

Eugenio Arbizzani

Tecnologia dei sistemi edilizi

Progetto e costruzione

***Con disegni e particolari costruttivi,
immagini di cantiere e dettagli edilizi,
figure e schemi funzionali***

II edizione

Indice

Presentazione

Introduzione

1. Sistemi costruttivi e tecnologie per l'architettura

- 1.1. L'evoluzione contemporanea delle tecnologie costruttive
 - Manuali per la costruzione e produzione architettonica
 - Industrializzazione e innovazione
 - L'unicità del prodotto di architettura
 - Nuova costruzione e riqualificazione
 - I modi della produzione edilizia
 - Il progetto e la scelta delle tecnologie costruttive
 - Le tecnologie dei materiali
- 1.2 Il progetto dalle esigenze alle prestazioni
 - L'approccio esigenziale prestazionale
 - La qualità edilizia; I requisiti della costruzione
 - Requisiti del sistema ambientale e del sistema tecnologico
 - Specifiche di prestazione: benessere acustico e igrotermico
- 1.3 La scomposizione del sistema edilizio: gli elementi costruttivi dell'edificio
 - Il sistema ambientale
 - Il sistema tecnologico

2. Le strutture portanti

- 2.1. Strutture di fondazione
 - 2.1.1. Fondazioni superficiali
 - Fondazioni superficiali discontinue. Plinti
 - Fondazioni superficiali continue. Travi rovesce e platee
 - 2.1.2. Fondazioni profonde
 - Fondazioni profonde discontinue. Pali
- 2.2. Strutture di elevazione
 - 2.2.1. Strutture di elevazione o telaio
 - Strutture di elevazione a telaio in calcestruzzo armato
 - Strutture di elevazione a telaio in acciaio
 - 2.2.2. Strutture di elevazione o pareti portanti
 - Strutture di elevazione a pareti in muratura
 - Strutture di elevazione a pareti in calcestruzzo armato
 - 2.2.3. Strutture di elevazione orizzontali e inclinate
 - Strutture per impalcati piani
- 2.3. Strutture di contenimento
 - Impermeabilizzazioni

3. Le chiusure

- 3.1. Chiusure verticali
 - 3.1.1. Pareti perimetrali verticali opache
 - Gli strati funzionali
 - Parete isolata dall'interno
 - Parete isolata nell'intercapedine
 - Parete isolata dall'esterno
 - Parete ventilata
 - Parete leggera a secco
 - Parete in legno
 - 3.1.2. Pareti perimetrali verticali trasparenti
 - Requisiti e caratteri fisico-tecnici delle pareti trasparenti
 - Modelli funzionali delle pareti perimetrali trasparenti
 - Il vetro delle facciate continue
 - Facciata continua a montanti e traversi
 - Facciata continua a cellule indipendenti
 - Facciata continua con vetro strutturale
 - Facciata continua con fissaggi puntuali (o vetrata sospesa)
 - Facciata a doppia pelle

- 3.1.3. Infissi esterni verticali
 - Alternative tecniche
- 3.2. Chiusure orizzontali inferiori
 - Solaio e attacco a terra
- 3.3. Chiusure superiori
 - I requisiti delle coperture
 - Gli strati funzionali
- 3.3.1. Coperture piane
 - Lo strato di tenuta acqua
 - Lo strato di protezione
 - Modelli funzionali e soluzioni tecniche
- 3.3.2. Coperture inclinate
- 3.3.3. Coperture trasparenti

4. Le partizioni

- 4.1. Partizioni interne orizzontali
 - I solai
 - I solai stratificati a secco
 - Le pavimentazioni
 - I controsoffitti
 - I controsoffitti climatizzanti
- 4.2. Partizioni interne verticali
 - Le pareti interne verticali
 - Gli infissi interni verticali
- 4.3. Partizioni inclinate
- 4.4. Schermature esterne (a cura di Paolo Civiero)
 - L'esposizione solare e l'orientamento dell'edificio
 - Il progetto delle schermature

5. Il processo per costruire l'architettura

- 5.1. Le attività del processo dal progetto alla realizzazione
 - Il modello di processo
 - La fase della programmazione
 - La fase della progettazione
 - La fase di costruzione
 - La fase di esercizio e gestione tecnica della costruzione
- 5.2. Il quadro di riferimento normativa
 - La programmazione dei lavori pubblici
 - La progettazione delle opere
 - Le verifiche e le validazioni dei progetti
 - L'affidamento dei lavori
 - La direzione dei lavori
 - L'esecuzione dei lavori
- 5.3. Gli attori del progetto e della costruzione
 - Il committente
 - Il responsabile del procedimento
 - Il progettista
 - I tecnici consulenti del gruppo di progettazione
 - Il direttore dei lavori
 - L'imprenditore
 - Il coordinatore per la sicurezza
 - Il collaudatore
- 5.4. Le forme di affidamento dei lavori
 - Appalti di sola esecuzione
 - Appalti di progettazione esecutiva e di esecuzione con progetto definitivo a base di gara
 - Appalti di progettazione esecutiva e di esecuzione con progetti preliminare a base di gara
 - Le procedure per l'individuazione dei concorrenti
 - Il criterio del prezzo più basso
 - Le modalità di aggiudicazione: criterio dell'offerta economicamente più vantaggiosa

- 5.5. La programmazione e il controllo delle attività
- Strumenti semplificati di programmazione e controllo delle attività
 - Il diagramma di flusso
 - Il grafico reticolare di progetto
 - Il diagramma di Gantt o Cronoprogramma
- 5.6. La gestione e la manutenzione del costruito

6. Gli elaborati del progetto

- 6.1. Il documento preliminare alla progettazione
- La metaprogettazione
 - Il documento preliminare alla progettazione
- 6.2. Elaborati del progetto preliminare
- La relazione illustrativa
 - La relazione tecnica
 - Lo studio di prefattibilità ambientale
 - Gli studi di caratterizzazione del territorio
 - Gli elaborati del progetto preliminare
 - Le indicazioni preliminari per la stesura dei piani di sicurezza
 - Il calcolo sommario della spesa
 - Il quadro economico di progetto
- 6.3. Elaborati del progetto definitivo
- La relazione generale
 - Le relazioni tecniche e le relazioni specialistiche
 - Gli elaborati grafici
 - Lo studio di impatto ambientale e lo studio di fattibilità ambientale
 - I calcoli delle strutture e degli impianti
 - Il disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici
 - Il piano particellare d'esproprio
 - Il computo metrico estimativo
 - L'elenco dei prezzi unitari e le analisi dei prezzi
- 6.4. Elaborati del progetto esecutivo
- La relazione generale
 - Le relazioni specialistiche
 - Gli elaborati grafici esecutivi
 - I calcoli esecutivi delle strutture e degli impianti
 - Il piano di manutenzione
 - Il piano di sicurezza e di coordinamento
 - Il cronoprogramma
 - L'elenco dei prezzi unitari
 - Il computo metrico estimativo
 - Lo schema di contratto
 - Il capitolato speciale d'appalto
 - Il quadro economico
- 6.4.1. Rappresentazione grafica del progetto esecutivo
- Strumenti sintattici e convenzioni grafiche nel linguaggio del Progetto Esecutivo

7. Riferimenti

- 7.1. Schede delle opere documentate
- 7.2. Tavole sinottiche dei riferimenti iconografici
- 7.3. Bibliografia

Presentazione

Fino ai primi decenni del ventesimo secolo, era più che sufficiente disporre di una planimetria in scala 1:100 per costruire con pietre e legno un bell'edificio abitativo, praticamente a regola d'arte e pronto all'uso. Gli architetti potevano fornire qualche indicazione relativa ad alcuni dettagli edili, ma le maggiori attenzioni erano riservate ad innovazioni tecniche, a particolari decorazioni o all'allestimento degli interni.

All'epoca, era possibile lavorare con così poche indicazioni, poiché gli artigiani sapevano di dover seguire le regole della loro corporazione per assicurare qualità estetica e tecnica. Questo livello di conformità tra indicazioni progettuali ed esecuzione rappresenta, oggi, l'eccezione. Gli architetti che progettano professionalmente volumi come oggetti tecnologici di grandi dimensioni, a causa di un livello di competenza propria che spesso non copre le tecnologie disponibili in tutti i settori, e a causa dei crescenti rischi in materia di responsabilità personale, tendono sempre di più a delegare i dettagli tecnici alle imprese esecutrici.

Inoltre, spesso, la pianificazione procede in maniera così indefinita, che è compito dell'impresa determinare i dettagli esecutivi, nonché l'aspetto degli elementi architettonici, con riferimento alle proprie aspettative. Oggi, in seguito alla suddivisione dei compiti, viene a mancare la summenzionata qualità della tradizionale esecuzione artigianale. Requisiti tecnici ed esigenze formali a volte eccessivi, che richiedono di seguire pedissequamente una impegnativa supervisione architettonica, spesso impreparata su questioni tecnico-edilizie, sono tanto dannosi quanto l'incompetenza in materia di progettazione, dimostrata dalla maggior parte delle imprese al momento d'impiegare le loro tecnologie.

Tuttavia, se un individuo gioisce per il mondo delle cose, per l'estetica degli elementi, per il loro incontro tattile, se quindi partecipa con i propri sensi alle singole opere, naturali o artificiali che siano, allora proverà sicuramente interesse per gli elementi vicini alla sua mano e al suo occhio: li riconoscerà individualmente, ma anche nella loro interazione e nel loro ordinamento interno, quali fattori significativi. Se poi è un architetto, esso s'immedesimerà nel ruolo di colui che ne determina l'aspetto, e la loro particolare disposizione, che dà vita all'opera, questa sensibilità diventerà parte della sua professionalità.

Diventa allora ineludibile conoscere a fondo le condizioni di realizzazione del nostro odierno mondo tecnologico, che ha rimpiazzato l'artigianato forgiate, al fine di acquisire la possibilità di influire maggiormente attraverso la collaborazione con i produttori, ridefinendo così la logica del fare architettura.

Questo libro di Eugenio Arbizzani offre un contributo molto utile alla necessaria disciplina professionale degli architetti, attraverso la logica rigorosa della sua costruzione e la emblematica evidenza degli esempi scelti.

Thomas Herzog

Introduzione

Il significato della tecnologia dell'architettura

Costruire. In un momento storico nel quale l'ambiente costruito appare sempre meno in grado di rappresentare l'equilibrata integrazione fra lo sviluppo delle attività umane e l'evolversi del sistema naturale, occorrerebbe soffermarsi sul "perché" costruire ancora prima che porsi il quesito di "cosa" costruire e di "come" costruire. Se da una parte nuove espressioni di fabbisogno edilizio si manifestano con crescente intensità, dall'altra si acquisisce al comune sentire una consapevolezza via via maggiore della necessità – e della possibilità concreta – di meglio impiegare le risorse disponibili e il patrimonio edilizio già costruito, spesso realizzato per speculazione, a volte inutilizzato o male utilizzato (1).

La tecnologia delle costruzioni comprende oggi non più solo la conoscenza su "l'arte di costruire", strumento di mediazione fra teoria, arte e scienza, ma assume nuovi significati in relazione alle innovazioni che sono rese possibili per affrontare il difficile riequilibrio nello sviluppo dell'ambiente costruito. E il professionista delle costruzioni – architetto o ingegnere – deve esprimere un bagaglio culturale e tecnico adeguato a supportare il governo del processo realizzativo, offrendo la propria competenza fin dalle fasi iniziali, quando il decisore deve essere posto in grado di rispondere efficacemente innanzitutto sul "perché" costruire e poi, eventualmente, sul "cosa" costruire nella accezione più ampia: demolire, ricostruire, ristrutturare, restaurare, ampliare o costruire ex novo; e solo in seguito sul "come" costruire.

(1) "... un fastidio che non sapeva bene neanche lui. Erano le case: tutti questi nuovi fabbricati che tiravano su, casamenti cittadini di sei-otto piani, a biancheggiare massicci come barriere di rincalzo al franante digradare della costa, affacciando più finestre e balconi che potevano verso il mare. La febbre del cemento s'era impadronita della Riviera: là vedevi il palazzo già abitato, con le cassette dei gerani tutti uguali ai balconi, qua il caseggiato appena finito, coi vetri segnati da serpenti di gesso, che attendeva le famigliole lombarde smaniose dei bagni; più in là ancora un castello d'impalcature e, sotto, la betoniera che gira e il cartello dell'agenzia per l'acquisto dei locali.

Nelle cittadine in salita, a ripiani, gli edifizii nuovi facevano a chi monta sulle spalle dell'altro, e in mezzo i padroni delle case vecchie allungavano il collo nei sopraelevamenti. A ***, la città di Quinto, un tempo circondata da giardini ombrosi d'eucalipto e magnolie dove tra siepe e siepe vecchi colonnelli inglesi e anziane miss si prestavano edizioni Tauchnitz e annaffiatoi, ora le scavatrici ribaltavano il terreno fatto morbido dalle foglie marcite o granuloso dalle ghiaie dei vialetti, e il piccone diroccava le villette a due piani, e la scure abbattava in uno scroscio cartaceo i ventagli delle palme Washingtonia, dal cielo dove si sarebbero affacciate le future soleggiate-tricamere-servizi ..." (Calvino I., *La speculazione edilizia*, Torino, Einaudi, 1963).

La filiera delle costruzioni determina una quota rilevante del fabbisogno di risorse naturali, ed assorbe una altrettanto imponente quota di energia prodotta nel pianeta. Il trend di questi due fattori è in crescita esponenziale, l'arte del costruire deve farsi carico di sviluppare innovazioni nella direzione del risparmio e della ottimizzazione delle risorse naturali e dell'energia necessaria per produrre.

Il processo di edificazione rappresenta oggi un sistema articolato di risorse, vincoli e procedure che devono correlarsi per potere giungere all'opera realizzata quale sintesi ottimizzata delle diverse istanze di ciascun operatore coinvolto: dall'utente al committente, dal progettista all'impresa, dal produttore alle nuove figure di responsabili e di specialisti che intervengono durante il ciclo di vita degli edifici.

La tecnologia dell'architettura, nella sua accezione di cultura e pratica del costruire, non è più ristretta ai soli aspetti tecnici della produzione di progetto; né d'altro canto può essere considerata unicamente negli aspetti organizzativi e processuali connessi con la sua realizzazione.

La cultura tecnologica comprende oggi l'insieme delle conoscenze teoriche e scientifiche, in una visione integrata che coinvolge risorse, persone, organizzazioni e mezzi, con il fine ultimo della produzione di beni immobili e di servizi per lo sviluppo delle attività umane.

Nel corso di quest'ultimo quarto di secolo la cultura tecnologica dell'architettura, seppur consolidata nelle metodiche e negli strumenti atti a governare la dialettica tra i "fini" e i "mezzi" degli interventi edilizi, si è sostanzialmente e profondamente evoluta.

Da un'ottica prevalentemente incentrata sulle metodologie e le tecniche produttive, l'attenzione del settore

disciplinare si è spostata sempre più sistematicamente verso la qualità del progetto, nei suoi diversi aspetti, da quelli funzionali a quelli operativi e gestionali, configurandosi, quindi, sempre più come "cultura della progettazione finalizzata alla realizzazione" degli interventi edilizi e alla loro utilizzazione nel tempo.

La tecnologia dell'architettura si pone l'obiettivo di rendere "costruibile" un progetto attraverso alcuni principali contributi specifici:

- la gestione e il controllo delle regole del processo edilizio e dei relativi strumenti operativi;
- la definizione e l'applicazione di metodologie e strumenti finalizzati al controllo di qualità del progetto e alla sua realizzabilità;
- lo studio, la definizione e la valutazione delle tecniche, dei prodotti e dei materiali più appropriati alla specificità di ogni "progetto".

La qualità del costruito dipende, infatti, dalla qualità delle informazioni che i diversi operatori sono in grado di enunciare e di trasferire affinché queste siano tradotte in criteri di programmazione, in scelte di progetto, in regole di selezione degli esecutori, in modelli operativi di gestione degli edifici realizzati.

L'area disciplinare della tecnologia dell'architettura si propone pertanto di fornire un contributo, formativo e di ricerca, finalizzato all'acquisizione degli strumenti culturali ed operativi necessari al progettista per poter esprimere specifiche competenze professionali: nella gestione dei processi programmatici e progettuali; nel controllo sulla qualità delle scelte tecniche e costruttive da adottare; nella attuazione del processo realizzativo di cantiere e nella gestione del ciclo di vita utile degli edifici.

Il ruolo della formazione tecnica

La visione del progetto ampliata dall'ambito ideativo e compositivo fino a comprendere la complessità del processo di attuazione dell'architettura costruita impone la necessità che la formazione del progettista comprenda l'acquisizione di una metodologia di approccio al progetto basata sull'analisi esigenziale prestazionale e sia in grado di integrare metodi e prassi operative caratterizzanti i ruoli della committenza, dell'impresa e degli enti preposti al controllo esterno del processo edilizio.

Il fine che si propone è quello di formare un professionista in grado di guadagnarsi "sul campo" il ruolo di leadership di un gruppo di operatori che, una tantum, si ritrovano a confrontare le proprie competenze e le proprie esigenze per tramutarle in risposte corrette, formalmente, tecnicamente ed economicamente, ed integrate in un prodotto che – a differenza di ogni altro processo industriale – rappresenta un "pezzo unico" ed irripetibile nel contesto del costruito.

Walter Gropius rappresenta il paradigma del pensiero volto a considerare fondativo, per la professione dell'architetto, l'equilibrio fra esperienza pratica e conoscenza teorica; nel 1950 a proposito della formazione dell'architetto egli scriveva:

"... nella pratica educativa, il mezzo migliore per garantire l'unità di tutto il tirocinio didattico ad ogni livello è di porlo in relazione con il massimo numero possibile di esperienze reali. I problemi prospettati dovrebbero essere sempre riferiti a condizioni reali. Quanto più la collaborazione tra insegnante e allievi sarà simile alla pratica di uno studio di architettura, tanto più fecondi saranno i risultati. Visitare edifici in costruzione, fabbriche di materiali, istituti di ricerca, stimolerà l'immaginazione dell'allievo e rafforzerà la sua comprensione del fare e del costruire. Ma soprattutto deve lavorare come apprendista o come assistente del capocantiere in un edificio in costruzione, per imparare a collegare gli elementi del processo costruttivo, il montaggio delle varie parti edilizie ed i potenziali motivi di contrasto tra i diversi subappaltatori. Come può uno studente capire, stando al suo tavolo da disegno, i problemi tecnici ed economici che sorgono nel corso del processo edilizio? Soltanto nella pratica, osservando i procedimenti con cui un edificio, partendo dai progetti elaborati al tavolo da disegno, viene costruito, acquisirà un'esperienza diretta, comprensibile. Infatti, le nozioni trasmessegli teoricamente da altri resteranno, nella sua mente, postulati senza verifica; può imparare solo con l'esperienza, non con l'autorità. Ogni allievo, prima di concorrere ad un titolo professionale, dovrebbe dunque partecipare alla costruzione di un edificio, in tutte le sue fasi: una tale esperienza dovrebbe essere resa obbligatoria..." (2) .

In tal senso si muove l'organizzazione della formazione nell'area tecnologica, offrendo un percorso di consapevolezza progressivamente maggiore del ruolo del progettista in relazione a quello degli altri operatori del processo, e fornendo conoscenze strutturate su alcuni principali campi di attività.

(2) Gropius W., *Architettura integrata*, Milano, Mondadori, 1959-1965 (Titolo originale dell'opera: *Scope of Total Architecture*, New York, Harper & Brothers, 1955).

Innanzitutto la conoscenza teorica e pratica su:

- materiali, componenti, elementi costruttivi e metodi di produzione edilizia;
- tecnologie e sistemi di costruzione – tradizionali ed evoluti – fino alle soluzioni innovative per l'architettura contemporanea.

In secondo luogo la consapevolezza dei processi di realizzazione del costruito e l'appropriata comprensione dei suoi fattori:

- il processo edilizio, le sue fasi, gli operatori, la strumentazione normativa;
- le componenti economiche del progetto e gli aspetti finanziari connessi alla realizzabilità;
- la completezza e la congruenza degli elaborati progettuali, ai diversi stadi di approfondimento tecnico;
- la progressione temporale delle sequenze attuative, la programmazione e la fattibilità delle scelte da operare;
- il "ciclo di vita degli edifici", le esigenze poste dal progetto dell'uso e del riuso, l'approccio all'analisi del valore di ogni scelta progettuale.

Infine la competenza nella strumentazione procedurale e tecnico-operativa per:

- garantire al committente l'esecutività del progetto e la sua cantierabilità;
- garantire ai soggetti coinvolti il controllo dei tempi e il risultato economico degli investimenti;
- offrire servizi professionali finalizzati alla manutenzione, alla sicurezza e alla gestione tecnica delle costruzioni realizzate.

Etica e qualità del progetto

Approcciare il concetto di etica in relazione alla qualità del progetto non appaia operazione arbitraria in un manuale di tecnologia dell'architettura: in questi tempi in cui "etica" sembra richiamare alla mente tempi andati, di "oppressione della ragione sul libero arbitrio", la ricerca di un'etica della professione tecnica è oggi viepiù impre- scindibile: l'architetto sembra a volte avere perso il ricordo degli insegnamenti di grandi movimenti contemporanei e di maestri dell'architettura che hanno fatto dell'etica del progetto un paradigma in grado di guidare le scelte e di determinare le soluzioni ai problemi posti dal vivere civile.

Viviamo il tempo attuale immersi in una crisi i cui contorni ci sfuggono, le cui dimensioni economiche non rappresentano l'unico parametro per valutarne l'entità e la natura, ma è diffusa l'opinione che si sta compiendo un passaggio, una evoluzione traumatica nei comportamenti sociali e nella percezione della scala dei valori del vivere civile: la consapevolezza che il Prodotto Interno Lordo non costituisce più un riferimento assoluto nella valutazione dello stato di salute dell'economia e del benessere di un territorio sta portando gli studiosi ad elaborare altri indicatori – in grado di fornire un quadro molto più rappresentativo della qualità della vita - che tengono in debito conto i valori sociali, la qualità dell'ambiente costruito, la disponibilità e l'accessibilità a servizi per i cittadini, la salute.

Nel nostro settore la crisi sta colpendo duramente, minando la capacità di tenuta di un sistema professionale volto alla elaborazione di proposte progettuali e di soluzioni di ingegneria per supportare tale sviluppo: allora per la ripresa del sistema occorre che da parte della professione tecnica si sviluppino nuove energie, nella direzione della innovazione dei processi ideativi, produttivi e tecnologici del progetto e nella consapevolezza della necessità inderogabile di introdurre nella competizione valori di correttezza e di responsabilità civile.

Da un lato occorre che la committenza riesca a superare una visione esclusivamente produttivistica dei concetti di efficienza e di efficacia in economia. Di per se l'economia non discute dei fini ma esclusivamente dei mezzi per raggiungere i fini, tendendo ad ottenere tali fini con il minore costo possibile, ma senza codici etici gli stessi risultati dell'efficienza sono destinati ad essere messi in crisi, e questo è quanto oggi è sotto gli occhi di tutti. Un comportamento socialmente responsabile dell'impresa è tenuto a rispondere alle aspettative ambientali e sociali oltre che a quelle economiche di tutti i portatori di interesse coinvolti nei processi produttivi. Ecco che allora le committenze pubbliche, anche nella definizione dei programmi degli investimenti immobiliari e tecnologici, devono trovare nella responsabilità e nella rendicontazione sociale i propri paradigmi operativi (3). Se si vuole veramente riformare l'operatività e l'efficacia dell'azione della pubblica amministrazione occorre rivendicare maggiore considerazione verso i tecnici della pubblica amministrazione, i quali assumono sulle proprie spalle letteralmente "la responsabilità dei procedimenti", ma spesso non sono messi nelle condizioni di operare con autonomia e indipendenza e potendo disporre delle risorse e delle tecnologie necessarie.

(3) Questa nuova visione è stata enunciata in economia ormai 25 anni fa con gli scritti di Robert Freeman e di altri successivamente, fino a portare oggi alla definizione di una norma internazionale sulla responsabilità sociale delle imprese: la ISO 26000 adottata dall'UNI come UNI ISO 26000 il 30 dicembre 2010.

Sul fronte dell'offerta di servizi tecnici a supporto della pubblica amministrazione, è sotto gli occhi di tutti i danni che la deregolamentazione del mercato sta producendo: la corsa ai ribassi dei servizi di progettazione e di ingegneria non si arresta. Quello che disorienta non è la eliminazione dei minimi tariffari, non spaventa l'introduzione di elementi di competitività nel sistema delle professioni, quello che non appare sopportabile è che tale deregolamentazione avvenga in assenza di qualsiasi strumento di controllo della qualità dei servizi offerti: se non è possibile valutare oggettivamente il livello di appropriatezza, di completezza e di efficacia del prodotto progettuale, attraverso l'adozione di dettagliati capitolati tecnici per i servizi, con i quali l'amministrazione sia portata a valutare a priori le caratteristiche del progetto che sarà realizzato, nessuna speranza può esserci nella direzione dell'innovazione e della qualità della progettazione.

"Meno Estetica più Etica" fu il fortunato slogan della Biennale di architettura di Venezia del 2000, a designare che la qualità dell'architettura doveva riappropriarsi dei valori civici a scapito di attributi esteriori fini a se stessi. Purtroppo l'ultimo decennio dell'architettura più nota è andata in direzione opposta, perdendo sovente di vista il valore civico dell'opera, che comporta la necessità di confrontarsi con la quantità di risorse messe a disposizione, e - ancora di più - richiede una consapevolezza delle risorse che si consumano nella produzione del bene, confrontandole con i benefici che si ottengono da parte di tutti i soggetti interessati. Tutta la cronaca dell'architettura degli anni duemila è stata contrassegnata dal fiorire di una generazione di superarchitetti lanciati verso una corsa all'autoreferenzialità, e i committenti hanno subito il fascino del marketing dell'archistar system. Occorre invece rileggere gli insegnamenti dei grandi architetti del secolo scorso per ritrovare un senso alla vicenda dell'architettura contemporanea. A partire dalla tensione didattica di Walter Gropius che, come abbiamo visto, considerava fondativo per l'architetto, l'equilibrio fra esperienza pratica e conoscenza teorica. Egli affermava che le arti - e prima fra queste l'architettura - dovevano prioritariamente rispondere ai bisogni della società di massa e riteneva che nel lavoro di gruppo, nel team work più che negli apporti individuali pure d'eccezione, risiedesse la sorgente di una nuova qualità dell'architettura. La lezione etica di Gropius fu sviluppata da Mies van der Rohe che ne trapiantò le metodologie didattiche nella lontana Chicago e creò negli anni del boom industriale una estetica essenziale della bellezza architettonica ("less is more").

Nel ricercare una qualità etica del progetto non possiamo dimenticare la lezione italiana di Giancarlo De Carlo, che in tutta la sua opera ha cercato di produrre un progetto fondato sui presupposti dei luoghi e delle culture degli uomini che vi partecipano. Egli fu tra i primi a teorizzare l'importanza della partecipazione dei cittadini nel processo progettuale, con la consapevolezza che l'architetto deve interpretare e realizzare i desideri e i sogni degli abitanti, e insegnando agli architetti a "tenersi lontano dall'umiliazione delle mode e delle tendenze": sono le parole di Renzo Piano, uno tra i pochi maestri che tale insegnamento hanno colto con l'umiltà della professione artigiana (4).

(4) Descrive Piano: "... Quello dell'architetto è un mestiere così delicato e pericoloso non solo per chi lo pratica ma anche, direi soprattutto, per gli altri. Il mestiere dell'architetto è terribile: quando compi degli errori imponi una full immersion nel mondo sbagliato che tu costruisci a migliaia, talvolta a milioni di persone e per un lungo, spesso lunghissimo tempo. Un mestiere davvero delicato e pericoloso. Cosa vorrei portare nel nuovo millennio, mi chiedi? Per dirlo con Calvino, vorrei portare una maggiore consapevolezza di questa responsabilità. Vorrei non progettare nulla, non costruire nulla che non porti con sé il messaggio forte e chiaro di una responsabilità che non è solo estetica ma è anche di tipo etico e morale. Insomma vorrei portare nel nuovo millennio una sorta di riappacificazione tra il progresso scientifico e il progresso etico." (in: Piano R., La responsabilità dell'architetto, VII edizione, Passigli Editori, Firenze, 2010).

Quali approcci allora verso la progettazione di una architettura socialmente sostenibile, per un progettista perennemente in bilico fra le istanze della collettività e l'interesse del committente. Alcuni assunti possono essere condivisi in generale, poiché appare indifferibile riproporre con forza il significato civile del fare architettura: il progettista deve essere attento ai requisiti di inserimento ambientale e di interazione con il paesaggio, deve essere consapevole della delicatezza del contesto urbano in cui si colloca, ma anche capace di prevedere e di guidare l'impatto sociale del proprio operato, volto al miglioramento delle condizioni di vivibilità dei cittadini. Soprattutto di quelle fasce di citta- dinanza più debolmente rappresentate, che spesso coincidono con i portatori delle istanze sociali non ulteriormente derogabili.

Per garantire il raggiungimento di questi obiettivi generali vi è solo una strada possibile nella prospettiva dinnanzi a noi: investire nell'innovazione è l'unica possibilità per recuperare qualità (5). Le matrici dell'innovazione dei processi e dei prodotti assumono oggi direzioni particolarmente orientate al soddisfacimento del requisito della sostenibilità sociale ed ambientale delle opere che si realizzano. Il "miglioramento" è il motore dell'innovazione in tutti i settori produttivi, e il miglioramento - nella percezione dei cittadini - attiene più al concetto di valore d'uso che non al trovato dell'innovazione tecnologica. Ma sia che l'innovazione derivi dalle scoperte e dalle applicazioni della ricerca, sia che essa venga sollecitata dalle richieste della domanda, essa è in grado di produrre qualità e valore d'uso aggiunto.

Quando, trenta anni fa, frequentavo da studente le aule universitarie, l'orizzonte ambientalista era relegato a nicchie di pensiero alto che appena sfioravano il progetto del costruito, ma la consapevolezza culturale del costruire sostenibile è via via cresciuta con una progressione proporzionale alla consapevolezza del rapido aggravarsi del problema: i cambiamenti climatici, le emissioni inquinanti, la voracità energetica delle costruzioni, la disponibilità di fonti energetiche rinnovabili, sono divenuti per noi progettisti temi non più eludibili. Fortunatamente si assiste in questi ultimissimi anni ad una formidabile accelerazione delle azioni volte al riequilibrio ambientale: appare questa la sfida più significativa che a tutti i livelli siamo chiamati a raccogliere, e la classe della professione tecnica sta ora rispondendo con entusiasmo: credo di potere prevedere cambiamenti e innovazioni importanti nel futuro che ci è vicino.

Nel proporre un manuale di tecnologia dell'architettura credo vada posta una ulteriore questione: siamo certi che potremo ancora permetterci livelli prestazionali così elevati per i nostri edifici e per le tecnologie che essi contengono? Prestazioni che in questi anni abbiamo contribuito a fare divenire minimi normativi inderogabili. Poniamoci questa questione, perché forse potremo accorgerci che la ricerca del "massimo sempre" nel nostro atto progettuale non è più compatibile con i temi della sostenibilità sociale. Oggi, con più gravità che nel passato, ci viene posta la necessità di confrontarci con la quantità di risorse messe a disposizione, la loro ottimizzazione, la loro allocazione, in una parola: con il valore etico delle nostre scelte.

La qualità del progetto dipende dunque sempre più dalla qualità delle informazioni tecniche che attorno al progetto possono essere analizzate e poste a sintesi, ma la qualità del progetto è sempre frutto e responsabilità delle scelte adottate con la finalità di realizzare un buon prodotto.

(5) Affermo ciò in un momento di particolare difficoltà culturale del nostro Paese: invece di puntare su questo decisivo fattore di sviluppo, le istituzioni di ricerca e l'università tutta sono oggetto di attenzioni negative che rischiano di produrre effetti controproducenti rispetto alle istanze di razionalizzazione e di rinnovamento che pure sono indispensabili.

Nel pensiero filosofico la capacità del ben produrre coincide con l'arte: diciamo infatti "a regola d'arte" per definire un prodotto ben fatto, e la tecnologia dell'architettura ha presieduto nei secoli alla capacità di costruire a regola d'arte. Allora il concetto di qualità nel progetto di architettura si sostanzia nel paradigma estetico: un progetto di qualità è anche un progetto bello. Anche se il pensiero moderno ci ha portati a disgiungere l'estetica dall'etica, assegnando all'etica motivazione e scopi universali e relegando l'estetica entro contenuti relativi e soggettivi, la storia insegna che l'estetica è generatrice dell'etica in quanto precede le stesse categorie del bene e del male (6).

Si osservi il magnifico affresco, di Raffaello Sanzio, universalmente noto come "La scuola di Atene", realizzato intorno al 1510 e conservato a Roma, nella Stanza della Segnatura nei Palazzi Vaticani. Il concetto estetico dell'architettura trova nell'armonia di questo capolavoro un paradigma universale. L'affresco rappresenta il consesso dei pensatori greci collocato all'interno di una basilica grandiosa: la bellezza dell'architettura. Sopra a tutti, la scena è dominata da due grandi statue: quella a sinistra rappresenta Apollo, il dio delle Arti, quella a destra rappresenta

Minerva, la dea della Sapienza: Arte e Sapienza altro non sono che i principi ispiratori della qualità del progetto. Raffaello pone al centro della scena i due principali filosofi dell'antichità, Platone ed Aristotele. Platone viene raffigurato nelle sembianze di Leonardo da Vinci, a indicare la zona oltre il cielo, dove risiedono le idee, mentre la figura maestosa di Aristotele, impersonando l'ideale dell'uomo rinascimentale, punta la mano in avanti, richiamando con ciò la volontà dell'uomo di studiare i fenomeni naturali appartenenti al mondo sensibile. Raffaello pone in mano ad Aristotele la sua opera più celebre e più rappresentativa della necessità dell'agire pratico avendo come fine il bene: l'Etica, appunto.

(6) Scriveva Gropius: "nel corso della mia lunga vita si è radicata in me la convinzione che l'amore del bello non solo cresce enormemente la felicità dell'uomo, ma genera in lui delle energie etiche". Era il 1956 e il discorso tenuto ad Amburgo aveva per titolo "Apollo nella democrazia" e trattava della creazione del bello e della sua incidenza nella società democratica.

Gli obiettivi della pubblicazione

L'area disciplinare della tecnologia dell'architettura ha seguito in questo ultimo periodo un notevole sviluppo, orientato in molte direzioni centrifughe rispetto ai confini definiti dai fondatori della disciplina, da Pierluigi Spadolini a Giuseppe Ciribini, da Eduardo Vittoria a Mario Zaffagnini, a Ettore Zambelli (7). Il testo propone un'operazione di ricucitura dei contenuti formativi di base, propedeutici agli approfondimenti specialistici che ciascun professionista delle costruzioni acquisisce nel proprio patrimonio tecnico, per offrire servizi sempre più mirati alle richieste del cliente, sia esso il committente pubblico o privato, l'impresa, il produttore industriale o l'organo di regolazione o di controllo.

La pubblicazione si propone di fornire un bagaglio sistematizzato di informazioni sui problemi posti dalla costruzione di un edificio. Gli strumenti di metodo e di conoscenza tecnica illustrati sono qui finalizzati alla migliore comprensione della relazione operativa esistente fra la progettazione di un edificio e il suo successivo momento esecutivo.

Dando per acquisite le conoscenze di base sui materiali e sulla progettazione degli elementi costruttivi, la prima parte del testo si sofferma sulla descrizione dei sistemi edilizi e sulle tecniche costruttive, sui componenti e sui prodotti industriali da costruzione, con approfondimenti sui principi, sulle caratteristiche e sui dettagli esecutivi delle tecniche di costruzione e dei sistemi evoluti di produzione edilizia.

Nella seconda parte del testo sono sintetizzate in un quadro sinottico le informazioni necessarie ad acquisire la consapevolezza del progetto di architettura come "processo progettuale", caratterizzato da sequenze, ruoli degli operatori e metodologie operative. In particolare questa parte affronta alcuni argomenti teorici di inquadramento del processo edilizio, quali: la definizione del sistema edilizio; la classificazione delle fasi e degli operatori del processo di costruzione; la progettazione esecutiva e l'affidamento dei lavori; la sicurezza nei cantieri, la manutenzione e la gestione degli edifici.

A distanza di oltre 15 anni dalla pubblicazione del quarto volume del Manuale di progettazione edilizia, edito dalla Hoepli (8), che rappresenta ancora oggi un punto di riferimento nella manualistica delle costruzioni, e in un panorama pubblicistico particolarmente fecondo di pubblicazioni tecniche specialistiche, il testo si propone come momento di ricalibratura della produzione bibliografica nel settore della tecnologia dei sistemi edilizi, consapevole dei limiti insiti in ogni operazione di riduzione sistematica.

(7) Si vedano gli scritti di Ettore Zambelli sulle tecnologie a secco. In un periodo (anni '90) di regressione dell'innovazione tecnologica, quando la disciplina aveva intrapreso percorsi prevalentemente orientati agli aspetti gestionali del processo edilizio, Ettore Zambelli sperimentava nella professione e nella ricerca metodi costruttivi che utilizzavano prodotti e semilavorati industriali.

(8) AA.VV., Manuale di progettazione edilizia, Vol. 4 – Tecnologie: requisiti, soluzioni, esecuzione, prestazioni, Milano, Hoepli, 1995.

Il volume, affrontando aspetti teorici e pratici della progettazione e del cantiere, si concentra su tre aree tematiche, sia pure con diverso livello di approfondimento:

- una illustrazione dell’approccio esigenziale prestazionale alla progettazione del sistema edilizio, con la definizione dei diversi livelli di approfondimento del progetto, dal preliminare all’esecutivo, e l’esemplificazione degli elaborati grafici e tecnico-descrittivi ad essi connessi;
- la descrizione dei principali sistemi tecnologici della costruzione, corredata dall’esemplificazione progettuale dei dettagli costruttivi ed il commento fotografico dei cantieri di costruzione;
- un inquadramento sinottico di carattere generale sul processo edilizio, le sue fasi, gli operatori e gli strumenti operativi e gli aggiornamenti normativi ad esso connessi;

L’apparato iconografico a corredo del testo si pone nell’ottica di offrire una visione pragmatica della connessione che lega il momento progettuale a quello realizzativo. Ogni classe di unità tecnologica viene descritta con un corredo di dettagli costruttivi nella gran parte estrapolati da progetti esecutivi realizzati o in corso di costruzione. In tal modo l’informazione tecnica viene esemplificata “sul reale” e il dettaglio costruttivo del singolo elemento tecnico della costruzione diviene parte di un organismo architettonico - di un progetto unitario - che rappresenta la sintesi, sperabilmente virtuosa, di esigenze e di input eterogenei, spesso in contraddizione fra loro.

Per questo fine il testo è corredato di alcune schede che illustrano i progetti da cui sono tratti la maggior parte dei disegni e dei dettagli costruttivi documentati, corredate delle informazioni sulle principali quantità e sugli attori del processo costruttivo che li ha generati.

Allo stesso modo la visione del cantiere, documentata con un corposo apparato fotografico, tende a riportare il ruolo del progetto alla sua originale funzione di illustrazione sintetica non solo della forma e dei materiali del progetto, ma anche congiuntamente delle modalità di produzione dell’oggetto della costruzione (9).

Le fasi di costruzione documentate fermano l’immagine con l’intento non già di enfatizzare la perfezione del dettaglio costruito, ma piuttosto quella di testimoniare il processo in divenire che caratterizza la vita del cantiere, con le difficoltà logistiche e le peculiarità dell’organizzazione del lavoro di costruzione caratteristiche della filiera edilizia, dove ogni edificio realizzato è sempre un prodotto unico e irripetibile nonostante impieghi componenti propri della produzione industriale.

Infine, nel testo sono riprodotti in nota alcuni frammenti di letteratura, che hanno costituito per me spunti di riflessione, a volte amara, altre divertita, su quanto il nostro vivere sia permeato delle azioni e delle conseguenze della produzione edilizia. Si perdonerà la licenza, fatta anche nella speranza di incuriosire il giovane lettore e, se occorresse, rinnovare in lui il piacere della letteratura.

(9) “...et egli con maggiore studio e fatica di prima, dietro alle rovine di quelle fabbriche di continuo si esercitava. Né restò che non fusse disegnata da lui ogni sorte di fabbrica, templii tondi e quadri, a otto facce, basiliche, acquidotti, bagni, archi, colisei, anfiteatri et ogni tempio di mattoni, dà quali cavò le cignature et incatenature, e così il girarli nelle volte; tolse tutte le collegazioni e di pietre e di impernature e di morse, et investigando a tutte le pietre grosse una buca nel mezzo per ciascuna di sotto squadra, trovò essere quel ferro, che è da noi chiamato la ulivella, con che si tira su le pietre; et egli lo rinovò e messelo in uso di poi ...” (“Vita di Filippo Brunelleschi” in Vasari G., *Le vite, de’ più eccellenti architetti, pittori, et scultori*, Firenze, 1568).

Conoscere la tecnologia dei sistemi edilizi rappresenta il primo passo per progredire nella propria professione di progettista e di direttore lavori. Capire il funzionamento degli scambi di energia che avvengono per il tramite degli elementi costruttivi e dei sistemi integrati edificio-impianti consente di affrontare il tema dell'architettura costruita con una rinnovata fiducia verso l'innovazione tecnologica.

Se è vero che una nave cargo può essere trainata da una vela, che il movimento dei passi sul pavimento può produrre energia elettrica per illuminare le scale, che un brise-soleil può contribuire al benessere degli abitanti prima che essere un segno grafico su una facciata, allora è certamente vero che il progetto di architettura può svincolarsi dall'arbitrarietà del gesto, per diventare, attraverso l'uso coerente della tecnologia, risposta etica ed estetica alle esigenze degli uomini e del loro ambiente costruito; una chiave di lettura per il "come", per il "cosa" e per il "perché".

La seconda edizione

Dopo un triennio di buoni risultati della prima edizione di questo testo, la seconda edizione ne mantiene l'impostazione generale proponendo alcuni ampliamenti significativi. In primo luogo sono state integrate le tecnologie del legno e le tecnologie a secco, spinte verso un uso più diffuso anche nel nostro paese dalle più recenti innovazioni produttive e dalla maggiore consapevolezza ambientale di quest'ultimo periodo storico.

Il testo è stato rivisto integralmente, per consentire un maggiore livello di completezza e di dettaglio delle informazioni tecniche e per il necessario aggiornamento dei frequenti riferimenti normativi (primo fra tutti il Regolamento di esecuzione e di attuazione della legge quadro sui contratti pubblici, D.P.R. n.207 del 5 ottobre 2010).

Anche l'apparato iconografico è stato integrato, con l'inserimento di nuovi dettagli esecutivi di progetto e immagini di cantiere che più compiutamente descrivono le fasi delle lavorazioni maggiormente incidenti sulla qualità costruttiva dell'organismo architettonico. Le schede di progetto delle opere documentate sono state in parte sostituite da nuove costruzioni e in parte aggiornate, per documentare la visione di insieme delle opere, nelle quali si inseriscono elementi di dettaglio e istantanee del processo costruttivo in cantiere.

Come grandi maestri dell'architettura hanno argomentato sulla necessità di prendere contatto diretto con l'officina e il cantiere, la pubblicazione vuole mantenere il suo intento di portare nella documentazione tecnica a supporto del progettista la concretezza dell'atto costruttivo, in tutte le sue forme imperfette e perciò reali.

Bibliografia

Cultura tecnologica

Acocella A., L'architettura dei luoghi, Roma, Laterconsult, 1992.

Allen E., I fondamenti del costruire, Milano, Mc-Graw-Hill Italia, 1997.

Andreucci A., Del Nord R., Felli P., Zambelli E., Verso l'industrializzazione aperta, Milano, ITEC, 1979.

Arbizzani E., Manutenzione e gestione degli edifici complessi, Milano, Hoepli, 1991.

Bernaden J., Neubauer R., The intelligent building source book, Lilburn, USA, The Fairmont Press, 1988.

Bernard P., La construction par composants compatibles, Paris, Editions du Moniteur, 1980.

Blachere G., Introduction raisonnée aux travaux de normalisation pour le développement de l'emploi des composants et pour le système ouvert, CSTB, 1973.

Braganca L. e AA.VV. (edited by), Portugal SB07. Sustainable construction. Materials and Practices, Part 1 e Part 2, Amsterdam, IOS Press BV, 2007.

Comité Domotique 88, Domotique 88. Première conférence européenne sur l'habitat intelligent, Paris, Sitecmo Dieppe, 1988.

De Santoli L., Moncada Lo Giudice G., Fondamenti di sostenibilità energetico-ambientale, Sapienza Università di Roma, 2008

Descartes R., Discorso sul metodo per un retto uso della propria ragione e per la ricerca della verità nelle scienze, Leida, 1637. Edizione italiana economica: Bari, Editori Laterza, 1998

Esposito M.A., Tecnologia dell'Architettura. Creatività e innovazione nella ricerca, Firenze, Firenze University Press, 2006.

Gallino L., Tecnologia e democrazia – Conoscenze tecniche e scientifiche come beni pubblici, Torino, Giulio Einaudi Editore S.p.A., 2007.

Gottfried A., Quaderni del manuale di progettazione edilizia. La qualità edilizia nel tempo, Milano, Hoepli, 2003.

Hamburger B., Venard J.L., Série industrielle et diversité architecturale, Paris, La Documentation Française, 1977.

Herzog T., Architektur + Technologie, Munchen, Prestel Verlag, 2001 .

Marconi P., Dal piccolo al grande restauro, Venezia, 1988.

Mc Clelland, Intelligent Buildings, UK, IFS Publications, Bedford, 1988.

Missori A., Tecnologia, progetto, architettura, Milano, Franco Angeli, 2004.

Missori A. (a cura di), Tecnologia, progetto, manutenzione, Milano, Franco Angeli, 2004.

Molinari C., Elementi di cultura tecnica, Rimini, Maggioli Editore, 1996.

Morabito G., Scienza e arte per progettare l'innovazione in architettura, Torino, Utet Libreria, 2004.

Morabito G., Forme e tecniche dell'architettura contemporanea, Roma, Officina Edizioni, 2009

Nardi G., Tecnologie dell'architettura – Teorie e storia, Milano, Libreria CLUP, 2001.

- Ridolfi M. e AA.VV. (a cura di), *Manuale dell'architetto*, C.N.R., 1946.
- Salvatori M., *Perché gli edifici stanno in piedi*, Milano, Bompiani, 1980.
- Sinopoli N. e AA.VV., *La situazione della casa in Italia*, Franco Angeli Editore, Milano, 1975
- Sinopoli N., Tatano V. (a cura di), *Sulle tracce dell'innovazione tra tecniche e architettura*, Milano, Franco Angeli, 2002.
- Torricelli M.C., Mecca S., *Qualità e gestione del progetto nella costruzione*, Firenze, Alinea Editrice s.r.l., 1996.
- Torricelli M.C. (a cura di), *Innovazione tecnologica per l'architettura*, Pisa, Edizione ETS, 2004.
- Turchini G., Grecchi M., *Nuovi modelli per l'abitare*, Milano, Il Sole 24 Ore, 2006.
- Zambelli E., *Il sistema edilizio aperto*, Milano, Franco Angeli Editore, 1982.
- Zaffagnini M. (a cura di), *Progettare nel processo edilizio*, Bologna, Ed. Luigi Parma, 1981.

Tecnologia dei sistemi costruttivi

- AA.VV., *Manuale di progettazione edilizia*, Vol. 4 – *Tecnologie: requisiti, soluzioni, esecuzione, prestazioni*, Milano, Hoepli, 1995.
- Benedetti C., *Costruire in legno – edifici a basso consumo energetico*, Bolzano, Bolzano University Press, 2010
- Benedetti C., Bacigalupi V., *Materiali & Progetto*, Roma, Kappa, 1996-2005.
- Brunetti G.L., *Architettura pratica*, vol. 2, Napoli, SE, 2007.
- Caleca L., *Architettura tecnica*, Palermo, Flaccovio, 2000.
- Chiostri F., Furiozzi B., Pilati D., Sestini V., *Tecnologia dell'architettura*, Firenze, Alinea Editrice, 1988-1998.
- Koenig G.K., Furiozzi B., Ceccarelli G., Brunetti F., *Tecnologia delle Costruzioni*, Voll. 1 e 2, Firenze, Le Monier, 1975-1984.
- Imperadori M., *La progettazione con tecnologia stratificata a secco*, Milano, Il Sole 24 Ore, 2006.
- Landini F., Roda R. (a cura di), *Costruire a regola d'arte*, Voll. 1-6, Milano, BE-MA Editrice, 1989-1992.
- Lanutti C., *Controllo della qualità tecnico prestazionale del componente edilizio*, Roma, Gangemi, 2001.
- Martini P.A., Galzigni G., *Progetto di sistema per la residenza*, 1983.
- Natterer J., Herzog T., Volz M., *Atlante del legno*, Torino, UTET, 1999 – ristampa 2007
- Petrignani A., *Tecnologie dell'architettura*, Novara, De Agostini, 1994.
- Torricelli M.C., Del Nord R., Felli P., *Materiali e tecnologie dell'architettura*, Roma, Editori Laterza, 2001.

Materiali

- AA.VV., *Manuale di progettazione edilizia*, Vol. 5 - *Materiali e prodotti*, Milano, Hoepli, 1995.

- AA.VV., Prontuario 8. L'altro massiccio, Milano, Promo_legno, 2008.
- Acocella A., L'architettura del mattone faccia a vista, Roma, Edizioni Laterconsult, 1990.
- Ashby M., Johnson K., Materiali e design, Milano, Casa Editrice Ambrosiana, 2005, 2a edizione 2010
- Asti P., Il gesso rivestito – Manuale di progettazione e di posa, Milano, BE-MA Editrice, 1999.
- Brambilla G.F., Il manuale del mattone faccia a vista, Roma, Edizioni Later-service, 2000.
- Campbell J.W.P., Proce W., Il mattone e la sua storia, Azzano San Paolo (BG), Bolis Edizioni, 2003.
- Cecchini C., Plastiche: i materiali del possibile. Polimeri e compositi fra design e architettura, Firenze, Editore Alinea, 2005.
- Di Sivo M., Atlante della Pietra, Torino, UTET, 2004.
- Fellner J., Teischinger A., Szchokke W., Prontuario 6. I volti del legno, Milano, Promo_legno, 2007
- Gastaldi M., Pedferri P., Introduzione ai materiali per l'architettura, Torino, UTET, 2005.
- Kind-Barkauskas F., Polònyi S., Kauhsen B., Brandt J., Atlante del Cemento, Torino, UTET, 1998.
- Laner F., Il legno lamellare – Il progetto, Brescia, Habitat Legno, 1990.
- Leone M., Ricci R., Intonaci con malte premiscelate – Manuale d'uso per gli applicatori e i tecnici di cantiere, Milano, BE-MA Editrice, 2000.
- Natterer J., Herzog T., Volz M., Atlante del legno, Torino, UTET, 1998.
- Rava P., Tecniche costruttive per l'efficienza energetica e la sostenibilità, Rimini, Maggioli, 2008.
- Schittich C., Staib G., Balkow D., Schuler M., Sobek W., Atlante del vetro, Torino, UTET Professionale s.r.l., 2004.
- Tatano V., Materiali naturartificiali, Roma, Officina Edizioni, 2006.
- Weston M., Materiali e forme in architettura, Modena, Logos, 2003.

Strutture portanti

- Albano G., Progettazione esecutiva di strutture miste in zona sismica, Rimini, Maggioli, 2007.
- Capasso A. (a cura di), Le tensostrutture a membrana per l'architettura, Rimini, Maggioli Editore, 1993.
- Cestelli Guidi C., Cemento armato precompresso, teoria, esperienze, realizzazioni, Milano, Hoepli, 1970.
- Christophe P., Le Bèton armè et ses applications, 1902.
- Giordano G., Tecnica delle costruzioni in legno, Milano, Hoepli, 1993.
- Gottfried A., Attrezzature evolute per la realizzazione di opere in calcestruzzo, Roma, Il Sole 24 Ore, 2001.

Preite G., Manuale delle costruzioni in muratura semplice e armata, Bologna, Zanichelli, 1986.

Tubi N., La realizzazione di murature in laterizio, Roma, Laterconsult, 1981-1993.

Chiusure

Acocella A., Tetti in laterizio, Roma, Edizioni Laterconsult, 1994.

Altomonte S., Involucro architettonico come interfaccia dinamica, Firenze, Alinea editrice, 2006.

Arbizzani E., Civiero P., "General overview of the problems, needs and solutions in the Italian urban building envelopes", in Almeida M., Hadjmichael G., Melgaard E., Verhoef L.G.W. A (eds), Improving the quality of the existing urban building envelopes – Needs, Amsterdam, IOS Press, 2007.

Aste N., Il fotovoltaico in architettura, Napoli, Esselibri S.p.A., 2005.

Barbesino G., Broccolino A., Galeazzi C., Sartori P., Impermeabilizzazioni, Coperture continue, Codice di pratica, Milano, BE-MA Editrice, 1995.

Bazzocchi F., Facciate ventilate, Firenze, Alinea Editrice, 2002.

Carria F., Le Facciate – tecniche e materiali per il recupero, Milano, BE-MA Editrice, 1994.

Compagno A., Intelligent Glass Façades, Basel, Birkhäuser Verlag, 1999.

Franco G., L'involucro edilizio, Roma, EPC, 2003.

Herzog T., Krippner R., Lang W., Atlante delle facciate, Torino, UTET Professionale s.r.l., 2005.

Knaack U., Klein T., Bilow M., Auer Th., Façades. Principles of Construction, Birkhäuser, 2007.

Lucchini A., Le pareti ventilate, Roma, Il Sole 24 Ore, 2001.

Lucchini A., Le coperture innovative, Roma, Il Sole 24 Ore, 2000.

Matteoli L., Peretti G., Finestre, l'intelligenza dei muri, Moncalieri (TO), Edizioni Scriptorium, 1990.

Perago A., Progettare tetti e coperture, Rimini, Maggioli, 2004.

Perago A., Progettare le chiusure verticali: requisiti e prestazioni, classificazioni funzionali, materiali, Rimini, Maggioli, 2006.

Ponzini C., L'edificio energeticamente sostenibile, Rimini, Maggioli Editore, 2009

Re E., Trasparenza al limite – Tecniche e linguaggi per un'architettura del vetro strutturale, Firenze, Alinea Editrice s.r.l., 1997.

Tucci F., Involucro ben temperato. Efficienza energetica ed ecologica in architettura attraverso la pelle degli edifici, Firenze, Alinea editrice, 2006.

Wigginton M., Jude Harris, Intelligent skins, Oxford, Architectural Press, 2002.

Partizioni

Brivio, S.F., Tende e schermature solari, Monza, Assites, 2004.

Conti C., Rossetti M., Guscio: involucri interni innovativi, Rimini, Maggioli Editore, 2009

Torricelli M.C., Il manuale delle pareti in elementi forati di laterizio, Roma, Laterservice, 1996.

Sala M., Schermature solari, Firenze, Alinea, 2007.

Zambelli E., Vanoncini P.A., Imperadori M., Costruzione stratificata a secco, Rimini, Maggioli Editore, 1998.

Processo edilizio

AA.VV., Manuale di progettazione edilizia, Vol. 6 – Procedure e aspetti professionali, Milano, Hoepli, 1995.

Blyth A., Worthington J., Il progetto e il committente. La pratica del briefing per la gestione del processo progettuale, Edizione italiana a cura di C. Fontana, Milano, Se, 2007.

Calvi G. (a cura di), Progetto qualità edilizia: 1922-2002, ALER Pavia, Azienda lombarda per l'edilizia residenziale della provincia di Pavia, Edizioni Edilizia Popolare, 2002.

Clemente C., La progettualità della committenza, Roma, Edizioni Kappa, 2000.

Clerici Maestosi P., La manutenzione del processo edilizio, Firenze, Alinea Editrice, 2005.

Mutti A., Il progetto cantierabile: sistema di informazioni nella progettazione esecutiva, Roma, Kappa, 1999.

Norsa A. (a cura di), Il project management nelle costruzioni, Milano, Guamari s.r.l., 2002.

Norsa A. (a cura di), La gestione del costruire – Tra progetto, processo e contratto, Milano, Franco Angeli, 2005.

Palumbo R. (a cura di), Processo edilizio – il management, I Quaderni di Itaca, Roma, Gangemi Editore, 1997.

Pardi G., Progettare per Costruire, Firenze, Alinea Editrice, 1999.

Project Management Body of Knowledge, terza edizione, PMI Publications, Newton Square, PA, USA, 2004

Sinopoli N., La tecnologia invisibile – Il processo di produzione dell'architettura e le sue regie, Milano, Franco Angeli, 1997.

Torricelli M.C., Mecca S., Qualità e gestione del progetto nella costruzione, Firenze, Alinea Editrice, 1996.

Criteri di progettazione

AA.VV., Manuale di progettazione edilizia, Vol. 1 – Tipologie e criteri di dimensionamento, Milano, Hoepli, 1995.

Arbizzani E., Di Giulio R., Residenze sanitarie assistenziali, il progetto e la realizzazione, Rimini, Maggioli Editore, 2002.

Astrua F., Progettazione e barriere architettoniche, Arma di Taggia (IM), Tipolitografia San Giuseppe, opera fuori commercio, 1993.

Baglioni A. (a cura di), Quaderni del manuale di progettazione edilizia. Il Progetto Tecnico e i suoi strumenti, Milano, Hoepli, 2006.

Battisti A., Tucci F., Ambiente e cultura dell'abitare. Innovazione tecnologica e sostenibilità del costruito nella sperimentazione del progetto ambientale, Roma, Dedalo, 2000.

Battisti A., Tucci F., Qualità ed ecoefficienza delle trasformazioni urbane, Firenze, Alinea Editrice, 2002.

Benedetti C., Manuale di architettura bioclimatica, Rimini, Maggioli, 1994.

- Benedetti C., Progetto ambiente, Roma, Edizioni Kappa, 2003.
- Capolongo S., Edilizia Ospedaliera. Approcci metodologici e progettuali, Milano, Hoepli, 2006.
- Colombo G., Lo stato dell'arte nella progettazione degli edifici passivi, Firenze, Alinea Editrice, 2006.
- Corbo L., Manuale di prevenzione incendi nell'edilizia e nell'industria, Milano, 1988.
- De Santoli L., Analisi del ciclo di vita del sistema edificio-impianto, Roma, Palombi, 2006.
- Francesco D., Architettura e vivibilità, Milano, Franco Angeli, 2007.
- Gallo C., L'efficienza energetica degli edifici. Principi di sostenibilità e strumenti gestionali e di mercato, Milano, Il Sole 24 Ore, 2006.
- Giofrè F., Piendibene C., Costruire in sicurezza. Dalla progettazione alla realizzazione, Roma, Officina della Carta, 1999.
- Giovenale A.M., Il progetto preliminare nell'edilizia ospedaliera, Roma, Edizioni Kappa, 1998.
- Gottfried A., Quaderni del manuale di progettazione edilizia. Le informazioni di base per la progettazione edilizia, Milano, Hoepli, 2006.
- Grosso M., Peretti G., Piardi S., Scudo G., Progettazione ecocompatibile dell'architettura. Concetti e metodi, strumenti d'analisi e valutazione, esempi applicativi, Napoli, Sistemi editoriali, 2005.
- Hansmann C.R., Scale in Architettura – Progettazione, Sviluppo, Tecnica e Realizzazione, Milano, BE-MA Editrice, 1994.
- Lantschner N., Casa Clima. Il piacere di abitare 2008, Bolzano, Athesia, 2007.
- Legnante E., Agostini C., Di Bella T., Fini D., Scardigli S., Progettare per costruire, Rimini, Maggioli Editore, 1999.
- Lepore M., Progettazione bioclimatica in ambito urbano, Roma, Aracne, 2004.
- Lucarelli M.T. (a cura di), L'ambiente dell'organismo città. Strumenti e sperimentazioni per una nuova qualità urbana, Firenze, Alinea Editrice, 2006.
- Malighetti L.E., Recupero edilizio e sostenibilità, Milano, Il Sole 24 Ore, 2004.
- Mangiarotti A., Lezioni di progettazione esecutiva, Rimini, Maggioli, 1998.
- Masera G., Residenze e risparmio energetico. Tecnologie applicative e linee guida progettuali per la costruzione di abitazioni sostenibili, Milano, Il Sole 24 Ore, 2004.
- Mecca S., Il progetto edilizio esecutivo, Roma, la Nuova Italia Scientifica, 1991.
- Panero J., Zelnik M., Spazi a misura d'uomo, Milano, BE-MA Editrice, 1983.
- Paoletti I., Costruire le forme compesse, Milano, Libreria CLUP, 2006.
- Terranova F. (a cura di), Edilizia per la sanità, Torino, UTET, 2005.
- Tilley A.R., Le misure dell'uomo e della donna – dati di riferimento per il progetto, Milano, BE-MA Editrice, 1994.
- Torricelli M.C., Sala M. Secchi S., Daylight La Luce del Giorno – Tecnologie e Strumenti per la Progettazione, Firenze, Alinea Editrice s.r.l., 1995.
- Trevisi A.S. et al., Efficienza energetica in edilizia, Rimini, Maggioli, 2007.
- Turillazzi B., Edilizia sanitaria territoriale, Rimini, Maggioli, 2007.

Vescovo F. (a cura di), Progettare per tutti senza barriere architettoniche – Criteri ed orientamenti per facilitare l'accessibilità urbana ed il comfort ambientale, Rimini, Maggioli Editore, 1997.

Wienke U., Edifici passivi, standard, requisiti, esempi, Firenze, Alinea Editrice, 2002.

Architetti e storia dell'architettura

Bellini F., Mario Ridolfi, Bari, Laterza, 1993.

Breyman G.A., Trattato di costruzioni civili, 1885.

Condit C.W., La scuola di Chicago, Firenze, Libreria Editrice Fiorentina, 1979 (Titolo originale dell'opera: The Chicago school of architecture, The University of Chicago Press, Chicago, 1964).

Droste M., Bauhaus 1919/1933 – Riforma e avanguardia, Germania, Taschen, 2006.

Fanelli G., Gargani R., Auguste Perret, Bari, Laterza, 1981.

Fiorentino M., La Casa - Progetti 1946 – 1981, Roma, Edizioni Kappa, 1985.

Giedion S., Spazio, tempo architettura, Milano, Hoepli, 1965 (Titolo originale dell'opera: Space, Time and architecture, Cambridge, Harvard University Press, 1954).

Gropius W., Architettura integrata, Milano, Mondadori, 1959/1965 (Titolo originale dell'opera: Scope of Total Architecture, New York, Harper & Brothers, 1955).

Jodidio P., ANDO Complete works, Germania, Taschen, 2007.

Le Corbusier, Verso una architettura, Milano, Longanesi, 1973; op. originale: Vers une Architecture, Parigi, Editions Cres, 1923.

Piano R., Giornale di bordo, Antella (FI), Passigli Editore, 2005.

Piano R., La responsabilità dell'architetto, VII edizione, Passigli Editori, Firenze, 2010.

Purini F., La misura italiana dell'architettura, Roma, Editori Laterza, 2008.

Quaroni L., Il progetto per la città. Dieci lezioni, Roma, Edizioni Kappa, 1996.

Sarnitz A., Bauen in Europa – Architectes autrichiens en Europe au XXème siècle, Austria, Springer-Verlag/Wien, 1999.

Sullivan Louis H., The Autobiography of an Idea, Press of the A.I.A., 1924. Pubblicato in Italia come: M. Manieri-Elia (a cura di), Louis H. Sullivan, Autobiografia di un'idea e altri scritti di architettura, Roma, Officina Edizioni, 1970

Vasari G., Le vite de più eccellenti pittori, scultori e architetti, Firenze, edizione giuntina, 1568.

Wachsmann K., Una svolta nelle costruzioni, Il Saggiatore, Milano, 1960; (titolo originale: Wendepunkt im Bauen, Otto Krausskopf Verlag, Wiesbaden, 1959).

Zimmerman C., Mies van der Rohe 1886/1969 – La struttura dello spazio, Germania, Taschen, 2007.

Frammenti di narrativa

Calvino I., Marcovaldo ovvero le stagioni in città, Torino, Einaudi, 1963.

Calvino I., La speculazione edilizia, Torino, Einaudi, 1963.

Calvino I., Le città invisibili, Torino, Einaudi, 1972.

Camilleri A., La concessione del telefono, Palermo, Sellerio Editore, 1998.

Creswell H.B., Storie di ordinaria progettazione, Bologna, Società Editrice Esculapio, 1992.

Falcones I., La Cattedrale del mare, Milano, Longanesi, 2007

Eco U., Il nome della rosa, Milano, Bompiani, 1980.

Follet K., I pilastri della terra, Milano, Mondadori Editore, 1990.

Hemingway E., Isole nella corrente, Milano, Arnoldo Mondadori Editore, 1970.

Läckberg C., La principessa di ghiaccio, Venezia, Marsilio, 2010.