

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

Progettazione e pianificazione delle strade

CARLO BECCHI elenca i problemi molteplici che il tecnico del traffico e della circolazione deve risolvere per una corretta progettazione e manutenzione delle strade: in quanto non è sufficiente progettare bene una strada dal punto di vista topografico, ma occorre anche considerare l'adeguamento della strada all'andamento del traffico.

Voglio ricordare che quattro anni fa si era già svolto un ciclo di conferenze informative sulla tecnica del traffico e della circolazione, nel quale sia pure in forma un po' improvvisata si era cercato di dare se non tutte, buona parte delle nozioni nel campo della tecnica del traffico.

Purtroppo ci sono stati questi tre anni di interruzione. È un peccato perchè quando si inizia una attività il continuarla vale evidentemente a migliorare, a rifinire ed a completare quello che agli inizi è pur sempre un po' abborracciato. E pertanto vogliate scusare se in questo secondo inizio, ci sarà, anche e particolarmente per il notevole ritardo con cui si è dato inizio a questo ciclo di conferenze, una nuova fase di assestamento.

L'argomento è difficile: trattasi di tecnica operativa; desidero ricordare quello che, ai miei allievi, non mi stanco di ripetere: non si possono dare delle soluzioni ben determinate per ogni caso, perchè troppi sono i casi che si possono presentare.

Vale sempre la capacità di elaborazione dell'individuo.

Cosa vuol dire tecnica del traffico della circolazione?

In occasione dell'ultimo Convegno stradale ho sentito il prof. Tocchetti parlare di questi due vocaboli, traffico e circolazione, che vengono usati in forma un po' promiscua; sono sinonimi o no? Non se ne è ancora ben chiarito il significato intimo. Se volessimo interpretarne il significato in funzione dei sistemi di misura per la valutazione delle entità *traffico e circolazione*, vedremo che nell'uso corrente il traffico è decisamente definito come un lavoro, espresso

in tonnellate chilometro o in veicolo chilometro (il che equivale a tonnellate/chilometro) o in viaggiatori/chilometro. Talvolta qualcheuno usa anche la misura dei veicoli/ora, quindi misura di portata. Mentre invece per la circolazione si usa solamente l'entità di misura veicoli/ora.

Io ritengo però che non basti questa distinzione perchè allora dovremmo dire che il vocabolo traffico è comprensivo del vocabolo circolazione. Ritornando alle origini dei vocaboli, ambedue sono prestati da altri rami. La circolazione è vocabolo correntemente usato nel campo tecnico, nel campo clinico e persino nel campo economico. E si riferisce a un qualche cosa che si muove, a un qualche cosa paragonabile a un flusso. Il fatto che debba ritornare alla posizione iniziale ricordando più esattamente il vocabolo circolo, è poi un qualche cosa di più. E così pure il vocabolo traffico è chiesto in prestito al gergo economico in quanto che ben difficilmente un trasferimento di proprietà non è accompagnato da un trasferimento di posizione del bene; il bene mobile all'atto della vendita in genere viene trasferito e quindi il traffico, con una figura retorica un po' balorda, viene usato per definire un trasporto.

Non mi sento sufficiente autorità per dare una definizione definitiva; ritengo però che nei nostri problemi sia da studiare sia la circolazione o il movimento del veicolo incluso in un flusso di veicoli, sia l'entità traffico che appesantisce, che sollecita, che interessa una strada. Quindi considero tutti e due i vocaboli utili. A volta potrà io stesso usarli come sinonimi per quanto vi abbia già messo in guar-

dia che sinonimi in senso assoluto non sono.

Vorrete scusarmi se non vi farò in queste tre (come sono previste) conferenze, una trattazione metodica e ordinata. La trattazione metodica e ordinata si può fare quando si ha a disposizione tempo sufficiente per l'argomento; la si può fare particolarmente in seconda e in terza approssimazione dopo che nei primi anni ci si è applicati e si è riscontrato i vantaggi o i difetti di un certo particolare equilibramento del corso che è stato studiato ex novo in corrispondenza del primo anno. Nel secondo anno lo si modifica, si smussano le asperità, si arrotondano le parti più smagrite, si equilibra più efficacemente il corso; così pure negli anni successivi.

Per ora voi dovrete accontentarvi di qualche concetto, di qualche nozione che verrò ad esporvi più che altro per aprire un poco, se mi è concesso, la mente in tema di traffico su argomenti specifici di interesse attuale.

Qual'è il compito del tecnico del traffico e della circolazione? È un compito molto vasto. Il tecnico del traffico deve prima di tutto essere preparato per una corretta progettazione dell'opera stradale il che non è cosa facile perchè la strada va concepita come un bene che in collegamento col complesso dei mezzi di trasporto deve avere un determinato rendimento economico. È così che va concepita la strada e non a sè stante; è proprio inutile che io faccia un'opera, sia pure perfettamente stabile che però non soddisfa i problemi che il traffico le impone. Quindi bisogna sempre equilibrare le richieste del traffico con quello che è economicamente possibile, non di-

co in rapporto ai finanziamenti, perchè questo potrebbe anche essere un rapporto non rispettabile, ma in rapporto a quello che economicamente è sano pensare.

Quindi i criteri di progettazione non sono dei criteri aridi a sé stanti in quanto che la progettazione deve prima di definire il proporzionamento di un elemento resistente, definire quale è il carico che insiste su di essa e definirlo in forma razionale. Ora evidentemente una strada non si costruisce in un giorno e non si sfrutta per pochi mesi. La strada ha una vita piuttosto lunga; il problema quindi diventa assai complesso, perchè evidentemente bisogna avere la possibilità di prevedere con una certa attendibilità e fondatezza quanto potrà verificarsi nel futuro per il periodo di vita attiva di una via. È un concetto evidentissimo che non richiede che lo si sottolinei ulteriormente; mentre invece sottolineo come sia difficile, molto difficile valutare l'evoluzione del traffico. Come si evolve il traffico?

L'evoluzione del traffico è intimamente legata all'evoluzione economica; che si possano fare previsioni fondate in campo economico è dubbio: lo dimostra il fatto che se queste previsioni fondate potessero essere fatte saremmo tutti ricchi. Invece così non è, e come le anomalie economiche portano a disagi finanziari, portano anche anomalie nell'evoluzione del traffico.

Noi abbiamo visto, per esempio, che nell'immediato dopoguerra, quando il traffico stradale nel periodo bellico aveva segnato notevolmente il passo per mancanza di carburanti ecc., c'è stato un periodo dal 46 al 51 in cui l'aumento del traffico è stato travolgente. Purtroppo in Italia i dati di traffico vengono rilevati con una frequenza relativa: ogni cinque anni; in quel periodo abbiamo solo il rilevamento del 50; non si può quindi pensare, con un solo dato, di definire una curva di sviluppo. Ma, per fortuna, abbiamo delle strade a pedaggio per le quali il rilevamento è continuativo e discretamente corretto: su questi dati si è potuto vedere quanto sia stato travolgente l'incremento della circolazione. Questo ritmo così pauroso di incremento è dovuto

ad un assestamento economico della nazione, in quanto che molti trasporti, che avvenivano prima per ferrovia, hanno dovuto, per un avvicendamento delle attività economiche, essere trasferiti alla strada ordinaria che avendo veicoli di minore entità e di più facile adattabilità, ha potuto soddisfare meglio le richieste del momento. Se questo sviluppo fosse continuato saremmo nei guai, oggi; ma naturalmente esaurito questo assorbimento da parte della strada ordinaria, di una quota di traffico ferroviario, ci si è adattati a quell'incremento che corrisponde all'incremento economico della Nazione. Per esempio sulla Genova-Serravalle in questi ultimi anni si è avuto un incremento che tende ad attenuarsi. Ma tende ad attenuarsi perchè non c'è incremento di traffico o perchè il traffico abbandona la via, perchè la via ormai è diventata troppo sovraccaricata? Ecco la domanda che bisogna farsi. Effettivamente da un incremento del 10 % che è continuato negli anni 51 52 e 53 oggi si attenua al 7 % al 6 %. Ciononostante abbiamo circa un milione e mezzo di veicoli considerati pesanti (come esazione di pedaggio) e un po' di più un milione e ottocentomila veicoli a quattro ruote da turismo, all'anno, il che porta a un tonnellaggio dell'ordine dei sette milioni di tonnellate; come entità di traffico il valore è tutt'altro che trascurabile.

Non so darvi altri numeri, altri elementi circa le strade Statali più trafficate, una delle quali è certamente la via Emilia, ma so che in corrispondenza dell'ultima indagine di traffico dell'Azienda della Strada mi pare che il tonnellaggio massimo giornaliero per la via Emilia, tutto compreso fosse sulle 16.000 tonn quando sulla strada Genova-Serravalle si raggiungevano anche punte più che doppie. Addirittura 45.000 tonnellate di massima.

Ora pure in questa situazione le previsioni sono necessarie. Vediamo che cosa è stato fatto negli Stati Uniti d'America in corrispondenza della Costruzione delle toll-roads o turu-pikes, delle strade a pedaggio: si è visto che tutte le previsioni iniziali che prevedevano un certo livello che sarebbe stato raggiunto nel sesto anno di

attività della via sono state raggiunte al secondo e al terzo anno. Quindi le previsioni erano in difetto, e notevolmente. Però pare che attualmente la situazione si sia leggermente modificata, perchè sta rallentando notevolmente il programma delle toll-roads e le strade a pedaggio in Nord America non incontrano più molto. Naturalmente il problema va studiato per le preoccupazioni nostre, per le situazioni nostre. Perchè evidentemente quello che si verifica in altri Paesi si verifica in rapporto alle loro situazioni e non alle nostre. È quindi da assumere con beneficio di inventario tutto quello che ci arriva dal di fuori, in quanto che bisogna avere la capacità di elaborare i dati esteri per vedere se sono integralmente applicabili nel nostro campo.

Vi dicevo che il tecnico del traffico deve prima di tutto saper progettare, ma saper progettare una strada vuol dire saper definire le caratteristiche geometriche della via che debbono essere concordate in uno studio parallelo che tenga conto da una parte delle difficoltà che il terreno impone, e dall'altra delle necessità che il traffico espone; evidentemente in terreno piano sono tutti buoni a far delle strade facili, delle strade comode, delle strade iperviabili. È nel terreno ostico, nel terreno ostile sia dal punto di vista topografico che dal punto di vista della stabilità che le capacità del progettista abile incominciano a portare un notevole contributo. E non solo il terreno dev'essere studiato, ma anche il traffico deve intervenire nella determinazione delle caratteristiche di viabilità della via in modo che l'annualità comprensiva dell'esercizio della strada e del trasporto raggiunga il valore minore possibile. Quindi evidentemente se io spendo qualche cosa di più in costruzione e però le migliori viabilità che ottengo si trasformano in un risparmio notevole nell'esercizio del traffico ho speso felicemente i miei soldi.

Come vedete lo studio è piuttosto complesso. Ma a parte questo, l'ingegnere del traffico deve preoccuparsi anche di altri aspetti della questione: la strada deve avere delle caratteristiche favorevoli; e precisamente deve offrire non certo una assoluta, ma la maggior

possibile sicurezza al traffico. La strada deve essere sicura, deve essere economica e in tempo e in costo di trasporto; complessivamente si potrebbe dire deve essere comoda, però questa comodità deve essere adeguata all'entità del traffico. Il concetto è abbastanza chiaro; mi pare inutile che lo si approfondisca ulteriormente appesantendo la trattazione.

È logico che sia opportuno spendere parecchio in una via fortemente trafficata (da costruirsi quindi secondo una direttrice che si presume che sarà fortemente trafficata), mentre invece è illecito, assurdo pensare di spendere cifre notevolissime, (perchè guardate che i costi stradali raggiungono dei valori veramente pesanti) quando la strada non abbia un traffico, o non si prevede che possa avere un traffico che lo giustifichi.

Chi fa costar molto la strada? Spesso intervengono errori di valutazione dovuti a mancanza di senso della misura, a mancanza di equilibrio. Un caro amico e un ottimo tecnico del traffico che è mancato recentemente, il Prof. Bolis, in numerose sue pubblicazioni, in articoli monografici, ha insistito su questa impostazione corretta: bisogna avere il senso della misura. Vi ricordo « Laboremus Pro Patria » articolo pubblicato su un numero delle « Strade ». Ma è difficile avere il senso della misura quando non si è ben definito il metro da usare. E quasi un intuito, più che una vera e propria misurazione. Mi vorrei riferire particolarmente alla cosiddetta velocità di base, velocità di progetto, velocità di sicurezza. Che cosa è questa velocità? È la velocità dalla quale si parte (e che quindi deve essere definita a priori) per determinare le caratteristiche più evidenti e più importanti particolarmente in rapporto alla sicurezza della via; anche la larghezza dovrebbe essere legata alla velocità di base, per quanto per semplicismo eccessivo, ormai si parla di piste, di corsie, larghe 3 metri e 50 o 3 metri e 75, (la tendenza è sempre ad ampliare la larghezza, siamo d'accordo), ma di dimensioni rigide per qualsiasi velocità. È un non senso, evidentemente. Il lasso di sicurezza di ogni veicolo che ha una sagoma di in-

gombro il cui massimo in larghezza previsto dal Codice della Strada in 2,50 è in relazione colla velocità. E pur vero che il veicolo di massima sagoma potrà andare anche a 100 km l'ora, ma certamente non andrà a 200.

Ora è evidente che il veicolo di sagoma massima, tenendo una velocità più bassa, si può accontentare di una striscia di sicurezza laterale più bassa, ma però sta di fatto che il veicolo che va a velocità doppia ha, in rapporto al veicolo che va a velocità metà, bisogno di una striscia di sicurezza più ampia. Il semplicismo ha portato a unificare le larghezze stradali al punto anche da dimenticare che su due corsie di marcia ci sono tre striscie di sicurezza e su quattro corsie di marcia ci sono 5 striscie di sicurezza. Il rapporto non è lo stesso, però si parla sempre di $N \times 3,50$ in cui N può essere eguale a 1,2 a 3. Mi auguro che non si usi il 4 per N perchè 4 piste affiancate danno come tutti sanno un rendimento ben scarso. Ma più che la larghezza discende dalla velocità di progetto o di sicurezza, per esempio, il raggio minimo di curva: il determinare a priori la velocità di sicurezza equivale al fissare a priori (perché c'è interdipendenza rigida), il raggio di curva minimo. Determinare a priori il raggio minimo quando non si conosca il terreno, sarebbe reato. Perchè evidentemente si debbono fare i conti coi costi di costruzione ed è assurdo appesantirli oltre i limiti di convenienza.

Andare a fissare un limite di raggio minimo notevole, in strade a forte pendenza, in condizioni climatiche (e per un periodo piuttosto lungo) notevolmente difficili, su direttrici che non sono gran che trafficate fino ad oggi è un assurdo. Altra difficoltà nelle previsioni del traffico è che i dati vengono nettamente falsati dal cambio di situazione. Attraverso una porta passa traffico, attraverso un muro non passa traffico. Ma se io, attraverso quel muro, metto una porta ecco che si afferma una entità di traffico che noi vogliamo estrapolare appoggiandoci a dati rilevati quando la porta non c'era. In questa ricerca è quindi necessario, introdurre un fattore correttivo per tener conto delle mi-

gliorate condizioni di transitabilità.

Si pensa che una nuova via migliori le condizioni di transitabilità, o almeno lo si spera.

Sull'autostrada del Sole da Milano a Bologna si è adottata una velocità di sicurezza di 160 km all'ora: qui vi è poco da eccepire e da osservare perchè, pur essendo tale velocità di sicurezza decisamente alta, ciò non viene ad appesantire il problema costruttivo se non in corrispondenza degli incroci non a livello con delle opere rigide. E le opere rigide sono evidentemente le opere ferroviarie, perchè le opere stradali esistenti si possono spostare in quota. Quindi c'è un po' di appesantimento nei sorpassi, o nei sotto passi ferroviari ma per il resto non c'è un aggravio notevole, non c'è problemi di curva perchè, evidentemente, in un terreno piano io posso introdurre 1200, 1500, 1800 metri come raggio minimo e con questo tutt'al più riduco il percorso e quindi il costo.

Invece i 100 km/ora per la tratta Bologna-Firenze possono essere raggiunti solo assumendo un raggio minimo che dovrebbe in teoria anche essere superiore ai 250 metri. È un raggio attuabile? È un raggio comodo? Ricordiamoci che dobbiamo attraversare l'Appennino Tosco-Emiliano e che l'Appennino non brilla in genere per presenza di terreni stabili; e che nella stessa zona o in zone assai vicine, si è sudato parecchio per l'opera ferroviaria della direttissima Bologna-Firenze. 250 metri di raggio, come appesantiscono i costi in rapporto, per esempio al tracciato che ha soltanto duecento metri di raggio? È difficile poter rispondere. Occorrerebbe disporre di dati che consentano di definire le leggi della variabilità di costo dell'esercizio del traffico e della variabilità di costo di costruzione dell'opera al variare del raggio minimo. Dato che il conteggio di convenienza va fatto sull'esercizio annuo si deve considerare quale durata effettiva abbia il periodo di ammortizzo dell'opera stessa o di quella parte che va ammortizzata, dato che un relitto ancora utilizzabile quasi sempre rimane.

La curva che definisce il rapporto costo di costruzione: valore del R minimo non sarà certo continua

perchè quando si studia un progetto al variare del limite di raggio si cambia soluzione di tracciato e quindi vi sono discontinuità nella legge di variazione. Però è logico pensare che all'aumento di raggio si abbia un aumento di costo più che lineare.

L'andamento dei costi di trasporto in rapporto all'aumento del raggio, è difficilmente definibile e dovrebbe essere in mancanza di una possibile trattazione analitica, determinata su medie che comprendono un notevolissimo numero di valori accertati direttamente. Ma come si fa ad assumere come validi valori di costi di costruzione quando prima di tutto costruzioni ce ne sono state ben poche, e, in secondo luogo, molti dati dovrebbero essere assunti con beneficio di inventario perchè non sempre corrispondono a quella che era la soluzione più felice e quindi la spesa più corretta.

In pratica non si ha disponibilità di questi dati nè saprei come procacciarmeli; ho pensato a una soluzione ma, siccome è una soluzione appena intuita, bisognerebbe vedere come questa soluzione in pratica può essere rispondente. Accontentarsi dello studio sui profili longitudinali: tracciati i profili longitudinali della via introducendo raggi di 100, 150, 200, 250 di 300 metri si può, da essi ricavare le aree comprese tra il profilo del terreno e il profilo della strada suddividendole in classi a seconda dell'altezza del rilevato, ove previsto o della trincea; e analogamente per le soluzioni del viadotto.

Ho lanciato un'idea, più che altro. Ma certamente il problema è molto difficile. Però è da ricordare che ci si preoccupa tanto di mantenere le alte velocità; recentemente è stato pubblicato un volume del Bolis; inoltre è stata pubblicata dall'Automobil Club d'Italia la traduzione del manuale per « la capacità delle strade ». Questi volumi hanno tutti e due la stessa sorgente; hanno ripreso una pubblicazione del Bureau of Public Roads Americano, che sperimentalmente ha cercato di portare un po' di chiarezza nell'argomento del traffico. Vi è un diagramma ricavato per strade a 2 corsie ove sono riportate 4 curve: in corrispondenza delle ordinate, è ripor-

tata la percentuale dei veicoli che non superano la velocità indicata; in corrispondenza delle ascisse la velocità in km/ora; ognuna di queste curve corrisponde a una via a due corsie; una a traffico nullo; la 2ª con 600, la 3ª con 1200, la 4ª con 1800 veicoli/ora. Ma a me non interessa tanto denunciare un qualche cosa che era già evidente e precisamente che: la velocità reale di esercizio non ha niente a che fare con la velocità teorica di progetto, perchè la velocità teorica si riferisce alle caratteristiche geometriche della pura e semplice via, la velocità media di deflusso invece evidentemente si riferisce alla strada trafficata (e non è la stessa cosa).

Interessa constatare che in America, c'è solo il 13 % dei veicoli che supera la velocità di 90 km/ora e solo su strada deserta si raggiunge, eccezionalmente, il massimo assoluto di velocità di 120. Se poi si riduce la velocità a 80 km/ora la percentuale aumenta notevolmente: abbiamo il 40 % che percorre la strada deserta a tale velocità. Sempre vediamo che un altro 30 % lo percorre tra i 70 e i 60, un 20 % tra i 60 e i 50, un 1 % tra i 50 e 60 nessuno al di sotto dei 50. Questo denuncia che se si progetta una strada per velocità di base di 120 km/ora il maggior costo che si deve sopportare in rapporto alla progettazione per 90 km/ora di velocità di base viene a dar beneficio al massimo, *nelle condizioni di strada deserta*, (e questo poi naturalmente merita delle considerazioni a parte), a un 13-14 % del complesso veicolare.

Questo su strada deserta; ma si può pensare che si facciano delle strade di concezione moderna su direttrici non trafficate o invece che i programmi più recenti (autostradali o non autostradali) si riferiscano sempre a direttrici che sono oberate dal traffico? Evidentemente è valido il secondo caso, ed allora è da escludere senz'altro la strada non trafficata: il diagramma riportato naturalmente non va bene per i nostri casi perchè nelle strade di grande comunicazione la soluzione delle due corsie una per l'andare e l'altra per venire con sorpasso quando è possibile non è soluzione valida perchè purtroppo ricorriamo so-

vente alle tre piste, di rado per adesso, alle quattro, divise in due direzioni di marcia; ma evidentemente, se il caso in oggetto non è perfettamente corrispondente alla realtà, sta di fatto però che c'è questa rapida diminuzione della velocità per una variazione di 12 o 13 veicoli ogni cento. Meritano questi 12 veicoli ogni cento un notevolissimo aggravio di costo? Non lo meritano certamente; perchè c'è una pleora di utenti medi che portano un reale contributo alla vita della strada, e una minoranza di utenti eccezionali che spesse volte sono eccezionali perchè non sono ancora abbastanza sperimentati nel campo della circolazione.

Quindi tutte le trattazioni teoriche che si impostano sulle considerazioni geometriche della strada a sè stante, sono considerazioni che non hanno nessuna reale fondatezza. La strada è trafficata e il problema non è solo quello di percorrere una determinata curva, a determinato raggio con quella determinata velocità. Ma è di percorrerla in situazioni di strada trafficata. Quindi non abbiamo solo i problemi per esempio di attrito allo strisciamento trasversale tra ruota e via, nel campo della sicurezza, ma abbiamo i problemi derivanti dal traffico. E abbiamo quindi problemi di sveltimento di snellimento del traffico che incidono assai di più di quanto non incida la pericolosità in curva.

Vorrei ancora trattare stassera il concetto del convogliamento del traffico.

Si nota che molte iniziative sono già sorte per completare la segnaletica stradale con le segnalazioni cosiddette orizzontali. Si tende a convogliare ogni veicolo secondo direttrici di marcia ben definite. È un bene questo o è un male? Entro certi limiti è un bene oltre è un male; particolarmente se ci si dimentica di affiancare a questa azione che si può definire come azione di convogliamento, (più indicativo che coercitivo del traffico) una azione di convincimento di quell'elemento determinante del veicolo che è il guidatore. Noi cerchiamo di dare con questo complesso di apprestamenti consigli, non generalmente imposizioni, con delle linee a terra che consigliano al guidatore del veicolo la traiettoria più con-

veniente. E questo è certamente un bene che vale a compensare le deficienze di capacità di guida che noi dobbiamo per forza di cose accettare e considerare perchè esistono. Ma se esagerassimo, se per esempio stabilissimo delle corsie con divieto di sorpasso con una continuità troppo esasperante noi verremmo a impoverire le possibilità e le capacità del mezzo su strada ordinaria. Gli allievi ricordano che all'inizio del corso di strade si svolge la trattazione in parallelo tra la strada libera e la strada guida o la strada guidante. La prima ha la funzione di portare il veicolo e consigliarlo circa la traiettoria, la seconda oltre che portarlo lo vincola meccanicamente alla strada su di una traiettoria assai più rigidamente definita.

Le due soluzioni più frequentemente applicate di queste due vie sono l'una la strada ordinaria l'altra la strada ferrata. Evidentemente il diverso comportamento del veicolo su strada porta a diverse situazioni di esercizio del traffico. E pertanto su strada ordinaria il guidatore deve essere sempre presente a se stesso, sempre cosciente, e si approfitta di questa sua coscienza per chiedergli oltre che la condotta vera e propria di guida (e quindi la manovra dello sterzo e il controllo del motore) anche altri accertamenti; gli si chiede l'accertamento dell'entità dell'attrito di strisciamento tra ruota e via, perchè anche se si calcola una strada con una determinata velocità di progetto quella velocità si riferisce a condizioni meteoriche particolari, e se o per il clima o per le precipitazioni, o per una disgrazia (come quando c'è una macchia d'olio sulla strada) le condizioni di calcolo non si verificano la stabilità del veicolo è in pericolo. L'attenzione del guidatore deve quindi accertare con continuità il grado di viabilità della strada: essa è sempre richiesta e sempre necessaria al guidatore. Si chiede ancora che osservi i segnali, e, data la sua possibilità di muoversi come vuole, che risolva i problemi che il traffico gli impone.

Se a un certo momento si comincia a ridurre i suoi compiti perchè gli si fa una strada a velocità garantita, salvo le variazioni di attrito allo strisciamento, se lo si convoglia con delle guide,

pian piano si viene a creare una situazione nella quale il guidatore è solo parzialmente responsabile della condotta di guida; si viene a richiamare meno frequentemente la sua attenzione e si viene ad assumere delle responsabilità che invece dovrebbero incombere su di lui. A crearne (parzialmente) un irresponsabile. E questo è fatto gravemente controproducente. Quindi pur non potendo essere contrari alle segnalazioni orizzontali, si ritiene che, contemporaneamente alle segnalazioni orizzontali, si debba, da parte dei tecnici del traffico e della circolazione, i quali purtroppo devono occuparsi di tutto, anche svolgere una attiva azione di propaganda intesa a migliorare il grado di preparazione ed il grado di coscienza del guidatore.

Se vogliamo essere severi si può dire che non ci sono strade pericolose; ci sono condotte di guida pericolose. Gli unici casi di pericolosità sono i vizi occulti della via ma quando, come frequentemente, si dice: « la strada era troppo stretta » essa non appariva certamente larga. Spesse volte per non dir sempre, quando succedono gli incidenti è perchè la condotta di guida non è adeguata alle difficoltà che la strada e il traffico impongono.

Quindi oltre i compiti di progettazione, ai compiti di equilibrio anche dell'opinione pubblica (perchè l'opinione pubblica spesso è trascinata da qualche imprudente frase e si sentono magnificare delle soluzioni che poi, quando si debbono realizzare costano parecchio sudore) il tecnico del traffico e della circolazione dovrebbe anche avere il compito di provocare il convincimento degli organi dirigenti sulla necessità di una più intensa campagna intesa ad ottenere e a conseguire un patrimonio di guidatori molto più preparato di quanto non sia oggi.

Un altro fattore che è eminentemente psicologico va tenuto presente: e un fattore che interviene nei criteri di progettazione; si ritiene spesso, per esempio che la velocità di base di 72 km/ora, sia una velocità molto ridotta. Ma tale convinzione può non essere valida perchè se si impone una velocità di 72 km/ora

sulla Torino-Milano si può essere acerbamente criticati; se si impone tale limite sulla Genova-Voltri si può essere lodati perchè tale valore avrebbe del miracoloso. Bisogna introdurre questo concetto: cercare di ridurre al minimo il disagio che i conducenti incontrano su strada senza eccedere adottando soluzioni troppo costose e di ridotta utilizzazione per una percorrenza breve.

Talvolta una manovra viene fatta dal guidatore per reazione ad uno stato di disagio che ha logorato il guidatore stesso. Lo ha snervato. Quanti guidatori possono garantire di non aver mai effettuato un sorpasso pericoloso? Il guidatore esasperato da una situazione di disagio della quale non vede soluzione, condannato ad accodarsi ad un veicolo molto più lento, (per l'aver abusato nel sovraccaricare il mezzo o per il fatto che la pendenza adottata nella progettazione e nella costruzione della strada non era una pendenza corretta) e per di più maleodorante, obbligato a segnare il passo si esaspera. Evidentemente sopporta per un po', e poi si azzarda ad effettuare un sorpasso pericoloso.

Quando, la strada è troppo stretta si sente affermare: la allarghiamo tutta o non ne allarghiamo neanche un metro. Ma se si ha la possibilità, anche in forma intermittente, di introdurre una terza pista, in modo da consentire sorpassi che portano al riassetto dell'ordine di marcia dei veicoli in rapporto alla loro possibile velocità, ecco che questo disagio è attenuato e allora si può pretendere che il guidatore sia un po' più paziente. Ma per questo si debbono eliminare le condizioni di disagio continuative e particolarmente le fasi di arresto.

È un criterio da tenere presente perchè spesse volte l'uomo è portato ad oscillare tra l'optimum e il nulla è siccome l'optimum non è raggiungibile per ragioni finanziarie non si fa più nulla. Ma ci saranno sempre delle soluzioni medie, che potranno offrire già dei vantaggi immediati. L'importante è di studiarle con quel senso di equilibrio e di misura che sempre si invoca ma che è così difficilmente conseguibile.

Carlo Becchi

Il governo delle strade

QUINTO ZECCHINI tratta del « governo delle strade », ossia della manutenzione e organizzazione dei servizi attinenti le strade. Esamina poi l'onere economico della manutenzione, la meccanizzazione della manutenzione e lo sgombero della neve nel periodo invernale. Accenna infine all'importanza delle segnalazioni stradali e al problema autostradale e della viabilità ordinaria.

È per me motivo di orgoglio adempiere — officiato a ciò dall'ing. Frascchetti, Direttore Generale dell'Anas — a questo autorevole incarico alla presenza di illustri professori e di un colto uditorio per trattare un argomento « il governo delle strade », così importante, in occasione della inaugurazione del « Corso di Cultura nell'Ingegneria del traffico » che in questo glorioso Politecnico, a differenza di corsi consimili che si svolgono in altri Atenei, riflette il traffico industriale-civile-rurale.

Questa caratteristica del corso, mentre si addice alla ingente produzione di autoveicoli del genere da parte dell'industria torinese rappresenta non tanto un complemento quanto un allargamento ed una novità indovinata nella materia.

L'insegnamento dell'Ingegneria del traffico che da qualche anno si sta inserendo in Italia in alcuni Politecnici ed Università varrà a risolvere, sulla base dei lumi della scienza e della tecnica, i gravi problemi che sono apparsi per l'intensità raggiunta dalla circolazione e che numerosi insorgeranno per l'accrescimento di essa nel tempo; e, pertanto, più che opportuna risulta questa preparazione per il presente e per l'avvenire.

È ben noto a tutti l'interessamento svolto, per la riscontrata utile necessità, alla istituzione di tali corsi dal Presidente dell'A.N.A.S., Ministro dei LL. PP. e dal suo Direttore Generale.

Certamente a queste lodevoli iniziative adottate dai Corpi accademici e a queste sollecitazioni e premure svolte dal Ministero dei LL. PP., dagli Enti gestori di strade e da altri Enti non potranno mancare benefici effetti.

All'atto dell'inizio di questo nuovo corso auguriamo ai docenti un proficuo insegnamento, ed ai partecipanti una acquisizione completa delle cognizioni impartite.

Il governo delle strade.

Dopo questa necessaria premessa passiamo all'argomento del tema di questa nostra conversazione.

Per governo di strade è da intendere gestione di strade e nella gestione rientrano, come componenti essenziali, la manutenzione e l'organizzazione dei servizi ad essa attinenti.

Nessuna opera può conservarsi indefinitamente nel tempo senza una buona manutenzione.

Per moltissimo tempo questo importantissimo servizio è stato tenuto in dispregio.

Nei tempi dell'antica Grecia, allorché si voleva umiliare un condottiero, caduto in disgrazia, gli veniva affidato un servizio del genere.

Anche a Cesare toccò una volta questa sorte.

Il Boutet, autore della pregiatissima opera « La tecnica stradale » riferisce che all'atto della sua immissione nella carriera del ruolo di ingegnere di « Ponts et Chaussées » di Francia si augurava di essere assegnato al servizio di costruzione di nuove opere e rimase deluso allorché venne adibito al servizio di manutenzione stradale. Saggiunge poi che nel successivo disimpegno delle relative mansioni non solo riconobbe la loro importanza ma concepì un vero amore per esse e si ritenne ben fortunato di essersi occupato nell'esercizio professionale anche di questo importantissimo ramo della tecnica stradale.

Il predetto autore, con la esperienza derivatagli dalla lunga pratica, fa assicurare ad alto livello tecnico i lavori di manutenzione e si dilunga nel tracciare i criteri e nel dettarne norme.

È proprio dei tempi moderni l'aver riportato la manutenzione al suo giusto posto appunto perché, nel passato s'era constatato il rapido decadimento delle opere, la loro precoce vetustà e la rovina

immatura con il conseguente danno economico.

Così è sopravvenuta la logica concezione che alla costruzione susseguiva la manutenzione e che alla conservazione della prima è legata l'espletamento della seconda. Così pure s'è diffusa la persuasione che non sia tanto difficile la costruzione di un'opera quanto il mantenimento della sua integrità e della funzionalità nel tempo sopperendo con la tecnica appropriata alle avarie arrecate dal decorso degli anni, dall'azione insidiosa degli agenti atmosferici e dall'usura per esercizio.

Nelle opere stradali in particolare, ai predetti coefficienti di degradazione bisogna aggiungere il tormento dell'intenso esercizio dovuto alla frequente ripetizione dei carichi transitanti che affaticano incessantemente le strutture.

In Italia, dopo la prima guerra mondiale con lo sviluppo della motorizzazione e per mancanza di una appropriata manutenzione le strade delle principali arterie erano ridotte in uno stato deplorabile: profonde buche e scodelle erano disseminate ovunque e mettevano a dura prova le sospensioni dei mezzi circolanti e la resistenza fisica dei viaggiatori; nubi di polvere avvolgevano i veicoli veloci e le prolungate scie di essi investivano quelli sopravvenienti. Il traffico a grandi distanze non era concepibile.

Bisognava senz'altro provvedere.

Furono esaminate parecchie soluzioni finché si pervenne alla determinazione della istituzione di un ente stradale che si occupasse della manutenzione e sistemazione della rete più importante che era la statale.

Fu così creata l'A.A.S.S. (Azienda Autonoma delle Strade Statali) da cui, dopo quest'ultima guerra, per scioglimento avvenuto è succeduta l'attuale A. N. A. S. (Azienda Nazionale Autonoma delle Strade Statali).

Lo stato delle strade subì dopo un po' di tempo, un miracoloso miglioramento ed un assetto definitivo.

Infatti, il nuovo Ente Statale aveva organizzato alla perfezione il servizio dei cantonieri stradali, il tempestivo rifornimento dei materiali di manutenzione e la idonea dislocazione dei macchinari per entrare subito in funzione laddove erano più necessari. Erano state, nel contempo, impartite precise istruzioni agli agenti stradali sugli interventi da esplicare e sulle modalità tecniche da osservarsi con un primo loro addestramento pratico sotto la guida dei capi reparti di strada.

Si introdusse il metodo di manutenzione « del punto a tempo » cioè della pronta riparazione delle piccole avarie riportate dalla pavimentazione a causa del traffico in modo da evitare il loro aggravamento senza, quindi, alcun disagio per il traffico stesso e senza maggiore spesa per il ripristino.

Così pure i lavori di sistemazione generale delle strade più trafficate procedevano celèrmente.

Il servizio di manutenzione si perfezionò sempre più e furono rivolte susseguentemente cure alla civilizzazione delle strade con diserbo costante delle banchine, con la formazione dei cigli erbosi marginali, con la segnalazione marginale in bianco e nero dei paracarri e dei paletti e coll'impianto delle segnalazioni di pericolo, di prescrizione, e di indicazione.

Il viaggio nelle nostre strade divenne confortevole specie laddove era stata praticata la bitumatura della carreggiata.

Esse costituirono l'ammirazione degli stranieri ed i metodi di organizzazione dei servizi di manutenzione e di tecnica manutentoria furono presi a modello dagli Enti minori, gestori di strade, quali le Provincie ed i Comuni che cominciarono ad adeguare lo stato delle loro strade a quello delle statali.

Nè si deve pensare che la manutenzione, così praticata, implicasse un maggiore costo. Tutt'altro. Mercè la saggia organizzazione e gli acconci metodi tecnici essa era di tenue importo con un risultato brillante.

La manutenzione deve essere estesa a tutto il patrimonio stradale: iniziando delle opere d'arte, dalle scarpate, dalla pavimentazione fino alle banchine, alle case cantoniere, alle alberature, alle opere di corredo ed alle pertinenze unitamente alle segnalazioni orizzontali e verticali.

In genere l'onere economico di manutenzione rappresenta una percentuale della spesa di costruzione. Tale percentuale varia con l'età della costruzione: infatti è molto tenue nei primi anni, aumenta progressivamente col tempo fino a raddoppiarsi e triplicarsi e più quando si tratti di opera di remota costruzione.

Oltre a ciò la detta percentuale cresce con l'intensità di traffico da cui la strada è affaticata: un più accentuato esercizio genera una maggiore usura ed un maggior tormento che produce un rapido decadimento a cui si può ovviare in parte, in sede costruttiva, con un più robusto dimensionamento delle strutture e, quindi, con un maggior costo dell'opera e, per la restante parte, in sede manutentoria con una pronta riparazione.

Non sarà superfluo accennare che il patrimonio stradale va soggetto a danni derivanti dagli incidenti i quali, pur rappresentando un fatto di forza maggiore ovvero involontario, implicano il risarcimento da parte dell'utente della strada investitore e, quindi, la relativa spesa di riparazione non grava sull'Ente gestore.

Nella tecnica stradale moderna è subentrata, da qualche tempo, la meccanizzazione della manutenzione.

Con la diffusione dei tappeti nel manto stradale, ovvero della pavimentazione permanente, l'opera costante del cantoniere per la ripresa del manto bitumato, costituito finora da uno strato sottile, non è più richiesta in quanto i suoi interventi nelle altre parti della strada sono saltuari. Quindi, non occorre più la dislocazione di un cantoniere ogni quattro o cinque chilometri.

Vengono allora costituiti dei centri di manutenzione (alla distanza di 50 km in montagna ed un po' di più in pianura) i quali sono costituiti da un fabbricato di abitazione per gli agenti stradali

(un capo cantoniere e due cantonieri) da un magazzino, e da un capannone per piccola officina e per rimessa macchinari e da un grande piazzale per il deposito di materiali lapidei.

In seguito ai bisogni manutentori della strada ovvero in seguito a segnalazione pervenuta, e a seconda della prevedibile importanza dei lavori da eseguire si inviano sul luogo uno ovvero due autocarri attrezzati, insieme a materiali ad un agente stradale e ad operai assunti saltuariamente. A mezzo di questi complessi motorizzati si provvede alla manutenzione la quale così risulta più economica del precedente sistema in quanto sono molto ridotte le spese di personale fisso che incidono enormemente sul costo annuale.

Un compito importante della manutenzione è quello di assicurare la viabilità nel periodo invernale.

Esso potrebbe ritenersi consistente esclusivamente nello sgombero neve invece esso è di più ampia portata e comprende problemi di grande impegno e di delicata organizzazione.

Infatti provvedere all'apertura di pista negli strati di neve significa eseguire un lavoro meccanico che riesce maggiormente spedito quanto più lo spazzaneve impiegato è veloce. Invece sono numerose e delicate le operazioni successive: allargamento della prima rotta, la formazione di scoline nelle sponde laterali, l'eliminazione dello strato residuo di neve pressato dal piano carreggiabile, ed i procedimenti atti ad impedire incidenti per la formazione di ghiaccio con la spicconatura delle parti salienti di esso e con la sparsa di sabbione granito.

In tutti questi lavori bisogna usare un metodo ed una norma convalidata dall'esperienza. Poiché provvedimenti avventati ed irrazionali possono portare ad eccessive spese ed a risultati inutili che ridondano a tutto scapito della gestione economica della strada e della sua viabilità invernale. Infatti i lavori di sgombero neve e di completamento pur facilitando la viabilità nella stagione rigida non adducono alcun beneficio alla consistenza tecnica della strada.

Contrariamente a quanto può ritenersi il lavoro dello sgombramento neve è un lavoro eminentemente tecnico-economico del quale tutti ritengono di poter ragionare e di saperne mentre in realtà solamente il personale tecnico delle strade di montagna ne conoscono le particolarità appropriate.

Al riguardo una vera e propria teoria non esiste e, pertanto, si segue una tecnica basata su una perfetta organizzazione e sull'esperienza acquisita.

Rientra nei compiti della gestione delle strade la manutenzione di tutte le segnalazioni che col traffico moderno hanno assunto un ruolo importantissimo. Esse vanno tenute sempre efficienti, debbono risultare ubicate opportunamente, debbono essere di facile intelligenza e non sovrabbondanti.

Il loro sapiente impianto ed il loro stato efficiente valgono, se non ad eliminare, a ridurre gli incidenti.

Da qualche tempo in aiuto alla disciplina del traffico è subentrata la segnaletica orizzontale di cui si fa uso abbondante e non sempre standardizzato.

Oltre a tutto ciò si deve aggiungere al servizio di manutenzione la portata moderna della tecnica della circolazione che si identifica con l'Ingegneria del Traffico con la canalizzazione delle correnti circolatorie e con la loro selezione a mezzo di isole direzionali e spartitraffico.

L'importanza di questo settore nella gestione delle strade e nella sicurezza di esse giustifica la scelta del tema di conversazione in occasione dell'inaugurazione di questo corso di specializzazione.

Purtroppo la circolazione di tutti i paesi è afflitta da continui incidenti che rappresentano l'aspetto negativo del traffico e lo insidiano costantemente.

Dato che esiste un notevole sfasamento nell'adeguamento delle caratteristiche tecniche delle strade rispetto allo sviluppo della motorizzazione, non è compito della manutenzione operare nel campo dell'ammodernamento tecnico delle strade. Invece, essa deve intervenire nell'assicurare una pavimentazione antisdrucchiabile con un opportuno rinnovo del

manto di usura, una conveniente distanza di visibilità nelle curve ed il mantenimento del traffico sulla medesima sede stradale anche quando si eseguono in essa vaste riparazioni ricorrendo, se necessario, al pilotaggio del traffico.

Rientrano nell'attività manutentoria, oltre ai lavori ad essa pertinenti, l'amministrazione del personale addetto alla gestione degli automezzi ed al rifornimento di materiali, il servizio delle licenze e delle concessioni che deve mirare all'integrità del patrimonio stradale ed a sottrarre il traffico da qualsiasi soggezione.

Da quanto così brevemente accennato appare chiaro che il governo delle strade si fonda su una serie di lavoretti, di cure assidue, di cautele che singolarmente sembrano di poco conto e, quindi, trascurabili ma che nel loro complesso sono determinanti nella conservazione e nella buona trafficabilità di una strada.

Trattandosi di attività di limitata importanza nelle singole partite, molto suddivisa, che si svolge sempre in amministrazione diretta, affidando all'esecuzione delle imprese solamente i lavori di maggiore entità, i buoni sistemi organizzativi sono decisivi nella redditività e nel risultato tecnico delle gestioni annuali.

Non è detto che allorquando una strada sia ben mantenuta per essa si spenda di più. Dipende da una saggia organizzazione unitamente ad una buona condotta tecnica dei lavori. I lavori in diretta economia se razionalmente organizzati, diretti e sorvegliati rappresentano sempre un utile e non uno sperpero, come spesso accade.

A questo risultato debbono indirizzare i loro sforzi tutte le amministrazioni che hanno governo di strade.

Con l'applicazione della recente legge sulla classifica delle strade, a tutta la viabilità deriveranno vantaggi cospicui.

L'A.N.A.S. assumerà un notevole numero di strade provinciali e si può ritenere che l'attuale sua rete in gestione di 25.000 km di strade venga pressappoco raddoppiata.

Le Provincie assumeranno dai Comuni una estesa di strade ugua-

le a quella consegnata allo Stato ed eseguiranno su di esse importanti lavori di sistemazione generale con gli appositi fondi di stanziamento.

Si ha motivo certo di ritenere che il problema della cosiddetta viabilità ordinaria vada così gradualmente risolvendosi.

Inoltre è da augurarsi che per gli inderogabili lavori di allargamento e di ammodernamento delle strade statali si reperiscano i fondi necessari alla loro realizzazione e che questa impellente esigenza della circolazione possa essere adeguatamente fronteggiata e soddisfatta.

Questo problema si presenta particolarmente grave nella sua soluzione per la vasta portata finanziaria.

Sono stati, in diverse epoche elaborati parecchi piani ma nessuno di essi è stato realizzato a causa della rilevante quantità di fondi necessari.

Mentre il problema autostradale ha potuto essere risolto agevolmente col sistema della concessione che richiede allo Stato, un contributo massimo del 40 % sull'importo totale dell'opera, l'ammodernamento richiede l'erogazione dell'intera spesa che nel suo complesso ascende a cifre molto elevate che l'erario al momento non ritiene di poter erogare.

Con altro po' di tempo anche questa difficoltà certamente sarà superata.

Intanto possiamo dire che entro pochi anni avremo una rete autostradale sulle direttrici principali la quale varrà a richiamare dalle strade più trafficate delle zone attraversate un notevole traffico da cui esse saranno alleggerite.

Sia pure con grandi sforzi i grossi problemi stradali sono stati ad uno ad uno e a poco a poco affrontati: quello autostradale in corso completo di realizzazione, quello della viabilità ordinaria è bene avviato.

Non rimane che quello dell'allargamento e dell'ammodernamento che certamente avrà anche la sua soluzione felice dato che il traffico lo richiede e che esso è nelle giuste aspettative di tutta la Nazione.

Quinto Zecchini

Lo sviluppo della motorizzazione e la statistica del traffico relativo

FRANCESCO PALAZZI-TRIVELLI riferisce su alcuni interessanti dati statistici relativi alla consistenza del parco automobilistico italiano, al suo prevedibile sviluppo e alla sua distribuzione geografica, raffrontati con quelli relativi ad alcuni Paesi esteri. Conclude con considerazioni sui censimenti dell'ANAS e sulle statistiche degli incidenti.

La statistica è fra gli argomenti per i quali un ingegnere deve necessariamente nutrire sospetto; essa è infatti il metodo di studiare dei fatti atipici, dei fatti cioè che non si ripetono sempre uguali, come la caduta di un grave.

Ognuno muore ad un'età diversa; ci si sposa ad età diverse, e tuttavia esistono leggi statistiche temporali delle morti e dei matrimoni, per citare i primi due esempi che possono venire alla mente.

Un incidente stradale può accadere o meno, ma considerandone un gran numero essi si verificano in prevalenza in determinate ore del giorno, in determinati giorni della settimana, in date condizioni atmosferiche, in alcuni tratti di strada.

Si tratta però di leggi non rigorose, ma basate su grandi numeri, approssimative, ed in genere non valide sempre e dovunque, ma per certi periodi di tempo e in determinati limiti di spazio. Quest'ultima limitazione però, per essere esatti, non è una condizione costante della statistica, questo metodo può anche ritrovare leggi valide sempre ed in ogni caso, e infatti si applica anche alla medicina, od alla biologia. Normalmente però quando si dice statistica si pensa ai fenomeni sociali, ed in essi non è dato scoprire leggi rigorose e tanto meno eterne e ovunque valide.

Ora, perchè l'ingegnere del traffico dovrebbe occuparsi di statistica, o almeno averne una qualche nozione?

L'ingegneria del traffico o, se vogliamo usare delle parole meno pedissequamente tradotte dall'inglese, la tecnica della circolazione, può essere definita con un paragone. L'industria moderna, accanto al tradizionale ingegnere progettista, costruttore di macchine vuole un altro ingegnere, quello che organizza e regola l'impiego

di quelle macchine, di quegli stabilimenti.

Analogamente, accanto all'ingegnere che costruisce la strada, il traffico moderno richiede un altro tipo di ingegnere, quello che organizza, limita, controlla razionalmente il funzionamento del complesso: strada-mezzo-uomo.

Ora il dirigente di impresa o di officina, per seguire questo paragone, non può fare a meno della statistica, per lo meno di quella aziendale, deve conoscere i fenomeni che avvengono nella sua azienda. Del pari l'ingegnere preposto al regolamento della circolazione, deve conoscere, per poter regolamentare il traffico e impedire gli incidenti, le misure dei fenomeni di cui si occupa.

Una bella frase a questo proposito è stata scritta 150 anni fa e suona: « La statistique est le budget des choses, et sans budget point de salut ».

Dove non è bilancio non è sanità o salvezza, secondo i due significati della parola.

Quindi decidere dell'ampiezza di una strada, della sopraelevazione di un incrocio, della pianificazione di un centro urbano, tutto questo può essere fatto razionalmente solo dopo aver raccolto, e poi elaborato, e poi interpretato ogni possibile dato sull'intensità del traffico, sulla direzione delle correnti, sulle velocità medie, sull'abitudine al parcheggio, sul numero e la qualità di infortuni verificatisi e via dicendo.

Certo, non sempre l'ingegnere del traffico potrà per la rilevazione di questi elementi avvalersi di uffici e tecnici specializzati.

In molti casi questo ingegnere del traffico dell'avvenire, assunto poniamo da un grande Comune, dovrà fare da sé e anche se avesse dei collaboratori a lui spetterà qualificare la ricerca statisti-

ca e porne i limiti; lo statistico compierà l'indagine ma l'ingegnere del traffico dovrà dirgli che cosa vuole sapere, e fino a che punto vuol spingere lo studio.

Soprattutto all'ingegnere del traffico incombe il compito di leggere la statistica, che non è cosa facile. Si tratta di esaminarne criticamente i risultati, scoprirne le lacune, le approssimazioni, le incertezze, porre in evidenza le correlazioni temporali, spaziali, o fra diversi fenomeni, in una parola trarre le conseguenze.

Quest'azione delicata e complessa la si insegna nelle scuole, ma soprattutto la si apprende nell'esperienza, ed è disagiata a chi non abbia nozioni di metodologia generale; però, per approfondire la metodologia dovremmo disporre di assai più di quest'unica ora di lezione, e per questo mi propongo di comunicarvi alcune risultanze di statistiche del traffico e delle strade, e indicandovene e criticando le fonti, senza troppe affermazioni generali, avvezzarvi a qualche regola metodologica.

Ora, in materia di circolazione, il primo oggetto da misurare è evidentemente il parco, la consistenza del parco circolante. Questo è un fenomeno che, almeno apparentemente, è facile da rilevare, perchè le automobili in tutti i Paesi sono registrate; e ciò per motivi nello stesso tempo giuridici, cioè di trapasso di proprietà o di tutela del credito, e anche di polizia. In tutti gli Stati il numero delle automobili dovrebbe pertanto essere esattamente conosciuto.

In pratica non è così. In Italia, ad esempio, non esiste una statistica della circolazione ma purtroppo due; e tutte e due affidate all'Automobile Club d'Italia. L'una è fondata sulla iscrizione al Pubblico Registro: ogni autoveicolo quando incomincia a cir-

colare, all'atto di essere venduto al primo proprietario, va iscritto nel Pubblico Registro Automobilistico — P.R.A. L'altra a base fiscale, rilevata sul pagamento della tassa di circolazione.

La prima, quella sull'iscrizione al P.R.A. è da scartare, e per un motivo semplice: tutti sono tenuti ad iscrivere il proprio autoveicolo al Pubblico Registro, ma anche se esiste in teoria l'obbligo di cancellarlo, pochi proprietari si prendono tale cura quando il veicolo viene eliminato per rottamazione o per altre cause, e questo evidentemente conduce ad un notevole errore per eccesso.

Più attendibile invece la statistica secondo la tassa di circolazione. Però devo dire che sovente in documenti anche ufficiali si cita quell'altra fonte con sensibile confusione.

La rilevazione basata sul pagamento della tassa di circolazione a sua volta, pur essendo la migliore disponibile, presenta errori per difetto e per eccesso. Mi dilungo non solo perchè l'argomento è interessante, ma anche per abituare ad accogliere qualunque dato con cautela ed a ricercarne la fonte ed a vederne i limiti.

Detta statistica è approssimata per difetto in quanto per sua natura non vi figurano i veicoli esenti dall'obbligo fiscale, come quelli con targhe speciali, per esempio: Vigili del Fuoco, Croce Rossa, Ordine Militare di Malta, Corpo Diplomatico, ecc.

Manca poi tutta l'ampia categoria dei veicoli in uso alle Forze di Polizia o a quelle Militari. Infine è assente tutta un'altra classe di veicoli che ha targa regolare ma è esente dalla tassa di circolazione, e cioè gli autobus in servizio postale, in genere quasi tutti gli autobus di linea.

Quest'ultima lacuna può essere però corretta, perchè per gli autobus esiste una statistica apposita a cura dell'Ispettorato Generale della Motorizzazione Civile e dei Trasporti in Concessione. Allora si tratta di cancellare dalla statistica della tassa di circolazione gli autobus per aggiungerli nuovamente ma tratti da quest'altra fonte.

L'ANFIAA — Associazione Nazionale fra Industrie Automobilistiche e Affini — pubblica appun-

to statistiche di circolazione corrette in questo modo. Manca invece un dato preciso per gli altri veicoli esclusi dal pagamento della tassa, perchè militari o altro. Vi è chi li stima in 60-80.000.

Se noi potessimo effettivamente aggiungere alla statistica secondo la tassa di circolazione gli autobus postali, i veicoli militari, e quelli con targa speciale, avremmo raggiunto un risultato numericamente esatto ma non adeguato. Non adeguato cioè a certe finalità, perchè indica il veicolo a disposizione, ma non quello effettivamente circolante.

Molti veicoli pagano la tassa e non circolano tutto l'anno ma solo un trimestre o due, o anche affatto. Inoltre sono naturalmente escluse completamente le vetture di turisti stranieri. Questo è un altro punto su cui non si hanno informazioni certe. L'unica statistica in materia è affidata ai posti di confine dell'Automobile Club d'Italia, accanto alle principali Dogane.

Ma vien rilevato il passaggio del confine seguendo allo stesso modo il veicolo destinato a percorrere sei mesi l'Italia, e quello che attraversa il posto più volte al giorno per il così detto traffico frontaliero. Si contano così oltre 10 milioni di passaggi di frontiera in un anno.

Questi i limiti delle nostre statistiche sulla circolazione.

Non lamentiamocene eccessivamente, perchè presso gli altri Paesi riscontriamo gli stessi o altri difetti ed anche peggiori. In Francia, che cito a titolo di curiosità, non esistono statistiche ufficiali della circolazione. Si fa ricorso a stime divergenti fra loro addirittura del 10-20%; ed ogni autore sostiene le sue deduzioni con acume ed accanimento, cosicchè il lettore imparziale resta convinto che tutti sono approssimati.

Fatta questa lunga precisazione metodologica, passiamo alle cifre almeno per indicare l'ordine di grandezza del parco, e cominciamo dai « quattro ruote ».

I dati sono riferiti a fine 1957, perchè gli ultimi noti con sicurezza e precisione. Quindi siamo di fronte ad una statistica di aggiornamento più facile di molte altre.

Al 31 dicembre di quell'anno circolavano dunque: 1.236.000 vetture e accanto a queste 392.000 autocarri compresi però i furgoncini e camioncini, e 21.000 autobus, in totale 1.650.000 autoveicoli a quattro ruote.

A fianco a questi, anche se più sgusciati, e forse più rumorosi, sono i « due ruote ». Ecco dunque 760.000 motocicli e motocarri; 1.600.000 moto leggere e motoscooters, e 930.000 ciclomotori. In tutto siamo vicinissimi all'imponente cifra di 5.000.000 di mezzi a motore.

Per le biciclette abitualmente si afferma che la disponibilità è di 8 milioni di cicli. Di questa cifra, che rimbalza dall'uno all'altro autore, non è dato conoscere l'origine e il grado di attendibilità. Gli esperti concordano nell'affermare che il parco biciclette è ormai costante nel tempo, cioè che le vendite compensano il logorio.

Poniamoci ora la curiosità di sapere come sarà il parco a fine 1958. È cioè possibile compiere una stima a breve scadenza? Sì, effettivamente vengono eseguite stime accettabili.

Il metodo è assai semplice: aggiungere alla circolazione, all'ultima epoca nota, le immatricolazioni, cioè i veicoli immessi nella circolazione e rilevati dal Pubblico Registro Automobilistico, e sottrarre una quota per il naturale logorio. Queste quote per il logorio si calcolano secondo l'esperienza di molti anni, ed oscillano dal 2 al 3% annuo secondo le categorie di veicoli.

Di norma la stima vien confermata a posteriori dalla rilevazione con scarti assai bassi, spesso inferiori all'1%.

Allora fatti questi calcoli con le immatricolazioni note sino adesso e per i mesi che verranno basandosi sulle previsioni di produzione, possiamo supporre con un'approssimazione del 2% che a fine 1958 il parco avrà le seguenti dimensioni: 1.410.000 vetture; 410 mila autocarri; 30.000 autobus; 830.000 motocicli e motocarri, 1.700.000 motoleggere e scooters; 1.020.000 biciclette a motore, quindi 5.400.000 in totale; se poi aggiungiamo i veicoli militari ed a targa speciale, possiamo dire che fra pochi mesi noi avremo

5.500.000 veicoli sulle nostre strade. È una cifra che fa riflettere, specialmente perchè essi non sono uniformemente sparsi, ma accentrati, come tra poco vedremo, in alcune parti d'Italia.

Queste cifre naturalmente dicono poco se non confrontate — ogni misura è un paragone — e quindi la curiosità naturale ci porta a raffrontare il parco motorizzato di oggi con quello del passato.

Esaminiamo separatamente i « quattro » ed i « due ruote », anche perchè i due fenomeni si sono sviluppati in modo alquanto diverso. Nel 1914 l'automobile era ancora un oggetto di lusso e sportivo. Pochi appassionati, tra la critica della maggior parte dell'opinione pubblica, usavano i nuovi congegni che erano allora in Italia 23.000, accentrati in Piemonte e Lombardia, e per tutta la guerra 1915-18 rimasero intorno a tale numero senza aumenti.

Alla fine della guerra si ha un notevole incremento, specie negli autocarri. L'esperienza militare aveva insegnato che la merce poteva essere utilmente trasportata anche per strada. Nel 1920 siamo già a 50.000, ma un incremento veramente notevolissimo si ha tra il 1920 ed il 1930, giacchè in dieci anni il parco quintuplica, con un aumento annuo cioè del 15% ed oltre. Dal 1930 al 1939 si ha una flessione, non in cifra assoluta, ma nell'incremento annuo percentuale, in altri termini un rallentamento del progresso.

Influiscono diversi fattori sfavorevoli: l'intensificata concorrenza internazionale, la grande crisi economica 1929-30 venuta da oltre Atlantico e rovesciatasi sull'Europa, ed infine un appesantimento graduale ma serrato della tassazione sul carburante. Da quel momento si può dire che il Governo italiano, e del resto più o meno verso gli stessi anni anche quelli esteri, si sono accorti che l'automobile poteva trasformarsi in un ottimo contribuente.

Negli anni dopo il 1935-36, naturalmente hanno giocato gli avvenimenti internazionali, la guerra d'Africa, il riarmo, la tendenza dirigista in politica economica, con prevalenza non più dei bisogni individuali, ma di quelli reali o presunti, collettivi. Nei nove an-

ni di pace successivi al 1930 il parco dei quattro ruote è aumentato del 55%, e quindi con un aumento per anno del 4-5% ossia molto meno che nel periodo precedente.

Già su questi dati è lecito fare un commento: l'incremento della motorizzazione è sensibilissimo all'andamento della congiuntura politica e economica generale. In periodo di prosperità ascende con impeto, nella depressione sosta, e nella crisi addirittura precipita.

In altre parole, la motorizzazione è fenomeno molto elastico, di punta, con variazioni più ampie di quelle, ad esempio, della produzione di grano o di altro prodotto. Anche più della produzione di acciaio, considerata tuttavia uno dei sintomi della congiuntura economica.

Alla vigilia dell'entrata in guerra l'Italia contava su 400.000 automobili, molto meno di oggi. Durante l'ultimo conflitto il parco praticamente si disfa per distruzioni, requisizioni, legittime o meno, furti, mancanza di manutenzione, rovina per occultamento o incuria.

Stime ragionate lasciano supporre che nel momento peggiore, nel 1945, si fosse a 100.000 veicoli, e quasi tutti autocarri, perchè praticamente le vetture erano scomparse. Ne deriva che il nostro parco attuale è relativamente giovane, perchè ricostruito cominciando da zero o quasi. Nelle cifre che precedono non si comprendono, evidentemente, le disponibilità militari.

Dopo il 1946 la ricostruzione dei trasporti avviene con ritmo accelerato e fortissimo ed è del resto naturale perchè preludio necessario alla ricostruzione dell'economia in genere. Logicamente, prima si è ricostituito il parco autocarri e poi quello vetture.

In dodici anni si è passati da 100.000 unità a, come si diceva, 1.650.000 e questo è ritenuto un record italiano di dati assoluti, e mondiale per l'incremento percentuale.

Dopo il rallentamento del 1947-49, in concomitanza con una lieve recessione nell'economia mondiale, puntualmente ogni anno si sono aggiunti 100.000 veicoli, poi più in là 150.000 ed oggi possiamo

dire 200.000 veicoli all'anno. L'aumento quindi è progressivo.

Un'altra osservazione interessante fra le molte possibili concerne il peso del trasporto merci sulla circolazione generale delle varie epoche, cioè quanta parte del parco è destinata alle merci, e quanta alle persone. Il parco merci, come si è detto prima, era quasi insignificante nel 1915; le esperienze belliche lo accrescono e dal 1925 al 1930 ogni cinque veicoli uno trasportava merci.

All'inizio della lotta tra trasporti su strada e su rotaia intorno al 1930, questo rapporto sale gradatamente fino a 1 a 4. Diverse cause hanno provocato questo: dal punto di vista tecnico, i successi della trazione Diesel ed il diffondersi del rimorchio, ma anche fattori economici. Verso quell'epoca hanno cominciato a formarsi aziende di trasporto merci organizzate, che potevano assumere il trasporto per conto terzi con i relativi rischi a tariffe rese pubbliche, su linee prestabilite, e quindi anche trasporti a collettame. Naturalmente dopo il collasso bellico è aumentato enormemente questo rapporto, ed oggi possiamo dire di essere tornati alla proporzione 1 a 4.

Tuttavia occorre notare che nel dopoguerra il parco autocarri è costituito molto più che nell'anteguerra da mezzi leggeri ed anche da quelli che con termine tecnico si chiamano derivati, perchè sono derivazioni di un telaio di vettura, una 1100 furgone, per esempio.

Quindi pure il rapporto è inferiore, se si considera la capacità di tonnellaggio trasportabile.

In generale si può dire che con lo sviluppo del reddito, con il miglioramento del benessere il detto rapporto tende a spostarsi a favore del trasporto individuale. In Cina il piccolo autoparco è formato quasi tutto da autocarri, ma all'estremo opposto, negli Stati Uniti, gli autocarri formano un ventesimo della circolazione.

Questo rapporto perciò tenderà a spostarsi ancora in avvenire.

L'andamento dei motocicli nel passato è all'incirca simile a quello descritto, anche se non ricostruibile con esattezza, perchè per i motocicli leggeri e gli scooters

si dispone di dati precisi soltanto dal 1951. Per quelli superiori a 125 cm³, comunque il parallelismo del loro movimento, nel tempo, con quello dei parenti maggiori, le automobili, è notevole, e denota pure una sensibilità alla congiuntura pur se forse minore. Essi sono triplicati dal 1920 al 1930 e non quintuplicati come i « quattro ruote », e sono raddoppiati nei nove anni successivi. Dal 1946 ad oggi il coefficiente d'aumento è notevole, di circa 7.

A questo punto vien naturale di chiedersi: è possibile prevedere l'avvenire lontano? La statistica non è l'arte profetica, ma nei manuali di metodologia statistica si impara l'estrapolazione; un'operazione matematica con cui si prolunga la curva basata sull'esperienza del passato con la stessa forma per un certo numero di anni.

L'estrapolazione è basata su un'assunzione, cioè che i medesimi fattori che hanno determinato il passato continuano a giocare con la stessa intensità in avvenire. Ciò è arbitrario; ed ancora occorre ben spesso non considerare tutto il passato, ma escluderne tratti influenzati da cause anormali (guerra).

L'estrapolazione in definitiva è facile da studiarsi in formule matematiche, ma molto delicata da applicare perchè implica sempre una scelta che non è matematica ma intuitiva.

In materia di circolazione nel futuro hanno avuto larga diffusione i calcoli fatti dal compianto Prof. Vezzani. Queste previsioni risalgono al 1952, ed erano state criticate in partenza perchè ritenute troppo ottimistiche, ma alla prova della realtà si sono dimostrate molto al di sotto della realtà. Tanto per citare un caso: il Vezzani supponeva che a fine 1957 avrebbero circolato 900.000 vetture, 414.000 veicoli industriali, e noi sappiamo aver ormai largamente superato queste cifre.

Anche l'ANFIAA ha avanzato una previsione in questo campo presentandola al VI Congresso dei Trasporti del 1956, e sinora essa corrisponde abbastanza alla realtà. Se essa si dimostrerà esatta anche per l'avvenire, nel '60 dovremmo avere 2.139.000 veicoli, di cui 1.629.000 vetture, e nel 1964

2.864.000 di cui 2.220.000 vetture. Questa previsione si riferiva all'ipotesi fondamentale del Piano Vanoni per quel che concerne produzione, occupazione, reddito, stabilendo una correlazione matematica fra questi fenomeni e la circolazione automobilistica.

Questi divertimenti matematici se non sempre sono utili nel dettaglio, possono segnalare un ordine di grandezza dello sviluppo nell'avvenire.

Altro problema interessante è la distribuzione di questo parco nelle varie parti d'Italia. Lo si può studiare con esattezza, perchè l'iscrizione al Pubblico Registro è fatta per Province, cioè secondo la targa.

Occorre tuttavia non sopravvalutare il significato della ripartizione che è piuttosto un indice del livello economico del potere d'acquisto della Provincia, che non del suo traffico. Infatti i veicoli non circolano solo nella provincia in cui sono immatricolati, ma anche al di fuori; basti pensare ad una località di villeggiatura o ad un capoluogo dove convergono automobili di altre città.

Innanzitutto qualche cifra assoluta. L'Italia Settentrionale conta per tre quinti nella circolazione totale. Un altro quinto spetta all'Italia Centrale, ed altrettanto all'Italia Meridionale ed alle Isole.

Come ci attendiamo, nella graduatoria per Regioni la Lombardia è in testa, col 20 % del parco. Segue il Piemonte, il Lazio per l'influsso di Roma evidentemente, ed assieme queste tre Regioni contano per circa la metà dei veicoli circolanti. La distribuzione del parco è dunque lungi dall'essere uniforme.

La graduatoria per Regioni segna una netta discesa da Nord a Sud; tra le zone meridionali solo la Sicilia e Campania superano il 5 %, evidentemente perchè di larga estensione.

Poichè Province e Regioni non sono circoscrizioni statistiche fra loro equivalenti, ma circoscrizioni amministrative storiche tradizionali, per istituire un paragone significativo bisogna confrontare rapporti di densità, cioè calcolare il numero dei veicoli per mille abitanti o per Km² di superficie.

Prendendo per esempio i veicoli

per mille abitanti, abbiamo a fine 1956: Torino 64 veicoli per mille abitanti; Milano 59; Roma 51; Bologna 44; Firenze 44, e via via sino ad Agrigento 8, ed Enna 7, con un campo di variabilità, come si esprimono gli statistici, molto largo, dato che andiamo da 7 a 64. Qualche cosa del genere avviene per i motoveicoli, dove si passa nel 1956 da 90 motoveicoli per mille abitanti a Torino, a 10 ad Enna, o 7 a Potenza.

Molto utile un raffronto fra questi valori medi ed il reddito pro-capite nelle varie Regioni o Province, oppure con altri indici del movimento economico, quali le imposte pagate, il movimento postale, gli affari, i consumi, ecc. Allora si rileva un parallelismo tra questi sintomi del benessere economico di una zona e la motorizzazione, ma con l'avvertenza che il distacco fra indici di benessere è molto minore che tra indici di motorizzazione. In altre parole, appena in una Provincia, in una Regione, in un ceto sociale c'è un po' di più del necessario per soddisfare ai bisogni essenziali, ci si precipita a comprare l'automobile, o almeno il motociclo. In termini economici, si può affermare che la domanda di auto e motoveicoli è molto elastica.

Può essere suggestivo qualche confronto con Stati esteri in materia sempre di densità di motorizzazione. È meglio però limitarsi ai « quattro ruote » perchè per i « due ruote » le cifre non sono sempre comparabili. Questa lacuna conduce a sottovalutare la situazione italiana, dove accanto a una minore densità di « quattro ruote » è notevole quella dei motocicli.

In una graduatoria internazionale abbiamo all'estremo gli Stati Uniti con una densità di 2,5 abitanti per autoveicolo, ed in certe regioni — come la California — meno di 2, il che significa praticamente due vetture per ogni famiglia. Negli Stati Uniti tre quarti delle famiglie posseggono l'automobile ed il 10 % ne posseggono più di una, eppure anche se è vero che da un anno e mezzo il mercato automobilistico americano segue una recessione, segni di saturazione assoluta non ne appaiono.

Il Canada, la Nuova Zelanda, l'Australia non sono molto lontani da queste condizioni. Più netto è il distacco con un altro gruppo di Stati: dove si può dire che l'automezzo è considerato un abituale mezzo di lavoro, ma non ancora alla portata di tutte le classi: Svezia con 7,5; Francia con 8,5; Gran Bretagna con 9,5; Svizzera con 12,2; Germania con 16. In altre Nazioni ancora l'automobile è consueto solo per le classi medie ed elevate, come l'Olanda con 20, l'Italia con 30, il Portogallo con 53. Si passa poi per gradi all'indice della Spagna di 95, e della Turchia con 150.

In genere poi bisogna dire che l'automobilismo è un aspetto della civiltà occidentale di razza bianca.

Se noi passiamo all'Egitto siamo di fronte a 225 abitanti per autoveicolo, nell'India 1083, ed in Cina 3947.

Alcuni studiosi hanno indagato le cause di queste differenze nel livello di motorizzazione nei diversi Paesi. Il francese M. Doyen ha creduto di indicare come fattore determinante del livello l'imposizione fiscale specifica, cioè l'imposta dei carburanti e la tassa di circolazione.

Secondo altri studiosi tra cui il Prof. Zignoli, il fattore decisivo è il reddito pro-capite. Comunque questi due sono gli elementi fondamentali: il reddito medio e l'imposizione fiscale.

Accanto a questi operano in minore misura altri elementi: regime giuridico più o meno sicuro, organizzazione commerciale, esistenza di un'industria locale, ed infine sviluppo della rete stradale. Quest'ultimo punto lo affermiamo secondo il buon senso, giacchè le statistiche non accertano una stretta correlazione. Spesso la buona strada segue nel tempo l'automobile, benchè dovrebbe precederla.

Se la nostra condizione è piuttosto arretrata rispetto all'estero, stiamo riguadagnando rapidamente il tempo perduto; infatti in pochi Stati, come si diceva, l'incremento percentuale nel dopoguerra è paragonabile al nostro.

Lascio da parte le statistiche della consistenza per parlare di quelle del traffico, che dovrebbe-

ro maggiormente interessare il tecnico della circolazione.

Purtroppo esse non sono molto approfondite in Italia. Mi si consenta perciò di accennare a quello che si fa in altri Paesi, soprattutto d'oltre Oceano.

In sostanza, la rilevazione del traffico è una enumerazione di veicoli che transitano in una intersezione o in un punto qualsiasi della strada; di norma si classificano i veicoli secondo la direzione, l'ora, il tipo del veicolo (vettura, autocarro con o senza rimorchio, autobus), ed alle intersezioni si possono classificare anche secondo le svolte.

La rilevazione dura per lo più 24 ore ed è ripetuta in giorni festivi e feriali, in varie epoche dell'anno, così da neutralizzare le variazioni stagionali, e poi si ricompongono questi dati facendone medie ponderate secondo date formule.

Una serie di studi del genere può consentire di costituire una mappa delle correnti del traffico ed in base a queste si dovrebbe razionalmente decidere il tracciato delle strade, ad esempio. La rilevazione può essere fatta a mano, come in Italia, servendosi di schede predisposte, e qualche volta di schede a perforazione, il che permette poi di affidare l'elaborazione alle macchine perforatrici, oppure usando strumenti meccanici.

Questi ultimi in generale sono di due tipi: a cellule fotoelettriche, o a cavi magnetici. Essi presentano il vantaggio della rilevazione continua ma con limitazioni, in quanto non registrano la natura del veicolo e neppure la direzione del suo moto. Alcuni tipi più moderni registrano, il peso ed il numero degli assi, e da questi dati si può risalire al tipo di veicolo.

Il procedimento meccanico è molto costoso nell'impianto, perciò in pratica è utilizzato con continuità. Si può completare la rilevazione meccanica continua che dà il numero dei veicoli, con una rilevazione manuale periodica, con cui si ottiene una ripartizione percentuale dei veicoli in varie categorie. Si applicano poi queste percentuali al numero as-

soluto ottenuto attraverso la rilevazione meccanica.

È questo un tipico procedimento, e quindi con tutte le limitazioni inerenti, poichè non è certo ma solo presupposto che le qualificazioni verificate in alcuni giorni debbano necessariamente estendersi all'intero anno.

Un caso particolare di rilevazione urbana è quello del movimento pedonale, al fine, ad esempio di studiare opere come: salvagenti, passaggi sotterranei.

Un'altra ricerca piuttosto onerosa, ma interessante, è quella di seguire le targhe di veicoli, segnandole cioè a certi passaggi obbligati, e così ricostruire i percorsi compiuti. Si viene così a conoscere quanti veicoli hanno attraversato il centro, quanti vi si recavano, quanti si avviavano alle zone residenziali, quanti nelle zone di negozi, e via dicendo.

In generale queste indagini sono più frequenti e profonde sugli autocarri, perchè allora alle finalità di regolamentazione del traffico si accompagnano quelle economiche: può essere necessario sapere che cosa trasportano, se sono al viaggio di andata o a quello di ritorno, se il ritorno lo fanno a pieno o a vuoto, se trasportano a carico completo o a collettame, se per conto terzi o in conto proprio, le dimensioni delle gomme, il carburante usato, e così di seguito.

Naturalmente la preparazione di questionari dev'essere affidata a statistici, in collaborazione con l'ingegnere del traffico o l'economista che ha presente l'obbiettivo da perseguire.

La rilevazione di autocarri può avvenire in vari modi: innanzitutto fermando gli autocarri in punti predisposti, ed intervistando il guidatore. Questo metodo richiede molta comprensione da parte dei camionisti, ed in generale anche l'aiuto della Polizia della Strada. Esso però può essere messo in opera solo in zone ed ore di non eccessivo traffico.

All'arresto del veicolo invece ci si può limitare a consegnare una cartolina con risposta pagata, con poche domande con due parole di spiegazione, lasciando all'autista di compilarla con maggior tranquillità. Questo sistema è più semplice ma non tutti rispon-

dono, e quelli che lo fanno, proprio perchè più diligenti o interessati al problema, non sono affatto rappresentativi dei loro colleghi.

Infine si possono interpellare i camionisti a domicilio con un questionario predisposto.

Naturalmente occorre interrogarli verbalmente e non per lettera, per non ricadere nell'inconveniente del metodo precedente.

Negli Stati Uniti si fanno oltre a queste, varie sorta di indagini, di cui alcune anche bizzarre ai nostri occhi: velocità dei veicoli a determinati passaggi; distanza media fra automezzi transitanti nella stessa direzione; spazio di frenatura e spazio di decelerazione; numero delle vetture parcheggiate in certe zone; tempo medio ed ora del parcheggio; provenienza dei parcheggiati; scopo della loro venuta nel centro urbano. Interessante anche la così detta statistica a cordone, spesso di fine settimana: stabilito un cordone di controllo intorno al centro urbano, vien segnata l'ora ed il tipo di veicolo, la sua direzione.

In Italia l'ANAS compie ogni cinque anni e secondo norme internazionali un censimento stradale; difatti esso ha avuto luogo nel 1933 e nel 1938, e dopo l'intervallo bellico nel 1950 e 1955. Queste statistiche ANAS dovrebbero costituire il « vademecum » dell'ingegnere del traffico. Tali rilevazioni presentano però due manchevolezze: intervallo troppo ampio, 5 anni, e ritardo con cui appaiono, tanto che il censimento 1955 è stato pubblicato nel 1957 inoltrato. La mole dei dati da elaborare è infatti enorme.

Il censimento suddetto si basa su 14 rilevamenti diurni e 6 notturni, scaglionati durante l'anno secondo una certa formula studiata dal Comité des Transports della Commissione Economica per l'Europa. I posti di osservazione nel 1955 erano ben 1.995, con un intervallo medio di circa 10 Km, e quindi molto fitti.

Rispetto all'anteguerra si nota che l'incremento non è uniforme su tutte le strade, ma è in atto una tendenza alla concentrazione sui più importanti itinerari, come l'Emilia, la Padana, Inferiore e Superiore, la Strada dei Giovi, la

Porrettana, la Pistoiese, l'Adriatica, ecc.

Ecco ora alcuni dati sulla media giornaliera dei passaggi.

Sulla Padana Inferiore 25.000 passaggi a Borgo Navile vicino a Torino, sulla Padana Superiore in un punto vicino a Verona 20.000, sulla Tirrena Inferiore 13.000, e così sull'Aurelia, 12.000 sull'Adriatica. Queste le punte, mentre in altri passaggi nelle stesse strade si segna 5.000, 7.000.

Attribuendo ad ogni tipo di veicolo un tonnello medio forfettario, si può calcolare un tonnellaggio non reale ma virtuale, e sufficientemente approssimativo. Questo computo ha permesso di segnalare che dal 1938 al 1950 il tonnellaggio è raddoppiato.

Ancora più degno di nota è che dal 1950 al 1955 il numero dei passaggi è quasi triplicato, anche se il paragone è approssimato perchè i metodi di rilevazione ed i posti di osservazione purtroppo sono stati cambiati nel frattempo. Ma lo stesso commento ufficiale conferma che i passaggi sono triplicati.

Analizzando per categorie, si osserva un incremento grandissimo nei motocicli, e fino al 1950 anche negli autocarri e autotreni, grande nelle vetture e negli autobus, mentre i cicli sono stazionari e la trazione animale, come si può immaginare, è in forte regresso.

Sulle autostrade l'incremento del traffico sarebbe minore, se misurato con il numero di biglietti venduti. Ora dal 1950 al 1955 sulla maggior parte delle autostrade si ha un incremento dal 50 al 60 %, con punte ad esempio nella Venezia-Padova, del 130 %.

In sostanza, dal 1938 al 1955 il traffico risulta sestuplicato. E poichè siamo nel 1958, e dal 1955 al 1957 il parco è ancora aumentato del 25 %, e quindi il traffico almeno di altrettanto se non più, bisogna riconoscere un incremento di almeno otto volte rispetto all'anteguerra.

Un altro fatto che l'ingegnere del traffico deve conoscere statisticamente è la strada. Purtroppo su molte categorie non si hanno notizie: le militari, le consorziali e di bonifica, le vicinali e private, ed anche le comunali urbane per

le quali esiste solo una stima per la lunghezza complessiva di Km 20.000. Si conoscono invece esattamente le statali, le provinciali, le comunali e le extraurbane. In altre parole, la ripartizione è fatta secondo l'Ente che le amministra.

Ora, al 31-12-1957 l'Italia disponeva di Km 24.920 di statali di cui il 92 % è protetto. (Quindi si lamentano ancora statali non protette); Km 47.505 di provinciali, di cui il 70 % è protetto; Km 108.554 di cui solo il 10 % è protetto di comunali extraurbane.

Quanto sopra dà un'idea del lavoro ancora da compiere nel nostro Paese.

Mancano completamente rilevazioni aggiornate sulla larghezza media, sul raggio di curva, sul tipo di pavimentazione, sulle opere d'arte, e altre caratteristiche della rete.

Un'interessante elaborazione è il rapporto fra la lunghezza delle strade e la superficie o la popolazione di un territorio. Considerando questi indici, si apprende che la densità stradale è maggiore nel Nord e nel Centro che nel Sud, e questo non è inatteso. Meno noto è che le statali sono più dense nel Sud che nel Nord, e ciò perchè le Province ed i Comuni meno dotati di mezzi hanno dovuto abbandonare parte delle strade allo Stato.

Ciò porta a riflettere che la statistica dell'ingegnere del traffico dovrebbe porre in luce anche l'aspetto finanziario del problema stradale, e quindi seguire i bilanci dell'ANAS e per quanto possibile quelli delle Province e dei Comuni.

In queste ricerche è prudente separare sempre le spese generali che non vanno a diretto vantaggio della strada, dalle spese di manutenzione ordinaria, e queste dal finanziamento delle nuove opere o della ricostruzione e ammodernamento.

Una cifra interessante è per esempio la manutenzione per chilometro: per le statali si spendono 600.000 lire al Km, per le provinciali 300.000 per le comunali extraurbane 100.000 e per le urbane 600.000.

Il più aggiornato studio afferma che nel 1957 fra tutti gli enti pubblici, cioè Stato, Comuni, Provin-

TRAFFICO 1955 SU ALCUNE STATALI

Media giornaliera dei passaggi nelle due direzioni (Fonte: A. N. A. S.)

Posti di osservazione Località	Provincia	Motocicli scooters anche c/ carrozz.	Auto- vetture anche c/ rimorch.	Autocarri e trattori senza rimorch.	Autocarri e trattori c/ rimorch.	Autobus e filobus anche c/ rimorch.	Totale dei passaggi
S. S. n. 1 « Via Aurelia » (Km. 697,330)							
Ponte Uggione	Km. 319,900 Livorno	2.423	3.756	879	891	298	11.366
Pisa (S. Giovanni al Gatano)	» 334,600 Pisa	2.512	3.122	755	771	168	13.450
Ponte sull'Entella	» 480,830 Genova	2.414	3.208	575	169	450	10.723
Varazze	» 561,000 Savona	1.842	4.102	815	433	269	10.308
S. S. n. 6 « Via Casilina » (Km. 192,420)							
Centocelle	Km. 6,900 Roma	5.974	5.806	1.187	256	1.094	17.527
Torrenova	» 12,182 Roma	2.901	3.065	899	253	461	8.649
P.le de Matteis	» 83,600 Frosinone	610	1.385	506	199	305	3.888
S. S. n. 7 « Via Appia » (da Roma a Benevento - Km. 262,500)							
Acquasanta	Km. 7,000 Roma	3.312	7.862	919	194	906	15.088
Albano	» 24,900 Roma	1.974	3.937	1.165	276	777	9.477
P.te Ligno	» 242,150 Benevento	816	2.311	1.338	791	91	7.124
S. S. n. 7 bis « Di Terra di Lavoro » (Km. 80,915)							
S. pass. D. D. Roma-Napoli	Km. 13,640 Caserta	1.138	2.504	823	648	259	8.518
Scampia	» 23,300 Napoli	1.103	3.013	844	454	266	7.639
V.le di Avellino	» 80,900 Avellino	1.296	2.622	1.009	300	588	7.883
S. S. n. 9 « Emilia » (Km. 329,329)							
Viale Ronco	Km. 46,100 Forlì	3.574	4.300	846	699	183	18.612
Ab. Castel Bolognese	» 70,200 Ravenna	2.818	5.274	1.095	1.268	185	16.503
C. C. Due Madonne	» 107,358 Bologna	2.946	4.646	1.053	685	180	14.968
Crocetta	» 205,460 Parma	2.390	4.047	942	1.116	386	13.970
Bivio S. S. per Cremona	» 259,538 Piacenza	1.762	4.251	982	1.627	330	13.437
S. S. n. 10 « Padana Inferiore » (Km. 374,051)							
Borgo Navile	Km. 9,500 Torino	5.407	6.409	2.406	1.412	262	25.425
Bivio per Casale	» 59,080 Asti	1.781	3.205	1.077	909	230	12.541
Tortona	» 113,300 Alessandria	2.332	4.102	1.778	1.891	73	17.520
Giardini Pubblici MN	» 288,262 Mantova	1.929	2.999	575	385	291	12.673
S. S. n. 11 « Padana Superiore » (Km. 425,832)							
Milano, Dazio via Padova ..	Km. 151,185 Milano	3.970	5.261	1.094	1.124	388	16.653
C. C. Ponte sul Mella	» 231,340 Brescia	3.254	4.019	828	959	206	17.088
Borgo Milano	» 299,911 Verona	3.474	6.766	905	891	294	19.790
Chiesanuova	» 380,940 Padova	1.734	3.555	389	526	342	15.397
S. S. n. 16 « Adriatica » (da Padova a Rimini - Km. 203,690)							
Bassanello	Km. 3,195 Padova	1.457	3.399	696	758	191	11.962
Bassanello di Rovigo	» 43,000 Rovigo	1.312	2.384	454	574	108	8.241
B. Casaglia	» 72,600 Ferrara	1.536	2.387	616	754	232	10.326
B. Faenza	» 148,830 Ravenna	2.934	3.730	515	434	101	11.059
C. C. Colonella	» 204,752 Forlì	1.415	1.831	578	672	98	8.326
S. S. n. 18 « Tirrena Inferiore » (Km. 574,777)							
S. Croce	Km. 39,400 Salerno	1.921	3.760	1.230	423	351	10.559
Baraccone	» 486,879 Catanzaro	1.678	2.674	1.979	411	49	9.643
S. S. n. 33 « Del Sempione » (Km. 144,434)							
Tra Pero e Rho	Km. 12,000 Milano	1.997	3.393	663	544	172	9.347
Terza curva delle Groppine (dopo l'accesso all'autostrada) ..	» 52,200 Varese	2.251	4.354	592	390	131	9.969
S. S. n. 35 « Dei Giovi » (Km. 172,114)							
San Bernardino	Km. 68,050 Alessandria	1.726	4.475	890	1.640	424	12.516
San Martino Siccomario ..	» 86,800 Pavia	1.725	4.766	774	1.046	144	10.425
Ospitaletto	» 133,250 Milano	2.672	4.082	671	409	113	11.108
S. S. n. 64 « Porrettana » (Km. 142,187)							
C. C. Casalecchio	Km. 85,904 Bologna	1.707	1.735	680	430	101	6.705
C. C. Ferrara	» 138,755 Ferrara	1.221	2.463	477	396	105	7.752
S. S. n. 66 « Pistoiese » (Km. 67,660)							
Peretola	Km. 5,300 Firenze	2.573	2.383	1.037	140	357	8.521
Bivio per Empoli	» 34,240 Pistoia	2.911	2.618	613	235	197	12.837

cie, Cassa del Mezzogiorno, Regioni, Enti di bonifica, si sono spesi 139 miliardi per le strade, cifra imponente, ma a detta di tutti gli esperti insufficiente.

L'ingegnere del traffico seguirà anche le statistiche dell'E.A.M. (Ente Autotrasporto Merci). Ve ne sono di statiche, che rilevano cioè il parco trasporto merci, con al-

tre qualificazioni di quelle offerte dagli specchi dell'A.C.I. di cui si è detto prima, perchè distinguono il conto proprio dal conto terzi. E ve ne sono di quelle

dinamiche, ossia sul movimento trasporto merci, distinto per correnti merceologiche, come i trasporti di ortofruttili, e così via.

La statistica è imparziale, e deve parlare anche degli aspetti dannosi della circolazione; voglio alludere agli incidenti.

Gli incidenti in Italia sono rilevati dalla Polizia della Strada, dai Carabinieri, dai Vigili Urbani al momento dell'evento, e le cifre sono poi elaborate dall'Istituto Centrale di Statistica con la collaborazione dell'Automobile Club d'Italia. Non bisogna chiedere a queste statistiche più di quello che possono dare, come alla bella donna del proverbio.

Lo stesso concetto di incidente è impreciso: l'incidente è definito dalle sue conseguenze e quindi sfuggono dalla rilevazione tutti quei casi che essendo facilmente componibili dalle parti e non avendo provocato danni rilevanti non richiedono l'intervento delle forze di polizia.

Le classificazioni poi si basano su termini di incerta definizione mentre la rilevazione viene spesso compiuta da semplici agenti della strada, da vigili urbani, e non si può essere certi che tutti i rilevatori abbiano lo stesso concetto di ferita grave, di velocità alta, di imprudenza, di manovra pericolosa, anche perchè gli Organi ed i corpi di rilevazione sono molteplici e pertanto le istruzioni, le circolari cui obbediscono sono diverse.

In altri Paesi si è tentato di ottenere maggior uniformità affidando la statistica degli incidenti alle aziende di riparazione, oppure agli assicuratori, ma provocando altri inconvenienti.

Per stabilire paragoni sia nel tempo che nello spazio, e soprattutto con altri Stati, conviene aver riguardo alla cifra dei morti più che a quella dei feriti o degli incidenti. Si badi però che la legge varia dall'uno all'altro Paese; mentre in alcuni si intende morto a seguito di incidente quello che è deceduto entro otto giorni, in altri l'intervallo va sino a 30 o sino a 60 giorni, e ciò non è senza conseguenze sulle cifre.

Ad esempio l'aumento degli incidenti spesso lamentato, tra il

1953 ed il 1957, è in gran parte dovuto al fatto che questa rilevazione è stata molto migliorata nel frattempo.

Cito qualche cifra: nel 1953 si sono verificati 114.000 incidenti con 4.880 morti; nel 1957, 186.000 con 6.875 morti. L'aumento è indubbio, ma se lasciamo da parte gli incidenti per i motivi detti prima, e consideriamo solo i morti, l'incremento è inferiore a quello della circolazione. Del resto questo è un fenomeno consueto anche all'estero: man mano che si intensifica la circolazione, gli incidenti crescono ma non nella stessa proporzione.

Quanto ai danni materiali provocati dagli incidenti, essi sono stati stimati secondo gli autori dai 30 ai 50 miliardi annui. Cifra notevole, ma bassa se paragonata con la distruzione di ricchezza che la cattiva strada reca non nell'incidente, ma attraverso il logorio dei pneumatici, maggior consumo dei carburanti, usura delle parti meccaniche e che, secondo gli autori, ammonta a centinaia di miliardi.

Gli incidenti si classificano a seconda dell'ora, il giorno della settimana, le condizioni del tempo, i mesi dell'anno, i tipi di veicolo coinvolto, la situazione del piano stradale, il tratto di strada, le regioni, le città e molto altro ancora. «Grosso modo» metà degli infortuni sono attribuiti ad inosservanza delle norme di circolazione, e l'altra metà ad imprudenza. Trascurabili sono le altre cause, cioè le avarie del veicolo, lo stato psico-psichico del conducente. Da noi cioè l'alcoolismo ha molto meno importanza che altrove, o forse non viene accertato con lo stesso rigore.

Alcune delle cause più frequenti sono: eccesso di velocità 8%, mancata precedenza 15%, sorpassi irregolari 7%. L'incrocio ed il sorpasso sono pertanto le due maggiori cause, i due momenti più pericolosi in cui si verificano gli incidenti.

Le statistiche degli incidenti nei vari Paesi non sono confrontabili perchè non omogenee, ma non è dubbio che in Italia il rischio è fra i più alti.

Tre sembrano essere le ragioni fondamentali: il nostro parco è in

fase di crescita e grande è il numero di conduttori novellini e senza l'esperienza necessaria; massima è l'eterogeneità dei veicoli, a parità di altre circostanze, sulle nostre strade corrono in maggior proporzione motoveicoli e biciclette, e contemporaneamente autocarri con rimorchi. Evidentemente, una corrente tutta di vetture, e di vetture all'incirca delle stesse dimensioni e potenza come su certe autostrade americane, è molto più sicura.

Una terza causa è certamente da ricercarsi nelle condizioni della strada. Dimostra inoppugnabilmente ciò uno studio compiuto ormai da molti anni dall'Automobile Club d'Italia, e che localizza topograficamente gli incidenti. Esso prova che gli stessi non si distribuiscono spazialmente in modo uniforme ma si addensano su certi tratti della strada, punti singoli o punti neri, o in altre parole punti di morte. Sarà un incrocio a raso, un eccesso di pubblicità, un'assenza di segnalazioni, una larghezza insufficiente, una irregolarità del fondo, un raggio di curva ristretto, una mancanza di visibilità, e talora l'inconveniente letale può eliminarsi con spesa limitata.

Infine si dice da alcuni — ma la questione non compete alla statistica — che l'utente italiano è mosso da uno spirito troppo agonistico, o addirittura anarchico. In quanto questo sia vero, rimedieranno la propaganda e l'educazione, soprattutto nell'età scolastica quando le menti sono tenere.

Concludendo, con lo sviluppo del reddito medio il traffico si intensificherà più che proporzionalmente e perciò, a meno di una crisi generale economica, o Dio non voglia politica, i problemi delle nostre strade, già più pericolose di quelle estere, diventeranno più difficili. A risolverli, in attesa delle costruzioni stradali sempre costose e di realizzazione protratta nel tempo, varrà l'opera di regolamentazione razionale del traffico.

Anche la statistica perciò concorda con altre discipline nell'esortare a formare sollecitamente dei buoni ingegneri del traffico.

Francesco Palazzi-Trivelli

Sui costi e sul valore delle strade

VITTORIO ZIGNOLI, dopo aver ricordato il patrimonio gigantesco investito nei trasporti stradali (vie e veicoli), esamina i costi di massima di costruzione ed esercizio delle strade, con particolare riguardo a quelle con pavimentazione cementizia, e considera infine il reddito di una strada.

In una mia precedente nota ⁽¹⁾ ho accennato all'eccessivo semplicismo di alcune espressioni economiche che vanno per la maggiore nel campo dei trasporti stradali e alle ragionevoli critiche che ad esse si possono muovere in base alle moderne teorie economiche sulla produzione.

Poichè i programmi proposti per le nuove strade nei Paesi dell'Europa Occidentale che più sono legati alla nostra politica economica (Italia, Francia, Svizzera, Germania Occidentale, Austria, Belgio e Paesi Bassi) implicano spese superiori ai 5000 miliardi di lire, e poichè la maggior parte delle strade in progetto, avendo carattere internazionale, dovrà essere di tipo permanente, e sarà perciò realizzata per buona parte mediante pavimentazioni cementizie ⁽²⁾ ho ritenuto opportuno applicare a queste ultime alcuni evidenti concetti di economia dei trasporti.

Importanza economica dei trasporti stradali.

Pochi hanno un'idea esatta del patrimonio veramente gigantesco investito nel complesso dei trasporti stradali (vie e veicoli) in una nazione moderna.

Limitando l'attenzione alla sola Italia, che è indubbiamente la meno provvoluta fra le nazioni ricordate sopra, e considerando soltanto con molta prudenza l'ammontare degli investimenti accumulati nel complesso dei trasporti a motore su strada, nello stato in cui strade e veicoli si trovano, coi loro vantaggi e con le loro manchevolezze, considerando cioè per essi la costruzione a nuovo

⁽¹⁾ V. ZIGNOLI: «Finanziamento e rendimento dei lavori stradali» - X Convegno Stradale, Bolzano, 1954.

⁽²⁾ I Tecnici tedeschi, ad esempio, dichiarano che visti i risultati delle esperienze già fatte con le pavimentazioni cementizie, anche per le nuove autostrade verrà mantenuta quasi certamente l'attuale percentuale di esse che è del 90% circa.

e le necessarie deduzioni per vetustà, degradazione, superamento tecnico, decadimento reddituale, ecc., si arriva all'incirca ai risultati della Tabella 1. L'esercizio di tale ingente patrimonio attuale di circa 4.000 miliardi di lire, trascurando l'ammortamento degli impianti fissi, implica una spesa annua che per il 1956 si può all'incirca valutare coi dati della Tabella 2.

TABELLA 1 - Patrimonio investito nei trasporti stradali in lire 1956

IMPIANTI FISSI				
Strade comunali extraurbane	circa Km 110.000 a lire	3.000.000 a km	circa lire	330.000 milioni
Strade comunali urbane	circa Km 20.000 a lire	6.000.000 a km	» »	120.000 »
Strade provinciali	circa Km 44.000 a lire	36.000.000 a km	» »	1.580.000 »
Strade statali	circa Km 24.800 a lire	52.500.000 a km	» »	1.300.000 »
Autostrade	circa Km 500 a lire	100.000.000 a km	» »	50.000 »
Per le strade esistenti, molto prudentemente calcolate nello stato attuale, escluse per abbondanza quelle di bonifica, vicinali, militari, ecc.: totale:				lire 3.380.000 milioni
Gioverà aggiungere quelle in corso di attuazione o di prossima costruzione, anche per sottolineare quanto siano stati prudenti i costi ad oggi, fissati sopra:				
— per Km 1.360 di autostrade in corso di costruzione o di prossima attuazione a lire 220 milioni il Km:			»	300.000 »
— per nuove strade, sistemazione di quelle esistenti, piste ciclabili ecc., indispensabili attualmente:			»	300.000 »
			Totale	lire 3.980.000 milioni
Stazioni di servizio, distributori di benzina, apprestamenti lungo le strade e gli accessi (1)			»	20.000 »
			Totale impianti fissi almeno	lire 4.000 miliardi

MATERIALE MOBILE COMPRESO LE RELATIVE SCORTE INDIVIDUALI

motoveicoli	circa N° 2.700.000 a lire	33.000 circa lire	89 miliardi	
rimorchi	circa N° 34.000 a lire	500.000 circa lire	17 »	
autovetture	circa N° 880.000 a lire	200.000 circa lire	176 »	
motofurgoni	circa N° 100.000 a lire	100.000 circa lire	10 »	
autocarri	circa N° 350.000 a lire	830.000 circa lire	290 »	
autobus	circa N° 18.000 a lire	1.000.000 circa lire	18 »	
Totale parco autoveicoli a motore, esclusi i militari, i postali, i trattori, ecc. - valore attuale nello stato in cui si trovano				lire 600 miliardi
Totale degli investimenti (valore attuale)				lire 4.600 miliardi
Togliendo i 600 miliardi di strade di prossima esecuzione restano				lire 4.000 miliardi

(1) La modestia delle cifre assunte è dimostrata anche dal valore di 20 miliardi di lire fissato per le stazioni di servizio e altri apprestamenti, che l'Armani nel suo accuratissimo studio «Gli autotrasporti italiani nell'anno 1955» (Trasporti Pubblici) stimava in 45 miliardi di lire.

TABELLA 2 - Costo dell'esercizio del patrimonio investito nei trasporti stradali a motore

Manutenzione strade provinciali e comunali in gestione alle provincie	lire 16.000 milioni	
Manutenzione strade comunali	» 6.850 »	
Manutenzione strade urbane	» 10.000 »	
Manutenzione della grande viabilità (ANAS)	» 13.000 »	
Spese generali ANAS, provincie, comuni per uffici strade	» 4.000 »	
Spese per autostrade in concessione	» 150 »	
Totale per manutenzione ed esercizio fissi in lire 1956	lire 50 miliardi	
Costo del trasporto di circa 71,6 miliardi di viagg.-Km	lire 760 miliardi	
Costo del trasporto di 33,3 miliardi di tonn-Km (1)	» 861 »	
Distruzione di ricchezza per incidenti e infortuni (2)	» 36 »	
Totale esercizio materiale mobile in lire 1956:	lire 1.657 miliardi	
arrotondati in	lire 1.650 miliardi	
Totale esercizio dei trasporti stradali a motore in lire 1956:	lire 1.700 miliardi	

(1) Secondo le note elaborazioni dell'Ing. Franco Armani dell'Ispettorato Generale della motorizzazione civile, pubblicate in Trasporti Pubblici.

(2) Nel 1955 si ebbero 139.754 incidenti con 5.752 infortuni mortali e 111.537 infortuni non mortali. Per un computo medio si può ritenere che questi incidenti apportino alla nazione una perdita di ricchezza in lire 5 milioni per ogni infortunio mortale e di lire 50.000 per ogni incidente. Si arriva così all'incirca ad una distruzione di ricchezza di 29 miliardi più 7 miliardi che danno il totale di 36 miliardi di lire.

Risulta da essa che il costo annuo d'esercizio delle strade coi relativi veicoli a motore, sul valore attuale di circa 4.000 miliardi di lire, impegna una cifra di circa 1.700 miliardi di lire pari al 40 % circa.

Tenuto conto del tipo di immobilizzo, la circolazione del denaro è notevole, come appare, ad esempio, da un confronto con la circolazione delle ferrovie italiane.

Immobilizzi e circolazione di denaro per le ferrovie italiane.

Io calcolo in circa 4.000 miliardi il patrimonio investito ad oggi nelle ferrovie italiane nello stato in cui si trovano, escluso naturalmente qualsiasi concetto di reddito.

I prodotti del traffico, nel 1955, sono stati di 233 miliardi di lire. Ammessa fra deficit generale, spese di ammodernamento, contributi ecc., escluso naturalmente l'ammortamento, che è escluso anche per il computo precedente relativo alle strade, una ulteriore spesa di 167 miliardi in cifra tonda, si arriva a 400 miliardi contro 4.000 di patrimonio investito. La circolazione è soltanto del 10 %.

Distribuzione dei servizi degli autotrasporti ai vari settori economici.

La Tabella 3 fornisce, in percentuale e in valore per l'anno 1956, secondo elaborazioni dello scri-

TABELLA 3 - Distribuzione dei servizi degli autotrasporti ai vari settori economici per l'anno 1956

Settori economici	Percentuale del costo totale	Costo del servizio in lire 1956 per l'anno 1956 miliardi di lire
Agricoltura, zootecnica e foreste	11,30%	lire 184,0 miliardi
Estrazione minerali	0,76%	» 12,4 »
Industrie alimentari	21,70%	» 351,5 »
Industrie tessili	1,58%	» 25,7 »
Industrie abbigliamento e cuoio	0,13%	» 2,1 »
Industrie del legno	1,83%	» 29,8 »
Industrie della gomma	0,23%	» 3,7 »
Industrie della carta e della tipografia	0,27%	» 4,4 »
Industrie varie	2,74%	» 44,0 »
Industrie chimiche	0,76%	» 12,4 »
Industrie dei metalli ferrosi	0,48%	» 7,8 »
Industrie dei metalli non ferrosi	0,13%	» 2,1 »
Industrie meccaniche	4,40%	» 72,0 »
Industrie per le lavoraz. dei minerali non metallici	2,50%	» 40,5 »
Industrie delle costruzioni edili	6,70%	» 108,5 »
Industrie per raffinazione di olii minerali	1,70%	» 27,5 »
Industrie per i derivati del catrame	0,34%	» 5,5 »
Industrie dei trasporti	0,46%	» 7,4 »
Totale settori industriali	58,01%	lire 941,3 miliardi
Commercio e distribuzione minuta	34,10%	» 551,3 »
Consumi civili	7,60%	» 124,0 »
Spese governative	0,29%	» 4,7 »
Totale	100,00%	lire 1.621,3 miliardi

La parte che riguarda la produzione e il commercio è di 1.492,6 miliardi di lire 1956, mentre 128,7 miliardi di lire riguardano i consumi civili e le spese governative.

vente, la distribuzione del costo degli autotrasporti ai vari settori economici.

Incidenza degli autotrasporti nella formazione del reddito nazionale.

La Tabella 4 indica la percentuale dei costi degli autotrasporti che vanno a favore dei vari settori produttivi che forniscono ad essi quanto necessario per il loro esercizio, nonché i corrispondenti valori per l'anno 1956, secondo elaborazioni dello scrivente.

I costi dei trasporti si possono considerare come un valore da aggiungere ai costi delle merci e dei servizi per ottenere il costo totale ai prezzi del consumatore.

La Tabella 3 fornisce gli elementi per studiare il grado di attivazione che i trasporti stradali a motore apportano agli altri settori, che a loro volta attivano i settori ai quali attingono.

Calcolando il grado di attivazione totale diretta e indiretta si hanno gli elementi per determinare, in linea di grande massima, l'influenza dei trasporti a motore su strada, sul reddito nazionale.

Da un certo punto di vista an-

drebbero detratte dal totale le quote destinate ad usi civili e governativi, sebbene anch'esse diano lavoro alle autorimesse, ai manutentori, alla ricostruzione tecnica, agli albergatori, cosicché per altra via rientrano nella formazione del reddito, e ciò può ritenersi accettabile in quanto nei computi non si tien conto dell'apporto fornito dal turismo estero motorizzato, che è certamente notevole.

Amnesso che la produzione totale netta ai prezzi del produttore, possa essere stata per il 1956 attorno a 20.500 miliardi di lire, l'incidenza della quota dei trasporti a motore su strada su tale cifra (che tolto quanto riguarda i consumi civili e governativi assomma a lire 1.492,6 miliardi) sale al 7,3 % circa, e quindi se il reddito nazionale per il 1956 fosse stato, come presumo (3), attorno a 12.500 miliardi di lire, l'apporto dei trasporti a motore su strada, e quindi delle strade sulle quali essi circolano, sarebbe stato di $12.500 \times 0,073 = 910$ miliardi di lire circa.

(3) Esso non è ancora definito, è stato però di 11.789 miliardi di lire nel 1955.

TABELLA 4 - Percentuale dei costi dei trasporti a motore dell'anno 1956 da attribuire ai vari settori produttivi fornitori diretti e loro valore in lire 1956

Settori	Tasse e imposte		Settori produttivi		Salari e stipendi	
	percentuale	miliardi lire 1956	percentuale	miliardi lire 1956	percentuale	miliardi lire 1956
Allo Stato per tasse e imposte (escluse quelle sui trapassi e sulle lavorazioni intermedie)	20,5%	331				
Benzina (escluse tasse)			3,4%	55,1		
Gasolio (escluse tasse)			4,0%	65,0		
Lubrificanti (escluse tasse)			3,8%	61,8		
Pneumatici (senza IGE)			5,6%	91,0		
Ricovero (autorimesse, ecc.)			8,5%	138,3		
Manutenzione e ricambi (off. meccaniche)			9,7%	157,2		
Rinnovo tecnico (fabbriche auto)			19,5%	316,2		
Autisti (escluse assicurazioni, ecc.)					12,5%	204,0
Autisti (spese assistenziali)					9,8%	158,0
Assicuraz. veicoli a motore					0,6%	9,7
Spese generali						
Totale	20,5%	331	56,6%	918,6	29,2%	371,7
Imposte e Tasse					20,5%	331,0
Settori produttivi			56,6%	918,6		
Totale costi trasporti					100,0%	1.621,3

TABELLA 5 - Imposte e tasse dirette sulla circolazione dei trasporti stradali a motore

Ragione del gettito	Anni		
	1954	1955	1956
Sui carburanti miliardi di lire	197	223	240
Sui lubrificanti » »	9	13	14
Tasse di circolaz. per auto e moto » »	20	31	39
IGE » »	15	17	22
Altre imposte e tasse varie » »	11	12	16
Totale miliardi di lire	252	296	331

Per altra via si può saggiare l'attendibilità della cifra, osservando che l'attivazione della produzione e quindi del reddito medio nazionale, può ritenersi per i trasporti a motore su strada attorno al 56,6 % cioè a circa 918 miliardi di lire.

Contributo degli autotrasporti al gettito delle imposte e tasse.

È riassunto per gli anni 1954 al 1956 dalla Tabella 5 (4).

Confrontando tali cifre con quelle dei costi dei trasporti a motore nei vari anni (Tabella 6) si vede che è prudente considerare che il 20 % circa del costo tota-

(4) Secondo le diligenti elaborazioni dell'Ing. Franco Armani (Trasporti Pubblici).

le annuo dei trasporti motorizzati su strada sia costituito da imposte e tasse, e che gli Enti pubblici spendano, per la manutenzione della viabilità, meno di 1/6 di quanto lo Stato introita direttamente a causa del traffico relativo.

Ma questo calcolo di massima non tiene conto di quanto lo Stato introita per tasse e imposte sull'incremento del reddito che l'esercizio della viabilità apporta alla Nazione.

Abbiamo visto che l'apporto della strada coi suoi trasporti motorizzati al reddito nazionale poteva ritenersi per il 1956 attorno ai 900 miliardi di lire, e poiché sul totale del reddito le imposte e tasse gravano per circa il 17 %, si può ritenere che per il 1956 le imposte e tasse in più incassate dallo Stato per la circolazione stradale ammonti a circa $900 \times 0,17 = 153$ miliardi di lire circa.

Non vi è qui ripetizione, e questa cifra non sembrerà eccessiva quando si pensi che sulla sola produzione degli autoveicoli e motoveicoli, escluso quanto conteggiato precedentemente (IGE), per i successivi trapassi, da azienda a azienda durante la trasformazione, per le imposte sulle aziende produttrici, per diritti di dogana, per incidenze su assicurazioni statali, lo Stato incassa circa il 20 % del totale, cioè, ad esempio, nel solo settore del rinnovo tecnico, calcolato per il 1956 in 316 miliardi di lire, ben 63 miliardi di lire circa.

Sono quindi ben 484 miliardi circa che fra imposte dirette e indirette lo Stato ha incassato nel 1956 a causa della circolazione motorizzata sulle strade d'Italia.

Amnesso un'entrata tributaria di 2.150 miliardi per l'anno 1956 (erano 2.053 per il 1955) ben $484 \times 100 : 2.150 = 22,5$ % dell'intero gettito dei redditi risulta

sopportato dai trasporti a motore su strada, i quali rappresentano invece soltanto il 7,3 % della produzione totale ai prezzi del produttore.

Sviluppo della circolazione, del reddito nazionale, dei costi dei trasporti a motore e del gettito delle imposte e tasse dirette sui medesimi per i prossimi 10 anni (in lire 1956 secondo elaborazioni dello scrivente).

Nel mio studio più volte citato io avevo calcolato, sulla base delle curve generali di accrescimento nelle varie nazioni, lo sviluppo prevedibile della circolazione per gli anni 1954-1956.

Tali previsioni, per gli anni ormai trascorsi, si sono dimostrate abbastanza attendibili; infatti avevo previsto, al 1° gennaio 1955 e 1956 una circolazione totale di 1.065.000 e 1.186.000 autoveicoli, mentre in realtà essa si è dimostrata di 1.083.062 e 1.245.965 con una netta tendenza all'aumento, rispetto alle previsioni.

In base ai dati attuali e tenuto conto delle previsioni sul reddito nazionale in valore monetario corrente, ritengo che si possano

prevedere per i prossimi 10 anni, in linea di grande massima, e salvo variazioni fondamentali della politica e dell'incidenza dei tributi, i valori della Tabella 6.

Stabiliti così alcuni dati fondamentali per la comprensione di quanto segue, vediamo come la tecnica e l'economia consiglino di studiare le strade per ottenere da esse il massimo rendimento.

Costo delle strade.

Come scrissi altra volta è molto difficile definire i costi delle strade in quanto essi dipendono, a parità dei prezzi di mercato, dal tracciato, dalla larghezza, dai particolari costruttivi, ecc.

Come cifre d'orientamento si possono assumere quelle della Tabella 7 relative alle sezioni tipiche previste a suo tempo dall'ANAS per le nuove strade, e cioè:

a) strada a due striscie e due vie, su unica carreggiata di 7 metri con due banchine di 1 m;

b) strada a tre striscie e due vie su unica carreggiata di m 10,50 con due banchine laterali di un metro;

c) strada a due sedi con due carreggiate di 7 metri separate da

terrapieno centrale di due metri con difese antiabbaglianti e due banchine laterali di un metro; e per 5 tipi di tracciato corrispondenti a difficoltà sempre maggiori della costruzione e cioè:

a) strada in terreno pianeggiante senza particolari difficoltà per l'appoggio sul suolo e senza opere d'arte di particolare importanza, tipo autostrada in progetto Torino-Ivrea;

b) terreno abbastanza facile, con andamento in fondo valle aperto: esempio Camionale Genova-Serravalle nel tratto Rigoroso-Serravalle;

c) terreno accidentato di stabilità mediocre, sviluppo principalmente in fondo valle, ma con difficoltà non lievi in alcuni tratti: come nella Camionale per la tratta Busalla-Rigoroso;

d) terreno fortemente accidentato, pur non essendo necessario guadagnare quota; non si può utilizzare il fondo valle; il terreno, più stabile nei tratti accidentati, è mediocrementemente stabile in quelli più facili come, per la Camionale, il tronco Genova-Bolzaneto;

e) terreno fortemente accidentato, di stabilità mediocre, anda-

TABELLA 6 - Previsioni di larghissima massima sull'andamento della circolazione, del reddito nazionale, delle entrate tributarie, dei costi dei trasporti a motore e dei tributi da essi pagati per i prossimi 10 anni in lire 1956, secondo Zignoli.

Anni	Circolazione				Reddito nazionale		Entrate tributarie		Costi totali dei trasporti a motore su strada per			Tributi diretti pagati dalla circolazione		
	Totale autoveicoli	Totale autocarri	Totale autobus	Totale autoveicoli	Totale di lire	Aumento %	Totale di lire	% de reddito naz.le	viaggiatori miliardi di lire	merci miliardi di lire	totali miliardi di lire	totali miliardi di lire	Percentuale dei costi trasp.	Percentuale dei tributi
1948	218.539	191.680	4.090	414.309	6.506				115,7	257,0	327,7			
1949	266.928	208.821	5.028	480.777	6.978	7,2%			148,0	303,5	451,5			
1950	342.021	222.766	6.511	571.298	7.695	10,3%	1.046,4	14,6%	192,0	335,6	527,6			
1951	425.283	241.857	7.120	674.260	8.835	14,8%	1.233,4	13,9%	259,1	362,0	621,1			
1952	510.189	266.285	7.545	784.019	9.293	5,2%	1.411,5	15,2%	316,0	430,6	746,6			
1953	612.944	295.941	9.173	918.058	10.135	9,0%	1.722,0	17,0%	403,7	614,8	1.018,5	206	20 %	12 %
1954	744.299	329.588	9.175	1.083.062	10.798	6,5%	1.868,3	17,2%	496,6	753,7	1.250,3	252	20,2%	13,4%
1955	879.313	356.287	10.365	1.245.965	11.789	9,2%	2.053,1	17,6%	670,2	830,1	1.500,3	296	19 %	14,4%
1956	1.039.520	374.837	12.098	1.426.455	12.420	6,0%	2.100	17 %	760,0	861,2	1.621,2	331	20,4%	15,8%
1957	1.150.000	395.000	13.000	1.558.000	13.160	6,0%	2.240	17 %			1.820	364	20 %	15,2%
1958	1.250.000	415.000	14.000	1.679.000	13.950	»	2.360	»			2.000	400	»	17 %
1959	1.360.000	435.000	15.000	1.810.000	14.800	»	2.520	»			2.130	426	»	16,8%
1960	1.470.000	455.000	16.000	1.941.000	15.600	»	2.650	»			2.300	460	»	17,2%
1961	1.580.000	475.000	17.000	2.072.000	16.530	»	2.800	»			2.540	490	»	17,4%
1962	1.690.000	495.000	18.000	2.203.000	17.500	»	2.980	»			2.620	524	»	17,5%
1963	1.800.000	515.000	19.000	2.334.000	18.550	»	3.150	»			2.800	560	»	17,8%
1964	1.900.000	535.000	20.000	2.434.000	19.600	»	3.320	»			2.960	592	»	17,8%
1965	2.000.000	555.000	21.000	2.576.000	20.770	»	3.520	»			3.110	622	»	17,7%
1966	2.100.000	575.000	22.000	2.697.000	22.000	»	3.740	»			3.260	652	»	17,6%
1967	2.200.000	595.000	23.000	2.818.000	23.300	»	3.950	»			3.430	686	»	17,3%

TABELLA 7 - Costi di massima delle strade in Italia (1956)

Sezione della strada	Tronchi tipo				
	A	B	C	D	E
tipo terreno piano e facile (Torino-Ivrea)	terreno medio (Rigoroso-Serravalle)	terreno accidentato (Busalla-Rigoroso)	terreno molto accidentato (Genova-Bolzaneto)	terreno molto accidentato in salita (Bolzaneto-Busalla)	
schizzo					
a	Strade ordinarie nazionali (costo a Km) (milioni di lire)				
b	70-90	100-120	130-160	230-270	300-320
	80-110	120-130	160-190	270-310	330-360
a	Autostrade (costo a Km) (milioni di lire)				
b	90-120	140-170	200-230	260-340	360-400
	120-150	170-210	230-270	320-370	400-450

N. B. - Spese eccezionali di esproprio di palazzi, ville, terreni agricoli di alto valore vanno calcolate a parte. - Nei costi suddetti sono comprese le opere d'arte mediamente necessarie. Per esse, in monte, si considera in media una spesa di 600 milioni di lire a Km di ponti, viadotti, cavalcavia, e di lire 800 milioni per Km di galleria in terreno mediocre, per lunghezza non superiore a 3 Km per ogni galleria.

mento altimetrico vincolato dalla necessità di guadagnare quota, come per il tronco Bolzaneto-Busalla della Camionale.

Gli schemi di strade esaminati non rispondono esattamente ai criteri più recenti, soprattutto per le autostrade che vogliono separazione più ampia e soprattutto banchine più ampie, ma i costi non

sono molto influenzati da eventuali variazioni di dettaglio.

La Tabella 8 fornisce come corollario i costi di massima di elementi della strada e particolarmente delle pavimentazioni.

Per giungere a maggior precisione è necessario operare in sede di preventivo su progetto dettagliato.

TABELLA 8 - Costi di pavimentazioni in Piemonte (1956)

Lavori	Costi a m ² in lire
Dissodamento di pavimentazioni in macadam semplici, bitumati e sottofondi in genere escluso il calcestruzzo, spessore medio 30 cm lire/m ²	125
Trattamento con emulsione bituminosa e copertura con graniglia in ragione di 1 m ³ ogni 100 m ² lire/m ²	100
Pavimentazione a penetrazione formata da 12 cm di pietrisco serpetinoso, Kg 4,5 di bitume a 160° previa cilindratura, copertura con pietrischetto e cilindratura, successiva spalmatura superficiale con 1,5 Kg di emulsione al 50% di bitume e copertura con pietrischetto lire/m ²	950
Idem ma con primo strato di 9 cm e Kg 3,5 di bitume lire/m ²	800
Pavimentazione in tarmacadam spessore 10 cm lire/m ²	1.500
Pavimentazione in conglomerato bituminoso dello spessore di 6 cm, copertura con graniglia lire/m ²	900
Pavimentazione in calcestruzzo con pietrisco diorite, cemento 500 — 5 q/m ³ — a m ² , spessore cm 18	3.100
Pavimentazione in calcestruzzo retinato cemento 300-350 kg/m ³ , rete di 3 Kg/m ² , spessore cm 22	3.500

È spesso conveniente separare i componenti principali dei costi perchè alcuni Autori ritengono opportuno assegnare una vita utile diversa ad ognuno di essi.

In particolare l'AASHO consiglia di assumere 100 anni per gli espropri, 40 anni per i movimenti di terra e le opere d'arte, da 10 a 15 anni per le pavimentazioni semplici, 14 a 22 anni per quelle medie, e 23 a 26 anni per le pavimentazioni permanenti. Vedremo in seguito che questa complicazione risulta inutile perchè non porta a sostanziali differenze nei risultati e non è suffragata da ragioni valide.

Va invece osservato che il costo della pavimentazione varia con le caratteristiche e con le norme esecutive prescritte in base al traffico previsto.

Però, a parità di prescrizioni, l'aumento di costo è praticamente trascurabile passando da una esecuzione affrettata e poco curata ad una costruzione eseguita secondo le migliori regole dell'arte, mentre la durata dipende soprattutto dalla bontà del progetto e dell'esecuzione.

Alcune delusioni sofferte per le prime pavimentazioni cementizie erano dovute in buona parte ad una tecnica imperfetta che non poteva basarsi su di un'esperienza sufficientemente estesa, confortata da accurate indagini statistiche e sperimentali.

Evidentemente ognuno dei due tipi di pavimentazione permanente, la flessibile e la rigida, ha campi di applicazione ben definiti, nel caso delle pavimentazioni cementizie. Notevoli, seppure involontarie, deficienze si ebbero soprattutto nella preparazione del sottofondo e del relativo drenaggio, nella scelta del legante, nella granulometria degli inerti, nella percentuale dell'acqua di impasto e infine nella distanza e nella esecuzione dei giunti di dilatazione e di contrazione.

Per il calcolo dell'ammortamento è necessario soprattutto fissare la durata probabile della pavimentazione che, a parità di magistero esecutivo, dipende in modo notevole dall'entità e soprattutto dalla qualità del traffico trascorrente.

È infatti noto, che per le pavi-

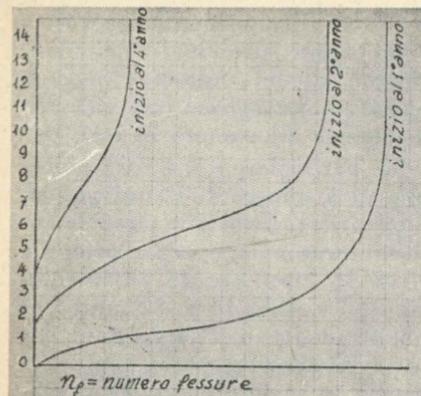


Fig. 1 - Aumento percentuale delle fessure col passare degli anni (Dittrich).

mentazioni cementizie armate normali, l'aumento del 25 % del carico massimo per asse oltre le 8 tonni ha provocato, in alcuni casi, un aumento del numero delle fessurazioni del 600 % (5).

Non è questa la sede per un esame accurato delle esigenze di una pavimentazione cementizia moderna (6), basterà ricordare che le esperienze del Dittrich (7) e i dati raccolti in Germania, Svizzera, Inghilterra e Stati Uniti d'America, indicano per le costruzioni ben eseguite, anche nel caso di traffici notevoli, durate molto elevate. Le fessurazioni, che sono limitate nelle buone costruzioni ad una percentuale modesta delle lastre (ad esempio il 5 %), si formano, come mostra il diagramma della fig. 1, prevalentemente nei primi 3 o 4 anni, di poi aumentano molto lentamente, e se le reti di armatura e i tondi di trasferimento sono costruiti e posati a regola d'arte, non danno noia al traffico in quanto non tendono ad allargarsi col tempo.

Se il piano di posa è sufficientemente stabile, elastico e drenato, e se si sono assunte precauzioni per limitare la resistenza d'attrito fra piastre e piano di appoggio, sulla formazione delle fessure, la cui genesi è in tal caso da attribuirsi prevalentemente al ritiro, hanno notevole influenza: la qua-

(5) F. N. SPARKES: « The natural design of concrete road ».

(6) Dati riassuntivi come sempre interessanti si trovano in ARIANO: « Pavimentazioni in calcestruzzo armato sulle strade europee ».

(7) DITTRICH: « Erfahrungen mit betonstrassen ».

lità del cemento (8), la granulometria degli inerti, il tenore dell'acqua di impasto, la posta di cartoni fra la fondazione e la piastra, ma soprattutto la lunghezza delle lastre (fig. 2).

Il Dittrich (9) in base alle esperienze fatte sulle autostrade tedesche, ritiene che per il Portland l'attitudine ad un buon comportamento delle lastre, dipenda, a parità di altre condizioni, dal rapporto

$$\frac{Al_2O_3 \cdot Mg O}{\sqrt[3]{R_{4900}}}$$

che dovrebbe essere inferiore a 4 ÷ 5.

Conviene quindi limitare non soltanto il tenore di Mg O ma anche quello di Al₂O₃ e tenere non troppo fine la granulometria del cemento in modo da ottenere un elevato residuo su setaccio di 4900 maglie.

In queste condizioni, come è noto, è accettabile un dosaggio di 250 kg/m³ di cemento per lo strato inferiore di 15 ÷ 17 cm sul quale posa la rete (che deve essere piana, con nodi saldati, infittimento delle maglie ai bordi, e avere peso da 2,5 a 3 kg/m²) e di 350 kg/m³ per lo strato superiore di 5 ÷ 7 cm, purchè il rapporto acqua : cemento, sia attorno a 0,45.

Sull'importanza delle particolarità di sottofondo (stabilità, elasticità, gelività, drenaggio, granulometria, resistenza d'attrito) tutti i Tecnici sono d'accordo; la questione meriterebbe però un approfondimento in quanto, ad esempio, il miglior comportamento constatato per le lastre posate su terrapieni anziché in trincea, che alcuni attribuiscono ad un più facile drenaggio naturale, indica che la sola stabilità ed elasticità del sottofondo non garantisce il risultato migliore.

Anche la precompressione che, secondo alcuni, non ha dato finora nelle lastre normali risultati ben chiari, ha invece recentemente fornito, in applicazioni francesi e nel piastrone monolitico lungo più di 500 metri del ponte auto-

(8) Si ricordano gli ottimi risultati ottenuti col cemento d'alto forno.

(9) DITTRICH: « Die Bodenverfestigung und Strassenbau ».

stradale di Colonia, precompresso longitudinalmente e trasversalmente, ottimi risultati anche per la resistenza al gelo, cosicché non è escluso che nei prossimi anni la tecnica anche da noi si orienti verso piastre lunghe monolitiche, come già fanno i costruttori americani in molti casi.

Per la forma classica è nota l'importanza dei tondi di trasferimento che la pratica più recente vuole più fitti ai bordi e con la metà lunghezza non aderente alternativamente nell'una e nell'altra delle due piastre connesse (10).

In definitiva, purchè siano rispettate le condizioni tecniche accennate, si può contare, per le pavimentazioni cementizie, sulla seguente durata (fig. 3):

— per il traffico di 450 veicoli nelle due direzioni e 4000 tonn/giorno di peso circolante anni 30;

— per 1.500 veicoli tipo e 12.000 tonn/giorno di peso circolante anni 26;

— per 3.000 veicoli tipo e 24.000 tonn/giorno di peso circolante anni 22;

— per 5.000 veicoli tipo e 40.000 tonn/giorno di peso circolante anni 18.

Concludendo, affinché la pavimentazione cementizia garantisca i migliori risultati è necessario che essa assicuri il conseguimento dei vantaggi che le sono propri e cioè:

— maggiore portanza (fino a 15 kg/cm² e oltre);

(10) Si vedano gli utili volumetti SIMACOS: « Pavimentazioni in calcestruzzo: costruzione e manutenzione ».

Fig. 2 - Variazione media del numero percentuale di fessure col variare della lunghezza delle piastre. — Via di circolazione. — Via di sorpasso. Numero medio delle fessure per piastra fessurata. — Via di circolazione. — Via di sorpasso.

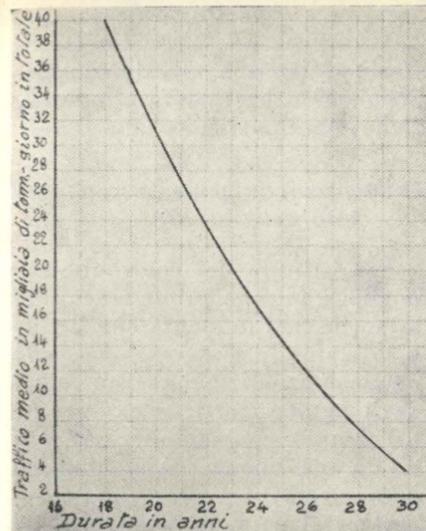
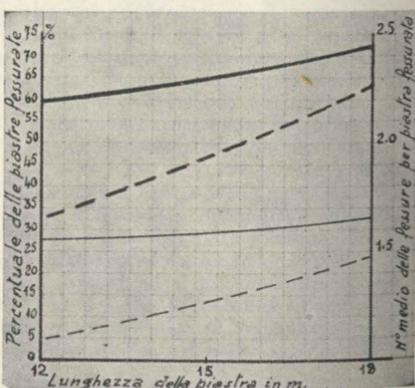


Fig. 3 - Durata delle pavimentazioni cementizie in funzione del traffico medio giornaliero.

— maggiore durata (fino a 30 anni e oltre);

— superficie chiara che facilita la visibilità e non riflette la luce in caso di pioggia;

— inattaccabilità agli olii e ai carburanti;

— resistenza al calore e, mediante appositi aereanti, al gelo;

— minima resistenza al rotolamento (13 kg per tonn) e perciò minor costo chilometrico del trasporto, per risparmio di carburanti, lubrificanti, manutenzione e ricambi;

— ottima aderenza su strada asciutta e bagnata;

— riduzione al minimo dei difetti che le si attribuiscono:

— impermeabilità imperfetta;

— monoliticità incompleta se esistono i giunti;

— minore flessibilità per resistere a diverse condizioni di carico e temperatura;

— maggiore polverosità.

È noto che mediante una buona esecuzione dello strato limite, dei giunti e delle armature si possono eliminare quasi completamente questi difetti.

Costo dell'esercizio di una strada.

Il costo di esercizio di una strada è costituito principalmente dai seguenti addendi:

1) **Ammortamento** - La formula classica dell'ammortamento, inteso come recupero del capitale

impiegato e del relativo interesse (11) è dato dalla

$$I_{\overline{n}} = C_0 \alpha_{\overline{n}} - \frac{C_n}{s_{\overline{n}}}$$

nella quale:

C₀ è il capitale speso inizialmente
C_n è il valore in lire attuali, dopo n anni, del residuo ancora utile
i' è l'interesse annuo

$$\alpha_{\overline{n}} = \frac{(1+i)^n}{(1+i)^n - 1};$$

$$s_{\overline{n}} = \frac{(1+i)^n - 1}{i}$$

Sembra inutile utilizzare la complicazione consigliata da alcuni Autori di scaglionare la vita utile delle varie parti della strada in durate diverse che non hanno convincente giustificazione.

Se si parte dalla durata reale, esistono infatti ancora oggi strade e ponti di costruzione romana utilizzati regolarmente dopo 2000 anni dalla costruzione; se si parte dalla evoluzione tecnica, non ha senso ipotizzare l'avvenire per 100 anni data la rapidità con la quale evolve oggi la tecnica dei trasporti.

Sembra quindi a chi scrive più razionale, trattandosi qui di costruzioni permanenti, che si presuppongono eseguite a regola d'arte, assumere per gli espropri i movimenti di terra e le opere d'arte un valore, all'ennesimo anno, pari all'attuale riportato ad oggi, in quanto l'esperienza insegna che quegli elementi sono sempre utilizzati, magari con adatte trasformazioni, e che il loro valore non diminuisce col tempo, ma aumenta invece per l'inevitabile erosione delle monete di conto.

Si assumerà quindi per n, la durata probabile della pavimentazione, considerata senza valore residuo al termine della sua vita, e per C_n il suo valore attuale.

Si noti che questa razionale semplificazione non porta a notevoli variazioni nei risultati, infatti per una strada avente i seguenti dati:

C₀ = 350 milioni di lire
C_n = 10 milioni di lire di espropri + 240 milioni per movimenti

(11) È noto che non tutti gli Autori sono d'accordo su questa definizione, e che la quota corrispondente si definisce più correttamente accantonamento per vetustà pura.

di terra e opere d'arte con un totale di 250 milioni di lire. Costo della pavimentazione 100 milioni di lire.

Durata di 100 anni per gli espropri, 40 anni per il corpo stradale e 20 anni per la pavimentazione. Tasso d'interesse 8 %.

si ha:

$$I_{\overline{n}} = 10 \times 0,08004 + 240 \times 0,08386 + 100 \times 0,10185 = 31,111 \text{ milioni di lire}$$

mentre ammettendo invece che dopo 20 anni gli espropri e il corpo stradale conservino il loro valore attuale, si ha:

$$\frac{C_n}{s_{\overline{n}}} = \frac{250}{45,76} = 5,463$$

$$C_0 \alpha_{\overline{n}} = 350 \times 0,10185 = 35,647 \text{ milioni di lire}$$

$$I_{\overline{n}} = 35,647 - 5,463 = 30,184 \text{ milioni di lire}$$

Anche per il tasso d'interesse i da adottare i pareri sono discordi; alcuni consigliano di adottare un tasso minore (di quanto?) di quello applicato normalmente dalle banche (come se esso fosse costante!), altri quello al quale le pubbliche amministrazioni possono procurarsi la somma necessaria, tasso anch'esso ignoto perché variabile, infine altri vorrebbero adottato il tasso minimo desiderato dall'imprenditore per assumere i rischi relativi, e anche questo varia secondo la valutazione del rischio da parte dell'impresa.

In definitiva si tratta di indicazioni vaghe che non hanno base razionale, in quanto ad ogni concetto possono corrispondere tassi molto variabili.

Mi sembra molto più semplice e logico assumere un tasso costante, che per l'Italia potrebbe essere il 5 %.

L'esame successivo del reddito della strada determinerà quale tasso ulteriore di utile positivo o negativo essa potrà ragionevolmente fornire, ed in base ad esso si preciserà il tasso reale congetturato che, per opere stradali, potrà scendere anche al 3 % (volesse Iddio che tutte le opere pubbliche, anche nel campo dei trasporti, dessero un interesse anche soltanto dell'1 %) mentre per opere finan-

ziate da privati potrà salire all'8 per cento ed oltre.

Va qui però subito sottolineata una differenza sostanziale fra il reddito da calcolarsi per opere finanziate dagli Enti Pubblici e per quelle finanziate, sia pure in parte, dai privati.

Per la collettività, il reddito di una strada è il complesso delle utilità tradotte in moneta di conto che essa può produrre e che rimangono per buona parte incluse nel reddito nazionale; lo Stato percepisce su di esse l'ammontare delle tasse e imposte che gravano direttamente sui trasporti a motore e che sono abbastanza agevolmente congetturabili, e quelle indirette sull'incremento del reddito che la strada consente e che molte volte si possono meno agevolmente congetturare.

Per il privato, invece, il reddito della strada può essere soltanto il residuo netto che gli rimane, dopo detratte le spese di esercizio, di quanto ha potuto percepire, ad esempio, mediante un pedaggio, e tenuto conto, beninteso, nel calcolo dell'ammortamento e degli interessi, della eventualità di cedere dopo un certo numero di anni all'ente concessionario, gratuitamente, o ad un prezzo prestabilito, la strada.

Evidentemente il profitto del privato non può essere che una piccola parte della utilità totale, non soltanto perchè sfugge all'imprenditore quanto si riferisce all'incremento del reddito delle zone influenzate, ma anche perchè, affinché l'utente del veicolo possa essere attratto ad utilizzare la strada speciale, deve essergli riserbata una buona parte (fino al 50%) dell'economia nelle spese di trasporto, valutata in moneta di conto, che essa gli consente.

2) Costo della manutenzione ordinaria - È molto variabile.

Per le pavimentazioni cementizie, in Svizzera, la Betonstrasse, che accentra la progettazione e la direzione dei lavori relativi, provvede alla manutenzione ordinaria con un compenso medio di lire 6 a m² per gli otto anni successivi ai primi due per i quali la manutenzione è gratuita.

Da noi, ritengo che prudentemente, per le buone pavimenta-

zioni, si possa assumere un costo $C_{mp} = (a + b n) (1 + c T)$ in lire 1956 a m²

essendo T il traffico giornaliero in tonn; n il numero degli anni trascorsi dalla costruzione ed a , b , c dei coefficienti il cui valore di massima è dato dalla Tabella 9.

La spesa di manutenzione dipende però notevolmente dal sistema utilizzato per eseguirla.

Quando si dispongono cantonieri, ad esempio, ogni 3 km anche se, per l'eccellenza della costruzione, il cantoniere non ha nulla da fare; quando poi nel caso di pavimentazione instabili, egli deve correre su e giù, magari in salita, con una carriola a mano per portarsi il materiale necessario, è inevitabile che il suo rendimento sia minimo.

L'organizzazione della manutenzione di una strada moderna va fatta mediante un servizio centrale dotato di rapidi mezzi di trasporto e di lavoro, oppure mediante appalti a ditte specializzate. Comunque, se si tien calcolo della manutenzione dei manufatti, dei piccoli miglioramenti ecc., è necessario aggiungere ai costi forniti dalla tabella una spesa ulteriore da 10 a 20 lire a m².

Da noi, attualmente, il costo medio di una manutenzione ben fatta, eseguita però sempre coi criteri del secolo scorso, è sulle lire 600 mila a km e sale a lire 750.000 per strade di buon traffico. Per strade molto trafficate e pavimentazioni non eccellenti, il

costo è maggiore, sale a lire 1.000.000 al km per l'autostrada Torino-Milano e ad almeno lire 1.500.000 a km per la Camionale Genova-Serravalle.

Influenza della pavimentazione sul costo dei trasporti.

Per istituire dei confronti economici è indispensabile tener conto anche dell'influenza che il tipo e lo stato di conservazione delle pavimentazioni hanno sul costo degli autotrasporti, e ciò perchè l'economia conseguibile per essi su di una buona pavimentazione permanente può essere molto superiore al costo di manutenzione della stessa.

Mancano, purtroppo, esperienze conclusive che consentano di fornire dati precisi in merito; in linea di massima si può ritenere che l'economia annua E conseguibile per km di strada, in funzione del traffico medio giornaliero T in tonn di autoveicoli-tipo e del numero n di anni di vita della pavimentazione, passando dall'uno all'altro tipo sia dato dalla mia espressione:

$$E = d T (1 + e n) \text{ in lire a km}$$

Per i coefficienti d e in linea di grande massima si può assumere:

— passando da pavimentazioni semplici (macadam all'acqua) a pavimentazioni semipermanenti (conglomerato bituminoso aperto) $d = 1.500$ ed $e = 0,035$, validi per $T \leq 5.000$ tonn/giorno ed $n \leq 15$ anni.

TABELLA 9 - Valori di massima dei coefficienti a , b , c per il calcolo del costo della manutenzione delle pavimentazioni in lire a m²

Tipo della pavimentazione	Vita probabile anni	Valori dei coefficienti		
		a	b	c
Pavimentazioni semplici (macadam all'acqua, terra stabilizzata senza leganti, ecc.)	10-15	10	3	0,0025
Pavimentazioni medie (semipermanenti) (terra stabilizzata con leganti, macadam con trattamento superficiale, conglomerato bituminoso aperto)	14-22	8	1	0,00025
Pavimentazioni permanenti (calcestruzzo retinato)	23-26	8	0,3	0,000025

Esempio - Pavimentazione permanente in calcestruzzo di cemento retinato ben fatta. Costo

$$C_{mp} = (8 + 0,3 n) (1 + 0,000025 T)$$

per $n = 10$ anni di vita; $T = 20000$ tonn/giorno di peso circolante.

$$C_{mp} = (8 + 0,3 \times 10) (1 + 0,000025 \times 20000) = 11 \times 1,5 = 16,5 \text{ lire a m}^2$$

— passando da una pavimentazione di tipo semipermanente ad una pavimentazione ottima in calcestruzzo retinato con superficie limite giustamente rugosa

$d = 600$; $e = 0,02$ validi per $T \leq 10.000$ tonn/giorno ed $n \leq 18$ anni.

Confronto economico fra due tipi di pavimentazione.

Può essere utile mostrare a quali differenze sostanziali di valutazione si arrivi a seconda dei metodi più o meno corretti utilizzati per fare i confronti fra due tipi di pavimentazioni.

Se il confronto si limita al solo costo d'impianto, per 10 km di strada di 7 metri di larghezza, una pavimentazione semipermanente può costare 1.000 lire a m² cioè in totale

$$1.000 \times 7 \times 10.000 = 70.000.000 \text{ lire}$$

invece una pavimentazione moderna in calcestruzzo retinato può costare lire 3.500 al m² cioè in totale

$$3.500 \times 7 \times 10.000 = 245.000.000 \text{ di lire.}$$

e quindi la seconda importa un aumento di costo di lire 175 milioni.

Se però si tien conto anche del traffico e si considera il costo di manutenzione, ad esempio, per l'ottavo anno, sulla base del traffico medio attuale di 8.000 tonn/giorno, si ottiene:

per la prima pavimentazione:

$$(8 + 1 \times 8) (1 + 0,00025 \times 8000) = 48 \text{ lire a m}^2$$

e quindi una spesa totale di $48 \times 70.00 = 3.360.000$ lire,

per la seconda:

$$(8 + 0,3 \times 8) (1 + 0,000025 \times 8.000) = 12,48 \text{ lire a m}^2 \text{ e quindi in totale } 12,48 \times 70.00 = 873.600 \text{ lire.}$$

Il risparmio annuo sarebbe di lire 2.486.400 che per 15 anni fanno lire 37.296.000.

Se poi si considera per quell'ottavo anno il risparmio realizzato sul costo dei trasporti si ha che esso assomma a

$$E = d T (1 + e n) = 600 \times 8.000 (1 + 0,02 \times 8) = 5.568.000 \text{ lire per km e quindi per 10 km lire } 55.680.000.$$

Con questo calcolo molto criticabile, l'economia annua sale a $2.486.400 + 5.568.000 = 58.166.400$, e per 15 anni si ottiene una economia totale di 610.747.000 lire ben superiore al maggior costo iniziale della pavimentazione.

È evidente la scorrettezza di questo sistema di calcolo che non tien conto dell'ammortamento della pavimentazione, delle variazioni prevedibili del traffico, e del valore attuale delle economie future.

Volendo istituire un paragone economicamente più corretto si deve anzitutto fare un'ipotesi ragionevole sullo sviluppo del traffico nei prossimi 15 anni ammettendo, ad esempio, che, in base a rilevamenti statistici, si possa ritenere di un 5% all'anno.

Col tasso consigliato del 5% annuo, tenendo conto dell'ammortamento della pavimentazione e del valore attuale del risparmio fatto negli anni futuri, si arriva correttamente, come mostra il calcolo sviluppato in appendice, ad un'economia, considerata ad oggi, di 630 milioni di lire⁽¹²⁾ cioè ben 3,6 volte maggiore del maggior costo attuale della pavimentazione.

3) *Spese straordinarie* - Evenienze particolari come: gelo persistente, alluvioni, scoscendimenti e frane, possono provocare la caduta di muri di sostegno, il crollo di ponti, l'erosione del piano viabile, il franamento di qualche tratto di strada.

Molti di questi inconvenienti possono essere evitati o limitati mediante progetti bene studiati e costruzioni accurate, comunque non si possono eliminare totalmente.

Per la grande viabilità italiana queste spese, compresi inevitabili miglioramenti, ammontano in media ad un 25% della manutenzione ordinaria, per strade stabili ben progettate ed eseguite possono ridursi ad un 15%.

4) *Spese generali* - Sono notevolmente variabili col tipo delle

⁽¹²⁾ La quasi coincidenza col valore trovato prima col calcolo più grossolano è del tutto casuale e dipende dai coefficienti assunti per l'incremento del traffico e per riportare ad oggi il valore dei risparmi futuri.

strade e dell'amministrazione loro. Per la grande viabilità italiana si possono ritenere dal 10 al 25% del costo della manutenzione ordinaria. Per le strade speciali le spese generali di solito aumentano, ad esempio, per le autostrade a pedaggio, si hanno spese dell'ordine di lire 300.000 a 600.000 a km.

Reddito di una strada.

Il reddito lordo è dato principalmente dai seguenti addendi:

1) L'economia che la strada consente nel costo dei trasporti a causa della minor lunghezza virtuale, della migliore pavimentazione, del migliore tracciato, ecc. Questa economia viene chiamata da taluni impropriamente *beneficio primario*.

Non è di facile determinazione perchè intervengono in essa valori, come la maggior velocità consentita (alla quale corrisponde bensì un'economia di tempo, ma spesso, per contro anche un aumento dei consumi) che non sono facilmente traducibili in valori monetari. Sarebbe consigliabile, in mancanza di meglio, e per arrivare sempre a risultati paragonabili, accettare il calcolo convenzionale basato sull'economia di carburanti, lubrificanti, gomme, manutenzione e riparazioni del veicolo, che la strada consente, ammettendo che i veicoli, sempre che ciò sia possibile, la percorrano alla loro velocità più economica.

Se infatti un utente ritiene opportuno dipartirsi da essa aumentandola o diminuendola, è ovvio ritenere che egli consideri l'utilità così conseguita, per il risparmio di tempo in un caso, per l'aumento di sicurezza nell'altro, superiore al maggior costo che per questo fatto deve sopportare.

In altra nota ho dato gli elementi necessari per calcolare l'economia che consegue per i vari casi pratici dall'utilizzazione di varie caratteristiche stradali⁽¹³⁾; in questa sede può essere sufficiente utilizzare quanto ho scritto nel capitolo precedente sull'economia conseguibile per i trasporti in funzione del tipo e dell'età della pavimentazione.

⁽¹³⁾ Finanziamento e rendimento dei lavori stradali.

2) L'aumento del reddito che la strada apporta alle zone che sono da essa influenzate.

Questo fattore è stato finora sempre trascurato perchè lo si riteneva di più difficile determinazione del precedente e di minore importanza.

In verità esso è sempre un valore congetturato nè più nè meno del precedente, ma talvolta è di più facile determinazione e di gran lunga il più importante.

È questo il caso di alcune strade costruite dalla Cassa del Mezzogiorno e delle quali riferì l'Ing. Grassini, che per il solo fatto dell'aumento dei fitti dei fondi attraversati, prima della strada inutilizzabili, provocarono un aumento del valore fondiario che in circa un anno ne determinò l'ammortamento.

In mancanza dell'aumento del valore dei terreni e del traffico che la loro utilizzazione suscitò, il solo effetto dell'economia dei trasporti per il modesto traffico di quelle strade non ne avrebbe consentito l'ammortamento che in una decina d'anni e più.

Trascurare quindi questo fattore vuol dire dimenticare quanto l'economia mondiale deve alle ferrovie, ed ignorare che molte fra le più importanti strade ferrate degli Stati Uniti d'America ebbero, al loro sorgere, come controvalore economico per l'apporto del capitale privato necessario alla loro costruzione, non la promessa dei prodotti del traffico prevedibile, ma bensì quella della valorizzazione di una striscia di terreno della larghezza di qualche km, data dal governo in concessione all'impresa, e della quale il binario costituiva l'asse geometrico.

Per un calcolo attendibile dell'aumento di reddito che una strada può apportare, va considerato:

a) l'aumento prevedibile dello sfruttamento economico delle risorse potenziali dei fondi attraversati per le due strisce immediatamente adiacenti alla strada stessa;

b) l'aumento prevedibile del reddito generale della zona d'influenza della strada che, come ho notato in un mio precedente studio, si può con discreta approssimazione considerare dato annualmente, per ogni zona equinfluen-

zata dal traffico suddetto, dall'espressione:

$$\Delta R \frac{C_0}{R}$$

essendo:

C_0 il costo dei trasporti di quella zona che passano per quella strada

R il reddito generale di detta zona
 ΔR l'incremento del reddito R per l'anno in esame.

Potrà essere utile raccogliere nella Tabella 10 i valori dei redditi congetturati per le varie regioni d'Italia secondo l'acuta elaborazione del Prof. Tagliacarne.

3) Il valore in numerario apportato dalla diminuzione di incidenti nella nuova strada (o nel perfezionamento previsto).

In mancanza di dati più precisi, in base ai valori medi già forniti, si consideri una spesa di 5 milioni di lire per ogni decesso, più lire 50.000 per ogni incidente.

4) Le sopravvenienze attive varie come: incassi per pubblicità, concessioni di chioschi, penalità, ecc.

Reddito netto annuo.

Il reddito netto annuo risulta dalla differenza fra il reddito lordo e il costo d'esercizio. Il risul-

tato può fornire un utile positivo o negativo.

Se positivo esso aumenta corrispondentemente l'interesse al capitale, calcolato nel 5 %, e se non distribuito può consentire un più rapido ammortamento, se negativo, diminuisce invece quell'interesse e allunga il periodo d'ammortamento.

Questo computo però, preso a se, ha scarsa importanza, anzitutto perchè è sempre congetturato (il fatto che sia consuntivo anzichè preventivo consente soltanto di dare maggiore esattezza al computo del traffico, non a quello delle economie realizzate per il trasporto e dei vantaggi ottenuti per l'aumento del reddito) inoltre perchè non tien conto della dinamica del mercato cioè degli sviluppi che possono avvenire nel campo economico e tecnico dei trasporti e della produzione.

Va inoltre ancora una volta ripetuto che esso riflette l'utilità che la nazione trae dall'esercizio della strada, la quale ha scarsa rispondenza con il reddito effettivo di un'impresa che gestisca la strada e con quanto lo Stato incassa per imposte e tasse per i vari fattori di utilità. Per l'impresa che gestisca la strada percependo, ad

esempio, un pedaggio, il reddito netto è costituito esclusivamente dalla differenza fra gli incassi effettuati e le spese sostenute nell'anno, comprese quelle, spesso figurative, per ammortamento e interessi su quanto anticipato per la costruzione tenuto conto, oltre che della durata delle varie parti, anche della eventuale scadenza della concessione.

Confronti economici.

I calcoli che precedono assumono soprattutto importanza per istituire dei confronti economici ad esempio, fra due tracciati, fra due tipi di pavimentazioni, ecc.

Vari sistemi sono stati proposti a tale scopo:

1) *Il metodo del costo annuale* - È consigliato da alcuni trattati. Consiste nel calcolare per un solo anno, il costo d'esercizio della strada e del relativo traffico, per i casi in esame, e considerare come più favorevole quello che fornisce la somma più bassa.

È un metodo molto criticabile perchè non tien conto dello sviluppo del traffico, nè del valore attuale di economie future, nè dell'incremento del reddito che la strada apporta.

2) *Il metodo del rapporto utilità/costo* - È stato applicato per la prima volta dal Dipartimento di Stato dell'Oregon nel 1937.

Considera come utilità della strada, o dei miglioramenti ad essa apportati, la diminuzione del costo dei trasporti, cioè il cosiddetto beneficio primario che, come abbiamo visto, è spesso secondario, e come costo la differenza fra i costi d'esercizio dei due tipi da paragonare.

Il rapporto utilità/costo risulta così:

$$U = \frac{C_0 - C_1}{c_1 - c_0}$$

essendo:

C_0 il costo annuo dei trasporti del tipo di strada cui corrisponde il costo annuo c_0 d'esercizio;

C_1 il costo annuo dei trasporti del tipo di strada cui corrisponde il costo annuo d'esercizio c_1 .

Questo metodo è ancor più criticabile del precedente perchè non

tien conto della dinamica del traffico e del mercato e non considera fattori di reddito di primaria importanza.

Inoltre è anche algebricamente scorretto perchè per il caso non improbabile di eguaglianza dei costi di esercizio nei due casi, il denominatore $c_1 - c_0$ si annulla e l'utilità diventerebbe infinita, il che è assurdo, se poi $c_1 < c_0$ l'espressione fornisce un'utilità negativa, che non significa nulla, il cui valore assoluto diminuisce col crescere dell'economia di esercizio, il che è nuovamente assurdo.

3) *Il metodo del valore* - È stato proposto nel 1954 dallo scrivente nella nota già più volte citata.

Esso si basa sul calcolo dell'utilità totale di una determinata opera stradale, sia essa una strada nuova o il perfezionamento di una strada esistente, e vuol tener conto di tutti i fattori che intervengono nel fenomeno economico quali appaiono ragionevolmente al momento della stima.

Adottando un metodo che è ormai quasi generalmente seguito per i calcoli di utilità industriale, il valore di un impianto, e quindi anche di una strada in un determinato momento, è costituito dal valore annuale di tutti i redditi futuri che per essa si possono, oggi, ragionevolmente presumere.

Essi si calcolano di anno in anno come differenza fra i prodotti attivi e i costi di esercizio, riportandoli ad oggi, posto che saranno disponibili fra n anni, per tutti gli n anni di vita previsti per la strada, più il valore residuo di essa, al termine degli n anni suddetti, riportato ad oggi.

Questo metodo, il solo economicamente corretto, consente di tener conto di tutti gli elementi che intervengono nel problema, particolarmente della dinamica del traffico e del mercato, e di eliminare in casi particolari quelli che non risultassero conteggiabili.

Con esso si calcola agevolmente l'utilità prevedibile dell'opera agli effetti dell'interesse generale collettivo, del gettito tributario e del reddito d'impresa per le strade a pedaggio.

APPENDICE

Confronto economico fra due pavimentazioni.

Assumendo:

traffico attuale medio 800 tonni/giorno di veicoli tipo
incremento prevedibile del traffico 5 % annuo

tasso d'interesse annuo 5 %

per una strada lunga 10 km, larga 7 m avente pavimentazione semipermanente del costo di lire 1000 a m² cioè di L. 70.000.000 in totale, da confrontarsi con una pavimentazione moderna in calcestruzzo retinato del costo di L. 3500 a m² e cioè di L. 245.000.000 in totale, considerando l'incremento di traffico previsto, in capo a 15 anni esso salirebbe a 8.000 × 8 = 16.640 tonni/giorno in media, e con tale traffico in 15 anni la pavimentazione semipermanente si potrà considerare esaurita (fig. 3). Dopo 22 anni con lo stesso incremento annuale il traffico dovrebbe salire a 8.000 × 2,93 = 23.400 tonni/giorno in media e sempre in base ai diagrammi della fig. 3 si potrà prudentemente considerare esaurita anche la pavimentazione in calcestruzzo.

Avremo quindi un periodo di 15 anni per l'ammortamento della prima e di 22 anni per l'ammortamento della seconda, con perdita totale del loro valore.

Col tasso consigliato del 5 % le quote annue di ammortamento risultano:

per la prima:

$$4,6 \frac{70.000.000}{100} = 3.220.000 \text{ lire}$$

per la seconda:

$$2,6 \frac{245.000.000}{100} = 6.370.000 \text{ lire}$$

essendo 4,6 e 2,6 i valori dati dalle tabelle.

Nel primo anno, col traffico di 8.000 tonni/giorno in media, per la prima si avrà un costo di manutenzione di

$$(8 + 1 \times 1) (1 + 0,00025 \times 8.000) 70.000 = 1.840.000 \text{ lire}$$

e un maggior costo di spese di trasporto di

$$600 \times 8.000 (1 + 0,02 \times 1) 10 = 48.960.000 \text{ lire}$$

TABELLA 10 - Reddito privato e delle pubbliche amministrazioni per le regioni d'Italia per gli anni 1953-1954-1955 secondo il Prof. Tagliacarne

Regioni	Totale reddito privato e delle pubbliche amministrazioni dedotte le duplicazioni in migliaia di lire per gli anni		
	1953	1954	1955
Piemonte	1.003.802.800	1.055.940.200	1.149.591.200
Valle d'Aosta	34.279.700	35.249.000	37.760.900
Lombardia	1.883.922.300	2.005.736.100	2.191.722.200
Trentino - Alto Adige	163.256.000	179.545.950	192.380.200
Veneto	662.643.900	699.397.100	779.831.500
Friuli - Venezia Giulia	149.358.300	240.726.000	261.080.600
Liguria	444.701.800	464.718.850	504.914.600
Emilia - Romagna	689.554.600	777.498.150	878.117.100
Toscana	609.726.200	651.549.300	708.674.600
Umbria	118.960.200	119.681.800	131.036.200
Marche	183.669.000	201.661.150	230.130.400
Lazio	691.366.500	790.892.800	874.391.900
Abruzzi e Molise	163.756.200	172.301.150	184.776.700
Campania	442.315.400	478.934.900	528.105.700
Puglie	341.156.200	368.630.800	351.708.000
Basilicata	57.946.400	62.859.850	62.996.700
Calabria	169.752.400	167.350.550	182.667.600
Sicilia	498.324.100	508.391.600	528.464.800
Sardegna	158.508.000	172.934.750	175.649.100
Italia	8.467.000.000	9.154.000.000	9.954.000.000

Per ricerche sulla variazione presunta del reddito sono utilissimi i dati che il Prof. Tagliacarne pubblica ogni anno sulla rivista: « Moneta e Credito » estesi a tutte le provincie d'Italia.

con un totale di lire 1.840.000 + 48.960 + 3.220.000 = 54.020.000 per la seconda per la manutenzione

$(8 + 0,3 \times 1) (1 = 0,000025 \times 8.000)$
70.000 = 697.200 lire

e in totale lire 6.370.000 + 697.200 = 7.067.200.

L'economia al primo anno è di lire 54.020.000 - 7.067.000 = lire 46.952.800 che riportata ad oggi all'8 % vale $46.952.800 \times 0,9259 = 43.473.597$

lire essendo 0,9259 lire il valore di una lira disponibile fra un anno. In capo a 15 anni, cioè alla fine della vita della prima pavimentazione, si avrebbe invece, essendo il traffico salito a circa 16 mila tonni/giorno in media, per la prima:

ammortamento lire 3.220.200 manutenzione $(8 + 1 \times 15)$
 $(1 + 0,00025 \times 16000)$

70.000 = L. 8.050.000 maggior costo del traffico 600×16.000
 $(1 + 0,02 \times 15) = \gg 124.800.000$

Totale spesa annua L. 136.070.000 mentre per la seconda si avrebbe:

ammortamento L. 6.370.000 manutenzione $(8 + 0,3 \times 15)$
 $(1 + 0,000025 \times 1.600)$
70.000 = $\gg 1.225.000$

Totale L. 7.595.000

Totale spesa annua L. 136.070.000
Totale $\gg 7.595.000$
Risparmio utilizzando la pavimentazione in calcestruzzo L. 128.475.000

al quindicesimo anno, e che riportato ad oggi all'8 % vale $128.475.000 \times 0,3152 = 40.495.320$

lire essendo lire 0,3152 il valore di una lira disponibile fra 15 anni, al tasso dell'8 % ⁽¹⁴⁾.

In questo caso l'economia conseguibile non varia notevolmente fra il primo ed il 15° anno ed è quindi accettabile, in prima approssimazione, assumere la media fra i due valori, per rapidità di calcolo.

Ne segue che il risparmio ottenuto in 15 anni di esercizio utilizzando la pavimentazione in calcestruzzo al posto di quella in macadam con trattamento superficiale, riportato ad oggi al tasso dell'8 % assomma a lire $42 \times 15 = 630$ milioni di lire circa, e cioè ben 3,6 volte maggiore del maggior costo attuale di tale pavimentazione.

Vittorio Zignoli

⁽¹⁴⁾ Si è assunto il tasso dell'8 % per abbondanza.

I mezzi stradali per il coordinamento strada-rotaia

ALBERTO RUSSO-FRATTASI ricorda che nel settore dei trasporti, specie per quel che ne riguarda l'organizzazione, i rapporti internazionali che la C.E.E. ha creato mirano a innovazioni sostanziali soprattutto per quel che riflette il coordinamento e l'armonizzazione fra i vari mezzi di trasporto; e in proposito, rilevando tuttavia come in Italia, già aggravata dalla deficienza di strade, continui a sussistere una sorda competizione tra strada e rotaia, indica le vantaggiose possibilità di una reciproca collaborazione tra i trasporti stradali e ferroviari.

Oggi nel settore dei trasporti, specie per quel che ne riguarda l'organizzazione, i rapporti internazionali che la C.E.E. ha creato, non solo tra le nazioni aderenti ma tra queste ed i paesi confinanti con la Comunità, mirano a realizzare delle riforme di vastissima portata, delle innovazioni sostanziali soprattutto per quel che riflette il coordinamento e l'armonizzazione fra i vari mezzi di trasporto.

L'adozione di prezzi economici, l'abolizione di tutte le sovrastrutture, il concetto della libera scelta del mezzo, sono i cardini fondamentali degli articoli del trattato della C.E.E. relativi ai trasporti, fattori questi che mirano a creare una cooperazione attiva per l'esercizio dei differenti mezzi di trasporto ognuno nel proprio economico raggio di azione.

In Italia invece, forse più che in qualsiasi altro paese, è tuttora in atto — aggravata dalla deficien-

za delle strade di fronte al continuo incremento del traffico — una sorda competizione fra strada e rotaia, una lotta che deriva dal mancato riconoscimento di una realtà economica che indica il trasporto ferroviario come il più adatto alle grandi distanze e quello stradale preferibile nelle minori percorrenze ⁽¹⁾.

Questo conflitto latente anemizza i risultati della gestione di en-

⁽¹⁾ La Germania aveva tentato fin dal 1939 di differenziare il traffico in due categorie alle quali corrispondevano speciali tariffe e precisamente:

— traffico connesso a trasporti a grande distanza per il quale la tariffa RKT prevedeva per il trasporto stradale di quelle merci che nell'utenza ferroviaria appartenevano a categorie destinate al vagone chiuso, dei supplementi speciali del 5 %;

— traffico connesso a trasporti a breve distanza per i quali la tariffa NVP precisava la percorrenza non superiore ai 50 km e cercava di evitare le possibili speculazioni. Purtroppo i risultati non sono stati favorevoli all'iniziativa.

trambi i contendenti senza peraltro realizzare per l'utente quel miglioramento del servizio che dovrebbe essere alla base di ogni prestazione in favore della comunità.

È d'altronde una realtà che nella lotta per la conquista del mercato dei trasporti terrestri le ferrovie si trovano nelle peggiori condizioni ⁽²⁾ perchè legate ad una tradizione tecnica ed amministrativa formata circa un secolo addietro in regime di pratico monopolio, tradizione che — prima di accedere alle forme più moderne di competizione con i trasporti stradali — ha portato, da

⁽²⁾ E non illuda il richiamarsi al fatto che lo sforzo di trazione necessario per un vagone ferroviario in piano e rettilineo è solo di 5 kg per tonnellata mentre nelle stesse condizioni un autoveicolo industriale richiede 20 kg per tonnellata, in quanto occorre considerare la tara trasportata, e, specie in Italia, i percorsi non in piano.

parte dell'amministrazione ferroviaria, ad un gioco anti-economico di tariffe preferenziali, all'ostruzionismo al rinnovo ed al rilascio di concessioni per l'esercizio dell'autotrasporto, alla gestione di linee completamente passive ecc., il tutto con gravi remore per una economica gestione del servizio.

Tabella A

Tariffe per il trasporto dei carri ferroviari su strade

Fino a m 1000 . . .	L. 3200
da m 1101 a m 2000 . . .	» 4000
da m 2001 a m 3000 . . .	» 4700
da m 3001 a m 4000 . . .	» 5300
da m 4001 a m 5000 . . .	» 5900
da m 5001 a m 6000 . . .	» 6500

oltre i m 6000 supplemento di lire 650 per ogni 1000 m per i soli trasporti effettuati entro la cinta daziaria.

Per i carichi con oltre 12 tonni di merce è dovuto un supplemento in ragione di L. 170 per ogni tonnellata indivisibile di maggior carico.

Gli auto-transportatori invece, non essendo impacciati nè da una pesante organizzazione amministrativa nè da un costoso complesso di opere fisse, possono usufruire immediatamente di tutte le risorse apprestate dal rapidissimo

Fig. 1 - Distanza economica di esercizio dei diversi mezzi di collegamento strada-rotaia.

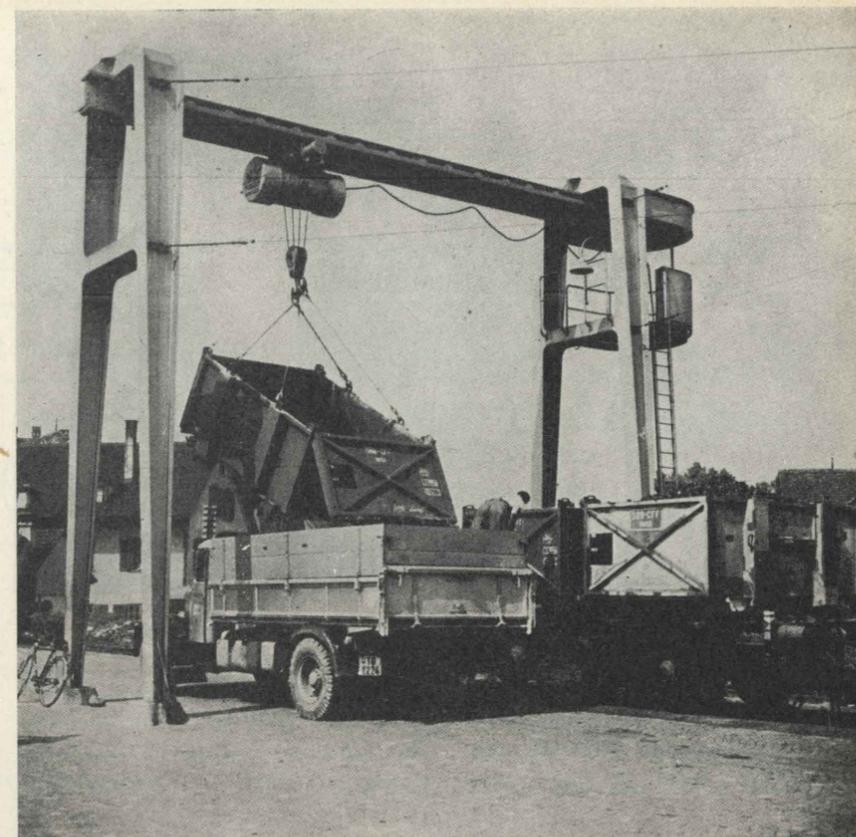
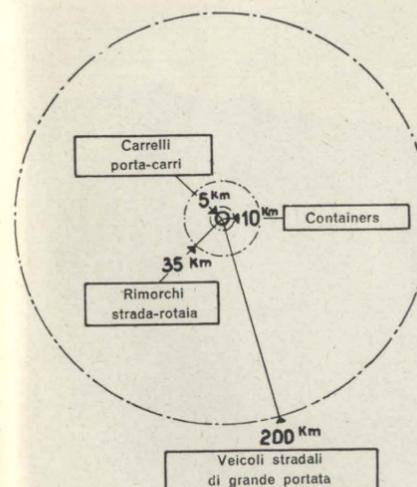


Fig. 2 - Attrezzatura di scarico per contenitori aperti da 3 tonni.

sviluppo della tecnica, il che significa impiego di mezzi di portata e velocità sempre crescenti, sfruttamento di attrezzature di carico e scarico modernissime di proprietà di chi spedisce o riceve, ecc.; ne consegue per contro una sempre maggior congestione della circolazione stradale ed una

incessante corsa al rinnovo dei modelli da parte dell'industria specializzata.

L'argomento che ci siamo proposti di trattare in questa memoria è proprio quello di illustrare le possibilità in comune dei due tipi di trasporto, selezionandole, in modo da raggiungere una com-

Fig. 3 - Contenitori da 12 mc caricati su carro piatto.



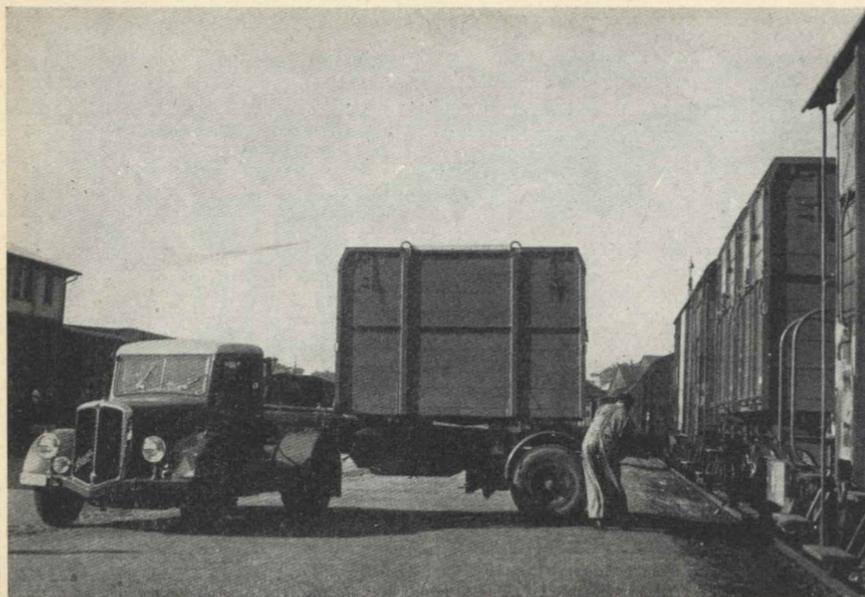


Fig. 4 - Passaggio dalla rotaia alla strada di un contenitore da 5 tonn.

binazione che cumuli, nel miglior modo, le qualità di entrambi i sistemi in modo da renderli complementari e non più concorrenti (fig. 1).

Poichè in ogni operazione di trasporto un ruolo di notevole importanza è sempre giocato dalle operazioni di carico, scarico e trasbordo⁽³⁾, riteniamo opportuno per prima cosa richiamare alla mente dei lettori il concetto del carico unitario, cioè di un carico opportunamente preparato e definito in forma, volume e peso, sistemato in un contenitore o su di una paletta in modo da poter essere spostato con adeguati mezzi meccanici.

È evidente come sia indispensabile — per l'organicità della trattazione e per la brevità del tempo a disposizione — scindere il problema in due parti distinte e precisamente: una prima che riguardi il trasporto delle merci in piccole

⁽³⁾ Si può in linea di massima ritenere che un carico, uno scarico od un trasbordo da un mezzo stradale ad uno ferroviario corrispondano a 10/15 km di percorrenza normale pianeggiante effettuata da un autocarro pesantissimo, ed a 40/50 km di percorso su strada ferrata elettrificata pianeggiante, trasporto a carro completo e con piena prestazione della macchina di trazione. Nel caso di navigazione interna con natanti di oltre 1000 tonn le stesse operazioni possono equivalere fino a 200 km di tragitto.

partite con carichi unitari di volume fino a 3 m³; una seconda che interessi invece il trasporto di carichi unitari di volume superiore.

Questa tendenza allo sviluppo del trasporto per carichi unitari di peso e volume sempre più grandi, compatibilmente con quelle che sono le sagome di ingombro ed i carichi per asse ammessi nei veicoli stradali e ferroviari, pur non rappresentando che il logico sviluppo del concetto della palettizzazione, richiede l'uso di attrezzi completamente differenti dalle palette: si tratta di tutta una vasta gamma di contenitori da 1 m³ in su fino al limite rappre-



Fig. 5 - Contenitori frigoriferi da 5 tonn. caricati a mezzo di carrello elevatore.

sentato dall'intero camion o dall'intero carico ferroviario che, su strada o su rotaia, viene portato dal mittente al destinatario realizzando quel servizio porta a porta tecnico che è in fase di intenso studio da parte di tutte le amministrazioni ferroviarie europee e di molte grandi società di autotrasporti per conto terzi.

Per quel che riguarda le casse mobili si tratta ormai di arrivare alla unificazione internazionale delle condizioni tecniche e delle norme relative alla loro manipolazione in ogni paese nonchè alla loro utilizzazione internazionale sui differenti mezzi di trasporto (strada, rotaia, via d'acqua, aereo).

Tali casse potranno naturalmente trovare sempre più vasto impiego⁽⁴⁾ in condizioni economiche di esercizio grazie anche all'impiego dei tipi smontabili, che evita eccessivo ingombro nel ritorno a vuoto, nei modelli sotto 1 m³ del tipo Collico, Zarges, etc.; oppure Mick (in acciaio o lega leggera) fino a 3 m³ (fig. 2).

È da rilevare che per il traffico «groupage» è consigliabile il container carrellato e quindi ottimo impiego potrebbero trovare

⁽⁴⁾ Solo presso la SNCF il parco delle casse mobili dal 1948 al 1956 è passato da 7.200 a 22.000 esemplari mentre il tonnellaggio totale caricato è passato nello stesso periodo da 25.000 tonn ad 1.300.000 tonn.

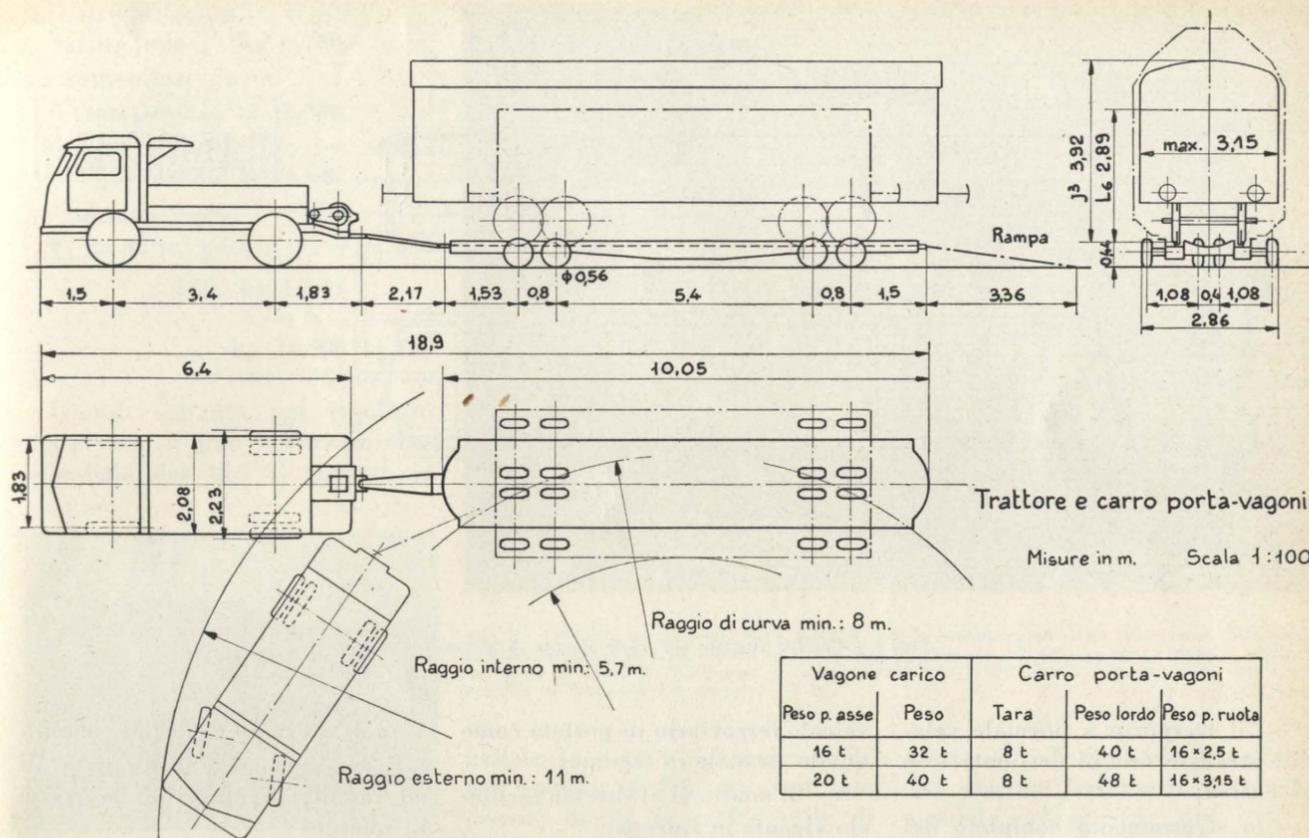


Fig. 6.

il container delle F. S. da 1,05 m³ di volume utile ed i modelli tedeschi da 1-2-3 m³.

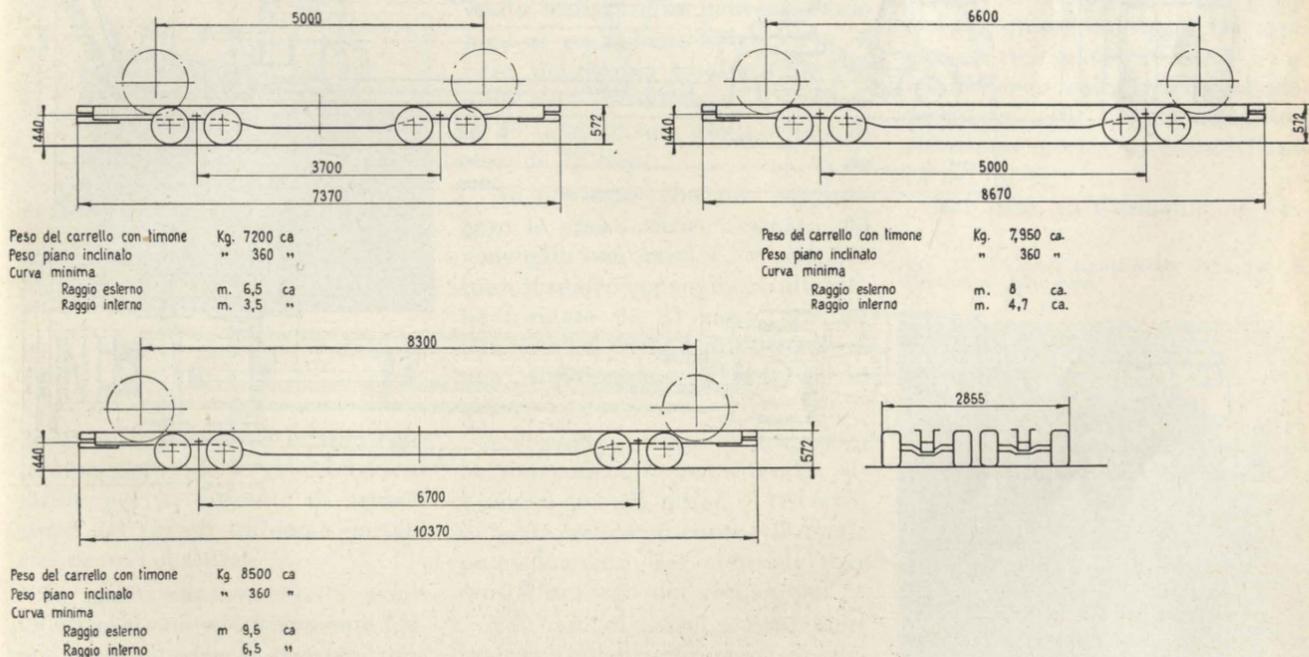
Di particolare interesse si sono rivelati i contenitori da 5 tonn

di 12 m³ di capacità che hanno trovato vasto campo di applicazione in diverse nazioni europee in quanto permettono:

— una assoluta sicurezza e rapi-

dità nel trasporto senza l'ausilio di impianti fissi di sollevamento, il carico, lo scarico ed il ribaltamento in ogni stazione come presso i clienti;

Fig. 7 - Carrelli stradali per trasporto di differenti tipi di carri.



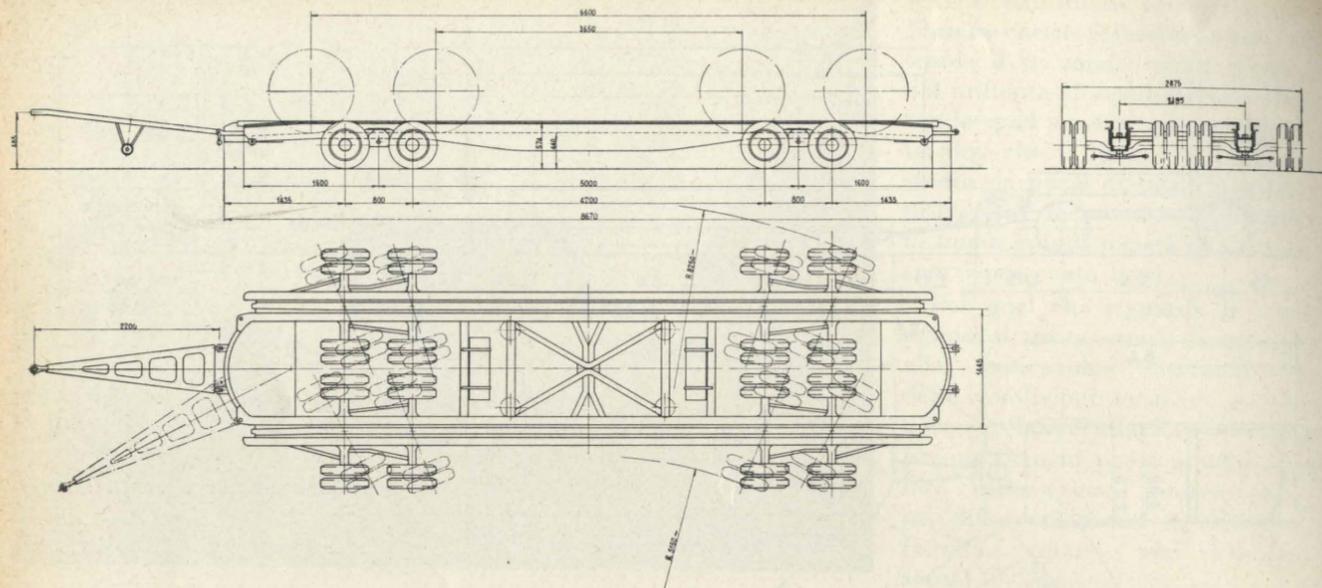


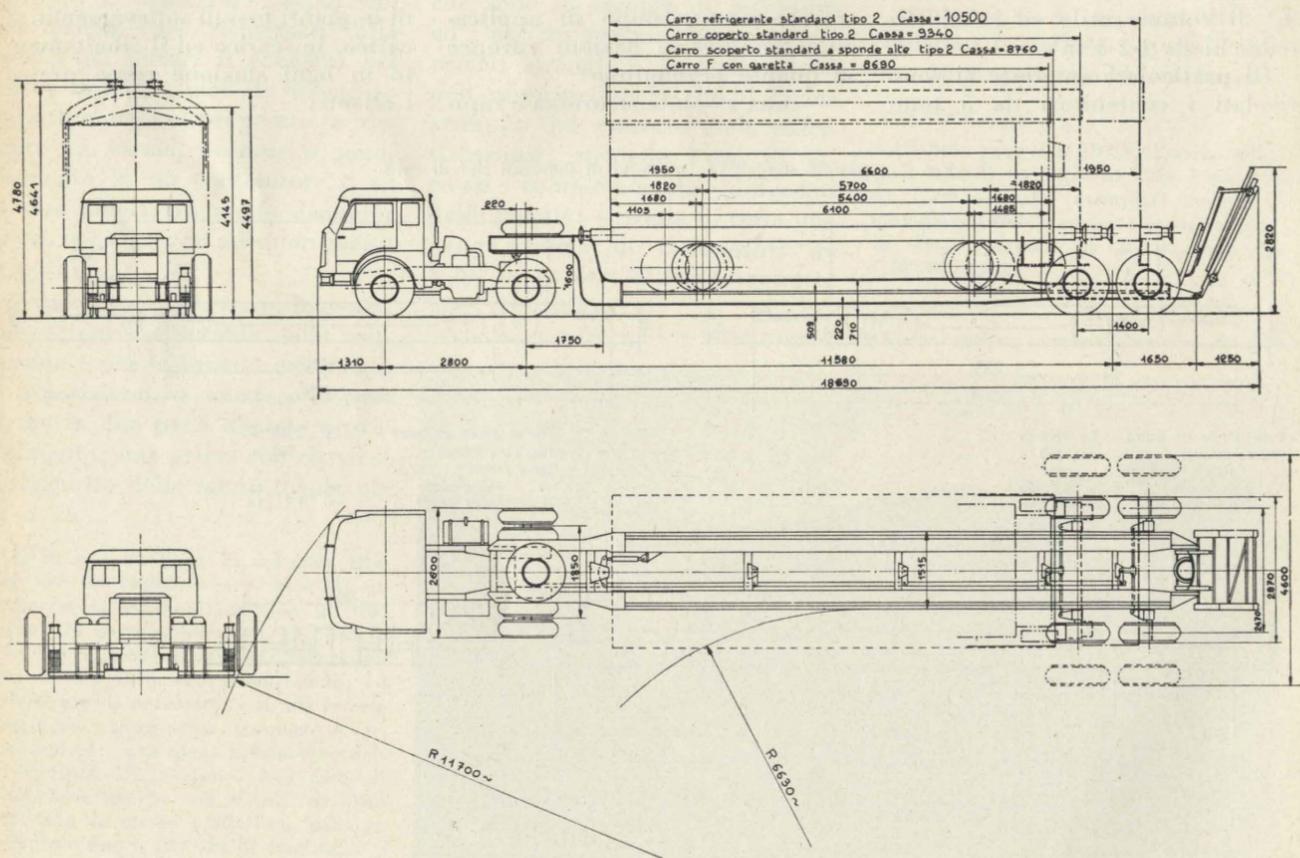
Fig. 8 - Carrello stradale con ruote munite di pneumatici.

— il trasporto a normale velocità stradale fino al destinatario e viceversa;
— lo sfruttamento completo del

veicolo ferroviario in portata come quello stradale in sagoma;
— di adattarsi al sistema tariffario vigente in Europa.

Inoltre l'impiego di tali contenitori ha permesso anche notevoli ed indubbi vantaggi di esercizio in quanto:

Fig. 9 - Carrello stradale Trawag-Fiat Kässbohrer.



un carro BT senza
garitta pesa kg 6.700
tre contenitori da
5 tonn pesano » 3.000

Totale kg 9.700

un normale carro
F. da 42 m³ pesa 11.500

Diff. kg 1.800

kg 11.500 11.500

Quindi soltanto nel rapporto delle tare si può realizzare una economia del 15,7 % rispetto ai



Fig. 10 - Vagone strada-rotaia Verdingen su rotaia.

normali carri chiusi il che significa guadagnare all'incirca, in un convoglio, un carro ogni 5/6 (figura 3).

Per contro il leggero vantaggio della cubatura del carro chiuso



Fig. 11 - Vagone strada-rotaia Verdingen su strada.

da 42 m³ contro i 36 m³ dei contenitori il più delle volte è trascurabile per la difficoltà di saturazione dei veicoli sia come portata che come cubatura.

In effetti supponendo di avere un treno merci esclusivamente formato con 40 carri F (portata ton-

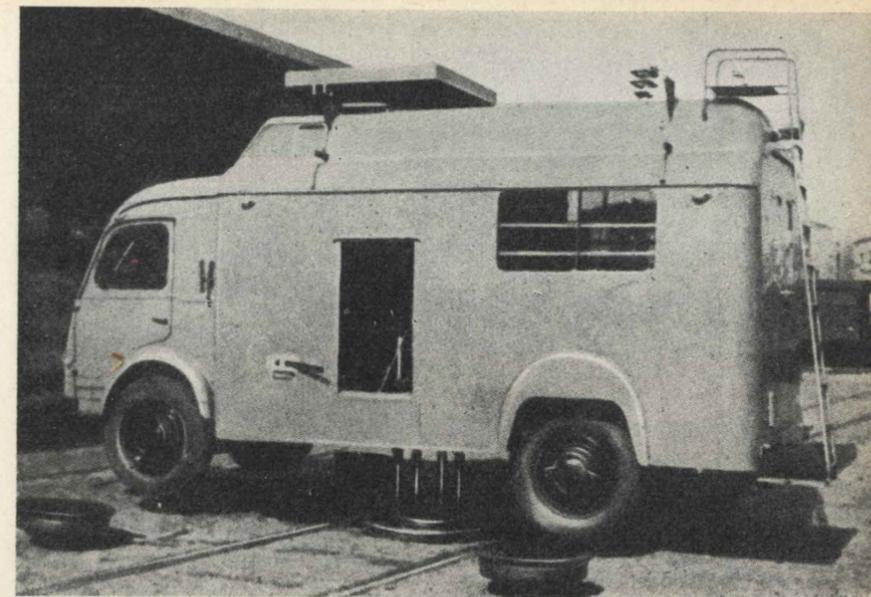


Fig. 12 - Veicolo strada-rotaia della S.N.C.F. per la manutenzione delle linee aeree. Lunghezza m 6,20, larghezza m 2,10, altezza su strada m 3,10, distanza dal suolo su strada m 0,25, distanza dal suolo su rotaia m 0,12, peso a carico completo kg 5500, velocità su strada 60 km orari, velocità su rotaia 50 km orari.

nellate 18, tara 11,5 tonn, vol. 42 m³) quindi su 80 assi, con una densità media di carico utile di 8 tonn per vagone si ha:

Carico 320 tonn + tara carri 460 tonn = 780 tonn peso traino. Impiegando invece i contenitori suddetti oltre ad ottenere un migliore sfruttamento volumetrico degli stessi in quanto il carico fatto dall'utente può considerarsi di almeno 250 kg per m³ pari all'incirca a 3 tonn. per container e volendo realizzare un convoglio analogo al precedente si avrà che il peso del traino risulterà di 748 tonn con un aumento di portata di 40 tonn ed una diminuzione di tara di 72 tonn.

Ne consegue che per raggiungere lo stesso carico trainato del convoglio con carri F, e cioè 780 tonn il nuovo convoglio risulterebbe formato da 41 carri, con un aumento di portata di 60 tonn ed una diminuzione di tara di 63 tonn.

E siccome il limite di formazione dei convogli merce oscilla all'incirca tra gli 80 ed i 120 assi, è facile rendersi conto di quale potenziamento dei convogli presenti l'impiego dei containers.

Nel caso di merci a containers inviate a clienti sprovvisti di rac-

cordo, il passaggio dei container dal veicolo ferroviario a quello stradale richiede (fig. 4):

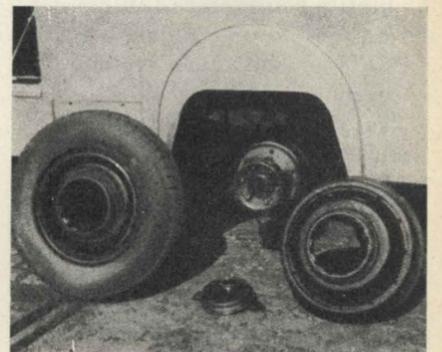
carico ed ancoraggio del container 1/2 h	2 uomini	ore 1
disancoraggio e scarico 1/2 h	2 uomini	ore 1
		ore 2

quindi per 3 container ore 6, un carro chiuso modello F viene mediamente caricato in 2,30 h da 4 uomini e scaricato nello stesso tempo, quindi in totale tali operazioni richiedono 20 ore.

L'impiego quindi del container permette agli spedizionieri una riduzione teorica di mano d'opera del 70 %.

Nel 1956, in Germania, le Fer-

Fig. 13 - Veicolo strada-rotaia della S.N.C.F. Particolare delle ruote.



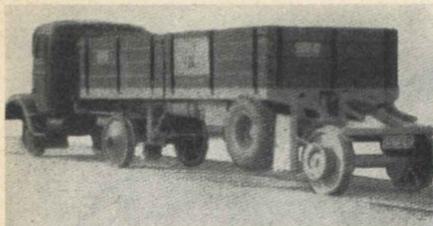


Fig. 14 - Veicolo strada-rotaia W.M.D. Tale veicolo possiede l'assale posteriore oscillante in modo da permettere l'appoggio sui pneumatici o sulla sala ferroviaria. Nella circolazione su strada il veicolo è appoggiato anteriormente al trattore come un semi-rimorchio.

rovie e la Federazione dei trasporti stradali si sono messe d'accordo per l'accettazione reciproca dei piccoli contenitori di proprietà dei privati e l'accordo procede bene con generale soddisfazione.

Il comitato trasporti della Comunità Economica Europea aveva

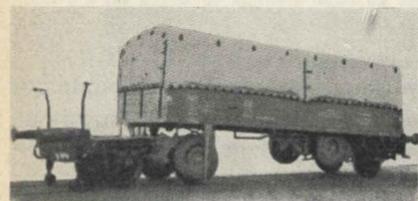


Fig. 15 - Veicolo strada-rotaia « Schöttler ». Cambio di carrello.

raccomandato ai vari governi di prendere atto di quanto sopra e di cercare di adoperarsi affinché questi traffici in grandi contenitori diventassero una realtà e cioè in pratica fosse accettata l'ammissione in franchigia temporanea dei containers senza tener conto della tara nel computo dei diritti e delle tasse. Anche l'Italia ha aderito a tali accordi che datano dal 15-5-58 per 16 paesi europei (4b) (fig. 5).

Per il coordinamento del trasporto di partite di merci superiori alle 5 tonn., invece, sempre nel concetto del carico unitario, si è giunti a considerare l'intera cassa del veicolo — stradale o ferroviario — come unico contenitore ed in molti casi il veicolo stesso.

Ciò naturalmente ha creato il problema di portare su strada vei-

(4b) In Italia però l'utilizzo di tali containers dev'essere limitato al traffico internazionale escludendo la possibilità del loro impiego per trasporti che abbiano inizio e termine nell'interno del Paese.

coli ferroviari e su rotaia veicoli stradali per cui si è fatto ricorso al principio della sovrapposizione dei mezzi in modo da utilizzare, a seconda dei casi:

a) vagoni ferroviari che, con opportuni accorgimenti, potessero procedere per strada;

b) veicoli stradali che, opportunamente attrezzati, potessero essere caricati su carri ferroviari.

Naturalmente per rendere possibile questo servizio si è resa indispensabile la necessità di rispettare alcune norme tecniche ed economiche comuni ai due mezzi di trasporto, norme che precisano:

— le dimensioni della sagome di ingombro sia su strada che su rotaia,

— il peso massimo per asse,

— i dispositivi di sicurezza per l'ancoraggio di un veicolo all'altro.

In Europa Occidentale (Spagna e Portogallo esclusi) sono stati fissati i seguenti limiti che permettono la circolazione su tutte le strade e su tutte le linee ferroviarie:

- larghezza max m 2,39
- altezza max sull'asse m 2,92
- lunghezza m 5,50-10 a seconda del numero di assi del

Fig. 16 - Semi-rimorchio « Huckepack » lungo m 10, della portata di 17 tonn. posato su carro per trasporto su rotaia.



rimorchio ed il tipo di vagone utilizzato;

— peso col massimo carico tonnellate 11,5-22 a seconda dei tipi.

Per la circolazione su strada inoltre tutti i veicoli devono rispondere alle esigenze dei regolamenti di polizia dei diversi paesi per quanto riguarda la frenatura, l'illuminazione, le segnalazioni, ecc.

Naturalmente per raggiungere un accordo stabile tra ferrovieri ed autotrasportatori occorrerebbe:

— disporre di attrezzature che consentissero una grande rapidità nelle operazioni finali (carico, scarico e stivaggio) in modo da ridurre al minimo il tempo di sosta dei veicoli (5);

— trovare il modo di imporre agli utenti una tariffa lasciandoli

(5) La presenza di attrezzature idonee gioverebbe enormemente alle stesse ferrovie in quanto, a parere del prof. M. Maternini, considerando il ciclo normale di un carro della durata di 6 giorni con una percorrenza media di 250 km questi, alla velocità di 20/30 km/h, potrebbero comodamente essere percorsi in un giorno.

Una semplice riduzione del 10 % sulla durata complessiva del ciclo, riduzione realizzabile con lo sveltimento delle operazioni di carico, scarico e trasbordo porterebbe ad un aumento del 10 % della disponibilità del parco, il che equivarrebbe all'immissione in servizio di oltre 12.000 nuovi carri.

liberi di scegliere la strada o la rotaia secondo le esigenze del trasporto e gli itinerari da percorrere;

— che il costo del trasporto ferroviario per l'autotrasportatore fosse tale da garantirgli un vantaggio sul costo del trasporto stradale;

— che le ferrovie, con una migliore organizzazione, riuscissero a ridurre il costo della trazione.

Mezzi per il trasporto stradale di carri ferroviari.

Accenniamo per prima alla soluzione più antica (6) in tale genere di trasporto, soluzione che ancora oggi è adottata con notevole profitto in diversi paesi europei: il carrello stradale a ruote semi-pneumatiche (detto in Italia « cocodrillo » ed in uso nelle F. S. fin dal 1934) (fig. 6).

Il carro ferroviario è caricato sul carrello in stazione da un binario a filo terra a mezzo di una trattrice munita di verricello e con l'aiuto di una rampa mobile.

(6) Tale idea fu concepita nel 1815 da un ingegnere bavarese chiamato Bader, ma si dovette attendere un secolo perché, nel 1914 all'esposizione di Stoccarda, si vedesse circolare il primo mezzo.

Fig. 17 - Semi-rimorchio « Huckepack » in fase di aggancio del carrello stradale. I martinetti idraulici permettono il sollevamento della cassa a mm. 1350 dal piano del carro. La velocità mass. su strada di tale mezzo è di 50 km/h.

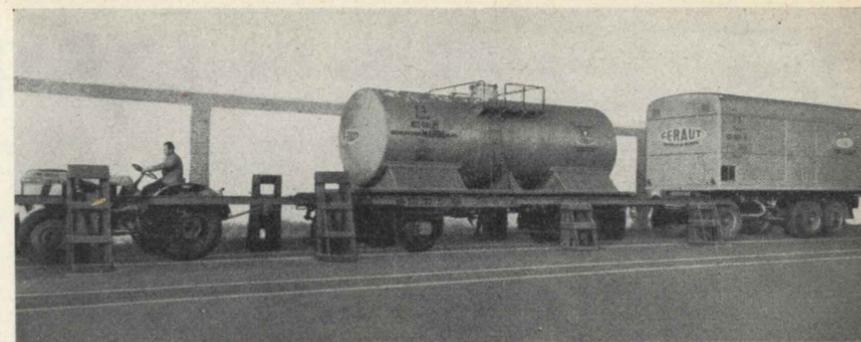


Fig. 18 - Sistema Feraut. È visibile l'attrezzatura per il passaggio della cassa dal telaio stradale a quello ferroviario e viceversa.

Le rotaie poste sul carrello si trovano a soli 440 mm dal piano stradale in modo da fare rispettare al complesso carrello-carro l'altezza max di m 4 che le disposizioni vigenti stabiliscono per la circolazione stradale.

Tale carrello, di peso complessivo a pieno carico di 32 tonn è dotato di 16 ruote (carico per ruota 2500 kg) e può portare carri di diverse lunghezze (fig. 7) (7). I trattori normalmente utilizzati hanno una potenza di 100/150 HP

(7) Tali carrelli sono dotati di freno a mano agente su di una sola ruota e di freno automatico ad aria compressa, comandato dal trattore, che agisce contemporaneamente su 8 ruote.

In Francia la SNCF ha adottato due tipi di carrelli con 12 e 16 ruote per ca-

ed una gamma di 5 velocità da 0 a 25 km/h (8). Nel febbraio 1957 è stato consegnato alle F.S., da parte di un'industria Torinese un carrello, derivato dai precedenti, ma con ruote pneumatiche (figura 8) (9) (Tab. A).

Attualmente in Italia è in via di sperimentazione un nuovo tipo di carrello stradale su pneumatici modello Trawag che, con una autotrice Fiat, consente una molto maggiore velocità di esercizio. Questo veicolo, lungo m 18,59 e largo m 2,87 in assetto di marcia ha dieci pneumatici, ma presenta l'inconveniente che in posizione di carico o scarico dei carri — e cioè con le ruote posteriori allargate — ha un'ingombro di m 4,60 il che esige molto spazio a tale scopo riservato per non intralciare la circolazione nei posti in cui si deve scaricare il carro (fig. 9).

ricchi complessivi rispettivamente di 34 e 40 tonn. In tali carrelli il telaio monoblocco è sospeso a mezzo di barre di torsione o molle ad elica in modo che il carico si ripartisca uniformemente sulle ruote fino a differenze di livello dell'ordine di 12 cm.

(8) In Francia l'applicazione del carrello portacarro è limitata a quei casi in cui, per conservare un traffico in concorrenza, la ferrovia trova più opportuno trasportare dei carri al disotto del prezzo di costo, pur di conservare inalterata la tariffa del trasporto per carro completo. In Germania invece tali mezzi, un po' come tutte le attrezzature di stazione, sono fornite ai clienti quasi sempre a tariffe inferiori al costo.

(9) Tale carrello è stato ricavato da quello a ruote semi-pneumatiche di tipo medio, passo m 5 applicando pneumatici di mm 590 x 135 x 14 ad 8 atm di pressione.

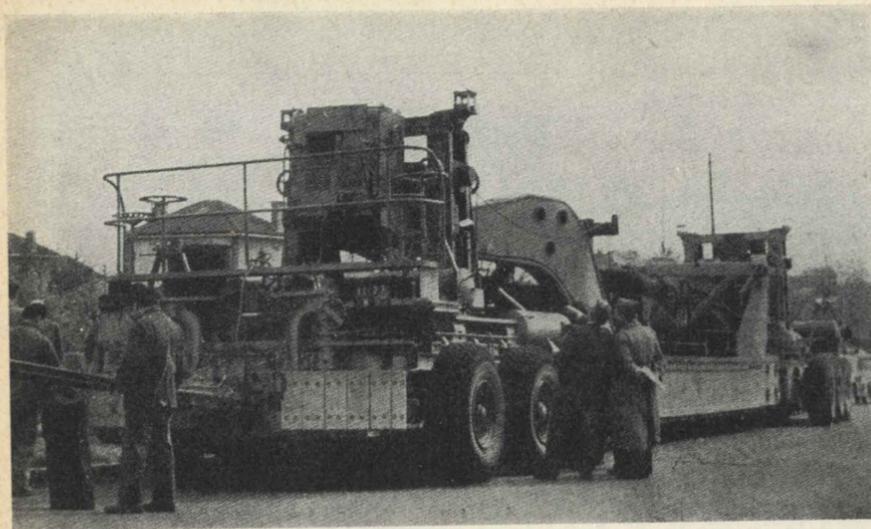


Fig. 19 - Super-rimorchio strada-rotaiia da 100 tonn.

Tabella B

Categoria del traffico	Trasporto per veicolo misto rotaia-strada		Trasporto «Huckepack»	
	Paesi	Italia	Germania	Germania
Mezzi utilizzati per trasporto «da porta a porta» (carico utile t.)	Mezzi «Feraut» (20 t)	Veicol. rotaia-strada Urdingen (15 t)	Schottler (15 t)	Rimorchio speciale Tipo 1 (15 t) Tipo 2 (15 t)
Categ. del veicolo utilizzato per trasporto del mezzo su rotaia	telaio ordinario	»	»	vagone ordinario
Categ. del veicolo utilizzato per trasporto del mezzo su strada	veicolo telaio ordinario	»	»	Rimorchio speciale Tipo 1 Tipo 2
Impianti per la manipolazione del mezzo alla stazione	dispositivo speciale (240 t)	—	—	Rampe laterali
Impianto per la manipolazione del mezzo presso il mittente	—	—	—	—
Carico utile del mezzo paragonato al suo peso totale in carico %	77,4	64 %	52 %	64 % 66 % 75 % su rotaia
Carico utile del mezzo paragonato al peso totale su rotaia (vagone + mezzo carico) %	60 %	»	»	45 % 45 %
Carico utile del mezzo paragonato al peso totale su strada (veic. con trattore + mezzo carico) %	61,5 %	50 %	»	42 % 39 %

Un altro sistema per il servizio porta a porta con carri completi è quello che viene effettuato con i cosiddetti « carri anfibi » carri cioè che con speciali accorgimenti possono circolare sia su strada che su rotaia.

Questi carri comparvero in esercizio sperimentale per la prima volta in Francia nel 1933 costruiti dalla Soc. Willeme-Coder e la loro circolazione su strada era assicurata dal solo assale posteriore il che, naturalmente, limitava il carico a 4/5 tonn. In Germania molto interesse ha destato il mezzo costruito dalla Waggonfabrik Uerdingen che è un carro a 2 assi con m 4,70 di interasse le cui ruote possono essere munite di falsi cerchioni con pneumatici per il percorso su strada. Tali cerchioni possono essere montati in pochi minuti (10/12') portando il carro con gli assali in corrispondenza di 4 piccole fosse (profonde 15 cm). Questi veicoli possono portare un carico utile di 8.500 kg (figg. 10-11). In Francia la SNCF ha attrezzato alcuni veicoli strada-rotaiia per la manutenzione delle linee aeree, veicoli in cui il passaggio dalla strada alla rotaia avviene molto regolarmente a mezzo di una piattaforma di sollevamento e con l'impiego di ruote con speciali cerchioni (figg. 12-13). Estendendo il concetto del carico unitario, del grosso contenitore all'intera cassa del veicolo, sono stati realizzati dei mezzi ai quali, cambiando il carrello stradale con quello ferroviario e viceversa, è possibile circolare su strada e su rotaia. Ricordiamo i mezzi tedeschi costruiti dalla Soc. W.M.D. (fig. 14), dalla Soc. Schöttler (fig. 15), dalla Soc. V. Liene per i trasporti « Huckepack » (fig. 16-17), ed il sistema italiano Feraut Marini (fig. 18), nonché un modello per carico utile di 100 tonn. denominato « Colombo 110 SF » analogo ad uno costruito in Francia per la Sté d'Electricité et Gas d'Algérie (figura 19).

Alberto Russo-Frattasi

Il pneumatico

CARLO MAZZA, proseguendo nello studio dei pneumatici, ne descrive il diagramma di lavorazione, soffermandosi in particolare sul processo di fabbricazione e i requisiti della camera d'aria.

La copertura.

Nella figura 1 è illustrata la sezione di una copertura, in cui sono visibili gli elementi di confezione, che andremo man mano elencando. Con le lettere A, B, C, D, sono state contrassegnate le parti principali, e cioè, il battistrada (B) che costituisce la parte destinata ad appoggiarsi sul terreno, i fianchi (A), che danno la protezione laterale alla copertura, e che portano scolpite le diciture che ne contraddistinguono la marca e la misura, la carcassa (C) destinata a sopportare gli sforzi dati dalla pressione di gonfiamento e i talloni (D) di forma e dimensioni tali da adattarsi esattamente al cerchio di montaggio. Caratteristica principale del battistrada, deve essere quella di assicurare una buona aderenza sul terreno, perchè attraverso di esso avviene la trasmissione del moto.

Per questo, esso è solcato da incavi di forma opportuna (8) che sulla sua superficie formano un disegno caratteristico di ogni tipo. Le scolpiture del battistrada (9) possono assumere diverse forme, raggruppabili però in due grandi categorie: quelle a righe longitudinali, più o meno frastagliate, in cui non si notano interruzioni in senso circonferenziale, e quelle a blocchetti in cui un elemento è isolato dagli altri da incavi continui.

Il battistrada ha uno spessore che non può essere troppo forte per non rendere eccessivo il riscaldamento e la sollecitazione per forza centrifuga, ma che, d'altra parte deve essere sufficiente ad assicurare, pur abradendosi, una soddisfacente durata alla copertura. Come spessore del battistrada non dobbiamo considerare però solamente l'altezza della scolpitura (o profondità degli incavi), ma

dobbiamo tenere conto anche del sottofondo (10) messo a protezione delle tele di carcassa contro gli eventuali guasti (screpolature, tagli, perforazioni ecc.) che si possono verificare sul fondo degli incavi.

Il battistrada termina sullo spigolo (7), dove ha inizio il fianco, che si estende fino al cordoncino di spia (6), utile riferimento per verificare l'esatto montaggio della copertura sul cerchio. Sul fianco viene continuato un disegno, che non ha solamente il compito di accordarsi col disegno del battistrada, ma che deve contribuire, con una determinata rigidità, a rendere uniforme la flessione della carcassa sotto carico, e, specialmente nelle coperture più grosse, a scavare profondamente la zona sotto lo spigolo per facilitarne il raffreddamento.

La carcassa è costituita da strati sovrapposti di tele gommate (1), di tessuto cord, con i fili disposti secondo un certo angolo rispetto

al piano equatoriale della copertura, e alternativamente incrociatisi con i fili degli strati adiacenti.

Gli strati di gomma disposti fra le tele hanno il compito di favorire i movimenti relativi di una tela rispetto all'altra in modo che i fili delle tele esterna ed interna, durante la flessione del fianco causata dall'applicazione del carico sul pneumatico, vengano in parte scaricati dalla loro sollecitazione di trazione e di compressione.

Le tele, che terminano in corrispondenza del tallone vengono risvoltate (4) attorno al cerchietto metallico, a cui si ancorano solidamente.

Talvolta, sopra alle tele che vanno a risvoltarsi attorno ai cerchietti, vengono poste una o più strisce di intermedio (11) la cui larghezza è circa uguale a quella del battistrada. Queste tele costituiscono l'armatura di una zona, immediatamente sotto al battistrada, dove si devono diffondere

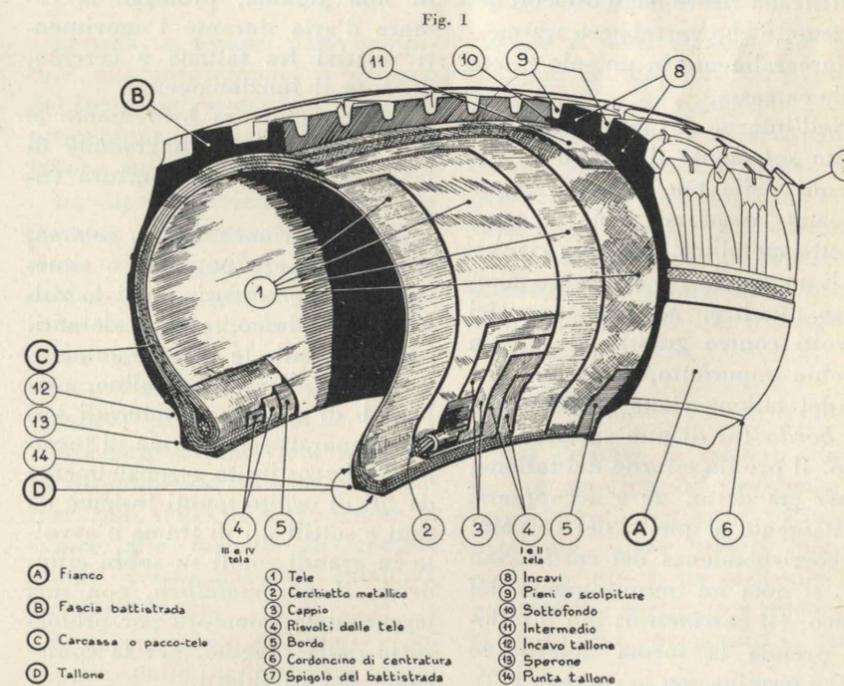


Fig. 1

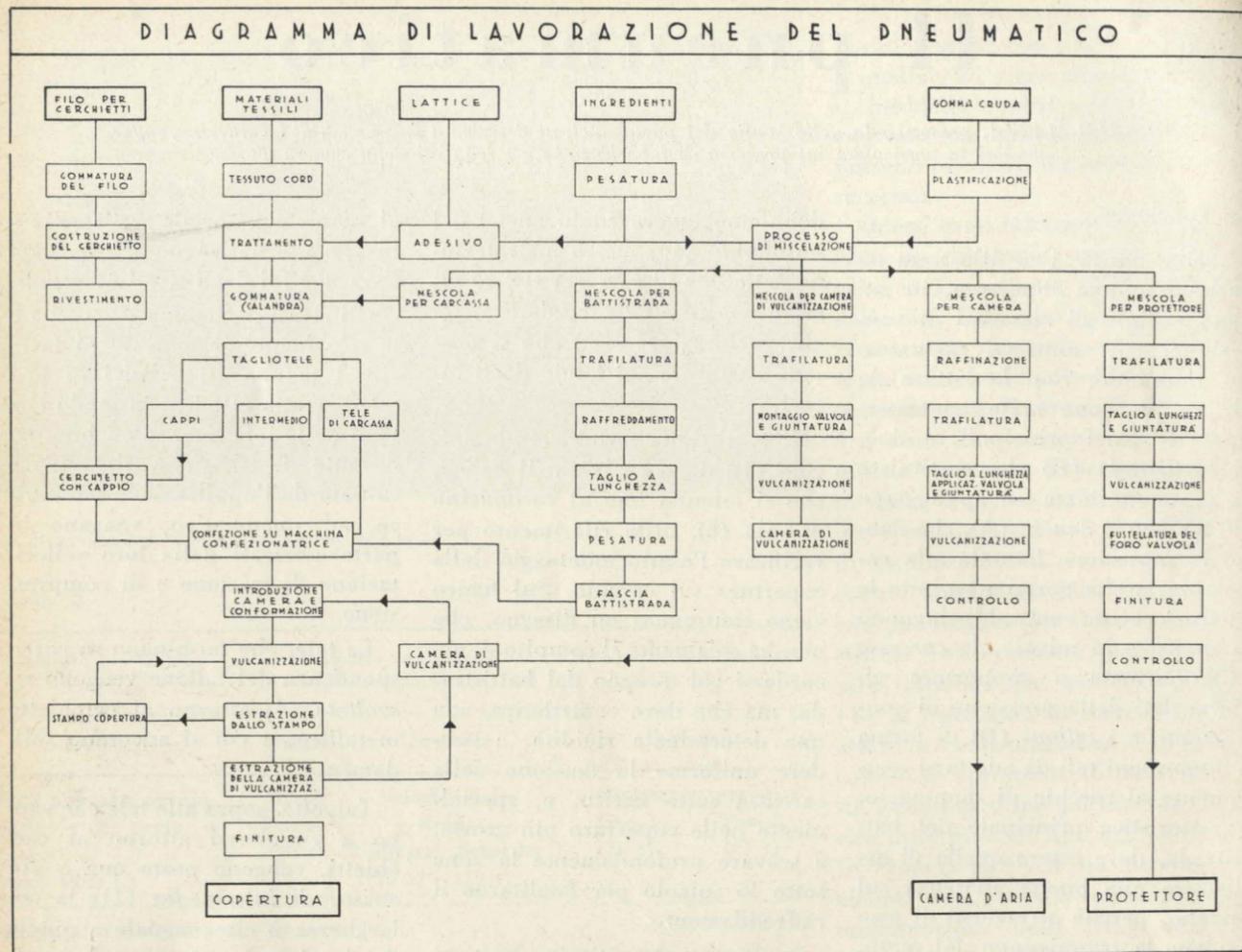


Fig. 2

le sollecitazioni localizzate che il battistrada riceve dagli ostacoli del terreno, e che verrebbero trasmesse integralmente in un solo punto della carcassa.

Nell'interno del tallone non notiamo solamente il cerchietto e i risvolti delle tele. Perché queste possano ancorarsi bene al cerchietto metallico, questo è rivestito di un *cappio* (3) di tessuto gommatato. Inoltre, a protezione dei risvolti contro guasti dati da un cerchio imperfetto, la parte esterna del tallone viene protetta con un *bordo* (5) di uno speciale tessuto. Il profilo esterno del tallone, come già detto, deve accoppiarsi esattamente a quello del cerchio. In corrispondenza del *cordoncino* (6), si nota un ingrossamento del fianco, (*il cuscinetto*); poi il tallone prende la forma dell'*incavo* (12) e termina con lo *sperone* (13).

All'interno, la *punta tallone* (14) di sola gomma, protegge la camera d'aria durante i movimenti relativi fra tallone e cerchio, durante il funzionamento.

Esaminiamo ora brevemente le fasi principali del diagramma di fabbricazione della copertura (figura 2).

Materie prime sono: *la gomma*, che può essere naturale o sintetica; *gli ingredienti*, quali lo zolfo, il nerofumo, gli acceleranti, i plastificanti, le cariche minerali (ossido di zinco, caolino, carbonato di calcio); *i materiali tessili* preparati sotto forma di tessuto cord, costituito essenzialmente da fili di ordito tenuti insieme da radi e sottili fili di trama e avvolto in grandi rotoli su subbi cilindrici; *il filo metallico*, con una leggerissima ramatura per proteggerlo dalla ruggine, per la confezione dei cerchietti.

La gomma, mescolata agli ingredienti, dà origine a diverse mescole, aventi caratteristiche meccaniche differenti, a seconda dell'impiego a cui esse sono destinate. Distingueremo fra queste le mescole di battistrada e le mescole di carcassa.

Il tessuto cord, per essere unito alla gomma, passa prima attraverso un trattamento adesivo, costituito in genere da dispersioni acquose di lattice di gomma e di resine a base di agenti collanti; in seguito su una calandra viene ricoperto con una sottile foglia di mescola di carcassa.

Il tessuto gommatato passa poi ad una macchina chiamata « taglio tele », dove viene tagliato in strisce, secondo determinati angoli, e avviato alla confezione.

La confezione delle coperture

avviene su apposite forme di acciaio, opportunamente sagomate, sopra le quali vengono adagiate le tele di carcassa, sovrapponendole in modo che l'inclinazione dei fili sia diretta alternativamente in un senso o nell'altro.

Sulla forma di confezione possono venire montate le tele singolarmente, oppure a gruppi di due, tre o quattro giuntate in modo da formare un anello, e sempre a strati sovrapposti con le direzioni dei fili alternativamente incrociatisi. Le estremità laterali delle tele vengono amarrate ai cerchietti metallici facendole risvoltare lungo i fianchi della copertura: l'attacco fra le tele sovrapposte è assicurato da una energica rullatura, regolata da dispositivi pneumatici.

Sopra le tele di carcassa vengono poste le strisce di intermedio e, alla fine, la fascia del battistrada e dei fianchi, ottenuta trafilendo la mescola di battistrada attraverso una testa di trafile di forma opportuna.

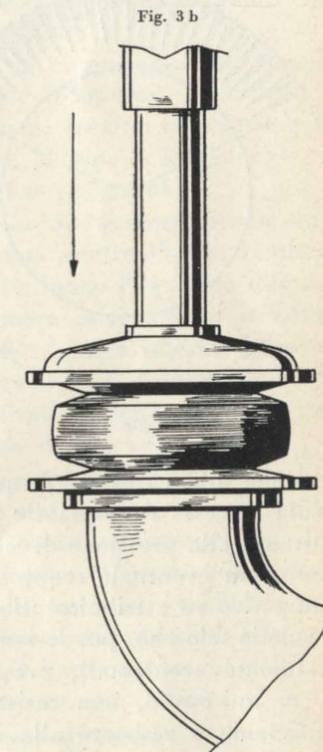
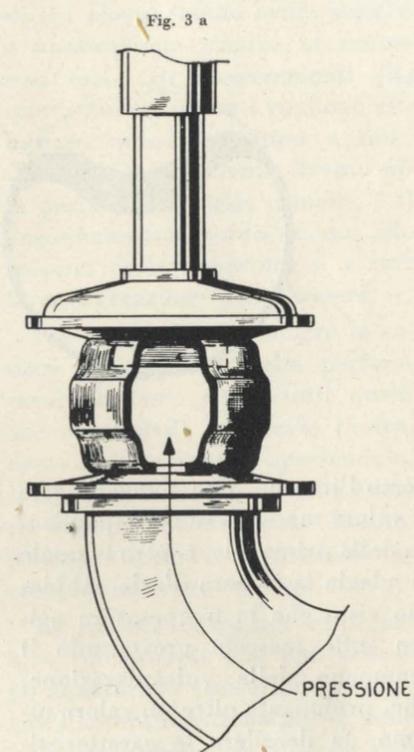
La copertura così confezionata ha l'aspetto della forma su cui è stata costruita. Queste forme, che in passato avevano un profilo simile a quello della copertura finita, e cioè all'incirca torico, sono andate via via appiattendosi, avvicinandosi sempre più alla forma cilindrica, tanto da meritare la denominazione di « tamburi di confezione ».

Occorre ora dare alla copertura la forma torica; l'operazione prende il nome di « conformazione », ed è eseguita su una speciale macchina in cui due grossi piatti comprimono in senso assiale la copertura da conformare, mentre all'interno viene introdotta aria compressa che provoca la dilatazione trasversale della carcassa e del battistrada (fig. B a) e b)).

Durante la conformazione si introduce nell'interno della copertura una camera di vulcanizzazione — serbatoio torico in tutta gomma a pareti molto spesse — destinata a contenere l'acqua o il vapore sotto pressione che serviranno alla vulcanizzazione della co-

pertura, e che contribuirà, data la sua elevata rigidità, a mantenere la forma torica della copertura ancora cruda.

L'ultima operazione che rimane da compiere è la vulcanizzazione, che avviene contemporaneamente alla stampatura. Ci si serve per questo di stampi di acciaio, aventi la forma del profilo finale della



copertura, e recanti delle scolpiture che incideranno il disegno del battistrada e dei fianchi, e imprimeranno le diciture che compaiono sul fianco stesso.

La copertura viene chiusa nello stampo: la camera di vulcanizzazione viene gonfiata con acqua calda o con vapore: i tessuti di carcassa si stirano, la copertura si dilata andando a premere fortemente contro lo stampo e assumendone perfettamente la forma.

Anche lo stampo viene immerso in un ambiente ad alta temperatura, che, dopo un certo tempo fa subire alle mescole di gomma quella trasformazione chiamata vulcanizzazione.

Dopo lo scarico dell'acqua e del vapore, dallo stampo esce la co-

pertura finita in tutti i suoi particolari, che dopo il controllo e la sbavatura viene inviata al magazzino.

Le operazioni di vulcanizzazione, per cui erano previste una volta grosse caldaie autoclavi in cui venivano introdotti fino a venti stampi sovrapposti, sono state rese più semplici con particolari

caldaie a posti singoli, che permettono un migliore sfruttamento degli stampi, riducendo i tempi di lavorazione. Più recentemente sono state costruite caldaie singole che provvedono, contemporaneamente alla loro chiusura, alla conformazione della copertura, eliminando così una delle operazioni più delicate del processo di lavorazione.

La camera d'aria.

Nel definire la camera d'aria, ne avevamo messo in evidenza un importante requisito: l'impermeabilità. Essa infatti non è niente di più di un serbatoio impermeabile, destinato a tener racchiusa l'aria che gonfia il pneumatico.

Gonfiando una camera d'aria da sola, si arriva a provocare delle fortissime dilatazioni, con pressioni ridottissime; il suo funzionamento consiste quindi nell'adattarsi perfettamente, data la sua grande estensibilità, alle pareti della copertura e del cerchio, e di trasmettere integralmente la

deve essere poco sensibile agli effetti del calore.

Se esaminiamo infatti l'andamento delle temperature all'interno della copertura, osserviamo che da un valore corrispondente alla superficie esterna del battistrada e dei fianchi, la temperatura cresce di mano in mano che si procede

dere un buon ricupero elastico anche dopo essere rimasta per lungo tempo sottoposta a una deformazione costante e ad alta temperatura. Nei paesi nordici, e nel caso di camere d'aria per pneumatici per aeroplano, il ricupero elastico deve avvenire anche a bassissime temperature, per evitare che, a pneumatico fermo, la camera non venga « gelata » con una data deformazione.

Altro requisito importante è la scarsa lacerabilità. Il maggior pericolo per l'automobilista è il degonfiamento rapido del pneumatico: esso può avvenire, quando, in seguito a una perforazione, la lesione della camera d'aria si allarga improvvisamente, come se si strappasse.

Una mescola poco lacerabile, oltre a provocare, in seguito a una perforazione, la perdita lenta di pressione con una maggiore sicurezza per l'automobilista, dà anche la possibilità di effettuare una migliore riparazione.

Parte integrale della camera d'aria è la valvola, attraverso la quale viene introdotta l'aria che gonfierà il pneumatico.

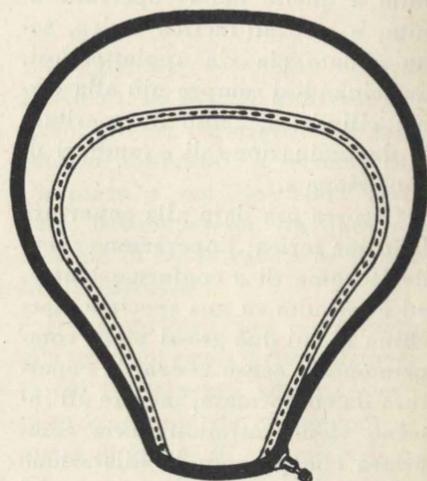


Fig. 6

Perché la valvola possa assicurare una perfetta tenuta, essa è provvista di due dispositivi: lo spillo a sede conica e il cappelletto. Il primo costituisce la vera e propria valvola, che permette il passaggio dell'aria solamente in un senso (quello verso l'interno

della camera); mentre il secondo costituisce una misura di sicurezza contro il mancato funzionamento o un difetto di costruzione dello spillo.

Il funzionamento della valvola è di capitale importanza, poiché a nulla varrebbero gli studi sulla impermeabilità delle mescole, se poi mancasse la tenuta della valvola: per questa ragione non hanno avuto diffusione quei sistemi che, escludendo la sicurezza della valvola, permettono di conoscere in ogni momento la pressione dei pneumatici, collegando direttamente la valvola a uno strumento di misura. Sistemi di controllo continuo della pressione hanno avuto maggiore diffusione, e sono stati anche consigliati dai costruttori di pneumatici, quando il veicolo stesso è attrezzato con un compressore che consente di riportare la pressione dei pneumatici al valore prescritto, appena si manifesta una insufficienza di pressione.

Il processo di fabbricazione della camera d'aria è molto semplice: la mescola viene dapprima raffinata, attraverso un procedimento chiamato « straining », e consistente nella trafilatura attraverso a una rete a grande numero di maglie.

Vengono così eliminate tutte le impurità che potrebbero provocare delle porosità nelle sottili pareti della camera.

Attraverso a una trafila avente la testa a forma di corona circolare, viene in seguito estruso un tubo indefinito che dopo il raffreddamento, viene tagliato a lunghezza, e, dopo l'applicazione della valvola, viene giuntato ad anello. Basta il gonfiamento eseguito attraverso la valvola per fare assumere alla camera la forma torica, secondo la quale sarà vulcanizzata in uno stampo dalle pareti lisce. Dopo la vulcanizzazione un accurato controllo farà scartare quei pezzi che non danno la perfetta tenuta, e che presentano degli spessori irregolari delle pa-

reti: poi si passerà all'immagazzinamento.

La preoccupazione di poter rendere più sicuro il funzionamento della camera d'aria, e di evitare incidenti agli automobilisti, ha fatto realizzare numerosi tentativi di camere d'aria di sicurezza, di cui alcuni hanno avuto seguito e applicazione pratica in numerosi casi. Gli inconvenienti che questi nuovi ritrovati vogliono eliminare, possono ridursi a due: il degonfiamento lento dovuto alla perforazione della camera, e il degonfiamento rapido dovuto allo scoppio della copertura o a una larga lacerazione della camera.

Fra i tentativi di rendere le camere più resistenti alle perforazioni possiamo citare tutti quelli che cercano di rinforzare l'estradosso della camera, ispessendolo, o facendo in modo che la gomma sia sottoposta a uno stato di compressione anziché di tensione come generalmente avviene.

La camera corrugata di figura 4, è vulcanizzata con uno sviluppo equatoriale (misurato lungo le anse) notevolmente maggiore dello sviluppo equatoriale interno della copertura, in modo che quando la pressione costringe la camera ad aderire alla tela interna della copertura, tutto l'estradosso risulta notevolmente compresso.

L'esempio di figura 5 si riferisce invece, a una camera con estradosso ispessito, e vulcanizzata in modo che durante il gonfiamento, assumendo la forma torica, una parte dell'estradosso venga leggermente compressa. La camera d'aria resistente alle perforazioni, che ha avuto maggiore diffusione, è però quella contenente all'interno, in corrispondenza dell'estradosso, una mescola molto plastica che, quando un chiodo perforasse la camera, riuscisse a fare tenuta contro di esso per evitare la fuoruscita dell'aria, e che, una volta estratto il chiodo, si risaldasse, su se stessa, evitan-

do la riparazione della camera. La sicurezza contro gli scoppi, è data dalle camere multiple; quelle cioè a molti scomparti, fatti in modo che, quando avviene lo scoppio della copertura, un solo elemento sia interessato dalla perdita repentina di pressione, mentre gli altri, ancora in pressione, assicurano, sia pure provvisoriamente, il funzionamento del pneumatico.

Fra le numerosissime camere multiple proposte, brevettate e realizzate, merita un cenno particolare il tipo « Lifeguard » di Goodyear (figura 6).

In esso due camere toriche sono poste una dentro l'altra, risultando unite lungo l'equatore interno. La camera esterna è di struttura normale: quella interna è invece rinforzata da due tele di nailon, e costituisce per così dire, una carcassa di riserva.

Il gonfiamento è effettuato mediante una normale valvola, collegata al serbatoio esterno. Il serbatoio interno si porta automaticamente in pressione, mediante una valvolina molto strozzata che permette il libero passaggio dell'aria fra una camera e l'altra.

In caso di scoppio della copertura, viene a mancare istantaneamente la pressione del serbatoio esterno, ma quello interno funziona immediatamente come carcassa di riserva, sopportando da solo il carico del pneumatico ed evitando l'afflosciamento completo della copertura. Naturalmente, la pressione della camera interna decresce lentamente per la perdita d'aria attraverso la valvolina di collegamento, ma a questo modo si è evitato un eventuale incidente, provocato dall'istantaneo degonfiamento.

Camere di sicurezza di questo tipo sono state impiegate specialmente durante la guerra, per pneumatici per aeroplano: il loro elevato costo e la quasi completa sicurezza dei pneumatici odierni, ne ha molto diradato l'impiego.

Carlo Mazza

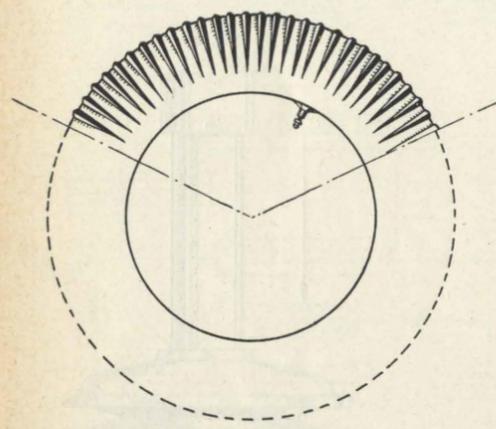


Fig. 4

pressione alla carcassa. È quindi la sola carcassa responsabile della resistenza alla pressione di gonfiamento: un eventuale scoppio del pneumatico va attribuito alla rottura delle tele che, per lesioni generalmente accidentali, presentano, in un punto, una resistenza insufficiente a resistere alla pressione di gonfiamento, e quindi cedono. Attraverso la lesione della carcassa viene spinta la camera d'aria, le cui pareti, quasi istantaneamente si lacerano, provocando il rapido degonfiamento del pneumatico.

La normale lieve perdita di pressione che si misura ogni 15 ÷ 20 giorni e che costringe a rifornire di aria il pneumatico, è dovuta invece alla permeabilità propria della mescola della camera. Abbiamo già accennato alla scoperta di una nuova gomma sintetica, più impermeabile della gomma naturale, che ha permesso di diradare il controllo della pressione fino a 1 ÷ 2 mesi.

Possiamo ora passare in rassegna alcuni altri requisiti richiesti alla camera d'aria.

La mescola con cui è costruita

verso l'interno, fino a raggiungere il valore massimo in corrispondenza della prima tela, contro la quale si adagia la camera d'aria. Abbiamo visto che la temperatura agisce sulle mescole provocando il fenomeno della vulcanizzazione, che, prolungata oltre un valore ottimo, fa decadere le caratteristiche meccaniche della mescola: sappiamo inoltre che queste caratteristiche meccaniche peggiorano violentemente, quando rilevate ad elevate temperature. Questi fenomeni dunque, molto sensibili per le mescole normali, devono essere il più possibile attenuati nelle mescole delle camere d'aria.

La camera d'aria, dopo essere stata impiegata a lungo nell'interno di una copertura, deve poter essere rimontata dentro una nuova copertura. Per questo, quando viene sgonfiata, deve assumere delle dimensioni più piccole di quelle interne della copertura, per evitare che durante il nuovo montaggio si formino delle pieghe che possono provocare dei tagli, e la conseguente perdita di pressione.

La mescola deve quindi posse-

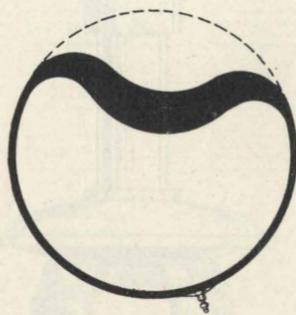


Fig. 5

CURIOSITÀ DEL BIBLIOFILO

Distribuzione d'una Città

Per meglio intendere le leggi della distribuzione si consideri prima quella d'una città intera, e indi quella degli edifici particolari che la compongono.

Ne' rarissimi casi d'una città nuova si vorrà certamente scegliere il sito più vantaggioso, e una pianta circolare, o poligona.

Una città ha bisogno di piazze variamente configurate, e di strade, che variamente si taglino, e si diramino, in grandezza e in decorazione tutte differenti. In questa distribuzione quanto più regnerà la scelta, l'abbondanza, il contrasto, e fino anche qualche disordine, risulterà più vaghezza, e bellezze più piccanti. È un gran male d'una città grande l'esattezza di uniformità. Chi ha veduto una città dell'Olanda le ha viste tutte; e chi ha vista una sola strada ha vista la città intera.

La pianta d'una città va distribuita in modo, che la magnificenza del tutto sia suddivisa in una infinità di bellezze particolari, tutte sì differenti, che non si riscontrino mai gli stessi oggetti, ma sempre nuovi. Ma quali cose formano bella una città? Quattro: cioè 1) i suoi ingressi; 2) le sue strade, 3) le sue piazze; 4) i suoi edifici.

1) Gli ingressi sieno liberi, moltiplicati in ragione della grandezza del recinto, e sufficientemente ornati sì al di dentro, che al di fuori. Al di fuori sia un lungo stradone fiancheggiato da viali d'alberi, con fontane e con poggiuoli, che terminino in una piazza davanti la porta. La porta sia un superbo arco trionfale, che introduca ad un'altra piazza circondata di nobili fabbriche, donde partano molte strade maestose, conducenti alcune al centro, altre agli estremi della città, e tutte terminate da qualche oggetto singolare. Tali ingressi che città annunziano!

2) Le strade in una città servono per rendere la comunicazione

ne facile e comoda; onde debbono essere numerose, dritte, e larghe. La loro larghezza ha da corrispondere non solo all'ampiezza, e alla popolazione della città, ma anche all'altezza degli edifici, e alla lunghezza di esse strade. La maggior larghezza deve essere nel centro, dove il concorso è maggiore. Alcune sieno porticate, altre con marciapiedi ornati di balustrate e di statue, altre con parterri; ma tutte sieno nette, e in dolce pendio.

3) Non si temi di moltiplicare le piazze di varia figura e grandezza, non solo per l'affluenza del popolo, ma per la salubrità, e per dare un'aria più sfogata.

4) La bellezza degli edifici costituisce la principal bellezza delle strade, delle piazze, e di tutta la città. E chi presiede a queste bellezze? Ogni città dovrebbe avere la sua accademia di architettura, senza la cui approvazione

non si potesse mai niente fabbricare. L'altezza delle case non dovrebbe mai andar oltre de' tre piani. Le loro facciate regolari sì, e ben proporzionate, ma tutte sieno differenti e negli ornati, e nella stessa semplicità. Qualche uniformità si può soltanto permettere in qualche piazza.

Gli edifici pubblici debbono essere situati convenientemente al comodo pubblico. La cattedrale nel centro, le parrocchiali nel mezzo delle parrocchie, l'università, i tribunali, i teatri nel cuore dell'abitato, come anche le accademie, i collegi. Le residenze de' sovrani all'estremità. Tutti questi edifici sieno isolati, con piazza avanti, e con degli stradoni incontro e intorno. Che spicco maggiore non faranno!

Ma per aversi una città regolare e bella si ha da aspettar forse, che se ne costruisca una nuova di pianta? Ogni brutta e informe città può regolarmente abbellirsi o a poco a poco a misura che si rifabbrica qualche pezzo, o sollecitamente: basta volere, e non si vuole mai abbastanza.

Gli edifici cittadini sono o privati o pubblici.

Francesco Milizia (1768)

(a. c. m. trascrittore)

RUBRICA DEI BREVETTI

a cura di FILIPPO JACOBACCI

Segnalazione di brevetti italiani di recente pubblicazione

No. 566802 - 29.3.1956, Hanomag Aktiengesellschaft, « Comando di giunto di sterzata a funzionamento idraulico, per veicoli a cingoli ».

No. 566414 - 19.1.1957, L'Auxiliaire de l'Industrie et des Mines Auxim Soc. an., « Perfezionamenti ai dispositivi aventi organi distributori stagni, come rubinetti specialmente per impianti di frenatura di veicoli ».

No. 566740 - 20.1.1957, Locati Luigi, « Sistema di comando dell'acceleratore per motociclette, ciclomotori o simili, con leva di comando dell'acceleratore sul manubrio azionabile solo quando si impugna il manubrio stesso nonchè relativo dispositivo ».

No. 567008 - 20.8.1956, Lo Celso Antonio e Rizzo Giuseppe, « Apparato fotoelettronico per il passaggio automatico e reciproco delle luci dei fari di automezzi, dalla posizione abbagliamento ad anti-abbagliante, allorchè gli stessi si approssimano ad incrociarsi ».

No. 566667 - 24.1.1957, Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg, « Sistemazione

dei dispositivi di molleggio negli autoveicoli ».

No. 566953 - 30.1.1957, Mattioli Giovanni Corniani Giuseppe Corniani Antonio e Graziani Mario, « Pompa idraulica a doppio effetto per autoveicoli in genere muniti di impianto freno idraulico ».

No. 566800 - 28.2.1957, Menghi Giovanni Battista, « Dispositivo per la captazione e l'allontanamento dei gas comunque liberati nel travaso di liquidi volatili, particolarmente idrocarburi ».

No. 566575 - 29.1.1957, Ostumi Vittorio e Ostumi Stelio, « Dispositivo automatico di compensazione della forza centrifuga che si genera negli autoveicoli in movimento su percorsi curvi ».

No. 566468 - 5.2.1957, Philips' Gloeilampenfabrieken, « Perfezionamenti nei proiettori per autoveicoli ».

No. 566725 - 29.1.1957, Piodi Roberto, « Portabagagli ad elementi smontabili per tetto di autoveicoli ».

No. 566835 - 31.1.1957, Ravera Nicolino, « Autosterzante per rimorchi e motrici ad asse scorrevole ».

No. 566461 - 26.1.1957, Regie Nationale des Usines Renault, « Sedile a schienale con inclinazione regolabile ».

No. 566617 - 22.6.1956, Regie Nationale des Usines Renault, « Dispositivo di comando automatico delle scatole dei cambi di velocità, specialmente sui veicoli ».

No. 566903 - 5.2.1955, Rubino Gennaro, « Tipo unico moderno di acceleratore per manubri di moto normali e da competizione ».

No. 566715 - 29.1.1957, Salzmann Willi, « Carrozzeria per automobili ».

No. 566724 - 29.1.1957, Selene Soc. accom. sempl., « Dispositivo per rendere motrici le ruote anteriori di trattori aventi le sole ruote posteriori motrici e muniti di presa di forza posteriore ».

No. 566901 - 4.7.1957, Serafini Fernando, « Sistema di illuminazione a luce spezzata ridotta per fari di automezzi e motomezzi ».

No. 567001 - 9.4.1957, Succio Severino e Poncini Lorenzo, « Faro per autoveicoli con lampadina provvista di speciale filamento per proiettare, a comando un intenso fascio di luce orientato verso il lato destro della strada antistante ».

No. 566728 - 29.1.1957, United States Rubber Company, « Molla a fluido, ad esempio per autoveicoli ».

No. 567087 - 2.2.1957, Van Costen Adrianus Wilhelmus, « Fanalino di arresto per autoveicoli ».

No. 566626 - 12.7.1956, Vogel Willy, « Lubrificazione contralizzata in particolare per veicoli a motore ».

No. 567078 - 1.2.1957, Warn Arthur M., « Innesco fra le ruote anteriori e i semiassi relativi, per veicoli a quattro ruote motrici ».

No. 566704 - 23.6.1956, Zarzoli Aldo, « Impianto ausiliario di illuminazione per autoveicoli, in genere, con entrata in funzione periodica ed automatica controllata dal movimento del volante di guida ».

No. 566502 - 20.4.1956, Bonmartini Giovanni, « Dispositivo di rotolamento per veicoli di ogni genere ».

No. 566592 - 4.2.1957, Baccaglioni Aldo, « Apparecchio manometrico a due colonne di mercurio libere, ad escursioni ridotte, particolarmente adatto per la misura della pressione dei pneumatici d'autoveicoli presso le stazioni di servizio ».

No. 566772 - 30.1.1957, Compagnie Generale des Etablissements Michelin, « Perfezionamenti ai copertoni pneumatici ».

No. 566768 - 28.1.1957, Gover di Ugo lini & C. Soc. a r. l. Industria Gomma, « Dispositivo di protezione dei fianchi di un pneumatico mediante fascia elastica protettiva ».

No. 566529 - 24.1.1957, Luigi Lazzari, « Dispositivo per il montaggio e lo smontaggio dei pneumatici delle ruote e disco di autoveicoli ».

No. 566877 - 1.2.1957, Pneumatiques & Caoutchouc Manufacture Kleber Colombes, « Perfezionamenti nei pneumatici ».

No. 567022 - 18.9.1956, Zago Luigi, « Valvola a funzionamento automatico a pressione e depressione, per camere di aria di pneumatici pluricellulari ».

No. 567016 - 12.9.1956, Vitale Carlo, « Segnalatore luminoso da applicarsi ai pedali delle biciclette e similari a motore ».

No. 566999 - 21.8.1956, Campagnolo Tullio, « Pedale perfezionato per biciclette e simili ».

VIII - Convogliamento, imballaggio ed immagazzinaggio.

No. 566928 - 18.12.1956, Ticchio Giuseppe, « Insacatrice con doppio carico automatico, accoppiata a pesatrice a bilico graduabile ».

No. 566616 - 21.6.1956, Schaefer Henri, « Apparecchio per forare un materiale in foglio inserendovi contemporaneamente un filo ».

No. 566478 - 26.1.1957, Atlanta Paper Company, « Avvolgitore di cartone per imballare lattine e simili ».

No. 566868 - 2.2.1957, Buscetto Gaetano, « Dispositivo per la chiusura rapida e di garanzia dei colli dei sacchi in genere, particolarmente per quelli contenenti i plichi postali ».

No. 566869 - 2.2.1957, Buscetto Gaetano, « Piastrina con catenina e lucchetto per cingere e chiudere, con garanzia, particolarmente, per quelli contenenti i plichi postali ».

No. 567083 - 2.2.1957, Buscetto Gaetano, « Collarino per la chiusura rapida e di garanzia dei sacchi in genere, particolarmente per quelli contenenti i plichi postali ».

No. 566738 - 29.1.1957, F.lli Mazzi, « Supporto ad alveoli con bordature laterali atto allo stivamento aerato dei frutti o simili, nelle cassette di imballaggio ».

No. 566760 - 30.1.1957, Grant Jesse Raymond, « Perfezionamenti negli imballaggi per uova ».

No. 567052 - 26.9.1956, Nobili Soc. a r. l., « Imballaggio in cartone ondulato per prodotti ortofrutticoli ».

No. 566567 - 24.1.1957, Riefolo, « Sistema ad elementi accoppiabili a maschio e femmina per formare le parti costitutive di un corpo scatolare ».

No. 567051 - 25.9.1956, Tana Soc. an. Lavoraz. cera Soc. p. a., « Dispositivo di chiusura a pressione dei contenitori di materiale plastico per prodotti liquidi e pastosi ».

No. 566627 - 11.7.1956, Belloni Giuseppe, « Perfezionamento al convogliatore ermetico per lo scarico degli immondicci e relativi convogliatori perfezionati ».

No. 566965 - 26.1.1957, Wiggins John Henry, « Stantuffo per serbatoio per gas compressente un anello di rinforzo in calcestruzzo ».

IX - Cementi, calcine, ceramiche, pietre artificiali e trattamento della pietra (parte chimica); fornaci.

No. 566828 - 31.1.1957, Didier-Werke A. G., « Procedimento per la fabbricazione di mattoni refrattari al cromo ».

No. 566398 - 2.2.1957, Ferrari Franco, « Procedimento per fabbricare lastre di marmo artificiale ».

No. 566697 - 30.1.1957, Osterreichisch - Amerikanische Magnesit Aktiengesellschaft, « Procedimento per la fabbricazione di mattoni o blocchi refrattari, cotti, resistenti alla idratazione, a base di ossido di magnesio, e particolarmente mattoni di magnesite (carbonato di magnesio) ».

No. 566401 - 15.9.1955, Weis-Verszegi Hellmuth, « Materiali isolanti per elevate temperature a base di prodotti di decomposizione del silico fluoruro di sodio, particolarmente per l'isolamento termico di superfici metalliche ».

No. 566399 - 1.2.1957, Moretti Cesare, « Trasportatore a rulli per spostare il materiale ceramico od altro entro ai forni a tunnel ».

X - Filatura.

No. 566394 - 1.2.1957, Papeteries Rene Sibille, « Turbo-sopporto per fili tessili ».

No. 566912 - 19.5.1956, Veb Spinnereimaschinenbau Karl-Marx-Stadt, « Dispositivo di caricamento idraulico per i cilindri superiori di stiratoi ».

No. 566822 - 29.1.1957, Aktiengesellschaft Joh. Jacob Rieter & Cie., « Dispositivo di caricamento per stiratoi ».

No. 566962 - 30.1.1957, Algemene Kunstzijde Unie N. V., « Dispositivo di torcitura a trazione per l'avvolgimento di fili su spole ».

No. 566516 - 7.11.1956, Damiano Giovanni, « Dispositivo incorporato ad un motore elettrico per la storcitura e la cardatura delle materie fibrose ».

No. 566897 - 7.2.1957, Pirani Fernando, « Procedimento di filatura assiale e torcitura delle fibre tessili in genere provenienti da qualsiasi tipo di preparazione, come pettinatura inglese o continentale cardatura od altro ».

No. 566885 - 5.2.1957, Rohm & Haas Company, « Procedimento per la filatura a secco di dispersioni acquose di polimeri ».

No. 566827 - 31.1.1957, Barmer Maschinenfabrik Aktiengesellschaft, « Incannatoio a più teste ».

No. 566716 - 29.1.1957, Spinn und Zwirnermaschinenbau Karl-Marx-Stadt, « Procedimento e dispositivo per l'avvolgimento continuo di fili con un angolo d'incrocio su corpi di avvolgimento ».

XI - Tessitura.

No. 566658 - 22.1.1957, F.O.R. Fonderie Officine Riunite Soc. p. a., « Rettifica per i cilindri delle macchine tessili, particolarmente adatta per la rettifica dei cilindri delle carde rivestiti di guarnizioni a nastro ».

No. 566797 - 2.2.1957, Binaghi Pompeo, « Dispositivo taglia-trama per telai di tessitura a cambiamento automatico della spola o della navetta ».

No. 567053 - 26.9.1956, Mackie James & Sons Ltd., « Perfezionamenti ai meccanismi di arresto particolarmente per macchine tessili ».

No. 566878 - 2.2.1957, Maruyama Iwajiro, « Armatura a licci che non ha bisogno di essere registrata ».

I VAGLI « A MICROLUCI »

ENEA OCCELLA espone i criteri costruttivi dei nuovi setacci « a microluci », esaminandone i pregi ed i difetti ed effettuando un controllo ottico di una rete e dei prodotti di vagliatura, in un caso particolare.

1) Cenni introduttivi.

È cosa nota che la produzione delle reti calibrate per vagli di precisione per laboratorio, con il progressivo perfezionamento della tecnica costruttiva delle stesse, ha via via potuto adeguarsi ad esigenze sempre più impegnative dei controlli granulometrici. E corrispondentemente la classificazione dei grani per vagliatura ha potuto essere estesa — con criterio unitario — ad una gamma più vasta di dimensioni, giungendo ultimamente, come limite inferiore, ad una misura dell'ordine di 30 micron.

Di pari passo con la riduzione delle aperture di maglia dei setacci di precisione, si è avuta con il tempo la progressiva diminuzione della sezione dei fili impiegati per la costruzione delle reti, sino a diametri dell'ordine di 25 micron.

Così, ad esempio, la serie Tyler, che nel 1910 comprendeva come termine più fine della sua scala il setaccio da 200 mesh (74 μ di apertura di maglia, con fili di 53 μ di diametro), oggi è costruita sino alla rete di 400 mesh (37 μ di apertura; fili di 25 μ di diametro) ed è progettata per giungere sino a 500 mesh (30 μ di luce netta; fili di 21 μ di diametro). Analogamente la serie unificata tedesca (norme DIN), nel 1934 definita sino alla rete N 100 (60 μ di luce netta; 40 μ di spessore di filo), è stata aggiornata nel 1955 sino alla rete E 220 (25 μ di luce netta; 30 μ di diametro del filo).

Però, mentre lo sforzo dei costruttori di reti è riuscito ad assicurare praticamente in ogni caso una costante quota di area vagliante aperta (superficie utile, riferita alla superficie totale delle reti) ⁽¹⁾,

⁽¹⁾ Praticamente, per ognuna delle reti oggi in commercio, il rapporto tra area vagliante (superficie utile) ed area totale dei setacci di apertura variante tra 37 e 500 μ resta sempre compreso tra il 30 % ed il 40 %.

non altrettanto è ovviamente accaduto per la precisione dell'orditura delle reti. Le norme di tolleranza dell'unificazione americana, ad esempio, tenendo conto della maggior difficoltà di assicurare la precisione di costruzione delle reti fini, accettano errori nell'apertura media del $\pm 5\%$ per la rete di nominali 495 μ di apertura netta, del $\pm 7\%$ per quella da 74 μ , ed ancora del $\pm 7\%$ per quella da 37 μ , consentendo di avere eccezionalmente anche qualche maglia di luce rispettivamente dotata di errori del + 15 %, + 60 % e + 90 %, purchè non oltre il 5 % delle maglie ecceda l'apertura nominale di oltre la metà dell'errore massimo concesso.

Per l'unificazione tedesca le norme di tolleranza — con risultati sostanzialmente non molto differenti — accettano errori nell'apertura media del $\pm 6\%$ $\pm 8\%$ e $\pm 10\%$ per le reti corrispondenti a quelle prima citate, consentendo di avere qualche maglia con errore del + 25 %, + 40 % e + 50 % nei tre casi, purchè l'eccesso rispetto all'apertura nominale resti contenuto nella metà della variazione tollerata per l'apertura massima, rispettivamente per l'8 %, il 10 % ed il 12 % dei casi.

Negli ultimi anni, le necessità di estendere classificazioni granulometriche a particelle finissime

N° del setaccio	Luce netta μ	Rete di base		
		mesh μ	luce netta μ	diametro filo μ
1	30	450	33	24
2	25	450	33	24
3	20	450	33	24
4	15	450	33	24
5	10	450	33	24
6	8	450	33	24
7	5	450	33	24
8	3	450	33	24

si sono ulteriormente esaltate, anche fuori dell'ambito tradizionale della vagliatura di laboratorio, e di conseguenza maggiormente si sono sentiti gli inconvenienti derivanti dalla necessità di impiegare diversi metodi di classificazione. I tentativi di svincolare il controllo dei finissimi dai metodi, correntemente impiegati, per sedimentazione, elutriazione, separazione eolica, centrifugazione, allo scopo di mantenere uniforme fino ai grani impalpabili il criterio di calibratura adottato per le particelle più grandi, riferendolo unicamente ad entità geometriche, hanno portato alla progettazione ed alle prime costruzioni di reti per vagli dette « a microluci », in quanto dotate di apertura di maglia estremamente ridotta (idealmente giungente anche solo a 3 micron); naturalmente con metodi che sono sostanzialmente differenti da quelli consueti.

La costruzione di queste reti infatti — comparse per la prima volta nel 1956 nelle principali serie unificate americane e tedesche — è ottenuta con procedimento galvanico, ricoprendo con nichel normali reti di precisione delle serie per fini, sino ad ottenere l'apertura di maglia desiderata. In tal modo, data l'uniformità e la regolarità del ricoprimento elettrolitico, teoricamente si può giungere a qualsiasi finezza di luce, naturalmente a scapito dell'ampiezza dell'area vagliante libera e della regolarità dei canali di passaggio dei grani attraverso la rete.

A tutto il 1957 sono state previste ed in parte realizzate le seguenti serie di setacci da parte dell'unificazione americana (U. S. Standard Sieve Series):

I termini corrispondenti dell'unificazione tedesca (DIN) sono i seguenti:

N° del setaccio	Luce netta μ	Rete di base	
		sigla	
1	30	ancora da definire.	
2	25	E 130; E 150; E 165; E 185; E 220.	
3	20	ancora da definire.	
4	15	ancora da definire.	
5	10	E 150; E 165; E 185; E 220.	
6	8	ancora da definire.	
7	5	E 165; E 185; E 220.	
8	3	ancora da definire.	

dove le sigle citate hanno come riferimenti:

Sigla.....	E 130	E 150	E 165	E 185	E 220
Maglie/cm ²	16900	22500	28000	37000	50000
Luce netta, μ	40	37	33	30	25
Diametro filo, μ ..	37	30	27	22	20

2) Pregi.

Il ricoprimento galvanico necessariamente provoca un forte incremento dello spessore dei fili (poco inferiore al diametro iniziale degli stessi), oltre che una saldatura tra trama ed ordito: questi fatti contribuiscono alla robustezza delle reti. Ad esempio, per ottenere la prefissata luce di 11 μ , un setaccio della serie americana avrà fili del diametro di 46 μ , mentre il tipo più prossimo della serie tedesca (10 μ di apertura) potrà risultare formato di fili di diametro di 57, 50, 42 o 35 μ , a seconda se costruito con reti di base di tipo E 150 ⁽²⁾, E 165, E 185, ovvero E 220. In linea generale la durata di questi setacci potrà essere paragonata a quella di reti alquanto più grossolane: per esempio — ancora nel caso ora illustrato — almeno a quella di 74 μ di luce netta (200 maglie per pollice lineare).

Il ricoprimento elettrolitico inoltre adduce ad una relativa complanarità di tutta la struttura, in quanto la saldatura che viene a costituirsi ai nodi delle maglie vi determina spessori limitati alla somma del diametro del filo della rete di base con quello del filo dopo ricoprimento: nel citato caso

⁽²⁾ Vedasi al riguardo la fig. 1, in cui è riprodotta la sezione di una rete di costruzione JEL (J. Engelsmann A.G., Ludwigshafen), a tessuto « crociato », costituita di fili non pre-ondulati: essa deriva dal tipo unificato E 150 secondo le norme DIN 1171, per ricoprimento galvanico sino ad ottenere luci medie di 10 μ .

facile e precario il funzionamento e che — già in via teorica — appaiono pregiudizievole per la potenzialità e la precisione di taglio, e quindi, in una parola, per l'efficienza dei vagli in questione.

a) potenzialità.

Sebbene i setacci delle serie finissime siano progettati per servire esclusivamente come mezzi di controllo, non è fuor di luogo osservare che la loro superficie utile è assai ridotta rispetto a quella dei setacci normali e che questo fattore precipuo del meccanismo di passaggio dei grani influenza con variazioni almeno di pari misura la portata di sostanza vagliata.

Nel caso citato di setacci per separazioni attorno ai 10 μ , la superficie utile è $11^2/57^2 = 0,037 = 3,7\%$ (rete della serie americana da 11 micron), ovvero $10^2/67^2 = 2,2\%$; $10^2/60^2 = 2,8\%$; $10^2/52^2 = 3,7\%$; $10^2/45^2 = 4,9\%$ (reti analoghe della serie tedesca da 10 μ). Tali aree corrispondono mediamente ad 1/10 di quella delle più fini reti normali; la conseguente necessità di prolungare notevolmente il tempo di vagliatura per ottenere efficienze accettabili appare come un grave fattore negativo, anche nei riguardi della vita delle tele.

Giocano ulteriormente un ruolo negativo nei riguardi della portata dei vagli a microluci le possibilità di intasamento conseguenti alla limitata conicità all'ingresso delle

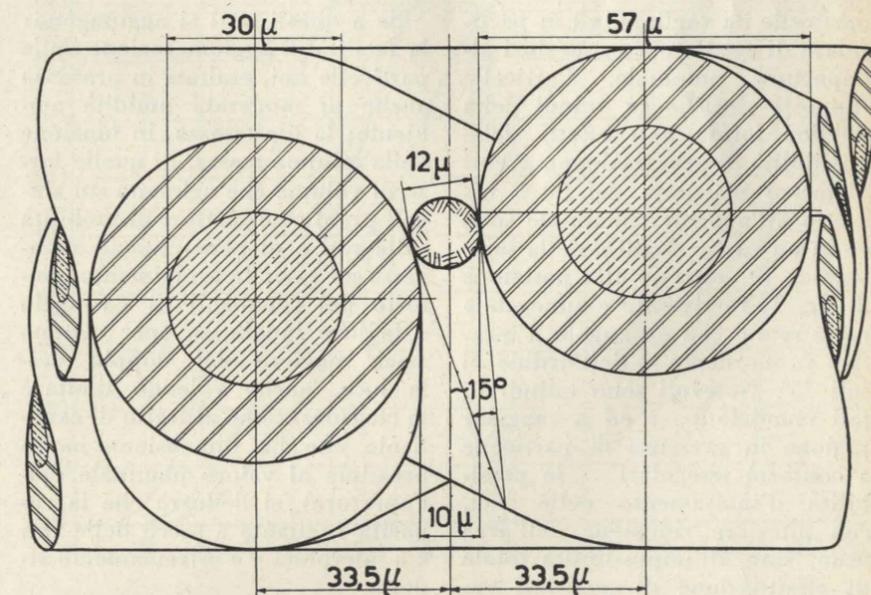


Fig. 1 - Sezione di una rete di apertura 10 μ , costruita su rete base DIN, E 150.

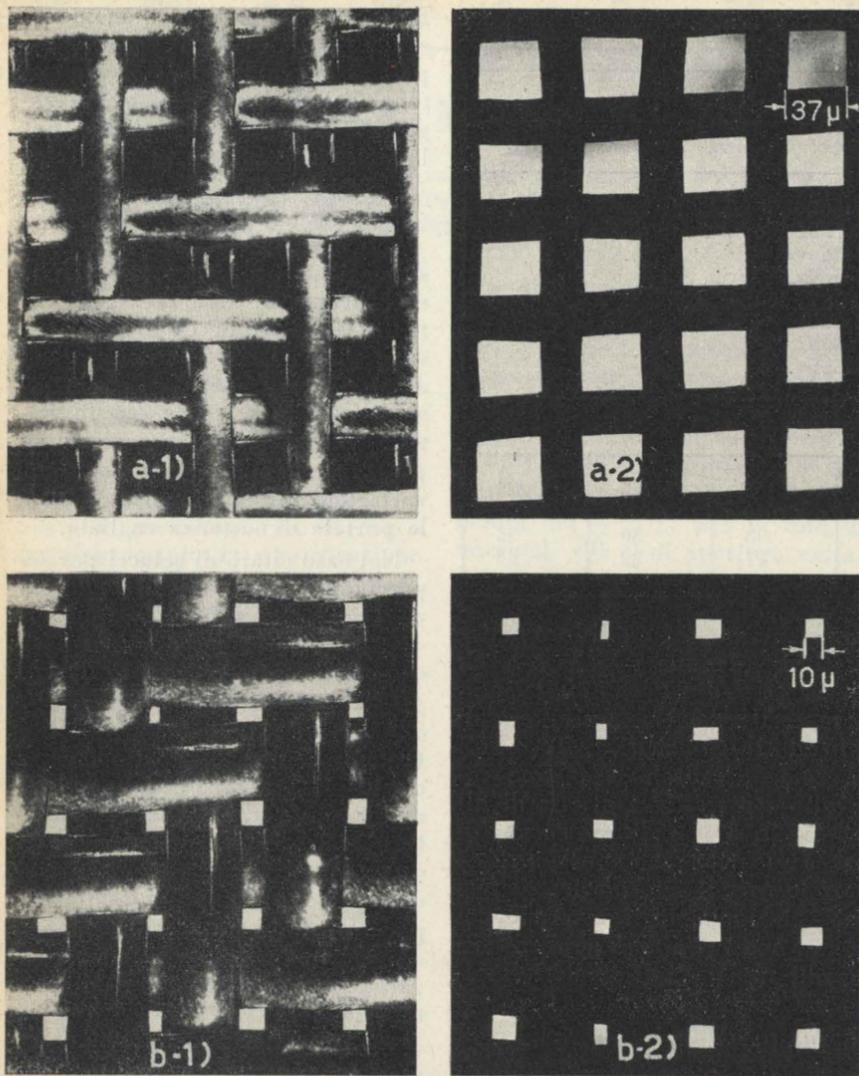


Fig. 2 - Microfotografie: a-1) rete JEL da 37 μ (DIN, E 150), a luce radente. — a-2) rete JEL da 37 μ, a luce trasmessa — b-1) rete JEL da 10 μ, a luce radente — b-2) rete JEL da 10 μ, a luce trasmessa.

ra ad umido, che potrebbe ovviare in parte all'agglutinazione dei grani fini, occorre constatare per contro come le forze capillari esistenti su lamine ricoprenti canali di pochi micron di diametro sono talmente elevate da contrastare fortemente il passaggio di liquidi attraverso agli stessi. Pertanto anche questo ripiego ha i suoi inconvenienti; e per realizzare la vagliatura ad umido diventa consigliabile l'uso di fluidi a bassa tensione superficiale (diversi quindi dall'acqua), avendo inoltre cura di impiegare soltanto sospensioni molto diluite.

b) *precisione della separazione.*

Per il fatto stesso di essere stati costruiti partendo da reti calibrate, già dotate di loro proprie tolleranze, i vagli a microluci — a parte accidentali irregolarità di forma conseguenti ad imperfetto ricoprimento galvanico — devono sottostare a tutte le conseguenti limitazioni della precisione dell'ampiezza delle maglie.

Così uno staccio della serie USA, di 11 μ di apertura, per la cui rete base si ammettano valide le tolleranze del setaccio da 400 mesh (in termini relativi: ±7 % nell'apertura media; +45 % per non oltre il 5 % delle maglie, sino al +90 % per l'apertura massima) non può sottostare a limitazioni più onerose delle seguenti:

— tolleranza per la media delle aperture medie delle maglie: ±2,3 μ, pari all'errore relativo del ±21 %;

— tolleranza per l'apertura di non oltre il 5 % delle maglie: maggiore di +14,8 μ, pari ad un errore relativo superiore al 135 per cento;

— tolleranza massima per l'apertura delle maglie: +29,7 μ, pari ad un errore relativo del +270 %.

E analogamente per le reti soggette alle norme di unificazione DIN. Nel caso di un setaccio di 10 μ, costruito sulla rete di base E 150 (per cui vigono le norme di contenere lo scarto nella luce media al ±10 %, con meno del 12 % della maglie aventi errore che supera il 25 % e l'ampiezza massima della luce limitata al +50 %), si avrebbe:

— tolleranza per la media delle aperture medie delle maglie: ±3,7 μ, pari all'errore relativo del ±37 %;

— tolleranza per l'apertura di non oltre il 12 % delle maglie: maggiore di +9,2 μ, pari ad un errore relativo superiore al +92 per cento;

— tolleranza massima per l'apertura delle maglie: +18,5 μ, pari ad un errore relativo del +185 %.

Resta allora evidente l'esistenza di gravi possibili sovrapposizioni di differenti termini della serie, pur compatibili con le norme di tolleranza.

Devesi tuttavia rilevare che in pratica, data la cura con cui sono costruite le reti calibrate fini per uso di laboratorio, gli errori delle stesse, e conseguentemente di quelle « a microluci », risultano correntemente assai inferiori; mentre — per la solidità della struttura — nelle « microluci », a differenza delle normali reti, gli errori non sono soggetti a mutamenti sensibili con l'uso. Ad esempio, le riproduzioni microfotografiche a-1) ed a-2), in alto nella fig.2, si riferiscono ad una rete normale da 37 μ (quella, già citata E 150-DIN, di costruzione JEL); correlativamente le microfotografie b-1) e b-2) della medesima figura 2 mostrano una rete della serie « a microluci », ottenuta dalla precedente per ricopertura galvanica sino a raggiungere un'apertura nominale di 10 μ. Entrambe le reti sono nuove; le fotografie sono state realizzate sia con illuminazione superiore radente (serie di sinistra, a-1) e b-1)) sia in luce trasmessa (serie di destra, a-2) e b-2)).

4) *Osservazioni conclusive.*

Le precedenti considerazioni generali sui pregi e difetti dei vagli « a microluci », di carattere essenzialmente aprioristico, sono state confermate con un controllo sperimentale. Anche limitando l'indagine al citato staccio da 10 μ, costruito su rete base E 150-DIN, ha potuto così essere verificata la distribuzione delle aperture di maglia e constatata inoltre, in un caso particolare di vagliatura ad umido, l'effettiva efficienza.

Per esame ottico di circa 500

maglie lungo due diametri ortogonali e confronto con micrometro oculare, si sono riscontrate le distribuzioni statistiche della dimensione maggiore, di quella minore e della media aritmetica delle aperture di ogni maglia: i risultati sono riassunti in fig. 3, dove le curve a, b, m rappresentano le frequenze cumulative delle tre dimensioni rispettivamente. Merita osservare che tali curve della dispersione delle luci delle maglie ripetono approssimativamente l'andamento di una distribuzione probabilistica, mentre il diagramma dei rapporti tra l'apertura maggiore e quella minore di ogni maglia (indicato in fig. 4) corrisponde ad una legge di Poisson.

Le grandezze caratteristiche delle distribuzioni deducibili dalla fig. 3 sono:

Dimensioni delle aperture	media aritmetica μ	mediana μ	valore massimo μ	valore minimo μ
a) maggiore	10,8	10,6	21,0	5,3
b) minore	7,4	6,9	13,1	4,5
m) media	9,0	8,9	14,4	4,9

L'errore dell'apertura media, limitato a —1,0 μ, corrisponde al —10 % dell'apertura nominale; il valore massimo dell'apertura media (14,4 μ) corrisponde ad uno scarto del +44 % dell'apertura nominale. Inoltre il limite inferiore

re del 12 % delle maglie di maggiori dimensioni è, sulla curva m, pari ad 11,5 μ, con uno scarto solo del +15 %. Risultano in tal modo addirittura rispettate le norme di tolleranza che vigono per le reti normali di base, se si volessero applicare integralmente a questa rete « a microluci » quelle relative ai più fini setacci esistenti (scarto permesso del ±10 % nella luce media; +50 % in quella massima; +25 % in non oltre il 12 % delle maglie). Occorre tuttavia rilevare che la realizzazione è stata resa possibile soltanto sottoponendo a ricoprimento una rete E 150 di ben particolare perfezione, giacché essa doveva avere scarti di soltanto —2,7 % nella luce media e +11,9 % in quella massima (3).

Quanto ai risultati di una effettiva vagliatura, la fig. 5 (fotogra-

(3) Un controllo effettuato sulle maglie della rete di base E 150-DIN ha d'altronde indicato la distribuzione di cui alla curva m' di fig. 3, in perfetto accordo con queste deduzioni.

particelle da vagliare, ed in particolare di quelle poco superiori all'apertura nominale. Particelle supposte sferiche (e quindi della miglior forma agli effetti delle possibilità di penetrazione), aventi diametro maggiore del 20 % rispetto all'apertura nominale sono — in un vaglio da 10 μ della serie tedesca — costrette alla posizione di fig. 1, totalmente « annegate » nella rete e con un angolo d'incastro (« mordente ») dell'ordine di soli 15°. Notevoli sono quindi in tali condizioni — ed a maggior ragione in presenza di particelle a contorni irregolari — le possibilità d'intasamento delle luci, con ulteriore riduzione dell'area utile, sino all'impossibilità totale di effettuazione di qualsiasi vagliatura.

Se a questi fatti si aggiungono: la facilità di agglomerazione delle particelle fini, esaltata in presenza anche di moderata umidità ambiente; la limitatezza, in funzione della minima massa, di quelle forze di volume che agiscono sui singoli grani come fattori di mobilità sulle reti e di penetrazione attraverso ad esse; lo svolgimento contorto dei canali di passaggio e la loro lunghezza (per ognuno assai maggiore del doppio della luce, anche volendo limitare la considerazione al tratto di canale che ha dimensione molto prossima al valore nominale dell'apertura), si dedurrà che la capacità vagliante a secco delle reti « a microluci » è estremamente ridotta.

Per quanto concerne la vagliatura

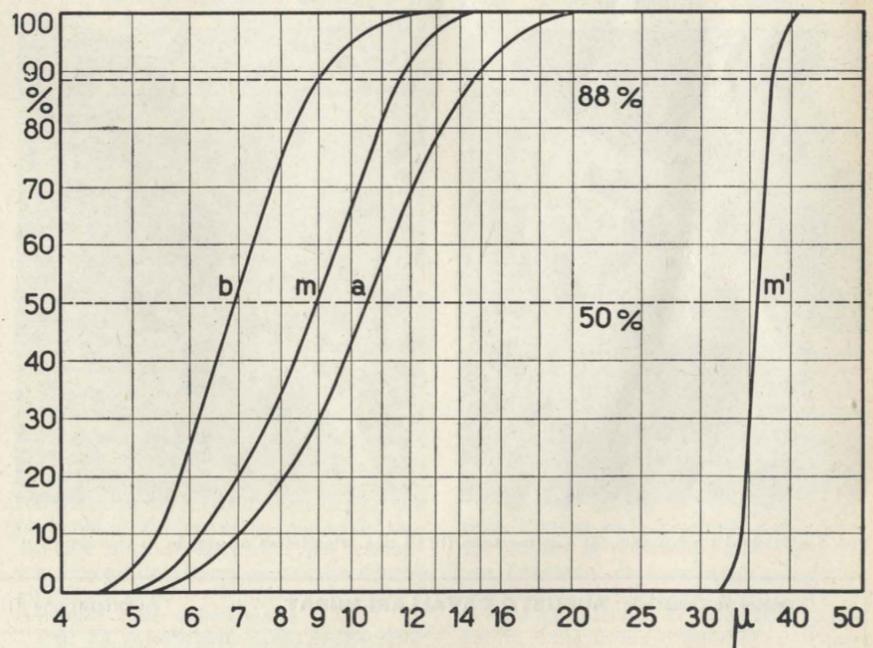


Fig. 3.

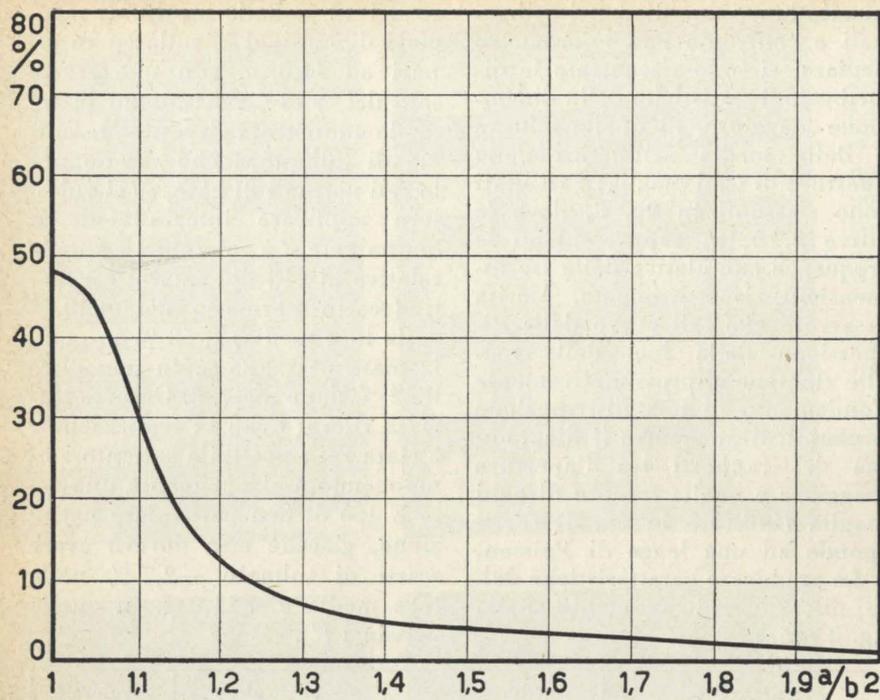


Fig. 4.

fie a) e b)) riporta, a guisa di esempio, riproduzioni effettuate al microscopio elettronico ⁽⁴⁾ sui prodotti sopra e sotto-vaglio ottenuti per vagliatura ad umido, durante 15 minuti primi, operando su quarzo preventivamente vagliato sotto 37 μ . Il peso di minerale

⁽⁴⁾ Presso la Clinica del Lavoro dell'Università di Milano, con la collaborazione dell'Assistente straordinario Dott. STEFANO DE PETRIS, a cui è dovuto un vivo ringraziamento.

trattato, contenente circa il 40 % di grani inferiori a 10 μ , fu di 2 grammi: il recupero in prodotto fine (sotto-vaglio) rappresentò il 19 % del peso totale, con una resa quindi del 45 ÷ 50 %.

Anche ad un primo esame, senza necessità di illustrare quantitativamente la distribuzione statistica delle dimensioni dei grani delle due classi, appare evidente — resa agevole dalla regolarità di forma delle particelle — la preci-

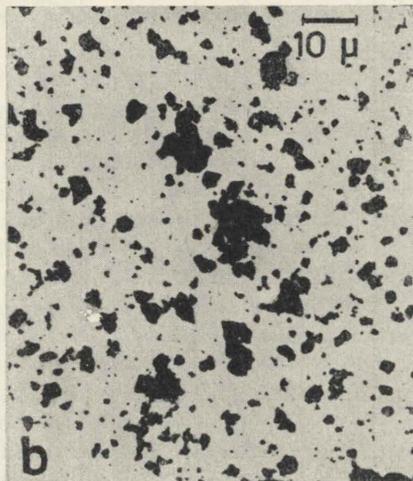
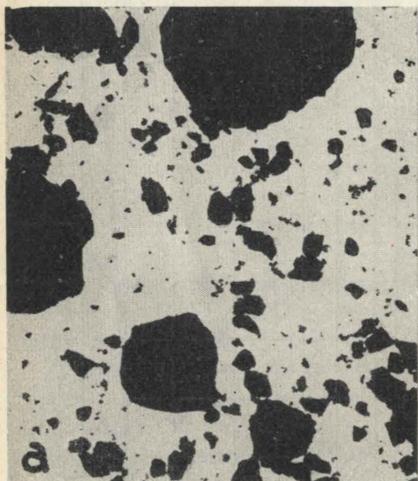


Fig. 5 - Prodotti sopra-vaglio (a) e sotto-vaglio (b) di una setacciatura ad umido su rete da 10 μ .

sione della determinazione del limite superiore della classe fine: non sono infatti praticamente presenti in essa grani di dimensioni maggiori di 9 ÷ 10 micron. D'altra parte risulta palese la ridotta efficienza della vagliatura, conseguente alla notevole presenza di fini nel sopra-vaglio e dovuta soprattutto alla lentezza di passaggio dei grani, per la limitatissima sezione netta vagliante ed il progressivo ulteriore ingorgo delle luci.

Un giudizio aprioristico sui nuovi setacci recentemente presentati all'attenzione dei laboratori, confortato da qualche esperienza preliminare, anche se non sistematica, non può evidentemente essere lusinghiero. Le reti « a microluci » infatti — se da un lato tendono a colmare una lacuna delle scale di stacci oggi più diffuse, svincolando le operazioni di classificazione volumetrica dall'influenza del peso specifico e dalla variazione, al variare della composizione, dei coefficienti di forma dei grani trattati — finiscono d'altro canto per accentuare i difetti propri di tutte le classificazioni dei grani molto fini. Esse di conseguenza non consentono di effettuare analisi granulometriche con efficienza accettabile, mentre la precisione del taglio si verifica unilateralmente. E perciò il loro impiego può essere giustificato quasi unicamente quando interessi estrarre da un campione di polvere una parte della frazione finissima in un tempo relativamente breve e con impiego di attrezzature di costo non molto elevato, senza particolari necessità di resa dell'operazione; invece nei casi correnti — classificazione di polveri omogenee, ovvero composte da sostanze di peso specifico ed in grani di forma non molto dissimile — esse devono ritenersi ancora meglio sostituite dai classici separatori per sedimentazione, elutriazione, classificazione eolica o centrifuga.

Enea Occella

Direttore responsabile: **AUGUSTO CAVALLARI-MURAT**

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

STAMPERIA ARTISTICA NAZIONALE