

A. N. I. C. A. P.

ASSOCIAZIONE NAZIONALE ITALIANA CEMENTO ARMATO PRECOMPRESSO

Giornate del Precompresso

(Palermo, 10-11-12 Ottobre 1969)

Edito a cura dell'A. I. T. E. C.

ASSOCIAZIONE ITALIANA TECNICO ECONOMICA DEL CEMENTO - ROMA

INDICE

Presidente del Convegno - Comitato Organizzatore - Elenco dei partecipanti al Convegno pag. 5

ASSEMBLEA DEI SOCI (Palermo, 10 Ottobre 1969)

U. FUXA: Saluto ai partecipanti del Presidente del Convegno » 9

C. CESTELLI GUIDI: Relazione del Presidente dell'A.N.I.C.A.P. » 11

E. F. RADOGNA: Relazione del Consigliere Segretario » 15

A. BAGNULO: Relazione del Consigliere Revisore dei Conti » 16

C. CESTELLI GUIDI: Relazione del Presidente della Commissione "Norme" » 18

V. MONGIARDINI: Relazione del Presidente della Commissione "Tubazioni in c.a.p." » 20

TEMA I - PROBLEMI DELLA NORMATIVA SUL CEMENTO ARMATO PRECOMPRESSO IN ITALIA E NEL MONDO

F. LEVI: Relazione generale » 23

Interventi:

G. A. GUIDI: Misura dell'aderenza tangenziale fra travetti prefabbricati in cemento armato precompresso, tipo Celersap, e calcestruzzo » 26

E. VITIELLO: Sulla sicurezza delle strutture in c.a.p. nei riguardi di azioni sismiche » 27

L. SANPAOLESI » 29

F. LEVI: Replica al Prof. Ing. Luca Sanpaolesi » 29

TEMA II - NUOVE SOLUZIONI STRUTTURALI NEL CAMPO DEL CEMENTO ARMATO PRECOMPRESSO

R. F. BALDACCII: Relazione generale » 33

1) Premesse » 33

2) Trave ad anello » 33

3) Travi a telaio » 37

a) *Travi precomprese con cavi o catene* » 37

b) *Travi precomprese con fili aderenti* » 39

4) Coperture » 41

a) *Aviorimesse Alitalia* » 41

b) *Coperture di due chiese in Nichelino* » 44

5) Ponti, viadotti, cavalcavia	»	46
a) <i>Ponte sullo Wadi-Kuft in Libia</i>	»	46
b) <i>Viadotto del Costaviola sull'Autostrada Salerno-Reggio Calabria</i>	»	48
c) <i>Ponte Saint-Marcel sull'Autostrada di Aosta</i>	»	49
d) <i>Viadotti a cassone per l'Autostrada Sestri Levante-Livorno</i>	»	52
e) <i>Viadotto S. Cosimato dell'Autostrada Roma-L'Aquila</i>	»	54
f) <i>Viadotto Ferrata dell'Autostrada Roma-L'Aquila</i>	»	55
g) <i>Cavalcavia a telaio dell'Autostrada Torino-Piacenza</i>	»	57
h) <i>Viadotti per l'Autostrada Popoli-Pescara</i>	»	60
i) <i>Ponte ferroviario sul torrente Letimbro a Savona</i>	»	61
6) Problemi speciali	»	62
a) <i>Paratie nervate</i>	»	62
b) <i>Problemi di fatica</i>	»	65
7) Conclusioni		

CONFERENZA I

J. COURBON: Applications modernes de la précontrainte	»	69
La voie expérimentale de l'Aérotrain	»	69
I) Généralités - Tracé de la voie expérimentale	»	69
II) Spécifications imposés à la voie par le véhicule	»	69
A) <i>Charges apportées par le véhicule en mouvement</i>	»	69
a) <i>Charge permanente</i>	»	69
b) <i>Charges semi-permanentes</i>	»	69
c) <i>Charges dynamiques</i>	»	69
B) <i>Forme du véhicule</i>	»	70
C) <i>Tolérances de fabrication</i>	»	70
III) Conception et description de la voie	»	70
A) <i>Poutre porteuse</i>	»	70
B) <i>Piles</i>	»	71
C) <i>Fondations</i>	»	71
D) <i>Equipement de la voie</i>	»	72
IV) Problèmes rencontrés lors de l'étude de la voie de l'Aérotrain	»	72
A) <i>Etude des phénomènes de torsion flexion</i>	»	72
B) <i>Etude des périodes propres de vibrations de flexion</i>	»	72
C) <i>Etude des effets du fluage du béton</i>	»	72

D) Etude de la mise en forme des poutres de devers par prédéformation des poutres	»	73
E) Etude des effets des efforts transversaux en tête des piles	»	73
V) Exécution des travaux	»	73
A) Préfabrication des piles	»	73
B) Préfabrication des poutres	»	73
C) Transport et mise en place des poutres	»	74
VI) Ouvrages annexes	»	74
VII) Le véhicule	»	75
Les viaducs de l'autotoroute A 53 de Roquebrune à la frontière italienne	»	75
I) Preambule	»	75
II) Conception et description des ouvrages	»	75
A) Choix de la structure des ouvrages	»	75
B) Piles et culées	»	76
C) Fondations	»	77
D) Tablier	»	77
III) Execution des travaux	»	78
A) Piles et culées	»	78
B) Tablier	»	78
IV) Conclusion	»	80

CONFERENZA II

G. KERN: Costruzioni moderne in calcestruzzo precompresso Dywidag	»	81
---	---	----

CONFERENZA SUL TEMA « CALCESTRUZZI LEGGERI » A CURA DELL'A.I.C.A. - ASSOCIAZIONE ITALIANA CEMENTO ARMATO

E. FUMAGALLI: Relazione introduttiva sui calcestruzzi leggeri strutturali	»	87
S. BUZZI: La produzione di inerti destinati a calcestruzzi leggeri strutturali	»	89
F. GIOVANNINI: Differenziazione di qualità dell'argilla espansa	»	90
S. ZORZI: Argilla espansa strutturale: applicazioni nel campo del cemento armato precompresso	»	91

PRESIDENTE DEL CONVEGNO

Prof. Ing. FUXA Ugo

Preside della Facoltà di Architettura dell'Università degli Studi di Palermo.

COMITATO ORGANIZZATORE

Dott. Ing. BOLOGNA Gaetano

Membro del Consiglio Direttivo dell'AN.I.C.A.P., Direttore della rivista « L'Industria Italiana del Cemento »

Prof. Ing. CESTELLI GUIDI Carlo

Presidente dell'AN.I.C.A.P., Direttore dell'Istituto di Tecnica delle Costruzioni dell'Università di Roma.

Dott. Ing. PICCININI Fernando

Membro del Consiglio Direttivo dell'AN.I.C.A.P., Presidente della « Ferrocemento Costruzioni e Lavori Pubblici S.p.A. ».

Prof. Ing. RADOGNA Emanuele Filiberto

Consigliere Segretario dell'AN.I.C.A.P., Professore di Costruzione di Ponti presso l'Università de L'Aquila.

ELENCO DEI PARTECIPANTI AL CONVEGNO

Dr. Ing. ABBADESSA Marcello	<i>in rappresentanza della S.P.E.A. S.p.A.</i>	Roma
Dr. Ing. ANGELI Leo		Genova
Dr. Ing. AQUILINO Mario	<i>in rappresentanza dell'Istituto di Tecnica delle Costruzioni</i>	Roma
Dr. Ing. AROSIO Giuseppe	<i>in rappresentanza della S.p.A. Ing. Mantelli & C.</i>	Genova
Dr. Ing. BAGNASCO Benedetto		Roma
Dr. Ing. BAGNULO Alfonso	<i>in rappresentanza della C.I.T.A.P. S.p.A.</i>	Roma
Prof. Ing. BALDACCI Riccardo	<i>Direttore dell'Istituto di Scienza delle Costruzioni</i>	Genova
Prof. Ing. BALDASSINI Lisindo		Firenze
Dr. Ing. BALZARRO Giovanni		Verona
Dr. Ing. BARCHIESI Paolo	<i>in rappresentanza dell'Ufficio speciale A.N.A.S.</i>	Palermo
Dr. Ing. BELFIORE Giovanni	<i>in rappresentanza della Soc. VIANINI</i>	Roma
Prof. Ing. BERIO Angelo	<i>Direttore dell'Istituto di Scienza delle Costruzioni</i>	Cagliari
Dr. Ing. BOLOGNA Gaetano	<i>in rappresentanza dell'A.I.T.E.C.</i>	Roma
Dr. Ing. BONAMICO Roberto	<i>in rappresentanza dell'A.T.E.A.C.</i>	Roma
Dr. Ing. BOTTERO Pietro	<i>in rappresentanza dell'Amministrazione provinciale</i>	Torino
Dr. Arch. BRANCATO F. Saverio		Palermo
Dr. Ing. BUZZI Sandro	<i>in rappresentanza della F.lli Buzzi Cementi S.p.A.</i>	Casale Monferrato
Dr. Ing. CALZONA Remo F.		Roma
Dr. Ing. CARDACI Vincenzo Mario		Termini Imerese (Palermo)
Dr. Ing. CEGNAR Egone		Milano
Prof. Ing. CESTELLI GUIDI Carlo	<i>Direttore dell'Istituto di Tecnica delle Costruzioni</i>	Roma
Dr. Ing. CHERUBINI Claudio	<i>in rappresentanza dello Studio Cherubini</i>	Roma
Dr. Ing. COLOMBINI Silio Italico		Roma

Dr. Ing. CORONA Giovanni		Torino
Prof. Ing. COURBON Jean	<i>Direttore Tecnico della « Société des Grands Travaux de Marseille »</i>	Parigi
Dr. Ing. CRESPI Angelo	<i>in rappresentanza della DI PENTA S.p.A.</i>	Roma
Dr. Ing. CROCI Giorgio		Roma
Dr. CUCCINIELLO Enzo	<i>in rappresentanza del Laboratorio Sperimentale Prove Materiali - Istituto Universitario di Architettura</i>	Venezia
Dr. Ing. DE BERNARDI Arnaldo	<i>in rappresentanza dell'Impresa Gastone Guerrini</i>	Torino
Dr. Ing. DEFEZ Alberto		Napoli
Prof. Ing. D'ELIA Pasquale		Napoli
Dr. Ing. DELLA LIBERA Giovanni		Milano
Dr. Ing. DE MARCO Gaetano	<i>in rappresentanza delle Ferrovie dello Stato</i>	Roma
Dr. Ing. FAVINI Aldo		Milano
Dr. FERRARIO Millo		Milano
Geom. FOASSA Vittorio	<i>in rappresentanza dell'Amministrazione provinciale</i>	Torino
Dr. Arch. FRANCIOSA Nicola		Napoli
Dr. Ing. FRIZZI Dorian	<i>in rappresentanza dell'Ing. Giuseppe TORNO</i>	Milano
Dr. Ing. FUMAGALLI Emanuele	<i>in rappresentanza dell'I.S.M.E.S.</i>	Bergamo
Prof. Ing. FUXA Ugo	<i>Preside della Facoltà di Architettura</i>	Palermo
Prof. Ing. GENTILONI SILVERI Domenico	<i>in rappresentanza dell'Istituto di Tecnica delle Costruzioni</i>	Roma
Dr. Ing. GERVASO Amedeo		Milano
Prof. Ing. GIANGRECO Elio	<i>Direttore dell'Istituto di Tecnica delle Costruzioni</i>	Napoli
Dr. Ing. GILIBERTI Aurelio	<i>in rappresentanza dell'Istituto di Tecnica delle Costruzioni</i>	Napoli
Dr. Ing. GIOVANNOZZI Pierfranco	<i>in rappresentanza della ALPINA S.p.A.</i>	Milano
Prof. Ing. GIUFFRE' Antonino	<i>in rappresentanza dell'Istituto di Tecnica delle Costruzioni</i>	Roma
Dr. Ing. GRAPPELLI Giorgio	<i>Presidente II Sezione Consiglio Superiore dei LL.PP.</i>	Roma
Prof. Ing. GRAVINA Pietro	<i>Direttore dell'Istituto di Scienza delle Costruzioni</i>	Roma
Dr. Ing. GUDERZO Marcello	<i>in rappresentanza della S.p.A. MC Masters Builders</i>	Treviso
Geom. GUERRINI Alberto	<i>in rappresentanza dell'Impresa Gastone Guerrini</i>	Torino
Dr. Ing. INDELICATO Ferdinando		Milano
Geom. IPPOLITI Giuseppe		Palermo
Dr. Ing. KERN H.	<i>in rappresentanza del dott. ing. U. Finsterwalder - Direttore tecnico della « Dyckerhoff & Widmann »</i>	Monaco di Baviera
Dr. Ing. LA FIURA Giovanni	<i>in rappresentanza della CO.SI.A.C. S.p.A.</i>	Palermo
Dr. Ing. LAMANNA Salvatore		Crotone
Dr. Ing. LARDI Antonio		Milano
Mr. LEMOINE Henry	<i>Direttore Generale della « STUP »</i>	Parigi
Prof. Ing. LEVI Franco	<i>Presidente della F.I.P. - Direttore dell'Istituto di Scienza delle Costruzioni</i>	Venezia
Dr. Ing. LO RE Benedetto	<i>in rappresentanza dell'A.N.A.S.</i>	Enna
Dr. Ing. LUZZATI Guido		Milano
Prof. Ing. MACCHI Giorgio		Milano
Dr. Ing. MARIONI Agostino	<i>in rappresentanza della PREBETON-CAVI S.p.A.</i>	Milano
Dr. Ing. MAROCCHI Roberto	<i>in rappresentanza della PRESCAV S.p.A.</i>	Milano
Prof. Ing. MATILDI Pietro	<i>Direttore dell'Istituto di Scienza delle Costruzioni</i>	Trieste
Dr. Ing. MAURO Antonio	<i>in rappresentanza dell'Istituto di Scienza delle Costruzioni</i>	Trieste
Dr. Ing. MELE Michele		Trieste
Prof. Ing. MIGLIACCI Antonio	<i>in rappresentanza dell'Istituto di Scienza e Tecnica delle Costruzioni</i>	Milano
Dr. Ing. MIGLIASSO Antonio		Ivrea
Prof. Ing. MONGIARDINI Vittorio	<i>Direttore dell'Istituto di Idraulica</i>	Roma
Prof. Ing. MORANDI Riccardo		Roma
Dr. Arch. MUROLO C. Libero		Napoli
Prof. Ing. OBERTI Guido	<i>Direttore dell'Istituto di Tecnica delle Costruzioni</i>	Torino
Dr. Ing. ORLANDO Stefano		Palermo
Dr. Ing. PACENTI Vincenzo	<i>in rappresentanza dell'A.I.C.A.</i>	Milano
Prof. Ing. PAGANO Michele		Napoli

Dr. Ing. PAPINI Gianluca		Milano
Geom. PELIZZA Giorgio		Parma
Dr. Ing. PERUCCI Giorgio		Milano
Dr. Ing. PIANO Ermanno		Milano
Dr. Ing. PICCININI Fernando	<i>in rappresentanza della FERROCEMENTO S.p.A.</i>	Roma
Dr. Ing. PICIOCCI Francesco	<i>in rappresentanza dell'Impresa GIROLA</i>	Roma
Dr. Ing. PINTO Paolo E.	<i>in rappresentanza dell'Istituto di Tecnica delle Costruzioni</i>	Roma
Dr. Ing. POMPEO Orfeo	<i>in rappresentanza della CO.GE.ME. S.r.l.</i>	Palermo
Dr. Ing. PUNZI Giuseppe		Roma
Prof. Ing. RADOGNA Emanuele F.		Roma
Dr. Ing. RENZI Luigi	<i>in rappresentanza delle Ferrovie dello Stato</i>	Roma
Dr. Ing. RINOLDI Guido	<i>in rappresentanza della EDILTORNO S.p.A.</i>	Milano
Prof. RIO Arturo	<i>in rappresentanza del Laboratorio Centrale CEMENTISEGNI</i>	Colleferro
Dr. Ing. RIZZO Antonino	<i>in rappresentanza dell'Istituto di Costruzioni - Architettura</i>	Palermo
Prof. Ing. ROSSETTI Ugo	<i>in rappresentanza dell'Istituto di Scienza delle Costruzioni</i>	Torino
Dr. Ing. ROSSI Antonio		Assisi
Comm. RUSCONI Giannino	<i>in rappresentanza della EDILTORNO S.p.A.</i>	Milano
Dr. Arch. SAJEVA Antonella		Palermo
Prof. Ing. SALVATI Michele	<i>in rappresentanza dell'Istituto di Scienza delle Costruzioni</i>	Bari
Prof. Ing. SANPAOLESI Luca		Pisa
Dr. Ing. SARNO Brunello		Roma
Prof. SERSALE Riccardo	<i>in rappresentanza dell'Istituto di Chimica Applicata</i>	Napoli
Dr. Ing. SEGRE Ernesto	<i>in rappresentanza della TECNICAVI S.p.A.</i>	Milano
Dr. Ing. SONZOGNO Giacinto	<i>in rappresentanza della PREBETON-CAVI S.p.A.</i>	Milano
Dr. Ing. SOTTILE Armando	<i>in rappresentanza delle Ferrovie dello Stato</i>	Roma
Dr. Ing. STRETTI Arnaldo		Milano
Prof. Ing. TESORIERE Giuseppe		Palermo
Dr. Ing. TOGNON Gianpiero	<i>in rappresentanza della ITALCEMENTI S.p.A.</i>	Bergamo
Dr. Ing. TOLACCIA Sergio	<i>in rappresentanza dell'Istituto di Scienza delle Costruzioni</i>	Venezia
Dr. Ing. TONIOLO Giandomenico		Milano
Dr. Ing. VALLI Giorgio		Trieste
Dr. Ing. VANICH Francesco		La Spezia
Dr. Ing. VANONI Diego	<i>in rappresentanza della S.P.E.A.</i>	Milano
Prof. Ing. VIALE Ugo Leone		Roma
Dr. Ing. VICARI Nino		Palermo
Dr. Ing. VILLANI Luciano	<i>in rappresentanza della S.p.A. Ing. Mantelli & C.</i>	Genova
Dr. Ing. VITIELLO Edmondo		Milano
Dr. Arch. ZAGO Federico	<i>in rappresentanza dell'Istituto di Scienza delle Costruzioni</i>	Venezia
Dr. Ing. ZORZI Silvano		Milano

A.N.A.S. di Palermo

rappresentata da:

Dr. Ing. CASTELLI Francesco

Dr. Ing. PIRAINO Giusto

S.p.A. BEKAERT Leon - Milano

rappresentata da:

Dr. Ing. LORENZON Pietro

Sig. POLA Paolo

S.p.A. CALCI E CEMENTI DI SEGNI -
di Roma

rappresentata dal Dr. Ing. ISOPI Paolo

Impresa CASTELLI - Milano

rappresentata dal Dr. Ing. CASTELLI Mario

COGECO - Compagnia Generale Costruzioni S.p.A. - Roma	<i>rappresentata da:</i> <i>Dr. Ing. CORSI Giorgio</i> <i>Dr. Ing. MAZZA Alberto</i>
Acciaierie e Ferriere Lombarde FALK di Milano	<i>rappresentata da:</i> <i>Dr. CASTELLETTO Antonio</i> <i>Dr. FANTINI Giuseppe</i> <i>Dr. Ing. GRAZZANI Raul</i> <i>Dr. Ing. NOZZA Baldo</i>
Soc. INCAS-BONNA	<i>rappresentata da:</i> <i>Ing. MALCANGI Giuseppe</i> <i>Ing. SREGO</i> <i>Ing. FECAROTTA</i>
INDUSTRIA CEMENTI GIOVANNI ROSSI S.p.A. - Piacenza	<i>rappresentata dal Dr. Ing. CERUTI Guido</i>
ISTITUTO SCIENZA DELLE COSTRUZIONI - Bari	<i>rappresentato da:</i> <i>Prof. Ing. SOLLAZZO Alfredo</i> <i>Prof. Ing. FOTI Cesare</i>
ISTITUTO DI SCIENZA DELLE COSTRUZIONI - Napoli	<i>rappresentato da:</i> <i>Prof. Ing. JOSSA Franco</i> <i>Prof. Ing. CARPUTI Ugo</i> <i>Prof. Ing. RUSSO ERMOLLI Ennio</i> <i>Dr. Ing. JOSSA Paolo</i>
PONTEGGI TUBOLARI EST - Divisione TENSACCIAI - Milano	<i>rappresentata da:</i> <i>Dr. Ing. PEDROCCO Giuseppe</i> <i>Dr. Ing. LONGONI Alberto</i>
PREFABBRICATI PERUZZI S.n.c. - Montepulciano	<i>rappresentata da:</i> <i>Dr. Ing. CASTELLANI Giuseppe</i> <i>Dr. Ing. MENEGHINI Ettore</i>
R. D. B. S.p.A. - Piacenza	<i>rappresentata dal Dr. Ing. GUIDI A. Guido</i>
S.p.A. REDAELLI Giuseppe e F.llo - Milano	<i>rappresentata da:</i> <i>Dr. Ing. LOCATELLI Giuseppe</i> <i>P.I. SCUTTERI Pierluigi</i>
S.C.A.C. - Milano	<i>rappresentata dal Dr. Ing. BALDISSERA Adolfo</i>
S.C.E.V. - Catania	<i>rappresentata da:</i> <i>Dr. Ing. GRECO Stefano</i> <i>Dr. Ing. PENNISI Giovanni</i>
S.P.E.A. S.p.A. - Napoli	<i>rappresentata da:</i> <i>Dr. Ing. BOLDONI Guido</i> <i>Dr. Ing. RINAURO Aldo</i>
SOGENE - Roma	<i>rappresentata da:</i> <i>Dr. Ing. COSTANTINO Matteo</i> <i>Dr. Ing. TRISCIUZZI Domenico</i>
VALDADIGE S.p.A. - Verona	<i>rappresentata dal Dr. Ing. RANOCCHI Luigi</i>

Assemblea dei Soci

(Palermo, 10 ottobre 1969)

SALUTO AI PARTECIPANTI DEL PRESIDENTE DEL CONVEGNO

Prof. Ing. UGO FUXA

Onorevoli Signori, Illustri Colleghi,

Palermo è, oggi, particolarmente lieta di ospitare l'eletta schiera di Studiosi e di Tecnici, i quali — continuando la nobile tradizione dei precedenti incontri — porteranno nel sesto Convegno A.N.I.C.A.P., a cui va a darsi inizio, l'alto contributo dei loro attenti studi, delle loro diligenti ricerche e della loro larga esperienza, ponendoci al corrente dei più recenti sviluppi, delle più interessanti acquisizioni e delle più aggiornate prospettive d'un ramo della tecnica del costruire, che — nel volgere d'un periodo di tempo, relativamente assai breve — ha consentito realizzazioni di altissimo interesse e di carattere — in moltissimi casi — veramente singolare, e per espressività di forma, e per perfetta aderenza fra forma e contenuto statico, e per economia.

Nel porgere — anche a nome del Prof. Michele Gerbasi, Rettore Magnifico del nostro Ateneo — un affettuoso ed augurale saluto agli intervenuti e nel ringraziare della lusinghiera scelta della sede per lo svolgimento dei lavori di que-

st'anno, mi è assai gradito esprimere — sia personalmente, sia a nome dell'Associazione Nazionale Italiana del Cemento Armato Precompresso — la più viva riconoscenza alle Autorità locali, che — con alto senso di comprensione e, soprattutto, di apprezzamento del ruolo dell'A.N.I.C.A.P. per la incentivazione d'un settore di altissimo interesse nel quadro delle attività nazionali — hanno accettato di far parte del Comitato d'Onore del Convegno.

Particolarmente commosso è il mio — ed il nostro — ringraziamento a S. E. Rev.ma Francesco Carpino, Cardinale Arcivescovo di Palermo, all'On.le Avvocato Angelo Bonfiglio, Assessore ai Lavori Pubblici per la Regione Siciliana, all'On.le Ing. Salvatore Natoli, Assessore al Turismo, Comunicazioni e Trasporti per la Regione Siciliana, al Dott. Franco Spagnolo, Sindaco di Palermo, i quali — con generose, e, soprattutto, assai significative attenzioni — hanno voluto graziosamente testimoniare ai Convegnisti, la considerazione e la stima con cui Palermo li ospita.

Né posso tacere i munifici interventi con i

quali il Banco di Sicilia — e, per esso, il Presidente Gr. Uff. Ciro De Martino ed il Direttore Generale Prof. Francesco Bignardi — nonché un folto gruppo di Imprese altamente qualificate, quali: la « S.A.F. », la « Cosiac », la « Generale Immobiliare », la « Sailem », la « Girola » la « Molinari & Zugaro », la « Tosi », la « Ranieri », la « Barresi », hanno voluto incoraggiare e sostenere l'opera dell'A.N.I.C.A.P., la cui attività ed il cui sempre migliore divenire sono, esclusivamente, dovuti alla fede dei suoi Soci ed alla diuturna, disinteressata, appassionata opera del Suo Presidente, dei suoi Consiglieri, dei suoi Gruppi di Studio e di Ricerca.

Proprio a tale opera deve attribuirsi il merito delle due intense e — indubbiamente — feconde giornate che trascorreremo insieme, ascoltando, discutendo e commentando le relazioni su temi di fondamentale importanza, che ci saranno esposte da eminenti cultori della materia.

Avremo, infatti, il piacere di apprendere dal Prof. Carlo Cestelli Guidi, Presidente della Commissione « Norme », quanto si è fatto a tutt'oggi su questo argomento; dal Prof. Vittorio Mongiardini i risultati dei lavori sino ad oggi svolti dalla Commissione « Tubazioni in cemento armato precompresso » da lui presieduta; dal Prof. Franco Levi, Presidente del Comité Européen du Béton, i più interessanti aspetti dei « Problemi di normativa » e le più aggiornate proposte in merito; dal Prof. Riccardo Baldacci — Direttore dell'Istituto di Scienza delle Costruzioni della Facoltà di Ingegneria di Genova — quanto di più importante e significativo si è fatto in tema di soluzioni strutturali nel campo del cemento armato precompresso.

Le nostre giornate di lavoro saranno, inoltre, assai degnamente integrate ed arricchite dal contributo di due spiccate Personalità nel campo degli studi a cui siamo interessati:

— il Prof. Courbon, Direttore Tecnico della « Société des Grands Travaux de Marseille », che ci parlerà delle moderne applicazioni della precompressione;

— il Prof. Finsterwalder, Direttore Tecnico della Dyckheroff e Widmann di Monaco di Baviera, che — costretto a disdire il personale intervento — ha delegato il Suo collaboratore Geor-

ge Kern per illustrarci notevoli e suggestive realizzazioni in cemento armato precompresso.

Degno ed appropriato coronamento del ciclo di lavoro programmato sarà offerto dalla lodevolissima iniziativa della benemerita A.I.C.A. — Associazione Italiana del Cemento Armato — che, assai opportunamente, ha tratto spunto da questo convegno per intrattenerci su un argomento di viva attualità e sul quale si appunta l'attenzione di tutti coloro che sono interessati al progresso della Scienza e della Tecnica del costruire: « I calcestruzzi leggeri ».

Nell'arco dell'odierna rassegna di ricerche e di studi, è felicemente ed autorevolmente inserita una riunione del Gruppo cemento armato e cemento armato precompresso del Consiglio Nazionale delle Ricerche.

Detta riunione avrà luogo — sotto la presidenza del capo-gruppo Prof. Franco Jossa, Presidente della Facoltà di Architettura di Napoli — presso la nostra Facoltà di Architettura, la quale trae argomento di particolare soddisfazione dall'ospitalità che è lieta di offrire ad un Collegio altamente qualificato, dai cui lavori — certamente — saranno tratti ulteriori, validissimi contributi per il progresso dell'importante settore della tecnica di cui ci occupiamo.

Onorevoli Signori, Illustri Colleghi,

penso che non sia fuor di proposito porre l'accento sul fatto — a mio avviso assai significativo — che, nel momento di grande travaglio e di preoccupante inquietudine da cui sono afflitti un po' tutti i popoli di questo mondo, ci siano cospicui gruppi di uomini, i quali, a somiglianza di quanto noi qui stiamo per fare, si interessano, con serenità e con amore, di problemi alla cui radice sta l'esercizio di attività tendenti al comune benessere e proiettate verso un futuro di sane conquiste e di concrete realizzazioni, che — nella pace, nella concordia, nel reciproco aiuto, nella mutua comprensione — ci facciano più e meglio apprezzare la gioia della vita e la santità del lavoro.

Nella profonda convinzione della validità e della fecondità di tali apporti, rinnovo il mio ringraziamento e formulo l'augurio che queste giornate segnino una tappa — sia pure modesta — del giusto cammino verso il giusto progresso.

RELAZIONE DEL PRESIDENTE DELL' A. N. I. C. A. P.

Prof. Ing. CARLO CESTELLI GUIDI

Cari Colleghi,

nel dare inizio ai lavori di questa Assemblea mi è gradito anzitutto rivolgere un caloroso ringraziamento all'amico Fuxa per avere promosso questo Convegno qui a Palermo e per l'aiuto morale e materiale che ha voluto dare alla sua organizzazione, ed anche estendere questo ringraziamento a tutte le Autorità della città di Palermo. Un ringraziamento anche al personale dell'Istituto di Costruzioni, diretto dal prof. Fuxa, che si è adoperato, in collegamento con il personale del nostro Istituto di Tecnica delle Costruzioni di Roma per i particolari dell'organizzazione.

Questa Assemblea segue quella che ha avuto luogo a Santa Margherita Ligure nel 1967. Nella cartella che è stata distribuita ai convenuti avrete trovato un volume nel quale sono riportati gli Atti di quel Convegno. Di questo dobbiamo ringraziare il nostro Consigliere ing. Bologna che in seno all'AITEC ne ha curato la pubblicazione e la stampa.

Questa Assemblea, dicevo, segue quella del 1967: non saremmo in regola con lo Statuto dell'Associazione che vorrebbe una assemblea ogni anno ma io penso che i presenti vorranno darci la sanatoria per questa inosservanza.

La mia relazione sarà molto sintetica: dirò anzi che, in generale, la relazione sull'attività dell'Associazione è svolta dal Consigliere Segretario dell'Associazione, quindi mi limiterò ad una semplice elencazione dei fatti più salienti che hanno caratterizzato l'attività dell'A.N.I.C.A.P. nel biennio trascorso.

Ogni volta che ci siamo incontrati abbiamo parlato della famosa legge sul cemento armato

e sul cemento armato precompresso. Probabilmente tutti Loro sanno che questa legge è stata approvata dal Senato e sta ora alla Commissione dei Lavori Pubblici della Camera. Comunico che l'Associazione si è fatta parte diligente intervenendo prima presso il Presidente della Commissione relatrice al Senato ed ora presso il Presidente della Commissione relatrice alla Camera.

Devo dire che purtroppo le difficoltà maggiori vengono proprio dagli Enti che invece dovrebbero facilitare l'emanazione delle Norme, ossia dagli Ordini degli Ingegneri e dalle Associazioni dei Costruttori, i quali richiedono delle modifiche sia pure marginali. E' quindi difficile accelerare l'iter della legge anche perché, ad un dato momento, potrebbe darsi che le modifiche richieste riportassero la legge al Senato. Questa legge, che contiene fra l'altro la liberalizzazione del cemento armato precompresso, ha un avvenire sempre più incerto.

Relativamente all'attività dell'Associazione debbo segnalare alcuni interventi presso Enti in favore delle applicazioni del cemento armato precompresso; in particolare, posso dire di aver svolto proprio recentemente interventi presso le Ferrovie dello Stato perché le strutture di cemento armato precompresso vengano ammesse nelle opere della direttissima Roma-Firenze non solo per le opere sovrappassanti ma anche per quelle portanti la linea; al riguardo la nostra Commissione Norme proporrà dei particolari criteri di progettazione in quanto i ponti ferroviari sono sottoposti ad un cemento ben più gravoso di quello dei ponti stradali, anche se le strutture in cemento armato precompresso si comportano alla fatica certo meglio di quelle in cemento armato.

Debbo parlare anche del Notiziario il cui tono,

come avrete notato è andato abbassandosi: siamo partiti, dopo Santa Margherita, con un certo entusiasmo: i numeri successivi contenevano delle recensioni, anzi potremmo dire degli articoli a carattere compilativo su determinati argomenti: questi erano molto utili e furono molto apprezzati. Senonché noi avevamo invitato gli Istituti universitari a collaborare perché questo peso gravava solo sull'Istituto di Tecnica delle Costruzioni di Roma ed era un po' troppo oneroso. Essendo però mancata questa collaborazione, nei numeri successivi ci siamo dovuti limitare a riportare notizie un po' squallide. Fortunatamente, unitamente al Notiziario inviamo il notiziario della F.I.P., piuttosto interessante. Debbo invece rallegrarmi che l'Istituto di Architettura di Venezia, sotto la direzione del prof. Levi, presidente della F.I.P., ha pubblicato un volume veramente pregevole. Si tratta di qualcosa di più di un notiziario: è un volume di perfetta veste editoriale che illustra notevoli applicazioni del cemento armato precompresso. Lo abbiamo ricevuto soltanto questa mattina e viene distribuito ai partecipanti al Convegno. La pubblicazione è opera di grande impegno e ci ralleghiamo con il prof. Levi e lo ringraziamo vivamente insieme ai suoi collaboratori dell'Istituto di Venezia.

Si è molto parlato, nelle riunioni del Consiglio di questa Associazione della opportunità di avere una propria Rivista. Affiorano però le stesse difficoltà riscontrate per il notiziario poiché è sempre difficile trovare chi scriva per chi legge e non solo per se stesso: soprattutto una rivista di questo genere dovrebbe poter assicurare la collaborazione di progettisti e costruttori i quali sono purtroppo sempre troppo impegnati.

Vorrei ora accennare brevemente alle Prove coordinate che ritengo siano una attività caratteristica della nostra Associazione. Siamo già ad un secondo ciclo di prove coordinate, finanziate dall'A.I.T.E.C., da Industrie metallurgiche, da Ditte specializzate in costruzioni in cemento armato precompresso ed anche, in parte, dal Consiglio Nazionale delle Ricerche. Queste prove sono state svolte dai Laboratori di Roma (Scienza delle Costruzioni — Ingegneria — prima, e Tecnica delle Costruzioni — Architettura — poi), di Napoli (Tecnica delle Costruzioni — Ingegneria — e Scienza delle Costruzioni — Architettura), di Cagliari (Scienza delle Costruzioni — Ingegneria), di Bologna (Tecnica delle Costruzioni — Ingegneria). Sull'attività delle prove coordinate, che sono giunte a risultati ragguardevoli, riferirò lu-

nedi, nella riunione del Consiglio Nazionale delle Ricerche, il prof. Berio.

Vorrei sottolineare l'importanza dell'esperimento fatto, che ha mostrato la possibilità di una collaborazione attiva fra vari Istituti anche se geograficamente distanziati: la collaborazione è stata cordiale e potrei dire entusiasta fra tutto il personale addetto alle prove. Questo è importante perché in un settore così delicato come quello della sperimentazione, ove spesso ci si trova a dover confrontare risultati ottenuti da più Laboratori. E' notevole il fatto di poter garantire una uniformità di tecnica di sperimentazione: a tal fine gli operatori degli Istituti si sono incontrati frequentemente.

Altre attività: il Corso di aggiornamento sul c.a.p. a Genova, che ha avuto un notevole successo per merito del prof. Baldacci, che ne ha curato con vero impegno la organizzazione. Questo Corso è stato frequentato da molti ingegneri ed architetti. Credo che il Corso abbia reperito i fondi anche dall'industria e spero che verranno pubblicate delle dispense o almeno un sommario. Siamo pertanto molto grati al Consigliere professor Baldacci.

Vi sono richieste di svolgere Corsi di aggiornamento da parte di molti ingegneri professionisti e funzionari di Amministrazioni e, dato che siamo a Palermo e che in Sicilia finora non è stato fatto nulla, mi permetto di fare una sommissa proposta al prof. Fuxa, e così ad altri Colleghi che volessero prendere l'iniziativa presso la loro sede.

Altra attività dell'Associazione è l'assegnazione di borse di studio. La Società Mantelli, per interessamento della Ferrocemento, ha istituito una borsa di studio triennale di due milioni per studi sul cemento armato precompresso. La prima borsa venne assegnata nel 1967 da apposita Commissione all'Ing. Vitiello di Milano, il quale, sotto la guida del prof. Grandori, ha compiuto uno studio del massimo interesse sul comportamento delle strutture in cemento armato precompresso all'azione sismica. Egli ha formulato dei criteri di paragone tra il modello elasto-plastico ed il modello elastico non lineare e quindi, in pratica, tra il cemento armato normale ed il cemento armato precompresso. Egli ha trasmesso a questa Associazione due note che verranno esaminate dalla apposita Commissione e che costituiranno una pubblicazione di notevole pregio che uscirà sotto gli auspici dell'Associazione.

La seconda borsa, quella del 1968, è stata assegnata all'Ing. De Cesare, dell'Istituto di Tecnica delle Costruzioni di Roma, il quale ha eseguito una ricerca sui metodi del F.I.P./C.E.B.; questa ricerca è stata anche seguita dal nostro Consigliere prof. Radogna, che ha un po' tenuto le redini dello studio. Vi hanno collaborato anche l'Ing. Calzona dell'Istituto di Scienza delle Costruzioni di Roma e l'ing. Pinto, dell'Istituto di Tecnica delle Costruzioni di Roma.

Da questi Colleghi è stata redatta una pregevole relazione presentata proprio questa mattina: è intitolata « Considerazioni critiche ed indagine numerica sul progetto della sezione in cemento armato integralmente o parzialmente precompresso secondo i principi del Comitato misto FIP/CEB ». E' uno studio notevole, che vale la pena di trasmettere al Comitato FIP/CEB: si tratta del risultato di due anni di lavoro. Sulla prima parte di questo studio, ancora non conclusivo, è stato riferito dall'Ing. Pinto nella riunione del FIP/CEB tenuta a Parigi.

Per la partecipazione ai lavori del FIP/CEB debbo dire che abbiamo avuto il contributo di alcuni Consiglieri: il prof. Radogna, che ha preso parte alle riunioni di varie Commissioni e soprattutto l'ing. Vanoni che si è interessato di organizzare una riunione a Milano di una Commissione.

Io stesso ho l'onore di presiedere questo Comitato, ma, a causa dei miei impegni, soprattutto inerenti alla fase di sviluppo del nostro Istituto di Tecnica delle Costruzioni di Roma, ho dovuto decidermi, mio malgrado, a rassegnare le dimissioni, ma queste non sono ancora operanti essendo stato pregato di conservare la presidenza fino all'epoca del Congresso di Praga del giugno 1970.

Abbiamo inoltre partecipato a delle Commissioni della F.I.P. su argomenti particolari ed abbiamo anche collaborato con il prof. Levi alla organizzazione, a Venezia, delle riunioni che hanno avuto luogo nel 1968.

Per il Congresso di Praga della F.I.P. verrà compilato, a cura dell'A.I.T.E.C. e quindi, come sempre, dall'ing. Bologna, un volume che raccolga le opere più significative realizzate in Italia nel periodo dal Congresso di Parigi del 1966 ad oggi. E' stata inviata da parte nostra una circolare a tutti i progettisti e costruttori invitandoli a trasmettere gli elaborati dei loro progetti con

fotografie; molti hanno già trasmesso del materiale all'Ing. Bologna e chi non avesse ancora ricevuto questa circolare è pregato di mettersi in comunicazione con l'A.I.T.E.C.

Circa l'attività delle Commissioni di studio di normative dell'Associazione, e ritengo che questo sia uno dei compiti di una associazione a carattere tecnico-scientifico, viene costantemente offerta una collaborazione agli organismi preposti alla emanazione delle regolamentazioni.

Abbiamo attualmente due Commissioni sulla cui attività riferiremo successivamente: una sulle Norme generali, da me presieduta, e che devo confessare non ha ancora fatto molto, mentre l'altra, la Commissione presieduta dal prof. Mongiardini, sulle tubazioni in c.a.p., ha svolto un lavoro ragguardevole.

* * *

Nell'Ordine del giorno dell'Assemblea odierna è annunciata la presentazione di un documento per una collaborazione A.N.I.C.A.P. - A.I.C.A. Le due Associazioni camminano in parallelo ed hanno tanti punti in comune che vale la pena di considerare una collaborazione più intensa di quella peraltro già approfondita che ha avuto luogo fino ad oggi.

Anche l'Associazione dei costruttori potrebbe inserirsi nella nostra attività ed a questo riguardo darò poi la parola all'ing. Piccinini, che esporrà le sue idee su una collaborazione tra l'Associazione dei Costruttori e l'A.N.I.C.A.P.

Dato che siamo in Assemblea proporrei che la prossima giornata del precompresso non si tenesse nel 1970 poiché l'anno prossimo avrà luogo il Congresso della F.I.P. a Praga, ma di ritrovarci nella primavera del 1971.

Infine, i ringraziamenti che, come sempre, vanno anzitutto all'Ing. Bologna, sia per i contributi delle prove coordinate, sia per la stampa degli Atti di S. Margherita Ligure, sia per il volume in corso di elaborazione per il Congresso di Praga.

Esprimo un particolare ringraziamento all'Ingegner Bagnulo che, oltre a partecipare attivamente alla vita della Associazione, ha contribuito efficacemente allo svolgimento delle prove coordinate, mettendo a disposizione il suo stabili-

mento e fornendo il materiale per le travi sperimentali. Egli si è inoltre interessato per la elargizione di contributi da parte di varie Società.

Sento anche il dovere di ringraziare il personale dell'Istituto di Tecnica delle Costruzioni della Facoltà di Architettura di Roma, sia tecnico che amministrativo per il costante interessamento alla vita della Associazione, alla organizzazione delle ricerche, alla compilazione del notiziario, ai lavori delle Commissioni di studio e, ora, alla organizzazione di questo Convegno. Tutto ciò viene fatto in gran parte volontariamente, dato il modesto bilancio della Associazione.

Infine, sono lieto di porgere affettuosi ringraziamenti agli amici relatori di questo Convegno, proff. Baldacci e Levi, ed a tutti Voi, cari Consoci, che siete intervenuti così numerosi. Il numero degli iscritti al convegno, di 140 persone, è un record nella storia delle nostre Giornate.

Al termine di questa Assemblea, quando sottoporremo al Vostro giudizio le relazioni mia, del Consigliere Segretario e del Consigliere Revisore dei Conti, Vi prego di voler intervenire ponendo dei quesiti ai quali io risponderò, colmando le lacune di questa relazione.

Grazie.

RELAZIONE DEL CONSIGLIERE SEGRETARIO

Prof. Ing. EMANUELE FILIBERTO RADOGNA

Signor Presidente, Signori Soci,

nello svolgere la presente relazione sull'attività dell'A.N.I.C.A.P. dopo le precedenti Giornate del Precompresso, cioè dal 29 settembre 1967 ad oggi, mi sembra opportuno esaminare i vari argomenti nello stesso ordine adottato nella mia relazione di allora, relazione che è riportata negli Atti di Santa Margherita Ligure, da ieri distribuiti fra i Soci.

In questo modo ritengo che la concreta valutazione dell'attività dell'A.N.I.C.A.P., svolta nel trascorso biennio, sia resa a tutti più agevole attraverso il confronto sistematico ed immediato con il consuntivo e con i programmi formulati nel 1967.

a) Studi nel campo della normativa sul precompresso

Come è noto, i rapidi progressi della tecnica e della tecnologia delle costruzioni esigono un costante aggiornamento delle disposizioni normative che ne disciplinano l'impiego, perché tali disposizioni risultino, per progettisti e per costruttori, di utile e sicuro orientamento e non di intralcio.

A ciò si aggiunga che, nel campo specifico del c.a. e del c.a.p., la revisione critica dei problemi di base e la più approfondita conoscenza delle proprietà fisico-mecchaniche dei materiali hanno portato, negli ultimi anni, ad una impostazione organica ed unitaria dei problemi sia del c.a. che del c.a.p.

Il settore della normativa presenta dunque un grande interesse: in campo internazionale lavori fondamentali sono stati compiuti dal Comitato Europeo del c.a. e dal Comitato misto F.I.P./C.E.B. In tali organismi l'A.N.I.C.A.P. è presente in modo autorevole ed altamente qualificato: mi basta ricordare che il Presidente della F.I.P., Federazione Internazionale del Precompresso, è il Prof. F. Levi, e che il Presidente del Comitato Misto F.I.P./C.E.B. è, dalla sua costituzione, il Prof. Cestelli Guidi.

In campo nazionale l'A.N.I.C.A.P. ha promosso la costituzione di due commissioni di studio:

— la prima commissione è costituita con l'Andis (Associazione Nazionale di Ingegneria Sanitaria), per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle tubazioni in c.a.p.

Sui lavori di questa commissione fra poco riferirà il suo Presidente, prof. Vittorio Mongiardini, ordinario di Idraulica nella Facoltà di Ingegneria di Roma.

— la seconda commissione è stata costituita nel 1968 per lo studio della normativa sul c.a.p. tenuto conto dei moderni indirizzi della normativa internazionale; essa è presieduta dal Prof. C. Cestelli Guidi, il quale riferirà sui lavori in corso.

Inoltre l'A.N.I.C.A.P. è presente, con molti suoi iscritti, nella Commissione di studio delle Norme, promossa dall'A.I.C.A. e presieduta dal prof. A. Berio.

b) Corsi di cultura

Come fu preannunciato a Santa Margherita Ligure, nell'anno accademico 1967-68, per iniziativa del Prof. Riccardo Baldacci, Direttore dell'Istituto di Scienza delle Costruzioni della Facoltà di Ingegneria di Genova, è stato tenuto un corso di cultura sul precompresso.

Nel Corso sono stati trattati problemi teorici e costruttivi del precompresso, con l'intento di fornire agli ingegneri frequentatori argomenti e metodi per un aggiornamento culturale, e soprattutto per una personale rielaborazione critica dei concetti, tali da poter essere messi concretamente a frutto nell'affrontare i problemi complessi e svariati della progettazione e della realizzazione di opere in precompresso.

Al Corso hanno partecipato circa 100 iscritti tra ingegneri ed architetti; sono stati invitati docenti di altre università, fra i quali i professori Cestelli Guidi, Giangreco, Gravina, Levi, che hanno trattato importanti argomenti monografici, mentre l'Ing. Vanoni ha illustrato, in una conferenza molto apprezzata, alcune tra le più recenti e significative opere in precompresso.

Come per i precedenti corsi di Roma e di Bari, va sottolineata l'importanza del problema dell'aggiornamento della cultura professionale, reso oggi particolarmente complesso dalla vastità della documentazione bibliografica esistente, ma necessario, al tempo stesso per la rapidità dei progressi.

Basti pensare alla evoluzione delle tecniche costruttive dei ponti — sistemi di varo, prefabbricazione degli impalcati, ponti a sbalzo — che pongono al progettista ed al costruttore nuovi problemi, non di rado complessi e delicati.

c) Prove coordinate

Nella relazione di Santa Margherita Ligure è stato annunciato il programma del secondo ciclo di prove coordinate dall'A.N.I.C.A.P. L'argomento generale è lo studio degli stati limiti nella sollecitazione composta di flessione e taglio. Il secondo ciclo riguarda, in particolare, lo studio delle variabili legate alle staffe, interesse e qualità di acciaio.

Il programma iniziale, che prevedeva 36 travi, è stato ampliato portando il numero di queste a 45, a cui vanno aggiunte altre 5 travi-testimone per controllare l'evoluzione nel tempo delle cadute di tensione.

Il complesso delle 50 travi è stato costruito nello stabilimento di Settebagni della S.A.C.A.P., grazie al perso-

nale interessamento dell'ing. Bagnulo, che ha messo gentilmente a disposizione dell'A.N.I.C.A.P. non soltanto la sua organizzazione ma anche la fornitura dei materiali e degli ancoraggi.

I cinque gruppi di 10 travi sono stati quindi inviati ai cinque laboratori di Bologna, di Cagliari, di Roma, di Napoli Architettura e di Napoli Ingegneria.

Le prove sono state ultimate nel settembre di quest'anno ed i risultati sono in corso di elaborazione.

Una relazione preliminare delle prove sarà svolta dal Prof. Berio, Direttore dell'Istituto di Scienza delle Costruzioni di Cagliari, nella riunione di lunedì 11 del gruppo di lavoro c.a. e c.a.p. del C.N.R.; il rapporto finale sarà inviato al Congresso Internazionale della F.I.P. che si terrà a giugno dell'anno prossimo a Praga.

Anche per il secondo ciclo l'A.I.T.E.C. ha voluto dare il suo contributo finanziario, e così pure alcune industrie; il C.N.R. ha dato contributi individualmente, tramite le richieste dei singoli Istituti.

d) Borse di studio della Società Ferrocemento

Come Loro ricorderanno, la prima borsa di studio fu assegnata, per l'anno accademico 1967-68, all'Ing. Edmondo Vitiello, laureato a Milano, per una ricerca monografica sul tema «Studio del comportamento dinamico delle strutture in c.a.p. con particolare riferimento alla loro utilizzazione nell'edilizia antisismica».

È con vivo piacere che segnaliamo che l'Ing. Vitiello ha presentato al presente Convegno una relazione sul tema «Normativa», che oggi nel pomeriggio sarà trattato dal Prof. Levi.

La seconda borsa di studio Ferrocemento è stata assegnata nel 1968 all'Ing. Mario De Cesare, laureato a Roma. L'Ing. De Cesare ha approfondito lo studio sui metodi di progettazione delle sezioni in c.a.p. ed ha colla-

borato assieme agli Ingg. Calzona, Pinto e Radogna, ad una ricerca dal titolo:

«Considerazioni critiche ed indagine numerica sul progetto della sezione in c.a. integralmente o parzialmente precompressa, secondo i principi del Comitato misto FIP/CEB», che sarà presentata lunedì prossimo al gruppo di lavoro diretto dal Prof. Jossa.

In entrambi i casi si può dunque constatare che i risultati ottenuti sono stati lusinghieri e premiano l'iniziativa veramente meritevole della Società Ferrocemento.

e) Bollettino di informazione

Nei primi tre numeri è stato possibile far comparire la rubrica «Rassegna della documentazione tecnica», con i lavori degli Ingg. Pinto e Calzona, assistenti a Roma del Prof. Cestelli.

Sono giunte proposte di collaborazione da altri Istituti, ma purtroppo non hanno dato finora risultati concreti.

D'altra parte gli assistenti dell'Istituto di Tecnica delle Costruzioni della Facoltà di Architettura di Roma, impegnati a fondo nella ricerca sperimentale sul taglio, non potevano continuare a dare anche questo contributo.

È questa la ragione per la quale il Bollettino è uscito ogni due mesi senza tale rubrica.

Signor Presidente, Signori Soci,

l'esame dei cinque punti nei quali è stata divisa l'attività della nostra Associazione risulta dunque concluso: ritengo perciò di avere esaurito il compito prefissato e Vi ringrazio per l'attenzione con la quale avete voluto seguirmi.

RELAZIONE DEL CONSIGLIERE REVISORE DEI CONTI

Dott. Ing. ALFONSO BAGNULO

Signor Presidente, Signori Soci,

Come per tutte le precedenti Riunioni biennali promosse dalla nostra Associazione, e a partire dalle «Giornate di Venezia» del 1963, dovrei oggi intrattenerVi sui risultati della gestione amministrativa della nostra Associazione per gli anni 1967 e 1968.

Purtroppo non Vi abbiamo potuto presentare un bi-

lancio per tali anni ultimi decorsi, e tanto meno possiamo commentare alcun dato contabile per tale biennio in quanto, durante le ripetute occupazioni della Facoltà di Architettura di Roma, ad opera dei suoi allievi, è andata praticamente distrutta tutta la documentazione amministrativa e contabile dell'A.N.I.C.A.P. riguardante i suddetti due anni. Nè, con i pochi elementi rimasti in possesso della nostra Segreteria è stato possibile —

malgrado ogni migliore volontà — ricostruire un bilancio confermato da una documentazione sia pure riasuntiva.

Posso soltanto esporVi che negli anni 1967 e 1968, per quel che concerne la gestione amministrativa della nostra Associazione, le entrate sommano a Lire 2.000.000 circa e le spese a Lire 1.800.000 circa.

I titoli di « entrate » e di « spese » sono quasi del tutto gli stessi già esposti e commentati nei precedenti bilanci. E durante il corso dei ripetuti due anni, prima che avvenissero le distruzioni ricordate, ho avuto più volte occasione di prendere visione delle scritturazioni contabili relative.

Del resto la certezza che tutto ha proceduto e procede, anche dal lato amministrativo, con la migliore e più puntuale regolarità è assicurato dal privilegio che vantiamo di un Consigliere Segretario quale l'ottimo Prof. Radogna, e di un ufficio Segreteria, che, se pure modesto nel numero dei componenti, svolge le sue funzioni sotto la guida esperta e diligente della gentile Sig.na Bianconi.

In merito alla « dolente nota » dei Soci che hanno ommesso per oltre tre anni consecutivi il versamento delle quote sociali, è stato disposto in conformità della deliberazione adottata dal nostro Consiglio Direttivo, approvata dalla Assemblea dei Soci durante il Convegno di S. Margherita Ligure, inviando cioè una ultima esortazione a mettersi in regola, in mancanza di che, con la fine del corrente anno, si provvederà alla radiazione dei Soci che — con la loro morosità — avranno dimostrato di non avere alcun ulteriore interesse a far parte della nostra Associazione.

Passando oltre voglio ricordare che in occasione delle « Giornate » 1967 di S. Margherita Ligure ebbi a commentarVi anche i dati esposti in particolari rendiconti e precisamente:

— quello delle « Giornate del Precompresso » che questa volta dovrebbe riferirsi alle spese e proventi riguardanti il ricordato Convegno di S. Margherita dell'ottobre 1967.

Purtroppo anche questi documenti sono andati distrutti, e nessun accenno è possibile esporre in questa Riunione di Palermo. È possibile soffermarsi soltanto sul:

— Rendiconto Finanziario relativo alle « Prove Coordinate A.N.I.C.A.P. » rendiconto che fa seguito e si riallaccia a quello già sottoposto — e per la prima volta — alla Vostra attenzione ed esame durante le « Giornate » di S. Margherita.

Tale rendiconto viene presentato al 5 settembre u.s. in quanto le spese relative alle prove stesse sono ancora in corso e non è possibile presentare oggi un bilancio consuntivo.

Come già Vi dissi in occasione delle Riunioni di S. Margherita Ligure, a costituire il fondo cassa — diciamo così — per far fronte alle spese occorrenti per le prove

coordinate, hanno concorso la A.I.T.E.C. in misura preponderante, e le Acciaierie e Organizzazioni industriali che operano nel campo della attività c.a.p., queste ultime con quota identica per tutte, costituendosi così una disponibilità di cassa di Lire 8.500.000.

Inoltre il Gruppo Renardet e per esso la S.A.C.A.P. S.p.a. che ne fa parte per la specifica attività c.a.p. quale Agente esclusiva per l'Italia della S.T.U.P. (organizzazione Freyssinet) di Parigi ha ulteriormente concorso alle spese per le prove mettendo a disposizione dell'A.N.I.C.A.P. — a titolo gratuito — la propria organizzazione tecnico-esecutiva, e costruendo a proprie spese, nel suo Stabilimento in Roma, le n. 50 travi in c.a.p. secondo i disegni forniti dai tecnici dell'A.N.I.C.A.P., prescelti per seguire e controllare la esecuzione delle travi stesse.

La complessiva spesa fino al 5 settembre u.s. per le prove coordinate assomma a Lire 6.297.040 con un residuo attivo in Lire 2.202.960.

Come avete ascoltato dalla relazione del Prof. Radogna, e come sarà esposto durante questo Convegno dall'illustre Prof. Berio a nome di tutti i cinque Laboratori che hanno svolto il previsto programma, le prove sulle travi ebbero inizio nel mese di gennaio 1969 e termine nel mese di luglio u.s.

Sono state provate a rottura n. 45 travi, mentre sulle rimanenti 5, una per ogni Laboratorio, si stanno eseguendo tuttora misure di perdite di tensione.

Contemporaneamente sono in corso le elaborazioni per presentare i risultati sperimentali e a tale scopo vi sono state e vi saranno riunioni collegiali degli sperimentatori a Roma.

Ho accennato a quanto si è fatto e a quel che si deve ultimare per concludere questo II ciclo delle ripetute prove coordinate per farVi rilevare che il residuo attivo anzidetto riteniamo sia sufficiente a coprire le ulteriori spese necessarie.

Esse potranno consistere nelle somme da erogare per compensi ai collaboratori per spese di cancelleria, dicitamo così, copie, stampe, spese postali e simili.

Infatti il grosso delle spese per attrezzature, disegnatori, materiali, fotografie, trasporto travi, spese di viaggio, ecc., è già contabilizzato nel rendiconto al 5-9-1969.

Ho esaminato in particolare tutti i documenti in appoggio al rendiconto « prove » e devo confermare che nulla vi è da eccepire, essendo ogni titolo di spesa giustificato dalle particolari esigenze in prestazioni ed attrezzature necessarie a svolgere il programma della sperimentazione ormai in fase di conclusione.

Non mi resta che rivolgere il consueto doveroso plauso e ringraziamento al nostro Illustre Presidente Prof. Cestelli Guidi che ormai è per tradizione e per continuità di opera la illuminata guida e l'anima della nostra Associazione.

E son certo che l'unanime caloroso applauso da parte di tutti noi qui convenuti sarà l'espressione viva di questi nostri sentimenti e — insieme — l'augurio di sempre ulteriori affermazioni dell'A.N.I.C.A.P. nel campo della sua specifica attività.

RELAZIONE DEL PRESIDENTE DELLA COMMISSIONE « NORME »

Prof. Ing. CARLO CESTELLI GUIDI

La Commissione « Norme » ha iniziato la sua attività di recente e quindi i suoi gruppi di lavoro non essendo ancora pervenuti a conclusioni non hanno avuto la possibilità di presentare degli elaborati a questo Convegno.

Pertanto mi limiterò ad informare brevemente i Soci su quanto è stato fatto finora.

Sottocommissione Cementi e Calcestruzzi
Coordinatore Ing. Bologna

La Sottocommissione intende utilizzare i risultati della analoga Sottocommissione AICA e costituire un gruppo di lavoro per quegli argomenti specifici che possono riguardare il precompresso.

Gli studi finora eseguiti dalla Sottocommissione hanno portato a riconoscere che la resistenza caratteristica, come indicata nelle Norme CNR che si riferisce ai provini di uno stesso prelievo, non può essere indicativa per definire un conglomerato mentre occorre adottare i criteri delle Norme FIP/CEB che fanno dipendere la resistenza caratteristica da considerazioni di carattere statico.

Non mi soffermo su tali criteri ormai noti, che condannano quelli delle vigenti Norme in fatto di controlli. È evidente infatti che il collasso di un'opera non è legato alla resistenza media della struttura bensì alla minima.

Occorre poi convincere i Direttori dei lavori della necessità di una elevata frequenza di prelievi.

Nel caso di uno scarso numero di prelievi, seguendo una proposta tedesca, si può adottare il criterio di decurtare di una cifra fissa il più basso valore ottenuto.

Si è venuti anche nella convinzione che non convenga adottare il concetto di classi di conglomerato.

I lavori della Sottocommissione non possono certamente dirsi ultimati, ma sono stati posti gli indirizzi per un lavoro proficuo.

Ringrazio quindi l'ing. Bologna ed i membri della Sottocommissione.

Sottocommissione Esecuzione: Coordinatore Prof. Turazza

Per iniziativa del Prof. Turazza è stato svolto un lavoro preliminare.

Sono stati affrontati i seguenti argomenti:

a) *Casseforme e ponteggi* — vengono poste in evidenza le successive fasi di precompressione in modo da non ostacolare le deformazioni di precompressione. Vengono fornite norme sulle misure delle controfreccie, operazioni di disarmo, ecc.

b) *Armature metalliche* — vengono date le tolleranze sul tracciato dei cavi; frequenze di controllo per i prefabbricati in serie, ecc.

c) *Calcestruzzi* — vengono fissati i criteri per la ripresa dei getti — considerazioni per il trattamento a vapore — sono fornite indicazioni sui giunti di elementi prefabbricati a seconda del distacco fra elemento ed elemento, caratteristiche della malta di collegamento.

Anche questa Sottocommissione ha pertanto iniziato un lavoro proficuo e dobbiamo esserne grati ai componenti ed al coordinatore Prof. Turazza.

Sottocommissione calcolo statici: Coordinatore Professor Macchi

La Sottocommissione ha tenuto varie riunioni a Roma e Bologna, presso il Prof. Pozzati.

A premessa dei suoi lavori ha fissato la sua attenzione su alcuni punti fondamentali recepiti dal FIP/CEB che qui sintetizzo:

- 1) necessità di verificare l'idoneità della costruzione in tutte le fasi della sua vita;
- 2) opportunità di valutare tale idoneità anche nei riguardi degli stati limiti di servizio;
- 3) suddivisione in classi di verifica;
- 4) impostazione semi-problematica con diversi coefficienti di sicurezza per materiali, forze, deformazioni imposte;
- 5) inclusione di valori caratteristici della resistenza dei materiali.

La Sottocommissione ha eseguito una approfondita indagine bibliografica.

Il Prof. Macchi ha redatto una proposta di studi da condurre in un primo tempo al fine di apportare degli aggiornamenti alla attuale normativa italiana:

- 1) inserimento di una resistenza caratteristica come già proposto dalla Sottocommissione Conglomerati;
- 2) innalzamento delle tensioni limite assolute in esercizio tenendo conto anche che si opera sulle resistenze caratteristiche;
- 3) variazione dei coefficienti di deformazioni lente nel senso di aumentare il valore del ritiro e ciò in particolare per le strutture maturate a vapore;
- 4) adozione, anche per gli acciai, dei valori caratteristici, ed abolizione delle limitazioni assolute finali;
- 5) per il rilassamento degli acciai stabilire una legge del rilassamento in funzione del tiro e prescrivere prove a 1000 ore essendo ormai accertato che non è valida la estrapolazione da quella a 120 ore;
- 6) inserimento di una formula che tenga conto della mutua riduzione per la interdipendenza fra le cadute di tensione;
- 7) aggiornamento dei coefficienti del calcolo a rottura.

Ringrazio quindi il Prof. Macchi ed i componenti il gruppo per il notevole impegno con il quale hanno affrontato il lavoro.

La Sottocommissione Sicurezza di cui è coordinatore il Prof. Pagano, dopo l'inizio ha incontrato delle difficoltà a proseguire i lavori sui principi del FIP/CEB. Penso che lo stesso Prof. Pagano, purtroppo assente, potrà chiarirne le ragioni.

Io ho osservato alle obiezioni del Prof. Pagano che dobbiamo accettare i principi così come sono stati redatti ma è anche valida la risposta del Prof. Pagano che se è stata costituita la Sottocommissione Sicurezza essa deve esaminare la validità dei relativi principi formulati dal FIP/CEB.

Infine non ho notizie della *Commissione Sismica* di cui è coordinatore il Prof. Greco.

Dopo aver brevemente illustrato il lavoro fatto finora dalla Commissione Norme desidero fare alcune riflessioni sui compiti e sulla utilità dei lavori di questa Commissione.

In effetti vogliamo portare un contributo ai lavori degli organismi a cui è demandato il compito di emanare le Norme Tecniche. Un contributo di conoscenze non solo teoriche ma anche e principalmente di esperienze professionali e di esecuzione delle opere. Per tale ragione apprezziamo molto la collaborazione dei tecnici delle industrie dalla produzione dei materiali alla loro utilizzazione.

Ma oltre a proporci di contribuire in tal modo alla emanazione di una regolamentazione moderna, che possa garantire in modo sempre più efficace la sicurezza delle opere e nello stesso tempo aprire la porta al progresso di questa nuova tecnica del cemento armato, ci proponiamo di favorire lo sviluppo di una tecnologia del cemento armato precompresso basata su criteri che si discostano da quelli tradizionali.

Intendo riferirmi alla precompressione parziale, ossia ad una progettazione nella quale gli sforzi di trazione nel conglomerato sono considerati come fatto normale e la stessa probabilità della fessurazione in alcuni casi non è esclusa. L'armatura ordinaria viene affiancata a quella pretesa.

Erroneamente la precompressione parziale è considerata come un sottoprodotto della precompressione integrale imposta unicamente da ragioni economiche.

Gli studi teorici, le ricerche di laboratorio e l'esperienza hanno infatti mostrato in molti casi la convenienza tecnica oltre che economica della precompressione parziale. Ricorderò solo il viadotto di Corso Francia di Pier Luigi Nervi, che poté essere realizzato con criteri moderni, allora rivoluzionari anche perché il regime vincolistico del cemento armato precompresso non era imperante.

Potrei elencare molti aspetti vantaggiosi della precompressione parziale ma mi limiterò ad accennare a due; uno di poter ottenere una riduzione delle compressioni a vuoto: il vantaggio è notevole con forti sovraccarichi, ad esempio nei ponti. Nelle travi prefabbricate dei ponti si hanno infatti forti curvature iniziali dovute all'inclinazione del diagramma delle, che per il fluage si raddoppiano nel tempo. Ne derivano ondulazioni della pavimentazione fastidiose per il traffico veloce.

Non vi sarebbero invece inconvenienti se i pesanti traini militari producessero sensibili trazioni nel conglomerato anche fino a pervenire alla fessurazione. Le fessure si richiuderebbero e resterebbero chiuse per il traffico normale.

L'altro pregio della precompressione parziale è di allontanare il limite di prima fessurazione da quello di rottura. Ciò è vantaggioso poiché aumenta il margine di avvertimento togliendo fragilità alla struttura; tale vantaggio è soprattutto notevole nelle strutture sottopo-

ste al sisma poiché le strutture nello stato fessurato si salvano offrendo nella risposta al sisma una dissipazione di energia ben superiore di quelle integre, essendo ben più ampia l'area del cappio di isteresi del diagramma momento-curvatura.

Quindi ritengo che uno degli intenti perseguiti dalla Commissione Norme, e forse il principale, sia quello di indirizzare progettisti e costruttori verso la precompressione parziale, il cui grado di precompressione sarà diverso a seconda dell'esigenza dell'opera.

La precompressione parziale deve essere considerata una felice soluzione intermedia fra il precompresso integrale ed il cemento armato.

Prima di concludere comunico che alla fine dello scorso luglio sono stato chiamato a far parte di una Commissione relatrice del Consiglio Superiore dei LL.PP. per riferire alla Assemblea Generale su un nuovo schema della circolare sul c.a.p.

Di tale Commissione facevano parte numerosi docenti ma alla riunione preliminare fummo presenti solo il Prof. Levi ed io.

Questa nuova circolare, elaborata dal Servizio Tecnico Centrale, conteneva degli aggiornamenti per gli acciai mentre per il resto rimaneva inalterata.

Feci presente che modificandosi la circolare era opportuno aggiornare tutti i capitoli date le evoluzioni delle nozioni nel settore del c.a.p. di questi ultimi anni.

Mi venne risposto che era urgente avere delle Norme approvate dal Consiglio Superiore e ciò in relazione alla nuova legge di imminente emanazione, e quindi non vi era tempo di procedere a nuovi studi.

Ricordo che l'attuale circolare è frutto del lavoro di una Commissione dell'ANICAP che a suo tempo presentò al Ministero uno schema che, salvo alcune modifiche, venne approvato e trasformato in circolare. (Prima circolare sul c.a.p.).

Pertanto ho chiesto che l'esame della nuova circolare fosse inviato almeno alla seduta di settembre del Consiglio Superiore, dando così il tempo alla nostra Associazione di elaborare delle proposte di aggiornamento.

Debbo dire che, incombendo le vacanze estive, fui molto azzardato a prendermi tale impegno, ma mi confortò l'adesione di alcuni amici, i più vicini, della Commissione Norme della Associazione, e cioè il Prof. Turazza, il Prof. Macchi, l'Ing. Bologna, l'Ing. Calzona i quali, utilizzando in parte il lavoro già fatto dalle Commissioni della Associazione e tenute presenti le Norme FIP/CEB, riuscirono a svolgere durante la canicola estiva un lavoro veramente notevole.

Lo schema elaborato venne presentato al Ministero e la apposita Commissione relatrice ne estrasse un testo che è stato sottoposto all'esame dell'Assemblea del Consiglio Superiore del mese di settembre.

L'elaborato venne approvato dopo ampia discussione, diretta dal Presidente Franco, ed alla quale hanno partecipato esperti particolarmente qualificati dell'Assemblea.

È noto che la nuova legge prevede l'intervento del CNR, e quindi prima che essa entri in vigore, le Norme dovranno essere sottoposte alla apposita Commissione del CNR e c'è da augurarsi che non ne vengano alterati i concetti informativi, i quali sono ispirati alle più progredite indagini teoriche e sperimentali condotte in campo internazionale.

RELAZIONE DEL PRESIDENTE DELLA COMMISSIONE «TUBAZIONI IN C. A. P.»

Prof. Ing. VITTORIO MONGIARDINI

L'A.N.I.C.A.P. mi ha invitato a comunicare l'andamento dei lavori della Commissione di studio delle norme per la progettazione, esecuzione e collaudo delle tubazioni di cemento armato precompresso: aderisco a questo invito precisando che la mia esposizione sarà necessariamente informativa essendo gli elaborati normativi in sede di avanzata compilazione, richiedendosi inoltre per detti elaborati l'approvazione di tutta la Commissione.

La Commissione di studio delle norme per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle tubazioni in cemento armato precompresso è stata costituita nel giugno 1967 dal duplice auspicio dell'Associazione del Cemento Armato Precompresso e dell'Associazione di Ingegneria Sanitaria — A.N.D.I.S. —, che hanno ritenuto giunta epoca matura per un tentativo in proposito riguardo a condotte di specifici ed importanti impieghi; come diametri e pressioni, e delle quali progettisti e costruttori italiani hanno dato chiara illustrazione.

Si rammenta che l'A.N.D.I.S. aveva in precedenza redatto uno schema di norme, poi sottoposto a referendum, per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle tubazioni in cemento armato ordinario.

Nei riguardi delle tubazioni in calcestruzzo precompresso non esistono norme generali nel nostro Paese: un utile e valido indirizzo è dato in proposito da capitolati speciali redatti dalla Cassa per il Mezzogiorno.

Si ricorda che l'unico regolamento estero per tubi in calcestruzzo precompresso è quello redatto negli Stati Uniti per le tubazioni del tipo con lamierino cilindrico incorporato.

Le norme italiane vigenti per l'impiego delle strutture in cemento armato precompresso fanno esplicita menzione alla inapplicabilità nel caso di prefabbricati ed al pericolo di un ambiente aggressivo con riferimento alla possibile fessurazione, situazioni di particolare interesse nel caso delle tubazioni: ciò deve essere alla particolare natura del manufatto tubo il quale è soggetto ad una possibile permeazione dall'interno verso l'esterno ed ancora dall'esterno verso l'interno nelle tubazioni in presenza di falde. Ne possono seguire situazioni di particolare rilievo agli effetti dell'azione aggressiva sui materiali del manufatto.

Più in generale, si sottolinea che una normativa nel campo delle tubazioni di cemento armato precompresso presenta complessi problemi dipendentemente dai diversi aspetti del problema: costruttivo, meccanico, tecnologico, idraulico e chimico. Cosicché la Commissione deve presentare diverse componenti qualificate nelle diverse discipline.

La tecnica negli ultimi anni si è notevolmente evoluta in sede costruttiva dando luogo a tre diversi tipi di tubazioni di calcestruzzo precompresso: il primo prevede la formazione di un'elica metallica intorno ad un nucleo di calcestruzzo prefabbricato, elica che mediante opportuna tesatura dà luogo alla precompressione. Que-

sta elica viene successivamente protetta mediante uno o più rivestimenti (generalmente il primo con legante idraulico ed il secondo con legante bituminoso), che con loro integrità e per assenza di porosità devono impedirne il contatto con l'ambiente esterno.

Il secondo procedimento prevede la costruzione di un nucleo di calcestruzzo prefabbricato munito di un cilindro di lamierino metallico e di una armatura di precompressione, successivamente isolata dall'esterno mediante uno o più rivestimenti protettivi.

Nel primo e nel secondo tipo costruttivo è previsto che il nucleo centrale possa essere debolmente armato ovvero precompresso longitudinalmente.

Il terzo tipo costruttivo prevede la costruzione di un tubo monolitico con armatura di precompressione incorporata nella parete del getto e portata alla necessaria tensione mediante azione esercitata sulla superficie interna del tubo subito dopo il getto.

Le tecniche di formazione e di maturazione dei nuclei sono diverse nei tre casi descritti.

I caratteri delle tre strutture sono diversi, peraltro tutti e tre presentano un problema determinante, cioè: la garanzia di conservazione nel tempo delle necessarie tensioni di precompressione tenendo conto di quelle che possono essere le azioni aggressive.

Poiché la corrosione, che può manifestarsi sotto diverse forme negli acciai sotto sforzo e talvolta (nelle condotte di minor diametro) con accentuata curvatura, interviene su sezioni notevolmente modeste quali quelle degli acciai da precompressione (vengono normalmente impiegati diametri non superiori a 6 mm eccezionalmente 7 mm) resta evidente l'estrema importanza che i fenomeni corrosivi possono avere sulla stabilità di queste tubazioni.

Pertanto il primo scopo che la Commissione si è proposto è stato quello di proporre all'attenzione degli utilizzatori e dei produttori la formazione di manufatti di alta qualità ancorquando, per ragioni di esercizio delle condotte, non si richiedevano controlli troppo severi: cioè, a differenza di quanto effettuato nelle tubazioni di calcestruzzo ordinario, non si è voluto differenziare il carattere della tubazione a seconda dei diversi tipi di esercizi ad essa affidati (servizi pubblici per acquedotti, canalizzazione irrigua, acquedotti industriali).

Le norme sono in sede avanzata di elaborazione e ci si augura di poterle portare a completamento in un lasso di tempo ragionevolmente breve, tenuto conto della molteplicità dei problemi ad essa connessi e della richiesta partecipazione ai lavori della Commissione di tutte le componenti (utilizzatori, produttori, costruttori, progettisti: finora complessivamente 18 membri e 5 esperti).

Come per le precedenti norme delle tubazioni di cemento armato ordinario l'elaborato, dopo l'approvazione della Commissione, verrà sottoposto a referendum sulle riviste interessate (Ingegneria Sanitaria) in base alle risposte ricevute ne verrà data stesura definitiva.

Si danno intanto notizie di alcuni criteri informatori prescelti che si confanno al particolare oggetto della normalizzazione.

La Commissione ha innanzitutto stabilito che le norme abbraccino i tre diversi tipi di tubazioni indipendentemente dalle diverse caratteristiche strutturali, differentemente da quanto è in uso in analoghe situazioni in altri Paesi come ad esempio negli Stati Uniti d'America. Ciò comporta limitazioni, specie nelle prescrizioni dei calcoli, che sono diversi per le tre diverse strutture.

Le norme sono suddivise in due parti: la prima detta anche « norma » rappresenta le prescrizioni di carattere vincolante nella progettazione, costruzione, collaudo delle tubazioni mentre nella seconda detta anche « raccomandazioni », verranno riportate estensioni non vincolative, notizie chiarificatrici della norma stessa, suggerimenti e consigli che possono anche indirizzare l'impiego in situazioni diverse dalle prescrizioni. Per questo motivo le raccomandazioni portano numerazioni e riferimenti strettamente connessi a quelli delle norme.

Questa stesura, consistente in una prima parte che dovrebbe essere accettata dall'Amministrazione e da una seconda parte (o raccomandazione) che può essere integrata o soggetta ad affinamento dal capitolato speciale, è sembrata particolarmente utile ed efficace.

Inoltre la Commissione, in analogia con quanto fatto per tubazioni di diverso tipo, si è riproposta di definire serie costruttive per condizioni normali di impiego ben definite, per le quali possa accettarsi l'idoneità con semplici collaudi e prove.

Le norme sono state suddivise in tre parti: la prima riguardante l'oggetto della normalizzazione, gli elementi di definizione, i materiali d'impiego, i procedimenti costruttivi; la seconda relativa ai criteri di dimensionamento, ai calcoli statici, alle sollecitazioni ammissibili; la terza correlativa ai controlli sui materiali, da eseguire durante la fabbricazione, ed al collaudo in opera; la prima e la seconda parte sono in avanzato stadio di completamento e la terza è iniziata, ma si spera possa procedere più rapidamente delle prime due.

Si illustrano qui brevemente alcuni elementi significativi delle tre parti citate: nella prima parte si è definito il criterio di classificazione delle condotte in cemento armato precompresso in base alla pressione assiale di decompressione a tempo infinito della sezione del nucleo di calcestruzzo precompresso: questo criterio è perfettamente razionale e non dà adito a incertezze concettuali. E' chiaro, ed è immediatamente precisato, che ai fini applicativi la pressione nominale da adottare è scelta in funzione delle massime tensioni conseguenti sia alla pressione idraulica sia ai carichi esterni e che questa pressione viene collegata alla prima; aggiungo che nelle raccomandazioni viene fatta particolare illustrazione in proposito.

Vengono inoltre fissati i limiti di applicazione delle norme: diametro interno compreso tra 40 e 250 cm (con auspicio di portare il limite superiore a 300 cm), pressioni di classifica fino a 20 atmosfere.

Nella prima parte vengono inoltre caratterizzati i componenti del conglomerato inerte, cemento, ed acqua di impasto e correlative limitazioni di impiego; nei riguardi dei leganti si prescrive che questi siano del tipo ad alta resistenza previsti dalle norme ufficiali. Sempre in considerazione del particolare impiego e delle fun-

zioni delle tubazioni, speciale attenzione è stata posta nelle raccomandazioni nella classifica dei fattori che intervengono nei fenomeni d'attacco del calcestruzzo posto a contatto con acque aggressive definendo, sia pur a scopo orientativo, i limiti quantitativi entro i quali la presenza di elementi potenzialmente aggressivi (aggressività da CO₂, aggressività da solfati o magnesio, aggressività da sostanze organiche) è da considerarsi priva di conseguenze dannose. Ritengo queste classificazioni una novità nelle normalizzazioni italiane.

La definizione di detti limiti e dei caratteri dei leganti idraulici ad alta resistenza di tipo particolare, che in quelle condizioni possono essere impiegati, sono stati oggetto di discussioni in apposite riunioni con i rappresentanti dei diversi e principali produttori italiani, nonché di docenti specialisti nel campo della chimica dei leganti idraulici.

Nei riguardi delle prove sui materiali particolare attenzione è stata posta nel riferimento dei risultati delle prove di laboratorio su materiali che hanno avuto un trattamento diverso da quello delle tubazioni ai risultati delle prove effettuate sui materiali delle tubazioni stesse.

Per completare questa prima parte rimane la parte relativa alla regolamentazione sugli acciai per la quale si sono appositamente attesi gli elaborati in corso presso le competenti Commissioni del Consiglio Nazionale delle Ricerche.

La seconda parte delle norme (con la collaborazione al coordinamento del prof. G. Turazza) tende a caratterizzare le condizioni normali di esercizio dipendenti dalla massima pressione di esercizio e dalle sollecitazioni secondarie, le verifiche in senso trasversale o longitudinale, i limiti massimi delle tensioni ammissibili, facendo specifico riferimento alla sicurezza alla fessurazione che tanta importanza riveste, come già detto, nell'impiego delle tubazioni di calcestruzzo precompresso.

Non vengono indicati i metodi di calcolo lasciando il progettista arbitro della sua scelta, pur rinviando alle raccomandazioni per gli orientamenti correlativi alla valutazione delle azioni esterne (carichi dei terreni, sovraccarichi esterni).

Naturalmente in questa parte si cerca un affinamento delle conoscenze e dei dati relativi all'effetto del ritiro e del rilassamento dei materiali, la cui considerazione necessita più fini valutazioni di quelle effettuate nei vigenti capitolati.

La terza parte (con la collaborazione al coordinamento del prof. U. Messina) riguarda i metodi di verifica e di prova che oltre a saggiare le caratteristiche dei materiali dovranno definire ed affinare i caratteri del manufatto, nel suo ciclo produttivo e di utilizzazione, consentendo anche valutazioni della rispondenza dei parametri assunti nei calcoli, si prevede anche in questo campo l'inserimento di nuovi criteri di prova.

Naturalmente le prove meccaniche verranno completate con altre di natura chimica e tecnologica attinenti al più efficace controllo del manufatto dal pericolo della corrosione; verrà studiato l'impiego in particolari condizioni di tubazioni in assenza del secondo rivestimento protettivo bituminoso, affidando la difesa delle armature di precompressione all'unico rivestimento cementizio.

Ho finito, Vi ringrazio della cortese attenzione.

Problemi della normativa sul cemento armato precompresso in Italia e nel Mondo

RELAZIONE GENERALE

Prof. Ing. FRANCO LEVI

Compito del relatore è normalmente di redigere una sintesi delle memorie presentate dai partecipanti. Poichè tuttavia mi sono giunti prima del convegno due soli rapporti, uno dell'Ing. Vitiello, l'altro della Società RDB, attinenti ambedue a temi specifici, e pertanto inadatti a costituire la base di una relazione organica sul problema della normativa, ho chiesto agli Autori d'illustrare direttamente le loro comunicazioni, riservandomi di trattare il tema che mi è stato assegnato sulla base delle informazioni di cui dispongo. Si tratterà ovviamente di una esposizione sommaria nella quale verranno abbozzati solo gli argomenti più importanti.

* * *

La situazione della normativa italiana è ben nota. Le costruzioni in c.a.p. sono regolate dal DCPS del 1947, in base al quale l'esecuzione delle opere deve essere preventivamente autorizzata dal Consiglio Superiore dei LL.PP. Il Decreto prevede altresì che l'apposita Commissione del C.N.R. possa esaminare i progetti e seguirne l'esecuzione a scopo di studio. Le prescrizioni tecniche sono invece state fissate da una serie di Circolari del Ministero dei LL.PP., l'ultima delle quali, redatta nei mesi scorsi, entrerà in vigore il 1° luglio 1970.

Non vi è dubbio che la possibilità di aggiornare le norme a mezzo di Circolari abbia consentito alla regolamentazione riguardante il c.a.p. di adeguarsi assai più agevolmente al progresso tecnico di quanto non avvenga nel campo del cemento armato ordinario, per il quale vige tuttora l'antica Legge del 1939. Non si può dire tuttavia che la situazione sia soddisfacente. Da un lato infatti l'obbligo dell'esame preventivo, inizialmente previsto per agevolare le prime applicazioni, costituisce ormai una inutile complicazione amministrativa; dall'altra l'esistenza di due meccanismi legislativi diversi per il c.a. ed il c.a.p. impedisce l'armonizzazione delle norme tecniche relative ai due settori, già in atto nei Paesi più progrediti. Esiste bensì un progetto di Legge che si propone di eliminare tali ostacoli; ma, allo stato attuale delle cose, non sembra che vi siano molte speranze che esso venga approvato a breve scadenza.

Va tuttavia segnalato che, malgrado l'incertezza della situazione legislativa, le Commissioni del C.N.R. e quelle create in seno all'ANICAP e all'AICA hanno intrapreso lo studio sistematico di una normativa unitaria, ispirata ai criteri più moderni.

Mentre la situazione italiana è influenzata in senso negativo dalle vicende giuridiche e burocratiche, quella internazionale è caratterizzata da rapidi progressi che si traducono nella comparsa di regolamenti nazionali nuovi (in Germania, Inghilterra, Francia ecc.) e nella messa a punto di schemi di norme internazionali. E' infatti praticamente ultimata la stesura di una raccolta di « Raccomandazioni per il calcolo e l'esecuzione delle opere in calcestruzzo ». Tale documento, che verrà presentato al prossimo VI congresso della Federazione Internazionale del Precompresso (Praga, giugno 1970), riguarda sia il c.a. che il c.a.p. e costituisce una sintesi delle nozioni più aggiornate sui più importanti aspetti del calcolo e dell'esecuzione.

Nella trattazione che segue, ci proponiamo d'illustrare il contenuto di tali Raccomandazioni, richiamando di volta in volta, a titolo di confronto, le corrispondenti prescrizioni italiane.

PRINCIPI DI SICUREZZA

L'edizione 1970 delle Raccomandazioni Internazionali, pur rimanendo fedele ai concetti della teoria « semi probabilistica agli stati limite » introdotti dalla precedente edizione del 1964 delle Raccomandazioni del CEB, comporta alcune idee nuove di notevole importanza ai fini di una corretta interpretazione dei fenomeni fisici.

Un primo sostanziale progresso è costituito dalla distinzione delle azioni (con questo termine si designano tutte le influenze esterne che possono provocare la comparsa nelle strutture di stati di tensione) in due categorie: da un lato le forze, o « azioni dirette », dall'altro le deformazioni impresse, o « azioni indirette ».

In tal modo viene messa in chiara evidenza la differenza sostanziale che intercorre, dal punto di vista della

sicurezza, fra carichi permanenti o variabili, nei cui confronti la struttura costituisce un intermediario statico che ha il compito di riportare le forze esterne sui vincoli e le deformazioni impresse, per le quali la costruzione funge da elemento di continuità geometrica nell'ambito del quale devono nascere delle « deformazioni complementari » atte a rendere possibile la deformazione « complessiva » del sistema. Ci si rende conto, così, che l'incidenza statica delle deformazioni complementari dipende dalla deformabilità della struttura e tende pertanto a ridursi in regime di comportamento anelastico.

Altro concetto nuovo, che darà luogo certamente ad ulteriori sviluppi: l'abbozzo di una suddivisione più spinta dei coefficienti correttori γ_m e γ_s che definiscono i « valori di calcolo » delle resistenze e delle azioni o sollecitazioni di calcolo (*). Si osserva infatti che, per applicare correttamente i principi probabilistici al calcolo delle costruzioni iperstatiche, occorre istituire una distinzione fra i fattori che esplicano una influenza sull'insieme dell'opera (aumenti generalizzati dell'intensità delle azioni, riduzioni generalizzate delle resistenze) e quelli che hanno soltanto un effetto locale (aumento delle sollecitazioni dovuto ad una imperfezione geometrica, riduzione della resistenza provocata da un difetto isolato ecc.). Ciò porta, in pratica, a concepire un calcolo effettuato in due tappe successive: la prima nella quale si contemplano i fattori d'incertezza di carattere globale operando in regime non lineare, la seconda nell'ambito della quale si considerano i fenomeni d'incidenza locale, applicando alle sollecitazioni ed alle resistenze delle correzioni proporzionali.

E' interessante segnalare, a tal proposito, che l'utilizzazione di coefficienti correttori graduati equivale, in sostanza, all'impiego del noto metodo del « trasferimento dei momenti ». Si dimostra infatti che la percentuale di trasferimento si identifica con il coefficiente di ridistribuzione iperstatica che caratterizza la fase anelastica di un calcolo effettuato in due tappe secondo i concetti cui si è testé accennato. In tal senso, si può dire che il metodo dei coefficienti graduati permette di razionalizzare i metodi empirici che si fondano sulla nozione assai vaga di « trasferimenti ammissibili ».

Uno sforzo è stato altresì compiuto per istituire uno studio degli effetti delle combinazioni di azioni di varia origine. In questo campo, tuttavia, la mancanza di basi statistiche sufficienti e di norme di carattere internazionale non ha consentito di giungere a conclusioni definitive.

Nessuno dei concetti di cui si è detto trova riscontro nella normativa italiana. Per ora infatti gli accenni al calcolo a rottura che si riscontrano nella nuova circolare sul c.a.p. e nella bozza di norme in corso di elaborazione al C.N.R. per il c.a. ordinario, sono fondati sulla presa in conto di un coefficiente globale, destinato a coprire le incertezze di qualsiasi origine, riguardanti cioè sia le resistenze che l'intensità delle azioni. Va tuttavia segnalato che in ambedue i documenti citati, ed anche nelle recenti circolari del Ministero dei LL.PP. sugli acciai ad aderenza migliorata, è stata introdotta la nozione di « resistenza caratteristica ». E' questo un

primo passo significativo in vista dell'introduzione dei metodi probabilistici. Sussistono, tuttavia, ancora gravi carenze rispetto alle norme internazionali: manca infatti una definizione statistica dell'intensità delle azioni, una chiara enumerazione degli stati limiti da considerare e l'indicazione, per ciascuno di essi, dei coefficienti correttori separati da applicare alle resistenze ed all'intensità delle azioni (eventualmente suddivise in categorie aventi effetto locale o globale). Va inoltre tenuto presente che le verifiche fondate su un unico coefficiente di sicurezza globale non consentono d'istituire una chiara distinzione fra forze e deformazioni impresse.

VERIFICA AGLI STATI LIMITI PER SOLLECITAZIONI NORMALI

Nei riguardi della verifica allo stato limite ultimo, le future Raccomandazioni Internazionali introducono solo pochi ritocchi ai metodi esposti nell'edizione 1964 delle Norme del C.E.B. Le modifiche riguardano: l'armonizzazione dei risultati forniti dal metodo fondamentale della parabola-rettangolo ed il procedimento approssimato del rettangolo; la flessione deviata; i coefficienti di sicurezza relativi alle sezioni presso-inflesse; i dettagli di applicazione del metodo approssimato di Aas Jakobsen per la verifica a carico di punta dei pilastri. In proposito, si può ammettere che la normativa italiana sia abbastanza aggiornata. Sia la Circolare sul c.a.p. che la bozza di norme del C.N.R. sul cemento armato fanno infatti riferimento a « metodi comprovati dall'esperienza ». Quanto dire, in pratica, al metodo contemplato dalle Raccomandazioni Internazionali.

Più importanti i progressi conseguiti nelle verifiche a fessurazione e nella definizione delle « classi di verifica », mediante le quali si può istituire una logica continuità fra cemento armato normale e cemento armato precompresso.

Per conseguire un passaggio graduale dall'una all'altra tecnica si sono dovuti, in primo luogo, definire tre distinti stati limiti di fessurazione: lo stato di decompressione, caratterizzato da una sollecitazione nulla sulla fibra meno compressa, ed al quale corrisponde pertanto una probabilità quasi nulla di fessurazione per flessione; lo stato limite di formazione delle fessure, caratterizzato da una limitazione delle tensioni nel calcestruzzo e nell'acciaio tesi, nell'ambito del quale la probabilità di fessurazione viene mantenuta entro un limite assai basso, fissato a priori; lo stato limite di apertura delle fessure, corrispondente ad una probabilità prestabilita che le aperture delle lesioni superino certi valori. Precisiamo altresì che nuovi metodi di origine teorico-sperimentale sono stati indicati per la valutazione dell'apertura delle fessure.

La definizione delle varie classi di verifica si appoggia precisamente sulla presa in conto dei tre stati limiti testé elencati. La classe I (precompressione integrale) deve essere verificata allo stato limite di decompressione in presenza della combinazione più sfavorevole delle azioni. La classe II viene verificata allo stato limite di decompressione in presenza dei carichi permanenti e della frazione x delle azioni variabili che totalizzano in un anno un lungo periodo di applicazione; essa viene invece verificata allo stato limite di formazione delle fessure in presenza della combinazione più sfa-

(*) Secondo la nuova terminologia, le « sollecitazioni » sono le caratteristiche degli sforzi interni (momenti, tagli, ecc.) che si esercitano sulle sezioni degli elementi strutturali.

vorevole delle azioni. La classe III comporta una verifica allo stato limite di formazione delle fessure in presenza dei carichi permanenti e della frazione x delle azioni variabili, allo stato limite di apertura delle fessure per le azioni più gravose. Tale classe deve tuttavia essere scartata in ambiente aggressivo ed in presenza di fenomeni di fatica. Infine la classe IV (in assenza di armature tese preventivamente) viene sempre verificata allo stato limite di apertura delle fessure, con tuttavia dei limiti diversi nelle varie condizioni di carico.

In Italia un cenno alle verifiche a fessurazione sussiste, sia nella Circolare sul c.a.p., sia nelle Norme del C.N.R. Manca tuttavia una chiara definizione delle varie classi di verifica; inoltre la classe III viene praticamente ignorata.

VERIFICA AGLI STATI LIMITI PER SOLLECITAZIONI TANGENZIALI

Anche in questo campo sono state introdotte novità sostanziali che potranno dar luogo in avvenire ad ulteriori importanti progressi. Per raffigurare correttamente il comportamento delle zone caratterizzate da fessurazione sistematica e di quelle in cui la precompressione limita, od elimina completamente, l'apparizione di fessure si considerano tre diversi modi di equilibrio al taglio: il modo A, in cui la resistenza è assicurata dal calcestruzzo rimasto integro; il modo B nel quale la resistenza può derivare, sia da un funzionamento a sezione interamente reagente, sia dalla costituzione di un reticolo acciaio-calcestruzzo configuratosi a seguito di una fessurazione moderata; il modo C, tipico delle travi inflesse, nel quale la resistenza deriva dalla formazione di meccanismi complessi costituiti dai correnti, dalle bielle inclinate di calcestruzzo e dalle armature: vengono così presi in conto tutti gli aspetti che può assumere il funzionamento dell'insieme acciaio-calcestruzzo in presenza di stati piani di tensione qualsiasi, donde la possibilità di estendere i metodi di verifica al caso di lastre piane o curve. Ciascun tipo di equilibrio richiede un controllo della sicurezza, sia nei riguardi del calcestruzzo sia nei riguardi dell'acciaio. Tuttavia, nel modo A, in assenza cioè di fessure, si omette la verifica dell'acciaio, imponendo solo l'adozione di una percentuale minima di armatura. In linea di massima, le nuove formule comportano, per le travi, una sostanziale economia di acciaio; alla quale tuttavia fa riscontro la necessità di rispettare regole tassative in materia di disposizioni costruttive, ancoraggio ed esecuzione. Altre prescrizioni riguardano la sicurezza nei riguardi della fessurazione per taglio; in proposito, tuttavia, sono in atto ulteriori studi intesi ad evitare che si debbano istituire due veri-

fiche distinte, una per lo stato limite ultimo e l'altra per lo stato limite di fessurazione. Le Raccomandazioni Internazionali forniscono inoltre alcune indicazioni attinenti alla verifica a torsione delle membrature in cemento armato ed introducono alcuni perfezionamenti significativi riguardanti l'aderenza e l'ancoraggio delle armature.

Se ora ci riferiamo alla norme italiane, dobbiamo constatare che, in questo settore, si sono compiuti solo pochi passi sulla via di una interpretazione corretta dei fenomeni. Infatti, mentre in materia di cemento armato, le nostre prescrizioni sono tutt'ora ancorate ai concetti classici, la Circolare sul precompresso tiene parzialmente conto della riduzione che l'effetto favorevole della precompressione subisce nello stato limite ultimo. Rimane tuttavia che, anche in questo caso, la verifica delle armature si riferisce praticamente solo al modo di equilibrio C, la verifica del conglomerato solo al modo A.

ARGOMENTI VARI

Segnaliamo infine, brevemente, alcuni argomenti sui quali le Raccomandazioni Internazionali forniscono nuovi interessanti dati, solo in parte raccolti dalla normativa italiana:

— Lo studio del comportamento reologico del conglomerato e del rilassamento degli acciai preventivamente tesi.

Il calcolo delle deformazioni (il metodo indicato considera l'influenza della fessurazione e quella del fluage).

— Le regole attinenti al calcolo e all'esecuzione delle costruzioni in calcestruzzo strutturale leggero.

— Le norme riguardanti le disposizioni costruttive o l'esecuzione e destinate a garantire la durata delle opere. (In proposito le Raccomandazioni osservano che, ai fini della sicurezza, durata e resistenza assumono la stessa importanza).

* * *

Tanto basta, a parer nostro, per dimostrare che gli organi italiani cui incombe la responsabilità dell'aggiornamento dei regolamenti sulle costruzioni cementizie dovranno compiere nel più breve tempo possibile un cospicuo sforzo di aggiornamento, onde adeguare i metodi di calcolo in uso nel nostro Paese al rapido progresso delle conoscenze.

INTERVENTI

Misura dell'aderenza tangenziale fra travetti prefabbricati in cemento armato precompresso, tipo Celersap, e calcestruzzo

Dott. Ing. GUIDO A. GUIDI

In questi ultimi quindici anni si è molto diffuso l'impiego di solette parzialmente precomprese in calcestruzzo o miste (calcestruzzo e laterizio), nelle quali l'intradosso è formato in tutto o in parte, da travetti precompressi a T rovescio, prefabbricati in serie.

Le norme in vigore ammettono l'uso di detti travetti senza staffe sporgenti, quando la tensione teorica media di aderenza col calcestruzzo gettato in sito (indipendentemente dalla resistenza di quest'ultimo) non superi i 3 o 4 Kg/cm², secondo che la superficie perimetrale di contatto del travetto sia liscia oppure rugosa.

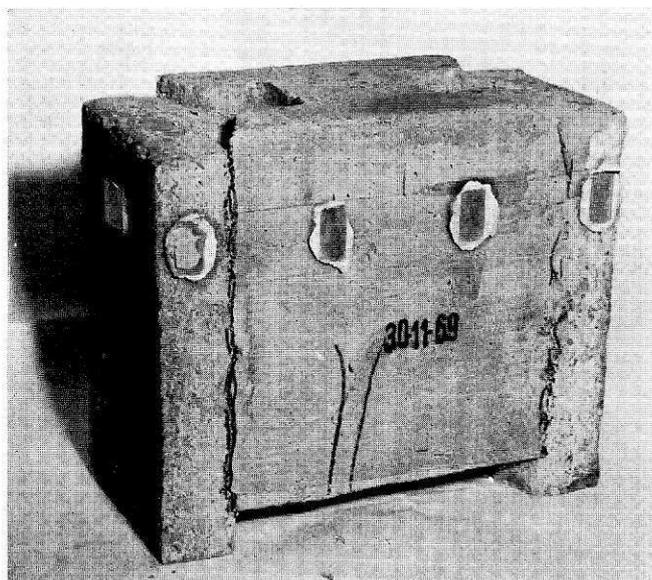
A rigore non esistono in pratica travetti a superficie perfettamente liscia, ma si passa da superfici quasi lisce a superfici con rugosità variamente accentuata. Spe-

cialmente per quest'ultimi può essere allora influente sul valore dell'aderenza media (almeno per quella parte che deriva dall'attrito), la classe del conglomerato impiegato.

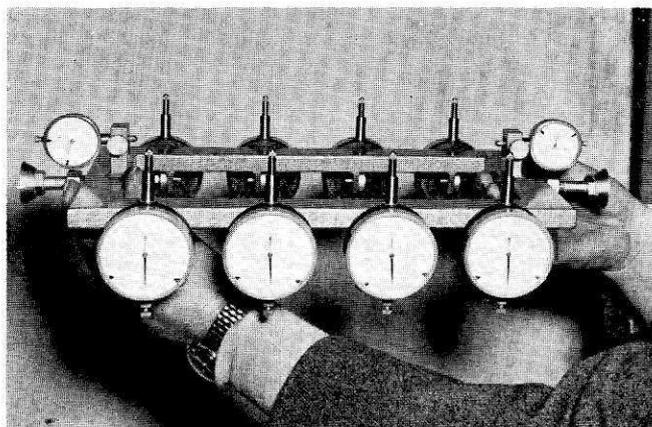
Anche in considerazione della difficoltà pratica di definire (e misurare) un significativo indice di rugosità, sembrerebbe quindi opportuno individuare un metodo di prova sufficientemente semplice, atto a valutare comparativamente l'aderenza ottenibile fra un calcestruzzo di determinata classe e travetti caratterizzanti una determinata produzione.

A tale scopo, dopo alcuni tentativi preliminari che ci hanno portato a dover scartare prove basate su sollecitazione di trazione semplice o taglio-flessione, ci siamo soffermati sul tipo di prova push-out che illustriamo brevemente.

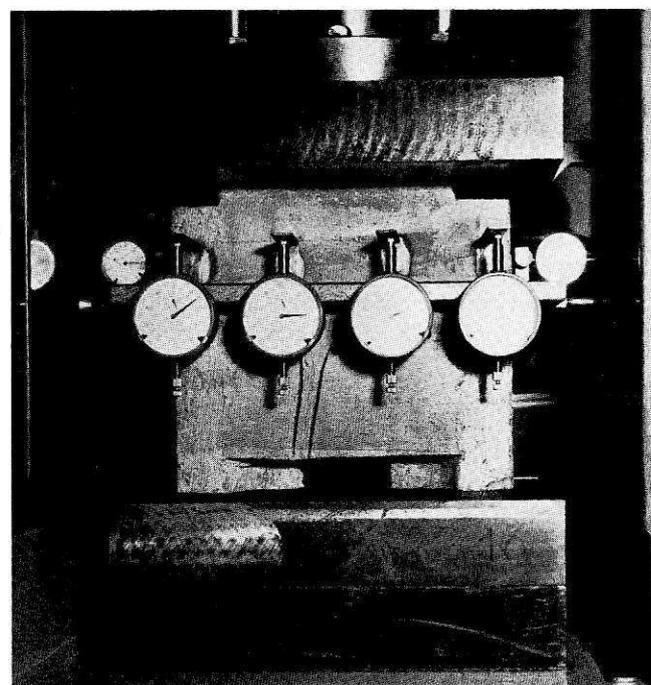
Provini: Sono costituiti (fig. 1) da due spezzoni di travetti prefabbricati lunghi 20 cm., solidarizzati da un nucleo di calcestruzzo di pari lunghezza, ma sfalsato rispetto ai travetti di circa 1 cm., in modo che, mentre uno dei piatti della pressa contrasta sul nucleo, l'altro agisca sui travetti.



1

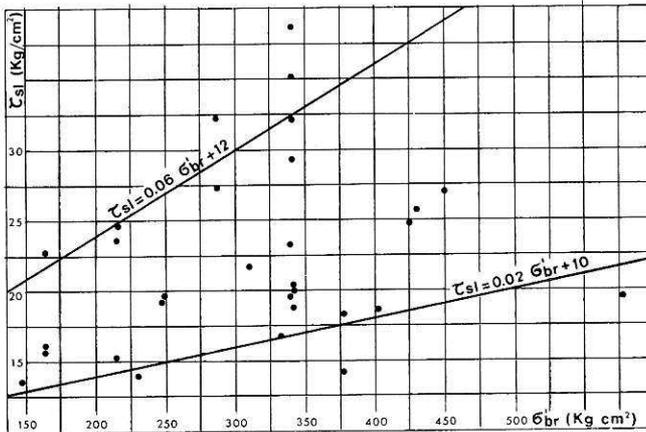


2

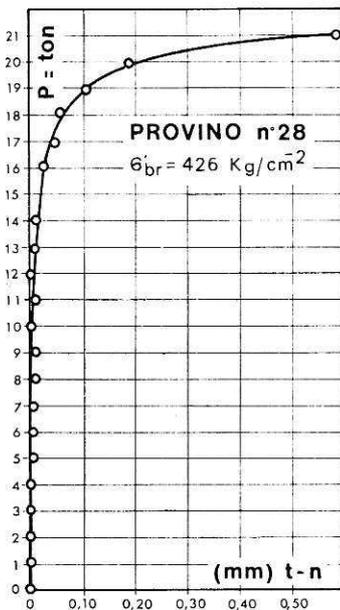


3

1 - Le dimensioni di ingombro del provino, costituito da due spezzoni di travetti lunghi 20 cm collegati da un nucleo di calcestruzzo, come illustrato in figura, sono di cm 12x25x22. La superficie di aderenza fra travetti e calcestruzzo del nucleo risulta pari a cm² 856. La foto illustra uno dei provini dopo la prova di carico; 2 - Dispositivo per la misura degli spostamenti relativi dei travetti rispetto al nucleo; 3 - Esecuzione della prova di carico con pressa Metrocom da 200 tonn.



4



5

4 - Rappresentazione grafica delle tensioni tangenziali limite, in funzione della resistenza σ'_{br} del calcestruzzo costituente il nucleo di collegamento dei travetti; 5 - Tutte le curve degli spostamenti relativi dei travetti rispetto al nucleo risultano del tipo illustrato in figura.

Dispositivo di misurazione degli spostamenti relativi:

Al provino vengono applicate delle squadrette metalliche sulle quali poggiano le aste di 10 comparatori centesimali portati da un telaio metallico in modo da misurare gli spostamenti relativi dei travetti rispetto al nucleo, in funzione del carico (fig. 2).

Pressa: La pressa usata era del tipo METROCOM da 200 tonn (fig. 3).

Risultati delle prove: Per brevità si riportano nel diagramma riprodotto in fig. 4 i valori delle tensioni tangenziali limite misurate, in funzione della resistenza a compressione σ'_{br} del conglomerato costituente il nucleo. Si nota che la maggior parte dei risultati è contenuta in una fascia delimitata da due rette inclinate. In prossimità della retta inferiore stanno i risultati corrispondenti a travetti quasi lisci, mentre i valori in prossimità della retta superiore corrispondono ai travetti più rugosi.

Il diagramma riportato in fig. 5 esemplifica l'andamento dello spostamento relativo travetti-nucleo in funzione del carico.

CONCLUDENDO

Dalle esperienze preliminari sopradescritte, sembrerebbe poter dedurre la possibilità di mettere a punto un metodo di prova tipo « push-out » atto a caratterizzare comparativamente la « rugosità » della superficie dei travetti agli effetti dell'aderenza col calcestruzzo gettato in sito; anche se in effetti un tale procedimento non sia il più indicato per misurare la tensione di aderenza media a causa dell'elevato scostamento dalla media del diagramma di distribuzione della τ_s nella zona superiore del provino.

Com'era logico attendersi, le dette prove hanno tuttavia confermato che l'aderenza aumenta col crescere della resistenza del calcestruzzo costituente il nucleo; e che detto aumento è lieve per i travetti lisci, mentre è più sentito per quelli di rugosità pronunciata.

Sulla sicurezza delle strutture in c. a. p. nei riguardi di azioni sismiche

Dr. Ing. EDMONDO VITIELLO

La ricerca che brevemente sintetizzo è stata condotta nell'ambito della borsa di studio « Ferrocemento » e svolta presso l'Istituto di Scienza e Tecnica delle Costruzioni del Politecnico di Milano.

L'interesse principale della ricerca è stato centrato sull'esame di alcuni aspetti tipici del comportamento delle strutture in c.a.p. nell'eventualità di sismi. Ciò soprattutto nel tentativo di dare qualche indicazione sul significato, in termini di sicurezza, dei coefficienti sismici (carichi di progetto) ora adottati nelle norme sismiche.

Un'esame dei risultati sperimentali e delle sintesi di essi fatti da vari autori ha messo in luce i seguenti fatti caratteristici.

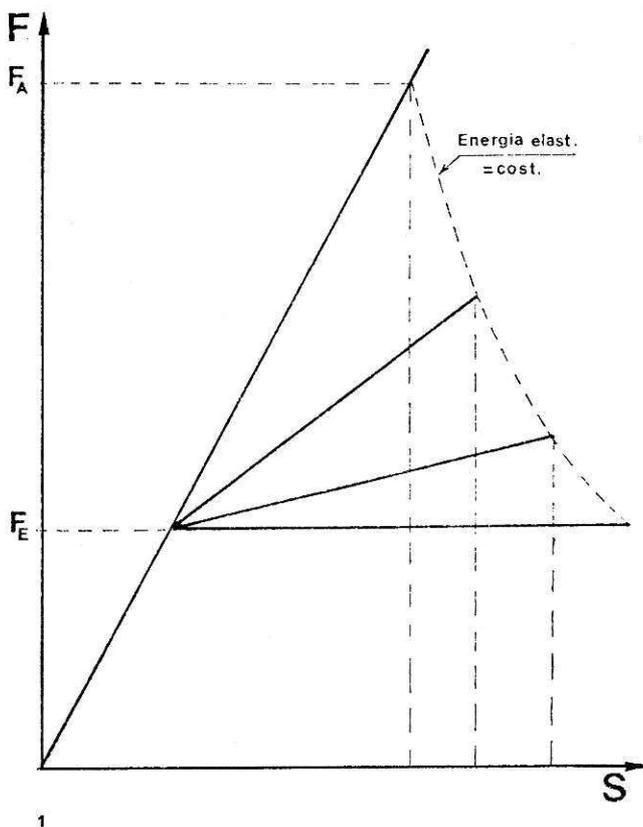
Comportamento in fase lineare. L'analisi dinamica di strutture in c.a.p. può essere fatta con i comuni metodi della dinamica strutturale. Il periodo proprio delle vibrazioni flessionali non è influenzato dai cavi aderenti od iniettati, mentre è influenzato dal valore della precompressione nel caso di cavi liberi.

La maggior snellezza delle strutture in c.a.p., rispet-

to quelle in c.a. progettate per gli stessi carichi di esercizio, le fa meno vulnerabili alle accelerazioni sismiche.

Lo smorzamento strutturale, minore nelle strutture in c.a.p., ha invece un'opposta influenza.

Le oscillazioni dovute ad accelerazioni verticali vanno tenute in conto preventivamente nel caso di strutture in c.a.p. come d'altronde per le strutture in c.a. od in acciaio. Mentre per questi ultimi due casi è significativo considerare solo carichi verticali discendenti (che si sommano al peso), per le strutture in c.a.p. (in linea di principio) possono essere peggiori i carichi verticali ascendenti. Nelle pratiche realizzazioni però spesso la precompressione ed il peso hanno effetti che si bilanciano, sicché è l'ampiezza delle oscillazioni verticali più che il verso che può fare uscire la struttura dalla fase di linearità.



Comportamento in fase post-lineare. Interessa vedere se le strutture in c.a.p. hanno la medesima sicurezza a collasso di strutture in c.a. od in acciaio se progettate per resistere in fase lineare con i medesimi carichi sismici.

I risultati sperimentali e teorici ottenuti da vari autori mostrano che la pendenza del diagramma carichi-spostamenti nella fase post-lineare aumenta con la percentuale d'armatura. Invece la duttilità (rapporto tra le deformazioni al collasso e alla fine della linearità) diminuisce nelle travi più armate.

Inoltre cicli di carico e scarico, anche ben oltre la fase lineare, mostrano curve di ritorno più vicine a quelle di andata di quanto accada nel c.a.

Proposta di un modello dinamico e sue conseguenze sull'analisi della sicurezza.

Alla definizione del grado di sicurezza si può giungere sapendo le caratteristiche statistiche dei carichi e definendo un « modello strutturale » (insieme ai suoi parametri, pure statistici).

L'esame del comportamento del c.a.p. prima sintetizzato induce ad assumere come modello strutturale (valido fino al collasso) un oscillatore con caratteristica elastica seppur non lineare.

L'esame teorico di un tale modello a I grado di libertà ha portato a ritenere (2) che oscillatori aventi il collasso a parità di energia elastica immagazzinata, abbiano pressoché la stessa sicurezza nei riguardi di azioni sismiche.

Di qui si possono trarre alcune considerazioni per quanto riguarda il c.a.p.:

1) Per una medesima trave l'area sotto la curva carichi-spostamenti è approssimativamente indipendente dalla percentuale d'armatura. Allora la sicurezza al collasso sotto sismi è ragionevole non farla dipendere direttamente dalla percentuale d'armatura (o dal parametro « coefficiente di sicurezza a rottura » nel senso delle norme del c.a.p.);

2) I carichi sismici equivalenti delle norme sismiche definiscono essenzialmente la resistenza in fase lineare (F_E di fig. 1) di una struttura. Implicitamente però si stabilisce che tale struttura non giunga a collasso se non per un sisma che solleciti un oscillatore lineare fino ad F_A .

Orbene i risultati sperimentali, insieme all'enunciato criterio della costanza di energia al collasso, permettono di stabilire per gli elementi in c.a.p. un valore del rapporto:

$$\frac{F_A}{F_E} = 4,5 \div 3,8$$

Questo risultato ha una notevole importanza dal punto di vista pratico: infatti tale rapporto si rivela dello stesso ordine di grandezza di quello proposto, (in base a sintesi sui risultati sperimentali e numerici sulle sollecitazioni indotte da sismi) per dimensionare le strutture in c.a. In altre parole i medesimi carichi statici equivalenti delle norme sismiche sembrano ragionevolmente portare a progettare opere sia in c.a. che in c.a.p. con il medesimo grado di sicurezza a collasso sotto sismi.

I risultati di questa ricerca sono più ampiamente illustrati in:

- 1) E. VITIELLO: Sulla sicurezza delle strutture in cemento armato precompresso nei riguardi di azioni sismiche. *Giornale del Genio Civile*, Genn. 1970. a cui si rimanda anche per la bibliografia. L'analisi teorica delle caratteristiche probabilistiche delle vibrazioni del modello proposto per il c.a.p. sono contenute in:
- 2) E. VITIELLO: Dinamica sismica di oscillatori elastici non lineari. *Giornale del Genio Civile*, Sett. 1969. e nella bibliografia ivi citata.

Vorrei esporre qualche considerazione e chiedere una conferma al Prof. Levi in merito a quanto ha detto ieri, in particolare su un problema: sull'applicazione dei metodi probabilistici al precompresso ed alle strutture in genere.

Desidero precisare subito che sono contrario, personalmente, all'introduzione dei metodi probabilistici in maniera massiccia nella normativa del cemento armato precompresso, e, in genere, nelle normative.

Questo pensiero, questo indirizzo diciamo, è scaturito dalle osservazioni che voglio brevemente esporre.

Innanzitutto il metodo probabilistico si presta molto bene a controllare i materiali e quindi a stabilire effettivamente quella che è la resistenza che si può mettere in conto, resistenza caratteristica, in relazione ad un dato materiale. Senonchè questo criterio, di per sè affascinante senz'altro, nella pratica realizzazione viene ad avere una serie di difficoltà.

In Italia manca un organismo che possa fare questi controlli, non è possibile accertare nè all'inizio, nè in fase di produzione se effettivamente quelle certe caratteristiche omologate (si può parlare di certificato di omologazione) altrimenti dichiarate, sussistono e quando questo controllo viene eseguito, viene fatto in maniera imperfetta.

Oggi sappiamo come funziona la regolamentazione per gli acciai nervati da cemento armato, nel quale settore in pratica risulta inapplicabile, per motivi di costo, la circolare che estendeva il criterio probabilistico agli acciai nervati, in quanto il costo del controllo, da quanto mi risulta, è superiore al beneficio in termini di utilizzazione.

Poi, ripeto, in Italia manca soprattutto l'organo che può eseguire questo controllo.

Per quanto riguarda poi l'aspetto di calcolo e lo aspetto diciamo di controllo (mi riferisco al collaudatore, al direttore dei lavori) le difficoltà sono notevoli. Non tanto per il calcolo dove la complicazione è limitata, ma piuttosto per il collaudo e per la direzione dei lavori, dove invece le difficoltà sono notevoli, sempre nei riflessi del criterio probabilistico applicato ai materiali.

Se poi guardiamo le normative straniere, si trova che nessuna normativa straniera, almeno nessuna di

quelle più vicine alle nostre, ha introdotto il criterio probabilistico.

Se consideriamo le norme tedesche, la nuova edizione della DIN 1045, non utilizza i criteri probabilistici; la DIN sul precompresso non è sul momento in fase di revisione. Se guardiamo in Inghilterra la situazione non è poi molto diversa. Neanche negli Stati Uniti. E' un pochino diversa in Francia, dove sia il F.I.P./C.E.B. organismo europeo, sia le norme nazionali francesi, tendono ad introdurre in maniera massiccia la teoria probabilistica nelle costruzioni. Ma ancora, ripeto, come codificazione ufficiale, in Europa — a parte la Francia — non c'è altro, da quello che mi risulta.

Quindi concludendo, credo che si debba aprire la strada alle teorie probabilistiche, ma solamente con un inizio graduale, per vedere le reazioni e dei progettisti e del mercato dei produttori e dei sistemi di controllo, senza immettersi improvvisamente su questa strada che, secondo me, non potrà portare facilmente a una sistemazione del problema.

Aggiungerò anche, per chiudere, che queste opinioni, che manifesto ora a titolo personale, sono sostanzialmente quelle già manifestate da due Commissioni del C.N.R. Una è la Commissione del Cemento Armato, che nel 1967 ha ritenuto di non introdurre in maniera massiccia il criterio probabilistico nelle norme sul c.a. (emanate naturalmente non come legge, ma semplicemente come raccomandazioni del C.N.R.); e su questo argomento ci fu appunto una discussione e la posizione finale della Commissione, a maggioranza, fu di escludere l'introduzione del criterio probabilistico.

La seconda Commissione del C.N.R., che ha ritenuto non valido il criterio probabilistico in forma massiccia, è stata la Commissione sul precompresso, che non più tardi di due mesi fa aveva licenziato una normativa sugli acciai da precompresso che non teneva conto del criterio probabilistico. Come al solito lasciava una apertura, una introduzione, per un passaggio poi graduale nel tempo.

Perché è indubbio che il criterio probabilistico è affascinante e potrà essere anche una soluzione dell'avvenire, ma non è una soluzione attuale per la situazione italiana, vuoi per i controlli, vuoi per il mercato, vuoi — diciamo — proprio per i tipi di organismi che presiedono alle costruzioni in c.a.p.

Replica al Prof. Ing. Luca Sanpaolesi

Prof. Ing. FRANCO LEVI

Io credo che non si possano disconoscere gli argomenti che il prof. Sanpaolesi ha esposto.

Non vi è dubbio che il passaggio da un regime ad un altro è sempre un periodo di crisi e che bisogna procedere con gradualità.

Infatti, la circolare del precompresso che è stata varata in settembre prevede sei mesi di moratoria per il passaggio al nuovo regime e probabilmente questi sei mesi saranno estesi ad un anno. Però vorrei dire che il passaggio ai metodi probabilistici per quanto

riguarda il controllo dei materiali è stato istituito in stretto collegamento con i produttori di acciaio, sia per cemento armato sia per c.a.p.

Già ieri ho segnalato la difficoltà che vi è in Italia ad istituire un vero e proprio agreement degli acciai per la mancanza di un organo adeguato e su questo punto sono completamente d'accordo con il prof. Sanpaulesi. Tuttavia i produttori si sono ormai resi conto che continuare con il vecchio sistema era per tutti costoso e rischioso.

Consideriamo ad esempio il campo del c.a.p.

Qual'è la prima ragione per istituire il controllo statico degli acciai, in stabilimento? E' semplicemente questo: che i controlli che si fanno attualmente, su cavi già posati, già infilati nelle guaine, magari già tirati e già iniettati, è un controllo postumo e che quando si trova che qualcosa non va è generalmente troppo tardi. Questo è un argomento concreto, immediato. Ora se noi possiamo avere in cantiere un acciaio già controllato e sul quale, d'altra parte, il Direttore dei lavori può poi fare di nuovo tutti i controlli che crede (non è obbligato a farli, ma li può sempre fare) evidentemente ne deriva un vantaggio notevole.

Per quanto riguarda il c.a. il problema non si pone esattamente negli stessi termini perchè lì generalmente è possibile fare le prove prima. Ma si fanno le prove su che cosa? tu tre, quattro campioni. Che cosa significano queste prove? Non significano veramente nulla.

Peraltro in questo settore vi sono altri aspetti da considerare. L'Italia è un paese nel quale ci sono, se sono bene informato, 104 o 105 produttori di acciaio per c.a. Ora in Germania ve ne sono quattro o cinque: in Francia, sei o sette. Che cosa significa questo? Che la produzione italiana comporta dell'ottimo e del pessimo, ciò che implica gravi rischi nella scelta del fornitore da parte di Committenti più o meno seri.

Altro problema riguarda l'esportazione. Tutti sanno che in Italia si producono degli acciai nervati di ottima qualità e questi acciai si fanno anche in condizioni economicamente convenienti e possono avere sul mercato internazionale un successo notevole; ma evidentemente è buon gioco dei Paesi esteri trattare l'Italia come un paese sottosviluppato perchè l'acciaio in Italia non ha un certificato di origine o di qualità. Accade infatti che quando un produttore italiano vuole mandare dell'acciaio in Germania viene giù un camioncino a controllarlo, esattamente come farebbe per un paese coloniale.

Ora credo che questa non sia una situazione da favorire. Io credo che se si vuole arrivare un giorno a migliorare il livello della produzione dei materiali, il livello della tecnica costruttiva, bisogna coraggiosamente aprire la porta a questi concetti.

Per quanto riguarda la situazione dei paesi stranieri, dovrei dare alcune informazioni.

In Francia è attualmente in gestazione un nuovo regolamento sul c.a.p. (Commissione presieduta da Bonnome). Questo regolamento doveva uscire ai primi mesi di quest'anno; è stato fermato in attesa che sia completato quello del F.I.P./C.E.B. Ora tali norme, salvo qualche dettaglio cui ho alluso ieri, per es. per l'interpretazione della classe III, saranno ricalcate sul regolamento F.I.P./C.E.B.

Per quanto riguarda l'Inghilterra è in circolazione una bozza di regolamento la quale è praticamente ispirata al F.I.P./C.E.B. nella proporzione del 90%.

Per quanto si riferisce alla Germania, non credo che sia esatto dire che non si applichi la teoria probabilistica; infatti la defalcazione di una quantità fissa della resistenza del calcestruzzo è precisamente ispirata a criteri probabilistici ed il controllo degli acciai, anche se non è fatto esattamente nella stessa forma, è anch'esso probabilistico perchè le ferriere danno dei minimi garantiti. Ora il minimo garantito non bisogna intenderlo come il minimo che veniva dato una volta sui nostri cataloghi. E' un minimo che la ferriera stabilisce, previo agreement dell'acciaio da parte di un organismo ufficiale (che in Germania esiste) ed è la media ridotta di un certo numero di scarti. Può darsi che il numero degli scarti non sia esattamente quello che abbiamo adottato noi, ma il concetto è rigorosamente il medesimo.

Peraltro la distanza fra le nuove DIN ed il F.I.P./C.E.B. va affievolendosi perchè è sicuro che nella edizione definitiva delle D.I.N. saranno apportati notevoli mutamenti in armonia con il F.I.P./C.E.B. anche perchè molti capitoli del F.I.P./C.E.B. sono frutto di lavori tedeschi (flessione, taglio, flange, ecc.). Il capitolo dell'instabilità, di cui ieri non ho parlato comprende tre procedimenti: il procedimento teorico generale, il procedimento detto dell'equilibrio, il procedimento detto del momento complementare. Questa impostazione è analoga a quella tedesca. Tuttavia i tedeschi esitano ad adottare il metodo approssimato, quello detto del momento complementare. Per quanto riguarda, altri capitoli importanti, quali sono quello delle iperstatiche e quello delle lastre, il punto di vista è un po' diverso perchè la scuola tedesca è ancora molto elasticista o tende a conservare dei calcoli elastici approssimati. Tuttavia l'introduzione dei coefficienti graduati si propone precisamente di armonizzare le due diverse concezioni. Infatti se si considera il coefficiente γ_s diviso in frazioni; si consente a chi vuole rimanere vicino al campo elastico di farlo poichè i coefficienti γ_s e γ_m corrispondono precisamente a degli aumenti relativamente moderati delle sollecitazioni, delle diminuzioni moderate della resistenza dell'insieme della struttura. La configurazione finale limite di una struttura iperstatica appare pertanto determinata dalla concomitanza di tali condizioni sfavorevoli con l'incidenza di fenomeni locali quali: difetto di resistenza di una sezione o concentrazione della sollecitazione.

In definitiva dirò che la prima edizione delle raccomandazioni C.E.B. — perchè allora erano soltanto C.E.B. — è stata tradotta in 12 lingue, tra cui il giapponese ed è adesso in via di traduzione in arabo, certamente la 2.a edizione sarà riprodotta in un maggior numero di lingue. Esiste inoltre un manuale dell'UNESCO per i paesi in via di sviluppo che costituisce un regolamento interamente basato sulle norme del C.E.B. messo in forma semplificata. Ma la semplificazione non riguarda i criteri probabilistici; soltanto per facilitare la presentazione, si sono moltiplicati i coefficienti γ_s e γ_m in modo da presentare un coefficiente unico, pensando che nei paesi in via di sviluppo sia preferibile evitare di operare su troppi coefficienti.

Quindi io credo che vedendo la situazione concre-

tamente, quale è effettivamente nei vari Paesi (tenuto conto tra l'altro che il sistema semi-probabilistico è stato adottato dall'ISO) non si può dire che il nostro passaggio sia prematuro. Credo che se noi non vogliamo trovarci in ritardo dobbiamo senz'altro metterci sulla strada del controllo statistico. Tanto più che, come si è visto, vi sono anche ragioni pratiche impellenti per farlo.

Non disconosco che tale mia attitudine possa in parte derivare da una certa « deformazione professionale » poichè io mi occupo da molti anni di queste cose.

Non vorrei peraltro dare l'impressione che i metodi « semi-probabilistici » di cui ho parlato siano inattaccabili dal punto di vista teorico. In realtà essi costituiscono un compromesso fra i metodi probabilistici puri, praticamente inutilizzabili in campo applicativo, ed i metodi soggettivi in uso fino ad oggi. In una conferenza al Corso di Perfezionamento di cemento armato di Milano ha cercato di chiarire meglio questi punti. Ho ricordato che i teorici ci insegnano a distinguere fra coefficienti di correzione e fattore di sicurezza vero e pro-

prio. Che essi ci criticano quando moltiplichiamo candidamente i coefficienti gli uni per gli altri. Che, infine, il problema si complica molto quando si esce dal campo non lineare.

Ma con tutto ciò l'orientamento probabilistico, anche se non consente di sviluppare una trattazione rigorosa dei problemi della sicurezza, deve essere considerato valido, anzi indispensabile, anche per altri motivi. Esso è infatti l'unico mezzo per definire chiaramente le responsabilità di ciascuno e per dare ad ognuno un senso preciso dei margini di tolleranza di cui può disporre. Ad esempio un produttore di acciaio, sapendo di disporre di un coefficiente dell'ordine di 1,15 saprà che se arriva ad 1,10 egli riduce il proprio margine del 30 per cento.

Si intende ancora che in certi campi la strada da compiere è ancora molto lunga. Ciò vale ad esempio per l'analisi statistica delle « azioni »: vento, sismi, ecc. Ma, ancora una volta, le difficoltà non devono indurci a tornare indietro, (anzi devono costituire uno stimolo per progredire.