

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

MISSILI

CESARE CODEGONE mette in evidenza l'importanza del nuovo ramo dell'ingegneria che è legato alla costruzione dei nuovi giganteschi razzi interplanetari.

Un nuovo ramo dell'ingegneria si è affermato in questi anni e col lancio di satelliti artificiali ha mostrato di essere capace di fornire sensazionali risultati.

Il lavoro di ristretti gruppi di specialisti, accompagnato da uno sforzo costruttivo sopportabile soltanto da grandi e complessi gruppi industriali, sta conferendo all'uomo il dominio degli spazi attorno alla terra.

Tale lavoro ha anticipato col freddo calcolo, e non già seguito, come comunemente si crede, i voli della più accesa fantasia.

Un breve esame di questo argomento di attualità non tornerà sgradito ai lettori di questa rivista, ai quali non sfuggirà certo l'interesse umano, oltre che meramente tecnico, di tali stupefacenti progressi.

« Missile » deriva, com'è noto, da voce latina, usata in senso generale per oggetti mandati o addirittura scagliati lontano dal mittente.

Tali erano i doni buttati dagli imperatori al popolo nell'occasione di fauste circostanze, od i confetti gettati dai parenti agli sposi alla fine della cerimonia nuziale, od ancora i proiettili di vario genere lanciati con macchine (come dice Livio al Capo V delle Storie) per tener lontano il nemico.

Quest'ultimo significato è stato ripreso in questi anni in sede internazionale ed è stato adottato nelle varie lingue, applicandolo, non già ai proiettili di artiglieria, il cui impulso iniziale, come nel caso delle antiche « baliste », è

loro conferito da un apparato ad essi esterno e con velocità massima all'inizio del lancio, bensì, e forse con non perfetta proprietà, ai nuovi grandi razzi semoventi, che generano cioè essi stessi l'impulso iniziale e continuano a svilupparlo nel seguito accelerando gradatamente il moto, e raggiungendo così velocità elevatissime.

Possono anzi accelerare talmente questo moto da prolungare ed innalzare l'arco della traiettoria fino a farle sormontare continenti e oceani, e talora con balzo prodigioso, evitando il ritorno sulla superficie terrestre, fino ad abbracciare, con una superba ellissi, la stessa Terra.

E il movimento continua colà vertiginoso per mesi e mesi, in assoluto silenzio, di là dalla ionosfera, fra rade particelle meteoriche, dinanzi ad una scintillante visione di stelle e di sfumate nebulose.

Intorno al 1921 era incaricato del corso di Meccanica Razionale presso il Politecnico di Torino un giovane e valente astronomo, divenuto poi direttore di un grande osservatorio nazionale. (Era il Prof. Armellini, tragicamente deceduto in questi giorni, dinanzi all'incendio che distruggeva il suo Osservatorio a Monte Mario).

Argomenti di meccanica celeste, prediletti dal docente, erano sviluppati nel corso con qualche ampiezza, sì da destar talora meraviglia negli allievi, indirizzati ad apprendere l'arte del costruire edifici, strade o macchine e non già a scrutare il corso degli astri.

Che riflessi pratici poteva avere

la determinazione, così laboriosa, delle traiettorie dei corpi celesti?

E di che altro poteva trattarsi se non di uno sfoggio, superfluo in quell'ambiente, di bravura matematica?

Così dicevano a chi scrive, allora appena immatricolato, alcuni colleghi anziani, con quella cert'aria di sufficienza che non di rado accompagna confidenze del genere.

Chi avrebbe infatti in quegli anni potuto supporre che un ramo dell'ingegneria si sarebbe proprio fondato sui quei calcoli, non meno che su altre discipline allora in fasce, quali la termochimica, l'aerodinamica, l'elettronica?

Ora invece, a buon diritto, anche le leggi della meccanica celeste rientrano fra i fondamenti della tecnica costruttiva!

Da tali leggi deduciamo ad esempio facilmente che la velocità orbitale da raggiungere perchè la forza centrifuga equilibri l'azione della gravità a qualche centinaio di chilometri di altezza è di circa 8 mila metri al minuto secondo, pari a 28 mila e ottocento chilometri all'ora.

Con questa velocità, corrispondente a circa 25 volte quella di propagazione del suono nell'atmosfera, il giro del mondo alla latitudine di 45° (quella di Torino ad esempio) richiederebbe un'ora soltanto, e all'equatore poco più di 80 minuti primi (altro che gli 80 giorni immaginati dal Verne!).

Tale velocità non potrebbe però essere mantenuta nella bassa atmosfera perchè la temperatura, soprattutto nella parte anteriore del mobile, raggiungerebbe in brevissimo tempo valori elevatissimi.

simi ⁽¹⁾, valori tali da provocare dapprima l'incandescenza e quindi la disintegrazione del missile.

Tenuto conto che la cosiddetta « barriera termica », cioè la velocità limite al di là della quale la temperatura assume valori pericolosi, cresce con la quota, occorre dunque poter accelerare il moto per stadi successivi senza mai superare tale barriera, e raggiungere la citata velocità di equilibrio della gravità nell'alta atmosfera, ad alcune centinaia di chilometri d'altezza, dove cioè le molecole d'aria sono molto rade (a 300 km di quota se ne incontra in media una ogni chilometro!)

È allora possibile entrare in orbita, cioè assumere una direzione inizialmente normale al raggio che congiunge il missile al centro terrestre e percorrere una traiettoria ellittica tutta esterna alla terra.

L'asse maggiore della ellissi percorsa da un satellite americano è all'incirca lungo 17 mila chilometri, con 4 mila chilometri di altezza all'apogeo, e soli 300 al perigeo. Per inquadrare tali dati con quelli più noti si tenga conto che il diametro terrestre ha una lunghezza pari a 12 mila e settecento chilometri.

La spinta iniziale occorrente per il lancio è ottenuta per reazione da violenti getti in combustione uscenti dalla base del missile e tale spinta deve anzitutto equilibrarne il peso e poi accelerarlo.

Con un'accelerazione di poco superiore a quella di gravità occorrerebbero più di dieci minuti primi per raggiungere l'orbita e lo spazio percorso sarebbe di tremila chilometri circa.

Dipende dalla riserva di combustibile la possibilità di raggiungere velocità e spazi ancora maggiori di questi.

La potenza necessaria per l'ascesa, da compiere in così pochi minuti, utilizzando più stadi successivi degli apparati a getti propellenti, è dell'ordine di grandezza di quella dell'impianto motore

⁽¹⁾ Il Meyerott la valuta intorno a 8000 gradi Kelvin; cfr. Terzo colloquio sulla Combustione e Propulsione, AGARD, Palermo, 17-21 marzo 1958. Altri Autori a valori minori, ma sempre elevati. Le formule usuali, estrapolate per numeri di Mach pari a 25, forniscono valori inammissibili.

di un transatlantico o di una centrale elettrica.

L'altezza di questi razzi giganti uguaglia quella di una casa di otto piani, la massa iniziale qualche diecina di tonnellate; gli stadi successivi si staccano non appena esauriti lasciando infine libera soltanto l'ogiva, che contiene gli strumenti di misura e di trasmissione dei rilievi scientifici. L'ogiva è arrotondata per rendere meno pericoloso il riscaldamento prodotto dalle onde d'urto.

Vari Autori ⁽²⁾ hanno calcolato che per effettuare un'orbita circum-lunare, superando cioè la distanza di 430 mila chilometri che ci separa da quel satellite, occorrerebbe raggiungere una velocità di 33 mila chilometri all'ora.

Ci vorranno più di 11 giorni a compiere il lunghissimo tragitto e l'orbita stessa potrebbe assumere, tenuto conto dello spostamento della luna durante la fase di avvicinamento, una curiosa forma intrecciata, esempio di traiettoria nel caso classico dell'attrazione fra tre corpi celesti.

La guida di tali apparecchi è effettuata nel periodo iniziale mediante onde radio che costituiscono nello spazio una specie di canale entro il quale il missile deve muoversi con estrema docilità.

La ricerca di combustibili e di comburenti solidi e liquidi (i cosiddetti « protergoli ») atti a svilupparsi, bruciando rapidamente in piccolo spazio, una grande quantità di energia ha grandissima importanza in questo ramo della tecnica ⁽³⁾ giacché è dalla reazione prodotta dall'impulso di getti di gas combusti compressi uscenti a grande velocità da condotti di forma opportuna (tubi di De Laval svasati al massimo) che ha origine la propulsione.

Per superare le difficoltà del rientro in atmosfera e del ricupero del missile si pensa di uti-

⁽²⁾ Cfr. ad es. C. GAZLEY Jr., Recovery of circum-lunar instrument carrier, Am. Rocket Society, VIII Int. Astronautical Congress, Barcellona, 6 dicembre 1957.

⁽³⁾ Ampie trattazioni al riguardo sono contenute nel volume di M. BARRÈRE e altri, La Propulsion par Fusées, Parigi, 1957. I protergoli solidi sono veri e propri esplosivi (ad es. a base di nitroglicerina e nitrocellulosa), quelli liquidi sono miscele di combustibili (spesso idrocarburi) e di comburenti (ossigeno liquido, acido nitrico, ecc.).

lizzare dei rivestimenti atti ad emettere per irradiazione o ad assorbire per fusione e per evaporazione il calore d'urto e d'attrito, che altrimenti provocherebbe la distruzione dell'ordigno. Altri artifici sono fondati sull'impiego di getti frenanti comandati a tempo prestabilito.

Le esperienze già compiute mostrano che esiste la possibilità di raggiungere da una stazione di lancio qualsiasi punto della superficie terrestre.

Anzi con traiettorie di 10 a 12 mila chilometri risulterebbe già possibile raggiungere, con razzi giganteschi, dal Nord America qualunque zona del continente euro-asiatico o viceversa.

Le difficoltà iniziali di lancio sono ancora notevoli e altre difficoltà sono opposte alla precisione del tiro dalle influenze meteorologiche e dalla necessità di prolungare la guida elettronica per buona parte della traiettoria.

Non è però difficile prevedere ulteriori perfezionamenti ai dispositivi ora adottati e presumere che tali perfezionamenti conducano a sconvolgere i tradizionali criteri strategici, quando la nuova arma sia collegata all'impiego di esplosivi nucleari, di efficacia terribile e decisiva.

Fortunatamente accanto a questi impieghi bellici vi sono possibilità di sviluppo pacifico; la conoscenza di fenomeni ancora poco noti negli spazi interplanetari, gli ausili alla radiotelegrafia ed alla radiodiffusione previste dagli specialisti (come si può leggere nei rendiconti dei congressi astronautici), il lancio di satelloidi portanti uomini, la costruzione di stazioni spaziali a migliaia di chilometri dalla terra, per rendere possibili voli ben più arditi degli attuali.

Ma la formidabile capacità di offendere dei nuovi mezzi deve anzitutto accrescere la preoccupazione di rafforzare i baluardi morali che reggono l'uomo civile nella società e le nazioni nei loro mutui rapporti, poichè senza tali baluardi, il dominio sulle forze della natura e sugli spazi celesti non si risolve che in una sempre più raffinata e spietata barbarie.

Cesare Codegone

Problemi di propulsione navale

ALDO FILIPPINI, in una conferenza all'AMI, ha illustrato in sintesi i vari sistemi di propulsione navale, mettendone in evidenza le diverse caratteristiche e particolarità: macchina alternativa a vapore, turbina a vapore, motore Diesel, turbina a gas, generatore a stantuffi liberi, propulsione nucleare.

1) La motrice alternativa a vapore, inventata in forma pratica da James Watt nel 1769 è stata applicata per la prima volta alla propulsione navale da Robert Fulton che fece percorrere il 17 agosto 1807 al suo « Clermont », una nave da 160 t.s.l., le 150 miglia da New York ad Albany in 32 ore (fig. 1).

Il secolo che nasceva avrebbe visto il trionfo incontrastato di questa macchina che, pur col placido e silenzioso andirivieni dei suoi stantuffi, raggiunse potenze notevoli ed ebbe applicazioni veramente importanti con le sue macchine a tripla e quadruplice espansione. Non bisogna credere infatti che le odierne velocità delle navi anche da passeggeri, che non superano salvo casi eccezionali i 17 o 20 nodi, siano state sconosciute alla fine del secolo scorso. Ho potuto accertare personalmente, consultando gli itinerari di una Società di Navigazione, che i 20 ed anche i 21 nodi erano le velocità di crociera di alcuni cosiddetti « Celeri » (Celere delle Indie, Celere di Costantinopoli).

La propulsione alternativa a vapore trova oggi applicazione molto limitata, e quasi esclusivamente in navi speciali che hanno bisogno di frequenti fermate, inversioni di marcia e differenze notevoli della velocità e della potenza (come ad esempio rimorchiatori, posacavi, ecc.). Purtroppo abbiamo visto durante la recente guerra mondiale che gli Stati Uniti hanno costruito in serie un grande numero delle famose navi tipo « Liberty » con apparato di propulsione costituito da una motrice alternativa a vapore. Questa parentesi in un'epoca soggetta all'incontrastato dominio dei motori Diesel e delle turbine a vapore, ha trovato giustificazione nel fatto che la macchina a vapore è di una estrema semplicità sia costruttiva che di esercizio e poteva pertanto essere costruita e condotta dal personale poco specializzato che gli Stati Uniti sono stati co-

stretti ad immettere in grande numero nell'industria e nella Marina per sopperire all'eccezionale sforzo bellico. Ma non è stato questo il solo motivo della scelta. Il motore Diesel, che sarebbe stato per altri aspetti la macchina ideale, è stato invece escluso per la scarsa esperienza e simpatia che gli americani hanno sempre dimostrato per questo tipo di macchina se di grandi dimensioni; e la turbina a vapore, nella quale sono molto competenti, non potè essere applicata in quanto per ogni nave sarebbe occorso un riduttore ad ingranaggi, ed in quel momento non era realizzabile un rapido programma di costruzione delle ruote lente (del \varnothing dell'ordine dei 5 m) per mancanza di un sufficiente numero di dentatrici di grandi dimensioni. Ed è per questo che le petroliere tipo T2 a turbina, costruite nello stesso periodo, non erano provviste di riduttore ma erano a propulsione turbo-elettrica.

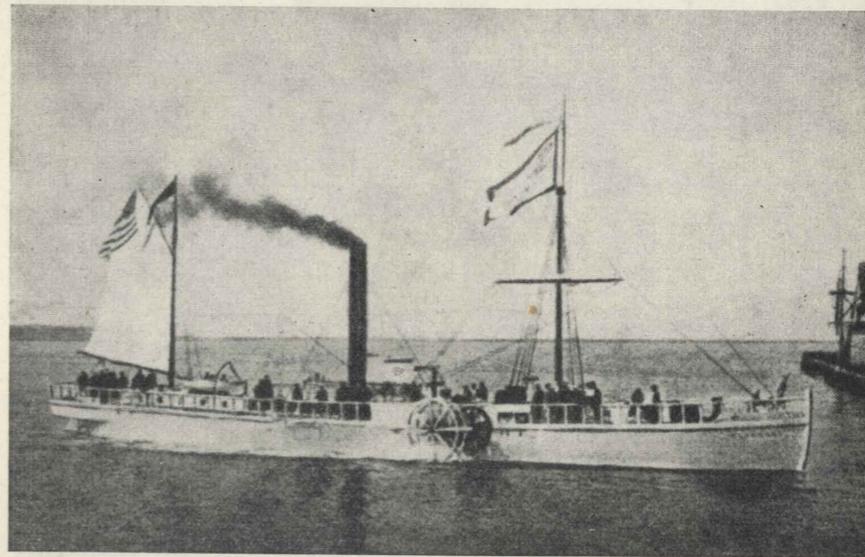
2) In principio i propulsori erano costituiti da ruote, due sui fianchi della nave oppure una sola a poppa. Questa sistemazione andò rapidamente perfezionandosi fino a raggiungere un rendimento

complessivo della propulsione che non avrebbe gran ché da invidiare alle eliche più moderne. Infatti ancora oggi non solo esistono, ma ancora si costruiscono piccole navi a ruote per usi speciali (laghi, rimorchiatori).

Giuseppe Ressel, quando nel 1829 applicò l'elica alla nave « Civetta » nel Golfo di Trieste, risolse in una volta sola gli inconvenienti di ingombro e di fragilità delle ruote. L'elica si evolve rapidamente e si presentò presto nel suo aspetto e nelle sue ben note caratteristiche attuali. Pur essendo ancor oggi oggetto di continui e profondi studi che la migliorano continuamente, allo stato attuale delle conoscenze appare quasi impossibile possa essere suscettibile di clamorosi progressi.

L'elica a passo variabile, e variabile fino ad ottenere l'inversione del moto (analoga a quella più nota degli aerei), costruita per la prima volta da Woodcroft nel 1844, rappresenta un perfezionamento di quella usuale a pale fisse dal punto di vista della possibilità di essere particolarmente adatta per quegli apparati motori aventi una ristretta gamma di velocità ad alto rendimento (turbina a va-

Fig. 1 - La nave « Clermont » di R. Fulton (1807).



pore e turbina a gas) e può essere paragonata a quello che è il cambio delle velocità in un automezzo. A causa della laboriosità della costruzione e del funzionamento, ha avuto in passato limitate applicazioni, ed anche oggi non sembra godere l'incondizionata simpatia degli Armatori e dei Costruttori, pur essendosi rivelata ormai di esercizio sicuro.

3) Negli anni a cavallo tra i due secoli nacquero la turbina a vapore ed il motore Diesel per applicazione navale.

La prima nave del mondo con turbina a vapore è stata la « Turbinia » che eseguì le prove in mare nel 1897.

Pochi anni dopo (1909) è stato costruito a Torino il primo motore Diesel a due tempi per sommergibile (fig. 2) di 300 Cv a 500 giri al minuto e nel 1912 prendeva il mare la prima motonave da superficie « Selandia ».

La lotta tra queste due macchine per il predominio dei mari ha eliminato la motrice alternativa a vapore (fig. 3) la quale, con il suo basso rendimento (20 ÷ 25 %) ed il suo alto peso per potenza unitaria è giunta al massimo delle sue possibilità ed ha dovuto cedere progressivamente il campo alle più giovani concorrenti, che rappresentano praticamente oggi gli unici sistemi di propulsione.

4) Per eseguire una valutazione

di questi due tipi di macchina è necessario un breve ed elementare richiamo di architettura navale.

Per provvedere alla spinta necessaria per l'avanzamento dello scafo, bisogna disporre di una potenza:

$$P = \frac{D^{2/3} V^3}{A}$$

in cui:

P = potenza (Cv)

D = dislocamento (t)

V = velocità (nodi)

A = coefficiente dell'Amiragliato (legato principalmente a D e V e compreso tra 230 e 350).

Questa formuletta, rappresentata graficamente nella fig. 4, ci dice che la potenza cresce molto rapidamente con l'aumento della velocità e molto lentamente aumentando il dislocamento (e di conseguenza la portata lorda che è un parametro analogo ed economicamente più pratico). Ne consegue che gli Armatori preferiscono costruire navi da carico (le quali rappresentano la maggior parte del dislocamento mondiale) di grandi dimensioni e relativamente poco veloci. Le dimensioni sono peraltro limitate:

a) dalle possibilità degli scali dei Cantieri, pochi dei quali sono in grado di costruire navi con lunghezze di più di 300 m, valore che non conviene superare anche

per ragioni di carattere tecnico ed economico; di conseguenza la massima portata dovrebbe superare di poco le 100.000 t con un'immersione di 15 m;

b) altro elemento che limita le dimensioni delle navi è l'immersione massima consentita dal Canale di Suez che è di 10,8 m. Conservando determinate proporzioni ne viene una portata lorda di 60.000 t;

c) il rapporto ottimo tra portata lorda e dislocamento di una Petroliera è tale da far corrispondere ad una portata lorda di 60.000 t.

Da quanto detto ne consegue l'opportunità di non superare grosso modo le 60.000 t di portata lorda per le navi che hanno da passare per Suez e le 100 mila per quelle che per questo Canale non potranno mai passare.

È da ritenere inoltre che il valore di 23.000-24.000 Cv sia il massimo ammissibile per un'elica proporzionata con un rendimento ottimo; ed infatti, seguendo le statistiche delle più recenti e più grandi navi da carico ho trovato una potenza massima di 22.750 Cv per una petroliera da 65.000 t di portata lorda.

Da quanto detto ne viene che la potenza massima disponibile sull'elica spinge la nave di 60.000 t alla velocità di 16,5 nodi e quella di 100.000 t alla velocità di 14,5 nodi.

Per le navi da carico in particolare è preferita una sola elica essenzialmente per la maggior semplicità costruttiva con conseguente minor costo, elemento questo molto importante in quanto il trasporto di massa incide col 30 ÷ 40 % e talvolta fino al 50 % del valore della merce.

5) Il mio Maestro, il Generale Rabbeno, usava dire che se il motore Diesel è tra i motori il campione mondiale dell'economia, la turbina a vapore lo è della potenza.

Infatti i 160 ÷ 170 g/Cv h consumati dal motore Diesel (che corrispondono ad un rendimento complessivo di circa il 40 %) non sono stati finora mai raggiunti da nessun'altra macchina termica, e la stessa turbina, con un consumo di 240 ÷ 250 g/Cv h (rendimento

di circa il 30 %) non sembra poter nemmeno minacciare la priorità del Diesel in questo campo.

È ben vero che la turbina, a vapore ha sempre bruciato nelle sue caldaie il residuo della distillazione degli idrocarburi liquidi (detto appunto « nafta da caldaia »), cioè la loro frazione più pesante e meno costosa, mentre il motore Diesel, per le caratteristiche del suo apparato di iniezione, era costretto ad usare il Diesel Oil che è un distillato. Per eliminare questo svantaggio la nostra maggior fabbrica nazionale di motori Diesel ha raggiunto con successo, una trentina di anni or sono, il risultato di bruciare con continuità e sicurezza nei suoi motori Diesel a due tempi di grande diametro (che sono quelli delle grandi motonavi) la nafta da caldaia.

A freddo questo combustibile ha una viscosità talvolta di più di 200 °E e contiene delle impurità molto dannose per le corrosioni che provocano. Per poterlo usare nei motori Diesel si riscalda il combustibile fino ad una temperatura dell'ordine di 100 ÷ 120 °C riducendo così la viscosità fino ai 3 °E, che è il valore che non è lecito superare negli apparati di iniezione, e separandone mediante depuratori centrifughi i residui incombusti e dannosi. Queste operazioni si effettuano molto semplicemente a bordo mediante apposite apparecchiature man mano che il combustibile occorre.

L'uso della nafta da caldaia, pur depurata, dà luogo ancora a formazione di prodotti acidi corrosivi che non devono in nessun modo inquinare l'olio di lubrificazione generale. Per questo i cilindri motori Fiat sono aperti nella parte inferiore e l'asta dello stantuffo passa attraverso una parete di separazione su cui è montato un efficace dispositivo raschiaolio.

Per eliminare inoltre le corrosioni e l'usura che queste nafta procuravano alle camicie, le principali Case fornitrici di olio hanno realizzato degli oli di lubrificazione delle camicie che praticamente eliminano gli effetti della corrosione.

Ripristinato in tal modo il vantaggio economico del motore Diesel sulla turbina a vapore si è

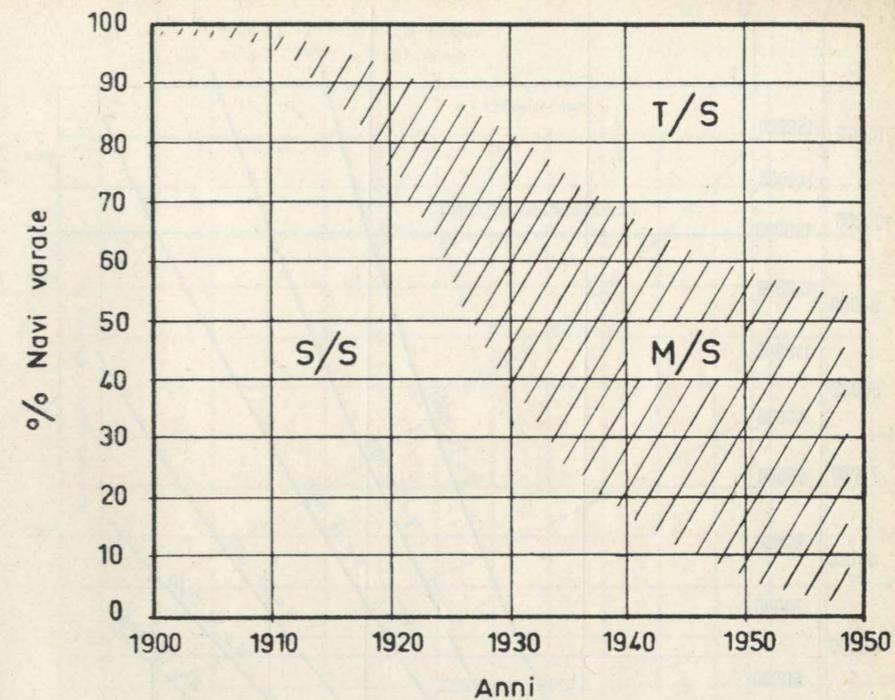


Fig. 3 - Navi costruite con i tre principali tipi di apparato motore: S/S - Con motrice alternativa a vapore (piroscafo); M/S - Con motore Diesel (motonave); T/S - Con turbina a vapore (turonave).

trattato di competere pure nel campo delle grandi potenze, nel quale la turbina ha raggiunto agevolmente quei 23.000 Cv che sono, come abbiamo detto poc'anzi, il massimo economicamente conveniente per un'elica. Ciò è stato ottenuto in diversi modi:

a) collegando due o quattro motori lenti o semi-lenti mediante ruote dentate ad un solo albero porta elica, soluzione che però elimina il vantaggio caratteristico del Diesel di essere calettato direttamente al propulsore;

b) propulsione multipla Diesel-elettrica, cioè più motori elettrogeni semiveloci o veloci a 4 tempi che alimentano il motore elettrico di propulsione;

c) il motore a 2 tempi a doppio effetto, che ha avuto un notevole sviluppo negli scorsi anni, è oggi stato accantonato, forse solo temporaneamente, in quanto la sovralimentazione e l'aumento del diametro (di cui diremo più avanti) hanno permesso di ottenere la potenza desiderata anche con il ciclo a semplice effetto.

La prima nave con questo tipo di motore Diesel è stata nel 1931 la M/n « Amerika », e tra le più cospicue applicazioni si devono citare la M/n « Vulcania » (in servizio di linea ormai da quasi

25 anni) e le ben note M/n « Augustus » e « Giulio Cesare » (ciascuna con 2 motori Fiat da 13 mila Cv l'uno di potenza continuativa);

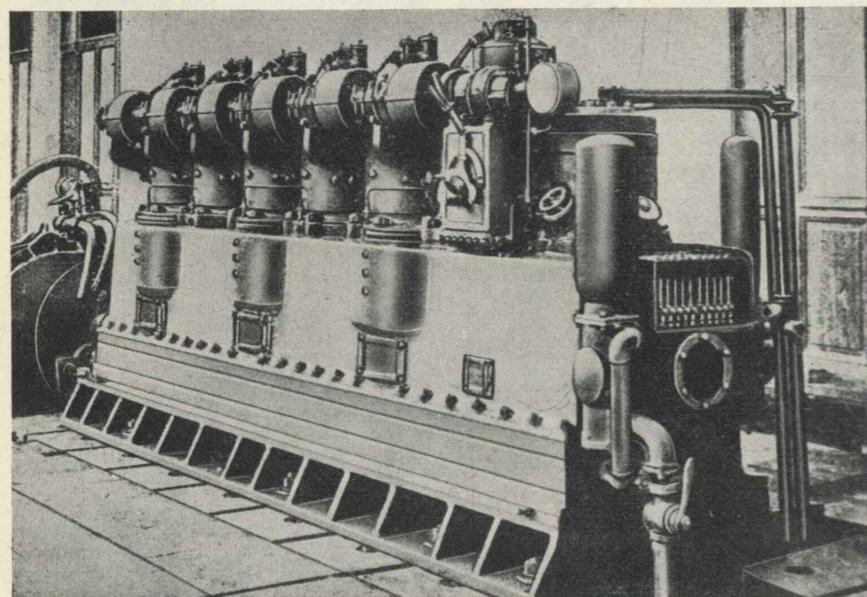
d) un grande passo avanti nell'aumento della potenza nei motori a due tempi per la propulsione navale è stato dato dalla sovralimentazione mediante lo sfruttamento dell'entalpia dei gas di scarico, i quali vengono utilizzati per azionare una turbina a gas che comanda un compressore centrifugo dell'aria al motore (figura 5). In tal modo, disponendo di una maggior quantità d'aria si può bruciare una maggior quantità di nafta, e questa maggior potenza non è ottenuta con una maggiore pressione massima del ciclo (da cui ne segue il dimensionamento uguale al motore normale), nè con una maggior temperatura dei gas di scarico.

Il consumo inoltre si mantiene più piatto per le varie potenze (fig. 6).

In questo modo le potenze si sono aumentate del 25 ÷ 30 % raggiungendo per il tipo Fiat da 750 mm a 12 cilindri i 14.000 Cv;

e) l'attacco definitivo alla maggiore potenza sviluppabile in origine dalla turbina a vapore viene portata da parte del Diesel

Fig. 2 - Il primo motore a due tempi, costruito nel 1909 per sommergibili. Tipo 2 C. 116 - 300 Cv a 500 giri/min.



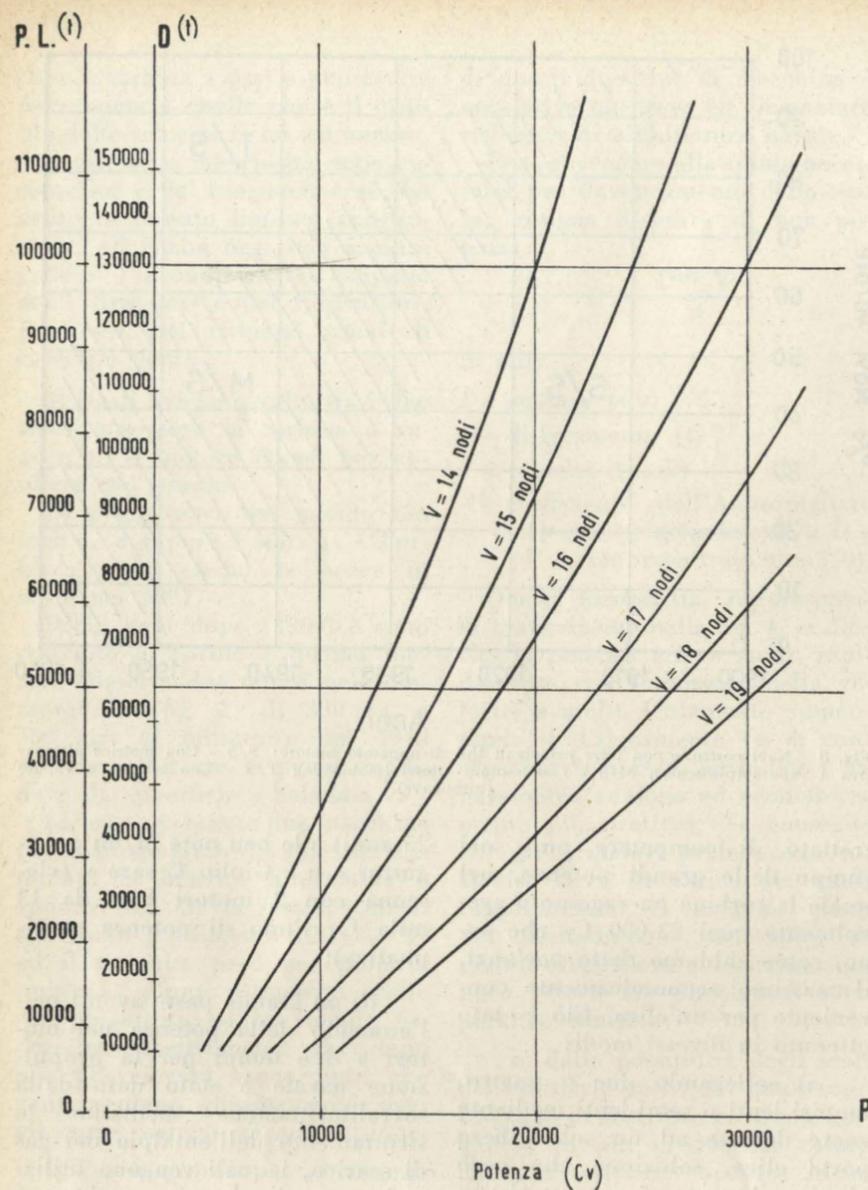


Fig. 4 - Relazione tra dislocamento, portata lorda, potenza e velocità.

sovralimentato aumentando le dimensioni del cilindro.

Trascurando i tentativi di molti anni or sono, abbandonati per la immaturità dei tempi, oggi si stanno costruendo cilindri del diametro di 840 mm (B. & W.) e di 900 mm (Fiat e Sulzer). La Casa di Torino costruisce un cilindro a due tempi della potenza di 1.900 Cv continuativi per cui il motore a 12 cilindri con una potenza di 22.800 Cv mette il Diesel definitivamente alla pari, per quanto riguarda la potenza, alla turbina a vapore.

6) In un apparato di propulsione marino devono essere rispettate anche altre esigenze che brevemente qui di seguito vengono esposte:

a) necessità di rapida marcia indietro. Facile nei motori Diesel; lunga nelle turbine a vapore a causa dell'inerzia delle parti rotanti e scomoda come costruzione per la necessità della presenza di una speciale turbina per la marcia indietro;

b) per quanto riguarda la manutenzione, la turbina a vapore ha necessità di provvedervi ad intervalli molto lunghi ma per periodi tali da fermare la nave anche molto tempo, specialmente se intervenga un'avaria.

La manutenzione dell'apparato Diesel è invece continua ed inizia si può dire dal primo giorno di funzionamento, però è sempre breve e può essere fatta anche

nelle poche ore nelle quali la nave è ferma in porto per il carico o la discarica delle merci;

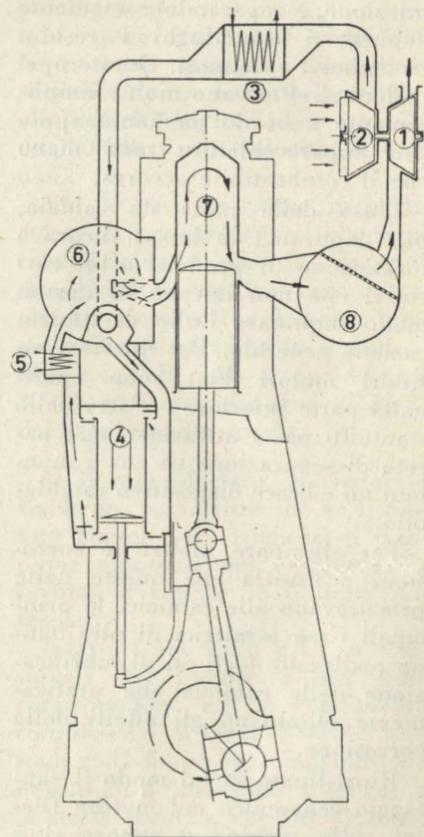
c) la turbina a vapore ha bisogno di parecchie ore per mettere in pressione la caldaia, mentre il motore Diesel è pronto ogni momento ad andare in moto;

d) l'apparato motore a turbina ha bisogno di personale più numeroso e maggiormente specializzato dei motori Diesel, e questo, specialmente oggi, è un fattore economico molto importante;

e) il peso dell'apparato a turbina di potenza maggiore di 20 mila Cv è un po' minore di quello analogo con motore Diesel, ma se si considera il peso del combustibile per assicurare una certa autonomia i rapporti si invertono. In particolare, un apparato a turbina di grande potenza pesa 30 kg/Cv e deve portare 100 kg/Cv di combustibile per una autonomia di 400 ore (totale 130 kg/Cv), mentre al motore Diesel, che pesa 40 kg/Cv, occorrono soltanto 64

Fig. 5 - Schema di motore a 2 tempi sovralimentato.

1-2, turbosoffiante a gas di scarico - 3, primo refrigerante aria - 4, pompa aria alternativa - 5, secondo refrigerante aria - 6, collettore aria di lavaggio - 7, cilindro motore - 8, collettore gas di scarico.



kg/Cv per la stessa autonomia (totale 104 kg/Cv).

Dal punto di vista economico il motore Diesel è pertanto nettamente più favorevole della turbina soprattutto per la minor spesa per il combustibile.

7) La turbina a gas, nota già da parecchi decenni, è stata oggetto di recenti studi per la sua applicazione alla propulsione navale.

La turbina a gas risulta, nello schema più semplice (fig. 7), composta di compressore assiale, una serie di bruciatori e della turbina a gas; è pertanto, rispetto alla turbina a vapore di pari potenza, meno ingombrante e pesante specialmente per la mancata della caldaia e del condensatore; non richiede acqua per il suo funzionamento e può entrare in servizio immediatamente.

Per avere un rendimento tollerabile ci sarebbe bisogno di poter recuperare al massimo il calore dei gas.

Per contro, specialmente per ragioni di ingombro e di semplicità, le turbine a gas navali sono costruite secondo schemi piuttosto elementari e con scambiatori di calore di dimensioni non eccessive e quindi hanno un rendimento non elevato (20% corrispondente a circa 320 g/Cv h di consumo), che è la metà di quello del motore Diesel (40% — 160 g/Cv h).

Analogamente a quanto succede per le turbine a vapore, la turbina a gas marina deve essere munita di dispositivi di riduzione dei giri, d'inversione di marcia e di adeguamento della potenza disponibile alla legge cubica di assorbimento dell'elica.

Quindi queste macchine devono essere provviste di riduttori ad ingranaggi (se non si sceglie la sistemazione turboelettrica), di turbina di marcia indietro o di elica a passo variabile, mentre l'adeguamento delle prestazioni della macchina alle esigenze dell'elica può essere ottenuto mediante l'impiego di due turbine meccanicamente indipendenti o dalla propulsione turboelettrica.

Da questi punti di vista, per la propulsione navale mercantile, la turbina a gas è meno adatta del motore Diesel che possiede dispositivi di inversione di marcia sem-

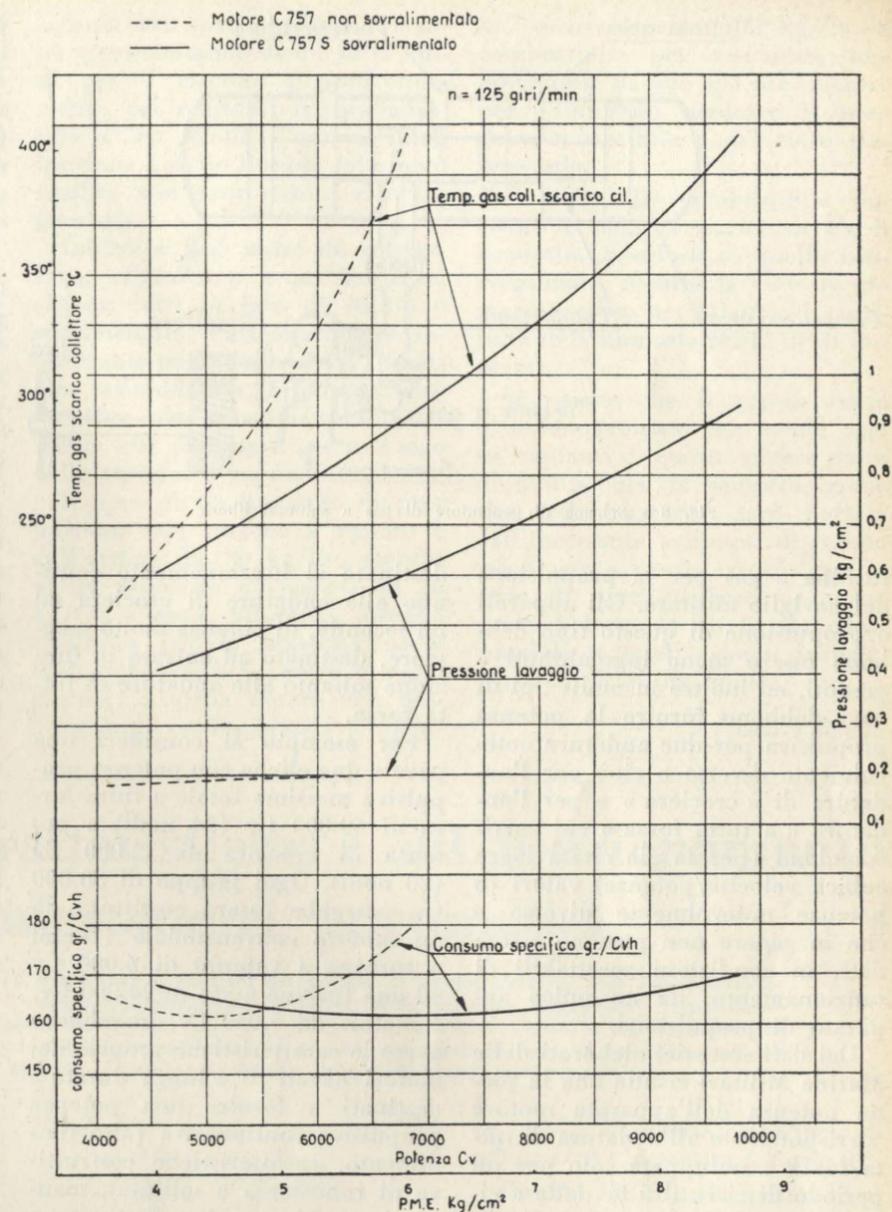


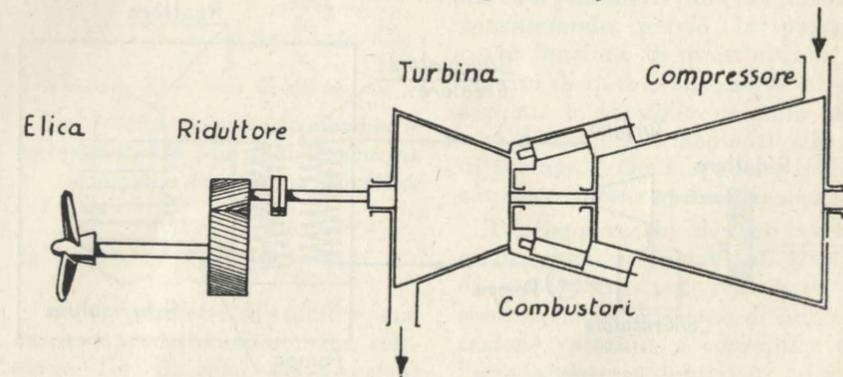
Fig. 6 - Diagrammi caratteristici di un motore Diesel a due tempi normale e sovralimentato.

plici, sicuri, di costo economico e facenti parte integrante del motore, ed inoltre non richiede l'adozione del riduttore.

Pur essendo ancora allo stadio sperimentale, la turbina a gas è stata applicata su alcune navi mercantili (« Auris », « John Sergeant », ecc.).

Molto interessante si presenta la

Fig. 7 - Schema di turbina a gas a ciclo aperto.



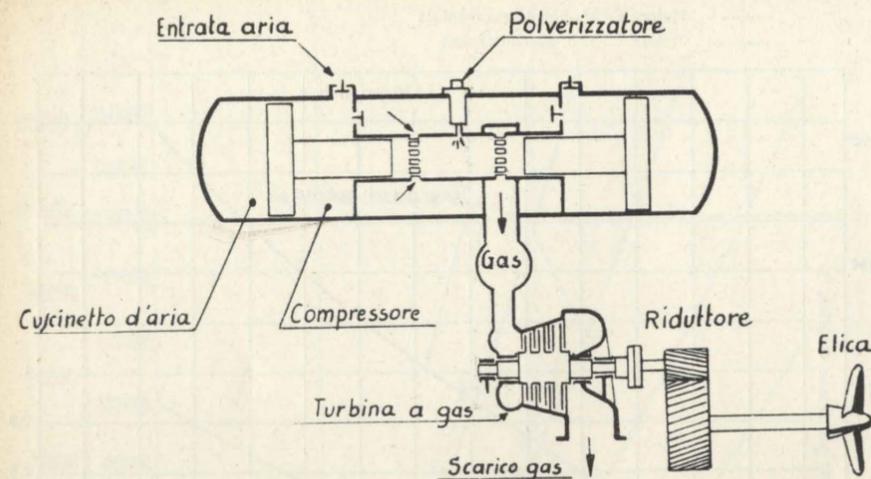


Fig. 8 - Schema di generatore di gas a stantuffi liberi.

turbina a gas per la propulsione del naviglio militare. Gli apparati a propulsione di questo tipo debbono essere meno ingombranti e pesanti, ed inoltre in molti tipi di navi debbono fornire la potenza propulsiva per due andature notevolmente diverse e cioè per l'andatura « crociera » e per l'andatura « a tutta forza » cui corrispondono (per la già citata legge cubica velocità/potenza) valori di potenze notevolmente diverse e che in genere non possono essere dati, in condizioni accettabili di funzionamento, da un unico apparato di propulsione.

Dai dati statistici elaborati dalle Marine Militari risulta che la piena potenza dell'apparato motore corrispondente all'andatura di tutta forza è sviluppata solo per un periodo di circa il 5 % della « vita » totale della nave. Quindi per queste navi sono particolarmente indicati apparati di propulsione costituiti da due gruppi (di caratteristiche costruttive e funzionali sensibilmente diverse) di cui uno

destinato al funzionamento continuo alle andature di crociera ed un secondo, di potenza molto maggiore, destinato ad entrare in funzione soltanto alle andature di tutta forza.

Per esempio si consideri una nave a due eliche con potenza propulsiva massima totale a tutta forza di 60.000 Cv (34 nodi) e potenza di crociera di 12.000 Cv (20 nodi). Ogni gruppo di 30.000 Cv potrebbe essere costituito da un motore convenzionale (Diesel o turbina a vapore) di 6.000 Cv ed una turbina a gas di 24.000 Cv. I motori da 6.000 Cv dovrebbero avere le caratteristiche proprie dei motori navali di « lunga durata » destinati a fornire una potenza propulsiva continuativa (alto rendimento, caratteristiche costruttive di robustezza e solidità), mentre la turbina a gas, destinata a funzionare solo per brevi periodi di tempo, dovrebbe avere quelle caratteristiche di leggerezza, sicurezza di funzionamento, rapidità di messa in marcia, ecc. richieste

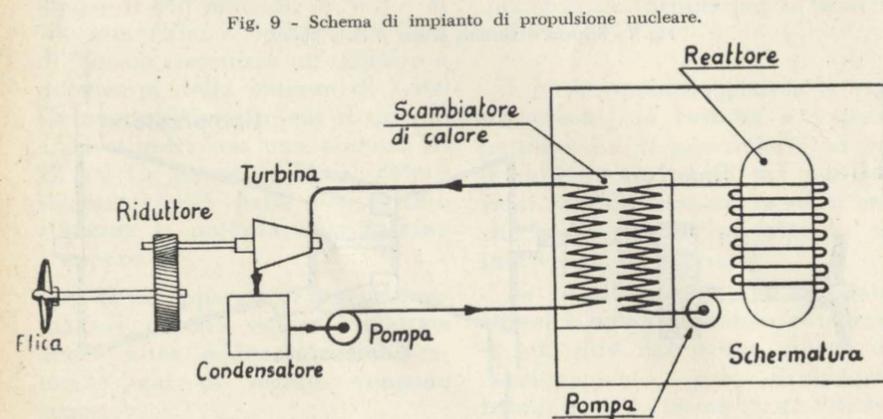


Fig. 9 - Schema di impianto di propulsione nucleare.

per le installazioni del tipo militare in esame.

Anche nel campo militare ci sono già esempi di questo tipo (« MGB 2009 », che eseguì, prima nave nel mondo con turbina a gas, le prove in mare nel 1947, « Gray Goose », ecc.).

8) Il sistema di alimentare la turbina mediante un generatore di gas è ritornato in questi ultimi anni alla ribalta dopo un lungo periodo di incubazione (il brevetto originale risale al 1937). In sostanza si tratta di un generatore di gas a stantuffi liberi (fig. 8) che si può paragonare ad un motore Diesel a due tempi a stantuffi contrapposti a lavaggio unidirezionale, ma senza potenza meccanica utile e senza manovellismo. Ha la funzione di trasformare l'energia calorifica in un flusso di gas caldi e compressi atti ad azionare la turbina a gas cui è associato. Il sistema ha un rendimento molto alto, dell'ordine di quello dei motori Diesel (circa 40 %), la temperatura massima di entrata in turbina risulta dell'ordine dei 550 °C, a causa della bassa pressione del gas bastano pochi stadi per la turbina, il peso unitario è molto favorevole e la manutenzione appare facile; finalmente un vantaggio notevole è dato dal fatto che può bruciare nafte pesanti.

Questo connubio tra la macchina rotativa e la macchina alternativa si presenta in questo momento con buone possibilità di riuscita anche se le applicazioni non sono ancora molte (citiamo la nave « Canteac » da 2000 Cv con generatori della Sigma e la « William Patterson » da 6000 Cv con generatori della General Motors); in ogni modo l'interesse per questa macchina è molto grande, ed anche in Italia è stato realizzato un tipo un po' più grande di quelli sinora costruiti ed è attualmente funzionante nelle officine della Fiat Grandi Motori.

9) Come è noto, la propulsione nucleare è già stata realizzata, sia pure per usi militari: i sommergibili « Nautilus » e « Sea Wolf » americani hanno avuto, specialmente il primo, che ha percorso più di 50.000 miglia senza incidenti e senza ricarica di combustibile, un grande successo tecnico, e si stanno costruendo la nave mi-

sta « Savannah » americana, il rompighiaccio « Lenin » russo, ecc.

Lo schema di questi apparati motori è abbastanza semplice (figura 9). In un reattore (CORE) avviene la reazione dell' U_{235} che genera calore e raggi gamma. Questo calore viene asportato per mezzo del circuito d'acqua pressurizzata a 120 kg/cm² ed a circa 280 °C. Questa acqua, costituente il circuito primario, trasmette il calore al circuito secondario mediante uno scambiatore di calore, ed il circuito secondario è quello normale di una turbina a vapore.

Nel circuito secondario si può disporre pertanto di una temperatura di circa 240 ÷ 250 °C che corrispondono ad una pressione di circa 35 ÷ 40 kg/cm² per il vapore saturo. Pertanto ci si deve purtroppo accontentare di condizioni di vapore in turbina degne appena di impianti di qualche decina di anni fa.

Sono stati sperimentati e si stanno sperimentando anche altri fluidi per il circuito di raffreddamento del reattore, il sommergibile « Sea Wolf » per esempio funziona a sodio liquido (che però sembra non aver dato i risultati previsti).

Inoltre si può usare un refrigerante organico o acqua bollente, sistemi tutti in fase di studio o sperimentali. Particolarmente interessante potrà presentarsi il reattore raffreddato a gas ad alta temperatura da accoppiare direttamente alla turbina a gas in luogo della turbina a vapore.

Il peso di un impianto di propulsione con turbina a vapore è dell'ordine dei 30 kg/Cv, mentre in un impianto nucleare è di 70 kg/Cv, questa differenza essendo costituita per la massima parte dalla schermatura contro i raggi gamma; bisogna notare che nell'impianto convenzionale a turbi-

na occorrono altri 100 kg/Cv di combustibile per assicurare una autonomia di sole 400 ore, mentre per l'impianto nucleare il peso del combustibile è del tutto trascurabile.

Il costo del combustibile nucleare è oggi, a parità di Cv h prodotto, inferiore di quello convenzionale, mentre la voce avente maggior peso nel bilancio è costituita dall'ammortamento degli impianti.

Si ritiene che il grande costo di ammortamento che incide oggi su impianti di questo genere possa diminuire per la semplificazione che indubbiamente sarà portata dall'incessante sviluppo di questa tecnologia e per la costruzione in serie di parti unificate, e possa essere ridotto ad un livello paragonabile a quello degli ordinari apparati di propulsione.

Aldo Filippini

Studio sulle caratteristiche e sul funzionamento dei micrometri pneumatici

GIAN FEDERICO MICHELETTI si propone di studiare un gruppo di apparecchiature, che hanno assunto una notevole importanza per il collaudo dimensionale, nella moderna industria meccanica: i micrometri pneumatici, ossia strumenti in grado di eseguire misure di lunghezza mediante l'impiego di dispositivi ad aria compressa. Dopo una breve enunciazione dei principi teorici, sui quali si basa il funzionamento di questi strumenti, vengono osservate le caratteristiche dei singoli componenti.

Premesse teoriche.

È noto quale sia il comportamento dell'aria durante il passaggio da una capacità a pressione maggiore (p_1) ad una a minore pressione (p_2), allorché questo avviene attraverso una luce praticata sul diaframma che separa le due capacità. Può facilmente essere scritta una equazione del moto tra la sezione del foro ed una sezione generica a monte di questo, entro la capacità a pressione p_1 , se si introducono alcune semplificazioni e cioè:

— le pressioni p_1 e p_2 si considerino costanti;

— si trascurino le resistenze passive al moto dell'aria, le sue variazioni di temperatura, la velocità con la quale l'aria stessa arriva alla luce di efflusso e lo spessore del diaframma, in corrispondenza di detta luce.

Risulta:

$$\frac{U^2}{2g} = - \int_{p_1}^{p_2} v dp$$

U = velocità dell'aria all'orificio

e per la uguaglianza $p_1 v_1 = p v$:

$$\frac{U^2}{2g} = - p_1 v_1 \int_{p_1}^{p_2} \frac{dp}{p}$$

$$U = \sqrt{2g v_1 p_1 \ln \frac{p_1}{p_2}}$$

la portata:

$$1) \quad Q = S \frac{p_2}{p_1} \sqrt{2g \frac{p_1}{v_1} \ln \frac{p_1}{p_2}}$$

S = sezione della luce di efflusso

Tale relazione può ulteriormente essere semplificata se si trascurino le variazioni di volume specifico dell'aria:

$$2) \quad Q = S \sqrt{\frac{2g}{v} (p_1 - p_2)}$$

La 2) permette di stabilire, con buona approssimazione, una relazione fra il salto di pressione

($p_1 - p_2$), la sezione dell'orificio di efflusso (S) e la portata dell'aria (Q).

Tenuto conto della ipotesi semplificativa, realizzata in pratica, e della costanza del salto di pressione, si perviene ad una corrispondenza biunivoca tra portate e sezioni. È perciò possibile pensare alla portata come ad una funzione della sezione; non solo, ma anche rendere la sezione in funzione di uno dei suoi parametri (una lunghezza), considerando perciò la portata come funzione di quest'ultimo. A seguito di queste successive precisazioni, è possibile eseguire misure di lunghezze mediante misure di portate, il che è appunto realizzato con i micrometri pneumatici.

Tali apparecchi devono avere, quali organi essenziali, un gruppo di regolazione, per realizzare la condizione di pressione di alimentazione costante, e consentire all'aria compressa di arrivare ad una

testa di misura, dopo avere attraversato un misuratore di portate, che generalmente è tarato in lunghezze, per facilitare la lettura, e costituisce l'indice dell'apparecchio.

Nella fig. 1 sono indicati: gli organi sopra nominati, le pressioni in ognuno di essi, le sezioni di efflusso dell'aria al regolatore di pressione, tra questo ed il misuratore di portate ed alla testa di misura.

La variazione di quest'ultima è l'elemento oggetto della misura.

Regolazione della pressione.

Come è stato accennato, l'apparecchiatura micrometrica di tipo pneumatico deve avere un organo per la regolazione automatica della pressione di uscita, in modo che questa mantenga sempre un valore costante, uguale a quello fissato in taratura, malgrado le possibili variazioni della pressione di alimentazione, e le variazioni della portata richiesta in erogazione.

La scelta delle pressioni di esercizio nei micrometri pneumatici è fatta in base a diverse considerazioni, che si elencano di seguito.

Occorre innanzitutto distinguere tra pressione di alimentazione (p) e pressione di uscita dal regolatore (p_0): quest'ultima è la pressione di esercizio del micrometro ed è funzione della prima.

Vi sono alcune esigenze, che vincolano il limite superiore di tale pressione, ed altre che ne limitano il valore inferiore.

Tra le condizioni che riguardano il limite superiore si ricordano le seguenti:

- esigenze costruttive relative alla maneggevolezza degli apparecchi ed alla loro sicurezza di funzionamento: non sono convenienti organi di tenuta abbondanti, quali richiesti dalle alte pressioni;

- esigenze di allacciamento alle reti di distribuzione dell'aria compressa (tali reti hanno pressioni di esercizio dell'ordine di $3 \div 5$ atm),

occorre perciò prevedere pressioni di alimentazione leggermente inferiori a queste;

- evitare la formazione di veli di olio e di acqua di condensazione, provocate facilmente alle alte pressioni, dalla umidità presente nell'aria.

Occorre infine considerare che la relazione 1) citata è valida soltanto per determinati valori del salto di pressione $p_0 - p_1$ realizzato all'ugello di sbocco e questo è ovviamente la considerazione fondamentale da tenere presente nella scelta delle pressioni.

I due valori limiti alla validità della 1) sono i seguenti:

$p_{1max} = p_0$ (pressione a valle dell'ugello = pressione di uscita) NON SI HA PORTATA

$p_{1min} = 0,607 p_0$ (quando $p_1 =$ = pressione critica di p_0) NON È PIÙ VALIDA LA 1), poichè la portata, che dovrebbe restare costante, in pratica subisce incrementi minori di quanto previsto dalla 1).

Poichè la pressione p_1 si identifica, nel caso presente, con la pressione atmosferica, è proprio questa ultima che impone il valore a p_0 . Dovrà perciò essere:

$$p_1 = p_a \geq 0,607 p_0$$

e

$$p_0 \leq \frac{1,033}{0,607} \cong 1,7 \text{ Kg/cm}^2$$

Nello stabilire la pressione p di alimentazione, si deve tenere conto delle cadute di pressione al misuratore di portata: perciò dovrà essere: $p_{1max} = 1,5 \div 2,5 \text{ kg/mm}^2$. Venendo ad esaminare le cause che impongono limitazioni al valore inferiore della pressione di uscita, si ritrovano le esigenze costruttive: se la pressione è troppo bassa, le strozzature ai misuratori di portata devono essere molto piccole, e perciò di più complicata costruzione. Inoltre è bene che l'aria abbia all'uscita una energia cinetica, sufficiente ad

esercitare un'azione di pulitura del pezzo, nel caso presenti tracce di polvere o grasso, che potrebbero falsare la misura.

Inoltre è opportuno, ai fini di una amplificazione della lettura sul misuratore, che la pressione non resti al di sotto di un certo limite.

Da tutto ciò si deduce che la pressione di uscita non deve essere inferiore a: $p_{0min} = 1,085 \div 1,15 \text{ Kg/cm}^2$.

I limiti trovati vengono ulteriormente ridotti, considerando i problemi di regolazione ed i metodi seguiti per risolverli.

La regolazione della pressione pone ulteriori limiti al campo delle pressioni sopraddetto, imponendo alcune condizioni:

- la pressione a monte dell'ugello non deve mai scendere sotto un certo valore minimo, il quale a sua volta deve essere maggiore della pressione esistente a valle ($p = p_{min}; [p_{min} - p_0] > 0$).
- la portata, richiesta in erogazione, non deve mai essere superiore a quella corrispondente al salto di pressione minimo:

$$3) \quad Q \leq S \sqrt{\frac{2g}{v}} (p_{min} - p_0)$$

Per realizzare costruttivamente la condizione di pressione costante, al variare della pressione di alimentazione ed al variare della portata richiesta in erogazione, si possono seguire due schemi:

1. Attuare una alimentazione dell'apparecchio attraverso una luce a sezione costante (ossia con portate variabili al variare della pressione di alimentazione), eliminando all'atmosfera l'eccesso di portata, secondo il principio attuato dai dispositivi idraulici di troppo pieno. Questo metodo vale per basse pressioni, sia per evitare eccessivi sprechi, sia per le possibilità dimensionali dell'apparecchio.

2. Realizzare l'alimentazione dell'apparecchio attraverso una luce a sezione variabile, in modo che siano erogate — sempre alla stessa pressione p_0 — le portate richieste, anche se variano la pressione di alimentazione p e la portata Q .

Questa seconda soluzione — che non verrà studiata in questo articolo — si attua con valvole apposite, con le quali possono anche essere controllate alte pressioni.

Descrizione del regolatore di pressione a colonna d'acqua.

L'apparecchio è costituito da un recipiente cilindrico R , pieno di acqua, fino ad un certo livello, nel quale pesca un tubo verticale T per una profondità H . Il recipiente è aperto all'atmosfera, nella parte superiore, ed al tubo T arriva l'aria di alimentazione con la pressione p .

La pressione p_0 di uscita dal regolatore è mantenuta costante entro il tubo T , poichè un eventuale eccesso di pressione, provocherebbe l'uscita di aria dal recipiente R . Dall'interno del tubo T una certa portata di aria passa, attraverso un ugello calibrato S_1 , entro il tubo M , collegato a propria volta al calibro.

La pressione che si stabilisce nella camera M , espressa dall'altezza h , dipende dall'efflusso di aria attraverso il calibro, che a sua volta dipende dalla ampiezza della luce variabile, in relazione con la grandezza misurata.

Durante il funzionamento regolare dell'apparecchio, il tubo T è pieno di aria fino alla sezione terminale immersa, ed un piccolo eccesso di aria sfugge dal bordo del tubo, gorgogliando nel recipiente.

Pertanto la pressione p_0 è costante, ed ha un valore corrispondente al peso di una colonna di acqua (di sezione unitaria), alta quanto la parte immersa del tubo: $p_0 = 0,001 H + p_a \text{ Kg/cm}^2$ (pressione assoluta).

Poichè la pressione resta costante, entro la camera H' , la portata che entra deve risultare costantemente eguale alla portata che esce, perciò si ha (considerando valide le relazioni del tipo 1) e 2), a seconda dell'entità del salto di pressione)

portata entrante (alla valvola S):

$$Q = S \frac{p_0}{p} \sqrt{\frac{2g}{v}} p \ln \frac{p}{p_0}$$

portata uscente (alla valvola S_1):

$$Q_1 = S_1 \sqrt{\frac{2g}{v}} (p_0 - p_1)$$

portata all'estremità del tubo T :

$$Q_t = S_t \sqrt{\frac{2g}{v}} (p_0 - p_a)$$

Risulta:

$$4) \quad S \sqrt{\frac{2g}{v_0}} p_0 \ln \frac{p}{p_0} =$$

$$= S_1 \sqrt{\frac{2g}{v}} (p_0 - p_1) + Q_t$$

Dalla relazione 4) si ha conferma che:

- rimanendo costante la pressione p_1 , oltre la p_0 , al crescere della pressione p di alimentazione dell'aria compressa, cresce la portata Q_t in eccesso, scaricata all'atmosfera;

- restando costante la pressione p di alimentazione dell'aria compressa (oltre alla pressione p_0): al crescere della pressione p_1 interna al misuratore, cresce la portata Q_t eccedente, scaricata nell'atmosfera dal tubo pescante;

- il funzionamento è regolare soltanto se la portata entrante è maggiore di quella uscente dall'ugello S_1 .

Teste di misura.

Sono già stati osservati i termini, entro i quali si pone il problema dell'efflusso dell'aria dalla testa di misura di un calibro pneumatico.

In primo luogo, la portata affluente (a parità di salto di pressione) deve essere funzione di un parametro geometrico ben definito; inoltre si deve poter stabilire una corrispondenza biunivoca tra i valori del parametro variabile, che definisce la sezione di efflusso, ed i valori della lunghezza oggetto della misura.

Si è anche accennato che queste condizioni sono ottenute, in pratica, mediante un organo parzializzatore, il quale modifica la sezione di efflusso, che collega la capacità in pressione con l'atmosfera.

Vi sono due tipi di dispositivi di parzializzazione: quelli nei quali l'organo di parzializzazione appartiene al misuratore, e costituisce parte integrante dell'orificio di sbocco dell'apparecchio: si tratta in questo caso di una valvola (teste a contatto); ed i dispositivi nei quali l'organo parzializzatore non appartiene al misuratore; in tale caso, il compito di definire la sezione di efflusso è affidato al pezzo. L'elemento variabile è la distanza tra l'orificio a sezione costante dell'apparecchio ed il pezzo (teste senza contatto fig. 3).

L'interesse che presentano questi dispositivi sta proprio nel fatto, di non richiedere un contatto di-

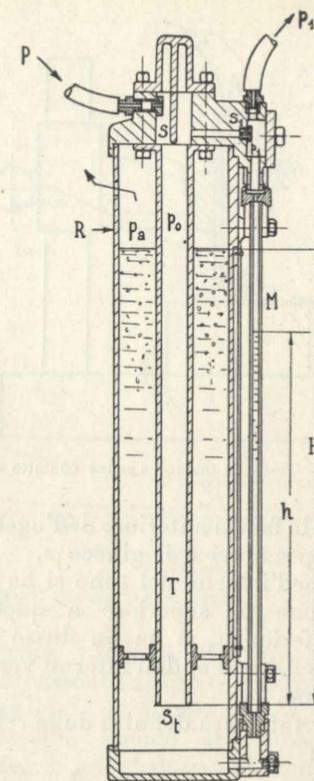


Fig. 2 - Regolatore di pressione a colonna d'acqua.

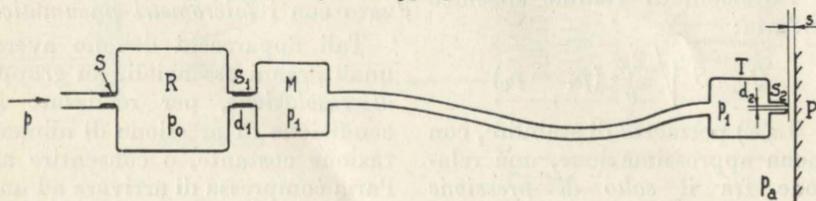
retto con il pezzo da misurare: la misura è fatta mediante la valutazione del giuoco tra l'orificio ed il pezzo. Per valori piccoli di tale giuoco, l'aria in pressione, contenuta nell'apparecchio, è costretta a sfuggire radialmente, laminandosi nello spazio esistente tra ugello e pezzo: la portata di efflusso è funzione allora evidentemente del valore del giuoco, dal quale dipende detto spazio. Tenendo fisso l'ugello, rispetto alla superficie di appoggio dei pezzi in misura, il giuoco varia inversamente alle dimensioni di questi pezzi, e perciò si stabilisce una corrispondenza tra le portate effluenti e le dimensioni degli oggetti.

Vi sono numerosi tipi di teste di misura senza contatto, sia per la misura di esterni che di diametri interni.

Teste di misura senza contatto

Si consideri ora lo schema di fig. 3 di un ugello in prossimità di una superficie piana del pezzo da misurare: l'ugello abbia forma di un tratto di tubo cilindrico ad asse rettilineo, di diametro interno d_2 , e l'asse sia normale alla superficie del pezzo.

Fig. 1 - Schema di un gruppo misuratore pneumatico: R=regolatore della pressione; M=misuratore della portata; T=testa di misura. Le pressioni esistenti entro le varie parti dell'apparecchio sono: p =pressione di alimentazione, p_0 =pressione di uscita dal regolatore; p_1 =pressione a valle dell'ugello S_1 ; p_a =pressione atmosferica.



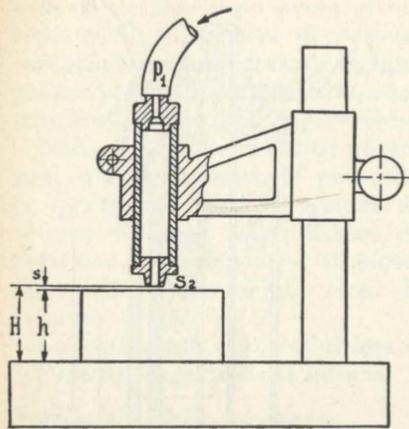


Fig. 3 - Testa di misura « senza contatto ».

Tra la faccia anteriore dell'ugello ed il pezzo vi è il giuoco s .

Se nell'interno del tubo si ha la pressione p_1 superiore a quella atmosferica p_a si ha un flusso di aria nella luce s , dall'interno verso l'esterno.

La portata sarà definita dalla relazione:

$$5) \quad Q = \pi d_2 s \frac{p_a}{P_1} \sqrt{\frac{2g}{v_1} p_1 \ln \frac{P_1}{p_a}}$$

sempre ché siano verificate le condizioni di costanza della temperatura dell'aria e di assenza di resistenze passive durante l'efflusso, ed inoltre che la velocità dell'aria sia diretta radialmente in direzione normale all'asse del cilindro, verso l'esterno, e l'uscita dell'aria avvenga con caratteristiche di efflusso in parete sottile, attraverso la superficie laterale del cilindro ideale, avente per base la sezione interna dell'ugello $(\frac{\pi}{4} d_1^2)$ e per altezza il giuoco tra ugello e pezzo.

Ancora, la pressione p_1 sia stata misurata (a monte dell'orificio di sbocco) in una sezione del condotto dell'apparecchio, in cui la velocità dell'aria si possa considerare nulla. Infine, la sezione di sbocco definita sopra, sia sufficientemente piccola rispetto al diametro (d_2) dell'ugello e in relazione alla pressione p_1 esistente all'interno dell'apparecchio.

Sulle due ultime condizioni, relative alla dimensione della sezione di sbocco e la velocità posseduta dall'aria nelle sezioni a monte di essa, occorre fare qualche rilievo. Si distinguono, infatti, due zone diverse nel condotto dell'apparecchio, che collega il regolatore di

pressione con l'orificio, alla testa di misura:

— il tratto compreso tra l'uscita del regolatore e l'inizio del tubo corrispondente all'ugello di sbocco (questo tratto può essere lungo anche qualche metro);

— il tratto di ugello vero e proprio (quello che ha diametro d_2), al quale si è fatto riferimento nella formula precedente (la lunghezza di questo tratto è minore di un cm.).

Per quanto riguarda la prima parte del condotto, si può rilevare che è sempre possibile eseguire il dimensionamento, in modo che (almeno in qualche tratto) la velocità dell'aria sia pressoché trascurabile, e la pressione p_1 possa essere misurata in questo tratto. Un interesse maggiore è presentato dall'analisi dei regimi di deflusso dell'aria, nella seconda parte del condotto λ : soprattutto nel rapporto tra questi regimi e quelli esistenti nella luce di laminazione tra ugello e pezzo.

Si consideri perciò l'efflusso attraverso le sezioni trasversali del tubo ($S_n = \frac{\pi}{4} d_2^2$), e l'efflusso attraverso la sezione cilindrica laterale del cilindro, già definito in precedenza ($S_2 = \pi d_2 s$).

Supponendo uguali le portate effluenti attraverso le due sezioni, come deve avvenire per un funzionamento regolare dell'apparecchio, si può ricavare la relazione, dalla quale i due efflussi sono legati:

$$6) \quad \frac{U_n}{U_2} = \frac{4s}{d_2}$$

ed anche, mettendo in evidenza le pressioni in giuoco (supposto l'efflusso a volume specifico costante):

$$7) \quad \frac{p_1 - p_x}{p_1 - p_a} = \frac{4s}{d_2}$$

È chiaro che la velocità U_n nel tubo, dipende dal rapporto tra le dimensioni delle due sezioni: S_n trasversale del tubo (costante) ed S_2 , cilindrica di laminazione (variabile).

L'esame della formula 7) rivela che, a parità di diametro d_2 del tubo, ed a parità di salto di pressione tra la capacità interna dell'apparecchio e l'atmosfera (cioè di U_2), la velocità di arrivo U_n

nel tubo, cresce al crescere della luce di sbocco. Di questo fatto è necessario tenere conto, perché pone dei limiti alla validità delle formule ora scritte, e perciò al campo di applicazione della testa di misura. Infatti, se la luce di sbocco è molto piccola rispetto al diametro del tubo ($\frac{s}{d_2}$ piccolo), la velocità di arrivo U_n nel tubo è pressoché trascurabile.

La pressione esistente nel tubo stesso, e nello spazio antistante ad esso, fra ugello e pezzo (cioè nel cilindro ideale di base $\frac{\pi}{4} d_2^2$ e di altezza s) è ancora circa uguale a quella esistente nella cavità interna dell'apparecchio; alla superficie laterale del cilindro ideale ora definito esiste perciò un gradiente di pressione ($p_1 - p_a$) che dà luogo alla portata indicata nella formula 5.

Ma, se la luce di sbocco è piuttosto grande rispetto al diametro del tubo (s/d_2 grande) la velocità di arrivo U_n assume valori non più trascurabili, e perciò anche le cadute di pressione ($p_1 - p_x$) che si realizzano nel tubo a causa di questo aumento di velocità, non sono più trascurabili.

La formula 5 non modifica la propria validità; soltanto, in questa nuova condizione essa è dovuta, in parte, al salto di pressione residuo ($p_x - p_a$) esistente alla superficie cilindrica, ed in parte alla energia cinetica, che l'aria possiede uscendo dall'ugello. La validità della formula viene meno quando, per valori sufficientemente grandi della luce s tra pezzo e ugello, il gradiente di pressione alla superficie laterale del cilindro ideale sopra considerato, diviene trascurabile, ossia quando la pressione statica nello spazio antistante l'ugello sia diventata circa uguale a quella atmosferica.

Dall'istante nel quale sono raggiunte queste condizioni, l'apparecchio non è più sensibile ad ulteriori aumenti della luce s .

Secondo la formula 5, infatti, ad aumenti di luce dovrebbero corrispondere aumenti di portata erogata; ma ciò non è più possibile, poiché la portata fluente attraverso la sezione S_n trasversale dell'ugello di sbocco non può più crescere; il salto di pressione

($p_1 - p_x$) non può infatti diventare maggiore, essendo ormai a valle della sezione, la pressione atmosferica ($p_x = p_a$).

In queste condizioni, la validità delle formule cade e l'apparecchio non è più in grado di funzionare.

Nel caso in cui l'efflusso si possa considerare a volume costante, la 7) permette di individuare qual'è il massimo valore della luce allo sbocco, per cui l'apparecchio è sensibile. Si avrebbe:

$$8) \quad s = \frac{d_2}{4}$$

Se invece si tiene conto della espansione che l'aria subisce durante l'efflusso, e cioè si ritengono valide formule simili alla 5, la equazione che permette di dare il valore s_{max} diventa:

$$9) \quad s = \frac{d_2}{4} \cdot \frac{p_x}{p_a} \sqrt{\frac{\ln \frac{P_1}{p_x}}{\ln \frac{p_x}{p_a}}}$$

Da ciò appare come, affinché p_x possa rendersi uguale a p_a , la luce s dovrebbe diventare infinita (cioè l'apparecchio teoricamente, potrebbe funzionare in ogni caso).

In pratica, però, a parte le anomalie di comportamento dell'aria, nei riguardi della legge di efflusso espressa dalla 5, ed a parte le resistenze, che ora si trascurano, ma che esistono ed incidono sul fenomeno (soprattutto quando sono grandi le luci di efflusso s) occorre tenere conto di un altro fatto: la sensibilità degli apparecchi diminuisce rapidamente (anche secondo le sole considerazioni teoriche).

In conclusione, si nota che i misuratori pneumatici possono funzionare per un campo di lunghezze limitato, il quale dipende tra l'altro (ed in ragione diretta), dal diametro dell'ugello di sbocco (formule 8 e 9) e dalla pressione di esercizio dell'apparecchio (formula 9).

Nella scelta delle dimensioni degli ugelli, e nella determinazione del campo di tolleranze con essi esplorabile, occorre tenere presente la legge di variazione della sensibilità degli apparecchi, in funzione della luce di efflusso, oltre che delle resistenze che entrano in giuoco nelle varie condizioni di funzionamento.

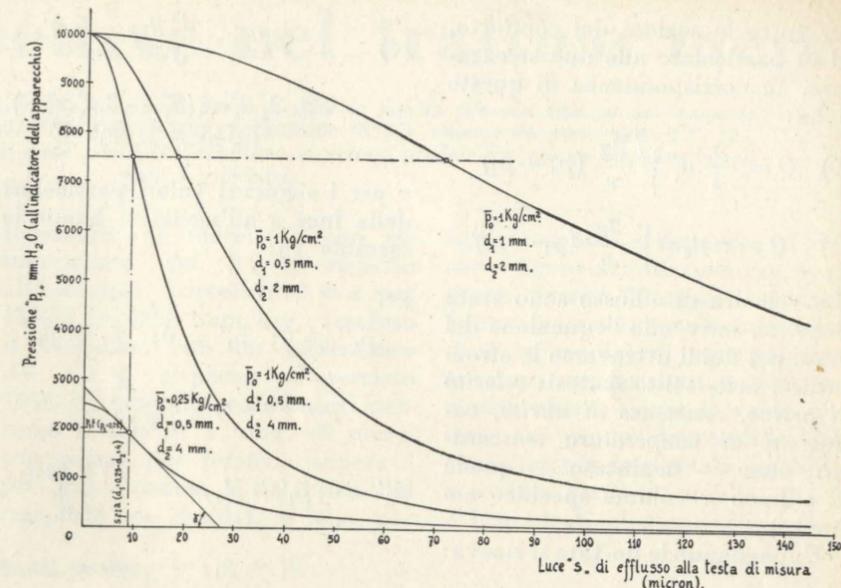


Fig. 4 - Curve caratteristiche di micrometri pneumatici ad ugello.

Misuratori di portata.

Nei misuratori pneumatici, la funzione di indicatore tarato è adempiuta dal misuratore di portata: è perciò necessaria la sua conoscenza, per definire le equazioni che esprimono le caratteristiche di funzionamento dei vari tipi di apparecchi.

Si noti che, oltre alla precisione ed alla prontezza di segnalazione, i misuratori di portata devono realizzare una forte amplificazione, per ridurre gli errori di lettura e per rendere più rapide le misure.

Gli strumenti per attuare le misure di portate si basano su schemi, che utilizzano le cadute di pressione dovute alla resistenza, incontrata dall'aria nell'attraversare una strozzatura (misuratori pneumatici ad ugello). Con le limitazioni già ricordate, valgono ancora le formule 1) e 2), che forniscono il valore della portata fluente.

Costruttivamente, il dispositivo è fatto in modo che la sezione di efflusso sia costante al variare della portata fluente, e renda così la portata funzione univoca del salto di pressione, che è appunto l'elemento oggetto della misura.

Misuratori pneumatici ad ugello.

Lo schema di funzionamento illustrato nella fig. 1 indica come l'aria in arrivo alla pressione p , alimenti un regolatore R dal quale esce alla pressione p_0 costante, entrando nel condotto dell'appa-

recchio. L'aria subisce una prima laminazione in corrispondenza dell'ugello S_1 , di diametro d_1 , e la sua pressione scende al valore più basso p_1 , segnalato dal manometro M . Finalmente, arrivata alla testa di misura T , ed attraversato l'ugello di sbocco S_2 (diametro d_2), essa subisce una seconda laminazione nella luce s esistente tra la testa di misura e la superficie del pezzo da misurare p , uscendo poi all'atmosfera.

Hanno luogo diversi fenomeni, in concomitanza di questo duplice efflusso dell'aria che procede dal regolatore alla testa di misura; su essi è possibile impostare una trattazione, facendo l'ipotesi che l'efflusso avvenga a volume specifico costante.

Tale ipotesi semplificativa consente di ottenere risultati validi per piccoli salti di pressione, quali si conseguono con regolatori di pressione a colonna d'acqua.

Studio delle caratteristiche dei misuratori pneumatici ad ugello.

Lo studio si riferisce al condotto dell'apparecchio, lungo il quale vi sono due strozzature: una all'ugello S_1 del misuratore di portata (sezione costante, salto di pressione variabile), l'altra alla sezione cilindrica di sbocco S_2 della testa di misura (sezione variabile, salto di pressione variabile).

Se il valore della luce s è sufficientemente piccolo, la portata fluente è uguale (in ciascun istante)

per tutte le sezioni del condotto, ed in particolare alle due strozzature. In corrispondenza di queste si ha:

$$10) Q = \frac{\pi}{4} d_1^2 \sqrt{\frac{2g}{v} (p_0 - p_1)}$$

$$11) Q = \pi d_2 s \sqrt{\frac{2g}{v} (p_1 - p_a)}$$

(Le velocità di efflusso sono state ricavate, scrivendo l'equazione del moto dei fluidi attraverso le strozzature, nelle solite ipotesi: velocità di arrivo, resistenze di attrito, variazioni di temperatura trascurabili, oltre — beninteso — quella di efflusso a volume specifico costante).

Uguagliando le portate si ricava:

$$\frac{d_1^4}{16} (p_0 - p_1) = d_2^2 s^2 (p_1 - p_a);$$

ed anche, introducendo per comodità le pressioni relative all'atmosfera:

$$\frac{d_1^4}{16} (\bar{p}_0 - \bar{p}_1) = d_2^2 s^2 \bar{p}_1;$$

da cui:

$$12) \bar{p}_1 = \bar{p}_0 \frac{1}{16 \frac{d_2^2 s^2}{d_1^4} + 1}$$

Questa è l'equazione caratteristica dell'apparecchio, che fornisce i valori della pressione esistente all'interno dell'apparecchio, in funzione del valore della luce s all'ugello di misura. Con passaggi algebrici semplici, si potrebbe ottenere da questa, la equazione di taratura [$s = f(\bar{p}_1)$].

Dalla equazione 12) e dal grafico 4 appare che:

— la funzione $\bar{p}_1 = f(s)$ è decrescente: al crescere della luce all'ugello, decresce la pressione letta al manometro;

— la funzione $\bar{p}_1 = f(s)$ non è lineare: a variazioni uguali di luce degli ugelli non corrispondono variazioni uguali di pressione al manometro.

Perciò, per completare l'analisi del fenomeno in studio, è necessario prendere in esame le funzioni derivate dalla funzione $\bar{p}_1 = f(s)$, ora definita, ed individuarne gli eventuali punti singolari.

Si ha:

$$13) \bar{p}_1' = \frac{d\bar{p}_1}{ds} = -\frac{2\bar{p}_0 S_1^2 \pi^2 d_2^2 s}{(d_1^2 s^2 \pi^2 + S_1^2)^2}$$

$$14) \bar{p}_1'' = \frac{d^2 \bar{p}_1}{ds^2} = -\frac{2\bar{p}_0 S_1 d_2^2 \pi^2 (S_1^2 - 3d_1^2 \pi^2 s^2)}{(d_1^2 \pi^2 s^2 + S_1^2)^3}$$

e per i seguenti valori particolari della luce s all'ugello si hanno le formule 15:

per $s = 0$

$$\bar{p}_1'' \neq 0; \bar{p}_1' = 0; \bar{p}_1 = \bar{p}_0$$

$$\text{per } s = s_f = \frac{d_1}{4\sqrt{3}d_2}$$

$$\bar{p}_1'' = 0; \bar{p}_1' = \bar{p}_1' f = -\frac{3\sqrt{3}\bar{p}_0 d_2}{2d_1^2};$$

$$\bar{p}_1 = \bar{p}_1 f = \frac{3}{4} \bar{p}_0$$

per $s = \infty$;

$$\bar{p}_1'' \neq 0; \bar{p}_1' = 0; \bar{p}_1 = 0$$

Mediante gli elementi raccolti sopra, è possibile individuare in modo completo le caratteristiche del fenomeno in studio, in tutte le condizioni possibili. Si fa notare, innanzi tutto, che la derivata prima della funzione $\bar{p}_1 = f(s)$ ha un significato fisico preciso: essa definisce, in termini infinitesimi, il rapporto che intercorre tra le variazioni di pressione, registrate dal manometro, e le variazioni di luce che si verificano agli ugelli. Ora, ammesso che la scala di lettura del manometro si possa considerare lineare, ed a meno di un'eventuale costante di proporzionalità, definita dalle unità di misura adottate e dalle caratteristiche del manometro, questo rapporto è precisamente la amplificazione fornita dall'apparecchio.

L'amplificazione fornita da un apparecchio di misura è infatti il rapporto che intercorre tra lo spostamento (lineare od angolare) dell'indice sulla scala e lo spostamento (lineare od angolare) che lo ha provocato, alla testa di misura:

$$A = \frac{\Delta L s}{\Delta L} = K \frac{d\bar{p}_1}{ds}$$

I termini infinitesimi sono dovuti al fatto che $\bar{p}_1 = f(s)$ non è lineare, e perciò la amplificazione varia al variare della luce s .

Le relazioni matematiche sopra riportate si possono perciò interpretare precisando:

1. L'influenza del valore della luce s , all'ugello di misura, sul valore della amplificazione (formule 15). Si nota che l'amplificazione ($\bar{p}_1' = \frac{d\bar{p}_1}{ds}$, corrispondente

alla inclinazione della tangente alle curve sul grafico 4), quasi nulla per valori molto piccoli della luce all'ugello (per $s = 0$, $\bar{p}_1' = 0$) cresce dapprima, al crescere della luce; raggiunge il suo valore massimo $\bar{p}_1' f$, per un particolare valore della luce (s_f), che è segnalato dall'annullarsi della derivata seconda della funzione $\bar{p}_1 = f(s)$ (per questo valore, evidentemente la funzione citata presenta un punto di flesso). L'amplificazione comincia poi a decrescere, e per grandi valori della luce, ritorna ad essere quasi nulla (al limite, per $l = \infty$, $\bar{p}_1 = 0$). Questi fatti, a parte ogni altra considerazione, stabiliscono limiti piuttosto ristretti al campo di lunghezze (cioè di luci), entro cui l'apparecchio in questione può fornire una prestazione utile: questo campo sarà evidentemente situato in un intorno (più o meno vasto) dal punto di flesso della funzione $\bar{p}_1 = f(s)$.

2. La influenza del valore delle costanti dell'apparecchio sul valore della amplificazione, a parità di luce di efflusso s , è ottenibile dalle formule 15, che ci forniscono il valore della amplificazione massima ottenibile con l'apparecchio (cioè il valore della derivata prima della funzione $\bar{p}_1 = f(s)$ nel suo punto di flesso). L'esame della formula citata permette di rilevare che:

— l'amplificazione dipende dalla pressione di alimentazione e che tale rapporto è diretto;

— l'amplificazione dipende in ragione diretta dal diametro dell'ugello di sbocco alla testa di misura (d_2);

— l'amplificazione dipende in ragione inversa e quadratica dal diametro dell'ugello del misuratore di portata.

Rimangono così definite (a meno di altre esigenze) le caratteristiche di un apparecchio a grande amplificazione: alta pressione di alimentazione, piccolo ugello del misuratore di portata, grande ugello alla testa di misura.

Gian Federico Micheletti

Nuove prospettive nel traffico merci

ALBERTO RUSSO-FRATTASI espone alcuni suoi punti di vista in merito alla convenienza del trasporto merci per mezzo di carichi unitari. Vista l'imminente applicazione di tale sistema da parte delle FF. SS., si è ritenuto opportuno esaminare quali possibilità si offrano ai vettori stradali con questo metodo e quali oneri ne derivino.

Il coordinamento è l'antidoto di una malattia economica apparsa nel settore dei trasporti in quasi tutti i paesi.

Tale malattia proviene dal fatto che in questo settore una soluzione basata su di una economia liberista presenta tante difficoltà quante ne presenta una regolamentazione generale.

Ciò avviene soprattutto perché la potenza di un complesso, necessariamente organico, concentrato ed organizzato come quello delle Ferrovie, porta il governo a regolamentarlo come un servizio pubblico, mentre le caratteristiche di estremo individualismo, di divisione e di dispersione dell'auto-transporto stradale rendono molto spesso questo servizio refrattario a qualsiasi regolamentazione.

Il dilemma strada-rotaia quindi, ricco di anni ma povero di successi, è purtroppo molto spesso chiamato in causa per coprire o per avallare delle situazioni di fatto che rispecchiano alcuni particolari interessi o delle prese di posizione ben definite da una parte o dall'altra.

Evidentemente l'utente cerca di approfittare di tale situazione per trarne dei vantaggi immediati come la riduzione del prezzo del servizio ecc.

Ma chi si rallegra di tale situazione non è molto lungimirante in quanto non vede come egli stesso egualmente paghi — come contribuente — una parte dell'ipotetico risparmio, e d'altro lato non si rende conto che un regime economico che impedisca ai vettori — ferroviari o stradali che siano — di avere un esercizio economico attivo non può che ritardare quell'evoluzione tecnica di cui egli stesso sarebbe — in seguito — grandemente avvantaggiato, sia per gli inevitabili miglioramenti della qualità del servizio sia per l'abbassamento dei costi.

Se si considera infatti che nell'esercizio 1956-57 le sole ferrovie Stato hanno trasportato 54.857.789

tonnellate di merci — con un incremento del 3,9 % rispetto all'esercizio precedente — per 14.473.101.000 tonn/km. (escluso il bestiame) con un incremento del 5,1 % rispetto all'esercizio 1956-57, tenendo conto che il percorso medio di 1 tonn. di merci trasportata per ferrovia supera i 250 km. (contro i 100 circa del trasporto su strada), e che per

ogni trasporto a distanza, al percorso ferroviario devono essere aggiunti almeno 2 trasporti su strada ed un numero notevole (non meno di 7 in media) di manipolazioni nei vari smistamenti e riordini, risulta chiaro come il voler insistere in questo deprecabile dualismo tra strada e rotaia equivalga a correre verso il suicidio.

Uno degli elementi che più si

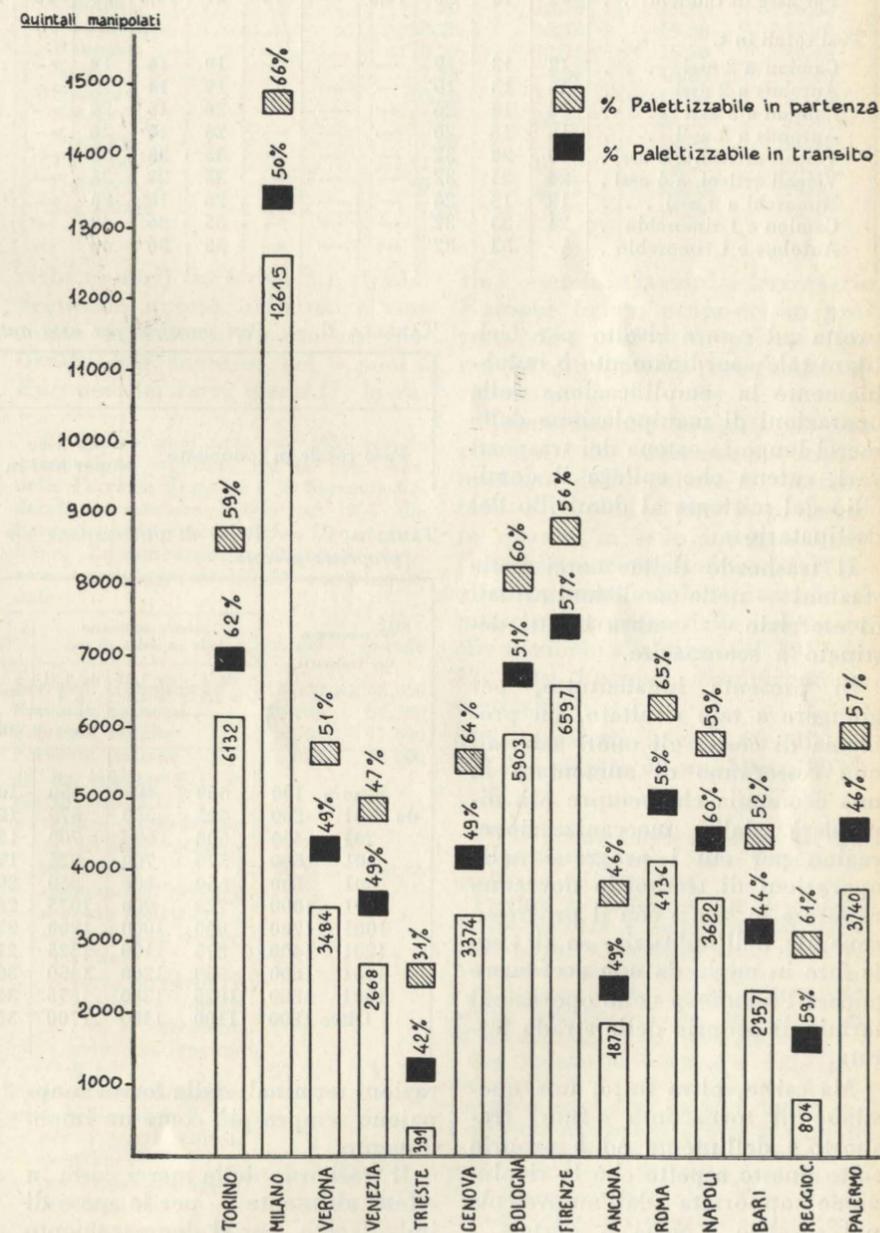


Fig. 1 - Traffico merci in piccole partite e percentuale di carichi palettizzabili (1956).

TABELLA A.

Dimensioni e pesi dei veicoli autorizzati in Europa occid.	Germania	Austria	Belgio	Danimarca	Spagna	Finlandia	Francia	Italia	Lussemburgo	Paesi Bassi	Portogallo	Regno Unito	Svezia	Svizzera	Convenzione internaz. 1949	Convenzione Europea 1950
	Altezza mass. in metri . . .	4,0	3,8	4,0	3,6	4,4	3,6	—	4,0	4,0	3,5	4,0	4,57	—	4,0	3,8
Largh. mass. in metri . . .	2,5	2,4	2,5	2,5	2,5	2,3	2,5	2,5	2,5	2,5	2,45	2,44	2,35	2,4	2,5	2,5
Lungh. mass. in metri:																
Camion a 2 assi . . .	10	10	12	10	10	12	11	10	10	10	10	9,14	—	9,5	10	10
Autobus a 2 assi . . .	12	11	12	12	10	12	12	10,5	11	11	10,3	9,14	—	11	11	11
Camion a 3 assi . . .	12	11	12	12	10	12	11	11	12	10	10	9,14	—	9,5	11	12
Autobus a 3 assi . . .	12	11	12	12	10	12	11	11	12	11	10,3	9,14	—	11	11	12
Veicoli articol.	13	14	14	14	10	14	14	14	14	14	12	10,67	—	9,5	14	14
Rimorchi a 3 assi . . .	12	8	12	—	10	12	11	8	12	10	—	6,7	—	9,5	—	12
Camion e 1 rimorchio . . .	14	18	22	18	10	14	18	19	20	18	14	—	—	18	18	18
Autobus e 1 rimorchio . . .	20	18	22	18	10	—	18	19	20	18	14	—	—	20	18	18
Peso totale in t.																
Per asse	8	8	13	7	—	7,2	13	10	13	8	10	9,14	7	10,4	8	10
Per asse in tandem . . .	12	13	20	14,5	—	10	21	14,5	20	16	16,5	—	10	—	14,5	20
Pesi totali in t.																
Camion a 2 assi	12	13	19	—	—	—	19	14	19	—	15	14,2	—	13	Peso max. = 11,25+1,25a	19
Autobus a 2 assi	16	13	19	—	—	—	19	14	19	—	15	12,2	—	13	(a=distanza in m tra i 2 assi estremi di un veicolo o insieme di veicoli)	19
Camion a 3 assi	18	18	26	—	—	—	26	18	26	—	20	20,3	—	13		26
Autobus a 3 assi	18	18	26	—	—	—	26	18	26	—	20	14,2	—	13		26
Veicoli articol. a 3 assi . . .	18	20	32	—	—	—	35	28	35	—	20	20,3	—	13		35
Veicoli articol. a 4 assi . . .	24	25	32	—	—	—	35	28	35	—	20	24,4	—	13		35
Rimorchi a 3 assi	18	15	26	—	—	—	26	18	26	—	—	—	—	10		26
Camion e 1 rimorchio	24	33	32	—	—	—	35	36	40	—	30	32,5	—	20	36,25	40
Autobus e 1 rimorchio	—	33	32	—	—	—	35	36	40	—	30	—	—	20	36,25	40

presta ad essere risolto per facilitare tale coordinamento è indubbiamente la semplificazione delle operazioni di manipolazione delle merci lungo la catena dei trasporti vari, catena che collega il domicilio del mittente al domicilio del destinatario.

Il trasbordo delle merci nelle stazioni — nelle condizioni attuali di esercizio — sembra infatti destinato a scomparire.

Si presenta innanzitutto, per giungere a tale risultato, un problema di costi: gli oneri salariali non cesseranno di aumentare in una economia che sempre più dipenderà dalla meccanizzazione, ragion per cui i progressi nelle operazioni di trasbordo dovranno restare « in fase » con il progresso generale dell'industria, se si vuole fare in modo da non accrescere ancora l'handicap nelle operazioni terminali proprie della strada ferrata.

Ma esiste, oltre tutto, una questione di tornaconto « fuori trasporto » dell'utente ed è proprio sotto questo aspetto che la rivoluzione apportata dall'autoveicolo nel servizio « porta a porta » è stata più feconda, mentre le ope-

TABELLA B. — Pesi massimi per asse autorizzati in Germania, Italia e Francia.

		GERMANIA	ITALIA	FRANCIA
Peso totale in tonnellate	per asse	8	10	13
	per assi in tandem	12	14,5	21

TABELLA C. — Tassa di utilizzazione per le spedizioni di merci in casse mobili di proprietà privata.

Percorrenza dei trasporti Km.	Casse mobili							
	piccole ordinarie della capacità di mc.			grandi ordinarie della capacità di mc.			di tipo speciale	
	da 1 a 1,5	da 1,51 a 2,5	da 2,51 a 3	fino a 5	da 5,10 a 10	oltre 10	isotermitiche e refrigeranti	altre
Tassa di utilizzazione per ogni cassa (in lire)								
Fino a 100	350	400	450	1000	1500	2250	2250	Tassa stabilita dall'amministrazione caso per caso
da 101 200	425	500	575	1250	1875	2625	2625	
201 400	500	600	700	1500	2250	3000	3000	
401 600	575	700	825	1750	2625	3375	3375	
601 800	650	800	950	2000	3000	3750	3750	
801 1000	725	900	1075	2250	3375	4125	4125	
1001 1200	800	1000	1200	2500	3750	4500	4500	
1201 1400	875	1100	1325	2750	4125	4875	4875	
1401 1600	950	1200	1450	3000	4500	5250	5250	
1601 1800	1025	1300	1575	3250	4875	5625	5625	
Oltre 1800	1100	1400	1700	3500	5250	6000	6000	

razioni terminali della ferrovia appaiono sempre più come un impedimento.

Il trasbordo delle merci costa in effetti all'utente — per le spese di imballaggio, per il deprezzamento della merce stessa, per possibili

avarie — cifre notevoli, talvolta superiori al puro costo del trasporto sia ferroviario che stradale.

Perciò gran parte degli sforzi viene concentrata sulla razionalizzazione e la meccanizzazione dei sistemi di manipolazione, special-

mente nei riguardi dei trasporti di merci spedite a collettame, realizzando così il duplice scopo di ridurre il costo di tali operazioni e nel contempo di stimolare l'interesse degli utenti verso la meccanizzazione per adeguarsi al trasportatore (1).

Del resto non si può trascurare il fatto che la quantità di merci in piccole partite accettate in conto traffico dalle F. S. è in continua diminuzione come dimostra l'andamento delle curve riportate nella fig. 2. È vero che, per contrapposto si è avuto un continuo aumento nell'entità delle merci trasportate in carri « groupages » formati dall'INT, dai suoi sub-concessionari e dai privati, di modo che, nel complesso, il traffico in piccole partite ha potuto registrare un lievissimo incremento, ma in proposito è necessario far presente come l'adozione del sistema dei carichi unitari, anche per quella parte del traffico « groupages » costituita da merce più ricca ed omogenea, possa trovare un altro vastissimo campo di azione per migliorare il rendimento del trasporto.

Due particolari aspetti di questo ammodernamento riguardano: — l'utilizzazione da un capo all'altro della catena di trasporto di una stessa unità di manipolazione in modo che i mezzi per il movimento possano essere adeguati e non richiedere divisioni o riordino nei carichi;

— l'impiego di adeguate attrezzature (palette, palette-casse, casse mobili (2), contenitori) per lo stivaggio dei mezzi.

Tali mezzi infatti rappresentano un notevole progresso verso quello che si può chiamare il sistema « porta a porta tecnico » e cioè senza alcun trasbordo di merci sfuse (non composte in ca-

(1) Infatti da una indagine effettuata nel 1956 nei diversi Compartimenti delle F. S., e precisamente in 112 stazioni, si è rilevato come la percentuale delle merci palettizzabili accettate ed in transito sia rilevantissima e comunque generalmente superiore al 50 % della merce manipolata (fig. n. 1).

(2) Dal 1948 al 1956, ad esempio, il parco delle casse mobili normali delle Ferrovie Francesi, passato da 7.200 a 22.000 casse, è stato quindi triplicato, mentre il tonnellaggio totale caricato è risultato più che quintuplicato passando da 250.000 ad 1.300.000 tonn.

TABELLA D. — Tassa di utilizzazione forfetaria, in franchi oro, per casse mobili in servizio internazionale appartenenti ad amministrazioni ferroviarie.

Dall'Italia a	Casse mobili piccole			Casse mobili grandi di oltre 3 mc e casse mobili p.a. non trasportate su carri speciali
	fino ad 1 mc	di oltre 1 mc fino a 2 mc	di oltre 2 mc fino a 3 mc	
Austria	7,20	9,00	10,80	14,40
Belgio	10,20	12,75	15,30	20,40
Bulgaria	10,20	12,75	15,30	20,40
Cecoslovacchia	10,20	12,75	15,30	20,40
Danimarca	13,20	16,50	19,80	26,40
Finlandia	19,20	24,—	28,80	38,40
Francia	7,20	9,00	10,80	14,40
Germania (Rep. Fed.)	10,20	12,75	15,30	20,40
Germania (Orient.)	13,20	16,50	19,80	26,40
Gran Bretagna	10,20	12,75	15,30	20,40
Grecia	10,20	12,75	15,30	20,40
Lussemburgo	10,20	12,75	15,30	20,40
Norvegia	19,20	24,00	28,80	38,40
Olanda	13,20	16,50	19,80	26,40
Polonia	13,20	16,50	19,80	26,40
Portogallo	13,20	16,50	19,80	26,40
Romania	10,20	12,75	15,30	20,40
Sarre	7,20	9,00	10,80	14,40
Spagna	10,20	12,75	15,30	20,40
Svezia	16,20	20,25	24,30	32,40
Svizzera	7,20	9,00	10,80	14,40
Turchia	13,20	16,50	19,80	26,40
Ungheria	10,20	12,75	15,30	20,40
Jugoslavia	7,20	9,00	10,80	14,40

ricchi unitari) fra ferrovia e strada. Seguendo questo indirizzo e cercando di imitare quanto già realizzato con successo nel « pool » Europeo dei carri merci (3) le va-

(3) Questo pool nato nel 1951 con la convenzione stipulata tra la Soc. Naz. delle Ferrovie Francesi e le Ferrovie Federali Germaniche, estesa nel 1953 alle Ferrovie Austriache, Belghe, Danesi, Italiane, Lussemburghesi, Olandesi, Svizzere, consta oggi di 159.100 carri forniti dalle

	chiusi n.	alte sponde n.
Ferrovie Germaniche	13.500	48.000
Ferrovie Francesi	30.000	33.100
Ferrovie Belghe	8.500	11.000
Ferrovie Italiane	5.000	10.000

ed ha realizzato i seguenti risultati:
— traffico svolto in carri EUROP rispetto al totale 50 %
— economie di percorsi a vuoto realizzate:
— in milioni di carri/km 2,5
— come rapporto rispetto a quelli che si sarebbero avuti in regime R.I.V. 27 %

Percorsi a vuoto risparmiati sulle linee F. S.:		
— per i carri chiusi, carri/km	6.963.789	
— per i carri alte sponde, carri/km	10.751.796	
Totale carri/km	17.715.585	
con una conseguente economia di Lit.	267.859.645	

rie amministrazioni ferroviarie Europee hanno proposto un progetto di « pool delle palette » da noi in altro studio integralmente riportato.

Come da tale progetto si può rilevare, la dimensione tipica unificata delle palette da immettersi al « pool » non è precisata in quanto in sede internazionale l'accordo è molto lontano dall'essere raggiunto. Infatti facendo il punto sul numero delle palette in circolazione alla fine del 1957 in 12 Paesi Europei, risultavano in esercizio:

873.116 palette da cm. 80 x 120
351.965 palette da cm. 100 x 120 (4)

(4) In pratica quindi le palette del tipo di cm. 80 x 120, erano circa il triplo di quelle da cm. 100 x 120.

Peraltro la preferenza per il modello da cm. 80 x 120 è confermata dal totale delle palette attualmente ordinate da 14 Amministrazioni Ferroviarie, tra cui le F. S. Italiane, totale che risulta di 250.000 palette del tipo di cm. 80 x 120 e di 90.000 del tipo di cm. 100 x 120.

Per l'inizio del traffico a collettame palettizzato le F. S. hanno previsto la necessità di un primo stock di 23.000 palette delle dimensioni di cm. 80 x 120 di loro proprietà; di 55 carrelli elevatori diesel con portata di 1200 kg. ed altezza di sollevamento fino a m. 2,66; di 345 carrelli sollevatori idraulici a mano con portata di 1.000 kg.; di 1500 telai parietali per la trasformazione delle palette in box palette (fig. 3).

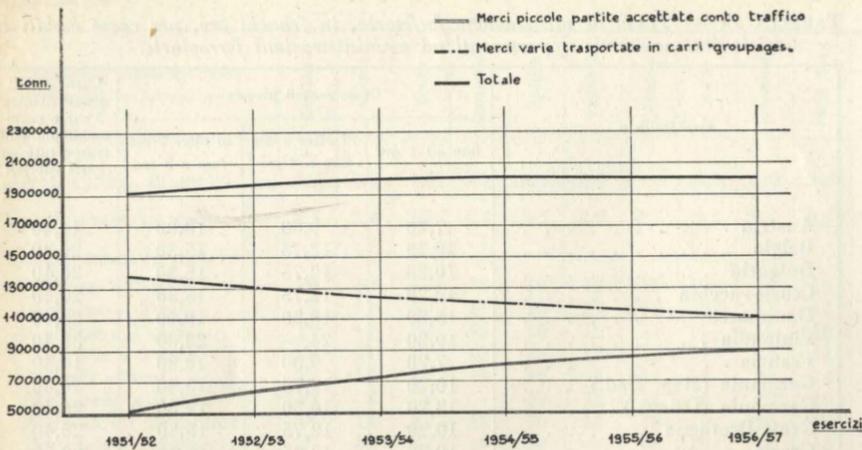


Fig. 2 - Dati di traffico merci in piccole partite e merci varie trasportate con carri « groupages ».

Nelle riunioni della Commissione Utenti Trasporti della C.C.I. a Parigi il 19 settembre 1957 ed il 16 gennaio 1958 i delegati italiani, dopo aver resi noti i risultati della

unificazione nel nostro paese, precisarono che, pur essendo favorevoli ai due tipi proposti dall'UIC erano disposti, se occorreva un solo tipo per creare il « pool »,

ad optare per quello da centimetri 80 x 120, insistendo tuttavia perché fosse possibile, in avvenire, adottare anche altri tipi o quantomeno che le facilitazioni tariffarie potessero estendersi a tutti i tipi di supporti per carichi unitari (5).

Essi inoltre riproposero il ridimensionamento dei pianali dei veicoli, per dare agli stessi dimensioni multiple di quelle base di un carico unitario cioè, in pratica, fare in modo che la larghezza netta interna dei cassoni degli autoveicoli divenisse come minimo

(5) In Italia l'Ente Italiano di Unificazione (UNI) ha unificato, sullo schema dell'ISO, i due tipi di cm. 80 x 120 e di cm. 100 x 120, modelli accettati anche dall'UIC più un tipo di cm. 80 x 100 per meglio adattarsi alla varietà dei veicoli e dei traffici.

TABELLA E. — Costo della tonn./Km. per alcuni tipi correnti di autoveicoli industriali con carichi palettizzati o meno.¹

Tipo di autoveicolo	Portata utile del mezzo q.li	Dimensioni interne del cassone m.	Numero di palette contenute nel cassone		% di carico utile perso con l'impiego delle palette (2)		% di carico utile perso con l'impiego di unità di carico palettizzate da 1000 kg. caduna			Carico utile effettivo q.li	Percorrenza annua Km.	Costo del trasporto per Km.	Costo del trasporto per Km. nel caso di carichi palettizzati	Costo del trasporto per tonn./Km. senza ritorno delle palette vuote (peul)	% di aumento rispetto ai carichi non palettizzati
			tipo da cm. 80 x 100	tipo da cm. 80 x 120	col tipo da cm. 80 x 100	col tipo da cm. 80 x 120	n. palette necess.	peso palette Kg.	%						
Derivati:															
Fiat 1100 T autocarro .	10	1,57 x 2,59	3	3	7,5	7,5	1	25	2,5	9,75	35.000	23,55	23,55	24,00	1,95
Alfa Rom. (Romeo 2D)	10	1,50 x 2,75	3	3	7,5	7,5	1	25	2,5	9,75	35.000	20,05	20,05	20,40	1,65
Lancia Appia autocarro	11	1,50 x 2,12	2	2	4,6	4,6	2	50	4,6	10,5	35.000	25,77	22,60	24,50	8,4
Leggeri:															
Fiat 615 N autocarro .	15	1,81 x 2,48	4	4	6,6	6,6	2	50	3,3	14,5	40.000	20,76	13,80	14,30	3,6
OM Leoncino furgone .	25	2,00 x 3,28	7 ⁴	6 ⁴	7 ⁴	6 ⁴	3	75	3	24,25	40.000	28,70	11,50	11,86	3,1
OM Leoncino autocarro	25	1,82 x 3,10	6	4	6	4	3	75	3	24,25	40.000	28,70	11,50	11,86	3,1
Bianchi Visconteo 25/N	25	2,00 x 3,75	8	7	8	7	3	75	3	24,25	40.000	29,55	11,80	12,10	2,55
Lancia Beta 190 . . .	25	1,90 x 3,10	6	4	6	4	3	75	3	24,25	40.000	26,55	10,60	10,90	2,8
Medi:															
OM Tigrotto	35	1,93 x 3,65	7	6	5	4,2	4	100	2,8	34	45.000	31,20	8,90	9,15	2,8
Bianchi Ambrosiano .	35	1,97 x 3,75	7	6	5	4,2	4	100	2,8	34	45.000	31,45	8,90	9,20	3,3
Fiat 640 N	40	1,98 x 3,82	7	6	3,8	3,2	4	100	2,5	39	45.000	32,80	8,30	8,45	1,85
Fiat 642 N2	50	2,11 x 4,00	10 ⁴	8 ⁴	5 ⁴	4 ⁴	5	125	2,5	48,75	50.000	40,20	8,00	8,20	2,5
Bianchi Filarete 50N .	50	2,14 x 3,98	8	7	4 ⁵	3,5 ⁵	5	125	2,5	48,75	50.000	40,05	8,00	8,10	1,25
Alfa Romeo 455 . . .	50	2,20 x 4,00	10	8	5	4	5	125	2,5	48,75	50.000	42,15	8,40	8,65	2,95
OM Super Taurus . .	50	2,10 x 4,65	10	8	5	4	5	125	2,5	48,75	50.000	38,95	7,70	7,95	3,2
Pesanti:															
OM Super Orione . . .	80	2,32 x 4,83	12	10	3,7	3,1	8	200	2,5	78	60.000	54,20	6,70	6,90	2,9
Alfa Romeo 1000 . . .	80	2,30 x 4,80	12	10	3,7	3,1	8	200	2,5	78	60.000	52,45	6,50	6,70	3,00
Fiat 682 N2	80	2,33 x 4,75	10	8	3,12	2,5	8	200	2,5	78	60.000	53,35	6,60	6,85	3,75
Lancia Esatau B . . .	80	2,35 x 4,75	10	8	3,12	2,5	8	200	2,5	78	60.000	53,35	6,60	6,85	3,75

¹ Il costo chilometrico dei diversi autoveicoli è stato da noi calcolato dettagliatamente per veicoli nuovi al gennaio del 1958 tenendo conto delle seguenti voci: prezzo dell'autoveicolo nuovo (novembre 1957); prezzo carburante (benzina 142 L./lit. - gasolio 85 L./lit.), lubrificanti e grassi (500 L./Kg.); Prezzo pneumatici (Listino Soc. Pirelli); spese manutenzione e riparazioni: spese assicurazioni e tasse; ammortamento (10 anni al tasso del 5%).

² Il conteggio è stato effettuato calcolando di dividere tutto il carico utile per il numero di palette contenibili nel cassone, senza quindi considerare l'unità di carico di 1000 Kg.

³ Per semplicità di calcolo il peso delle palette in legno è stato assunto in Kg. 25 per entrambi i tipi.

⁴ Max. riempimento

⁵ Normale.

di m. 2,40 e quella dei carri di m. 2,80 (6).

Tali proposte sono state anche motivate dal fatto che in una riunione preliminare presso la Sezione Italiana della C.C.I., i rappresentanti degli auto-transportatori si erano limitati a far rilevare la tendenza delle ferrovie a monopolizzare i traffici in carico unitario con la concessione del ritorno a vuoto gratuito della paletta « facilitazione che evidentemente non può essere praticata dagli autotrasportatori che verrebbero così a trovarsi in condizione di svantaggio » (7).

A conferma di ciò in un trafiletto comparso sul « 24 Ore » del 20 maggio 1958 è riportato che in una riunione presso l'EAM i rappresentanti dell'UIA e della Confagricoltura hanno espresso parere sfavorevole all'uso delle palette per autotrasporti su strada in quanto tale sistema comporterebbe oltre che degli oneri abbastanza gravosi anche una diminuzione notevole della capacità di carico degli autoveicoli con un conseguente aumento dei noli.

A noi sembra che questo as-

(6) Si noti che questo invito era già stato fatto dalla delegazione italiana fin dalla riunione del 20 luglio 1954.

Tale argomento è stato anche ripreso nella mozione conclusiva delle Giornate Internazionali dell'Automobilismo Industriale (28-30 marzo 1958), mozione nella quale è auspicato che l'unificazione su scala internazionale delle dimensioni degli autoveicoli industriali avvenga sulla larghezza di m. 2,50 e sull'altezza di m. 4, con un limite di 10 tonn. sull'asse isolato, di 14,5 sull'asse accoppiato, di 15 tonn. per l'autocarro a due assi e di 17 tonn. per il rimorchio a due assi, con peso massimo di 35 tonn. per l'autotreno (tab. A-B).

(7) Attualmente la « fiche » 277 dell'U.I.C. prevede la deduzione per tara di kg. 25 per ogni carico spedito su palette e molte ferrovie inoltre effettuano il trasporto gratuito delle palette scricche, mentre per quel che riguarda il trattamento tariffario degli imballaggi fino ad oltre i 3 mc. le condizioni sono riportate nella tabella C e D.

TABELLA F. — Imballaggi o casse smontabili di capacità inferiore a mc. 1.

Cassa	Tara/volume utile Kg/mc	Portata/volume d'ingombro q.li/mc	Tara portata Kg/q.li
Cassa X senza ruote . .	da 76 a 124	da 6 a 15	da 6 a 10,60
Cassa X con ruote . . .	164	3	32
Cassa Collico	da 146 a 460	da 28 a 67	3
Cassa Zarges lega leggera	da 78 a 99	da 3,60 a 7,20	da 13 a 20

(8) È bene ricordare che perfino il rapporto della Commissione Economica Europea sui vari sistemi di coordinamento dei trasporti ammonisce che l'abbassamento dei limiti di ingombro e di peso degli autoveicoli allo scopo di frenare la concorrenza fatta alla ferrovia, avrebbe per risultato di aumentare il costo del trasporto stradale per la collettività in contrasto col fine stesso del coordinamento.

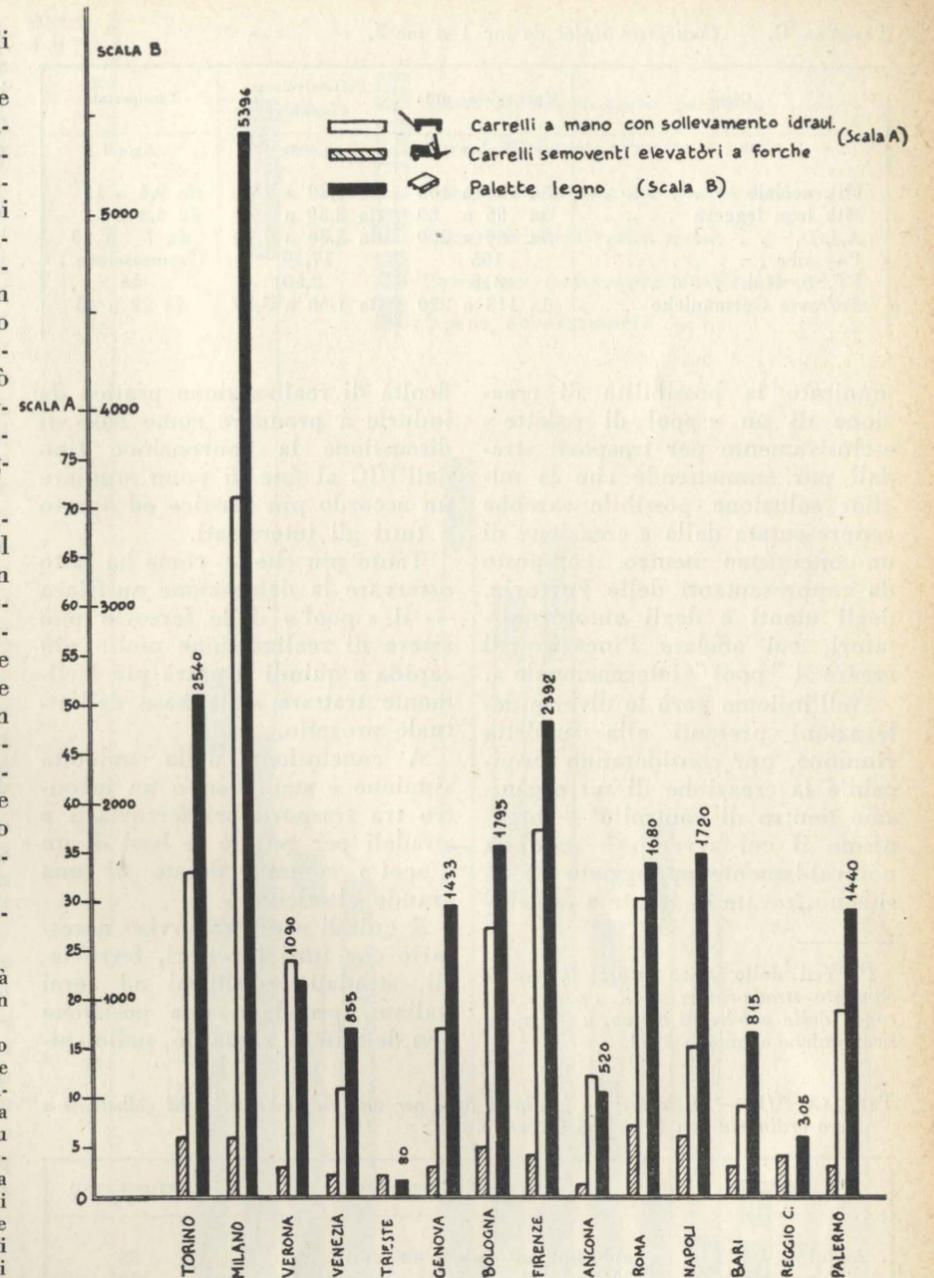


Fig. 3 - Attrezzature previste per l'avvio della palettizzazione nelle F. S.

sunto non sia completamente esatto perchè soprattutto non vediamo nel binomio strada-rotaia un problema di concorrenza, bensì un problema di collaborazione piena per ripartire fra i due sistemi di trasporto i vari compiti,

unicamente in funzione della ricerca del minor costo economico del trasporto (8).

L'esattezza del nostro ragionamento è confermata dal fatto che nella riunione del 10 aprile 1958 della Commissione Utenti Trasporti della C.C.I., l'IRU ha co-

Introduzione dei metodi probabilistici nella verifica statica delle costruzioni

FRANCO LEVI illustra e commenta il rapporto comune redatto dalle Commissioni del « Comité Européen du Béton » e del « Conseil international du Bâtiment » dell'O.E.C.E. in vista dell'introduzione dei metodi probabilistici nello studio delle condizioni di sicurezza delle costruzioni civili, la cui idea fondamentale è di attribuire un significato logico ai margini di sicurezza.

Uno degli sviluppi più interessanti dei moderni metodi di calcolo delle costruzioni civili è costituito dall'introduzione delle teorie probabilistiche nello studio delle condizioni di sicurezza. I tentativi in tal senso, iniziati dai francesi Prot e Robert Levi e dallo spagnolo Torroja nell'immediato dopoguerra, hanno rapidamente conseguito risultati interessanti, tanto da dar luogo alla formazione di un vero e proprio corpo di dottrine da cui non è più possibile prescindere quando si vogliono fondare le norme di verifica su criteri razionali.

Alla base delle nuove tendenze sta anzitutto la constatazione dell'arbitrarietà con cui vengono abitualmente scelti i coefficienti di sicurezza (che i fautori dei metodi probabilistici denominano talvolta parodisticamente « coefficienti d'ignoranza ») e la convinzione che questo fondamentale aspetto dei calcoli statici debba essere chiarito mediante una indagine statistica di tutti i fattori d'insicurezza. Per rendersi conto dell'opportunità di questi orientamenti, basterà rilevare che il regime attuale, caratterizzato dall'adozione di coefficienti di sicurezza pressochè invariabili, non incoraggia affatto calcolatori e costruttori ad analizzare compiutamente i fattori che regolano il regime statico delle opere o ad istituire un più accurato controllo delle operazioni di cantiere. In presenza di tassi ammissibili immutabili, può infatti risultare vantaggioso accontentarsi di un calcolo grossolano che maschera le punte locali di tensione; ne d'altra parte vi può essere vantaggio a curare eccessivamente la esecuzione se alla maggiore spesa di controllo non si può far corrispondere una economia di materiali. È peraltro facile rendersi conto che l'attuale modo di procedere si traduce necessariamente in uno spreco di materiali poichè

i valori dei coefficienti devono assicurare l'esistenza di un minimo di sicurezza per le opere concepite ed eseguite nelle peggiori condizioni. Nè bisogna dimenticare d'altra parte che l'intervento, in una fase essenziale dello studio statico, di elementi irrazionali, quali appaiono attualmente i coefficienti di sicurezza, finisce per dare ai progettisti meno avveduti la pericolosa impressione di poter giostrare liberamente con i fattori a disposizione pur di rientrare nei limiti imposti dalla regolamentazione in atto.

Per rimediare a tali incongruenze, i fautori dei metodi probabilistici si propongono di sostituire alla nozione vaga di « coefficiente di sicurezza » un vero e proprio calcolo della probabilità di crollo fondato sulla conoscenza della legge di distribuzione delle variabili in gioco e sull'analisi della loro influenza sul comportamento della costruzione.

Nel corso degli ultimi tre anni, per iniziativa del prof. Torroja, la questione è stata posta all'ordine del giorno di una apposita Commissione di studio istituita congiuntamente dal « Comité Européen du Béton » e dal « Conseil International du Bâtiment de l'O.E.C.E. ». A seguito di studi molto accurati, la Commissione è giunta alla formulazione di alcuni concetti fondamentali che il Comitato Europeo del cemento armato ha adottato sotto forma di « Raccomandazioni ». Sono queste raccomandazioni, alle quali dovrebbero d'ora in poi ispirarsi le regolamentazioni dei vari Paesi europei in materia di costruzioni in cemento armato, che vorremmo illustrare brevemente nelle attuali note.

Principi fondamentali delle teorie probabilistiche della sicurezza.

Il pericolo di crollo di una costruzione dipende da vari fattori

d'insicurezza che si combinano fra loro.

In pratica i fattori d'incertezza si possono suddividere in due categorie a seconda che il loro effetto si faccia sentire sulla resistenza dei materiali (che potrà risultare minore di quella considerata dal progettista nei suoi calcoli) oppure sull'intensità delle sollecitazioni (che potrà superare il valore di progetto). La prima circostanza è legata alla dispersione delle proprietà meccaniche dei materiali, la seconda alla dispersione che le sollecitazioni possono presentare durante la vita dell'opera. Il problema della sicurezza consiste nel mantenere la probabilità di crollo entro un limite considerato ammissibile, tenendo conto, attraverso una indagine probabilistica, della variabilità dei fattori suddetti e della loro influenza sulla sicurezza. La messa in conto razionale dei vari elementi d'incertezza dovrà tradursi nell'adozione di una gamma di margini di sicurezza che possa consentire di realizzare costruzioni di qualsiasi tipo nelle condizioni più economiche.

In pratica, il problema sarà posto nei seguenti termini: il limite massimo ammissibile della probabilità di crollo sarà fissato in modo da rendere minima la somma dei seguenti tre termini:

- a) costo iniziale dell'opera;
 - b) costo della manutenzione durante tutta la vita della costruzione;
 - c) costo del premio fittizio di assicurazione destinato a coprire i rischi di crollo, tenuto conto del rischio di perdita di vite umane e di perdite materiali (s'intende che quest'ultimo termine dovrà in realtà considerare anche elementi di ordine psicologico difficilmente determinabili con precisione).
- Un calcolo probabilistico completo richiederebbe la conoscenza

rigorosa delle leggi di distribuzione delle sollecitazioni che possono intervenire durante tutta la durata di esercizio della costruzione, nonché delle leggi di variazione delle resistenze di tutti gli elementi che la compongono. Tale calcolo dovrebbe far intervenire tutti i fattori che possono influire sulla probabilità di crollo, come ad esempio:

- grado di approssimazione delle ipotesi di calcolo;
- grado di precisione del calcolo propriamente detto;
- qualità della concezione statica e dei procedimenti di esecuzione;
- rigore del controllo in fase esecutiva;
- degradazione dell'opera durante l'esercizio.

Poichè tuttavia per taluni elementi i dati statistici disponibili sono insufficienti, mentre per alcuni altri sembra praticamente impossibile raccogliere una documentazione statistica attendibile, è stato deciso d'istituire uno studio probabilistico semplificato fondato sull'estrapolazione dei dati statistici già noti e sulla formulazione di ipotesi ragionevoli nei campi più difficilmente analizzabili. Le incertezze residue saranno coperte da due margini di sicurezza riguardanti l'uno le resistenze, l'altro le sollecitazioni. Ne risulterà pertanto un metodo che potrebbe definirsi « semi-probabilistico » nel quale, messi da parte tutti gli elementi che si possono sin d'ora analizzare per via probabilistica, si copriranno con dei margini d'incertezza soltanto alcuni fattori che non si prestano ad una trattazione matematica. È peraltro previsto di procedere ad un graduale perfezionamento del procedimento correggendone i dati di base a mano a mano del progredire delle conoscenze statistiche.

Basi adottate per la determinazione della sicurezza.

Gli elementi fondamentali del calcolo di una costruzione sono:

- a) Le sollecitazioni applicate.
- b) Le dimensioni geometriche degli elementi strutturali.
- c) La resistenza dei materiali impiegati.

In pratica questi dati sono af-

fetti da errori pei seguenti motivi principali:

a) Sollecitazioni. Le azioni esterne possono superare quelle previste nei calcoli; può peraltro accadere che intervengano azioni imprevedibili. Altro elemento di incertezza è dato dalla possibilità che la distribuzione reale degli sforzi fra le varie parti della costruzione differisca sensibilmente dalla distribuzione prevista a causa dell'imprecisione delle ipotesi di calcolo o dall'imperfezione della teoria adottata.

b) Dimensioni geometriche. È ovvio che le dimensioni reali possono differire dai dati di progetto; tipico esempio: gli spostamenti delle armature metalliche del cemento armato rispetto alla posizione prevista dal calcolatore.

c) Resistenze dei materiali. Oltre alle inevitabili variazioni delle resistenze reali, occorre considerare le possibilità di riduzione per alterazione o invecchiamento.

Prima dell'introduzione delle teorie probabilistiche, due metodi sono stati impiegati per conseguire una sicurezza sufficiente malgrado le incertezze suddette.

a) Messa in conto di resistenze ridotte denominate « tassi ammissibili » valutate dividendo la resistenza limite del materiale (rottura del calcestruzzo, snervamento del ferro) per un coefficiente di sicurezza. È questo il metodo classico di calcolo sul quale si fondano ancora oggi quasi tutte le prescrizioni regolamentari italiane.

b) Maggiorazione delle sollecitazioni esterne mediante applicazione di un fattore di moltiplicazione. Questo procedimento conduce ai cosiddetti « metodi di calcolo a rottura » che molti Paesi hanno già adottato per il cemento armato e le costruzioni metalliche. (Tale metodo verrà introdotto per la prima volta in Italia nella prossima edizione del regolamento del cemento armato. Va peraltro notato che l'attuale regolamento del cemento armato pre-compresso costituisce praticamente una applicazione ibrida dei due procedimenti poichè esso richiede sia la verifica in servizio che la verifica a rottura).

La commissione di studio del



Fig. 1

Comitato Europeo ha giudicato che, in mancanza di dati statistici precisi sui valori molto bassi delle resistenze che sui valori molto elevati delle sollecitazioni, conveniva adottare una via intermedia applicando contemporaneamente una riduzione alle resistenze e un aumento alle sollecitazioni. Come vedremo, tale modo di procedere è praticamente il più logico ed offre parecchi vantaggi in sede applicativa.

Secondo questo principio sono stati definiti dei « valori caratteristici » delle sollecitazioni e delle resistenze fissati in modo tale che i valori reali li vengano a rispettare con una probabilità determinata. A tali valori si applicano poi i coefficienti di sicurezza di cui si è detto: coefficiente di maggiorazione C_s per le sollecitazioni, coefficiente di minorazione C_m per le resistenze.

La nozione di « valore caratteristico », in apparenza completamente nuova, è invece già implicitamente applicata nella pratica usuale. Infatti la « media aritmetica » alla quale ci si riferisce abitualmente altro non è se non un « valore caratteristico » che ha 50 probabilità su 100 di essere rispettato. Poichè tuttavia tale probabilità di scarto è molto alta, quando si fa uso della media aritmetica vi si deve necessariamente associare un coefficiente di sicurezza elevato. In teoria si potrebbe invece eliminare completamente il coefficiente di sicurezza (o più esattamente ridurlo all'unità) adottando un valore caratteristico corrispondente ad una probabilità di scarto molto debole (ad esempio 1.10^{-6}). Ma, come si è detto, l'adozione di un criterio siffatto non è concepibile, data l'insufficienza delle nostre nozioni statistiche sui valori estremi dei

fattori d'incertezza. D'altra parte anche la presa in considerazione della media aritmetica presenta un grave inconveniente: essa non rende infatti conto in alcun modo della dispersione dei dati del problema, elemento questo che influisce in misura sensibilissima sulla sicurezza.

In definitiva la Commissione è stata logicamente indotta ad adottare una soluzione intermedia, fissando un valore caratteristico associato ad una moderata probabilità di scarto. In pratica è stata prescelta la media aritmetica diminuita di uno scarto quadratico medio, ciò che corrisponde, per una distribuzione normale (e cioè in accordo con la legge di Laplace-Gauss), ad una probabilità di scarto del 16%. Poiché la legge di distribuzione può differire sostanzialmente dalla legge di Gauss, e poiché peraltro lo scarto quadratico non è quasi mai desunto da un sufficiente numero di dati, era stato proposto di applicare allo scarto quadratico medio un coefficiente di ampliamento. La Commissione ha tuttavia preferito far rientrare tali cause di incertezza nei coefficienti di sicurezza generici. È stata pertanto definita una « resistenza caratteristica » dei materiali R_c in base alla formula:

$$(1) \quad R_c = R_m (1 - \delta)$$

dove R_m è la resistenza media, δ il relativo scarto quadratico medio e analogamente una « sollecitazione caratteristica » S_c data dall'espressione:

$$(2) \quad S_c = S_m (1 \pm \delta)$$

dove S_m è la sollecitazione media, δ il corrispondente scarto quadratico medio. La comparsa nella formula (2) del segno \pm deriva dalla considerazione del diverso effetto che può avere una azione esterna sulle condizioni di stabilità: ad esempio per un muro di

Fig. 2



sostegno si adatterà il segno meno per tutte le forze stabilizzanti, il segno + per le azioni instabilizzanti.

Poiché, come si è visto, i valori caratteristici non considerano che una parte delle incertezze in gioco, il calcolo della sicurezza delle opere dovrà fondarsi su dati ulteriormente ridotti (o maggiorati). Si definiranno pertanto dei « valori di base » ottenuti applicando ai valori caratteristici dei coefficienti di sicurezza. Per la resistenza di base R_b si scriverà ad esempio:

$$(3) \quad R_b = \frac{R_c}{C_m} = \frac{R_m (1 - \delta)}{C_m}$$

e per la sollecitazione di base S_b :

$$(4) \quad S_b = C_s S_c = C_s S_m (1 \pm \delta)$$

I valori medi e gli scarti quadratici introdotti nelle formule soprariportate dovranno desumersi da una indagine statistica sufficientemente estesa: per le sollecitazioni si considereranno opere dello stesso tipo, aventi durate di esercizio equivalenti; per le resistenze si dovrà operare almeno su venti campioni provati in condizioni note. Se quest'ultima condizione è soddisfatta, si trova in pratica che la resistenza caratteristica coincide quasi esattamente con la media inferiore dei risultati di prova (1).

Per quanto si riferisce ai coefficienti di sicurezza, essi dovranno coprire tutti gli altri fattori di incertezza. Il coefficiente C_s , relativo alle sollecitazioni, dipenderà pertanto dai seguenti fattori.

a) Valore ammissibile della probabilità di crollo (si assumerà una probabilità minore quando il rischio di danni sarà più forte).

b) Incertezze sugli scarti delle sollecitazioni (discordanze della legge di distribuzione rispetto alla legge di Gauss, incertezza sul valore dello scarto quadratico). Si dovrà ad esempio adottare un coefficiente ben più alto per l'azione del vento che per la spinta dell'acqua sulla parete di un serbatoio.

(1) È interessante osservare che il criterio stabilito dall'attuale regolamento del cemento armato secondo il quale la resistenza del calcestruzzo si valuta facendo la media dei tre migliori risultati su quattro è completamente in contrasto con i concetti ai quali si è condotti applicando i metodi probabilistici.

c) Qualità della concezione della costruzione, verosimiglianza delle ipotesi di base, natura dei vincoli, accuratezza dei calcoli.

d) Possibilità che le sollecitazioni più sfavorevoli vengano ad agire contemporaneamente.

e) Condizioni di esecuzione ed efficienza del controllo sul cantiere (2).

Il coefficiente C_m relativo ai materiali dipenderà d'altra parte dalle seguenti considerazioni:

a) Dispersione supplementare delle resistenze dovute alle imperfezioni di esecuzione (tali incertezze non sono comprese negli scarti osservati in laboratorio). Tipiche a questo riguardo le variazioni di resistenza che si osservano lungo gli elementi di grande lunghezza dovute ad esempio alla irregolarità di vibrazione del calcestruzzo (3).

b) Diversa influenza esercitata da eventuali deficienze di resistenza sul comportamento della struttura: C_m sarà sempre più elevato per calcestruzzo che per l'acciaio, non solo perché la dispersione del conglomerato è assai maggiore, ma anche perché un incidente dovuto ad una deficienza del calcestruzzo, non essendo preceduto da segni premonitori, deve considerarsi assai più pericoloso (ad esempio nelle sezioni fortemente armate si può avere rottura repentina per cedimento del calcestruzzo quando ancora l'acciaio lavora in fase elastica; al contrario una sezione debolmente armata denuncia chiaramente una eventuale deficienza dell'acciaio nella zona tesa).

Conclusioni pratiche.

In applicazione dei principi sopraesposti, volendo fondare la ve-

(2) È bene osservare che un errore di esecuzione può influire in misura molto diversa a seconda dei casi; ad esempio lo spostamento di una armatura è assai più pericoloso in una soletta che in una grossa trave. Analogamente si dovrà valutare l'influenza dispersiva degli errori di calcolo e di tutti gli altri fattori d'incertezza.

(3) L'applicazione dei concetti probabilistici condurrà praticamente a definire nei capitoli la resistenza caratteristica che dovrà essere realizzata in cantiere. In caso di deficienza si potrà imporre un innalzamento della resistenza media mediante aumento del dosaggio.

rifica delle condizioni di sicurezza di una costruzione sul metodo probabilistico, si dovrà fare in modo che i suoi elementi costitutivi, sottoposti alle « sollecitazioni di base », non possano superare uno stato limite corrispondente al raggiungimento nei materiali delle « resistenze di base ».

A titolo indicativo la Commissione congiunta del « Comitato Europeo del Cemento Armato » e del « Conseil International du Bâtiment » hanno redatto una prima tabella di coefficienti numerici desunti da una estesa indagine statistica svolta dall'Istituto Tecnico del Cemento di Madrid (4).

I - Strutture in cemento armato.

a) Sollecitazioni.

Si propone di adottare: $C_s = 1,25$ quando siano verificate le seguenti condizioni:

- ipotesi di calcolo rigorosamente controllate;
- natura dei vincoli chiaramente definita;
- studi e calcoli condotti con grande precisione;
- esecuzione accurata, soggetta a controllo permanente.

(4) Lo studio di cui trattasi, riportato nel volume di PAEZ e TORROJA, *Coefficiente de seguridad en las distintas obras* è fondato sui seguenti documenti:

- *Materials*.
 - Prove su calcestruzzi e cementi eseguite presso lo Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics (1935-1947).
 - *Ipotesi di calcolo*.
 - *Studies on slabs and beams*, University of Illinois.
 - Ros, M. *Versuche und Erfahrungen an ausgeführten Bauwerken in der Schweiz - Zurich*.
 - Mallet Ch., *Le béton précontraint - Applications Nord-Africaines*.
 - Prove sul Fronton Recoletos - Madrid.
 - *Errori numerici di calcolo*.
 - Controllo con operatori e metodi diversi dei calcoli di 116 opere eseguiti presso l'Istituto Tecnico del Cemento - Madrid.
 - *Errori di esecuzione*.
 - Collins A. R., *The effect of batching errors on the uniformity of concrete*, Road Research Laboratory, Londra, Bull. n. 3.
 - *Essais sur chantiers du Bureau Securit* (1947-1948).
 - *Esperienze di Billiard*, Institut Technique du Bâtiment, Paris.
 - *Variabilità dei carichi*.
 - A. Freudenthal, *The Safety of structures*.
- I valori dei coefficienti sono stati ricavati combinando matematicamente le leggi di distribuzione così ottenute.

Sono peraltro previste le seguenti maggiorazioni o minorazioni:

- Studi e calcoli mediamente accurati + 15 %
- Esecuzione mediamente accurata + 15 %
- Studi ed esecuzione ambedue medi + 30 %
- Rischi di danni molto gravi + 15 %
- Rischi di danni minimi - 15 %

b) Materiali.

La resistenza del calcestruzzo sarà desunta da una ricerca preliminare condotta su un minimo di 20 provette di forma cilindrica (altezza doppia del diametro) con facce rettificata, provate a 28 giorni di maturazione. Si potrà assumere quale resistenza caratteristica la media della metà inferiore dei risultati. Se queste condizioni sono soddisfatte, si potrà assumere per il coefficiente di sicurezza il valore:

$$C_{mb} = 1,50$$

Anche per l'acciaio è prevista la determinazione del limite elastico su 20 provette e l'adozione, quale resistenza caratteristica, della media della metà inferiore dei risultati. Il coefficiente di sicurezza C_{ma} sarà posto eguale a 1,15.

A titolo di esempio, avendo riscontrato una resistenza caratteristica del calcestruzzo $R_c = 250$ Kg/cm² ed un limite elastico caratteristico di $L_c = 30$ Kg/mm² (ambedue desunti dalla media dei dieci risultati inferiori) si adotteranno quali resistenze di base:

$$R_b = \frac{250}{1,5} = 166 \text{ kg/cm}^2$$

$$L_b = \frac{30}{1,15} = 26,2 \text{ kg/mm}^2$$

Per una sezione inflessa, il momento resistente calcolato con questi valori dovrà essere superiore o eguale al momento esterno calcolato applicando a tutti i carichi il coefficiente C_s , ad esempio 1,25.

(peso proprio + sovraccarico + vento, ... ecc.) $\times 1,25$.

Da notare che ciascuna di queste azioni esterne sarà già stata precedentemente ridotta a valore caratteristico mediante messa in conto della dispersione propria. È previsto che il passaggio dal valore medio delle sollecitazioni al

corrispondente valore caratteristico venga regolato dalle prescrizioni particolari di ciascuna nazione. S'intende che la dispersione considerata sarà sempre più elevata per i sovraccarichi che per il peso proprio.

II - Costruzioni edili.

a) Sollecitazioni.

Per i carichi accidentali applicati ai solai delle abitazioni è stata adottata una intensità media di 130 Kg/m² con uno scarto quadratico medio del 17,7%. Ne risulta un valore caratteristico:

$$S_c = 130 (1 + 0,177) = 153 \text{ kg/m}^2 (\sim 150 \text{ kg/m}^2)$$

Per la valutazione del peso proprio lo scarto quadratico medio proposto è pari all'8%. Si avrà quindi:

$$S_c = S_m (1 + 0,08)$$

dove S_m è il peso proprio calcolato in base ai dati medi sulle dimensioni geometriche e i pesi specifici.

Per quanto si riferisce alla sovrapposizione delle varie sollecitazioni, la Commissione propone i seguenti concetti:

a) Nessuna riduzione per la sovrapposizione del peso proprio e dei sovraccarichi nel calcolo dei solai.

b) Sovraccarichi meteorolo-

Fig. 3



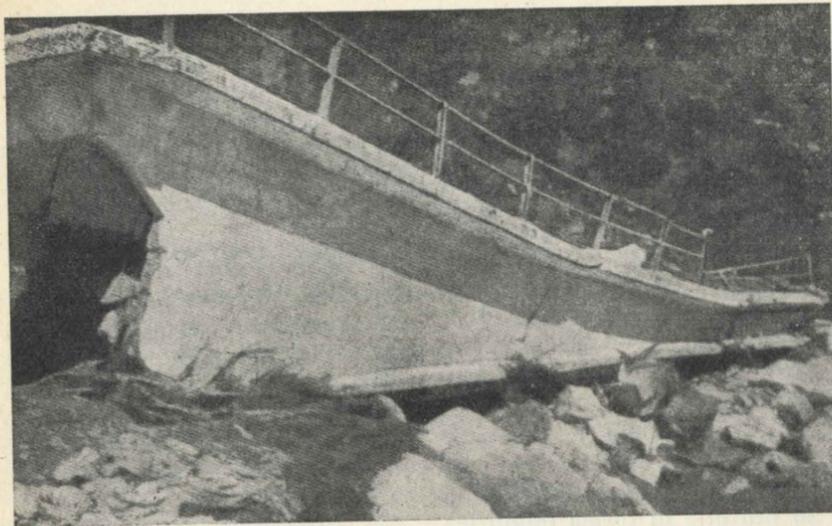


Fig. 4

- gici. Si considera la più sfavorevole delle seguenti condizioni:
 - 80 % delle sollecitazioni indotte dall'intervento simultaneo dei valori caratteristici della neve e del vento;
 - sollecitazioni indotte dal valore caratteristico del vento agente da solo;
 - sollecitazioni indotte dal valore caratteristico della neve agente da sola.

I valori caratteristici dei carichi meteorologici saranno desunti da uno studio statistico esteso ad un periodo di cento anni con una probabilità di scarto del 16 % (valore medio aumentato di uno scarto quadratico medio).

c) Per la sovrapposizione del peso proprio, del sovraccarico e dei carichi meteorologici.

Non sono previste ulteriori riduzioni, salvo per casi particolari: su un terrazzo non si sovrapporranno evidentemente mai il peso della neve e quello della folla.

d) Per i pilastri è prevista una riduzione del 40 % dell'effetto dei sovraccarichi. Tale percentuale dovrà tuttavia essere ridotta per i piani inferiori a causa del maggiore danno provocato da un eventuale cedimento.

Oltre a questi dati numerici indicativi di carattere generale, la Commissione ha formulato alcune regole semplificate atte a facilitare l'adattamento dei singoli regolamenti nazionali al metodo probabilistico. Per quanto si riferisce

alle sollecitazioni esterne, risulta che esse sono spesso fissate nei vari paesi secondo criteri tradizionali. In conseguenza di ciò viene suggerito di introdurre un coefficiente di sicurezza diverso per ogni tipo di sollecitazione. Si porrà ad esempio:

$$S_b = C_s^1 S_m^1 (1 \pm \delta_1) + C_s^2 S_m^2 (1 \pm \delta_2) + \dots$$

dove i valori di C_s^1 , C_s^2 , ecc. saranno commisurati ai valori delle sollecitazioni medie S_m^1 , S_m^2 , ecc. tradizionalmente considerati. (Ad esempio per i solai dell'edilizia il carico accidentale adottato varia entro limiti assai larghi; si correggerà tale disuniformità fissando un coefficiente C_s minore là dove l'intensità del carico usualmente adottata è più forte).

Analogo problema si pone per le resistenze in quanto i metodi di prova non sono ancora completamente unificati. Anche in questo campo si fisseranno pertanto diversi valori di coefficiente C_m a seconda del metodo di prova impiegato in modo che risulti:

$$R_b = \frac{R_{mb}^1 (1 - \delta_1)}{C_{mb}^1} =$$

$$= \frac{R_{mb}^2 (1 - \delta_2)}{C_{mb}^2} = \dots$$

$$L_b = \frac{L_{ma}^1 (1 - \delta_1)}{C_{ma}^1} =$$

$$= \frac{L_{ma}^2 (1 - \delta_2)}{C_{ma}^2} = \dots$$

dove R_{mb}^1 , R_{mb}^2 , L_{ma}^1 , L_{ma}^2 , sono i valori delle resistenze medie determinati con i procedimenti in uso nei vari paesi.

Osservazioni conclusive.

La stessa Commissione di studio che ha formulato le regole generali da noi precedentemente illustrate, avverte nelle premesse che il testo cui essa è giunta non costituisce che un primo passo e che l'introduzione sistematica dei metodi probabilistici nello studio delle condizioni di sicurezza richiederà ancora molto lavoro. Si tratterà essenzialmente di arricchire la raccolta dei dati statistici disponibili, di perfezionare i metodi di valutazione dell'influenza dei vari fattori d'insicurezza, infine di controllare i risultati dello studio raccogliendo con cura i dati relativi agli incidenti e ai crolli.

Sin d'ora tuttavia ci sembra lecito affermare che la presa di posizione dei due grandi Organismi internazionali che hanno patrocinato l'attività della Commissione di studio ha permesso di conseguire due risultati importanti: da un lato infatti sono stati formulati alcuni principi di base di cui dovranno tener conto gli autori dei nuovi regolamenti sulle costruzioni, dall'altra è stato delineato l'orientamento che dovranno assumere le future indagini in campo statistico.

A tal proposito ci sia permesso di riportare per esteso il testo di un invito recentemente diramato dal Comitato Europeo del Cemento Armato alle autorità competenti dei Paesi membri:

« Il Comitato Europeo del Cemento armato auspica che gli organi competenti dei vari Paesi raccolgano il maggior numero possibile di dati statistici sui diversi fenomeni che influiscono sulla sicurezza delle opere, trasmettendoli quindi al Segretariato Permanente del Comitato in vista di una revisione e di un miglioramento delle conclusioni adottate in materia di verifica delle condizioni di sicurezza ».

Noi crediamo che anche l'Italia, che dal lavoro del Comitato Europeo ha già tratto interessantissimi elementi per la messa a punto del futuro regolamento del cemento armato, dovrebbe partecipare attivamente alla raccolta del materiale necessario per l'affinamento dei metodi atti a garantire la sicurezza delle opere.

Franco Levi

Il colore in architettura

AUGUSTO CAVALLARI-MURAT, distinguendo tra « policromia » e « colore », fa l'analisi di quest'ultimo concetto critico dalla pura visibilità in poi, additando i riflessi che le errate o le rette interpretazioni possono avere nella progettistica, nella direzione dei lavori non eseguiti dal progettista, nella storia dell'arte e nel restauro architettonico.

Se fosse solo un concetto fisico come lo è prima di considerarlo nella vita estetica, il « colore » che usano i critici d'arte aderenti alla pura visibilità⁽¹⁾ nella loro terminologia corrente, non sarebbe tanto difficile a definirsi e lo stesso Ruskin non avrebbe potuto dire che il sentimento del colore è « un dono accordato agli uni e non agli altri, come la facoltà di sentire il fascino della musica ». Con Benedetto Croce devesi condividere la necessità di definire il concetto di colore tracciandone la storia non solo nelle pitture dove dovrebbe essere il sultano ma anche cercarne la rispondenza nelle altre arti, nella poesia, nella musica e via dicendo, sempre in omaggio al noto principio dell'unità delle arti⁽²⁾.

Intanto il colore elemento di piacevolezza estetica, non è il colorito di vasariana memoria, cioè quella caratteristica vivacità e varietà di tinte, per le quali si distinsero tante scuole pittoriche dalla gotica alla veneta. Ed è pure ovvio, trasferendoci sul terreno architettonico, che non diremo « colore » la tinteggiatura policroma delle antiche costruzioni egizie e greche che Giacomo Boni (1859-1925) in un diffuso ed ambiguo scritto su il colore nei monumenti, lamentava fosse scomparsa, per cui quei monumenti sarebbero « rimasti freddi e scolorati come statue di sale ».

I critici d'arte d'oggi, vedono il valore « colore » in altro significato, che cercheremo di fare nascere intuitivamente con esempi

(1) A. CAVALLARI-MURAT, La teoria della pura visibilità e l'architettura, « Atti e Rassegna Tecnica », Torino, 1957, n. 2.

(2) L. VENTURI, in « Arte », maggio 1933, p. 228; A. CAVALLARI-MURAT, La critica d'arte e le arti applicate, « Atti e Rassegna Tecnica », dicembre 1956; Id., Le proporzioni canoniche e l'unità delle arti nel pensiero rinascimentale e barocco specialmente tra i trattatisti dell'architettura, « Atti e Rassegna Tecnica », aprile 1952.

e citazioni semplici. Comunque anticipiamo che vedono colore piuttosto nella monocroma cupola di San Pietro, in quanto vi nasce come fenomeno luminoso per via del modo con cui è trattata la superficie, pur non essendo un fatto solamente materiale dei vari colori della luce.

Diceva acutamente John Ruskin « il colore deve contenere del calore; non deve essere crudo ed abbagliante ». Ed aggiungeva, a chiarimento del suo concetto, che una tinta è cruda » se gli mancano i tre colori fondamentali » perchè « nessuna tinta può essere cruda, se non è opaca. E l'opacità può essere tolta o da attuale profondità e trasparenza come nel cielo, da cangianza e tessitura come nel caso della seta e del velluto, o da varietà d'ombra come nella verdura forestale ».

Sono parole scritte nel 1838; evidentemente precorrendo le ottiche teorie divisioniste dei pre-raffaelliti. Non v'è dubbio che in tali parole è insito un principio che ha ampie possibilità di sviluppo anche nel campo dell'estetica ed in modo particolare nell'estetica architettonica. Un primo interessante esempio lo troveremo non tanto nella spiritualistica esaltazione per il San Marco fatta dal Boni nell'anzi citato scritto sul colore dell'architettura, quanto nei giovanili esercizi critici del Ruskin, che fu Maestro del Boni. Nel libro « La poesia dell'architettura » è detto:

« Il mattone appena cotto è sempre crudo, ma quando è esposto alle intemperie, acquista una leggera tinta bleu, assistita dal grigio della calce; la incipiente vegetazione gli dà il giallo; ottiene quindi un misto di tre colori, e non è più crudo ».

Dunque, attraverso l'ottica, il quadrettato della muratura, patinato dalle velature di muffe, entrerebbe per Ruskin nell'estetica. È purtroppo il solito equivoco

materialistico della cultura pre-idealistica. Tale automatismo fisico estetico oggi non convince più, ma non possiamo non accogliere dal discorso ruskiniano la felice intuizione che anche in un effetto monocromo la cangianza e la tessitura della seta e del velluto generano colore. Concetto che ci richiama alla mente il vanto che menava il Bernini quando si compiaceva di « rendere il marmo pieghevole come la cera et avere con ciò saputo accoppiare la pittura e la scultura ».

Altro spunto interessante sembra il concetto di colore che non è colore artistico se non contiene il suggerimento del calore. Solamente in questo senso si può infatti comprendere la raddomantica verità estetica inclusa nella non tanto nota asserzione dettata da Augusto Rodin, colosso ottocentesco della scultura cosiddetta pittorica: « per quanto appaia paradossale i grandi scultori sono coloristi, come i migliori pittori o piuttosto i migliori incisori. Il colore è come il fiore del bel modellato, queste due qualità si accompagnano sempre e sono loro che danno ad ogni capolavoro della statuaria il raggiante effetto della carne viva ».

Non è qui una teoria estetica che deduce il principio della unità delle arti, ma il polpastrello di un genio della scultura che parla in favore di essa, memore delle esperienze tattili su calda carne, che sembra quasi irradiare colore anche a occhi chiusi. Ognuno avverte che il colorito di cui parla Rodin proprio alla scultura, ma che non v'è ragione di non estendere anche alla architettura, potrebbe essere avvertito in una forma plastica od architettonica anche da un daltonista, così come credo io un daltonista, nonostante la notevole alterazione della sua retina, sentirà anche solo a vista una pesca più calda al tatto di una mela, fredda la

mela perchè levigata nella sua superficie quasi come una sfera di porcellana. Se il ricordo tattile visivo della coriacea scorza di un frutto, coinvolgendo tutti i sensi in sinestesia sensoria armonica, può differenziare il rosso otticamente identico d'una mela o di una pesca, perchè mai non potrebbe l'intuizione formale dell'arte non far tesoro nell'ambito del gusto architettonico di queste non solo sensistico fatto estetico? Portando il ragionamento al paradosso, la semisferica cupola del Pantheon potrebbe avere analogia con la mela, acidetta e rinfrescante, invece la cupola di San Pietro potrebbe assimilarsi alla pesca morbida e calda, tutta impregnata com'è la mole buonartotiana dell'imminente valore barocco del « colore ». Un bravo incisore su rame sarebbe capace di tradurre questo discorso in un classico « bianco e nero », che non può essere « policromia », ma che sa rendere il « colore ». Siamo così giunti al terzo spunto interessante del principio ruskiniano del colore che contiene suggerimenti di calore o di freddo, e precisamente alla constatazione che toglie opacità ad una tinta « la varietà d'ombra ». Concetto ben più aperto e produttivo di quello albertiano, che « fa l'ombra il colore fusco, e il lume fa chiaro ove percuote ».

Ritorniamo infatti mentalmente nella piazza vaticana del Bernini a riguardare l'immensa cupola Michelangiolesca che tutti ricordiamo, coi suoi costoloni immensi, nei quali pare che scorra pulsando sangue umano, con le scanditure dei giunti della copertura, con i brilli e le ombre minuscole e aggiranti delle finestrelle di aerazione della intercapedine gigantesca; gigantesca ruvidezza prospetticamente organizzata a dare luminosità e calore al capolavoro insigne.

E allora se la graduazione d'ombra e di luce genera « colore », perchè non parlare anche di quei rapporti tra « colore » e « tono » che contraddistinguerebbero nella critica il passaggio tra la forma definita ed assoluta del Rinascimento e la forma aperta e pittorica del Barocco? Leggiamo in un diligente manuale di storia dell'arte che cos'è il « tono »; sa-

rebbe « il particolare accordo dei colori che si basa sulla quantità di luce e d'ombra contenuta dai colori stessi; l'accordo porta con sé la diminuzione del rilievo, l'ammorramento della qualità dei toni, l'abolizione dei contorni netti, la fusione delle masse cromatiche dell'atmosfera ». La prima parte della definizione convince, la seconda soddisfa meno, perchè l'esperienza dei pittori insegna che graduando luce ed ombra otterremo talora diminuzione ma anche talvolta aumento del rilievo, e così pure insieme esaltamento e smorzamento della qualità dei colori, col predetto risultato della fusione delle masse cromatiche nell'atmosfera, è vero, ma senza riuscire ad aggiungere niente di positivo, a differenziare il colore dal tono. Ritorniamo ad individuare il « colore » di Ruskin, di Rodin, e di tutta la schematizzazione critica odierna, introdotta dai procedimenti di pura visibilità. Si potrà obiettare che nel « tono » c'è in più un senso di leonardesca tenebrosità, misteriosa, di michelangiolesca tristezza drammatica; ma quegli architetti che usualmente passano sotto la denominazione di coloristi, furono quasi sempre degli impulsivi ed invece i tonali furono sempre dei riflessivi e dei prudenti conduttori di trapassi cromatici, ed è giusto. E sotto tale aspetto la terminologia critica trova un valido schema per definire un fatto estetico che con la sua presenza piuttosto diffusa e quasi mai dissociata dal colore, viene a proposito a dimostrare che quella graduazione di luce e di ombra che dà trasparenza, che accresce il calore, che impasta le forme nell'atmosfera, che è creazione di luminosità radiante, che traduce stati di animo commossi, non è esclusivamente piacevolezza, ma spunto di gusto e di sentimento, pretesto o spunto per divenire forma d'arte.

Anche il diamante, incorrotto e incorruttibile, può divenire spunto d'arte, ma qualora l'artista l'assuma a cifra di un suo stato d'animo freddo ed immoto, e gli crei congrua cornice fatta di contrasti operanti con la loro complementarità più efficace. « Colore » e « tono »: son dunque vocaboli incompleti a definire

i fenomeni che si vorrebbero ingabbiare nella compendiosità rapida di una parola; sono insufficienti termini tecnici e schemi critici che occorrerebbe rimpiazzare. La terminologia critica dovrebbe eliminare le possibili fonti di equivoco, le quali purtroppo sono così frequenti.

Volete una prova di celebre fraintendimento? Eccolo. Benedetto Croce, che io credo non abbia capito in pieno il significato di colore, ricorda che Winkelman disse che il colore contribuisce alla bellezza, ma non è bellezza. Evidentemente è una citazione a sproposito, perchè Winkelman parlava del colore tinta, cioè di mezzo tecnico, non di quel « colore » che conosciamo noi, e che è rielaborazione artistica. Parimenti sembra viziato di vecchia distinzione di colore come tinta o policromia la seguente pur intelligente idea di Ugo Ojetti: « Solo disegnando architettura ti capaciterai che la prospettiva è madre del colore, madre che prima lo contiene e quasi asconde in sé, poi lo crea e lo libera dandogli voce e respiro; infine lo educa facendolo rispettoso dei suoi vicini ». Chi abbia compreso il significato vero della sinestesia colore e calore che è radiosità, trasparenza, luminosità, temperatura della pietra investita dal soffio vivificatore dell'arte, ripeta le sue visite tra l'insigne architettura d'ogni tempo. Quegli sentirà non più ghiacciate le colonne del Partenone, quasi invece fossero rosei arti di danzatrici in un ritmo musicale. Quegli entrando nelle chiese pisane, decorate a striscie bianche e nere sentirà tutto il fascino di tali pareti, vividamente irradianti « colore », richiamante la luminosità trasparente e incandescente del fondo oro dei quadri dell'epoca. È stata frequentemente associata l'idea delle pareti bizantine e romaniche con il colore convenzionale del fondo oro che sta dietro ai personaggi delle immagini sacre⁽³⁾; ma del pari colorite nel senso detto appaiono alcune riuscite bianche facciate contemporanee: è in gran parte vero quanto dice Argan « anche in architettura il gu-

⁽³⁾ S. BOTTARI, *Il linguaggio figurativo*, Messina, 1940, p. 56.

sto moderno è il gusto del colore; di un colore che non chiede ad esperienze plastiche la coerenza dei suoi accordi, ma ha la stessa capacità costruttiva che la forma plastica e però non è l'aggettivo della forma ma la forma stessa, come non è parafrasi della realtà perchè è esso stesso una nuova e concreta realtà ».

Vorrei che almeno l'eco di questo capitolo sul colore aiutasse a disavvezzare dalla riprovevole moda di considerare l'architettura finita in sé nel progetto, sulla carta, e non quale dovrà vivere

nella realtà dell'atmosfera; troppo spesso il « colore » non nasce per lo spazio e nello spazio, ma per una accademica grafia architettonica. Troppo sovente infine i direttori dei lavori, che si sostituiscono in fase esecutiva ai progettisti, e gli impresari, esecutori d'altro preoccupati fuori del problema artistico, spengono per insensibilità le immagini architettoniche che ambirebbero fondersi nell'atmosfera, in gioioso gioco coloristico. Sapere apprezzare questo valore non è soltanto importante nella schematizzazione

critica, ma lo è anche nella pratica e in modo particolare nel restauro dei monumenti antichi. Purtroppo si è costretti a constatare che molti capolavori sono stati distrutti nel loro significato artistico più essenziale per difetto di sensibilità verso quella luminosità calda che provvisoriamente chiamammo « colore » allorchè il restauratore non ha saputo integrare le stilistiche nozioni apprese dai libri scolastici con una esperienza commossa nella realtà dell'arte.

Augusto Cavallari-Murat

PROBLEMI

Contributo alla sicurezza degli impianti elettrici

RENATO GRIGNOLIO descrive la teoria, confermata da una prima applicazione pratica di recente sperimentazione di un dispositivo di sicurezza per impianti elettrici, basato su fenomeni di conducibilità elettrica presentati dai prodotti di decomposizione di particolari sostanze.

In molti casi una essenziale caratteristica di sicurezza negli impianti elettrici riguarda l'auto-protezione nei casi in cui imprevedibili cause esterne provochino la rottura di conduttori od apparecchiature con conseguenti scintille o fiammate esterne. Il successivo intervento dei normali dispositivi di protezione non vale ad eliminare la possibilità di gravi conseguenze che talvolta prendono origine anche da una modesta scintilla. È questa una ragione che sconsiglia in numerosi casi l'impiego dell'energia elettrica, che occorre sostituire con altri sistemi di gran lunga meno economici ed elastici.

Le possibili cause di rottura di parti di un impianto elettrico sono non soltanto imprevedibili ma generalmente ad azione rapida; considerando ad esempio un fascio di cavi racchiusi in una armatura di protezione del diametro di qualche centimetro è facile immaginare casi in cui l'elemento possa essere troncato nel tempo totale di qualche m sec (quando questo venga ad esempio colpito da un oggetto animato dalla velocità di 10 ÷ 15 m sec, quale un

grave cadente da una decina di metri).

Appare severa la condizione che, in tali casi di totale rottura di un elemento, le parti elettriche vengano automaticamente portate a potenziale nullo in un tempo sufficientemente breve. Infatti l'intervento non può essere provocato che dalla iniziale deformazione della armatura di protezione ed il risultato deve essere ottenuto nel tempo che trascorre da tale istante a quello in cui si completa la rottura. Si impone inoltre l'impiego di dispositivi di massima semplicità e sicurezza di funzionamento.

L'organizzazione di una armatura di protezione idonea allo scopo non è nè difficile nè onerosa. Vengono realizzati vari tipi che sperimentalmente non hanno lasciato nulla a desiderare.

Maggiori difficoltà presenta la realizzazione di un dispositivo semplice, sensibile ad un impulso elettrico, atto ad interrompere in tempi dell'ordine di 1 a 3 m sec correnti anche di notevole intensità, senza creare sensibili sovratensioni sui circuiti. Appare chiaro che difficilmente un dispositivo

meccanico di tipo tradizionale può rispondere ai requisiti richiesti perchè il tempo meccanico di intervento risulta di per se stesso inevitabilmente eccessivo. Inoltre la necessità di strappare gli archi e di evitare sovratensioni impone una istantanea e contemporanea chiusura in corto circuito delle tensioni a monte.

Una soluzione, risultata soddisfacente, del problema è scaturita come immediata applicazione dei risultati di ricerche sperimentali, cui si passa brevemente ad accennare, su fenomeni di altissima conducibilità elettrica presentati dai prodotti di decomposizione di varie sostanze atte a trasformarsi in gas con grande rapidità quando ne sia innescata la reazione.

Un particolare caso di ionizzazione.

Nel corso di ricerche inerenti ad altro argomento venne osservato che se tra due elettrodi a differente potenziale elettrico veniva inserita una piccola quantità di opportuna sostanza, di cui era possibile provocare la rapida reazione esotermica di decomposizione con formazione di gas e residui solidi dispersi in questi, lo spazio tra i due elettrodi occupato da tali prodotti diveniva eminentemente conduttivo, sì che la resistenza ohmica complessiva della cellula (somma delle resistenze di contatto e di quella dei prodotti di decomposizione interposti) assumeva un valore iniziale dell'ordine di grandezza di quello di un conduttore metallico. Con

l'espansione e conseguente raffreddamento di tali prodotti gassosi detta resistenza assumeva rapidamente valori elevati sino alla scomparsa della conduttività. Tale effetto risultò subito subordinato non solo, come logico, al tipo di sostanza ed alle condizioni di prova, ma anche al materiale di cui gli elettrodi erano composti.

È perfettamente ovvio che l'effetto in sé è del tutto prevedibile; come in base ad elementari considerazioni sul comportamento quantistico dell'atomo sono prevedibili di massima alcuni risultati ottenuti. Però, a parte il fatto che non ci si trova in presenza di vapori metallici o di gas puri ma di miscele complesse ed in via di trasformazione con il variare della temperatura e della alta pressione iniziale, alcuni punti non sono del tutto chiari. Comunque, esaminando la questione da un punto di vista eminentemente pratico ed applicativo, risulta accertato che la reazione di decomposizione di sostanze quali quelle sperimentate costituisce un efficace mezzo di eccitazione per i prodotti gassosi di decomposizione i quali raggiungono istantaneamente un livello di ionizzazione atto ad innescare il passaggio della corrente elettrica.

Un ciclo di ricerche sperimentali venne svolto in proposito. La vasta gamma delle variabili da inserire in una ricerca sistematica ed alcune difficoltà sperimentali non permettono ancora un inquadramento delle leggi che regolano l'effetto. Comunque:

sono risultati eminentemente conduttivi i prodotti di decomposizione di miscele a base di ni-

trati e clorati alcalini, a combustione incompleta; con un optimum per determinati valori del contenuto in O_2 ;

sostanze del tipo $(R)_n (NO_2)_m$ con R radicale organico hanno dimostrato minore conduttività; fortemente esaltata però dalla aggiunta di piccole quantità di sali inorganici, in particolare, come era da attendersi, alogenuri alcalini;

specialmente in presenza di sostanze contenenti sali alcalini i valori massimi della conduttività sono stati ottenuti con elettrodi costruiti in metalli del gruppo VIII; buoni valori anche con Al ed alcune sue leghe; valori bassi con metalli del gruppo I.

L'impiego di sostanze a combustione incompleta aumenta le difficoltà di indagine dell'effetto descritto, non essendo possibile determinare a priori le equazioni di decomposizione; anche la previsione analitica della temperatura e della pressione iniziale presenta gravi difficoltà perchè l'apporto di energia termica dovuto al passaggio di corrente da un lato sposta ulteriormente le equazioni di decomposizione (cosa che invero avverrebbe anche con sostanze a combustione completa almeno nella fase in cui i prodotti si trovano a temperatura elevata), dall'altro rende inapplicabili sia l'equazione semplificata di Sarrau sia l'equazione empirica di Noble ed Abel.

Per tali ragioni si è ritenuto necessario dare il massimo peso alla ricerca sperimentale sistematica, indirizzata bensì da considerazioni teoriche. A parte prove di sondaggio diversamente eseguite vennero attuati due distinti sistemi: elettrodi fissi e sfogo strozzato dei gas (fig. 1a); elettrodi mobili e sfogo dei gas comandato dallo spostamento degli elettrodi (fig. 1b). Le pressioni massime oscillarono da 100 a 500 Kg/cmq.

La resistività totale istantanea della cellula (la cui sezione retta venne in tutti i casi convenzionalmente assunta eguale alla superficie dell'elettrodo) oscillò tra 7.000 e 21 $\mu\Omega\text{cm}$. Vi è quindi una grandissima ampiezza di variazione; si tratta d'altra parte di conduttività in un mezzo ionizzato

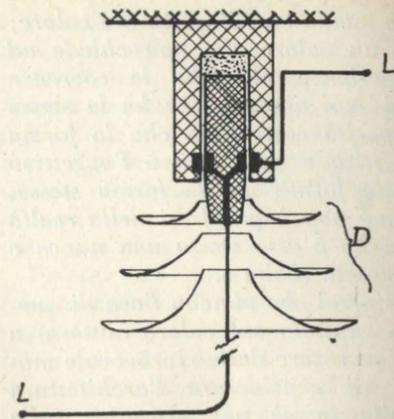


Fig. 2

e quindi con caratteristica negativa, il che rende tali dati strettamente dipendenti dalle condizioni di prova. Le misure vennero in gran parte effettuate con galvanometro balistico sincronizzato con l'impulso elettrico di comando, secondo uno schema ovvio, ed utilizzando corrente continua su circuiti con fattore di attenuazione praticamente trascurabile.

È emersa la possibilità di realizzare una resistenza ohmica che, con intervento istantaneo e valore iniziale pressochè nullo, avesse la caratteristica di variare nel tempo con grande rapidità, sino a raggiungere un valore infinito in un tempo predeterminato, secondo un diagramma ad andamento asintotico molto prossimo a quello di una resistenza ideale atta a produrre in un circuito una variazione di corrente, dal valore iniziale al valore zero, secondo una funzione lineare del tempo. La sovratensione, teoricamente costante durante il tempo di interruzione, risulta di valore assoluto minimo a parità di questo. Il che costituirebbe un dispositivo di interruzione realizzabile con mezzi modesti, idoneo anche per grandissime capacità di rottura, destinato a casi di emergenza, avente funzionamento automatico ed istantaneo in quanto non esiste in pratica tempo meccanico di intervento; ed atto ad interrompere in modo particolarmente dolce correnti anche di grande intensità, in particolare di corto circuito. Nei riguardi della sicurezza di funzionamento, da un elementare calcolo di probabilità basato sulle prove effettuate e su

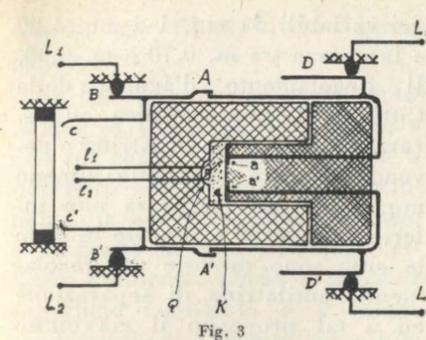


Fig. 3

considerazioni di carattere generale, risulta che per un complesso trifase le probabilità di mancata risposta all'impulso elettrico di comando possono essere ridotte a valori nulli (il calcolo comporta 10^{-36}).

Una applicazione strettamente sperimentale in tale senso venne realizzata secondo lo schema di fig. 2 per ottenere l'apertura di c.c. derivato a 9.000 V da un trasformatore da 25 KVA. I deflettori D agiscono efficacemente sul tempo di interruzione. L'arco risultò della lunghezza di circa 14 cm e, in base a calcolo, tale spazio risulta percorso in 3 m sec dal contatto mobile. Da notare che non esistono problemi di isolamento verso terra nè tra le fasi perchè i circuiti di comando sono montati su ogni singolo conduttore.

Cenni ad un sistema di sicurezza.

Una prima applicazione pratica, sperimentata recentemente presso l'Istituto Elettrotecnico Nazionale G. Ferraris, è stata effettuata per la soluzione del problema accennato all'inizio. Il dispositivo venne realizzato, oltre che in altri modi, secondo lo schema di fig. 3 (ove per semplicità è indicato bipolare). L'applicazione di una tensione elettrica sulla spirulina Q, tenuto conto della velocità di reazione della sostanza K e del tempo occorrente al riscaldamento della spirale, comporta la formazione di una pressione di circa 200 Kg/cmq nella camera in cui è contenuta la sostanza K nel tempo di circa 10^{-4} sec dall'istante in cui la tensione viene applicata. Tale tempo non risultò infatti apprezzabile nei relativi oscillogrammi. Nello stesso periodo di tempo si costituisce, ad

opera dei prodotti di decomposizione della sostanza K, tra le espansioni a) ed a') un c.c. praticamente secco (durante le prove effettuate presso l'Istituto suddetto risultò più vivace il c.c. ottenuto in tal modo che non quello, realizzato in una variante del dispositivo, ottenuto meccanicamente tra elettrodi in bronzo fosforoso).

Le caratteristiche della apparecchiatura sono tali che la pressione creatasi nella camera di reazione (rappresentante una forza praticamente priva di inerzia) induce sulle due parti da cui il dispositivo è costituito, separabili con piccolo sforzo, una accelerazione iniziale di circa 6.000 g (59.000 m/sec^2) con conseguente rapidissima apertura delle coppie di contatti A; A' attraversate dalla corrente principale che vengono allontanate di cm. 2 in un m/sec. Attraverso C e C' viene inoltre meccanicamente posta in c.c. la linea a valle.

I gas di decomposizione trovano immediato sfogo in ampi fori, disposti trasversalmente agli elementi conduttori, che vengono scoperti dal movimento relativo delle due parti. Il c.c. a monte risulta di brevissima durata e viene interrotto sia dalla apertura dei contatti D e D', sia, in alcuni modelli per maggiori potenze, dalla automatica immissione di un getto di olio nella camera di reazione. Gli elementi in moto vengono frenati, al termine della corsa, da opportune strozzature del contenitore, non rappresentato in fig.

L'apparecchio venne montato in cassetta di acciaio che, quando aperta, assicura il distacco delle linee di entrata e di uscita; quindi ogni operazione di sostituzione avviene automaticamente in assenza di tensioni elettriche. Essendo la cassetta perfettamente a tenuta di pressione, la lieve sovrappressione che vi si forma viene lentamente sfogata attraverso a valvola e griglie di sicurezza.

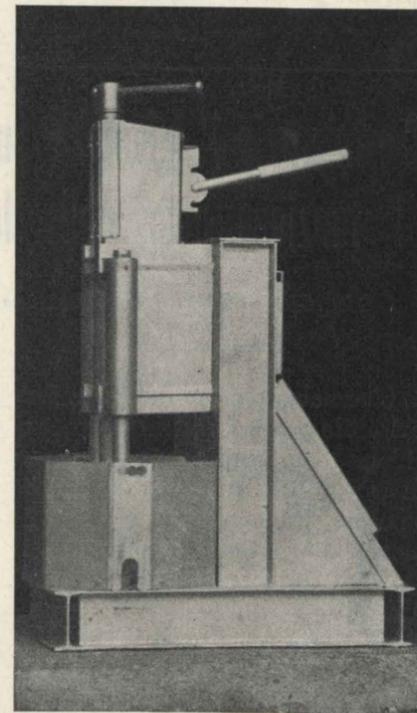
Se il dispositivo così descritto viene inserito in serie su di un impianto elettrico e viene opportunamente collegato ad un sistema, invero semplice, di armatura di protezione delle parti elettriche predisposto in modo che una de-

formazione dovuta a cause esterne di un qualsiasi punto della armatura stessa provochi il modesto impulso elettrico che attraverso alla spirulina Q innesca la reazione della sostanza K, si ottiene come automatica conseguenza di una lesione della armatura di protezione la rapida scomparsa di ogni differenza di potenziale sulle parti elettriche contenute nella armatura. Avendo naturalmente cura di suddividere ove del caso l'impianto, in base a considerazioni teoriche e ad esigenze pratiche e sperimentali, in sezioni di opportuna lunghezza.

Solo in alcuni casi particolari, oltre alla interruzione a monte, risulta necessario intervenire a valle del punto di rottura o, per meglio dire, immediatamente a monte di alcuni tipi di apparecchi di utilizzazione; cosa che peraltro non presenta particolari difficoltà pratiche.

Praticamente il funzionamento del sistema venne verificato con apposita macchina di prova (figura 4) realizzata in modo da troncare in tempo inferiore a 4 m sec, in atmosfera costituita da miscela di gas infiammabili ed aria, elementi di armatura di protezione contenenti i cavi sotto carico. Con carichi sino a qualche

Fig. 4



decina di KVA è stato possibile effettuare intiere serie di prove di rottura senza che si verificassero accensioni del gas circostante, mentre queste si sono naturalmente sempre verificate con protezione incompleta.

Per completare sotto ogni aspetto il complesso di sicurezza di un impianto elettrico industriale le armature di protezione, estese con opportuni artifici a tutte indistintamente le parti elettriche, sono state realizzate totalmente stagne; la reale ed effettiva tenuta stagna è stata non solo assicurata ma anche automaticamente controllata mantenendo in tutto l'interno della apparecchiatura una modica pressione e predisponendo dispositivi automatici di interruzione di corrente tali da isolare quelle parti in cui per guasti o per manomissioni la tenuta stagna venisse a mancare e con questa la pressione interna di controllo.

Da un lato quindi l'impianto risulta totalmente e sicuramente stagno, con automatica interruzione, in caso di difetti o guasti dell'armatura stagna, della tensione nei punti o nella sezione pericolosa; così che anche una normale manutenzione non può essere eseguita che in assenza di corrente e che in nessun caso pos-

sono essere materialmente accessibili parti elettriche sotto tensione. Guasti od incidenti interni all'apparecchiatura non possono produrre alcun effetto esterno, e la eventuale ricerca di questi è a sua volta effettuata in assenza di tensione e con apparecchi di verifica appositamente progettati in modo da inibire la possibilità che questi producano alcuna scintilla elettrica anche se impiegati in modo irregolare. D'altra parte, nella generalità dei casi immaginabili, in caso di rotture violente dovute ad incidenti sempre facili a verificarsi nei luoghi di lavoro le tensioni elettriche vengono automaticamente annullate nel pur brevissimo tempo che intercorre tra l'impulso di apertura comandato dalla iniziale deformazione della armatura di protezione e l'istante in cui le parti elettriche vengono poste allo scoperto.

Allo stato attuale quanto realizzato sperimentalmente permette di assicurare tale risultato nei casi in cui le dimensioni della armatura di protezione e la velocità di un corpo che, colpendola trasversalmente, sia in grado di troncarla stiano in un rapporto tale che, dall'istante del primo contatto, la rottura avvenga in un tempo superiore a 4 m sec.

Renato Grignolio

Considerazioni igieniche sulle modalità costruttive e di funzionamento delle latrine e delle antilatrine

GIORGIO TROMPEO considera i casi nei quali può essere igienicamente ammessa la mancanza di antilatrina ventilata.

L'aumentato costo dell'area fabbricabile porta i costruttori a considerare con sempre maggior cura la possibilità di utilizzare intensamente la superficie a disposizione allo scopo di ottenere il maggior numero possibile di vani abitabili.

Ne derivano progetti che, ortodossi dal punto di vista delle vigenti disposizioni, portano a co-

struzioni scomode e soprattutto igienicamente disagiate. Il maggior disagio deriva particolarmente dalla disposizione delle latrine come tali e dall'ubicazione dei gabinetti da bagno con W.C. rispetto alle camere da letto.

I Regolamenti d'Igiene delle principali città italiane (Torino, Milano, Genova, ecc.) richiedono come minimo per le latrine super-

fici variabili da mq. 1 a mq. 1,20 e larghezze tra m. 0,70 e m. 0,90. Il Regolamento d'Igiene della Città di Torino specifica ad es. (art. 134 R.I.) che le latrine « devono misurare in pianta almeno mq. 1,10, con larghezza non inferiore a cm. 90 ». Inoltre in tutte le città sono previste dai regolamenti, antilatrine di separazione ed a tal proposito il già citato Regolamento d'Igiene di Torino (art. 133) precisa che le latrine « dovranno essere separate da locali di lavoro, di abitazione, ecc. da antilatrine ventilate ed illuminate direttamente, e della superficie di almeno un metro quadrato ».

Questi due localini venivano, fino a circa 15 anni fa, costruiti affiancati in serie, ciascuno con finestrina a filo-muro di mq. 0,50 apertesi su facciata esterna: si otteneva così *in certo qual modo* l'isolamento (piccolo volume intermedio di circa 3 mc.) ed in modo assoluto la ventilazione e l'illuminazione diretta dall'esterno.

Successivamente la progettazione e la costruzione si sono orientate verso la sistemazione dei due localini in derivazione: latrina con apertura su facciata ed antilatrina antistante interna con condotto di aereazione ottenuto mediante controsoffittatura della latrina stessa.

In tal guisa l'illuminazione e l'aereazione diretta dall'esterno si ha solo per la latrina, mentre l'antilatrina rimane buia ed insufficientemente aerata da un condotto non facilmente accessibile per la normale pulizia e che, nella migliore delle ipotesi, diventa un ricettacolo di polvere. In molte case inoltre, mancando purtroppo molto spesso i comodi armadi a muro, è invalsa l'abitudine di utilizzare questo condotto come ripostiglio, riducendo al minimo fino a sopprimerli di fatto, la ventilazione e l'isolamento della latrina. Quindi all'esiguità della superficie (mq. 1) dell'antilatrina nel caso di ventilazione diretta, si aggiunge la nessuna utilità della stessa nel caso di ventilazione in-

diretta agli effetti di un idoneo isolamento.

La funzione isolante dell'antilatrina si identifica « in primis » con un efficace ricambio d'aria e questo è a sua volta proporzionale alle aperture verso l'esterno e al grado di inquinamento dell'aria ambiente. Onde a maggior superficie ventilante e a minor grado di inquinamento ottenibile con maggior volume dell'ambiente corrisponde un più elevato grado di isolamento.

Le odierne costruzioni vanno orientandosi verso la dotazione di gabinetto da bagno con W.C. per ciascun alloggio, il quale gabinetto viene di solito costruito con passaggio diretto dall'entrata che viene ammessa con funzione sostitutiva di anticesso reputando sufficiente la ventilazione dal vano scala.

Per accedere al bagno con W.C. dalla camera da letto occorre attraversare quindi l'entrata con evidente disagio, mentre sarebbe opportuna una contiguità immediata dei due vani stabilendo ovviamente un doppio passaggio: uno dalla camera da letto e l'altro dall'entrata-disimpegno.

In questo caso costruttivo, consigliabile soprattutto agli effetti della comodità d'uso dei servizi, sorge spontaneo il problema della necessità dell'anticesso in ossequio alle disposizioni vigenti per l'isolamento della camera da letto.

Piuttosto che ridurre con uno stanzino buio e, come si è visto, inutile, un vano di preminente interesse igienico, è opportuno non richiedere in tali casi l'antilatrina, esigendo in compenso una maggiore superficie di illuminazione e di aereazione diretta dall'esterno del tipo di quella richiesta per i locali di abitazione: finestra di superficie apribile non inferiore a mq. 1,50 ed una maggior superficie del locale.

La pulizia di tali locali sarebbe più facile, il costo della maggiore apertura di finestra sarebbe compensato dalla scomparsa di strutture divisorie in muratura e le-

gno, e igienicamente il problema degli impianti sarebbe molto meglio risolto. Altro vantaggio da tener presente è quello della maggior disponibilità di spazio per le installazioni che potrebbero essere meglio riparate con minor riluttanza per la maggiore facilità di accesso e di ispezione delle condutture. Verrebbe infine migliorata l'euritmia delle facciate, eliminando gli antiestetici finestroni o fori di aereazione che assurgerebbero a finestre vere e proprie simili alle altre.

Per le latrine invece, nei casi in cui necessità di spazio non consentono la costruzione frontale in serie, anziché richiedere l'antilatrina-bugigattolo cieco, inutile e di difficile pulizia, è preferibile un locale unico misurante in pianta almeno mq. 2, con lato minimo non inferiore ad un metro e con finestra apertesi all'esterno della superficie di almeno mq. 1 (doppia cioè di quelle richieste finora). Si otterranno dei locali igienici, illuminati ed aerati abbondantemente e con una cubatura doppia, che risponderanno più praticamente allo scopo sia della comodità, sia dell'isolamento compensato dalla maggior ventilazione e della facile pulizia di tutto il vano.

Per locali di uso collettivo diurno e notturno, per le aziende industriali e commerciali ed in modo più assoluto per i locali di lavoro, di fabbricazione, di deposito o di vendita di sostanze alimentari o di carattere attinente con l'alimentazione, l'antilatrina dovrà sempre essere richiesta, ma è igienicamente consigliabile con disposizione esclusiva frontale in serie e con maggiori dimensioni. Per le latrine gli apparecchi meccanici a cacciata d'acqua di lavaggio alimentati da condotta interna è opportuno siano prescritti con funzionamento automatico ad intermittenza per tutta la durata del periodo lavorativo ad evitare il frequente intasamento per dimenticanza o negligenza.

La tendenza poi ad applicare sempre più, estendendoli alle più

svariate costruzioni, i moderni sistemi di condizionamento d'aria, ha portato progettisti e costruttori ad inserire nell'impianto d'aereazione così ottenuto, anche i servizi igienici.

Però, per le latrine costruite in fondo cieco di corridoio-disimpegno con ricambio d'aria da bocche di impianto meccanico di aspirazione, ammesse sperimentalmente in alcuni casi, si osserva che:

1) la pur bassa velocità di immissione e di estrazione dell'aria (non superiore a m. 0,70 al secondo) crea disagio e può indurre ad isolare, anche con mezzi di fortuna, la latrina dal ciclo aereatore;

2) il ricambio d'aria è aleatorio perché subordinato alla normale continua efficienza dell'impianto (a sua volta suscettibile di interruzioni per guasti meccanici e accidentali interruzioni di energia elettrica);

3) immaginando per assurdo superabili le due precedenti obiezioni, rimane esclusa in modo assoluto, per tali latrine, la possibilità di insolazione e di illuminazione naturale.

Tuttavia quando trattasi di complessi edilizi speciali, quali alberghi di categoria superiore, ospedali escludendo le sale di degenza, ecc. e quando non concorrono altri elementi discriminatori è talvolta preferibile consentire la costruzione di tali latrine, purché destinate a non più di due persone, anche se non perfettamente rispondenti ai requisiti di insolazione e di ventilazione prescritti, piuttosto che batterie di latrine di uso comune, la cui pulizia anche ben curata non può essere osservata nelle ore di maggiore uso.

Si può concludere che, qualora queste considerazioni fossero ammesse nel giudizio su progetti e su costruzioni in atto o già eseguite, si potrebbe addivenire ad un perfezionamento ai fini igienici della regolamentazione in materia.

Giorgio Trompeo

Giurisprudenza in tema di lottizzazione

FLAVIO VAUDETTI, a seguito dell'incertezza spesso comunemente regnante in tema di piani di lottizzazione, collaziona le decisioni che il nostro massimo Organo amministrativo ha finora emesso in merito e le coordina in modo da ottenere un'utile e — per quanto possibile — completa visione dell'importante ed attuale argomento.

Le decisioni del Consiglio di Stato in merito ai piani di lottizzazione sono ormai così numerose da permettere l'elaborazione di un sunto che riguardi la materia in modo completo ed organico al di fuori di ogni interpretazione personale. Sunto che potrà essere utile, se — oltre ad illustrare il dispositivo previsto dall'art. 28 della Legge Urbanistica — potrà servire per una corretta interpretazione di tale dispositivo non sempre bene inteso nel suo vero valore, tanto dai privati quanto dalle Amministrazioni comunali.

1) Premessa.

— Le limitazioni allo « ius aedificandi » possono trovare fondamento solo su disposizioni contenute nelle leggi, nei regolamenti, nel piano regolatore approvato — se posteriore alla Legge 17 agosto 1942, n. 1150 — nei modi stabiliti da tale legge o nei regolamenti comunali edilizi e di igiene (Consiglio di Stato - Sez. V, 14 luglio 1956, n. 627).

— Tra le fonti di limitazione allo « ius aedificandi » vi è l'articolo 28 della Legge Urbanistica il quale stabilisce che « Fino a quando non sia approvato il piano particolareggiato è vietato di procedere a lottizzazione dei terreni a scopo edilizio senza la preventiva autorizzazione del Comune ».

Questo articolo pone quindi indubbiamente una precisa limitazione al diritto del privato. Peraltro, la norma stessa prevede che tale limitazione possa essere rimossa a seguito di autorizzazione dell'amministrazione: il che sta a significare che la legge non pone in materia un divieto assoluto, eventualmente derogabile mediante dispensa, ma contempla, invece, la possibilità di provvedimento richiesto dal privato (Consiglio di Stato - Sez. V, 2 marzo 1957, n. 85).

2) Scopo dell'art. 28 della Legge Urbanistica.

— Scopo dell'art. 28 della Leg-

ge Urbanistica è quello di « impedire che l'attività edilizia, pur svolgendosi secondo le linee del piano generale e con l'osservanza delle norme regolamentari, possa riuscire pregiudizievole alla formazione del piano particolareggiato e compromettere eventualmente gli obbiettivi che sono propri di quest'ultimo. Nel sistema della Legge Urbanistica, il piano generale ha essenzialmente la funzione di determinare la rete delle principali vie di comunicazione e la destinazione delle singole zone dell'aggregato urbano e del territorio di espansione. È nel piano particolareggiato che si concreta l'ulteriore specificazione della regolamentazione urbanistica che dalle zone procede ai comparti edilizi, agli isolati ed infine ai lotti, cioè alle aree da destinare ai singoli edifici secondo la preordinata tipologia » (Consiglio di Stato - Sez. V, 4 maggio 1956, n. 347).

3) Configurazione e scopo dei piani di lottizzazione.

— I piani di lottizzazione sono « prelicenze edilizie riferentisi ad un nucleo edilizio, intese a disciplinare la composizione di tale nucleo ed a fissare la posizione dei singoli fabbricati in esso compresi » (Consiglio di Stato - Sezione V, 28 novembre 1953, numero 761 e 4 maggio 1956, n. 347).

« Ma se è ovviamente esatto che la lottizzazione si riferisce ai nuclei edilizi, è altrettanto evidente che il vincolo incide su tutte le aree che possono concorrere alla formazione di detti nuclei, indipendentemente dalle particolari finalità edilizie perseguite dai singoli proprietari. La previsione dei futuri nuclei edilizi per le zone non ancora disciplinate dai piani particolareggiati è naturalmente affidata alle valutazioni della stessa autorità comunale, che, ai fini delle lottizzazioni, dovrà peraltro uniformarsi agli schemi di detti piani, in quanto

siano già stati predisposti: di guisa che nella lottizzazione si riflettano gli elementi della futura pianificazione. Solo in questo modo possono essere soddisfatte le due diverse esigenze che si pongono in tale campo: di evitare cioè che in attesa del piano particolareggiato resti paralizzata l'attività costruttiva; di prevenire nel contempo il pericolo che il Comune venga poi a trovarsi di fronte al fatto compiuto di un agglomerato di costruzioni non rispondenti alla nuova sistemazione urbanistica della zona e debba, volente o nolente, provvedere ai conseguenti adattamenti stradali ed ai necessari servizi pubblici » (Consiglio di Stato - Sez. V, 4 maggio 1956, n. 347).

4) Aspetto giuridico dei piani di lottizzazione.

— Le domande di approvazione dei piani di lottizzazione debbono, « al pari delle domande delle licenze per costruzioni edilizie, considerarsi dirette al fine di rimuovere le limitazioni poste all'« ius aedificandi » dalla legge, che ne subordina, fra l'altro, l'esercizio di una autorizzazione dell'autorità amministrativa, la quale è libera di concedere o no tale autorizzazione, come pure di subordinarla alla osservanza di particolari condizioni e vincoli in vista di determinate finalità d'interesse pubblico, sempre però nei limiti posti a tale discrezionalità dal rispetto delle leggi, dei regolamenti e dei progetti generali già approvati e perfezionati legalmente » (Consiglio di Stato - Sez. V, 2 marzo 1957, n. 85).

— « Intervenuta la lottizzazione, l'autorità comunale è di regola tenuta al rilascio delle successive licenze edilizie, quando i relativi progetti risultino conformi alle norme regolamentari, comportando la lottizzazione debitamente autorizzata un'autolimitazione del Comune nei confronti dei proprietari richiedenti » (Consiglio di Stato - Sez. V, 4 maggio 1956, n. 347).

— Dai piani di lottizzazione sorgono diritti e doveri soltanto fra la pubblica Amministrazione

e il privato richiedente (Consiglio di Stato - Sez. V, 28 novembre 1953, n. 761).

— In mancanza di una particolare disciplina prevista, ai termini dell'art. 33 della più volte citata Legge urbanistica, nei regolamenti edilizi dei Comuni sprovvisti di piano regolatore, possono ritenersi applicabili ai progetti di lottizzazione delle aree fabbricabili gli stessi principi generali vigenti in materia di licenze di costruzioni, essendo essi predisposti al fine di poter eseguire nuove costruzioni, con la osservanza, naturalmente, delle norme e prescrizioni dei regolamenti edilizi comunali (Consiglio di Stato - Sezione V, 2 marzo 1957, n. 85).

5) Poteri conferiti al Comune dall'art. 28 della Legge Urbanistica.

— L'art. 28 della Legge Urbanistica stabilisce:

« Fino a quando non sia approvato il piano regolatore particolareggiato è vietato di procedere a lottizzazione dei terreni a scopo edilizio senza la preventiva autorizzazione del Comune.

« Approvato il piano particolareggiato il sindaco ha facoltà di invitare i proprietari di aree fabbricabili già esistenti nei singoli isolati, che non siano già stati lottizzati nello stesso piano particolareggiato, a presentare entro un congruo termine un progetto di lottizzazione tra loro concordato, che assicuri la razionale utilizzazione delle aree stesse. Se essi non aderiscono, provvede alla compilazione d'ufficio.

« Il progetto di lottizzazione approvato con le modificazioni che l'Autorità comunale abbia ritenuto di apportare è notificato per mezzo del messo comunale ai proprietari delle aree fabbricabili con invito a dichiarare, entro 30 giorni dalla notifica, se l'accettano. Ove manchi tale accettazione, il Comune ha facoltà di variare il progetto di lottizzazione in conformità alle richieste degli interessati o di procedere alla espropriazione delle aree ».

La legge conferisce quindi al Comune non solo il potere di approvare e di modificare i pro-

getti di lottizzazione concordati dagli interessati, ma anche il potere di provvedere alla compilazione d'ufficio del piano per la razionale utilizzazione delle aree. « In nessun caso, pertanto, la lottizzazione è lasciata alla pura iniziativa dei privati, senza intervento dell'autorità comunale; nè possono i regolamenti edilizi comunali, nel prescrivere le modalità della lottizzazione, discostarsi dai principi accolti dalla legge nella subbietta materia » (Consiglio di Stato - Sez. V, 4 maggio 1956, n. 347).

— La disposizione del succitato art. 28 (comma 1°) concernente il divieto di lottizzazione senza autorizzazione comunale, è applicabile anche nel caso che il P. R. G. sia anteriore alla legge medesima, sempre che l'attuazione di esso sia affidata ai successivi piani particolareggiati (Consiglio di Stato - Sez. V, 4 maggio 1956, n. 347).

— L'imposizione, da parte del Comune, del piano di lottizzazione previsto dall'art. 28 della Legge Urbanistica presuppone la esistenza non soltanto del piano regolatore generale, ma anche del piano particolareggiato; presuppone altresì che la lottizzazione concerna aree comprese entro il perimetro del piano regolatore generale (Consiglio di Stato - Sez. V, 14 luglio 1956, numero 627).

6) Diritti del privato.

— Il privato, quando esista una particolare disciplina prevista dalla Legge Urbanistica (P. R. G. C. oppure programma di fabbricazione), ha il diritto di sollecitare l'emanazione da parte dell'amministrazione di un piano di lottizzazione, restando questa libera di accogliere o no la domanda (Consiglio di Stato - Sez. V, 2 marzo 1957, n. 85).

— Quando invece tale particolare disciplina non esista, il privato ha sempre il diritto di presentare all'amministrazione un piano di lottizzazione e di chiedere che su di esso l'amministrazione stessa si pronuncii. Infatti, il Consiglio di Giustizia ammini-

strativa per la Regione Siciliana, nella sua decisione dell'11 ottobre 1955, n. 152, ha affermato che « Il Comune il quale sia sprovvisto di piano regolatore e che non abbia incluso nel proprio regolamento edilizio neppure il programma di fabbricazione previsto dall'art. 34 della Legge Urbanistica 17 agosto 1942, n. 1150, non può rifiutare di prendere in esame un piano di lottizzazione, sottopostogli da un privato al fine di costruire su un terreno proprio ».

7) Motivi di illegittimità.

— I motivi di illegittimità possono riguardare le decisioni del Comune tanto nel caso in cui esso voglia imporre (non ricorrendo l'ipotesi prevista dal succitato articolo 28) l'osservanza di un suo piano di lottizzazione quanto nel caso in cui non voglia prendere esame un progetto di piano di lottizzazione presentato dal privato.

Nel primo caso, il Consiglio di Stato (Sez. V, decisione 14 luglio 1956, n. 627), premesso che le limitazioni allo « ius aedificandi » possono trovare fondamento solo su disposizioni contenute nella legge, nei regolamenti, nel piano regolatore debitamente approvato o nei regolamenti comunali edilizi o di igiene, ha giudicato *illegittimo* il diniego della licenza edilizia « motivato esclusivamente sul contrasto delle caratteristiche del fabbricato con le norme e prescrizioni contenute nel progetto di lottizzazione approvato dal Comune per una estensione del terreno comprendente il suolo sul quale il fabbricato dovrebbe sorgere, quando tale progetto risulti compilato senza che ricorra l'ipotesi di cui all'art. 28 della legge urbanistica 17 agosto 1942, n. 1150, trovandosi il terreno fuori del perimetro del piano regolatore generale.

« Con l'imporre — mediante il ricorso alla forma del progetto di lottizzazione per ipotesi del tutto estranea a quella per la quale può trovare applicazione detto articolo — obbligo e limitazioni che non trovano fondamento in alcuna norma legislativa o regolamentare o di un piano regolatore,

si è concretato un vizio di violazione di legge e di eccesso di potere, che si riverbera sul provvedimento di diniego della licenza edilizia, motivato sull'inosservanza di tali obblighi e limiti, e lo rende illegittimo ».

Nel secondo caso, il Consiglio di Stato (Sez. V, 10 marzo 1956, n. 190) ha affermato che è viziato da eccesso di potere il diniego del provvedere in ordine alla domanda intesa ad ottenere l'approvazione di un progetto di lottizzazione di aree fabbricabili « qualora a giustificazione del diniego stesso venga soltanto addotta la circostanza dell'esistenza di un programma di fabbricazione, non ancora, peraltro, legalmente approvato e perfezionato ».

8) *Impugnabilità di provvedimenti relativi al piano di lottizzazione.*

— Dai piani di lottizzazione sorgono soltanto diritti e doveri fra Amministrazione comunale ed i costruttori, per cui i terzi non sono legittimati ad impugnare la difformità della licenza dal piano di lottizzazione (Consiglio di Stato - Sez. V, 28 novembre 1953, n. 761).

— Il mancato accoglimento, da parte dell'Amministrazione comunale, della domanda del privato tendente a sollecitare l'emanazione di un piano di lottizzazione deve presumersi e costituisce — provvedimento negativo implicito, impugnabile con ricorso giurisdizionale, quando si concreti nel silenzio che l'amministrazione continui a mantenere anche dopo essere stata diffidata nei modi di legge dal privato. L'amministrazione, se non ritiene di adottare alcun provvedimento nell'esercizio dell'attività che le compete e che la legge prevede che possa essere provocata dai privati (riconoscendo in tal modo a costoro un interesse a chiedere il provvedimento) deve dire quali ragioni la inducono a non con-

cedere ciò che in astratto la legge prevede che possa essere consentito, e non già trincerarsi dietro una comoda ed ostruzionistica inerzia (Consiglio di Stato - Sezione V, 2 marzo 1957, n. 85).

Riepilogo.

Il piano di lottizzazione è una prelicenza edilizia intesa a disciplinare la composizione di un nucleo edilizio ed a predeterminare la posizione dei singoli fabbricati in questo compresi. La sua approvazione comporta di regola — da parte dell'autorità comunale — il rilascio delle successive licenze edilizie, quando i relativi progetti risultino conformi alle norme regolamentari. I diritti ed i doveri nascenti da detta prelicenza riguardano solo l'Amministrazione ed il richiedente per cui la mancata osservanza non può essere impugnata da terzi. Lo scopo del piano di lottizzazione è di armonizzare due esigenze che potrebbero altrimenti risultare contrastanti: tutelare l'iniziativa privata impedendo che — a Piano regolatore generale approvato — l'attività edilizia ristagni nell'attesa del piano particolareggiato; salvaguardare l'interesse collettivo impedendo che venga compromessa l'attuazione della pianificazione prevista dal P. R. G. C. e non ancora disciplinata dal piano particolareggiato. Da tale scopo conseguono diritti tanto al Comune quanto al privato. Il Comune può imporre al privato un piano di lottizzazione, ma solo quando esista un piano regolatore generale il quale deve: o essere debitamente approvato prima in base al disposto della Legge Urbanistica o — se approvato di tale legge — prevedere l'attuazione mediante piani particolareggiati. Inoltre, l'area soggetta a obbligo di piano di lottizzazione deve essere compresa entro il perimetro del piano regolatore generale. Il privato, per contro, ha sempre il diritto di presentare all'esame del Comune un progetto di piano di lottizzazione anche quan-

do non esista alcun piano generale o programma di fabbricazione. Il Comune non può mai, perciò, rifiutarne l'esame; il silenzio che esso eventualmente opponga alla richiesta del privato è impugnabile in sede giurisdizionale come pure impugnabile è un rifiuto non motivato. In ogni caso, il Comune non può imporre obblighi e limitazioni che non abbiano fondamento in norme legislative o regolamentari, di piano regolatore o di regolamenti comunali igienico-edilizi.

Flavio Vaudetti

RECENSIONI

C. CODEGONE - C. ARNEODO, *Le applicazioni industriali dell'energia atomica*, - Ed. Studium - Roma, 1958 - pag. 127, figg. 3.

Il volume è destinato alle persone colte, ma non specialiste nei problemi tecnici, che desiderano avere notizie sufficientemente precise delle applicazioni industriali dell'energia nucleare, con particolare riguardo alla costruzione dei cosiddetti reattori di potenza, cioè dei reattori nucleari facenti parte di impianti destinati alla produzione di energia elettrica o alla propulsione.

Gli Autori, docenti presso il Corso di Ingegneria Nucleare istituito nel 1955 presso il Politecnico di Torino, hanno inteso venire incontro a questa esigenza, senza concedere alle approssimazioni divulgative, ma tenendo l'esposizione su di un piano scientifico-tecnico sufficientemente rigoroso.

Al primo degli Autori, Direttore del Corso citato, si deve l'inquadratura dell'opera e la stesura del primo capitolo; al secondo la preparazione dei successivi.

Una cronistoria delle applicazioni nucleari e un dizionario dei termini più comuni impiegati in queste nuove tecniche, completano la trattazione.

Della rivalità latente fra la tecnica europea dei reattori di potenza e quella più varia ed estrosa dei nord-americani sono fornite le notizie essenziali, che peraltro non consentono ancora anticipazioni sicure sui tipi che prevarranno in avvenire.

Vasto è l'orizzonte che si apre alle applicazioni pacifiche dell'energia nucleare; grande è dunque il campo d'azione che, appunto per consolidare la pace, esse offrono agli uomini di buona volontà.

a. c. m.

Bollettini d'informazioni N. 1 - 2
1958

Figura e responsabilità del Direttore dei Lavori

Sul n. 3 del Bollettino del Consiglio Nazionale degli Ingegneri del marzo scorso è stata pubblicata la Relazione della Commissione nominata dal Congresso degli Ingegneri di Bari del 1957 per lo Studio della Regolamentazione delle Funzioni e dei Compiti del Direttore dei Lavori con speciale riferimento alle Costruzioni Civili.

Le proposte di questa Commissione si sono concretate nel mantenimento della designazione di Direttore dei Lavori al rappresentante del Committente sul Cantiere e nella creazione del preciso Ruolo ufficiale di Direttore di Cantiere al rappresentante dell'Appaltatore con tutte le Responsabilità relative alle attività del Cantiere.

Il nostro Ordine, dato il grande interesse dell'argomento e per portare sull'argomento, ancora in discussione presso il Consiglio nazionale, la voce dell'Ordine di Torino, ha indetto per la sera del 16 giugno scorso una apposita Assemblea dei Soci, nella quale ha riferito con un dettagliato Studio il nostro Chiarissimo Consulente Prof. Savino.

Alla Assemblea, molto affollata dai nostri iscritti, è voluto intervenire anche il Primo Presidente della Corte di Appello S. E. il Prof. De Litala, oltre a molti magistrati e avvocati, attirati dall'argomento interessante e contingente.

Data l'importanza dell'argomento il Consiglio ha creduto utile riprodurre integralmente la esauriente e dotta Relazione del Prof. Savino in questo stesso Bollettino affinché anche i soci che non assisterono all'Assemblea del 16 giugno ne prendano visione esatta. Il Consiglio intende ancora dibattere il Problema e ri-

tornare sull'argomento in altra Assemblea ai primi di Settembre. I nostri Soci potranno prepararsi sull'argomento e trasmettere al Consiglio le proprie osservazioni

Il Direttore dei lavori nell'appalto privato (sua figura e sue responsabilità)

1) *Premesse* (1).

Questo dibattito nasce dalla preoccupazione degli ingegneri di fronte alla tendenza della giurisprudenza circa i compiti e le responsabilità del direttore dei lavori.

Va, infatti, delineandosi una tendenza della giurisprudenza, specialmente penale, a considerare in ogni caso il, così detto, direttore dei lavori come il dirigente supremo di tutte indistintamente le attività, nessuna esclusa, che si svolgono nel cantiere e, conseguentemente, a presumerlo responsabile di tutte le manchevolezze e di tutti gli incidenti che vi si possono verificare (2).

Questa tendenza, dico subito, deriva in parte dall'aver generalizzata una ipotesi eccezionale quale quella del direttore dei lavori incaricato anche dall'appaltatore, e dalla adozione, ormai abituale e forse insostituibile, di una espressione a mio avviso impropria ed eccessivamente lata, quale quella di « direttore dei lavori ».

(1) Vedi sull'argomento: CUNEO, *Appalti pubblici e privati*, Cedam, Padova 1948, pagina 190; RUBINO, *L'Appalto*, Utet, Torino 1951, pag. 219; GOFFI, *Figura e responsabilità del direttore dei lavori nelle costruzioni edili*, in « Bollettino del Cons. Naz. degli Ingegneri », n. 3, pag. 30; BRUNER, in « Bollettino ANIAI », 1956 n. 11-12; RIZZI, *Relazione al VI Congresso naz. dell'Ordine degli Ingegneri*, Laterza e Polo, Bari 1957, pag. 557 e segg.; SAVINO, *Elementi di diritto ad uso degli studenti di ingegneria*, Libreria Tecnica editrice V. Giorgio, Torino 1957, pag. 307; PULVIRENTI, *Nozioni di diritto per gli ingegneri*, Giuffrè, Milano 1958, pag. 398; « Bollettino del Consiglio Nazionale degli Ingegneri », marzo 1958, *Figura e responsabilità del direttore dei lavori*.

(2) Vedi RIZZI, *op. cit.*, pag. 557 e, particolarmente, le sentenze della Cassazione pen., 2 maggio 1951, Sez. II; Cass. pen., 16 gennaio 1953, Sez. II; Trib. Catania, 20 marzo 1954; Cass. pen., 29 novembre 1954, Sez. II; Trib. Modena, 8 giugno 1955; Tribunale Napoli, 2 maggio 1956, Sez. VIII; ecc.

ed eventuali proposte, così da poter intervenire preparati alla Assemblea stessa. Sarà così dato modo al Consiglio Direttivo di raccogliere il maggior numero di elementi per esprimere al Consiglio Nazionale il parere e le proposte dell'Ordine di Torino sull'argomento, che interessa così vivamente la nostra attività professionale.

Mi spiego:

Non solo la norma giuridica nasce dalle esigenze della vita concreta; ma anche la sua esatta applicazione è condizionata alla esatta conoscenza della vita concreta. *Ex facto oritur ius*.

Però, se da una parte è vero che il giurista in genere ed il magistrato in specie non può e non deve essere un uomo che si apparti nel chiuso di una biblioteca a covare le proprie astrazioni, lontano dalla luce e dall'aria della vita concreta, dalle sue esigenze e dalle sue realtà; d'altra parte è anche vero che non si può pretendere dal giurista una conoscenza enciclopedica, una esperienza diretta di tutti gli infiniti aspetti della vita concreta e di tutti i fenomeni tecnico-economici.

Ora, questi fenomeni sono presentati alla conoscenza del giurista con l'unico mezzo possibile: con le parole.

Parlategli con parole inesatte, e la rappresentazione della realtà che egli ne ricaverà ne risulterà deformata; e, conseguentemente, ne risulterà deformata l'applicazione della legge.

Voi dite ad un giurista, ignaro della vita di cantiere, che nel cantiere c'è un direttore dei lavori.

E, di fronte a questa amplissima, impegnativa, direi imprudente espressione, il giurista penserà logicamente che il direttore dei lavori è colui che dirige tutte le operazioni e tutti i lavori che si svolgono nel cantiere; penserà che dal direttore dei lavori si dipartano tutte le direttive che animano il cantiere, tutte le fasi esecutive della costruzione dell'opera, tutti i poteri e tutti i controlli, ivi compresi quelli relativi alla organizzazione ed al funzionamento dei mezzi di cantiere.

Corollario fatale. qualunque responsabilità, qualunque irregolarità si presumerà risalire a lui.

Direttore responsabile: **AUGUSTO CAVALLARI-MURAT**

Autorizzazione Tribunale di Torino, n. 41 del 19 Giugno 1948

STAMPERIA ARTISTICA NAZIONALE

Voi ingegneri mi direte che nella realtà le cose sono molto diverse, che il direttore dei lavori ha funzioni molto più limitate, che la espressione direttore dei lavori, così intesa, esprime molto di più di quanto il direttore dei lavori possa e debba fare.

Ecco, allora, la necessità di un dialogo fra giuristi e ingegneri; ecco la necessità di accertare assieme, alla luce dei criteri giuridici e al di fuori delle parole più o meno equivocate, la vera realtà del fenomeno pratico.

È questa la condizione necessaria e indispensabile per avviarsi ad una esatta risoluzione del problema.

Ecco il perché di questo dibattito.

Ecco perché abbiamo voluto tra noi a dirigerlo un alto magistrato che è anche un profondo giurista. Ed ecco perché egli, che ha ingegno sensibile ed aperto alle esigenze della vita reale, ha accettato di essere fra noi.

Data la vastità dell'argomento e la brevità del tempo, dovremo, naturalmente, limitarci ad una sommaria impostazione del problema, e ad accennare rapidamente solo agli aspetti più interessanti e discutibili di esso.

Del pari, per economia di tempo, dovremo escludere dall'indagine l'appalto pubblico, per evitare di complicare il problema con gli elementi pubblicistici di questo istituto.

Anche se la posizione del direttore dei lavori negli appalti pubblici — quale risulta dall'art. 3 del D. M. 25-5-1895, n. 350 — potrebbe essere invocata, per analogia, a sostegno della nostra tesi.

II) La reciproca posizione del direttore dei lavori e del direttore di cantiere.

Per una esatta risoluzione del problema bisogna, a mio avviso, partire dall'esame del contratto di appalto.

Nel contratto di appalto, è noto, ci sono due parti: il committente e l'appaltatore.

L'appalto è definito dall'art. 1655 c. c. come « il contratto col quale una parte assume, con organizzazione dei mezzi necessari e con gestione a proprio rischio, il compimento di un'opera o di un servizio ».

L'oggetto del contratto, dunque, quello che l'appaltatore deve, è « il compimento di un'opera ».

Egli non deve, cioè, uno spiegamento di energie da prestarsi in condizione di subordinazione e secondo le direttive ed a rischio del committente; ma deve un risultato, l'*opus factum*, da eseguirsi in piena autonomia di organizzazione dei mezzi necessari ed a proprio rischio.

Egli non deve un lavoro subordinato, ma un lavoro autonomo.

Egli non deve un lavoro, ma un'opera. È da questa fondamentale struttura del contratto di appalto, è da questi principi (assolutamente pacifici, del resto, in dottrina e giurisprudenza e che affondano le loro radici nella distinzione romanistica e medioevale fra *locatio operis* e *locatio operarum*) che, a mio avviso, dobbiamo partire.

Sono questi i punti cardinali che dovremo costantemente tener presenti, se vorremo arrivare ad una conclusione logica e realistica insieme.

Da questi principi deriva:

a) che la predisposizione dei mezzi e lo sforzo esecutivo saranno esclusivamente dell'appaltatore;

b) che il committente avrà solo il diritto di pretendere il risultato, l'opera compiuta a regola d'arte e secondo il contratto, e di controllarne, ma non di dirigerne, l'esecuzione.

L'art. 1662 c. c., infatti, precisa che il committente ha « il diritto di controllare (non dice: di dirigere) lo svolgimento dei lavori e di verificarne a proprie spese lo stato ».

Vediamo, ora, come l'imprenditore può provvedere alla organizzazione dei mezzi esecutivi ed allo sforzo esecutivo; e come, dal canto suo, il committente può provvedere al controllo dell'esecuzione dell'opera.

Alla organizzazione dei mezzi necessari ed allo sforzo esecutivo l'appaltatore potrà provvedere:

O direttamente.

O a mezzo di suoi subordinati e, più precisamente, a mezzo di un tecnico che è chiamato il direttore di cantiere e l'assistente di cantiere (ed al quale, forse, meglio si attaglierebbe la denominazione, a lui però dall'uso corrente negata, di direttore dei lavori).

Al controllo, invece, per assicurarsi la rispondenza dell'opera, il committente potrà provvedere:

O affidandosi durante l'esecuzione dell'opera alla correttezza dell'appaltatore, rinunciando cioè ad un controllo preventivo e progressivo dell'opera e rinviando il controllo ad un momento successivo, al momento del collaudo. Mancherà qui il direttore dei lavori. E il fatto che possa mancare ha una importanza chiarificatrice decisiva.

O direttamente.

O a mezzo di un tecnico, di regola un ingegnere, di sua fiducia e da esso incaricato.

È questo incaricato del controllo da parte del committente quello che nel linguaggio corrente viene chiamato appunto « direttore dei lavori ».

Risulta ora chiaro, a mio avviso, perché l'espressione « direttore dei lavori » è inesatta o troppo lata.

Se si deve definire colui che controlla, per conto del committente, la buona esecuzione dell'opera da parte dell'appaltatore, più esatta, mi sembra, sarebbe la denominazione: controllore dell'esecuzione dell'opera o, più brevemente, controllore dell'opera, o, come consiglia il Goffi, « collaudatore continuamente operante », o, quanto meno, « direttore dell'opera ». Ed io mi servirò d'ora in poi appunto della espressione « controllore dell'opera »; per evitare equivoci e per non compromettere, sin dall'inizio, il

problema con una inesatta terminologia⁽³⁾.

Da un lato, dunque, l'appaltatore agirà (ove non lo faccia personalmente) a mezzo del direttore di cantiere.

Dall'altro, il committente (ove non rinunci ad un controllo durante l'esecuzione dei lavori o non controlli personalmente) controllerà a mezzo del controllore d'opera (il così detto direttore dei lavori).

Ecco dunque le due figure (direttore di cantiere da un lato, controllore dell'opera dall'altro), le due funzioni, le due responsabilità che bisogna sempre tener presenti nella loro reciproca contrapposizione, anche se spesso pel maggior prestigio professionale e personale del controllore dell'opera, il c. d. direttore dei lavori, la figura del direttore di cantiere resta meno appariscente.

III) Figura e compiti del c. d. direttore dei lavori.

Alla luce dei criteri sovra esposti, sarà facile precisare la figura e i compiti del controllore dell'opera, del c. d. direttore dei lavori.

Questi, dunque, nella normalità dei casi, non è che un *incaricato del solo committente*.

Ne deriva che egli non può superare i limiti consentiti allo stesso committente; né fare quello che lo stesso committente non è autorizzato a fare.

Ne deriva che egli non può ingerirsi, così come lo stesso committente non lo potrebbe, nella direzione ed organizzazione dei mezzi necessari e nello sforzo esecutivo necessario al compimento dell'opera, compito questo indubbiamente riservato all'imprenditore-appaltatore.

Egli potrà controllare (mai dirigere) solo il risultato dell'opera; ed, al più, potrà controllare anche l'idoneità dei mezzi solo in quanto i mezzi possano incidere sulla bontà del risultato.

Egli è, di solito, un professionista (ma non è escluso che possa essere legato al committente da un rapporto di impiego, senza che con questo mutino le sue funzioni) ed un tecnico che ha assunto, verso il committente, l'incarico di sostituirlo e rappresentarlo nei confronti dell'appaltatore, controllando attivamente che l'opera sia eseguita a regola d'arte e secondo il contratto.

E questo controllo egli eserciterà con la diligenza che il mandato, i doveri professionali e la legge gli impongono; avvertendo tempestivamente delle eventuali irregolarità ed anomalie il committente e, se del caso, anche il progettista e il calcolatore; contestandole all'appaltatore; sospendendo, se necessario, i lavori; proponendo, eventualmente, variazioni al progetto; e pigliando, in genere, tutte le iniziative del caso, esplicitamente o implicitamente, demandategli dal committente.

(3) L'espressione resta valida anche se, in seguito proprio a iniziativa del controllore dell'opera, il committente ordina delle variazioni a sensi dell'art. 1661 c. c. In questo caso cambiano le caratteristiche dell'opera, dell'oggetto del contratto, ma non cambia la funzione del controllore né cambia la funzione dell'appaltatore.

È da accennare a questo punto alla tariffa professionale.

La tariffa professionale, approvata con L. 2 marzo 1949, n. 143, precisa che il diritto del direttore dei lavori al pagamento degli onorari sussiste verso il committente che lo ha mandato, e ne stabilisce l'ammontare.

E, all'art. 19, lettera g, stabilisce che questo ammontare si riferisce alla « direzione ed alta sorveglianza dei lavori con visite periodiche nel numero necessario, ad esclusivo giudizio dell'ingegnere, emanando le disposizioni e gli ordini per l'attuazione dell'opera progettata nelle sue varie fasi esecutive e sorvegliandone la buona riuscita ».

La tariffa professionale, evidentemente, è scritta ad altri scopi ed ha funzione diversa che non il determinare compiti e responsabilità; e, indubbiamente, un problema di responsabilità non può confondersi con un problema di onorari; tuttavia anche la tariffa può giocare nella risoluzione del problema che ci interessa.

Ora essa, da un lato, determinando l'ammontare dell'onorario in misura molto bassa, in relazione alle altre voci della tariffa stessa, ci autorizza a pensare che il controllore dell'opera non può avere un compito così vasto quale l'organizzazione e la vera e propria direzione dei lavori, intese nel senso di organizzazione e direzione dello sforzo esecutivo.

Dall'altro, con l'espressione « direzione ed alta sorveglianza dei lavori », autorizza l'equivoco sopra deprecato di considerare il c. d. direttore dei lavori come l'organizzatore di tutta l'attività, senza distinzione alcuna, che si svolge entro il cantiere, anche cioè di quella di organizzazione riservata esclusivamente all'appaltatore.

Ora, in questa nebbia e in questa contraddizione di motivi, per orientarci con sicurezza, non c'è che da ispirarsi e guardare a quelli che abbiamo chiamati i punti cardinali: e cioè alla natura, alla struttura e all'economia del contratto di appalto sopra considerate.

Occorre, cioè, non dimenticare che l'organizzazione dei mezzi spetta esclusivamente all'appaltatore. E, invece, spetta al committente e, quindi, al direttore dei lavori solo il controllo, non l'organizzazione; ed il controllo stesso è limitato al risultato ed ai mezzi solo in quanto incidano sul risultato.

Volendo fare una più concreta applicazione di questi principi, potremo dire che il controllore dell'opera (il così detto direttore dei lavori) dovrà provvedere a quanto segue:

1) Controllo del progetto, prima che l'opera sia iniziata.

2) Controllo del terreno sia dal lato fisico (fondazioni) sia dal lato geometrico (confini della proprietà e distanze legali).

3) Controllo dei calcoli delle strutture portanti, affinché la loro realizzazione risulti staticamente efficiente.

4) Controllo, sia pure saltuario ma adeguato, dal punto di vista qualitativo e quantitativo, dei materiali impiegati.

5) Controllo, in genere, affinché i lavori siano eseguiti a regola d'arte ed in conformità del contratto e del progetto che fa parte del contratto.

6) Integrazione del progetto con i disegni esecutivi necessari alla realizzazione dell'opera, per renderla attuabile di fronte a impreviste situazioni di fatto.

7) Ordini tempestivi circa l'inizio, le sospensioni e il disarmo dei getti in calcestruzzo armato e controllo della loro buona riuscita.

8) Controllo della contabilizzazione delle opere.

9) Collaudo provvisorio.

10) Controllo dell'idoneità del personale assunto dall'impresa all'esecuzione a regola d'arte dell'opera.

Della mancanza o insufficienza di questi controlli egli sarà pienamente responsabile di fronte al committente ed, eventualmente, anche di fronte ai terzi, penalmente oltre che civilmente.

Esulano invece dai compiti e, quindi, dalla responsabilità del controllore dell'opera, del c. d. direttore dei lavori, per rientrare in quelli dell'appaltatore-imprenditore (e del direttore di cantiere da questi incaricato):

1) L'organizzazione del cantiere, dei mezzi d'opera impiegati e delle necessarie opere provvisorie. Ricordiamo a questo proposito, oltre al già citato articolo 1655 c. c. sull'appalto, anche l'articolo 2086 c. c. pel quale « l'imprenditore (e l'appaltatore è indubbiamente un imprenditore) è il capo dell'impresa e da lui dipendono gerarchicamente i suoi collaboratori ».

2) L'assunzione del personale, la disciplina del cantiere, l'adempimento degli obblighi assicurativi e previdenziali, l'osservanza delle norme stabilite per la prevenzione degli infortuni e l'adozione, in genere, degli accorgimenti necessari ad impedire infortuni ai lavoratori o a terzi.

(Resta ferma, beninteso, la responsabilità del direttore dei lavori nel caso di crollo per difetti dell'opera stessa, essendo questa — se non i mezzi per realizzarla — sottoposta al suo controllo).

Riteniamo, a questo punto, soffermarci sulla esclusione della responsabilità del controllore dell'opera per la mancata adozione dei mezzi di prevenzione degli infortuni nella organizzazione ed esecuzione dei lavori e per le modalità di costruzione dei ponti di servizio, steccati, strutture provvisorie e altri mezzi di cantiere.

Questa esclusione deriva, soprattutto, dal già ricordato principio che il controllore dell'opera ha il compito di controllare la rispondenza dell'opera, ma non ha affatto il compito né il diritto

(esclusivo dell'appaltatore) di organizzare e dirigere i lavori e i mezzi necessari per eseguirla, e neppure di controllarli ove non si ripercuotano sul risultato sull'opera.

Inoltre l'art. 2087 precisa che è l'imprenditore colui che è tenuto ad adottare le misure necessarie a tutelare l'integrità fisica e morale dei prestatori di lavoro.

Le leggi speciali in materia fanno obbligo di adottare le relative norme (art. 4 del D. P. 27 aprile 1955, n. 547) ai « datori di lavoro, dirigenti e preposti che esercitano, dirigono o sovrintendono alle attività indicate » e (art. 4 del D. P. R. 7 gennaio 1956, n. 164) a « coloro che esercitano l'attività ed eseguono i lavori, i dirigenti, i preposti e lavoratori addettivi ».

E, fra questi dirigenti, vanno logicamente intesi solo i collaboratori dell'imprenditore-appaltatore, i dirigenti cioè da questi preposti; e non anche i tecnici che dall'appaltatore non sono preposti, che hanno tutt'altre funzioni e che possono interferire nell'organizzazione del cantiere, riservata all'appaltatore.

IV) Casi speciali.

I criteri e le conclusioni ora esposti si riferiscono, beninteso, solo al caso normale e tipico, al caso cioè di una netta separazione di compiti fra direttore di cantiere e controllore dell'opera.

Essi non soccorrono più e non sono più validi in alcuni casi speciali ed anormali, che ora esamineremo, e cioè:

A) *Nel caso che il direttore dei lavori sia stato incaricato, insieme, dal committente e dall'appaltatore, di controllare l'opera e di dirigere il cantiere.*

Non mi interessa, qui, esaminare se questa situazione è bene o male che si verifichi.

Da un lato, infatti, si potrebbe pessimisticamente deprecare la situazione di un controllore pagato, e magari anche scelto, dall'imprenditore controllato.

Da un altro, invece, si potrebbe ottimisticamente vedere in questa persona, di fiducia di ambedue i contraenti, l'arbitro imparziale che elimina attriti e dirime *in nuce* ogni contrasto.

In questo caso, comunque, avremmo riuniti nella stessa persona i compiti del direttore dei lavori e del dirigente di cantiere.

Avremmo quindi un vero capo e dirigente di tutta la vita del cantiere con le più ampie facoltà e, conseguentemente, con le più ampie responsabilità.

Riferito a questa ipotesi ed a questa limitazione, l'indirizzo della giurisprudenza sembra ineccepibile.

L'errore è nel volerlo estendere a tutti i casi.

B) *Nel caso del direttore dei lavori nominato da un imprenditore che costruisca per proprio conto.*

Qui non c'è né un contratto di appalto, né un controllore dell'opera per conto del committente.

Qui c'è solo un tecnico incaricato dall'imprenditore di organizzare i lavori per raggiungere un determinato risultato.

Egli avrà dunque ogni più ampia responsabilità, entro, beninteso, i limiti della preposizione; e, anche in questo

caso, l'indirizzo della giurisprudenza sembra ineccepibile.

C) *Nel caso in cui il professionista abbia ricevuto dal committente, specificamente, compiti tassativamente determinati.*

Qui, le funzioni del controllore vengono ancora più ristrette e limitate; e, quindi, egli non potrà essere responsabile dell'inosservanza o della cattiva esecuzione di compiti che non gli sono stati affidati.

Tuttavia, affinché, in caso di sinistri, queste limitazioni non vengano scambiate per artifici difensivi dell'ultima ora, sarà, nella pratica, opportuno che il professionista le faccia precisare per iscritto e provveda a preconstituersi (attraverso la registrazione o altrimenti) la prova certa della data della loro stipulazione.

V) *Conclusioni: indirizzo della giurisprudenza.*

Questa distinzione fra responsabilità del direttore dei lavori e responsabilità dell'imprenditore e suoi preposti, basata sulla diversità delle funzioni e dei compiti, credo, risponda sostanzialmente all'opinione degli ingegneri esperti della vita di cantiere.

Le conclusioni cui sono pervenuto sembreranno, perciò, logiche, anzi addirittura lapalissiane, a voi che vivete la vita degli appalti e dei cantieri.

Sembreranno, invece, audaci, se non addirittura temerarie, a quelli dei miei ascoltatori che conoscono la giurisprudenza predominante, specie penale, in questa materia.

Esaminando l'accurata raccolta della giurisprudenza in materia fatta dal Rizzi (2), si nota infatti che questa non dà peso alla nostra distinzione fra le funzioni (e le responsabilità) del direttore di cantiere e quelle del controllore di opere. Ma (generalizzando quelli che abbiamo visti essere casi eccezionali ed anomali, indotta in errore dalla espressione « direttore dei lavori », e riferendosi alla espressione « alta sorveglianza » di cui alle tariffe professionali) tende a considerare il direttore dei lavori come l'ispiratore e il motore di tutta la vita del cantiere.

Tende, cioè, a ritenere responsabile il direttore dei lavori di tutte le operazioni del cantiere. Ciò non solo di quelle relative all'opera vera e propria; ma anche di quelle relative alla preparazione dei mezzi (come steccati, ponti di servizio, mezzi di carico e scarico dei materiali, ecc.) che, secondo la distinzione da noi fatta, esulano dalla competenza del direttore dei lavori per rientrare in quella del direttore di cantiere.

Vengono esclusi così dai compiti del direttore dei lavori solo le operazioni meno importanti e più lontane dall'alta direzione.

In altri termini, là dove noi facciamo una questione di diversità più che di im-

portanza di compiti, la giurisprudenza fa una questione di importanza e non di diversità di compiti.

Onde la preoccupazione e il disagio che ha dato luogo a questo nostro incontro.

Come rimediare?

VI) *Rimedi pratici.*

Non esistono, o almeno io non conosco, rimedi miracolistici.

Qualche suggerimento credo però si possa dare:

1) Cercare anzitutto di sostituire, tutte le volte che è possibile (non ignoro che, in pratica, sarà raramente possibile) l'espressione « direttore dei lavori » con altre meno impegnative e più aderenti alla realtà, quale « controllore dell'opera per il committente », « ingegnere rappresentante del committente », « controllore dell'esecuzione dell'opera », o, magari anche, « direttore dell'opera », ed altre equipollenti.

2) Predisporre e diffondere contratti tipo, a stampa, di direzione dei lavori, nei quali sieno precisamente determinati gli effettivi compiti del così detto direttore dei lavori.

3) Redigere per iscritto, quando non è possibile servirsi di questi contratti tipo, il contratto di direzione lavori, con

precisa determinazione dei compiti affidati; e registrare, prima dell'inizio dei lavori, detto contratto, onde poterne provare la data, affinché le precauzioni contenutevi non abbiano ad essere scambiate per un artificio difensivo dell'ultima ora.

4) Precisare, nelle domande al Comune, il nome del direttore del cantiere, accanto a quello del controllore dell'opera per conto del committente.

5) Inserire, nelle tariffe professionali, accanto all'onorario del c. d. direttore dei lavori, una voce relativa agli onorari dell'ingegnere direttore di cantiere e specificare meglio i compiti del direttore dei lavori.

Così, dalla distinzione e dal confronto delle diverse voci, risulterà, indirettamente ma chiaramente, la distinzione delle diverse mansioni.

6) Infine far conoscere la effettiva realtà del fenomeno pratico-economico, onde chiarire a legislatori e giuristi la vera funzione del così detto direttore dei lavori.

Ciò si può fare attraverso scritti, attraverso testimonianze, attraverso adeguate difese, portando, se del caso fino in Cassazione, quale che ne sia il valore monetario, i casi più significativi ed espressivi.

Collaborazione con i tecnici minori

Un recente caso segnalato al Consiglio Direttivo di collaborazione di un Ingegnere nostro Iscritto con un Tecnico minore nella presentazione di un progetto di costruzione superante i limiti di competenza dei Tecnici Minori rende vivamente opportuno il richiamo a quanto è stato deliberato da tempo dall'Ordine, già pubblicato nella circolare n. 59 del 27 gennaio 1953, e che si trascrive qui di seguito.

Quest'Ordine ha preso da tempo netta posizione contro la invadenza verificatasi, con maggior frequenza negli ultimi tempi, dei Tecnici Diplomatici nel campo di esclusiva competenza dei Tecnici Professionisti Laureati. Tale azione è stata fatta sia appoggiando risolutamente l'Ordine degli Architetti del Piemonte e l'Ordine degli Ingegneri di Asti, nei procedimenti giudiziari in corso per la nota questione dei grattacieli di Asti, sia facendo viva pressione

presso le Autorità Centrali e presso le Autorità Regionali e Provinciali perchè vengano rispettate da tutti i Comuni le precise norme di Legge che regolano le competenze delle varie professioni tecniche e che qualora fossero fatte rispettare sarebbero già sufficienti ad evitare le invadenze dei Tecnici Minori nel campo riservato esclusivamente agli Ingegneri Laureati, sono attualmente in corso altre energiche azioni dirette a contrastare altri abusi in questo campo. A questo proposito sarà bene che i nostri Iscritti segnalino gli abusi di competenza che fossero loro noti.

Si è dovuto, però, notare che alcuni dei casi lamentati di invadenza dei Tecnici Minori e di approvazione da parte delle Autorità Comunali di progetti presentati da Tecnici Minori, sorpassanti la loro competenza, erano stati in certo qual modo avallati dalla collaborazione offerta sotto forma

diversa da Ingegneri Laureati e cioè sia con l'abbinamento della loro firma al progetto firmato dal Tecnico Minore, sia con la collocazione delle strutture in cemento armato per edifici progettati nelle linee generali da Tecnici Minori e sorpassanti, per entità e caratteristiche, i limiti fissati per Legge alla loro competenza.

Questo Ordine deve richiamare all'attenzione di tutti gli Iscritti e dei più giovani in particolare, il rispetto di quelle norme di etica professionale che vietano ogni collaborazione con i Tecnici Minori che possa danneggiare la Categoria degli Ingegneri Laureati. Questo dovrà essere fatto non accettando mai di abbinare la propria firma nei progetti di Tecnici Minori inquantochè se il progetto stesso rientra nei limiti della competenza dei diplomati, la firma del Tecnico Laureato non è necessaria; se poi detto progetto supera tale competenza evidentemente la collaborazione con il Tecnico Minore è, dal punto di vista della dignità Professionale, inopportuna per il Laureato.

Precisazioni e interpretazioni della Commissione Igienico Edilizia di Torino

I Colleghi Progettisti apprezzeranno sicuramente la iniziativa, appoggiata vivamente dai nostri Soci, che fanno parte della Commissione Igienico-Edilizia, di fissare in carta le decisioni, le precisazioni e le interpretazioni che man mano la Commissione stessa nell'esame e approvazione dei Progetti presentati stabilisce di dare alle norme del Regolamento stesso, in modo che esse abbiano poi applicazione a tutti i casi consimili, che si presenteranno nel seguito.

Si giudica che sia cosa giovevole ai Colleghi per loro conoscenza di pubblicare quelle prese finora, riservandoci di pubblicare gradualmente le interpretazioni e precisazioni che la Commissione

Per le strutture delle opere in cemento armato l'Ingegnere Laureato è libero di calcolare le membrature relative a costruzioni progettate da Geometri le quali rientrino nei limiti della competenza fissata per Legge. Dovrà però rifiutarsi quando l'edificio studiato nelle sue linee generali dal Tecnico Diplomato esorbita per la sua importanza e caratteristiche dalla competenza dei Diplomatici. In questo caso l'Ingegnere dovrà doverosamente segnalare la illegalità al proprio Ordine perchè si intervenga nei modi più opportuni a protezione della nostra Professione.

Nel caso sopra esposto il Consiglio associato la piena buona fede del Collega, ha applicato al nostro Iscritto il provvedimento disciplinare dell'avvertimento, riservandosi le maggiori sanzioni in caso di recidiva e in tutti gli altri casi di cui verrà a conoscenza.

Gli Iscritti sono pregati di collaborare in tale senso, comunicando al Consiglio i casi a loro noti.

avesse nel seguito a deliberare sullo stesso Regolamento.

— Nel caso di proprietà di notevole estensione, in zona collinare, in cui è prevista la costruzione di un solo fabbricato con annessi servizi, la Commissione non ritiene sia da richiedere la presentazione del piano di lottizzazione.

— Per gli stabili in fregio a smussi tra due spazi pubblici, fissati dal Piano Regolatore vigente, non è ammissibile, nel caso di fabbricazione o ricostruzione nella proprietà interessata l'arretramento minore di metri 4,00 dall'allineamento fissato per detto smusso, anche se è richiesta dall'interessato la dismissione a suolo pubblico di detto arretramento.

Ferma restando la lunghezza di metri 14,00 dello smusso, minimo necessario per computare l'ampiezza dello spazio pubblico confrontante, agli effetti del calcolo dell'altezza in gronda del fabbricato in fregio allo smusso.

— Nel caso di proprietà comprese tra due vie ed in cui è prevista la fabbricazione in fregio ad una di esse, l'ampiezza della via posteriore al nuovo fabbricato non potrà essere computato in aggiunta all'ampiezza del cortile dello stabile, agli effetti del calcolo della confrontanza interna.

In tal caso l'altezza in gronda verso cortile potrà raggiungere quella ammissibile considerando il fabbricato fronteggiante la via posteriore, ed aggiungendo alla larghezza della via stessa, quella del cortile.

— Circa i compensi di cubatura necessari per l'applicazione dell'art. 52 del regolamento edilizio, la Commissione ha ritenuto che non si debba tener conto della rinuncia alla costruzione del solo secondo piano arretrato, nè di eventuale riduzione dello spessore del braccio di fabbrica.

Sarà ammessa invece, come compenso di cubatura, la rinuncia alla fabbricazione contemporaneamente del primo e secondo piano arretrato.

— La Commissione, a conferma della prassi seguita in questi ultimi tempi, ha precisato che, salvo differente richiesta del Comando Vigili del Fuoco per i fabbricati di altezza oltre i metri 24, la larghezza dei vani scale non potrà essere inferiore a metri 2,20, e quella degli androni carrai dovrà essere di almeno metri 2,80; per questi ultimi l'ampiezza utile dell'apertura verso via e verso cortile dovrà risultare di almeno metri 2.50.

— La Commissione, in occasione dell'esame di una soluzione volumetrica d'insieme, ha precisato che quando è prevista l'applicazione dell'art. 52 del regolamento edilizio, per lo sfruttamento volumetrico di un intero isolato o parte di esso, allo scopo

di assicurare una reale miglione igienica all'isolato stesso, come richiesto da detto art. 52, dovrà essere specificata anche la soluzione dell'insieme dei bassi fabbricati da costruire nel cortile comune dell'intero complesso, e che gli stessi dovranno risultare, per ogni loro fronte, ad una distanza minima di metri 6,00 dai fabbricati alti fronteggianti, esclusi gli ancorpi delle scale.

— Ad interpretazione del 5° paragrafo del decreto n. 2229 del 27 febbraio 1956, la Commissione, a maggioranza di voti, ha precisato che l'altezza massima assoluta accennata in detto decreto, si deve misurare dalla media della livelletta del marciapiede antistante la proprietà, come stabilito dall'art. 38 del regolamento edilizio, oltre tale altezza possono essere ammessi additamenti (scale, ascensori, ecc.) purché contenuti nella sagoma del tetto.

NOTIZIARIO

Cassa Previdenza

In data 20 febbraio 1958 è stata finalmente approvata la Legge, che istituisce la Cassa Previdenza e assistenza per gli ingegneri e gli architetti liberi professionisti, provvedimento da tempo auspicato da tutti gli Iscritti agli Ordini e giunto a maturazione soprattutto per l'interessamento del Consiglio Nazionale degli Ingegneri e degli Architetti.

Di detta Legge gli iscritti possono prendere visione presso la Segreteria dell'Ordine. Purtroppo devesi notare che con la Legge non è ancora stato pubblicato il Regolamento di attuazione, che indichi le norme sui contributi, sulla età del pensionamento, sui periodi di contribuzione e sulle modalità di liquidazione, fra le quali importantissima quella del pensionamento dei Professionisti più anziani.

È unicamente accennato nella legge che il contributo individua-

le non potrà superare le L. 48.000 annue cioè L. 4.000 mensili, limite che potrà a taluno apparire inadeguato alla situazione attuale della nostra moneta. C'è da augurarsi che il Regolamento possa essere redatto al più presto per concludere finalmente una aspirazione, che sta da tempo molto a cuore ai Professionisti, che non usufruiscono di altra forma previdenziale.

Progettazione opere finanziate dal Governo

Per opportuna conoscenza dei nostri Iscritti si pubblica un interessante commento alla Legge numero 635 del 29 luglio 1957. Chi avesse interesse ad esaminare in modo preciso la Legge può rivolgersi alla Segreteria per consultare la Gazzetta Ufficiale dove essa è trascritta per esteso.

La legge 29 luglio 1957, n. 635, pubblicata nella G. U. del 3 agosto 1957, n. 183, riguardante disposizioni integrative della legge 10 agosto 1950, n. 647, riguarda l'esecuzione di opere straordinarie di pubblico interesse nell'Italia settentrionale e centrale (Aree depresse).

L'art. 6 di detta legge prevede che quando il progetto di un'opera assunta a totale carico dello Stato, sia stato redatto, previa autorizzazione dell'Ufficio del Ministero dei Lavori Pubblici, competente per territorio, dall'Ente locale interessato, la relativa spesa per un importo non superiore al 2 % del costo previsto dell'opera, viene parimenti assunto a carico dello Stato.

Con ciò non deve intendersi che le spese generali per progettazione di un'opera (onorari e spese vive) finanziata con la legge in oggetto di qualsiasi importo essa risulti debba essere contenuto nei limiti massimi del 2 % ma deve intendersi che il contributo massimo dello Stato e quindi l'importo massimo da imputarsi nella stima del progetto dovrà essere del 2 % del costo previsto dall'opera.

Il compenso (onorari e spese vive) dovuto al progettista incaricato dovrà essere valutato sulla base delle vigenti tariffe professionali.

La eventuale maggiorazione spesa di progettazione, oltre il 2 % rimborsato dallo Stato dovrà essere, ovviamente, a carico dell'Ente locale interessato che avesse conferito l'incarico al libero professionista.

Non è escluso certo il caso, per importi grandi, che esso compenso risulti anche inferiore al 2 %.

Si avverte quindi fin da ora, che questo Ordine non solo diniegherà il visto su parcelle in cui il compenso per progettazione di opere finanziate con la legge summenzionata sia stato determinato, in forma forfettaria, sulla base del 2 % dell'importo dell'opera cui si riferisce, mentre risulterebbe maggiore se impostata su regolari conteggi secondo le vigenti tariffe professionali; ma considererà il fatto in contrasto con le più elementari norme di etica professionale e saranno presi provvedimenti disciplinari a carico dell'iscritto per « azione di sleale concorrenza ».

Tutela dei Titoli professionali

Già nella Legge 24 giugno 1923, n. 4395, pubblicata per esteso sull'Albo degli Ingegneri, era chiaramente affermato che i titoli di Ingegnere e di Architetto spettano esclusivamente a coloro che hanno conseguito i relativi diplomi negli Istituti Superiori autorizzati per Legge a conferirli.

Non erano però indicate le sanzioni da applicarsi a chiunque di tale titolo si fregiasse e si servisse a scopo professionale senza averne diritto.

La nuova Legge n. 262 del 13 marzo 1958 disciplina in modo inoppugnabile la materia del conferimento dei titoli accademici e professionali e, precisando le sanzioni per chiunque l'abbia trasgredita, dà finalmente agli Ordini Professionisti a tutela dei loro i-

scritti le possibilità di agire rapidamente e senza equivoci contro i trasgressori.

Il nostro Consiglio direttivo, che già in precedenza ebbe in vari casi ad intervenire contro i diplomati all'Estero o per corrispondenza, ha ora avuto il modo di intensificare la sua azione, valendosi della Legge ora emanata, che si ritiene utile di pubblicare per esteso, facendola seguire dall'elenco delle scuole superiori di Ingegneria e Architettura svizzere, di cui è riconosciuto pienamente il titolo accademico per l'esercizio professionale in Italia:

Scuole Superiori estere riconosciute in Italia: Politecnico Federale di Zurigo; Scuola superiore di Ingegneria di Losanna.

Gli iscritti sono invitati a collaborare con il Consiglio Direttivo, comunicando i casi di infrazione alla Legge, di cui venissero comunque a conoscenza.

LEGGE 13 marzo 1958, n. 262 Conferimento ed uso di titoli accademici, professionali e simili.

La Camera dei deputati ed il Senato della Repubblica hanno approvato;

IL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA

PROMULGA

la seguente legge:

Art. 1.

Le qualifiche accademiche di dottore, compresa quella *honoris causa*, le qualifiche di carattere professionale, la qualifica di libero docente possono essere conferite soltanto con le modalità e nei casi indicati dalla legge.

Art. 2.

È vietato il conferimento delle qualifiche di cui all'articolo precedente da parte di privati, enti e istituti, comunque denominati, in contrasto con quanto stabilito nello stesso articolo. I trasgressori sono puniti con la reclusione da tre mesi ad un anno e con la multa da lire 150.000 a lire 300.000.

Chiunque fa uso, in qualsiasi

forma e modalità, della qualifica accademica di dottore compresa quella *honoris causa*, di qualifiche di carattere professionale e della qualifica di libero docente, ottenute in contrasto con quanto stabilito nell'art. 1, è punito con l'ammenda da lire 30.000 a lire 200.000, anche se le predette qualifiche siano state conferite prima dell'entrata in vigore della presente legge.

La condanna per i reati previsti nei commi precedenti importa la pubblicazione della sentenza ai sensi dell'art. 36, ultimo comma, del Codice penale.

Art. 3.

Restano ferme le norme in vigore per quanto concerne il riconoscimento dei titoli accademici conseguiti all'estero.

Si applicano le disposizioni del secondo e terzo comma dell'art. 2 ai cittadini italiani che fanno uso di titoli accademici conseguiti all'estero e non riconosciuti in Italia.

La presente legge, munita del sigillo dello Stato, sarà inserita nella Raccolta ufficiale delle leggi e dei decreti della Repubblica Italiana. È fatto obbligo a chiunque spetti di osservarla e di farla osservare come legge dello Stato.

Data a Roma, addì 13 marzo 1958.

GRONCHI

ZOLI - MORO - TAMBRONI - PELLA - GONELLA

Visto, il Guardasigilli: GONELLA

Norme prevenzione incendi

È da tempo desiderato che siano fissate definitivamente le norme da seguire nella progettazione per la prevenzione incendi secondo le richieste del Comando dei Vigili del Fuoco di Torino e provincia. Il Consiglio Direttivo ha ripresi contatti con il predetto comando e si spera entro i primi di settembre di poter giungere ad una conclusione e ad un insieme di prescrizioni, che siano possibili nella loro applicazione pratica e non inutilmente onerose e

complicate. Di esse si spera di dare notizia nel prossimo bollettino dell'Ordine.

Lavori costruzione all'estero

L'Ordine ha ricevuto la seguente lettera che si trascrive per quei colleghi, che vi possono trovare interesse. Essi si possono mettere in relazione diretta scrivendo all'indirizzo che si trascrive.

Spett. Ordine Ingegneri di Torino

Prego volermi comunicare uno o più nominativi di Ingegneri nella possibilità di trattare intese con grandi Imprese di costruzione attrezzate per grossi lavori all'estero.

firmato Dott. Ruberto NONNA
Corso Re Umberto 61 - Torino

CONGRESSI

Congresso A.G.E.R.E.

Il Congresso Annuale si svolgerà a fine novembre e primi di dicembre. Tratterà al solito i problemi dell'Edilizia e dell'Abitazione. Il Socio Mario Ceragioli ha accettato di parteciparvi in rappresentanza dell'Ordine. Maggiori dettagli si possono avere in segreteria.

Congresso lotta contro i rumori

È stato tenuto a Genova dal 9 al 12 luglio. Vi ha partecipato fra gli altri il Socio Aldo Pilutti come Delegato a rappresentare l'Ordine.

Congresso Nazionale Ingegneri

Esso, come già comunicato in precedenza, si svolgerà a Varese nel periodo 14-17 settembre prossimo. I Temi del Congresso approvati dal Consiglio Nazionale sono i seguenti:

1) L'Ingegnere impiegato nelle Pubbliche Amministrazioni;

2) L'Ingegnere Libero Professionista. Albo - Incarichi dalle Pubbliche Amministrazioni;

3) Tariffa Professionale - Tariffa Urbanistica.

L'Ordine di Torino parteciperà al Congresso con suoi delegati e sue Relazioni. Tale partecipazione sarà definita in una Assemblea dei Soci che si svolgerà nei primi giorni di Settembre. Per intanto i Soci, che volessero presentare memorie ed osservazioni in proposito sono pregati di trasmetterle alla Segreteria dell'Ordine e di partecipare all'Assemblea predetta, destinata a concretare le nostre proposte e i nostri punti di vista sugli argomenti.

Norme per la partecipazione al Congresso

Possono partecipare al Congresso:

- a) gli Ordini Provinciali;
- b) gli Ingegneri iscritti agli Albi Professionali in qualità di osservatori;
- c) altri Enti ed Associazioni espressamente invitati dal Comitato organizzatore, ammessi in qualità di osservatori;
- d) i familiari dei congressisti in qualità di aderenti.

Per la partecipazione al Congresso occorre provvedere all'invio, entro il giorno 31 luglio 1958, della apposita scheda di adesione debitamente compilata, da distaccarsi dal medesimo opuscolo programma. Nel caso che si tratti di un Ordine provinciale questo ha diritto ad inviare suoi rappresentanti o relatori (nel numero massimo di tre), i nomi dei quali dovranno, pertanto, essere indicati sulla scheda in parola firmata dal Presidente dell'Ordine e contenente l'indicazione del numero degli iscritti al relativo Albo al fine di determinare l'entità della quota di adesione al Congresso.

Le quote di adesione sono le seguenti:

Ordini fino a 100 iscritti	L. 10.000
da 101 a 200 iscritti	» 15.000
da 201 a 400	» » 20.000
da 401 a 600	» » 25.000
da 601 a 1000	» » 30.000
da 1001 a 1500	» » 40.000
oltre 1500	» » 50.000

QUOTA D'ISCRIZIONE ALL'ALBO

Si continua a sollecitare gli Iscritti che ancora non hanno provveduto al versamento della quota di iscrizione all'Albo di volervi provvedere con cortese sollecitudine. Il versamento può essere effettuato, preferibilmente a mezzo conto corrente postale n. 2/31793, ricordando che la quota è di L. 3.500 per tutte le categorie. Se qualche Iscritto ha il dubbio di non aver pagato può assicurarsene con una semplice telefonata alla Segreteria dell'Ordine (Telefono 52 74 12).

ORARIO DELLA SEGRETERIA

Dalle ore 10 alle ore 12 e dalle ore 16 alle ore 18. Il sabato dalle ore 10 alle 12.

Singoli iscritti agli Albi, loro familiari e componenti di Enti od Associazioni invitate (cad.) » 3.500

L'importo di tali quote dovrà essere inviato in allegato alle anzidette schede, a mezzo di assegno circolare intestato alla Segreteria Generale del VII° Congresso Nazionale degli Ordini degli Ingegneri - Varese, Piazza Monte Grappa n. 4.

Direttore Responsabile: Goffi Achille

CONCORSI

Municipio di Trapani. — Bando di Concorso di idee per la sistemazione del centro direzionale della Città da sorgere in Piazza Vittorio Emanuele. Scadenza: 120 giorni dalla pubblicazione del Bando (data di pubblicazione del Bando: 24 giugno 1958). L. 2.000.000 ai primi tre progetti classificati in graduatoria (divise con insindacabile giudizio); L. 500 mila saranno divise a titolo rimborso spese fra i classificati al quarto e quinto posto.

Comune di Comiso. — Concorso per titoli ed esami per il conferimento del posto di Ingegnere Capo dell'Ufficio Tecnico Comunale. Scadenza: 60° giorno dalla data del Bando (data del Bando: 7 giugno 1958).

Città di Torino. — Concorso pubblico a posti di Ingegnere e Architetto aggiunto. Scadenza: 21 settembre 1958.

Ente Siciliano di Elettricità. — Concorso premio «Giovanni Selvaggi». Concorso per i laureati in ingegneria industriale elettrotecnica negli anni accademici: 1954-55-56-57 attraverso una pubblicazione attinente alla materia: «Produzione di elettricità da energia nucleare», e che non abbiano superato all'atto della laurea il 25° anno di età. Scadenza: 30 settembre 1958.

Camere di Commercio Industria e Agricoltura della Sardegna. — Concorso per la creazione di nuovi tipi di imballaggi da destinare all'esportazione dei carciofi dalla Sardegna al Continente. Un premio di L. 1.000.000. Scadenza: 30 settembre 1958.

Istituto Autonomo per le Case Popolari della Provincia di Alessandria. — Bando di concorso per l'assunzione di un ingegnere o architetto nella sezione tecnica dell'Istituto. Scadenza ore 18,30 del 30 settembre 1958.

Istituto Italiano di Turismo e Propaganda Turisanda. — Indice un viaggio per il Collegio degli Ingegneri di Milano dal 29 settembre al 18 ottobre 1958 col seguente itinerario: Milano - Zurigo - New York - Cascate Niagara - Detroit - Lago Michigan - Chicago - Cleveland - Pittsburg - Washington - New York - Zurigo - Milano.

Ente Portuale Savona-Piemonte. — La scadenza del Bando di Concorso per il Piano Regolatore del Porto di Savona è stata prorogata al 31 gennaio 1959.