

di
CRISTIAN ANGELI,
 Ingegnere strutturista esperto
 nella progettazione e direzione
 lavori di edifici realizzati con
 sistemi costruttivi a pareti
 portanti in cemento armato,
www.icfpro.it

BARBARA LAURETI,
 Ingegnere strutturista, libero
 professionista.

Dello stesso autore:
**SISTEMI COSTRUTTIVI
 A PARETI PORTANTI
 IN CEMENTO ARMATO**



DISPONIBILE SU LTSHOP:
ltshop.legislazionetecnica.it

VERSIONE ARTICOLO ONLINE
 FAST FIND AR1547



COSTRUZIONI CIRCOLARE ESPLICATIVA DELLE NTC 2018: DALLA "CONCEZIONE" AL "CONTROLLO" DI STRUTTURE "PIÙ SICURE E PIÙ ECONOMICHE"

Le Norme Tecniche per le Costruzioni, entrate in vigore il 22/03/2018, vengono integrate dalla relativa Circolare esplicativa, che apporta importanti chiarimenti sia sul piano metodologico che su quello progettuale. L'articolo segnala alcuni passaggi della Circolare particolarmente significativi e innovativi, con spunti di riflessione critica.

La foto rappresenta edificio a pareti portanti in corso di realizzazione.

Il 27 luglio scorso il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici ha approvato la Circolare illustrativa delle NTC 2018 (D.M. 17 gennaio 2018 recante titolo “*Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni*”).

Limitatamente alle parti generali e ai capitoli inerenti alla progettazione di strutture in legno e cemento armato, nel presente articolo vengono illustrati i principali chiarimenti e integrazioni introdotti dalla suddetta Circolare al testo normativo con riferimento alla bozza pubblicata in anteprima dall'editore Legislazione Tecnica, non essendo disponibile, alla data di pubblicazione del presente articolo, quello definitivo.

Dal punto di vista generale e ai fini dell'inquadramento della filosofia che ha guidato l'ente normatore, lo scrivente ritiene che la principale “*innovazione*” introdotta dalla Circolare sia contenuta nelle pagine introduttive (p.to C.1.1 – Logica della norma) ove viene evidenziato un interessante e inedito approfondimento sul “*percorso progettuale*” che, è scritto, deve essere “*unitario e unificante*”. Esso viene pertanto identificato nelle fasi della “*concezione, verifica, esecuzione e controllo*” del progetto, specificando che “*la concezione è tutta e solo appannaggio della creatività, della competenza tecnica e dell'esperienza del singolo progettista; essa ricade nella sua esclusiva responsabilità e, certo, non può essere normata. La verifica, la esecuzione e il controllo, invece ricadono nella sfera delle attività collettive, assumendo l'aspetto di un contratto sociale, di una convenzione che, pur essendo basta su valutazioni scientifiche, giunge a fissare la frontiera tra lecito e illecito, tra accettato e rifiutato. La normativa, proprio per il suo carattere eminentemente contrattuale e sociale, non si occupa della concezione, ma solo della verifica, della esecuzione e del controllo.*”

Questa impostazione e queste preliminari precisazioni, riferite a costruzioni civili che, a differenza dei prodotti industriali, “*costituiscono sempre “oggetti unici”, cioè “prototipi”, rappresenta una innovazione normativa importante. La figura del progettista strutturale viene dunque distanziata da quel mero “calcolatore abilitato”, al quale, erroneamente, in alcuni casi viene assimilato e viene riconosciuto pertanto l'atto creativo sul quale si fonda il suo operato che consiste, anzitutto, nel posizionamento degli elementi costituenti la struttura, definendone le relazioni sulla base della conoscenza dei principi di base dei corpi solidi. “Solo così”, afferma la Circolare, “quando dalla concezione si passerà, rientrando nell'ambito della normativa, alla verifica, alla esecuzione e al controllo, si potrà perseguire la desiderata unitarietà.*”

La Circolare, ancora nella parte introduttiva, pone poi in particolare evidenza l'importanza della “*ricerca di una risposta duttile delle costruzioni*”, poiché essa “*permette di evitare, per quanto possibile, la formazione di meccanismi parziali*”, salvo poi riconoscere che “*un sistema*

TRA I REQUISITI CUI DEVE SODDISFARE UNA STRUTTURA VI È QUELLO DELLA “ROBUSTEZZA”, INTESA COME LA CAPACITÀ DI EVITARE DANNI SPROPORZIONATI RISPETTO ALL'ENTITÀ DI POSSIBILI CAUSE INNESCANTI ECCEZIONALI QUALI URTI E ESPLOSIONI. NEL CASO DI COSTRUZIONI “NON MODESTE” IL PROGETTISTA INDICA I POSSIBILI SCENARI DI RISCHIO PER AZIONI ECCEZIONALI OPPURE È IL COMMITTENTE A CHIEDERE ESPRESSAMENTE LA VERIFICA PER AZIONI ECCEZIONALI.

duttile, costruzione o terreno che sia, mobilita progressivamente la sua capacità a prezzo di deformazioni crescenti. Ecco dunque l'attenzione delle NTC nei riguardi degli stati limite di esercizio...”.

Ammettendo con questa impostazione la presenza di “*materiali deformati fortemente, ben oltre il limite elastico*” il normatore ha ritenuto di doverne precisare le motivazioni, che vengono così espresse “*nella continua ricerca di soluzioni più sicure e più economiche, l'ingegneria civile è stata, di necessità, costretta a ... cercare nella plasticità e nella riduzione di rigidità ... un modo per conseguire costruzioni ad un tempo più sicure e più economiche*”.

Per quanto noto è la prima volta che in uno strumento normativo viene esplicitato il “*compromesso*” esistente tra economia e sicurezza attesa, accettando - pur nei limiti dettati dall'esigenza di salvaguardia della vita - che i materiali si deformino “*fortemente*”, ben oltre il limite elastico, ovvero che le strutture per le quali non è richiesta la verifica degli SLE, si danneggino (anche irreversibilmente) in caso di sisma.

E' personale convinzione dello scrivente che, nel caso di strutture a pareti portanti in cemento armato (sismoresistenti e sovreresistenti), non sia necessario il ricorso alla plasticizzazione delle strutture per contenerne i costi. Per quale motivo, dunque, non si è dato atto dell'esistenza di soluzioni costruttive alternative che riescono a coniugare le esigenze di economia con la resistenza-rigidità-sicurezza strutturale, senza “*costringere*” l'ingegneria civile “*a spingersi nel campo delle deformazioni plastiche*”?

Dal punto di vista progettuale, a parte alcune integrazioni relative alla determinazione dell'azione del vento sulle pareti verticali di edifici a pianta rettangolare

(C3.3.8.1.1) e circolare (C3.3.8.3) mediante una nuova definizione dei coefficienti di pressione, la Circolare non aggiunge particolari novità a riguardo delle pareti in c.a. rispetto a quelle presenti nelle NTC 2018, ad eccezione di alcuni punti contenuti nel cap. 7.

Detti punti riguardano in particolare il caso delle strutture a pareti portanti in c.a. progettate in campo dissipativo (rif. cap. 7), per le quali vengono proposte ulteriori possibilità di controllo, soprattutto in termini di duttilità.

Se da un lato dunque la nuova Circolare introduce degli “sconti” per le strutture a pareti portanti in c.a. progettate in duttilità in virtù della loro intrinseca rigidità e

resistenza ottimizzandone la progettazione mediante il riconosciuto principio della redistribuzione degli effetti delle azioni sismiche e la contestuale eliminazione del capoverso proposto dal Gruppo di Lavoro in cui veniva richiesto di “...considerare le incertezze nella valutazione degli effetti dinamici in campo post elastico” (cfr. C.7.4.4.5.1), dall'altro la stessa circolare penalizza quelle a pareti portanti in legno. Si considerino a tal proposito le prescrizioni di cui al p.to C.7.7.2 ove, per la prima volta, viene prescritto che la dissipazione di energia si concentri nei collegamenti specificamente progettati per essere dissipativi, mentre i restanti collegamenti che non possiedono tale funzione siano progettati per essere so-

CIRCOLARE 2 FEBBRAIO 2009, N. 617	CIRCOLARE 2018
RESISTENZA DI PROGETTO (P.TO C4.4.6)	
Le resistenze di progetto si ottenevano dividendo i valori tipici del materiale per il coefficiente parziale γ_M riferito alle differenti tipologie costruttive lignee adottate. Nessuna distinzione in funzione del grado di controllo delle strutture in legno.	Ora si adottano resistenze di progetto meno penalizzanti nel caso di produzioni continue di elementi o strutture inserite in un sistema di qualità e soggette a controllo continuativo. Il valore del coefficiente parziale γ_M per le proprietà dei materiali è, infatti, riferito alle differenti tipologie costruttive adottate e viene posto in funzione del grado di controllo delle strutture lignee.
STATI LIMITE (P.TI C4.4.7 E C4.4.8)	
La norma non conteneva informazioni pratiche per lo svolgimento delle verifiche di deformabilità delle strutture e delle unioni e la circolare non offriva risposte al riguardo. Il progettista doveva riferirsi ad altri strumenti normativi di comprovata validità (es. CNR).	La circolare contiene indicazioni dettagliate sulle modalità di verifica a deformabilità delle strutture e delle unioni. Per gli stati limite ultimi vengono inseriti chiarimenti nelle verifiche di resistenza nel caso di giunzioni di elementi lignei mediante coprigiunti e si definisce quantitativamente il fattore di riduzione della larghezza della trave, da adottare nelle verifiche di resistenza a taglio. La verifica a taglio tiene conto della presenza di eventuali fessurazioni riducendo la larghezza della trave lignea oggetto di analisi.
COLLEGAMENTI (P.TO C4.4.9)	
Venivano descritte alcune tipologie di collegamento tra gli elementi lignei e venivano forniti approfondimenti utili per valutarne idoneità e capacità portante, ma senza particolari specificazioni.	Nella nuova circolare si denota una particolare attenzione verso tutte le tipologie di collegamenti, si forniscono indicazioni per sopperire alle incertezze di montaggio e per tener conto della sezione indebolita dall'unione. La determinazione della resistenza a rifollamento viene ora affidata alle indicazioni contenute nelle certificazioni di prodotto o, in alternativa, in accordo alla norma europea di riferimento.
ANALISI STRUTTURALE (P.TO C7.7.4)	
Il punto C7.7.4, riferito all'analisi strutturale, non compariva nella circolare, evidentemente perché si riteneva esaustivo quanto già indicato nella norma tecnica.	La circolare contiene ulteriori considerazioni sugli elementi in falso; non viene ammesso che gli elementi strutturali si interrompano prima del raggiungimento del solaio di partenza delle elevazioni in legno. Aggiunge, inoltre, che ai fini dell'analisi strutturale, gli impalcati devono essere dotati di opportuna rigidità e resistenza, descrivendo le condizioni per ritenerli tali.
DISPOSIZIONI COSTRUTTIVE-GENERALITÀ (P.TO C7.7.5.1)	
Il punto C7.7.5.1, riferito alle disposizioni costruttive, non compariva nella circolare, evidentemente perché si riteneva esaustivo quanto già indicato nella norma tecnica.	Viene sottolineato che nel caso di pareti a telaio leggero tutti i bordi dei rivestimenti strutturali devono essere collegati agli elementi del telaio: i rivestimenti che non terminano su elementi del telaio (ad esempio fogli di rivestimento giuntati in altezza) devono essere sostenuti e collegati da appositi elementi di bloccaggio taglio-resistenti. Per la prima volta si aggiunge che la valutazione della rigidità della parete dovrà tener conto della cedevolezza di tali connessioni.

Tabella 1. Principali novità introdotte dalla Circolare 2018 relativamente alle “strutture in legno” rispetto alla Circolare 2 febbraio 2009, n. 617.

CIRCOLARE 2 FEBBRAIO 2009, N. 617	CIRCOLARE 2018
NODI TRAVE-PILASTRO	
Per le verifiche dei nodi trave-pilastro valeva quanto indicato al §7.4.4.3.1 delle NTC2008: le verifiche di resistenza del nodo dovevano essere effettuate per le sole strutture in CD "A".	COSTRUZIONI DI CALCESTRUZZO (P.TO C7.4) e VERIFICHE DI RESISTENZA (P.TO C7.4.4.3.1) La nuova circolare chiarisce quanto espresso al §7.4.1 delle NTC2018 ma contiene alcuni refusi che verranno sicuramente chiariti nel documento definitivo. Al §7.4 ribadisce che nel caso di comportamento strutturale non dissipativo, le verifiche di resistenza dei nodi trave-pilastro vanno comunque eseguite in CD "B".
ANALISI ELASTICA LINEARE DI TRAVI (P.TO C4.1.1.1)	
Rispetto al testo delle NTC erano state introdotte precisazioni utili per lo svolgimento dell'analisi elastica lineare. Cautelativamente le NTC proibivano la redistribuzione dei momenti nei pilastri e nei nodi ma la consentivano per le travi continue, nelle solette e nei telai, a condizione che le sollecitazioni di flessione fossero prevalenti e in funzione di predeterminate luci di campate contigue.	Cautelativamente le nuove NTC vietano la redistribuzione dei momenti nei pilastri e nei nodi ma la consentono per le travi continue (sia che appartengano o meno ai telai), nelle solette e nei telai, per le condizioni già descritte e nel caso in cui gli effetti del secondo ordine siano trascurabili. L'introduzione dei limiti per il rapporto x/d contenute nelle NTC (con x altezza della zona compressa e d altezza utile della sezione) sono volte a facilitare le rotture nelle travi per meccanismi dissipativi come il momento rispetto alle crisi fragili per taglio.
ARMATURA DELLE TRAVI (P.TO C4.1.6.1.1)	
La Circolare integrava la norma con ulteriori considerazioni riguardo all'armatura longitudinale delle travi con armatura al taglio.	Nel calcolo dell'armatura delle travi negli appoggi di estremità all'intradosso si fa riferimento alla traslazione della risultante delle trazioni dovute al momento flettente (traliccio adottato per il taglio) e non all'intero valore del taglio all'appoggio. Tale modifica riguarda anche le travi senza armatura a taglio.
VERIFICHE DI DUTTILITÀ PER LE TRAVI (P.TO C7.4.4.1.2)	
Le verifiche di duttilità erano contenute al §7.4.4 delle NTC 2008 e non erano presenti ulteriori approfondimenti nella circolare esplicativa.	Anche per le travi le verifiche di duttilità seguono quelle di resistenza. Si ricorda come al medesimo punto della norma la domanda di duttilità in curvatura delle travi risulti migliorata mediante un fattore moltiplicativo pari a 1,2.
VERIFICHE DI RESISTENZA PER PILASTRI (P.TO C7.4.4.2.1)	
La circolare non conteneva integrazioni rispetto alle verifiche di resistenza contenute nella norma.	Si ammette che pur seguendo le regole di progettazione in capacità si possono verificare delle plasticizzazioni nelle zone di estremità dei pilastri. Per questo la norma aggiunge accorgimenti riguardo alla duttilità dei pilastri primari. La circolare conferma dunque, quanto indicato nella norma al §7.4.6.2.2 nel quale viene imposto di eseguire le verifiche di duttilità nelle zone dissipative allo spicco dei pilastri primari e per le zone terminali di tutti i pilastri secondari. In tale paragrafo le zone dissipative vengono penalizzate ulteriormente introducendo un limite minimo del rapporto di confinamento per le classi di duttilità alte e basse e prescrivendo un incremento dell'armatura trasversale nelle zone critiche anche per i pilastri secondari.

Tabella 2. Principali novità introdotte dalla Circolare 2018 relativamente alle "strutture intelaiate in c.a." rispetto alla Circolare 2 febbraio 2009, n. 617.

vreresistenti, nonché la richiesta di verificare la rigidità/resistenza dei solai lignei nel loro piano, anche con riferimento alle giunzioni tra i pannelli. Tali verifiche risultano particolarmente gravose ai fini del controllo degli spostamenti e richiederanno anche l'adeguamento dei software di calcolo, in gran parte non programmati in tal senso.

Per approfondimenti si rimanda alle Tabelle 1, 2 e 3, riferite alle principali novità progettuali introdotte dalla Circolare 2018 rispetto alla previgente versione risalente al 2009, relativamente alle strutture in legno, a quelle intelaiate di c.a. e a quelle a pareti in c.a. Tali "novità" devono intendersi aggiuntive rispetto a quelle più generali introdotte dalle NTC 2018, non riportate nella presente trattazione.

IN MERITO AL PERCORSO PROGETTUALE DA ADOTTARE LA CIRCOLARE PRECISA CHE ESSO SI ARTICOLA IN QUATTRO FASI "CONCEZIONE, VERIFICA, ESECUZIONE, CONTROLLO". IN PARTICOLARE LA CONCEZIONE È TUTTA E SOLO APPANNAGGIO DELLA CREATIVITÀ, DELLA COMPETENZA TECNICA E DELL'ESPERIENZA DEL SINGOLO PROGETTISTA; ESSA RICADE NELLA SUA ESCLUSIVA RESPONSABILITÀ E, CERTO, NON PUÒ ESSERE NORMATA.

NELLA CONTINUA RICERCA DI SOLUZIONI PIÙ SICURE E PIÙ ECONOMICHE, L'INGEGNERIA CIVILE È STATA, DI NECESSITÀ, COSTRETTA A CERCARE NELLA PLASTICITÀ E NELLA RIDUZIONE DI RIGIDEZZA UN MODO PER CONSEGUIRE COSTRUZIONI AD UN TEMPO PIÙ SICURE E PIÙ ECONOMICHE.

Dal punto di vista della “Sicurezza” e delle “prestazioni attese” la Circolare introduce importanti chiarimenti a riguardo del requisito della “robustezza”, prescritto al p.to 2.2.5 delle NTC 2018 e peraltro già previsto in termini generali nelle NTC 08.

In merito a tale requisito, inteso quale caratteristica della costruzione che consente di evitare che “*per effetto di azioni eccezionali, la costruzione subisca danni sproporzionati rispetto alla causa che li ha provocati*”, la Circolare afferma che è necessario soddisfarlo quando “*l'importanza e l'estensione della costruzione*” non siano “*modesti*”, fornendo quale esempio di costruzione “*modesta*” il caso di “*case unifamiliari o bifamiliari, edifici con numero di piani minore di tre...*”.

Tale previsione consente di dedurre che la stragrande

maggioranza degli edifici (con più di due u.i. e con più di tre piani) dovranno rispettare il requisito di “robustezza” che, in conformità allo stesso p.to 2.2.5 delle NTC 2018 può essere conseguito, oltre che mediante una specifica progettazione che tenga conto dell'entità delle azioni eccezionali, mediante l'adozione di una o più delle seguenti strategie progettuali:

NTC 2.2.5 p.to C) adozione di una forma e tipologia strutturale poco sensibile alle azioni eccezionali considerate;

NTC 2.2.5 p.to D) adozione di una forma e tipologia strutturale tale da tollerare il danneggiamento localizzato causato da un'azione di carattere eccezionale;

NTC 2.2.5 p.to E) realizzazione di strutture quanto più ridondanti, resistenti e/o duttili è possibile.

In aggiunta le NTC 2018 al p.to 4.2.2 recante titolo “Valutazione della sicurezza”, a riguardo del medesimo requisito di “robustezza”, aggiungono “*I requisiti richiesti di resistenza, funzionalità, durabilità e robustezza si garantiscono verificando il rispetto degli stati limite ultimi e degli stati limite di esercizio della struttura...*”, precisando ulteriormente che tra gli stati limite di esercizio da verificare per il soddisfacimento del requisito di “robustezza” vi sono (tra gli altri) i seguenti:

stati limite di deformazione e/o spostamento, al fine di evitare deformazioni e spostamenti che possano compromettere l'uso efficiente della costruzione e dei suoi contenuti, nonché il suo aspetto estetico;

stato limite di vibrazione, al fine di assicurare che le sen-

CIRCOLARE 2 FEBBRAIO 2009, N. 617	CIRCOLARE 2018
DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI PRIMARI O SECONDARI (P.TO C7.4.4)	
Rispetto al testo della norma venivano fornite ulteriori specifiche relative alle verifiche di resistenza e duttilità degli elementi strutturali.	Tra le zone dissipative in cui sono attese con maggiore probabilità le plasticizzazioni viene citato anche lo spiccato delle pareti. Si prescrive di verificare in condizioni sismiche che la riduzione di resistenza a taglio dovuta alla formazione della cerniera duttile non attivi un meccanismo combinato di taglio-flessione.
SOLLECITAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE DI RESISTENZA (P.TO C7.4.4.5.1)	
La circolare sottolineava esclusivamente la presenza di un refuso che era contenuto nelle fig.7.4.1 e 7.4.2 della norma. Il §c7.4.4.5.2 di commento al relativo punto della norma (verifiche di resistenza) non era presente.	Tale punto conferma la possibilità, indicata per la prima volta dalle NTC2018, di ridistribuire per le pareti primarie gli effetti dell'azione sismica fino al limite massimo consentito del 30%. Viene inoltre precisato che la redistribuzione delle forze di taglio deve essere eseguita insieme a quella dei momenti (onde evitare apprezzabili variazioni che determinino comportamenti duttili instabili) sia per le pareti soggette a modesta compressione o trazione che per quelle soggette a grandi variazioni dell'azione assiale (es. quelle accoppiate).
VERIFICHE DI DUTTILITÀ (P.TO C7.4.4.5.2)	
Il paragrafo inerente alle verifiche di duttilità delle pareti non era presente né nella norma né nella relativa circolare esplicativa.	La nuova norma introduce, per ciascun elemento strutturale, prima le verifiche di resistenza e poi quelle di duttilità. Per le zone dissipative delle pareti devono essere eseguite specifiche verifiche in termini di duttilità di curvatura. Viene fatto notare al progettista che, nel caso in cui si ricorra alla redistribuzione degli effetti tra le pareti, si potranno verificare incrementi della domanda di duttilità in quelle pareti progettate con valori del momento resistente inferiori alla sollecitazione flessionale ottenuta dall'analisi.

Tabella 3. Principali novità introdotte dalla Circolare 2018 relativamente alle “pareti in c.a.” rispetto alla Circolare 2 febbraio 2009, n. 617.

sazioni percepite dagli utenti garantiscano accettabili livelli di comfort ed il cui superamento potrebbe essere indice di scarsa robustezza e/o indicatore di possibili danni negli elementi secondari.

L'insieme di queste prescrizioni contenute nelle NTC 2018 e chiarite dalla Circolare, permette di comprendere che tra i vari sistemi costruttivi esistenti quelli a pareti portanti in cemento armato risultano più vantaggiosi, per il semplice fatto che possiedono intrinsecamente le richieste caratteristiche di "forma", "resistenza", "rigidità" e "ridondanza" e che, in condizioni normali, risultano verificati tutti gli stati limite, anche quello di

operatività, persino nel caso delle civili abitazioni, per le quali la norma non ne richiederebbe il soddisfacimento. Laddove poi la norma indica la possibilità di perseguire la "robustezza" mediante la duttilità strutturale, in alternativa quindi alla resistenza, tipica delle strutture a pareti, occorre considerare, in particolare dal punto di vista economico, la difficoltà di soddisfare gli stati limite di esercizio sopra citati per le tipologie di edifici "strategici" ricadenti in classe d'uso 3 e 4. Come si conciliano dunque il rispetto del requisito di "robustezza" con la duttilità e con la presupposta necessità di economia delle costruzioni? **I**



CRISTIAN ANGELI

Sistemi costruttivi a pareti portanti in cemento armato

ICF - INSULATING CONCRETE FORMS

TIPOLOGIE, CARATTERISTICHE, APPLICAZIONI, ESEMPI DI PROGETTI, NORMATIVE



- Particolari costruttivi architettonici e strutturali in formato .DWG
- Foglio elettronico per la determinazione dei costi
- Check list per la posa in opera

Questa pubblicazione illustra i sistemi costruttivi a pareti portanti in cemento armato realizzate mediante casseri a perdere autoportanti in polistirene (conosciuti anche con l'acronimo "ICF", *Insulating Concrete Forms*).

Si tratta di sistemi che - ottimizzando il processo edilizio in termini di velocità di esecuzione, prestazioni sismiche ed energetiche, economicità, durabilità e facilità di manutenzione - introducono notevoli vantaggi, come dimostrato nell'ambito dei recenti processi di ricostruzione emergenziale conseguenti ad eventi sismici, e consentono di ripensare ed aggiornare il modo di costruire "*tradizionale*".

Il volume, unico nel suo genere, affronta l'argomento in modo organico e multidisciplinare in quanto tratta gli aspetti progettuali, cantieristici, scientifici e industriali inerenti tali sistemi costruttivi, evidenziandone le caratteristiche dal punto di vista strutturale ed energetico, il comportamento in caso di incendio, i costi, le metodologie esecutive, gli aspetti normativi e fiscali, le possibili criticità. Mettendo altresì a confronto il sistema ICF con gli altri sistemi costruttivi, tradizionali e innovativi di altra natura, committenti, imprese e professionisti sono guidati verso una scelta ragionata e oggettiva.

La trattazione è supportata da esempi pratici di situazioni progettuali affrontate e risolte, da "*progetti tipo*" di edifici realmente realizzati e da numerosi particolari costruttivi architettonici e strutturali, disponibili anche in formato .DWG nell'Area download collegata al volume, insieme ad altre utilità.

€ 48,00

I Legislazione Tecnica