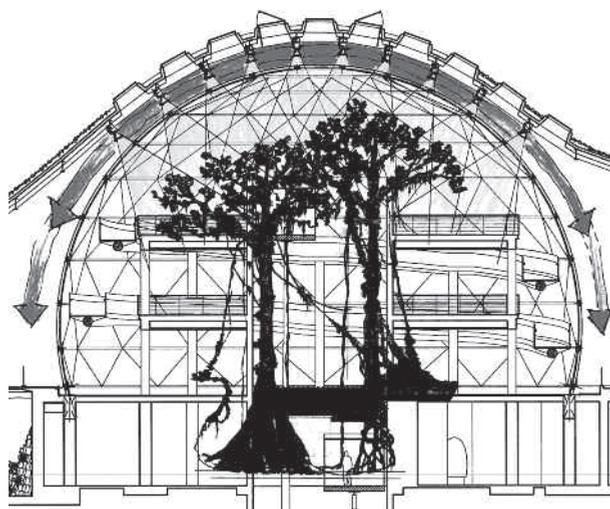


Vincenzo Manno – Maria Cristina Spadafora

MANUALE DEL CERTIFICATORE ENERGETICO

GUIDA ALLA NUOVA PROFESSIONE

AGGIORNATA AL D.M. 5 MAGGIO 2011
(QUARTO CONTO ENERGIA)



CD-ROM INCLUSO

NORMATIVA, FORMULARI, SIMULAZIONI D'INVESTIMENTO E TERMOLOG EPIX 2

SECONDA EDIZIONE


GRAFILL

Vincenzo Manno, Maria Cristina Spadafora
MANUALE DEL CERTIFICATORE ENERGETICO

ISBN 13 978-88-8207-440-1
EAN 9 788882 074401

Manuali, 110
Seconda edizione, settembre 2011

Manno, Vincenzo <1977->

Manuale del certificatore energetico / Vincenzo Manno, Maria Cristina Spadafora. –
2. ed. – Palermo : Grafill, 2011.

(Manuali ; 110)

ISBN 978-88-8207-440-1

1. Edifici – Impianti termici. I. Spadafora, Maria Cristina <1977->.

697 CDD-22 SBN Pal0235336

CIP – Biblioteca centrale della Regione siciliana "Alberto Bombace"

*In copertina, schizzo del sistema di illuminazione e ventilazione della
Rainforest al California Academy of Sciences di San Francisco – USA.
Gentilmente concesso dalla Renzo Piano Building Workshop.*

Illustrazioni: M. Cristina Spadafora

Un ringraziamento speciale a Gianluca Scaccianoce per i preziosi
consigli.

© **GRAFILL S.r.l.**

Via Principe di Palagonia, 87/91 – 90145 Palermo
Telefono 091/6823069 – Fax 091/6823313
Internet <http://www.grafill.it> – E-Mail grafill@grafill.it

Finito di stampare nel mese di settembre 2011

presso **Officine Tipografiche Aiello & Provenzano S.r.l.** Via del Cavaliere, 93 – 90011 Bagheria (PA)

Tutti i diritti di traduzione, di memorizzazione elettronica e di riproduzione sono riservati. Nessuna parte di questa pubblicazione può essere riprodotta in alcuna forma, compresi i microfilm e le copie fotostatiche, né memorizzata tramite alcun mezzo, senza il permesso scritto dell'Editore. Ogni riproduzione non autorizzata sarà perseguita a norma di legge. Nomi e marchi citati sono generalmente depositati o registrati dalle rispettive case produttrici.

Gli autori sono responsabili delle liberatorie per la riproduzione delle immagini.

INDICE

PREMESSA	p.	9
A. QUADRO NORMATIVO E LEGISLATIVO	"	11
A.1 Considerazioni generali	"	11
A.2 Normativa: la sua evoluzione	"	13
A.3 Recepimento della direttiva europea in Italia:		
D.Lgs. n. 192/2005 e D.Lgs. n. 311/2006	"	15
A.3.1 Adempimenti richiesti dal D.Lgs. n. 192/2005 sostituito con D.Lgs. n. 311/2006	"	20
FOCUS – Strutturazione del sistema normativo italiano	"	24
A.4 D.P.R. 2 aprile 2009, n. 59	"	25
A.5 D.M. 26 giugno 2009: le linee guida nazionali per la certificazione energetica	"	28
A.5.1 Allegato A – Linee Guida Nazionali	"	30
A.5.2 Allegato 2 – Schema di procedura semplificata per la determinazione dell’indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale dell’edificio	"	34
A.5.3 Allegato 3 – Metodologie di calcolo	"	36
A.5.4 Allegato 4 – Sistema di classificazione nazionale (climatizzazione invernale e produzione acqua calda sanitaria)	"	39
FOCUS – Differenze tra AQE e ACE (vedi Cap. F)	"	42
A.6 Attestato di certificazione energetica: novità introdotte dal D.Lgs. n. 112/2008	"	43
A.7 Scenari futuri: Direttiva europea 2010/31/UE.....	"	44
A. Appendice: sistema di certificazione LEED	"	45
B. STRUMENTI E TECNICHE	"	47
B.1 Introduzione: Ambiente – Sostenibilità – Edilizia	"	47
B.2 Analisi di alcuni fattori dell’involucro che influenzano il fabbisogno energetico di un edificio	"	48
B.3 Procedure di calcolo della prestazione energetica del sistema edificio-impianto.....	"	51

B.3.1	L'indice di prestazione energetica	p.	53
B.3.2	Le Norme Tecniche europee ed italiane	~	58
B.4	Fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione invernale ed estiva (UNI TS 11300-1)	~	59
B.4.1	Principali caratteristiche termofisiche dei componenti opachi e trasparenti dell'involucro edilizio	~	61
B.4.2	Trasmissione del calore: trasmittanza termica lineica dei ponti termici lineari.....	~	67
B.4.3	Dispersione termica per trasmissione e ventilazione.....	~	69
B.4.4	Gli apporti gratuiti: apporti interni e apporti solari	~	72
B.4.5	Fattore di utilizzazione	~	77
B.5	Fabbisogno di energia primaria per il riscaldamento	~	78
B.5.1	Calcolo dei rendimenti e delle perdite del sistema impianto	~	78
B.5.2	Espressione generale del fabbisogno di energia primaria per il riscaldamento.....	~	90
B.5.3	Metodo di calcolo semplificato	~	90
B.6	Calcolo del fabbisogno energetico per acqua calda sanitaria.....	~	91
B.6.1	Criteri e metodo di calcolo	~	93
B.6.2	Calcolo del fabbisogno di energia primaria.....	~	97
B.6.3	Calcolo dei rendimenti.....	~	97
B.7	Determinazione dell'energia primaria per la climatizzazione estiva.....	~	98
B.7.1	Procedura di calcolo: fabbisogno di energia primaria per la climatizzazione estiva e rendimento globale medio stagionale	~	99
B.7.2	Fabbisogno effettivo di energia termica dell'edificio per il raffrescamento	~	100
B.7.3	Fabbisogno di energia termica dell'edificio per il trattamento dell'aria Q	~	110
B.7.4	Fabbisogno di energia elettrica per gli ausiliari degli impianti di climatizzazione Q_{aux}	~	110
B.7.5	Efficienza di generazione: prestazione delle macchine frigorifere ai carichi parziali	~	113
	FOCUS – Coefficiente di prestazione medio mensile del sistema di produzione dell'energia frigorifera per unità ad assorbimento.....	~	116
	Tablelle riassuntive	~	118
C.	INTEGRAZIONI MIGLIORATIVE E DI RIQUALIFICA DELLE PRESTAZIONI ENERGETICHE DELL'EDIFICIO.....	~	150
C.1	Introduzione: prestazioni energetiche negli edifici	~	150

C.2	Valutazione dell'efficienza energetica dell'involucro e dell'impianto	"	151
C.3	Interventi migliorativi: isolamento dell'involucro opaco.....	p.	153
C.3.1	Coperture piane	"	153
C.3.2	Coperture falde	"	154
C.3.3	Basamenti e solai inferiori	"	156
C.3.4	Pareti verticali	"	157
C.4	Materiali isolanti	"	159
	FOCUS – Alcune aziende impegnate nella produzione di materiali isolanti.....	"	162
C.5	Valutazioni sull'efficienza dei sistemi murari: tamponamenti dell'involucro opaco	"	163
C.6	Interventi migliorativi: isolamento dell'involucro vetrato	"	165
C.6.1	Tipologie e caratteristiche dei vetri	"	165
	FOCUS – Vetrocamera	"	168
C.6.2	Vetri, serramenti ed infissi	"	168
C.6.3	Schermature degli elementi vetrati	"	170
C.7	Controllo delle prestazioni energetiche degli impianti.....	"	172
C.7.1	Efficienza del sottosistema di emissione	"	172
C.7.2	Efficienza del sottosistema di regolazione e controllo	"	173
C.7.3	Efficienza del sottosistema di distribuzione	"	174
C.7.4	Efficienza del sottosistema di produzione	"	176
C.7.5	Tipi di generatori	"	176
C.8	Ventilazione meccanica controllata (VMC): introduzione	"	179
C.8.1	Ventilazione meccanica controllata a flusso semplice, a portata variabile e portata fissa	"	180
C.8.2	Ventilazione meccanica controllata a doppio flusso.....	"	181
D.	FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI	"	182
D.1	Introduzione	"	182
D.2	Solare termico	"	183
D.3	Fotovoltaico	"	186
D.4	Biomassa	"	188
D.5	Geotermico.....	"	191
D.6	Eolico	"	195
	FOCUS – Decreto Ministeriale 6 settembre 2010 – Linee Guida autorizzazioni	"	197
E.	EFFICIENZA ENERGETICA.....	"	199
E.1	Introduzione	"	199

E.2	Domotica.....	p.	199
E.3	Cogenerazione	~	201
E.4	Architettura bioclimatica	~	201
F.	ATTESTATO DI CERTIFICAZIONE ENERGETICA	~	203
F.1	Introduzione	~	203
F.2	Attestato di qualificazione energetica.....	~	204
F.3	Attestato di certificazione energetica	~	205
	Tablette riassuntive		
	<i>Linee Guida Nazionali – Allegato A – Allegati 5, 6, 7</i>	~	210
G.	VERIFICA, GESTIONE E CONTROLLO		
	DELLA PROCEDURA ENERGETICA	~	224
G.1	Certificazione energetica:		
	un processo di controllo sulla qualità	~	224
	FOCUS – Soggetti abilitati alla certificazione energetica		
	degli edifici	~	225
	G.1.1 Obblighi normativi dei soggetti coinvolti		
	nel processo edilizio	~	226
	G.1.2 Formulario pratico		
	– Supporto al certificatore in cantiere	~	228
G.2	Valutazione di conformità.....	~	234
G.3	Sopralluoghi e offerta economica.....	~	236
G.4	Formulario pratico		
	– Attestato di certificazione energetica.....	~	236
G.5	Software predisposti al calcolo		
	delle prestazioni energetiche degli edifici	~	245
	G.5.1 Docet	~	246
	G.5.2 TERMOLOG EpiX 2.....	~	247
H.	STIMA ECONOMICA ED INCENTIVI	~	257
H.1	Introduzione	~	257
H.2	Strategie ed incentivi per l'efficienza energetica	~	259
	H.2.1 Certificati Bianchi (TEE).....	~	260
	H.2.2 Certificati Verdi (CV)	~	261
I.	NUOVI INCENTIVI ALLA PRODUZIONE DI ENERGIA	~	264
I.1	Introduzione	~	264
I.2	Tariffa onnicomprensiva	~	264
I.3	Scambio sul posto – Delibera AEEG 74/2008 (e s.m.i.)	~	265

I.4	Ritiro dedicato – Delibera AEEG 280/2007 (e s.m.i.)	p.	266
I.5	Conto energia	"	267
I.5.1	Conto energia 2011	"	268
FOCUS – Premialità	"	270
I.6	Quarto conto energia.....	"	274
I.6.1	Premi	"	274
I.6.2	Tariffe (allegato 5 del D.M.).....	"	275
I.6.3	Considerazioni degli autori.....	"	280
J.	AGEVOLAZIONI PER INTERVENTI		
	DI RIQUALIFICAZIONE	"	282
J.1	Introduzione	"	282
J.2	Detrazioni al 55%	"	282
J.2.1	Interventi di riqualificazione energetica di edifici esistenti	"	283
J.2.2	Interventi sugli involucri degli edifici	"	284
J.2.3	Interventi di pannelli solari.....	"	285
J.2.4	Interventi di sostituzione di impianti di climatizzazione invernale.....	"	286
FOCUS – Contenuti asseverazione	"	286
J.3	Cosa detrarre e come	"	288
K.	ESEMPI DI PROGETTI		
	AD ALTA EFFICIENZA ENERGETICA	"	291
K.1	California Academy of Science – Renzo Piano Building Workshop .	"	291
K.1.1	Introduzione	"	292
K.1.2	Descrizione degli spazi	"	293
K.1.3	L'edificio come architettura sostenibile	"	296
K.1.4	Il tetto verde.....	"	296
K.1.5	I materiali	"	299
K.1.6	Scheda tecnica	"	300
K.1.7	Costo dell'edificio.....	"	303
K.1.8	Riconoscimenti	"	303
K.2	La casa da 100 K € – Mario Cucinella Architects	"	304
K.2.1	Introduzione	"	304
K.2.2	L'edificio come architettura sostenibile.....	"	307
K.2.3	Descrizione delle caratteristiche dell'edificio	"	307
K.2.4	Scheda tecnica.....	"	311
L.	INTERVENTI IN ITALIA		
	CON RICONOSCIMENTI CASACLIMA	"	313

L.1	Introduzione	p.	313
L.2	La certificazione con sigillo di qualità CasaClima.....	~	313
L.2.1	I punti di forza della certificazione energetica CasaClima...	~	314
L.2.2	Il protocollo di certificazione CasaClima	~	314
L.2.3	L'iter di certificazione	~	315
L.3	Casa Glauber – Risanamento energetico di immobile soggetto a tutela	~	316
L.3.1	Introduzione	~	317
L.3.2	Involucro opaco	~	318
L.3.3	Involucro trasparente: le finestre	~	322
L.3.4	Impianti	~	324
L.3.5	Monitoraggio del sistema energetico attivo.....	~	325
L.3.6	Conclusioni	~	325
L.4	Casa Borghesan	~	327
L.4.1	Introduzione	~	328
L.4.2	L'edificio	~	328
L.4.3	L'involucro opaco	~	330
L.4.4	Involucro vetrato.....	~	333
L.4.5	Impianto VMC	~	333
L.4.6	Fonti rinnovabili: pannelli solari e fotovoltaico	~	334
L.4.7	Conclusioni	~	335
L.5	Casa Dahoam	~	336
L.5.1	Introduzione	~	337
L.5.2	Tecniche costruttive e prestazioni dell'involucro opaco	~	340
L.5.3	Involucro vetrato	~	342
L.5.4	Sistema impiantistico	~	343
L.5.5	Conclusione.....	~	344

GUIDA ALL'INSTALLAZIONE

E ALL'USO DEL SOFTWARE	~	346
Contenuti del CD-ROM.....	~	346
Requisiti minimi hardware e software	~	346
Procedura per la richiesta della password utente.....	~	346
Procedura per l'installazione del software	~	347
Primo avvio, registrazione ed uso del software.....	~	348

PREMESSA

Le esigenze dell'uomo, nel corso del tempo, sono andate sempre più mutando, particolarmente in relazione alla continua ricerca di una migliore qualità della vita. Così, se nei tempi più remoti una necessità primaria dell'uomo era rappresentata dalla semplice costruzione di abitazioni, il cui involucro mitigasse gli effetti delle condizioni climatiche esterne, con l'andare del tempo questa necessità si è evoluta fino all'inclusione degli impianti tecnologici per migliorare le condizioni di benessere che si instaurano all'interno delle abitazioni.

Oggi grazie alla disponibilità di installazioni per la trasformazione dell'energia e di infrastrutture per il suo trasporto, l'uomo non si occupa più di indagare con apprensione le condizioni climatiche del sito o di verificare la disponibilità in loco di materiali per la progettazione dell'involucro edilizio; egli infatti riserva oggi all'involucro attenzioni prevalentemente estetiche, demandando quasi totalmente agli impianti di condizionamento il compito di garantire un adeguato comfort termico.

Tale evoluzione nella concezione del sistema edificio-impianto ha costituito l'inizio della scissione nella progettazione dei due componenti di questo sistema: da un lato opera l'architetto che si preoccupa principalmente dell'estetica dell'opera; dall'altro lato, a posteriori, interviene l'ingegnere che deve dimensionare un impianto in grado di garantire le condizioni ambientali interne desiderate senza interferire con l'aspetto estetico dell'opera.

Questa scissione si è in parte ricomposta dopo la crisi energetica degli anni '70, che ha fornito una prima decisa spinta verso il risparmio energetico e verso l'efficienza energetica anche nel settore edilizio, nella consapevolezza della limitatezza delle fonti energetiche primarie.

Il più recente stimolo verso le tematiche dell'efficienza energetica nel settore edilizio è stato fornito dalla sottoscrizione del protocollo di Kyoto e del cosiddetto "20-20-20", in cui si prefigura il problema non soltanto della limitatezza delle risorse fossili, ma anche dell'impatto nei confronti dell'ambiente che esse esercitano.

Questo panorama in rapida evoluzione necessita di strumenti adeguati per affrontare con buone probabilità di successo una sfida così impegnativa e per far in modo che gli attori coinvolti si muovano in maniera coordinata, proprio perché non è più possibile immaginare di progettare separatamente l'involucro dagli impianti, dovendo invece convergere verso la sinergia tra chi progetta l'involucro e chi progetta gli impianti.

Proprio a tal proposito, di primaria importanza risulta certamente la direttiva europea 2002/91/CE del Parlamento Europeo del 16 dicembre 2002 sul "rendimento energetico nell'edilizia" (pubblicata nella Gazzetta Ufficiale della Comunità Europea del 4 gennaio 2003), la quale definisce una serie di importanti aspetti: il quadro generale di

una metodologia per il calcolo del rendimento energetico integrato degli edifici; l'applicazione di requisiti minimi in materia di rendimento energetico degli edifici di nuova costruzione; l'applicazione di requisiti minimi in materia di rendimento energetico degli edifici esistenti di grande metratura sottoposti a importanti ristrutturazioni; la certificazione energetica degli edifici; l'ispezione periodica delle caldaie e dei sistemi di condizionamento d'aria negli edifici, nonché una perizia del complesso degli impianti termici le cui caldaie abbiano più di quindici anni.

La Direttiva è stata recepita in Italia con il D.Lgs. n. 192/2005 ("Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia"), che riprende i principi generali della Legge n. 10/1991, ma li attualizza nel contesto presente, nel quale insistono problematiche che travalicano la capacità di intervento dei singoli Stati e che stanno contribuendo a mettere in crisi anche il nostro sistema energetico: tra questi, l'instabilità politica di alcuni paesi ricchi di risorse fossili, la sempre crescente richiesta di energia e la limitata capacità delle attuali infrastrutture di trasporto dell'energia (elettrodotti e gasdotti, innanzitutto).

In concreto, per tradurre queste problematiche in una prassi progettuale consapevole, si può seguire il suggerimento dell'AICARR, per la quale, *limitatamente al sistema edificio-impianti, la strategia per ridurre i consumi energetici e contestualmente rispondere alle richieste di maggior benessere ambientale viaggia su tre binari paralleli:*

- ridurre, a parità di benessere ambientale richiesto, i carichi termici degli edifici;
- applicare negli impianti tecnologici a servizio del benessere ambientale le tecnologie più efficienti;
- progettare i sistemi edificio-impianti realmente come sistemi integrati sfruttando al massimo le possibili sinergie.

Alla luce di quanto esposto, appare evidente che lo scopo primario di questo libro è di fornire un ausilio al progettista e al certificatore nella sua attività di audit energetico e nella scelta delle soluzioni ottimali, sia dal punto di vista delle tecnologie disponibili in commercio che delle più recenti strategie di gestione degli edifici. Infatti, in vista di una loro applicazione al sistema edificio-impianto, vengono qui descritte alcune soluzioni di riqualificazione energetica ed alcune tecnologie di controllo e di gestione del sistema edificio-impianti.

Gianluca Scaccianoce

Docente della Facoltà di Ingegneria
dell'Università degli Studi di Palermo

A. QUADRO NORMATIVO E LEGISLATIVO

▼ A.1 Considerazioni generali

Nel Consiglio Europeo del 12 dicembre 2008, i capi di governo della UE hanno raggiunto un accordo di fondamentale importanza sul *pacchetto clima-energia* comunemente chiamato del “20-20-20”. Dal nome stesso, l’accordo prevede che nel 2020 si raggiungano i seguenti obiettivi:

- la riduzione del 20% delle emissioni di gas climalteranti;
- l’aumento al 20% del risparmio energetico;
- il raggiungimento della quota del 20% di energia “verde” consumata (20% di energia proveniente da fonte rinnovabile).

La strada per un sicuro successo nell’ottenimento di questi obiettivi è la diversificazione delle fonti energetiche. Come ben sappiamo petrolio, gas e carbone sono risorse destinate all’esaurimento ed, inoltre, l’aumento del costo per il loro reperimento e le instabilità politiche dei Paesi dove sono presenti i principali bacini di fonti fossili, stanno inducendo i Paesi più sviluppati ad investire nel comparto dell’energia cosiddetta verde (energie rinnovabili).

Il logico processo economico che ci attendiamo vede lo spostarsi di ingenti capitali, fino ad ora impiegato nell’acquisto di energia fossile, nel comparto della ricerca per recupero dell’energia.

I più forti vantaggi che trarremo da questo processo saranno una maggiore indipendenza e democratizzazione dell’energia ed una migliore qualità dell’aria e, plausibilmente, della vita in generale.

Parallelamente a questi sforzi, è necessario che anche la società sviluppi una cultura del risparmio.

Il solo settore residenziale e terziario ad oggi utilizza il 40% delle risorse energetiche del Paese e questa quota è ritenuta facilmente abbattibile a fronte però di investimenti nel campo dell’efficienza energetica. Se lo Stato è chiamato, sia per direttiva Europea sia per reale esigenza, a trovare le soluzioni a questi problemi, la collettività è obbligata a seguirne le prescrizioni nell’interesse comune.

La sempre più alta voce di spesa nel bilancio degli Stati, congiuntamente alla maturata consapevolezza delle mutazioni climatiche, ha permesso che si sia consolidata una forte sensibilità nei confronti delle politiche energetiche.

È anche per questo motivo che negli ultimi decenni numerosi governi, in testa quelli Europei, hanno emanato normative in favore del risparmio energetico e dell’uso di fonti rinnovabili. Un’area prioritaria di intervento è sicuramente costituita dal consumo portato dal comparto edile, causa di eccessivi sprechi relativi a tecniche di costruzione e di impianti di riscaldamento/raffreddamento, spesso obsoleti.

Come sta affrontando il nostro paese questa sfida?

In Italia, ad una prima regolamentazione della materia, conseguente la crisi petrolifera del 1972-1974 (Legge n. 373/1976 e relativi decreti attuativi) è seguita la **Legge 10 del 1991** contenente le “norme per l’attuazione del piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell’energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia”.

Con tale legge l’Italia si poneva all’avanguardia in Europa, riguardo al contenimento dei consumi energetici nell’ambiente *del costruito*. In essa si parlava già di certificazione energetica e si introduceva l’obbligo dell’uso delle fonti rinnovabili negli edifici pubblici. Purtroppo però, la mancata emanazione dei decreti attuativi ne rese vane le aspettative.

Bisognerà attendere il dicembre del 2002 e la pubblicazione della **Direttiva Europea 2002/91/CE** sul tema del rendimento energetico in edilizia – conosciuta anche sotto l’acronimo EPBD Energy Performance Building Directive – per sedersi di nuovo al tavolo e legiferare in materia.

La Direttiva imponeva la data del 4 gennaio 2006 come data ultima per il suo recepimento da parte dei Governi, affinché questi emanassero un decreto legislativo in materia di contenimento dei consumi, produzione di acqua calda sanitaria, illuminazione, ventilazione e condizionamento estivo.

Il risultato prodotto dall’Italia fu il decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192 che verrà integrato l’anno successivo dal decreto legislativo 29 dicembre 2006, n. 311.

I due decreti legge vertevano principalmente sul contenimento dei consumi in regime di climatizzazione invernale, poiché fino a pochi anni fa ci si basava sul cliché che i maggiori consumi avvenissero durante la stagione invernale ed il *boom* dei condizionatori estivi non si era ancora palesato. In realtà l’impiego, cresciuto in modo esponenziale, dei condizionatori o pompe di calore per il raffrescamento ha invertito la rotta dei consumi in alcune zone climatiche. Preme per questo sottolineare come stia arrivando in modo tardivo l’emanazione di uno strumento capace di quantificare il consumo dovuto a questi apparecchi durante il periodo estivo.

La risposta a questo problema sarebbe dovuta arrivare invero dalle Linee Guida nazionali approvate dal Governo nel giugno 2009, ma, anche in questo caso, le aspettative sono state deluse.

Aldilà di questo problema non trascurabile, la legislazione di questi ultimi anni ha impresso una spinta nella giusta direzione. Con le nuove prescrizioni, infatti, il fabbisogno degli edifici si abbassa di anno in anno, cosicché un edificio costruito nel 2010 consuma quasi la metà di uno costruito nel 2005.

I prossimi anni, così come quelli appena passati, porteranno grandi cambiamenti nel modo di costruire, richiedendo uno sforzo maggiore nella progettazione, nello sviluppo e nella ricerca di nuovi materiali da costruzione e nella componente impiantistica.

Un ruolo fondamentale viene affidato alla Certificazione Energetica, che in modo semplice e trasparente permette all’utente di valutare la qualità di un edificio in vendita, *qualità* tradotta in *risparmio energetico/economico* nel bilancio delle spese future previste dall’utente e che porterà alla regolamentazione di un mercato che spingerà sempre di più verso l’eccellenza/efficienza.

In Provincia di Bolzano, città pioniera della certificazione energetica, si è osservato un fenomeno che fa riflettere: all'introduzione delle 3 classi energetiche "A-B-C", la domanda del mercato ha così fortemente premiato le prime due classi che in poco tempo non si è più costruito in classe C, abbandonandola definitivamente.

Un caso analogo, sotto gli occhi di tutti, è il settore degli elettrodomestici. L'obbligatorietà dell'etichettatura ha fatto registrare una tale impennata delle vendite delle macchine più efficienti, che oggi è quasi impossibile trovare elettrodomestici di fascia inferiore a C.

Questo fenomeno ha comportato la riduzione dei consumi elettrici, la riduzione delle spese delle famiglie e, non meno importante, la riduzione della pressione esercitata dall'uomo sull'ambiente.

Il messaggio che questo libro vuole fortemente portare avanti è quello che la riqualificazione energetica costituisce una nuova opportunità imprenditoriale, che *riqualificare* vuol dire *risparmiare* e che *intervenire migliorando l'efficienza* significa proporre non solo un'interessante fonte di risparmio ma anche in certi casi di guadagno.

La situazione attuale italiana non è delle migliori, il nostro patrimonio edile, ricco di esempi di speculazione edilizia senza regole, è uno dei più vecchi ed inefficiente per quanto riguarda il contenimento dei consumi energetici. La mancanza di una legislazione veramente efficace sino al 2005 ha fatto sì che oggi l'Italia debba affrettarsi se vuole recuperare il tempo perduto e raggiungere gli obiettivi di riduzione di emissioni gas serra in cui si è impegnata firmando il Protocollo di Kyoto.

Una buona preparazione dei tecnici del settore permetterà di effettuare quel cambio di passo necessario per raggiungere i risultati voluti.

▼ A.2 Normativa: la sua evoluzione

Il **Libro verde** del 29 novembre 2000 sulla sicurezza dell'approvvigionamento energetico, metteva in risalto le fragilità e le lacune in materia di energia dell'Unione Europea. Lo studio pronosticava che nel 2020, in assenza di interventi concreti, l'Unione Europea avrebbe coperto una quota rilevante del suo fabbisogno energetico attraverso energia importata per una quota pari al 70%. La misura di questa dipendenza comportava e comporta, in termini di geopolitica, una condizione inaccettabile. Per questo motivo, il Libro verde si proponeva di elaborare una strategia di sicurezza dell'approvvigionamento destinata a ridurre i rischi legati a questa dipendenza esterna.

La strategia proponeva al suo interno misure in soccorso dell'ambiente e evidenziava la necessità di creare un mercato di *produzione di energia* interno all'Unione Europea. Da queste premesse, insieme ad altri contributi, tra i quali il Libro Bianco del 1997 sulle fonti energetiche rinnovabili COM(97) 599 e la Direttiva 2001/77/CE, nasceva la Direttiva europea 2002/91/CE sul rendimento energetico degli edifici.

La **Direttiva Europea 2002/91/CE**, anche nota come EPBD¹, individuava nel residenziale e nel terziario i settori che dovevano essere oggetto di una politica attiva di

¹ Energy Performance Building Directive.

risparmio e di miglioramento in termini di efficienza energetica dell'involucro e degli impianti in essi installati.

La Direttiva fissava nel 4 gennaio 2006 la data ultima di recepimento da parte dei Governi dei Paesi membri, limite entro il quale bisognava dotarsi di opportuni strumenti legislativi che tenessero conto delle differenze di clima, di tipologie edilizie all'interno dei diversi stati. Ciò che si richiedeva era che partendo dalle diverse condizioni climatiche delle regioni, dalle caratteristiche architettoniche e tecniche degli immobili, dal tipo di impianto installato, ogni Stato si sarebbe dotato di una metodologia per la valutazione delle prestazioni energetiche degli edifici.

Tali valutazioni svolte da professionisti indipendenti qualificati e accreditati avrebbero fornito un parametro di trasparenza in più al mercato immobiliare, favorendo acquirenti e locatari.

Sintesi dei contenuti della EPBD

Le disposizioni contenute nella EPBD riguardano:

1. *la metodologia per il calcolo del rendimento energetico integrato degli edifici (articolo 3);*
2. *l'applicazione di requisiti minimi per gli edifici di nuova costruzione (articolo 5);*
3. *l'applicazione di requisiti minimi per edifici esistenti in occasione di importanti ristrutturazioni (articolo 6);*
4. *la certificazione Energetica degli Edifici (articolo 7);*
5. *l'ispezione periodica delle caldaie e dei sistemi di condizionamento installati da più di 15 anni (articoli 8 e 9);*
6. *l'esibizione al pubblico dei parametri della certificazione energetica degli edifici.*

Punto 1. Metodologia di calcolo – articolo 3

In allegato all'articolo 3, la Direttiva specifica che il Metodo di calcolo deve tener in opportuna considerazione i seguenti parametri:

- *le caratteristiche strutturali;*
- *gli impianti di riscaldamento e produzione di acqua calda sanitaria;*
- *il sistema di condizionamento dell'aria;*
- *la ventilazione;*
- *l'illuminazione (settore terziario);*
- *la posizione e l'orientamento, comprese condizioni climatiche esterne;*
- *la protezione solare;*
- *il clima interno;*

ed inoltre il Metodo di calcolo deve tener conto delle opzioni e vantaggi tecnici ed energetici insiti in:

- *sistemi solari attivi ed altri impianti di generazione di calore ed elettricità a partire da fonti energetiche rinnovabili;*
- *sistemi di cogenerazione dell'elettricità;*
- *sistemi di riscaldamento e condizionamento a distanza (complesso di edifici/condomini);*
- *illuminazione naturale.*

I metodi di calcolo possono differenziarsi per categoria di edifici (abitazioni, uffici, ospedali, ecc.).

La Direttiva in questa maniera non indicava nessun metodo specifico, ma stabiliva i principi generali, lasciando agli Stati membri libertà nella modalità di attuazione.

La certificazione energetica, risultato finale del calcolo del fabbisogno energetico, deve essere messo a disposizione dell'acquirente o del locatario, che in base a questo potrà valutarne la convenienza rispetto ad altri edifici o conoscere il margine di miglioramento prestazionale ottenibile attraverso interventi migliorativi mirati. Infatti l'attestato di certificazione energetica oltre a comprende i dati di riferimento, quali valori vigenti a norma di legge, comprende anche le raccomandazioni per il miglioramento in termini di costi/benefici. La validità dell'attestato è comunque di 10 anni al massimo.

Negli edifici pubblici e aperti al pubblico con superficie utile superiore ai 1000 m² deve essere esposta, in luogo chiaramente visibile, un attestato di certificazione energetica risalente a non più di 10 anni prima.

La Direttiva concede, inoltre, la possibilità per gli Stati membri, di escludere dall'applicazione dei requisiti minimi prestazionali previsti per legge e dalla certificazione energetica, gli edifici di particolare valore architettonico o storico – nei casi in cui il rispetto delle prescrizioni comporterebbe un'alterazione inaccettabile del loro carattere e aspetto –, gli edifici adibiti a luoghi di culto oltre che fabbricati temporanei, siti industriali, officine, edifici agricoli e fabbricati indipendenti con superficie utile inferiore a 50 m².

All'articolo 10 della Direttiva Europea si ribadisce che la Certificazione, le raccomandazioni e l'elaborazione delle raccomandazioni verranno effettuate «(...) *In maniera indipendente da esperti qualificati e/o riconosciuti, qualora operino come imprenditori individuali o impiegati di enti pubblici o di organismi privati*».

Ci preme ricordare, ancora, che la Direttiva ritiene che la prestazione globale dell'edificio sia il risultato della somma dei fabbisogni energetici dati dai consumi per:

- *la climatizzazione invernale;*
- *la produzione acqua calda sanitaria;*
- *la climatizzazione estiva;*
- *l'illuminazione;*
- *altri consumi ausiliari.*

Questa risulta essere la grande novità rispetto alla legislazione italiana allora vigente (Legge n. 10/1991) che prendeva in esame il solo riscaldamento.

▼ **A.3 Recepimento della direttiva europea in Italia: D.Lgs. n. 192/2005 e D.Lgs. n. 311/2006**

Il Decreto Legislativo n. 192 del 2005 ed il Decreto Legislativo 311 del 2006 costituiscono la normativa italiana in materia di rendimento energetico per l'edilizia, recepimento della Direttiva 2002/91/CE.

Per comodità quando ci si riferirà al D.Lgs. n. 192/2005 si sottintende coordinato con le sue modifiche ed integrazioni apportate nella 311/2006.

Di seguito mettiamo in evidenza gli aspetti operativi più importanti:

- *all'articolo 3*: gli adempimenti sono differenziati e riorganizzati in relazione alla tipologia dell'intervento edilizio previsto (nuova edificazione, ristrutturazione totale, ristrutturazione parziale, sostituzione del generatore, ecc.);
- *all'articolo 4*: si rimanda all'emanazione di decreti attuativi per metodologie di calcolo, criteri di progettazione per edilizia convenzionata e sovvenzionata;
- *all'articolo 6*: si prescrive la necessità per gli edifici di nuova costruzione di dotarsi di un attestato di certificazione energetica. Nel caso di edifici esistenti, invece, la certificazione sarà introdotta gradualmente a scadenze diverse nel caso di trasferimenti a titolo oneroso;
- *agli articoli 8 e 11*: viene introdotto l'Attestato di Qualificazione Energetica, il quale di fatto sostituisce l'Attestato di Certificazione Energetica fino all'entrata in vigore delle Linee guida Nazionali (del giugno 2009);
- *all'articolo 11*: è disposto un regime transitorio, con il quale "il calcolo della prestazione energetica degli edifici per la climatizzazione invernale, in attesa dell'emanazione dei decreti attuativi, è disciplinato dalla Legge n. 10 del 9 gennaio 1991, come modificata dal presente decreto, dalle norme attuative e dall'allegato I";
- *all'Allegato I*: è introdotto un nuovo *descrittore* della prestazione energetica dell'edificio nei mesi invernali: l'EPi espresso in kWh su m² di superficie utile all'anno per il comparto residenziale e in kWh su m³ di volume all'anno per il terziario. Tale parametro fisserà il limite di legge con il quale confrontarsi, naturalmente differenziato per zona climatica.

Nota bene: *Nell'Allegato C, sono indicati i suddetti valori di EPi limite, diversificati per edifici residenziali classe E.I – esclusi collegi, conventi, case di pena e caserme – e per tutti gli altri edifici.*

VALORI LIMITE DELL'INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA PER LA CLIMATIZZAZIONE INVERNALE

Tabella 1.1. *Valori limite dell'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale, espressa in kWh/m² anno*

Edifici E.I

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

² **Cosa sono i gradi giorno GG?**

In ingegneria edile, con questa unità di misura si indica il fabbisogno termico di una determinata area geografica relativa alle vigenti normative sul riscaldamento delle abitazioni. Il valore numerico rappresenta la somma, estesa a tutti i giorni di un periodo annuale convenzionale, delle sole differenze posi-

Tabella 1.2. Valori limite, applicabili dal 1° gennaio 2008, dell'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale, espressa in kWh/m² anno*Edifici E.1*

Rapporto di forma dell'edificio S/V	Zona climatica									
	A	B		C		D		E		F
	fino a 600 GG	da 601 GG	a 900 GG	da 901 GG	a 1400 GG	da 1401 GG	a 2100 GG	da 2101 GG	a 3000 GG	Oltre 3000 GG
≤ 0,2	9,5	9,5	14	14	23	23	37	37	52	52
≥ 0,9	41	41	55	55	78	78	100	100	133	133

Tabella 1.3. Valori limite, applicabili dal 1° gennaio 2010, dell'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale, espressa in kWh/m² anno*Edifici E.1*

Rapporto di forma dell'edificio S/V	Zona climatica									
	A	B		C		D		E		F
	fino a 600 GG	da 601 GG	a 900 GG	da 901 GG	a 1400 GG	da 1401 GG	a 2100 GG	da 2101 GG	a 3000 GG	Oltre 3000 GG
≤ 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	110	110	116	116

Tabella 2.1. Valori limite dell'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale, espressa in kWh/m³ anno*Per tutti gli altri edifici*

Rapporto di forma dell'edificio S/V	Zona climatica									
	A	B		C		D		E		F
	fino a 600 GG	da 601 GG	a 900 GG	da 901 GG	a 1400 GG	da 1401 GG	a 2100 GG	da 2101 GG	a 3000 GG	Oltre 3000 GG
≤ 0,2	2,5	2,5	4,5	4,5	7,5	7,5	12	12	16	16
≥ 0,9	11	11	17	17	23	23	30	30	41	41

tive giornaliera tra la temperatura convenzionale, fissata in Italia a 20°C, e la temperatura media esterna giornaliera. Un valore di Gradi Giorno basso indica un breve periodo di riscaldamento e temperature medie giornaliera prossime alla temperatura fissata per l'ambiente. Al contrario, valori di Gradi Giorno elevati, indicano periodi di riscaldamento prolungati e temperature medie giornaliera nettamente inferiori rispetto alla temperatura convenzionale di riferimento.

Tabella 2.2. Valori limite, applicabili dal 1 gennaio 2008, dell'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale, espressa in kWh/m³ anno

Per tutti gli altri edifici

Rapporto di forma dell'edificio S/V	Zona climatica									
	A	B		C		D		E		F
	fino a 600 GG	da 601 GG	a 900 GG	da 901 GG	a 1400 GG	da 1401 GG	a 2100 GG	da 2101 GG	a 3000 GG	Oltre 3000 GG
≤ 0,2	2,5	2,5	4,5	4,5	6,5	6,5	10,5	10,5	14,5	14,5
≥ 0,9	9	9	14	14	20	20	26	26	36	36

Tabella 2.3. Valori limite, applicabili dal 1 gennaio 2010, dell'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale, espressa in kWh/m³ anno

Per tutti gli altri edifici

Rapporto di forma dell'edificio S/V	Zona climatica									
	A	B		C		D		E		F
	fino a 600 GG	da 601 GG	a 900 GG	da 901 GG	a 1400 GG	da 1401 GG	a 2100 GG	da 2101 GG	a 3000 GG	Oltre 3000 GG
≤ 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

I valori limite riportati nelle tabelle sono espressi in funzione della zona climatica, così come individuata all'articolo 2 del decreto del Presidente della Repubblica 26 agosto 1993, n. 412 e del rapporto di forma dell'edificio S/V³.

Per valori di S/V compresi nell'intervallo 0,2 – 0,9 e, analogamente, per gradi giorno (GG) intermedi ai limiti delle zone climatiche riportati in tabella si procede mediante interpolazione lineare⁴.

Nota bene: È disponibile sul CD-ROM, un file Excel "Interpolazione EPI" che permette facilmente, tramite il metodo di interpolazione lineare, di calcolare il valore desiderato.

³ **Che cos'è il rapporto di forma?**

S è la superficie che delimita verso l'esterno (ovvero verso ambienti non dotati di impianto di riscaldamento) il volume riscaldato V. Si esprime in m²; V è il volume lordo, espresso in metri cubi, dalle parti di edificio riscaldate, definito dalle superfici che lo delimitano.

⁴ **Cos'è l'interpolazione lineare e come si calcola?**

Il metodo dell'interpolazione lineare è un metodo numerico per trovare le radici di una funzione. Necessita della stima iniziale di un intervallo (a, b) entro cui debba esser compresa la radice, tale che f(a) x f(b) < 0. È anch'esso un metodo del primo ordine e dunque prevede una convergenza lenta. La stabilità è garantita.

Sempre nell'Allegato C sono indicati i valori limite di trasmittanza termica delle struttura opache verticali e orizzontali ed ancora, sono indicati i suddetti valori limite di trasmittanza termica delle struttura opache verticali e orizzontali e delle chiusure trasparenti espressi in $W/m^2 K$.

VALORI LIMITE DI TRASMITTANZA TERMICA DELLE STRUTTURE OPACHE VERTICALI

Tabella 3.1. Valori limite di trasmittanza termica U strutture opache verticali

Zona climatica	Dall'1 gennaio 2006	Dall'1 gennaio 2008	Dall'1 gennaio 2010
A	0,85	0,72	0,62
B	0,64	0,54	0,48
C	0,57	0,46	0,40
D	0,50	0,40	0,36
E	0,46	0,37	0,34
F	0,44	0,35	0,33

VALORI LIMITE DI TRASMITTANZA TERMICA U STRUTTURE OPACHE ORIZZONTALI O INCLINATE

Tabella 3.2.1 Coperture

Zona climatica	Dall'1 gennaio 2006	Dall'1 gennaio 2008	Dall'1 gennaio 2010
A	0,80	0,42	0,38
B	0,60	0,42	0,38
C	0,55	0,42	0,38
D	0,46	0,35	0,32
E	0,43	0,32	0,30
F	0,41	0,31	0,29

Tabella 3.2.2 Pavimenti verso locali non riscaldati o verso l'esterno

Zona climatica	Dall'1 gennaio 2006	Dall'1 gennaio 2008	Dall'1 gennaio 2010
A	0,80	0,74	0,65
B	0,60	0,55	0,49
C	0,55	0,49	0,42
D	0,46	0,41	0,36
E	0,43	0,38	0,33
F	0,41	0,36	0,32

**VALORI LIMITE DI TRASMITTANZA TERMICA
DELLE CHIUSURE TRASPARENTI**

Tabella 4.1. *Valori limite di trasmittanza termica U delle chiusure trasparenti comprensive di infissi*

Zona climatica	Dall'1 gennaio 2006	Dall'1 gennaio 2008	Dall'1 gennaio 2010
A	5,5	5,0	4,6
B	4,0	3,6	3,0
C	3,3	3,0	2,6
D	3,1	2,8	2,4
E	2,8	2,4	2,2
F	2,4	2,2	2,0

Tabella 4.2. *Valori limite di trasmittanza termica dei vetri*

Zona climatica	Dall'1 gennaio 2006	Dall'1 gennaio 2008	Dall'1 gennaio 2010
A	5,0	4,5	3,7
B	4,0	3,4	2,7
C	3,0	2,3	2,1
D	2,6	2,1	1,9
E	2,4	1,9	1,7
F	2,3	1,7	1,3

**A.3.1 Adempimenti richiesti dal D.Lgs. n. 192/2005 sostituito
con D.Lgs. n. 311/2006**

Tale paragrafo tratta i contenuti del decreto legislativo 311, Allegato I. Ad un esperto la trattazione potrebbe sembrare incompleta, visto che per semplificare abbiamo ritenuto opportuno non riportare quegli adempimenti che verranno in seguito abrogati dalla n. 59/2009 e quindi oggi non più validi.

È bene chiarire che il rispetto dei valori relativi ai limiti di trasmittanza termica U previsti per legge è comunque subordinato al tipo di intervento edilizio previsto. La legge, infatti, prevede delle *attenuanti* sui valori tabellari. In concreto:

1. Applicazione integrale – e quindi rispetto dei valori di legge – a tutto l'edificio nel caso di:

- costruzione di nuovi edifici;
- ristrutturazione integrale degli elementi edilizi costituenti l'involucro di edifici esistenti avente superficie utile > 1000 m²;
- demolizione e ricostruzione in manutenzione straordinaria di edifici esistenti aventi superficie utile > 1000 m².