

Paolo Bergamaschi Agnese Ghini Paolo Bertozzi

IL SISTEMA STRATIFICATO A SECCO

Una tecnologia sostenibile per l'architettura della casa



Dario Flaccovio Editore

P. Bergamaschi - P. Bertozzi - A. Ghini

IL SISTEMA STRATIFICATO A SECCO

ISBN 978-88-579-0033-9

© 2010 by Dario Flaccovio Editore s.r.l. – tel. 0916700686 – fax 091525738

www.darioflaccovio.it info@darioflaccovio.it

Prima edizione: giugno 2010

Bergamaschi, Paolo <1959->

Il sistema stratificato a secco : una tecnologia sostenibile per l'architettura della casa / Paolo Bergamaschi, Agnese Ghini, Paolo Bertozzi. -

Palermo : D. Flaccovio, 2010.

ISBN 978-88-579-0033-9

I. Materiali da costruzione.

I. Ghini, Agnese <1966->. II. Bertozzi, Paolo <1966->.

693.1 CDD-22

SBN Pal0227099

CIP - Biblioteca centrale della Regione siciliana "Alberto Bombace"

RINGRAZIAMENTI

La stesura di questo libro non sarebbe stata possibile senza il fondamentale contributo di Francesco Ferretti e Mariagrazia Villa per la redazione e la supervisione del capitolo 1; di Barbara Gherri per il reperimento di gran parte del materiale del capitolo 2 e delle relative traduzioni dall'inglese dei testi originali; di Federico Monica per l'iconografia dei particolari tecnologici di corredo al capitolo 2; di Emanuele Mazzadi per il controllo redazionale delle schede relative ai 40 casi di studio del capitolo 3; degli studenti del corso di Tecnologia industriale edile tenuto da Paolo Bertozzi negli anni accademici 2007-2008 e 2008-2009 per la raccolta del materiale impiegato nelle suddette schede; di Michele Piazza per il supporto grafico e Gabriele Masera per il materiale fornito per la compilazione delle schede relative all'acciaio del capitolo 5.

Nomi e marchi citati sono generalmente depositati o registrati dalle rispettive case produttrici.

L'editore dichiara la propria disponibilità ad adempiere agli obblighi di legge nei confronti degli aventi diritto sulle opere riprodotte.

La fotocopiatura dei libri è un reato.

Le fotocopie per uso personale del lettore possono essere effettuate nei limiti del 15% di ciascun volume/fascicolo di periodico dietro pagamento alla SIAE del compenso previsto dall'art. 68, commi 4 e 5, della legge 22 aprile 1941 n. 633. Le riproduzioni effettuate per finalità di carattere professionale, economico o commerciale o comunque per uso diverso da quello personale possono essere effettuate solo a seguito di specifica autorizzazione rilasciata dagli aventi diritto/dall'editore.



SERVIZI GRATUITI ON LINE

Questo libro dispone dei seguenti servizi gratuiti disponibili on line:

- files di aggiornamento al testo
- possibilità di inserire il proprio commento al libro.

L'indirizzo per accedere ai servizi è: www.darioflaccovio.it/scheda/?codice=DF0033

INDICE

Prefazione	pag.	VII
1. NUOVI SCENARI PER UN'EDILIZIA DI QUALITÀ, <i>di Paolo Bergamaschi</i>		
1.1. La situazione italiana	»	1
1.1.1. Dinamiche del comparto edilizio	»	1
1.1.2. La questione ambientale	»	10
1.1.3. Il ruolo strategico della tecnologia	»	19
1.2. Sostenibilità e innovazione	»	22
1.2.1. Dal risparmio energetico allo sviluppo sostenibile	»	22
1.2.2. Il sistema costruttivo	»	26
1.2.3. Dal progetto al consorzio Esi	»	37
1.3. Bibliografia	»	41
2. LA TECNOLOGIA STRATIGRAFICA A SECCO E I SUOI PRODROMI, <i>di Agnese Ghini</i>		
2.1. Introduzione	»	43
2.2. Il Blockbau	»	45
2.3. Germania e Francia: Fackwerk e Pain de Bois	»	48
2.4. Il caso della Norvegia: la tecnologia dello Stav	»	52
2.5. Stati Uniti e Canada. Dal graticcio al Timber frame	»	54
2.6. Balloon frame e Platform frame	»	55
2.6.1. Cenni storici	»	56
2.6.2. Sistema costruttivo del Balloon frame	»	59
2.6.3. Il legname e le tecniche di produzione	»	66
2.6.4. Il primo esempio di casa portatile: il cottage Manning per emigranti	»	66
2.7. Braced frame: la contaminazione delle soluzioni tradizionali	»	67
2.7.1. Sistema dei nodi nel Braced frame e nel Balloon frame	»	68
2.7.1.1. Pilastro d'angolo	»	70
2.7.1.2. Travi di irrigidimento	»	71
2.7.1.3. Solaio tipo	»	71
2.7.1.4. La tavola di chiusura	»	72
2.7.1.5. Sostegni e supporti diagonali	»	72
2.7.1.6. Montanti	»	75

2.7.1.7. Partizioni	»	76
2.7.1.8. Muratura	»	76
2.7.1.9. Cap and sole	»	76
2.7.1.10. Elementi di collegamento	»	78
2.7.1.11. Partizioni speciali.....	»	80
2.8. Platform frame	»	81
2.9. Soluzioni evolute di Timber Frame negli Stati Uniti, <i>di Barbara Gherri</i>	»	84
2.9.1. Dalla tradizione alle attuali esigenze domestiche	»	86
2.9.2. Dalla prefabbricazione industriale all'autocostruzione familiare	»	90
3. LA TECNOLOGIA STRATIFICA A SECCO PER LE NUOVE ARCHITETTURE, <i>di Paolo Bertozzi</i>		
3.1. Introduzione	»	93
3.2. I caratteri distintivi della tecnologia stratificata a secco	»	94
3.3. L'involucro per la tecnologia stratificata a secco	»	96
3.4. Soluzioni di involucro a confronto, <i>di Emanuele Mazzadi</i>	»	99
3.4.1. Casi di studio.....	»	100
3.4.2. Ruolo delle intercapedini d'aria	»	105
3.4.2.1. Intercapedini d'aria non ventilate	»	105
3.4.2.2. Intercapedini d'aria debolmente ventilate	»	106
3.4.2.3. Intercapedini d'aria fortemente ventilate	»	106
3.4.3. Conclusioni	»	107
3.5. Antologia di casi notevoli.....	»	109
4. IL RUOLO DELLA RICERCA APPLICATA, <i>di Paolo Bergamaschi, Paolo Bertozzi, Agnese Ghini</i>		
4.1. Introduzione	»	153
4.2. Obbiettivi	»	154
4.3. Metodologia	»	155
5. COSTRUIRE A SECCO, <i>di Luciana Canu</i>		
5.1. Modalità di costruzione a secco	»	159
APPENDICE – I PARTNER PRODUTTIVI		
A. La lana di legno nella tecnologia a secco, <i>di Arch. Piero Svegliado</i>	»	185
A.1. Azienda di riferimento: Celenit s.p.a.	»	185
A.2. Pannelli in lana di legno mineralizzata e legata con cemento Portland	»	185
A.3. Soluzioni per la tecnologia stratificata a secco nell'edilizia residenziale.....	»	186
B. Tecnologia stratificata a secco, di Ufficio tecnico Saint-Gobain Gyproc	»	187
B.1. Azienda di riferimento: Saint-Gobain Gyproc	»	187
B.2. I sistemi per la tecnologia stratificata a secco nell'edilizia residenziale	»	187

PREFAZIONE

Da qualche tempo – dapprima timidamente, poi in modo via via più deciso – sembra registrarsi nel processo costruttivo edilizio una tendenza che ci allinea ad alcuni paesi del Nord e Centro Europa. Mi riferisco alla costruzione di edifici residenziali realizzati con la cosiddetta *tecnologia stratificata a secco*. Il processo costruttivo di queste realizzazioni prevede un assemblaggio di tipo meccanico (grazie a viti, bulloni e punzonature) dei diversi elementi costitutivi, di norma già presenti prima dell'avvio del cantiere. Spesso questi edifici presentano una struttura a telaio in legno o in acciaio, coperture leggere in legno o metallo e tamponamenti realizzati con strati di elementi leggeri di varia composizione e caratterizzati da opportune prestazioni termo-igrometriche.

A ben vedere, la modalità costruttiva in questione rimanda a una solida tradizione del passato che vede nel Trokenbau di matrice anglo-tedesca e nel Structure-Envelope di stampo francese esempi significativi, che in verità avevano avuto nel Balloon frame dei pionieri americani il capostipite per eccellenza.

Il volume che qui si presenta al lettore ripercorre questa tradizione del passato per poi approdare – e qui sta a mio avviso una sua significativa pregnanza – all'oggi, ovvero all'esame dello stato attuale della ricerca in questo interessante campo della stratificazione a secco.

Nei diversi capitoli si affrontano le questioni relative agli aspetti dell'innovazione odierna prendendo in esame i caratteri tecnologici distintivi e confrontando le diverse soluzioni di involucro per redigere alla fine un'interessante antologia dei casi notevoli. Tutto ciò alla luce delle nuove architetture e di quanto ha prodotto sull'argomento la ricerca applicata.

Un libro dunque che manda agli operatori del settore (e non solo a quelli) precisi segnali e chi avrà l'attenzione e la lungimiranza di intercettarli penso che non ne sarà affatto deluso.

Ivo Iori

Professore ordinario di Tecnica delle costruzioni
Preside della Facoltà di Architettura dell'Università di Parma

1. NUOVI SCENARI PER UN'EDILIZIA DI QUALITÀ

di Paolo Bergamaschi

1.1. LA SITUAZIONE ITALIANA

1.1.1. Dinamiche del comparto edilizio

Nell'economia dell'Italia, il settore edilizio riveste un ruolo di fondamentale importanza, sia in termini di investimenti che sotto il profilo occupazionale. Nel 2008, il contributo dell'industria delle costruzioni (compresi i costi per trasferimento di proprietà) ha rappresentato l'10,9%¹ degli impieghi del prodotto interno lordo (9,0% nel 1998) e il numero di occupati nel settore ha costituito il 27,9% del totale degli addetti nell'industria e l'8,4% degli occupati nell'intero sistema economico². Un settore trainante, dunque, che ha conosciuto una forte espansione nei nove anni compresi tra il 1998 e il 2008, in cui il tasso di crescita degli investimenti è cresciuto del 29,4%, valore più che doppio rispetto a quello del Pil³.

Tabella 1.1. Peso del settore delle costruzioni sull'economia nel 2008

Contributo dell'industria delle costruzioni	Percentuale
Al PIL	10,9% ⁽¹⁾
Agli investimenti fissi	52,1% ⁽¹⁾
All'occupazione dell'industria	28,3%
All'occupazione di tutti i settori economici	8,4%
⁽¹⁾ Investimenti in costruzioni al lordo dei costi di trasferimento di proprietà	

Tuttavia, dopo questo lungo ciclo positivo, nel 2008 si è registrato un rallentamento nello sviluppo degli investimenti che, a causa delle ripercussioni della crisi finanziaria internazionale sull'economia reale, si è

¹ Elaborazione Ance (Associazione nazionale costruttori edili) su dati Istat in Direzione affari economici e Centro studi (a curi di), *Nota n. 1288* del 2 ottobre 2009.

² Elaborazione Ance su dati Istat in Direzione affari economici e Centro studi (a cura di), *Osservatorio congiunturale sul settore delle costruzioni*, EdilStampa, Roma, ottobre 2008.

³ *Ibidem*.

tradotto in una inversione di tendenza nel corso del 2009 (anno in cui per l'Italia si stima un calo del 9,4% negli investimenti)⁴.

Quest'immagine di un settore in difficoltà, però, non si limita a considerazioni di carattere economico. Al di là di una lettura strettamente quantitativa, emergono anche alcuni elementi critici che coinvolgono il *come* si costruisce oggi in Italia, non limitando l'analisi a quanto accade durante le fasi di cantiere. Elementi che meritano di essere messi in luce e affrontati: a esaminarla, una situazione critica può sempre rivelarsi un'opportunità di cambiamento e di evoluzione.

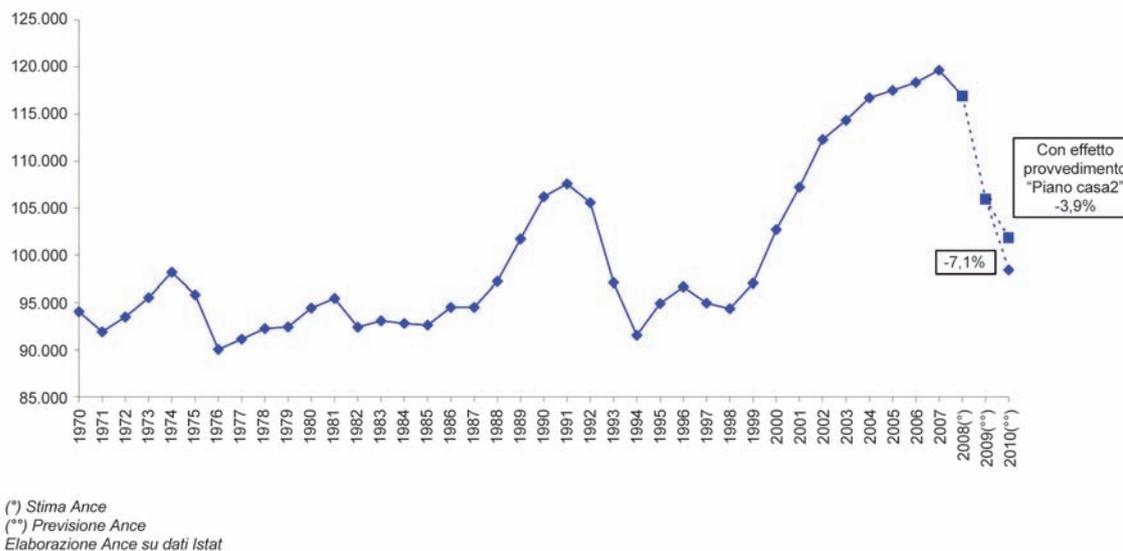


Figura 1.1
Investimenti in costruzioni al netto dei costi per trasferimento di proprietà

Partendo dal mondo delle imprese edili, si possono riscontrare, nel panorama nazionale attuale, una serie di dinamiche degne di interesse. Anzitutto, la natura del sistema di accesso all'imprenditoria edile. "Fare oggi il mestiere del costruttore – dichiara Gabriele Buia, vicepresidente dell'Ance (Associazione nazionale costruttori edili) e presidente dell'Ance Emilia Romagna – è paradossalmente la cosa più facile che ci sia, nonostante richieda molta esperienza e professionalità, cultura d'impresa e patrimonializzazione, serietà e responsabilità. Basta iscriversi alla Camera di Commercio per avviare l'attività, senza che sia richiesto alcun tipo di idoneità o qualificazione"⁵. Questa situazione, naturalmente, ha permesso l'ingresso nel setto-

⁴ Previsione Ance per il 2009 in Direzione affari economici e Centro studi (a cura di), *Osservatorio congiunturale sul settore delle costruzioni*, EdilStampa, Roma, novembre 2009.

⁵ Da un colloquio privato con il geometra Gabriele Buia, avvenuto a Parma il 13 agosto 2009.

re di soggetti non qualificati, che spesso hanno fatto della “tendenza al risparmio” la propria filosofia imprenditoriale. Ciò non solo ha causato gravi danni agli operatori seri, necessariamente posizionati su livelli di spesa nettamente superiori, ma ha avuto anche conseguenze sul piano operativo.

Se, infatti, l'obiettivo di abbassare i costi diventa la principale discriminante nella scelta dei materiali, questo ha un inevitabile impatto sul livello prestazionale dei vari elementi costruttivi, in relazione sia ai requisiti specifici che li caratterizzano sia ad altri di natura più generale, quali la durabilità o la manutenibilità. La volontà di ridurre i tempi e aumentare la produttività del cantiere si può tradurre spesso in una forte pressione sugli operai e sui tecnici responsabili e, con ogni probabilità, in un minor grado di accuratezza da parte delle maestranze anche nell'eseguire le operazioni più semplici, arrivando talvolta a compromettere la rispondenza dell'edificio ai livelli prestazionali dichiarati in fase progettuale. Per non parlare, poi, tra le conseguenze legate alla riduzione dei costi di realizzazione, delle condizioni di sicurezza sul lavoro, spesso non rispettate da operatori che, pur contravvenendo agli obblighi di legge, non investono a sufficienza in dispositivi e formazione.

Altri aspetti su cui occorre soffermare l'attenzione sono da un lato l'organizzazione del sistema amministrativo, spesso limitata da una scarsa determinatezza sia degli obiettivi sia delle procedure individuate dai provvedimenti emessi, che non aiuta il comparto edilizio italiano (si pensi, per esempio, alla distanza esistente tra la burocratizzazione di alcune procedure e la mancanza di strumenti che sottendono le misure di controllo a loro rivolte), dall'altro il non sufficiente livello di innovazione presente oggi nel settore.

In Italia si registra ancora un prevalente ricorso a soluzioni tecnologiche di stampo tradizionale. È sufficiente osservare il paesaggio, sia urbano che rurale, per rendersi conto di quanto forte sia il legame con il passato, una condizione particolarmente evidente nel settore residenziale. Infatti, mentre nel comparto denominato genericamente *terziario* si è assistito negli ultimi decenni all'introduzione di forti cambiamenti, nel caso degli edifici di civile abitazione non si sono registrati forti mutamenti. Nel recente passato, in realtà, è stata compiuta una serie di investimenti nella ricerca, poi tradotta in soluzioni diffuse sul mercato, che hanno portato a un insieme di miglioramenti, anche notevoli, ma sempre nell'alveo delle tradizioni consolidate, ossia senza mai coinvolgere i principi costruttivi alla base della tecnologia di riferimento. Prendendo in considerazione uno dei tanti sistemi o sub-sistemi tecnologici quale, ad esempio, il sistema involucro, e in particolare il sub-sistema tamponamento, si nota come esso sia ancora oggi basato sull'assemblaggio di elementi parallelepipedi, posizionati su corsi sfalsati e fissati attraverso malte. La serie di innovazioni avvenuta soprattutto negli ultimi decenni ha riguardato la conformazione dei singoli elementi (come la produzione di blocchi migliori dal punto di vista ergonomico), la natura dei materiali impiegati (come il ricorso a nuovi materiali sia naturali che sintetici) o l'arricchimento dello schema di partenza con l'aggiunta di componenti nuove, in particolare per affrontare le stringenti richieste di risparmio energetico⁶.

Se si intende il concetto di standard qualitativo come livello prestazionale minimo richiesto per rispondere a un determinato quadro di esigenze, è opportuno considerare come i cambiamenti socio-economici che hanno avuto luogo in Italia negli ultimi cinquanta anni – in analogia con molti altri paesi occidentali – abbiano fatto emergere una serie di nuove istanze, legate, ad esempio, alla diversa e variabile composizio-

⁶ Si pensi, per esempio, alla larghissima diffusione che hanno avuto i sistemi di rivestimento isolante esterno, definiti *a cappotto*.

ne dei nuclei familiari e alla mobilità degli individui, che si è tradotta in una progressiva trasformazione degli schemi distributivi e funzionali ricorrenti nelle abitazioni e in un nuovo concetto di comfort abitativo, connesso espressamente alla dimensione tecnologica del costruire. A queste esigenze emergenti è possibile rispondere immettendo nella filiera edilizia quella qualità di prodotto ed efficienza di processo che possono essere considerate alla base di qualsiasi comparto produttivo di carattere industriale.

Partendo da una prima fase, iniziata con la rivoluzione industriale e protrattasi fino alla fine del XIX secolo, in cui il prodotto ha mantenuto un certo grado di artigianalità, si è passati a una concezione più moderna, fondata sulla produzione seriale, in cui lo standard qualitativo e l'organizzazione della filiera hanno assunto un valore centrale. Un approccio, questo, che ha condotto a un'analisi sempre più approfondita della sequenza di lavorazioni richieste per giungere al prodotto finito, eliminando, dapprima, le inefficienze più evidenti e concentrandosi, poi, su miglioramenti incrementali. Le fasi più recenti di questo percorso hanno visto la nascita e lo sviluppo di metodologie mirate a una gestione scientifica del processo, in cui vengono commisurati i possibili margini di miglioramento sia in relazione al singolo passaggio che al processo nel suo complesso, tanto da poter parlare di *progettazione del processo*. L'attività progettuale ha ampliato l'abituale ambito di riferimento, considerando le efficienze di processo su cui è possibile lavorare, a vantaggio sia del processo stesso che dell'efficacia del prodotto. Infatti, se da un lato, per esempio, lo studio delle modalità di assemblaggio di un componente può condurre a una riduzione della tempistica e, quindi, a un aumento della produttività, dall'altro può garantire una migliore prestazione rispetto ai requisiti previsti. Inoltre, un metodo analitico risulta vantaggioso in termini di flessibilità: di fronte alla mutevolezza del quadro delle esigenze espresso dal mercato e, quindi, a variazioni anche lievi dello standard qualitativo, viene garantita la possibilità di ottenere il miglioramento necessario e mantenerlo, ricercando ulteriori incrementi in termini di efficienza, anche in modo puntuale lungo lo sviluppo complessivo della sequenza produttiva. Un approccio integrato alla progettazione diventa, dunque, una condizione necessaria per garantire la qualità nel tempo.

L'industria moderna, al di là dei settori specifici in cui è articolata, è caratterizzata da due costanti. La prima, di carattere strutturale, si esprime nella natura precipua del processo produttivo, fondato su una sequenza ben individuabile di lavorazioni. La seconda, di carattere gestionale, è sostenuta dalla prima e si esplicita nella visione integrata finalizzata al continuo bilanciamento tra efficienza di processo ed efficacia di prodotto, riuscendo a mantenere un determinato livello qualitativo nel lungo periodo.

Per promuovere in Italia un nuovo corso per l'edilizia, dunque, recuperando il valore della qualità, è possibile immaginare una trasposizione dell'approccio tipico dell'industria alla filiera dedicata alla realizzazione degli edifici, ponendo le condizioni perché si abbia un'evoluzione in senso industriale.

La nascita di un'industria delle costruzioni non costituisce, però, una novità assoluta, dal momento che già altre realtà, soprattutto nei paesi anglosassoni, hanno conosciuto una trasformazione del processo edile in questa direzione. Non a caso, proprio in tali ambiti sono avvenute le prime applicazioni al costruito del concetto di *progettazione integrata* con un notevole impatto in termini di efficacia del lavoro progettuale. Un cambiamento in senso industriale che, però, si è configurato di fatto con un ampio ritardo rispetto a quanto avvenuto per altri settori del comparto produttivo.

Guardando alle classificazioni delle rilevazioni statistiche nazionali di carattere economico, il settore delle

Tabella 1.2. Struttura Ateco 2007

Codice Ateco 2007	Descrizione	
A	agricoltura, silvicoltura e pesca	
B	estrazione di minerali da cave e miniere	
C	attività manifatturiere	
D	fornitura di energia elettrica, gas, vapore e aria condizionata	
E	fornitura di acqua; reti fognarie, attività di gestione dei rifiuti e risanamento	
F	costruzioni	costruzioni di edifici
		ingegneria civile
		lavori di costruzione specializzati
G	commercio all'ingrosso e al dettaglio; riparazione di autoveicoli e motocicli	
H	trasporto e magazzinaggio	
I	attività dei servizi di alloggio e di ristorazione	
J	servizi di informazione e comunicazione	
K	attività finanziarie e assicurative	
L	attività immobiliari	
M	attività professionali, scientifiche e tecniche	
N	noleggio, agenzie di viaggio, servizi di supporto alle imprese	
O	amministrazione pubblica e difesa; assicurazione sociale obbligatoria	
P	istruzione	
Q	sanità e assistenza sociale	
R	attività artistiche, sportive, di intrattenimento e divertimento	
S	altre attività di servizi	
T	attività di famiglie e convivenze come datori di lavoro per personale domestico; produzione di beni e servizi indifferenziati per uso proprio da parte di famiglie e convivenze	
U	organizzazioni ed organismi extraterritoriali	

costruzioni viene collocato in una sezione apposita⁷, senza alcun apparente legame con le altre attività del mondo produttivo, e così accade anche nella compilazione dei report informativi che periodicamente vengono pubblicati⁸. Un dato estremamente significativo, che denota una serie di specificità per cui, nella condizione attuale, non è ancora possibile parlare del *prodotto edificio*, assimilando le costruzioni a una delle numerose attività manifatturiere presenti nel mercato.

⁷ Classe F secondo la classificazione Ateco 2007 (versione nazionale della nomenclatura europea, Nace Rev.2, pubblicata sull'*Official Journal* il 20 dicembre 2006), adottata dall'Istat a partire dal 1° gennaio 2008.

⁸ Indice della produzione industriale (attività estrattiva, attività manifatturiera, fornitura di energia elettrica, gas, vapore ed aria) e indice trimestrale della produzione nelle costruzioni (Ipc).

L'edificio, rispetto a molti prodotti industriali, è un oggetto estremamente più complesso: può essere paragonabile a un sistema matematico con un elevato numero di variabili – costituito dai vari sistemi tecnologici – che, in relazione alle opzioni presenti a livello di sottosistema e di componente, aumenta sensibilmente conducendo a schemi anche molto articolati.

La forte articolazione a livello di prodotto si esplicita direttamente nel processo. Infatti, pensando alla filiera che conduce alla realizzazione di un edificio, dalle lavorazioni delle materie prime fino ad arrivare alle opere di finitura, è difficile identificare chiaramente un quadro di riferimento; compito reso ancora più arduo là dove – situazione abbastanza frequente nelle realizzazioni attuali – si vadano a mettere in opera elementi preassemblati che fanno riferimento a loro volta a filiere specifiche. La moltiplicazione dei componenti comporta, poi, una moltiplicazione delle lavorazioni, dei soggetti coinvolti e quindi un'articolazione del sistema delle responsabilità.

Analizzando le varie filiere che definiscono il comparto manifatturiero, nel caso di numerosi prodotti è possibile individuare una struttura produttiva principale, che assume un ruolo fondamentale nella definizione del processo. Anche nel caso di prodotti più complessi, si è assistito alla nascita di sistemi, talvolta molto articolati, in cui però è stata mantenuta una certa gerarchia e, in generale, una forte correlazione tra il soggetto che produce le parti principali e assembla il prodotto finito e altri “minori”, deputati alla produzione di componenti secondari, che orientano la loro produzione secondo esigenze definite in funzione di una progettualità complessa. In altri termini, si è registrata un'evoluzione verso un modello integrato.

Il processo edilizio si pone, invece, quasi agli antipodi rispetto a questa situazione esemplare, mantenendo ancora oggi un'organizzazione che si potrebbe definire *settoriale*. La mole e la forte varietà di operazioni che sottendono il processo costruttivo sono alla base di un macrosistema in cui è possibile individuare una serie di sistemi, talvolta assimilabili a interi settori manifatturieri. Si pensi, ad esempio, a quei produttori di materiali da costruzione che sottendono un'ampia gamma di filiere ben individuabili, ma che svolgono un ruolo secondario rispetto al processo complessivo di costruzione. La gestione di una tale complessità presuppone un apparato organizzativo estremamente avanzato, di gran lunga più impegnativo di quello ipotizzabile per un normale *iter* produttivo, rendendo quindi il passaggio a un approccio integrato un'operazione auspicabile, ma tutt'altro che semplice e immediata.

La presenza di un contesto così singolare ha fatto in modo che i vari attori del processo edilizio sviluppassero nel tempo una forte autonomia, concentrando l'attenzione sul proprio contesto specifico di riferimento e provocando così una frammentazione del sistema, riscontrabile talvolta all'interno di uno stesso ambito. Se, da un lato, non si vuole negare una certa attenzione ai miglioramenti di carattere qualitativo all'interno dei singoli settori, dall'altro è innegabile che una certa tendenza alla settorialità abbia finito per portare a una serie di declinazioni del concetto stesso di qualità da parte dei diversi soggetti protagonisti del processo, per cui, non sempre, gli effetti sono risultati commisurati agli sforzi profusi. Parlare di *approccio integrato* significa, fondamentalmente, riferirsi a un flusso articolato, ma organico, di informazioni, in modo che si possa agire secondo esigenze condivise.

Prendendo in considerazione i soggetti principali e le relazioni che intercorrono all'interno del processo costruttivo, è possibile individuare una serie di situazioni in cui oggi esiste un insufficiente coordinamento, che impatta sulle prestazioni del prodotto finale.

Le imprese di costruzione – comprendendo tutta l'ampia gamma di figure che intervengono nella realizza-

zione concreta di un edificio – rivestono un ruolo fondamentale nella garanzia di un determinato livello qualitativo dell'edificio. Perché si possano raggiungere gli obiettivi, è necessaria pertanto una stretta relazione tra tutti i soggetti operanti, ovvero imprese, progettisti e produttori di materiali e componenti per l'edilizia. Nel contesto attuale, il progettista, avendo l'onere relativo alla scelta del prodotto, è il soggetto privilegiato nel rapporto con i produttori, assumendo un ruolo fondamentale nel trasferimento all'industria degli *input* da cui dipende il grado di innovazione. In questa operazione, progettisti e imprese dovrebbero collaborare, superando quella divisione netta dei ruoli tale per cui l'impresa è considerata da sempre esclusivamente nella veste di esecutore, senza alcuna possibilità di contribuire in termini progettuali. Questa difficoltà di dialogo fa sì che il progettista non abbia gli strumenti critici per poter operare una scelta consapevole, basata sulla sintesi delle varie esigenze da valutare per una corretta contestualizzazione di ogni singolo elemento. Pur in presenza di informazioni corrette da un punto di vista prestazionale, una valutazione non approfondita del contesto specifico di messa in opera può portare a risultati in condizioni di utilizzo lontani da quelli ipotizzati.

Da parte loro, le aziende produttrici non sempre dispongono di personale specializzato e le figure messe a disposizione dei soggetti interessati vengono preparate più sotto il profilo commerciale che tecnico. In questo modo, il processo decisionale, già di per sé complesso per l'incapacità di comporre un quadro esauriente delle esigenze, rischia di essere ancor più difficile.

Spesso l'affiliazione a un prodotto che abbia prestazioni considerate congrue alle esigenze al momento della scelta diventa quasi una via obbligata. Ma poiché la qualità, individuata come la capacità di intercettare nel modo più efficace ed efficiente possibile le esigenze dell'utente finale che variano nel corso del tempo, non può non legare il suo valore al ruolo affidato all'innovazione, l'affiliazione a un prodotto non significa solamente ripararsi da eventuali situazioni incerte, al fine di garantire il livello prestazionale che si vuole raggiungere, ma anche precludersi la possibilità di promuovere un miglioramento del proprio modo di progettare e costruire.

Un ruolo fondamentale nella diffusione della qualità nel costruito lo possiede anche il committente. In ambito pubblico, la redazione di capitolati speciali di tipo prestazionale può condurre alla definizione di uno strumento realmente in grado di condizionare il processo, utile anche rispetto alla realizzazione di un sistema di verifica e controllo, mentre in ambito privato, escludendo quanto sta avvenendo negli ultimi anni per le principali società di *real estate*, grazie alle quali sta emergendo, anche in Italia, l'attività di *project management*, viene in generale definito un quadro degli obiettivi meno completo. Eppure, il committente può condizionare fortemente il livello qualitativo del prodotto finito: dovrebbe infatti saper tradurre, con il supporto di competenze specifiche, i mutamenti sociali ed economici in esigenze, esplicitare i requisiti corrispondenti e stabilire dei livelli prestazionali adeguati.

La questione della qualità in edilizia, quindi, se da un lato trova nelle dinamiche di processo un'origine di carattere strutturale, dall'altro non può prescindere da motivazioni di carattere culturale e metodologico. Si pensi, per esempio, all'assenza di una componente di interdisciplinarietà nei percorsi formativi dei vari tecnici che intervengono nel progetto di un edificio.

Osservando le modalità con cui si svolge un generico *iter* progettuale, è possibile cogliere un'organizzazione estremamente settoriale corrispondente alle varie classi di specializzazione professionale. L'introduzione di nuovi elementi tecnologici – in particolare le componenti impiantistiche – e le verifiche richieste dall'ag-

giornamento degli strumenti normativi hanno condotto all'affermazione di un nuovo approccio al progetto, legato alla necessità di procedere a uno studio specifico delle diverse componenti di un edificio. Purtroppo, a una capacità analitica sempre crescente è andata contrapponendosi una perdita progressiva, in modo quasi inversamente proporzionale, della consapevolezza del quadro progettuale complessivo: ogni professionista mostra la tendenza a considerare il progetto in base al proprio specifico punto di vista.

L'integrazione, che di fatto avviene all'interno di un edificio tra i diversi sistemi tecnologici di cui si compone, sottende una stretta correlazione fin dalla fase progettuale. Lo studio di ogni elemento non dovrebbe essere condotto solo in relazione alla migliore efficienza garantita rispetto al sottosistema di riferimento, ma valutando anche la contestualizzazione in un insieme più articolato e gli eventuali vantaggi in termini di efficienza complessiva. Prendendo in considerazione, ad esempio, lo studio di una soluzione di tamponamento, come si pone la necessità di rispondere a determinati livelli prestazionali rispetto a una serie di requisiti preordinati, così si dovrebbero tenere in considerazione, fin da subito, i vincoli di carattere dimensionale imposti da esigenze di carattere impiantistico. Purtroppo, la situazione produce non di rado una serie di incongruenze che emergono solo in fase di cantiere e che, talvolta, sono sormontabili soltanto attraverso un aumento degli oneri legati alla realizzazione dell'opera.

Fermo restando che la specializzazione è un fenomeno inevitabile per la continuità dell'innovazione tecnologica, in virtù della natura complessa e comunque integrata del costruito, risulta riduttivo che un tecnico, nel proprio percorso di studi, affronti, anche in modo estremamente approfondito, la materia specialistica

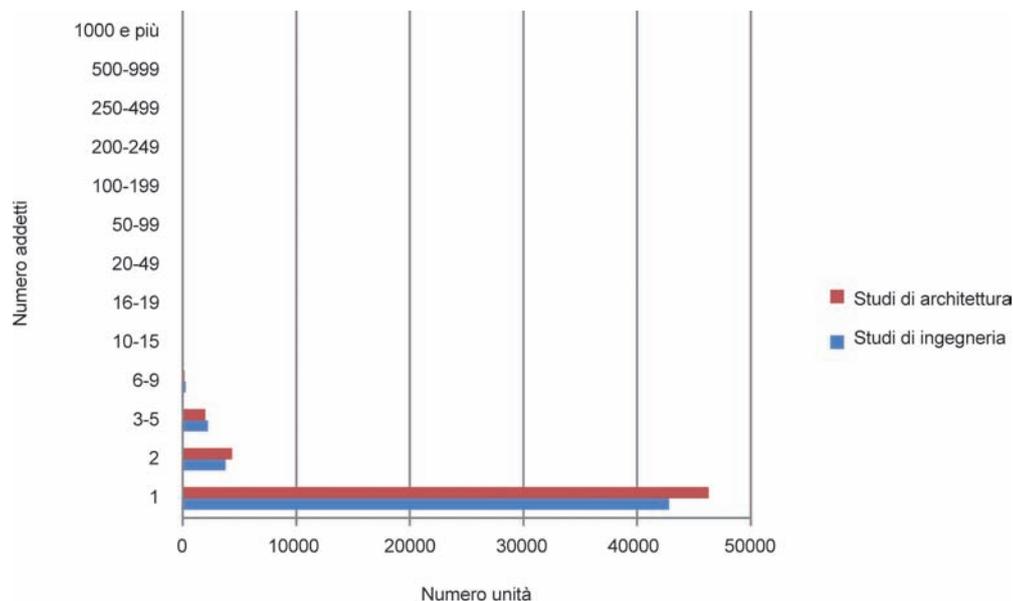


Figura 1.2

Unità locali per classe di addetti al 2001. Il grafico riporta dati tratti da elaborazioni Cresme su dati Istat (censimento industria e servizi). Si evidenzia il ruolo preponderante delle unità di piccole dimensioni

di riferimento, senza la possibilità di avere un'adeguata conoscenza delle interrelazioni di carattere pratico e, quindi, anche progettuale con altre discipline. Sovente, egli conclude il proprio percorso formativo senza una consapevolezza reale del funzionamento di un edificio e può solo affidarsi all'esperienza che lo vedrà protagonista, con tutte le limitazioni che questo comporta.

Non è un caso che la natura del mercato della progettazione sia estremamente frammentata in Italia, a conferma di quel che spesso si dice, ossia che la piccola e media impresa abbiano un ruolo dominante nella nostra economia. Come emerge da studi recenti, osservando, ad esempio, i dati relativi alla caratterizzazione degli studi di architettura, esiste una fortissima prevalenza di realtà piccole, se non piccolissime, addirittura condotte da una sola persona⁹.

Il fenomeno della graduale richiesta di specializzazione, di fronte a una realtà di questo tipo, non ha che potuto tradursi in un mercato della progettazione caratterizzato da una suddivisione delle attività, corrispondente a quella degli ambiti professionali.

Sarebbe, però, necessario, anche all'interno di una stessa macrofase del processo, ricorrere a un sistema di relazioni aperte e dinamiche in modo da far emergere la contemporaneità delle diverse esigenze specifiche e da minimizzare gli errori: il modello integrato a diverse scale. Affinché un edificio venga non solo progettato in modo corretto, ma anche realizzato secondo le aspettative, è fondamentale che il progettista sia in grado di interfacciarsi con i produttori di materiali, con chi realizza l'opera e con la committenza. Solo così può contestualizzare al meglio la scelta delle soluzioni, prendendo in considerazione le esigenze di carattere prestazionale, i limiti – o le possibilità – legate ai procedimenti industriali chiamati in causa, la questione economica e i vincoli di cantiere, e cercando di operare una sintesi tra questi aspetti.

In tempi recenti, si sta assistendo ai primi segnali di una maggiore consapevolezza del valore di un approccio integrato alla progettazione. Se si considerano le realizzazioni più complesse – quali ad esempio edifici dedicati a certe tipologie di servizi¹⁰ – dove si raggiungono elevati livelli di complessità funzionale e impiantistica, l'orientamento della progettazione verso il modello integrato si sta imponendo in modo sempre più evidente come una necessità. Non è più possibile immaginare un percorso a compartimenti stagni, in cui l'impianto generale viene individuato in modo univoco e definitivo, senza un confronto serrato con gli altri specialisti coinvolti. Non è poi da sottovalutare il peso delle prescrizioni di carattere normativo, che, in presenza di tipologie funzionali complesse, diventano particolarmente articolate e interessano, non di rado, in modo trasversale momenti progettuali e realizzativi differenti.

La difficoltà nel recuperare un principio di qualità del costruito può essere ricondotta all'inefficienza delle dinamiche relazionali, nel trasferire in modo chiaro le esigenze reciproche. Occorre, dunque, promuovere una nuova struttura organizzativa, capace di mantenere elevata la qualità complessiva all'interno del sistema edificio, per sua natura fortemente integrato, pur senza evocare l'avvento di un sistema di vincoli di tipo preordinato a vari livelli istituzionali. All'interno di questa struttura, l'apparato normativo dovrebbe facilitare il processo, fornendo gli adeguati strumenti formativi, e non solo ai tecnici specializzati, a supporto di

⁹ Elaborazione Cresme (Centro ricerche economiche-sociologiche e di mercato nell'edilizia) in AA.VV., *Il mercato della progettazione architettonica in Italia*, Il Sole 24 Ore, Milano, 2008. Considerando il caso degli studi di architettura, si evidenzia una netta prevalenza delle classi di unità locali fino a 9 dipendenti (oltre il 96%) con un ruolo prioritario da parte delle unità con un solo addetto (87%). Valori analoghi si registrano per gli studi di ingegneria.

¹⁰ Uffici, ospedali, locali per lo spettacolo.

una maggiore interdisciplinarietà, ma anche razionalizzando il quadro prestazionale minimo richiesto per un edificio e, soprattutto, individuando un sistema di responsabilità puntuale ed efficace.

È indispensabile superare la frammentazione che identifica il mercato della progettazione, auspicando una maggior propensione alla multidisciplinarietà, supportata da una migliore accessibilità agli strumenti software orientati a un approccio integrato¹¹.

Inoltre, ogni soggetto del processo dovrebbe realizzare gli investimenti necessari a creare un sistema efficiente di relazioni, sia in termini di professionalità che logistici. Sarebbe auspicabile, all'interno dell'industria dei materiali, uno sviluppo dei servizi a supporto alla progettazione, tale da diventare un elemento caratterizzante del settore; l'impresa, oltre a richiedere nuovi criteri di selezione per l'accesso alla professione, basati sulla presenza di competenza ed esperienza, dovrebbe conferire centralità alla formazione del personale interno, in modo da potersi fare interprete delle istanze progettuali e interlocutore consapevole nei confronti dei progettisti e dei produttori. Potrebbe nascere una rete diffusa, in cui riprodurre situazioni di incontro, anche al di fuori di un contesto specifico, cioè legato a una realizzazione contingente.

1.1.2. La questione ambientale

Esiste oggi una condizione all'interno della quale si sono ormai consolidati i presupposti per un profondo mutamento del concetto di qualità, riconducibile all'affermarsi di istanze nuove rispetto al passato, anche recente: la sempre più pressante questione ambientale.

Con la ratifica del protocollo di Kyoto e, in tempi più recenti, con l'approvazione del pacchetto di azioni denominato *Clima-energia* (2009) e riassumibile nella dicitura "20/20/20" (riduzione unilaterale delle emissioni inquinanti del 20% entro il 2020, rispetto al 1990; portare al 20% il risparmio energetico; aumentare al 20% il consumo di fonti rinnovabili), si richiede un cambiamento radicale del sistema energetico. Effettuando un'analisi settoriale rispetto al contributo alle emissioni attuali e ai margini di miglioramento possibili emerge il ruolo rilevante del settore civile, di cui fa parte quello dell'edilizia residenziale.

Prendendo in considerazione la CO₂, quale primo fattore responsabile dell'effetto serra, è possibile specificare ulteriormente il dato, riferendolo ai comparti terziario, residenziale e a quello rappresentato dalla pubblica amministrazione. Complessivamente il settore civile è responsabile del 18% del quantitativo delle emissioni nazionali e, in relazione agli obiettivi di riduzione della produzione complessiva rispetto all'anno base¹², si evidenzia un aumento medio del 16%. Considerando i sottosettori, il residenziale conferma il suo ruolo centrale, mantenendo un peso del 74% di emissioni nel 2005¹³.

¹¹ Si pensi alle tecnologie informatiche riconducibili al Bim (*Building information modeling*), cioè "un sistema informatico che consente l'integrazione continua tra il progetto architettonico, strutturale e degli impianti, la fabbricazione dei prodotti, l'assemblaggio degli stessi nel cantiere e fuori del cantiere e la realizzazione finita. Una delle principali caratteristiche è l'utilizzo di veri e propri elementi costruttivi nella fase di progettazione, e non di segni geometrici come nel Cad, ma di veri e propri oggetti, i quali, in linguaggio informatico, sono considerati dei piccoli programmi che hanno la capacità di accettare *input* e di fornire degli *output*" (AA.VV., *Il mercato della progettazione architettonica in Italia*, Edizioni Il Sole 24 Ore, Milano, 2008).

¹² Il 1990.

¹³ Mancuso E., *Inventario annuale delle emissioni di gas serra su scala regionale. Le emissioni di anidride carbonica dal sistema energetico. Rapporto 2008*, Roma, 2009.

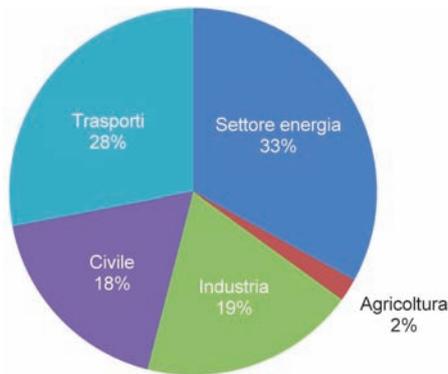


Figura 1.3
Contributi settoriali per CO₂ emessa



Figura 1.4
Emissioni di CO₂ del settore civile disaggregato per contributi

Il settore residenziale gioca, dunque, un ruolo fondamentale in relazione alle prospettive di riduzione, fin dallo scenario di medio periodo. Facendo riferimento alle politiche già in atto e a quelle future, risulta con chiarezza il valore determinante delle tecnologie energetiche: vengono presi in considerazione non solo una diffusione capillare delle tecnologie emergenti, ma anche lo sviluppo di quelle considerate alternative, attualmente in fase iniziale di sviluppo – non ancora presenti nelle proiezioni energetiche – ma che, nell'arco di qualche decennio, potrebbero indurre drastici cambiamenti nel sistema. Le opzioni di maggiore interesse sono riconducibili a quattro aree tecnologiche:

- l'efficienza energetica;
- il sequestro della CO₂;
- le fonti rinnovabili;
- l'energia nucleare.

È andando a considerare soprattutto la prima e la terza opzione che si evince il ruolo centrale che il settore civile potrebbe rivestire nei prossimi anni nell'azione di abbattimento delle emissioni inquinanti. Secondo tutte le analisi e gli orizzonti temporali da qui al 2050, l'efficienza energetica risulta essere la risorsa più importante, non solo ai fini della riduzione delle emissioni, ma anche per il contenimento della domanda dei fossili e il miglioramento della sicurezza energetica. All'implementazione delle tecnologie legate all'efficienza energetica è associato quasi il 50% della riduzione di emissioni. Procedendo poi con un'analisi settoriale, si evidenziano, per i settori residenziale e terziario, contributi a questa riduzione rispettivamente del 14,7% e del 10,8%¹⁴.

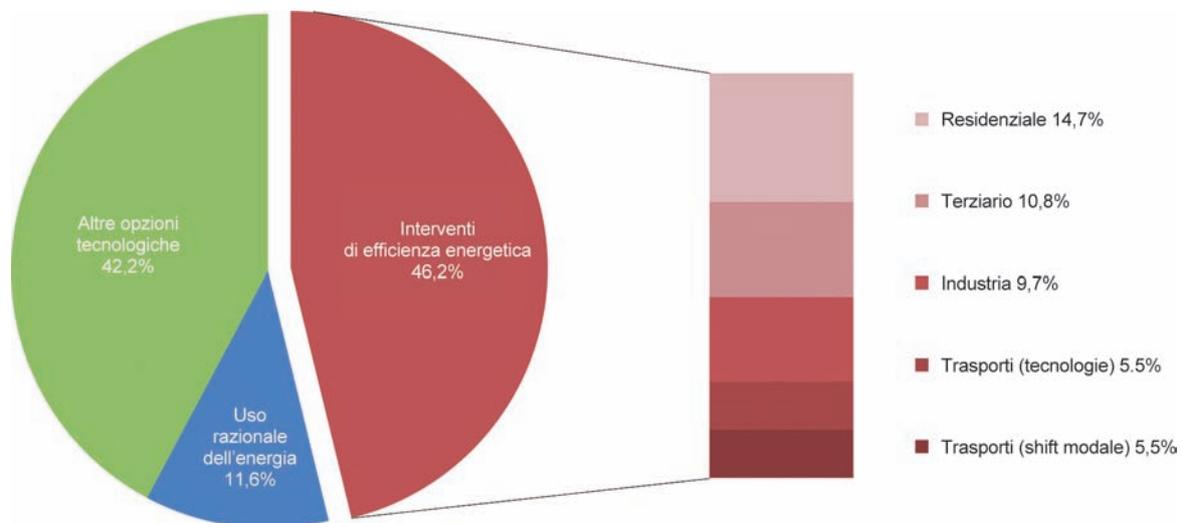


Figura 1.5

Contributo delle opzioni di efficienza energetica negli usi finali alla riduzione delle emissioni di CO₂ nello scenario ACT rispetto allo scenario di riferimento (anno 2009). Fonte: Ufficio di Presidenza Enea, Rapporto energia e ambiente 2008, Roma 2009

I dati a disposizione mostrano un parco edilizio “energivoro”, in relazione all’ordine di grandezza dei consumi tipici del passato, confrontato con i risultati ottenibili attraverso l’implementazione di tecnologie volte a una maggiore efficienza. Una quota preponderante del patrimonio edilizio residenziale risale a un periodo precedente al 1970, ossia a un periodo in cui non era presente alcuna sensibilità progettuale verso la questione ambientale. L’involucro assumeva fondamentalmente il ruolo di elemento di individuazione dello spazio abitato, conferendo l’onere della determinazione delle condizioni di comfort interne alle componenti impiantistiche per cui, ad esempio, non era concepito l’utilizzo diffuso di materiali isolanti né, tantomeno, la correzione dei ponti termici.

Prendendo in analisi la categoria dell’edilizia residenziale, in relazione all’efficienza energetica, nel caso

¹⁴ Ufficio di Presidenza Enea, *Rapporto energia e ambiente 2008. Analisi e scenari*, Roma 2009.

del riscaldamento invernale si ha un valore medio¹⁵ pari a 10,4 kep/m², che sale ulteriormente nel caso degli edifici pubblici¹⁶.

Tabella 1.3. Consumo energetico unitario per il riscaldamento per metro quadrato, con correzione climatica (kep/m²). Dati da: AA.VV., *Rapporto energia e ambiente 2007-2008. I dati*, Roma, 2008

Paese	Anno									
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Austria	16,5	17,2	17,3	18,0	17,2	17,2	16,5	14,9	15,3	14,8
Belgio	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bulgaria	8,1	9,1	8,8	8,2	7,0	7,7	7,3	7,4	7,4	7,6
Cipro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,3
Danimarca	15,0	14,8	14,7	14,4	13,6	14,1	13,8	13,7	13,7	13,9
Estonia	23,7	19,7	18,3	18,1	16,9	16,8	16,4	16,6	15,7	15,7
Finlandia	10,8	11,0	11,0	11,0	10,5	10,6	10,8	10,6	10,5	10,4
Francia	15,3	15,4	15,3	15,2	15,4	15,0	14,3	14,0	13,6	13,3
Germania	18,7	18,6	17,6	18,2	18,3	18,1	16,8	16,2	16,3	17,0
Grecia	9,0	9,0	9,8	10,3	10,7	11,5	10,7	11,3	11,5	10,8
Irlanda	16,1	16,8	15,7	14,5	14,5	15,0	14,6	13,9	13,8	13,9
Italia	9,5	9,7	9,8	9,4	10,2	10,0	9,9	9,7	10,2	10,4
Lettonia	23,5	22,8	23,6	25,1	21,5	21,6	21,6	21,3	21,4	20,9
Lituania	14,2	13,6	13,6	13,2	12,8	13,2	12,4	12,1	12,2	-
Lussemburgo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Malta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Olanda	10,1	9,7	9,9	9,8	9,2	9,0	8,5	8,3	8,1	7,9
Polonia	22,6	20,2	21,2	19,3	18,6	16,1	14,1	14,0	14,6	15,8
Portogallo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Regno Unito	12,7	13,2	13,0	12,8	13,1	12,2	12,9	13,2	12,1	11,4
Repubblica Ceca	-	-	-	-	-	-	13,4	-	-	-
Romania	14,8	13,4	12,8	12,5	10,4	10,5	10,4	10,2	9,4	-
Slovacchia	8,5	8,6	8,5	9,0	8,5	8,9	8,0	7,8	7,0	7,0
Slovenia	17,6	16,7	18,5	20,7	18,5	20,1	18,0	17,7	15,9	16,0
Spagna	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Svezia	13,0	13,4	13,6	14,5	13,0	12,9	11,9	12,2	12,7	-
Ungheria	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Unione Europea	14,3	14,2	14,0	14,2	13,8	13,6	13,2	13,1	13,0	13,0
Norvegia	11,3	11,1	11,4	11,3	10,5	10,8	9,8	9,5	10,2	9,9

¹⁵ AA.VV., *Rapporto energia e ambiente 2007-2008. I dati*, Roma, 2008 (documento scaricabile da http://www.enea.it/produzione_scientifica/volumi/REA_2007/REA2007_Dati.html).

¹⁶ Latella M., *Energia, lo Stato paga bolletta da 1,12 miliardi*, in *Il Mondo Immobiliare*, Il Sole 24 Ore, Milano, n. 12, 2008, p. 4.

Consumo energetico unitario per il riscaldamento per m²

Diminuisce in tutti le nazioni ad eccezione di Bulgaria, Italia, Croazia e Grecia; per i paesi meridionali parte dell'aumento è dovuto al progresso nel comfort; si può notare una diminuzione sostanziale in alcuni stati membri della UE a 15 (Paesi Bassi, Regno Unito e Francia) e in altri nuovi paesi membri (effetto combinato di prezzi più elevati e di miglioramento in efficienza).

Valori bassi possono non necessariamente riflettere un'alta efficienza energetica, ma essere la conseguenza dell'incremento dei prezzi unito a una diminuzione del comfort; un alto valore può indicare una minore efficienza.

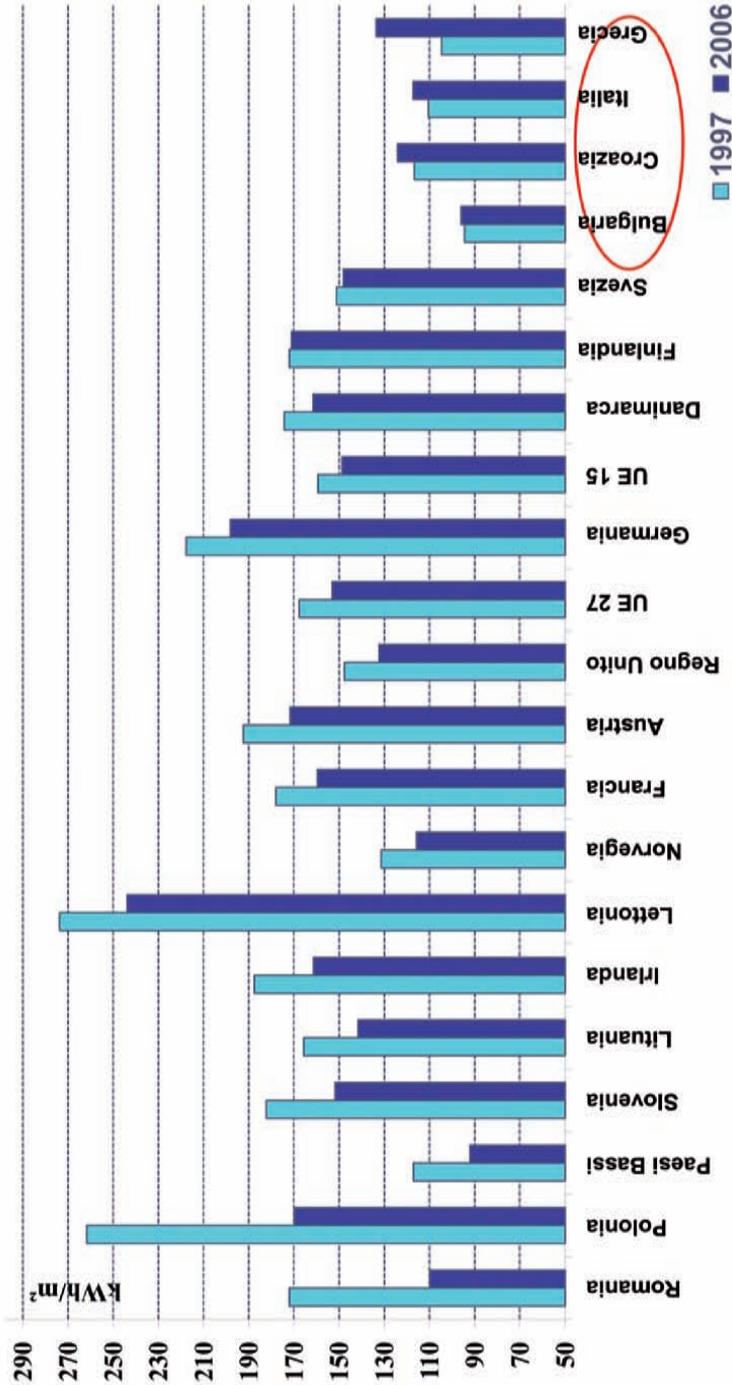
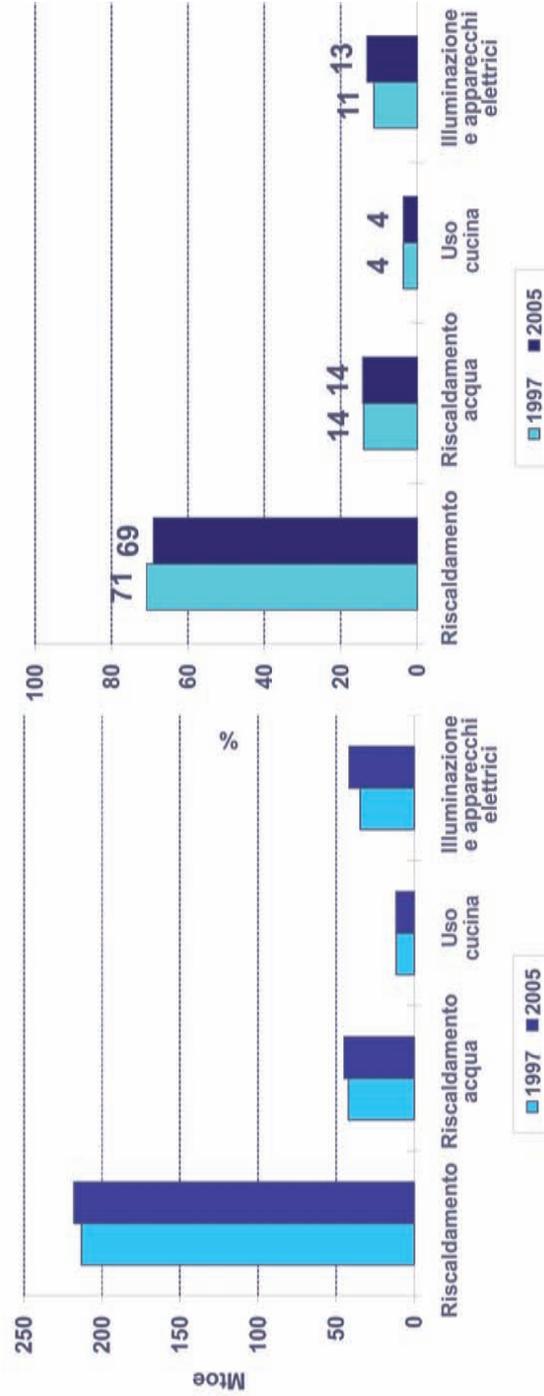


Figura 1.6
Consumo per il riscaldamento per unità di superficie. Come si evince dal grafico, si registrano diminuzioni in tutti i paesi ad eccezione di Bulgaria, Italia, Croazia e Grecia

Consumo energetico domestico nella UE a 27

Il lieve aumento dello 0,6% annuo del consumo medio per uso domestico nella UE a 27 registrato a partire dal 1997, è dovuto principalmente al maggior impiego di energia relativo agli apparecchi elettrici e all'illuminazione (+2,3% annuo). Infatti se da un lato si registra un calo contenuto della quota imputabile al riscaldamento, dall'altro, aumenta considerevolmente il contributo apportato da apparecchi elettrici e illuminazione.



Dati con correzioni climatiche

Figura 1.7 Consumi domestici nell'Unione Europea. Come si evince dai grafici, si registrano una lieve progressione dei consumi complessivi, in particolare in relazione a un maggiore consumo nell'ambito degli elettrodomestici e dell'illuminazione, e parallelamente una diminuzione nei consumi dovuti al riscaldamento

Utilizzo di materiali isolanti per le nuove abitazioni

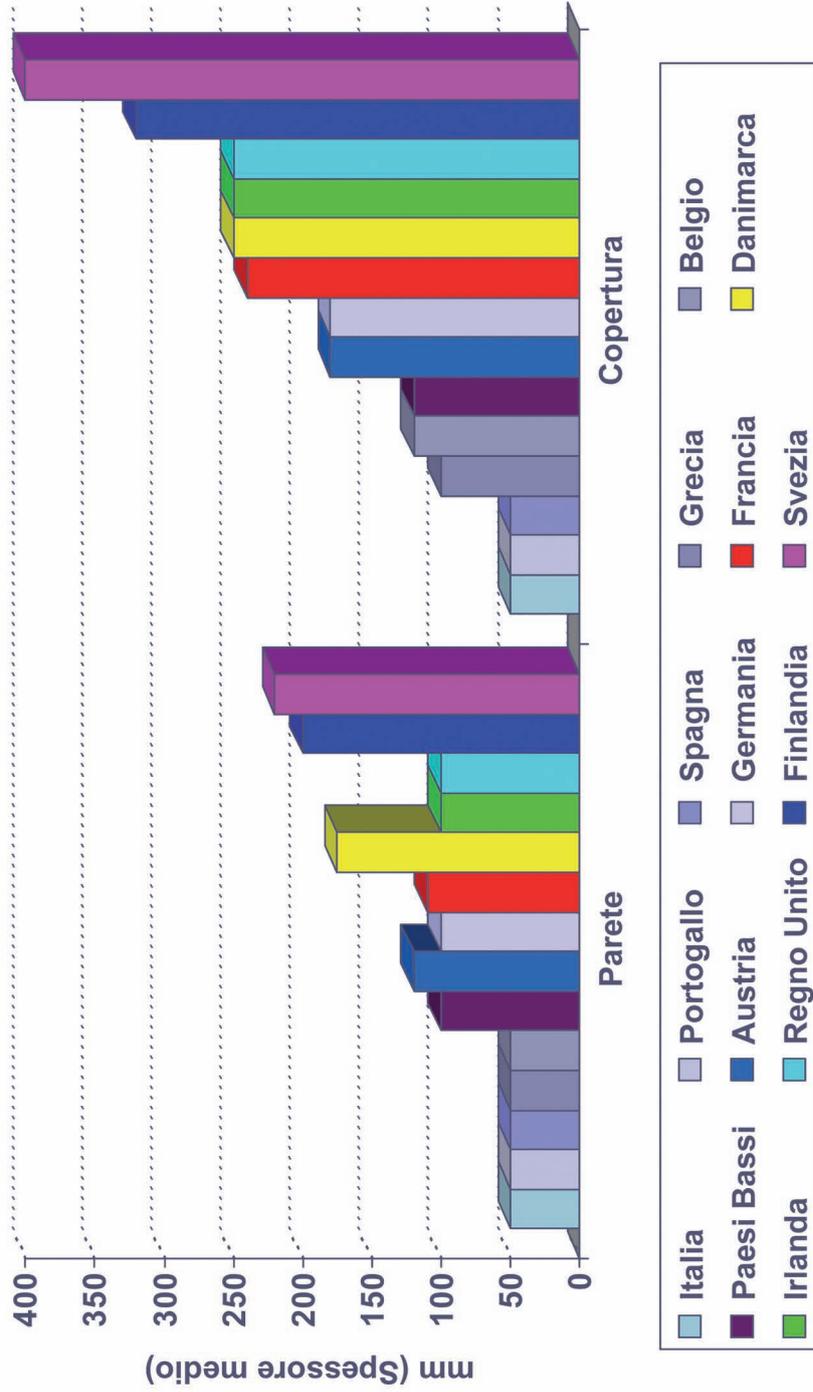


Figura 1.8
 Utilizzo di materiali isolanti per nuove abitazioni. I dati indicati evidenziano uno scarto rispetto agli altri paesi europei sia in relazione ai tamponamenti che alla copertura

Si tratta di valori base, a cui devono essere aggiunti gli ulteriori contributi dovuti al funzionamento delle numerose apparecchiature presenti – a cui si attribuisce la maggiore quota di consumi di energia elettrica – e al condizionamento nella stagione estiva.

Altro pilastro su cui poggia l'azione volta alla riduzione delle emissioni inquinanti è la diffusione di sistemi che sfruttano le fonti rinnovabili. In generale, considerando le principali opzioni presenti attualmente sul mercato¹⁷, si stima un contributo intorno al 20% degli obiettivi di mitigazione. Pur non disponendo di dati specifici riferiti all'utilizzo delle fonti rinnovabili rispetto al settore civile, appare corretto immaginare il contributo che potrà giungere dalla diffusione capillare del solare o, seppur in misura minore, del geotermico.

Il comparto civile e, dunque, il settore edilizio appaiono come un ambito nel quale si concentra un forte potenziale per la realizzazione delle politiche volte al contenimento dei cambiamenti climatici.

Nel caso del contesto italiano, gli ancora insufficienti risultati raggiunti rispetto agli obiettivi contenuti nel protocollo di Kyoto sono dovuti a un quadro d'azione poco articolato ed entrato in funzione in ritardo rispetto agli altri principali paesi industrializzati impegnati sullo stesso fronte. A questo proposito, è da considerarsi propizio l'intervento dell'Unione Europea che, emanando una serie di direttive, ha costretto i governi italiani ad approvare, seppur con tempi estremamente dilatati, provvedimenti di carattere prescrittivo.

Prendendo in considerazione l'ambito dell'efficienza, uno spartiacque in tempi recenti è rappresentato dalla direttiva 2002/91/CE, incentrata sulla volontà di far rispettare requisiti minimi di efficienza energetica per gli edifici di nuova costruzione e per quelli già esistenti, di provvedere alla certificazione del rendimento energetico nell'edilizia e di imporre il controllo periodico delle caldaie e degli impianti di condizionamento. Il suo recepimento è avvenuto nel 2005¹⁸, con un importante aggiornamento già a partire dall'anno successivo¹⁹. Inoltre, a causa del nuovo assetto istituzionale nato dalla riforma del titolo V della Costituzione, si è assistito nei primi anni del XXI secolo a un progressivo decentramento delle competenze di gestione delle politiche in ambito energetico. L'intento iniziale era quello di procedere a una contestualizzazione su base regionale, operata mantenendo un coordinamento nazionale. Nella realtà il risultato è stato differente. Infatti la dilatazione dei tempi che ha caratterizzato l'approvazione dei vari provvedimenti – le linee guida sono state adottate solo a partire dal 2009²⁰, con quattro anni di ritardo rispetto ai sei mesi indicati come limite massimo nel decreto di riferimento – ha provocato, in nome dell'autonomia raggiunta dagli enti locali, la proliferazione di una serie infinita di norme e regolamenti, individuando un quadro estremamente frammentato.

Anche nel caso della diffusione delle fonti rinnovabili, è stato adottato uno schema d'azione poco coordinato e scarsamente programmato, realizzando solo in parte il potenziale individuabile, soprattutto in rela-

¹⁷ Facendo riferimento alle tecnologie più sviluppate e con un maggiore grado di diffusione si considerano: l'eolico, il solare (equamente ripartito tra fotovoltaico PV e solare termico a concentrazione CSP), biomasse, biocombustibili di seconda generazione, idroelettrico e geotermico. Fonte: Ufficio di Presidenza Enea, *Rapporto energia e ambiente 2008. Analisi e scenari*, Roma, 2009.

¹⁸ Decreto Legislativo 19 agosto 2005, n. 192, *Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia*.

¹⁹ Decreto Legislativo 29 dicembre 2006, n. 311, *Disposizioni 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 nell'edilizia*.

²⁰ Decreto Ministeriale (Sviluppo economico) 26 giugno 2009, *Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici*.

zione delle particolari condizioni climatiche che caratterizzano il paese. Nel settore dell'edilizia, le azioni principali hanno riguardato le tecnologie solari nelle due opzioni del solare termico e del fotovoltaico.

Nel complesso, l'insieme delle azioni messe in moto dalle istituzioni ha avuto il merito di dare vita a un cambiamento tangibile, che ha iniziato ad avere una certa consistenza, promettendo di svilupparsi ulteriormente in futuro, in relazione alla valenza economica. È possibile oggi, infatti, parlare di un vero e proprio mercato legato al *green building*, in cui all'attenzione del legislatore si è accompagnata negli ultimi anni anche un'evoluzione della domanda, che ha scoperto il valore aggiunto che risiede nell'adozione di soluzioni mirate al risparmio energetico. Se, da un lato, dunque, è possibile leggere in questo cambiamento la diffusione di una nuova sensibilità culturale verso le tematiche ambientali, dall'altro è innegabile individuare anche motivazioni di carattere economico.

L'andamento assunto dal costo delle fonti energetiche nel corso degli ultimi anni si è tradotto inevitabilmente in un aumento inarrestabile del peso della bolletta. Un fenomeno particolarmente accentuato nel paese, in virtù della dipendenza energetica dall'estero²¹, dovuta a una scarsa presenza di risorse sul territorio. Se in passato erano particolarmente avvertite le fluttuazioni caratterizzanti il costo del carburante, i picchi raggiunti dal costo del petrolio e del gas naturale hanno finito per sensibilizzare gli utenti anche verso i costi sia delle forniture elettriche che del gas per il riscaldamento. In particolare, la diffusione del condizionamento nella stagione estiva ha portato a forti aumenti nella voce di spesa imputabile all'energia elettrica. È all'interno di questo contesto che l'utente/consumatore ha iniziato a prestare attenzione all'adozione di sistemi in grado di limitare i consumi legati alla funzione dell'abitare, e che ha accolto con favore le agevolazioni fiscali messe in campo proprio per operazioni finalizzate all'aumento dell'efficienza energetica. Significativo risulta il fatto che, anche durante i primi segnali dell'esaurimento del lungo ciclo di espansione che aveva conosciuto il mercato immobiliare in Italia, l'unico comparto in grado di mantenere un trend positivo sia stato quello legato alle ristrutturazioni edilizie in cui, appunto, rientrano gli interventi in questione²².

Il quadro fin qui tratteggiato della questione ambientale, senza alcuna pretesa di essere esaustivo, evidenzia l'urgenza e la centralità di questa problematica e l'importanza che la sua ricezione da parte del mondo dell'edilizia può e potrà rivestire all'interno di un quadro complesso di azioni risolutive.

Aspetti particolarmente significativi sono da un lato la diffusione di una maggiore consapevolezza della questione ambientale da parte dell'utente e, dall'altro, sia in relazione a un cambiamento culturale che ai risvolti economici, la trasformazione, o arricchimento, delle sue esigenze abitative e dello standard qualitativo richiesto.

Non è più sufficiente realizzare edifici confortevoli ed esteticamente gradevoli, ma occorre considerare in modo attento e puntuale le prestazioni legate alla dimensione tecnologica dell'edificio. Appare evidente, in sostanza, la necessità di uno sviluppo in senso industriale del processo edilizio e, in ultima analisi, delle tecnologie costruttive comunemente impiegate.

²¹ L'Italia reperisce all'estero l'85,6% delle fonti energetiche, rispetto ad una media europea del 56%. In particolare, nel corso dell'ultimo decennio, si è evidenziata la crescita della dipendenza dalle importazioni di gas naturale. Questo si ripercuote inevitabilmente sui costi, tanto che la "bolletta energetica" nazionale ha ormai sfiorato i 57 miliardi di euro (3% del Pil). Fonte: Ufficio di Presidenza Enea, *Rapporto energia e ambiente 2008. Analisi e scenari*, Roma, 2009.

²² Elaborazione Ance su dati Istat in Direzione affari economici e Centro studi (a cura di), *Osservatorio congiunturale sul settore delle costruzioni*, EdilStampa, Roma, ottobre 2008.