosi energetiche presso aziende con elevato consumo d'energia.

Tale direttiva non è più in vigore, essendo stata abrogata dalla direttiva 2006/32/CE. I suoi contenuti sono stati ampiamente superati dalla nuova normativa (vale a dire la direttiva 2002/91/CE), sintetizzata al punto seguente.

1.1 DIRETTIVA 2002/91/CE SUL RENDIMENTO ENERGETICO DEGLI EDIFICI (EPBD)

Come sottolineato nel preambolo della Direttiva, *"La Direttiva 93/76/CEE del Consiglio Europeo del 13 settembre 1993 intesa a limitare le emissioni di biossido di carbonio migliorando l'efficienza energetica (SAVE) "... ha iniziato a produrre notevoli benefici. "*

"Tuttavia, uno strumento giuridico complementare è necessario per stabilire le azioni più concrete al fine di realizzare il grande potenziale inespresso per il risparmio energetico e la riduzione delle grandi differenze tra i risultati raggiunti dagli Stati membri in questo settore".

In altre parole, l'attuazione della direttiva SAVE non è stata del tutto soddisfacente: in particolare, la certificazione energetica degli edifici è rimasta una prassi molto limitata. Per questi motivi è stata adottata la direttiva 2002/91/CE. I punti principali considerati da questa direttiva sono stati brevemente delineati nei paragrafi seguenti.

1.1.1 Obiettivo

Come chiaramente indicato all'articolo 1, *"L'obiettivo della presente direttiva è quello di promuovere il miglioramento del rendimento energetico degli edifici nella Comunità, tenendo conto delle condizioni climatiche esterne e di quelle locali, nonché dei requisiti climatici degli ambienti interni e del rapporto costi-benefici".*

Lo stesso articolo afferma:

"La presente direttiva stabilisce i requisiti per quanto riguarda:

- (a) il quadro generale di una metodologia di calcolo del rendimento energetico integrato degli edifici;*
- (b) l'applicazione di requisiti minimi in materia di rendimento energetico degli edifici di nuova costruzione;*
- (c) l'applicazione di requisiti minimi in materia di rendimento energetico degli edifici esistenti di grandi dimensioni che sono soggetti ad importanti ristrutturazioni;*
- (d) la certificazione energetica degli edifici, e*
- (e) l'ispezione periodica delle caldaie e degli impianti di condizionamento negli edifici, nonché una perizia del complesso degli impianti termici le cui caldaie abbiano più di 15 anni. "*

1.1.2 Termine per l'adozione

I tempi di recepimento sono indicati nell'articolo 15, che recita: *"Gli Stati membri mettono in vigore le disposizioni legislative, regolamentari e amministrative necessarie per conformarsi alla presente direttiva entro il 4 gennaio 2006 ..."* Purtroppo, sembra che questo processo abbia richiesto un arco di tempo più lungo per molti paesi europei.

1.1.3 Rendimento energetico nell'edilizia

Nell'articolo 2 della Direttiva è data la seguente definizione: *" ' rendimento energetico di un edificio ' : la quantità di energia effettivamente consumata o prevista per soddisfare le diverse esigenze connesse ad un uso standard dell'edificio, che possono includere, tra l'altro, riscaldamento, riscaldamento di acqua calda, raffrescamento, ventilazione ed illuminazione.*

Tale importo deve essere espresso da uno o più indicatori numerici che sono stati calcolati tenendo 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, della generazione autonoma di energia e di altri fattori , compreso il clima degli ambienti interni, che influenzano il fabbisogno energetico; "

1.1.4 Metodologia di calcolo del rendimento energetico

La direttiva, di cui all'articolo 3, prevede l'adozione di una metodologia armonizzata di calcolo, affermando che:

"Gli Stati membri applicano una metodologia, a livello nazionale o regionale, di calcolo del rendimento energetico degli edifici sulla base del quadro generale di cui ...

Questa metodologia è stabilita a livello nazionale o regionale.

Il rendimento energetico di un edificio deve essere espresso in modo trasparente e può includere un indicatore delle emissioni di CO₂ "

1.1.5 Attestato di certificazione energetica

L'attestato di certificazione energetica di un edificio, di cui all'articolo 2 della Direttiva, è definito come:

*"... Un certificato riconosciuto dallo Stato membro o da una persona giuridica da esso designata, che comprende il **rendimento energetico di un edificio, calcolato secondo una metodologia basata sul quadro generale ...**"*

Come specificato all'articolo 7: *"L'attestato di certificazione energetica degli edifici deve comprendere dei valori di riferimento, come le norme vigenti e i parametri di riferimento, al fine di consentire ai consumatori di confrontare e valutare le prestazioni energetiche dell'edificio. Il certificato deve essere corredato da raccomandazioni per migliorare il rapporto costo-efficacia delle prestazioni energetiche."*

Nello stesso articolo 7 sono stabiliti i seguenti obblighi: *"Gli Stati membri provvedono affinché, in fase di costruzione, compravendita o locazione, un attestato di certificazione energetica sia messo a disposizione del proprietario o dal titolare del futuro acquirente o locatario, a seconda dei casi. La validità del certificato non deve superare i 10 anni. "e" Gli Stati membri adottano misure per assicurare che per gli edifici con una superficie utile totale superiore a 1000 m² occupati da autorità pubbliche e da enti che forniscano servizi pubblici a un gran numero di persone e che sono pertanto frequentati spesso da tali persone il certificato energetico, non più vecchio di 10 anni, sia collocato in un luogo chiaramente visibile al pubblico."*

È quindi evidente che, ai sensi della presente direttiva, la **cer-**

Type of boiler	Range of power output kW	Efficiency at rated output		Efficiency at partload	
		Average boiler-water temperature (in °C)	Efficiency requirement expressed (in %)	Average boiler-water temperature (in °C)	Efficiency requirement expressed (in %)
Standard boilers	4 to 400	70	$\geq 84 + 2 \log P_n$	≥ 50	$\geq 80 + 3 \log P_n$
Low-temperature boilers (*)	4 to 400	70	$\geq 87,5 + 1,5 \log P_n$	40	$\geq 87,5 + 1,5 \log P_n$
Gas condensing boilers	4 to 400	70	$\geq 91 + 1 \log P_n$	30 (**)	$\geq 97 + 1 \log P_n$

(*) Including condensing boilers using liquid fuels.
(**) Temperature of boiler water-supply.

tificazione energetica di un edificio ha un ruolo particolare come mezzo per la promozione dell'efficienza energetica degli edifici e **l'attestato di certificazione energetica di un edificio** è considerato uno strumento molto importante per comunicare l'efficienza energetica al pubblico.

1.2 DIRETTIVA 1992/42/EEC SUI REQUISITI DI RENDIMENTO PER LE NUOVE CALDAIE AD ACQUA CALDA ALIMENTATE CON COMBUSTIBILI LIQUIDI O GASSOSI

La Comunità europea ha preso in considerazione non solo le prestazioni dell'edificio nel suo complesso, ma anche l'efficienza dei componenti degli impianti di riscaldamento. In effetti, la direttiva sulle caldaie, probabilmente una delle prime ad incidere sul settore edilizio, è stata approvata al fine di migliorare *"l'efficienza della domanda finale di energia"*, per garantire *"un utilizzo prudente e razionale delle risorse naturali "ed eliminare" ostacoli tecnici"*. Per raggiungere questi obiettivi, sono stati stabiliti requisiti di rendimento comuni per le caldaie vendute ed installate in tutta Europa. La presente direttiva è stata modificata più volte (dalle direttive 93/68/CEE, 2004/8/CE, 2005/32/CE e 2008/28/CE), ma il quadro generale è rimasto sostanzialmente invariato.

1.2.1 Obiettivo

Come indicato nell'articolo 1: *"La presente Direttiva, che rientra nell'ambito del programma SAVE per la promozione dell'efficienza energetica nella Comunità, determina i requisiti di rendimento applicabili alle nuove caldaie ad acqua calda alimentate con combustibili liquidi o gassosi aventi una potenza*



nominale non inferiore a 4 kW e non superiore a 400 kW, da qui in poi denominate 'caldaie'.

1.2.2 Requisiti d'efficienza

I requisiti minimi di rendimento per le caldaie, alla potenza nominale massima e per funzionamento a carico parziale pari al 30%, sono stabiliti dall'articolo 5 della direttiva, come illustrato nella tabella seguente (presa dalla direttiva stessa):

1.3 ALTRE DIRETTIVE

Altre direttive che interessano il settore dell'edilizia, sono indicate nel seguito:

- a) **la Direttiva 2004/8/EC** del Parlamento europeo e del Consiglio dell'11 febbraio 2004, sulla promozione della **cogenerazione** basata sulla domanda di calore utile nel mercato interno dell'energia e che modifica la direttiva 92/42/CEE. Tale direttiva promuove *"la cogenerazione ad alto rendimento di calore ed energia, basata sulla domanda di calore utile e sul risparmio di energia primaria ..."* con esplicito riferimento ad edifici di nuova costruzione con una superficie utile totale superiore a 1000 m². Si deve notare che la cogenerazione, come sistema per raggiungere una buona efficienza energetica per gli edifici di grandi dimensioni, è citata nell'articolo 5 della direttiva 2002/91/EC. Inoltre, la direttiva prende in considerazione anche le unità di micro-cogenerazione (vale a dire unità con una capacità massima di potenza elettrica inferiore a 50 kWe) che possono essere di interesse anche per edifici di piccola e media grandezza.
- b) **la Direttiva 2006/32/EC** del Parlamento europeo e del Consiglio, del 5 aprile 2006, concernente l'efficienza energetica ed i servizi energetici e che abroga la Direttiva 93/76/CEE del Consiglio. Questa è una Direttiva che copre numerosi aspetti mirata ad incrementare, con buon rapporto tra costi e risultati, l'efficienza negli usi finali dell'energia negli Stati membri. All'interno ci sono molte disposizioni applicabili ai settori terziario e residenziale. L'articolo 17 abroga la direttiva 93/76/CEE.

Riferimenti

- a) Direttiva 92/42/CEE del Consiglio Europeo del 21 maggio 1992 Requisiti di rendimento per le nuove caldaie ad acqua calda alimentate con combustibili liquidi o gassosi
- b) Direttiva 93/76/CEE del Consiglio Europeo del 13 settembre 1993 intesa a limitare le emissioni di biossido di carbonio migliorando l'efficienza energetica (SAVE)

- c) Direttiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio Europeo del 16 dicembre 2002 sul rendimento energetico nell'edilizia (EPBD)
- d) Direttiva 2004/8/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio Europeo dell'11 febbraio 2004, sulla promozione della cogenerazione basata sulla domanda di calore nel mercato interno dell'energia che modifica la direttiva 92/42/CEE
- e) Direttiva 2006/32/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio Europeo, del 5 aprile 2006, concernente l'efficienza energetica dei servizi energetici che abroga la direttiva 93/76/ECC del Consiglio Europeo.

2. PANORAMICA DELLA NORMATIVA EUROPEA SULL'EFFICIENZA ENERGETICA DEGLI EDIFICI

INTRODUZIONE

L'applicazione pratica di tutte le disposizioni della direttiva 2002/91/EC, in particolare quelle sulla metodologia di calcolo per valutare il rendimento energetico, richiedono norme tecniche al fine di eseguire queste operazioni in modo uniforme e coerente. Questo aspetto è considerato espressamente nel preambolo della direttiva che, al punto 11, afferma: "La Commissione intende sviluppare ulteriormente norme quali la EN 832 e prEN 13790, anche per quanto riguarda i sistemi di climatizzazione e di illuminazione".

In effetti, la Commissione Europea e l'EFTA ha incaricato il CEN (Mandato M/343 - 2004) di preparare una serie di norme volte ad armonizzare la metodologia per il calcolo del rendimento energetico degli edifici, al fine di aiutare gli Stati membri ad attuare la direttiva 2002/91/EC in modo coerente. A seguito del mandato M343, il CEN ha modificato molte norme esistenti e ne ha preparato diverse nuove, uscendo con più di 40 documenti elencati nella sezione "Umbrella Document" (UNI CEN/TR 15615:2008). Questi documenti includono 28 nuove norme EN, 4 nuove norme EN ISO e più di 15 norme rivisitate. Una descrizione completa del set di norme prodotte si può trovare nel documento *UNI CEN/TR 15615:2008 Spiegazione della relazione generale tra le varie norme europee e la direttiva sulla prestazione energetica degli edifici (EPBD) - Documento riassuntivo*.

2.1 COMITATI CEN COINVOLTI

Come indicato in CEN / TR 15615:2008: *I comitati tecnici del CEN che sono stati coinvolti nella preparazione della normativa, comprendono:*

- CEN / TC 89 Prestazione termica degli edifici e dei componenti per l'edilizia;
- CEN / TC 156 Ventilazione per edifici;
- CEN / TC 169 Luce ed illuminazione;
- CEN / TC 228 Sistemi di riscaldamento negli edifici;
- CEN / TC 247 Domotica, controllo e gestione degli edifici.

Il processo è stato supervisionato da parte del CEN / BT TF 173, Gruppo di progetto sul rendimento energetico degli edifici, che ha coordinato i lavori in modo da garantire che le norme preparate dalle diverse commissioni si interfacciassero una con l'altra in modo adeguato.

2.2 PANORAMICA DELLA RELAZIONE DELLA NORMATIVA CON LA DIRETTIVA 2002/91/EC

La metodologia di calcolo del rendimento energetico degli edifici dovrebbe seguire il quadro generale predisposto

nell'allegato della direttiva 2002/91/EC.

Molte norme riguardano aspetti molto specifici del processo di calcolo, le norme che trattano i quattro aspetti principali oggetto della Direttiva EPBD sono elencate nella tabella 2.1.

In UNI CEN/TR 15615:2008 si spiega che: "L'obiettivo principale di queste norme è quello di facilitare l'attuazione della Direttiva negli Stati membri Spetta agli organi nazionali selezionare una o più opzioni fornite, a seconda dello scopo del calcolo, del tipo e della complessità degli edifici e dei loro servizi.

I quattro componenti principali indicati nella direttiva riguardano:

- la metodologia di calcolo;
- I requisiti minimi di efficienza energetica;
- l'attestato di certificazione energetica;
- i controlli delle caldaie e dell'aria condizionata.

numero EN	Contenuto
UNI EN 15603	Uso dell'energia per il riscaldamento, il condizionamento, la ventilazione, l'acqua calda e l'illuminazione, comprensivo delle perdite di sistema e dell'energia ausiliaria, e definizione dei tassi di energia
UNI EN 15217	Modi di esprimere il rendimento energetico (per il certificato energetico) e modi di esprimere i requisiti (per i regolamenti), il contenuto e il formato dell'attestato di certificazione energetica
UNI EN 15378	Ispezioni della caldaia
UNI EN 15240	Ispezioni dell'aria condizionata
UNI EN ISO 13790	Fabbisogno energetico per il riscaldamento ed il raffrescamento (tenendo conto delle perdite e dei guadagni energetici)

Tabella 2.1 - Descrizione generale delle norme di primo livello (da UNI CEN / TR 15615:2008)

2.3 METODOLOGIA PER IL CALCOLO DEL RENDIMENTO ENERGETICO

Come mostrato nella figura 2.1, il processo di calcolo dovrebbe partire dalla valutazione dell'energia necessaria per soddisfare le esigenze delle utenze per il riscaldamento, il raffrescamento, l'illuminazione [1]; procedere includendo gli apporti gratuiti di energia [2] ed, infine, ricavare il fabbisogno di energia dell'edificio [3]. E' quindi possibile calcolare l'energia utilizzata, contabilizzata separatamente per ogni vettore energetico e comprensiva dei consumi ausiliari [4], sottrarre l'energia rinnovabile prodotta nei locali dell'edifi-

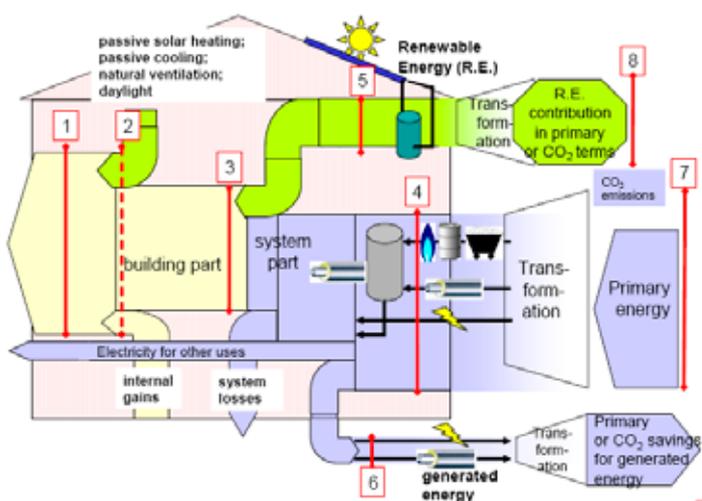


fig. 2.1 - Illustrazione schematica del processo di calcolo (da Umbrella versione V5 del documento)

cio [5] ed aggiungere l'energia generata, prodotta in loco e venduta sul mercato [6].

Infine, si possono ottenere l'utilizzo di energia primaria [7] e le emissioni di CO2 [8] dovute all'edificio, unitamente all'energia primaria e alle emissioni di CO2 associate con la generazione in situ ed i risparmi di energia primaria e di CO2 dovuti all'energia immessa sul mercato [9], che vanno sottratti da [7].

Negli ultimi anni il fabbisogno energetico per il riscaldamento ed il raffrescamento è stato calcolato in base a:

UNI EN 832:2001 "Prestazione termica degli edifici - Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento - Edifici residenziali" (non più in vigore).

UNI EN ISO 13790:2005 "Prestazione energetica degli edifici - Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento" (ha affiancato EN 832 - si applica a tutti gli edifici)

Oggi, i dati necessari per la certificazione energetica devono essere ottenuti in base a:

UNI EN ISO 13790:2008 "Prestazione energetica degli edifici - Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento e il raffrescamento" (sostituisce UNI EN 832:2001 e UNI EN ISO 13790:2005 - si applica anche ai fabbisogni di raffrescamento)

Come indicato in UNI CEN/TR 15615:2008: *EN ISO 13790 consente diversi livelli di complessità, calcolo semplificato mensile o stagionale; calcolo semplificato orario; calcolo dettagliato;*

che possono essere scelti in base a criteri pertinenti, legati allo scopo del calcolo, come ad esempio edifici nuovi o esistenti o tipo e/o complessità della costruzione e dei suoi servizi.

I calcoli sono basati su condizioni al contorno specifiche del clima degli ambienti interni (UNI EN 15251) e del clima esterno. I metodi di calcolo semplificati sono specificati interamente nella UNI EN ISO 13.790. I metodi di calcolo dettagliato non sono pienamente specificati nella norma UNI EN ISO 13790, ma ogni applicazione deve essere convalidata secondo i criteri espressi nella UNI UNI EN ISO 13790.

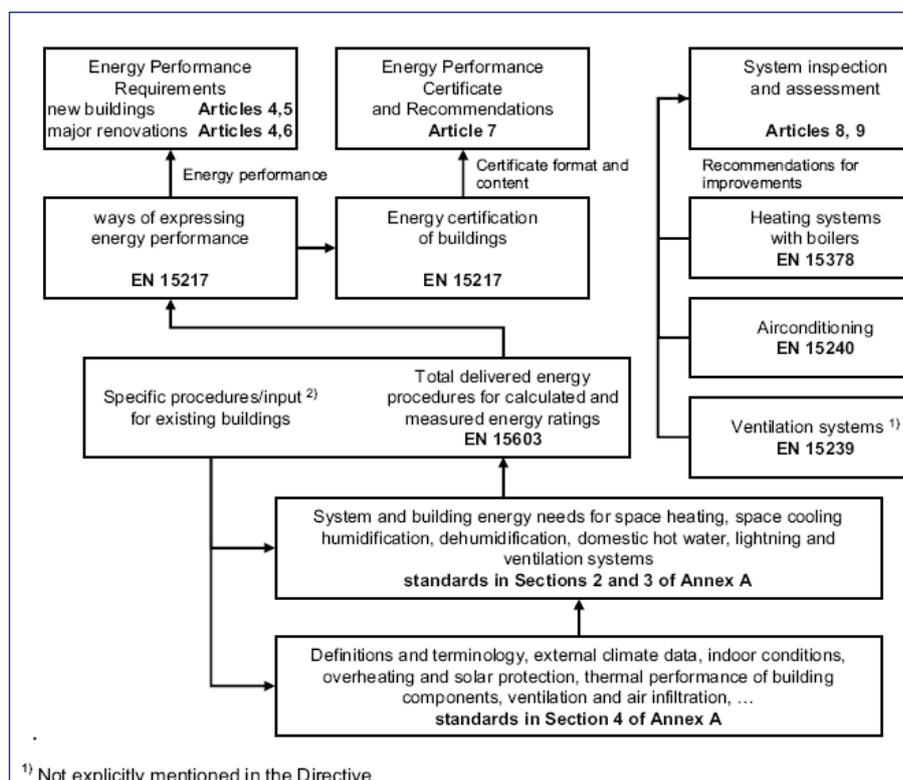


fig. 2.2 - Metodologia per il calcolo del rendimento energetico (dal UNI CEN/TR 15615:2008)

Le caratteristiche tecniche degli impianti negli edifici sono inclusi in:

- sistemi di riscaldamento, UNI EN 15316-1, UNI EN 15316-2-1, UNI EN 15316-2-3, UNI EN 15316-4 (varie parti) e UNI EN 15377;
- sistemi di raffrescamento, UNI EN 15243;
- produzione di acqua calda, UNI EN 15316-3 (varie parti);
- ventilazione, UNI EN 15241;
- illuminazione, UNI EN 15193;
- sistemi di automazione e controllo integrato, UNI EN 15232.

2.4 ATTESTATO DI CERTIFICAZIONE ENERGETICA

Come illustrato nella UNI CEN/TR 15615:2008: "Il contenuto indicativo dell'attestato di certificazione energetica è fissato dalla norma UNI EN 15217. Questa norma prevede anche la definizione di indicatori di rendimento energetico e di diverse opzioni per la classificazione delle prestazioni energetiche.

UNI EN 15603 fornisce delle classificazioni per definire il rendimento energetico. Le categorie, ai fini della certificazione sono:

- classificazione stimata sulla base dei consumi energetici calcolati in condizioni di occupazione standard;
- classificazione misurata sulla base dell'energia consumata.

Secondo la norma UNI EN 15217, per il certificato possono essere utilizzati diversi formati.

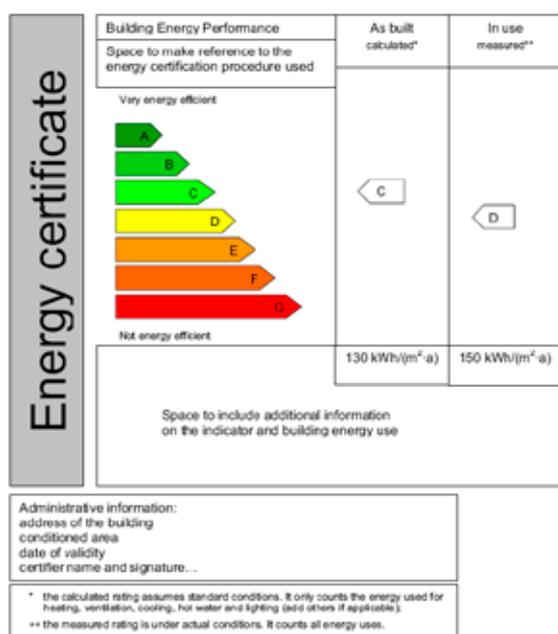


fig. 2.3 - Esempio di certificato con più indicatori senza classificazione (da UNI EN 15217:2007)

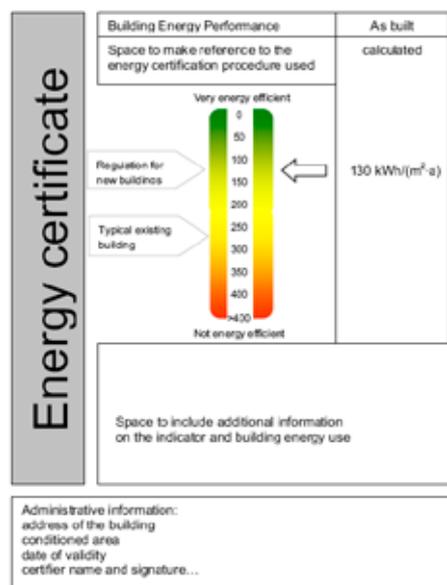


fig. 2.4 - Esempio di certificato con 1 indicatore senza classificazione (da UNI EN 15217:2007)

Se viene utilizzato un sistema di classificazione, l'allegato B della norma UNI EN 15217 suggerisce di utilizzare sette classi (A - G) distribuite in modo tale che il confine tra la classe B e classe C corrisponda al riferimento definito come Energy Performance Regulation (vale a dire il requisito minimo di prestazione per i nuovi edifici) ed il confine tra la classe D e la classe E corrisponda al riferimento di Building Stock (cioè il rendimento energetico raggiunto da circa il 50% degli edifici esistenti)

Un paio di esempi di certificati, ricavate dall'allegato C della suddetta norma, sono riportati nelle figure 2.3 e 2.4 seguenti.

2.5 ISPEZIONI PERIODICHE DEI SISTEMI DI COSTRUZIONE

Le norme che si occupano di controlli periodici sono:

- per i gli impianti di riscaldamento (e caldaie): UNI EN 15378
- per gli impianti di condizionamento d'aria: UNI EN 15240
- per i sistemi di ventilazione (non esplicitamente considerati dalla Direttiva EPBD) UNI EN 15239

Riferimenti

- UNI CEN / TR 15615:2008, Spiegazione della relazione generale tra le varie norme europee e la direttiva sulla prestazione energetica degli edifici (EPBD) -Documento riassuntivo



- b) UNI EN ISO 13790:2008, Prestazione energetica degli edifici - Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento e il raffrescamento
- c) UNI EN 15193:2008, Prestazione energetica degli edifici - Requisiti energetici per illuminazione
- d) UNI EN 15217:2007, Prestazione energetica degli edifici - Metodi per esprimere la prestazione energetica e per la certificazione energetica degli edifici
- e) UNI EN 15232:2007, Prestazione energetica degli edifici - Incidenza dell'automazione, della regolazione e della gestione tecnica degli edifici
- f) UNI EN 15239:2008, Ventilazione degli edifici - Prestazione energetica degli edifici - Linee guida per l'ispezione dei sistemi di ventilazione
- g) UNI EN 15240:2008, Ventilazione degli edifici - Prestazione energetica degli edifici - Linee guida per l'ispezione degli impianti di climatizzazione
- h) UNI EN 15241:2008, Ventilazione degli edifici - Metodi di calcolo delle perdite di energia dovute alla ventilazione e alle infiltrazioni in edifici commerciali
- i) UNI EN 15243:2008, Ventilazione degli edifici - Calcolo delle temperature dei locali, del carico termico e dell'energia per edifici dotati di impianto di climatizzazione degli ambienti
- j) UNI EN 15251:2008, Criteri per la progettazione dell'ambiente interno e per la valutazione della prestazione energetica degli edifici, in relazione alla qualità dell'aria interna, all'ambiente termico, all'illuminazione e all'acustica
- k) UNI EN 15265:2008, Prestazione energetica degli edifici - Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento e il raffrescamento degli ambienti mediante metodi dinamici - Criteri generali e procedimenti di validazione
- l) UNI EN 15316-xx: 2007/2008, Impianti di riscaldamento negli edifici - Metodo per il calcolo dei requisiti energetici e dei rendimenti dell'impianto - Parti varie
- m) UNI EN 15377 -1,2,3: 2007, Impianti di riscaldamento negli edifici - Progettazione degli impianti radianti di riscaldamento e raffrescamento, alimentati ad acqua integrati in pavimenti, pareti e soffitti - Parti 1-3
- n) UNI EN 15378:2007, Impianti di riscaldamento negli edifici - Ispezione delle caldaie e degli impianti di riscaldamento
- o) UNI EN 15603:2008, Prestazione energetica degli edifici - Consumo energetico globale e definizione dei metodi di valutazione energetica

3. IL BILANCIO ENERGETICO DI UN EDIFICIO

INTRODUZIONE

Come sottolineato nei capitoli precedenti, a seguito della direttiva 2002/91/CE, un gran numero di norme, relative al calcolo del rendimento energetico di un edificio, sono state preparate dal CEN. Molte persone potrebbero essere infastidite dalla difficoltà del calcolo o potrebbero vedere i calcoli solo come una formalità burocratica. In realtà il bilancio energetico di un edificio può essere uno strumento molto utile per la progettazione ex-novo oppure, se si vuole ricercare la migliore strategia di ammodernamento, di un edificio già esistente.

3.1 BILANCIO ENERGETICO DI UN EDIFICIO

Il bilancio termico di un edificio comprende diversi termini. Essi possono essere suddivisi nelle seguenti tre categorie principali: 1) l'energia utilizzata per il riscaldamento, raffrescamento e ventilazione (norme UNI EN ISO 13790:2008, 13789:2008); 2) l'energia utilizzata per la produzione di acqua calda (norme UNI EN 15316 Parte 3-1, 3-2 e 3-3: 2007/08); 3) l'energia utilizzata per l'illuminazione (norme UNI EN 15193:2008). La procedura di calcolo semplificato può seguire metodi quasi statici, tipicamente calcolando il bilancio termico di ogni singolo mese (oppure anche dell'intera stagione), oppure essere effettuata con una simulazione dinamica dettagliata, calcolando iterativamente il bilancio termico su brevi intervalli, tenendo in considerazione il calore immagazzinato o rilasciato a causa della capacità termica delle strutture dell'edificio. Le regolamentazioni nazionali vigenti richiedono, di norma, solo il calcolo semplificato (su base mensile) del fabbisogno di energia necessaria per il riscaldamento invernale, e, talvolta, per la produzione di acqua calda, ma la situazione dovrebbe cambiare nei prossimi anni.

3.1.1 Consumo di energia per il riscaldamento ed il raffrescamento

Comprende i seguenti termini (norma UNI EN ISO 13790:2008):

- Lo scambio di calore per trasmissione tra lo spazio interno (condizionato) e l'ambiente esterno (norma UNI EN ISO 13789:2007). Dipende dalla differenza tra la temperatura interna ed esterna. I componenti coinvolti sono la parte opaca dell'involucro (pareti, pavimenti, ecc tetto - std. UNI EN ISO 6946:2007, 13370:2007) e la parte vetrata dell'involucro (windows - std. UNI EN ISO 10077-1:2006, 10077-2:2003), in aggiunta, anche i ponti termici devo-

no essere contabilizzati (norme UNI EN ISO 10211:2007, 14683:2007).

- Lo scambio di calore tra spazi contigui (a causa della trasmissione e della ventilazione). Dipende dalla differenza di temperatura tra lo spazio interno (condizionato) e lo spazio contiguo (possibilmente non riscaldata / inconditionata).
- Lo scambio di calore per ventilazione (norma UNI EN ISO 13789:2007): anch'essa dipende dalla differenza tra la temperatura interna ed esterna. La ventilazione degli spazi può essere ottenuta con ventilazione naturale o attraverso un sistema di ventilazione meccanica (norma EN 15241:2007); in tal caso deve essere considerato anche il fabbisogno d'energia per gli ausiliari (ad esempio, l'energia per i motori dei ventilatori).
- Gli apporti interni gratuiti di calore dovuti ad elettrodomestici, illuminazione, persone presenti, dispersioni dell'impianto di riscaldamento e / o dall'impianto distribuzione dell'acqua calda sanitaria, ecc. Può includere anche apporti negativi per cessioni di calore, dovuti a sistemi di raffrescamento, ecc.)
- Apporti solari gratuiti diretti, attraverso le finestre, o indiretti, attraverso le pareti opache.
- Calore immagazzinato o rilasciato dalle strutture dell'edificio.
- Il bilancio viene quindi chiuso, in inverno, con l'energia fornita dal sistema di riscaldamento (UNI EN 15316-xx: 2007/2008, 15232:2007) necessaria per raggiungere la temperatura interna (invernale) minima prefissata (norma UNI EN ISO 15251:2007) o, in estate, con l'energia estratta dal sistema di raffrescamento (UNI EN, 15243:2007) al fine di non superare la temperatura interna (estiva) massima prefissata (norma UNI EN ISO 15251:2007), includendo le perdite degli impianti e degli ausiliari e deducendo l'energia catturata in situ da fonti rinnovabili (pannelli solari).

3.1.2 Consumo d'energia per la produzione d'acqua calda

Questo termine prende in considerazione l'energia utilizzata per la preparazione e la distribuzione dell'acqua calda sanitaria, comprese le perdite dell'impianto e l'energia per gli ausiliari e deducendo l'energia ottenuta in situ da fonti energetiche rinnovabili (ad esempio i pannelli solari).

3.1.3 Consumo d'energia per l'illuminazione

Questo termine prende in considerazione l'energia utilizza-



ta per l'illuminazione (che dipende anche dalla disponibilità di luce naturale), inclusi i consumi parassiti (norma EN ISO 15193:2007).

3.2 CAPIRE IL BILANCIO ENERGETICO DI UN EDIFICIO

E' al di fuori dello scopo di questa breve guida l'entrare nei dettagli della preparazione del bilancio energetico dell'edificio che coinvolge aspetti specialistici, come, per esempio, le dispersioni di calore verso il terreno o verso locali non riscaldati, i vari tipi di ponti termici o il modo di calcolare le perdite di conversione d'energia nell'impianto di riscaldamento. Per questi problemi si rimanda il lettore interessato alle norme europee. L'attenzione qui è rivolta al quadro generale del bilancio energetico degli edifici.

3.2.1 Trasmissione del calore

Le dispersioni di calore attraverso l'involucro (norma UNI EN ISO 13789:2008) avvengono secondo i tre processi seguenti.

- *Trasmissione del calore attraverso superfici opache* (ad esempio pareti, tetti, pavimenti): questo è il processo più semplice da controllare diminuendo i valori di U (trasmissione) (norma UNI EN ISO 6946:2008), vale a dire aumentando lo spessore degli strati di isolamento e, nei nuovi edifici, è raramente un problema. Alcune difficoltà possono essere incontrate in sede di ristrutturazione degli edifici esistenti a causa dei vincoli di spazio;
- *Trasmissione del calore attraverso i serramenti* (ad esempio finestre - norme UNI EN ISO 10077-1:2007, 10077-2:2004): l'ampia disponibilità di vetri a bassa emissività consente di ottenere valori di U molto più bassi rispetto al passato, sia nelle nuove costruzioni sia nella ristrutturazione degli edifici esistenti. D'altro canto, superfici vetrate con bassa emissività hanno di solito un valore di U compreso tra 1 e 1,5 Wm⁻² K⁻¹, più di 3 volte superiore rispetto alle superfici opache (che possono facilmente avere valori di U inferiori a 0,3 - 0,4 Wm⁻² K⁻¹). Deve quindi essere raggiunto un ragionevole compromesso tra la disponibilità di luce naturale e gli apporti solari gratuiti invernali, da un lato, e le aumentate dispersioni di calore e gli apporti (indesiderati) di radiazione solare in estate, dall'altro.
- *Trasmissione del calore attraverso i ponti termici* (cioè le parti dell'involucro dell'edificio in cui il flusso di calore a livello locale aumenta a causa della forma e/o del cambiamento di spessore e/o di giunzione tra materiali diversi - norme UNI EN ISO 10211:2008, 14683:2008): quello

che una volta era un problema secondario, ovvero le dispersioni di calore dovute ai ponti termici, sta diventando un grave problema. In effetti, la tendenza alla diminuzione dei valori di U delle finestre e delle pareti opache (e la conseguente riduzione della trasmissione del calore attraverso tali superfici) fa diventare i ponti termici una delle cause principali delle dispersioni di calore. Al fine di elaborare una stima affidabile del consumo di energia devono, quindi, essere adeguatamente identificati e contabilizzati.

3.2.2 Ventilazione

Le perdite dovute alla ventilazione (UNI EN ISO 13789:2008) derivano dalla necessità di riscaldare/raffreddare l'aria esterna, al fine di aumentare/abbassare la temperatura dell'aria interna fino al valore di comfort, come suggerito dalla norma UNI EN ISO 15251:2008. Quando viene utilizzato un sistema di ventilazione meccanica (norma UNI EN 15241:2008), la portata d'aria di progetto è nota con ragionevole precisione (norme UNI EN 13779:2005, 15242:2008). Anche i tassi di ventilazione naturale (cioè ottenuta mediante apertura delle finestre) possono essere stimati (norma UNI EN 15242:2008). Per gli edifici residenziali, le perdite di calore per ventilazione naturale sono in genere valutati ipotizzando un valore convenzionale per il tasso di ricambio d'aria intorno a 0,5 ricambi/ora, stabilito a livello nazionale. Se questo sia o meno un valore realistico è una questione opinabile. A seconda del clima, le perdite di ventilazione possono rappresentare una parte considerevole del fabbisogno totale di energia per il riscaldamento di un edificio di recente costruzione (circa 20-30 kWh m⁻² anno⁻¹). Per ridurre questa perdita, è possibile limitare il numero di ricambi d'aria, ma ciò non è raccomandabile (un numero di ricambi orari minore di 0,3-0,4 può portare a livelli inaccettabili la qualità dell'aria negli ambienti interni,) oppure effettuare il recupero di calore dal flusso d'aria viziata espulsa (operazione semplice se è installato un sistema di ventilazione meccanica). Una possibile strategia è quella di realizzare l'edificio a tenuta d'aria e ventilare meccanicamente gli ambienti interni, predisponendo uno scambiatore di calore tra l'aria espulsa e quella esterna di rinnovo.

Nella stagione estiva, la ventilazione può essere un modo efficace per rimuovere il calore dall'edificio durante i periodi della giornata in cui la temperatura dell'aria esterna è inferiore a quella interna, come di solito accade durante la notte e di prima mattina.

3.2.3 Apporti interni di calore

Gli apporti interni di calore sono solitamente dovuti al metabolismo delle persone che vivono dentro l'edificio, agli apparecchi elettrici e all'illuminazione. Inoltre, vi può essere calore dissipato o assorbito dagli impianti di climatizzazione (riscaldamento, ventilazione e raffrescamento), dagli impianti di distribuzione/raccolta di acqua (calda e rete idrica, fognature) e, in edifici industriali e commerciali, dai processi e dalle merci. Per gli edifici residenziali, gli apporti interni di calore sono usualmente valutati assumendo valori convenzionali stabiliti a livello nazionale, in genere intorno a 2-5 W/m². Per edifici non residenziali, possono essere valutati in base alla norma UNI EN 13779:2005.

3.2.4 Apporti solari di calore

Gli apporti solari di calore entrano nell'edificio principalmente attraverso gli elementi vetrati (ad esempio le finestre). Sono funzione della radiazione disponibile nella località dove è situato l'edificio, dell'orientamento delle superfici captanti, dell'ombreggiamento, della trasmittanza solare degli elementi vetrati e delle proprietà termiche delle superfici esposte. Durante la stagione invernale, gli apporti solari di calore sono in grado di coprire una parte considerevole del fabbisogno energetico per il riscaldamento degli ambienti, se le superfici vetrate sono adeguatamente distribuite (andrebbe inoltre considerata anche la disponibilità di luce diurna per l'illuminazione). Nella stagione estiva, vanno utilizzati schermi esterni per tenere sotto controllo gli apporti solari (di solito non desiderati) che entrano attraverso gli elementi vetrati.

Durante la stagione invernale gli apporti solari attraverso la parte opaca dell'involucro sono generalmente trascurabili. Questi, invece, possono diventare un fattore importante nel periodo estivo, in grado di influenzare il comfort termico ed i fabbisogni di raffrescamento, in particolare modo gli apporti solari attraverso la copertura.

3.2.5 Capacità termica delle strutture dell'edificio

Le strutture dell'edificio possono agire come un deposito (capacità), dove il calore può essere immagazzinato e rilasciato in modo dinamico nel tempo. Queste proprietà sono spesso chiamate *"caratteristiche termiche dinamiche"* o *"parametri dinamici"*, in quanto influenzano il comportamento di un edificio in regime variabile (norme UNI EN ISO 13786:2008, 13789:2008) e non quando le condizioni al contorno non cambiano, vale a dire in regime stazionario. Dal

momento che la stragrande maggioranza dei materiali edili ha un valore del calore specifico molto simile, intorno a 1000 J/(kg K), la capacità termica delle strutture edilizie è direttamente proporzionale alla loro massa. La capacità termica di un edificio (a volte chiamata anche massa termica) è di grande importanza per due aspetti: la capacità di sfruttare gli apporti gratuiti di calore in inverno (solari ed interni) e la capacità di ridurre i picchi di temperatura nel periodo estivo.

3.2.6 Energia richiesta dagli impianti di condizionamento e ventilazione

Per mantenere le condizioni di corretto comfort all'interno di un edificio (norma UNI EN ISO 15251:2008) agli impianti di condizionamento può essere richiesto di fornire energia per l'edificio durante la stagione di riscaldamento o di rimuovere energia durante il periodo estivo. Inoltre, in presenza di un sistema di ventilazione meccanica, vi è un fabbisogno di energia è necessaria per il funzionamento dei ventilatori. L'energia (primaria) complessiva richiesta da parte degli impianti deve essere calcolata considerando il reale rendimento delle varie componenti (ad esempio, caldaie, gruppi frigoriferi, ecc) degli impianti, per esempio includendo l'energia consumata dagli ausiliari e le perdite dovute agli impianti stessi (norme UNI EN 15603:2008, 15241:2008, 15243:2008, 15316-xx: 2008/2009). L'energia solare od eolica raccolta in situ non è generalmente considerata nel bilancio energetico dell'edificio (ossia non è inserita nel calcolo totale dell'energia primaria consegnata ad un edificio come combustibile od energia elettrica). Per contenere il fabbisogno di energia primaria di un edificio, infatti, non è sufficiente limitare il fabbisogno di energia necessaria per il riscaldamento o il raffrescamento, ma sono necessari anche impianti di produzione del calore/refrigerazione ad alta efficienza (come ad esempio le caldaie a condensazione), reti di distribuzione con basse dispersioni (ad esempio tubazioni ben isolate) e sistemi per lo sfruttamento delle energie rinnovabili in situ.

3.2.7 Produzione di acqua calda sanitaria

L'energia necessaria per la produzione di acqua calda sanitaria è una funzione della quantità di acqua necessaria, della temperatura dell'acqua fredda proveniente dall'acquedotto, dalle caratteristiche dell'impianto di produzione e del sistema di distribuzione (norme UNI EN 15316 parte 3-1, 3-2 e 3 -- 3: 2008). Per gli edifici residenziali (ad esempio, case unifamiliari), la quantità di acqua calda sanitaria è di solito un valore convenzionale, assunto sulla base della superficie

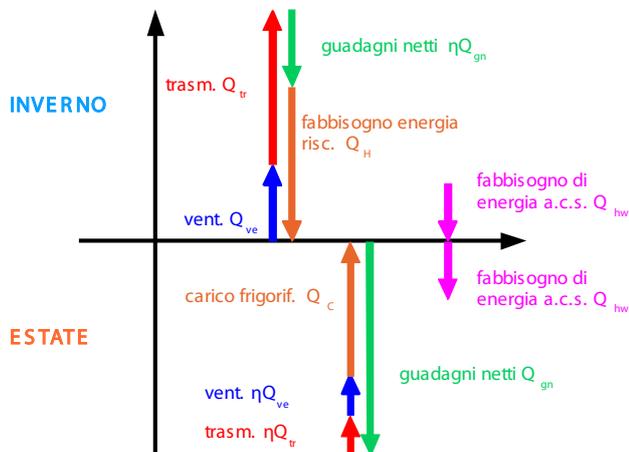


fig. 3.1 - Rappresentazione schematica del bilancio energetico di un edificio esistente (non "a basso consumo") (si suppone che in estate la temperatura media e l'umidità relativa dell'aria esterna siano tali che i carichi termici per trasmissione e ventilazione risultino negativi)

utile o del numero di occupanti, stabilito a livello nazionale. I collettori solari sono in grado di coprire una parte sostanziale dell'energia necessaria per la produzione di acqua calda sanitaria.

3.2.8 Illuminazione

Il fabbisogno di energia per l'illuminazione di un edificio può essere calcolato a partire dalla potenza installata dell'impianto di illuminazione (corpi illuminanti e consumi parassiti ad illuminazione spenta dovuti a dispositivi di ricarica batteria e di regolazione), dalla disponibilità di luce naturale e dal grado di occupazione dell'edificio (norma UNI EN ISO 15193:2008). Gli apparecchi di illuminazione installati (e, di conseguenza, la potenza installata) dovrebbero garantire una illuminazione adeguata per consentire agli occupanti di svolgere compiti visivi in modo sicuro ed efficiente (norma UNI EN ISO 15251:2008, UNI EN 12464-1:2004). Per gli edifici esistenti è raccomandata la misurazione diretta dell'assorbimento dei circuiti di illuminazione. Per gli edifici residenziali i calcoli dei fabbisogni di energia per l'illuminazione di solito non sono necessari.

3.3 METODOLOGIE DI CALCOLO

Come sottolineato in precedenza (3.1), ci sono fondamentalmente due metodi di calcolo: metodi quasi-stazionari e metodi dinamici.

I metodi quasi-stazionari calcolano il bilancio energetico su intervalli di tempo relativamente lunghi (un mese o l'inte-

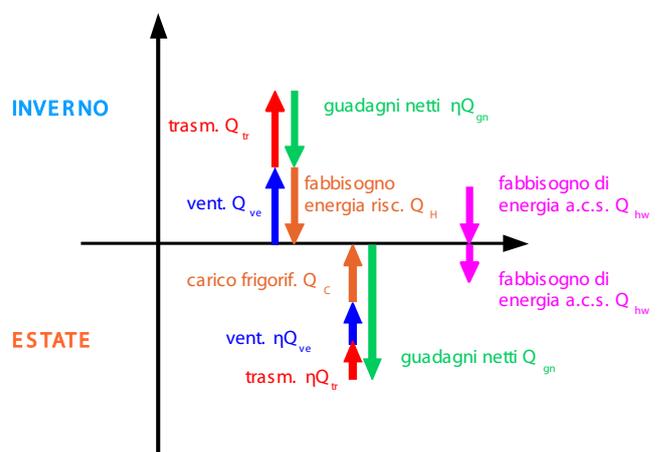


fig. 3.2 - Rappresentazione schematica del bilancio energetico di un edificio di nuova costruzione ("a basso consumo") (si suppone che in estate la temperatura media e l'umidità relativa dell'aria esterna siano tali che i carichi termici per trasmissione e ventilazione risultino negativi)

ra stagione), e tengono conto "degli effetti dinamici" (cioè la capacità termica dell'edificio [vedere 3.2.5]), attraverso un fattore di utilizzazione empiricamente valutato (il cui simbolo è η). Nella stagione invernale, il fattore di utilizzazione tiene conto del fatto che gli apporti di calore (solari e interni) solo in parte riducono l'energia necessaria per il riscaldamento: per esempio, l'eccesso di apporti di calore solare potrebbe portare ad un surriscaldamento indesiderato di una stanza. Un approccio simmetrico è utilizzato per le perdite di calore dovute alla ventilazione ed alla trasmissione di calore durante il periodo estivo (ma, a tutt'oggi, la determinazione del fattore di utilizzazione per le perdite di calore non è stata convalidata in modo soddisfacente a livello nazionale, considerando le diverse condizioni climatiche). Questo tipo di metodo è in uso da molto tempo e dà risultati sufficientemente accurati per il fabbisogno annuale di energia per il riscaldamento. La norma UNI EN ISO 13790:2008 fornisce una descrizione completa di un metodo di calcolo quasi-stazionario (e dà la possibilità di utilizzare un metodo stagionale). Questo è l'approccio normalmente utilizzato per valutare il fabbisogno di energia di riscaldamento di un edificio residenziale.

I metodi dinamici, invece, valutano il bilancio energetico di un edificio su intervalli di tempo brevi (tipicamente un'ora) e tengono esplicitamente conto degli effetti del calore immagazzinato e rilasciato dalla massa dell'edificio a causa della sua capacità termica. I metodi dinamici modellano la trasmissione del calore attraverso l'involucro, le perdite

di calore dovute alla ventilazione, l'immagazzinamento di calore nella struttura dell'edificio ed i guadagni di calore solare in ciascuna zona dell'edificio. L'approccio utilizzato può variare da simulazioni molto dettagliate, estese ai 365 giorni dell'anno, a metodi orari più semplici che prendono in considerazione un giorno di riferimento. Indicazioni sulle prestazioni e sui requisiti da soddisfare per i metodi di calcolo dinamici dettagliati si possono trovare nella norma UNI EN 15265:2008. Nella norma UNI. EN ISO 13790:2008 sono specificati i dati di input ed output standardizzati e le condizioni al contorno in modo da garantire la compatibilità e la coerenza tra differenti metodi dinamici. Inoltre, la norma UNI. EN ISO 13790:2008 descrive estesamente un metodo orario semplificato che modella ciascuna zona dell'edificio come una rete con tre nodi, composta di cinque resistenze ed un condensatore (5R1C).

La scelta del metodo appropriato per calcolare il bilancio energetico dipende dall'edificio considerato (dimensioni, destinazione principale, numero di occupanti, grado di occupazione, ecc.) Per gli edifici residenziali, con limitate o nulle esigenze di raffrescamento estivo, i metodi quasi-stazionari per il calcolo del fabbisogno energetico per riscaldamento e per la produzione d'acqua calda sanitaria sono spesso appropriati. Per i grandi edifici commerciali, con complessi impianti di condizionamento e ventilazione, grandi carichi di raffrescamento e numerosi occupanti, è presumibilmente necessaria una simulazione dinamica dettagliata.

3.4 IL BILANCIO ENERGETICO DI UN EDIFICIO COME STRUMENTO DI PROGETTAZIONE

Il calcolo del bilancio energetico di un edificio permette di comprendere il fabbisogno complessivo di energia e, quindi, di valutare la prestazione energetica dell'edificio. Tale bilancio, non dovrebbe essere solo un obbligo giuridico finalizzato ad ottenere il permesso di costruire e/o un attestato di certificazione energetica, ma anche uno strumento molto utile per ottimizzare il progetto di un edificio di nuova costruzione o per pianificare un intervento di riqualificazione. Per ottenere questo risultato è necessaria una stretta collaborazione tra le persone che predispongono il bilancio energetico ed il team di progettazione edile-architettonica, dal momento che il bilancio energetico dovrebbe essere predisposto con una continua interazione con il progetto. Può essere utile fin dall'inizio del progetto stabilire un obiettivo di efficienza energetica, eventualmente in termini di classe di prestazione come menzionato al punto 2.4.

L'indicazione più importante è quella di iniziare presto a preparare il bilancio energetico, quando il progetto è ancora nella fase iniziale: le modifiche al progetto, dettate da considerazioni di tipo energetico, hanno costi molto bassi od addirittura nulli se vengono implementate nella fase iniziale di progettazione, mentre i costi aggiuntivi crescono esponenzialmente con l'avanzare del progetto.

Una volta che il layout della costruzione è stato abbozzato, dovrebbero essere sperimentate varie soluzioni per determinare l'orientamento ottimale in funzione delle condizioni climatiche locali. Particolare attenzione dovrebbe essere riservata anche alle possibilità di sfruttamento dell'energia solare con sistemi attivi (termici e/o fotovoltaici): a questo scopo devono essere rese disponibili superfici adeguate, con orientamento e pendenza appropriati.

Il posizionamento e le dimensioni dei serramenti dovrebbero essere attentamente ottimizzati in funzione delle dispersioni di calore, degli apporti solari (desiderabili in inverno ed indesiderati in estate) e dell'illuminazione naturale. Deve essere analizzata inoltre l'influenza del tipo di vetro utilizzato. Inoltre, l'involucro edilizio dovrebbe essere progettato considerando attentamente tutti i possibili ponti termici (angoli, infissi, balconi, travi, ecc) ed esaminando le possibili alternative di isolamento.

Le attività di cui sopra dovrebbero essere svolte iterativamente, controllando ogni volta l'influenza delle scelte progettuali sulla prestazione energetica globale ed analizzando la ripartizione del bilancio energetico, per comprendere l'importanza relativa dei vari elementi (le dispersioni di calore attraverso i componenti opachi dell'involucro, i ponti termici, le superfici vetrate, i guadagni di calore, ecc) e, di conseguenza, decidere quali azioni intraprendere.

Una volta raggiunti gli obiettivi desiderati per il fabbisogno di energia per il riscaldamento (e, se del caso, per il raffrescamento) degli ambienti, è possibile ottimizzare l'impianto di riscaldamento (o di condizionamento) e l'impianto di produzione dell'acqua calda sanitaria (ad esempio, includendo fonti di energia rinnovabile, come l'energia solare e l'energia geotermica, e/o selezionando componenti con elevata efficienza). Anche la fase di ottimizzazione degli impianti può richiedere alcune iterazioni.

Lo stesso approccio può ovviamente essere applicato anche alla progettazione delle riqualificazioni energetiche degli edifici e allo scopo di ottimizzare la gestione dei consumi energetici degli edifici esistenti.



Riferimenti

- a) UNI EN ISO 6946:2008, Componenti ed elementi per edilizia - Resistenza termica e trasmittanza termica - Metodo di calcolo
- b) UNI EN ISO 10077-1:2007, Prestazione termica di finestre, porte e chiusure oscuranti - Calcolo della trasmittanza termica - Parte 1: Generalità
- c) UNI EN ISO 10077-2:2004, Prestazione termica di finestre, porte e chiusure - Calcolo della trasmittanza termica - Parte 2: Metodo numerico per telai
- d) UNI EN ISO 10211:2008, Ponti termici in edilizia - Flussi termici e temperature superficiali - Calcoli dettagliati
- e) UNI EN 12464-1:2004, Luce e illuminazione - Illuminazione dei posti di lavoro - Parte 1: Posti di lavoro in interni
- f) UNI EN ISO 13370:2008, Prestazione termica degli edifici - Trasferimento di calore attraverso il terreno - Metodi di calcolo
- g) UNI EN 13779:2005, Ventilazione degli edifici non residenziali - Requisiti di prestazione per i sistemi di ventilazione e di condizionamento
- h) UNI EN ISO 13786:2008, Prestazione termica dei componenti per edilizia - Caratteristiche termiche dinamiche - Metodi di calcolo
- i) EN ISO 13789:2008, Prestazione termica degli edifici - Coefficienti di trasferimento del calore per trasmissione e ventilazione - Metodo di calcolo
- j) UNI EN ISO 13790:2008, Prestazione energetica degli edifici - Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento e il raffrescamento
- k) UNI EN ISO 14683:2008, Ponti termici in edilizia - Coefficiente di trasmissione termica lineica - Metodi semplificati e valori di riferimento
- l) UNI EN 15193:2008, Prestazione energetica degli edifici - Requisiti energetici per illuminazione
- m) UNI EN 15232:2007, Prestazione energetica degli edifici - Incidenza dell'automazione, della regolazione e della gestione tecnica degli edifici
- n) UNI EN 15241:2008, Ventilazione degli edifici - Metodi di calcolo delle perdite di energia dovute alla ventilazione ed alle infiltrazioni in edifici commerciali
- o) UNI EN 15242:2008, Ventilazione degli edifici - Metodi di calcolo per la determinazione delle portate d'aria negli edifici, comprese le infiltrazioni
- p) UNI EN 15243:2008, Ventilazione degli edifici - Calcolo delle temperature dei locali, del carico termico e dell'energia per edifici dotati di impianto di climatizzazione degli ambienti
- q) UNI EN 15251:2008, Criteri per la progettazione dell'ambiente interno e per la valutazione della prestazione energetica degli edifici, in relazione alla qualità dell'aria interna, all'ambiente termico, all'illuminazione e all'acustica
- r) UNI EN 15265:2008, Prestazione energetica degli edifici - Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento e il raffrescamento degli ambienti mediante metodi dinamici - Criteri generali e procedimenti di validazione
- s) UNI EN 15316-x-x: 2008/2009, Impianti di riscaldamento degli edifici - Metodo per il calcolo dei requisiti energetici e dei rendimenti dell'impianto - Parti varie
- t) UNI EN 15377 -1,2,3: 2007, Impianti di riscaldamento negli edifici - Progettazione degli impianti radianti di riscaldamento e raffrescamento, alimentati ad acqua integrati in pavimenti, pareti e soffitti - Parti 1-3
- u) UNI EN 15603:2008, Prestazione energetica degli edifici - Consumo energetico globale e definizione dei metodi di valutazione energetica

4. LA CERTIFICAZIONE ENERGETICA DI UN EDIFICIO

Introduzione

Si può ragionevolmente prevedere che la certificazione energetica sarà largamente diffusa nei prossimi anni. E' molto probabile che il certificato energetico includa una classificazione energetica espressa in forma semplice e comprensibile da tutti. Questo è molto importante al fine di pilotare il mercato edilizio verso standard di qualità migliore. Tuttavia la questione è alquanto critica, perché la classificazione è un processo per certi aspetti grossolano, essendo finalizzato a comunicare all'utente finale la prestazione energetica in modo semplice ed efficace.

4.1 Indice di prestazione

Per valutare la prestazione energetica di un edificio, il punto di partenza è il bilancio energetico prima menzionato; come alternativa, per gli edifici esistenti, si può misurare l'effettivo consumo di energia. Tuttavia, al fine di comunicare il livello di prestazione energetica di un edificio in modo efficace, quest'ultimo di solito viene tradotto in un unico indice (sintetico) o in una lista molto corta di indici (il parametro più frequentemente utilizzato è il rapporto tra fabbisogno di energia e la superficie riscaldata, usualmente espresso in kWh/m²) (UNI EN 15217:2007). Questo indice viene poi contestualizzato in una scala (in modo che sia visivamente evidente dove l'indice si posizioni nell'intervallo di prestazione che va dal minimo e massimo) oppure viene convertito in una classe individuata tra un numero di classi limitato (in genere si va dalla classe A fino alla G)

4.2 COPERTURA DELL'INDICE DI PRESTAZIONE (CHE COSA È EFFETTIVAMENTE INCLUSO NELL'ETICHETTA ENERGETICA)

La valutazione della prestazione energetica è un processo in evoluzione. Mentre si è ormai consolidata una prassi per calcolare il fabbisogno di energia per il riscaldamento, le altre utilizzazioni dell'energia, quali il raffrescamento e l'illuminazione, sono stati presi in considerazione in misura assai minore in passato. Per questi motivi, in molti paesi, la prima applicazione della classificazione energetica comprenderà solo una parte del fabbisogno di energia.

Alcuni esempi includono:

- fabbisogno energetico per il riscaldamento basato sulla prestazione dell'involucro (per trasmissione del calore e ventilazione);
- fabbisogno complessivo di energia per il riscaldamento degli ambienti basato sul consumo di energia primaria (comprese le perdite dell'impianto di riscaldamento);

- fabbisogno complessivo di energia per il riscaldamento e la produzione di acqua calda sanitaria sulla base del consumo di energia primaria (comprese le perdite dell'impianto di riscaldamento);

Deve essere chiaro che il confronto può essere effettuato solo tra indici omogenei. Per questo motivo, dovrebbe essere chiaramente indicato ciò che è effettivamente incluso nella classificazione energetica e cosa non lo è.

4.3 Valori convenzionali

La prestazione energetica di un edificio è valutata considerando un clima standard ed un utilizzo standardizzato. Nella realtà ci sono oscillazioni meteorologiche e comportamenti variabili degli utenti finali. Pertanto, l'avvertimento utilizzato nel mercato automobilistico *"Il tuo consumo chilometrico può essere diverso"* si applica anche nel contesto edilizio.

Il reale valore della classificazione energetica consiste nell'evidenziare le differenze: l'utente finale può confrontare edifici simili, in una posizione simile individuando facilmente quello con le migliori performance relative.

Riferimenti

- a) UNI EN 15217:2007, Prestazione energetica degli edifici - Metodi per esprimere la prestazione energetica e per la certificazione energetica degli edifici
- b) UNI EN 15603:2008, Prestazione energetica degli edifici - Consumo energetico globale e definizione dei metodi di valutazione energetica

5. “BEST PRACTICES” (BUONE PRATICHE) APPLICABILI



Introduzione

Anche se le buone pratiche sono fortemente dipendenti dal contesto locale, si possono comunque dare alcune indicazioni generali applicabili a tutto il contesto europeo. Queste indicazioni si possono raggruppare in quattro aree generali: involucro ad alte prestazioni, sistemi di sfruttamento delle fonti rinnovabili, impianti con elevata efficienza energetica e certificazione.

5.1 PRESTAZIONE DELL'INVOLUCRO EDILIZIO

Una involucro edilizio correttamente progettato è di fondamentale importanza per realizzare un edificio ad alta efficienza energetica.

Una costruzione compatta, con basso rapporto tra superficie e volume (S/V), consente una prestazione energetica migliore, ma la compattezza non deve essere estremizzata fino al punto di ridurre eccessivamente la disponibilità di luce diurna nelle zone interne dell'edificio lontane dalle finestre.

L'isolamento delle pareti opache dovrebbe essere il migliore possibile e, in ogni caso, il valore di U non dovrebbe superare i $0,25 \text{ Wm}^{-2} \text{ K}^{-1}$. Quando è possibile, l'isolante dovrebbe essere disposto sul lato esterno della parete in modo da ridurre al minimo i rischi di condensazione interstiziale e di incrementare la massa termica disponibile.

Dovrebbe essere posto in essere ogni sforzo per evitare che si abbiano incrementi localizzati del flusso di calore (ponti termici) dovuti della disomogeneità dei materiali e/o alla forma. Ciò richiede un'estrema attenzione ai dettagli, a partire dalla fase di progettazione, e la presenza di personale qualificato in cantiere. Una sfida particolare deriva dai terrazzi e dagli altri elementi sporgenti a causa delle travi a sbalzo: le travi a sbalzo, ovviamente, non possono essere tagliate per inserire l'isolamento termico e quindi si dovrebbero utilizzare telai esterni di supporto dei terrazzi e delle altre appendici ogniqualvolta ciò sia possibile.

La qualità delle finestre dovrebbe anch'essa essere la migliore possibile, con vetri basso-emissivi e telai ad alte prestazioni (il valore di U medio non dovrebbe superare i $1,25 \text{ Wm}^{-2} \text{ K}^{-1}$). Le finestre dovrebbero essere distribuite in modo appropriato, al fine di consentire adeguati apporti solari in inverno, evitare l'eccesso di apporti solari in estate e garantire un'adeguata illuminazione di giorno. Occorre raggiungere un giusto equilibrio considerando le prestazioni complessive durante tutto l'anno: serramenti troppo piccoli

possono essere un problema (illuminazione non sufficiente, benessere insufficiente), ma anche finestre senza schermi adeguati o troppo grandi possono costituire un problema (dispersioni di calore d'inverno, surriscaldamento estivo, riflessi ed abbagliamento).

Il telaio della finestra (ed il contro-telaio) deve essere opportunamente scelto, adatto al contesto ed allineato con lo strato isolante in modo di evitare i ponti termici. Particolare attenzione deve essere rivolta alla persiane (ed ai cassonetti delle tapparelle). Tutte le finestre devono essere dotate di schermi esterni per limitare gli apporti di calore estivo.

Va eseguita una corretta progettazione e gestione dell'illuminazione per garantire che una ragionevole quantità di luce naturale raggiunga gli spazi occupati da essere umani (la UNI EN 15193:2008 fornisce dettagli sulla disponibilità e le metodologie di stime della luce naturale).

Dal momento che le perdite di calore per ventilazione sono un fattore importante (in molti climi europei, la ventilazione naturale può richiedere fino a $20\text{-}30 \text{ kWh m}^{-2}$ del fabbisogno energetico per riscaldamento), l'involucro edilizio deve essere progettato e costruito in modo da risultare a tenuta stagna e da evitare infiltrazioni indesiderate d'aria dall'esterno. Anche se gli occupanti devono sempre avere la possibilità di aprire le finestre, (sia per considerazioni di benessere fisico che in virtù del fatto che in periodi di clima mite la ventilazione naturale può essere l'opzione più efficiente) l'installazione di un sistema di ventilazione controllata deve essere attentamente valutata.

5.2 IMPIANTI AD ENERGIA RINNOVABILE

Quando si progetta un nuovo edificio o si effettua la riqualificazione energetica di uno già esistente, devono essere fatte le debite considerazioni sui sistemi di sfruttamento delle energie rinnovabili.

I collettori solari per la produzione di acqua calda hanno ormai raggiunto un grado di maturità del prodotto e di sostenibilità finanziaria tale che è difficilmente giustificabile, la loro mancata installazione in un edificio nuovo o riqualificato. In funzione della legislazione locale, della disponibilità di incentivi finanziari e delle tariffe di acquisto e di vendita dell'energia elettrica, anche la possibilità di installare pannelli fotovoltaici deve essere attentamente valutata. Per rendere l'installazione dei pannelli solari (termici e fotovoltaici) effettivamente realizzabile, finanziariamente attraente ed esteticamente piacevole, è necessario prevedere adeguate

superfici disponibili (di dimensione ed orientamento adeguati), possibilmente sulla copertura.

Per gli edifici a basso consumo energetico anche le pompe di calore possono spesso essere una soluzione valida; questo a maggior ragione se la perforazione dei pozzi per lo sfruttamento dell'energia geotermica viene accuratamente coordinata con la realizzazione delle fondazioni dell'edificio.

I sistemi per lo sfruttamento delle energie rinnovabili devono necessariamente essere coordinati con gli altri impianti meccanici/elettrici presenti nell'edificio (riscaldamento, ventilazione, ecc). Ad esempio, le pompe di calore (ed in parte anche l'eccesso di calore proveniente dai pannelli solari) possono venire sfruttati al meglio con impianti di riscaldamento a bassa temperatura.

5.3 IMPIANTI ENERGETICAMENTE EFFICIENTI

La progettazione e la realizzazione vera e propria dovrebbe essere mirata ad ottenere la massima efficienza raggiungibile da tutti gli impianti presenti in un edificio.

Gli impianti di riscaldamento dovrebbero essere a bassa temperatura. Se vengono utilizzati impianti di riscaldamento/raffrescamento a pannelli radianti, bisogna porre molta attenzione per evitare dispersioni di calore verso il terreno od altri spazi non riscaldati (cantine, ecc) posando in opera adeguati strati di materiale isolante (i terminali di riscaldamento/raffrescamento ad acqua annegati nelle strutture aumenteranno apprezzabilmente la temperatura in inverno e diminuiranno apprezzabilmente la temperatura in estate delle strutture nelle quali sono inseriti, potenzialmente incrementando le dispersioni di tali strutture se non viene previsto un isolamento adeguato).

Se vengono utilizzati combustibili fossili per la produzione di calore (come gasolio o gas naturale), dovrebbero essere utilizzate caldaie a condensazione ad alta efficienza. Le tubazioni della rete di distribuzione dell'acqua calda e fredda devono essere adeguatamente dimensionate in modo da ridurre al minimo le perdite di carico.

I consumi energetici delle apparecchiature elettriche ausiliarie (ad esempio pompe e ventilatori) devono essere ridotti al minimo, grazie alla progettazione di una rete di distribu-

zione (dell'aria e/o acqua) che richieda basse prevalenze ed alla scelta di macchinari ad alta efficienza e di taglia corretta (ad esempio pompe/ventilatori a velocità variabile). Si dovrebbero evitare impianti di riscaldamento elettrico a meno che non sia dimostrato che il fabbisogno di energia primaria è comparabile con quelli degli altri impianti.

5.4 CERTIFICAZIONE

Come descritto al punto precedente, il processo di certificazione energetica è fondamentale per dimostrare la prestazione di un edificio e per comunicarla in modo efficace. Inoltre, monitorando correttamente ogni fase (progettazione, costruzione e gestione) del processo che porta alla realizzazione di un edificio, costruito secondo i dettami delle buone pratiche come richiesto dai "protocolli di certificazione", ci si assicura che le prestazioni desiderate siano effettivamente raggiunte e che possano essere certificate al futuro proprietario. Per i nuovi edifici, le prestazioni prefissate come obiettivo dovrebbero essere notevolmente superiori al livello minimo richiesto dalla legislazione nazionale e/o dai regolamenti locali (il minimo richiesto è di solito un livello di prestazione abbastanza facile da raggiungere, senza bisogno di alcuna predisposizione particolare e, come tale, difficilmente può essere qualificato come un esempio di buona pratica). Pertanto gli edifici che presentano elementi considerati di "buona pratica" dovrebbero raggiungere classi più alte di prestazione energetica. La certificazione della prestazione energetica è importante anche in caso di ristrutturazione di edifici esistenti: anche se per alcuni edifici esistenti le classi più alte di prestazione energetica non sono praticamente raggiungibili, è comunque importante attestare il miglioramento che le buone pratiche consentono di ottenere.

6. ALCUNI ESEMPI DI BUONE PRATICHE

ESEMPIO DI BUONE PRATICHE IN FRANCIA

6.1 NOME COSTRUZIONE ED IDENTIFICAZIONE: "IL PARCO DI MUEHLMATTEN" IN BOLWILLER

Il complesso di alloggi "Il Parco di Muehlmaten" è una residenza multi-generazionale di 15 appartamenti a basso consumo energetico. Si trova in Bollwiller in Alsazia (clima continentale). Questo edificio di 1.338 mq è classificato al livello A della scala energetica e risponde ai criteri della marchio BBC-effinergie.

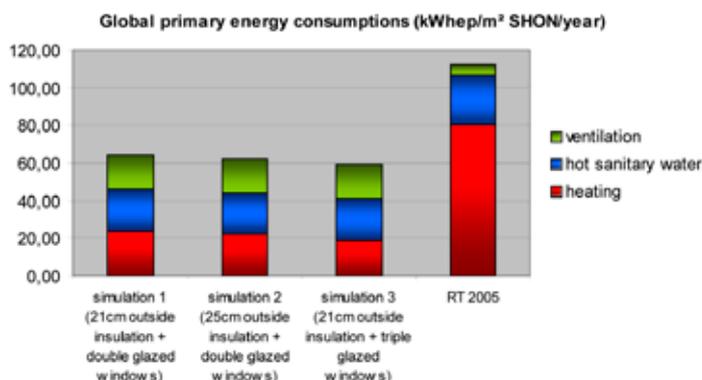


Immagine di tutto l'edificio.

6.2. LE BUONE PRATICHE APPLICATE

Si tratta di una struttura tradizionale francese costruita in mattoni. L'isolamento è costituito da un cappotto esterno in polistirolo di 20 centimetri di spessore. Le finestre utilizzano vetri doppi bassi-emissivi riempiti di gas argon. Le terrazze sono isolate dal palazzo, grazie al taglio dei ponti termici. Il sistema di ventilazione è composto da una ventilazione meccanica con recupero di calore. La tenuta all'aria dell'edificio è stata ottimizzata: $0,6 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2$, con una differenza di pressione di 4 Pa. Il sistema di riscaldamento è basato su una caldaia a gas a condensazione ad alto rendimento, con sistema di riscaldamento a pavimento. L'acqua calda sanitaria è prodotta da un impianto solare. Il comfort estivo è garantito da schermature esterne. In questo modo, non c'è bisogno di alcun sistema di raffrescamento per l'edificio.

6.3 BUONA PRATICA 1: ISOLAMENTO EFFICIENTE



Denominazione	tipo	U (W/m ² .K)	valore U _{max} (RT2005)	Informazioni
Muro esterno	Muro esterno	0,14	0,45	OK
Basement wall	Muro interno	0,285	0,45	OK
Pareti interne di proprietà comune	Muro interno	0,421	0,45	OK
Pavimento a piano terra	Pavimento interno	0,173	0,4	OK
Piano superiore in mansarda	muro esterno	0,123	0,28	OK
Terrazzo sul tetto	tetto	0,143	0,34	OK
Serramenti	serramenti	1,1	2,6	OK

6.4 BUONA PRATICA 2: LA RAZIONALIZZAZIONE DELLA COSTRUZIONE

Il programma di costruzione è stato concepito in modo da essere trasferibile, con l'utilizzo di materiali da costruzione testati. Permette una facile implementazione e soddisfa gli standard francesi. Questo edificio a basso consumo energetico costa il 15% in più rispetto allo stesso edificio costruito in maniera standard. I costi aggiuntivi di investimento saranno compensati dai minori costi operativi.

ESEMPIO DI BUONE PRATICHE IN ITALIA

6.5 NOME DELLA COSTRUZIONE ED IDENTIFICAZIONE: CASA SUSÀ

L'edificio, progettato dall'architetto Pierpaolo Botteon, è una casa bi-familiare situata a Pergine Valsugana (Trento - Italia), una cittadina di 20000 abitanti, altezza 490 m.s.l.m. Ogni unità ha una superficie pari a circa 200 m² ed un volume pari a circa 500 m³. Il clima interno è controllato attraverso un impianto idronico di riscaldamento a pavimento a bassa temperatura e la fonte di calore è una caldaia a pellet di legno integrata con pannelli solari. Il fabbisogno di energia per il riscaldamento è inferiore a 50 kWh/m² all'anno. Il valore massimo consentito dalla normativa italiana per il clima considerato (3147 gradi giorno) è pari a circa 100 kWh/m².



Vista dell'edificio finito "casa a Susa"

6.6 LE BUONE PRATICHE APPLICATE

Sono state adottate varie misure per ottenere un'alta efficienza energetica in quest'edificio, tra cui un involucro ad

elevato isolamento (in special modo tetto e pareti esterne), molta cura per evitare i ponti termici e sistemi di riscaldamento efficienti a bassa temperatura alimentati da fonti di energia rinnovabile, come il pellet di legno ed i pannelli solari. Inoltre, grande attenzione è stata dedicata alla sostenibilità globale dell'edificio, utilizzando il legno per la struttura principale e materiali isolanti a basso impatto ambientale, ove possibile.



Vista del cantiere, mostra la struttura del telaio in legno.

6.7 BUONA PRATICA 1: PARETI ESTERNE BEN ISOLATE

Sul lato esterno, i muri esterni sono stati isolati con 12 cm (6 +6) di fibra di legno con conducibilità termica λ certificata uguale a 0,045 W/(m K) e, sul lato interno, con 5 cm di fibra di lino a conducibilità termica λ uguale a 0,040 W/(m K). Il muro risultante ha uno spessore totale di 22,1 cm ed un valore U inferiore a 0,2 W/(m² K). Il valore massimo consentito dalla normativa italiana per questo clima è U = 0,35 W/(m² K).



Coibentazione esterna in fibra di legno (a sinistra), ed isolamento interno in fibra di lino (a destra), durante la posa.

6.8 BUONA PRATICA 2: TETTO BEN ISOLATO

Il tetto è stato isolato utilizzando un pacchetto isolante in fibra di legno di 18cm, con una conducibilità termica λ certificata = 0,040 W / (m K) e densità pari a 160 kg / m³. Ciò garantisce protezione non solo durante la stagione invernale, ma anche, grazie alla massa termica, contro il surriscaldamento in estate. Il materiale è stato posato con una guaina di protezione adeguata contro l'acqua piovana e contro la migrazione d'umidità. La struttura risultante ha un valore U inferiore a 0,2 W/(m² K). Il valore massimo consentito dalla normativa italiana per questo clima è U = 0,31 W/(m² K).



Posa della coibentazione in fibra di legno sulla struttura del tetto.



6.9 BUONA PRATICA 3: EVITARE I PONTI TERMICI

Grande cura è stata posta nell'evitare la formazione di ponti termici. Alcune delle misure adottate sono mostrate nelle immagini seguenti.



Struttura a telaio che sostiene il balcone, evitando così travi di cemento armato a sbalzo, sporgenti dallo spazio riscaldato.

Isolamento supplementare per evitare il ponte termico dovuto alla giunzione tra il telaio in legno ed il basamento in cemento.



Solaio e travi per il balcone.

ESEMPIO DI BUONE PRATICHE IN POLONIA

6.10 NOME DELLA COSTRUZIONE ED IDENTIFICAZIONE

La Passive House si trova in Smolec, vicino a Wrocław (Polonia) tra clima marino e continentale. Si tratta di una casa costruita a fini residenziali, tuttavia, è utilizzata per conferenze, attività di formazione e per la promozione di edifici a basso consumo energetico. È stata progettata e costruita nel 2007 da Design Office Lipinski Domy. È il primo edificio con un certificato di Casa Passiva rilasciato dal Darmstadt Institute.

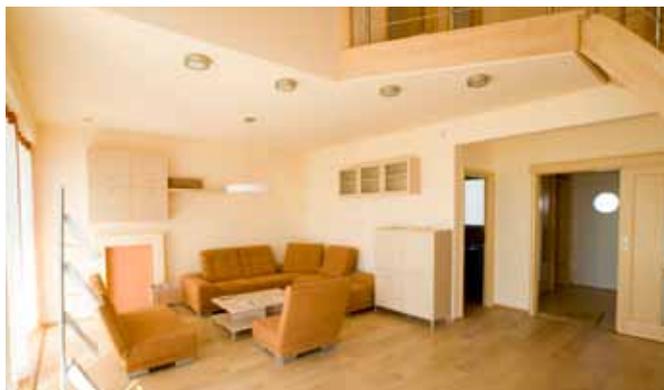


Figura 1 Il primo certificato di casa passiva in Polonia realizzata nel 2006 in Smolec vicino a Wrocław. Costruzione isolata; progettazione: dott. Luisa Juchiewicz-LIPIŃSKA, Dr. Miłosz Lipinski - Vista del piano terra e della soffitta. (L.J.L.).

6.11 LE BUONE PRATICHE APPLICATE

L'architettura dell'edificio è basata su di una casa monofamiliare. È stata realizzata rispettando rigorosamente i requisiti della casa passiva, mantenendo la sua struttura molto semplice e utilizzando tecnologie innovative e materiali da costruzione di buona qualità, ma con prezzi moderati. Il design, così come la sua costruzione, danno garanzie di massima riduzione delle perdite di calore e al tempo stesso di massimo guadagno di energia solare. Le migliori soluzioni strutturali applicate sono la corretta disposizione dei serramenti, il sistema d'isolamento ed il sistema di ventilazione con recupero di calore. L'edificio è dotato di impianto di sfruttamento dell'energie rinnovabili, vale a dire un impianto di collettori solari che si trovano su entrambe le falde al centro della ripida copertura. La cucina, assieme alla sala da pranzo, dispone di un locale adiacente equipaggiato con delle apparecchiature che sostituiscono il tradizionale sistema di riscaldamento.

Il principale scambiatore di calore – un dispositivo a corrente elettrica - progettato esclusivamente per le case passive è chiamato Vitotres 343 e misura 60 cm di larghezza. Fanno parte di questo particolare sistema altri essenziali dispositivi di riscaldamento e di ventilazione, ottimamente prodotti, montati, inseriti e collaudati. All'interno vi sono: una pompa



di calore ad aria, un recuperatore di calore per la ventilazione, un bollitore della capacità di 250 litri collegato all'impianto solare ed una sonda ambiente. La sonda ambiente controlla tutti questi dispositivi.

6.12 BUONA PRATICA 1: LA DISPOSIZIONE DELLE FINESTRE

Le aperture delle finestre sono disposte in modo tale da garantire una buona illuminazione (in base alle norme polacche). La dimensione delle finestre riduce al minimo le perdite di calore. L'elemento innovativo, come i grandi piani vetrati in cucina ed in soggiorno esaltano gli spazi interni (131,4 m²) rendendo la casa più spaziosa. Grandi finestre triple sono orientate verso sud per massimizzare l'apporto solare passivo. Il collettore solare sul tetto dell'edificio, a parte il suo carattere innovativo, garantisce ottimi apporti solari. La richiesta annuale di energia per il riscaldamento dell'edificio è pari a 13,7 kWh/m².



Figura 2 prospetto sud dell'edificio (L.J.L.).

6.13 BUONA PRATICA 2: ISOLAMENTO TERMICO

La tecnologia più importante applicata ad un edificio è l'eliminazione dei ponti termici da tutta la costruzione (muri esterni, collegamenti, ecc). L'isolamento esterno è costituito da uno strato continuo di isolamento termico da 30 a 44 cm di spessore, con l'obiettivo di raggiungere gli standard della casa passiva. Anche se i muri di fondazione sono stati costruiti con mattoni termici, i plinti di fondazione sono stati isolati in modo di ridurre lo scambio termico. La trasmittanza termica delle pareti esterne, del tetto, del soffitto e del pavimento è di soli $U = 0,1 \text{ W/m}^2\text{K}$; quella della fondazione e della platea di fondo è di soli $U = 0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$.

I muri sono realizzati con elementi prefabbricati costituiti da una miscela di cemento e argilla espansa (pallet). Il materiale isolante è un pannello di polistirene espanso color grigio-argento. Esso contiene grafite (una più bassa densità, $q = 15 \text{ kg/m}^3$, significa migliore proprietà isolante). Il polistirene espanso è basato su un innovativo materiale grezzo (Neopor) con conduttività termica $\lambda \leq 0,031 \text{ W/m}^2\text{K}$.



Figura 3. Sezione assometrica della casa passiva. La tecnologia innovativa, con soluzioni semplici ed economicamente efficaci, elaborata a partire da un design tradizionale. Design Office Lipiński Domy, Wrocław 2005. (L.J.L.)

6.14 MIGLIORI PRATICHE 3: L'IMPIANTO DI VENTILAZIONE

L'edificio è dotato di ventilazione meccanica con un dispositivo di recupero del calore. Si tratta di un dispositivo compatto che mantiene costante la qualità dell'aria nelle case passive. Ha integrato un ventilatore di scarico dell'aria esausta, con scambiatore di calore. Inoltre è stato introdotto anche uno scambiatore in grado di scambiare calore col terreno.

ESEMPIO DI BUONE PRATICHE IN SPAGNA

6.15 NOME DELLA COSTRUZIONE ED IDENTIFICAZIONE

L'edificio CENIFER si trova a Pamplona (Spagna) in un clima tipico dell'Europa meridionale. Si tratta di un edificio non residenziale destinato a conferenze ed alla formazione. La ristrutturazione dell'edificio è stata effettuata nel 2000 con criteri bioclimatici.



Viste dell'edificio CENIFER.

L'edificio Cenifer incorpora soluzioni ICT per conseguire un rendimento energetico efficiente. L'edificio è dotato di sensori di presenza, sensori di temperatura, sensori di umidità e sensore di luce con un impianto di monitoraggio centralizzato che elabora i dati provenienti dai sensori, dagli impianti di generazione di energia e dai sistemi di accumulo.

6.17 BUONA PRATICA 1: MURI TIPO "TROMBE"

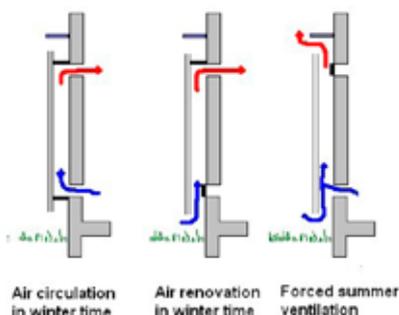
Il muro "Trombe" consiste in una parete di vetro esposta al sole adiacente ad una parete solida che contiene una piccola camera interna ventilata. Durante il periodo invernale, la luce del sole passa attraverso il vetro isolato e scalda la superficie della massa termica. L'aria fredda proveniente dall'interno o dall'esterno (per garantire gli adeguati ricambi d'aria) viene ri-

6.16 LE BUONE PRATICHE APPLICATE

Le soluzioni architettoniche più rilevanti applicate alla costruzione sono: il riscaldamento a pavimento radiante, i muri tipo "Trombe" ed una serra per ridurre al minimo il consumo di riscaldamento. L'edificio include impianti di sfruttamento dell'energia rinnovabile come pannelli fotovoltaici, pannelli solari termici con sistema di accumulo di calore ed impianto di raffrescamento geotermico. L'edificio include anche un sistema di accumulo di calore ed impianto di raffrescamento geotermico.

L'edificio include anche un sistema di accumulo di calore ed impianto di raffrescamento geotermico.

scaldata ed è immessa all'interno attraverso la parte superiore del muro. Durante il periodo estivo, l'apertura superiore del muro si apre per sfogare l'aria calda verso l'esterno. Tale aerazione rende il muro "Trombe" un camino solare di ricambio naturale d'aria fresca durante il giorno, anche in assenza di vento.



scaldata ed è immessa all'interno attraverso la parte superiore del muro. Durante il periodo estivo, l'apertura superiore del muro si apre per sfogare l'aria calda verso l'esterno. Tale aerazione rende il muro "Trombe" un camino solare di ricambio naturale d'aria fresca durante il giorno, anche in assenza di vento.

La produzione termica annuale è 17,970 kWh. Le riduzioni di emissioni annue sono: 30Kg di SO, 10 kg, di NO e 2'640 kg di CO2.

6.18 BUONA PRATICA 2: L'ACQUA DI FALDA PER IL RAFFRESCAMENTO

Per il riscaldamento ed il raffrescamento, l'edificio possiede un pavimento radiante, costituito da tubi in polietilene reticolato inseriti nel pavimento, attraverso il quale viene fatta circolare l'acqua. Nel periodo estivo, attraverso il sistema, viene fatta circolare acqua proveniente dal sottosuolo per il raffrescamento.



La produzione annuale di energia termica è di 12,558 kWh. Le riduzioni di emissioni all'anno sono 3Kg SO, 1 Kg di NO2 e 248 kg di CO2.

6.19 BUONA PRATICA 3: IMPIANTO SOLARE TERMICO

L'edificio ottiene acqua calda e riscaldamento da una batteria di collettori solari posta sul tetto. L'edificio dispone di un sistema di accumulo per l'acqua calda. L'obiettivo è quello di immagazzinare l'energia in eccesso proveniente dai collettori termici per poterla utilizzare per il riscaldamento durante i giorni con bassa radiazione solare. E' in grado di fornire l'energia necessaria al riscaldamento per 22 giorni consecutivi in assenza di radiazione solare.



La produzione annuale di energia termica è 61,220 kWh. Le riduzioni di emissioni all'anno sono: 102 kg di SO, 32 Kg di NO2 e 8'251 kg di CO2.



ESEMPIO DI BUONE PRATICHE IN ROMANIA

6.20 NOME DELLA COSTRUZIONE ED IDENTIFICAZIONE

L'edificio è un condominio situato a Timisoara sull'Arad Street No. 10. La costruzione fu terminata nel 1976 e presenta una struttura a forma di croce con Seminterrato + Piano Terra + 10 piani ed un livello tecnico. Il piano interrato comprende 14 posti auto in garage e 44 piazzole.

Il blocco dispone di 88 appartamenti, 8 appartamenti per ogni piano. Tutti i piani, incluso il piano terra, sono identici, con 4 monolocali, 3 trilocali ed 1 appartamento con 4 camere.

Informazioni generali sulla costruzione:

Sala principale:	1955,47 m ²
superficie totale che delimita	
il volume riscaldato (pareti esterne incluse):	4842,86 m ² ;
volume totale riscaldato:	13251,82 m ³ ;
Volume totale della costruzione:	16192,61 m ³ ;

Informazioni sul sistema di riscaldamento

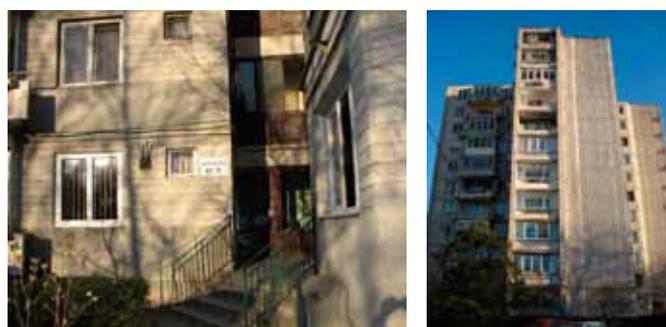
Tipo di sistema di riscaldamento: riscaldamento con elementi statici

Quantità di calore per il calcolo: 453'000 kcal/h

Collegamento con la centrale termica: singola connessione

Contatore di calore: installato

Elementi termici ed idraulici: non installati



Viste dell'edificio prima della ristrutturazione.

6.21 LE BUONE PRATICHE APPLICATE

Varie misure sono state adottate al fine di ottenere alte prestazioni energetiche in questo edificio, tra cui: isolamento termico del tetto a terrazza, isolamento termico dell'involucro, isolamento termico del soffitto sulla parte fredda superiore, isolamento termico ed isolamento contro l'umidità delle murature degli interrati.

6.22 BUONA PRATICA 1: ISOLAMENTO TERMICO DELLA COPERTURA A TERRAZZO

Tutti gli strati termo-isolanti esistenti sono stati rimossi. Successivamente sono stati applicati i seguenti strati:

- uno strato di intonaco M100 con spessore variabile;
- uno strato di 1 K Zpezial applicato a freddo (come barriera vapore e come strato adesivo per la fibra minerale).
- fibra minerale, 12 cm di spessore, rivestita di bitume;
- membrana isolante, protetta da sabbia;
- membrana isolante protetta da ardesia;

Per espellere l'umidità sono state utilizzate doppie prese d'aria, una ogni 70 m² di superficie

Tempo di durata previsto per le soluzioni a basso consumo energetico: NS = 20 anni



Viste della copertura a terrazza (prima e dopo il restauro).

6.23 BUONA PRATICA 2: ISOLAMENTO TERMICO DELLE PARETI ESTERNE CON UNO STRATO DI 10 CM DI POLISTIRENE CELLULARE

Il pacchetto di isolamento termico delle pareti è costituito da:

- corretta chiusura delle giunture orizzontali (per impedire l'intrusione di microrganismi)
- strato adesivo per il pannello di polistirolo;
- pannello in polistirolo cellulare di spessore 10 centimetri;
- fibra minerale senza adesivo
- strato di primer con calce
- intonaco di finitura

Sono state adottate diverse soluzioni al fine di ridurre l'influenza negativa dei ponti termici, in modo tale da preservare la continuità dello strato di isolamento termico, soprattutto nei punti di giunzione (doppio isolamento su entrambi i lati). È stato applicato uno strato di polistirene cellulare (spessore 2cm) sugli stipiti e sui davanzali esterni dei serramenti, aventi intelaiatura in legno

A fini antincendio, per evitare il propagarsi del fuoco da un



L'edificio, dopo la ristrutturazione.

piano all'altro attraverso i fori presenti (finestre, cornicioni, gallerie), lo strato isolante in polistirene segue una linea che sovrasta la larghezza dei fori di 30 centimetri sbordante della stessa misura su entrambi i lati (a destra e a sinistra).

Isolamento termico del soffitto degli interrati

Può essere fornito un isolamento termico supplementare per il soffitto degli interrati, dopo la fase di restauro, senza rimuovere lo strato di intonaco esistente, coprendolo con uno strato di polistirene cellulari di 10 cm di spessore, protetto da un sottile strato di gesso - la soluzione è simile a quella utilizzato, per le pareti esterne, ma senza lo strato di finitura.

6.24 BUONA PRATICA 3: SOLUZIONI DI RISPARMIO ENERGETICO PER LA CARPENTERIA ESTERNA –I VETRI BASSO-EMISSIVI CON GAS ARGON

L'ammodernamento termico della carpenteria esterna deve

essere realizzata mediante la riparazione, la revisione ed il miglioramento dei vetri esistenti.

Per i telai di infissi esterni in legno con guarnizioni, può essere utilizzata la gomma od altri materiali (plastica, ecc.)

Le guarnizioni possono essere inserite tra gli elementi mobili e fissi dei telai così come tra le cornici del serramento.

Le guarnizioni possono essere incollate. A seconda del tipo e dello stato dei telai fissi in legno, così come della qualità del legno delle finestre e/o delle strutture mobili, possono essere inclusi piccoli spazi per consentire un buon funzionamento dei telai, una migliore tenuta e una vita più lunga per le guarnizioni.

L'inserimento di nuove guarnizioni sulla carpenteria esistente non porta ad un aumento delle prestazioni termiche delle finestre o delle porte, ma migliora le condizioni di comfort interno (eliminando la spiacevole circolazione d'aria), riducendo il consumo di energia (diminuendo il volume d'aria in ingresso - aria che deve essere riscaldata).



*finestra di una veranda prima della ristrutturazione
finestre dopo la ristrutturazione.*



ESEMPIO DI BUONE PRATICHE IN AUSTRIA

6.25 NOME DELLA COSTRUZIONE ED

IDENTIFICAZIONE: POLYTECHNIC INSTITUTE LANDECK

Il Politecnico si trova a 300 metri di altitudine sopra la città di Landeck, nella parte occidentale dell'Austria ed ospita circa 600 studenti. In totale 235 giorni all'anno sono considerati come giorni in cui è necessario il riscaldamento, dove la temperatura media è inferiore a 12°C. Poiché la posizione è molto soleggiata, risulta vantaggioso progettare con i criteri della casa passiva. La struttura dell'edificio presenta un design compatto orientato in direzione sud. I lavori di costruzione sono iniziati il 1 aprile 2008 e l'intero processo è terminato nel novembre 2008. Nella costruzione si sono impiegati pre-fabbricati in legno (elementi) sul modello di casa passiva. L'edificio ha una superficie utile di 2'842 m² e la superficie lorda del pavimento è di 3'446 m².



6.26 LE BUONE PRATICHE APPLICATE

Il Politecnico è la prima scuola "klima: aktiv" certificata in Austria. I programmi "klima: aktiv" sono programmi nazionali che hanno tutti l'obiettivo di diminuire le emissioni di CO₂ e di intensificare l'uso delle fonti energetiche rinnovabili. Il margine locale per ricevere una sovvenzione per edifici residenziali per questo edificio è fissato dal regolamento a 33,7 kWh/(m² a). Tale margine è stato migliorato con la decisione di progettare la scuola come casa passiva. Il carico totale

termico dell'edificio è, infatti, di 27 kW (10 W/m²anno) e la richiesta annuale specifica per il riscaldamento è di 14 kWh/m²anno, rapportato alla superficie utile. È stata considerata con particolare attenzione la scelta di materiali ecologici da costruzione, innocui per l'ambiente, come prevenzione da possibili fonti inquinanti. Attraverso la conseguente realizzazione dell'edificio secondo i dettami della casa-passiva, quest'ultimo può essere riscaldato da un piccolo generatore alimentato a pellet di legna. L'impianto a pellet fornisce l'energia per il riscaldamento ed un sistema centrale di ventilazione con recupero di calore garantisce, oltre all'ottima qualità dell'aria, basse perdite per la ventilazione della scuola. Un sistema fotovoltaico in rete da 5,12 kWp rappresenta lo sfruttamento della fonte di energia rinnovabile per quanto concerne la produzione di energia elettrica.

6.27 BUONA PRATICA 1: PARETI ESTERNE

Il piano terra è una costruzione massiccia, con 25 centimetri di cemento armato ed un isolamento EPS di 28 cm con conducibilità termica $\lambda = 0,040 \text{ W / (m K)}$. Ai piani superiori, 20 cm di lana di roccia minerale, inseriti all'interno della costruzione standard in legno ed ulteriori 20 cm di fibra di legno (conducibilità termica dei due materiali $\lambda = 0,040 \text{ W / (m K)}$) applicati sulla parte esterna, danno un valore di trasmittanza termica totale pari a $0,114 \text{ W / (m}^2 \text{ K)}$. Il muro ha uno spessore totale di 43,8 centimetri.



Costruzione in legno standard con isolamento in fibra di legno sulla parte esterna.



Costruzione massiccia e con isolamento in EPS.

6.28 BUONA PRATICA 2: FINESTRE IN LEGNO-ALLUMINIO

L'alta efficienza energetica di tutte le finestre si ottiene attraverso vetri ad alto assorbimento di calore, con un valore di trasmittanza termica di $0,72 \text{ W} / (\text{m}^2 \text{ K})$. Le finestre sono realizzate in legno ed alluminio. Il valore di trasmittanza termica totale è $0,85 \text{ W} / (\text{m}^2 \text{ K})$.



Installazione di finestre in legno-alluminio.

6.29 BUONA PRATICA 3: SISTEMA DI VENTILAZIONE CENTRALE CON RECUPERO DI CALORE

Il sistema di ventilazione aria-aria con recupero di calore, oltre a fornire un adeguato isolamento, contraddistingue le principali caratteristiche della casa passiva. Il sistema centrale di ventilazione è dotato di un recuperatore di calore (fino all'84%) per ridurre al minimo le perdite di energia dovute alla ventilazione. I criteri principali per i sistemi di ventilazione negli edifici scolastici, sviluppati da Energie Tirol, sono ampiamente soddisfatti.



Unità centrale del sistema di ventilazione con condotti dell'aria.



ESEMPIO DI BUONE PRATICHE IN GERMANIA

6.30 NOME DELLA COSTRUZIONE ED IDENTIFICAZIONE

La casa PassivPLUS si trova a Treviri (Germania) dove si trova un clima tipico dell'Europa centrale. Si tratta di un edificio residenziale, costruito insieme al complesso della mostra d'orticoltura della Rhine-land Palatinate tenutasi nel 2004.



Si tratta di un edificio PassivPLUS di tre piani, con al fianco un bel giardino d'inverno. Il volume totale della casa è di 2.620m^3 . Lo spazio è esteso su una superficie di 433m^2 , completato da 174m^2 di superficie utile intorno.



6.31 LE BUONE PRATICHE APPLICATE

La casa passiva è stata costruita sulla base dei 5 principi fondamentali:

- stabilire un rapporto stretto col territorio, lasciando che l'edificio venga progettato e costruito da tecnici ed imprese regionali;
- combinare tecniche tradizionali e moderne;
- costruire conformemente allo standard tedesco "Passivhausstandard" (standard per la costruzione di case passive). Per essere accettato come casa passiva, l'edificio deve soddisfare determinati standard; ad esempio la domanda di riscaldamento deve essere inferiore a $15\text{ kWh/m}^2/\text{anno}$ ed il consumo totale di energia primaria, compresi la produzione di acqua calda sanitaria ed i consumi elettrici, deve sottostare la soglia dei $120\text{ kWh/m}^2/\text{anno}$. Il calore prodotto da due lampadine da 100 watt è sufficiente a riscaldare una stanza di 20m^2 , durante i giorni più freddi dell'inverno di Treviri.
- costruire edifici "Plus" che significa, prima di tutto, ottenere un bilancio energetico della costruzione positivo. Cioè l'edificio produce più energia di quanta ne consumi. In aggiunta a questo, "Plus" sottintende ulteriori innovazioni, come ad esempio le ultime tecnologie antincendio, di isolamento delle superfici vetrate e di accumulo e rilascio degli apporti solari, nonché l'uso di risorse rinnovabili e la costruzione priva di barriere architettoniche.
- attuare politiche di controllo dei prezzi

6.32 BUONA PRATICA 1: SISTEMA DI VENTILAZIONE



- Lo scambio costante d'aria utilizzata con aria fresca.
- Lo scambiatore di calore produce un recupero costante di calore.
- L'efficienza del recupero di calore dello scambiatore arriva fino al 90%.
- Scambiatore di calore con il terreno

6.33 BUONA PRATICA 2: SISTEMA COSTRUTTIVO TIPO TERMO-AKTIVO

- Sistema con piú di 700 metri di tubazioni di PE (polietilene).
- Fluido vettore in miscela d'acqua e glicole.
- Posa della tubazione direttamente nel terreno fino al muro del giardino d'inverno.
- Gli effetti sono il riscaldamento in inverno e il raffreddamento d'estate.
- Minimo consumo di energia (circa 60 watt di potenza di funzionamento della pompa).

6.34 BUONA PRATICA 3: GIARDINO D'INVERNO

- Un giardino d'inverno vicino alla zona giorno è normalmente una eccezione nelle case passive. Ma il giardino d'inverno aumenta gli apporti solari di calore anche in inverno! A causa di:
 - Vetri intelligenti (Heat-mirror) che riconoscono il sole d'estate e d'inverno.
 - Il disaccoppiamento e il livello di isolamento della struttura portante della facciata con Purenit riciclati (legno/PU (poliuretano)).
 - Eliminazione dei ponti termici (supporti di acciaio esclusivamente nella zona interna).

6.35 BUONA PRATICA 4: ISOLAMENTO SOTTO VUOTO

- Qui abbiamo lo stesso principio di un imballaggio da caffè sottovuoto, adattato alla costruzione di una casa.
- Il vuoto isola ancora meglio dell'aria ferma.
- La tecnica è quella di utilizzare acido silicico nano-soffiato all'interno di una lamina plastica-metallica.
- Il risultato è 40 millimetri di isolamento sotto vuoto che equivalgono a 400 millimetri di comune materiale isolante. (Conducibilità termica 0,04 W/mK)

6.36 BUONA PRATICA 5: IMPIANTO DI PANNELLI FOTOVOLTAICI SUL TETTO

- Il lato sud/est del tetto viene utilizzato per la produzione di energia elettrica con pannelli fotovoltaici.
- 50m² di pannelli; pendenza 38 gradi; 5,5 kWp di energia elettrica (dal sole).
- Ammortamento economico dell'impianto dopo 15 anni di produzione di energia elettrica (0.573 € per kW/h).

6.37 BUONA PRATICA 6: STUFA A BIO-ETANOLO

- Combustione di bio-etanolo! I vantaggi sono:
 - Calore confortevole



- Tecniche consolidate
- Nessun camino
- Potenza di riscaldamento da 1 a 3 kW
- Posizionabile in qualsiasi parte della casa



ESEMPIO DI BUONE PRATICHE IN GERMANIA (2)

6.38 NOME DELLA COSTRUZIONE ED IDENTIFICAZIONE

Questa casa passiva è situata a Ulm (Germania) in un clima tipico dell'Europa centrale. Si tratta di un edificio costruito nel 2002, destinato ad ospitare uffici. È stato il vincitore del premio solare tedesco nel 2003.



Prospetto nord.

Pianta.



L'edificio costruito per ospitare 420 dipendenti è situato nel parco scientifico II a Ulm. Si tratta di un edificio isolato dove risulta impossibile l'ombreggiamento da parte di altre costruzioni. Il team di progetto è stato selezionato dal proprietario dell'edificio e la pianta a forma triangolare, simile ad un pistone di un motore Wankel, presenta facciate con doppia curvatura di forma simmetrica e compatta con un aspetto molto caratteristico, risultato di un concorso di architettura. Al suo interno trovano spazio circa 7000 mq netti di superficie utile. Il centro dell'edificio consiste in un atrio di 430 mq, al cui intorno sono stati disposti uffici singoli e raggruppati in comparti, oltre ad alcune sale per riunioni e per la formazione dei dipendenti. L'edificio è stato sviluppato secondo i dettami della casa passiva e fino ad oggi (ottobre 2009) detiene ancora il primato del più grande edificio "Passive House" esistente. Alcune caratteristiche tipiche di questo edificio sono: l'isolamento dell'involucro con uno spessore da 30 cm a 50 cm (il tetto), le superfici finestrate a triplo vetro bassoemissivo con telai coibentati, e un sistema di ventilazione con recupero di calore.

6.39 LE BUONE PRATICHE APPLICATE

Questo edificio "Passive House", primo nel suo genere, è stato il risultato di una nuova sperimentazione, realizzata per la prima volta su di una costruzione. Infatti sono stati utilizzati:

- un nuovo modo di costruire con diversi componenti impiantistici; ad esempio: impianto di riscaldamento a soffitto, sistema di ventilazione, impianto di raffrescamento;
- impianti di sfruttamento dell'energia solare;
- atrio interno per la distribuzione del calore.



Impianto di riscaldamento a pavimento.



Tubazione per lo scambio di calore Terra-Aria.

6.40 BUONA PRATICA 1: CONCETTO DI ENERGIA

Il raffrescamento si basa su un sistema di tubi in plastica (5.000 mq, a 10 cm di distanza dall'intradosso del soffitto), inseriti all'interno del solaio, (Concrete Core Thermal Activation) collegati con 40 sonde geotermiche per ottenere la dispersione del calore tramite la circolazione di acqua come fluido di scambio, senza la necessità di un apparato di raffrescamento supplementare. Inoltre vi è uno scambiatore terra-aria per il riscaldamento/raffrescamento dell'aria del sistema di ventilazione. Il sistema di riscaldamento trae energia da una rete di teleriscaldamento (con tubazione in grado di trasportare 185 kW di potenza, alimentato per il 40% da biomassa) che serve oltre all'impianto a soffitto, anche l'impianto di ventilazione e la produzione di acqua calda sanitaria per le cucine. Il calore di scarto proveniente dal sistema di raffrescamento della sala server e delle cucine può anche essere riutilizzato, se necessario, dall'impianto di riscaldamento a soffitto. Le temperature di progetto sono di 25 °C (massima) in estate e di 18 °C (minima) in inverno, con una oscillazione di 1,2 K. Con uno speciale scambiatore di calore supplementare con protezione anti-gelo, l'acqua in circolazione nell'impianto geotermico è usata anche per il raffrescamento e il riscaldamento dell'aria in ingresso al sistema di ventilazione.

6.41 BUONA PRATICA 2: IMPIANTO AD ENERGIA SOLARE SUL TETTO DELL'EDIFICIO



Impianto fotovoltaico integrato nella copertura.

Completano il concetto di risparmio energetico dell'edificio un impianto fotovoltaico integrato nella copertura del tetto (pannelli solari con silicio amorfo), e un impianto supplementare sul tetto del vicino garage:

- la parte sud del tetto dell'edificio e il tetto del vicino garage sono utilizzati per ospitare un impianto fotovoltaico (135 kWp – 125.000 kWh/anno);
- la copertura del tetto dell'edificio ospita un impianto fotovoltaico integrato di 15 kWp (328 mq di pannelli fotovoltaici di silicio amorfo – 12.000 kWh/anno)

Circa il 70% del fabbisogno di energia primaria per questo edificio è prodotto da entrambi gli impianti fotovoltaici.

6.42 BUONA PRATICA 3: ATRIO



Tetto vetrato.

L'atrio al centro dell'edificio assume la funzione di distribuire l'aria riscaldata in ingresso. Grazie al tetto vetrato, gli uffici orientati verso di esso ricavano una sufficiente illuminazio-



Vista dell'atrio.

ne. Anche quando la protezione solare è attivata, l'illuminazione degli ambienti è garantita grazie alle tende avvolgibili, interposte tra i vetri della copertura, fabbricate utilizzando strati di materiale con comportamento selettivo nei confronti della radiazione solare.

ILETE

GUIDA ALLA CERTIFICAZIONE

PART B – SCENARIO LOCALE



RASSEGNA DELLE NORME E DEI CODICI SULLE PRESTAZIONE ENERGETICHE DEGLI EDIFICI IN ITALIA



Introduzione

In Italia le norme e i codici in materia di energia sono materia di competenza concorrente del governo/parlamento nazionale e di quello locale (vale a dire regioni o province autonome). Per questo motivo ci sono potenzialmente due livelli di norme e regolamenti: un primo livello nazionale stabilisce i requisiti minimi di rendimento energetico, applicabili su tutto il territorio nazionale; un secondo livello locale che potrebbe fissare requisiti più stringenti. In particolare, il processo di certificazione energetica dovrebbe essere affidato al controllo dei governi locali.

1 STATO DI ATTUAZIONE DELLA DIRETTIVA 2002/91/CE

La direttiva 2002/91/CE "EPBD" è stata adottata in Italia con due atti legislativi: il D. Lgs 19/08/2005 n. 192, successivamente modificato dal D. Lgs 29/12/2006 n. 311, che ha istituito il quadro generale per l'attuazione della direttiva ed ha aggiornato i requisiti di rendimento per i nuovi edifici. Questi decreti sono stati successivamente integrati dal D. Lgs 30/05/2008 n. 115 che definisce le competenze dei professionisti coinvolti, dal DPR 02/04/2009 n. 59 che definisce le norme tecniche da utilizzare per i calcoli e dal DM 26/06/2009 (rilasciato dal Ministero per lo Sviluppo Economico), che stabilisce le linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici. Come già sottolineato, le linee guida nazionali per la certificazione energetica e i requisiti minimi per i nuovi edifici si applicano ove sia assente la relativa legislazione a livello locale (regioni/province autonome), la quale è comunque in grado di implementare i propri sistemi di certificazione e/o richiedere per gli edifici di nuova costruzione, un rendimento energetico superiore al minimo nazionale. In questa prima fase, la certificazione del rendimen-

to energetico degli edifici comprende l'energia primaria utilizzata per il riscaldamento e per la produzione di acqua calda sanitaria. Inoltre, il fabbisogno energetico degli edifici per il raffrescamento (prestazione dell'involucro) deve essere riportato sul certificato energetico. In una fase successiva, la certificazione energetica riguarderà anche il fabbisogno di energia primaria per il condizionamento e l'illuminazione, ma, al momento, le indicazioni per la valutazione degli indicatori di prestazione energetica per il raffrescamento e l'illuminazione e per la loro inclusione nel certificato, devono ancora essere implementati (ma potrebbero essere attuate dai governi locali).

2 REQUISITI DI PRESTAZIONE ENERGETICA PER I NUOVI EDIFICI

2.1 Riscaldamento

Il territorio nazionale italiano è suddiviso in 6 zone climatiche (A-F) a seconda dei gradi giorno (HDD). Ci sono tre requisiti principali per i nuovi edifici, stabiliti a livello nazionale:

- l'indice di prestazione energetica (EPI) per il riscaldamento degli ambienti, ottenuto dal rapporto tra il consumo di energia primaria annuo e la superficie (per gli edifici residenziali) o il volume (per altri edifici); l'indice deve essere inferiore (o uguale) al limite massimo stabilito dalla legge in funzione del clima e del rapporto S/V (superficie su volume). Questi limiti sono stati progressivamente abbassati e, a partire dall'anno 2010, variano per gli edifici residenziali da 8,5 a 116 kWh m⁻² year⁻¹, a seconda del clima e del rapporto S/V (vedi tabelle).

Rapporto di forma S/V	Zona climatica									
	A	B		C		D		E		F
	≤ 600 HDD	601 HDD	900 HDD	901 HDD	1400 HDD	1401 HDD	2100 HDD	2101 HDD	3000 HDD	> 3000 HDD
≤ 0,2	8,5	8,5	12,8	12,8	21,3	21,3	34	34	46,8	46,8
≥ 0,9	36	36	48	48	68	68	88	88	116	116

Tabella 1: anno 2010 valori limite prescritti (EPI_i) per l'indice di prestazione energetica EPI (kWh m⁻² year⁻¹) per gli edifici residenziali.

Rapporto di forma S/V	Zona climatica									
	A	B		C		D		E		F
	≤ 600 HDD	601 HDD	900 HDD	901 HDD	1400 HDD	1401 HDD	2100 HDD	2101 HDD	3000 HDD	> 3000 HDD
≤ 0,2	2,0	2,0	3,6	3,6	6	6	9,6	9,6	12,7	12,7
≥ 0,9	8,2	8,2	12,8	12,8	17,3	17,3	22,5	22,5	31	31

Tabella 2: anno 2010 valori limite prescritti (EPI_l) per l'indice di prestazione energetica EPI (kWh m⁻² year⁻¹) per altri edifici.

b) *La trasmittanza termica (U)* dei componenti dell'involucro edilizio; tale valore deve essere inferiore (o uguale) al limite massimo stabilito dalla legge in funzione del clima e del rapporto S/V. Questi limiti sono stati progressivamente abbassati fino all'anno 2010. Per esempio, i valori limite a partire dall'anno 2010 per le pareti verticali opache variano da 0,62 a 0,33 W m⁻² K⁻¹, a seconda del clima (vedi tabella 3). Le strutture opache (pareti e pavimenti) che separano le unità all'interno di un edificio (per esempio una parete tra due appartamenti diversi) e le parti opache dell'involucro degli edifici non riscaldati devono avere un valore di trasmittanza U inferiore a 0,8 W m⁻² K⁻¹.

Zona climatica	Strutture opache verticali	Tetti	Pavimenti (sopra spazi non riscaldati)	Superfici finestrate (media)	Vetri
A	0,62	0,38	0,65	4,6	3,7
B	0,48	0,38	0,49	3,0	2,7
C	0,40	0,38	0,42	2,6	2,1
D	0,36	0,32	0,36	2,4	1,9
E	0,34	0,30	0,33	2,2	1,7
F	0,33	0,29	0,32	2,0	1,3

Tabella 3: anno 2010 valori limite prescritti della trasmittanza termica U (W m⁻² K⁻¹).

Il rendimento medio stagionale dell'impianto di riscaldamento (η_g), espresso come rapporto tra l'energia fornita allo spazio riscaldato e l'energia primaria utilizzata, deve essere almeno pari al valore minimo stabilito dalla legge, in funzione della Potenza nominale (P_n) del generatore termico, misurata in kW, fino ad un valore massimo dell'84%, come di seguito calcolato:

$$\eta_g = 75 + 3 \log (P_n)\%$$

2.2 Raffrescamento

Per i nuovi edifici ci sono tre requisiti principali, stabiliti a livello nazionale:

a) *L'indice di prestazione energetica dell'involucro dell'edificio per il raffrescamento (E_{pe}, invol)*, calcolato come il rapporto tra l'energia annuale rimossa (o che dovrebbe essere rimossa) dagli ambienti (in genere per mantenere la temperatura interna pari a 26 °C) e la superficie (per gli edifici residenziali) o il volume (per altri edifici); tale indice deve essere inferiore (o uguale) al limite massimo stabilito dalla legge (vedi tabella 4):

Tipo di edificio	Zona climatica	
	A - B	C - F
	< 900 HDD	> 901HDD
Residenziale	40 kWh/m ²	30 kWh/m ²
Altro	14 kWh/m ³	10 kWh/m ³

Tabella 4: valori massimi prescritti dell'indice di prestazione per il raffrescamento E_{pe}, invol.

b) La parte opaca dell'involucro edilizio; nelle zone climatiche A, B, C, D, ed E nelle zone in cui il valore medio di irraggiamento solare sul piano orizzontale, nel mese d'estate, con irradiazione superiore, ($I_{sol,mean}$) è maggiore di 290 W/m² deve soddisfare i requisiti indicati nella tabella 5:

Struttura dell'edificio	Requisiti
Pareti opache verticali (escluse le pareti esposte a NO, N, NE)	trasmittanza media del periodo (UNI EN ISO 13786:2008) $(Y_{ie}) < 0,12 \text{ W /m}^2 \text{ K}$ oppure mass per unità di area (Ms) > 230 kg/ m²
Tetti (e altre pareti orizzontali o inclinate)	trasmittanza media del periodo (UNI EN ISO 13786:2008) $(Y_{ie}) < 0,20 \text{ W /m}^2 \text{ K}$

Tabella 5: requisiti da soddisfare per le parti opache dell'involucro edilizio.

c) Tutti gli elementi vetrati dell'involucro esterno (finestre, ecc); devono essere protetti da sistemi di ombreggiamento posti all'esterno (ci sono alcune eccezioni per i componenti vetrati con trasmittanza per la radiazione solare (g) < 0,5).

2.3 Produzione di acqua calda sanitaria

Almeno il 50% di energia primaria necessaria per la produzione di acqua calda sanitaria deve essere ottenuta da fonti rinnovabili (ci sono eccezioni per gli edifici situati nelle zone storiche del centro città). Se la durezza dell'acqua supera i 15 Gradi Francesi di durezza (150 mg CaCO₃/l) deve essere adeguatamente trattata al fine di evitare intasamenti e corrosione.

L'indice di prestazione energetica per la produzione di acqua calda sanitaria (E_{pacs}), calcolato come il rapporto tra l'energia primaria annua utilizzata per la produzione di acqua calda sanitaria e la superficie (per gli edifici residenziali) o



il volume (per altri edifici), deve essere valutato e riportato nell'attestato di certificazione energetica dell'edificio.

I governi locali (cioè le regioni o le province autonome) possono stabilire limiti più rigorosi.

3 CRITERI DI CLASSIFICAZIONE PER LA CERTIFICAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI

Le linee guida nazionali per la classificazione energetica degli edifici (che attualmente si limitano al riscaldamento e sulla produzione di acqua calda sanitaria), sono basate su di un sistema di classificazione con lettere che vanno da A a G, corretto per tenere in considerazione il clima locale e il rapporto S/V. L'indice di prestazione energetica globale (EPgl) si ottiene dividendo l'energia primaria utilizzata (per il riscaldamento e per la produzione di acqua calda sanitaria) per la superficie (ovvero il volume per gli edifici non residenziali) dell'edificio.

$$EPgl = EPI + EPacs$$

I limiti sotto riportati definiscono le diverse classi di prestazione energetica degli edifici e sono ottenuti utilizzando i valori limite dell'anno 2010 dell'indice di prestazione energetica per il riscaldamento (EPI_L).

Classe A_{gl} + < 0,25 EPI_L(2010) + 9 kWh/m² anno	
0,25 EPI_L(2010) + 9 kWh/m² anno ≤ Classe A_{gl}	< 0,50 EPI_L(2010) + 9 kWh/m² anno
0,50 EPI_L(2010) + 9 kWh/m² anno ≤ Classe B_{gl}	< 0,75 EPI_L(2010) + 12 kWh/m² anno
0,75 EPI_L(2010) + 12 kWh/m² anno ≤ Classe C_{gl}	< 1,00 EPI_L(2010) + 18 kWh/m² anno
1,00 EPI_L(2010) + 18 kWh/m² anno ≤ Classe D_{gl}	< 1,25 EPI_L(2010) + 21 kWh/m² anno
1,25 EPI_L(2010) + 21 kWh/m² anno ≤ Classe E_{gl}	< 1,75 EPI_L(2010) + 24 kWh/m² anno
1,75 EPI_L(2010) + 24 kWh/m² anno ≤ Classe F_{gl}	< 2,50 EPI_L(2010) + 30 kWh/m² anno
Classe G_{gl} ≥ 2,50 EPI_L(2010) + 30 kWh/m² anno	

Tabella 6: limiti delle classi di prestazione energetica degli edifici residenziali secondo DM 26/06/2009.

L'attestato di certificazione energetica comprende anche, oltre alla classe, l'indice di prestazione energetica per il riscaldamento, per il raffrescamento e per la produzione di acqua calda sanitaria(vedi fig. 1).

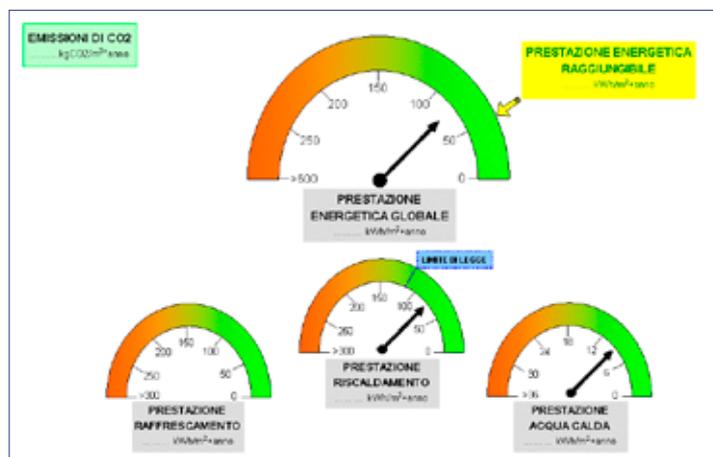


Figura 1: indici di prestazione energetica inclusi nell'attestato di certificazione energetica italiano.

I governi locali (Regioni e Province autonome) possono adottare diversi criteri di certificazione. Ad esempio, la provincia autonoma di Bolzano e la regione Lombardia hanno già adottato la classificazione (con lettere) A-G senza alcuna correzione per il rapporto S/V. La provincia autonoma di Bolzano per la certificazione utilizza un clima di riferimento e possiede una classificazione basata sul fabbisogno di energia *netta* per il riscaldamento degli ambienti; la Regione Lombardia,

invece, utilizza per la classificazione il fabbisogno di energia primaria per il riscaldamento dell'edificio, calcolato utilizzando il clima reale, ma individua tre diverse scale di classificazione in funzione dei gradi-giorno della zona considerata.

4 METODO DI CALCOLO

I metodi di calcolo utilizzati per valutare le prestazioni energetiche degli edifici sono basati sulla norma UNI EN ISO 13790:2008 (cioè la versione italiana della norma EN ISO 13790:2008). Le norme europee sono completate da specifiche tecniche nazionali UNI/TS 11300-1 e UNI/TS 11300-2. Per calcolare il fabbisogno energetico degli edifici per il riscaldamento è raccomandato il metodo mensile. Metodi semplificati per la certificazione degli edifici esistenti sono indicati nelle specifiche tecniche della già citata norma UNI/TS 11300 (che danno valori pre-calcolati per valutare i ponti termici e le strutture dell'involucro esterno in funzione dell'età e del tipo di costruzione). Specifiche tecniche nazio-

nali per i calcoli del fabbisogno di energia per il raffrescamento (UNI/TS 11300-3) e dei sistemi di sfruttamento delle fonti rinnovabili (UNI/TS 11300-4) sono attualmente in fase di preparazione, ma non sono stati ancora pubblicati. I governi locali dovrebbero utilizzare tutti i medesimi standard per la certificazione, ma a volte le normative locali sono in ritardo e fanno ancora riferimento alla vecchia norma UNI EN 832.

5 DATI DI INPUT CONVENZIONALI

I dati di input convenzionali da utilizzare per calcolare il rendimento energetico degli edifici sono indicati nelle specifiche tecniche della citata norma UNI/TS 11300-1 e 2. Ad esempio per il calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento negli edifici residenziali la temperatura interna di set point dovrebbe essere posta a 20 °C e la media giornaliera del tasso di ricambio dell'aria pari a 0,3 vol/h. I governi locali a volte hanno in uso dei dati convenzionali diversi da questi valori (per esempio una media giornaliera del tasso di ricambio dell'aria per edifici residenziali pari a 0,5 vol/h).

6 ULTERIORI CONSIDERAZIONI

Altre leggi e decreti assegnano detrazioni fiscali, pari al 55%, delle spese volte a migliorare la prestazione energetica degli edifici per gli anni 2007 - 2010. In generale per i nuovi edifici devono essere raggiunti obiettivi di prestazione energetica superiori al minimo richiesto (vedi punto 2) per avere diritto alle detrazioni d'imposta o ad altre sovvenzioni. Altri contributi possono essere erogati dai governi locali. Tutti i benefici fiscali (nazionali e/o locali) legati alla prestazione energetica richiedono la certificazione energetica degli edifici coinvolti (attualmente utilizzando una procedura provvisoria).

7 LEGGI E REGOLAMENTI SULLA PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI IN PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO

La Provincia autonoma di Trento ha inizialmente proposto un protocollo volontario per la classificazione della prestazione energetica degli edifici. Nel 2009, con il "Decreto del Presidente della Provincia 13 luglio 2009, n. 11-13/Leg.", il Governo Provinciale ha adottato un sistema locale per la certificazione e i requisiti minimi richiesti per quanto riguarda la prestazione energetica degli edifici di nuova costruzione. Attualmente la normativa locale si applica soltanto alle prestazioni energetiche relative al riscaldamento ed alla produzione di acqua calda sanitaria, mentre per quanto riguarda il raffrescamento estivo si applica la normativa nazionale

menzionata in precedenza. Le metodologie di calcolo da utilizzare per il calcolo della prestazioni energetiche relative al riscaldamento ed alla produzione di acqua calda sanitaria sono le stesse utilizzate a livello nazionale già menzionate nel precedente paragrafo 4, sono cioè basate sulla norma europea UNI EN ISO 13790:2008 integrata dalle norme nazionali UNI/TS 11300-1 and UNI/TS 11300-2.

Come avviene a livello nazionale, l'indice globale di classificazione (EPgl) si ottiene dividendo per la superficie (o per il volume nel caso di edifici non residenziali) il consumo complessivo di energia primaria per riscaldamento e produzione di acqua calda sanitaria, ma le condizioni climatiche di riferimento da utilizzare sono quelle della città di Trento (2567 gradi giorno, zona climatica E). Il criterio di classificazione energetica (attualmente soltanto per riscaldamento e produzione di acqua calda sanitaria) è basato sul sistema di classi A-G senza alcuna correzione per tener conto del rapporto S/V ed è illustrato nella tabella 7 seguente.

I requisiti minimi per gli edifici residenziali di nuova costruzione sono i seguenti: l'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale (EPI) deve risultare minore di **45 kWh/m²** per anno e l'indice di prestazione energetica per la produzione dell'acqua calda sanitaria (EPacs) deve risultare minore di **18 kWh/m²** per anno. In pratica, si richiede che tutti gli edifici di nuova costruzione raggiungano almeno la classe **B**.

Fabbisogno in kWh/m ² a			
	Riscaldamento	Acqua calda sanitaria	Totale
CLASSE A+	≤ 22	≤ 9	≤ 30
CLASSE A	≤ 22	≤ 18	≤ 40
CLASSE B+	≤ 35	≤ 18	≤ 50
CLASSE B	≤ 45	≤ 18	≤ 60
CLASSE C+	≤ 60	≤ 21	≤ 80
CLASSE C	≤ 100	≤ 21	≤ 120
CLASSE D	≤ 155	≤ 24	≤ 180
CLASSE E	≤ 195	≤ 30	≤ 225
CLASSE F	≤ 230	≤ 36	≤ 270
CLASSE G	> 230	> 36	> 270

Tabella 7: Valori limite delle classi di prestazione energetica per gli edifici residenziali nella Provincia di Trento secondo il "Decreto del Presidente della Provincia 13 luglio 2009, n. 11-13/Leg."



Riferimenti

- a) Decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, "Attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia" (GU n. 222 del 23/9/2005- Suppl. Ordinario n. 158)
- b) Decreto legislativo 29 dicembre 2006, n. 311, "Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, RECANTE Attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico in edilizia" (GU n. 26 del 1/2/2007- Suppl. Ordinario n. 26)
- c) Decreto Legislativo 30 maggio 2008, n. 115 "Attuazione della direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza degli usi finali dell'Energia e servizi energetici e Abrogazione della direttiva 93/76/CEE" (GU n. 154 del 3/7/2008)
- d) Decreto del Presidente della Repubblica 2 aprile 2009, n. 59 "Regolamento di attuazione DELL'ARTICOLO 4, comma 1, lettere a) e b), decreto legislativo 19 agosto 2005, n. del 192, concernente Attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia." (GU n. 132 del 10/6/2009)
- e) Decreto Ministeriale 26/6/2009 - Ministero dello Sviluppo Economico, "Linee Guida Nazionali per la certificazione energetica degli edifici" (GU n. 158 del 10/7/2009)
- f) UNI EN ISO 13786:2008 Prestazione termica dei componenti per edilizia - Caratteristiche termiche dinamiche - Metodi di calcolo (EN ISO 13786:2008 Prestazione termica dei componenti per edilizia - Caratteristiche termiche dinamiche - Metodi di calcolo)
- g) UNI EN ISO 13790:2008 Prestazione energetica degli edifici Calcolo del Fabbisogno di energia per il riscaldamento e il raffrescamento (EN ISO 13790:2008 prestazione energetica degli edifici - Calcolo del consumo di energia per il riscaldamento e il raffrescamento)
- h) UNI/TS 11300-1 (maggio 2008) Prestazioni energetiche degli edifici - Determinazione del Fabbisogno di energia dell'edificio per la climatizzazione invernale ed estiva
- i) UNI/TS 11300-2 (maggio 2008) Prestazioni energetiche degli edifici - Determinazione del Fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria
- l) DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA PROVINCIA (di TRENTO) 13 luglio 2009, n. 11-13/Leg (Registrato alla Corte dei conti l'11 agosto 2009, registro 1, foglio 10) – Disposizioni regolamentari in materia di edilizia sostenibile in attuazione del titolo IV della legge provinciale 4 marzo 2008, n. 1 (Pianificazione urbanistica e governo del territorio) (B.U. 25 agosto 2009, n. 35)



Lined writing area consisting of 25 horizontal blue lines on a white background, intended for text entry.





Lined writing area consisting of 25 horizontal blue lines on a white background, intended for text entry.



L'esclusiva responsabilità per i contenuti della presente pubblicazione appartiene agli autori della stessa.
Essa non riflette necessariamente l'opinione della Comunità Europea.
La Commissione Europea non è responsabile in alcun modo delle informazioni in essa contenute.

