

aicap

Associazione Italiana Calcestruzzo Armato e Precompresso

DETTAGLI COSTRUTTIVI

di STRUTTURE in CALCESTRUZZO ARMATO

a cura del Gruppo:

Franco Angotti (Coordinatore)

Luca Brancaccio

Antonella Colombo

Achille Devitofranceschi

Luigi Evangelista

Camillo Nuti

Maurizio Orlando

Mario Paolo Petrangeli

Cesare Prevedini

Sergio Tremi Proietti

in collaborazione con



Autori:

Franco Angotti	Università degli Studi di FIRENZE
Luca Brancaccio	ANAS SpA
Mario Collepari	ENCO Srl
Antonella Colombo	ASSOBETON
Stefano Danna	TENSACCIAI SpA
Achille Devitofranceschi	ANAS SpA
Luigi Evangelista	ITALFERR SpA
Stefania Imperatore	Università degli Studi ROMA TRE
Chiara Luchino	ANAS SpA
Camillo Nuti	Università degli Studi ROMA TRE
Maurizio Orlando	Università degli Studi di FIRENZE
Mario Paolo Petrangeli	Università degli Studi di Roma "La Sapienza"
Andrea Polastri	Mario Petrangeli & Associati Srl
Cesare Prevedini	TENSACCIAI SpA
Giuseppe Traini	ITALFERR SpA
Sergio Tremi Proietti	SEICO Srl
Angelo Vittozzi	ITALFERR SpA

Hanno collaborato:

- nella ricerca dei particolari e con suggerimenti nella preparazione del capitolo 2.2 gli ingegneri Alessandro Bergami (Università degli Studi ROMA TRE) e Danilo Pierucci (STIN srl);
- nella parte grafica
 - del capitolo 3.2 Stefano Casula e Donato Labriola (ITALFERR SpA);
 - dei capitoli 2.1, 2.6 e 2.7 Simone Izzo (SEICO srl);
 - dei capitoli 1.2, 2.3 e 2.4 Davide Monfredini (Ingegnere edile, Firenze);
 - dei capitoli 1.3 e 3.1 Alessandro Volpe (Mario Petrangeli & Associati Srl).

Si ringraziano:

Raffaello Bartelletti, Francesco Biasioli e Piero Marro, per aver letto una versione preliminare del Volume ed aver fornito preziosi suggerimenti.

Redazione:

Piero Persia

© Copyright 2011 AICAP
Via Barberini, 68 – 00187 Roma
www.associazioneaicap.it

Realizzato per AICAP da Pubblicità s.r.l
Piazza G. Marconi, 25 – 00144 Roma
www.aitecweb.it

Edizione Pubblicità



PREMESSA

L'AICAP, nell'ambito del Progetto Ulisse (AITEC, ASSOBETON, ATECAP), ha costituito nel 2003 la "Commissione AICAP per le strutture in calcestruzzo", con lo scopo di promuovere studi e ricerche nel campo del calcestruzzo armato e precompresso, con la collaborazione delle Industrie del settore.

La Commissione presieduta da Camillo Nuti, che raccoglie i migliori Esperti italiani nel settore delle strutture in calcestruzzo, si interessa e coordina, come compito primario, l'attività di ricerca e di studio nell'ambito delle strutture in calcestruzzo.

In questo quadro uno specifico settore è quello dell'attività editoriale con volumi su argomenti di attualità predisposti da Gruppi di Esperti AICAP, pubblicati e diffusi tra i Soci e nel Paese.

Già nel 2007 un apposito Gruppo di lavoro predispose due volumi dal titolo "Progettazione di strutture in calcestruzzo armato – Guida all'uso dell'Eurocodice 2 con riferimento alle Norme Tecniche D.M. 14.1.2008" e "Progettazione sismica di edifici in calcestruzzo armato – Guida all'uso dell'Eurocodice 2 con riferimento alle Norme Tecniche del D.M. 14.1.2008", che ebbero nel Paese una grande diffusione e destarono un grande interesse.

In questo ambito, nel 2009, con il supporto dell'AITEC, venne incaricato un apposito Gruppo di Lavoro, coordinato da Franco Angotti e costituito da Luca Brancaccio, Antonella Colombo, Achille Devitofranceschi, Luigi Evangelista, Camillo Nuti, Maurizio Orlando, Mario Paolo Petrangeli, Cesare Prevedini, Sergio Tremi Proietti, di predisporre un volume contenente i dettagli costruttivi da adottare per la progettazione delle opere in calcestruzzo strutturale.

Il Gruppo di Lavoro, con la partecipazione di altri autori, ha preparato un testo di oltre 400 pagine certamente di grande utilità che è rivolto essenzialmente a Professionisti con lo scopo di fornire chiarimenti e illustrazioni per i dettagli progettuali delle opere in calcestruzzo armato.

L'Associazione auspica che il volume integri utilmente un settore della letteratura tecnica e che la sua consultazione possa diventare una consuetudine per i Professionisti.

Nella presentazione che segue il Prof. Franco Angotti illustra i contenuti del volume.

Si segnala qui che l'AICAP ha predisposto anche un "Commentario alle Norme Tecniche per le Costruzioni" che è in corso di stampa e che verrà diffuso insieme a questo volume.

L' AICAP rivolge un sentito ringraziamento al Gruppo di Lavoro, al suo Coordinatore e al Presidente della Commissione per il grande impegno profuso, nella convinzione che questo volume sia gradito ai propri Soci ed a quanti, certamente molti, avranno occasione di utilizzarlo.

Luca Sanpaolesi

Roma, aprile 2011

PRESENTAZIONE

Le Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC) contengono in soli 2 punti (al 4.1.6 ed al 7.4.6) indicazioni sui dettagli costruttivi per le opere in calcestruzzo e questi contengono soltanto alcune limitazioni geometriche e di armatura. Poco o nulla si dice sulla disposizione delle armature, ritenendo implicitamente che ciò debba essere patrimonio della preparazione di base del progettista di strutture in c.a. ed anche perché le NTC rinviando sostanzialmente agli Eurocodici 2 ed 8, dove viceversa vi è una più estesa trattazione dei dettagli costruttivi, con molte novità specie nella progettazione in presenza di azioni sismiche.

Muovendo dall'ovvia considerazione che il successo di una costruzione in c.a. si gioca in grande misura su una corretta disposizione delle armature, questo volume intende richiamare l'attenzione su questo aspetto della progettazione strutturale e sottolineare anche l'importanza della rappresentazione grafica dei dettagli, per evitare errate od imprecise interpretazioni da parte dell'esecutore materiale della struttura.

Non va poi dimenticato che nelle strutture in c.a. la modellazione è strettamente legata alla disposizione delle armature. Si pensi alle verifiche allo SLU, al metodo tiranti e puntoni, alla progettazione in zona sismica con la gerarchia delle resistenze ecc..

Il volume si sviluppa in 3 capitoli.

Il primo è dedicato ad un'introduzione generale riguardante il calcestruzzo, le armature ordinarie e quelle da precompressione. Molta attenzione viene data ai dettagli sulla protezione delle armature contro la corrosione e quindi al problema della durabilità al quale le NTC danno particolare rilievo.

Il secondo capitolo tratta delle strutture tipiche degli edifici: fondazioni, pilastri, travi, nuclei, pareti, solai, piastre e solette anche precomprese, scale, paratie ecc..

Le prescrizioni per la costruzione in zona sismica hanno sollevato una serie di novità e problematiche pratiche quali collegamenti tra elementi, ancoraggi e spiccati, sovrapposizione, che trovano nel volume una possibile risposta.

Per ciascuno degli elementi strutturali vengono descritte le limitazioni geometriche e delle armature, la loro disposizione anche nelle zone critiche per rispettare le regole della gerarchia delle resistenze.

Particolare attenzione è data alle fondazioni superficiali e profonde ed alle paratie.

Il capitolo si chiude con gli edifici prefabbricati che contiene una ricca analisi dei molti particolari e dettagli che caratterizzano questa tipologia di edilizia industriale.

Infine il terzo capitolo tratta delle opere infrastrutturali, ossia, ponti e viadotti stradali e ferroviari, gallerie artificiali, muri contro terra ed opere minori, quali tombini e scatolari.

I ponti stradali vengono dapprima descritti nei principali elementi costitutivi (piattaforma, sagoma e geometria delle solette, elementi di margine, ecc.) si passa quindi alle tipologie degli impalcati ed agli elementi strutturali componenti (solette, traversi, pile, spalle, pulvini, baggioli, fondazioni, ecc.) e, infine, viene dato un cenno anche agli elementi di finitura e di arredo.

Per i ponti ferroviari si segue un'analoga impostazione. Si parte dalle tipologie di impalcato, descrivendone, in particolare, gli elementi strutturali che ne caratterizzano la sezione tipo. Si passa quindi alle pile ed alle loro fondazioni.

Nel capitolo sui ponti stradali vengono descritte le pile ad alta duttilità, ossia quelle per le quali è prevista la formazione di una cerniera plastica alla base.

Sia per i ponti stradali che per quelli ferroviari vengono fornite numerose tavole ricche di dettagli costruttivi di tipo geometrico e di disposizione delle armature.

Ampio spazio è dedicato poi alla descrizione dei dettagli costruttivi delle gallerie artificiali scatolari ed a volta ed alle connesse modalità esecutive, ivi comprese le opere provvisoriale.

Il volume prosegue con i dettagli riguardanti i muri controterra nelle due tipologie di muri di sostegno in sterro o di controripa e muri di sostegno in rilevato o di sottoscarpa e si conclude con le tipologie più ricorrenti di scatolari stradali.

Nello sviluppo degli argomenti così sinteticamente descritti, particolare attenzione è posta ai dettagli legati alle novità contenute nelle NTC.

Il testo è organizzato prevalentemente in tavole grafiche che descrivono i dettagli con riferimento a casi concreti. Questi non vanno perciò assunti come modelli generali. Nel testo che affianca le tavole vengono di volta in volta illustrati i motivi che hanno portato alle soluzioni rappresentate piuttosto che ad altre pur possibili.

Naturalmente occorre stigmatizzare la tentazione di copiare in maniera acritica i dettagli qui contenuti senza rendersi conto che spesso essi sono adottati per raggiungere determinati obiettivi quale ad esempio esigenze di cantiere, di prefabbricazione della gabbie di armatura ecc. Un'attenta lettura di questo volume può tuttavia certamente facilitare le scelte rispondenti alle singole situazioni.

Franco Angotti

Roma, aprile 2011

Questa ristampa, che vede la luce dopo una diffusione di 2500 copie, contiene soltanto qualche marginale ritocco redazionale ed un miglioramento della parte grafica.

Roma, maggio 2012

INDICE

1. Generalità sul calcestruzzo e dettagli delle armature

1.1 Calcestruzzi

<i>Mario Collepari</i>	3
1.1.1 Criteri di scelta del diametro massimo dell'inerte	
1.1.2 Criteri di scelta della classe di consistenza in funzione della tipologia dell'opera	
1.1.3 Criteri di scelta della classe di resistenza in funzione della tipologia dell'opera	
1.1.4 Criteri di scelta della classe di esposizione in funzione della tipologia ambientale cui l'opera è esposta	
1.1.5 Conclusioni	

1.2 Armature per c.a. ordinario

<i>Franco Angotti – Maurizio Orlando</i>	29
1.2.1 Copriferro	
1.2.2 Interferro	
1.2.3 Diametri ammissibili dei mandrini per barre piegate	
1.2.4 Ancoraggio delle armature	
1.2.5 Giunzione di barre	
1.2.6 Rappresentazione semplificata delle armature del calcestruzzo	

1.3 Armature da precompressione

<i>Mario Paolo Petrangeli – Andrea Polastri</i> <i>I paragrafi (*) sono stati sviluppati da Stefano Danna e Cesare Prevedini</i>	51
1.3.1 Testate di travi pre-tese	
1.3.2 Testate di travi post-tese	
1.3.3 Frettaggio ancoraggio esterno alle pareti	
1.3.4 Staffe di supporto delle guaine	
1.3.5 Interassi minimi degli ancoraggi (*)	
1.3.6 Armatura di frettaggio (*)	
1.3.7 Guaine da precompressione (*)	
1.3.8 Attrezzature per l'installazione e la regolazione dei cavi di precompressione (*)	
1.3.9 Dettagli degli ancoraggi (*)	

2. Edifici

2.1 Fondazioni

<i>Sergio Tremi Proietti</i>	83
2.1.1 Fondazioni superficiali	
2.1.2 Fondazioni profonde	

2.2 Pilastrini, pareti e nuclei

<i>Camillo Nuti</i>	96
2.2.1 Pilastrini	
2.2.2 Pareti	

2.3 Solai e travi

<i>Franco Angotti – Maurizio Orlando</i>	136
2.3.1 Solai	
2.3.2 Travi	

2.4 Piastre

<i>Franco Angotti – Maurizio Orlando</i>	172
2.4.1 Tipologie	
2.4.2 Armatura minima a flessione	
2.4.3 Passo massimo armature principale e secondaria	
2.4.4 Interruzione ed ancoraggio delle armature	
2.4.5 Armature delle piastre in prossimità degli appoggi	
2.4.6 Armature in corrispondenza dei bordi liberi	
2.4.7 Armature d'angolo	
2.4.8 Armature a taglio	
2.4.9 Piastre senza nervature ("Flat Slab")	
2.4.10 Disposizione delle armature flessionali	
2.4.11 Armature per il taglio-punzonamento	
2.4.12 Armature in corrispondenza di fori e cavedi	
2.4.13 Armature di collegamento della piastra alle pareti verticali	
2.4.14 Posa in opera delle armature flessionali	
2.4.15 Esempio di disposizione di armature in una piastra	
2.4.16 Cenni sulle piastre precomprese	

2.5 Solette post-tese

<i>Stefano Danna – Cesare Prevedini</i>	206
2.5.1 Principali tipologie costruttive	
2.5.2 Principali vantaggi	
2.5.3 Tipologie di ancoraggi	

2.6 Scale

<i>Sergio Tremi Proietti</i>	214
------------------------------------	-----

2.7 Paratie

<i>Sergio Tremi Proietti</i>	219
2.7.1 Diaframmi continui	
2.7.2 Paratie di pali accostati	
2.7.3 Paratie di micropali / mediopali accostati	
2.7.4 Paratie a T	
2.7.5 Tiranti di ancoraggio	

2.8 Edifici prefabbricati

<i>Antonella Colombo</i>	233
2.8.1	Struttura a pilastri
2.8.2	Fondazioni
2.8.3	Pilastri
2.8.4	Mensole tozze
2.8.5	Travi
2.8.6	Testate di travi prefabbricate precomprese
2.8.7	Vincoli di continuità
2.8.8	Solaio con lastra alveolare
2.8.9	Impalcato
2.8.10	Elementi di chiusura
2.8.11	Inseri industrializzati per calcestruzzo
2.8.11.1	Sistemi di fissaggio
2.8.11.2	Sistemi di supporto

3. Opere infrastrutturali**3.1 Viadotti e ponti stradali**

<i>Luca Brancaccio – Chiara Luchino – Achille Devitofranceschi</i> <i>I paragrafi (*) sono stati sviluppati da Mario P. Petrangeli e</i> <i>Andrea Polastri</i>	295
3.1.1	La piattaforma stradale
3.1.2	Sagoma stradale e geometria delle solette
3.1.3	Elementi di margine
3.1.3.1	Armature di collegamento del sicurvìa (*)
3.1.4	Tipologie di impalcato stradale
3.1.5	Impalcato in c.a.p.
3.1.5.1	Appoggio delle travi sulle sottostrutture
3.1.5.2	Travi in c.a.p.
3.1.5.3	Traversi
3.1.5.4	Solette realizzate mediante predalles (*)
3.1.6	Schema a travi poggiate e soletta continua
3.1.6.1	Catena cinematica
3.1.6.2	Soletta continua (*)
3.1.7	Sollevamento dell'impalcato (*)
3.1.8	Sistemi di protezione sismica
3.1.9	Armature della pila
3.1.9.1	Pile ad alta duttilità a sezione piena
3.1.9.2	Zone critiche per sezioni scatolari (*)
3.1.9.3	Gabbie prefabbricate di armatura (*)
3.1.10	Pulvini
3.1.10.1	Armatura dei pulvini con sbalzo (*)
3.1.11	Armatura dei baggioli (*)
3.1.12	Spalle
3.1.12.1	Spalla monolitica
3.1.12.2	Spalla passante
3.1.12.3	Armature della spalla
3.1.13	Fondazioni
3.1.14	Elementi di finitura e arredo

3.2 Viadotti e ponti ferroviari

<i>Luigi Evangelista – Giuseppe Traini – Angelo Vittozzi</i>	371
3.2.1	Tipologie di impalcato
3.2.2	Elementi caratteristici della sezione tipo in viadotto
3.2.3	Impalcato a 4 cassoncini
3.2.3.1	Carpenteria dell'impalcato
3.2.3.2	Armature della trave
3.2.3.3	Dettagli di armatura della trave
3.2.4	Pila scatolare
3.2.4.1	Carpenteria della pila
3.2.4.2	Pulvino, baggioli, ritegni sismici ed apparecchi d'appoggio
3.2.4.3	Armatura della pila
3.2.4.4	Dettagli di armatura della pila
3.2.5	Fondazione della pila
3.2.5.1	Carpenteria del plinto
3.2.5.2	Armatura del plinto

3.3 Gallerie artificiali

<i>Luca Brancaccio – Chiara Luchino – Achille Devitofranceschi</i>	403
3.3.1	Tipologie
3.3.2	Gallerie artificiali scatolari
3.3.3	Gallerie artificiali a volta
3.3.4	Modalità esecutive
3.3.4.1	Metodo top-down
3.3.4.2	Metodo bottom-up
3.3.5	Interventi in presenza di battente d'acqua
3.3.6	Opere provvisoriale
3.3.7	Imbocchi
3.3.8	Gallerie paramassi
3.3.9	Allargamenti per uscite di sicurezza e piazzole di sosta
3.3.10	Vasca di raccolta delle acque

3.4 Muri controterra

<i>Luca Brancaccio – Chiara Luchino – Achille Devitofranceschi</i>	426
3.4.1	Muri di sottoscarpa
3.4.2	Muri di controripa
3.4.3	Muri prefabbricati

3.5 Tombini e scatolari

<i>Luca Brancaccio – Chiara Luchino – Achille Devitofranceschi</i>	432
3.5.1	Scatolare stradale
3.5.2	Tombino idraulico circolare

Riferimenti normativi	441
------------------------------------	-----

Riferimenti bibliografici	447
--	-----