# LA CERTIFICAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI: UNA OPPORTUNITÀ

Note di lavoro per il progetto *EcoDomus.vi*

## Elementi di contestualizzazione

### Presupposti

Una recente direttiva europea, la Direttiva 2002/91/CE sulla prestazione energetica nell'edilizia, ha riportato all'attenzione il problema dei consumi energetici negli edifici, individuando nel contempo uno strumento per il contenimento di tali impieghi. Si tratta di uno strumento di carattere prevalentemente conoscitivo: il certificato energetico. Questo strumento dovrà accompagnare l'edificio, in particolare nel momento della costruzione, della compravendita o della locazione.
La caratterizzazione dell'edificio rispetto al consumo di energia è richiesta sia in termini assoluti, con l'indicazione dei valori della prestazione energetica, sia in termini relativi con l'inserimento in classi di merito, riproponendo un approccio per certi aspetti analogo a quanto stabilito per gli elettrodomestici.
La Direttiva 2002/91/CE è stata recentemente recepita in Italia dal D. Lgs. 192/2005.

### Obiettivi

Lo scopo è quello di fornire un giudizio oggettivo sull'impatto energetico dell'edificio che consenta la sua confrontabilità con i limiti di legge e con le prestazioni di altri edifici e che fornisca al tempo stesso informazioni sulle potenzialità di miglioramento.
Indirettamente ma in maniera assolutamente non secondaria, l'attestato energetico dovrebbe peraltro rappresentare un incentivo all'adozione di tecnologie e accorgimenti costruttivi rivolti al risparmio energetico, stimolando il costruttore e il venditore a qualificare il proprio prodotto e sensibilizzando l'acquirente o il locatario ad apprezzarne il risultato. La certificazione assume in tal senso una valenza promozionale rispetto alle migliori pratiche di risparmio energetico.
Infine la certificazione, attraverso una mappatura della situazione esistente e la definizione di standard qualitativi misurabili coadiuva l'amministrazione pubblica nell'opera di orientamento e corretta pianificazione dello sviluppo del territorio.
Una novità assoluta? Per la verità una forma di certificazione degli edifici era già stata prevista dalla Legge 10/91 all'articolo 30, che non ha mai visto attuazione. Ciò che non traspare dai commi dell'articolo 30, forse in quanto soffocato dai toni prescrittivi della legge è proprio la grande potenzialità promozionale della certificazione alla quale si è già accennato.

### Esperienze

Sono numerose le esperienze nel campo della certificazione energetica in Europa, molte delle quali persino precedenti alla stessa direttiva. Sistemi di certificazione o etichettatura energetica degli edifici sono presenti in diversa misura in Danimarca, Gran Bretagna, Irlanda, Austria (nel Land dell'Alta Austria), Germania (con diversi progetti nazionali, regionali o comunali), Francia e Svizzera. Alcuni programmi come quello danese hanno carattere obbligatorio, altri invece sono proposti su base volontaria, come quello britannico o, in parte, quello svizzero. In molti casi, come ad esempio nell'Alta Austria, l'erogazione di contributi è condizionata al raggiungimento di specifici livelli di prestazione energetica.

Molto variabile risulta il costo del certificato, in alcuni casi come Francia e Gran Bretagna limitato a qualche decina di euro, in altri, come in Austria, Danimarca, Svizzera, a qualche centinaio.

## Metodi di calcolo

Esistono notevoli diversificazioni anche sugli approcci metodologici impiegati, che normalmente fanno ricorso al calcolo a partire da dati rilevati o stimati, in particolare per gli edifici esistenti. Il bilancio energetico è spesso impostato secondo procedure standard definite da normative nazionali o europee, come ad esempio la EN 832 impiegata anche in Italia per la verifica richiesta dalla Legge 10/91 (la norma è in fase di superamento con l'avvento della EN 13790).

## Oggetto del calcolo e della certificazione

Gli aspetti energetici esaminati sono nello specifico sempre relativi al riscaldamento invernale. Spesso includono la produzione di acqua calda sanitaria, la ventilazione, gli apporti gratuiti interni e l'efficienza dell'impianto. Solo in qualche caso considerano altre voci come l'illuminazione, gli apporti solari, la climatizzazione.
Molto spesso la certificazione riguarda sia gli edifici nuovi che quelli esistenti, anche se talvolta sono esclusi quelli di dimensioni minori. Oltre al residenziale, qualche programma è rivolto agli uffici e agli edifici pubblici, scolastici in particolare.

## Esperienze italiane

In Italia, oltre ad alcune implementazioni a carattere comunale, esiste l'esperienza decisamente riuscita del certificato CasaClima della Provincia Autonoma di Bolzano. Tale schema prevede il rilascio da parte della Provincia di un certificato energetico e, nei casi di maggiore pregio, di una targa energetica da esporre. La richiesta è formalizzata attraverso l'inserimento in un semplice foglio di calcolo Excel (gratuito) dei dati dell'edificio che consente la quantificazione del fabbisogno energetico. L'analisi considera le sole esigenze per il riscaldamento invernale. Per le classi migliori è prevista una verifica in cantiere della conformità delle opere. La certificazione sostituisce le verifiche richieste per la concessione edilizia ed è stata utilizzata da molti comuni per azioni di pianificazione, sia con carattere prescrittivo, sia con forme di incentivazione. Annualmente i migliori edifici ricevono inoltre uno speciale premio.
È in fase di test e di prima applicazione un nuovo software di calcolo nel quale sono state aggiunte anche valutazioni sugli aspetti impiantistici, precedentemente non compresi nell'analisi.

## Recepimento

Il recepimento della Direttiva 2002/91/CE in Italia è avvenuto formalmente con il Decreto Legislativo n. 192 del 19 agosto 2005. Si tratta di un provvedimento che delinea il superamento della verifica prevista dalla Legge 10/91 (art. 28), legge della quale una volta a regime abrogherà alcuni contenuti, e la sua integrazione con la procedura di certificazione energetica.
Secondo il nuovo approccio vengono in particolare definiti, come richiesto dalla Direttiva, dei requisiti limite per il fabbisogno di energia primaria (non più il FEN o fabbisogno energetico normalizzato), per la trasmittanza termica delle strutture e per il rendimento globale medio stagionale dell'impianto, lasciando in sospeso la definizione di criteri generali e metodologie di calcolo. Su queste rimane una certa discrezionalità, in quanto si fa semplicemente riferimento (Allegato I) alle migliori regole tecniche.
Il Decreto prevede inoltre il rilascio dell'attestato di certificazione energetica per gli edifici nuovi e, con una certa gradualità di approccio, per gli esistenti soggetti a ristrutturazione o interventi significativi.
È affidata alle regioni e alle province autonome la raccolta di informazioni sul grado di attuazione del Decreto stesso, in particolare il monitoraggio degli usi finali dell'energia in edilizia e

dell'impatto della legislazione sugli utenti, sulle imprese di costruzione e sui produttori di materiali e componenti.
È di fondamentale importanza il fatto che il Decreto preveda la propria applicazione solamente per le regioni e le province autonome che non abbiano ancora provveduto al recepimento della Direttiva 2002/91/CE e fino a tale momento (art. 17).

## Il progetto Ecodomus.vi

### Un progetto in crescita

Il progetto di certificazione energetica EcoDomus.vi si inserisce nel contesto descritto prevedendo di realizzare un ambizioso risultato: offrire la possibilità di corredare gli edifici di un attestato energetico relativo a tutti gli usi che possono riguardare edifici residenziali, uffici ed edifici pubblici, sia di nuova realizzazione, sia esistenti.
Un risultato simile potrà essere raggiunto solo con gradualità, in maniera tale da supportare i contenuti scientifici e metodologici con i dati e le verifiche provenienti dalla realtà locale. La fase iniziale, pertanto, prenderà in esame i soli usi energetici per riscaldamento ed acqua calda sanitaria negli edifici nuovi e nelle ristrutturazioni.
L'adesione al progetto avverrà, per quanto consentito dalle leggi vigenti, su base volontaria, anche se sarà lasciata ai singoli comuni la facoltà di rendere obbligatoria in tutto o in parte la certificazione. La procedura di rilascio dell'attestato energetico sarà comunque integrata con la procedura di verifica obbligatoria prevista dalla Legge 10/91, come modificata dalle recenti disposizioni del D. Lgs. 192 e sarà supportata da specifici fogli di calcolo Excel messi a disposizione gratuitamente.

### Il certificato energetico

Il certificato energetico fornirà indicazioni sulle prestazioni energetiche dell'edificio in condizioni di impiego standard, in modo da rendere tali informazioni confrontabili per edifici distinti. Le informazioni saranno calcolate a partire dai dati disponibili, in genere molto diversi per le due categorie principali degli edifici nuovi e degli edifici esistenti. Le voci di consumo considerate, con una certa gradualità nell'introduzione, saranno quelle del riscaldamento, della produzione di acqua calda sanitaria, dell'illuminazione e della climatizzazione estiva. Tali grandezze saranno valutate in considerazione degli aspetti indicati dalla stessa direttiva europea, come ad esempio le caratteristiche termiche dell'edificio, quelle dell'impianto di riscaldamento e di produzione dell'acqua calda, la ventilazione, l'impianto di illuminazione incorporato, la posizione e l'orientamento degli edifici, gli apporti gratuiti.
I consumi così valutati consentiranno anche di attribuire all'edificio una classe di merito, variabile dalla A alla G, rendendo immediatamente evidente l'impegno e la qualità nella progettazione e nella realizzazione.

### L'informazione ai progettisti e agli operatori

Poiché lo scopo dell'iniziativa è comunque quello di incentivare il risparmio energetico, una attenzione particolare sarà rivolta alla divulgazione degli approcci progettuali e realizzativi che consentono il miglioramento delle prestazioni con il conseguente passaggio di classe, fornendo indicazioni anche di carattere economico sui costi e sui benefici delle principali categorie di intervento.
Al metodo di calcolo si aggiungerà anche un protocollo operativo opzionale che potrà rappresentare una guida agli accorgimenti costruttivi concreti e pratici per i casi più semplici e al tempo stesso permetterà una certa semplificazione nel calcolo.

### L'affidabilità dei risultati

Il ricorso ad un foglio di calcolo reso disponibile gratuitamente da Vi.energia garantirà in primo luogo l'omogeneità del metodo di calcolo. Pur nell'attuale contesto normativo esistono margini di discrezionalità piuttosto ampi nel calcolo dei fabbisogni energetici di un edificio. Allo scopo di ottenere confrontabilità dei risultati ottenuti da progettisti diversi su edifici diversi è fondamentale che l'approccio metodologico risulti uniforme.
Non basta: EcoDomus.vi certificherà le prestazioni energetiche dell'edificio, non tanto quelle del progetto. Le realizzazioni dovranno essere quindi conformi alle dichiarazioni progettuali. La garanzia su tale aspetto sarà ottenuta attraverso una specifica attività di verifica, svolta direttamente da Vi.energia.

## Fase A:
## certificazione dei fabbisogni energetici di riscaldamento e per la produzione di acqua calda sanitaria degli edifici nuovi e delle ristrutturazioni

La prima fase di implementazione della certificazione dei fabbisogni energetici di riscaldamento e per la produzione di acqua calda sanitaria per edifici nuovi e ristrutturazione è pronta per la fase sperimentale. Dal punto di vista operativo quest'ultima richiedeva:

1) la definizione delle classi, in considerazione dell'attuale stato del parco edilizio e dei requisiti di legge previsti per la concessione edilizia (D. Lgs. 192/05)
2) la definizione di un metodo di calcolo, coerentemente con le attuali indicazioni normative nazionali e internazionali
3) la predisposizione di un foglio di calcolo
4) la verifica in alcune situazioni realizzative dei costi e dei benefici energetici e economici derivanti dall'adesione alla certificazione
5) la costituzione di una commissione tecnica permanente

### 1) Definizione delle classi

La definizione delle 7 classi A-G è stata realizzata seguendo la metodologia proposta dai progetti di norma europea:

- prEN 15203 Energy performance of buildings - Assessment of energy use and definition of ratings;
- prEN 15217 Energy performance of buildings - Methods for expressing energy performance and for energy certification of buildings.

Le indicazioni disponibili consentono di costruire la scala per la classificazione del fabbisogno energetico (nelle sette classi che vanno da A a G) una volta che siano dati due valori di riferimento:

1) l'indice Rr (Energy Performance Regulation reference) relativo al requisito minimo imposto agli edifici di nuova costruzione (limite tra classi B e C)
2) l'indice Rs (Building Stock reference) relativo al valore medio della prestazione energetica degli edifici esistenti(limite tra classi C e D) secondo lo schema seguente.

Noto il valore EP, che corrisponde al valore di prestazione energetica dell'immobile preso in esame, la classe di prestazione viene determinata secondo il seguente schema:

| | |
|---|---|
| Classe A | EP < 0,5 Rr |
| Classe B | Rr 0,5 < EP < Rr |
| Classe C | Rr < EP < 0,5 (Rr+ Rs) |
| Classe D | 0,5 (Rr+ Rs) < C < Rs |

Classe E Rs < EP < 1,25 Rs
Classe F 1,25 Rs < EP < 1,5 Rs
Classe G 1,5 Rs < EP

Per considerare l'effetto del clima sui consumi degli edifici, la prEN 15217 prevede due alternative: nella prima sono le classi ad essere normalizzate rispetto al clima mentre nella seconda si normalizzano i fabbisogni.
Dato che in provincia di Vicenza vi sono condizioni climatiche che variano tra 2259 Gradi Giorno o GG (Agugliaro) e 4367 GG (Tonezza del Cimone), si è ritenuto opportuno considerare, nello spirito di quanto richiesto dalla Direttiva 2002/91/CE, il clima. Tra le opzioni si ritiene preferibile avere classi uniche su tutto il territorio: sono quindi i consumi ad essere normalizzati su Vicenza (2371 GG), rispetto al cui clima risultano definite le classi. Nel certificato è comunque presente una indicazione sul consumo nel clima reale.

*Indice di requisito per il nuovo Rr*

Nonostante sia prevista l'attuazione della certificazione solamente su base volontaria, si è ritenuto opportuno proporre un valore Rr da impiegare come confine tra la classe B e la C compatibile con le attuali disposizioni, in particolare con quanto previsto dal D. Lgs. 192/05.
Tale decreto, in sintesi, dispone per gli edifici nuovi tre condizioni:

1) un valore massimo del fabbisogno di energia per riscaldamento (EP) (tab. 1)
2) un valore massimo per la trasmittanza delle componenti (tab. 2)
3) un valore minimo per il rendimento medio stagionale d'impianto, pari a

$$\eta_g = (75 + 3 \text{ Log } P_n) \%$$

Come si può osservare, il requisito di tab. 1 dipende dal clima e dal rapporto tra superficie disperdente e volume riscaldato dell'edificio esaminato: appartamenti in edifici a blocco sono caratterizzati a parità di volume utile da una superficie disperdente ridotta e risultano pertanto soggetti a vincoli più restrittivi (con S/V minore o uguale a 0,2 il limite varia linearmente da 40 kWh/m$^2$ nei climi a 2100 GG fino a 55 kWh/m$^2$ sopra i 3000 GG, oltre i quali rimane fisso); abitazioni in edifici singoli presentano invece superfici disperdenti ampie a parità di volume, e sono sottoposte a vincoli meno ristretti (con S/V maggiore o uguale a 0,9 il limite varia linearmente tra 110 kWh/m$^2$ nei climi a 2100 GG e 145 kWh/m$^2$ sopra i 3000 GG, oltre i quali rimane fisso).

Tab. 1: Coefficienti previsti per il territorio nazionale dal D. Lgs. 19 agosto 2005, n. 192
(valori massimi del fabbisogno per riscaldamento in kWh/m$^2$ di sup. calpestabile netta)

| | ZONA CLIMATICA | | |
|---|---|---|---|
| S/V | E | | F |
| | GG | | GG |
| | da 2101 | fino a 3000 | oltre 3000 |
| $\leq$ 0,2 | 40 | 55 | 55 |
| $\geq$ 0,9 | 110 | 145 | 145 |

Tab. 2: Trasmittanze massime previste per il territorio nazionale dal D. Lgs. 19 agosto 2005, n. 192 (a partire dal 1 gennaio 2009).

| Gradi - Giorno | Trasmittanza strutt. vertic. $W/m^2K$ | Trasmittanza strutt. orizz. $W/m^2K$ | Trasmittanza media finestre $W/m^2K$ | Trasmittanza centale vetri $W/m^2K$ |
|---|---|---|---|---|
| Zona climatica E | 0,37 | 0,34 | 2,50 | 1,90 |
| Zona climatica F | 0,35 | 0,33 | 2,20 | 1,60 |

Per non definire classi diverse in relazione alla tipologia di edificio, si è ritenuto opportuno definire l'indice Rr in corrispondenza delle condizioni più restrittive:

- Rr=40 $kWh/m^2$ a 2100 GG che può essere arrotondato a 45 $kWh/m^2$ nel clima di Vicenza

Per quanto attiene agli altri due requisiti, sulla trasmittanza massima e sul rendimento minimo, il certificato energetico riporterà i valori di prescrizione accanto a quelli relativi al progetto, agevolandone il confronto.

*Indice di stock per l'esistente Rs*

La determinazione dell'indice di stock, cioè del consumo medio per unità di superficie calpestabile degli edifici risulta piuttosto problematica, dato che non esistono dati disaggregati su base provinciale e regionale.
A questo scopo, ma anche ai fini della verifica degli effetti del progetto di certificazione energetica, si valuterà la possibilità di definire su base provinciale un accordo con le società di distribuzione di prodotti energetici (in particolare gas, ma anche gasolio e legna da ardere) che preveda la periodica comunicazione delle quantità vendute disaggregate per tipologia di utenza (residenze private, uffici, commercio, etc.) in modo da creare una base di dati affidabile relativa ai consumi dello stock edilizio esistente.
Per lo stesso motivo, si procederà alla raccolta di informazioni affidabili relative alla volumetria riscaldata attraverso il catasto degli immobili e/o il catasto degli impianti termici.
In attesa di tali indicazioni l'indice di stock è stato fissato indicativamente al valore di 130 $kWh/m^2$.
I dati Enea nazionali indicano infatti per il 2001 nel settore residenziale un consumo energetico per il riscaldamento di circa 224,5 miliardi di kWh. Considerata la superficie delle abitazioni rilevata dal censimento Istat del medesimo anno, pari a circa 2,08 milioni di $m^2$, il consumo medio per metro sarebbe 108 $kWh/m^2$. Considerato che il clima medio nazionale ha 2085 GG mentre quello medio provinciale 2501 GG, il consumo riportato alla situazione locale sarebbe di circa 130 $kWh/m^2$.

*Acqua calda sanitaria*

Il dato Enea per i consumi di acqua calda sanitaria è pari a circa 18,9 $kWh/m^2$. Ricorrendo alla raccomandazione CTI-R 03/3, per impianti tradizionali si individuano fabbisogni che variano intorno a 35-40 $kWh/m^2$, con rendimenti intorno a 0,75, con una evidente sovrastima dei dati

effettivi.
Si è quindi deciso di stabilire un fabbisogno di acqua calda pari a 1 l/m$^2$ giorno ed un salto termico convenzionale pari a 40°C. La raccomandazione CTI viene quindi impiegata soltanto per il calcolo del rendimento di produzione e della eventuale frazione coperta con l'impianto a pannelli solari. Assumendo un rendimento del 70% per lo stock edilizio e richiedendo un rendimento maggiore dell'85% per il nuovo, il che porta, con qualche arrotondamento ad un indice di stock di 24 kWh/m$^2$ anno e un requisito minimo di 18 kWh/m$^2$.

*Le classi per riscaldamento e acqua calda sanitaria*

A partire dai valori degli indici di stock e dai requisiti relativi ai soli fabbisogni per riscaldamento e per l'acqua calda sanitaria, si perviene alla definizione di classi comprensive di entrambi gli usi. Si considera infatti opportuno permettere di ottenere le migliori prestazioni energetiche in forma congiunta, dato che in molti casi l'impianto di produzione è unico.
I limiti complessivi sono stati arrotondati all'intero inferiore.
La classe di qualità per le nuove realizzazioni è rappresentata dalla classe B. La classe A va ritenuta una categoria di eccellenza perché richiede l'adozione non generalizzabile di misure particolari (collettori solari, recupero termico nella ventilazione, …).

Tab. 3: Classificazione degli edifici in clima standard (2379 GG)

| | Riscaldamento | Acqua calda | Totale |
|---|---|---|---|
| | Val. max | Val. max | Val. max |
| CLASSE A | 22,5 | 9 | 31 |
| CLASSE B | 45,0 | 18 | 63 |
| CLASSE C | 87,5 | 21 | 108 |
| CLASSE D | 130,0 | 24 | 154 |
| CLASSE E | 162,5 | 30 | 192 |
| CLASSE F | 195,0 | 36 | 231 |
| CLASSE G | oltre | oltre | oltre |

## 2) Definizione del metodo di calcolo

Per quanto riguarda il calcolo dei fabbisogni energetici invernali la normativa di riferimento appare sostanzialmente consolidata. Attualmente la procedura di calcolo da seguire è quella indicata dalla norma UNI EN 832 *Prestazione termica degli edifici - Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento – Edifici residenziali* e dalle seguenti norme europee (o internazionali) ad essa complementari:

UNI EN ISO 6946 *Componenti e elementi per edilizia - Resistenza termica e trasmittanza termica - Metodo di calcolo.*
UNI EN ISO 10077-1 *Prestazione termica di finestre, porte e chiusure - Calcolo della trasmittanza termica – Metodo semplificato*
UNI EN ISO 13370 *Prestazione termica degli edifici - Trasferimento di calore attraverso il terreno - Metodi di calcolo*
UNI EN ISO 13786 *Prestazione termica dei componenti per edilizia - Caratteristiche termiche dinamiche - Metodi di calcolo*
UNI EN ISO 13789 *Prestazione termica degli edifici - Coefficiente di perdita di calore per trasmissione -*

*Metodo di calcolo*
UNI EN ISO 14683 *Ponti termici in edilizia - Coefficiente di trasmissione termica lineica - Metodi semplificati e valori di riferimento*
La prossima entrata in vigore della norma EN ISO 13790 Thermal performance of buildings - Calculation of energy use for space heating and cooling , non apporterà cambiamenti sostanziali data la somiglianza con la EN 832.
Per quanto concerne il rendimento dell'impianto termico si fa in generale riferimento alla citata Raccomandazione CTI-R 3/03 e alla UNI 10348, con eccezione dei rendimenti di produzione che sono stimati sulla base delle indicazioni del D.P.R. 660/96 sulla marcatura energetica dei generatori di calore.
Il riferimento puntuale a norme specifiche risulta un particolare punto di forza del metodo. Rispetto all'approccio CasaClima, EcoDomus.vi implementa fin da subito l'analisi dell'impianto energetico e considera dettagliatamente i ponti termici, le dispersioni attraverso pareti a contatto con il terreno e attraverso ambienti non riscaldati, così come le capacità termiche delle singole strutture, preludendo ad una agevole estensione del calcolo alla stagione estiva.

## 3) Predisposizione del foglio di calcolo

Si tratta di una cartella di lavoro in formato Excel, suddivisa in 6 sezioni:

- Foglio 0 Dati generali
- Fogli 1a, 1b, 1c Caratteristiche dei componenti opachi (a e b) e finestrati (c) dell'involucro
- Fogli 2a, 2b, 2c Dimensioni e orientazioni dei componenti opachi (a e b) e finestrati (c)
- Foglio 3 Ponti termici: lunghezze dei ponti termici presenti
- Foglio 4 Ventilazione: portate di ventilazione/infiltrazione e sistema di recupero termico
- Foglio 5 Impianti di produzione ed distribuzione di riscaldamento e acqua calda sanitaria
- Foglio 6 Risultati: Fax simile del certificato energetico con i principali risultati del calcolo

La scelta dello strumento informatico è comune all'impostazione originaria del progetto CasaClima di Bolzano e dello standard Menergie svizzero. Rispetto ad altri approcci risulta di più immediata comprensione, trattandosi di un ambiente di lavoro già familiare a molti utenti di PC, e di facile navigazione.

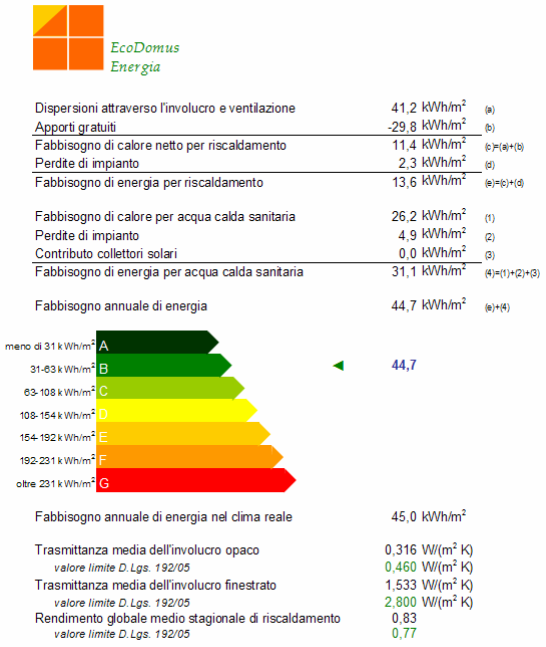


Fig. 1: Risultati del calcolo con il foglio elettronico

## 4) Verifica dei costi e dei benefici della certificazione in alcune situazioni applicative

*Progettare e costruire entro le classi energetiche*

Quali interventi sull'involucro edilizio possono portare una abitazione di classe D o E in classe B? Si consideri un esempio relativo a due tipologie edilizie:

1) edificio destinato ad abitazione unifamiliare
2) edificio a schiera costituito da quattro abitazioni accostate identiche all'abitazione unifamiliare

Il singolo alloggio ha una superficie netta calpestabile di 90 $m^2$, suddivisa su due piani. Ciascun piano dell'abitazione ha altezza netta pari a 2,7 m. In entrambi i casi, uni o multifamiliare, la singola abitazione presenta due affacci, a nord e a sud, mentre le pareti est ed ovest sono cieche.
Escludendo possibili miglioramenti dell'impianto (per il quale si è considerato un rendimento pari a 0,8), le variabili che influenzano il fabbisogno energetico per riscaldamento comprendono l'isolamento dell'involucro edilizio e la stessa tipologia edilizia che vede una diversa incidenza delle superfici disperdenti rispetto al volume riscaldato.
Per entrambe le tipologie si sono quindi considerati interventi sul livello di isolamento, in particolare:

- aumento dello spessore di isolante termico di pareti e copertura (da 5 cm a 12 cm)
- diminuzione della trasmittanza termica dei serramenti (da 2,5 W/($m^2$ K) a 1,5 W/($m^2$ K)) con il ricorso a vetrate bassoemissive con gas.

Si è valutato a parte l'effetto dell'eliminazione dei ponti termici, decisamente rilevanti nella determinazione dei consumi, che va perseguita attraverso una maggiore cura realizzativa e progettuale. I risultati per l'edificio a schiera sono mediati sull'intera superficie.

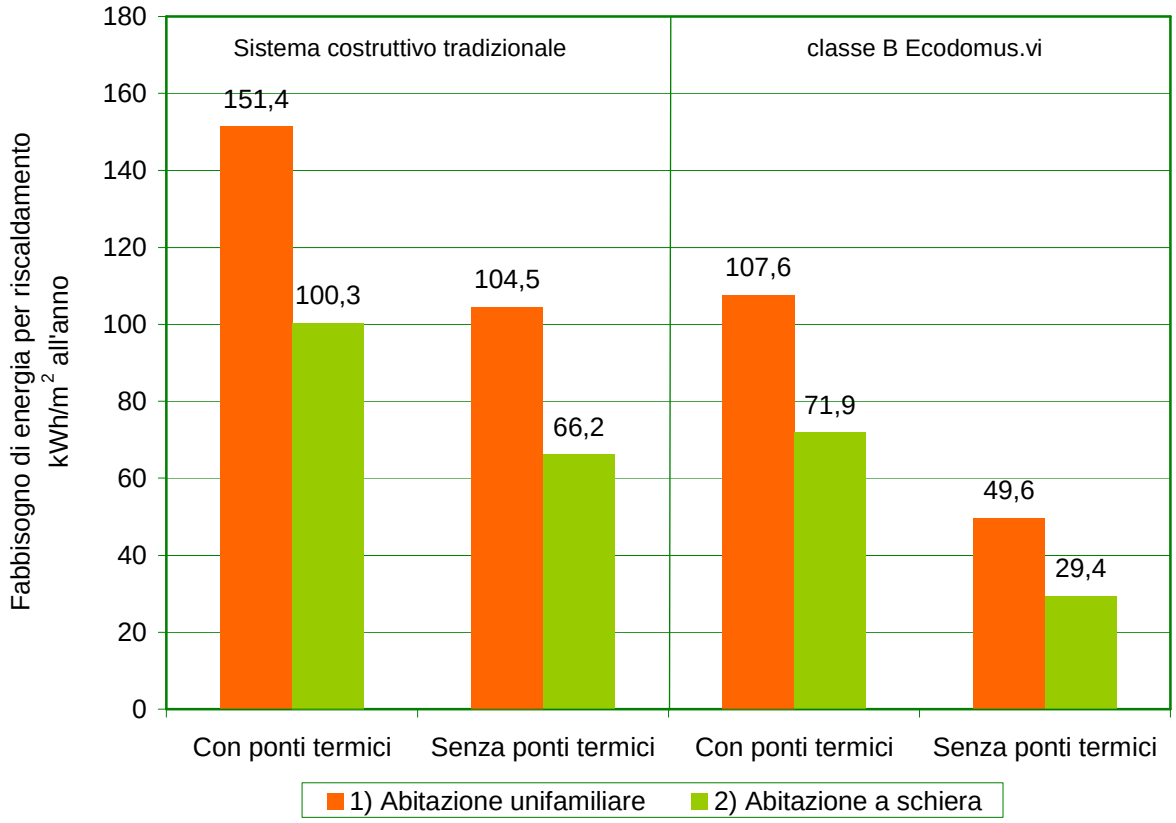


Fig. 2: Fabbisogno di energia per riscaldamento: confronto tra tecniche costruttive

La figura 2 mostra il fabbisogno energetico annuo per unità di superficie delle abitazioni considerate. Si può osservare che:

- a parità di materiali e caratteristiche costruttive, la geometria e quindi la tipologia edilizia influiscono notevolmente sulla richiesta di energia primaria per il riscaldamento: edifici con rapporto S/V (Superficie disperdente/Volume riscaldato) minore, come nel caso della schiera, consumano meno;
- l'incidenza dei ponti termici sul fabbisogno di riscaldamento è rilevante ed aumenta con il livello di isolamento: risulta quindi raccomandabile che la realizzazione segua la migliore "regola d'arte", minimizzando tutti i possibili "punti deboli" dell'involucro;
- con interventi sul solo involucro edilizio, l'abitazione unifamiliare a partire dal sistema costruttivo tradizionale con ponti termici, che ha un fabbisogno energetico da classe E, può arrivare sulla soglia della classe B, risparmiando il 67%; l'edificio a schiera che inizialmente ha un fabbisogno energetico da classe D, con i provvedimenti ipotizzati passa in classe B, risparmiando il 71% di energia.

*Vantaggi economici: costi e benefici della costruzione Ecodomus.vi*

Per quanto riguarda la differenza di costo tra una abitazione tradizionale e una abitazione bene isolata e il risparmio di energia monetizzato sulla base delle attuali tariffe del gas per uso domestico, si sono confrontati il sistema costruttivo tradizionale senza ponti termici, la cui eliminazione non è stata ritenuta particolarmente onerosa, e il sistema costruttivo super-isolato con vetrocamera bassoemissivo, sempre senza ponti termici. Nelle valutazioni si considerano inoltre solo i costi per i materiali, dato che l'incidenza della manodopera dovrebbe risultare inalterata.

Le principali voci di costo sono quelle relative al maggiore spessore di isolamento e all'impiego di vetrate basso emissive (b.e.) con gas:

| | | |
|---|---|---|
| - isolamento: | 1,2-1,3 €/m$^2$ per cm di spessore × 7 cm di spessore differenziale = | |
| | extra costo | 8,4-9,1 €/m$^2$ di superficie isolata |
| - vetrate b.e.: | extra costo | 15-20 €/m$^2$ di superficie vetrata |

**Questo comporta maggiori costi pari a:**

- Edificio unifamiliare 1:

| | | |
|---|---|---|
| 8,4-9,1 €/m$^2$ × 252 m$^2$ di sup. disperdente | = | 2120-2290 € |
| 15-20 €/m$^2$ × 10 m$^2$ di sup. vetrata | = | 150- 200 € |
| totale | = | 2270-2490 € |

- Edificio multifamiliare 2 (valori medi per unità abitativa u.a.)

| | | |
|---|---|---|
| 8,4-9,1 €/m$^2$ × 642 m$^2$ di sup. disperdente /4 | = | 1350-1460 € |
| 15-20 €/m$^2$ × 40 m$^2$ di sup. vetrata /4 | = | 150- 200 € |
| totale | = | 1500-1660 € |

**Risparmi annuali**

- Edificio unifamiliare 1:

| | | |
|---|---|---|
| 104,5 kWh/m$^2$– 49,6 kWh/m$^2$ | = | 54,9 kWh/m$^2$ |
| equivalenti in gas a | | 5,72 Sm$^3$/m$^2$ |
| 5,72 Sm$^3$/m$^2$ × 90 m$^2$ × 0,6 €/Sm$^3$ | = | 309 €/anno |

- Edificio multifamiliare 2 (valori medi per u.a.):

| | | |
|---|---|---|
| 66,2 kWh/m$^2$– 29,4 kWh/m$^2$ | = | 36,8 kWh/m$^2$ |
| equivalenti in gas a | | 3,84 Sm$^3$/m$^2$ |
| 3,84 Sm$^3$/m$^2$ × 90 m$^2$ × 0,6 €/Sm$^3$ | = | 207 €/anno |

Dividendo il costo per il risparmio annuo, si può vedere come l'investimento rientri in entrambi i casi in 7-8 anni:

- Edificio unifamiliare 1:

  2270-2490 / 309 = 7,3-8,1 anni

- Edificio multifamiliare 2:

  1500-1660 / 207 = 7,2-8,0 anni

*I benefici sulle emissioni a livello provinciale*

L'analisi condotta evidenzia che la costruzione secondo i requisiti della classe B della certificazione Ecodomus.vi porta a consumi compresi tra metà e un terzo di quelli dei sistemi costruttivi tradizionali applicati attualmente ai nuovi edifici (fig. 2). Questo ha ricadute rilevanti anche sul territorio.

Considerato il solo settore residenziale, i permessi di costruzione per abitazioni in nuovi fabbricati residenziali e ampiamenti hanno riguardato in provincia nei quattro anni 2000-2003 oltre 1.625.000 $m^2$ di superficie utile (fig. 3).

Stimando che la costruzione secondo la classe B di Ecodomus.vi possa consentire risparmi anche solo del 50% rispetto alla pratica attuale, l'applicazione dello standard alle superfici abitative realizzate avrebbe portato fin dal 2004 a risparmi dell'ordine di 100 milioni di kWh, equivalenti a 12,5 milioni di $m^3$ di gas (fig. 4). Un trend di riduzione di oltre 3,1 milioni di $m^3$ all'anno che rappresenta quindi un obiettivo possibile dei prossimi anni e che potrebbe portare in 10 anni a risparmiare circa 30 milioni di $m^3$ di gas (il 6% dei consumi attuali di gas attribuibili al settore), con una corrispondente riduzione delle emissioni di anidride carbonica pari a 57.000 tonnellate.

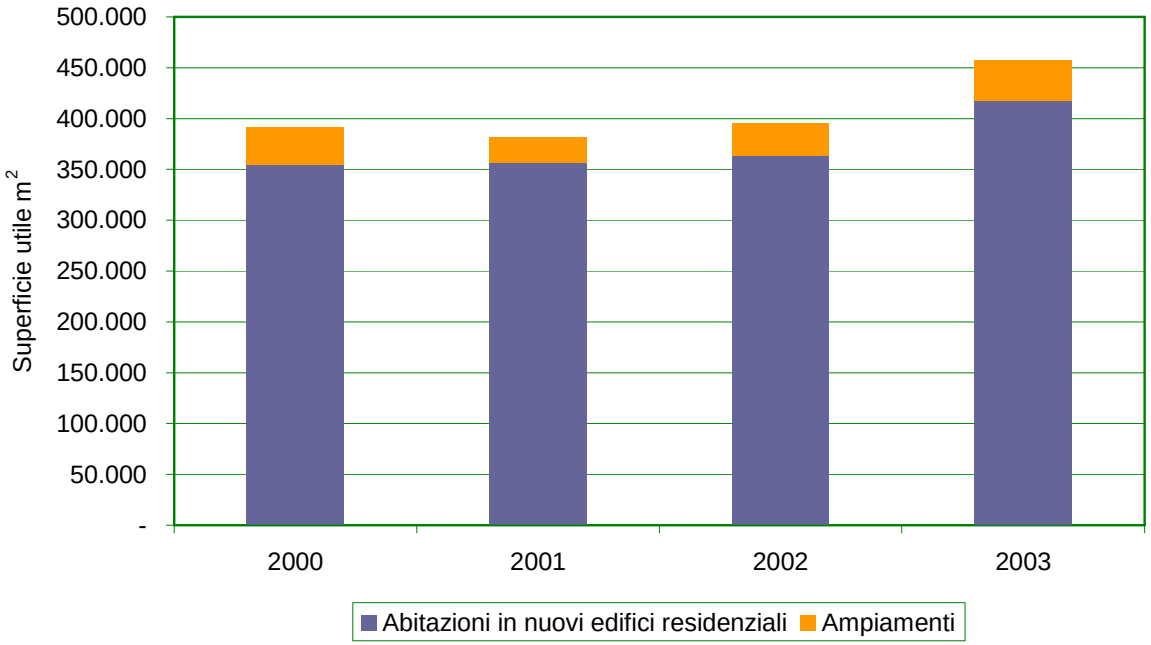


Fig. 3: Superficie utile delle abitazioni in edifici residenziali relativa ai permessi 2000-2003.

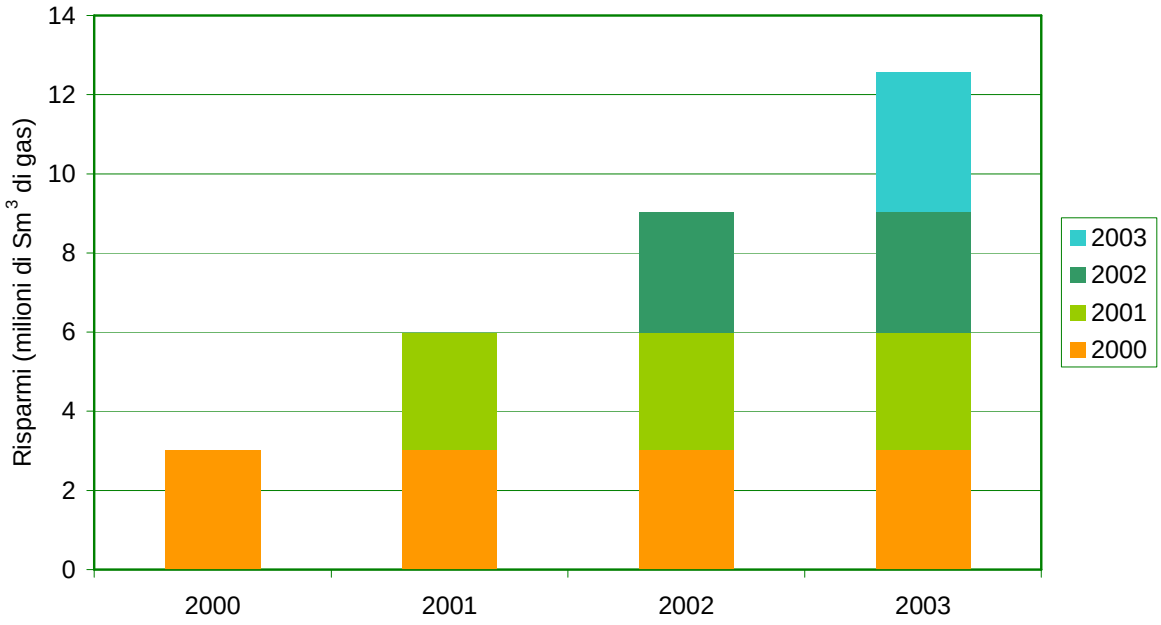


Fig. 4: Ipotesi di risparmio derivante dall'adozione dello standard Ecodomus.vi Classe B per le superfici abitative realizzate negli ultimi anni.

## 5) Costituzione di una commissione tecnica permanente

Il progetto prevede una continua revisione e messa a punto dei principali parametri e delle metodologie, sia al fine di mantenere la migliore corrispondenza con la specifica situazione del territorio, sia per garantire il rispetto della procedura di assegnazione della classe. È in fase di costituzione una commissione tecnica permanente, nominata da Vi.energia. Farà capo alla stessa commissione il rilascio della certificazione, una volta superate le necessarie verifiche di cantiere. Queste verranno effettuate nei tempi e con le modalità stabilite dalla stessa commissione da parte di tecnici interni a Vi.energia.

La composizione della commissione vedrà la presenza di tre esperti dell'università con ruolo di coordinamento scientifico e di garanzia, di un rappresentante della Provincia e di un rappresentante designato congiuntamente dagli ordini professionali degli ingegneri, architetti, geometri e periti, con ruolo di collegamento con i soggetti interessati al progetto.