

SOCIETÀ
DEGLI INGEGNERI E DEGLI ARCHITETTI
IN TORINO

ATTI E RASSEGNA TECNICA

S O M M A R I O

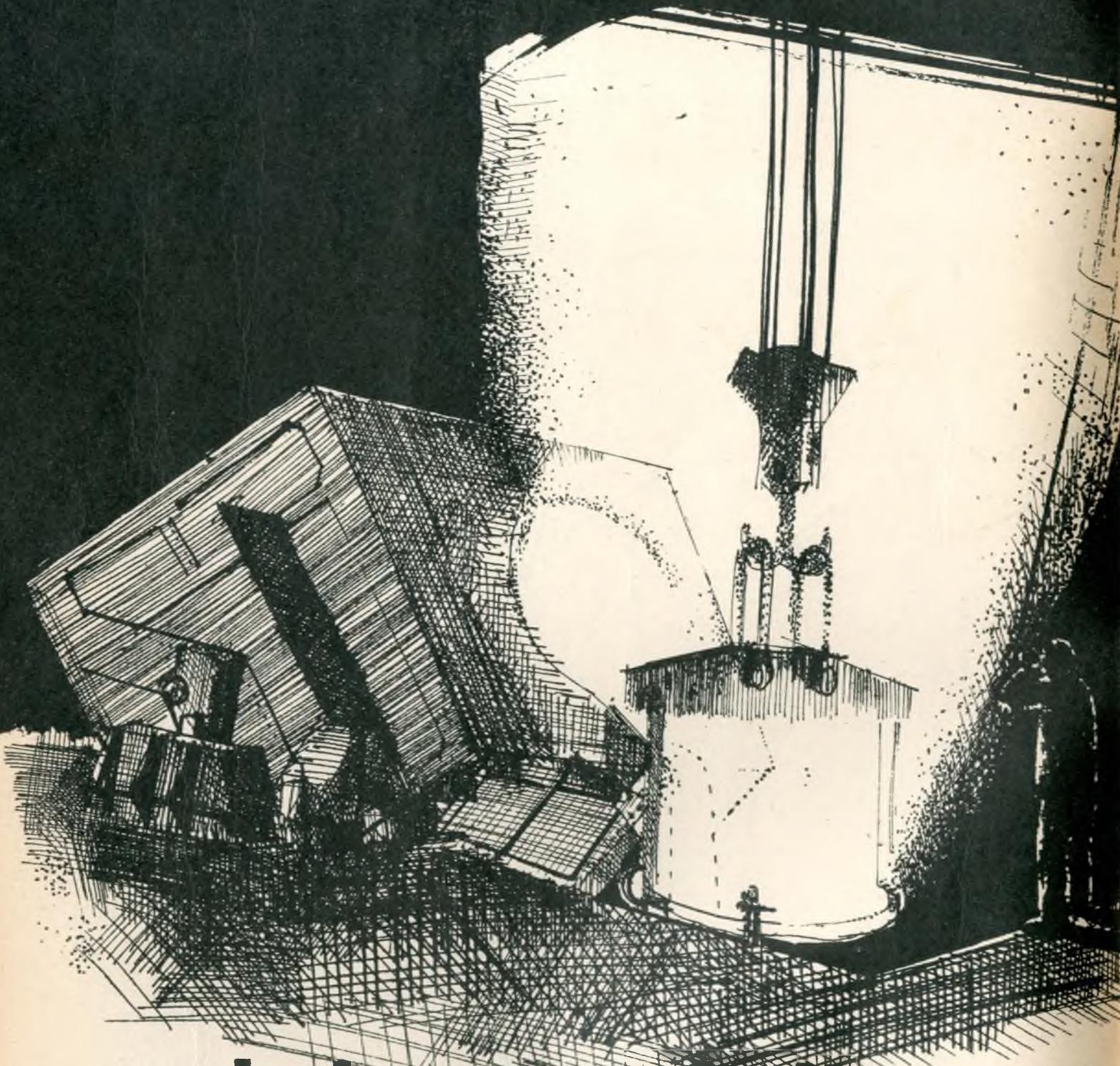
9

S E T T E M B R E 1954

RASSEGNA TECNICA - G. F. MICHELETTI, *Sulla estrusione dei metalli.* - G. PERI, *Incanescenza e luminescenza elettrica.* - P. RAGAZZI, *Note sull'impiego della fresa nelle lavorazioni di meccanica pesante.* - B. DALL'AGLIO, *Sui ponti in cemento armato a travata comunque irrigiditi da travi trasversali. Lo studio della ripartizione trasversale dei carichi.* - G. PIZZETTI, *Sullo studio delle strutture con molte iperstatiche.* — **REGOLAMENTAZIONE TECNICA:** *Nuove unificazioni.* — **NOTIZIARIO:** *Sul Consiglio Internazionale delle Costruzioni, G.* — **BOLLETTINO N. 7 DELL'ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI TORINO.**

NOTIZIARI DEGLI ORDINI DEGLI INGEGNERI E ARCHITETTI DEL PIEMONTE

nazionale **COGNE**



**acciai speciali
di alta qualità'**

SCHEDARIO TECNICO

ACCIAI

A.S.S.A.

ACCIAIERIE DI SUS A

DIREZIONE: *Getti in acciaio al carbonio, al manganese e inossidabile di qualsiasi tipo e peso - Getti per macchine agricole, assortimenti per carri e carrozze ferroviari, presse idrauliche di qualsiasi tipo e genere, parti di scafo e macchina per Marina Mercantile. - Catene in acciaio fuso per ormeggi di navi ottenute con un nostro procedimento brevettato.*
TORINO
Corso Re Umberto 2
Tel. 520.066 - 41.830

STABILIMENTO: *Ancore tipo «ASSA» e Anmiragliato fino a Kg. 10 mila caduna. - Eliche, lingotti, blumi, billette in acciaio comune e di resistenza.*
S U S A
Telefono 13

ALLOGGI

VAGLIO BERNÈ UGO

IMPRESA COSTRUZIONI

VENDITA ALLOGGI A RATE

TORINO - CORSO PALESTRO 10 - TELEFONO 44.598

Ufficio Vendita: **VIA BOUCHERON 8 - TELEF. 524.267**

DeLaRi

S.r.l.

Acciai inossidabili **ENDURO**
della Republic Steel Co. U.S.A.

Tubi in **BRONZO** fosforoso **CARO A** e **CARO BUEHLER** della **CARO-WERK** di Vienna (Austria)
METALLI non ferrosi

TORINO - VIA ANDREA DORIA, 15 - TEL. 521.660

ASFALTI-BITUMI-IMPERMEABILIZZAZIONI

Ditta BECCHIS OSIRIDE S. A. S.

Fondata nel 1893

FELTESSUTO BITUMATO per:
Isolazioni da rumori e vibrazioni - Armatura del bitume per la formazione dei marci impermeabili

CARTONFELTRO BITUMATO
CARTE BITUMATE PER IMBALLO
ROTOLINI CRESPATI PER IMBALLO

TORINO - VIA BORGARO 98 - TEL. 290.737

Giuseppe Del Gobbo

ACCIAI SPECIALI «**TAURUS**»

METALLI DURI «**ADAMAS**»

CORSO MATTEOTTI 42 - TORINO - TELEFONO 41.835

Ditta Giacomina Oreste di Tullio Bajetto

TORINO - Via G. Bizzozzero 25, Via Broni 11, Telef. 69.08.20

CASA FONDATA NEL 1848
100 ANNI DI ESERCIZIO E DI LAVORO
SONO LA MIGLIORE GARANZIA

Ingegneri, Architetti, Costruttori!

È grave errore **economizzare** sulle coperture impermeabili! Non la **concorrenza** od il **prezzo**, ma bensì la **fiducia** deve esservi di guida nella scelta della copertura impermeabile

ALLUMINIO



ALLUMINIO E SUE LEGHE IN TUTTE LE APPLICAZIONI

GUINZIO - ROSSI & C. - TORINO

CORSO VITTORIO EMANUELE, 22 - TELEF. 86.731 - 2 - 3

**Coperture impermeabili di durata
e a larghi margini di sicurezza**

Ditta **Palmo & Giacosa**

Coperture tipo Americano brevettata "ALBI-TEX" alluminio - bitume amianto - tessuto di vetro

Coperture in RUBEROID originale con cementi plastici a freddo ed a caldo. Asfalti naturali di miniera

PAVIMENTAZIONI STRADALI

Via Saluzzo 40 - TORINO - Telefoni 62.768 - 682.158

SCHEDARIO TECNICO

CAVE - MARMI - PIETRE ARTIFICIALI

MARMI E GRANITI
A. BRANDAGLIA
di BRANDAGLIA Geom. MARIO

TORINO Via Spallanzani 5 - Telef. 693.414

MARMI PER EDILIZIA - FACCIATE DI NEGOZI
EDICOLE FUNERARIE - AMBIENTAZIONI

CAVE - MARMI - PIETRE ARTIFICIALI

SICIM
SOCIETÀ ITALIANA COMMERCIO INDUSTRIA MARMI

CAVE PROPRIE: **MARMI - ONICI - PIETRE**

LAVORI EDILI: Rivestimenti - Pavimentazioni -
Scale in rivestimento ed a sbalzo - Lavori funerari
Studio Tecnico - Progetti ed esecuzione da progetti

TORINO - Corso Verona 39-43 - Telef. 20.432

CATELLA

MARMI - PIETRE DECORATIVE

CAVE PROPRIE
Greggi - Segati - Lavorati

PRODUZIONI:

Verde alpi - Rosso cesana - Cipollino dorato -
Cipollino verde antico - Verde Roja - Moncer-
vetto - Nero nuvolato - Viola porpora - Verzino
Frabosa - Bigio Valdieri - Onici Piemontesi

UFFICIO TECNICO - SEGHERIE - STABILIMENTI

TORINO

VIA MONTEVECCHIO 27 - TEL. 45.720 - 527.720

COLORI

Silo **TORINO**
Lungedora Savona 40 - Tel. 23.414-21.973-26.424

*Colori in polvere
per tutte
le applicazioni*

- ★ Ossidi di ferro artificiali
- ★ Gialli e verdicromo e zinco
- ★ Colori laccati e vari
- ★ Terre colorate

COTONIFICI

WILD & C.

FILATURA
TESSITURA
CANDEGGIO

★

TORINO

CORSO GALILEO FERRARIS, 60 - TELEFONO 40.056

**DITTA**
RENATO DEAGLIO
Esclusiva produttrice della
CALCE GRASSA di PIASCO

Stabilimenti: PIASCO - ROSSANA
MAGAZZENI DI VENDITA:
PINEROLO - SALUZZO - BARGE
CAVOUR

Telefoni:
PIASCO - (Amministrazione) - Tel. 8103
SALUZZO - Via Spielberg - Tel. 431
TORINO - Via Nizza 43 (ab.) - Tel. 61841

Agente di vendita:
RUA GIOVANNI
Via Madama Cristina 79
TORINO
Telefono 680.256

S C H E D A R I O T E C N I C O

FILATURA E TESSITURA LANA

Manifattura di Lane in Borgosesia

Sede e Direzione Generale in Torino

CORSO GALILEO FERRARIS 26 - Telef. 45.976 - 45.977

Filatura con tintoria in Borgosesia - Tel. 3.11

Filiale in Milano - Via Marradi 1 - Tel. 800.911

IMPIANTI IGIENICI - TERMICI - SANITARI

UMBERTO RENZI Soc. r. l.

IMPIANTI
IDRAULICI SANITARI
E RISCALDAMENTO
DI USO PUBBLICO

CHIOSCHI ORINATOI -
LATRINE IN PIETRA AR-
TIFICIALE - BACINI CHIA-
RIFICATORI E DEPURATI
TORI IN CEMENTO AR-
MATO E VIBRATO

VIA PERUGIA, 4 - TORINO - TELEFONO 20.249

IMPIANTI IGIENICI - TERMICI - IDRAULICI

DITTA Luigi Demichelis

Impianti idraulici - Sanitari
Coperture metalliche

TORINO

Ufficio Tecnico Amm.:
VIA ANTONIO CECCHI 55
Telefono 22.779

SOC. IDROTERMICA SIRIA

TORINO

VIA VASSALLI EANDI, 37
TEL. 70.349 - 760.848
Stabil.: BRUSASCO (Torino) - TEL. 91.729

IMPIANTI DI RISCALDAMENTO E CONDI-
ZIONAMENTO - IDRAULICI - SANITARI
COSTRUZIONE POZZI TRIVELLATI - MA-
TERIALI PER ACQUEDOTTI

Ditta Dr. Ing. LUCIANO FONTANA

Sede MILANO - Via Diacono, 1 - Telef. 220.458

IMPIANTI TERMICI INDUSTRIALI
Specializzata per costruzione centrali termo-elettriche

Esecutrice degli Impianti Termici della
CENTRALE SIP - CHIVASSO

Filiale in TORINO - Via Sabaudia, 5
Telefoni 697.340 - 691.398

"TERMONAFTA"

G. Chiesa & C.

BRUCIATORI DI NAFTA DENSA

TORINO

VIA GIACOSA 10 - TELEFONI 62.515 - 683.222

Dott. Ing. VENANZIO LAUDI

IMPIANTI RAZIONALI TERMICI
E IDRICO SANITARI

TORINO - VIA MADAMA CRISTINA 62
TELEF. DIREZIONE: 683.226 • TELEF. UFFICI: 682.210

IMPRESSE EDILI

Impresa Arduino Renato & Bertino geom. Franco

COSTRUZIONI CIVILI-INDUSTRIALI
CEMENTI ARMATI

TORINO - CORSO LECCE 96 - TEL. 77.35-03

SCHEDARIO TECNICO

IMPRESE EDILI - STRADALI ecc.

IMPRESA COSTRUZIONI EDILI **C.E.B.A.D.**

di Ing. BARBA e F.lli DE CORTE

Costruzioni civili e cementi armati

TORINO - Via Principi d'Acaia, 22 - Tel. 73.056

IMPRESE EDILI - STRADALI ecc.

ESERCIZIO IMPRESE COSTRUZIONI **FILIPPA RICCARDO** S. A.

COSTRUZIONI
IDRAULICHE - INDUSTRIALI - CIVILI

TORINO (420) Via Filadelfia 50 - Tel. 390.384 - 390.903



Copertura a shed a quadruplica esposizione ottenuta con volte sottili di paraboloidi iperbolici.
(Sistema brevettato)

Notisi la straordinaria luminosità del soffitto che viene ad essere investito dalla luce, in qualunque ora del giorno, secondo l'angolo più favorevole per l'uniforme diffusione sull'area coperta.

IMPRESA DI COSTRUZIONI

Ing. Felice Bertone

STRUTTURE SPECIALI PER COSTRUZIONI INDUSTRIALI

VIA VITT. AMEDEO 11 - TORINO - TEL. 524.434

IMPRESA COSTRUZIONE EDILE - CIVILE
INDUSTRIALE - CEMENTI ARMATI

Ing. Cesare Genovese

Torino

CORSO MATTEOTTI, 45 B . TELEF. 553.681

Geom. A. FRANCESCO MORRA

Costruzioni

Edili

SEDE:

SCARNAFIGI (Cuneo) - Tel. 4

UFFICI:

TORINO - Via Cavour, 7 - Tel. 53.850

GENOVA - Viale Sacramentine 3
Telefono 360.555

EDILCREA

Cementi
Armati

Costruzioni Civili
ed Industriali
Opere Stradali

Corso Re Umberto N. 15 - Telefono 520.920

TORINO

IMPRESA COSTRUZIONI EDILI - CIVILI
INDUSTRIALI E CEMENTI ARMATI

Ing. E. OLIVERO

Torino - via XX Settembre 38 - tel. 51.315

SCHEDARIO TECNICO

IMPRESE EDILI - STRADALI ecc.

SOC. COOP. **I.C.E.S.T.**
IMPRESA COSTRUZIONI EDILI STRADALI TORINESE
Sede: via Salerno 60 - Torino - Telefono 23.543

COSTRUZIONI EDILIZIE CIVILI INDUSTRIALI
. CEMENTI ARMATI .
. LAVORI IDRAULICI .

INDUSTRIA ELETTRICA - ILLUMINAZIONE

S.p.A. Ing. **TONINI PARIDE**

Via Salerno, 35 - TORINO - Telefono 22.718

APPARECCHI PER:
ILLUMINAZIONE STRADALE
UFFICI E STABILIMENTI

ARMATURE METALLICHE PER TUBI FLUORESCENTI E PER LAMPADIE AD INCANDESCENZA

INDUSTRIA ELETTRICA - ILLUMINAZIONE

Massera Vincenzo

Impianti elettrici Industriali, Civili
Manutenzioni e Costruzioni
Elettromeccaniche e Termiche

★

TORINO - Via Massena, 28 - Tel. Off. 694.702 - Uff. 48.042

LAVORAZIONE DEL LEGNO



S. p. A.
VIA GIOTTO N. 25
TORINO
Telefoni 69.07.72 - 69.47.27

PERSIANE
AVVOLGIBILI
TENDE SOLARI
TENDE ALLA
VENEZIANA

SIET

SOCIETÀ INDUSTRIE ELETTRICHE TORINO

LINEE trasporto energia - Centrali e cabine
elettriche - Elettrificazione ferrovie e tramvie
- IMPIANTI antideflagranti - PROIETTORI

TORINO - VIA CHAMBERY 39 - TEL. 79.07.78 - 79.07.79
ROMA - VIA TIBURTINA 650 - TEL. 49.05.30

F. PESTALOZZA & C.

PERSIANE AVVOLGIBILI E TENDE

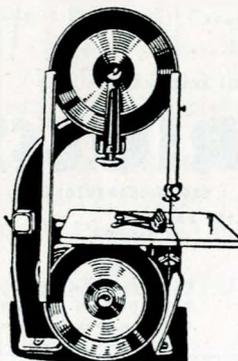
TORINO

Uffici: Corso Re Umberto, 68 - Telefono 40.849
Stabilim.: Via Buenos Ayres, 1-7 - Telefono 390.665

SIGMA IMPRESA COSTRUZIONI LINEE
ED IMPIANTI ELETTRICI

COSTRUZIONI ELETTRICHE
COSTRUZIONI EDILIZIE

Via Cialdini, 41 - TORINO - Telefono 772.013



SCASSA & C.

TORINO
VIA NIZZA 83
TELEF. 62.295

Macchine di qualità per
la lavorazione del legno

STRAMAX

Radiazione diffusa a minima inerzia
Riscaldamento - Raffrescamento
Protezione acustica
 (sistema brevettato)

Organizzazione Internazionale,
con propri Laboratori Scientifici
per studi e ricerche a Zurigo
e con Sedi in Austria,
Francia, Germania,
Italia, Inghilterra, Olanda,
Spagna e Svizzera



LICENZIATARIO:
 PIEMONTE E LAZIO

Studio ed esecuzioni impianti:

g. SARTORIO ef.
 IMPIANTI TERMICI - RADIAZIONE - CONDIZIONAMENTO
 VENTILAZIONE - IDRAULICI SANITARI

TORINO

SEDE: C. RACCONIGI, 26
 TELEF. 70.149 - 73.649
 C. C. I. A. TORINO N. 51921

ROMA

FILIALE: VIA ARDEA, 18
 TELEFONO N. 754.787
 C. C. I. A. ROMA N. 28401

"SHUNT"

SISTEMA BREVETTATO

CANNE - COMIGNOLI
PER LA VENTILAZIONE
DEGLI AMBIENTI

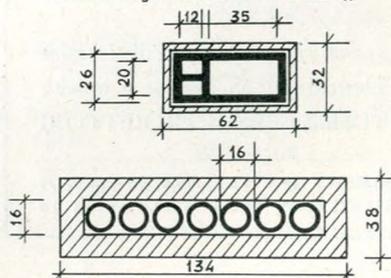
La canna "SHUNT", sostituisce le canne singole di ogni appartamento che occupano troppo spazio nelle moderne case di abitazione.

Con le canne "SHUNT", ogni appartamento di ogni piano ha la propria canna di ventilazione che si estende solo per l'altezza del piano stesso, e sbocca in un condotto generale per tutta l'altezza del fabbricato. Tali canne sono formate da elementi prefabbricati.

Le dimensioni delle canne "SHUNT", sono tali da assicurare il tiraggio per case di qualunque altezza. Alla sommità delle canne "SHUNT", viene posto un comignolo ad alto potere di aspirazione.

Ogni caso costituisce un problema speciale, e una soluzione soddisfacente è possibile solo se bene considerata da competenti.

Confronto tra le dimensioni del sistema a canne singole e il sistema "SHUNT",



CONCESSIONARIO
 ESCLUSIVO PER IL PIEMONTE
 (PROVINCIA DI NOVARA ESCLUSA)

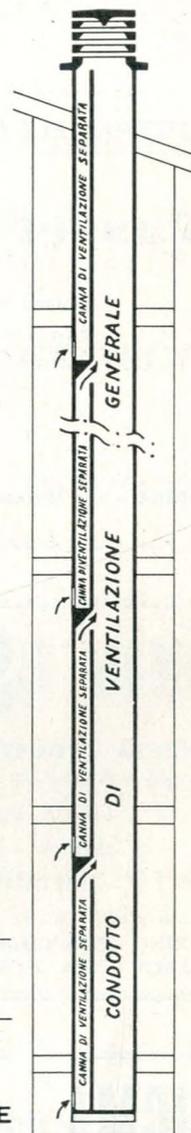
g. SARTORIO ef.
 IMPIANTI TERMICI - RADIAZIONE - CONDIZIONAMENTO
 VENTILAZIONE - IDRAULICI SANITARI

TORINO

SEDE: C. RACCONIGI, 26
 TELEF. 70.149 - 73.649
 C. C. I. A. TORINO N. 51921

ROMA

FILIALE: VIA ARDEA, 18
 TELEFONO N. 754.787
 C. C. I. A. ROMA N. 28401



ATTI E RASSEGNA TECNICA

DELLA SOCIETÀ DEGLI INGEGNERI E DEGLI ARCHITETTI IN TORINO

RIVISTA FONDATA A TORINO NEL 1867

(Aderente all'Associazione italiana della Stampa tecnica, scientifica e periodica)

FIAT
TORINO

**SOCIETÀ
PER AZIONI
UNIONE
CEMENTI**

**MARCHINO
& C.**

≡

**CASALE
MONFERRATO**

NUOVA SERIE . ANNO VIII . N. 9 . SETTEMBRE 1954

SOMMARIO

RASSEGNA TECNICA

- G. F. MICHELETTI - *Sulla estrusione dei metalli* pag. 341
G. PERI - *Incandescenza e luminescenza elettrica* » 345
P. RAGAZZI - *Note sull'impiego della fresa nelle lavorazioni di
meccanica pesante* » 349
B. DALL'AGLIO - *Sui ponti in cemento armato a travata co-
munque irrigiditi da travi trasversali. Lo studio della ripar-
tazione trasversale dei carichi* » 364
G. PIZZETTI - *Sullo studio delle strutture con molte iperstatiche* » 369

REGOLAMENTAZIONE TECNICA

- Nuove unificazioni* » 375

NOTIZIARIO

- Sul Consiglio Internazionale delle Costruzioni, G.* » 376

BOLLETTINO N. 7 DELL'ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA
PROVINCIA DI TORINO

COMITATO DI REDAZIONE - *Direttore:* Cavallari-Murat Augusto - *Membri:* Bono Gaudenzio; Brunetti Mario; Codegone Cesare; Cravero Roberto; Dardanelli Giorgio; Pozzo Ugo; Selmo Luigi; Zignoli Vittorio - *Amministratore:* Barbero Francesco - *V. Amministr.*: Russo-Frattasi Alberto - *Segretario di Redazione:* Carmagnola Piero.

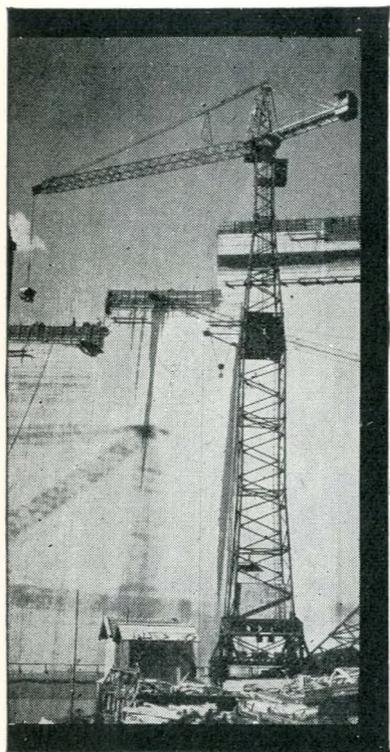
Pubblicazione mensile inviata gratuitamente ai Soci della Società degli Ingegneri e degli Architetti in Torino. — Per i non Soci: abbonamento annuo L. 3.500. — Prezzo del presente fascicolo L. 400.

SPEDIZIONE IN ABBONAMENTO POSTALE — GRUPPO III

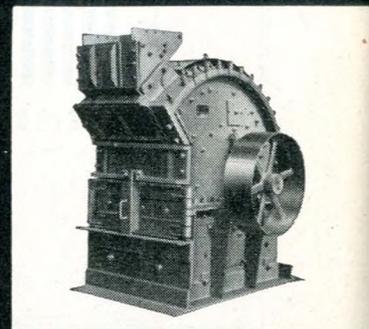
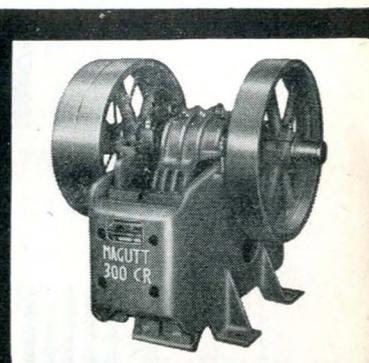
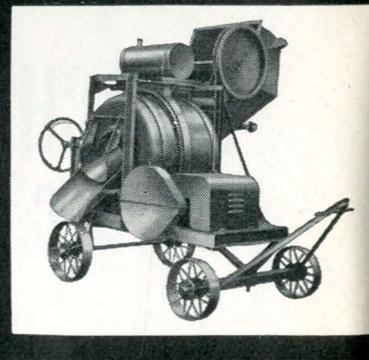
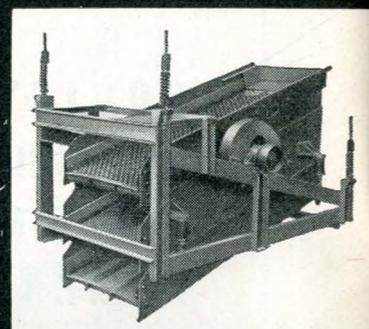
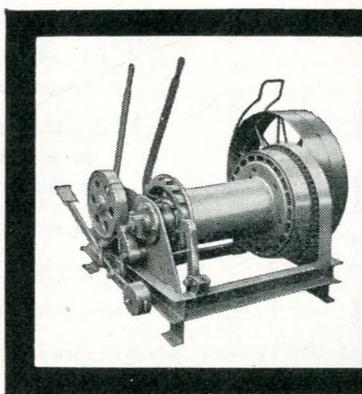
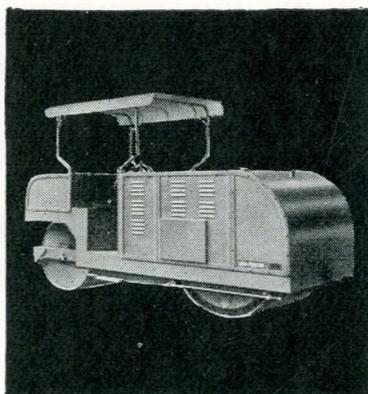
Redazione, Amministrazione, Abbonamenti, Pubblicità
PALAZZO CARIGNANO - TORINO - PIAZZA CARIGNANO 5 - TEL. 46.975

S C H E D A R I O T E C N I C O

macchine edili e stradali



**per: escavazione
frantumazione
vagliatura
lavatura
betonaggio
sollevamento e
trasporto**



Loro e Parisini S.p.A.

Milano via Mozart 1
Tel. 701.556 - 57 - 58
Roma via Lega Lombarda 34-36
Napoli via A. Diaz 8

Agenzia di Torino:

Sig. GIOVANNI SCEVOLA - Corso Galileo Ferraris 77 - Telefono 52.40.90

RASSEGNA TECNICA

La "Rassegna tecnica", vuole essere una libera tribuna di idee e, se del caso, saranno graditi chiarimenti in contraddittorio; pertanto le opinioni ed i giudizi espressi negli articoli e nelle rubriche fisse non impegnano in alcun modo la Società degli Ingegneri e degli Architetti in Torino

Sulla estrusione dei metalli

Nella prima parte dell'articolo viene studiata la teoria dell'estrusione, considerando i fattori che influenzano il fenomeno di deformazione ed arrivando alla determinazione dello sforzo di estrusione. Sono riportati alcuni risultati sperimentali, che mettono in rilievo l'influenza dell'attrito sulla forza stessa e del diverso comportamento nella estrusione diretta ed inversa. Nella seconda parte si esamina sotto l'aspetto tecnologico la lavorazione di estrusione e si riportano alcuni dati relativi alle filiere ed ai contenitori.

Il procedimento di estrusione è attualmente molto diffuso per i numerosi vantaggi che presenta.

È noto che consiste nel porre una billetta del materiale da lavorare in un cilindro (contenitore) che porta ad una estremità un orificio (filiera o matrice).

Entro il cilindro è mobile uno stantuffo (pressatore) che provoca la compressione della billetta e la sua uscita attraverso la filiera.

Tanto la billetta quanto il contenitore sono riscaldati alla temperatura adatta, dipendente dalla qualità del materiale.

È interessante, non solo dal lato scientifico, ma anche da quello tecnologico studiare il procedimento, analizzando i fenomeni di deformazione e le tensioni che si sviluppano nel materiale, provocando queste deformazioni, le quali possono avere una influenza notevole nel prodotto estruso anche dal lato della resistenza che può essere ridotta se le tensioni residue sono elevate.

Il controllo perciò di questi fenomeni è utile presupposto alla buona riuscita della lavorazione.

È necessario, data la complessità del problema, ammettere alcune semplificazioni:

- 1) Considerare il materiale omogeneo ed isotropo.
- 2) Supporre il coefficiente di attrito fra billetta e pareti costante su tutta la zona di contatto.
- 3) Considerare sufficientemente precisa la condizione di scorrimento plastico del materiale:

$$\sigma_x - \sigma_y = K_c$$

Pressione di estrusione.

Iniziamo con il calcolo della pressione di estrusione, cioè della pressione che lo stantuffo deve applicare alla billetta per estruderla.

Nella figura 1 in cui è rappresentato il cilindro contenitore, si consideri un elemento di larghezza dx del materiale in deformazione cui siano applicate le tensioni σ_x , $-(\sigma_x + d\sigma_x)$, σ_y , $-\sigma_y$, $\tau = f\sigma_y$, dirette secondo gli assi x ed y con origine in 0.

Si scriva la equazione di equilibrio delle forze che agiscono sull'elemento dx di sezione $S = \frac{\pi D^2}{4}$:

$$1) \quad \sigma_x S + \tau \pi D dx - S(\sigma_x + d\sigma_x) = 0$$

$$2) \quad d\sigma_x = \frac{\tau \pi D dx}{S} = \frac{4f\sigma_y \pi D dx}{\pi D^2} = \frac{4f\sigma_y dx}{D}$$

La condizione plastica di scorrimento si può scrivere:

$$3) \quad \sigma_x - \sigma_y = K_c = \text{Costante (resistenza del materiale allo scorrimento)}$$

differenziando:

$$4) \quad d\sigma_x = d\sigma_y$$

e sostituendo nella 2):

$$5) \quad \frac{d\sigma_y}{\sigma_y} = \frac{4f dx}{D}$$

integrando:

$$6) \quad \log_e \sigma_y = \frac{4fx}{D} + C$$

$$7) \quad \sigma_y = e^c \cdot e^{\frac{4fx}{D}}$$

fissando le condizioni ai limiti:

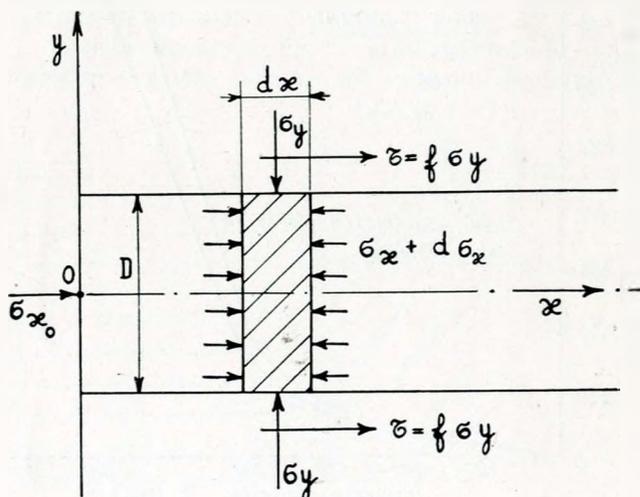
$$\text{per } x = 0 \quad \sigma_y = \sigma_{y0}$$

$$\text{per } x = L \quad \sigma_y = \sigma_{yL}$$

si ha:

$$8) \quad \sigma_{yL} = \sigma_{y0} e^{\frac{4fL}{D}}$$

Fig. 1.



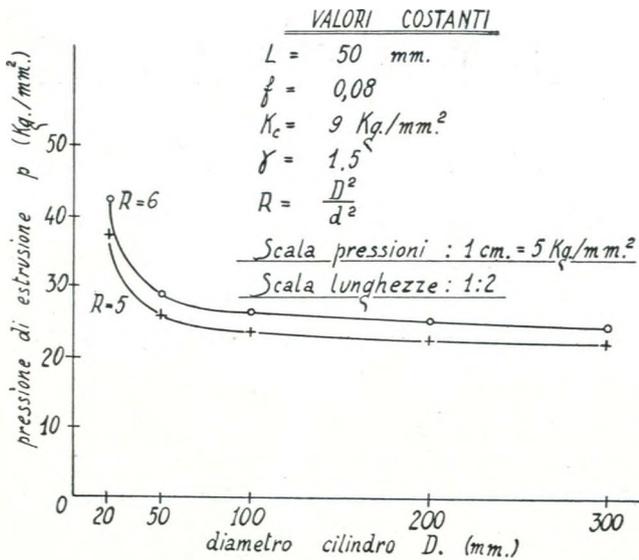


Fig. 2.

ed anche:

- 9) $\sigma_{yL} = \sigma_{xL} - K_c$
 10) $\sigma_{y_0} = \sigma_{x_0} - K_c$
 11) $\sigma_{yL} = (\sigma_{x_0} - K_c) e^{\frac{4fL}{D}}$
 12) $\sigma_{xL} = (\sigma_{x_0} - K_c) e^{\frac{4fL}{D}} + K_c$

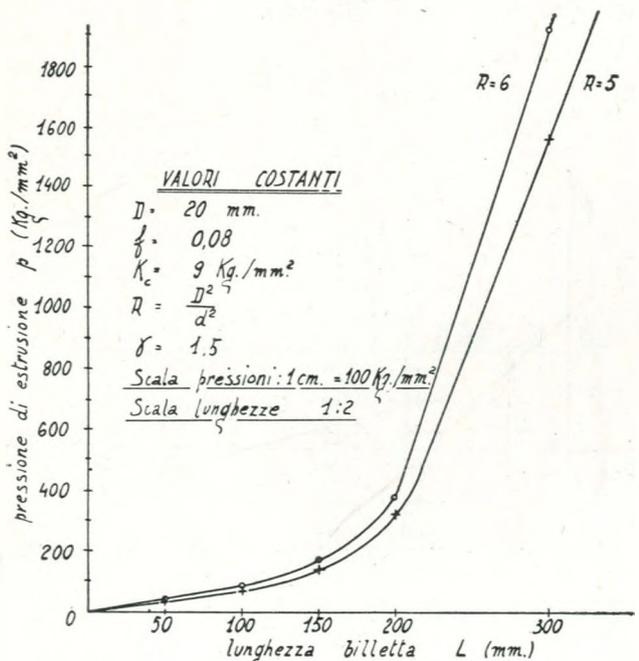
In quest'ultima poniamo per semplificare, poichè si tratta di pressioni:

$\sigma_{xL} = p$ (pressione effettiva da applicare alla base della billetta)

$\sigma_{x_0} = p_0$ (pressione di estrusione per deformare il pezzo dalla sezione S ad s nella ipotesi $f = 0$ cioè trascurando l'attrito delle pareti).

Per calcolare il valore della p_0 si può usare la espressione del lavoro L compiuto per deformare

Fig. 3.



la billetta di volume V dalla sezione S di lunghezza L alla sezione s di lunghezza l.

13)
$$L = K_c V \log_e \frac{S}{s}$$

14)
$$L = PL = p_0 SL = p_0 V$$

uguagliando la 12) e 13):

15)
$$p_0 = K_c \log_e \frac{S}{s}$$

per rendere più precisa la relazione tenendo conto della forma si introduce un fattore γ di forma (il valore di γ normalmente è intorno ad 1,5).

16)
$$p_0 = \gamma K_c \log_e \frac{S}{s}$$

sostituendo nella equazione 12) i nuovi simboli:

17)
$$p = (p_0 - K_c) e^{\frac{4fL}{D}} + K_c$$

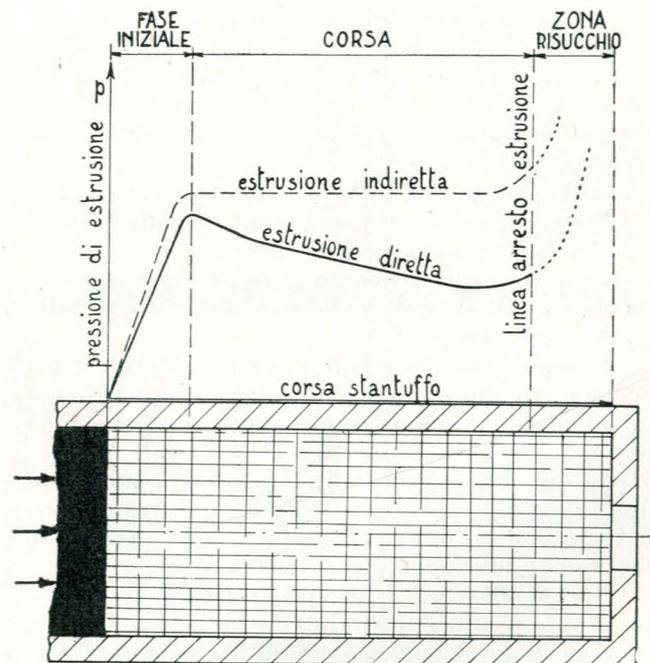


Fig. 4.

18)
$$p = K_c \left[\left(\gamma \log_e \frac{S}{s} - 1 \right) e^{\frac{4fL}{D}} + 1 \right]$$

in assenza di attrito $f = 0$ si ha:

19)
$$p = \gamma K_c \log_e \frac{S}{s}$$

i valori massimi di p si hanno per $f=0$, quando è massima la lunghezza della billetta. Quando la lunghezza della billetta è ridotta a valori minimi, l'effetto del fondo del cilindro diventa determinante e la pressione necessaria per completare la estrusione tenderebbe ad infinito, per cui si esclude dalla lavorazione la estremità della billetta che costituisce una « materozza » da asportarsi successivamente con taglio. Con essa si asporta proprio quella parte difettosa per inevitabili risucchi.

La formula 18) dà alcune indicazioni sul fenomeno di estrusione e precisamente fa notare come sulla pressione di estrusione influiscano:

1) Il materiale della billetta (le sue caratteristiche di resistenza alla deformazione, la temperatura) ⁽¹⁾.

2) La forma della billetta.

3) Il rapporto di estrusione $R = \frac{S}{s}$.

4) Il coefficiente di attrito f tra billetta e pareti del cilindro.

5) La lunghezza L della billetta.

6) Il diametro D della billetta.

L'influenza dei diversi fattori sulla pressione di estrusione è messa in evidenza dai diagrammi di fig. 2 e 3.

Nel primo di essi sono state tenute costanti le grandezze

$$\begin{aligned} L &= 50 \text{ mm.} \\ f &= 0,08 \\ K_c &= 9 \text{ Kg/mm}^2 \\ \gamma &= 1,5 \end{aligned}$$

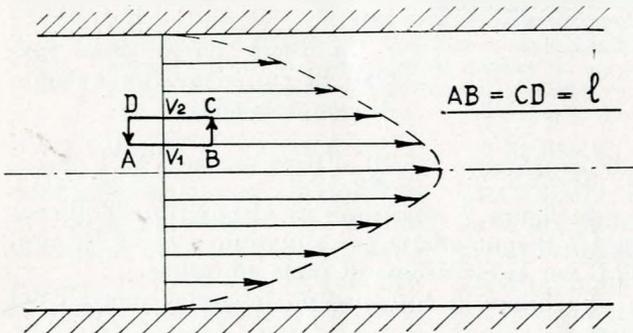


Fig. 5.

e si è fatto variare il valore del diametro della billetta, con rapporto di estrusione 5 e 6.

Nella fig. 3 si è invece tenuto costante

$$\begin{aligned} D &= 20 \text{ mm} \\ f &= 0,08 \\ K_c &= 9 \text{ Kg/mm}^2 \\ \gamma &= 1,5 \end{aligned}$$

e si è variato L ; ad ogni valore di R corrisponde anche in questo caso una curva di variazione della pressione di estrusione.

Le esperienze peraltro confermano questi risultati ed indicano come la pressione di estrusione (in condizioni di regime, cioè dopo la fase iniziale) diminuisca durante la corsa del pressatore insieme alla lunghezza della billetta.

Nella estrusione indiretta poichè l'effetto di attrito sulle pareti è molto piccolo, la pressione di estrusione è pressochè costante durante la corsa del pressatore (fig. 4).

⁽¹⁾ Stagno, Piombo e sue Leghe possono essere estrusi a temperatura ordinaria, mentre per Alluminio, Magnesio, Rame e Leghe occorre preriscaldare (per Al, Mg e leghe da 350° a 450° C; per Cu, Ottoni, Bronzi da 750° a 900° C; per leghe Cu-Ni fino a 1000° C).

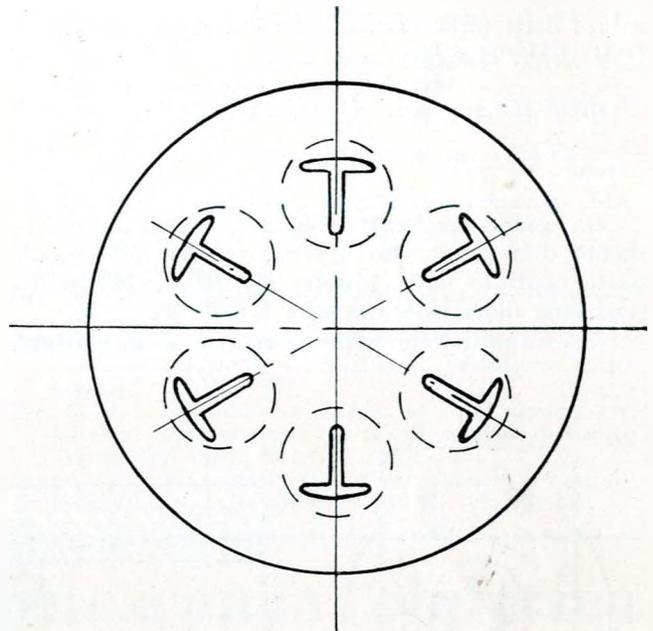


Fig. 6.

Velocità di estrusione.

Se si pensa che il moto della billetta nel cilindro contenitore sia analogo al moto di un fluido (sia pure estremamente viscoso!) si potranno immaginare nella billetta infiniti filetti secondo cui ogni particella del materiale si muove seguendo la corrente determinata dalla risultante delle tensioni (pressioni) applicate. Queste risultanti sono influenzate dalle azioni delle pareti e dall'azione del fondo.

Indicando con V la velocità di ogni particella elementare si nota che queste V sono funzione della posizione delle particelle stesse:

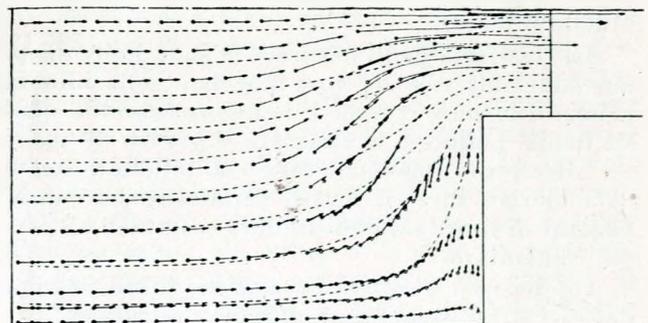
$$V = f(x, y).$$

Consideriamo, per lo studio del moto, velocità e traiettorie delle particelle solide nel cilindro) l'analogia con il moto laminare rotazionale dei liquidi nei condotti (fig. 5).

Le linee di flusso del fluido in moto (nel nostro caso la billetta) sono parallele all'asse del tubo ed il valore della velocità lungo tali linee è vario e tale da presentare un massimo lungo l'asse e valori decrescenti per le linee più prossime alle pareti (effetto di attrito).

Consideriamo in fig. 5 la distribuzione delle velocità per una sezione del tubo e calcoliamo il

Fig. 7.



valore della circuitazione lungo il contorno ABCD ($AB=CD=1$) si ha:

$$\oint \bar{v} d\bar{l} = V_1 1 - V_2 1 = 1 (V_1 - V_2) \neq 0$$

perchè $V_1 > V_2$

Da quanto esposto risulta che si ha un movimento di materia che provoca un risucchio nella parte centrale della billetta favorito anche dalla posizione della filiera se essa è sull'asse.

Talvolta tale fenomeno è così vistoso da portare

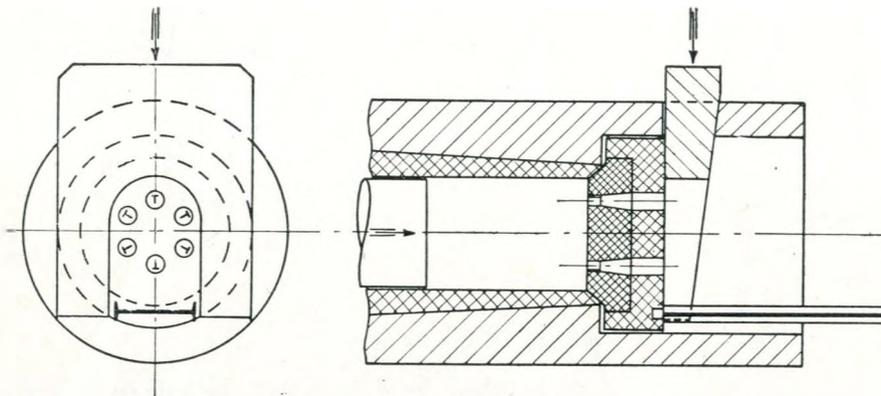


Fig. 8.

alla formazione di un estruso di scarto, cavo su tutta la lunghezza.

Riduce notevolmente questo effetto di risucchio, che tanto disturba nella lavorazione di estrusione, obbligando al taglio di una parte abbastanza lunga di materozza, una distribuzione sul fondo di più filiere, secondo circonferenze in modo da provocare una maggiore velocità negli strati periferici.

In figura 6 è rappresentata una filiera a fori multipli per estrusione di profilati. Con tale soluzione l'entità del risucchio è praticamente trascurabile e si può spingere l'estrusione fino a circa 10 mm. dal fondo.

Altro artificio per diminuire la velocità dei filletti centrali del materiale rispetto a quelli più vicini alle pareti è quello di usare un pressatore con il fondo sagomato, anziché piano, dove il profilo è studiato in modo da presentare una concavità verso la billetta.

Lo studio della distribuzione delle velocità è stato eseguito sperimentalmente da C. T. Yang ed E. G. Thomsen con un procedimento di estrusione indiretta su piombo. Il tipo di estrusione indiretta è stato scelto per avere minore effetto di attrito tra billetta e pareti.

La traiettoria delle particelle è stata individuata mediante una rete di linee tracciate sulla billetta prima di iniziare il lavoro: le deformazioni di queste hanno permesso di tracciare il grafico di fig. 7.

Altre prove sono state fatte con billette formate da materiali diversi, ma di caratteristiche simili, disposti in strati paralleli fra loro e normali all'asse del contenitore.

Ciò ha reso possibile l'esame del flusso, seguito dai vari strati di materiali durante l'estrusione.

Alcuni dati tecnologici.

La lavorazione di estrusione viene normalmente eseguita con presse idrauliche orizzontali di potenze variabili (alcune raggiungono anche $10.000 \div 12.000$ tonn.) che portano su una traversa fissa un cilindro contenitore e, collegato con la traversa mobile, un pressatore.

La filiera o matrice è appoggiata alla estremità del contenitore e tenuta in posizione dalla testa portafiliera entro la quale è infilata, e dal cuneo di riscontro che, abbassato od alzato idraulicamente, ne permette una facile estrazione ad ogni fine corsa (fig. 8), onde potere tagliare la materozza con cesoia o sega a disco, disposte a fianco.

Il contenitore può essere costruito in acciaio al nichel, mentre la ghiera o camicia interna, il cuneo di riscontro, il pressatore, devono essere di un materiale particolarmente resistente ad usura, ed a temperature elevate.

Si usano perciò acciai speciali di cui diamo un esempio di composizione:

C=0,45 %	Si=0,2 %	Mn=0,7 %
Cr=1,5 %	Mo=0,6 %	V=0,3 %

In figura 9 sono indicati alcuni tipi di filiere: la A e B sono adatte per alluminio e leghe leggere, la C per la estrusione di rame ed ottone.

Le filiere si costruiscono in acciai speciali del tipo:

C=0,3 %	Si=0,2 %	Mn=0,3 %
Cr=2,5 %	V=0,55 %	W=4,5 %

La billetta viene introdotta nel contenitore riscaldato ed il contenitore stesso deve essere riscaldato per evitare il raffreddamento rapido superficiale della billetta. Il riscaldamento del contenitore si ottiene con resistenza elettrica con fiammelle a

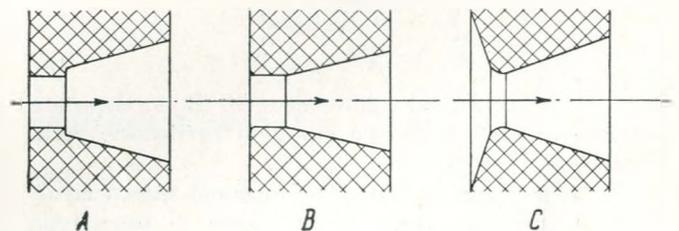


Fig. 9.

gas o con induzione, e viene mantenuto durante la lavorazione dalla presenza della stessa billetta.

La lubrificazione tra billetta e contenitore onde ridurre il coefficiente di attrito è consigliata da alcuni (per leghe leggere si usano oli e grafite, mentre per temperature maggiori (800°C) si adoperano miscele di peci) mentre altri obiettano che ciò può provocare la formazione di bolle superficiali sull'estruso. È comunque necessaria tale pratica quando la pressa a disposizione è di piccola potenza.

I rapporti di estrusione $R = \frac{S}{s}$ possono variare secondo la qualità del materiale, la potenza della pressa, il tipo di profilo od il numero di fori della filiera.

Per alluminio si possono anche raggiungere valori di 30, e per duralluminio circa 20, per altri materiali di maggiore resistenza occorre limitare R a valori compresi tra 5 e 6.

Gian Federico Micheletti

BIBLIOGRAFIA

- PEARSON, C. E. - *The extrusion of metals* - John Wiley & Sons, Inc., New York, 1944.
 CRAMPTON, D. K. - *Extrusion of Metals: Symposium on the plastic working of Metals* - Trans. ASME, Marzo 1947.
 SACHS, G. & K. R. VAN HORN - *Practical Metallurgy* - ASM, Cleveland, Ohio, 1940.

- The extrusion of Metals in the solid state* - Iron Age, Vol. 116, June 23, 1910.
 PANNELL, E. V. - *Aluminum Alloy Extrusion* - Iron Age, Vol. 116, Novembre e Dicembre 1940.
 BIRDSALL, G. W. - *Extruding Aluminum* - Steel, Vol. 117, Dicembre 3, 1945.
 HARRIS, C. S. - *Extrusion of Magnesium*, « Machinery », Vol. 53, Marzo 1947.
 TRINKS, W. - *Heat stresses in Extrusion Equipment* - Blast furnace and steel Plant, Vol. 25, Dicembre 1937.
 VAN HERSON, F. K. T. - *Plasticity in Engineering* - Blackie & Son, London, 1947.
 HILL, R. - *The mathematical Theory of plasticity* - Clarendon Press-Oxford.
 ZEERLEDER, A. V. - *Technologie des Aluminiums und seiner Leichtlegierungen* - Akademische Verlagsgesellschaft, Leipzig.
 LEE, E. H. - *The teoretical analysis of metal forming problems in plane strain* - Journal of applied Mechanics, Transaction ASME, Vol. 74, 1952, p. 97.
 YANG C. T. e THOMSEN E. G. - *Plastic Flow in a Lead extrusion*, Transaction ASME, Vol. 75, 1953, p. 575.

Incandescenza e luminescenza elettrica

Il 50 % dell'energia consumata nelle lampade a luce cosiddetta « fredda » va perduta in calore. Ammesso che il residuo 50 % si traduca tutto in spettro visibile, solo la metà di questa energia si traduce in « luce », per la particolare « sensibilità » dell'occhio. In definitiva nelle moderne lampade a fluorescenza solo il 25 % dell'energia è utilizzata come « luce ». Rendimenti maggiori sono difficilmente prevedibili, salvo l'avvento di nuovi sistemi, ancora da sorgere. Intanto l'incandescenza mantiene le posizioni raggiunte, per la sua estrema semplicità, stabilità, regolabilità e fissità della luce. (Conferenza alla Scuola Pratica A. Volta il 27 aprile 1954).

Fino a 50 anni addietro le macchine elettriche erano concepite in servizio quasi esclusivo della illuminazione, cosicché la storia della luce elettrica coincide, in quei primi tempi, con quella delle macchine. È solo dal 1883, anno di nascita del trasformatore, seguito nel 1895 dal motore a campo rotante Ferraris, che collo sviluppo delle correnti alternate l'elettricità si estende in tutte le branche dell'industria.

Le prime macchine per produrre elettricità furono le elettrostatiche. Ma le scintille elettriche non davano luce più che non ne desse il pelame d'un gatto accarezzato da una mano secca e rugosa. Era un'attrazione, un divertimento da svolgersi nel buio, alla presenza di spettatori privilegiati.

Il primo filo incandescente fu quello di Grove (una spirale di platino in un bicchiere capovolto nell'acqua — per formare una specie di vuoto — alimentata da una batteria di pile, nel 1840). Era un semplice tentativo dimostrativo, privo di ogni base pratica.

È solo nel 1879 che la lampada a incandescenza entra in una via di applicazione pratica per opera di Edison. Il filamento incande-

scente era di carbone, in globo vuoto d'aria. Edison non solo diede la lampada, ma il macchinario per alimentarla. Erano già note da qualche anno le lampade ad arco fra carboni puri, pur esse appartenenti all'incandescenza (la luce proveniva dal cratere incandescente del carbone positivo), usate nella illuminazione stradale in serie su dinamo a corrente continua (pulsante) alla tensione di qualche migliaio di volt. E in casa con quali macchine alimentare le nuove lampade a carbone, che realizzavano un sogno di antica data, la suddivisione della luce elettrica in piccole unità? Edison diede all'industria la sua dinamo a due o tre fili, a tensione costante e bassa resistenza d'armatura.

Dopo pochi anni sorgeva in Milano la Soc. Edison, che vive tuttora, il cui primo compito fu di illuminare col nuovo sistema il Teatro alla Scala. Nel 1884 era la volta del Teatro Regio di Torino.

La luminescenza aveva dato segno di vita fin dal 1855 coi noti tubi di Geissler, ma ci vollero quasi 50 anni perchè uscisse dai laboratori di fisica. Prima dovevano conoscersi gli allora fantasiosi raggi catodici, e i non meno strani raggi X o di Roentgen.

È nel 1901 che compare la prima lampada a luminescenza, ma non nel campo dei gas rarefatti, bensì in quello di un arco vero e proprio, in cui la colonna di vapore emanante dal catodo, dà a questa la conducibilità e la luce. Si comprende come un arco, inteso nel senso rigoroso della parola, non possa funzionare che sotto corrente unidirezionale, e possa servire da raddrizzatore da C.A. in C.C. o pulsante. Cooper Hewitt pensò di far scoccare l'arco in tubo vuoto d'aria fra un elettrodo costituito da un pozzetto di mercurio (catodo) e un elettrodo metallico. La conduttività e la luminosità dell'arco dipendevano dai vapori di mercurio sviluppati dal catodo.

La scarica nei gas rarefatti fu utilizzata nel 1904 da Moore, seguito nel 1910 da Claude. Anche questo mezzo di conduttività elettrica si denota comunemente con « arco », ma è di natura ben diversa dall'« arco » definito poco fa', e si presta a funzionare anche su corrente alternata. La conduttività dipende dal mezzo interposto agli elettrodi, la luce da questo mezzo o da altro ivi presente, senza alcuna relazione diretta col catodo. Il vuoto nel tubo Moore

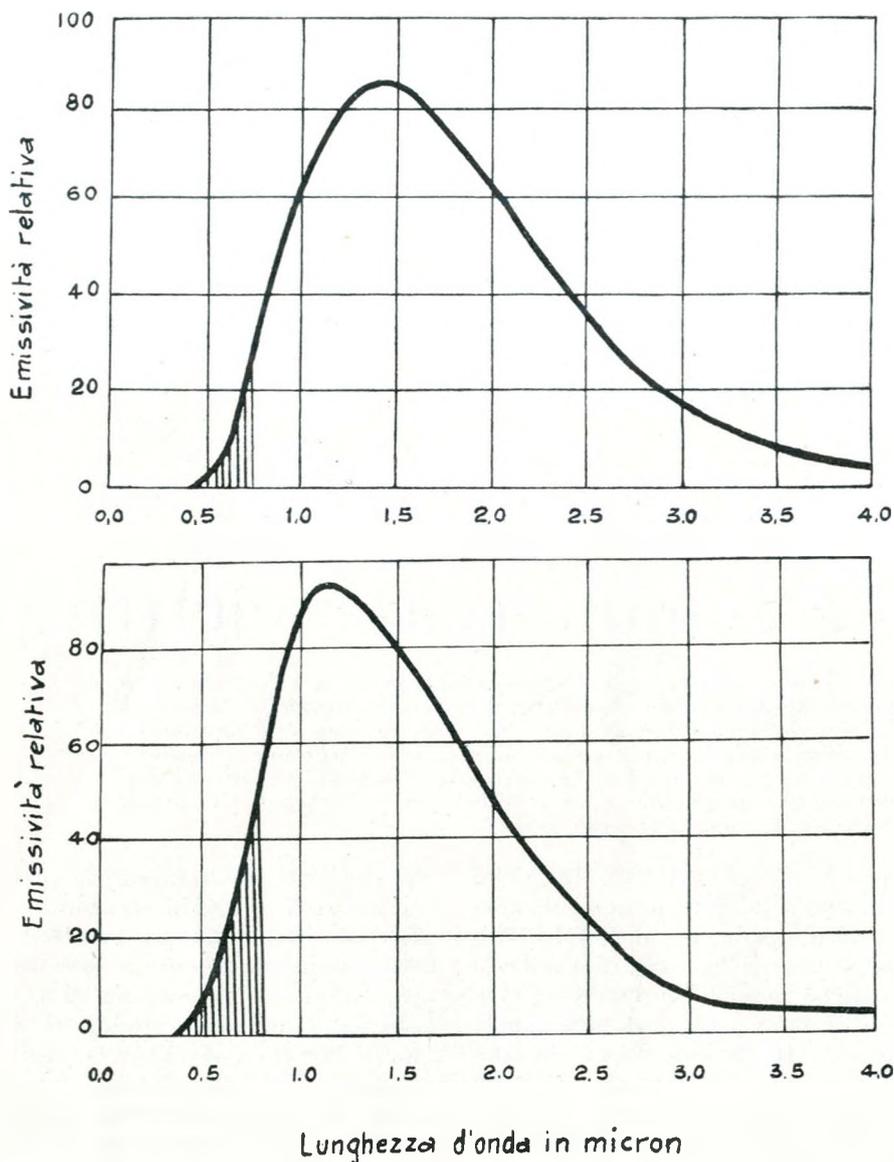


Fig. 1 - Curve di emissione d'energia di una lampada a carbone (sopra) e a tungsteno (sotto). L'area tratteggiata si riferisce allo spettro visibile.

era molto spinto, sino a 10^{-4} at, la luce, nel tubo a CO_2 , di spettro identico alla solare, la brillantezza minima ($0,1 \text{ cd/cm}^2$). Il rendimento era molto basso, anche per lunghezze di tubo considerevoli (da 50 a 70 m): $3 \div 4 \text{ lm/W}$ con anidride carbonica, 7 lm/W con azoto (luce rosata). Era necessario rifornire automaticamente il tubo di gas durante il funzionamento. Per queste ragioni la lampada non campò a lungo.

3 lm/W si avevano dalle lampade incandescenti a carbone, $5 \div 15 \text{ lm/W}$ dagli archi a carboni puri (chiusi od aperti all'aria), 17 lm/W dall'arco Cooper Hewitt (che diventavano 30 in tubetto di quarzo). La « luce fredda » non dava i risultati sperati.

Le sorti della luminescenza furono alquanto rialzate da Claude, il quale ebbe l'idea di usare come gas rarefatto nel tubo il neon purissimo. Il rendimento superò i 15 lm/W , ma la lampada non era usabile in illuminazione per il colore rosso caratteristico della luce: fu la lampada che aperse una nuova era nella illuminazione pubblicitaria, reclamistica o di attrazione.

Ancor oggi il neon copre un ruolo importante, non di illuminazione, nelle lampade che vennero dopo.

Intanto nel 1905, dopo vari tentativi su metalli diversi portati all'incandescenza (osmio, tantalio) e su ossidi di terre rare (Nernst), si affermava la lampada a tung-

steno che portava l'efficienza a 10 lm/W . Dopo pochi anni si trovò il modo (Coolidge) di trafilare il filo, e alla fine della prima guerra mondiale (1916) si poteva disporre del tungsteno in ampolla piena di gas inerte (azoto, poi argon), con che l'efficienza poteva arrivare sino a 20 lm/W per durata non inferiore a ore 1000.

Data da allora il periodo di massimo splendore dell'incandescenza, che dura tuttora.

Se il tungsteno (come qualunque metallo) emette meno del carbone (corpo nero) a parità di temperatura per qualsiasi lunghezza d'onda, emette anche molto meno nel rosso e infrarosso (« emissione selettiva »), che pure importano notevole consumo di potenza, cosicché il quoziente lm/W aumenta; aumenta pure, perchè la temperatura di funzionamento può essere più spinta (fig. 1).

L'affermarsi del tungsteno segnò la fine del filamento di carbone e dell'arco, sia fra carboni puri sia fra carboni imbevuti di sostanze minerali (Bremer, 1900); l'efficienza di questi ultimi (un mezzo misto di emissione a luminescenza e ad incandescenza) toccò quasi i 50 lm/W , ma è la durata che lasciava molto a desiderare.

Le lampade a luminescenza sono caratterizzate da uno spettro a righe, discontinuo (fig. 2).

È solo dal 1933 (pochi anni avanti della seconda guerra mondiale) che la luminescenza riapparve sulla scena colle lampade a vapori di sodio, prima, e di mercurio dopo. Queste ultime diedero vita in seguito a numerosissime applicazioni, che caratterizzano l'epoca in cui viviamo. In ambedue i tipi al gas rarefatto (neon, argon, od ambedue) che riempie il tubo e fa da supporto alla scarica, si accompagna un tenuissimo vapore di Na o di Hg, che è quello che dà luce. La pressione del vapor di Na, nel tubo al Na, è di 10^{-7} at; nei tubi a Hg può andare da 10^{-6} a 10^{-2} at., secondo le applicazioni: limite, come si vede, amplissimo.

Intendesi come vibrazione di risonanza di gas o vapore, ad una determinata pressione, quella che (sotto l'urto degli elettroni) può essere prodotta dalla spesa di un minimo d'energia. Il concetto è

noto in meccanica (corda oscillante, pendolo) ed in elettrotecnica (circuiti elettrici oscillanti, presentanti per quella frequenza reattanze induttiva e capacitiva eguali). Per portare la corda, o il circuito, ad oscillare al loro periodo naturale o fondamentale, basta compiere un lavoro minimo, e l'oscillazione così ottenuta si manterrebbe poi senza apporto di lavoro esterno, se non vi fossero le perdite da compensare.

Nella lampada a vapore di Na la vibrazione elettronica avviene alla sua frequenza fondamentale, cioè alla lunghezza d'onda di circa 5890 Å, prossima a quella a cui si verifica il massimo della sensibilità dell'occhio ($\lambda=5550$ Å). Si potrebbe arrivare a rendimenti anche di 70 lm W, ma occorre aver riguardo alla durata. La luce, com'è noto, è gialla.

Per la gran parte dei gas o vapori la vibrazione fondamentale cade fuori dello spettro visibile; la produzione della luce, ove sia possibile ottenerla, non potrà aversi che con una spesa suppletiva di watt, anche molto forte.

Se il vapore di Hg funziona alla pressione 10^{-5} at, la sua vibrazione fondamentale o di risonanza si verifica per $\lambda=2537$ Å, come nei ben noti tubi fluorescenti; la radiazione è pertanto oscura, fuori dei limiti della visibilità (nel lontano ultravioletto), ed è trasformata in visibile per azione dei « fosfori », ossia della patina fluorescente, che riveste la parete interna del tubo.

In altre lampade a vapore di Hg, funzionanti a pressione del vapore superiore, la radiazione visibile proviene tutta, od in gran parte, dalla stessa scarica; in quelle fornite di uno strato fluorescente, questo serve non a produrre luce, ma a correggerne il colore verde azzurrognolo. Le cosiddette lampade fluorescenti sono quindi da intendersi come appartenenti a due categorie ben distinte. In quelle di uso più diffuso, sotto forma di tubi piuttosto lunghi e di piccolo diametro, la scarica (tolta una trascurabile frazione) è oscura; i fosfori più adatti alla trasformazione della $\lambda=2537$ Å sono i tungstati e i silicati di calcio, Mg, Zn, Be e Cd, ecc.

I fosfori più adatti alla correzione della tinta di luce, dovendo

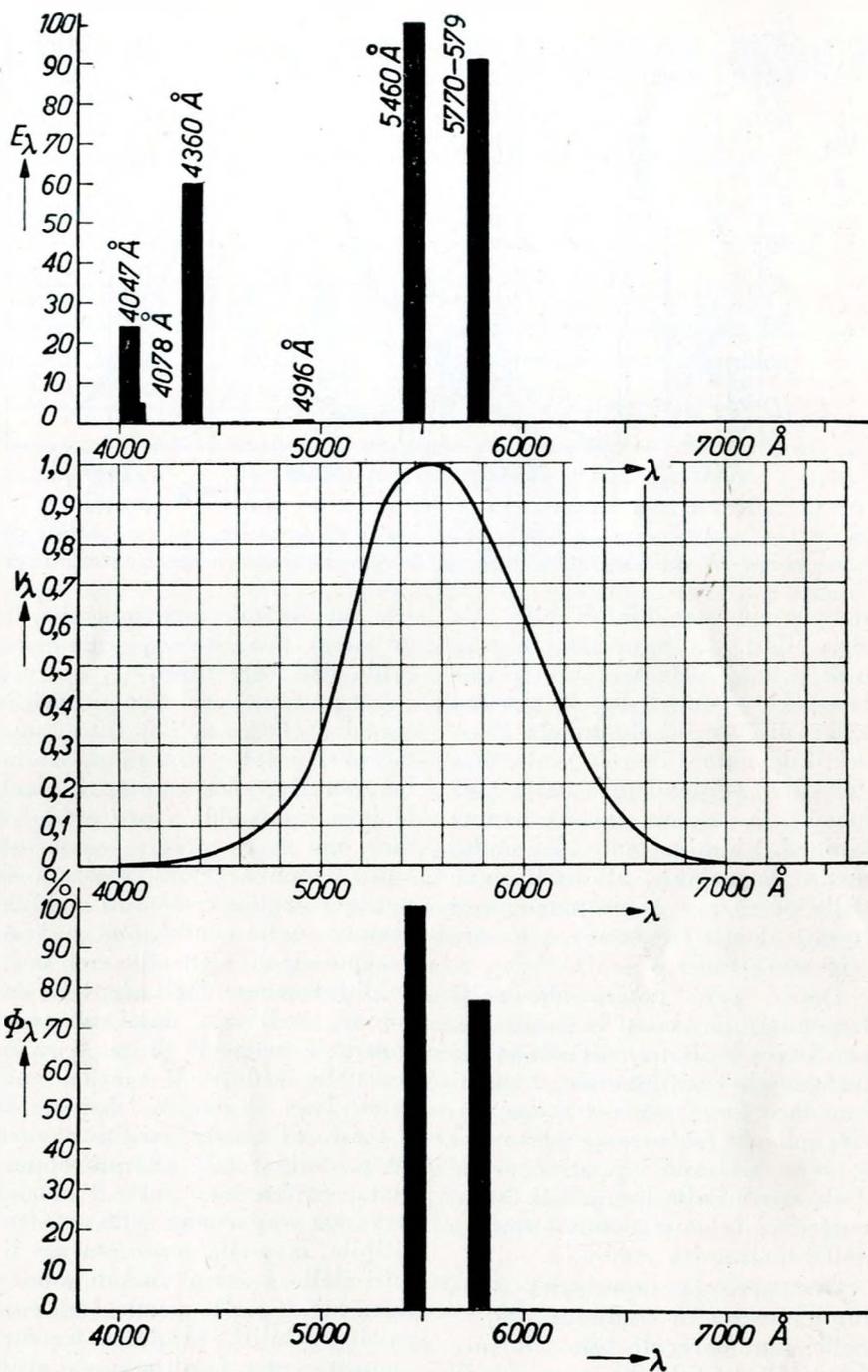


Fig. 2 - Spettro a righe di una lampada a vapore di Hg (in alto), curva di visibilità (in mezzo), luce (in basso). Anche se poco visibili, le due righe 4047 e 4360 Å danno alla luce il color verde azzurrognolo.

agire su lunghezze d'onda maggiori (circa 3000 Å), sono di preferenza solfuri metallici.

Nel confronto fra tungsteno e luminescenza, questa presenta lo svantaggio, se può dirsi così, della necessità di un apparecchio stabilizzatore della scarica o dell'arco. Si sa che la caratteristica in volt-ampere di queste forme di conduzione elettrica è discendente (negativa), o per lo meno non saliente (anche in quest'ultimo caso una zavorra sarebbe necessaria

per la fissità della luce). Un altro svantaggio, se ancora lo si volesse chiamare così, è quello dello sfarfallamento di luce (fluttuazione di luce avvertibile sotto corrente alternata).

La fluttuazione di luce (quoziente fra la differenza tra il massimo ed il minimo istantanei della intensità di luce ed il suo valore medio) ha frequenza doppia della corrente, perchè ad un massimo, tanto positivo quanto negativo della corrente, corrisponde

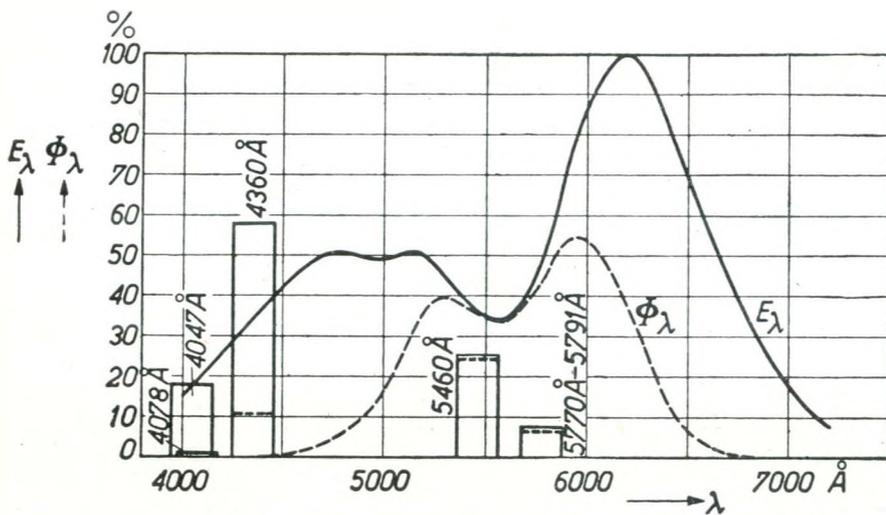


Fig. 3 - Un tubo fluorescente a luce bianca « calda » irradia energia secondo la curva E_{λ} , e luce secondo la curva Φ_{λ} . Vedesi che più di metà dell'energia irradiata non è « luce ».

sempre un massimo di luce, sia essa effetto di pura temperatura o di potenza. Mentre però in una lampada a tungsteno, la fluttuazione di luce è solitamente inavvertibile data l'inerzia calorifica del filo (dipendente dalla sua massa), la colonna gassosa in una lampada luminescente fa molto meno da volante all'oscillazione della potenza, e la fluttuazione di luce, a quella frequenza, può riuscire avvertibile.

Devesi però notare che colle lampade fluorescenti la fluttuazione di luce è ridotta dall'azione dei fosfori, che continuando a emettere luce (come dice il nome) anche quando la corrente passa per lo zero, rialzano i punti depressi della curva delle luminosità istantanee, con conseguente aumento della luminosità media.

Ove però la superiorità della luminescenza è indiscutibile, è nelle innumerevoli tinte di luce ottenibili dai tubi fluorescenti p.d. Quando si voleva ottenere dal tungsteno, funzionante ad efficienza anche superiore a 20 lm/W, luce simile alla solare, bisognava contentarsi di efficienze non superiori ad 8 lm/W, dato l'assorbimento dei filtri. Oggi questa luce simile alla solare può ottenersi con efficienze di 50 lm/W. Gli è che col tubo fluorescente p.d. non si ha una luce da correggere, ma semplicemente da generare: si ha a disposizione, sto per dire, una materia prima allo stato neutro, senza simpatie o preferenze, che può essere lavorata (cioè trasformata) dai fosfori, la cui qualità

(da cui dipende una tinta più che un'altra), quantità e miscela è stabilita dal costruttore.

Un margine per una ulteriore maggior efficienza dei tubi luminescenti è forse tuttora possibile, ma non di grande ampiezza. Quella luce è « fredda » per modo di dire, ma molte perdite sono od equivalgono a calore. Energia va perduta negli accessori di stabilizzazione, nella conduzione e convezione degli elettrodi, nel lavoro di estrazione degli elettroni dal catodo, nell'urto degli elettroni contro le molecole di gas o vapore, nelle cadute di tensione nel tubo. Non si esagera assumendo il totale di queste perdite pari al 50 % della totale energia consumata. Infine non tutta l'energia irradiata appartiene allo spettro visibile, e quella compresa nei limiti dello spettro visibile non è tutta luce (per la particolare curva di visibilità, rapporto fra due quantità, una fisiologica e l'altra energetica, i lumen ed i watt). Se l'area della curva d'energia quale l'occhio la « vede » è metà della totale irradiata, il rendimento effettivo della sorgente di luce sarebbe $0,5:2=0,25$ (fig. 3) ⁽¹⁾.

È un rendimento ben diverso da quello dei moderni trasformatori elettrici, che s'avvicina all'unità. Ma trattasi qui di quantità di tutt'altra natura.

⁽¹⁾ Perdite per zavorra 0,20; perdite per conduz. e convez. 0,02; perdite per la formaz. della scarica 0,28; rapporto fra le aree indicative dei lumen e dello spettro visibile 0,50. Totale 1,00. Rend. to $0,5 \times 0,5 = 0,25$.

Teoricamente, per $\lambda = 5550 \text{ \AA}$ si potrebbero avere da 1 W 621 lm; non è il caso di fermarsi su di una luce nettamente monocromatica. Fermandoci su di una luce simile alla solare (a cui l'occhio umano s'è abituato nei secoli), da 1 W potrebbero aversi 220 lm, ben inteso esclusa ogni perdita.

Un tubo fluorescente a luce bianca dell'efficienza, al netto delle perdite, 55 lm/W, cadrebbe nell'esempio fatto or ora:

$$55/220 = 25 \%$$

La minima brillantezza dei tubi fluorescenti (di solo qualche stilb) equivale (e ciò ha importanza nella illuminazione stradale) ad una piccola portata (raggio d'azione) delle lanterne. Quindi per illuminare convenientemente una strada o piazza, o le lanterne possono risultare troppo ingombranti o da collocarsi troppo vicine.

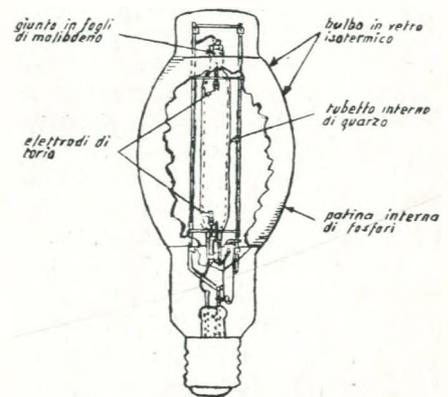


Fig. 4 - Lampada Westinghouse JHI 400 W 18 000 lm. Temperatura dell'ampolla esterna sino a 350 °C. Materia fluorescente: fluogermanato di Mg.

È solo di recente che una Casa ha introdotto sul mercato, delle lampade « fluorescenti » di maggior potenza e di minor ingombro, tali da rimpiazzare al bisogno la incandescenza a tungsteno. Trattasi di lampade a vapore di Hg, reso luminoso dalla scarica, in cui la temperatura è aumentata (e quindi il tenore in rosso dello spettro) mediante l'impiego di tubetto interno di quarzo, e l'ampolla esterna, in vetro isoteramico al calcio (300 °C circa), è rivestita internamente di materiale fluorescente, primo fra cui il fluogermanato di Mg. (fig. 4).

Sono anch'esse lampade « fluorescenti », ma di categoria diversa dalla solita.

Guido Peri

Note sull'impiego della fresa nelle lavorazioni di meccanica pesante

Le presenti note illustrano l'impiego di grandi macchine a fresare nelle lavorazioni di meccanica pesante. Sono descritti procedimenti e forniti esempi di lavorazioni di particolari per motori Diesel di grande potenza.

La seconda metà del secolo scorso vide il sorgere e lo sviluppo della macchina utensile a fresare o fresatrice, che posta dai primi costruttori a disposizione della nascente industria meccanica degli U.S.A., prese in breve tempo uno sviluppo di impiego tanto rapido ed esteso da superare largamente previsioni ed aspettative di chi l'aveva sul mercato lanciata.

Nel volgere di pochi decenni la fresatrice si è affermata come uno dei più poderosi mezzi che la fabbricazione meccanica possiede per la trasformazione della materia greggia in prodotto finito.

Nata principalmente per piccole lavorazioni di precisione, la macchina si è in breve tempo agevolmente piegata a tutte le esigenze operative variando struttura da orizzontale a verticale, da testa singola a teste multiple, raggiungendo la versatilità della fresatrice universale e la prodigiosa capacità di lavorare, con l'ausilio di copia, superfici e forme irregolari, un tempo appannaggio esclusivo dell'opera manuale dell'aggiustatore.

Dopo aver praticamente soddisfatto ogni richiesta nel campo delle lavorazioni di piccola e media meccanica relegando limatrici, stozzatrici a soli ben determinati e specifici impieghi in prevalenza ausiliari (attrezzamenti, ecc.) e non di grande produzione, la fresatrice in questi ultimi anni si è mossa risolutamente all'attacco della incontrastata posizione che le grandi macchine a piallare, fino ad oggi, mantenevano nelle lavorazioni di meccanica pesante ed ha conseguito tali affermazioni da assicurarsi un pieno successo anche in tale campo.

Le presenti note hanno lo scopo di illustrare l'impiego estensivo che della fresa è fatto presso lo Stabilimento Fiat Grandi Motori di Torino, nella lavorazione dei grossi getti dei motori Diesel di grande potenza.

È agevole comprendere che mezzi e sistemi specifici di queste lavorazioni possono, come del resto avviene presso la Fiat Grandi Motori, essere estesi a qualsiasi altro particolare di meccanica pesante apportando quelle variazioni che la forma del particolare o la qualità del materiale di volta in volta richiedono.

Nei motori Diesel di grande potenza costruiti dalla Fiat, i particolari in ghisa di maggior peso e dimensioni sono, come in generale per i motori della concorrenza i seguenti:

- il basamento
- i montanti
- i cilindri.

Il basamento, che assume forme diverse a seconda del tipo o potenza del motore, è normalmente suddiviso in tronchi in modo da agevolare sia le operazioni di fusione, sia la sua spedizione a mezzo ferrovia e la successiva messa a bordo attraverso le aperture permanenti praticate nella struttura della nave.

La fig. 1. rappresenta un tronco di basamento per un motore Fiat della potenza di 7.000 HP. Il tronco finito pesa circa 12 Tonn.

È da notare che il basamento più grande fino ad oggi lavorato presso la Fiat Grandi Motori è costituito da 6 tronchi aventi un peso complessivo del greggio di circa 104 Tonn.

I montanti vengono a costituire l'ossatura intermedia di supporto e collegamento dei cilindri al basamento nei motori di grande potenza. I montanti sono di solito fusi separatamente (fig. 2) ed il loro peso si aggira sulle 2,5 ÷ 3 Tonn. Essi sono sul motore uniti fra di loro anteriormente per mezzo delle guide dei pattini e posteriormente per mezzo di traverse.

I cilindri motori, nel cui interno vengono montate camicie riportate in ghisa speciale, possono essere fusi in blocchi multipli oppure più normalmente in singole unità (fig. 3) ed il loro peso può superare le 6 Tonn.

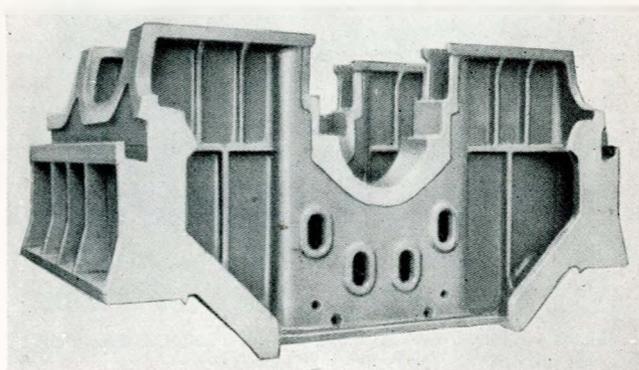
Basamento, montanti e cilindri debbono essere accuratamente lavorati sulle superfici di unione in modo che, collegando le varie parti fra di loro a mezzo di bulloni e tiranti, sia possibile costituire una ossatura sufficientemente rigida, capace di sopportare senza vibrazioni o deformazioni le sollecitazioni date dalla combustione e dalle forze alterne delle masse in movimento.

L'essere il motore Diesel di grande potenza costituito da una struttura composita richiede, per un corretto montaggio, senza quei suppletivi aggiustaggi e raschiature a mano, così estese nel passato, una precisa esecuzione delle lavorazioni di piani di ragguardevole superficie con grado di precisione tale da assicurare rispetto di quote del complesso e perfetto contatto delle parti per la tenuta ai passaggi di olio.

Le difficoltà che si oppongono al raggiungimento integrale di queste richieste sono soprattutto date:

- a) dal peso e volume dei pezzi da lavorare;
- b) dalla tendenza più o meno grande che i pezzi hanno a subire deformazioni, sia per effetto

Fig. 1 - Tronco di basamento per motore Diesel di 7000 Cv. Peso della fusione 11.000 kg.



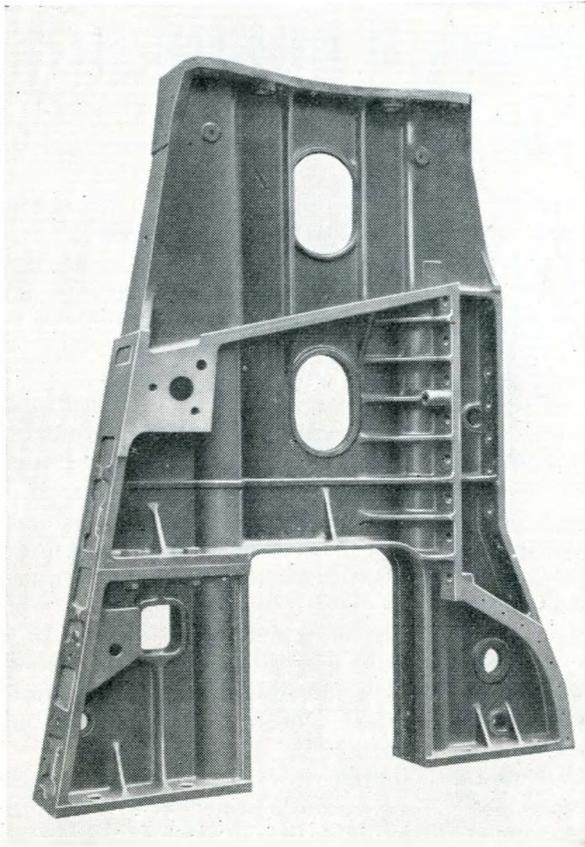


Fig. 2 - Montante per motore Diesel di 9000 Cv. Peso della fusione 2800 kg.

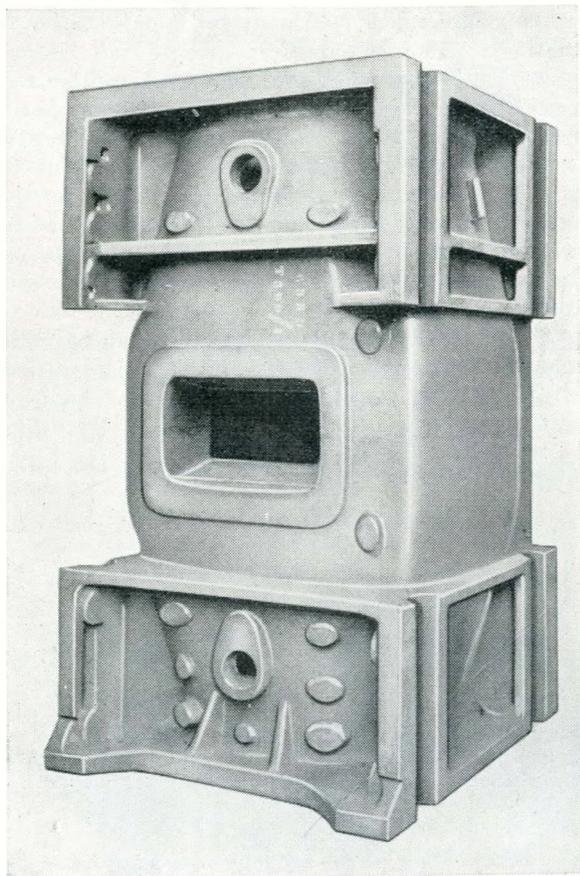


Fig. 3 - Cilindro per motore Diesel di 8000 Cv. Peso della fusione 5700 kg.

del proprio peso nei trasporti o nelle variazioni di appoggio, sia per l'azione di contrasto dei pezzi a cui vengono collegati;

c) dalla estensione talora notevole delle superfici da lavorare;

d) dalla difficoltà di rilevare, con i mezzi di misura normali (piano di riscontro, righe, misuratori ottici), le imperfezioni di lavorazione di piani tanto estesi in superficie.

Per questi principali motivi la lavorazione delle grandi fusioni è stata nel passato, presso lo Stabilimento Grandi Motori come presso la concorrenza, sviluppata con largo impiego di piallatrici, integrate da un notevole lavoro di aggiustaggio eseguito a mano.

La piallatrice presentava, fino a pochi anni or sono, il grande vantaggio di essere normalmente costruita in misure tali da poter accogliere particolari di notevole peso e dimensioni.

Il tutto, accoppiato alla semplicità ed al costo relativamente basso dell'utensile, unito ad una tecnica di impiego già così perfezionata da aver portato ormai alla conoscenza di ogni meccanico le migliori qualità di acciaio, gli angoli di affilatura e spoglia più adatti, le velocità di taglio più consigliabili.

È da notare però che difficilmente queste possono essere elevate ai limiti massimi consentiti dalla qualità dei materiali per l'impossibilità di sottoporre tavole e bloccaggi del pezzo alle ingenti sollecitazioni d'inerzia risultanti dalla inversione di moto della tavola.

L'adozione di porta utensili multipli e di dispositivi a copiare concede alle piallatrici un certo grado di universalità che va tutto a favore di una maggiore possibilità di lavoro e quindi di un più rapido ammortamento della macchina.

In questi ultimi anni, l'arditezza di concezione e di progetto di alcune Case costruttrici che non hanno esitato a costruire fresatrici di dimensioni pari se non superiori a quelle delle più grandi piallatrici, l'adozione di comandi elettronici che hanno stabilito una gradualità operativa atta a soddisfare qualsiasi esigenza, il continuo progresso degli utensili in acciaio rapido, ma soprattutto ai carburi di tungsteno, tantalio o tungsteno-titanio, hanno fatto sì che le fresatrici tendano sempre più ad imporsi anche nel campo della grande meccanica.

Queste brevi note non hanno lo scopo di trattare gli infiniti problemi che l'impiego della fresatrice presenta all'operatore, nè tanto meno di svolgere particolari teorie sul processo di fresatura, ma debbono essere intese solo quale illustrazione dettagliata di processi operativi non molto frequenti da osservare dato l'alto valore dei mezzi e dei materiali in essi impiegati.

La fresatrice impiegata dalla Fiat Grandi Motori è stata costruita nel 1951 da una nota Casa degli U.S.A. (la Ingersoll) ed era, all'atto del suo collaudo, e forse lo è ancora, la più grande macchina del genere esistente al mondo (fig. 4).

Le sue caratteristiche principali, dettate dalla richiesta di poter su di essa lavorare i motori Fiat di maggior potenza, sono le seguenti:

— Dimensioni del basamento	mm	2895,6 × 36880,8	-	121 × 9,5	ft.
— Dimensioni della tavola	»	3962,4 × 17678,4	-	58 × 13	»
— Lunghezza massima lavorabile	»	18288	-	60	»
— Massima larghezza fra le teste orizzontali	»	4267	-	14	»
— Numero delle teste	n	4	-	4	»
— Diametro del canotto porta mandrino delle teste verticali	mm	381	-	15"	»
— Diametro del canotto porta mandrino delle teste orizzontali	»	304,8	-	12"	»
— Spostamento massimo del canotto porta mandrino delle teste	»	508	-	20"	»
— Numero di giri dei mandrini variabile con continuità	da	8	a	315	giri/1'
— Avanzamento delle teste verticali	»	12,7	a	762	mm/1' - da 1/2" a 30"
— Spostamento rapido delle stesse	»			2743	mm/1' - 9 ft.
— Alimentazione teste orizzontali	»	9,52	a	558,8	mm/1' - da 3/8" a 22"
— Spostamento rapido delle stesse	»			1981,2	mm/1' - 6 1/2 ft.
— Alimentazione tavola	»	6,35	a	1524	mm/1' - da 1/4" a 60"
— Spostamento rapido della stessa	»	6096	a	12192	mm/1' - da 20" a 40 ft.

POTENZA DEI MOTORI INSTALLATI

— Sulle teste verticali	75	HP
— Sulle teste orizzontali	50	»
— Motore spostamento tavola	10	»
— Motore spostamento traversa e teste orizzontali	15	»
— Motore spostamento testa verticale	5	»
— Motore per traslazione tavola (ritorno rapido)	40	»
— Motore per traslazione traversa e testa orizzontale (ritorno rapido)	40	»
— Motore per testa verticale (ritorno rapido)	15	»
Peso della macchina	378	Tonn
Costo superiore al mezzo miliardo di Lire.		

Nelle lavorazioni di meccanica pesante i tempi passivi per il trasporto ed il piazzamento dei pezzi sono notevoli e talvolta persino superiori a quelli di pura lavorazione. È quindi di somma importanza che le macchine utensili abbiano un alto grado di universalità in modo da permettere l'esecuzione, con un unico piazzamento, del maggior numero possibile di lavorazioni.

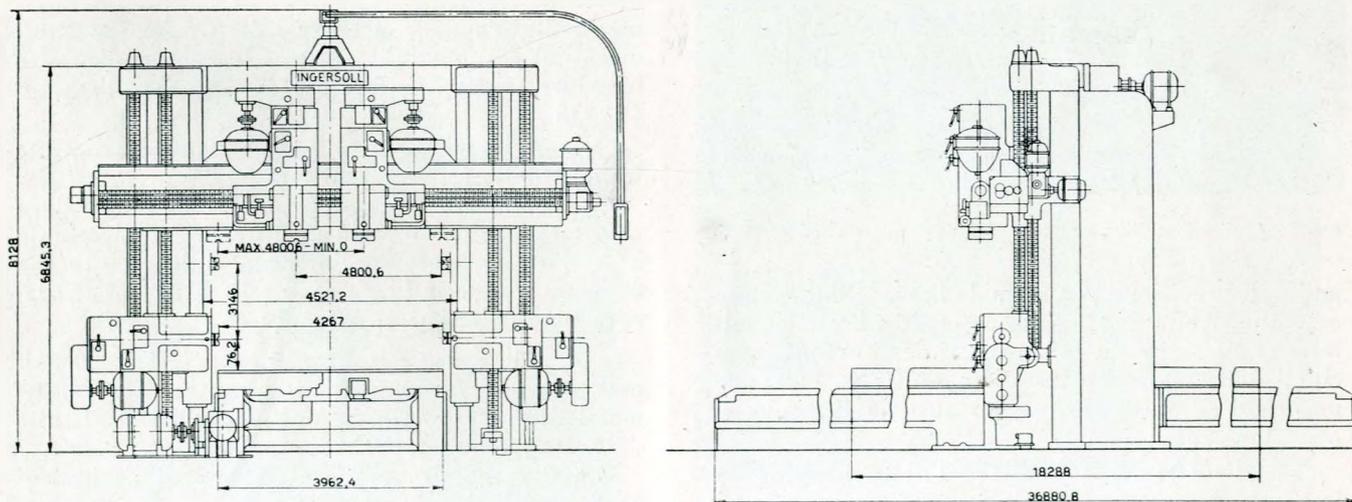
Questa necessità ha promosso lo sviluppo di macchine con tavole di grande superficie, che permettono di eseguire in un'unica ripresa, su elementi assemblati, lavorazioni che in passato dovevano essere eseguite su elementi separati, con evidente guadagno di tempo e precisione.

Ha fatto inoltre adottare anche alle grandi fresatrici un notevole corredo di teste supplementari a

squadra, a sella, inclinate, di trascinamento mandrini sorretti da supporti variamente applicati, che permettono di eseguire, dopo aver ultimato le fondamentali operazioni di fresatura, ulteriori alesature, spianature di recessi, profilature di cave ed operazioni analoghe senza essere obbligati a togliere il pezzo dalla fresatrice e piazzarlo su di un'altra macchina utensile. Le figg. 5 - 6 - 7 - 8 rappresentano applicazioni del genere effettuate presso la Fiat Grandi Motori su fresatrici medie. La fig. 9 rappresenta una delle varie teste a squadra che costituiscono il corredo della grande fresatrice a pialla e consentono l'esecuzione di lavori di fresatura a squadra e di alesatura.

Il grado di precisione ottenibile lavorando con fresatrici di grandi dimensioni è dipendente dal

Fig. 4 - Schema di macchina e capacità di lavoro di una fresatrice-piallatrice Ingersoll di grandi dimensioni installata presso la Fiat Grandi Motori.



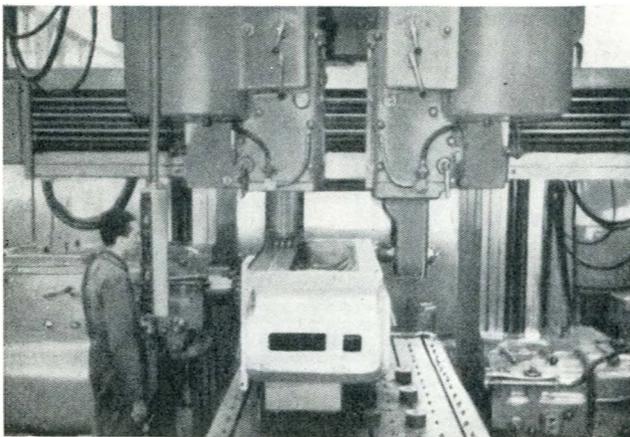


Fig. 5 - Applicazione di fresa verticale su di una fresatrice di medie dimensioni.

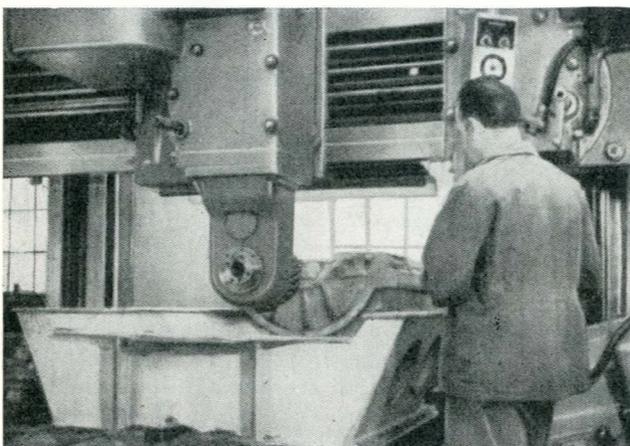


Fig. 6 - Applicazione di fresa laterale su di una fresatrice di medie dimensioni.

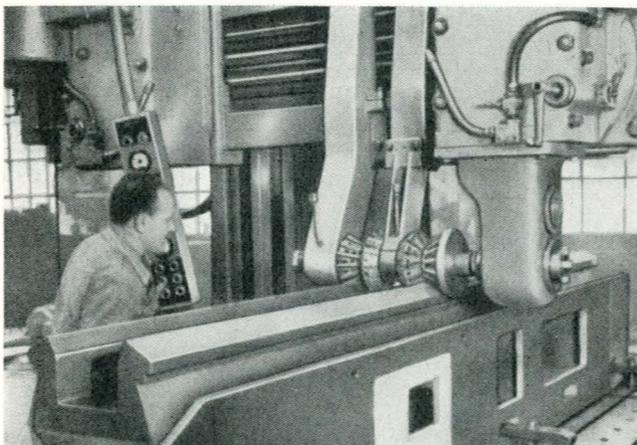


Fig. 7 - Applicazione di fresa speciale su fresatrice di medie dimensioni.

grado di precisione con il quale la macchina è stata costruita. Nella fig. 10 sono riportati i limiti di tolleranza rilevati nelle misurazioni degli organi principali della fresatrice installata presso la Fiat, che mostrano chiaramente quanto alto sia il grado di precisione raggiunto.

I particolari dei motori Diesel di grande potenza lavorati su fresatrice a pialla sono normalmente,

presso la Fiat Grandi Motori, fusi in ghisa avente la composizione e le caratteristiche della tabella 11.

Gli elementi caratteristici da prendere in esame per una illustrazione del processo di lavorazione sono:

- gli utensili (frese);
- le velocità di taglio, la sua profondità e gli avanzamenti;
- le particolarità di operazioni tipiche ed i tempi di esecuzione.

Gli utensili.

Fresa frontale a spianare. — Per le operazioni di spianatura le frese usate sono esclusivamente del tipo a disco con lame riportate. Il diametro massimo può arrivare fino a 560 mm e si è riscontrato, in pratica, la convenienza di non superare queste dimensioni nelle frese destinate ad operazioni di spianatura mentre, per speciali operazioni quali l'alesatura delle sedi cuscinetto (operazione più avanti descritta), si sono raggiunti diametri dell'ordine dei 740 mm.

Il corpo della fresa è normalmente costruito in acciaio SAE 4150 avente composizione: C. $0,48 \div 0,53$ - Cr $0,80 \div 1,10$ - Mn $0,75 \div 1$ - M $0,15 \div 0,25$ - trattato fino ad ottenere durezza Brinell dell'ordine di 350 circa.

Nelle frese a maggiori dimensioni, fino a 740 mm, si è fatto uso di ghisa sferoidale con soddisfacenti risultati sia dal punto di vista tecnico che dal punto di vista economico, essendosi ottenuto il corpo invece che per fucinatura, con processo di fusione con soprametallo minimo e quindi lavorazione ridotta (fig. 12).

Dopo fusione e nodulizzazione, il corpo in ghisa sferoidale è stato normalizzato in aria, previo riscaldamento di 3 ore a 850° , raggiungendo una durezza di 250 Brinell e resistenza di $70/75 \text{ Kg/mm}^2$ e quindi completamente lavorato.

La ghisa sferoidale è soprattutto impiegata nelle frese destinate alle operazioni di finitura, dove cioè le lame non sono soggette ai massimi sforzi.

I corpi delle frese sono fissati al mandrino della macchina mediante una corona di 4 bulloni del diametro di 18 mm, con centraggio a femmina cilindrica del diametro di 50,8 per le frese a diametro inferiore, e 63 per le frese di maggior diametro (fig. 13).

Il trascinamento è assicurato da due chiavette frontali della larghezza di mm 50,8.

Le lame sono del tipo a placchetta a lega dura riportata su di uno stelo di acciaio. La placchetta è prodotta da Case specializzate nella qualità che viene da queste indicata come più adatta per la lavorazione della ghisa. Ad esempio:

— Per ghise con durezza superiori a 200 Brinell vengono fra le altre impiegate: K6 Kennametal - 905 Carboloid - 2A5 Vascoloid HE Firthite - BN Halpamet - H1 Din Krupp.

La durezza di queste placchette si aggira sui 91 Rockwell A.

Caratteristiche del ferro fuso usato nel fondere piastre di fondazione, telai e cilindri

Media analisi chimica	Tipo FIAT GE 10	Tipo FIAT GC
	%	%
Ct	3,20 ÷ 3,40	3 ÷ 3,20
Si	1,65 ÷ 1,95	1,45 ÷ 1,75
Mn	0,52 ÷ 0,67	0,72 ÷ 0,87
P	0,30	0,20
S	0,11	0,11
Cr	—	—
Mo	—	—
Cu	—	—

Caratteristiche meccaniche	Tipo FIAT GE 10		Tipo FIAT GC	
	kg/mm ²	p.s.i.	kg/mm ²	p.s.i.
Rt	25	35,557	28	39,824
Rc	79	112,361	110	156,453
Rf	40	56,892	50	71,115
Hd 10/3000/30"	175	248,902	195	277,349

Rt = Forza di tensione
Rc = Forza compressione
Rf = Forza di flessione

— Per ghise con durezza inferiori ai 200 Brinell sono usate: K6 Kennametal - G1 Din Krupp - 883 Carboloid - 2A 68 Vascoloid HA Firthite - BN Halpamet.

È inoltre impiegabile qualsiasi altra placchetta che dia risultati equivalenti a quelli dati dai tipi sopra citati.

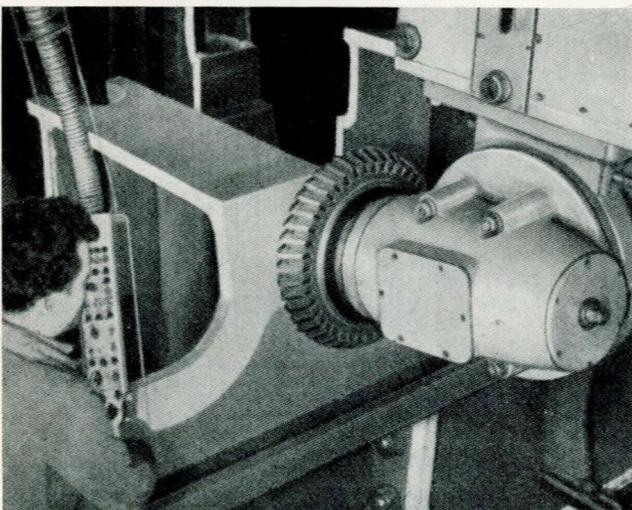
Per il fissaggio delle lame al corpo esistono diversi sistemi che, in molti casi di impiego, non presentano sensibili differenze l'uno dall'altro.

Presso la Grandi Motori è normalmente impiegato il sistema di fissaggio della lama al corpo, realizzato mediante un cuneo a sua volta bloccato con una vite ad esagono interno.

La base di appoggio delle lame è resa più rigida mediante una serie di rigature Whitworth 16 spine per pollice che, secondo la pratica Ingersoll, sono parallele all'asse di rotazione della fresa (figura 14).

Tale rigatura, oltre a permettere un più sicuro bloccaggio della lama, è utile per l'affilatura inquantochè assicura la continua coincidenza dell'asse della lama con l'asse dell'alloggiamento nel corpo della fresa.

Fig. 8 - Applicazione di una testa porta-frese orientabile sulla fresatrice-piallatrice di fig. 4.

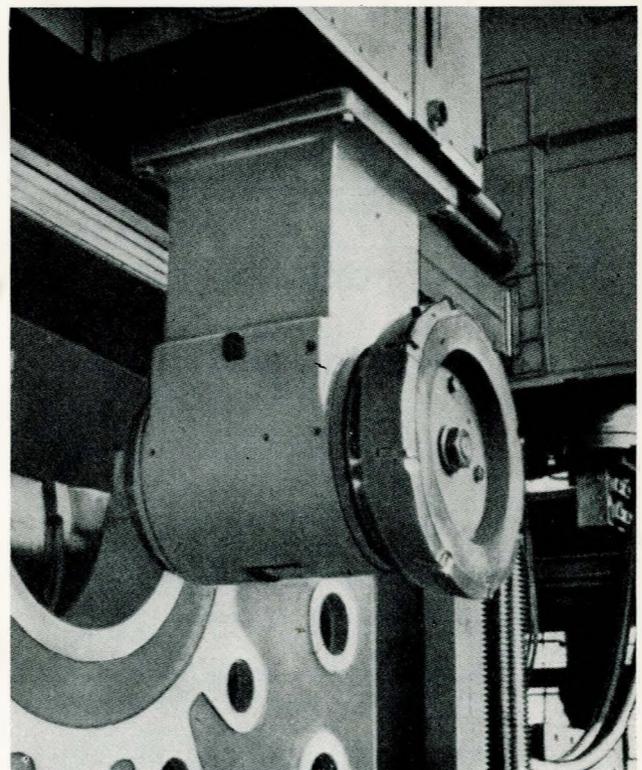


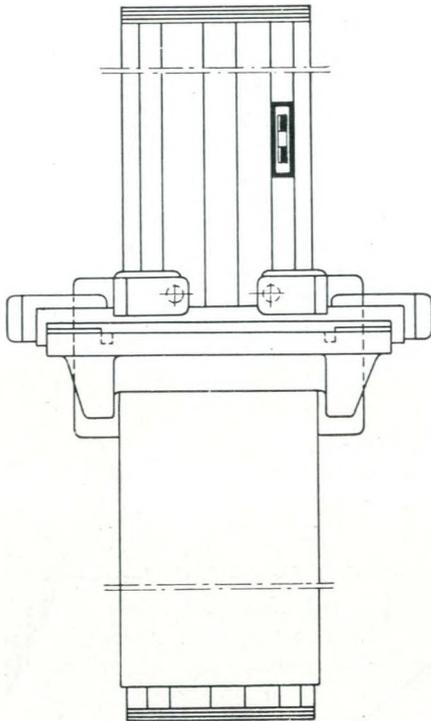
La forma del tagliente della lama varia secondo le operazioni a cui viene adibita e cioè: sgrossatura, semifinitura e finitura. Le variazioni degli angoli di affilatura appaiono evidenti dalle figure 15 - 16 e 17 che riportano i tre tipi base di lame.

Il numero delle lame o denti deve essere tale da permettere il conseguimento dei migliori risultati nei riguardi della:

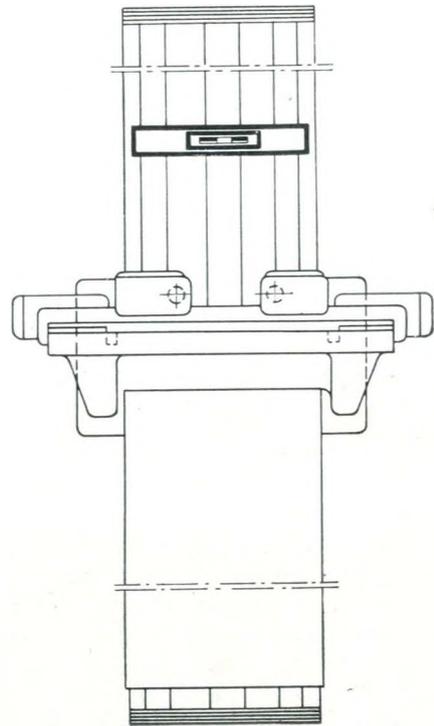
- a) miglior efficienza del taglio
- b) sufficiente robustezza della sezione del dente
- c) sufficiente intervallo per il truciolo
- d) continua azione di taglio
- e) economia di costruzione e d'impiego.

Fig. 9 - Impiego sulla fresatrice-piallatrice di fig. 4, di una testa porta-utensile a squadra con applicazione di frese per alesatura.

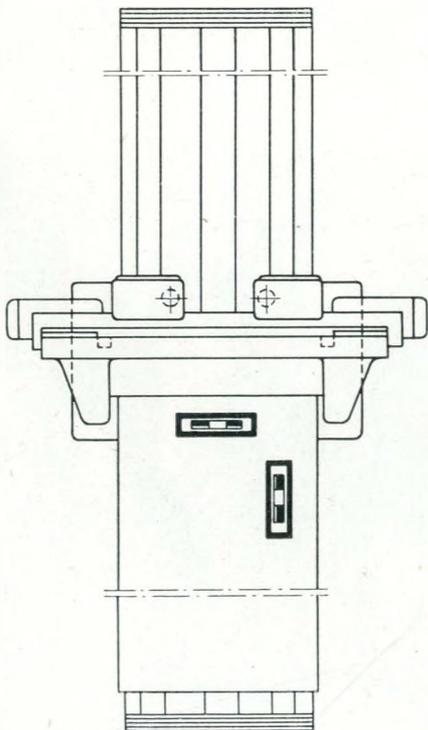




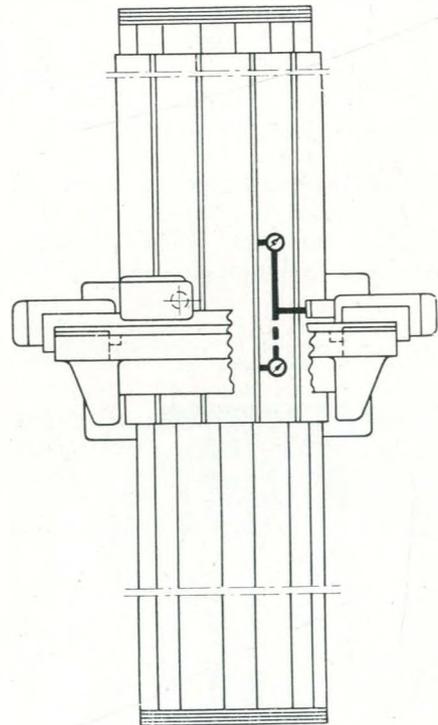
- a) Rettilinearità delle guide del banco in direzione longitudinale:
 Max deviaz. della livella mm 0,02 su 1000
- b) Max sovrizzo delle guide mm 0,04
 (verifica con pelo d'acqua e vite micrometrica o cannocchiale)
 E ammessa solo convessità.



- c) Planarità delle guide del banco in direzione trasversale:
 Max deviaz. della livella mm 0,02 su 1000
 Max sovrizzo: mm 0,04
 (per larghezze di fresatura di oltre 2 metri; ammessa solo convessità)

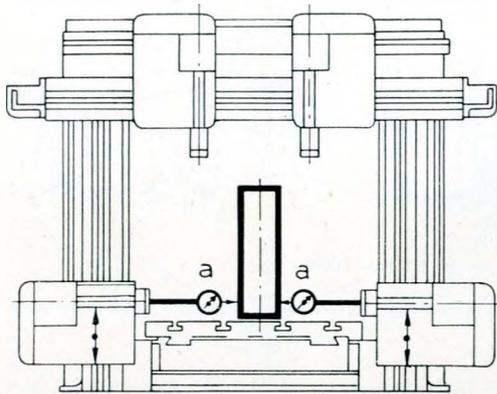
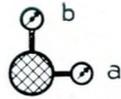


- a) Planarità della tavola in direzione longitudinale:
 Max deviaz. della livella mm 0,02 su 1000
 Max sovrizzo: mm 0,03
- b) Planarità della tavola in direzione trasversale:
 Max deviaz. della livella mm 0,02 su 1000
 Max sovrizzo: mm. 0,05

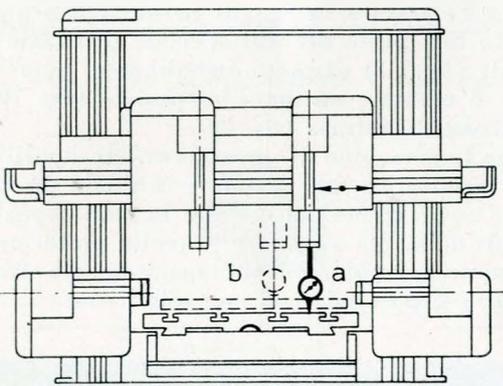


- Perpendicolarità del mandrino porta fresa delle teste sui montanti
 con la direzione del movimento della tavola mm 0,02 su 800 m

Fig. 10 A - Tabella di tolleranze di costruzione per la fresatrice-piallatrice Ingersoll di cui alla fig. 4.



- a) Perpendicolarità dei montanti rispetto alla superficie della tavola nel piano trasversale) mm 0,01 su 1000
- b) idem nel piano longitudinale mm 0,01 su 1000
- c) Parallelismo tra i montanti mm 0,01 su 1000 (ricavato dalle letture e dai sensi di inclinazione della misura)



- a) Parallelismo della tavola rispetto alla traversa fino a 2 metri di fresatura mm 0,03
- b) Planarità della traversa. Stessa misura precedente eseguita con l'inserimento di una riga tra tavola e comparatore. Fino a 2 metri di fresatura mm 0,03

Fig. 10 B - Tabella di tolleranze di costruzione per la fresatrice-piallatrice Ingersoll di cui alla fig. 4.

La pratica di impiego è la migliore guida per la determinazione del numero di denti da adottare.

In linea generale dovrebbe servire la regola che non più di due denti siano contemporaneamente impegnati nel taglio e, su questa base, la Cincinnati dà per il taglio frontale la seguente formula:

$$T = \frac{2 \pi D}{W}$$

dove: T = numero di denti
 D = diametro in pollici della fresa
 W = larghezza del taglio in pollici

Presso la Fiat Grandi Motori, nelle lavorazioni sui grandi getti, si sono avuti buoni risultati per semifinitura e finitura computando:

$$T = \frac{1,5 D}{2,5}$$

per frese superiori al diametro di 70 mm.

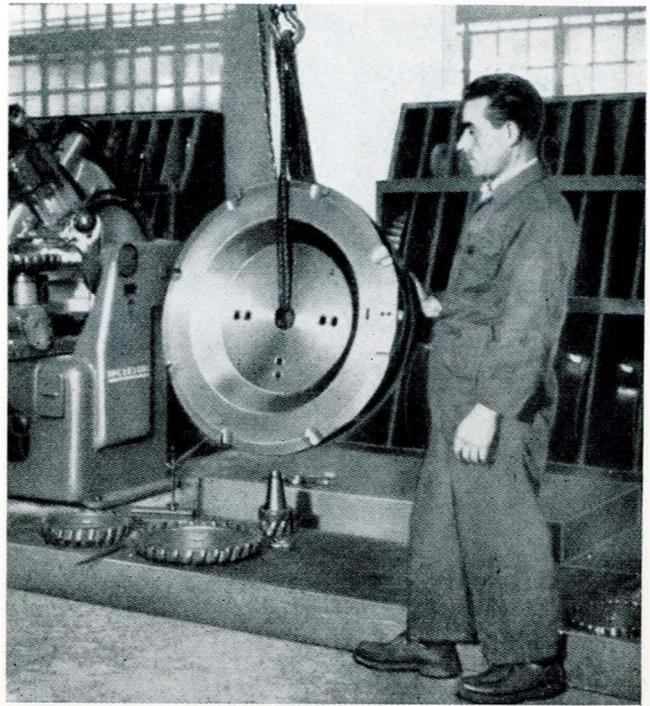


Fig. 11 - Fresa speciale a lame riportate inserite nel corpo in ghisa sferoidale (Diametro 740 mm - Peso 325 kg.).

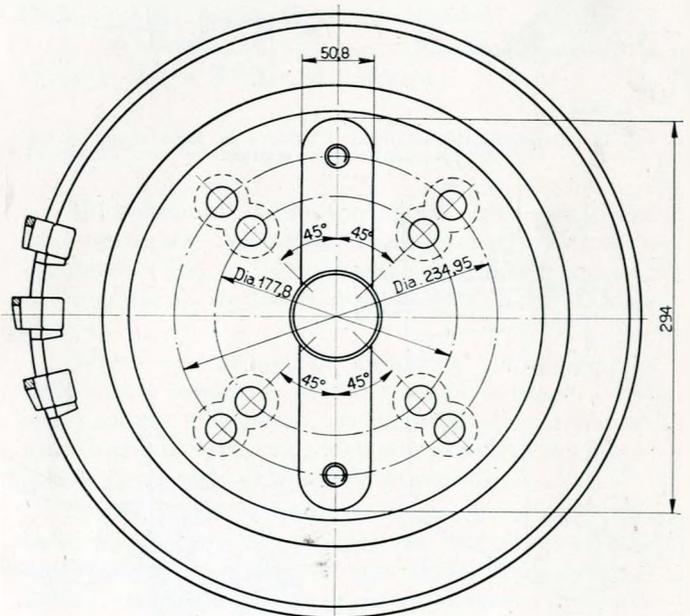
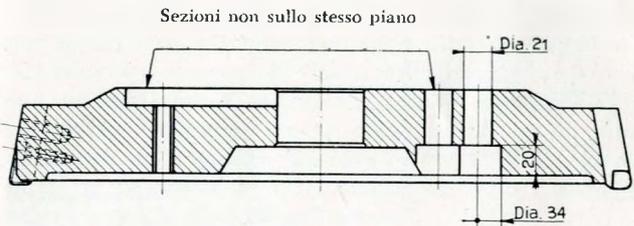


Fig. 12 - Sistema di centraggio, di trascinamento e di bloccaggio della fresa al mandrino

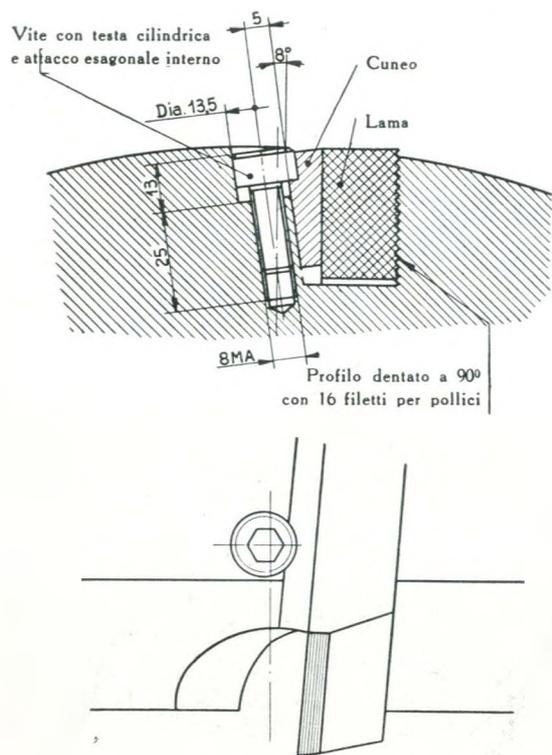


Fig. 13 - Sistema di bloccaggio delle lame nel corpo della fresa.

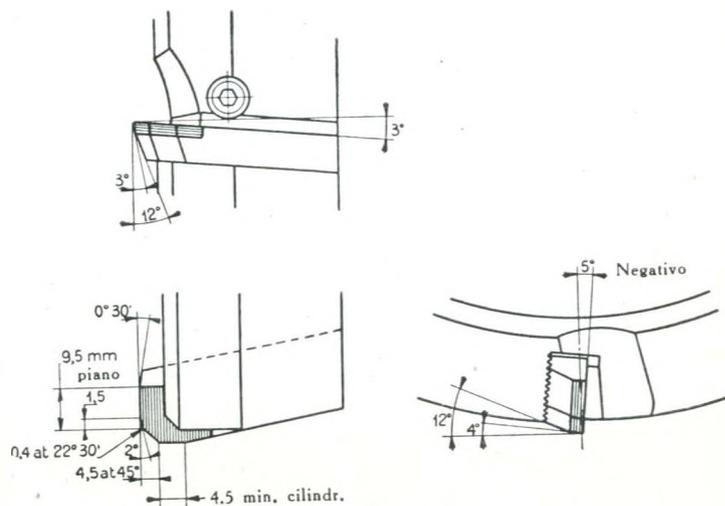


Fig. 16 - Caratteristiche ed angoli di taglio delle lame usate per la finitura.

Per la sgrossatura si riduce del 15 ÷ 20 % il numero dei denti risultanti dall'applicazione della formula sopra indicata.

Frese speciali ad alesare.

Per l'alesatura delle sedi perni di banco è impiegato una porta utensili speciale a 8 lame registrabili (fig. 18) disposte radialmente colla possibilità di montare un utensile speciale (fig. 19) per l'alesatura di finitura (fig. 20).

Per l'operazione di sgrossatura, gli utensili vengono registrati a due diametri in modo da frazionare l'asportazione del metallo in modo eguale tra utensili della fila anteriore e quella posteriore.

Questo per poter più vantaggiosamente sfruttare l'utensile asportando con una sola passata la talora

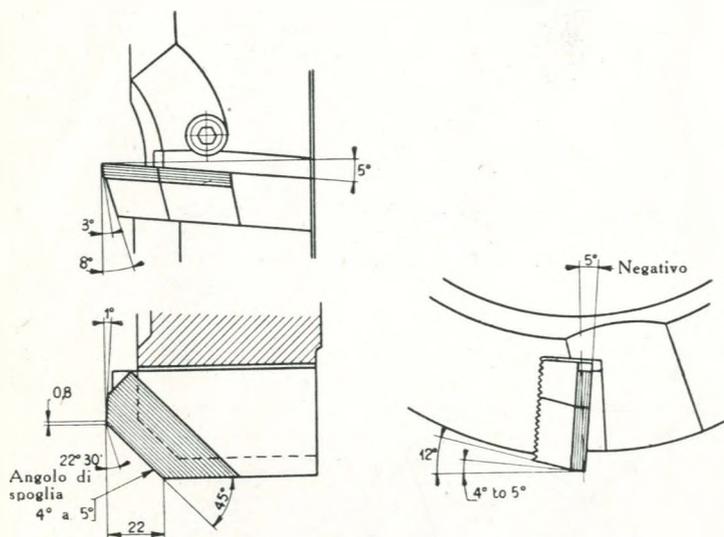


Fig. 14 - Caratteristiche ed angoli di taglio delle lame usate per la operazione di sgrossatura.

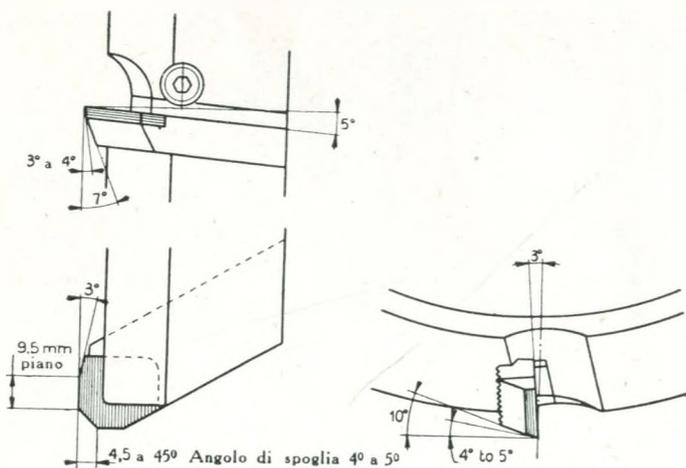


Fig. 15 - Caratteristiche ed utensili di taglio delle lame usate per la operazione di semifinitura.

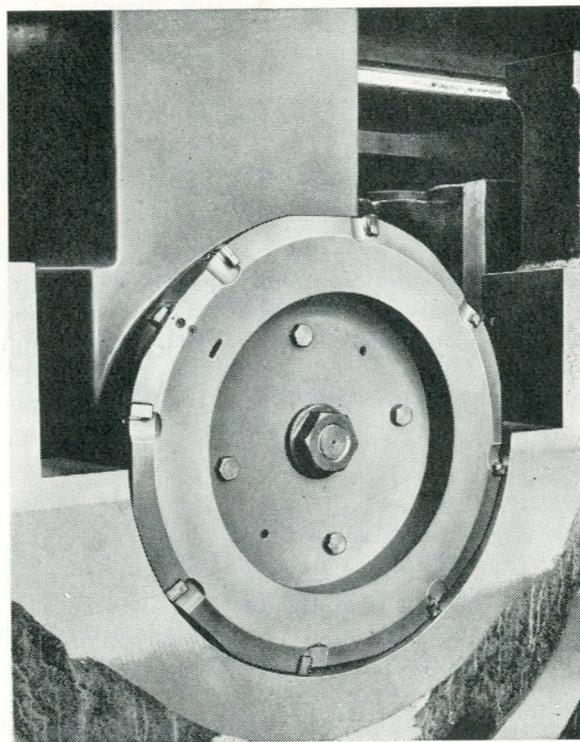
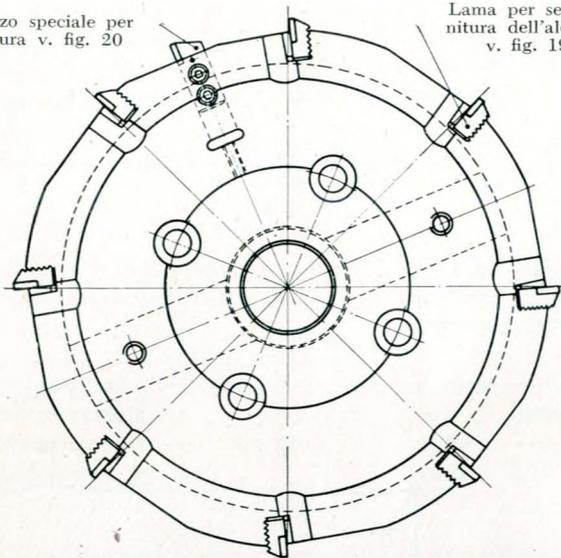


Fig. 17 - Fresa speciale per alesare cuscinetti di grande diametro.

Attrezzo speciale per
finitura v. fig. 20



Lama per semifi-
natura dell'alesatura
v. fig. 19

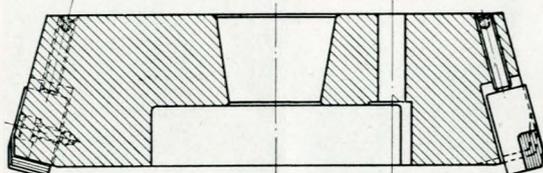


Fig. 18 - Fresa speciale per alesare diametri di grande dimensione.

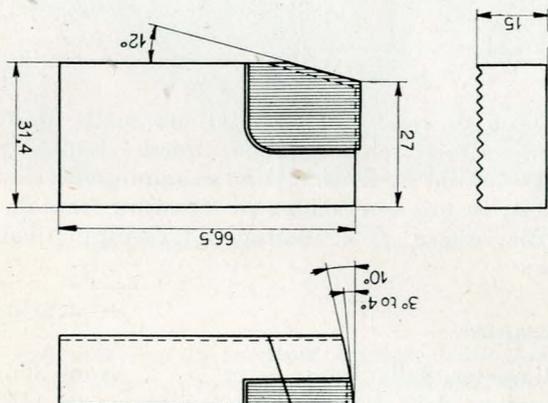


Fig. 19 - Caratteristiche ed angoli di taglio delle lame per l'alesatura di sgrossatura e semifinitura.

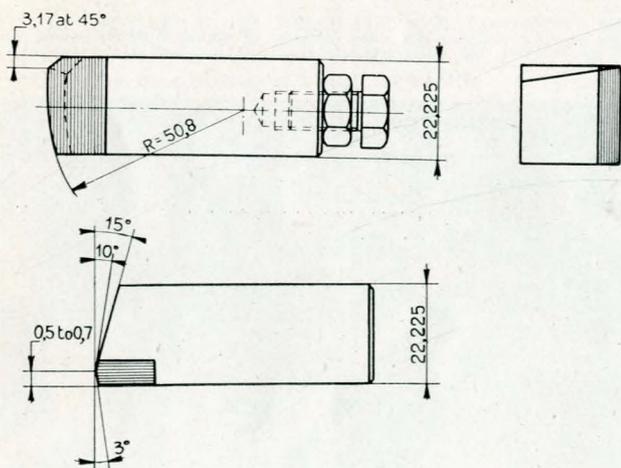


Fig. 20 - Caratteristiche ed angoli di taglio dell'utensile speciale per l'alesatura di finitura.

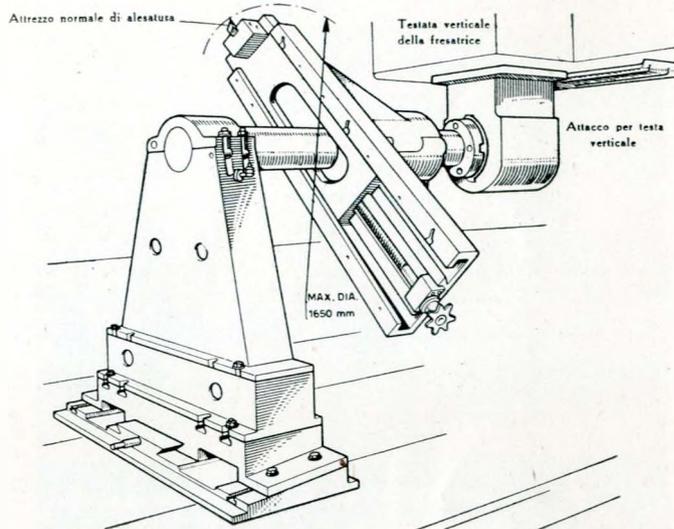


Fig. 21 - Slitta porta utensile con comando a stella per l'alesatura e la tornitura dei basamenti nella sede reggispinta.

notevole crosta di materiale indurito esistente sulle fusioni greggie.

Per l'operazione di semifinitura gli utensili vengono registrati tutti allo stesso diametro, in modo che vengano a lavorare come una vera e propria fresa frontale.

Il soprametallo di mm 0,5 sul raggio, lasciato per le finiture, viene invece asportato con un utensile montato sempre sul disco della fresa e costruito con un tagliente a raggio (di mm 50,80) (fig. 21), con il che l'utensile lavora come un liscio non dando luogo a quelle rigature che si formerebbero qualora l'utensile fosse costruito secondo i disegni normali degli utensili ad alesare.

Il bullone con controdado, che appare sulla figura 21, serve per la registrazione da farsi durante l'affilatura, in modo che la variazione del diametro dovuta ad asportazione della mola possa essere corretta con la registrazione del bullone.

Le frese ad alesare sono applicate alle teste a sella di cui la fresatrice è dotata.

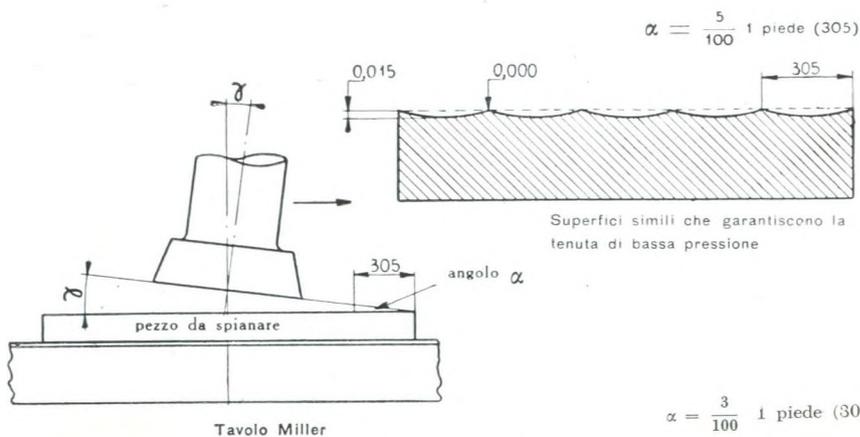
Utensili per alesatura a grande raggio.

Nei basamenti dei motori marini deve essere, dal lato posteriore, praticata una alesatura di grande diametro (fino a 1,5 ÷ 1,8 m) per l'alloggiamento del reggispinta destinato a sopportare la spinta dell'elica.

Questa operazione di alesatura viene eseguita sulla stessa fresatrice a pialla senza operare alcun spostamento del pezzo, nelle migliori condizioni quindi per ottenere una perfetta assialità con l'alesatura della sede dell'albero a gomito.

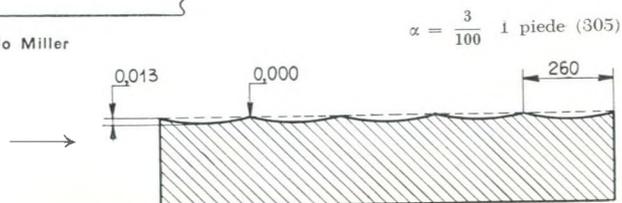
Per eseguirla si impiega un porta utensili speciale, sopportato da un lato da una testa a sella applicata al mandrino di una delle teste verticali della fresatrice e dall'altra da un supporto allineato con l'asse della stessa e fissato alla tavola della fresatrice (fig. 21).

Superficie col grado di finitura A
diametro della fresa: 460 mm
5 passate di 350 mm ciascuna
(2/3 diametro della fresa)



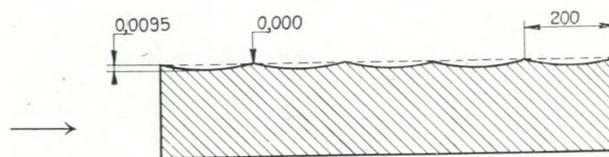
Superfici simili che garantiscono la tenuta di bassa pressione

Superficie col grado di finitura B
diametro della fresa: 406 mm
5 passate di 260 mm ciascuna



Lavorazione di superfici mobili di macchina
(elimina raschiatura)

Superficie col grado di finitura C
diametro della fresa: 305 mm
5 passate di 200 mm ciascuna



Superfici simili che garantiscono la tenuta di alta pressione

Fig. 22 - Rappresentazione grafica dell'inclinazione del mandrino porta fresa e del piano ottenuto lavorando superfici di grande dimensione.

Velocità di taglio, profondità ed avanzamenti.

Senza voler entrare in merito ad un esame delle velocità e profondità di taglio e degli avanzamenti massimi che possono essere impiegati sulla fresatrice descritta nelle varie lavorazioni, ci limitiamo ad esporre i dati di operazioni normalmente eseguite.

Occorre anzitutto premettere che il rilevante valore dei particolari da lavorare richiede la massima attenzione per evitare scarti che condurrebbero ad ingenti perdite di denaro; inoltre, la necessità di conservare in perfetto stato di precisione una

macchina di tale pregio, fa sì che nella pratica d'impiego ci si tenga ragionevolmente lontani dai limiti massimi di sfruttamento raggiungibili.

Così, in una operazione di fresatura frontale di superfici estese, si è adottato ad esempio quanto segue:

Sgrossatura.

— diametro della fresa	mm 305
— numero delle lame	n 14
— numero dei giri	n 60
— velocità di taglio - metri al l'	n 58

Fig. 23 - Controllo di un piano lavorato su fresatrice piallatrice.

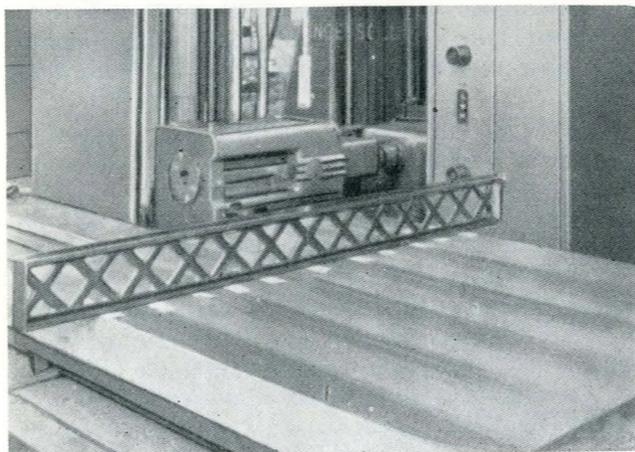
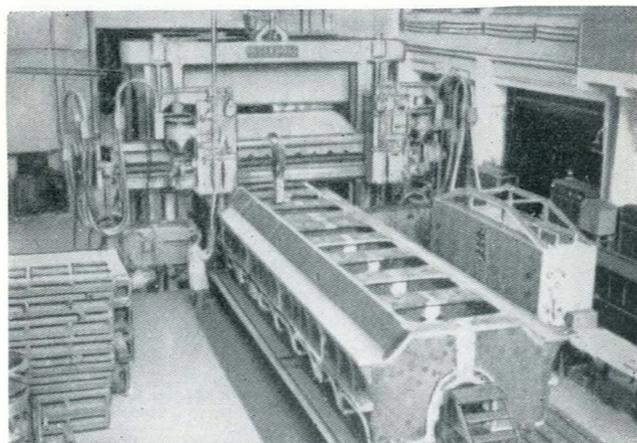


Fig. 24 - Lavorazione del piano inferiore di appoggio di un basamento per motore Diesel di grande potenza.



— profondità di taglio	mm	12
— alimentazione	mm/1'	680
— avanzamento per dente	mm	0,8
— larghezza passata (circa 2/3 fresa)	mm	230
— potenza assorbita dal mandrino	HP	52

Semi-finitura.

— diametro della fresa	mm	406
— numero delle lame	n	32
— numero dei giri	n	69
— velocità di taglio - metri al 1'	n	88
— profondità di taglio	mm	3,5
— alimentazione	mm/1'	550
— avanzamento per dente	mm	0,26
— larghezza passata	mm	300

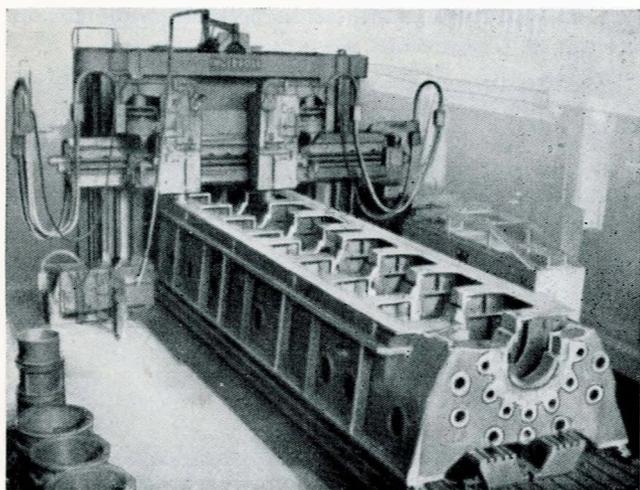


Fig. 25 - Lavorazione del piano di appoggio dei montanti di basamento per motore Diesel - Peso del basamento 102 t.

Finitura.

Eseguita con la medesima fresa impiegata per la semi-finitura e medesimi giri e velocità ma con:

— profondità di taglio	mm	0,5
— alimentazione	mm/1'	450
— avanzamento per dente	mm	0,20

Le operazioni di alesatura sedi cuscinetti del diametro di 650 mm su di un basamento lungo 15 m sono state eseguite con i dati seguenti:

Sgrossatura.

— diametro filo esterno lame	mm	643
— numero delle lame (in doppia serie di 4)	n	8
— numero dei giri	n	21
— velocità di taglio	mt/1'	43
— profondità di taglio	mm	18
— alimentazione	mm/1'	40
— avanzamento per dente	mm	0,47

Semi-finitura.

Viene impiegata la stessa fresa con tutte le 8 lame che lavorano contemporaneamente.

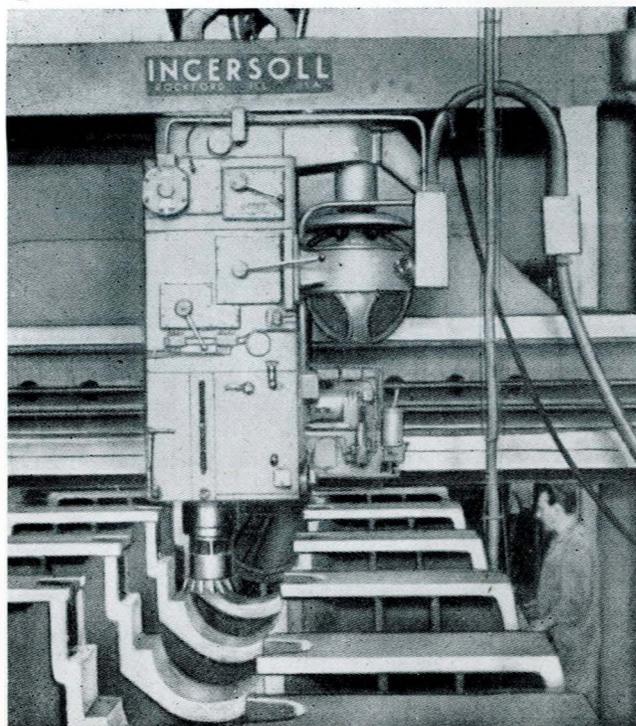


Fig. 26 - Lavorazione del piano di appoggio dei cappelli nei sopporti di banco.

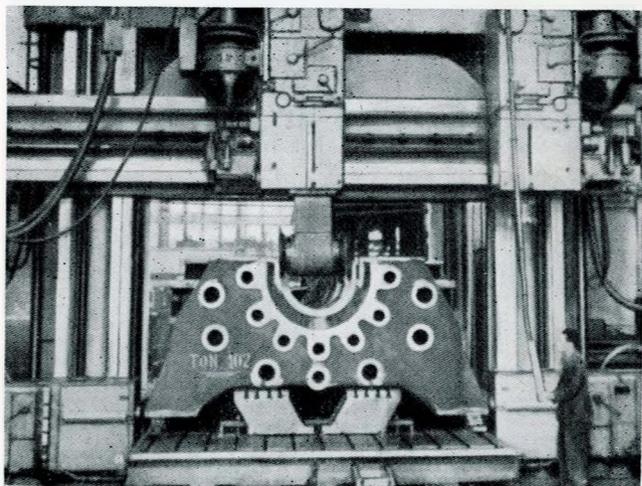


Fig. 27 - Lavorazione degli spallamenti nelle sedi alloggiamento dei cappelli nei sopporti di banco.

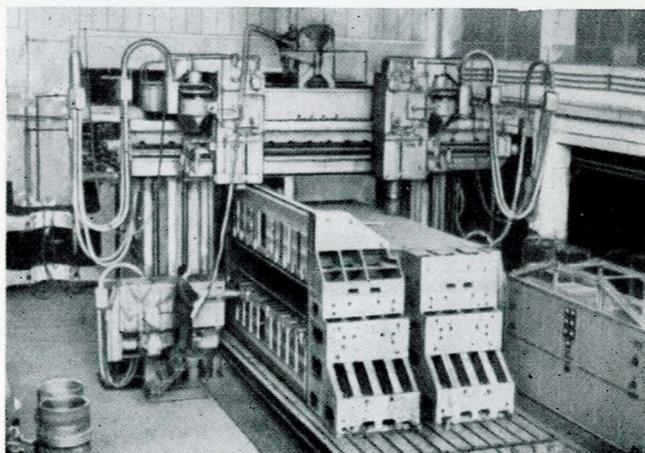


Fig. 28 - Lavorazione contemporanea con 3 teste porta-frese di un gruppo di montanti per motore di grande potenza.

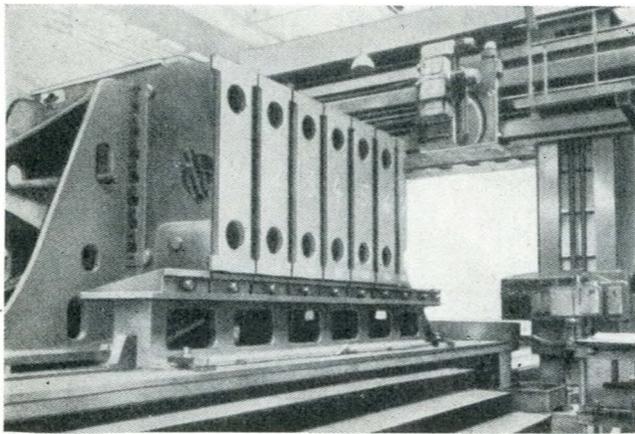


Fig. 29 - Lavorazione di un gruppo di montanti sulla piallatrice.

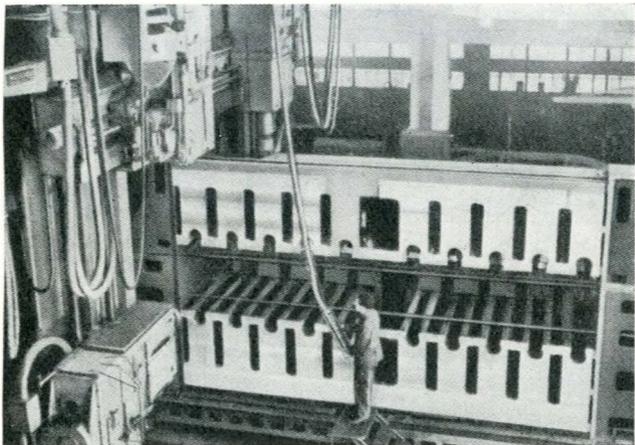


Fig. 30 - Lavorazione di un gruppo di montanti sulla fresatrice-piallatrice.

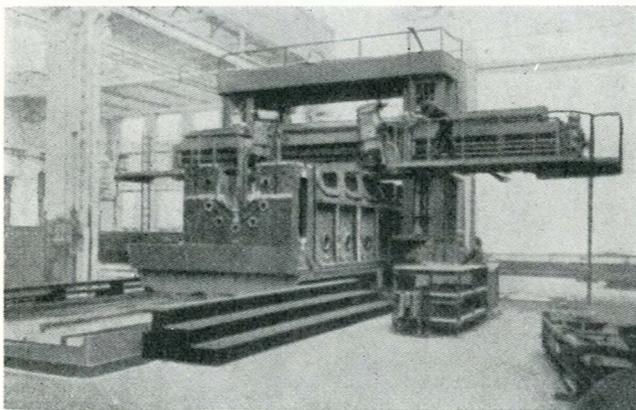


Fig. 31 - Lavorazione della sede alloggiamento dei cappelli nei supporti di banco (vecchio sistema).

— diametro filo esterno lame . . .	mm	648
— numero dei giri	n	22
— velocità di taglio	m/l'	45
— profondità di taglio	mm	2,75
— alimentazione	mm/l'	40
— avanzamento per dente	mm	0,47

Finitura.

Eseguita con 1 solo utensile portato al

— diametro filo esterno	mm	650
— numero dei giri	n	24

— velocità di taglio	m/l'	49
— alimentazione	mm/l'	20
— avanzamento per dente	mm	0,9

Al collaudo dopo finitura si è riscontrato che l'assialità dell'alesatura stava nei mm 0,05 sulla lunghezza di 15 metri, mentre i diametri interni della sede cuscinetti erano a misura con tolleranza di mm 0,02.

Operazioni tipiche di lavorazione su fresatrice a pialla.

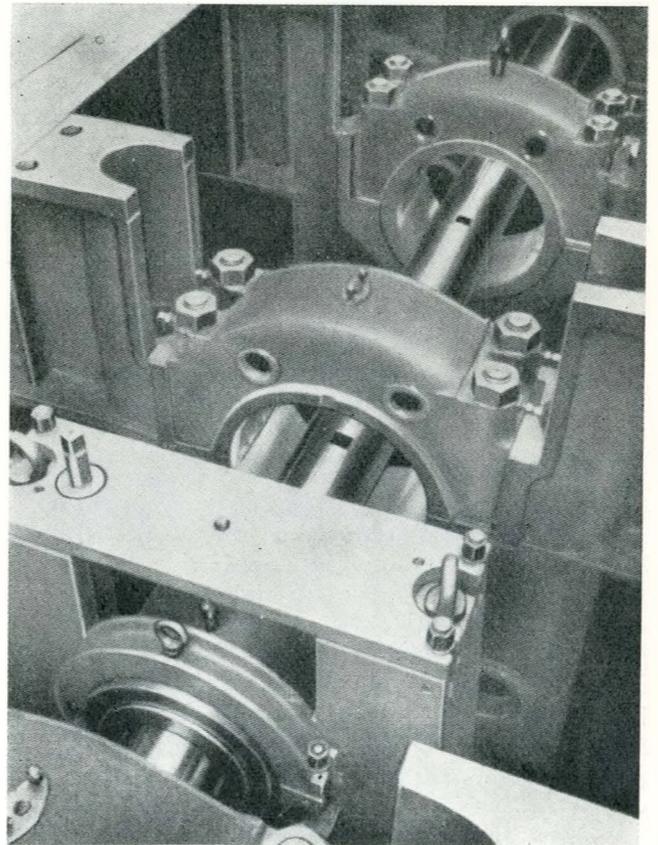
Le operazioni fondamentali che nella lavorazione dei grandi getti vengono eseguite su fresatrice a pialla sono:

- a) Fresatura di spianatura di grandi superfici con frese frontali.
- b) Alesatura di sedi con frese speciali o con portautensili a braccio.
- c) Fresatura di superfici inclinate, superfici in recessi, ecc. con teste portautensili speciali.

La fresatura di spianatura di superfici aventi larghezza superiore o multipla del diametro della fresa offre qualche difficoltà, se si vuole ottenere un ricoprimento perfetto, senza apprezzabile scalino, fra una ripresa e l'altra di passata.

Per raggiungere risultati soddisfacenti, cioè per ottenere che la ripresa, pur essendo otticamente marcata, sia invece minima agli effetti misura, occorre usare le seguenti avvertenze.

Fig. 32 - Alesatura dei supporti di banco con mandrino porta utensile eseguita su alesatrice (vecchio sistema).



Il mandrino porta utensili della macchina deve essere inclinato di un certo angolo rispetto alla verticale (fig. 22).

Il diametro della fresa deve essere scelto sia in relazione della superficie del pezzo, quanto del grado di finitura richiesto per la superficie.

Il numero degli spostamenti laterali della fresa della testa (riprese di lavorazione) deriva dal diametro scelto per la fresa e dal grado di finitura.

Nella finitura di spianatura di superfici di notevoli dimensioni vengono distinti presso la Fiat Grandi Motori, tre gradi fondamentali:

A=Superfici di accoppiamento che debbono garantire tenuta di olio a bassa pressione.

B=Superfici di accoppiamento sede di scorrimento (piani guide pattino e simili).

C=Superfici di accoppiamento con tenuta di olio ad alta pressione.

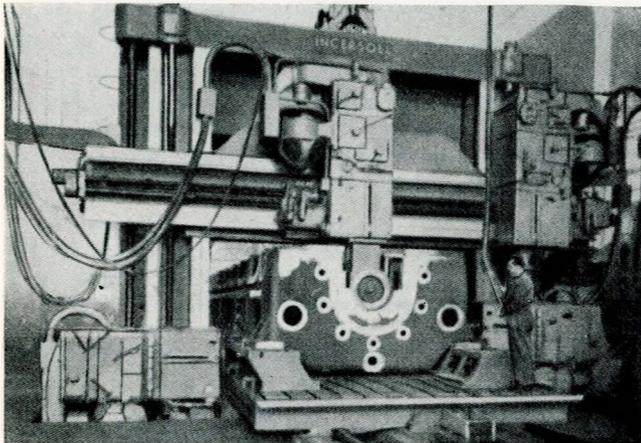


Fig. 33 - Alesatura dei sopporti di banco mediante l'impiego della testa porta-fresa a squadra.

Assumendo come valore zero quello del piano ove giacciono i punti più alti della superficie lavorata, il piano che contiene i punti più bassi deve, per i tre gradi di finitura, essere rispettivamente non più basso di:

A=mm 0,015

B=mm 0,013

C=mm 0,0095

come appare nella fig. 22 che rappresenta un esempio di fresatura di un piano secondo i tre gradi A, B, C.

L'inclinazione γ della testa viene abitualmente misurata con uno spessore z posto alla distanza fissa di mm 305 (equivalente in millimetri di 1 piede) dallo spigolo più basso dell'utensile. Tale spessore z deve essere compreso fra i:

$$\frac{3}{100} \text{ di } 305 \text{ e } \frac{5}{100} \text{ di } 305$$

Per passare da una lavorazione con finitura tipo A a quella con finitura C bisogna abbassare i valori dello spessore z , diminuire il diametro della fresa in proporzione degli spostamenti o riprese che

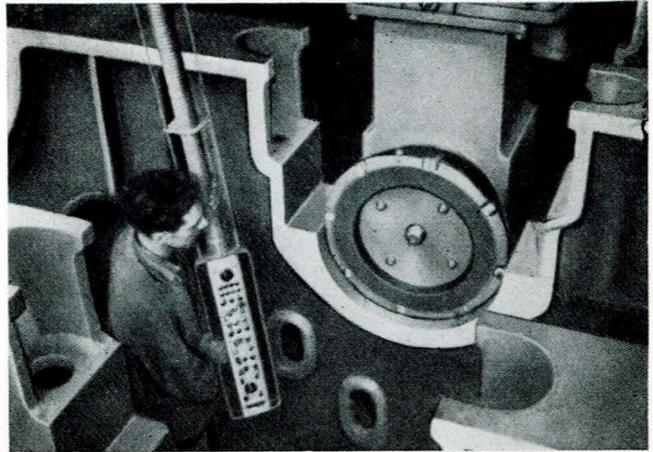
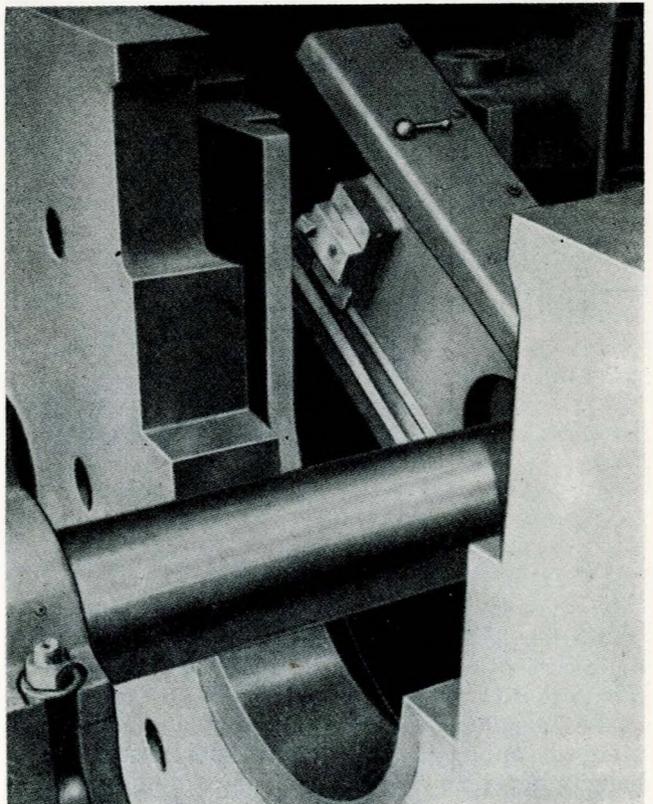


Fig. 34 - Alesatura di finitura con utensile speciale alloggiato sulla periferia del corpo della fresa.

si vogliono fare (fig. 22). Quanto rappresentato dalla fig. 23 dà una chiara idea dei risultati raggiunti anche su superfici di grande estensione.

Nelle figure seguenti sono illustrati alcuni esempi di spianature di grandi superfici. La fig. 24 rappresenta la spianatura di finitura delle sedi di appoggio di un basamento di un motore da 9000 HP dal peso complessivo di 80 Tonn. I tronchi di basamento in precedenza spianati sulla stessa macchina nelle superfici di accoppiamento sono uniti insieme in modo da formare l'intero basamento dalla lunghezza di m 12 circa e questo è spianato di finitura con una differenza di soli 0,04 sulla planarità e 0,05 massimi in senso verticale (spessore).

Fig. 35 A - Lavorazioni della sede del reggisplinta eseguite con slitta porta utensili con comando a stella per lavorazione di grandi diametri.



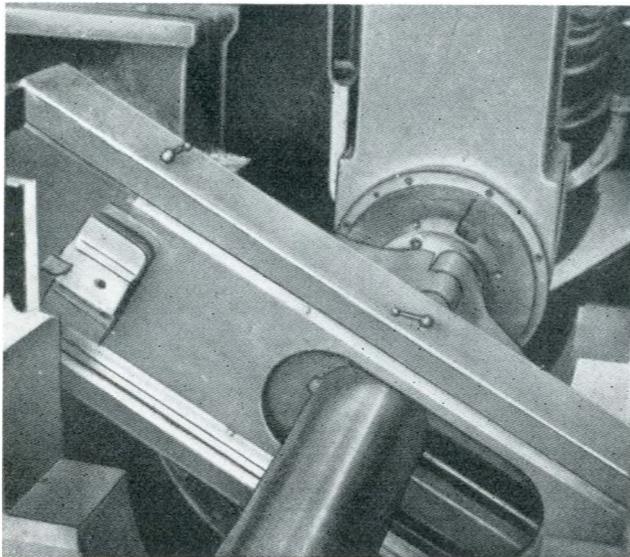
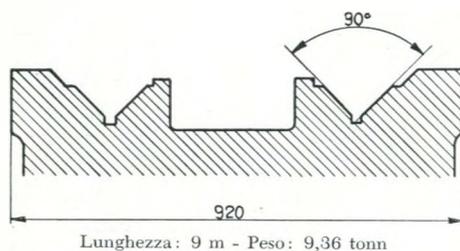
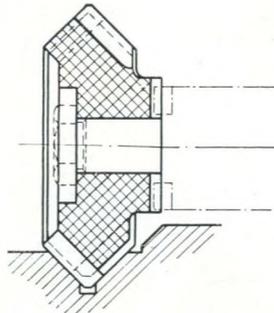


Fig. 35 B - Lavorazioni della sede del reggisplinta eseguite con slitta porta utensili con comando a stella per lavorazioni dei grandi diametri.



1.a Operazione

Sgrossatura



2.a Operazione

Finitura

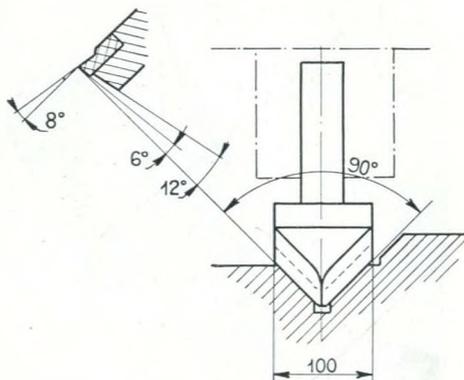


Fig. 36 - Lavorazione delle guide di un basamento per macchine utensili.

La fig. 25 rappresenta la finitura dei fianchi e delle basi di appoggio per i montanti di un basamento di 102 Tonn lungo m 15,130.

Le figg. 26 e 27 rappresentano la lavorazione dei piani di appoggio dei cappelli dei cuscinetti di banco che viene eseguita con una tolleranza mas-

sima di 0,03 in senso verticale su tutta la lunghezza. La fig. 28 rappresenta la lavorazione eseguita facendo lavorare contemporaneamente le quattro teste della fresatrice, del complesso dei montanti montati a pacco fra squadre di sostegno, operazione che nel passato era eseguita esclusivamente su piallatrice (fig. 29).

Nella fig. 30 appare evidente l'alto grado di finitura raggiunto pur con le numerose riprese di passata imposte dall'altezza della superficie da fresare.

Al controllo di montanti ultimati si sono riscontrati fra i piani di appoggio inferiori e superiori distanti circa 3500 mm errori di parallelismo che non superavano i 0,04 mm.

Lavorazioni di alesatura.

Un impiego tutto speciale della fresatrice-piallatrice è quello della alesatura delle sedi dei cuscinetti di banco dei grandi motori Diesel.

Nel passato tale operazione era normalmente eseguita in due riprese richiedenti piazzamenti diversi del basamento, ciascuna delle quali, dato il peso di quest'ultimo, richiedeva un notevole quantitativo di ore non strettamente operative. In un primo tempo, mediante uno speciale attrezzo sostenuto su di una delle teste della piallatrice, si procedeva ad una sgrossatura della sede dei cuscinetti (fig. 31), che poi veniva ultimata con un barenò a lame, il cui mandrino era sopportato da supporti intermedi (fig. 32).

In seguito, i cuscinetti di metallo bianco erano portati al corretto allineamento rispetto all'asse a manovella con lavoro di aggiustaggio a mano e raschiatura.

Con l'operazione di fresatura eseguita con testa a sella (fig. 33) e con gli utensili precedentemente descritti (fig. 34) è possibile eseguire la lavorazione delle sedi di cuscinetto tale da permettere che questi ultimi vengano montati senza aggiustaggio preventivo e con l'esecuzione delle sole raschiature richieste dalle inevitabili imperfezioni degli alberi a gomito che, per la loro mole, non possono essere rettificati, ma solo ultimati di tornio. Nelle figure 35 a) e b) è rappresentata l'alesatura a grande diametro della sede reggisplinta.

Un interessante esempio di lavorazione speciale, che sulla fresatrice-piallatrice può essere eseguito, è quello delle guide profilate dei basamenti di grandi macchine utensili. La tecnica impiegata è quella introdotta dalla Casa Ingersoll e consiste nello sgrassare e semifinire, con fresa sagomata, la guida per poi eseguire la finitura con una lama profilata, che funziona come una broccia ad un sol dente (fig. 36). La lama è fissata ad un apposito porta utensile applicato al mandrino di una delle teste verticali (fig. 37) mentre il pezzo è portato dalla tavola che si muove con velocità appropriata, muovendo in senso contrario a quello delle lavorazioni normali di fresatura, essendo la lama montata con il fronte verso la parte posteriore della traversa. Questo per evitare vibrazioni dovute ai giochi di scorrimento della testa e della traversa.

Il dettaglio delle operazioni per un banco di fresatrice dalla lunghezza di 9 metri e dal peso di 10 Tonn circa, è il seguente:

- 1^a operazione — sgrossatura guida con fresa a profilo fino a 2,5 mm di soprametallo
 2^a operazione — fresatura di semifinitura con 0,15 mm di soprametallo
 3^a operazione — 1° passaggio utensile a lame con velocità della tavola (alimentazione) 350 mm/l' — profondità di taglio 0,07
 4^a operazione — 2° passaggio id. id.
 5^a operazione — 3° passaggio di calibratura e lucidatura con velocità di tavola 300 mm/l' e profondità di taglio mm 0,01.

Nel collaudo eseguito con comparatore centesimale si è constatato che le deviazioni orizzontali e verticali della guida stavano nei 0,01 mm.

Tempi di lavorazione.

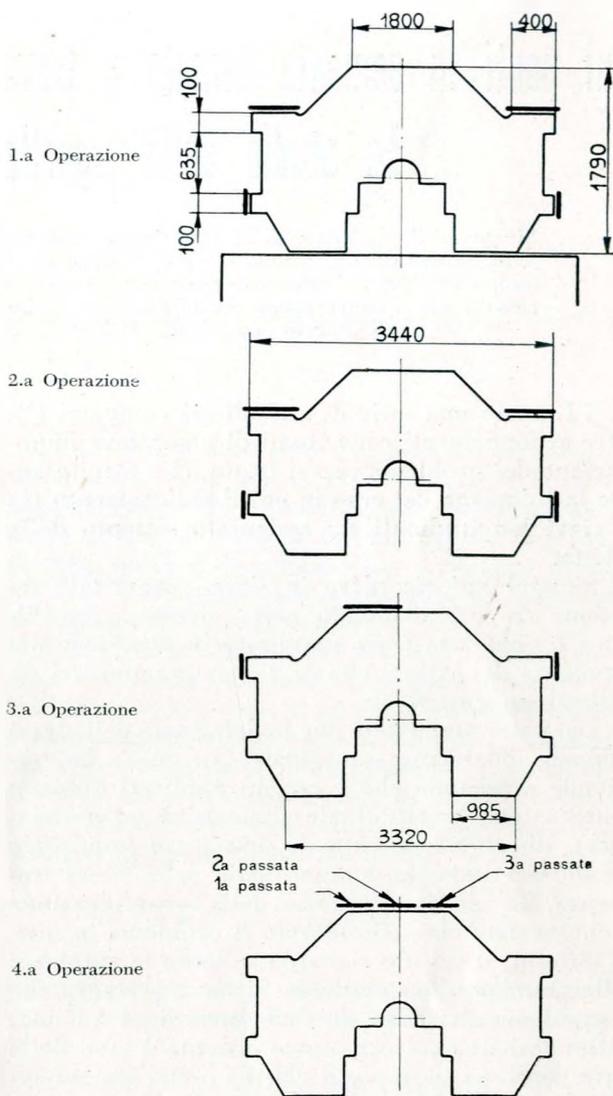
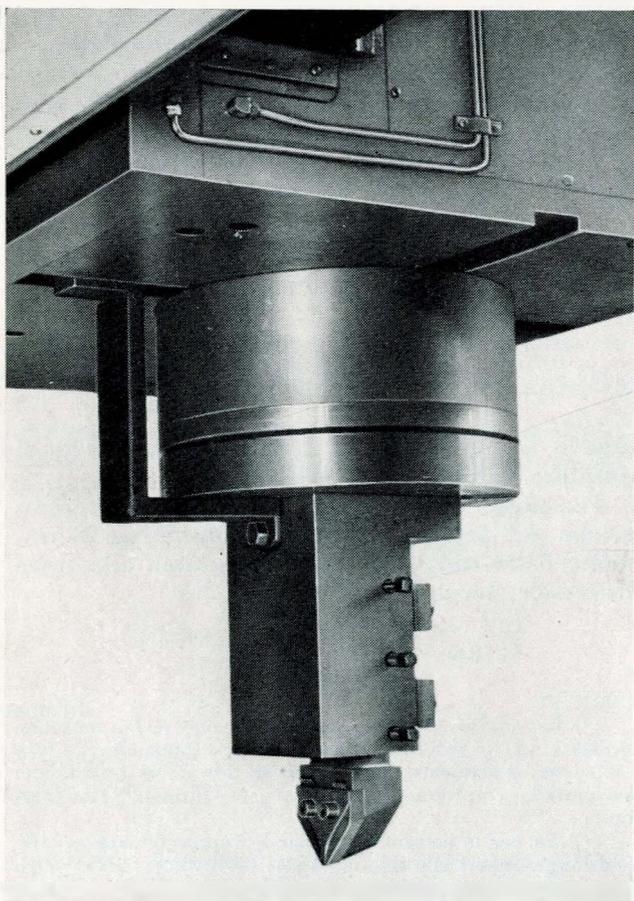
L'impiego della fresatrice-piallatrice riduce notevolmente i tempi di lavorazione, specie se è possibile l'impiego simultaneo delle quattro teste.

Di grande vantaggio è poi la riduzione dei tempi passivi per smontaggio e piazzamento su altre macchine, quando il ciclo di lavoro permette di svolgere sulla fresa operazioni complementari a quelle fondamentali di spianatura.

Notevole è anche l'indiretto beneficio raggiunto con la riduzione al minimo delle operazioni di aggiustaggio al montaggio, in conseguenza delle strette tolleranze e dell'alto grado di finitura ottenibile nella lavorazione delle varie superfici.

L'esempio seguente permette di valutare l'efficienza di una grande fresatrice-piallatrice:

Fig. 37 - Sistema di bloccaggio dell'utensile lavorante come piallatrice.



Totale lunghezza: 15 m - Peso 90,620 tonn

Fig. 38 - Schema di lavorazione di un basamento per motore Diesel con l'impiego razionale delle quattro teste portafresa.

— Lavorazione della parte inferiore (piani di appoggio e piano di attacco coppa olio) e laterale di un basamento per motore Diesel della lunghezza di mt. 15 — peso 90 Tonn circa (fig. 38).

Le operazioni si svolgono come segue:

- 1) Semifinitura piani di appoggio e sgrezzatura grondaie
- 2) Finitura piani di appoggio e semifinitura gronde laterali
- 3) Finitura bordi esterni e prima passata sul piano attacco coppa (con 1 testa verticale)
- 4) Finitura piano attacco coppa e rasamenti sedi per colonne.

Il tempo totale impiegato per l'esecuzione delle quattro operazioni, compreso la messa a punto degli utensili, escluso il montaggio e piazzamento del basamento sulla fresatrice, è stato di ore totali 5,50.

Riteniamo che queste brevi note abbiano sufficientemente illustrato l'estensione data presso la Fiat Grandi Motori all'impiego della fresatrice e ci auguriamo che, dalla loro lettura, i tecnici che si occupano di lavorazioni di meccanica pesante possano trarne motivo di interesse.

Al V Conv. Int. delle Fabbr. Meccaniche.

Paolo Ragazzi

Sui ponti in cemento armato a travata comunque irrigiditi da travi trasversali

Lo studio della ripartizione trasversale dei carichi

Si studia il problema della ripartizione trasversale dei carichi in un ponte a travata semplicemente appoggiata agli estremi considerando l'influenza sia delle travi trasversali che della soletta e mettendo in conto inoltre la rigidità torsionale delle travi longitudinali. L'impostazione che si dà riconduce il problema al caso in cui il collegamento fra le travi longitudinali sia affidato soltanto alla soletta; caso già trattato in un articolo precedente. Il metodo che ne deriva risulta di singolare semplicità.

§ 1. — In una serie di articoli già comparsi ⁽¹⁾, oltre ai fondamenti concettuali di una nuova impostazione del problema che si tratta, si è fornita anche la soluzione del caso in cui il collegamento tra le travi longitudinali sia assicurato soltanto dalla soletta.

Si vuol qui ricordare in sintesi come tale soluzione trovi fondamento nella diversa « sensibilità » ⁽²⁾ che una trave manifesta in relazione alla frequenza dei carichi che su di essa gravano con distribuzione sinusoidale.

Dal poter ammettere che le deformate delle travi abbiano andamento sinusoidale (ad una o due semionde a seconda che i carichi applicati abbiano distribuzione longitudinale simmetrica od antisimmetrica), discende che tutte le grandezze interessate presentano andamento sinusoidale della stessa frequenza. In ciò sta l'essenza della semplificazione proposta dato che, considerato il problema in questi termini, il calcolo riguarda soltanto le ampiezze delle grandezze in questione. Si ha in sostanza che il problema si riduce da due dimensioni ad una, trattandosi di risolvere, come è noto, il caso della trave continua su appoggi elastici e con sezioni sugli appoggi elasticamente impediti di ruotare.

Con quanto si sta esponendo si fa vedere come tale semplificazione possa mantenersi anche nel caso in cui il collegamento fra le travi longitudinali sia assicurato da travi trasversali. E non pare di scarso interesse il fatto che l'onere del calcolo risulti così indipendente dal numero delle travi trasversali medesime.

Allo studio del problema proposto si premettono le seguenti considerazioni.

§ 2. — Sia dato un ponte a travata appoggiata agli estremi costituito da n travi di luce l poste ad un'interasse costante λ e collegate trasversalmente dalla soletta e da m coppie di travi trasversali, essendo ognuna di tali coppie disposta simmetricamente rispetto alla sezione di mezzeria (fig. 1) ⁽³⁾.

Posto che su una delle travi longitudinali agisca

⁽¹⁾ Cfr. B. DALL'AGLIO - Sulla ripartizione del carico fra le travi longitudinali dei ponti in cemento armato - L'Ingegnere, n. 5, 1953; Id. - Dello studio di un particolare tipo di trave continua col metodo delle deformazioni - Atti dell'Accademia Patavina di Scienze, Lettere ed Arti, vol. LXV, Anno acc., 1952-53; Id. - Calcolo della effettiva influenza della soletta quale mezzo di ripartizione del carico nei ponti a travata in cemento armato - Atti e Rassegna tecnica, n. 7, 1953.

⁽²⁾ È chiaro che tale « sensibilità » è da intendere riferita ai parametri di spostamento delle sezioni.

un carico distribuito con legge sinusoidale di pulsazione $\frac{n\pi}{l}$, si faccia lo studio dello stato di tensione e deformazione che ne consegue trascurando la rigidità torsionale delle travi trasversali e ammettendo l'ipotesi che le coppie e le forze concentrate trasmesse dalle travi trasversali alle travi longitudinali abbiano effetto su queste ultime soltanto per quanto riguarda la parte sinusoidale di pulsazione $\frac{n\pi}{l}$.

Giova rilevare subito che la situazione considerata risulta congruente ma non equilibrata, sicché la sua realizzazione sarà possibile ove si applichino ad ognuna delle travi longitudinali le opposte delle infinite coppie e forze sinusoidali non equilibrate. In tali condizioni tutti i parametri di spostamento relativi alle travi longitudinali (abbassamenti delle sezioni e loro rotazioni) hanno andamento sinusoidale di pulsazione $\frac{n\pi}{l}$.

Ora, dette:

φ_i l'ampiezza della rotazione subita dalla sezione generica della trave i -esima (nel suo piano);

ψ_i l'ampiezza della rotazione subita dalla congiungente due punti appartenenti ai bordi estremi del campo i -esimo di soletta e giacenti su un piano perpendicolare all'asse della struttura,

si ha che le rotazioni delle sezioni estreme dell' i -esimo campo della r -sima trave trasversale, nonché quella della loro congiungente, valgono rispettivamente:

$$\varphi_i \sin \frac{n\pi t_r}{l}; \quad \varphi_{i+1} \sin \frac{n\pi t_r}{l}; \quad \psi_i \sin \frac{n\pi t_r}{l}$$

essendo t_r l'ascissa della trave trasversale che si considera, valutata lungo l'asse.

Per effetto di tali rotazioni la coppia concentrata, che agli estremi del campo considerato si trasmette dalla trave longitudinale i -esima alla trave trasversale, ha un momento dato da:

$$k_r (2\varphi_i + \varphi_{i+1} - 3\psi_i) \sin \frac{n\pi t_r}{l} \quad (4)$$

⁽³⁾ Le condizioni particolari che si sono poste non sono necessarie per la validità di quanto si sta esponendo. La loro assunzione, giustificata dalla aderenza alla quasi totalità dei casi pratici, semplifica di molto la parte formale della soluzione.

⁽⁴⁾ Sia per le rotazioni che per le coppie trasmesse dalle travi longitudinali alla soletta ed alle travi trasversali il verso che si assume come positivo è quello orario.

essendo notoriamente:

$$k_r = \frac{2EJ_r}{\lambda}$$

(J_r momento d'inerzia relativo alla trave trasversale r -sima).

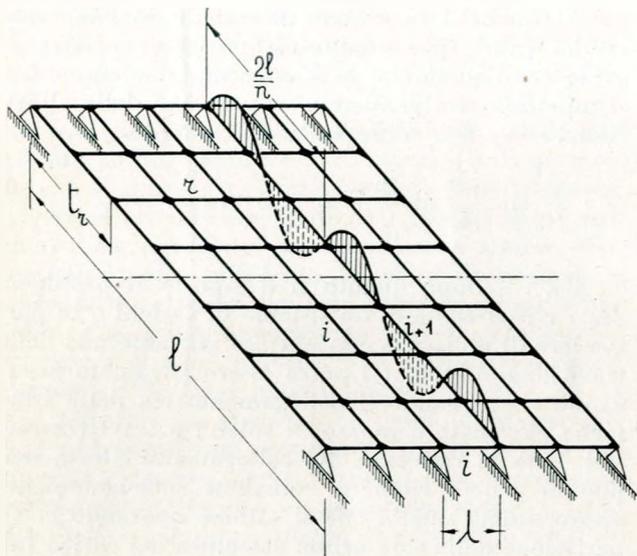


Fig. 1.

Considerata tale coppia unitamente a quella relativa alla trave trasversale simmetrica e tenuta presente l'ipotesi posta all'inizio del paragrafo, lo studio dovrà compiersi mettendo in conto che tra la trave longitudinale e le due travi trasversali in discorso si trasmetta una coppia sinusoidale di pulsazione $\frac{n\pi}{l}$ e di ampiezza:

$$\frac{4k_r}{l} (2\varphi_i + \varphi_{i+1} - 3\psi_i) \sin^2 \frac{n\pi t_r}{l}.$$

Si ha allora che in totale la coppia di pulsazione $\frac{n\pi}{l}$ trasmessa dalla trave longitudinale i -esima al complesso costituito dalla soletta e dalle travi trasversali del campo i -esimo ha un momento di ampiezza:

$$m_{i,i+1} = k(2\varphi_i + \varphi_{i+1} - 3\psi_i) + \frac{4}{l} (2\varphi_i + \varphi_{i+1} - 3\psi_i) \sum_r k_r \sin^2 \frac{n\pi t_r}{l}$$

essendo:

$$k = \frac{2EJ}{\lambda}$$

(J momento d'inerzia della soletta per unità di larghezza).

Se si pone:

$$J_n^* = J + \frac{4}{l} \sum_{r=1}^m J_r \sin^2 \frac{n\pi t_r}{l} \quad 1)$$

$$k^* = \frac{2EJ^*}{\lambda}; \quad \bar{\varphi}_i = \frac{3k^*}{\lambda} \varphi_i; \quad \bar{\psi}_i = \frac{3k^*}{\lambda} \psi_i$$

per il momento in discorso vale l'espressione:

$$m_{i,i+1} = \frac{\lambda}{3} (2\bar{\varphi}_i + \bar{\varphi}_{i+1} - 3\bar{\psi}_i)$$

Con ciò, nelle ipotesi poste, la risoluzione del problema si riduce a quella del caso in cui il collegamento tra le travi longitudinali sia ottenuto a mezzo di una soletta ideale avente momento d'inerzia (per unità di larghezza) J_n^* . Il metodo di calcolo che ne discende risulta pertanto indipendente dal numero di travi trasversali.

È da chiarire infine come, posto e risolto il problema nei termini sovracitati, si possano subito individuare i valori delle coppie concentrate trasmesse effettivamente dalle travi trasversali. Si osservi a tale proposito come l'ampiezza $m_{i,i+1}$ del momento di cui si è trattato vada divisa tra soletta e coppie di travi trasversali in parti proporzionali ai rispettivi momenti di inerzia ideali:

$$J; \quad \frac{4}{l} J_r \sin^2 \frac{n\pi t_r}{l}$$

sicchè il valore della coppia concentrata riguardante la trave trasversale r -sima risulta ovviamente:

$$M_{i,i+1} = m_{i,i+1} \frac{J_r}{J_n^*} \sin \frac{n\pi t_r}{l} \quad 2)$$

Si ritiene infine di accennare come quanto si è esposto per le coppie valga per le forze concentrate trasmesse tra le travi longitudinali e trasversali.

§ 3. — È importante rilevare ora come lo stato di tensione e deformazione studiato al paragrafo precedente per effetto di un carico sinusoidale di pulsazione $\frac{n\pi}{l}$ gravante una delle travi longitudinali abbia interesse ai fini del problema che si vuol risolvere solo quando esso rappresenti la parte « essenziale » di quello effettivo. In altre parole tale stato sarà da prendere in considerazione in dipendenza del fatto che le distribuzioni longitudinali di pulsazione $\frac{n\pi}{l}$ relative ai sistemi di forze e coppie a suo luogo citati rappresentino le armoniche fondamentali dei sistemi medesimi. In tal caso infatti lo stato in discorso potrà accettarsi come effettivo ponendo che le armoniche successive siano totalmente « assorbite » dalle singole travi longitudinali ⁽⁵⁾, ovvero potrà ammettersi in prima ap-

⁽⁵⁾ Si rammenti che le rigidzze (flessionale e torsionale) delle travi in discorso crescono al crescere di n con grande rapidità.

prossimazione per passare poi alla distribuzione delle citate armoniche successive. Nel caso contrario, quando cioè i suddetti sistemi di forze e coppie hanno la prima armonica di pulsazione minore di quella del carico applicato, il caso studiato può non avere alcun interesse in quanto le travi longitudinali collaboranti hanno come loro funzionamento « naturale » quello relativo a tale prima armonica: tendono cioè a funzionare con una rigidità di ordine molto minore. Predominando tal genere di funzionamento, l'entità della collaborazione si riduce a proporzioni tali per cui, supposto trascurabile l'effetto della soletta, può ammettersi che il carico applicato venga totalmente « assorbito » dalla trave su cui grava.

Ponendo che le travi trasversali abbiano ugual momento d'inerzia (condizione che può pensarsi sempre verificata nella pratica), è chiaro che il funzionamento studiato sarà o meno « essenziale » in dipendenza del loro numero e della loro disposizione. In particolare, se $\frac{n\pi}{l}$ è la pulsazione del carico applicato ad una delle travi longitudinali, sotto le ipotesi poste in precedenza, le forze e coppie concentrate trasmesse dalle travi trasversali a quelle longitudinali hanno valori proporzionali a $\sin \frac{n\pi t_r}{l}$. Ragionando sulle armoniche relative ai sistemi di tali azioni concentrate si consideri che, mentre l'ampiezza dell'armonica di cui si valutano gli effetti è proporzionale a:

$$\sum_r \sin^2 \frac{n\pi t_r}{l}, \quad (3)$$

l'ampiezza delle rimanenti armoniche non equilibrate risulta proporzionale a:

$$\sum_r \sin \frac{n\pi t_r}{l} \sin \frac{m\pi t_r}{l} \quad (4)$$

essendo $n \neq m$.

Ora la condizione per cui il caso in istudio sia da prendere in considerazione è che la sommatoria 4) calcolata per l' n considerato e per ogni $m < n$ sia nulla o per lo meno di un ordine di grandezza adeguatamente minore di quello della sommatoria 3) moltiplicata per $\left(\frac{m}{n}\right)^4$ (6).

Giova a questo punto rilevare come in genere le armoniche successive ($m > n$) delle azioni concentrate di cui si discorre (armoniche non equilibrate) possano trascurarsi in quanto, a parte la aumentata rigidità delle travi sulle quali debbono pensarsi agenti, è da osservare, ricordando le considerazioni precedenti, che alla loro possibilità di ripartizione si associa una ampiezza delle medesi-

(6) È chiaro che, ove si convenga di equilibrare con l'applicazione di coppie e forze esterne le armoniche successive a quella di pulsazione $\frac{n\pi}{l}$, la soluzione in discorso risulta « esatta » nel caso in cui la sommatoria 4) sia nulla per ogni $m < n$, approssimata in caso contrario.

me nulla o pressochè tale, mentre se tale ampiezza non è trascurabile perde di interesse il problema della loro ripartizione. Ciò discende ovviamente dalla commutabilità di m con n nella sommatoria 4).

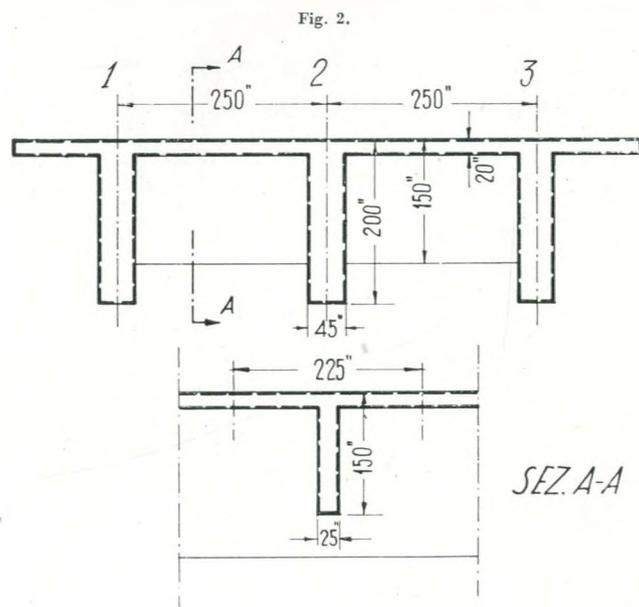
Val la pena infine di notare come il caso limite a cui si perviene facendo tendere all'infinito il numero delle travi trasversali ed a zero i relativi momenti d'inerzia porti alla considerazione del collegamento effettuato soltanto a mezzo della soletta, per il quale il funzionamento nelle ipotesi poste risulta valido per qualunque pulsazione (sotto la ovvia condizione che le striscie della soletta stessa si inflettano indipendentemente le une dalle altre). Quanto sopra è confermato dall'essere:

$$\int_0^1 \sin \frac{n\pi t}{l} \sin \frac{m\pi t}{l} dt = 0 \text{ per } m \neq n.$$

§ 4. — Dopo quanto si è esposto il problema della ripartizione di un sistema di carichi o in particolare di un carico concentrato gravante una delle travi longitudinali (7) potrà essere affrontato osservando che, quando il collegamento tra dette travi viene effettuato a mezzo di soletta e travi trasversali, data la rigidità del collegamento stesso non può in genere ritenersi soluzione sufficientemente approssimata quella che si ottiene operando la ripartizione della sola prima armonica del carico (ad una semionda se simmetrico, a due semionde se antimitrico rispetto alla mezzeria). La ripartizione dovrà effettuarsi anche per qualcuna delle armoniche successive. In genere, per i casi più comuni della pratica, potrà essere sufficiente operare per le pulsazioni corrispondenti ad $n=1,3$ ed eccezionalmente 5 per carichi simmetrici, $n=2$ ed eccezionalmente 4 per carichi antimitrici.

Ciò vale naturalmente nella ipotesi che le pulsazioni in oggetto siano ripartibili, considerato il numero e la disposizione delle travi trasversali. In

(7) Si rilevi che lo studio per un carico applicato in un punto qualunque può subito ricondursi a quello di forze e coppie applicate alle travi longitudinali.

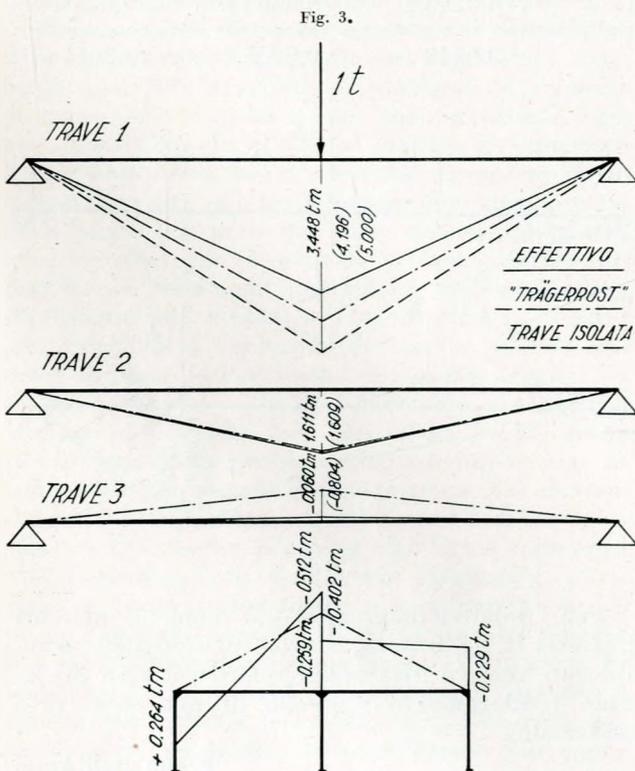


particolare, ricordando quanto esposto al paragrafo precedente, è immediato verificare ad esempio come per una trave trasversale in mezzera risultino ripartibili i carichi simmetrici per $n=1$ e non per $n=3,5$, mentre con tre travi equidistanti sono ripartibili i carichi per $n=1,3$ e non per $n=5$, con 5 travi per $n=1,3,5$ e non per $n=7$.

Quando le travi trasversali sono numerose (caso che si presenta con soletta suddivisa in riquadri funzionanti in regime di lastra) la ripartibilità è possibile per tutte le pulsazioni che interessano; in questo caso è da considerare la opportunità di valutare i sistemi di forze e coppie trasmesse dalle travi trasversali alle travi longitudinali come azioni distribuite sinusoidalmente (si ricordi a tale proposito che l'aumento del numero delle travi trasversali porta verso il caso limite del collegamento continuo). Così operando, pur avendosi in genere una approssimazione sufficiente, si evita di passare a mezzo delle relazioni del tipo 2) dalle azioni sinusoidali alle azioni concentrate: il che facilita la determinazione dei parametri di sollecitazione per le sezioni delle travi longitudinali.

Il fatto che la ripartizione debba farsi per diverse pulsazioni non costituisce ai fini del calcolo un onere rilevante ove si consideri che, eseguita la ripartizione in discorso nei pochi casi stabiliti, l'effetto di un qualunque sistema di carichi è di studio immediato.

Si vuol ricordare infine come l'efficacia del collegamento offerto dalla soletta, che può essere anche notevole in assenza di travi trasversali, possa ridursi di molto in presenza di queste ultime. Ora il fatto che la soletta sia o meno da trascurare può rilevarsi dal confronto tra i valori del suo momento d'inerzia e del momento d'inerzia ideale relativo al complesso delle travi trasversali (cfr. 1).



§ 5. — Per passare ad un esempio di calcolo si consideri un ponte della luce di m 20 costituito da tre travi longitudinali collegate dalla soletta e da una trave trasversale in mezzera. Nella fig. 2 sono riportate le dimensioni essenziali per il calcolo.

Per i momenti d'inerzia si hanno i seguenti valori:

- travi longitudinali $I=5295,3 \cdot 10^4 \text{ cm}^4$;
 $I'=151,9 \cdot 10^4 \text{ cm}^4$
- soletta $J=666,7 \text{ cm}^3$
- trave trasversale $J_1=1534,2 \cdot 10^4 \text{ cm}^4$

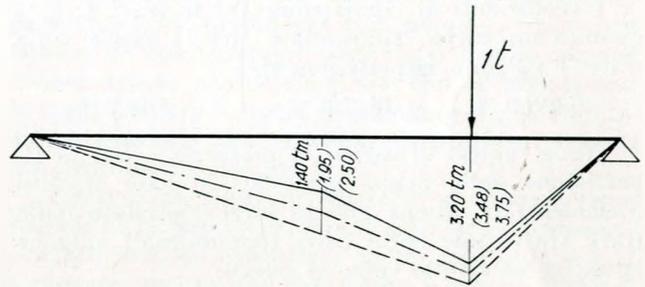


Fig. 4.

Trascurando l'influenza della soletta il momento d'inerzia ideale del collegamento risulta:

$$J_1^* = \frac{2J_1}{1} \quad J_1^* = 15342 \text{ cm}^3$$

Passando al calcolo dei valori adimensionali $\frac{\lambda^2 \epsilon}{3k}$;

$\frac{\epsilon_t}{k}$ con le note relazioni:

$$\frac{\lambda^2 \epsilon}{3k} = \frac{n^4 \pi^4 \lambda^3 I}{6 I^2 J_n^*} ;$$

$$\frac{\epsilon_t}{k} = \frac{n^2 \pi^2 \lambda I'}{2 I^2 J_n^*} \left\{ \frac{6}{\beta (1 + \nu)} + \frac{n^2 \pi^2 (h/I)^2}{4} \right\}$$

e tenendo presente che nel caso in esame si considera solo la ripartizione della prima armonica, per $n=1$ si ha:

$$\frac{\lambda^2 \epsilon}{3k} = 0,054721 \quad \frac{\epsilon_t}{k} = 0,047292$$

Studiando al solito modo (come si è indicato in altro articolo per il collegamento con soletta) la trave continua « associata », si ottengono per i coefficienti percentuali di ripartizione N_1, N_2, N_3 dei carichi sinusoidali F_1, F_2, F_3 applicati rispettivamente alle travi 1, 2, 3 (con disposizione trasversalmente simmetrica ed antisimmetrica) i valori seguenti:

	N_1	N_2	
$F_1 = F_3 = 100 \text{ kg/m}$; $F_2 = 0$	67,767	64,466	$N_3 = N_1$
$F_2 = 100 \text{ kg/m}$; $F_1 = F_3 = 0$	32,233	35,534	$N_3 = N_1$
$F_1 = -F_3 = 100 \text{ kg/m}$; $F_2 = 0$	70,153	0	$N_3 = -N_1$

Si prendano ora in considerazione i casi in cui un carico concentrato di una tonnellata agisca sulla trave 1 in mezzeria ed al quarto.

mentre per i coefficienti di ripartizione dallo studio della trave continua « associata » si ottengono i valori dati dalla seguente tabella:

	N ₁			N ₂			
	n = 1	n = 2	n = 3	n = 1	n = 2	n = 3	
F ₁ = F ₃ = 100 F ₂ = 0	67,243	73,454	84,262	65,514	53,092	31,476	N ₃ = N ₁
F ₁ = F ₃ = 0 F ₂ = 100	32,757	26,546	15,738	34,486	46,908	68,524	N ₃ = N ₁
F ₁ = - F ₃ = 100 F ₂ = 0	69,992	90,119	95,217	0	0	0	N ₃ = -N ₁

I coefficienti di ripartizione tra le travi 1, 2, 3 quando un carico sinusoidale (n=1) agisce sulla trave 1 valgono rispettivamente:

$$68,960 \% \quad 32,233 \% \quad -1,193 \%$$

Nella ipotesi di carico in mezzeria e con la ripartizione della prima armonica in base ai detti coefficienti si ottiene che le forze esercitate dalla trave trasversale sulle travi longitudinali valgono (positive se rivolte verso il basso):

Trave 1	- 0,3104 t
Trave 2	+ 0,3223 t
Trave 3	- 0,0119 t

e per le travi stesse si hanno i diagrammi dei momenti flettenti dati nella fig. 3 (dove sono riportati anche i diagrammi relativi al funzionamento della trave 1 isolata e delle varie travi in regime di « Trägerrost »). Nella stessa fig. 3 è riportato infine il diagramma dei momenti flettenti nella trave trasversale, calcolato a partire dalle rotazioni φ e ψ determinate nello studio della trave continua « associata ».

Per il carico di 1 t al quarto della trave 1, ripartendo solo la prima armonica si ha subito che l'azione di sostentamento del traverso risultata per detta trave uguale alla precedente moltiplicata per $\sin \frac{\pi}{4}$. Si ottiene così una forza di - 0,2195 t. Il diagramma dei momenti flettenti per la trave 1 è riportato in fig. 4.

Come secondo esempio si considera lo stesso ponte nella ipotesi che il collegamento tra le travi longitudinali sia assicurato da tre travi trasversali uguali alla precedente ed equidistanziate. Trascurando ancora l'influenza della soletta e prevedendo di procedere alla ripartizione per le pulsazioni corrispondenti ad n=1,2,3, si ha che per tutti e tre i casi i momenti d'inerzia ideali relativi al complesso di dette travi trasversali valgono:

$$J^* = \frac{4J_r}{l} \quad J^* = 30684 \text{ cm}^3$$

Per i noti valori adimensionali si ha:

	$\frac{\lambda^2 \varepsilon}{3k}$	$\frac{\varepsilon t}{k}$
n=1	0,27361	0,023646
n=2	0,43777	0,099110
n=3	2,2162	0,23993

Studiando ancora i casi in cui il carico di 1t sia applicato in mezzeria ed al quarto della trave 1, dalla ripartizione delle armoniche corrispondenti ad n=1,2,3 si ottengono per le forze trasmesse dalle travi trasversali alla trave 1 i valori seguenti:

Carico in mezzeria

Azioni travi trasversali

	laterali	centrale
n=1	-0,1268 t	-0,1793 t
n=3	+0,0363 t	-0,0513 t
	-0,0905 t	-0,2306 t

Carico al quarto

Azioni travi trasversali

	laterale	centrale	laterale (sotto il carico)
n=1	-0,0897 t	-0,1268 t	-0,0897 t
n=2	+0,0911 t	0 t	-0,0911 t
n=3	-0,0256 t	+0,0363 t	-0,0256 t
	-0,0242 t	-0,0905 t	-0,2064 t

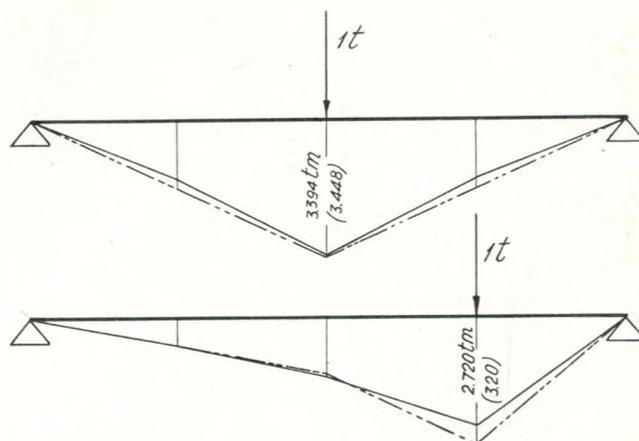


Fig. 5.

Per i relativi diagrammi dei momenti flettenti si osservi la fig. 5 dove, a titolo di confronto, sono riportati anche i diagrammi relativi al caso precedente (collegamento a mezzo di una sola trave trasversale).

Bruno Dall'Aglio

Sullo studio delle strutture con molte iperstatiche

Vengono discussi i sistemi di equazione rappresentativi di schemi elastici complessi suggerendo una via approssimata per accelerare i processi iterativi di soluzione degli stessi, sulla scorta di considerazioni algebrico-elastiche. Viene riportato, come esempio, il calcolo di una struttura a portici multipli con i nodi liberi di spostarsi.

Uno dei casi strutturali più interessanti e di maggior applicazione pratica per l'ingegnere è senza dubbio quello dei telai multipli comunque caricati e con i nodi liberi di spostarsi.

A riprova di tale interesse sta una imponente bibliografia da un lato e dall'altro una maggior dimestichezza dell'ingegnere progettista di oggi con schemi statici che fino a non molto tempo fa erano considerati come trattabili solo da uffici tecnici specializzati o da cultori di Scienza delle Costruzioni. Ritengo che la ragione di questo interesse e di questa diffusione stia nella immediatezza, direi quasi nella vivacità con la quale si son messi in relazione i fatti fisici che si verificano nello schema statico che siam chiamati a risolvere e le operazioni matematiche che si svolgono sulle equazioni scritte per interpretarlo.

Non intendo dire con questo che sia scoperta recente il fatto che la risoluzione di uno schema elastico conduce ad un sistema di equazioni lineari simultanee in numero pari a quello delle incognite: poichè questo era risaputo, dimostrato e ricordato in ogni trattato di Scienza delle Costruzioni. Intendo dire solamente che, il più delle volte, si solleva scindere il problema matematico da quello fisico, concentrando l'attenzione sul miglior modo di risolvere il sistema di equazioni ed ignorando lo schema elastico fino al momento in cui non si fosse giunti a determinare il valore delle incognite.

Siffatto modo di procedere, ossia il considerare il problema fisico legato alla sua espressione algebrica solamente al punto di partenza ed a quello di arrivo, non dico sia errato, ma certamente è un poco restrittivo. In effetti, al mettere in equazioni il problema fisico, noi ci serviamo di un linguaggio matematico per poterlo risolvere con maggiore facilità, ma è ben noto che esiste una completa correlazione tra ogni parola che diciamo in tale linguaggio — ossia ogni operazione matematica che effettuiamo sul nostro sistema algebrico — ed i fatti fisici che si verificano nel nostro schema statico e che sono la traduzione di tale linguaggio.

Non credo sia inesatto affermare che siffatta correlazione — pur ben conosciuta — fu messa in evidenza ed acquistò particolare importanza al diffondersi nel mondo dell'ingegneria del metodo di Cross per la risoluzione dei sistemi a molte iperstatiche. C'è chi ha affermato che Cross è un vero « benefattore » della ingegneria strutturale, e ritengo si possa sottoscrivere tale affermazione. E questo non solo perchè egli ha messo alla portata di qualsiasi progettista volenteroso la soluzione di problemi statici considerati altrimenti pesanti a trattare, ma anche e soprattutto perchè ha reso evidente, direi palpabile, la correlazione cui sopra accennavo tra i passi di successiva approssimazione

che si percorrono (implicitamente) sul sentiero algebrico e gli assestamenti di avvicinamento allo stato di equilibrio finale che a questi corrispondono.

Sulla strada indicata dal Cross si è progredito parecchio e lo spirito del suo metodo è stato ben ripreso ed interpretato: tuttavia il campo rimane ancora aperto ad ulteriori ricerche ed affinamenti in merito alla « forma » di giungere il più rapidamente possibile alla soluzione di problemi elastici già concettualmente risolti.

Ritengo pertanto di qualche interesse l'esposizione di alcune osservazioni sulla analisi algebrico-elastica delle strutture a molte iperstatiche atte a portare un qualche contributo a questo « affinamento di forma » che senza dubbio ha una grande importanza per l'Ingegneria.

Iterazione e convergenza. — Ricordiamo brevemente, per comodità della trattazione che segue, i concetti fondamentali sulla soluzione dei sistemi di « n » equazioni con n incognite coi metodi iterativi. Se in uno di tali sistemi del tipo:

$$(1) \quad \left[e_i^0 + \sum_{j=1}^n e_{ij}^0 X_j = 0 \right]_{i=1}^{i=n}$$

attribuiamo valori arbitrari $X_j^{(1)}$ ($j = 1 \dots n$) alle incognite, risulterà in generale:

$$(2) \quad \left[e_i^0 + \sum_{j=1}^n e_{ij}^0 X_j^{(1)} = \varepsilon_i^{(1)} \neq 0 \right]_{i=1}^{i=n}$$

Se in ognuna delle equazioni i calcoliamo un nuovo valore della incognita X_i corrispondente, tale da annullare il primo membro lasciando fissi gli altri valori $X_j^{(1)}$ ($j \neq i$), si avrà:

$$(3) \quad X_i^{(2)} = X_i^{(1)} - \frac{\varepsilon_i^{(1)}}{e_{ii}^0} = X_i^{(1)} + \Delta X_i^{(1)}$$

Sostituendo questi nuovi valori $X_j^{(1)}$ ($j = 1 \dots n$) nelle equazioni (1), avremo dei nuovi errori di chiusura $\varepsilon^{(2)}$.

Ripetendo il processo (iterazione) m volte, otterremo:

$$(4) \quad X_i^{(m)} = X_i^{(m-1)} - \frac{\varepsilon_i^{(m-1)}}{e_{ii}^0} = X_i^{(m-1)} + \Delta X_i^{(m-1)}$$

Quando si riesca ad ottenere due valori consecutivi $X_i^{(m-1)}$, $X_i^{(m)}$ tali che, colla approssimazione richiesta, siano eguali o — il che è lo stesso —

quando la somma dei valori $\Delta X_i^{(p)}$ successivi a $\Delta X_i^{(m)}$ possa considerarsi trascurabile, potremo dire che il valore ottenuto per le incognite è la soluzione del sistema.

Naturalmente, invece di calcolare i valori totali delle incognite in ogni correzione, può bastare ottenere solamente i valori $\Delta X_i^{(p)}$, risultando il valore finale delle incognite come somma di quello attribuito inizialmente e delle varie correzioni calcolate:

$$(5) \quad \left[X_i = X_i^{(1)} + \sum_{p=1}^m \Delta X_i^{(p)} \right]_{i=1}^{i=n}$$

Logicamente questo modo di calcolare sarà applicabile quando i valori ricavati per le incognite nelle diverse correzioni tendano a valori che siano soluzioni del sistema di equazioni, ossia quando il processo sia convergente. Sappiamo peraltro che tale convergenza è assicurata, nei sistemi di equazioni risolvibili di schemi elastici, poichè, secondo quanto dimostrarono R. von Mises ed H. Pollaczek Geiringer, i sistemi del tipo (1) convergono sempre che siano verificate le condizioni:

$$(6) \quad e_{ij}^0 = e_{ji}^0$$

$$(7) \quad Q = \frac{1}{2} \sum_{i,j=1}^n e_{ij}^0 X_i X_j > 0$$

Orbene tali condizioni nelle equazioni risolventi di schemi elastici, sono sempre soddisfatte, dato che la (6) non è altro che la espressione del teorema di Maxwell (generalizzato) mentre la (7) è l'espressione del lavoro realizzato dalle incognite sul sistema fondamentale, quantità positiva per eccellenza. Nella pratica del calcolo, condizioni particolari di certi problemi possono condurre a sistemi di equazioni che non soddisfino la condizione (6), ossia non simmetrici rispetto alla diagonale principale. Peraltro, trattandosi di schemi che soddisfino il teorema di Maxwell generalizzato, tale condizione è soddisfatta anche se praticamente essi vengono espressi con un sistema di equazioni non simmetrico rispetto alla diagonale principale.

In effetti, dato uno schema elastico che verifichi il teorema di Maxwell e scelte determinate incognite per la sua soluzione sarà sempre possibile stabilire un sistema di equazioni tra loro simmetriche:

$$(8) \quad \left[e_i^0 + \sum_{j=1}^n e_{ij}^0 X_j = 0 \right]_{i=1}^{i=n}$$

Se poi conosciamo « a priori » un numero r di relazioni tra le incognite, del tipo:

$$(9) \quad X_m = X_n \dots X_p = \alpha X_q \text{ ecc.}$$

e le introduciamo nel sistema simmetrico, otterremo un nuovo sistema, di $(n-r)$ equazioni con $(n-r)$ incognite, che evidentemente non sarà simmetrico rispetto alla diagonale principale, dato che in esso vi saranno dei coefficienti ottenuti con operazioni

realizzate sui coefficienti del sistema simmetrico in posizioni non simmetriche; ma evidentemente queste operazioni, che potranno farci guadagnare strada sulla via della soluzione, non alterano il soddisfacimento alla condizione (6).

Ordine delle correzioni nel processo iterativo. Sappiamo ancora che il processo di iterazione può generalmente essere accelerato con la cosiddetta « iterazione continua » e che esistono metodi — come quello della risoluzione per successivi incrementi delle incognite — che, pur non differendo concettualmente dal procedimento iterativo, permettono tuttavia di procedere in forma semplice e con possibilità di errore minime.

Quello che però non sappiamo, poichè è arduo stabilire una regola generale in proposito, è l'ordine secondo il quale devono venire effettuate le correzioni delle incognite per giungere il più rapidamente possibile al risultato finale. Sono stati dati in proposito vari suggerimenti, quali ad esempio:

a) ordine di correzione delle incognite per X_i^0 decrescenti;

b) ordine di correzione delle incognite secondo i maggiori errori di chiusura $\epsilon_i^{(j)}$. (Jurgens);

c) ordine di correzione delle incognite secondo i maggiori $\Delta X_i^{(j)}$ (Southwell).

Orbene, se si confrontano tali suggerimenti su esempi corrispondenti a casi statici vari ci si rende rapidamente conto del fatto che non è possibile dare una regola generale rispetto all'ordine di correzione delle incognite più conveniente agli effetti della rapidità di convergenza del processo di iterazione. In effetti, se si rimane solamente sul terreno algebrico, un procedimento che risulta efficace in un determinato caso statico si dimostra inefficace in un altro, da questo diverso; e ci si persuade che la forma migliore di percorrere il cammino algebrico è di tenere costantemente d'occhio le ripercussioni che questo ha sullo schema statico, in modo da potere, di volta in volta, variare la direzione impressa all'ordine di correzione delle incognite, onde ottenere un miglioramento della convergenza.

In altri termini bisognerà costantemente tenere presente il fatto che, in ogni caso, l'ordine di correzione più conveniente sarà quello che con ogni gradino approssimerà maggiormente lo stato di deformazione del sistema fondamentale scelto come riferimento a quello del sistema dato.

Naturalmente per potere realizzare questo processo è necessario avere « a priori » una idea dei valori finali delle X_i che sono oggetto del calcolo (salvo affinarla nel corso del processo iterativo). Orbene, in parecchi casi pratici e quando si abbia una certa dimestichezza con gli schemi statici fondamentali che ricorrono nella progettazione, non è difficile avere tale idea aprioristica sul valore delle incognite o quanto meno sui rapporti di massima che intercorrono fra le stesse; in ogni caso si può sempre far precedere alla impostazione algebrica del problema uno studio, sia qualitativo che intui-

tivo, dello stesso onde mettersi fin da principio nella posizione più favorevole agli effetti del processo algebrico-elastico.

Per questo, notoriamente, il primo passo importante sarà la scelta del sistema fondamentale di riferimento più indicato. Per analizzare l'influenza della scelta del sistema fondamentale — ossia dei valori delle costanti e_{ij}^0 — sulla convergenza converrà considerare diversi schemi fondamentali, corrispondenti ad uno stesso schema assegnato, mantenendo naturalmente costante la influenza della azione esterna (ossia con azioni tali da produrre termini indipendenti e_i^0 ($i=1, \dots, n$) eguali.

Per questo osserviamo la espressione:

$$(10) \quad X_i = -\frac{e_i^0}{e_{ii}^0} + \sum_{\substack{j=1 \\ (j \neq i)}}^n -\frac{e_{ij}^0}{e_{ii}^0} X_j$$

che si ottiene dalla (1) mettendo in evidenza nella « i » il valore della incognita X_i e, tenendo presente che $-\frac{e_i^0}{e_{ii}^0} = X_i^0$, scriviamola nella forma seguente:

$$(11) \quad \delta X_i = X_i - X_i^0 = \sum_{\substack{j=1 \\ (j \neq i)}}^n -\frac{e_{ij}^0}{e_{ii}^0} X_j$$

Se in questa espressione vogliamo ridurre i valori δX_i modificando solamente le costanti ossia senza variare le cause [e_i^0 ($i=1, \dots, n$) = costante], sarà necessario diminuire i valori delle somme:

$$\sum_{j=1}^n -\frac{e_{ij}^0}{e_{ii}^0} X_j \quad (\text{per } j \neq i)$$

Nel caso limite più favorevole sarà:

$$\left(\sum_{\substack{j=1 \\ (j \neq i)}}^n -\frac{e_{ij}^0}{e_{ii}^0} X_j = 0 \right)$$

Essendo in generale $X_j \neq 0$ ($j=1, \dots, n$) questo significherà $\frac{e_{ij}^0}{e_{ii}^0} = 0$ (per $i, j=1, \dots, n$), il che corrisponderebbe al caso di n equazioni indipendenti, ognuna con una sola incognita.

Quanto più il problema sarà vicino a questo caso ideale, tanto maggiore sarà la convergenza. Per influenza eguale delle cause, godranno di convergenza migliore gli schemi fondamentali nei quali le incognite abbiano la minor influenza relativa, ossia quanto minore sia la quantità dei coefficienti $\frac{e_{ij}^0}{e_{ii}^0} \neq 0$ e minori i loro valori assoluti.

Si potrà allora misurare, con un criterio pratico approssimato, la attitudine di ogni equazione

del sistema ai fini della miglior convergenza con un numero:

$$(12) \quad I_i = \frac{1}{1 + \sum_{j \neq i} \left| \frac{e_{ij}^0}{e_{ii}^0} \right|}$$

che diminuirà con l'aumentare di $\sum \left| \frac{e_{ij}^0}{e_{ii}^0} \right|$ e che potrà chiamarsi « fattore di indipendenza » della equazione relativa alla X_i .

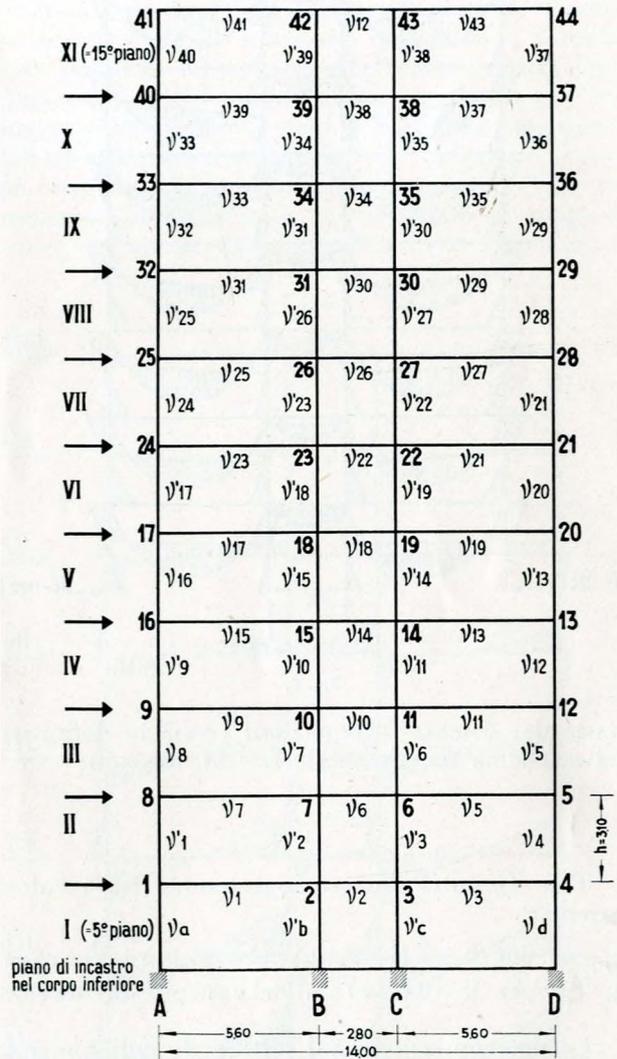


Fig. 1.

Quanto maggiore sarà la influenza reciproca delle incognite, tanto minore sarà I_i che avrà come valori limiti:

$$\text{per } \sum \frac{e_{ij}^0}{e_{ii}^0} = 0 \quad I_i = 1 \quad \text{nel caso più favorevole}$$

$$\text{per } \sum \frac{e_{ij}^0}{e_{ii}^0} = \infty \quad I_i = 0 \quad \text{nel caso più sfavorevole.}$$

Dal fattore di indipendenza delle singole equazioni si ricaverà facilmente il fattore di indipen-

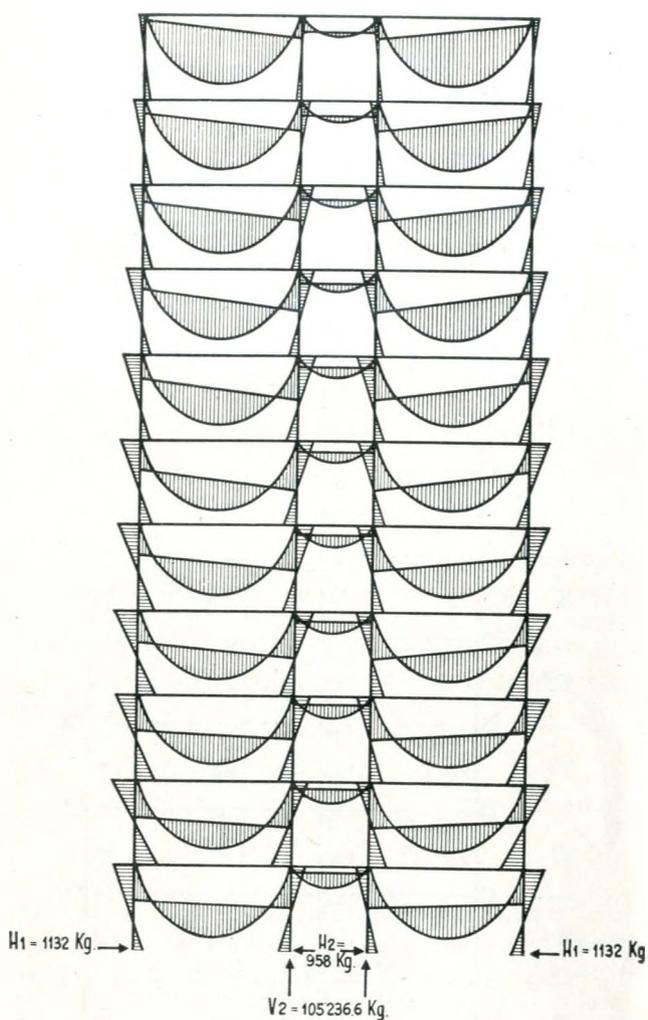


Fig. 2.

denza del sistema di equazioni (ossia in definitiva dello schema fondamentale scelto), essendo:

$$I_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n I_i$$

Tale I_{Σ} potrà variare logicamente fra i valori estremi:

$I_{\Sigma} = n$ per $I_i = 1$ ($i = 1 \dots n$) nel caso più favorevole.
 $I_{\Sigma} = 0$ per $I_i = 0$ ($i = 1 \dots n$) nel caso più sfavorevole.

La determinazione del fattore di indipendenza di equazioni e di sistemi è semplicissima e costituisce un criterio di guida apprezzabile nel corso del processo di iterazione. Naturalmente il fattore di indipendenza dipende dalle caratteristiche elastico-geometriche della struttura che si considera, peraltro nei casi pratici più comuni ricorre frequentemente cogli stessi valori, per cui la sua conoscenza può essere un aiuto notevole nella scelta del sistema fondamentale.

Ad esempio nel caso di trave continua ad n campate, di rigidezza costante, se si prendono come incognite i momenti flettenti sugli appoggi, il fattore di indipendenza del complesso vale:

$$I_{\Sigma} = \frac{2}{3} n$$

Così pure nel caso di portici multipli con nodi fissi, se si prendono come incognite le rotazioni dei nodi e se si applica la nota equazione delle cinque rotazioni il fattore di indipendenza (se la rigidezza è costante su ogni linea di piano) vale:

$$I_{\Sigma} = \frac{2}{3} n.$$

Allo scopo di rendere più evidenti le osservazioni fatte mi pare conveniente esporre e commentare un esempio, ossia il calcolo di uno schema statico che potrebbe a prima vista essere giudicato pesante ma che per contro, con un poco di pazienza e di sensibilità statica può essere portato a termine speditamente.

Mi riferisco ad una struttura a portici multipli che ho avuto occasione di progettare, facente parte di un grande edificio, del quale costituiva il corpo superiore, compreso fra il 5° ed il 16° piano. Dati di progetto sui quali non è il caso di soffermarsi mettevano questo blocco, relativamente assai snello, in condizioni ideali perchè lo si potesse trattare come una struttura a telai multipli con incastro perfetto in corrispondenza della base. Le condizioni di carico esterno a considerarsi erano costituite, sia dai carichi verticali d'uso che da un carico orizzontale corrispondente al vento e valutato sulla base di 100 Kg/m^2 (fig. 1).

Il calcolo fu condotto in due fasi, prendendo in considerazione nella prima i soli carichi verticali, e nella seconda i soli carichi orizzontali.

Prima fase. — Evidentemente nella prima fase il sistema poteva venire trattato col metodo di Cross: preferii tuttavia ricorrere ad una impostazione matematica più esplicita, prendendo come incognite le deformazioni (rotazioni dei nodi) ed applicando il metodo di Gehler, secondo il procedimento e le notazioni del Takabeya: questo appunto nell'intento di verificare la convenienza o meno dei vari metodi iterativi sopra ricordati. Consideravo infatti che, in un caso come questo (22 incognite iperstatiche) il metodo di Cross cominciasse a diventare faticoso essendo più conveniente al posto il procedimento algebrico. Non solo, ma mi soccorreva anche la considerazione che l'aver assunto come incognite le rotazioni dei nodi mi permetteva di prevedere, dati i rapporti fra le varie rigidezze:

a) che l'entità delle rotazioni dei nodi sarebbe cresciuta passando dai piani inferiori ai piani superiori;

b) che la rotazione dei nodi esterni sarebbe stata maggiore in valore assoluto e di segno contrario a quella dei nodi interni.

In altri termini, mi era possibile avere a priori dei dati interessanti agli effetti della soluzione del sistema; questo naturalmente senza contare il già previsto vantaggio di poter usufruire di un sistema con un buon « fattore di indipendenza » I_{Σ} , data la prevalenza dei termini della diagonale principale nel determinante delle equazioni.

Il sistema risultò pertanto il seguente:

$$\begin{aligned}
 \rho_1 \bar{\varphi}_1 + \nu_1 \bar{\varphi}_2 + \nu'_1 \bar{\varphi}_8 &= K \\
 \rho_2 \bar{\varphi}_2 + \nu_2 \bar{\varphi}_3 + \nu'_2 \bar{\varphi}_7 + \nu_1 \bar{\varphi}_1 &= K_1 - K \\
 \rho_7 \bar{\varphi}_7 + \nu_6 \bar{\varphi}_6 + \nu'_7 \bar{\varphi}_{10} + \nu_7 \bar{\varphi}_8 + \nu'_2 \bar{\varphi}_2 &= K_1 - K \\
 \rho_8 \bar{\varphi}_8 + \nu_7 \bar{\varphi}_7 + \nu_8 \bar{\varphi}_9 + \nu'_1 \bar{\varphi}_1 &= K \\
 \rho_9 \bar{\varphi}_9 + \nu_9 \bar{\varphi}_{10} + \nu'_9 \bar{\varphi}_{16} + \nu_8 \bar{\varphi}_8 &= K \\
 \rho_{10} \bar{\varphi}_{10} + \nu_{10} \bar{\varphi}_{11} + \nu'_{10} \bar{\varphi}_{15} + \nu_9 \bar{\varphi}_9 + \nu'_7 \bar{\varphi}_7 &= K_1 - K \\
 \rho_{15} \bar{\varphi}_{15} + \nu_{14} \bar{\varphi}_{14} + \nu'_{15} \bar{\varphi}_{18} + \nu_{15} \bar{\varphi}_{16} + \nu'_{10} \bar{\varphi}_{10} &= K_1 - K \\
 \rho_{16} \bar{\varphi}_{16} + \nu_{15} \bar{\varphi}_{15} + \nu_{16} \bar{\varphi}_{17} + \nu'_9 \bar{\varphi}_9 &= K \\
 \rho_{17} \bar{\varphi}_{17} + \nu_{17} \bar{\varphi}_{18} + \nu'_{17} \bar{\varphi}_{24} + \nu_{16} \bar{\varphi}_{16} &= K \\
 \rho_{18} \bar{\varphi}_{18} + \nu_{18} \bar{\varphi}_{19} + \nu'_{18} \bar{\varphi}_{23} + \nu_{17} \bar{\varphi}_{17} + \nu'_{15} \bar{\varphi}_{15} &= K_1 - K \\
 \rho_{23} \bar{\varphi}_{23} + \nu_{22} \bar{\varphi}_{22} + \nu'_{23} \bar{\varphi}_{26} + \nu_{23} \bar{\varphi}_{24} + \nu'_{18} \bar{\varphi}_{18} &= K_1 - K \\
 \rho_{24} \bar{\varphi}_{24} + \nu_{23} \bar{\varphi}_{23} + \nu_{24} \bar{\varphi}_{25} + \nu'_{17} \bar{\varphi}_{17} &= K \\
 \rho_{25} \bar{\varphi}_{25} + \nu_{25} \bar{\varphi}_{26} + \nu'_{25} \bar{\varphi}_{32} + \nu_{24} \bar{\varphi}_{24} &= K \\
 \rho_{26} \bar{\varphi}_{26} + \nu_{26} \bar{\varphi}_{27} + \nu'_{26} \bar{\varphi}_{31} + \nu_{25} \bar{\varphi}_{25} + \nu'_{23} \bar{\varphi}_{23} &= K_1 - K \\
 \rho_{31} \bar{\varphi}_{31} + \nu_{30} \bar{\varphi}_{30} + \nu'_{31} \bar{\varphi}_{34} + \nu_{31} \bar{\varphi}_{32} + \nu'_{26} \bar{\varphi}_{26} &= K_1 - K \\
 \rho_{32} \bar{\varphi}_{32} + \nu_{31} \bar{\varphi}_{31} + \nu_{32} \bar{\varphi}_{33} + \nu'_{25} \bar{\varphi}_{25} &= K \\
 \rho_{33} \bar{\varphi}_{33} + \nu_{33} \bar{\varphi}_{34} + \nu'_{33} \bar{\varphi}_{40} + \nu_{32} \bar{\varphi}_{32} &= K \\
 \rho_{34} \bar{\varphi}_{34} + \nu_{34} \bar{\varphi}_{35} + \nu'_{34} \bar{\varphi}_{39} + \nu_{33} \bar{\varphi}_{33} + \nu'_{31} \bar{\varphi}_{31} &= K_1 - K \\
 \rho_{39} \bar{\varphi}_{39} + \nu_{38} \bar{\varphi}_{38} + \nu'_{39} \bar{\varphi}_{42} + \nu_{39} \bar{\varphi}_{40} + \nu'_{24} \bar{\varphi}_{24} &= K_1 - K \\
 \rho_{40} \bar{\varphi}_{40} + \nu_{39} \bar{\varphi}_{39} + \nu_{40} \bar{\varphi}_{41} + \nu'_{33} \bar{\varphi}_{33} &= K \\
 \rho_{41} \bar{\varphi}_{41} + \nu_{41} \bar{\varphi}_{42} + \nu_{40} \bar{\varphi}_{40} &= K \\
 \rho_{42} \bar{\varphi}_{42} + \nu_{42} \bar{\varphi}_{43} + \nu_{41} \bar{\varphi}_{41} + \nu_{39} \bar{\varphi}_{39} &= K_1 - K
 \end{aligned}$$

con le notazioni:

$$\nu = \frac{J}{l} = \frac{J}{h}$$

$$\nu' = \frac{J}{h}$$

$$\rho = 2 \sum \nu \text{ in ogni nodo}$$

E = modulo di elasticità

K = momento di incastro perfetto della trave laterale per le condizioni di carico date

K₁ = idem idem per la trave centrale

e le incognite $\bar{\varphi}_n = 2 E \varphi_n$ con φ_n = rotazione del nodo n.

Nel caso concreto si aveva:

$$\begin{aligned}
 \nu_1 = \nu_7 = \nu_9 = \text{ecc. (travi laterali)} &= 1,028 \text{ dm}^3 \\
 \nu_2 = \nu_6 = \nu_{10} = \text{ecc. (travi centrali)} &= 0,2457 \text{ »}
 \end{aligned}$$

$$\begin{array}{ll}
 \nu_a = 2,594 \text{ dm}^3 & \nu_b = 4,483 \text{ dm}^3 \\
 \nu'_1 = 2,102 \text{ »} & \nu'_2 = 3,771 \text{ »} \\
 \nu_8 = 1,691 \text{ »} & \nu'_7 = 3,153 \text{ »} \\
 \nu'_9 = 1,325 \text{ »} & \nu'_{10} = 2,594 \text{ »} \\
 \nu_{16} = 0,766 \text{ »} & \nu'_{15} = 1,691 \text{ »} \\
 \nu'_{17} = 0,560 \text{ »} & \nu'_{18} = 1,325 \text{ »} \\
 \nu_{24} = 0,388 \text{ »} & \nu'_{23} = 1,028 \text{ »} \\
 \nu'_{25} = 0,266 \text{ »} & \nu'_{26} = 0,560 \text{ »} \\
 \nu_{32} = 0,1715 \text{ »} & \nu'_{31} = 0,388 \text{ »} \\
 \nu'_{33} = 0,1715 \text{ »} & \nu'_{34} = 0,266 \text{ »} \\
 \nu_{40} = 0,096 \text{ »} & \nu'_{39} = 0,1715 \text{ »}
 \end{array}$$

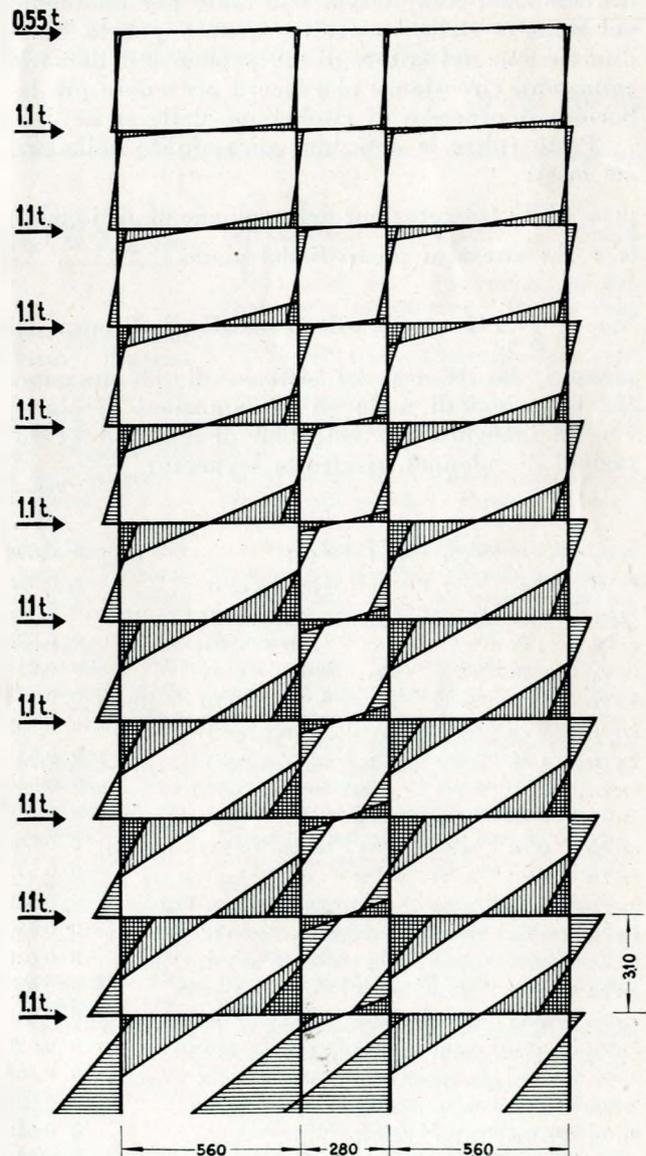
$$\begin{aligned}
 K &= 58,82 \text{ t.dm} \\
 K_1 &= 13,72 \text{ t.dm}
 \end{aligned}$$

Con tali coefficienti i fattori di indipendenza che ne risultavano per le singole equazioni erano i seguenti:

$$\begin{array}{ll}
 I_1 = 0,785 & I_{12} = 0,666 \\
 I_2 = 0,795 & I_{13} = 0,666 \\
 I_3 = 0,678 & I_{14} = 0,677 \\
 I_4 = 0,666 & I_{15} = 0,679 \\
 I_5 = 0,666 & I_{16} = 0,666 \\
 I_6 = 0,678 & I_{17} = 0,666 \\
 I_7 = 0,673 & I_{18} = 0,677 \\
 I_8 = 0,666 & I_{19} = 0,683 \\
 I_9 = 0,666 & I_{20} = 0,666 \\
 I_{10} = 0,673 & I_{21} = 0,666 \\
 I_{11} = 0,675 & I_{22} = 0,688
 \end{array}$$

In complesso fattori di indipendenza assai buoni e tali da far sperare che, adottando un procedimento iterativo per la soluzione del sistema, sarebbe stato possibile ottenere una sufficiente approssimazione dopo pochi tentativi. Poteva discutersi l'opportunità di iniziare il ciclo di iterazione (continua) dall'ultima equazione (dato che in questa, come già osservato, le incognite erano previste di valore massimo) oppure dalla prima (dato il maggior valore del fattore di indipendenza e dei coefficienti

Fig. 3.



delle incognite). Ritenni, ancora in base a considerazioni intuitive, più consigliabile scegliere la prima alternativa ed in effetti la soluzione del sistema venne raggiunta con buona approssimazione al 4° ciclo di iterazione continua, ottenendo per le incognite $\bar{\varphi}$ i seguenti valori, che confortano le previsioni fatte:

$\bar{\varphi}_1 = 4,52$	$\bar{\varphi}_{24} = 13,27$
$\bar{\varphi}_2 = -2,21$	$\bar{\varphi}_{25} = 16,68$
$\bar{\varphi}_7 = -2,077$	$\bar{\varphi}_{26} = -8,91$
$\bar{\varphi}_8 = 4,49$	$\bar{\varphi}_{31} = -13,33$
$\bar{\varphi}_9 = 5,36$	$\bar{\varphi}_{32} = 22,04$
$\bar{\varphi}_{10} = -2,546$	$\bar{\varphi}_{33} = 24,61$
$\bar{\varphi}_{15} = -3,529$	$\bar{\varphi}_{34} = -16,55$
$\bar{\varphi}_{16} = 7,502$	$\bar{\varphi}_{39} = -20,17$
$\bar{\varphi}_{17} = 10,79$	$\bar{\varphi}_{40} = 27,67$
$\bar{\varphi}_{18} = -5,025$	$\bar{\varphi}_{41} = 39,10$
$\bar{\varphi}_{23} = -6,121$	$\bar{\varphi}_{42} = -30,92$

Ottenuti i valori delle $\bar{\varphi}$ si ricavarono quelli dei momenti flettenti nelle travi e nelle colonne (fig. 2).

Seconda fase. — In questa fase evidentemente la trattazione si complicava, non tanto per l'aumento nel numero delle incognite, quanto per la netta diminuzione del fattore di indipendenza delle varie equazioni, circostanza che faceva prevedere più laborioso il processo di risoluzione delle stesse.

Posto (oltre le notazioni già stabilite nella prima fase):

$$\mu_i = 6E\Psi_i \quad (= \text{rotazione delle colonne di ogni piano})$$

$$\theta_i = \sum_i v_i \quad \text{estesa ai piedritti del piano } i.$$

$$S_k = -\frac{h_i}{3} \sum_i^p H \quad \text{estesa alle forze } H \text{ al disopra del}$$

piano i , la stesura del sistema di 33 equazioni (22 equazioni di nodo ed 11 equazioni di piano) con 33 incognite (22 rotazioni di nodo ed 11 rotazioni di colonne), risultò la seguente:

	Fattore di indipen.
$\rho_1 \bar{\varphi}_1 + v_1 \bar{\varphi}_2 + v'_1 \bar{\varphi}_8 + v_a \mu_I + v' \mu_{II} = 0$	0,594
$\rho_2 \bar{\varphi}_2 + v_2 \bar{\varphi}_2 + v'_2 \bar{\varphi}_7 + v_1 \bar{\varphi}_1 + v_b \mu_I + v'_2 \mu_{II} = 0$	0,596
$\rho_7 \bar{\varphi}_7 + v'_2 \bar{\varphi}_2 + v_6 \bar{\varphi}_7 + v'_7 \bar{\varphi}_{10} + v_7 \bar{\varphi}_8 + v'_2 \mu_{II} + v'_7 \mu_{III} = 0$	0,527
$\rho_8 \bar{\varphi}_8 + v'_1 \bar{\varphi}_1 + v_7 \bar{\varphi}_7 + v_8 \bar{\varphi}_9 + v'_1 \mu_{II} + v_8 \mu_{III} = 0$	0,528
$\rho_9 \bar{\varphi}_9 + v_8 \bar{\varphi}_8 + v_9 \bar{\varphi}_{10} + v'_9 \bar{\varphi}_{16} + v_8 \mu_{III} + v'_9 \mu_{IV} = 0$	0,531
$\rho_{10} \bar{\varphi}_{10} + v'_7 \bar{\varphi}_7 + v_{10} \bar{\varphi}_{10} + v'_{10} \bar{\varphi}_{15} + v_9 \bar{\varphi}_9 + v'_7 \mu_{III} + v'_{10} \mu_{IV} = 0$	0,534
$\rho_{15} \bar{\varphi}_{15} + v'_{10} \bar{\varphi}_{10} + v_{14} \bar{\varphi}_{15} + v'_{15} \bar{\varphi}_{18} + v_{15} \bar{\varphi}_{16} + v'_{10} \mu_{IV} + v'_{15} \mu_V = 0$	0,542
$\rho_{16} \bar{\varphi}_{16} + v'_9 \bar{\varphi}_9 + v_{15} \bar{\varphi}_{15} + v_{16} \bar{\varphi}_{17} + v'_9 \mu_{IV} + v_{16} \mu_V = 0$	0,545
$\rho_{17} \bar{\varphi}_{17} + v_{16} \bar{\varphi}_{16} + v_{17} \bar{\varphi}_{18} + v'_{17} \bar{\varphi}_{24} + v_{16} \mu_V + v'_{17} \mu_{VI} = 0$	0,560
$\rho_{18} \bar{\varphi}_{18} + v'_{15} \bar{\varphi}_{15} + v_{18} \bar{\varphi}_{18} + v'_{18} \bar{\varphi}_{23} + v_{17} \bar{\varphi}_{17} + v'_{18} \mu_V + v'_{18} \mu_{VI} = 0$	0,531
$\rho_{23} \bar{\varphi}_{23} + v'_{18} \bar{\varphi}_{18} + v_{22} \bar{\varphi}_{23} + v_{23} \bar{\varphi}_{26} + v_{23} \bar{\varphi}_{24} + v'_{18} \mu_{VI} + v'_{23} \mu_{VII} = 0$	0,566
$\rho_{24} \bar{\varphi}_{24} + v'_{17} \bar{\varphi}_{17} + v_{23} \bar{\varphi}_{23} + v_{24} \bar{\varphi}_{25} + v'_{17} \mu_{VI} + v_{24} \mu_{VII} = 0$	0,575
$\rho_{25} \bar{\varphi}_{25} + v_{24} \bar{\varphi}_{24} + v_{25} \bar{\varphi}_{26} + v'_{25} \bar{\varphi}_{32} + v_{24} \mu_{VII} + v'_{25} \mu_{VIII} = 0$	0,588
$\rho_{26} \bar{\varphi}_{26} + v'_{23} \bar{\varphi}_{23} + v_{26} \bar{\varphi}_{26} + v'_{26} \bar{\varphi}_{31} + v_{25} \bar{\varphi}_{25} + v'_{26} \mu_{VII} + v'_{26} \mu_{VIII} = 0$	0,587
$\rho_{31} \bar{\varphi}_{31} + v'_{26} \bar{\varphi}_{26} + v_{30} \bar{\varphi}_{31} + v'_{31} \bar{\varphi}_{34} + v_{31} \bar{\varphi}_{32} + v'_{26} \mu_{VIII} + v'_{31} \mu_{IX} = 0$	0,616
$\rho_{32} \bar{\varphi}_{32} + v'_{25} \bar{\varphi}_{25} + v_{31} \bar{\varphi}_{31} + v_{32} \bar{\varphi}_{33} + v'_{25} \mu_{VIII} + v_{32} \mu_{IX} = 0$	0,607
$\rho_{33} \bar{\varphi}_{33} + v_{32} \bar{\varphi}_{32} + v_{33} \bar{\varphi}_{34} + v'_{33} \bar{\varphi}_{40} + v_{32} \mu_{IX} + v'_{33} \mu_{IX} = 0$	0,615
$\rho_{34} \bar{\varphi}_{34} + v'_{31} \bar{\varphi}_{31} + v_{34} \bar{\varphi}_{34} + v'_{34} \bar{\varphi}_{39} + v_{33} \bar{\varphi}_{33} + v'_{31} \mu_{IX} + v'_{34} \mu_{IX} = 0$	0,638
$\rho_{39} \bar{\varphi}_{39} + v'_{34} \bar{\varphi}_{34} + v_{38} \bar{\varphi}_{39} + v'_{39} \bar{\varphi}_{42} + v_{39} \bar{\varphi}_{40} + v'_{34} \mu_{IX} + v'_{39} \mu_{XI} = 0$	0,660
$\rho_{40} \bar{\varphi}_{40} + v'_{33} \bar{\varphi}_{33} + v_{39} \bar{\varphi}_{39} + v_{40} \bar{\varphi}_{41} + v'_{33} \mu_{IX} + v_{40} \mu_{XI} = 0$	0,624
$\rho_{41} \bar{\varphi}_{41} + v_{40} \bar{\varphi}_{40} + v_{41} \bar{\varphi}_{42} + v_{40} \mu_{XI} = 0$	0,648
$\rho_{42} \bar{\varphi}_{42} + v'_{39} \bar{\varphi}_{39} + v_{42} \bar{\varphi}_{42} + v_{41} \bar{\varphi}_{41} + v'_{39} \mu_{XI} = 0$	0,696

Fattore di indipend.

$2v_a \bar{\varphi}_1 + 2v_b \bar{\varphi}_2 + 2/3 \theta_I \mu_I = S_I$	0,401
$2v'_1 \bar{\varphi}_1 + 2v'_2 \bar{\varphi}_2 + 2v'_2 \bar{\varphi}_7 + 2v'_1 \bar{\varphi}_8 + 2/3 \theta_{II} \mu_{II} = S_{II}$	0,258
$2v_8 \bar{\varphi}_8 + 2v'_7 \bar{\varphi}_7 + 2v'_7 \bar{\varphi}_{10} + 2v_8 \bar{\varphi}_9 + 2/3 \theta_{III} \mu_{III} = S_{III}$	0,250
$2v'_9 \bar{\varphi}_9 + 2v'_{10} \bar{\varphi}_{10} + 2v'_{10} \bar{\varphi}_{15} + 2v'_9 \bar{\varphi}_{16} + 2/3 \theta_{IV} \mu_{IV} = S_{IV}$	0,239
$2v_{16} \bar{\varphi}_{16} + 2v'_{15} \bar{\varphi}_{15} + 2v'_{15} \bar{\varphi}_{18} + 2v_{16} \bar{\varphi}_{17} + 2/3 \theta_V \mu_V = S_V$	0,250
$2v'_{17} \bar{\varphi}_{17} + 2v'_{18} \bar{\varphi}_{18} + 2v'_{18} \bar{\varphi}_{23} + 2v'_{17} \bar{\varphi}_{24} + 2/3 \theta_{VI} \mu_{VI} = S_{VI}$	0,250
$2v_{24} \bar{\varphi}_{24} + 2v'_{23} \bar{\varphi}_{23} + 2v'_{23} \bar{\varphi}_{26} + 2v_{24} \bar{\varphi}_{25} + 2/3 \theta_{VII} \mu_{VII} = S_{VII}$	0,250
$2v'_{25} \bar{\varphi}_{25} + 2v'_{26} \bar{\varphi}_{26} + 2v'_{26} \bar{\varphi}_{31} + 2v'_{25} \bar{\varphi}_{32} + 2/3 \theta_{VIII} \mu_{VIII} = S_{VIII}$	0,250
$2v_{32} \bar{\varphi}_{32} + 2v'_{31} \bar{\varphi}_{31} + 2v'_{31} \bar{\varphi}_{34} + 2v_{32} \bar{\varphi}_{35} + 2/3 \theta_{IX} \mu_{IX} = S_{IX}$	0,250
$2v'_{33} \bar{\varphi}_{33} + 2v'_{34} \bar{\varphi}_{34} + 2v'_{34} \bar{\varphi}_{39} + 2v'_{33} \bar{\varphi}_{40} + 2/3 \theta_X \mu_X = S_X$	0,250
$2v_{40} \bar{\varphi}_{40} + 2v'_{39} \bar{\varphi}_{39} + 2v'_{39} \bar{\varphi}_{42} + 2v_{40} \bar{\varphi}_{41} + 2/3 \theta_{XI} \mu_{XI} = S_{XI}$	0,250

Come è facile notare, questa volta il fattore di indipendenza delle equazioni era basso in generale e particolarmente basso per le equazioni di piano; inoltre, passando dai piani inferiori ai superiori, mentre aumentava nelle equazioni di nodo, tendeva a diminuire nelle equazioni di piano. Volendo affrontare la soluzione del sistema puramente sul piano matematico sarebbe stato necessario rassegnarsi a parecchi cicli di iterazione per giungere a risultati sufficientemente approssimati. Era conveniente quindi, assai più che nel caso precedente, aiutarsi con una analisi elastica qualitativa del sistema, dalla quale risultò:

a) che i μ ed i $\bar{\varphi}$ avrebbero, con ogni probabilità, raggiunto il loro massimo valore intorno al piano II e III, diminuendo verso i piani superiori e verso il primo piano (per effetto dell'incastro alla base);

b) che le rotazioni Ψ delle colonne sarebbero state dello stesso segno delle rotazioni φ e che pertanto i μ sarebbero risultati di segno contrario ai $\bar{\varphi}$ ed in valore assoluto certamente maggiori;

c) che pertanto, nel processo iterativo di soluzione del sistema, i valori finali delle incognite sarebbero risultati certamente maggiori dei valori iniziali, stabiliti nel corso della prima approssimazione.

Sulla base di queste considerazioni, pensai che il procedimento iterativo si sarebbe potuto accelerare iniziando lo studio del sistema dalle 11 equazioni di piano ed adottando un criterio di questo genere:

ricavare la incognita μ_I dalla equazione 23° (1° di piano) con $\bar{\varphi}_1 = \bar{\varphi}_2 = 0$

assumere $\bar{\varphi}_1 = \bar{\varphi}_2 =$ al μ_I così ricavato (in effetti il valore di μ_I , grossolanamente approssimato per difetto, poteva servire di base per una prima ipotesi sul valore delle $\bar{\varphi}_1$ e $\bar{\varphi}_2$, certamente inferiori in valore assoluto al μ_I esatto)

assumere $\bar{\varphi}_7 = \bar{\varphi}_8 = \bar{\varphi}_9 = \bar{\varphi}_{10} = \alpha \mu_I$ con $\alpha > 1$ e di valore a stabilirsi con criteri di analisi elastica approssimativa, a seconda della fisionomia della struttura (Nel caso presente $\alpha = 1,33$).

assumere $\bar{\varphi}_{15} \dots \bar{\varphi}_{42}$ variabili linearmente da $\alpha \mu_I$ a zero passando dal piano III al piano XI, e

tenendo le rotazioni dei nodi costanti per ogni piano (ossia $\bar{\varphi}_{15} = \bar{\varphi}_{16}$; $\bar{\varphi}_{17} = \bar{\varphi}_{18}$; $\bar{\varphi}_{23} = \bar{\varphi}_{24}$, ecc.) (Quest'ultima ipotesi fu adottata in questo caso essendo difficile fare previsioni sul rapporto fra le rotazioni dei nodi in ogni piano ma evidentemente può essere ulteriormente affinata in altri casi).

Con queste ipotesi di partenza fu possibile semplificare notevolmente la soluzione del sistema. In effetti adottando un procedimento iterativo continuo secondo l'ordine: equazione 23 - equazione 33 e successivamente: equazione 22 - equazione 1, fu possibile arrivare ad un risultato soddisfacentemente approssimato dopo 6 cicli iterativi.

I valori delle incognite risultarono i seguenti:

$\bar{\varphi}_1 = 1,643$	$\bar{\varphi}_{24} = 0,947$	$\mu_I = -3,85$
$\bar{\varphi}_2 = 1,767$	$\bar{\varphi}_{25} = 0,706$	$\mu_{II} = -7,019$
$\bar{\varphi}_7 = 2,079$	$\bar{\varphi}_{26} = 1,234$	$\mu_{III} = -7,317$
$\bar{\varphi}_8 = 1,925$	$\bar{\varphi}_{31} = 0,945$	$\mu_{IV} = -7,13$
$\bar{\varphi}_9 = 1,794$	$\bar{\varphi}_{32} = 0,495$	$\mu_V = -7,158$
$\bar{\varphi}_{10} = 1,977$	$\bar{\varphi}_{33} = 0,352$	$\mu_{VI} = -6,74$
$\bar{\varphi}_{15} = 1,837$	$\bar{\varphi}_{34} = 0,639$	$\mu_{VII} = -6,328$
$\bar{\varphi}_{16} = 1,557$	$\bar{\varphi}_{39} = 0,283$	$\mu_{VIII} = -6,432$
$\bar{\varphi}_{17} = 1,235$	$\bar{\varphi}_{40} = 0,215$	$\mu_{IX} = -5,88$
$\bar{\varphi}_{18} = 1,671$	$\bar{\varphi}_{41} = 0,0367$	$\mu_X = -4,287$
$\bar{\varphi}_{23} = 1,464$	$\bar{\varphi}_{42} = 0,0788$	$\mu_{XI} = -1,925$

Quanto ai valori delle $\bar{\varphi}$ messi in calcolo all'inizio secondo le ipotesi esposte, erano:

$\bar{\varphi}_1 = \bar{\varphi}_2 = 1,5$ (primo valore di $\mu_I = -1,445$)	$\bar{\varphi}_{25} = \bar{\varphi}_{26} = 1,00$
$\bar{\varphi}_7 = \bar{\varphi}_8 = 2$	$\bar{\varphi}_{31} = \bar{\varphi}_{32} = 0,75$
$\bar{\varphi}_9 = \bar{\varphi}_{10} = 2$	$\bar{\varphi}_{33} = \bar{\varphi}_{34} = 0,50$
$\bar{\varphi}_{15} = \bar{\varphi}_{16} = 1,75$	$\bar{\varphi}_{39} = \bar{\varphi}_{40} = 0,25$
$\bar{\varphi}_{17} = \bar{\varphi}_{18} = 1,50$	$\bar{\varphi}_{41} = \bar{\varphi}_{42} = 0$
$\bar{\varphi}_{23} = \bar{\varphi}_{24} = 1,25$	

Determinati così i valori delle incognite μ e φ si risalì ai valori dei momenti flettenti nelle travi e nei pilastri, riportati in figura 3.

* * *

L'esempio esposto è relativo ad un caso particolare, nè può quindi da esso ricavarsi una regola di carattere generale su quella che può essere la valutazione previa della entità delle incognite o delle loro variazioni nel corso del procedimento di iterazione. Peraltro mi pare sufficiente per convincerci dell'interesse e delle possibilità offerte dalla via in esso seguita quando si tenga nel dovuto conto l'osservazione fondamentale sullo stretto legame in ogni momento unisce i fatti elastici al linguaggio matematico che li interpreta.

Giulio Pizzetti

REGOLAMENTAZIONE TECNICA

Nuove unificazioni

C.D. 621.83 — *Ruotismi - Ingranaggi*

UNI 3521: Ruote dentate - Serie dei moduli.

UNI 3522: Ruote dentate - Dentiera di riferimento.

C.D. 634.9 — *Economia forestale*

UNI 3517: Nomenclatura dimensionale degli assortimenti legnosi di produzione nazionale (fasc. unico di 7 tabelle).

UNI 3518: Misurazione e cubatura degli assortimenti legnosi di produzione nazionale (fasc. unico di 4 tabelle).

C.D. 669.14-42 — *Profilati, barro, fili*

UNI 3541: Tondi di acciaio laminati a caldo destinati alla trafilatura per bulloni, chiodi o ribattini stampati a freddo.

C.D. 669.15 — *Acciai legati*

UNI 2953 (2° Ed.): Acciai speciali al carbonio e legati da cementazione - Qualità, prescrizioni, prove (fasc. unico di 3 tabelle).

UNI 2954 (2° Ed.): Acciai speciali al carbonio e legati da bonifica - Qualità, prescrizioni, prove (fasc. unico di 3 tabelle).

C.D. 669 : 620.18 — *Esami micro e macroscopico dei materiali metallici non ferrosi*

UNI 3487: Esame microscopico dello zinco e delle leghe di zinco - Prelievo dei campioni - Preparazione delle provette - Reattivi di attacco (fasc. unico di 3 tabelle).

UNI 3488: Esame macroscopico dello zinco e delle leghe di zinco - Preparazione delle superficie - Reattivi di attacco.

UNI 3489: Esame microscopico del rame e delle leghe di rame - Prelievo dei campioni - Preparazione delle provette - Reattivi di attacco (fasc. unico di 3 tabelle).

UNI 3490: Esame macroscopico del rame o delle leghe di rame - Preparazione delle superficie - Reattivi di attacco (fasc. unico di 2 tabelle).

UNI 3491: Esame microscopico del nichelio e delle leghe di nichelio - Prelievo dei campioni - Preparazione delle provette - Reattivi di attacco (fasc. unico di 3 tabelle).

UNI 3492: Esame macroscopico del nichelio e delle leghe di nichelio - Preparazione delle superficie - Reattivi di attacco (fasc. unico di 2 tabelle).

UNI 3493: Esame microscopico del piombo e delle leghe di piombo - Prelievo dei campioni - Preparazione delle provette - Reattivi di attacco (fasc. unico di 3 tabelle).

UNI 3494: Esame macroscopico del piombo e delle leghe di piombo - Preparazione delle superficie - Reattivi di attacco.

C.D. 669.4 : 545 — *Analisi chimica dei materiali metallici non ferrosi*

UNI 3495: Metodi di analisi chimica dei materiali metallici - Determinazione

dell'antimonio nel piombo - Metodo ponderale.

UNI 3496: id. - Determinazione dell'antimonio nel piombo - Metodo volumetrico.

UNI 3497: id. - Determinazione dello stagno nel piombo - Metodo ponderale.

UNI 3498: id. - Determinazione del bismuto nel piombo - Metodo colorimetrico.

UNI 3499: id. - Determinazione del bismuto nel piombo - Metodo colorimetrico diretto.

UNI 3500: id. - Determinazione del bismuto nel piombo - Metodo ponderale.

UNI 3501: id. - Determinazione del rame nel piombo - Metodo colorimetrico diretto.

UNI 3502: id. - Determinazione del rame nel piombo - Metodo elettrolitico (fasc. unico di 2 tabelle).

UNI 3503: id. - Determinazione del cadmio nel piombo - Metodi ponderale ed elettrolitico.

UNI 3504: id. - Determinazione dell'arsenico nel piombo - Metodi volumetrico e ponderale (fasc. unico di 2 tabelle).

UNI 3505: id. - Determinazione del ferro nel piombo - Metodo colorimetrico.

UNI 3506: id. - Determinazione del ferro nel piombo - Metodo colorimetrico diretto.

UNI 3507: id. - Determinazione dello zinco nel piombo - Metodo ponderale.

UNI 3508: id. - Determinazione del nichelio nel piombo - Metodo ponderale.

UNI 3509: id. - Determinazione dell'argento nel piombo - Metodo per copellazione.

Sul Consiglio Internazionale delle Costruzioni

Il Consiglio Internazionale delle Costruzioni per la ricerca, lo studio e la documentazione, sotto gli auspici della Commissione Economica delle N. U., ha definito a grandi linee un vasto programma nel campo della ricerca dello studio e della documentazione.

I Delegati rappresentanti di istituti di ricerca, di studio e documentazione di 17 Paesi (Austria, Belgio, Danimarca, Finlandia, Francia, Israele, Italia, Lussemburgo, Paesi Bassi, Norvegia, Spagna, Svezia, Svizzera, Reame Unito, Stati Uniti, Germania Occidentale, Jugoslavia) hanno elaborato lo Statuto del Consiglio ed organizzato le tre sessioni permanenti: Ricerche sperimentali, studi di applicazione della ricerca, documentazione.

Il C.I.B. comprende oltre alle dette tre sezioni permanenti, un'assemblea ed un comitato esecutivo.

Durante la prima seduta (25-30 giugno) l'Assemblea Generale ha eletto i 15 primi membri del Comitato esecutivo che è posto sotto la presidenza del signor Marini di Parigi. Questi membri sono: Austria: M.L.E.E. Criste; Belgio: M. L. De Vester, M. J. Jota Paquay; Danimarca: M. P. Ph. Arcander; Spagna: M. E. Torroja; Svezia: M. M. Jacobsson, M. L. M. Gertz; Germania Occidentale: M. W. Triebel; Reame Unito: M. F. M. Lea, Th. W. Parker; Francia: M. A. Marini; Paesi Bassi: M. J. van Ettinger; Italia: M. G. Pepe, M. G. Colonnetti; Svizzera: non ancora designato.

Il signor M. Marini (Francia), direttore del Centro Scientifico Tecnico delle Costruzioni e primo Presidente del C.I.B., ha definito dinanzi all'Assemblea i fini della nuova organizzazione ribadendone il carattere non governativo e insistendo sulla necessità di sintesi.

Secondo il Marini, per dominare il campo ormai molto complesso dei problemi della costruzione e dell'abitazione, il Consiglio dovrà estendere i suoi lavori oltre lo studio dei materiali e delle strutture. «Partendo dalle scienze naturali, comprendendo alcuni rami della tecnologia, abbracciando ora scienze tecniche come la psicologia, la fisiologia e l'igiene, si estenderà fino alle ricerche economiche ed alla sociologia».

«Mentre si sviluppa il ricorso alle discipline fondamentali, nuove forme di ricerca applicata appaiono. Le separazioni scompaiono, nel senso che se le specializzazioni si moltiplicano, è d'ora

innanzi impossibile immaginare che possano intervenire separatamente senza coordinamento, senza volontà di sintesi».

Le tre sezioni permanenti, hanno un ufficio, composto di un presidente, di un vice presidente e di 4 membri nominati direttamente dalla sezione. Sono stati eletti Presidenti delle sezioni: il signor M. Marini (Francia), per la sezione degli studi e dell'applicazione della ricerca; M. Lea (Reame Unito), per la sezione degli studi e dell'applicazione della ricerca; M. van Ettinger (Paesi Bassi) per la sessione della documentazione. Al fine di assicurare la necessaria decentralizzazione, le Segreterie tecniche delle sezioni sono, per un primo periodo, fissate a Londra (ricerca sperimentale), a Rotterdam (documentazione) ed a Parigi (Studi di applicazione della ricerca). La segreteria permanente che adempie i compiti amministrativi, è a Parigi, alla Sede del Centro scientifico e tecnico delle costruzioni.

La presidenza del Consiglio Internazionale sarà assicurata in periodi successivi di due anni dal sig. M. Marini, poi dal sig. Lea, poi dal signor van Ettinger.

Durante la prima Assemblea i programmi di lavoro sono già stati stabiliti per ognuna delle sezioni:

Sezione della documentazione.

Questa sezione continuerà le attività del vecchio Consiglio Internazionale di documentazione delle costruzioni (C.I.D.B.); studierà i mezzi più efficaci per giungere a distribuire agli utenti i documenti e le informazioni «obiettive» provenienti dalle tre sezioni. Il fine sarà quello di intensificare i contatti fra i produttori di documentazione e gli utenti per soddisfare i reali bisogni di questi ultimi. Si propone inoltre di studiare in collaborazione con l'UNESCO e l'ISO la possibilità di realizzare una terminologia internazionale nel campo delle costruzioni.

Sezione degli studi e dell'applicazione della ricerca.

Si è stabilito un primo programma che si svilupperà secondo i bisogni e del quale è definita una lista di priorità i cui argomenti principali riguardano lo studio tecnico-economico dei singoli problemi riguardanti le abitazioni civili afoniche, sovraccarichi, isolamento termico, altezza, regolamento unificato per i c. a. ordinari, standardizzazione, ambientazione, ecc.).

La sezione degli studi si interessa inoltre ai problemi posti allo sviluppo della produttività della costruzione, pro-

blemi eventualmente posti da organizzazioni governative (sotto-comitato dell'abitato dell'EC.E.O.E.C.E.), stabilendo contatti con altri organi interessati alla costruzione (istituti scientifici, ordini professionali, professionisti, ecc.).

Sezione della ricerca sperimentale.

Opererà in stretta collaborazione con la sezione degli «studi» e per la sintesi e l'applicazione e la volgarizzazione.

Continuerà a pubblicare il repertorio «Directory of Buildin Research and Development Organization in Europe», del quale presenterà una nuova edizione per la prossima Assemblea Generale del C.I.B. del 1956.

La sezione ha deciso di iniziare la preparazione di studi critici sullo stato delle ricerche sulle costruzioni.

Alla difficoltà inerente allo scambio di personale tra un Istituto e l'altro, si è deciso di ovviare mediante borse.

Per quanto riguarda la collaborazione la sezione ha deciso di procedere nel seguente modo: i Paesi rappresentati alla sezione, quando intraprendono studi in comune, ne informano la segreteria della sezione, esponendo in breve gli studi ed il problema che si propongono di portare a buon fine. Il rappresentante di uno di loro fungerà da relatore sui lavori intrapresi con rapporti saltuari alla sezione dei rapporti provvisori dell'argomento in questione.

Per quei lavori in campi particolari, di cui non si conosce il grado di interesse, ci si potrà informare alla Segreteria della Sezione, che riunirà gli elementi necessari. Il Comitato della Sezione non si interesserà del grado di avanzamento dei lavori, ma solo di favorire gli scambi di vedute e la portata dei lavori pratici.

Sono state fatte proposte su alcuni argomenti (impermeabilizzazione di terrazze, perdite di calore nelle costruzioni) e nell'organizzazione futura i cicli di studi nei vari Paesi aderenti al C.I.B.

Collaborazione del C.I.B. con le altre organizzazioni internazionali.

Il C.I.B. si propone un'ampia collaborazione con le appropriate organizzazioni internazionali, ed in particolare invita le N. U. a farsi rappresentare alle riunioni dell'Assemblea generale delle sezioni del Comitato Esecutivo.

Il sig. Gunnar Myrdal, segretario esecutivo della commissione economica delle N.U. per l'Europa, ha definito la differenza fra il C.I.B. e quelle del sotto-Comitato dell'abitato della Commissione Economica delle N.U. per l'Europa (il primo è un organismo non governativo ed il secondo un organismo inter-governativo) pronosticando come conseguenze del nuovo organo (C.I.B.) un sempre ulteriore avvicinamento fra le Nazioni. G.

Congresso di Trieste

Si è tenuto a Trieste dall'8 all'11 luglio 1954 il IV Congresso Nazionale degli Ordini degli Ingegneri.

I temi svolti sono stati i seguenti:

1) Tutela dell'esercizio professionale dell'ingegnere.

a) Ingegnere in genere, ingegnere civile e architetto (art. 52 del Regolamento professionale 23 ottobre 1925, n. 2539).

b) Equipollenza e reciprocità per l'esercizio della professione di ingegnere nei vari Stati. Relatore generale: dott. ing. Mario Genel.

c) Bando di concorso tipo - casi di opportunità e clausole inderogabili.

d) Regolamento nazionale per la revisione delle parcelle professionali. Relatore generale: dott. ing. Guido Kraos.

2) Il diritto di autore nei progetti di lavori di ingegneria.

a) Sguardo generale sulla legislazione vigente in altri Stati.

b) Esame critico della Legge 22 aprile 1941, n. 633.

c) Provvidenze necessarie da proporre per una maggiore protezione dei diritti d'autore nei progetti di lavori di ingegneria. Relatore generale: dott. ing. Lino Zandegiacomo.

3) Le realizzazioni dell'ingegnere nell'Urbanistica.

a) Nella pianificazione provinciale, regionale e nazionale.

b) Provvidenze necessarie per una maggiore valorizzazione e utilizzazione dell'ingegnere nell'urbanistica. Relatore generale: prof. dott. ing. Aldo Badalotti.

Molto animate sono state le discussioni sui tre temi, ed in particolare è stato di molto interesse il terzo tema che si è svolto alla presenza del Professor Valle, il quale ha pure presentato una sua relazione.

Sarebbe arduo voler riportare su queste colonne una sintesi degli interventi, anche perchè lo spazio non ce lo consentirebbe; d'altra parte la Segreteria del Congresso sta preparando gli Atti che molto meglio potranno dare una visione del lavoro svolto.

Nell'attesa di poter dare una comunicazione completa degli ordini del giorno, votati tutti alla unanimità, possiamo dire che anche da Trieste è uscita ancora una volta la voce degli Ingegneri, quella voce che ha un solo scopo e cioè quello di valorizzare sempre più la nostra professione e la dignità del titolo che portiamo.

Dobbiamo pure ricordare la perfetta organizzazione che ha dato modo ai Congressisti di visitare la città di Trieste, gli impianti della Raffineria dell'« Aquila », il nuovo Cimitero di Redipuglia, i Cantieri Riuniti dell'Adriatico a Monfalcone dove si è assistito al varo di una nave della Marina Italiana; la città di Gorizia, dove le parole del Sindaco hanno commosso l'animo di tutti i presenti con l'accorato ricordo alle lotte combattute per l'unità della nostra Patria.

La partenza da Trieste ha lasciato in tutti un nodo in gola; e negli occhi lucidi dei Colleghi che là rimanevano si leggeva un solo grande desiderio, quello di poter vedere presto sventolare il tricolore sulla torre di San Giusto.

Terminati i lavori, dal 12 al 15 luglio, i Congressisti hanno effettuato un viaggio in Austria con ricevimento ufficiale del Borgomastro di Vienna.

L'Assemblea dell'Ordine di Torino ha deliberato di inviare all'Ordine di Trieste un telegramma di plauso e di compiacimento per l'esito veramente lusinghiero dei lavori del IV Congresso.

Richiamo alla responsabilità del Direttore dei Lavori nelle Costruzioni

Alcune richieste, rivelanti vere e proprie ingenuità, rivolte da giovani Colleghi progettisti e Direttori dei Lavori di costruzioni edili sulla responsabilità da essi assunta in tale veste, hanno fatto apparire molto utile un richiamo preciso in specie ai giovani sulla importanza agli effetti esecutivi di tale funzione, ma soprattutto sulla responsabilità civile e giudiziaria di tale figura nel campo del lavoro, figura non soltanto retorica o pleonastica.

Questo è tanto più opportuno dopo i recenti incidenti più o meno gravi successi a Torino e fuori Torino, che hanno e avranno sicuramente lunghi strascichi giudiziari.

In qualunque incidente, che possa succedere durante e dopo l'esecuzione dei lavori, sia ben chiaro che la responsabilità di chi si è dichiarato direttore dei lavori è per presunzione piena e completa, solidale con quella del costruttore, salva poi al direttore dei lavori la possibilità di dimostrare che l'incidente ha la causa in un errore non apparente del progetto oppure nella precisa e dimostrabile trasgressione da parte del costruttore delle istruzioni e dei richiami dati dal Direttore dei Lavori. Chi si dichiara direttore dei lavori ed assume tale incarico ufficialmente con tale fatto si dichiara esperto nei lavori che si

accinge a dirigere e disposto ad assumersi in pieno la relativa responsabilità che va dall'esame dei terreni di fondazione a quella dei ponteggi, alla sorveglianza sulla buona qualità ed idoneità dei materiali impiegati, sulla esecuzione a regola d'arte e perfino sui procedimenti veri e propri di esecuzione.

Per alcune opere la funzione del direttore dei lavori supera e di molto quella del progettista. Basta citare le trasformazioni radicali dei fabbricati, certe sopraelevazioni, certi rinforzi di vecchie strutture. Per esse la responsabilità si acuisce ancora ed il senso di essa può giungere al punto da giustificare da parte del direttore dei lavori veramente esperto un rifiuto di procedere nei lavori stessi quando siano evidenti errori ed incertezze e deficienze del progetto o dei procedimenti costruttivi. Il direttore dei lavori, in specie quando è ingegnere, non è un puro esecutore d'ordini e non gli varrà mai dinanzi ad un caso disgraziato la scusa di avere scrupolosamente eseguito il progetto affidatogli. A questo proposito occorre ricordare che gli incidenti per errore di progetto raramente dipendono da leggerezze manchevolezze del progetto stesso, per le quali in generale vengono in aiuto i margini di sicurezza abituali delle costruzioni, ma dipendono bensì da sviste ed errori grossolani, che ad un esperto direttore dei lavori, che segua attentamente i lavori stessi, non possono sfuggire. È dunque ben importante tale figura, la quale richiede larga pratica costruttiva e di cantiere non solo, ma autorevolezza nel dare disposizioni e fermezza nel pretenderne l'attuazione, cioè senso completo della propria responsabilità.

Gli Ingegneri non devono esimersi da tale responsabilità ma prepararvisi per accettarla con chiara visione degli obblighi ad essa collegati.

Ottima cosa sarà quando il progettista stesso potendolo, assumerà anch'egli la direzione dei lavori con la responsabilità e gli oneri di tempo, che essa richiede, ma sicuramente con miglior esito dei lavori stessi.

Gran bene ne verrebbe all'arte edile in specie se, più di quanto non si faccia ora, fosse almeno sempre ben stretto il rapporto fra chi progetta e chi dirige i lavori e li eseguisce e colui che progetta avesse sempre ben presenti le pratiche modalità e possibilità esecutive.

Le migliori costruzioni, i maggiori progressi nel campo dell'edilizia si sono avverati sempre attraverso a questa stretta unione di progettista e di esecutore.

Validità della tariffa professionale 1° Agosto 1952

La piena validità della Tariffa per le prestazioni professionali, approvata in data 1° agosto 1952, è stata ancora una volta riaffermata dal nostro Ordine, il cui intervento è stato richiesto da un collega che ha segnalato un caso di discorde interpretazione della tariffa.

Trattasi di una parcella per prestazioni professionali per conto di un Comune della Valle d'Aosta,

in cui le vacanze erano state parcellate a L. 1500 e che la Direzione della Regione Autonoma, sentita la Giunta Regionale, ha respinto motivando la decisione con il fatto che non era stata applicata la tariffa nazionale, che comporta le vacanze a L. 600.

Il nostro Ordine è tempestivamente intervenuto segnalando il fatto all'Ordine di Aosta, competente per giurisdizione, invitandolo a far presente alle Autorità della Regione Autonoma che la tariffa professionale è compito esclusivo degli Ordini Provinciali, ai sensi dell'Art. 37, Capo II, della Legge 23 ottobre 1925, n. 2537 e che pertanto la Tariffa 1° agosto 1952 è pienamente valida e deve essere legalmente riconosciuta ed applicata.

Relazioni di calcolo per le sopraelevazioni

L'Ordine degli Ingegneri, venuto a conoscenza che il Collegio dei Geometri ha inoltrato passi ufficiali presso gli Uffici Municipali per una più favorevole interpretazione per i Tecnici Diplomatici del disposto dell'Art. 99 del Regolamento Edilizio, in tema di calcoli per sovralti di edifici, è intervenuto presso il Sindaco allo scopo di riaffermare la rispondenza completa alle necessarie norme cautelative della prassi e delle limitazioni adottate, nei confronti dei tecnici minori, dai competenti uffici Municipali.

Il Sindaco di Torino, Avv. Peyron, con lettera in data 7 agosto, constata l'esattezza dell'interpretazione dell'Art. 99 data dall'Assessorato ai Lavori Pubblici e conclude concordando pienamente con quanto esposto dal Presidente dell'Ordine degli Ingegneri.

Per miglior chiarimento riportiamo il testo di un Ordine di Servizio della Città di Torino, Servizio Tecnico dei Lavori Pubblici, Divisione III - Edilità, diramato in data 2 luglio 1954 in merito:

ORDINE DI SERVIZIO

Il vigente Regolamento Edilizio con l'ultimo capoverso dell'art. 99 stabilisce:

« Tutte le domande per sopraelevazioni di fabbricati dovranno essere corredate da una dichiarazione motivata da calcoli giustificativi, redatta da un ingegnere o da un tecnico di riconosciuta competenza ad esclusivo giudizio dell'Amministrazione Comunale, comprovante che le fondazioni e le murature esistenti presentano le necessarie e sufficienti garanzie di stabilità per consentire la progettata sopraelevazione ».

L'Amministrazione interpellata sulla interpretazione da dare alla dizione « redatta da un Ingegnere o da un Tecnico di riconosciuta competenza » ha ritenuto e stabilito che le dichiarazioni ed i calcoli di stabilità da allegare alle domande per le sopraelevazioni debbano essere redatte e firmate esclusivamente da ingegneri od architetti, ammettendo la redazione e la firma di Geometri o di periti edili nel solo caso in cui la costruzione non superi complessivamente — compresa la sopraelevazione — il limite di mc. 1500 e sempre che l'importanza tecnica dell'opera non consigli altrimenti.

L'INGEGNERE CAPO DIVISIONE

F.to Ceragioli

NOTIZIARIO

La « *Giurisprudenza Italiana* » del novembre 1953, pag. 878, pubblica:

Servitù di luce e di aria

(Dalla Rivista « *Leggi e Decreti d'Interesse Agrario* » - Roma, gennaio 1954).

L'accertamento dell'esistenza di segni e delle opere dirette a dimostrare in modo non equivoco la servitù costituita dal padre di famiglia è insindacabile in casazione.

È ammissibile l'esistenza di una servitù di luce e di aria distinta dalla semplice luce di tolleranza.

Essa è una servitù negativa e non apparente, e deve risultare dal titolo, alla cui mancanza non può supplire il possesso o la destinazione del padre di famiglia.

Omissis - Diritto:

Col primo mezzo il ricorrente denuncia la violazione e falsa applicazione degli articoli 901, 902, 904 e 1061 Cod. Civ. in relazione all'art. 360, nn. 3 e 5 Cod. di Proc. Civ., per avere il tribunale ommesso di considerare che, nella specie, la finestra lucifera faceva parte di un pozzo di luce, costruito appositamente per dare luce ed aria al vano intercluso, e per non avere colta la differenza tra luce di tolleranza e servitù attiva di luce ed aria.

Tale censura è però infondata nel suo duplice aspetto.

Lo è sotto il primo perchè — secondo quanto questa Corte suprema ha già altra volta affermato con la sentenza n. 169 del 20 gennaio 1951 (in *Giur. compl. Cassazione civ.* 1951, I, n. 202) — l'accertamento della esistenza dei segni e delle opere che valgano a dimostrare, in maniera non equivoca, la servitù costituita dal padre di famiglia, è devoluto al giudice il merito, e costituisce un giudizio di fatto incensurabile in questa sede.

Cosicchè, se anche fosse vero che, l'esistenza del pozzo di luce potrebbe rendere apparente l'asserita servitù, che non è tale non già per la mancanza di opere visibili e permanenti, ma per il suo contenuto negativo, rimane ferma l'incensurabilità dell'accertamento compiuto su tale punto dai giudici in merito.

È poi infondato anche il secondo aspetto della censura non già perchè si possa contestare l'esistenza di una servitù di luce ed aria che si distingue dalla semplice luce di tolleranza, dato che oramai la dottrina e la giurisprudenza (Cass., n. 59 del 17 gennaio 1948, in *Giurisprudenza compl. Cass. civ.* 1948, I, n. 19) hanno eliminato ogni dubbio in proposito; ma perchè non è affatto vero che il tribunale non abbia colto quella differenza che consiste nel fatto che la luce di tolleranza costituisce la normale estrinsecazione del diritto di proprietà, a cui corrisponde il dovere del proprietario contiguo di tollerare quell'esercizio in base al principio: *quod tibi non nocet et alteri prodest faciendum est*; la ser-

vitù di luce ed aria è la manifestazione di un diritto reale autonomo di godimento — non derivante cioè da quello della proprietà — costituito a vantaggio di un fondo nei confronti di un altro.

Quella servitù è, in altri termini l'allargamento convenzionale dei limiti legali determinati dal codice, e costituisce un rapporto regolato dagli articoli 1027 e segg. Codice civile e non da quelli relativi alla proprietà, di cui non è una manifestazione.

Tali principi di diritto non sono stati affatto violati dai giudici di merito, i quali li hanno intravisti, sia pure senza enunciarli, quando hanno ritenuto quella differenza, precisando che nel caso di servitù, al contrario della semplice tolleranza, non era possibile esercitare il diritto di appoggio della propria costruzione al muro nel quale esisteva la finestra lucifera.

E quei giudici proseguirono affermando, esattamente, che detta servitù non può presumersi dalla esistenza della finestra, occorrendo invece, per la costruzione, un titolo risultante da atto scritto.

Negarono così, che la stessa potesse essere acquistata per destinazione del padre di famiglia come per usucapione, facendo difetto il requisito della apparenza (art. 1061 Codice civile).

In proposito si potrebbe essere indotti in errore, nel giudicare di tale requisito, dall'esistenza delle opere visibili e permanenti richieste dall'art. 1061 Codice civile (siano esse la semplice finestra o l'annesso pozzo di luce), ma occorre tenere conto, per l'esatta decisione, che quelle opere debbono realizzare l'esercizio della servitù, e non essere la manifestazione del diritto di vicinato che postula l'altrui tolleranza, la quale per l'articolo 1144 Codice civile, non può servire di base al possesso.

Esattamente è stato ritenuto che l'opera sul fondo dominante, per rendere apparente la servitù, deve essere non equivoca nella sua destinazione, e cioè nella sua strumentalità, ad un'invasione dell'altrui sfera di dominio.

In realtà, quella di luce ed aria è una servitù negativa e, quindi, non apparente come tutte le servitù di tal genere, perchè si risolve nell'obbligo del proprietario contiguo di non operarne la soppressione neppure con l'appoggio del proprio fabbricato. Cessa, in tal caso, il principio della tolleranza, conseguente all'estrinsecazione dell'altrui dominio, e prende vigore quello del diritto autonomo acquistato dal proprietario del fondo dominante.

Tale acquisto, però, deve risultare da un titolo, alla mancanza del quale non può supplire il possesso o la destinazione del padre di famiglia, stante il carattere negativo, e la conseguente non apparenza, di tale genere di servitù.

Parimenti infondato si manifesta il secondo mezzo di annullamento col quale il ricorrente lamenta che il tribunale abbia ritenuto necessaria, di fronte alla contestazione dell'altra parte, la prova della proprietà anche del suo dante causa, fino al raggiungimento dei limiti utili per l'usucapione; e che, comunque, abbia ommesso di rilevare che il titolo esibito richiamava quello col quale il detto

dante causa aveva acquistata la proprietà della striscia di terreno contestata.

Per la prima parte della censura, basta osservare che avendo il Tundo espressamente contestato che il dante causa del ricorrente fosse proprietario di quella striscia di terreno da lui venduta con atto Valentini del 17 giugno 1947, occorre dare la prova anche di tale proprietà, che, in caso di ulteriore contestazione dei precedenti titoli di acquisto, si sarebbe dovuta spingere fino al raggiungimento del termine utile per l'usucapione come esattamente ha affermato il Tribunale.

Si tratta della così detta *probatio diabolica* che si arresta di fronte ad un titolo di acquisto originario, qual'è appunto l'usucapione.

Omissis.

(Corte di Cassazione - II Sezione - 21 marzo 1953, n. 734 - *Presid. Felici - Estensore Piazzalunga - P. M. Berri*).



La « *Gazzetta Ufficiale* » 29 aprile 1954, n. 98, pag. 1283, pubblica:

Proroga di benefici tributari in materia di edilizia

La Camera dei Deputati ed il Senato della Repubblica hanno approvato:

Il Presidente della Repubblica
Promulga la seguente legge:

Art. 1. - Le agevolazioni tributarie previste in materia edilizia dalle leggi 25 giugno 1949, n. 409, e 2 luglio 1949, n. 408, sono prorogate, con effetto dal 1° gennaio 1954 al 31 dicembre 1954.

È ammesso il rimborso, a favore degli interessati, delle imposte pagate nel detto periodo e non dovute in base alla precedente legge, purchè essi ne facciano domanda agli uffici competenti entro un anno dalla sua entrata in vigore.

Art. 2. - La presente legge entra in vigore il giorno successivo a quello della sua pubblicazione nella « *Gazzetta Ufficiale* ».



Il « *Corriere dei Costruttori* », Roma, n. 16, aprile 1954, pubblica:

La proroga per altri 7 anni del piano di costruzioni INA-Casa

Il Ministero del Lavoro sta preparando un nuovo provvedimento legislativo che prorogherà di altri 7 anni il piano INA-Casa apportandovi i perfezionamenti suggeriti dall'esperienza.

La necessità di prorogare la legge per un altro settennio deriva dalla opportunità non solo di contribuire al raggiungimento di un migliore equilibrio del mercato edilizio ma anche di evitare una stasi nelle costruzioni che avrebbe riflessi negativi di carattere sociale nei riguardi dell'impiego della mano d'opera.

Il nuovo disegno di legge, allo scopo di snellire l'organizzazione dei servizi, parte dal presupposto di affidare all'organizzazione centrale soltanto le opera-

zioni strettamente necessarie all'attuazione dei piani, mentre l'azione degli organi preesistenti e di provata efficienza sarà rivolta alla effettiva attività di costruzione edilizia con la eliminazione di ogni altro compito marginale. Lo schema prevede di affidare la predisposizione dei piani alla Commissione Centrale per l'avviamento al lavoro e l'assistenza ai disoccupati. *Viene proposta l'assegnazione di tutti gli appartamenti che saranno costruiti in proprietà degli assegnatari.*

Lo schema fissa anche la spesa che lo Stato dovrà sostenere, salvo conguaglio, per ogni anno del settennio allo scopo di concorrere allo svolgimento del piano. Tale spesa è stata determinata nella misura di 12 miliardi annuali. Inoltre prevede la facoltà al Ministero del Tesoro di autorizzare la gestione INA-Casa ad emettere speciali serie di obbligazioni onde dare la possibilità ad aziende e ad enti di costruire alloggi per i loro dipendenti con un piano di finanziamento basato appunto sugli introiti delle obbligazioni. Nell'attuazione del piano agli effetti della ripartizione delle costruzioni su territorio nazionale si dovrà tener conto, nella nuova legge, dell'indice di affollamento di ogni Comune, delle distruzioni belliche e naturali e dell'indice regionale di disoccupazione.

□□□□

Estratto dalla legge 24 luglio 1954 dalla Gazzetta Ufficiale

Art. 32.

L'imposta per i trasferimenti a titolo oneroso e per i conferimenti in società di beni immobili o di altri diritti immobiliari, stabilita dagli articoli 1 e 81, lettera c), e da quelli che vi fanno richiamo, della tariffa allegata A al regio decreto 30 dicembre 1923, n. 3269, e successive modificazioni, è dovuta nella misura seguente:

a) per valori fino a lire un milione, 2 per cento;

b) per la parte di valore che supera un milione di lire, 5 per cento;

c) se il trasferimento avvenga entro tre anni da altro trasferimento a titolo oneroso dello stesso immobile o diritto immobiliare sul quale si sia pagata l'imposta normale di passaggio; le stesse imposte di cui alle lettere a) e b) ridotte di un quarto, fino a concorrenza del valore tassato nel precedente trasferimento;

d) se il trasferimento riguarda beni immobili situati all'estero: per le prime lire 1000, lire 20; per ogni 1000 lire in più, lire 10.

Art. 37.

Le disposizioni contenute negli articoli 32, 33, 34 e 35 si applicano agli atti che saranno stipulati dopo l'entrata in vigore della presente legge, agli atti stipulati in data anteriore per i quali alla data di entrata in vigore della presente legge non fosse ancora scaduto il termine normale di registrazione e questa sia eseguita entro tale termine, nonchè agli atti soggetti ad approvazione o a condizione sospensiva, che si perfezioneranno sotto l'impero di questa legge.

Contributi in annualità per la costruzione di case popolari

Art. 1.

Sono fissati i seguenti limiti di impegno entro i quali il Ministero dei lavori pubblici è autorizzato a concedere, ai sensi del testo unico 28 aprile 1938, numero 1165, sull'edilizia popolare ed economica e successive modificazioni ed integrazioni, contributi in annualità agli enti e società previsti dalle citate disposizioni, che costruiscono case popolari:

a) lire 1.500 milioni per l'esercizio 1954-55;

b) lire 3 miliardi per ciascuno degli esercizi dal 1955-56 al 1958-59 compreso.

Art. 2.

La somma occorrente per il pagamento dei contributi previsti dal precedente articolo sarà stanziata negli stati di previsione della spesa del Ministero dei lavori pubblici per gli esercizi dal 1954-55 al 1992-93.

Art. 3.

La spesa di lire 1.500 milioni relativa all'esercizio finanziario 1954-55 sarà carico al fondo globale di cui al capitolo 516 dello stato di previsione del Ministero del tesoro per tale esercizio.

Art. 4.

Il Ministro per il tesoro è autorizzato ad apportare in bilancio, con propri decreti, le occorrenti variazioni.

CONCORSI

Bandi di concorso che si possono consultare presso la Segreteria dell'Ordine

Comune di Tortona: Bando di Concorso per il progetto di sistemazione ed utilizzazione dell'area comunale già « chalet » sul colle Vittorio. Scadenza: ore 18 del 15° giorno a partire dalla data di pubblicazione del presente Bando (data del Bando 15 luglio 1954).

□□□□

Comune di Catania: Bando di Concorso per un tipo di candelabro da installare nella Piazza degli Studi. Scadenza: ore 12 del sessantesimo giorno dalla data di pubblicazione del Bando (data di pubblicazione del Bando: 7 agosto 1954). Primo premio L. 600.000, secondo premio L. 250.000. Una somma di Lire 150.000 sarà a disposizione della Com-

missione da assegnare a titolo di parziale rimborso spese ai progetti ritenuti meritevoli.

□□□□

Comune di Pietrasanta: Bando di concorso per un progetto di sistemazione Fabbricato ex Conservatorio di S. Leone. Scadenza: ore 12 del 90° giorno dalla data del Bando (data del Bando: 1° agosto 1954). Primo premio L. 500.000, secondo premio L. 200.000, terzo premio L. 100.000.

□□□□

Città di Moncalieri: Bando di Concorso al posto di Capo Ufficio Tecnico. Scadenza: ore 18 del giorno 30 ottobre 1954.

□□□□

Comune di Cortona: Concorso pubblico per titoli ed esami al posto di Ingegnere Capo del Comune: è stato prorogato al 15 novembre 1954.

□□□□

Ospedale S. Giuseppe di Empoli: Il bando di concorso per il progetto di costruzione del nuovo Ospedale è stato prorogato al 15 dicembre 1954.

□□□□

Amministrazione della Provincia di Perugia: Il bando di concorso per un progetto di costruzione di reparti dell'Ospedale psichiatrico provinciale è stato prorogato al 30 settembre 1954.

□□□□

Associazione Ingegneri del Castello del Valentino - Torino: 3° Convegno Nazionale ex Allievi Castello del Valentino che si terrà a Torino l'8, 9, 10 ottobre 1954.

□□□□

Ente Manifestazioni Fieristiche Piacentine: III Convegno Nazionale sulle utilizzazioni del Metano. Piacenza 9, 10, 11 settembre 1954.

Esito di concorso - Rettifica

Nel Bollettino n. 5, a proposito dell'esito del Concorso per progetti di fabbricati rurali indetto dall'Istituto Federale di Credito Agrario per il Piemonte e la Liguria, anzichè Ing. Geom. Enrietti Martino di Torino, leggasi: Ing. Diplomato Estero Enrietti Geom. Martini, di Torino.

COMITATO DI REDAZIONE: *Direttore responsabile:* Benzi Guido. — *Membr:* Bertolotti Carlo, Boffa Giuseppe, Castiglia Cesare, De Padova Ezio, Dolza Casimiro, Migone Luigi, Moretto Anselmo, Tomaselli Giuseppe, Trinchero Giuseppe. — *Segretario:* Rossetti Ugo.

SCHEDARIO TECNICO

IMPRESE EDILI - STRADALI ecc.

IMPRESA COSTRUZIONI STRADALI
SPECIALIZZAZIONE PORFIDO

Oreste Prina & FIGLI

TORINO
VIA BRINDISI 16 - TEL. 23.415

IMPRESE EDILI - STRADALI ecc.

Impresa Costruzioni

Geom. Paolo Tabacchi

TORINO (216)
CORSO SAN MAURIZIO, 55

Telegrammi : Costabacchi-Torino — Telefoni : 760.247 - 82.920

SOCIETÀ PER AZIONI
CAPITALE SOC. L. 100.000.000

LAURO

IMPRESA COSTRUZIONI

IMPIANTI
IDROELETTRICI
EDILIZIA
CEMENTI
ARMATI
PONTI
STRADE
E GALLERIE

TORINO
VIA PRINCIPI D'ACAJA 6 - TEL. 760224 - 760298

ALDO VARALDI

COSTRUTTORE EDILE - STRADALI

AOSTA
VIA XAVIER DE MAISTRE 8

TORINO
VIA MASSENA 49
TELEF. 46.561

SOCIETÀ
AZIONARIA
ITALIANA

SAICCA

Costruzioni cementi armati

TORINO
VIA SAN FRANC. DA PAOLA, 20
TELEFONI 528.275 - 528.276

IMPRESA

Ing. Luigi Raineri

COSTRUZIONI
CIVILI ED
INDUSTRIALI

TORINO - VIA GIOBERTI 72 - TELEFONO 41.314

S.A.L.E.S.

S. A.

LAVORI EDILI E STRADALI

TORINO

Uffici e Amministrazione:
VIA S. QUINTINO 4 bis - TEL. 41.897

S C H E D A R I O T E C N I C O

MATERIALI E LAVORI PER EDILIZIA ecc.

Società Italiana

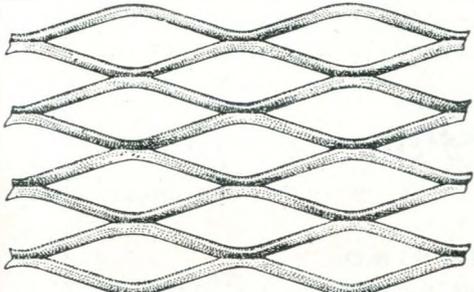
ACCIAIO BETON CENTRIFUGATO

PALI e SOSTEGNI in CEMENTO ARMATO CENTRIFUGATO per linee Elettriche e Telefoniche. PALI e MENSOLE ornamentali per illumin. stradale. Prodotti in Cemento armato vibrato e compresso.

TORINO - LINGOTTO • TELEFONO 694 - 600

MATERIALI E LAVORI PER EDILIZIA ecc.

DURBIANO GIUSEPPE



LAMIERA STIRATA

Sostituisce tutte le reti metalliche

Nelle costruzioni edili e idrauliche, serbatoi, ecc.

TORINO - CORSO CIRIÈ 4 - TEL. 22.615 - 20.113

IMPRESA DI DECORAZIONI

LUCIANO CERONI

TORINO

VIA TALUCCHI, 25 • TEL. 73.894 - 520.978

MANUFATTI VIBRATI
DI CEMENTO - POMICE
E GRANULATI
PER COSTRUZIONI
CIVILI E INDUSTRIALI

EDILPOMICE

S. R. L.

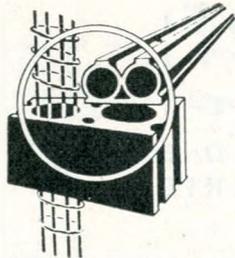
S. PIETRO di MONCALIERI
C. ROMA, 40 - TEL. 694.482
Nuova Barr. Nizza Capol. Tr. 7

Ditta **CIRIO FRANCESCO**

LATERIZI . MARMI . PIETRE
FERROCEMENTO - GRANULATI

Tutti i tipi di laterizi . Tutti i lavori di marmi e pietre per costruzioni

Sede in **TORINO** . PIAZZA STATUTO, 3 . Telefono 50.832
Stabilim. in **GRUGLIASCO** . Regione Bellezia . Telefono 393.444
Abitazione: **TORINO** . Via Pietrino Belli 72 . Telefono 774.694



ELIOBETON PINOTTINI

Manufatti di pomice
BLOCCHI - SOLAI
TAVELLE - MATTONI
GRANULATI DI POMICE

Direz. Commerciale: **TORINO**
Via Don Minzoni 8
Tel. 43.125

Stabilimenti:
Casale Monferr. Strada Valenza 1
Montalto di Castro - (Viterbo)
Stazione ferroviaria

SISTEMA COSTRUTTIVO
con elementi pomice cemento
e calcestruzzo armato

Soc. It. **DURANOVA S. R. L.**

VIA STRADELLA 236-238 - **TORINO** - TELEF. 290.927

DURANOVA
INTONACI COLORATI INALTERABILI PER ESTERNI ED INTERNI

MONOXIL
PAVIMENTI MAGNESIACI DI LUSO E AD USO INDUSTRIALE

PIASTRELLE SMALTATE - PAVIMENTAZIONI IN GRÈS E MOSAICO

Angelo Groppo

TORINO (301)
VIA G. RIBET, 8 - Tel. 61.887 - 62.805

SCHEDARIO TECNICO

MATERIALI E LAVORI PER EDILIZIA ecc.

Luisoni

LABORATORIO DA STUCCATORE
FONDATA NEL 1867

S U C C .
LORO & PIATTINI

U. P. I. C. Torino N. 82418

DECORAZIONI IN STUCCO
E PIETRE ARTIFICIALI
VETROCEMENTO
MISCELE SPECIALI a COLORI
PER INTONACI
LAMATI E SPRUZZATI

TORINO . CORSO RE UMBERTO 86 . TEL. 43.276

MATERIALI E LAVORI PER EDILIZIA ecc.

“SIDEROCEMENTO”

Società Anonima

Impresa Generale per Costruzioni

MILANO - Via Puccini, 5 - Tel. 81.259 - 871.259

Uff. dipen.: VENEZIA S. Marco 4086 A - Tel. 22.733

» » NAPOLI - Via Stella Polare 28 - Tel. 52.997

» » BOLZANO - P.za IV Nov. 1/1 - Tel. 10.85

Studio Tecnico ed Impresa per Cementi armati e Costruz. varie - Sviluppo progetti ed esecuzioni complete di opere

Consulente Prof. Ing. A. Danusso del Politecnico di Milano

Palificazioni con pali «VIBRO» gettati in opera



ISOLANTE
PER EDILIZIA E INDUSTRIA

Coibente, afono, leggero, incombustibile,
s'impasta con qualsiasi legante, s'impiega
negli intonaci, nei calcestruzzi e, sciolto, nelle intercapedini

PERLITE S. p. a. - VIA S. VITTORE, 38b - MILANO

Agente per TORINO e prov. **Rag. NEIROTTI**

Via Malta, 47 - TORINO - Telefono 33.780



SEAL PRUF ITALIANA s. r. l.

TORINO - Via P. Micca 21 - Tel. 524.026 - 49.771

Impermeabilizzanti - Anticorrosivi

NERVA PLAST - Cemento a freddo impermeabilizzante.
SEAL PRUF - Foglio plastico impermeabile.
NERVA STRAL J. F. - Termoplastico per giunti di dilatazione.
CRYSTAL - Idrorepellente a base di siliconi.
NERVA-TAPE - Nastri adesivi isolanti.
NERVA-KOTE - Vernici anticorrosive.

Protezioni da acqua, umidità, vapori, acidi, alcali, solventi, ecc.
per ogni esigenza dell'Edilizia e dell'Industria.

Concessionarie esclusiva delle:

RUBBER & PLASTICS COMPOUND CO. INC. - New York
WURDACK CHEMICAL COMPANY - St. Louis, 9 - Missouri

PAOLO SCRIBANTE & C.

MATERIALI PER COSTRUZIONI EDILI
INDUSTRIALI - FERROVIARIE

TORINO - Via Pr. d'Acaia 61 - Tel. 70.600 - 73.774

ATTREZZI - FERRI-TONDI - POUTRELLES -
DERIVATI VERGELLA - LAMIERE CROMATIT
ZINCATE - CANALI E TUBI ZINCATI - MAN-
NEMANN - SIFONI - CROMOBETON - CAR-
TONI CATRAMATI - PERSIANE AVVOLGIBILI

DITTA **Mazio Zaglio**

TORINO - Via d. Orfane 7 - Tel. 46.029

*Tutti i tipi di CEMENTO comu-
ni e speciali, Nazionali ed Esteri*

CALCI di ogni qualità

GESSI da forma e da Costruzioni

VETRI di ogni tipo e spessore
CRISTALLI piani e curvi
SPECCHI per la casa e per l'edilizia

PICCO & MARTINI
TORINO

VIA PESARO, 50

TELEF. 21.732 - 20.553

DALMINE

**TUBI DI ACCIAIO SENZA SALDATURA FINO A
825 mm DI DIAM. PER TUTTE LE APPLICAZIONI**

Acquedotti, oleodotti, condutture gas, tubi per appli-
cazioni meccaniche, per trivellazioni, pali tubolari,
bombole, serbatoi, sostegni a traliccio per linee
elettriche, costruzioni in carpenteria tubolare.

Sede: MILANO Via Brera 19
Ufficio di Torino: C. Vitt. Emanuele 44

METALLURGIA - MACCHINE

Soc. p. Az. **AGUDIO**

TORINO
VIA SAN MARINO 21 - TEL. 393.877
Teleg.Fono AGUDIO - C. C. P. 2/2020

COSTRUZIONE DI IMPIANTI E APPARECCHI PER SOLLEVAMENTO E IL TRASPORTO DI MERCI E PERSONE

*Funivie - Teleferiche - Funicolari
Slittovie - Piani inclinati - Blondin
Gru di ogni tipo - Ascensori -
Montacarichi - Monorotaie - Elevatori e Trasportatori di ogni tipo -
Impianti speciali per trattamento paglia per cellulosa - Impianti per
concerie - Ski-lift - Seggiovie -
Costruzioni meccaniche e metalliche.*

METALLURGIA - MACCHINE

INGG. BERTOLAZZI e LEVI TORINO - Corso Sommeiller, 6 - Telef. 60.015



MACCHINARIO PER COSTRUZIONI
SOC. GENERALE MACCHINE EDILI - MILANO



IMPIANTI AD ARIA COMPRESSA
ING. ENEA MATTEI - MILANO



LOCOMOTORI ELETTRICI E DIESEL
OFFICINE ELETTROMECCANICHE EMAM - MILANO



MACCHINE E ATTREZZATURE VIBRANTI
PER L'EDILIZIA E LE INDUSTRIE
VENANZETTI VIBRAZIONI - MILANO



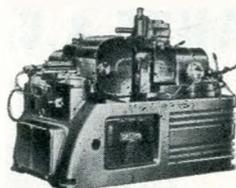
RULLI COMPRESSORI MARSHALL
AUTOGRU JONES

Umberto Belati

INGRANAGGI CILINDRICI RETTIFICATI

RETTIFICA INGRANAGGI CILINDRICI ED
ELICOIDALI - COLTELLI BELATI PER MACCHINE
FELLOWS - CALIBRI DIFFERENZIALI
PER DENTATURE - CAMBI DI VELOCITÀ
RIDUTTORI - RUOTISMI PER AVIAZIONE

Via Pier Carlo Boggio 56 . TORINO . Telef. 31.259



GIUSTINA

SOCIETÀ PER AZIONI

RETTIFICATRICI UNIVERSALI, SENZA CENTRI,
PER PIANI • CUSCINETTI A RULLI E A SFERE

Direzione e Stabilimento: **TORINO**
VIA G. SERVAIS, 125 - TEL. 790.022 - 790.023 - 790.024
Ufficio: **MILANO** - VIA FABIO FILZI 15 - TEL. 667.301

MACCHINE UTENSILI
STRUMENTI DI MISURA

Dott. Ing. GIORGIO CARBONE

VIA RODI 4 - TELEFONO 45.031 - TORINO

METRON

S. p. A. OFFICINE PIEMONTESE - TORINO

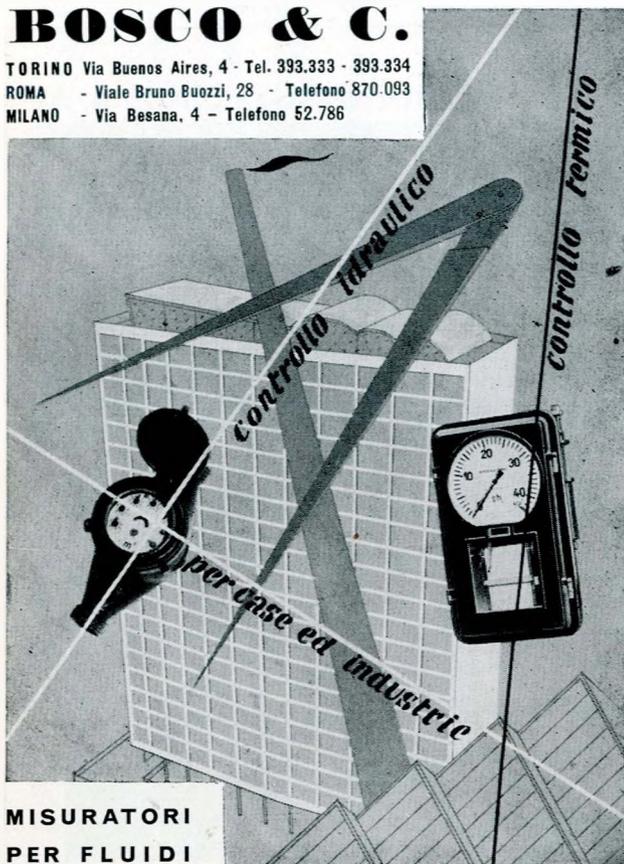
CONTACHILOMETRI - TACHIMETRI - OROLOGI -
MANOMETRI - INDICATORI LIVELLO BENZINA -
COMANDI INDICI DIREZIONE - MICROVITERIA E
DECOLTAGGIO

SCHEDARIO TECNICO

METALLURGIA - MACCHINE

BOSCO & C.

TORINO Via Buenos Aires, 4 - Tel. 393.333 - 393.334
ROMA - Viale Bruno Buozzi, 28 - Telefono 870.093
MILANO - Via Besana, 4 - Telefono 52.786



MISURATORI
PER FLUIDI

METALLURGICHE
**COLOMBO
AMBROGIO**

TORINO

Strada Lanzo 160

Telef. 290.517 - 293.165

METALLURGIA - MACCHINE

OFFICINE MECCANICHE - POCGARDI

PINEROLO

Impianti per Cartiere

Fabbriche Cellulosa e Pastalegno

LICENZE DI COSTRUZIONE PER L'ITALIA:

A. B. KAMYR - Karlstad (Svezia) - IMPIANTI CELLULOSA E PASTALEGNO.

ETS. LAMORT - Vitry Le François (Francia) - EPURATORI.

A. B. CELLECO - Uppsala (Svezia) - VORTRAPPS.

VALLQUIST & C. - Karlstad (Svezia) - WACO-FILTERS
RICUPERO FIBRE E DEPURAZIONE ACQUE.

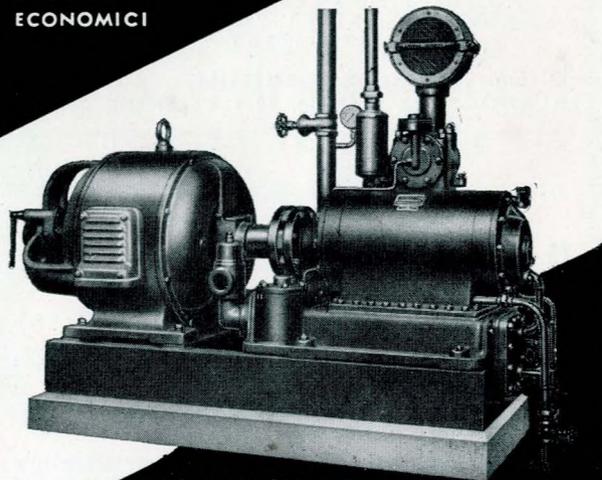
SUTHERLAND INT. LTD. - Nassau (Bahamas) - RAFFINATORI.

COLOMBES-TEXROPE - Paris (Francia) - PULEGGE
ESPANSIBILI VARI-PHI.

COMPRESSORI ROTATIVI
PRESSIONE DA 0,5 A 8 ATM.

POMPE A VUOTO
VUOTO SINO A 0,3 mm. MERCURIO

SEMPlici
SICURI
ECONOMICI



SOC. INDUSTRIALE
MACCHINE PNEUMOFORE

Via Sagra di San Michele, 66 - TORINO - Telefoni 790.109 e 790.828

NELLO SCRIVERE AGLI INSERZIONISTI CITARE QUESTA RIVISTA

XIII

SCHEDARIO TECNICO

METALLURGIA - MACCHINE

OVR

OFFICINE GIUSEPPE PETTITI

CONSTRUZIONE CUSCINETTI A SFERE E REGGISPINTA

VENARIA (Torino) - Via Goito 2 - Telef. 559.056

METALLURGIA - MACCHINE

PEYROT & ROSSIGNOLI S. A.

MATERIALI E MACCHINARI PER FONDERIE

Via Saluzzo, 93 - **TORINO** - Tel. 61.862 - 61.567



FIorentINI

AUTOGRU SU RUOTE GOMMATE
IMPIANTI MECCANICI PER CANTIERI

ESCAVATORI

S. p. A. ING. F. FIORENTINI & C. - ROMA - VIA BISSOLATI N. 76

macchine

rassegna tecnica italiana dell'industria metal - meccanica
È questa una rivista che interessa i tecnici, gli Ingegneri, i costruttori meccanici. Le sue pagine trattano diffusamente i problemi tutti che investono i settori della MECCANICA, UTENSILERIA, FONDERIA, METALLURGIA, ELETTROMECCANICA, ecc.

Abbonamento annuo: ITALIA L. 3.500 - ESTERO L. 5.500
Numeri di saggio a richiesta

edizioni tecniche **macchine**
MILANO - VIA MAMELI, 19 - TELEFONO 58.92.15

SURGAS

STUDIO UTILIZZAZIONE RICERCHE SUI GAS - S.p.A.

TORINO - Corso Belgio 107 - Telef. 80.162 - 80.163

IMPIANTI DI:

FRAZIONAMENTO
A R I A E G A S
ACETILENE DISCIOLTA
ANIDRIDE CARBONICA

SERBATOI ED APPARECCHIATURE
PER GAS LIQUEFATTI
SALDATRICI AUTOMA-
TICHE SOTTO FLUSSO

"COSTRUZIONI METALLICHE"

RIVISTA BIMESTRALE EDITA DALL'A. C. A. I.

Associazione fra i Costruttori in Acciaio Italiani

Tratta tutti i problemi scientifici, tecnici, economici ed estetici inerenti alle applicazioni dell'acciaio nelle costruzioni.

★

Abbonamento annuo (6 numeri) L. 2.000 - Gratuitamente ai Soci dell'A.C.A.I. ed ai Membri del Collegio dei Tecnici dell'A.C.A.I.

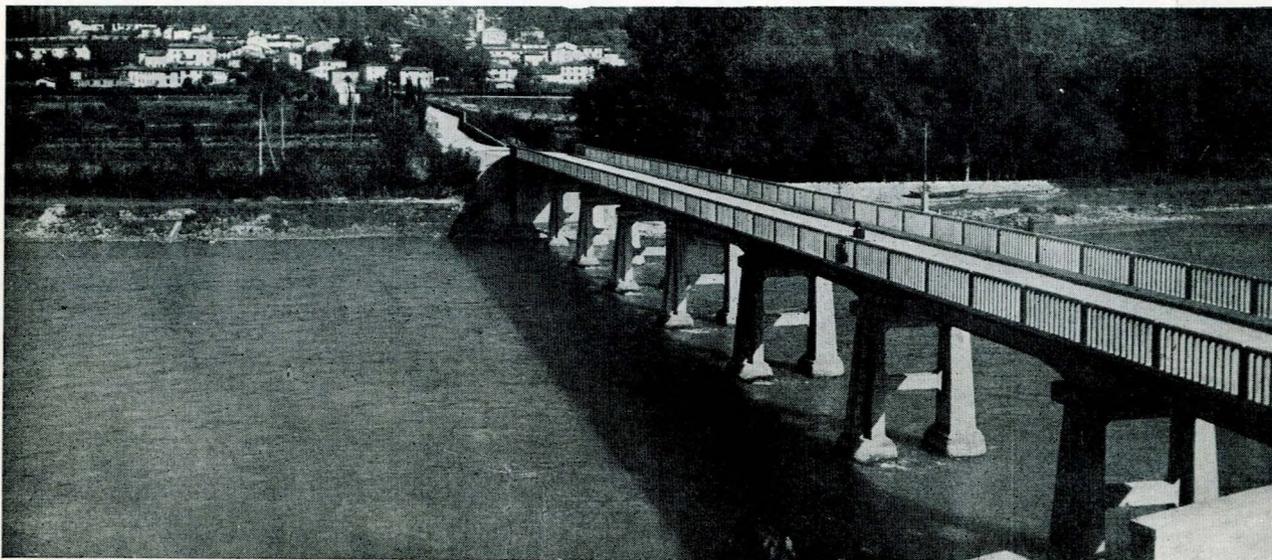
Chiedere un numero di saggio alla Direzione della Rivista

Direzione e Redazione: Via Filippo Turati 38 - Milano (134)

PONTI

in c.a. e in c.a. precompresso, su fondazioni di qualsiasi tipo e particolarmente in

PILOTI SCAC



SCAC

SOC. CEM. ARMATI CENTRIFUGATI - MILANO - Corso Italia 3

UFFICIO SCAC - TORINO

Via Madama Cristina 90
Telefono numero 61.800

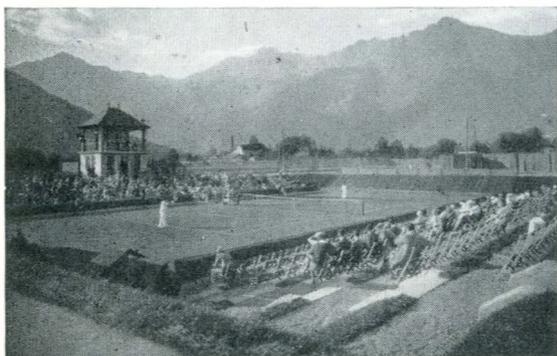


COKE METALLURGICO
PRODOTTI DI COKERIA
PRODOTTI AZOTATI PER
AGRICOLTURA ED INDUSTRIA
MATERIE PLASTICHE
VETRI IN LASTRA
PRODOTTI ISOLANTI "VITROSA"

DIREZIONE GENERALE: TORINO CORSO VITT. EMAN. 8 - STABILIMENTI: PORTO MARGHERA - (VENEZIA)

Ing. Guido De Bernardi

VIA MONTE DI PIETÀ 22 - TORINO - TEL. 40.269



*I terreni sportivi non ammettono improvvisazioni
Occorre materiale fabbricato appositamente e collaudato
da lungo uso*

La TENNISOLITE è da tutti riconosciuto il migliore

*Tutti i grandi Clubs italiani hanno i tennis in
TENNISOLITE*

PREVENTIVI GRATIS E SENZA IMPEGNO

Istituto Bancario San Paolo di Torino

Istituto di Credito di Diritto Pubblico

Anno di fondazione 1563

SEDE CENTRALE IN TORINO

SEDI IN TORINO - GENOVA - MILANO - ROMA

138 Succursali e Agenzie in Piemonte
Liguria e Lombardia

TUTTE LE OPERAZIONI DI BANCA E BORSA CREDITO FONDARIO

Depositi e conti correnti al 30/6/1954	L. 80.176.895.000
Assegni in circolazione	» 1.942.059.000
Cartelle fondiarie in circo- lazione	» 20.561.052.000
Fondi patrimoniali	» 1.812.892.000

l'Ingegnere

RIVISTA MENSILE

**Organo dell'Associazione Nazionale
Ingegneri ed Architetti Italiani (A.N.I.A.I.)**

Edizione I. P. I. Milano

Direttore: **Mario Pantaleo** Condirettore: **Gianni Robert**

- tende, mediante la trattazione di problemi tecnico-scientifici di vasta portata, alla valorizzazione del compito sociale che gli Ingegneri e gli Architetti devono, ogni giorno di più, esplicare nella vita moderna;
- contribuisce all'elevazione culturale degli Ingegneri e degli Architetti mediante articoli di ingegneria applicata e di ricerche di ingegneria;
- aiuta l'esercizio della professione mediante informazioni sulla vita delle Associazioni, sui Congressi e Convegni, sulle novità scientifiche, tecniche, industriali e legali, sulla produzione, sui prezzi e sulle pubblicazioni.

È un prezioso collaboratore per ogni Ingegnere od Architetto.

ABBONAMENTI: Quota annuale Lire 4.600.

NUOVI INDIRIZZI: *Amministrazione e Pubblicità*: Milano, Via Tadino, 62 (Telef. 278130). - *Direzione e Redazione*: Roma, Via Calabria, 35 (Telef. 484720).

RIVISTA

TECNICA OSPEDALIERA

edilizia, impianti, arredi

Amministrazione e Redazione: LIDO DI VENEZIA

un numero Lire 400
abbonamento annuo (sei numeri) L. 2.000 — c/c p. 9/16170
saggi gratuiti a richiesta

La rivista « **TECNICA OSPEDALIERA** » è la rassegna più completa delle opere riguardanti l'edilizia, gli impianti in genere, gli arredi e le apparecchiature sanitarie, realizzate e da realizzarsi nel particolare campo delle costruzioni ospedaliere

si può dormire...

STUDIO TESTA



... anche in una casa moderna ... applicando

ISOLANTI TERMOACUSTICI

Vetroflex

FIBRA DI VETRO

SUGHERO in granulato espanso o in tappeto sugherflex

VERMICULITE SIVE minerale superleggero

ERACLIT lastre leggere in fibra di legno e magnesite

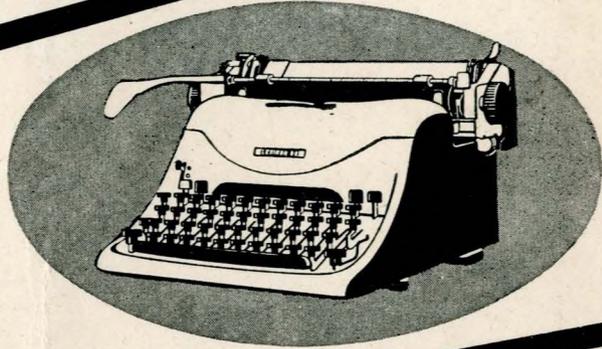
PROVERA & C.

CORSO NAPOLI N. 32 — TORINO
TELEFONI N. 20.084 - 26.997 - 26.998

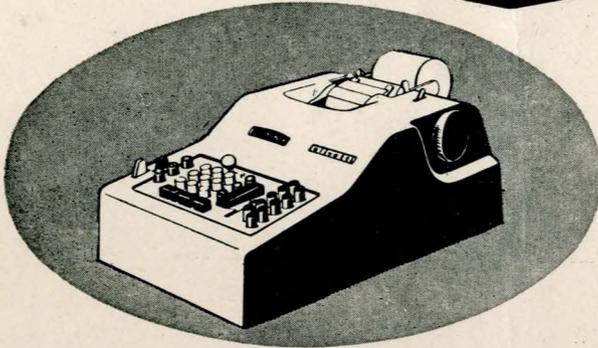
olivetti



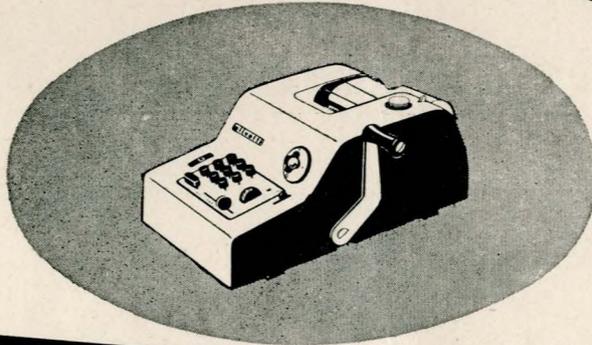
Lettera 22



Lexikon



Divisumma



Summa 15

La più grande industria europea
di macchine per ufficio
fornisce al lavoro del mondo
una serie completa di strumenti
esatti sicuri
per la scrittura e il calcolo.