

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

Gli utensili in metallo duro e il loro impiego economico

RENZO COLOMBINO mette in rilievo alcune tra le principali caratteristiche delle leghe dure, nonchè i fattori determinanti per un razionale impiego negli utensili da taglio.

Il razionale impiego del metallo duro come utensile da taglio è legato a numerosi fattori: ognuno di essi ha una sua importanza fondamentale e nessuno deve essere assolutamente trascurato se si vuole evitare di raggiungere risultati completamente negativi.

In questa nostra trattazione metteremo in evidenza quali sono i punti che sono da prendersi in considerazione per ottenere un buon rendimento nell'impiego di queste leghe, vale a dire conoscere e rispettare i seguenti fattori:

- esatta conoscenza delle proprietà delle leghe dure;
- impiego di macchine appropriate;
- adatto progetto e corretta costruzione dell'utensile;
- angoli caratteristici dell'utensile;
- impiego idoneo del tipo e grado di lega dura;
- condizioni di lavoro appropriate;
- nuovi tipi di utensili economici.

La lega dura.

Non è nostra intenzione sviluppare questo argomento che di per sé richiederebbe uno speciale studio e che esula dalla nostra trattazione, è bene però ricordare le seguenti proprietà fondamentali:

- elevata durezza (HRC 71 ÷ 80 a seconda del tipo di lega) con conseguente forte resistenza all'usura;
- ottima resistenza al calore, cui deriva la conservazione della durezza anche a temperature elevate;

- bassa elasticità (modulo di elasticità circa 60.000 Kg/mm²);
- fragilità relativamente grande, conseguenza della piccola elasticità;
- basso coefficiente di dilatazione (da 1/2 a 1/3 di quello degli acciai che costituiscono il supporto degli utensili).
- piccola conduttività termica.

Un razionale impiego delle leghe dure, presuppone, quindi, in primo luogo, l'esatta conoscenza delle menzionate proprietà e caratteristiche, ad es.: è chiaro che si cercherà nel limite del possibile di evitare, data la fragilità delle leghe dure, di impiegare utensili in cui le sollecitazioni e le forze di taglio agiscono per flessione, ovvero, tali forze siano discontinue provocando quindi degli urti. Oggi, peraltro, vengono prodotte leghe dure che sopportano abbastanza bene gli urti e si impiegano normalmente.

Premesso poi che il lavoro di taglio si trasforma tutto in calore e che lo stesso si distribuisce sul pezzo lavorato, sui trucioli e sul filo tagliente che viene portato a

temperatura assai elevata, la forte resistenza al calore del metallo duro ce ne consentirà l'impiego, là, dove gli acciai rapidi risulterebbero bruciati.

Il diagramma n. 1 mette in evidenza tale proprietà rispetto ai vari tipi di acciai usati per la costruzione di utensili da taglio.

La macchina.

La macchina da scegliere per un impiego di utensili con metallo duro, deve essere solida, esente da vibrazioni e capace di permettere elevate velocità di taglio. È necessario perciò conoscere quale sarà la potenza assorbita durante la lavorazione.

Per le operazioni di tornitura questo dato si potrà trovare agevolmente sviluppando la nota relazione:

$$P = Vt \cdot p \cdot s \cdot K$$

dove:

P = potenza assorbita in HP

Vt = velocità di taglio in mt/1'

p = profondità di taglio in mm.

s = spessore del truciolo in mm.

K = costante (vedi tabella n. 2).

Diagramma 1

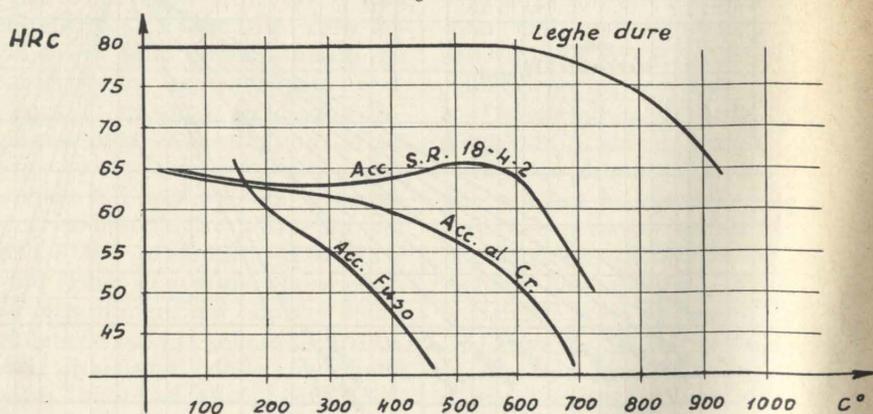


Tabella 2

Materiale da lavorare	Resisten. kg/mm ²	K	Materiale da lavorare	K
Acciai fusi	45 ÷ 110	0.03	Ghisa tenera	0.020
Acciai al Mn.	65 ÷ 130	0.045	Ghisa dura	0.030
Acciai al Ni.	60 ÷ 115	0.035-0.05	Ghisa mall.	0.015-0.025
Acciai al Cr.	75 ÷ 130	0.05	Ottone duro	0.040
Acciai al Mo.	75 ÷ 130	0.045	Alluminio	0.015-0.02

In particolare riportiamo i seguenti diagrammi di facile consultazione: il diagramma 3 ci dà la potenza assorbita in base alla velocità di taglio, all'avanzamento per giro, alla profondità di taglio e al materiale lavorato, il diagramma 4 ci dà la potenza assorbita nelle lavorazioni con utensili in acciaio rapido. Come è facile confrontare le potenze assorbite nelle lavorazioni con leghe dure sono di gran lunga più elevate e ciò è naturalmente dovuto alle più elevate velocità di taglio adottate.

Nelle operazioni di fresatura è interessante e necessario definire in anticipo se la macchina a nostra disposizione risponde alle esigen-

ze di un impiego di utensili in metallo duro. Anche qui, capacità, potenza, rigidità sono fattori che devono essere considerati per raggiungere il massimo rendimento.

La capacità è determinata dalle dimensioni del lavoro e dalla natura dell'operazione. Dal momento che le frese con lame in lega dura richiedono un alto grado di efficienza della macchina, i giochi della vite di avanzamento, della tavola e del mandrino devono essere ridotti al minimo possibile. L'assorbimento di potenza dipende largamente dalla proporzionalità di rimozione del truciolo, la quale a sua volta, è determinata dal valore dell'avanzamento.

I requisiti di una fresatrice pos-

sono essere determinati attraverso il calcolo del volume del materiale che deve essere asportato in un minuto. Tale volume viene calcolato con la formula:

$$V = a \cdot l \cdot p$$

dove:

V = volume di truciolo in cm³ per minuto.

a = alimentazione in cm. per minuto.

l = larghezza di taglio in cm.

p = profondità di taglio in cm.

L'assorbimento totale di potenza è dato dalla somma delle potenze richieste per l'esecuzione dei vari lavori necessari all'asportazione del truciolo e ad assicurare i vari movimenti della macchina alla velocità prescelta.

Nei casi in cui non venisse richiesta continuamente la massima potenza, il motore e la macchina possono essere chiamati a fornire un eccesso di prestazione temporanea. La tabella 5 ricavata da dati e esperienze della «Kearney & Trecker Corpora-

Diagramma 3

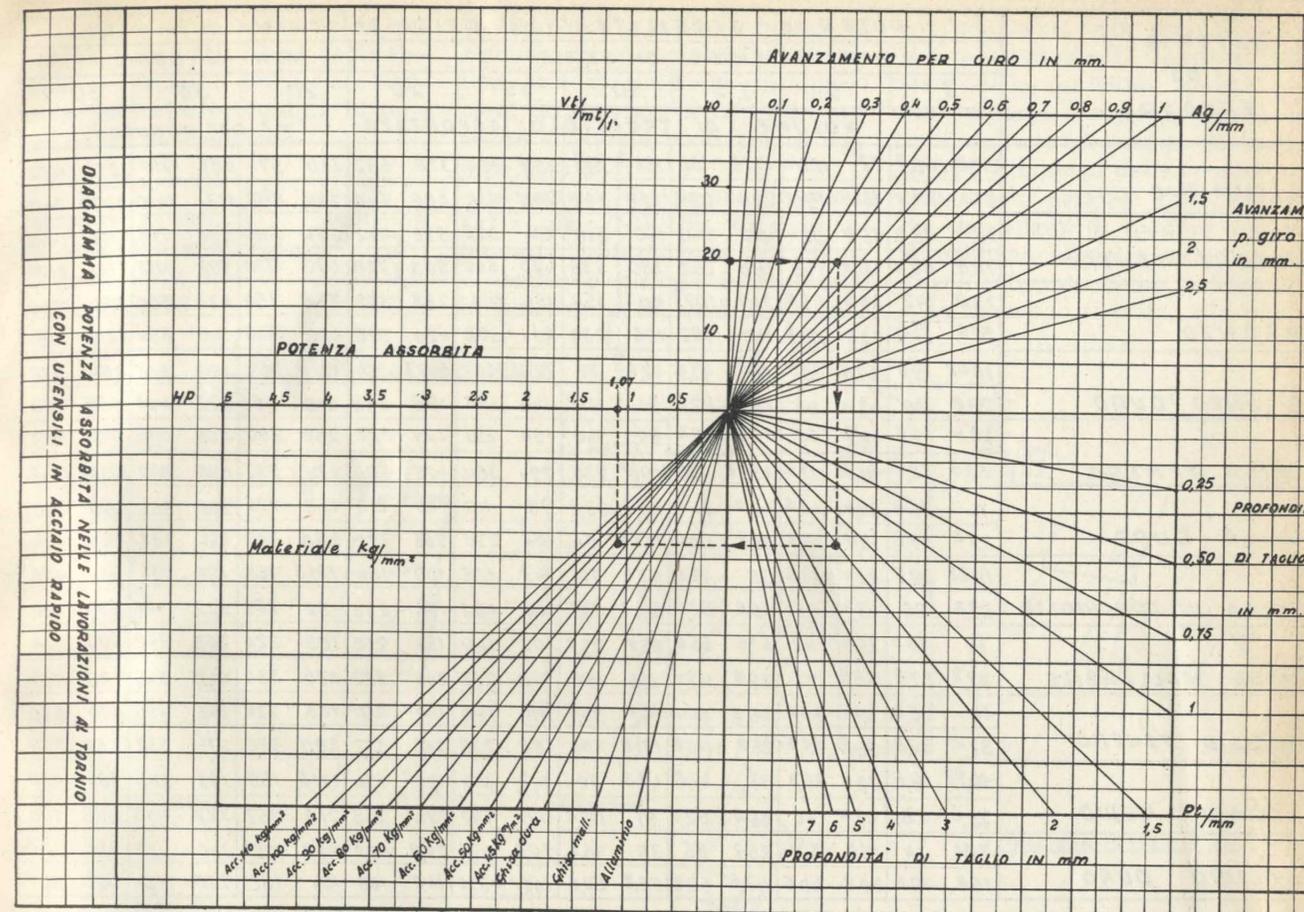
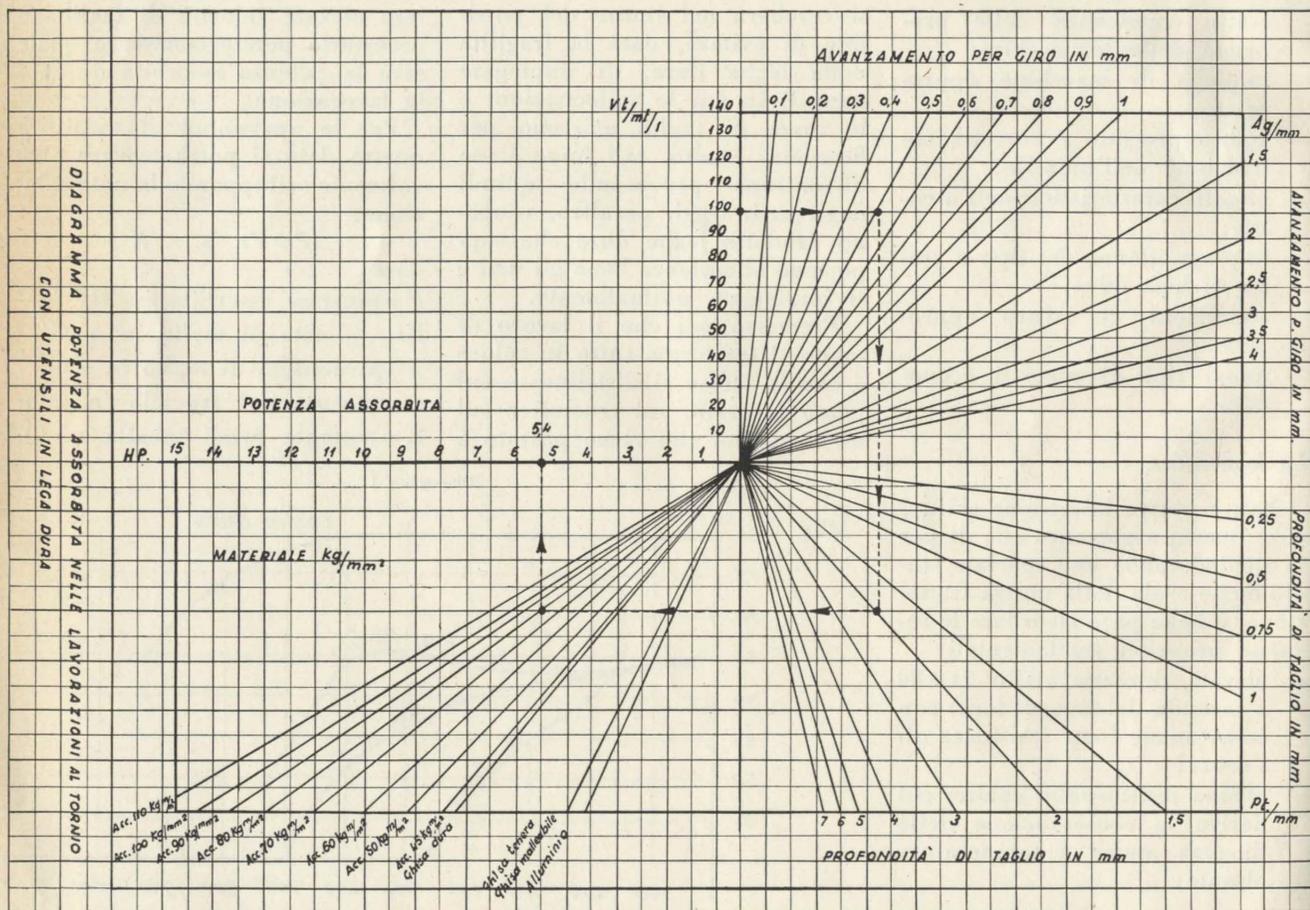


Diagramma 4

tion» ci dà la potenza assorbita dalla macchina riferita a diverse asportazioni di metallo in varie condizioni di lavoro: nella stessa si precisa pure quando è necessario usare ad intermittenza la macchina nei casi in cui vengano adottate severe condizioni di lavoro.

Nella citata tabella 5 i dati relativi alla potenza sono basati sull'uso di una fresa opportunamente affilata con un angolo radiale uguale a zero. La potenza richiesta per asportare una data quantità di materiale diminuisce quando l'angolo di inclinazione radiale diventa positivo ed aumenta nel caso contrario.

Se il valore della potenza con un angolo di inclinazione radiale uguale a zero è considerato come il 100 per cento, il consumo approssimato di potenza per una fresa affilata con angolo differente viene considerata, assumendo una diminuzione di potenza dell'1% per ogni grado di variazione in senso positivo, ed un aumento dello stesso valore per ogni grado

di variazione negativa. Questa maggior richiesta di potenza può, però, essere compensata riducendo la spoglia negativa sulla lama ad un solo trattino di pochi decimi di millimetro. Con tale sistema si può ottenere una diminuzione di potenza assorbita di circa il 20%.

Progetto e costruzione dell'utensile.

È evidente l'importanza che occorre dare al progetto e alla costruzione dell'utensile. Esso dovrà avere delle dimensioni che gli conferiscano una adeguata resistenza e massima rigidità. Dovranno pure essere definite la sagoma e lo spessore della placchetta: tali spessori sono determinati in base all'avanzamento per giro e alla profondità di taglio e sono ormai di comune conoscenza. Le altre dimensioni saranno determinate in base al genere di lavoro, alle dimensioni delle placchette normalizzate ed alla possibilità di sfruttare convenientemente la plac-

chetta in numerose successive affilature.

Sono noti i tipi di acciai idonei per la costruzione dello stelo sul quale deve essere saldata la lega dura. Interessante è conoscere tra i tipi di lega saldante quale è la più adatta per ogni tipo di utensile.

Il tipo di saldatura a base di rame (temperatura di fusione circa 1100°) è il più indicato per utensili di grossa mole fortemente sollecitati, ed in cui il filo tagliente raggiunge elevate temperature. Si sono dati casi di utensili molto sollecitati e la cui placchetta era saldata con leghe a base di argento (temperatura di fusione circa 650°) ed in cui il grande calore sviluppato durante l'azione di taglio portava la lega allo stato pastoso con conseguente rottura della placchetta: saldata la stessa con leghe a base di rame tale inconveniente è stato eliminato.

D'altra parte con tale saldatura, data la più alta temperatura il metallo duro subisce delle tensioni interne maggiori ed a volte

MATERIALE DA FRESARE	POTENZA STABILITA IN HP DELLA MACCHINA																	
	PER MACCHINE DI SERIE					NON DI SERIE												
	3	5	7,5	10	15	20	20	30	50									
	VOLUME DI TRUCIOLO ASPORTATO (cm ³ per minuto)																	
ALLUMINIO	37,8	68,6	77	106,4	121,8	168	238	252	364	378	532	420	571	686	910	1274	1652	
	84	99,4	154	196	224	294	322	392	490	616	686	840	728	882	1134	1400	2030	2422
OTTONE TENERO	33,6	58,8	65,8	92,4	105	140	140	210	224	322	336	462	364	504	588	798	1106	1442
	72,8	85,4	131,6	168	196	252	280	336	420	546	588	728	630	770	994	1218	1764	2100
BRONZO	23,8	42	46,2	65,8	74,2	102,2	102,2	154	154	224	238	322	256	350	420	560	784	1008
	51,8	60,2	93,8	121,8	140	182	196	238	294	378	420	518	448	546	700	854	1240	1484
BRONZO DURO	10,92	19,6	22,4	30,8	35	47,6	47,6	70	74,2	105	109,2	154	121,8	168	196	266	364	476
	23,8	28	43,4	46	65,8	82,6	91	113,4	140	182	196	238	210	252	322	406	588	700
GHISA TENERA	22,4	40,6	44,8	63	72,8	99,4	99,4	140	154	210	224	322	252	350	406	546	770	994
	50,4	58,9	91	117,6	135,8	168	196	238	294	364	406	504	434	532	686	849	1218	1442
GHISA DURA	14	26,6	29,4	40,6	46,2	64,4	64,4	93,8	98	140	140	210	168	224	266	350	490	630
	32,2	37,8	58,8	75,6	86,8	110,6	121,8	154	182	238	266	322	280	336	434	532	784	924
GHISA IN CONCHIGLIA	10,92	19,6	22,4	30,8	35	47,6	47,6	70	74,2	105	109,2	154	121,8	168	196	266	364	476
	23,8	28	43,4	46	65,8	82,6	91	113,4	140	182	196	238	182	258	322	406	588	700
GHISA MALLEABILE	14	26,6	29,4	42	47,6	65,8	65,8	95,2	102,2	140	154	210	168	224	266	350	504	644
	32,2	37,8	58,8	77	89,6	113,4	126	154	210	238	266	322	280	350	448	546	798	952
ACCIAIO TENERO	14	26,6	29,4	40,6	46,2	64,4	64,4	93,8	98	140	140	210	168	224	266	350	490	630
	32,2	37,8	58,8	75,6	86,8	110,6	121,8	154	182	238	266	322	280	336	434	532	770	924
ACCIAIO MEDIO	10,92	19,6	22,4	30,8	35	47,6	47,6	70	74,2	105	109,2	154	121,8	168	196	266	364	476
	23,8	28	43,4	46	65,8	82,6	91	113,4	140	182	196	238	210	252	322	406	588	700
ACCIAIO DURO	7,84	14	15,4	22,4	25,2	35	35	50,4	54,6	77,8	79,8	117,6	88,2	120,4	140	182	266	350
	16,8	19,6	30,8	40,6	47,6	60,2	65,8	82,6	102,2	137,2	140	168	154	182	238	294	420	504

Macchina a funzione continua con massima potenza stabilita.

Fresatura normale con macchina sovraccaricata del 25%

99,4 140
196 238

Macchina sovraccaricata del 50%. Durata max di lavoro 5 minuti: riposare 1 minuto ogni 5 di lavoro.

Macchina sovraccaricata del 75%. Durata max di lavoro 1 minuto: riposare 1 minuto ogni 1 di lavoro.

Tabella 5

le placchette possono incrinarsi più facilmente: tale fenomeno può verificarsi anche dopo che l'utensile è stato riaffilato due o tre volte, dato che si viene a rompere l'equilibrio tra dimensioni primitive dello stelo e quelle della placchetta, dando così libero sfogo alle tensioni interne che provocano le incrinature. La saldatura a base di rame è comunemente seguita da tutti i costruttori germanici di utensili.

Il tipo di saldatura con leghe a base di argento con bassa tem-

peratura di fusione è da consigliarsi per piccoli utensili e comunque per quelli che saranno sottoposti a modeste sollecitazioni. Risulta che tutti gli utensili di produzione americana sono saldati con questo tipo di lega.

L'operazione di saldatura deve essere eseguita con tutte le cautele allo scopo di evitare la rottura della lega dura: tale rottura si presenta in genere sotto forma di incrinature caratteristiche e chiaramente individuabili. Si consiglia un raffreddamento lentissimo in

polvere di carbone o grafite e tale norma non deve essere assolutamente trascurata poichè durante tale operazione dovrebbero eliminarsi quasi totalmente le tensioni interne.

Angoli caratteristici.

Nel progetto dell'utensile devono essere tenuti in grande considerazione gli angoli che conferiscono allo stesso la proprietà di tagliare. Metteremo quindi in evidenza gli angoli più importanti ed i valori da dare ad essi (fig. 6 e 7).

Il raggio di raccordo dello spigolo tagliente (R) è uno degli elementi essenziali e deve essere scelto in base alla profondità di passata e all'avanzamento.

Profondità di taglio	Raggio
Inferiore a mm. 3	mm. 0,8
da mm. 3 a mm. 4,8	1
da mm. 4,8 - 9,5	1,2
fino a mm. 18	1,5

lo stelo dell'utensile e quindi la rigidità del portautensile. In alcuni casi specialmente in operazioni di alesatura il raccordo può essere effettuato mediante un leggero smusso.

Gli angoli di spoglia superiore (a) e reale (d) (fig. 6) sono interessati direttamente all'azione di taglio e devono essere scelti in funzione della qualità del ma-

L'adozione della spoglia negativa è strettamente connessa allo stato della macchina poichè per tale impiego occorre adottare elevate velocità di taglio. È molto diffuso l'impiego della spoglia negativa solo parziale (cioè di uno dei due angoli di spoglia) quando si debbano lavorare superfici ad angoli interrotti come in figura 9. In tal modo si evita, alla punta

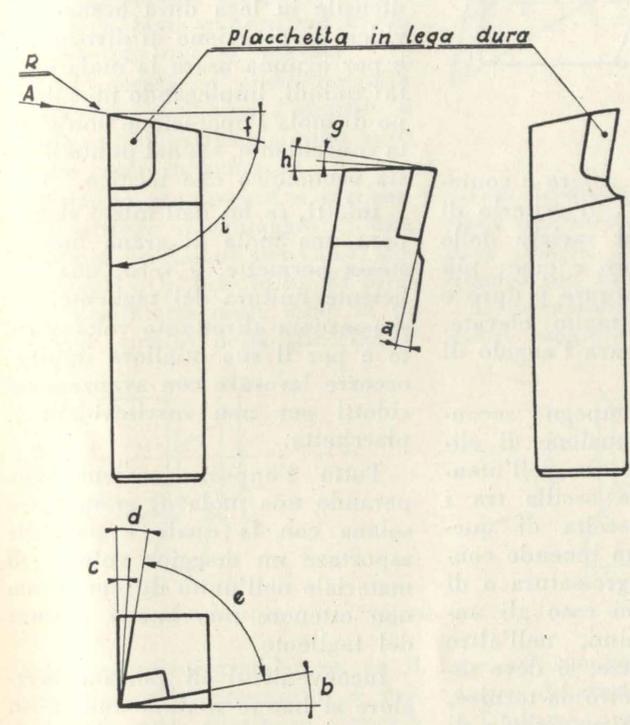


Fig. 6

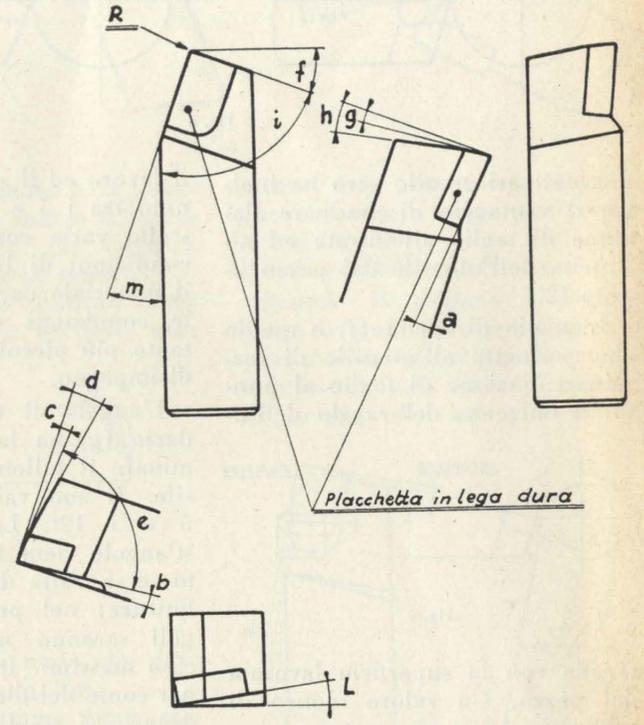


Fig. 7

Gli inconvenienti che si verificano nell'impiego di utensili con raggi di raccordo non appropriati sono:

- raggio insufficiente: rottura dello spigolo tagliente;
- raggio troppo grande: vibrazioni nelle superfici del pezzo. Eccessivo consumo della punta dell'utensile e un forte cigolio che è proprio dell'azione di taglio non agevole.

Nel primo caso per eliminare l'inconveniente è ovvio che basterà aumentare la misura del raggio; ove ciò non sia possibile per ragioni di profilo del pezzo da ottenere, si dovrà aumentare il numero delle passate, diminuire cioè la profondità di taglio e anche l'avanzamento.

Nel secondo caso invece, occorrerà aumentare le dimensioni del-

teriale da lavorare, in base alla conformazione geometrica del pezzo (taglio continuo o interrotto) alla velocità di taglio, all'avanzamento ed alla profondità di taglio.

A seconda della loro posizione rispetto all'asse del pezzo possono essere definiti positivi o negativi (figura n. 8). Per assolvere in pieno la loro funzione devono permettere l'asportazione del truciolo con il minimo assorbimento di potenza e nello stesso tempo consentire la massima durata di taglio. In genere gli angoli di spoglia positivi devono diminuire con il crescere della velocità di taglio, mentre quelli con spoglia negativa devono aumentare. Ad un incremento della sezione di truciolo deve corrispondere una maggiore spoglia negativa mentre la spoglia positiva diminuisce.

tagliente dell'utensile, di ricevere in pieno l'urto quando la punta stessa viene a trovarsi al di sotto del punto di contatto tra pezzo e spigolo tagliente dell'utensile e di conseguenza si aumenterà il numero dei pezzi prodotti tra due affilature.

L'angolo di attacco (m) è quello con il quale l'utensile si appresta al contatto con il pezzo da lavorare. Esso può variare da 0° a 45° ma può essere anche di qualche grado sotto lo zero come negli utensili per torni a copiare (fig. 10).

Un angolo di attacco idoneo, per la maggior parte dei casi, si aggira dai 10 ai 30°. Per lavori pesanti oppure per soprametalli irregolari si può spingere l'angolo di attacco fino a 45° ma non oltre. Nella figura 11 è facile dedurre quale addolcimento dell'azione di taglio si ottiene impiegando un angolo di attacco di 45° e ciò per

avere ripartito in una superficie più lunga lo sforzo di taglio.

Non è bene oltrepassare il valore di 45° poichè si verrebbe ad ottenere una reazione troppo grande che si opporrebbe all'azione di taglio. L'angolo di at-

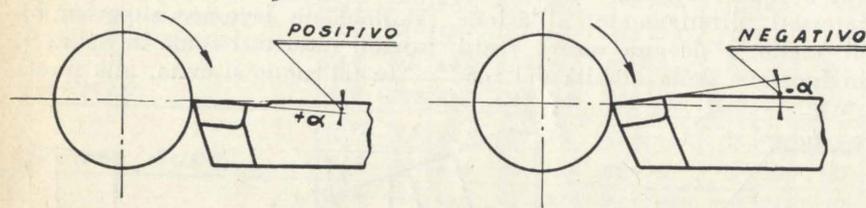


Fig. 8

tacco superiore allo zero ha inoltre il vantaggio di graduare l'azione di taglio all'entrata ed all'uscita dell'utensile dal pezzo figura 12.

L'angolo di uscita (f) è quello che permette all'utensile di terminare l'azione di taglio al punto di tangenza del raggio dell'u-

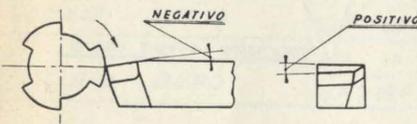


Fig. 9

tensile con la superficie lavorata del pezzo. Un valore idoneo di tale angolo può essere compreso tra i 6 e 15° a seconda della durezza del materiale, delle condizioni di lavoro e del tipo di operazione (sgrossatura o finitura). L'angolo sarà tanto più piccolo quanto più duro è il materiale e quanto più elevate sono le caratteristiche di lavoro. Nelle operazioni di sgrossatura si impie-

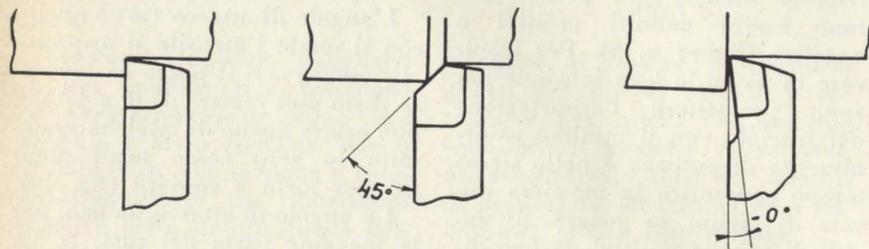


Fig. 10

gano angoli di uscita più piccoli di quelli usati nella finitura.

Un insufficiente valore di quest'angolo può causare un subitaneo logorio della punta dell'utensile, mentre un angolo di uscita

eccessivo può provocare vibrazioni nella superficie lavorata con conseguente rottura della punta tagliente.

L'angolo di disimpegno principale (c) è quello che regola la penetrazione dell'utensile durante

il lavoro ed il suo valore è contenuto tra i 5 e 10°. Il criterio di scelta varia con il variare delle condizioni di lavoro e cioè: più il materiale da lavorare è duro e le condizioni di taglio elevate, tanto più piccolo sarà l'angolo di disimpegno.

L'angolo di disimpegno secondario (g) ha la funzione di eliminare il tallonamento dell'utensile. Il suo valore oscilla tra i 5 e i 12°. La scelta di quest'angolo viene fatta tenendo conto se si tratta di sgrossatura o di finitura: nel primo caso gli angoli saranno minimi, nell'altro caso massimi. Inoltre, si deve tener conto del diametro da tornire, ovvero, si sceglierà un angolo di disimpegno più forte per i diametri elevati e viceversa, come riportato in figura 13.

Gli inconvenienti che si verificano quando questi angoli non sono appropriati sono quelli di un forte logorio sotto la parte tagliente quando il valore è troppo piccolo, e di rottura della punta

del tagliente quando il valore è eccessivo.

L'affilatura.

Affilare razionalmente un utensile in lega dura significa metterlo

in condizione di lavorare al massimo delle sue possibilità. Gli inconvenienti e le difficoltà di impiego di tali utensili riaffilati sono da attribuirsi in buona parte all'uso di mole non adatte per affilarli, oppure ad affilature difettose che danneggiano il tagliente e influiscono decisamente sul loro rendimento.

Per affilare regolarmente un utensile in lega dura occorre dividere l'operazione in diverse fasi e per ognuna usare la mola adatta: quindi, impiegando un solo tipo di mola l'operazione non risulta conveniente, sia dal punto di vista economico che tecnico.

Infatti, se fin dall'inizio si adopera una mola di grana fine, la stessa permette, è vero, una sufficiente finitura del tagliente, ma si consuma altrettanto velocemente e per il suo migliore impiego occorre lavorare con avanzamenti ridotti per non surriscaldare la placchetta.

Tutto l'opposto avviene adoperando una mola di grana grossolana con la quale è possibile asportare un maggior volume di materiale nell'unità di tempo, ma non ottenere una buona finitura del tagliente.

Inconvenienti di portata maggiore si hanno usando uno stesso

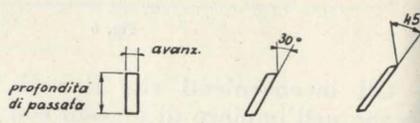


Fig. 11

tipo di mola per affilare la placchetta e lo stelo.

Per l'affilatura dello stelo oltre all'impiego della mola di grana adatta, possibilmente a tazza, occorre evitare che la stessa venga a contatto con la lega dura onde escludere surriscaldamenti dannosi. Lo stelo durante questa operazione non dovrebbe mai raggiungere una temperatura non sopportabile alla mano dell'operatore. È bene quindi, affilare con un abbondante getto d'acqua che deve essere possibilmente ad una temperatura dai 20 ai 35°. È da adottare l'accorgimento di rivolgere il getto sulla mola e non sullo stelo.

All'acqua è bene aggiungere una piccola percentuale di soda

o di cromato di potassio, per evitare che la macchina operatrice si arrugginisca. Nelle lavorazioni a mano sono da evitare le emulsioni con olio poichè rendono viscido lo stelo ed in tal modo l'operazione può essere pericolosa.

Nell'affilatura a secco possono prodursi delle incrinature nella placchetta se si raffredda bruscamente l'utensile nel caso in cui raggiungesse una temperatura eccessiva. È bene evitare nel modo più assoluto questo sistema.

Se l'operazione viene eseguita a macchina (cioè se l'utensile è fissato sull'affilatrice) si può procedere come in figura 14.

Affilando gli utensili a macchina si ottiene il vantaggio di una maggiore precisione nei valori degli angoli e la possibilità di ottenere l'estremità dello stelo al di sotto di quello della placchetta.

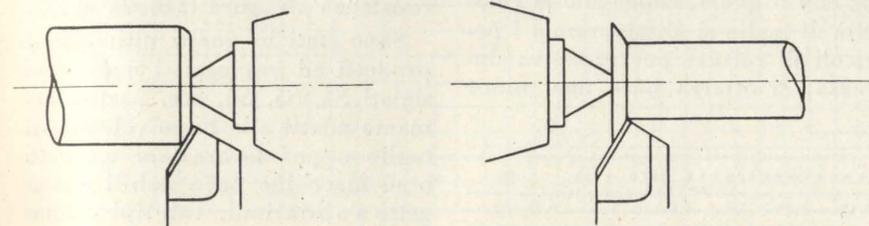


Fig. 12

Nelle successive riaffilature, se il consumo della placchetta è minimo, si può eliminare l'operazione di molatura dello stelo. La sporgenza però, non deve essere eccessiva ma proporzionata alle dimensioni della placchetta e dello stelo (vedi fig. e tab. 15).

Nell'operazione di sgrossatura della placchetta è bene usare mole ad impasto ceramico sagomate possibilmente come in fig. 16.

Con tale sagomatura si riduce al minimo la superficie di contatto tra mola e metallo duro, aumentando nello stesso tempo l'a-

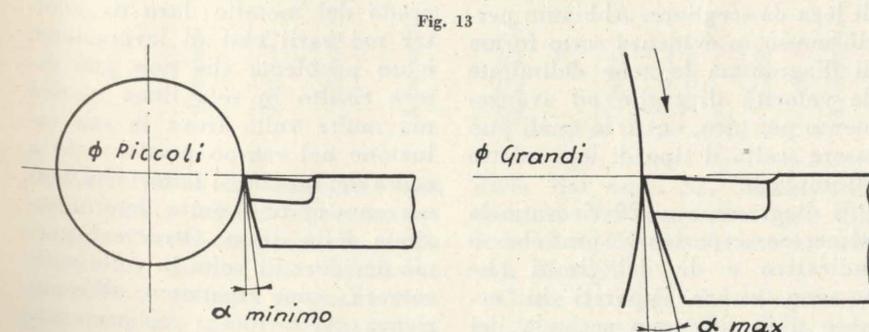


Fig. 13

zione di taglio della mola stessa; sarà anche più facile conservare rettilinei gli spigoli della placchetta.

La mola va naturalmente rav-

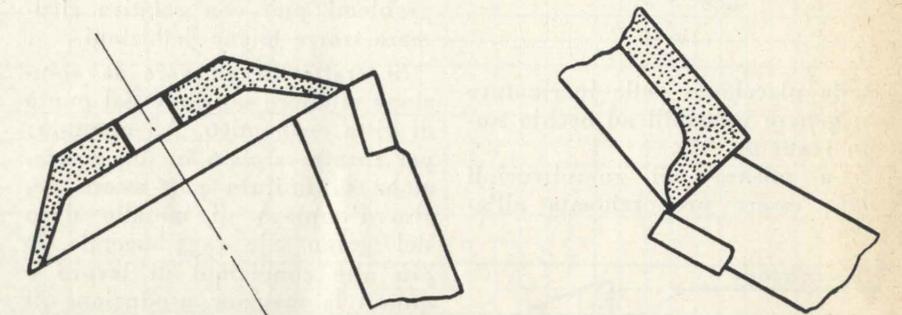


Fig. 14

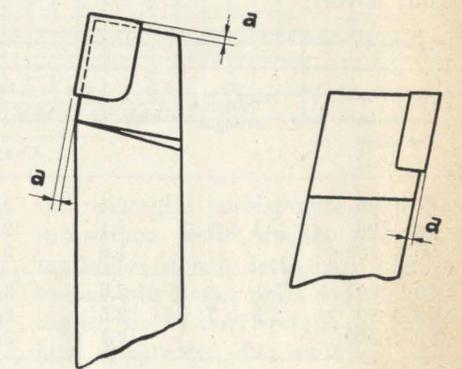
vivata frequentemente e la pressione dell'utensile contro la stessa deve essere tanto più leggera quanto più fine è la grana.

L'operazione di finitura deve essere eseguita con le stesse nor-

malazioni di sgrossatura è bene arrotondare lo spigolo tagliente in modo da evitare che si scheggi immediatamente per la sua estrema delicatezza. Tale ope-

razione deve essere eseguita con lime diamantate o con pietre speciali della stessa grana usata per la finitura della placchetta.

Quando il truciolo è ingombrante o pericoloso per l'operaio è necessario romperlo; allo scopo vengono ricavati sulla placchetta dei gradini di varie dimensioni



Dimensione placchetta	a m/m
3 × 5 × 8	0.1 ÷ 0.2
4 × 6 × 10	0.2 ÷ 0.3
4 × 8 × 12	0.3 ÷ 0.4
5 × 10 × 16	0.4 ÷ 0.5
6 × 12 × 20	0.5 ÷ 0.6
8 × 16 × 25	0.6 ÷ 0.8

Fig. 15

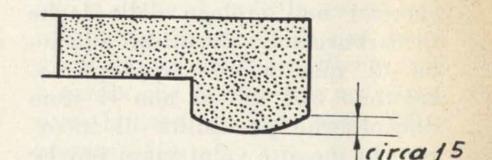


Fig. 16

retti rompitrucioli. Gli stessi devono essere ottenuti esclusivamente usando la mola diamantata. Impiegando altri tipi di mole, quasi certamente si genereranno

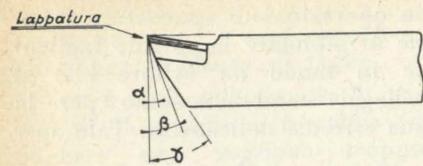


Fig. 17

nella placchetta delle incrinature in genere invisibili ad occhio nudo (vedi fig. 18).

La misura dei rompitruccioli deve essere proporzionata all'a-

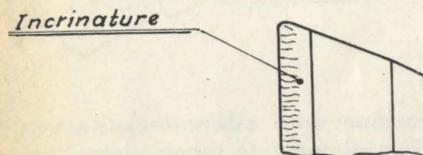


Fig. 18

vanzamento per giro, alla profondità di taglio e al materiale lavorato. La tabella n. 19 ci dà le dimensioni utili per tale determinazione tenendo conto dei succitati fattori.

Tabella 19

Resistenza materiale kg/mm ²	Profondità di taglio	Avanzamento per giro				
		0.2 ÷ 0.3	0.3 ÷ 0.45	0.45 ÷ 0.6	0.6 ÷ 0.75	0.75 ÷ 1
		Larghezza del rompitrucciolo				
60 ÷ 70	1 ÷ 3	2.4	2.8	3.2	4.2	4.8
70 ÷ 90		2.1	2.3	2.8	3.5	4
90 ÷ 120		1.8	2	2.3	2.8	3.2
50 ÷ 70	3 ÷ 7	2.8	3	3.8	4.8	5.6
70 ÷ 90		2.5	2.8	3.3	4.2	4.8
90 ÷ 120		2.1	2.3	2.8	3.5	4
50 ÷ 70	7 ÷ 12	3	3.5	4.2	5.5	6.4
70 ÷ 90		2.7	3	3.8	5	5.6
90 ÷ 120		2.4	2.7	3.3	4.2	4.8

N.B. - Altezza del rompitrucciolo = Avanz./giro

La scelta del tipo e del grado del metallo duro.

Possiamo con certezza affermare che una buona parte degli insuccessi nell'impiego delle leghe di carburo sono dovuti all'adozione di qualità non appropriate. Esistono casi in cui non ci sono difficoltà nè possibilità di incorrere in inesatte valutazioni poiché il genere di lavoro, la macchina a disposizione, il materiale da lavorare, rappresentano un insieme chiaro e quindi facile è determinare la qualità e il grado della lega. Ma molto spesso si presentano problemi in cui è necessario procedere per tentativi perchè gli

elementi determinanti si prestano a varie interpretazioni. In questi casi entra in gioco l'esperienza del Tecnico che, dalla scelta fatta nella soluzione di analoghi problemi può con relativa sicurezza trarre le sue deduzioni.

Si tratta di ricavare la soluzione migliore possibile dal punto di vista economico. Ad esempio: per tornire acciaio in una operazione di finitura può essere deciso l'impiego di metallo duro del grado S1, raggiungendo le più alte condizioni di lavoro e quindi la maggior produzione di truciolo nell'unità di tempo. Può, però, verificarsi che il grado S1 per quella lavorazione sia troppo fragile perchè la macchina disponibile non è nelle condizioni volute ed il suo impiego dimostrarsi eccessivamente oneroso. Sarà allora necessario ricorrere al grado S2 con il quale, riducendo la velocità di taglio si elimineranno i pericoli di rotture per eccessiva durezza; si otterrà pure una minor

spesa per affilatura e riparazione. In sostanza raggiungeremo un rendimento economico più elevato.

Sono noti i vari tipi di placchette prodotti dalle varie Case ed il loro impiego specifico. È interessante sapere invece il grado di lega da scegliere. Abbiamo perciò messo in evidenza sotto forma di diagramma le zone delimitate da velocità di taglio ed avanzamento per giro, entro le quali può essere scelto il tipo di lega adatto all'impiego.

Il diagramma n. 20 ricavato da numerose esperienze pratiche è indicativo e dà dei limiti che possono essere superati in eccesso o in difetto a seconda dei

casi. In linea generale, però, tale diagramma può essere seguito tenendo presente le zone di interferenza tra un tipo e l'altro: è appunto in questi casi in cui la scelta è più difficile. È consigliabile nei casi incerti, ricorrere al tipo di lega più tenace e che offrirà un margine di sicurezza di fronte alla rottura di placchette.

È noto che in base alle percentuali dei componenti la lega dura, alla sua struttura, al grado di densità, si possono ottenere diverse qualità: le stesse possono essere impiegate su differenti materiali e con diverse condizioni di lavoro.

In genere una maggiore durezza e quindi una elevata resistenza alle forti velocità di taglio è accompagnata da una maggiore fragilità. Una maggiore tenacità invece, si ottiene a scapito della resistenza all'usura (tabella n. 21).

Sono stati in questi ultimi anni prodotti ed impiegati i nuovi tipi siglati S4, S5, S6, ecc. particolarmente adatti alle basse velocità di taglio e per lavorazioni ad urto o su macchine poco stabili e soggette a vibrazioni. Tali tipi si sono dimostrati particolarmente idonei a sostituire in molti casi gli utensili in acciaio rapido od in leghe fuse, purchè si tenga presente la necessità di questi nuovi gradi di lavorare in forti passate ovvero con avanzamenti elevati. Infatti, essi possiedono una elevata tenacità rispetto ai tipi S2 e S3 e una durezza ancora molto elevata, rispetto a quella dell'acciaio rapido (HRc 70 ÷ 72): possono quindi essere vantaggiosamente impiegati nella zona di condizione di lavoro che attualmente è troppo bassa per consentire l'impiego del tipo S3 e troppo alta per l'acciaio rapido (tabella n. 22).

In conclusione, la scelta del grado del metallo duro da adottare nei vari casi di lavorazione, è un problema che non può essere risolto in sola linea teorica ma molte volte trova la sua soluzione nel campo pratico: ciò a causa dei numerosi fattori che concorrono ad una esatta determinazione dello stesso. Occorrerà perciò decidere di volta in volta e ricorrere, come ripetiamo, all'esperienza dei tecnici a ciò preposti.

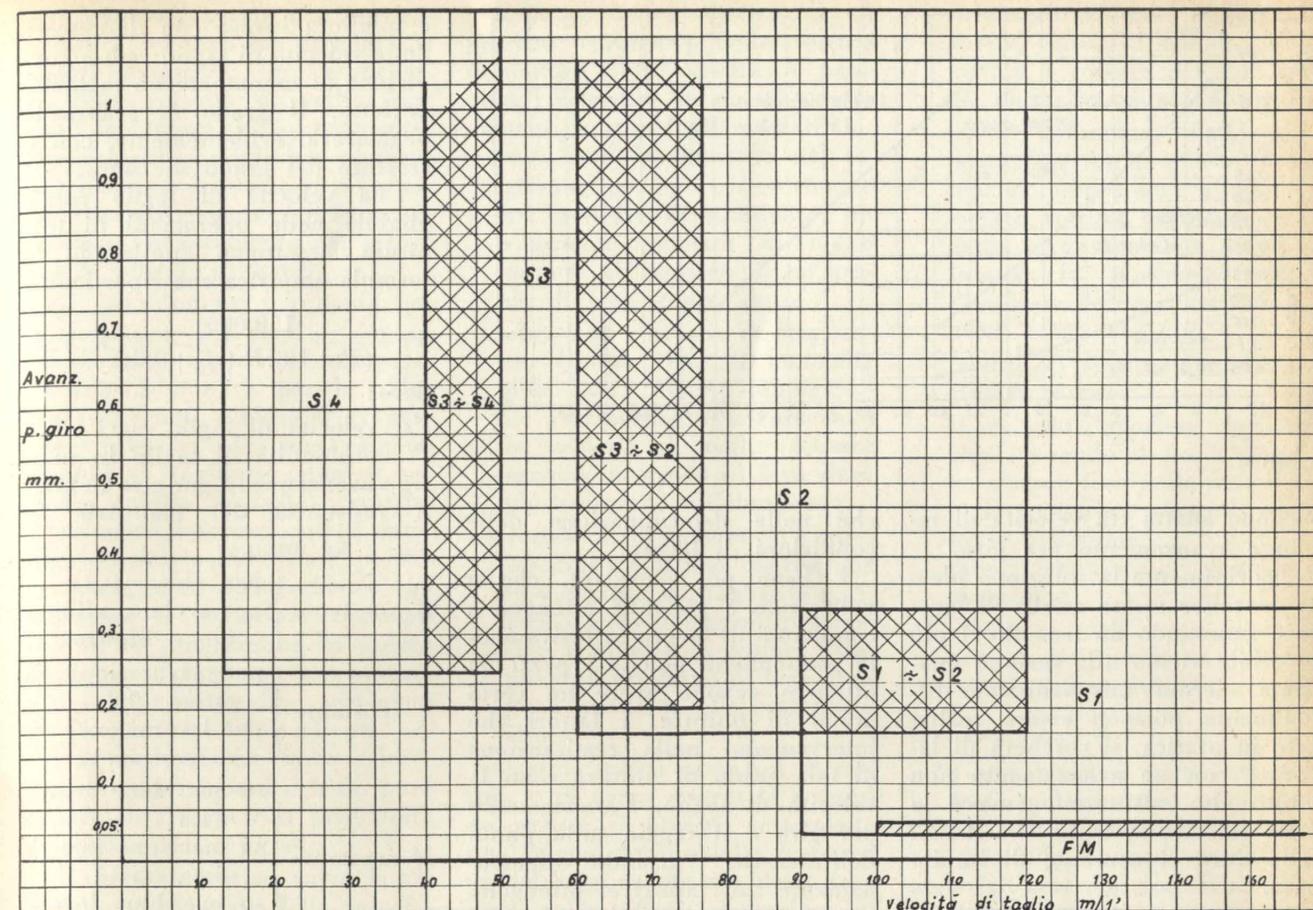


Diagramma 20

Le condizioni di lavoro.

Altro elemento fondamentale nel quadro di un razionale impiego del metallo duro è stabilire esatte condizioni di lavoro. Tale determinazione viene fatta in base alla qualità del materiale da lavorare, alla profondità di passata, al grado di finitura richiesto ed alla macchina a disposizione.

La velocità di taglio e l'avanzamento per giro devono essere

sia quella che comporta un minimo di costo-lavorazione.

Tali condizioni economiche, per lavorazioni di serie, sono in genere determinate a priori: ove si verificassero casi di forti consumi di utensili, si ricorrerà a prove pratiche.

Un esempio di tale lavorazione vogliamo illustrare: le prove sono state eseguite su tornio a copiare Fischer con utensili in metallo

cità di taglio corrisponde una diminuzione della durata del filo tagliente: non è detto però che il valore più basso della velocità di taglio, a cui corrisponde la maggior durata tra due affilature, sia la condizione più economica. Per tale determinazione occorre valutare il costo della mano d'opera, il costo per la riaffilatura dell'utensile ed infine il costo-utensile per ogni pezzo prodotto: la somma di tutti questi valori ci darà il costo totale del pezzo. La tabella n. 23 elenca tutti questi valori e come si vede la condizione ideale non è quella di una maggiore durata del filo tagliente, ma è quella che ci consente un minor costo-lavorazione per pezzo (diagramma 25).

Nel nostro esempio siamo partiti dal presupposto di mantenere invariato l'avanzamento per giro, infatti, lo stesso era stato fissato a priori. Tale dato però deve essere sempre determinato opportunamente poichè una lavorazione economica è basata sulla combi-

Tabella 21

Tipo della lega dura	Valori crescenti nel senso della freccia		Tipo della lega dura	Valori crescenti nel senso della freccia				
Fm	Durezza ↑	Tenacità ↓	G1	Durezza ↓	Tenacità ↑			
S1			Velocità ↑			H1	Velocità ↓	
S2						Avanzam. ↓		H2
S3								H3
S4								

scelti in modo da consentire una certa durata del filo tagliente, ovvero un certo tempo reale di lavoro. La durata che dobbiamo cercare di ottenere è quella economicamente più favorevole, os-

duro del tipo S2. Mantenendo costante l'avanzamento per giro sono state via via variate le velocità di taglio.

Come si vede dal diagramma n. 24 ad un aumento della velo-

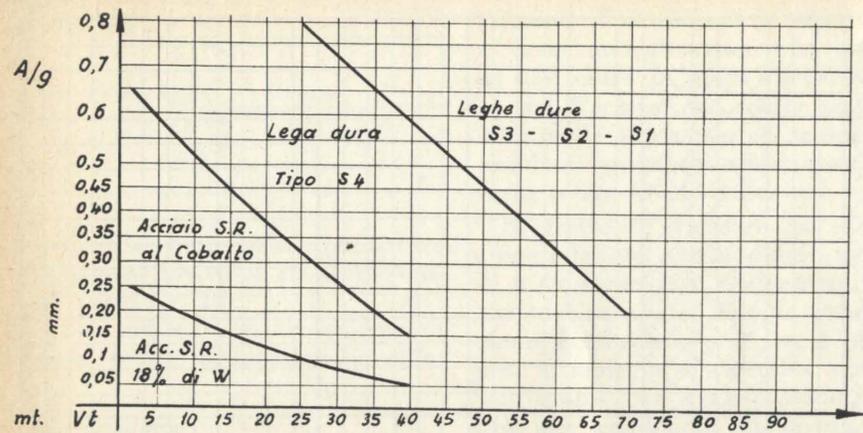


Tabella 22

nazione adatta tra velocità di taglio e avanzamento per giro.

Teoricamente la soluzione ideale dovrebbe essere quella di lavorare generando un truciolo il più possibile vicino alla sezione quadrata: siccome tali condizioni difficilmente possono essere realizzate in pratica, si cercherà di lavorare con un avanzamento non molto alto, sfruttando invece la forte velocità di taglio che il metallo duro ci consente di impiegare.

Per quanto riguarda la macchina a disposizione, abbiamo in precedenza visto quanto importante sia questo fattore e quindi dovrà essere tenuto presente an-

che nella determinazione delle condizioni di lavoro.

È bene poi ricordare, che a volte, non è possibile attenersi a condizioni di lavoro esclusivamente economiche poichè i pezzi da ottenere devono avere un certo grado di finitura. I fattori che intervengono nella realizzazione di tale grado di finitura sono la velocità di taglio, l'avanzamento per giro e il raggio sulla punta dell'utensile. Variando opportunamente tali fattori si ottengono superfici lavorate nella scabrosità voluta.

In genere si può dire che aumentando l'avanzamento per giro il grado di scabrosità peggiora,

e migliora invece con il crescere della velocità di taglio: ciò a condizione di mantenere un tagliente perfetto. Il grado di scabrosità peggiorerà, evidentemente, con il crescere del grado di usura.

Una velocità di taglio consigliabile nelle operazioni di tornitura si ottiene applicando la formula empirica che riportiamo:

$$V_t = \frac{150.000}{(P_t + 10) \cdot R \cdot (A_g + 0,8)} \cdot K \cdot Y \cdot M$$

dove:

V_t = velocità di taglio mt/l';
 P_t = profondità di taglio in mm.
 A_g = avanzamento per giro in mm.
 R = resistenza del materiale in Kg/mm²;

K = costante { per ghisa = 0,2
per acciaio, alluminio e bronzo = 1;
 Y = costante { per lavorazioni su crosta = 0,8
per lavorazioni senza crosta = 1;
 M = costante { su macchine nuove = 1,3
su macchine in medio stato = 1
su macchine logore = 0,6.

Tale formula è in grado di fornirci dati abbastanza attendibili poichè è stata controllata e convalidata da numerose prove con esiti del tutto soddisfacenti.

Nella determinazione della velocità di taglio e dell'avanzamento per dente per le operazioni di fresatura valgono in primo luogo le considerazioni precedentemente fatte per quanto riguarda la macchina a disposizione.

È stato dimostrato che la temperatura del tagliente aumenta in misura maggiore con l'aumentare della velocità di taglio, che con l'aumentare dell'avanzamento. Praticamente quindi per ottenere una maggior produzione e quindi dei risultati economici è bene aumentare l'avanzamento per giro e non la velocità di taglio.

Gli avanzamenti per dente per la fresatura dell'acciaio devono essere fissati in valori compresi tra 0,2-0,3 mm. e per la ghisa fino a 0,5 mm. Valori di avanzamenti inferiori a 0,1 mm. valgono quando si vogliono ottenere superfici molto levigate; avanzamenti però inferiori a 0,05 mm. sono senz'altro da evitare poichè le lame non riuscirebbero ad asportare il materiale razionalmente. Si genererebbe in questo caso, un lavoro di raschiatura che comprometterebbe seriamente la durata del tagliente oltre a produrre un forte calore. Per le stesse ragioni è bene pure evitare di fresare con profondità di passata molto piccole.

A titolo indicativo valga la tabella n. 26 che dà delle velocità di taglio e degli avanzamenti per

Nelle operazioni di fresatura si possono verificarsi delle rotture premature di placchette: è bene quindi ricordare in questi casi le seguenti norme fondamentali:

- rottura o scheggiatura del tagliente, possono essere dovute ad eccessivo avanzamento, insufficiente velocità di taglio oppure all'impiego di un grado di lega troppo duro;
- abrasione eccessiva del tagliente. Questo tipo di anomalia può essere evitato aumentando l'avanzamento e riducendo la velocità di taglio oppure usando un grado di lega dura più resistente all'abrasione;
- eccessiva formazione di crateri identificata in una depressione in vicinanza del tagliente periferico, denota invece un eccessivo avanzamento oppure l'impiego di un grado di lega dura poco resistente alla craterizzazione.

Quando questi vari tipi di rottura o di usura anormale verranno evitati si otterrà certamente una buona durata delle frese ed un impiego economico della lega dura nelle difficili operazioni di fresatura.

- si evita la saldatura della placchetta, causa sovente di scheggiature o rotture per i motivi già dettagliatamente illustrati;
- viene eliminata l'affilatura, particolare anche questo di essenziale importanza al fine di evitare rotture, affilature inadatte, spese di mano d'opera. Infatti, la placchetta dopo l'impiego dei taglienti disponibili viene scartata;
- facilità di sostituzione del tagliente usurato;
- si evitano laboriose registrazioni, essendo il porta-piastrina sempre fisso sulla macchina e la piastrina sempre nella stessa posizione;
- minor ingombro di utensili a magazzino;
- incidenza del costo utensile per pezzo prodotto, ridotta come minimo del 50 %.

Conclusione.

In questi ultimi tempi, esaurita la fase sperimentale, sono stati immessi in produzione, dove ciò era possibile, i nuovi utensili in materiali ceramici (ossidi di alluminio). Essi rappresenteranno, certamente l'avvenire per gli utensili da taglio: è necessario però che il progresso ottenuto in questo campo sia accompagnato dai miglioramenti nei macchinari che dovranno subire delle inevitabili trasformazioni.

Con le macchine attuali, il metallo duro rappresenta ancora il mezzo più sicuro nelle operazioni con asportazione di truciolo ad elevata velocità: vogliamo, quindi, nuovamente mettere in evidenza l'importanza di seguirne le norme di impiego per una utilizzazione razionale e quindi economica.

Per il suo costo ancora elevato per le precauzioni che sono necessarie al suo impiego, è indispensabile, però, un più alto grado di istruzione per i Capi e gli operai che ne fanno uso: essi devono perciò essere portati a conoscenza di tutte le norme fondamentali di impiego atte ad aumentarne la durata.

Soltanto così si raggiungeranno risultati economici soddisfacenti e si sfrutteranno in pieno tutte le proprietà del metallo duro.

Renzo Colombino

Tabella 23

N. prova	Velocità taglio mt/l'	Tempo lavoro p. pezzo	Tempo lavoro tra 2 affilat.	N. pezzi torniti	Costo ut. per affilat.	Costo ut. per pezzo	Costo mano d'opera	Costo totale p. pezzo	Rendim. economico %	Osservazioni
1	76.5	100"	125'	75	4	3.50	25	32.5	82%	Costo utensile
2	96	75"	81'	65	4.6	4	18.8	27.4	90%	L. 2600 Costo
3	124	60"	48'	48	6.25	5.4	15	26.65	100%	p. affil. L. 300
4	153	50"	25'	30	10	8.7	12.50	31.2	85%	N. affilat. 10

Diagramma 24

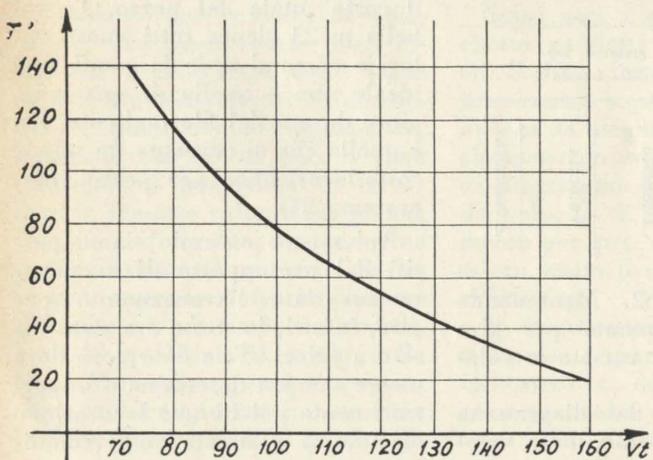


Diagramma 25

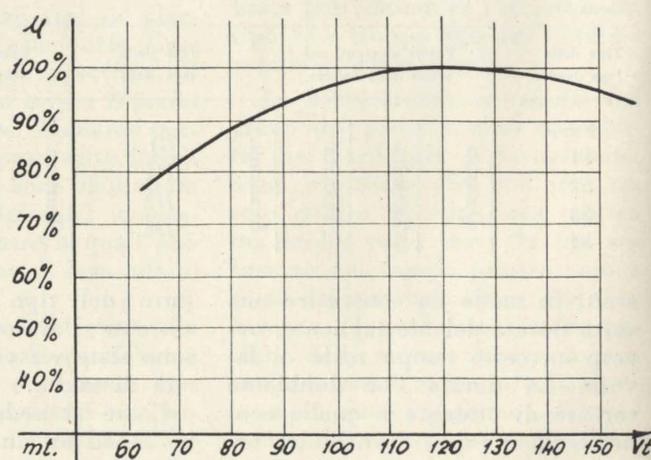


Tabella 26

Materiale da fresare	Velocità di taglio in mt/l'	Avanzamento per dente
Alluminio	Max possibile	0.25 ÷ 0.75
Ottone	150 ÷ 300	0.25 ÷ 0.75
Bronzo	80 ÷ 250	0.12 ÷ 0.38
Bronzo duro	40 ÷ 100	0.075 ÷ 0.25
Ghisa tenera	120 ÷ 150	0.25 ÷ 0.50
Ghisa dura	70 ÷ 100	0.12 ÷ 0.38
Ghisa malleabile	130 ÷ 160	0.25 ÷ 0.50
Ghisa in conchiglia	50 ÷ 80	0.12 ÷ 0.25
Acciaio tenero		
R = 40 ÷ 60 kg/mm ²	180 ÷ 220	0.25 ÷ 0.50
Acciaio medio		
R = 60 ÷ 90 kg/mm ²	120 ÷ 150	0.15 ÷ 0.38
Acciaio duro		
R = 90 ÷ 120 kg/mm ²	90 ÷ 120	0.075 ÷ 0.25

dente che sono abbastanza attendibili.

In particolare le frese per la lavorazione dell'acciaio devono avere gli angoli delle lame negativi: infatti solo con tali angoli si sono ottenuti dei risultati economici, poichè era necessario anzitutto sottrarre i taglienti agli urti ripetentisi ad ogni attacco successivo del materiale da parte delle singole lame e conformare i taglienti in modo da renderli resistenti il più possibile.

Nuovi tipi di utensili economici.

Nella continua ricerca dei Tecnici per sfruttare le proprietà del metallo duro ed ottenere nuovi utensili più economici, di più pratico impiego, sono da illustrare i nuovi tipi a placchetta fissata meccanicamente, ovvero non saldata.

Tali tipi di utensili offrono una soluzione del tutto economica e troveranno sempre più largo impiego nelle operazioni di tornitura per i seguenti motivi:

Lo studio del traffico nella viabilità extra urbana

CARLO BECCHI afferma che i compiti dell'ingegnere del traffico non si limitano alla collaborazione nella progettazione di una nuova strada, ma si estendono anche allo studio pianificatore del miglioramento della viabilità.

Quali sono i compiti specifici dell'ingegnere del traffico nel campo della viabilità extra urbana?

Si può affermare che sono compiti di ordine plurimo: all'ingegnere del traffico non si chiede solo la collaborazione nel campo della progettazione di una nuova strada, ma si chiede anche lo studio pianificatore del miglioramento della viabilità. Studio che è un complesso di studi singolari opportunamente coordinati che trattano il problema del miglioramento di ogni singola via.

È logico fare un po' il punto circa la situazione della viabilità in Italia; il punto bisogna farlo in forma tecnicamente corretta senza lasciarsi trascinare da eccessivi entusiasmi per qualche tendenza. Abbiamo una rete di strade statali che sono in sviluppo e in continuo ampliamento; prossimamente dovranno passare statali parecchie migliaia di chilometri di strade provinciali. Abbiamo un complesso di strade provinciali; oltre alle strade provinciali classificate come tali, abbiamo strade che sono intercomunali, amministrare e governate dalle amministrazioni provinciali, in quanto che hanno un interesse superiore a quello che è l'interesse peculiare della strada comunale; anche queste sono in aumento per effetto del passaggio a provinciali di strade comunali.

Abbiamo strade comunali, strade vicinali, strade consortili, strade di bonifica, strade di sfruttamento. Il chilometraggio di strade per chilometro quadro di estensione di territorio, non è molto alto, ma bisogna tener presente che il nostro è territorio a forte densità montuosa (c'è la fascia della catena alpina e c'è la catena appenninica in tutta la sua completezza); evidentemente questo porta in primo luogo ad avere terreni di più scarsa sfruttabilità e quindi di mi-

nor valore unitario, in secondo luogo a imporre costi costruttivi di strada nettamente superiori a quello che è il costo di strade in terreno più facile. Quindi per una duplice ragione questa accidentalità così estesa nel nostro territorio porta a una riduzione della densità di strade.

Per inciso, quando si studia il problema del traffico in generale, parlare solo delle strade è un assurdo, dato che, evidentemente, il traffico nel suo complesso viene esplicato non solo su strada e con mezzi per strada ordinaria, ma anche sugli altri mezzi di trasporto che si servono delle altre vie, ossia su mezzi ferroviari, sui mezzi aerei e sui mezzi di navigazione o interna o lambente le coste. Per noi però la via aerea e la via navigabile intervengono ben poco nella soluzione del problema del traffico e quindi, in definitiva, basta parlare del complesso ferroviario e del complesso delle strade ordinarie. E anche come ferrovie non è che siamo sovrabbondanti; siamo però in quella stranissima situazione così definibile: sono di potenzialità generalmente insufficiente le ferrovie che hanno un esercizio economico attivo e sono in numero esasperantemente vasto le ferrovie ed i chilometri di esercizio passivo; è un fenomeno di invecchiamento.

Ritornando al campo delle strade possiamo dire che se ci sono deficienze quantitative in chilometri di strade queste deficienze si notano in particolare per le strade di categoria minore, ossia per le strade di bonifica, per le strade vicinali, per le strade consortili, per le strade di sfruttamento. Nelle categorie superiori possiamo invece denunciare una deficienza particolarmente qualitativa. In altre parole abbiamo le strade di grande

comunicazione che sono di potenzialità scarsa, e le strade a scarso traffico (che però portano la vita nelle zone più recondite) di scarso sviluppo.

Quindi il nostro compito sarebbe quello di cercare di far sì che l'opinione pubblica si orienti verso un miglioramento delle strade di grande viabilità e un completamento della rete di strade di viabilità minore, senza che ci si perda in attività di altro ordine che non sono assolutamente urgenti, indifferibili e sentite.

Il tecnico del traffico nel campo extraurbano non deve limitarsi a progettare strade nuove, a studiare e a progettare varianti per il miglioramento delle strade esistenti; deve anche dare il suo apporto (e questa deve sempre essere la funzione del tecnico), perchè l'orientamento dell'opinione pubblica sia indirizzato in senso tecnicamente corretto. Il tecnico del traffico deve agire perchè tutti si convincano che bisogna operare nella direzione che la corretta impostazione del problema suggerisce e non in direzioni che possono essere suggerite da moventi particolari.

Il compito è tutt'altro che semplice perchè purtroppo non ci sono soluzioni generali e predisposte; ogni caso va studiato, sviscerato e approfondito e presenta una sua soluzione singolare; ci sono dei caposaldi orientativi ma niente di più.

Bisogna conoscere il traffico nelle sue caratteristiche e nelle sue entità. È quindi necessario avere a disposizione un patrimonio statistico che riporti dati sui quali ci si possa appoggiare per definire quello che è il dato che noi chiediamo all'indagine statistica: quale è la necessità viabile in rapporto ai collegamenti stradali. Que-

sto è un problema assai difficile, perchè le analisi statistiche purtroppo si prestano a interpretazioni ed extrapolazioni un po' lasche, particolarmente per il fatto che lo sviluppo del traffico è intimamente collegato allo sviluppo dell'economia ed è difficile fare previsioni nel campo dell'economia. Vi richiamo ancora le recenti pubblicazioni che si appoggiano sugli esiti sperimentali nord-americani (i nord-americani si sono orientati decisamente in un problema di una complessità così vasta verso la indagine sperimentale). Non cercano più di ricostruire analiticamente dei dati; si valgono dell'esperienza; ci sono troppe variabili in gioco, non si può dominare il problema in via analitica e bisogna quindi accontentarsi della ricerca sperimentale.

Quindi, in primo luogo, occorre la conoscenza del tipo di traffico e dell'entità di traffico; il tipo di traffico è per fortuna di poco variabile da una via all'altra; naturalmente nelle vie minori il traffico sarà tutt'affatto particolare. Dove si ha una certa omogeneità di traffico è nel complesso della viabilità maggiore. Ma nella viabilità maggiore figurano sia le strade statali che le provinciali, che parte delle comunali e delle intercomunali.

Fatta questa analisi bisogna, dai dati che la ricerca statistica produce, rimontare a quegli elementi sui quali ci si deve appoggiare per la progettazione della strada; e qui si è constatato (e d'altra parte è intuitivo) che il traffico esistente oggi non ha niente a che fare col traffico che impegnerà la nuova strada, perchè ci sarà del traffico, sulla nuova strada, distolto dalla viabilità circovicina (questa azione di accaparramento del traffico si esplica in certi casi a distanze notevolissime, anche dell'ordine di centinaia di chilometri); ci sarà poi la maggiorazione di traffico conseguente allo sviluppo di vita; ci sarà una maggiorazione dovuta alle migliori condizioni di viabilità; vi è poi il traffico generato dalla nuova strada. È evidente che un miglior collegamento porta, per esempio, a

un aumento di zona di influenza relativo ad una determinata attività, che può essere anche attività professionale; l'automezzo è l'elemento integratore dell'attività professionale perchè consente un maggior campo di sviluppo di attività.

Tutti questi incrementi debbono essere valutati; naturalmente nessuno pretenderà che siano valutati con una approssimazione assoluta; anche qui come sempre per i nostri problemi sbagliare in meno è grave reato, e sbagliare in più è reato pur tuttavia. Bisogna cercare perciò di imboccare la soluzione più corretta.

Bisogna, inoltre, prendere visione diretta del terreno attraversato. La scelta del tracciato in rapporto al terreno è argomento di alta delicatezza; il terreno viene studiato sotto parecchi aspetti: l'aspetto topografico-orografico (andamento del terreno, accidentalità); sotto questo punto di vista l'indagine può essere immediata e, dopo una semplice ricognizione, si può provvedere ad ordinare un rilevamento generale per una progettazione di massima, rilevamento che può essere attuato con la fotografia per aereo, che entro tali limiti, è perfettamente rispondente.

Anche se c'è qualche zona boscosa, restando sempre nel campo della progettazione di massima, dato che tale rilevamento costa assai meno del rilevamento diretto, il sistema è corretto.

Però il rilevamento topografico con la denuncia delle accidentalità non è tutto: il terreno ci deve informare anche delle sue caratteristiche di stabilità; qui vale assai la pratica professionale che consente di valutare il suo stato di equilibrio. Si ricorda che uno dei migliori progettisti dell'Ottocento di strade, era un cieco; effettivamente la mancanza di vista non aiuta la progettazione della strada, ma si era talmente acuita, in lui la sensibilità che, col bastoncino che gli serviva per muoversi più agevolmente per accertare gli ostacoli egli sapeva definire il grado di stabilità degli strati superficiali. Evidentemente il tecnico si deve informare, per visione

diretta (e mille fattori possono essere utili in questa indagine); occorre accertare se si affronta del terreno stabile oppure se si deve invadere una zona costituita, per esempio, da un cono di deiezione che può non essere attivo da parecchi anni, ma che da un anno all'altro può diventare attivo, o da una vecchia frana, vecchia di centinaia o addirittura di migliaia di anni che non ha ancora raggiunto quel grado di compattezza che ci consente di intervenire con alterazioni dell'andamento superficiale del terreno; tutti accertamenti che debbono essere fatti ed è per questo che il rilevamento areofotogrammetrico, che limita notevolmente le operazioni topografiche a terra non è sufficiente, da solo, dato che manca questa conoscenza diretta del terreno; a meno che non lo si integri percorrendo e osservando accuratamente i luoghi; se si percorre una zona alberata e si vede che gli alberi hanno la tendenza ad essere abbattuti verso valle, vuol dire che il terreno non è stabile e che ci sono stati movimenti del terreno che hanno fatto sì che l'albero sia abbattuto per l'azione di contenimento delle radici e lo scoscendimento.

Queste ispezioni sul terreno debbono essere fatte in diverse epoche (in epoca piovosa, in epoca asciutta); bisogna essere piuttosto intransigenti. Il progettista non deve soddisfare le richieste del profano il quale esige, anche in un mese di tempo un progetto. Ci si metta il tempo che ci vuole, ma si faccia un progetto studiato al massimo delle possibilità di indagine. Non si deve sottostare mai a imposizioni di urgenza, perchè l'urgenza è controproducente. Il terreno dice qualche cosa anche in riferimento all'esposizione della zona attraversata, dà ulteriori informazioni in rapporto al clima della zona. Nella scelta del tracciato stradale intervengono fattori topografici, fattori geologici e fattori climatici. Oggi si può dire che non intervengano più fattori strategici, che fino a qualche anno fa avevano ancora notevole peso; ormai non c'è più nessuna affinità

tra strada per la vita normale e strada per il periodo bellico.

Nella vita normale noi dobbiamo creare un complesso strada-veicolo economico; nella vita militare l'economia si trascura perchè si ha bisogno non di strade economiche ma di strade di facile ripristino e di quasi sicura conservazione. In genere i due fattori sono in disaccordo. Se si presenta in terreno accidentato un vallone, la strada economicamente concepita, se fortemente trafficata, consiglia l'adozione del viadotto per attraversare il vallone; ma il viadotto è elemento tragicamente vulnerabile dall'offesa nemica e quindi non è consigliabile per una strada di interesse militare.

Chi domina nel campo della progettazione è il concetto economico. La strada è un bene e deve essere proporzionata in rapporto al bene integrativo costituito dal complesso veicolare che la percorre in modo che ne risulti un bene complessivo che sia di alto reddito economico.

Questo è il concetto base sul quale più nessuno pensa di poter transigere o più nessuno dovrebbe pensare di dover transigere. Circa l'andamento topografico del terreno, fino a che il terreno è pianeggiante il terreno non impone nulla, si può andare dove si vuole. Quando il terreno comincia a diventare accidentato allora ci sono (e facilmente individuabili per un occhio esercitato) dei punti di passaggio obbligato. Non è che la soluzione sia sempre univoca. Ci potranno essere due soluzioni, tre, quattro, cinque. Occorre studiarle: se da un'ispezione un po' grossolana risulta che possono essere considerati equivalenti due o più tracciati, aumentando la profondità di studio risulterà che una o due soluzioni debbono essere preferite in rapporto alle altre. E così si dedicheranno ulteriori studi a questa od a queste soluzioni per migliorarle e per differenziarle.

Questi punti di passaggio obbligato sono effettivamente ancora validi nonostante che si cerchi anche nel campo della strada ordina-

ria di ridurre la validità di questa obbligatorietà di passaggio. Infatti, se esaminiamo per esempio il progetto del traforo del Gran San Bernardo, vediamo che il progetto è stato studiato con trafori e quote variabilissime; a 1900, 2000, a 1700. Quindi non c'è più un punto di passaggio obbligato in questo caso; qui però si tratta di opere tutt'affatto particolari nella viabilità normale dato che la soluzione in galleria stradale per una notevole lunghezza deve essere considerata soluzione eccezionale; è sempre tratta di viabilità scarsa, spiacevole, e pericolosa; e viceversa di notevolissimo costo di costruzione; l'adozione di una soluzione di quel tipo può essere valida solo in condizioni tutt'affatto particolari.

Che vantaggio porta l'introduzione di questi punti di passaggio obbligato? Il vantaggio è apportato particolarmente nei casi in cui lo studio si espliciti su di un tracciato esteso. In quanto che l'occhio del progettista non può avere una completa visione panoramica dell'insieme e siccome il primo orientamento si fa praticamente a occhio, e non è possibile dominare il complesso, se si riesce a introdurre dei punti di passaggio obbligato si viene a spezzare il lotto unico in sub lotti minori; così si può arrivare al punto in cui l'occhio possa effettivamente afferrare e dominare il problema.

Ci sono vincoli naturalmente imposti dalle caratteristiche geometriche della via, che però, richiamandoci a quanto già detto nelle lezioni passate, debbono essere assunti con beneficio di inventario perchè ci deve essere sempre quel gioco di compensazione che vale a far sì che si tenda a tenere questi limiti di viabilità il più elevati possibile, ma sempre in riferimento all'aspetto economico del problema.

Anche sul valore del raggio minimo non si possono definire a priori dei limiti rigidi: anche raggi di 50 metri (ed anche meno) quando le difficoltà topografiche siano gravi e quando il traffico non

giustifichi delle soluzioni più ardite, possono essere considerati leciti.

Questo temperamento è evidente che possa avvenire solo quando si abbia una assoluta padronanza dell'argomento, perchè ci sono troppi punti di vista da esaminare in contemporaneità e da temperare e da equilibrare e quindi la traccia è assai poco definita e rigida.

In pianura non ci sono indicazioni da parte del terreno, ma ci sono indicazioni da parte del traffico, perchè evidentemente una strada deve ottemperare al meglio la sua funzione e quindi deve captare il massimo traffico possibile. Deve servire la zona attraversata, e naturalmente dovrà servire più efficacemente i centri maggiori, un po' meno efficacemente (se c'è contrasto) i centri minori: esempi se ne hanno in ogni momento; se si esamina il tracciato della Torino-Milano si nota che il tracciato non è stato studiato esclusivamente per il suo servizio terminale. Il traffico sulla Torino-Milano in genere si sviluppa in media sui tre quinti della percorrenza totale; ossia il veicolo medio percorre i tre quinti della lunghezza totale.

C'è stato uno spostamento tra Vercelli e Biella che ha danneggiato Vercelli ma che però ha migliorato la situazione di Biella. Questo però è un caso vecchio, perchè è un caso che è stato risolto prima del 32. Vediamo dei casi più recenti. Sono note le polemiche che ci sono state a Modena e a Bologna e nella tratta Firenze-Roma per l'allacciamento della strada del Sole, polemiche accanite; e qui il tecnico del traffico che ha coscienza della sua funzione nel campo nazionale deve intervenire contro certi parossismi perchè se in qualche caso può essere giustificata la soluzione autostradale a nessuno però deve venire in mente di poter pretendere di avere la stazione in corrispondenza del proprio portone di casa.

Bisogna contentare al massimo del possibile i più il che vuol dire poi scontentare molti, evidente-

mente, ma scontentarli in piccola misura. Ora purtroppo anche qui si è in situazione fluida, perchè una situazione ben inquadrata la si avrebbe solo se si potesse conoscere esattamente quale potrà essere il traffico nel ventennio (per esempio) di vita economicamente attiva dell'arteria che si sta per costruire.

Dati che non abbiamo; possiamo intuire ed approssimarci più o meno alla verità, ma siamo un po' nel campo dell'opinabile. Progettate le diverse soluzioni sempre col criterio di arrivare per successive approssimazioni al progetto più curato e sempre sfrondando tutte le possibili varianti, nel nostro cammino di approfondimento dello studio, che si sono dimostrate meno opportune di altre, si arriva poi a presentare una soluzione; talvolta si può anche presentare più di una soluzione, in quanto che il tecnico ha un suo metro di valutazione, che può non essere lo stesso metro usato da chi esamina con altro orientamento il progetto. E quindi è onesto il tecnico che prevede tutte le soluzioni possibili; anche se non le rappresenta in forma grafica, almeno le elenca, e le critica a priori, in forma corretta in modo anche da difendersi da un'eventuale critica. Spesse volte il progetto è criticato; si dice, ma c'era un'altra soluzione molto più semplice! C'è, a dire il vero la possibilità di fare uno studio di confronto delle diverse soluzioni possibili, studio che generalmente va sotto la denominazione della virtualità. Ora lo studio della virtualità è uno studio che può essere utilissimo, come può essere dannosissimo; si è riscontrato che con i coefficienti di virtualità correnti non si interpreta assolutamente a sufficienza il grado di virtualità della strada.

Una differenza di sviluppo planimetrico dell'ordine del 10% ossia una maggior lunghezza del 10 per cento in più per una strada planimetricamente facile, vale a rendere la lunghezza virtuale di questa via superiore alla lunghezza virtuale di una strada più difficile che attraversa terreni diffi-

cili, perchè l'interpretazione della difficoltà al traffico in terreno accidentato e quindi su strada accidentata (perchè la strada cerca di attenuare le accidentalità naturali, ma non le distrugge mai), non è solo d'ordine altimetrico, ma anche d'ordine planimetrico ed è difficilmente interpretabile. Se esaminiamo il traffico particolare di alcune arterie concorrenti vediamo come alcune sono preferite e altre trascurate in contrasto con quello che la ricerca scientifica indicherebbe come soluzione più corrente. Quindi anche nel campo della valutazione della lunghezza virtuale di una strada, esistono incertezze, improprietà e incomplettezze di studio che rendono questa ricerca spesse volte assai poco utile.

A buon conto è certo che non vale la semplificazione che si commenta di considerare solo il problema dal punto di vista altimetrico. Nè è lecito dimenticare il confronto dei costi di costruzione delle diverse soluzioni possibili.

Per il punto di vista altimetrico abbiamo dei dati ma sono dati incompleti perchè si basano sullo studio che si fa circa la percorribilità di una strada accidentata e quindi in funzione delle diverse livellette di questa strada. Si hanno tabelle o diagrammi che ci dicono che, per esempio, una strada in salita al 12 per mille, ha una virtualità media per il traffico medio insistente (la virtualità varia a seconda del tipo di veicolo), per esempio, di 1,5; ossia un chilometro di strada al 12 per mille di pendenza equivale a un chilometro e mezzo di strada in orizzontale. E questo può essere valido per un veicolo singolo che la percorra; ma se questa strada è trafficata e intensamente, allora la situazione cambia notevolmente anche per questo fatto, perchè non appena si sia in pendenza la differenziazione di velocità fra i veicoli che convivono sulla stessa sede si accentua; la differenziazione di velocità porta a problemi di traffico che debbono essere risolti da ogni veicolo, porta inevitabil-

mente ad azioni di ritardo; evidentemente quindi noi valutiamo solo la difficoltà geometrica e non la difficoltà reale, perchè ci mancano i mezzi di indagine per farlo; non possiamo tener esatto conto di come si esaspera la difficoltà di transito, insita nell'andamento dell'asse, per effetto del traffico. Se una strada è in salita evidentemente il veicolo va più lentamente; se facciamo un confronto di tempi di percorrenza o un confronto di costi di trasporto, troviamo due coefficienti di virtualità, per ogni tipo di veicolo; cercando di immaginare un veicolo di tipo medio ponderato possiamo trovare le relative virtualità in rapporto ai costi ed in rapporto ai tempi; però abbiamo sempre considerato il veicolo che transita liberamente e che è ostacolato solo dalla accidentalità della strada e non dalle unità di traffico che, per le stesse accidentalità, subiscono un maggior disagio; il veicolo leggero e veloce, è obbligato in conseguenza della maggior differenziazione di velocità, e del più frequente sorpasso, ad una più ridotta velocità di quella che gli è possibile. Di questo fattore non si tiene conto nella virtualità, perchè si considera sempre il veicolo singolo che percorre quell'asse ideale di cui è definita la pendenza e tutt'al più le curve; ma l'appesantimento può essere assai superiore.

Il considerare la strada a sè, senza considerare il traffico che su di essa insiste è un errore che si commette assai spesso e che porta a delle conclusioni decisamente assurde non solo nel campo della virtualità.

Il campo del tecnico del traffico è quindi un campo assai sottile e delicato: è necessario formarsi una mentalità, che può risultare solo con un'applicazione continuativa e con uno studio quanto più tenace e quanto più approfondito possibile, tenendo però sempre presente la visione generale del problema e tutti questi particolari criteri che si è cercato di esporre in questa trattazione sommaria.

Carlo Becchi

La pavimentazione cementizia con particolare riguardo a quella dell'Appia Nuova in Roma

GIUSEPPE STELLINGWERFF dopo aver accennato alla ripresa della pavimentazione cementizia delle strade italiane, descrive i lavori effettuati su un tratto dell'Appia Nuova in Roma per allargare la sede stradale.

Desidero anzitutto precisare che in questa mia memoria mi limiterò ad una breve illustrazione della « ripresa » delle pavimentazioni cementizie in Italia.

Dico « ripresa » perchè effettivamente queste pavimentazioni, che un tempo ebbero uno sviluppo notevole, furono poi abbandonate per varie ragioni, mentre oggi sotto la spinta che viene da tutte le nazioni civili, esse tornano ad avere larghe applicazioni. Infatti, trattandosi di strutture che, oltre ad altre buone caratteristiche, presentano grandi resistenze, esse rispondono assai bene ai cresciuti tormenti del traffico sempre più veloce, più pesante e più intenso.

Le pavimentazioni cementizie sono di vari tipi e non soltanto quelle che illustrerò, cioè quelle permanenti, ma anche semipermanenti e, leggere, cioè terre stabilizzate con cemento. Ma principalmente desidero illustrare un tratto di strada pavimentato che ha lo sviluppo di due chilometri ed è sull'Appia Nuova a Roma, in una zona di particolare delicatezza, che ha momenti di traffico relativamente piccolo, dico *relativamente* piccolo, e momenti di traffico intensissimo. Infatti, oltre a portare da Roma a molti dei Castelli vicini, da Albano e Velletri, e più giù verso Littoria, serve anche per l'accesso all'Ippodromo delle Capannelle e all'Aeroporto di Ciampino, il che significa che in determinate giornate e in determinate ore, si ha un afflusso tale che ad esempio, il giorno del Derby, l'allora Presidente della F.I.S., per andare da Porta S. Giovanni a Ciampino, km 10 circa, ha impiegato un'ora e un quarto!

Quindi si è imposta la necessità di ampliamento. La via Appia

Nuova era uno dei tronchi già pavimentati in cemento nel '929. Il che significa che era stata fatta con i sistemi dell'epoca: 12 cm di calcestruzzo magro, a 250 chili, e sopra 5 cm di calcestruzzo con 600 kg di cemento speciale il tutto senza nessuna armatura: proprio l'ideale per produrre le fessurazioni. Inoltre la larghezza era di m 6 e mancava completamente il giunto longitudinale.

Di più ancora, siccome il logorio è stato insignificante nei 29 anni di vita, lo spessore avrebbe dovuto essere quello che è stato rinvenuto durante i lavori: viceversa sono state trovate, in alcuni lastroni, differenze dell'ordine di vari cm.

Venendo al sottofondo, che per una pavimentazione cementizia non è necessario sia molto resistente, ma è necessario sia omogeneo, uniforme e costante, cioè che duri, diremo che venne riscontrata la presenza di numerosi trovanti, sicchè si passava da una resistenza normale ad una resistenza molto elevata e questo in breve spazio e allora, naturalmente, la pavimentazione si era fessurata.

Avvertiamo che le pavimentazioni si fessurano, per la grande maggioranza dei casi, pressochè immediatamente, cioè a pochi giorni, spesso a poche ore dal momento in cui sono state gettate.

Formatesi nel tempo queste numerose crepe, esse sono state sigillate e la strada, dopo 29 anni, durante i quali non ha richiesto apprezzabili riparazioni ed opere di manutenzione, era ancora in condizioni di buona percorribilità; ma sei metri di larghezza è estremamente poco, quindi è stato necessario passare ad una larghezza sensibilmente superiore, e cioè die-

ci metri e cinquanta che permettono quelle tre vie che l'Italia è una delle pochissime nazioni civili che costruisce. Normalmente una strada moderna di grande comunicazione viene fatta a due piste ed ogni pista almeno a due vie, in modo che si abbia la via di corsa e la via di sorpasso per ognuna delle due direzioni (1).

Avere tre striscie di m 3,50 ciascuna con poco traffico può ancora andare abbastanza bene, quando il sorpasso può avvenire in modo, diciamo così, di compromesso fra chi sorpassa in un senso e chi sorpassa in un altro; ma quando in una strada di grande traffico sulla quale si sviluppasse una circolazione pari a quella che abbiamo visto sulle Autostrade tedesche con velocità di cento e più chilometri all'ora, si dovesse effettuare un sorpasso contemporaneo nei due sensi, quando lateralmente c'è una fila ininterrotta di veicoli in un senso e nell'altro, con tre sole vie sarebbe evidentemente la catastrofe.

E a questo proposito sia permessa una piccola digressione: mentre esistono statistiche molto accurate su quelle che sono le cause degli incidenti stradali dovuti a guasti delle macchine, ai conducenti; a difetti della strada, sia per una curva troppo stretta, scarsa visibilità, oppure a cause sorte improvvisamente, per esempio macchie d'olio etc. sovente non si tiene conto dell'influenza della strada nel permettere di salvarsi quando si sia determinata una situazione di emergenza; perchè se la strada è chiara, se la strada è abbastanza ampia, se le pendenze

(1) Seguo la terminologia usata al riguardo alla Convenzione di Ginevra, in attesa che ve ne sia una nostra (n.d.a.).

sono buone, se si hanno convenienti banchine, ecc. molto probabilmente prima che l'incidente iniziato possa portare ad una catastrofe, si ha modo di salvarsi. Per esempio lungo l'Appia Nuova v'erano dei meravigliosi platan: naturalmente questi platan sono stati tolti. C'è stata tanta gente che ha strillato, ma la necessità è questa: che la zona stradale sia libera perchè basta che apriate un giornale per leggere della auto o della moto che è andata a sbattere contro un albero vicinissimo alla strada, spesso sulla stessa superficie stradale. Quindi gli alberi sono una gran bella cosa, ma è naturale che sorgano ad una certa distanza della strada; che possano dare ombra in determinate ore, ma che non possano coprire la vista, ecc. e che non impediscano il traffico e che, soprattutto, non determinino queste situazioni che spesso diventano luttuose. Naturalmente tutto questo porta ogni anno in Italia molti morti: 6 mila nell'anno scorso, 5.500 due anni fa e — purtroppo! — le cifre delle statistiche sono in fase crescente.

Per l'Appia Nuova, fu stabilito di fare soltanto due chilometri e questo in collaborazione fra l'A.N.A.S. e l'Associazione degli Industriali del Cemento, oltre un tratto misto e cioè un tratto in cui, rotta ancora la pavimentazione cementizia, è stata a questo sovrapposto un manto bituminoso.

Lateralmente si è cercato invece di avere, per le banchine, un sottofondo resistente su cui disporre un tappeto di bitume. Per il nuovo tratto in cemento, vi era chi voleva fare una strada sperimentale, altri che voleva fare una strada modello; in definitiva si è ritenuto di non fare nè l'una nè l'altra. Una strada sperimentale, dopo che da 50 anni le strade in cemento esistono, sarebbe stata fuori posto, perchè è assurdo riprendere un determinato tipo di lavorazioni con delle sperimentazioni. Non che non sia necessario sperimentare, anzi sperimentare è necessarissimo; ci sono tante cose ancora da

acclarare e da perfezionare; ma sarebbe stato assurdo fare a titolo di esperimento una strada che doveva mostrare il progresso tecnico realizzato dalla pavimentazione cementizia dalla interruzione alla ripresa delle applicazioni.

Strada modello, neanche, perchè non si voleva fare un gioiello da laboratorio, ma una strada che effettivamente rispondesse a quella che è la normale pratica costruttiva, e cioè non andare nel minuzioso, nel meticoloso, ma attenersi a quella che è la realtà vissuta, pur costruendo bene, in proficua collaborazione tra laboratorio e cantiere.

E quindi è stata realizzata una strada dimostrativa; una strada che non esagera, ma che non trascura neanche quella intesa tra dottrina e pratica che deve presiedere od ogni lavoro.

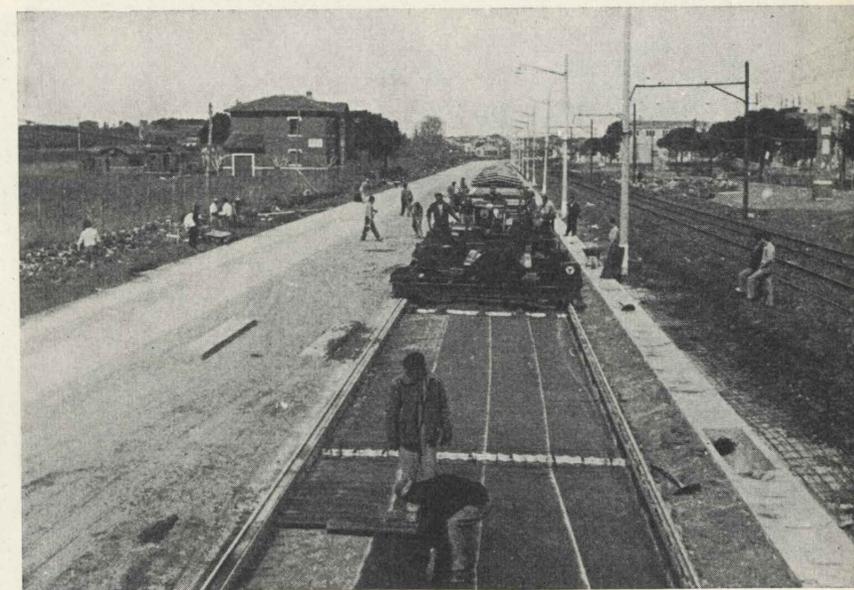
Si era pensato di gettare uno strato sopra la pavimentazione per i 6 metri esistenti, e poi, per il resto, cercare di fare un altro sottofondo e sopra mettere il tratto di allargamento.

Naturalmente il sottofondo avrebbe dovuto essere perfetto e si sarebbe assicurato lo stesso livello tra i due tratti mettendo sotto la giunzione una trave di rinforzo come già fatto in Germania, in Inghilterra ecc. per piccoli lavori.

Non è stato però possibile adottare questo sistema per la difficoltà che presentava, poi per l'esigenza di avere in una strada dimostrativa la sicurezza di eguale portanza dei sottostrati. Si aggiunga che, mancando nella pavimentazione precedente il giunto longitudinale, essendo ravvicinati quelli trasversali, mancando completamente ogni armatura, non si poteva conciliare la tecnica di trent'anni fa con quella moderna e mancava la possibilità di aggrapparsi all'armatura, mentre in Germania, quando fanno ancora uno strato su una pavimentazione esistente, divenuta insufficiente, scalpellano fino a mettere allo scoperto qualche ferro della armatura e allora il nuovo lastrone resta ancorato al lastrone sottostante in modo da formare se non proprio un tutto omogeneo, almeno un tutto saldamente collegato.

Poichè non v'era niente di ciò, appunto per fare una strada dimostrativa, è stata asportata completamente la pavimentazione esistente, ed in più si è cercato anche di rendere il sottofondo perfettamente omogeneo, asportando tutti quei trovanti che c'erano. Poi è stato messo uno strato di pozzolana, di 20 a 30 e fino a 40 cm in alcuni punti, e perchè poi non si potesse obiettare che la pozzolana è la so-

Fig. 1 - Pavimentazione cementizia dell'Appia Nuova in Roma. Si stende il cartone catramato sul sottofondo di sabbia monogranulare.



la adatta, si è fatto un altro tratto con resti di cava (tout-venant).

Naturalmente si è assestato, vibrato e rassodato, seguendo sempre con analisi di laboratorio, in modo da avere un sottofondo di una portanza non eccessivamente elevata, ma costante e che sicuramente resterà tale nel tempo.

Sotto questo sottofondo (2) vie-

(2) In Italia, e non in Italia soltanto, ma anche in altri Stati, manchiamo di una vera e propria terminologia per i lavori stradali. Basti dire che quando in Inghilterra fanno un opuscolo su pavimentazioni stradali di tutti i tipi, pongono all'inizio un grafico con accanto il nome che danno alle varie strutture. Dirò, per esempio, che quello che noi chiamiamo « via », vi è chi lo chiama « modulo », chi « corsia »; quel che qui diciamo « pista », vien detta anche « carreggiata » o in altro modo: insomma si usano termini diversissimi e spesso noi, nello stesso congresso, troviamo quattro o cinque eminenti tecnici che parlano delle stesse cose con nomi diversi. Anche recentemente al congresso, che c'è stato a Torino, si son fatti presenti questi inconvenienti e si è risposto che ci sono tante commissioni, nostre e internazionali, che trattano la questione e che sono molto avanti nei lavori... Ora a noi quello che preme, non è tanto che ci siano commissioni che lavorino per trovare il termine che meglio si adatti, ma è che quando si dice, per esempio, la parola « sottofondo » si sappia se il sottofondo è lo strato su cui si posa la pavimentazione vera e propria, oppure

ne steso uno strato di circa 3 cm di sabbia monogranulare e su di esso cartone catramato (può essere usato anche altro tipo di carta impermeabile) che ha lo scopo di rendere il lastrone che si getta completamente indipendente dal terreno, in modo che possa subire movimenti, possa dilatarsi, restringersi, ecc. senza che con questo si producano fessurazioni.

Infatti un calcestruzzo bene an-

se è lo strato sottostante al cartone catramato, o se esso è ancora più giù e cioè il terreno sul quale è disposto lo strato di compattamento.

Fig. 2 - Eseguito il getto dello strato inferiore della pavimentazione sono pronte le reti metalliche da sovrapporre e quindi verrà effettuato il getto dello strato superiore.

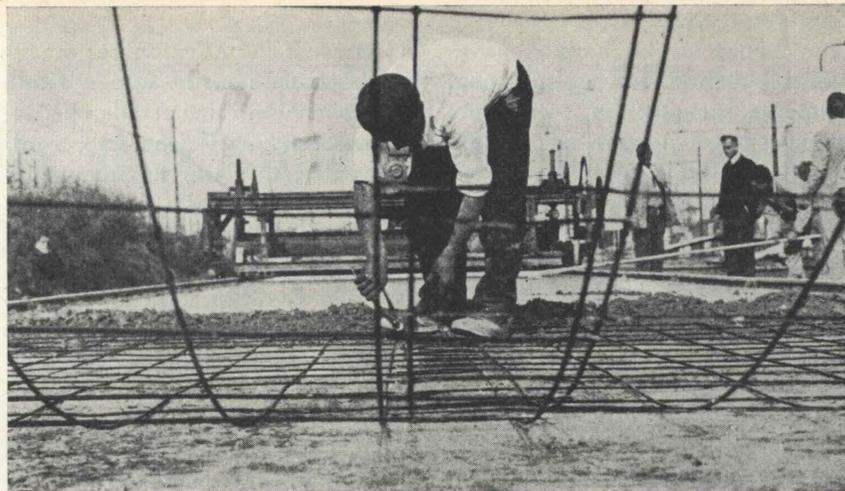
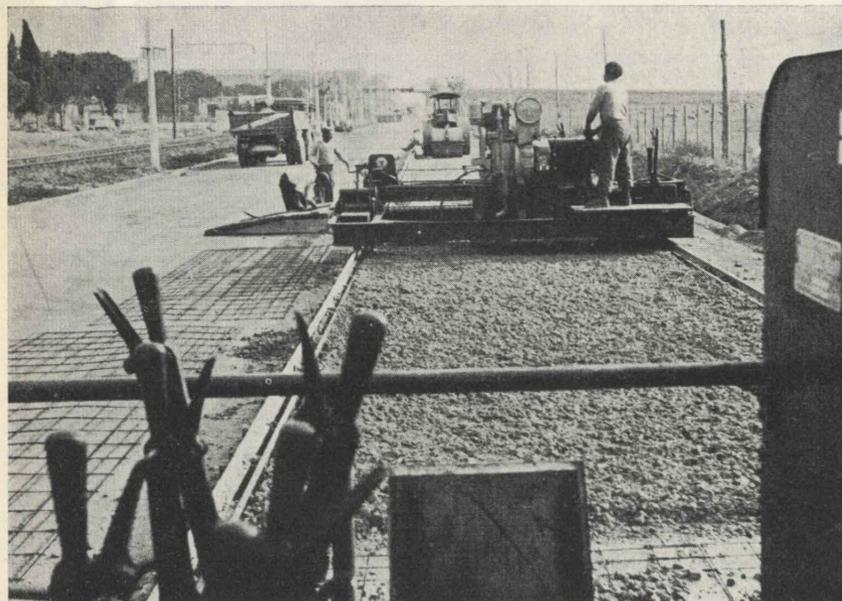


Fig. 3 - Le reti vengono legate con leggeri punti metallici.

corato nel terreno invece che libero, può fessurarsi per contrazione. Ecco perchè è stato fatto, come vien praticato anche all'estero, questa separazione, tra il piano di posa della pavimentazione e la struttura vera e propria.

Questa è stata tenuta dello spessore di 22 cm: naturalmente in tronchi sperimentali successivi questi 22 cm potranno essere ridotti o anche aumentati a seconda di quanto il traffico potrà richiedere. In proposito non dimentichiamo che ancora dieci anni fa si parlava di carichi 1 ed oggi siamo giunti a carichi 3÷4; che alle velocità, per gli autoveicoli pesanti, da 35÷40 km all'ora, oggi siamo passati ai 70 km/ora ed anche più per alcuni tipi.

Abbiamo infatti degli autobus con velocità 90-95 km/ora e quindi la pavimentazione deve essere in condizioni da poter resistere alle sollecitazioni ad essa trasmesse anche perchè si accrescono continuamente e rapidamente l'intensità del traffico, la velocità ed il peso degli automezzi.

Diremo, per analogia, che lo stesso avviene per le piste di aviazione dove siamo arrivati già a velivoli del peso complessivo di 150 t ed a carichi, per ruota, sulle 45 t: ne derivano pavimentazioni cementizie di spessore pressochè doppio di quelle stradali.

Il dosamento del cemento nel

calcestruzzo è stato tenuto in 350 kg/m³ e si è usato un cemento di alto forno, in modo che desse il minor ritiro possibile, dato che è proprio il ritiro a provocare maggiormente le fessurazioni.

Per il pietrisco si son tenute dimensioni piuttosto grandi, fino a 4÷5 cm, ma si potrebbe arrivare probabilmente anche oltre ripetendo quello che avviene in altri tipi di pavimentazione cementizia, in cui si riesce con granello grosso a creare tale una adesione tra pietrisco e malta, da contrastare gli sforzi del ritiro. Insomma creare sforzi di adesione di tale entità da vincere quelli che sono dati dal ritiro stesso.

La sabbia fu presa a monte della città, e cioè in modo che fosse per quanto possibile priva di sostanze umiche, cioè che non ci fossero, a monte della zona di prelevamento, scarichi di fognature.

Il rapporto acqua/cemento fu tenuto, come massimo, in 0,4.

Trasversalmente venne adottata la pendenza unica dell'1,5%. Anche qui si è discusso se conveniva tenere pendenza unica o fare varie pendenze per ciascuna delle vie. Infatti (come per le strade, per i tetti e per tutto quanto riceve acqua) si dovrebbe avere in

teoria, per il deflusso, un profilo trasversale parabolico, perchè nel primo tratto c'è da smaltire di acqua supponiamo 1; nel secondo tratto ci sarà da smaltire 2; nel terzo tratto ci sarà da smaltire 3 e così di seguito. E, naturalmente, per avere un deflusso costante e sollecito bisogna che la pendenza aumenti con il crescere della portata.

Si sarebbe forse potuti arrivare anche al 2% ma non lo si è fatto perchè il 2% qualche volta (specialmente se la pavimentazione è bagnata, ecc.), può essere pericoloso per le vetture.

Il calcestruzzo avrebbe dovuto essere composto, come normalmente fanno all'estero, in sito, e questo per il semplicissimo motivo che, formandolo sul posto, si è sicuri che la presa non abbia inizio prima della messa a dimora e che non si abbiano altri danneggiamenti.

E infatti in Germania, le betoniere sono sistemate sulle distributrici mentre in Inghilterra usano

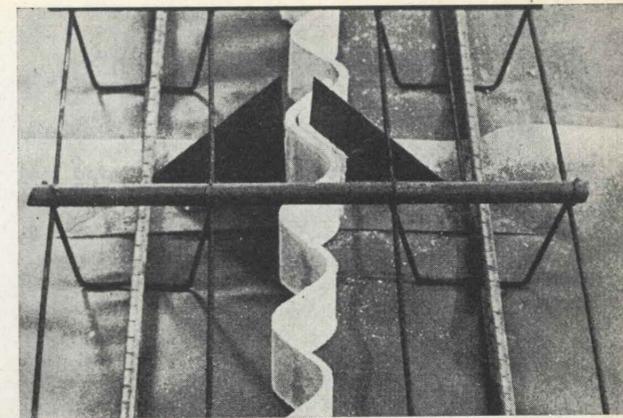


Fig. 5 - L'armatura di un giunto di contrazione.

betoniere mobili che, mediante gru con seccione, scaricano in sito sulla distributtrice. Trattandosi qui di un piccolo lavoro non era possibile approntare delle distributtrici con le betoniere sopra o servite da betoniere mobili; di più v'era una centrale già esistente, a distanza di pochi chilometri, 2,5 circa, dal luogo del getto e servita da una strada ottima. Quindi dalla confezione del calcestruzzo alla sicura messa in opera passavano pochissimi minuti quindi si era largamente nei limiti dell'inizio della presa.

Questo calcestruzzo veniva subito gettato mediante una distributtrice: seguiva il resto del macchinario, che gli dava una prima assestatura, poi la vibratura e quindi la rifinitura. Successivamente veniva effettuata la zigrinatura, in modo che la superficie risultasse alquanto scabra.

Questo per evitare slittamenti e per rendere il percorso assolutamente sicuro. Si ottenne un'ottima tenuta di strada da parte delle auto e la strada è stata ed è convenientemente antisdrucchiole.

L'ordine dei lavori è stato naturalmente quello di fare prima una via poi la seconda e quindi la terza.

A dare un'idea di quella che è l'importanza di lavori di questo genere basti ricordare che, pur lasciando i primi giorni, in cui le maestranze dovevano essere addestrate, dopo una settimana si facevano da 100 a 110 metri al giorno

Fig. 4 - L'armatura di un giunto di dilatazione.



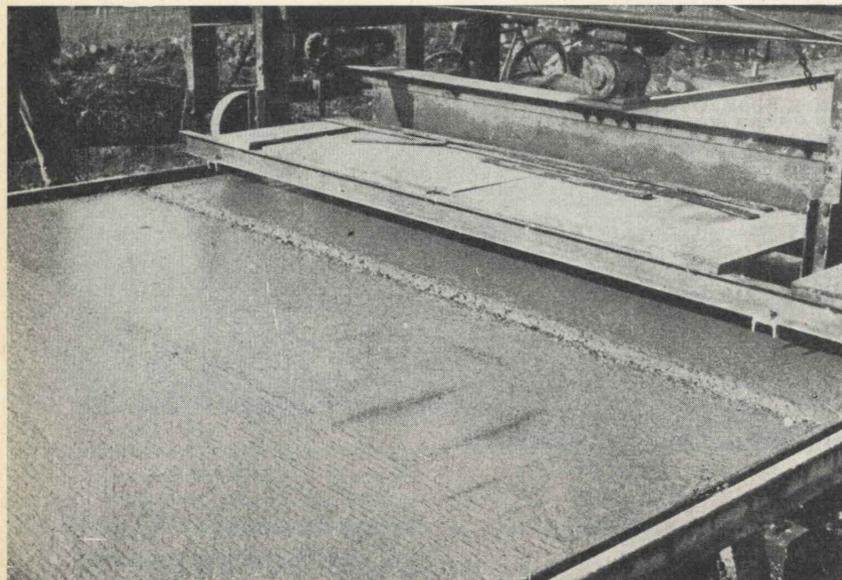


Fig. 6 - Il taglio di un giunto trasversale.

di una via mentre una volta addestrata la maestranza ne faceva 160 m e anche più.

Passiamo all'armatura. Le armature sono di tre generi: 1°: lungo i giunti longitudinali vi sono armature di collegamento; 2°: lungo quelli trasversali, che sono di contrazione e di dilatazione, i primi a 12 m ed i secondi a 120 m, vi sono delle barre, che vengono dette di «trasferimento carichi». In altri termini quando la macchina passa su due lastroni affacciati fa leggermente abbassare il primo, si ch'è, arrivando contro il lastrone successivo, si ha un urto e si viene ad avere un sobbalzo. Se invece i due lastroni sono collegati da ferri, allora, prima che la ruota abbandoni il primo lastrone, avrà già costretto il successivo ad abbassarsi anch'esso, sicchè si evita questo urto, che, a lungo andare, finisce con l'essere nocivo, noioso per le persone, di nocumento per le auto ed anche, con il continuo ripetersi, per la pavimentazione stessa. Infine, le reti metalliche saldate, servono a formare come uno scheletro metallico annegato nel calcestruzzo, in modo che si eviti per quanto possibile, mediante il legamento così creato, la fessurazione.

La rete è posta in alto, a 5÷6

cm dalla superficie, ma quando il terreno è cattivo, per esempio su terreno melmoso, si dispone generalmente una rete anche nella parte inferiore, rete però che non ha più funzione di collegamento, ma una vera e propria funzione statica portante.

Poi vi sono per completare la pavimentazione, dei cordoli terminali, a raso, che hanno funzioni specifiche per il traffico. Hanno anzitutto una funzione durante la costruzione perchè su di essi si possono mettere le rotaie di contenimento del getto e per lo scorrimento dei macchinari; poi vengono formati con una colorazione che serva a dare un contrasto di colore rispetto alla pavimentazione della strada e delle banchine, le quali spesso si fanno con una colorazione sensibilmente diversa.

In Svizzera dove sanno che spendere soldi per le strade significa metterli a frutto, sono arrivati ad usare tre e quattro tipi di colori diversi, ben netti, in modo che si sappia: questa è la carreggiata, questo è il cordolo, questa è la banchina, quella è la pista ciclabile, etc.

Naturalmente si ha così anche un effetto estetico specialmente di giorno.

Per quanto riguarda lo smaltimento delle acque, il modo migliore ci sembra sia il costruire una tubazione, messa appunto sotto un ampio cordolo, con delle fessure, in modo da ottenere l'effetto sia di smaltire le acque piovane, sia di dare un certo allargamento pratico alla strada. Infatti il cordolo viene a rendere più larga la sede stradale (in Germania, nelle autostrade, pur avendo ben m 7,50 per ogni pista, si hanno 75 cm per parte di cordolo, con ancora 60 cm da un lato a copertura della tubazione dello smaltimento delle acque.

Il tratto dell'Appia Nuova è già stato aperto al traffico da vario tempo; sono sette mesi che è stato gettato il primo lastrone. Naturalmente non può dirsi nulla di definitivo e di sicuro, ma si deve constatare che finora non si è avuta neanche una lesione. E, ripeto, si tratta non di una strada «modello», ma di una strada «dimostrativa».

Ora citerò qualche dato di costo. Peraltro è un po' difficile poter dare un dato di costo globale, quando tanti fattori possono incidere su alcuni elementi. Diremo così, dividendo le varie parti: il calcestruzzo come tale, per i 22 cm, viene a costare sulle 2.000 lire al m²; la rete metallica, le armature dei giunti etc. vengono a pesare all'incirca 3 kg/m² e il costo oscilla sulle 400-500 lire a m².

Dato il carattere delle tre armature, è difficile un calcolo esatto di quanto è necessario; bisognerà fare molta sperimentazione, ma fin da ora noi possiamo dire che effettivamente l'armatura che ben risponde l'abbiamo.

Poche parole ancora per quanto riguarda il riempimento dei giunti: normalmente, quando si riempiono i giunti, si mette tanto mastice che esso fuoriesce superiormente. Così si vengono ad avere gli inconvenienti di cui dicevo prima e cioè quando si passa sopra il giunto l'auto urta e sobbalza. Sull'Appia Nuova è stato tolto tutto il supero in modo che la

suggellatura è a raso, e non vi è alcuna discontinuità nella livellata.

Farò ora qualche accenno alle applicazioni del precompresso.

Oggi si stanno facendo in tutto il mondo accurati studi per l'applicazione della precompressione alle pavimentazioni stradali cementizie, applicazione che negli aeroporti ha già dato risultati molto buoni. E la cosa in certo modo è logica, perchè, dati i carichi cui ho accennato prima, in un aeroporto si hanno spessori di pavimentazione dell'ordine di 40÷45 ed anche 50 cm. Quindi economizzare tanto calcestruzzo come si è fatto p. e. ad Orly e come ad Algeri nel più importante aeroporto del genere, riducendosi, per es. da 40÷50 a 16 cm, significa avere realizzato un tale vantaggio che compensa la spesa per la precompressione, mentre restano i vantaggi funzionali, tra cui il minor numero di giunti occorrenti. Aggiungiamo che con uno spessore dell'ordine di 15 cm non si ha da temere che il lastrone, che è molto lungo, possa accartocciarsi sollevandosi alle testate. Si ricordi che la pavimentazione rigida lo è fino a un certo punto: effettivamente anche il calcestruzzo cementizio ha una certa elasticità, tant'è vero che, per esempio, adesso si costruiscono lastre sottili dello spessore di 2÷3 cm, che si arrotolano con raggi di 1,50÷2 m. Servono specialmente per la pavimentazione di canali o lavori simili in cui con dei lastroni di uno spessore minimo si riescono a fare degli argini e dei piani di fondo veramente funzionali e duraturi.

Quindi, se scendiamo al di sotto di uno spessore minimo, corriamo il rischio che, all'atto di mettere in tensione il lastrone, questo si imbarchi. Anche da noi si è sperimentato e speriamo si continui su questo indirizzo, ma bisogna avere anche un'altra accortezza: non basta avere buoni progetti ma si deve sorvegliare di continuo



Fig. 7 - Al manto vien data la zigrinatura per renderlo antiscivolo.

l'esecuzione stando sul posto, accertandosi che operai e tecnici minori facciano veramente le cose a regola d'arte, impegnando personale che abbia una certa esperienza e ricorrendo a tutte le prove prescritte. Questo, sempre opportuno, è indispensabile in un'opera sperimentale, avente cioè pure carattere scientifico. Ad esempio io ho visto, poco tempo fa, in un'opera sperimentale delicatissima e di notevole importo, che, a parte cattiva protezione del getto dal sole ardente, rapporto acqua/cemento esageratissimo etc., si lasciava la superficie con la cazzuola in modo da fornire, al primo apparire del ghiaccio, lo slittamento dei veicoli.

Un ultimo accenno mi sia concesso fare alle «strade a due piani». Adesso c'è il progetto Miozzi per l'autostrada che da Venezia e Trieste deve portare a Monaco di Baviera e oltre. Dette strade non sono certamente eccessivamente nuove, nè sono da adottare in ogni circostanza, ma sono da tener presenti, perchè esistono moltissimi casi in cui effettivamente la strada a due piani può dare dei risultati molto buoni. Per esempio, per realizzare alcuni valichi alpini, invece di ar-

rivare a quota di 1300-1400 m e costruire una galleria della lunghezza di una decina di chilometri (e anche più) costosa in sé e onerosa per l'esercizio, specie a causa della ventilazione, si tende ad arrivare a quote molto più alte, per esempio sui 1800 metri, in modo da fare una galleria di 4 o 5 km, ventilabile molto più facilmente. Dai m 1300÷1400, cioè dal limite delle nevi, che ostacolano il transito invernale, agli imbocchi della galleria facciamo una strada coperta. Ora, in questo caso, possiamo utilizzare questa copertura della strada, questa struttura antivalanghe e di protezione dalle nevi, per costruire un'altra sede stradale superiore, in modo da avere durante l'estate, cioè nel periodo di grande traffico, due piste: durante l'inverno poi, quando il traffico è molto minore, avremo soltanto la pista inferiore adeguatamente riparata. Naturalmente la struttura superiore non ha soltanto funzione di copertura e di portare la pavimentazione, ma può formare, a un tempo, per lo meno in gran parte, essa stessa non solo la copertura ma pure la pavimentazione stradale. Questo, per lo meno, fino a uno strato sottile di usura.

Giuseppe Stellingwerff

Studio del nuovo Teodolite Wild T3 - Matr. N. 33.256

FRANCO MAGGI espone i risultati conseguiti, presso l'Istituto di Topografia e Geodesia del Politecnico di Torino, nello studio di un moderno Teodolite a registrazione fotografica in dotazione a quell'Istituto. Lo studio è stato condotto allo scopo di stabilire qualità e caratteristiche dello strumento in vista di un impiego dello stesso in operazioni di rilevamento.

A) Premessa.

È pervenuto recentemente all'Istituto di Topografia e Geodesia del Politecnico di Torino, in seguito ad assegnazione su fondi ERP, un teodolite di precisione WILD T3 con apparato di registrazione fotografica della graduazione azimutale.

Questa apparecchiatura, unita ad altre lievi modifiche, differenzia sensibilmente, specie per quanto concerne l'impiego pratico, lo strumento in esame dal normale teodolite T3 di produzione corrente della Casa WILD di Heerbrugg.

Al fine di poterlo impiegare in future operazioni di rilevamento, il teodolite è stato accuratamente studiato, presso il nostro Istituto, secondo le modalità e con i risultati che appresso esporremo.

B) Caratteristiche strumentali.

Illustriamo brevemente, di seguito, le caratteristiche ottico-meccaniche principali dello strumento.

a) **Cannocchiale:** è capovolubile ed a lunghezza costante di 260 mm.; è inoltre provvisto di una terna di oculari intercambiabili che realizzano ingrandimenti di 24-30-40 volte rispettivamente. Il controllo di tali valori, denunciati dalla Casa costruttrice, è stato eseguito sul cannocchiale, in posizione telescopica, mediante un dinamometro di Ramsden che permette la misura del diametro dell'anello oculare con l'approssimazione di 0,1 mm. Le misure eseguite alternativamente con i 3 oculari hanno fornito per gli anelli oculari i seguenti diametri:

$$\begin{aligned} \varnothing_{24} &= 25/10 \text{ mm.}; \\ \varnothing_{30} &= 20,3/10 \text{ mm.}; \\ \varnothing_{40} &= 14,8/10 \text{ mm.} \end{aligned}$$

per cui ne sono derivati ingrandimenti di 24-29,6-40,5 volte rispettivamente, in buona corrispon-

denza quindi con i valori forniti dalla ditta Wild.

L'apertura utile dell'obbiettivo è di 60 mm. e la messa a fuoco viene effettuata, al solito, attraverso lo spostamento di una lente interna con possibilità di collimazione a distanza minima di 4 m. circa.

L'ampiezza del campo è stata controllata facendo muovere azimutalmente il cannocchiale fino a portare l'immagine di punti prefissati dall'estremo sinistro a quello destro del filo orizzontale del reticolo. L'operazione è stata eseguita per distanze diverse ed utilizzando la terna di oculari. Il valore angolare del campo, sensibilmente costante, è risultato di $1^{\circ} 35'$, valore che ben si accorda col campo di 28 m. ad 1 Km. di distanza, fornito dalla Casa costruttrice.

Il movimento zenitale del cannocchiale permette, con ciascuno dei tre oculari normali anzidetti, l'utilizzazione di un settore max. di circa 90° (da 50° sotto $\frac{1}{2}$ a 40° sopra l'orizzonte).

Il cannocchiale è dotato inoltre di due collimatori (v. fig. 1) che facilitano il rilevamento con segnali luminosi mobili sospesi grazie anche ad altre apparecchiature speciali connesse allo strumento.

Illustreremo più ampiamente avanti questo speciale sistema di rilevamento.

b) **Reticolo:** è realizzato su lastrina di vetro e, dato il campo di applicazione corrente dello strumento, non è distanziometro.

c) **Cerchi:** sono realizzati con elementi anulari in vetro aventi diametri di 140 mm. (azimutale) e 95 mm. (zenitale). La graduazione è sessagesimale con intervalli effettivi di $4'$ ed $8'$ rispettivamente per il cerchio orizzontale e per quello verticale.

Le letture di entrambe le graduazioni una per volta vengono eseguite per mezzo di micrometro

a coincidenza attraverso il microscopio posto a fianco del cannocchiale. I gradi e i primi vengono letti sul cerchio, mentre per i secondi e le frazioni si sfrutta il micrometro.

Le letture al cerchio orizzontale possono però essere sostituite dalla registrazione fotografica dell'immagine fornita dal microscopio. Detta registrazione viene effettuata da una camera fotografica (1) applicabile, in apposita sede, su uno dei due bracci della forchetta di sostegno del cannocchiale (fig. 1). Il funzionamento dell'apparecchio può avvenire sia a mano che a mezzo di impulso elettrico fornito da una batteria di 12 Volt che fa parte dell'equipaggiamento strumentale. L'intervallo di registrazione può essere prefissato a piacimento su un caricatore meccanico a cui è affidato il compito sia di regolare gli impulsi, sia di spostare automaticamente la pellicola dopo ciascuna fotografia.

La registrazione fotografica del cerchio orizzontale, che rappresenta la maggiore innovazione nei confronti del normale teodolite Wild T3, permette di utilizzare lo strumento in batteria con altri tre o più di analogo tipo, per il collegamento di punti non visibili reciprocamente, operazione per cui si rende necessaria la lettura contemporanea delle graduazioni dei vari strumenti utilizzati.

Ciò può essere ottenuto collegando via radio, i teodoliti installati nelle varie stazioni di osservazione in modo da permettere la trasmissione simultanea dell'impulso che provoca l'apertura dell'obbiettivo delle camere, a tutti gli strumenti della batteria. Gli operatori agli strumenti hanno solamente il compito di collimare

(1) La camera registratrice deriva costruttivamente dal tipo « Robot » e permette di realizzare 48 fotografie, su bobine normali, con formato immagine 24×24 mm.

i segnali luminosi mobili (generalmente razzi sospesi a paracadute o lampade agganciate a palloni frenati) e seguirne la traiettoria.

Siano infatti da collegare i punti S_3, S_4 (incogniti) a due punti noti S_1, S_2 situati ad esempio su un litorale a notevole distanza dai primi (2) così da rendere impossibile la collimazione diretta (fig. 2).

Si può allora ricorrere a due segnali luminosi dei tipi predetti ed a 4 teodoliti (almeno) del tipo in esame, installati nelle stazioni S_1, S_2, S_3, S_4 e radiocollegati fra di loro.

Se L_1 ed L_2 sono i segnali luminosi sospesi, collimando dai quattro punti (e registrando contemporaneamente le quattro direzioni azimutali) prima L_1 quindi L_2 , si può giungere in modo semplice, a determinare la posizione relativa di S_3 ed S_4 nel sistema di riferimento di S_1, S_2 .

L'utilizzazione del T3 con la registrazione fotografica del cerchio orizzontale, non si limita alla triangolazione con segnali mobili sospesi. Si può usare la registrazione fotografica per qualunque misura di angoli (3). In tal caso essendo il teodolite usato in genere isolatamente, si può sopprimere lo scatto elettromagnetico ed agire a mano sul tasto di chiusura del circuito.

Senza l'ausilio della camera fotografica lo strumento può infine funzionare come un normale teodolite T3.

La batteria da 12 V, cui è collegato il circuito di comando dell'otturatore, fornisce altresì energia all'impianto di illuminazione dei cerchi e del campo, nonché dei collimatori, per le osservazioni notturne.

Per le osservazioni diurne, l'illuminazione dei cerchi e del campo è ottenuta naturalmente, attraverso opportune finestre nelle quali

(2) Il caso si può presentare, ad esempio nel collegamento di isole a continenti o per operazioni analoghe.

(3) La registrazione fotografica delle graduazioni può tornare particolarmente vantaggiosa, pur usando il T3 isolatamente, quando le osservazioni per ragioni climatiche o di luce, debbano essere concentrate in poche ore della giornata o della notte. In tutti questi casi il tempo disponibile sarà utilizzato per le collimazioni mentre la registrazione fotografica sostituirà le usuali letture.

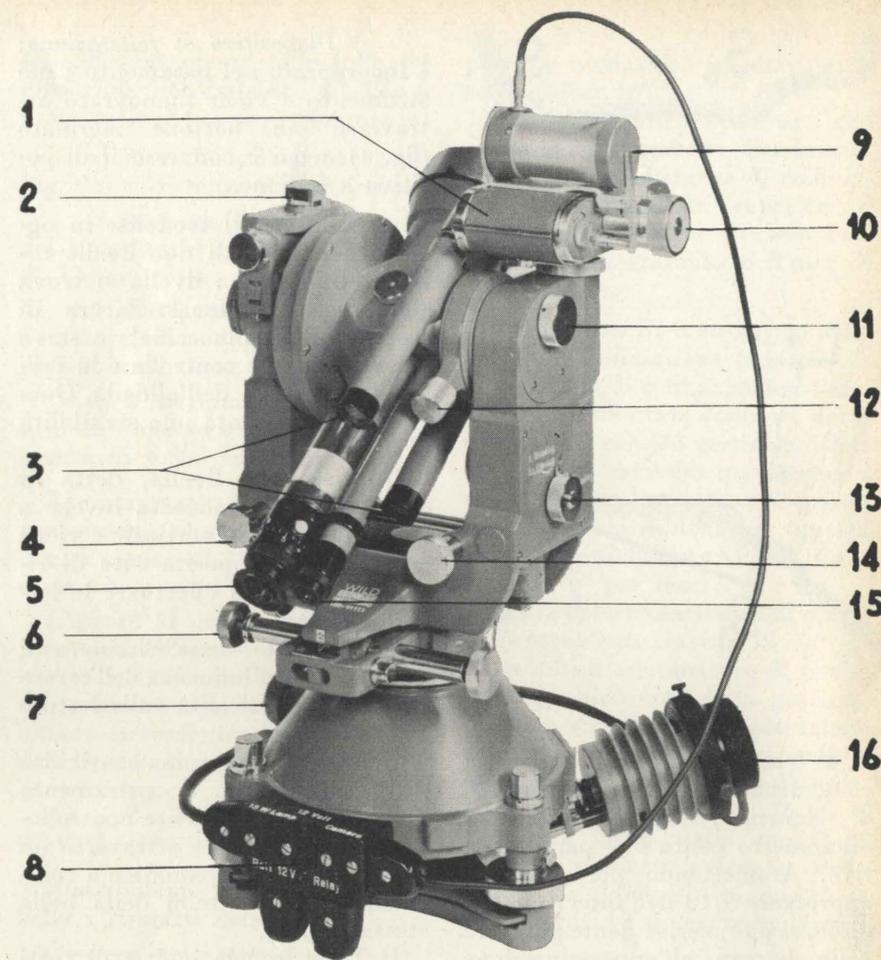


Fig. 1

1, Camera registratrice - 2, Prisma della livella - 3, Collimatori - 4, Vite di richiamo della livella - 5, Cannocchiale - 6, Vite movimenti micrometrici azimutali - 7, Bottone di reiterazione - 8, Distributore - 9, Elettrocalamita - 10, Caricatore - 11, Bottone del micrometro - 12, Vite di pressione movimenti zenitali - 13, Bottone d'inversione - 14, Vite movimenti micrometrici zenitali - 15, Microscopio oculare - 16, Lampada da 15 Watt.

trovano poi sede le lampade dell'impianto di illuminazione.

La corrente continua a 12 Volt proveniente dalla batteria, viene irradiata ai diversi circuiti strumentali dal « distributore » organo a cui giungono o si dipartono quattro collegamenti (fig. 1):

— a sinistra sotto: batteria da 12 V.

— a sinistra di fianco: lampada da 15 W.

— a destra sotto: relais per lo scatto dell'otturatore della camera.

— a destra di fianco: elettrocalamita per lo scatto automatico.

È da tener presente che il collegamento con la batteria serve soprattutto all'alimentazione della lampada da 15 W per l'illuminazione del cerchio orizzontale il quale, per durate di esposizione che possono essere anche inferiori

ad $1/100$ di secondo, deve avere all'atto della registrazione una grande chiarezza. È necessario inoltre che l'illuminazione del cerchio sia il più possibile uniforme e ciò si può ottenere con una accurata centratura della lampada.

Tale centratura si può controllare mediante un tubo ausiliario a vetro smerigliato (fig. 3) che compare tra gli accessori e che viene disposto nella sede di attacco della camera fotografica.

d) **Micrometro ottico:** è del tipo a coincidenza e serve per entrambi i cerchi. Il passaggio dall'uno all'altro cerchio è ottenuto mediante un « bottone o prisma d'inversione » (fig. 1) che modifica il cammino dei raggi luminosi provenienti dalle graduazioni.

L'approssimazione delle letture è di $0'',2$ per il cerchio azimutale e di $0'',4$ per quello zenitale. Infatti il primo è suddiviso in intervalli

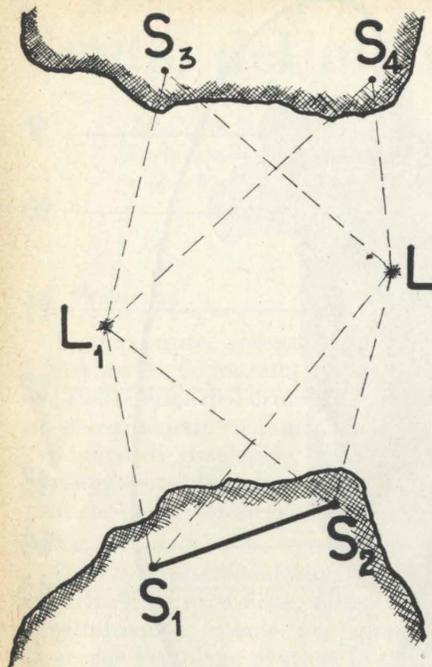


Fig. 2

di 4' (che col sistema di lettura a coincidenza devono considerarsi di 2' solamente) mentre il disco del micrometro conta 600 parti effettive. Ammettendo poi di poter apprezzare 1/10 dell'intervallo del disco, si può teoricamente giungere nella lettura all'approssimazione di 1/50 di secondo sessagesimale. Per il cerchio verticale essendo gli intervalli di ampiezza angolare doppia, l'approssimazione risulterà di 0",4 per lettura diretta e di 0",04 a stima.

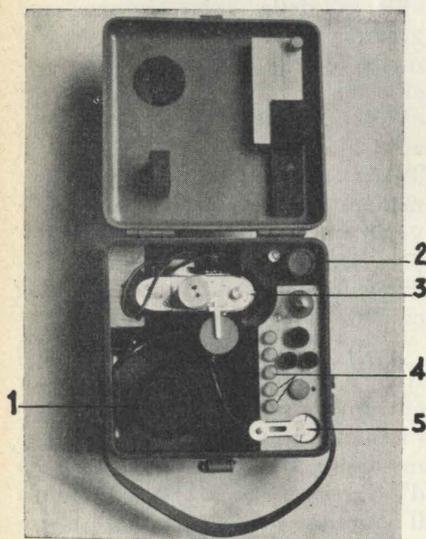


Fig. 3

CASSETTA ACCESSORI

- 1, Lampada 15 Watt - 2, Vetro smerigliato -
- 3, Camera registratrice - 4, Lampade Watt -
- 5, Contrappeso bottone d'inversione.

e) *Dispositivo di reiterazione*: è incorporato nel basamento dello strumento e viene manovrato attraverso un bottone zigrinato (fig. 1) a cui è connesso il dispositivo a frizione.

f) *Livelle*. Il teodolite in oggetto è munito di due livelle toriche. Una prima livella si trova sulla base dell'incastellatura di sostegno del cannocchiale e serve per realizzare e controllare la verticalità dell'asse dell'alidada. Questa livella presenta una sensibilità di 7" per 2 mm.

Una seconda livella, detta di collimazione, è montata invece a fianco del cerchio verticale e viene centrata con apposite vite di richiamo prima di effettuare le letture allo stesso.

In tal modo viene eliminato di volta in volta l'influenza dell'errore residuo di verticalità sulle letture zenitali.

Questa livella ha una sensibilità di 12" per 2 mm. Il centramento della bolla è facilmente controllabile dall'osservatore attraverso un comune sistema prismatico a coincidenza degli estremi della bolla stessa (fig. 1).

Il T3 si avvale inoltre di tutti gli accorgimenti tecnici adottati nei moderni teodoliti e può essere fornito di una vasta gamma di accessori al fine di estenderne l'applicazione dal campo puramente geodetico a quello astronomico.

C) Determinazione degli errori.

Gli esami cui è stato sottoposto lo strumento hanno permesso di giungere alla valutazione dei seguenti errori:

- 1) « Errori di lettura ai cerchi »;
- 2) « Errori di puntamento ».
- 3) « Errore di centramento della livella di collimazione (zenitale) ».

Sono state inoltre esaminati accuratamente il micrometro ottico, per valutarne il valor medio di una parte, ed il cerchio orizzontale per la determinazione degli errori di graduazione (metodo di Heuvelink).

a) Errore di lettura ai cerchi.

Per tale determinazione abbiamo eseguito 3 serie di 20 letture cia-

scuna in 3 diverse posizioni dei cerchi graduati. Riportiamo nelle tabelle seguenti i risultati ottenuti:

Cerchio orizzontale.

1ª Serie.

Oss.	Letture	v	vv
1	32",24	+ 0",27	729 × 10 ⁻⁴
2	32",02	+ 0",05	25
3	31",92	- 0",05	25
4	31",86	- 0",11	121
5	31",88	- 0",09	81
6	31",70	- 0",27	729
7	32",00	+ 0",03	9
8	32",24	+ 0",27	729
9	32",06	+ 0",09	81
10	32",00	+ 0",03	9
11	32",22	+ 0",29	625
12	31",98	+ 0",01	1
13	31",96	- 0",01	1
14	31",64	- 0",33	1089
15	31",68	- 0",29	841
16	32",24	+ 0",27	729
17	31",80	- 0",17	289
18	32",20	+ 0",23	529
19	31",90	- 0",07	49
20	31",86	- 0",11	121
639",40			6812 × 10 ⁻⁴

$$\text{Media} = \frac{639",40}{20} = 31",97$$

$$[vv] = 6812 \times 10^{-4} = 0,6812$$

$$m_1 = \pm \sqrt{\frac{0,6812}{19}} = \pm 0",190$$

Scostamenti massimi:

$$\left\{ \begin{array}{l} v^+ = + 0",27 \\ v^- = - 0",33 \end{array} \right.$$

2ª Serie.

Oss.	Letture	v	vv
1	30",56	+ 0",09	81 × 10 ⁻⁴
2	30",78	+ 0",31	961
3	30",66	+ 0",19	361
4	30",30	- 0",17	289
5	30",58	+ 0",11	121
6	30",62	+ 0",15	225
7	30",30	- 0",17	289
8	30",64	+ 0",17	289
9	30",20	- 0",27	729
10	30",52	+ 0",05	25
11	30",36	- 0",11	121
12	30",52	+ 0",05	25
13	30",30	- 0",17	289
14	30",34	- 0",13	169
15	30",86	+ 0",39	1521
16	30",28	- 0",19	361
17	30",34	- 0",13	169
18	30",50	+ 0",03	9
19	30",62	+ 0",15	225
20	30",12	- 0",35	1225
609",40			7474 × 10 ⁻⁴

$$\text{Media} = \frac{609",40}{20} = 30",47$$

$$[vv] = 7474 \times 10^{-4} = 0,7474$$

$$m_2 = \pm \sqrt{\frac{0,7474}{19}} = \pm 0",199$$

Scostamenti massimi:

$$\left\{ \begin{array}{l} v^+ = + 0",39 \\ v^- = - 0",35 \end{array} \right.$$

3ª Serie.

Oss.	Letture	v	vv
1	31",76	- 0",18	324 × 10 ⁻⁴
2	31",88	- 0",06	36
3	32",06	+ 0",12	144
4	31",96	+ 0",02	4
5	31",84	- 0",10	100
6	31",80	- 0",14	196
7	32",26	+ 0",32	1024
8	31",86	- 0",08	64
9	31",80	- 0",14	196
10	32",08	+ 0",14	196
11	32",18	+ 0",24	576
12	32",32	+ 0",38	1444
13	31",74	- 0",20	400
14	32",20	+ 0",26	676
15	31",70	- 0",24	576
16	31",82	- 0",12	144
17	31",84	- 0",10	100
18	31",82	- 0",12	144
19	32",00	+ 0",06	36
20	31",90	- 0",04	16
638",82			6396 × 10 ⁻⁴

$$\text{Media} = \frac{638",82}{20} = 31",94$$

$$[vv] = 6396 \times 10^{-4} = 0,6396$$

$$m_3 = \pm \sqrt{\frac{0,6396}{19}} = \pm 0",184$$

Scostamenti massimi:

$$\left\{ \begin{array}{l} v^+ = + 0",38 \\ v^- = - 0",24 \end{array} \right.$$

Dalle 3 serie di osservazioni si deduce per l'errore di lettura al cerchio azimutale il valore medio:

$$m = \frac{m_1 + m_2 + m_3}{3} = \pm 0",191 \cong \pm 0",19$$

Cerchio verticale.

Analoghe serie di letture sono state eseguite sul cerchio zenitale.

In base ai valori rilevati si è ottenuto:

error medio scostamenti max

1ª Serie: $n_1 = \pm 0",233$	}	+ 0",36
		- 0",52
2ª Serie: $n_2 = \pm 0",222$	}	+ 0",40
		- 0",32
3ª Serie: $n_3 = \pm 0",216$	}	+ 0",32
		- 0",48

Ne deriva quindi, per l'errore di lettura al cerchio zenitale, il valore medio:

$$n = \pm 0",224 \cong \pm 0",22$$

b) Errori di puntamento.

La determinazione di questi errori è stata fatta attraverso quattro

serie di puntamenti collimando dal pilastro dell'Istituto di Topografia e Geodesia rispettivamente:

- a) un reticolo di cannocchiale (fig. 4a) a distanza di 4 m. circa;
- b) una guglia del Castello del Valentino (fig. 4b) a distanza di 120 m. circa;

c) il trigonometrico « Monte dei Cappuccini » (fig. 4c) a distanza di 1.060 m. circa;

d) il trigonometrico « Basilica di Superga » (fig. 4d) a distanza di 6.800 m. circa.

I puntamenti sono stati eseguiti per ciascun punto ordinatamente con gli oculari di 24,30 e 40 ingrandimenti.

L'errore M determinato è comprensivo dell'errore di lettura per cui se indichiamo con μ l'errore di puntamento e con m l'errore di lettura precedentemente determinato, risulterà:

$$M^2 = \mu^2 + m^2$$

$$\text{da cui: } \mu^2 = M^2 - m^2$$

Riassumiamo nella seguente tabella i risultati conseguiti:

Segnale	Errori di puntamento e lettura			M	m	μ
	24 ×	30 ×	40 ×			
a) Reticolo	0",369	0",342	0",326	0",346	0",191	0",289
b) Guglia	0",357	0",325	0",302	0",326	0",191	0",264
c) M. Cappuccini	0",321	0",315	0",307	0",314	0",191	0",249
d) Superga	0",312	0",306	0",301	0",306	0",191	0",239

Dall'esame della tabella si può riscontrare una leggera diminuzione dell'errore di puntamento tanto all'aumentare degli ingrandimenti del cannocchiale quanto all'aumentare della distanza dei segnali. La variazione dell'errore è però assai modesta (dell'ordine dei centesimi di secondo) e tende ad annullarsi per le grandi distanze.

c) Verifica della stabilità dell'asse di collimazione.

Per verificare la stabilità dell'asse di collimazione nell'adattamento del cannocchiale alle varie distanze, ho eseguito una serie di collimazioni ad un segnale posto a distanze variabili (di 5 in 5 m.) da 80 a 5 m.

L'asse di collimazione è quasi assolutamente stabile fino a circa 15 m. mentre è sensibile lo spostamento dello stesso alle distanze minori. I movimenti dell'asse com-

portano variazioni angolari max superiori ai 10".

Si può peraltro osservare che essendo lo strumento usualmente impiegato per distanze di collimazione sensibilmente superiori a quelle critiche è da ritenere soddisfacente la stabilità dell'asse di collimazione.

d) Errore di centramento della livella di collimazione (zenitale).

La livella di collimazione o zenitale, che è montata come s'è detto a fianco del cerchio verticale, viene osservata attraverso un sistema a coincidenza ottenuta con prismi ottici. La sensibilità di questa livella è dichiarata dalla Casa Wild in 6" per mm.

Per la determinazione dell'errore di centramento invece di far ricorso ad un esaminatore di livelle (cosa possibile ma poco pratica), mi sono servito, in considerazione della approssimazione conseguibile nelle letture ai cerchi, della graduazione zenitale. Con ciò ci si allontana meno dalla realtà in quanto, nell'uso corrente dello strumento, la livella in questione viene ogni volta centrata prima

della lettura con la propria vite di richiamo. Fissato allora il cerchio verticale in una generica posizione ho eseguito una serie di 30 letture, ogni lettura è stata fatta dopo aver centrato la bolla con la apposita vite di richiamo (fig. 1) ed effettuato la coincidenza delle graduazioni al micrometro.

Riportiamo sotto i risultati ottenuti tenendo presente che i valori angolari rilevati sono pur essi affetti dall'errore di lettura al cerchio zenitale, che vale 0",224. Indicando allora con N l'errore complessivo riscontrato e con ν l'errore di centramento, avremo:

$$N^2 = \nu^2 + n^2$$

da cui

$$\nu^2 = N^2 - n^2$$

Dalle letture fatte è risultato:

$$N^2 = \frac{1",867}{29} = 0",064$$

ed essendo: $n^2 = 0,050$, ne deriva un errore di centramento della livella zenitale:

$$v = \pm \sqrt{0,064 - 0,050} \cong \pm 0,12.$$

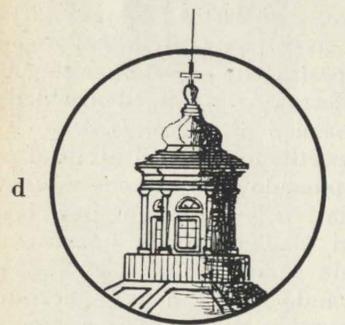
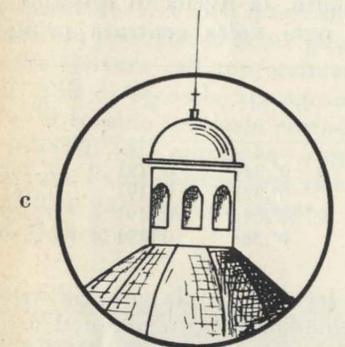
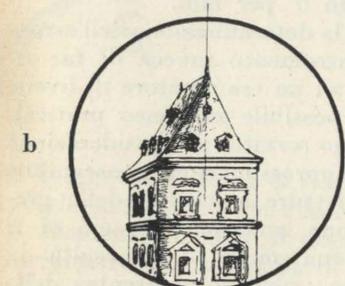
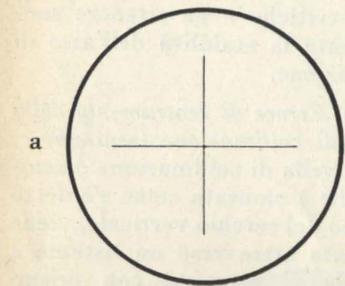


Fig. 4

e) *Errore nella misura di angoli nel piano zenitale.*

Per la determinazione di questo errore ho eseguito per 20 volte la misura della distanza zenitale del

trigonometrico M. Cappuccini dal pilastro dell'Istituto.

L'errore ottenuto risulta causato da:

- a) errore di lettura al cerchio;
- b) errore di puntamento;
- c) errore di centramento della livella zenitale.

I valori ottenuti sono riportati, nella tabella:

Oss.	Lettura	v	vv
1	88° 09' 19",3	+ 0",5	0,25
2	18",5	- 0",3	0,09
3	19",0	+ 0",2	0,04
4	18",5	- 0",3	0,09
5	18",3	- 0",5	0,25
6	19",0	+ 0",2	0,04
7	18",9	+ 0",1	0,01
8	18",5	- 0",3	0,09
9	19",1	+ 0",3	0,09
10	18",6	- 0",2	0,04
11	18",5	- 0",3	0,09
12	19",1	+ 0",3	0,09
13	18",2	- 0",6	0,36
14	19",4	+ 0",6	0,36
15	18",6	- 0",2	0,04
16	19",0	+ 0",2	0,04
17	19",3	+ 0",5	0,25
18	18",9	+ 0",1	0,01
19	18",6	- 0",2	0,04
20	18",5	- 0",3	0,09

$$\text{Media} = 88^\circ 09' 19",8$$

$$\text{Media delle misure} = 88^\circ 09' 18",8$$

$$\epsilon = \pm \sqrt{\frac{2",36}{19}} \cong \pm 0",35$$

f) *Esame del micrometro ottico.*

Si trattava di controllare se un giro del disco del micrometro corrispondesse esattamente ad un intervallo del cerchio in qualunque settore dello stesso.

Non potendo ovviamente eseguire il controllo per ogni intervallo ho limitato l'esame a 18 intervalli del cerchio azimutale (1 ogni 10°) eseguendo per ognuno di essi 3 misure ed assumendone la media.

Il numero medio di graduazioni del micrometro contenute in ognuno degli intervalli controllati è risultato di 60,014 per cui un giro esatto del micrometro corrisponderà a 1'59",97 anziché a 2'. L'errore in meno che ne deriva è comunque trascurabile in quanto notevolmente inferiore a quello di lettura.

Il valore angolare di uno degli intervalli del micrometro risulterà pertanto di 1",999 invece che 2" con un errore in meno inferiore ad $\frac{1}{1000}$.

g) *Esame della graduazione del cerchio orizzontale.*

L'esame del cerchio azimutale è stato condotto secondo il noto metodo di Heuvelink. L'errore che si commette nella determinazione di una singola direzione, si può considerare composto di un errore di osservazione e di un errore di graduazione; quest'ultimo può ritenersi come risultante di un errore periodico e di un errore accidentale.

L'errore periodico di graduazione si può esprimere in serie di Fourier nella quale figurano però i soli termini di posto pari, elidendosi gli altri nella media delle letture diametralmente opposte. L'espressione dell'errore periodico assumerà allora la forma:

$$\epsilon = a \sin(2\varphi + A) + b \sin(4\varphi + B) + c \sin(6\varphi + C) + \dots \quad (1)$$

essendo φ la lettura al cerchio.

Indicando allora con M l'errore totale che si commette nella misura di un angolo α , con m e t gli errori totali (cioè sempre riferiti all'angolo e non alla direzione singola) di osservazione e di graduazione rispettivamente, avremo:

$$M^2 = m^2 + t^2 \quad (2)$$

Inoltre se μ e τ sono gli errori accidentali di osservazione e di graduazione relativi alla singola direzione, e tenendo conto che un angolo è individuato da due direzioni e che ciascun angolo viene ottenuto come media di 4 misure, risulterà:

$$m = \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{4}} \mu \text{ da cui: } m^2 = \frac{1}{2} \mu^2$$

$$t = \sqrt{2} \tau \text{ da cui: } t^2 = 2\tau^2$$

Allora:

$$M^2 = \frac{1}{2} \mu^2 + 2\tau^2 \quad (3)$$

Nell'espressione (3) compaiono M , μ , τ ed essendo facilmente determinabili i primi due si può pervenire al valore di τ .

Infatti il valore di M si può ottenere approssimato quanto si vuole. Ad esempio se si trascurano tutti i termini dello sviluppo di Fourier (errore periodico di graduazione), l'espressione di M risulterà:

$$M = \sqrt{\frac{[vv]}{n-s}} \quad (4)$$

dove n è il numero degli angoli misurati ed s il numero delle serie di osservazioni (le misure effettuate vengono suddivise in gruppi o serie).

Quando invece si includessero i termini della (1) fino all' r esimo, l'espressione di M risulterebbe:

$$M = \sqrt{\frac{[vv]}{n-2r-s}} \quad (5)$$

dove:

$$[vv] = [yy]$$

se non si considera alcun termine della serie (1) oppure:

$$[vv] = [yy] - \frac{2}{n} \left\{ (y \sin 2\varphi)^2 + (y \cos 2\varphi)^2 \right\} \text{ nel caso che si consideri solo il primo termine dello sviluppo di Fourier, oppure ancora:}$$

$$[vv] = [yy] - \frac{2}{n} \left\{ (y \sin 2\varphi)^2 + (y \cos 2\varphi)^2 \right\} - \frac{2}{n} \left\{ (y \sin 4\varphi)^2 + (y \cos 4\varphi)^2 \right\}$$

se si considerano i primi due termini dello sviluppo predetto e così analogamente quando si tenga conto dei termini successivi.

Per fissare il numero dei termini da considerare, bisogna calcolare gli errori medi M_0, M_1, M_2 , ecc. rispettivamente nell'ipotesi $r = 0, r = 1, r = 2$, ecc.

Se a partire dal termine i esimo il valore dell'error medio corrispondente manifesta una certa costanza, possiamo trascurare tutti i termini a partire dall' $i + 1$ esimo ed assumere come error medio il valore di M_i .

Per la determinazione di μ occorre conoscere prima l'errore di trascinato. Se si indica con u la differenza fra due misure corrispondenti di α eseguite nelle due posizioni coniugate, si può porre

secondo Heuvelink, l'errore di trascinato:

$$\gamma = \frac{[u]}{n}$$

essendo n il numero delle differenze.

Allora tenuto conto che gli u derivano dalla differenza di due angoli e questi dalla lettura di due direzioni, risulterà

$$\mu^2 = \frac{1}{4} \left(\frac{[uu]}{n} - \gamma^2 \right) \quad (6)$$

Noti M e μ dalla (3) si può ricavare l'errore accidentale di graduazione τ che varrà:

$$\tau = \sqrt{\frac{M^2}{2} - \frac{1}{4} \mu^2}$$

Inoltre se α_0 è un valore approssimato di α , sussistono per il calcolo delle fasi A, B, C, \dots e delle ampiezze a, b, c, \dots dello sviluppo di Fourier, come dimostra Heuvelink, le relazioni:

$$\left\{ \begin{aligned} \text{tg}(\alpha_0 + A) &= -\frac{[y \sin 2\varphi]}{[y \cos 2\varphi]} \\ \text{tg}(2\alpha_0 + B) &= -\frac{[y \sin 4\varphi]}{[y \cos 4\varphi]} \\ \text{tg}(3\alpha_0 + C) &= -\frac{[y \sin 6\varphi]}{[y \cos 6\varphi]} \\ a &= -\frac{[y \sin 2\varphi]}{n \sin \alpha_0 \sin(\alpha_0 + A)} \\ b &= -\frac{[y \sin 4\varphi]}{n \sin 2\alpha_0 \sin(2\alpha_0 + B)} \\ c &= -\frac{[y \sin 6\varphi]}{n \sin 3\alpha_0 \sin(3\alpha_0 + C)} \end{aligned} \right. \quad (7)$$

nelle quali le y corrispondono agli scostamenti delle singole medie (di 4 misure) dalla media relativa all'intera serie (v. quadro I).

È possibile inoltre la determinazione degli errori medi di a, b, c, \dots con le relazioni:

$$\left\{ \begin{aligned} M_a &= \pm M \frac{1}{\sin \alpha_0} \sqrt{\frac{1}{2n}} \\ M_b &= \pm M \frac{1}{\sin 2\alpha_0} \sqrt{\frac{1}{2n}} \\ M_c &= \pm M \frac{1}{\sin 3\alpha_0} \sqrt{\frac{1}{2n}} \end{aligned} \right. \quad (9)$$

Determinati $A, B, C, \dots a, b, c, \dots$ dalla relazione (1) si può ricavare l'espressione di ϵ . D'altra parte se ϵ_1 ed ϵ_2 sono gli errori periodici di graduazione relativi alle due

direzioni che definiscono un qualsiasi angolo, questo sarà affetto da un errore:

$$y = \epsilon_1 - \epsilon_2$$

Tenendo conto dell'espressione di ϵ , con opportune semplificazioni e riduzioni, si perviene a:

$$y = 2a \sin \alpha_0 \cos(2\varphi + \alpha_0 + A) + 2b \sin 2\alpha_0 \cos(4\varphi + 2\alpha_0 + B) + 2c \sin 3\alpha_0 \cos(6\varphi + 3\alpha_0 + C) + \dots \quad (10)$$

Oltre all'errore periodico relativo ad una direzione si può quindi giungere anche a quello relativo ad un angolo.

Per le operazioni sperimentali di misura, il teodolite è stato fissato stabilmente, munito della sua piastra d'appoggio, su un pilastro in muratura appositamente costruito in un locale appartato e tranquillo del Castello del Valentino.

A distanza di circa 5 m., addossati alla parete di fronte, sono stati appesi ad appositi supporti, due fili a piombo il cui tratto centrale, per circa 40 cm. era realizzato mediante due capelli. Per smorzare le oscillazioni dei fili i piombini sono stati immersi in bagno d'olio. Inoltre per rendere più facili le collimazioni si è provveduto a rendere uniforme l'illuminazione dei fili e a disporre sul muro in corrispondenza degli stessi, due fogli di carta bianca opaca. I fili sono stati regolati in modo da poter collimare il tratto centrale degli stessi con il cannocchiale pressochè orizzontale.

L'angolo α_0 delle due visuali letto al cerchio (cioè senza far uso del micrometro) è risultato di 44° 52'.

Messo in stazione lo strumento, si è misurato 36 volte l'angolo α sia in prima che in seconda posizione. Le 36 misure sono state ogni volta divise in 3 serie di 12, variando per ogni misura l'orientamento del cerchio di 15° e curando che la stessa divisione non venisse sfruttata nel complesso delle misure più di una volta, come il metodo richiede.

È da notare che col cannocchiale in prima posizione le misure dell'angolo sono state fatte con reiterazione oraria mentre in seconda

posizione le stesse sono state eseguite con reiterazione antioraria.

Il valore dell'angolo per le singole posizioni del cerchio è stato così calcolato come media di 4 misure.

Riassumiamo nei quadri I e II i risultati delle osservazioni com-

pletati dai valori di calcolo necessari alla determinazione degli errori predetti.

Dagli elementi dei quadri I e II si ottiene:

$$[u] = -9",12$$

$$[uu] = 13,6552$$

$$[yy] = 1,1764$$

$$[y \text{ sen } 2\varphi] = -0,316$$

$$[y \text{ cos } 2\varphi] = +2,639$$

$$[y \text{ sen } 4\varphi] = -0,479$$

$$[y \text{ cos } 4\varphi] = +1,334$$

$$[y \text{ sen } 6\varphi] = +0,488$$

$$[y \text{ cos } 6\varphi] = -0,089$$

Quadro I.

Serie	N. d'ord.		Lecture al micrometro				Media: $\frac{V_1 + V_2 + V_3 + V_4}{4}$	Scostamenti $y = (l - \beta)$	Differenze					
	d	s	Reiterazione destra		Reiterazione sinistra				$\gamma\gamma$	u_1	u_2	$u_1 u_1$	$u_2 u_2$	
			V_1	V_2	V'_1	V'_2								
I	1	24	0°	49,44	49,20	49,04	49,56	49,310	-0,165	0,0272	+0,24	-0,52	0,0576	0,2704
	2	23	15°	49,38	49,90	48,82	49,00	49,275	-0,200	0,0400	-0,52	-0,18	0,2704	0,0324
	3	22	30°	48,94	49,06	50,04	50,14	49,545	+0,070	0,0049	-0,12	-0,10	0,0144	0,0100
	4	21	45°	50,04	49,36	50,08	49,46	49,735	+0,260	0,0676	+0,68	+0,62	0,4624	0,3844
	5	20	60°	49,16	49,82	49,42	48,92	49,330	-0,145	0,0210	-0,66	+0,50	0,4356	0,2500
	6	19	75°	50,18	49,68	49,20	48,70	49,440	-0,035	0,0012	+0,50	+0,50	0,2500	0,2500
	7	18	90°	49,54	49,44	49,48	50,04	49,625	+0,150	0,0225	+0,10	-0,56	0,0100	0,3136
	8	17	105°	49,20	49,90	49,72	49,76	49,645	+0,170	0,0289	-0,70	-0,04	0,4900	0,0016
	9	16	120°	50,02	49,28	49,38	50,22	49,725	+0,250	0,0625	+0,74	-0,84	0,5476	0,7056
	10	15	135°	49,04	49,28	49,22	49,70	49,310	-0,165	0,0272	-0,24	-0,48	0,0576	0,2304
	11	14	150°	49,38	49,92	49,30	49,44	49,510	+0,035	0,0012	-0,54	-0,14	0,2916	0,0196
	12	13	165°	48,38	49,14	49,94	49,52	49,245	-0,230	0,0529	-0,76	+0,42	0,5776	0,1764
						Σ	593,695		0,3571	-1,28	-0,82	3,4648	2,6444	
							$\beta = 593,695 : 12 = 49,475$							
II	1	24	5°	49,62	50,30	49,04	48,68	49,410	-0,045	0,0020	-0,68	+0,36	0,4624	0,1296
	2	23	20°	48,64	49,06	49,76	49,72	49,295	-0,160	0,0256	-0,42	+0,04	0,1764	0,0016
	3	22	35°	49,88	49,58	48,86	49,06	49,345	-0,110	0,0121	+0,30	-0,20	0,0900	0,0400
	4	21	50°	50,08	49,68	49,48	49,74	49,745	+0,290	0,0841	+0,40	-0,26	0,1600	0,0676
	5	20	65°	49,80	49,58	49,86	49,64	49,720	+0,265	0,0702	+0,22	+0,22	0,0484	0,0484
	6	19	80°	49,38	50,06	49,44	49,80	49,670	+0,215	0,0462	-0,68	-0,36	0,4624	0,1296
	7	18	95°	49,68	49,80	49,44	49,56	49,620	+0,165	0,0272	-0,12	-0,12	0,0144	0,0144
	8	17	110°	49,14	49,30	49,16	49,48	49,270	-0,185	0,0342	-0,16	-0,32	0,0256	0,1024
	9	16	125°	49,02	49,54	49,50	49,68	49,435	-0,020	0,0004	-0,52	-0,18	0,2704	0,0324
	10	15	140°	49,16	49,70	49,50	49,18	49,385	-0,070	0,0049	-0,54	+0,32	0,2916	0,1024
	11	14	155°	49,34	49,46	49,62	49,20	49,405	-0,050	0,0025	-0,12	+0,42	0,0144	0,1764
	12	13	170°	48,82	49,66	48,74	49,42	49,160	-0,295	0,0871	-0,84	-0,68	0,7056	0,4624
						Σ	593,460		0,3965	-3,16	-0,76	2,7216	1,3072	
							$\beta = 593,460 : 12 = 49,455$							
III	1	24	10°	49,62	50,06	49,16	48,88	49,430	-0,092	0,0085	-0,44	+0,28	0,1936	0,0784
	2	23	25°	49,14	49,38	49,30	49,40	49,305	-0,217	0,0471	-0,24	-0,10	0,0576	0,0100
	3	22	40°	49,92	50,10	49,16	49,38	49,640	+0,118	0,0139	-0,18	-0,22	0,0324	0,0484
	4	21	55°	49,46	50,04	49,44	49,74	49,670	+0,148	0,0219	-0,58	-0,30	0,3364	0,0900
	5	20	70°	49,32	49,68	49,44	49,32	49,440	-0,082	0,0067	-0,36	+0,12	0,1296	0,0144
	6	19	85°	49,20	49,36	49,24	49,82	49,405	-0,117	0,0137	-0,16	-0,58	0,0256	0,3364
	7	18	100°	49,66	49,80	49,56	49,82	49,710	+0,188	0,0353	-0,14	-0,26	0,0196	0,0676
	8	17	115°	49,84	49,28	49,80	50,14	49,765	+0,243	0,0591	+0,56	-0,34	0,3136	0,1156
	9	16	130°	49,64	49,54	50,08	49,72	49,745	+0,223	0,0497	+0,10	+0,36	0,0100	0,1296
	10	15	145°	49,76	49,54	49,80	49,52	49,655	+0,133	0,0177	+0,22	+0,28	0,0484	0,0784
	11	14	160°	49,26	49,72	48,60	49,32	49,225	-0,297	0,0882	-0,46	-0,72	0,2116	0,5184
	12	13	175°	48,84	49,38	49,74	49,14	49,275	-0,247	0,0610	-0,54	+0,60	0,2916	0,3600
						Σ	594,265		0,4228	-2,22	-0,88	1,6700	1,8472	
							$\beta = 594,265 : 12 = 49,522$							

$$\alpha = 44^\circ 52' + (1' + \beta_m)$$

$$\alpha_0 = 44^\circ 52'$$

$$[u] = -9",12$$

$$[uu] = 13,6552$$

$$[yy] = 1,1764$$

$$\beta_m = 49,484$$

Quadro II.

y	φ	$y \times$ sen 2 φ	$y \times$ cos 2 φ	$y \times$ sen 4 φ	$y \times$ cos 4 φ	$y \times$ sen 6 φ	$y \times$ cos 6 φ
I Serie							
+0,165	0°	0	+0,165	0	+0,165	0	+0,165
+0,200	15°	+0,100	+0,173	+0,173	+0,100	+0,200	0
-0,070	30°	-0,061	-0,035	-0,061	+0,035	0	+0,070
-0,260	45°	-0,260	0	0	+0,260	+0,260	0
+0,145	60°	+0,126	-0,072	-0,126	-0,072	0	+0,145
+0,035	75°	+0,017	-0,030	-0,030	+0,017	+0,035	0
-0,150	90°	0	+0,150	0	-0,150	0	+0,150
-0,170	105°	+0,085	+0,147	-0,147	-0,085	+0,170	0
-0,250	120°	+0,216	+0,125	-0,216	+0,125	0	-0,250
+0,165	135°	-0,165	0	0	-0,165	+0,165	0
-0,035	150°	+0,030	-0,017	+0,030	+0,017	0	+0,035
+0,230	165°	-0,115	+0,199	-0,199	+0,115	-0,230	0
Σ		-0,027	+0,805	-0,576	+0,362	+0,600	-0,315
II Serie							
+0,045	5°	+0,008	+0,044	+0,015	+0,042	+0,022	+0,039
+0,160	20°	+0,103	+0,122	+0,157	+0,028	+0,138	-0,080
+0,110	35°	+0,103	+0,038	+0,071	-0,085	-0,055	-0,095
-0,290	50°	-0,286	+0,050	+0,099	+0,273	+0,252	-0,145
-0,265	65°	-0,203	+0,170	+0,261	+0,045	-0,132	-0,229
-0,215	80°	-0,073	+0,202	+0,138	-0,165	-0,186	+0,107
-0,165	95°	+0,029	+0,163	-0,056	-0,155	+0,082	+0,143
+0,185	110°	-0,119	-0,142	+0,182	+0,032	-0,160	+0,092
+0,020	125°	-0,018	-0,007	+0,013	-0,015	+0,010	+0,017
+0,070	140°	-0,069	+0,012	-0,024	-0,066	+0,061	-0,035
+0,050	155°	-0,038	+0,032	-0,049	-0,009	-0,025	-0,043
+0,295	170°	-0,101	+0,277	-0,189	+0,226	-0,256	+0,147
Σ		-0,664	+0,961	+0,618	+0,151	-0,249	-0,082
III Serie							
+0,092	10°	+0,031	+0,086	+0,059	+0,071	+0,080	+0,046
+0,217	25°	+0,166	+0,139	+0,214	-0,094	+0,108	-0,188
-0,118	40°	-0,116	-0,020	-0,040	+0,114	+0,102	+0,059
-0,148	55°	-0,139	+0,051	+0,095	+0,113	+0,074	-0,128
+0,082	70°	+0,053	-0,062	-0,081	+0,014	+0,071	+0,041
+0,117	85°	+0,020	-0,116	-0,040	+0,110	+0,058	-0,102
-0,188	100°	+0,064	+0,176	-0,121	-0,144	+0,163	+0,094
-0,243	115°	+0,186	+0,156	-0,239	+0,042	+0,121	-0,210
-0,223	130°	+0,219	+0,038	-0,076	+0,210	-0,193	-0,115
-0,133	145°	+0,125	-0,045	+0,085	+0,102	-0,067	+0,115
+0,297	160°	-0,191	+0,227	-0,292	+0,051	-0,257	-0,148
+0,247	175°	-0,043	+0,243	-0,085	+0,232	-0,123	+0,214
Σ		+0,375	+0,873	-0,521	+0,821	+0,137	-0,322
Totale		-0,316	+2,639	-0,479	+1,334	+0,488	-0,089

Applicando allora le (4) e (5), risulterà:

$$M_0 = \pm 0",188; M_1 = \pm 0",159;$$

$$M_2 = \pm 0",153; M_3 = \pm 0",156$$

Come si vede considerando alcuni termini successivi della serie (1), il valore dell'error medio tende a livellarsi. In accordo con quanto premesso assumeremo quindi:

$$M = M_3 = \pm 0",156$$

Inoltre:

$$\gamma = -0",127 \quad \gamma^2 = 0,016$$

$$\mu^2 = 0,043 \quad \mu = \pm 0",208$$

$$m^2 = 0,0215 \quad m = \pm 0",147$$

$$\tau^2 = 0,0015 \quad \tau = \pm 0",039$$

Con l'applicazione delle (7), (8), (9) si può quindi pervenire alla determinazione di A, B, C.,., a, b, c.,. e dei relativi errori medi.

Infatti:

$$tg(\alpha_0 + A) = +0,120;$$

$$tg(2\alpha_0 + B) = +0,359;$$

$$tg(3\alpha_0 + C) = +5,483;$$

$$(\alpha_0 + A) = 186^\circ 50';$$

$$(2\alpha_0 + B) = 199^\circ 45';$$

$$(3\alpha_0 + C) = 259^\circ 40';$$

$$A = 141^\circ 58';$$

$$B = 110^\circ 01';$$

$$C = 125^\circ 04'$$

per cui:

$$a = 0",$$

D) Microscopio di lettura dei film.

Quando il teodolite T3 viene impiegato sfruttando la registrazione fotografica dei cerchi, le let-

ture delle graduazioni si effettuano in un secondo tempo sul film mediante un microscopio (in apposita cassetta a parte) ad ingrandimento regolabile, munito di oculare con micrometro di tipo analogo a quello del teodolite (fig. 7).

gini della graduazione principale (partendo però dal punto di mezzo della scala del micrometro oculare anziché da zero) e valutando le frazioni di divisione del lembo. La

approssimazione è la stessa ottenibile con la lettura diretta al micrometro del teodolite. Per valutare l'errore medio della graduazione del micrometro oculare si è seguito lo stesso criterio visto per il micrometro del teodo-

$$\epsilon = 0",105 \operatorname{sen} (2\varphi + 141^\circ 58') + 0",040 \operatorname{sen} (4\varphi + 110^\circ 01') + 0",019 \operatorname{sen} (6\varphi + 125^\circ 04') + \dots$$

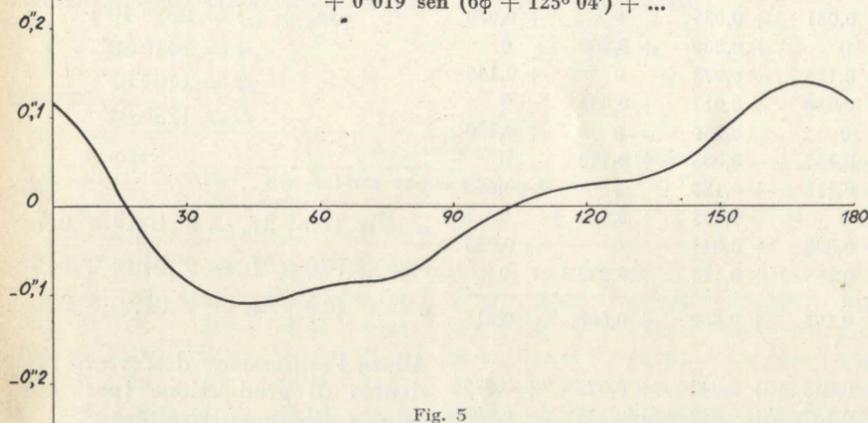


Fig. 5

litando però le zone osservate a tre sole a circa 120°. Il valore di detto errore è risultato più che doppio rispetto a quello riscontrato nel teodolite mantenendosi però sempre largamente inferiore a quello di lettura.

$$y = 0",149 \cos (2\varphi + 186^\circ 50') + 0",080 \cos (4\varphi + 199^\circ 45') + 0",027 \cos (6\varphi + 259^\circ 40') + \dots$$

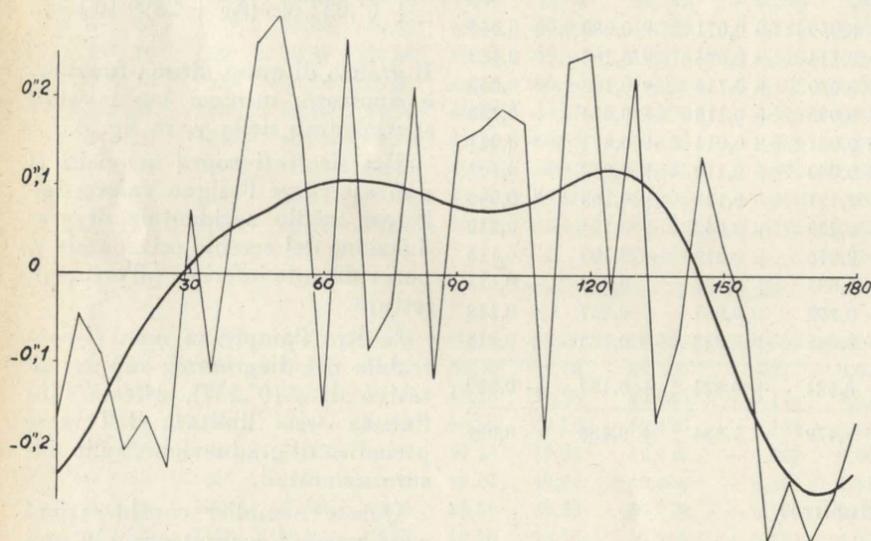


Fig. 6

Di qui deriva il vantaggio della registrazione fotografica in quanto viene eseguito a tavolino una parte non indifferente del lavoro solitamente svolto in campagna.

Le letture vengono fatte effettuando la coincidenza delle imma-

gini della graduazione principale (partendo però dal punto di mezzo della scala del micrometro oculare anziché da zero) e valutando le frazioni di divisione del lembo. La

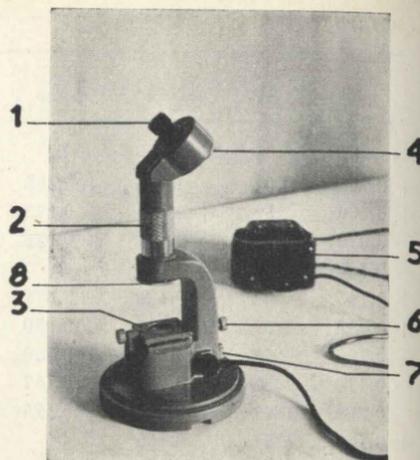


Fig. 7
MICROSCOPIO
1, Oculare - 2, Regolazione ingrandimento - 3, Piastrina coprifilm - 4, Bottone del micrometro - 5, Trasformatore - 6, Bottone manovra slitta - 7, Bottone regolazione illuminazione campo - 8, Obiettivo.

E) Conclusioni.

Concludendo, possiamo affermare che le prove eseguite sul T3 a registrazione fotografica, in possesso dell'Istituto di Topografia e Geodesia del Politecnico di Torino, hanno messo in evidenza, insieme con l'accuratezza dell'esecuzione dei vari organi strumentali, la notevole precisione conseguibile nelle misure.

Se si tien conto altresì della comodità e rapidità di lavoro che esso consente all'operatore, si può ben dire che lo strumento esaminato risponde pienamente alle esigenze imposte dall'attuale pratica operativa nel campo topografico e geodetico.

Franco Maggi

BIBLIOGRAFIA

SOLAINI L., *Studio di alcuni strumenti topografici moderni*, « Rivista del Catasto e SS.TT.EE. », nn. 2-3, 1936.

BOAGA G., *Calcolo numerico e grafico*, Ed. Fasani, Milano.

MORELLI C., *Studio del Teodolite Wild T2*, n. 8217, « Rivista Tecnica Italiana », n. 5, 1950.

VITELLI E., *Studio del Teodolite Wild T2*, n. 19209, « Rivista Catasto e SS.TT.EE. », n. 2, 1955.

HEUVELINK H., *Die Prüfung der Kreisteilungen von Theodoliten und Universalinstrumenten*, Zts. f. instkd., 1925.

L'ARCHITETTURA BAROCCA

KYÖSTI ÄLANDER, eminente studioso finlandese di architettura e fondatore del Suomen Rakennustai demuseo (Museo dell'architettura finlandese) espone la sua concezione critica sul tema del passaggio dal Rinascimento al Barocco. Il testo, che presentiamo per gentile concessione dell'Autore, è una traduzione dal finlandese del Capitolo sul Barocco dell'opera « L'arte del costruire dal Rinascimento al Funzionalismo » (W'soy Porvoo-Helsinki 1954) eseguita da Anna Maija Huttunen, Tapio Peräineu e Leonardo Mosso.

Nel corso del Cinquecento l'evoluzione dello stile aveva portato il Rinascimento ad una ricchezza tale che nessuna composizione basata sul principio della divisione l'avrebbe più potuto controllare per molto tempo. Era sparito il concretismo unitario e limitato della cui strettezza l'evoluzione ascendente tende sempre a liberarsi, ed al suo posto era subentrata la composizione in cui ogni parte aspirando al suo scopo vero e proprio, tendeva verso l'indipendenza completa mentre l'insieme scricchiolava nelle sue giunture. Sembrava che lo sviluppo ancora una volta avesse raggiunto il limite partendo dal quale era impossibile un'ulteriore evoluzione della composizione spaziale. Per evitare un arresto ed una reazione i classicisti ricorsero ad una semplificazione radicale tornando volontariamente al punto di partenza statico. Era però vero che nella cultura europea stavano nascoste delle forze con l'aiuto delle quali si poteva nonostante tutto fare un passo verso un livello più alto della composizione spaziale: continuare cioè dal punto in cui si erano esaurite le forze dell'antichità. I Maestri del tardo Cinquecento e prima di tutti Michelangelo, genio isolato, cambiano il carattere dell'organizzazione compositiva: da statica la fanno diventare funzionale, dando alle parti un compito funzionale nel quadro dell'insieme. Le parti strutturali perdono la loro indipendenza; non sono più in sé delle unità significative e non potrebbero essere staccate integre dall'insieme della costruzione. Diventano membri di un organismo. Ora sono delle varianti dopo essere state prima delle costanti, cioè dei fattori più o meno generici, con i quali si potevano costruire delle composizioni diverse come con i

cubetti di legno usati nei giochi dei bambini. L'insieme è di nuovo solido. Il materiale ricco del Rinascimento era stato raccolto sotto il dominio dello spirito umano riformatore, i fatti erano stati ordinati in una gerarchia secondo il loro valore sostanziale e solo un numero relativamente scarso di particolari era stato respinto come inutile. L'apparizione del Barocco significa appunto quel salire su di un livello più alto di composizione spaziale, dal quale si potevano dominare fermamente i risultati già acquisiti. L'evoluzione del Barocco è un arricchimento della visione della realtà, un senso della composizione sempre più vasto partendo da questo nuovo livello. Il Barocco dunque non significa in nessun modo « una morte avvenuta sotto gli stessi sintomi di quella dell'Antichità », come è stato affermato. Il Barocco è una fase fertile delle conquiste positive del campo. Il « Barocco » dell'ultimo periodo della civiltà romana ed ellenistica aspirò soltanto a questo risultato, ma non lo conseguì mai.

Quale fu la forza con l'aiuto della quale l'epoca moderna è stata capace, durante il periodo Barocco, di fare questo passo decisivo? Come è già stato detto l'organizzazione funzionale significa che alle parti fu accordato un compito funzionale nei limiti dell'insieme. La sua base è l'attivazione del muro. Tutto questo si manifesta come movimento, ma il movimento non si limita più, come nel caso della tarda Antichità e del Rinascimento, alle singole parti attive, che lì potevano realizzare con particolare energia le loro tendenze separatiste. Il movimento tanto nel Barocco quanto nel Gotico permea tutta la facciata e tutto lo spazio interno,

e come nel Gotico così anche nel Barocco è verticale almeno nella sua direzione principale. Vero è però che in una stessa facciata si possono ora osservare, oltre all'ascesa, anche delle correnti che si dirigono verso il centro o se ne dipartono. L'ascesa ostacolata del Barocco è, paragonata alla salita libera del Gotico, molto più complessa. Questa è unidirezionale e non è concentrata, e sua caratteristica sono gli elementi tettonici ripetuti mentre manca completamente il muro. Solo la mancanza dei fattori ostacolanti le permette di vincere anche se non è concentrata, di rimanere unidirezionale e di evitare dispersione. La facciata barocca è invece come un campo magnetico nei limiti del quale i diversi membri assumono ognuno la posizione determinata dal proprio posto; viene così creata una figura illimitata, concentrata, che contiene oltre al movimento di ascesa anche dei movimenti secondari centripeti e centrifughi. L'espressione di questo sistema di movimento è il muro attivo con tutti i suoi membri.

La forza con la quale l'era moderna fa un passo avanti durante il periodo barocco deriva dalla maniera di comporre in verticale, maniera che deve però essere considerata come eredità incontestabile del Medioevo: unita alla composizione statica dell'Antichità risorta, essa porge il risultato dinamico che noi chiamiamo « il Barocco ». Anche da questo punto puramente teorico, è evidente che questo risultato sintetico è più ricco e meno comprensibile dei suoi due punti di partenza.

Brinckmann, che dopo Wölfflin ha il maggior merito nella illustrazione della sostanza del Barocco, afferma che il carattere funzionale degli elementi strutturali

scompare all'inizio del primo Barocco. Se questa affermazione fosse vera, le conclusioni precedenti sarebbero naturalmente sbagliate, perchè proprio con l'aiuto dei fattori funzionali nasce il movimento e senza movimento non può neanche esistere un'organizzazione funzionale. Brinckmann difende il suo punto di vista dicendo che il rilievo dei membri, lo spessore delle colonne ecc. nelle costruzioni barocche rimane lo stesso nei differenti piani, anche quando la logica costruttiva esigerebbe che le forme dovessero diventare sempre più leggere mentre si sale, perchè hanno da portare un peso sempre minore. Ciò si verifica per esempio nella facciata del teatro romano, che il Rinascimento imita così spesso. Egli dunque definisce funzionali solo quei membri strutturali che riflettono il portare costruttivo. Noi da parte nostra, non dedichiamo affatto l'attributo citato a questi fattori che significano l'« essere » architettonico; lo riserviamo completamente alla caratterizzazione dei membri del « fare » e del « divenire ». Chiamiamo quindi funzionali i membri che indicano la direzione ed il movimento, qualunque sia il loro valore costruttivo.

Se nella facciata barocca si trattasse della statica, se le sue colonne fossero messe lì per portare, si dovrebbe parlare dell'impressione di alleggerimento. Ma ora non si tratta di questo, bensì dell'ascesa dinamica. Le colonne tendono di solito, e perfino violentemente, verso l'alto: anche la loro forma tipica, con l'entasi in mezzo più forte, riflette questa tendenza. Questo movimento non ha niente a che fare con i fatti costruttivi. L'articolazione di una facciata barocca non è il risultato di un calcolo costruttivo, ma di un calcolo estetico. Il significato delle colonne come fattori portanti è apparente, così come sono inutili dal punto di vista costruttivo, le parti portate. Il carico rimane compito del muro, ed il muro, nonostante tutta la sua organizzazione estetica, è formato da un prisma solido di mattoni, del

tutto comune, in cui nessuno può aspettarsi di trovare dei membri costruttivi speciali che ripetano le forme della superficie. Sotto questo aspetto non esiste, per quanto riguarda i principi, una differenza fra l'architettura del Rinascimento e quella del Barocco. È vero che le lesene di Michelangelo nella facciata di S. Pietro sono state messe press'a poco nei punti in cui i carichi sono maggiori, ma la loro importanza come fattori costruttivi, se le confrontiamo per esempio con i pilastri di sostegno gotici, è quasi insignificante. Se si trattasse di esprimere l'impressione di un'ascesa libera, come nel Gotico, un alleggerimento delle forme in salita sarebbe logico: infatti solo così si può esprimere un movimento non ostacolato che sparisce in alto. Ma appena appaiono gli elementi orizzontali, lo stato delle cose cambia. I membri verticali, sempre più deboli, non potrebbero attraversare l'ostacolo delle trabeazioni e delle cornici.

Il Barocco è stato considerato stile arbitrario ed indisciplinato e le sue ricche composizioni sono state viste soltanto come un caos di forme. Questo è uno di quegli errori che può essere nato solo da un malinteso completo. Per avere ordine nel soffitto della Cappella Sistina, Michelangelo lo divise in decine di quadri separati. E nel « Giudizio Universale » si arrischia già a trattare tutta la parete di fondo della Cappella come una sola scena in una composizione che preannuncia il Barocco: ma l'insieme è incontestabilmente un poco slegato. Il gigantesco « Paradiso » del Tintoretto mostra già i sintomi di un vero caos. Invece i maestri del Barocco, quei decoratori disprezzati, possono trattare anche superfici più grandi del soffitto della Sistina come un quadro unico, in cui la ricchezza dei particolari e delle figure è quasi illimitata ed il carattere di superficie è stato sostituito da una prospettiva spaziale vertiginosa. Ma la struttura di queste immagini gigantesche risulta sempre chiarissima. Le lezioni di particolari si uniscono in

gruppi e questi in un insieme dinamico e tuttavia di facile comprensione grazie all'ascesa ed al movimento in genere.

Con le sue grandi linee e con l'aiuto del movimento, il Barocco riesce a rendere comprensibili all'occhio una tale quantità di forme che il Rinascimento non sarebbe mai riuscito a rappresentare come un tutto unico. Ogni opera barocca è come una sfilata senza fine nella quale il numero delle idee che si possono presentare ai nostri occhi è praticamente illimitato. Le composizioni barocche sembrano un caos soltanto a chi cerca di vedervi unicamente un'organizzazione statica.

Le pitture monumentali architettoniche costituiscono, anche per le facciate, una buona introduzione alla comprensione dell'organizzazione barocca di superficie. Un fatto è loro caratteristico: esse hanno sempre un punto od un asse centrale dal quale proviene o verso il quale si dirige il movimento; ma i limiti del movimento di regola mancano, almeno nelle opere grandi. Il movimento oltrepassa i limiti del quadro e in molti casi rompe veramente le cornici con le continuazioni di stucco. All'immagine mancano i suoi contorni naturali e noi le possiamo immaginare una continuazione quanto mai vasta. La stessa cosa si verifica anche per la facciata delle chiese. Durante il pieno e tardo Barocco, i suoi limiti diventano indefiniti, i frontoni si piegano e tutte le forme alludono a quello che sta fuori della superficie.

Quando il Barocco viene definito con la parola pittoresco, s'intende fra l'altro l'indeterminatezza dei suoi contorni. Sarebbe molto meglio in questo caso definirlo non oggettivo. Questo fatto ha dato alla critica negativa l'appiglio per considerare il Barocco come un'evoluzione verso la deformità, come un fenomeno di degenerazione tale da significare la « morte » dell'età moderna. La mancanza dei contorni e la deformità non sono però la stessa cosa. Una figura può essere chiaramente orga-

nizzata senza essere limitata, come è stato dimostrato sopra. Il nostro proprio campo visuale ne è la prova migliore. Le rappresentazioni del Barocco, siano facciate oppure quadri, devono essere concepiti appunto come formazioni di una parte della realtà infinita. La realtà nel suo insieme è come quel campo magnetico che non ha alcun limite, e il Barocco fissa la sua attenzione sull'organizzazione del suo centro. Questo è il sistema di composizione barocca della superficie: in seguito lo esamineremo alla luce del concetto di spazio.

Nello spazio interno dell'Antichità, prendiamo il Pantheon come esempio più rappresentativo, il tono fondamentale è un equilibrarsi immutabile, un essere puramente ideale che non contiene nè sforzo nè desiderio di evoluzione. La concezione spaziale del Rinascimento, la cui creazione più rappresentativa sarebbe stata la Chiesa di S. Pietro del Bramante, ha una stretta parentela con l'Antichità per il suo equilibrio assoluto. Ma in essa si dimostra già la tendenza ad un'espansione verso tutti i lati, quando spinge fino al limite le possibilità di quell'ideale statico. Il concetto spaziale del Rinascimento è molto più ricco di quello dell'Antichità, ma entrambi aspirano all'infinito senza essere unilaterali come il Gotico ed il Barocco.

Completamente diversa è l'atmosfera nello spazio interno barocco, il cui esempio tipico è il Gesù. Come nelle creazioni del Medioevo, anche in esso lo sguardo trova la sua direzione senza dover cercare; le prospettive della Chiesa lo assorbono fin dalla porta, nella loro profondità e nella loro altezza. Il movimento al posto del riposo, l'ansia al posto della pace, riempiono tutto lo spazio della Chiesa, e quando il movimento è concentrato in una grande forza, esso accenna a superare i limiti propri dello spazio, tendendo all'infinito. Lo spazio infinito, quell'unico attributo che Spengler dà alla cultura occidentale, si manifesta nella storia

dell'Architettura come idea basilare soltanto nel Gotico e nel Barocco.

In quest'ultimo non è però così conseguentemente orientato nel senso verticale come nel Gotico. La navata centrale di una chiesa barocca che inghiotte tutto, è molto larga se accostata alle cattedrali del Medioevo. Anche la sua formazione non è senza conflitti come in quelle; in essa gli elementi orizzontali e verticali lottano fra di loro mentre in queste solo gli ultimi hanno la precedenza.

Il primo Barocco tendeva a raggiungere l'impressione di spazio infinito soprattutto con la grandezza delle forme e l'immensità dello spazio. Era il periodo in cui si costruivano le gigantesche chiese del Gesù, di S. Andrea della Valle, di S. Ignazio e di S. Carlo al Corso. Le viste sulle ali di croce, sulle cappelle laterali e soprattutto sulla cupola vertiginosa, rompevano l'unità della forma ed allo stesso scopo servivano le profonde finestre aperte sulla volta a botte. L'impressione non era però ancora soddisfacente, la concretezza delle forme limitava lo spazio in un modo ancora troppo determinato. Più tardi, le finestre della cappella laterale del Gesù furono murate, così che solo le decorazioni dorate degli altari splendorono nella mistica oscurità, mentre le prospettive laterali diventarono così svanite, illimitate. Tutta la parte bassa della Chiesa rimaneva in ombra e sembrava aprirsi sempre di più verso l'alto e la luce. Anche alcune finestre dell'abside furono chiuse, cosicchè lo splendore della cupola rimase senza rivali, mentre anche la prospettiva principale finiva in una penombra indefinita. Inoltre furono messe nelle nicchie della volta a botte, dei gruppi mobili di sculture che rifrangono la luce dura delle finestre e fanno sparire le forme delle volte soprastanti. Nella superficie cassettonata della volta fu tagliato un immenso riquadro incorniciato, in cui il Bacciccia col suo affresco intitolato « Trionfo del Nome di Gesù » apriva una prospettiva di altezza

vertiginosa. In più si avevano le pitture prospettiche dell'abside e della cupola ed i lavori di stucco « librantisi » nei triangoli delle vele che tendono tutti all'eliminazione delle superfici limitanti lo spazio.

La continuazione dello spazio architettonico con la finzione è uno dei più brillanti mezzi espressivi del Barocco. Le pitture prospettiche e la decorazione plastica di stucco in cui i maestri barocchi eccelsero in un modo quasi magico ed incomprensibile, appartengono all'Architettura spaziale del Barocco come una parte del tutto essenziale nelle fasi della fioritura e del declino di questo stile. La loro capacità di far sparire l'ineluttabilità della superficie architettonica è davvero sorprendente.

In S. Ignazio, quell'Andrea dal Pozzo più sopra citato dipinse una visione di spazio che riempie tutta la volta della navata centrale: l'« Ingresso di S. Ignazio nel Paradiso » in cui l'architettura illusoria continua la realtà nell'infinito immenso del cielo, mentre l'ascesa gioiosa dei gruppi d'angeli conduce lo sguardo attraverso le nuvole, verso la figura centrale del Cristo. Il fondale scultoreo del Bernini nella cattedra di S. Pietro, con le sue masse di nuvole sempre più gonfie e con i suoi gruppi d'angeli che balzano su dalla profondità della gloria, traversa l'abside di S. Pietro così magistralmente che è difficile dire con esattezza dove finisce il gruppo scultoreo e dove incomincia invece l'architettura. Quando poi pitture e stucchi vengono insieme combinati, ai limiti fra architettura e superficie dipinta — nuvole traboccanti le cornici e figure svolazzanti in aria, — come avviene nella maggior parte delle creazioni del tardo Barocco, allora l'illusione di spazio raggiunge una perfezione tale che i risultati non possono essere confrontati con quelli di nessun'altra epoca.

Perfino le vetrate delle chiese gotiche formano, accanto a questi, una specie di superficie unita, anche se astratta, che separa il

nostro da un altro mondo ideale. Nonostante ciò dobbiamo ammettere che il mondo rispecchiato dalle forme stilizzate delle vetrate è vero in un senso più elevato — estetico ed etico, — mentre la rappresentazione naturalista del Barocco non è che una continuazione melodrammatica della realtà. La scenografia fu appunto la forma d'arte in cui gli artisti di quel periodo poterono arrivare più in alto nel raccontare i loro ideali di spazio infinito. Tutta la realtà del Gotico è spirito, il Barocco è invece anche materia, dalla quale tende sì a liberarsi, riuscendoci però soltanto nei momenti di estasi.

Alle cattedrali del Medioevo, si è spesso fatto l'onore di chiamarle opere d'arte generali; perché in esse le arti figurative si uniscono all'architettura per creare un'impressione di insieme. È strano però che questa denominazione non venga mai data alle creazioni chiesastiche del Barocco, sebbene lo stato delle cose sia identico. In ambedue i casi l'architettura, quella madre di tutte le arti, si mostra una tutrice severa. Gli scultori ed i pittori di vetrate del Gotico non emergono mai, come personalità artistiche indipendenti, nonostante tutta la loro abilità e la loro devozione: rimangono artigiani e le loro opere si fondono come le voci degli archi nella grande orchestra dell'architettura. La cattedrale rappresenta il risultato di una concezione collettiva, e gli artisti collaboratori sono autori ciascuno di una parte del lavoro, specialisti di parti della composizione.

Anche nelle opere barocche le rappresentazioni figurative si legano in un modo indissolubile all'insieme costruttivo ed i loro autori sono pure generalmente dimenticati. Ma mentre nelle prime la collaborazione appare assolutamente spontanea, queste ultime opere lasciano l'impressione che l'architettura abbia in esse sottomesso le arti figurative alla disciplina della sua tirannide, riducendo alle sue esigenze la libertà creativa dell'artista.

Quando le arti figurative, in tali condizioni di lavoro si riducono al livello di decorazione priva di forza vitale, allora il risultato non

sempre riesce utile, nemmeno all'architettura. Anch'essa cade facilmente nell'artificio scenografico dei facili effetti melodrammatici. Questo, che capita così spesso al Barocco, non ha bisogno di essere sottolineato, perché lo notiamo fin troppo facilmente. Ma in queste rappresentazioni illusorie, esiste sicuramente anche qualche lato positivo che però noi non siamo capaci di vedere. Per i contemporanei esse non erano certamente teatro, ma completa verità. È un fatto evidente che i risultati della pittura architettonica e della plastica di stucco del Barocco ora vengono considerati in un modo troppo superficiale; può darsi che fra essi si scoprano perfino delle grandi opere, quando si capirà la chiave della loro composizione e ci si fermerà veramente a studiarli. In confronto per esempio alle opere confuse ed oscure dei manieristi, qualche affresco del Pozzo appare ben controllato e fresco ed intenso nei suoi colori.

I mezzi espressivi dell'architettura spaziale barocca non si limitarono però affatto a quelli sopra esposti. Infatti l'evoluzione dava luogo continuamente a nuove e valide formazioni architettoniche. S. Maria in Campitelli di Carlo Rainaldi dimostra come l'infinità dello spazio possa essere descritta anche senza forme gigantesche. Riducendo ed allargando alternativamente lo spazio, stringendolo molto ed elevandolo di nuovo, è stata creata una forma varia, ricca, ma concentratissima di spazio chiuso, nel quale si aprono sempre nuove prospettive laterali, le cui estremità non sono però visibili. Ecco un sistema che troviamo già nella villa di Papa Giulio del Vignola, e fra l'altro nel Redentore del Palladio. Un altro mezzo per esprimere lo spazio infinito di S. Maria in Campitelli è l'abbondanza di colonne completamente staccate dalla superficie del muro. La superficie concreta del muro con i suoi rispettivi gruppi di lesene rimane così dietro di esse in una penombra indistinta.

Poiché il Barocco mette in rilievo soprattutto l'immensità della dimensione di altezza, è naturale che si cercasse di aprire lo spazio chiuso verso quella direzione an-

che con altri mezzi espressivi oltre a quelli delle arti figurative. Nella calotta della cupola viene in molti casi aperto un secondo giro di finestre, sopra quelle del tamburo ed in genere l'altezza della cupola è in continuo aumento. La lanterna, quel particolare tipico dell'architettura occidentale, che perfora lassù in alto il carattere chiuso della cupola, viene ora trattata come un particolare di importanza fondamentale, dopo essere rimasta finora soltanto una specie di camino di ventilazione. Essa si ingrandisce e forma in molti casi una specie di secondo piano nella vista interna della cupola. Nella Cappella Avila di Antonio Gherardi, annessa alla vecchia S. Maria in Transtevere ci sono due lanterne sovrapposte cosicché quella inferiore è come un tempietto rotondo sostenuto dagli angoli di stucco svolazzanti nel soffitto della cupola. Così si aprono delle viste multiple sia attraverso l'apertura del cerchio esterno, sia attraverso l'apertura centrale fra le colonnine della lanterna interna. In S. Lorenzo del Guarini diciassette aperture conducono lo sguardo attraverso gli archi nervati della cupola alla grande lanterna e nel SS. Sudario dello stesso autore tutta la cupola è diventata un alveare di aperture.

Nella parte precedente sono stati illustrati numerosi sistemi con cui il Barocco tende a realizzare il suo ideale di spazio infinito ed esaminando i monumenti dell'epoca non è difficile scoprire sempre nuove soluzioni che aspirano a questo scopo. Due tendenze colpiscono maggiormente l'attenzione: una è la soppressione dei limiti concreti di spazio, l'altra è il movimento che si manifesta dappertutto e che tende a portarci fuori dello spazio reale. Da un esame più approfondito si nota poi che la soppressione dei limiti di spazio è talvolta il risultato del movimento tal'altra un suo mezzo di espressione.

Il movimento è il contenuto fondamentale della creazione barocca: è col suo aiuto che esso cerca di dominare la propria realtà fino ai suoi ultimi limiti. Il modo di comporre è lo stesso, sia che si operi su due dimensioni — pitture monumentali e faccia-

te, — sia che si tratti di formazioni plastiche dello spazio. In entrambi i casi, l'opera che cerca la sua forma è una parte illimitata di una realtà infinita. Lo spazio architettonico deve dunque essere considerato come la parte composta di uno spazio infinito: esso simbolizza più precisamente il centro di questo spazio bicentrico il cui sostegno è formato da un asse che unisce i due punti centrali, come già abbiamo notato nell'analisi della pianta del Gesù.

Dal Wölfflin in poi, la parola « soggettività » ha sempre fatto parte degli attributi del Barocco. Il Barocco è stato definito come una creazione libera e pittoresca, senza regole precise. Per difendere questa opinione è stato detto che in Italia dopo Scamozzi non sono più state scritte importanti teorie sull'architettura e che questo si riscontra anche negli altri paesi dove il Barocco ha dominato. Le teorie rimanevano una occupazione dei classicisti. Wanscher, che si è opposto energicamente alla concezione della soggettività del Barocco, cerca di superare la difficoltà supponendo che ciò dipenda da un fatto puramente occasionale. Ma l'occasionalità non è certamente una spiegazione sufficiente anche se potesse caso mai essere accettata come una spiegazione nella storia.

È più semplice constatare che la composizione funzionale barocca, che si manifesta come movimento e come correlazione delle circostanze, è una cosa la cui spiegazione è difficile anche a noi, per non parlare dei contemporanei. La composizione funzionale significa che se A è così, da questo fatto deriva che B sia così. La conseguenza ne è che non si possono fissare delle « misure giuste » assolute e che una « standardizzazione » delle parti strutturali alla maniera rinascimentale non può essere realizzata. Questo non presuppone una mancanza di leggi: ma esse sono ora applicate ai rapporti delle parti che d'altronde dipendono dalle condizioni speciali di un certo momento, mentre il modo migliore per presentarle sta nella loro esemplificazione sulle opere stesse.

La composizione barocca non è

di sicuro niente di occasionale. La sua ricchezza è possibile solamente con l'aiuto di un dominio virtuoso dei calcoli del progetto. Quali sono le cose che nel Barocco danno fastidio allo spettatore moderno, se non appunto la mancanza di spontaneità, la sparizione assoluta dell'ingenuità ed il calcolo cosciente?

Il Barocco possedeva l'arsenale più completo dei mezzi espressivi e costruttivi che la storia conosca, e dei quali i suoi Maestri sapevano anche servirsi pienamente. Una chiesa barocca non è solo una costruzione architettonica; nello stesso tempo essa è anche un'opera di plastica scultorea di grandi dimensioni ed una gigantesca composizione pittorica di colori, luci, ed ombre, alla quale hanno portato il loro contributo anche i mezzi espressivi del teatro. Il suo carattere è inoltre fondamentalmente musicale ed anzi in questa direzione esso è arrivato ad un

punto tale che la musica stessa giungerà a risultati corrispondenti soltanto durante il secolo scorso. I Maestri Barocchi erano dunque nelle migliori condizioni per esprimere se stessi e per esporre la loro genialità fino alle sue ultime sfumature.

E qui siamo arrivati davanti ad un mistero dell'arte. Il Barocco fu capace di quasi tutto quello a cui aveva aspirato il Rinascimento; ma non sembra che la vita spesso fugga il contatto della sua mano? Forse che il dominare i mezzi rende possibile anche ad un genio minore la creazione di qualcosa di grande, che il suo spirito è troppo piccolo per riempire; oppure, creando il suo mondo sempre più vasto, l'uomo deve dividere la gioia della sua sensazione e l'intensità del suo interesse in un campo sempre più dilatato, e quindi meno denso?

Kyösti Ålander

P R O B L E M I

In tema di sanatorie edilizie

Potere discrezionale del Sindaco ed eccesso di potere della pubblica amministrazione

ROBERTO CRAVERO esamina in sede teorica e di portata pratica, le relazioni tra potere discrezionale del Sindaco ed eccesso di potere della pubblica amministrazione a proposito degli indennizzi quali risarcimento danno per le mancate demolizioni di costruzioni abusivamente erette.

Il Consiglio Comunale di una Città nella Provincia di ebbe recentemente, a proporre al Sindaco, quale unico organo competente a valersi del potere discrezionale concessogli dall'articolo 32, comma terzo, della legge urbanistica, di sanare — ove lo ritenesse opportuno — talune costruzioni abusive portate all'esame del Consiglio stesso, a condizione che i trasgressori versassero nelle casse del Comune, a titolo di risarcimento danno, una somma per ogni mc. di costruzione abusivamente elevata.

La tesi circa la natura discrezionale del potere del Sindaco, di ordinare o non, la demolizione di costruzioni abusive, si riallaccia alle disposizioni contenute negli artt. 32 e 41 della legge urbanistica 17 agosto 1942, n. 1150 (1-2), nonché agli orientamenti giurisprudenziali, in applicazione degli artt. 2058 e 2933 Codice Civile (3-4).

È esatto che il Sindaco abbia la facoltà, e non il dovere, di ordinare la demolizione di una costruzione illegittimamente attuata.

Si deve considerare come un corollario

di quella mera facoltà e di assenza del dovere di ordinare la demolizione, la possibilità per il Sindaco, di convertire l'obbligo di principio alla demolizione, da parte del privato, nel versamento di una determinata somma, che verrebbe a rappresentare il corrispettivo del danno patrimoniale avuto dal Comune dalla violazione del regolamento.

Occorre però rilevare che, se il Sindaco, come tale, può essere considerato quale titolare personale, del tutto discrezionale, della facoltà di ordinare, o di non ordinare, la demolizione, la conversione dell'obbligo di demolizione nel pagamento del danno, e, soprattutto, la determinazione del danno non spetterebbe più al Sindaco, come tale, bensì deve essere deliberato, nelle dovute forme, dall'Amministrazione Comunale.

Nè si potrebbe, comunque, ammettere che la rinuncia del Sindaco all'abbattimento e il pagamento dell'indennità sostitutiva di questo, rappresenti una « rimozione della illegalità erga omnes ».

La facoltà del Sindaco di rinunciare alla riduzione in pristinum, rappresen-

tando, in sostanza, una disapplicazione concreta della legge-regolamento, è di stretta interpretazione, e non può, quindi, nei suoi effetti, andare al di là del campo amministrativo-pubblicistico e pregiudicare i diritti soggettivi del privato, nell'interesse del quale il regolamento-legge comunale, fu pure disposto. L'efficacia, nei suoi riguardi, del regolamento potrebbe venir meno solo con la abrogazione del regolamento stesso, fatta nelle forme richieste per conferire legittimità a questo.

Si deve poi osservare che, se sarebbe ammissibile una contingente rinuncia del Sindaco a ordinare la demolizione di una determinata costruzione, non si potrebbe ammettere la emanazione di una norma generale sistematica di conversione dell'obbligo di rispettare determinate norme edilizie nel pagamento di un dato corrispettivo.

Si avrebbe, in simile caso, un gravissimo eccesso di potere, che si concreterebbe nella rinuncia a perseguire il diritto-interesse pubblico, contenuto nell'obbligo della osservanza delle specifiche disposizioni dettate dal Regolamento, in un mero interesse patrimoniale, che non cesserebbe di essere tale per il solo fatto che le somme versate dai privati andrebbero pur sempre a vantaggio dell'interesse pubblicistico del Comune.

Il contenuto dei due interessi è troppo diverso perchè questi possano venire commutati ad arbitrio della pubblica amministrazione.

Si può sostenere seriamente che, anche in un caso singolo, rappresenti un eccesso di potere la rinuncia alla facoltà di ordinare la demolizione, quando questa rinuncia sia condizionata a un corrispettivo patrimoniale, giacchè se è discrezionale, nel Sindaco, il potere di ordinare la demolizione, non è più discrezionale la conversione nel pagamento di una somma, quale corrispettivo della trasgressione.

Tant'è vero che la determinazione del corrispettivo non potrebbe mai riconoscersi al Sindaco, ma dovrebbe essere devoluta al Consiglio Comunale: il che dimostra la netta distinzione giuridica dei due poteri. E se non può essere collegata la rinuncia all'ordine di demolizione, giuridicamente, col pagamento di una somma, è evidente che se anche fosse autorizzato il pagamento dal Consiglio Comunale, ciò non basterebbe mai a legittimare lo stato contravvenzionale, il quale continuerebbe a sussistere, trattandosi di reato di azione permanente, e potrebbe essere ancora, in qualunque momento, fatto valere dal Comune in sede penale, tanto più dal privato leso nel suo diritto soggettivo.

Occorre tenere presente la differenza che esiste tra la facoltà data dall'art. 2058 cod. civ. al Magistrato, di non ordinare la demolizione, dalla semplice rinuncia del Sindaco ad ordinarla. La prima rende

legittimo *erga omnes*, ciò che prima era illegittimo, la seconda si esaurisce nella semplice facoltà discrezionale di non ordinare la demolizione, ma non può determinare uno stato di legittimità per il solo fatto che il Sindaco non l'abbia ordinata. L'accettazione, da parte del Consiglio Comunale, di un compenso, se legittimamente deliberato, potrà rappresentare una liquidazione del danno, in sostituzione di altra richiesta, ma, come si è detto, non potrà mai avere l'efficacia, anco, di regolarizzare uno stato di illegittimità, che permane.

Sarà sufficiente che il privato interessato denunci la violazione, con apposita istanza, al Pretore, oppure che, instaurando il giudizio per la demolizione, nel proprio interesse privato, segnali al Magistrato l'esistenza di uno stato contravvenzionale, non conciliabile; nel qual caso il Magistrato dovrà sospendere il giudizio civile e rinviare gli atti al P.M., per il procedimento penale.

Riassumendo: l'incasso dell'indennizzo, eventualmente deliberato da un Consiglio Comunale, quale corrispettivo in senso patrimoniale, della rinuncia alla demolizione di un'opera abusiva, serve solo come risarcimento del danno subito dalla pubblica amministrazione, ferma restando l'illegittimità dello stato contravvenzionale. Il privato, potrà, sempre agire, dal canto suo, in sede civile, come in sede penale per la tutela del suo diritto soggettivo leso.

In ogni caso l'azione penale rimane impregiudicata anche nei riguardi della pubblica amministrazione.

Roberto Cravero

(1-2) (Estratto Legge Urbanistica 17 agosto 1942, n. 1150).

ART. 32

Attribuzione del Sindaco per la vigilanza sulle costruzioni.

Il Sindaco esercita la vigilanza sulle costruzioni che si eseguono nel territorio del Comune per assicurarne la rispondenza alle norme della presente legge e dei regolamenti, alle prescrizioni del piano regolatore comunale ed alle modalità esecutive fissate nella licenza di costruzione. Esso si varrà per tale vigilanza dei funzionari ed agenti comunali e d'ogni altro modo di controllo che ritenga opportuno adottare.

Qualora sia constatata l'inosservanza delle dette norme, prescrizioni e modalità esecutive, il Sindaco ordina la immediata sospensione dei lavori con riserva dei provvedimenti che risultino necessari per la modifica delle costruzioni o per la rimessa in pristino. L'ordine di sospensione cesserà di avere efficacia se entro un mese dalla notificazione di esso il Sindaco non abbia adottato e notificato i provvedimenti definitivi.

Nel caso di lavori iniziati senza licenza o proseguiti dopo l'ordinanza di sospensione il Sindaco può, previa diffida e sentito il parere della Sezione Urbanistica compartimentale ordinarne la demolizione a spese del contravventore senza pregiudizio delle sanzioni penali.

Quando l'inosservanza si riferisca a costruzioni eseguite da Amministrazioni statali o...

ART. 41

Sanzioni Penali.

Salvo quanto è stabilito con l'art. 344 del testo unico delle leggi sanitarie, approvato con legge 27 luglio 1934, n. 1265, per le contravvenzioni alle norme dei regolamenti locali d'igiene, si applica:

a) l'ammonda fino a lire diecimila per la violazione del divieto stabilito nell'art. 28, primo comma, ovvero per l'inosservanza delle norme, prescrizioni e modalità esecutive prevedute nell'articolo 32 primo comma;

b) l'arresto fino ad un mese e l'ammonda fino a lire diecimila nei casi preveduti dall'art. 32, terzo comma, per l'inizio dei lavori senza licenza o per la prosecuzione di essi non ostante l'ordine di sospensione dato dal Sindaco.

Per le contravvenzioni di cui alla lettera a) è ammessa l'oblazione con l'osservanza delle norme stabilite negli articoli 107 e seguenti del testo unico della legge comunale e provinciale, approvato con R. D. 3 marzo 1934, n. 383.

(3)

ART. 2058 Codice Civile

Risarcimento in forma specifica.

Il danneggiato può chiedere la reintegrazione in forma specifica, qualora sia in tutto o in parte possibile.

Tuttavia il Giudice può disporre che il risarcimento avvenga solo per equivalente, se la reintegrazione in forma specifica risulta eccessivamente onerosa per il debitore.

(4)

ART. 2933 Codice Civile

Esecuzione forzata degli obblighi di non fare.

Se non è adempiuto un obbligo di non fare, l'avente diritto può ottenere che sia distrutto, a spese dell'obbligato, ciò che è stato fatto in violazione dell'obbligo.

Non può essere ordinata la distruzione della cosa e l'avente diritto può conseguire solo il risarcimento dei danni, se la distruzione della cosa è di pregiudizio dell'economia nazionale.

CURIOSITÀ DEL BIBLIOFILO

“ di quanto male son cagione quelli che corrano a rimuovere i modelli di altri architetti ”

Se la fabbrica del tempio della Santissima Maria dell'Umiltà di Pistoja si fusse tirata a fine secondo il modello di Ventura Vitoni architetto pistoiese, non ne seguiva tanti disgusti e spese; perchè il detto modello aveva in sé tanto dell'intero e saldo, tanto del grazioso e bello, tanto del comodo e sano, che i Pistolesi potevano dire d'avere una gioja di grandissimo valore. Ma poichè Giorgio Vasari corse a rimuovere detto modello, guastò tutto il buon ordine. Pel che io vo da me stesso pensando, che detto Giorgio non si ricordassi, o non dovessi aver letto nel IX libro di Leon Batista Alberti, eccellentissimo architetto, a capitoli XI, quale mostra di quanto male son cagione quelli che corrano a rimuovere i modelli d'altri architetti; onde gli chiama invidiosi importuni, che le cose incominciate da altri depravano, guastano, e finiscono male. E forse che ei l'alterò poco! Gli aggiunse uno finestrato e una cupola; dalla quale promozione ne seguì il perdersi la saldezza e acquistar la rovina, tor via la bellezza per sconsertar ogni proporzione. Perchè chi non cognosce che gli è riuscito un capo tanto grosso e tondo, che eccede quasi la larghezza delle spalle e del busto, e messo l'ordine dorico sopra il corintio, e alzatosi a guisa di torrione, che non si può guardare? finalmente si può dire ch'abbì levato il comodo, e introdotto scomodo. E sebbene detto Giorgio, nel suo primo volume della terza parte, dice aver fatto consideratamente e con ragioni, a me non paiono ragioni che tenghino: perchè il dire che Ventura Vitoni era un fallegname, e che quando ebbe tirata la muraglia sino all'imposte, lassò stare per non si confortare a voltare la cupola, e simili; a questo rispondo, ch'io non ho mai presentito che il Vitoni non si confortassi, e non lo credo, ma crederrò bene che si fermasse il murare o per il mancar de' denari o per la morte del Vitoni. Ma come poteva Giorgio dire che il Vitoni non si confortassi a voltarla, se di già ne aveva volta e finita una a quadri scorniciati e a

rosioni sopra il vestibolo dell'istessa fabbrica? La quale cupola si sostiene su quattro grandi archi di pietra lavorati d'intagli, cosa veramente maravigliosa; e similmente fece tutti gli altri volti che li sono contigui, e fece l'impiedi fino al terzo cornicione dell'ottangolo, dove voleva voltare la cupola: fatto il tutto sì riccamente, e con sì proporzionate misure, come a tal ordine corintio richiedesi; che non è maraviglia se tanti signori e gentiluomini e architetti forestieri ne abbino voluto levata e portata seco la pianta, con tutte le misure dell'impiedi. Ora, se il Vitoni fece la maggior difficoltà, è da credere ch'ei si confortasse a voltare ancor l'altra che andava sul vivo, come cosa più facile.

Quanto poi al dire che Ventura fusse un fallegname, non sapevo che quando un cittadino fa un modello di sua mano per trattarlo con più amore e studio, s'acquista nome di fallegname. Che se il Vitoni potesse tornare a vedere e sentire quanto il suo buono ordine è disviato e guasto, e quanto messo alla stampa in suo biasimo, credo che impazzirebbe di passione. Ma per brevità lasso di narrare tante belle e ben intese fabbriche e cupole fatte dal Vitoni, le quali parlano per lui in mostrare di che ingegno e virtù Nostro Signore Dio l'aveva dotato.

Ora, per narrare quanto a mio tempo è occorso, dico che innanzi che Giorgio Vasari cominciasse a murare la suddetta aggiunta, dette principio a tormentare la muraglia vecchia, e farli circa sessanta stracci negli angoli per mettervi certe catene di ferro, le quali non operano niente, perchè sono in atto di cedere e non di tirare, come chiaramente ciascuno può vedere, sebbene detto Giorgio nei suoi libri le loda, e mette per cosa sicurissima. E così dappoi cominciò a murare la sua aggiunta del finestrone dorico, e sopra vi voltò le due cupole con lanterna di macigno; e non stette molto tempo che le mostrò il primo pelo nella facciata di verso ser Damiano, appunto nella

chiocciola che aveva fatto Giorgio nella sua aggiunta. Dove per rimediare a tal disordine, la riempiamo di muro, e vi messeno una catena di ferro che per accomodarli le sue chiavi, stracciorno delle cupole, e nel medesimo tempo si stracciò un architrave e uno soprarco d'uno degli otto finestrone che sono nella detta aggiunta di Giorgio, e vi si fece una scala. E con tutto questo il medesimo pelo seguì a crescere fino a tanto che la detta catena si messe in forza; e quando fu arrivata benissimo in forza, si fermò il detto pelo, e immediate si scoprì un altro pelo nella facciata opposta che è di verso l'Arsenale, il quale pelo andava crescendo per all'insù e per all'ingiù, tanto ch'ei trovò una saldezza che è attorno alla sommità della cupola a guisa di un cappello, dove non passa peli nessuno; ma sibbene seguì a crescere per all'ingiù, tanto ch'ei trovò la sochezza del muro pieno del primo ordine. E similmente è ita scoprendo di tempo in tempo tanti peli, che non v'è più nè angolo nè facciata che non ve ne sia o tanto o quanto. E similmente e' costoloni della cupola di fuori si sono tutti staccati, e la detta cupola di fuori è staccata dalle scale e da parte de' contraforti, a e quali costoloni vi sottenetra le piogge, e non vi si può rimediare; e sono di piccoli pezzi di pietre, parte de' quali sono messi in opera per ricisa, e qual per rimessa. E ce ne sono alcuni pezzi talmente sfaccollati dal caldo e diacci, e penso che non passeranno forsi molt'anni che qualcuno dei detti pezzi finirà di stritolarsi, e ne seguirà la rovina de' costoloni.

E da questi suddetti disordini si cava chiaro indizio che la cupola di fuori sia quella che faccia il disordine, perchè avendo maggior braccia, ha maggior peso e maggior forza nello spingere le imposte, che son quasi che in falso, onde ne segue che gonfia e crepa a guisa d'una rocca da filare. Finalmente è stroncata intorno, e molto indebolita per un rilasso di muro che si assottiglia e è di mala materia, dove appunto bisognerebbe maggior sicurtà.

[da una memoria pubblicata dal MILANESI nella quale si rilevano gli errori che Giorgio Vasari fece nel finire un'opera iniziata da Ventura Vitoni (1442-1520) architetto pistoiese].

Jacopo Lafri

(trascrittore a. c. m.)

RUBRICA DEI BREVETTI

a cura di **FILIPPO JACOBACCI**

Segnalazione di brevetti italiani di recente pubblicazione

1) Calzature.

No. 569682 - 30.3.57, *Algoud Roger*, «Tacco per calzatura femminile con estremità mobile e intercambiabile», (Priorità: Francia, domanda di brevetto n. 711819 del 31 marzo 1956).

No. 568704 - 27.2.1956, *Baciarlini Bindo a Roma*, «Sovratacco ed involucri a difesa dei tacchi per calzature».

No. 569411 - 28.3.1957, *Bramucci Mas-similiano*, «Perfezionamenti ai tacchi di calzature femminili».

No. 569431 - 25.3.1957, *Ferragamo Salvatore, Firenze*, «Tacco per calzature femminili, costituito in due pezzi, uno dei quali amovibile e sostituibile. (Priorità: Stati Uniti d'America, domanda di brevetto n. 621130 dell'8 novembre 1956).

No. 568834 - 12.3.1957, *Fragiacomo Dante e Quaranta Luciano a Milano*, «Tacco in lega metallica leggero cavo internamente riempito di materiale plastico, per calzature da donna».

No. 568952 - 16.3.1957, *Guadagna Nicolò e Curreri Vincenza a Milano*, «Tacco, specialmente adatto per scarpa da donna, con la parte consumabile inseribile ad incastro».

No. 568502 - 25.11.1953, *Rathgeber Karl Fussmitell a Heilbronn a. M.*, «Soletta in gomma spugna e simili, inglobante delle sostanze antifermentative non irritanti, quali il diossidocloro difenilmetano e sostanze analoghe appartenenti al gruppo di fenoli alogenati, basi diammoniche quaternarie ed altre sostanze antifermentative non tossiche fissabili sulla gomma spugna». (Priorità: Rep. Fed. di Germania, domanda di brevetto n. R. 10580 del 23 dicembre 1952).

No. 568776 - 13.3.1957, *Riva Giovanella a Torino*, «Tacco a punta intercambiabile, senza l'impiego di alcun attrezzo, per calzature femminili comuni o di lusso».

No. 569231 - 20.3.1957, *Vanetti Benedetto a Varese*, «Macchina per cardare bordi di pelli avente organo smerigliatore oscillante e depuratore a filtro incorporato nel basamento, particolarmente per lavorare fodere per calzature».

No. 569606 - 26.3.1957, *Carrara Giuseppe, Sestri Levante*, «Sopratacco con guida metallica per scarpe da donna e da uomo».

No. 568512 - 6.3.1957, *Dordi Gian Maria e Merli Giuseppe a Milano*, «Salvatacco ricambiabile e suo sistema di applicazione con vite a pressione, adatto a qualsiasi tipo di tacco».

No. 568811 - 9.3.1957, *Whitefield Harry e Pugliatti Ezio, a Torino*, «Salvatacco e salvasuola sostituibili».

No. 569568 - 28.3.1957, *Bramucci Mas-*

similiano, S. Elpidio a Mare, «Macchina per la lavorazione di tacchi per calzature femminili».

No. 568900 - 16.3.1957, *Cappelletti Ivo e Granatelli Amleto a Montegranaro*, «Sistema di lavorazione di calzature in genere».

No. 568826 - 12.3.1957, *Cerim Ditta di Pedretti Gaetano a Vigevano*, Macchina per il montaggio meccanico dei fianchi delle calzature, particolarmente adatta per l'incollaggio della tomaia al sottopiede».

No. 569276 - 22.3.1957, *Kamborian Jacob Simon a West Newton (SUA)*, «Macchina per la fabbricazione di calzature ed in particolare per la formazione della punta (Priorità: Stati Uniti d'America, domande di brevetto n. 573902 del 26 marzo 1956 e n. 630135 del 24 dicembre 1956).

No. 569108 - 6.11.1956, *Lega-Plastic Antonelli a Roma*, Procedimento per la produzione di un sandalo con suola di materia plastica e cinturini saldati entro appositi recessi di essa alle loro estremità».

No. 568849 - 13.3.1957, *Lindstrom Alrik Civer a Stoccolma*, Metodo di fabbricazione di forme costituite da resine in particolare per lo stampaggio di tacchi per scarpe. (Priorità: Svezia, domanda di brevetto n. 2551 del 15 marzo 1956).

No. 568841 - 13.3.1957, *Schaller Johannes a Offenbach-Main (Rep. Fed. di Germania)*, «Procedimento per determinare l'altezza di punti o superfici di una calzatura con tacco, servente per mantenere diritto il piede». (Priorità: Rep. Fed. di Germania, domanda di brevetto numero Sch. 19764 del 15 marzo 1956).

2) Arredamento, articoli ed apparecchi casalinghi.

No. 568778 - 13.3.1957, *A.L.A. Arredamenti Lamiere Affini S. Valli & C. Soc. in acc. sempl. Collegno (Torino)*, «Sistema per la fabbricazione di mobili metallici scomponibili e mobili fabbricati con tale sistema».

No. 568916 - 18.3.1957, *Cencioni Livio, Roma*, «Bilico a montaggio nascosto, con fulcro spostabile per mezzo di bielletta, particolarmente adatto per mobili a sportelli apribili a 90° gradi».

No. 568969 - 16.3.1957, *Maffei Alessandro*, «Perfezionamenti ai metodi per la produzione industriale di mobili di legno a superfici alternativamente piane e curve e prodotti industriali ottenuti in applicazione a tale metodo».

No. 569092 - 16.3.1957, *Olivero Michele*, «Sistema di componibilità di mobili composti e singoli, e mezzi per l'attuazione di tale sistema».

N. 569159 - 18.3.1957, *Pierotti Torello & Figlio*, «Gamba per sedia o tavolino o altro qualsiasi mobile, smontabile e decomponibile in elementi e regolabile in altezza con movimento a vite del corpo centrale della gamba, e del sottopiede terminante a sagoma di fungo od altra forma».

No. 569701 - 1.4.1957, *Farstrup Erik Ove*, «Rete per letto, sedile o schienale, e relativo organo di supporto».

No. 569703 - 1.4.1957, *Lenzi Nello di Alfonso, Mobili Imbottiti*, «Dispositivo di articolazione fra schienale e sedile per divani o poltrone, atto anche a trasformare un divano in letto».

No. 568871 - 13.3.1957, *Meroni Italo*, «Divano trasformabile in letto».

No. 568995 - 20.3.1957, *Mielniczek Anton*, «Sedia ripiegabile a minimo ingombro dopo l'uso».

No. 569115 - 21.3.1957, *Pflüger Theodor*, «Sdraio in più parti ripiegabili».

No. 569683 - 29.3.1957, *Pugliese Alfredo*, «Sistema di molle per materassi e materassi derivati».

No. 568740 - 7.3.1957, *Salce Alessandro*, «Sistema di fabbricazione di sedie metalliche per composizione di elementi impegnabili fra loro senza saldatura, in modo da potere essere cromati preventivamente al loro montaggio».

No. 569274 - 22.3.1957, *S.C.A.T. Società Costruzioni Articolati Tecnici*, «Gancio a graffatura per nastri in tessuto elastico da applicare a sedie, poltrone, divani ed a qualsivoglia oggetto per il quale ne sia utile l'applicazione».

No. 568978 - 18.3.1957, *Colnago Silvio e Colombardi Edoardo*, «Dosatore di zucchero completamente isolato dall'ambiente».

No. 569702 - 1.4.1957, *Gambacciani Renato e Gambacciani Otello*, «Porta agrume come limone arancio o simili destinato ad offrire scorzette per bevande ad azione automatica di apertura e chiusura».

No. 569946 - 9.4.1957, *I.A.T.E.S. (Industria Articolati Tranciati e Stampati)*, «Reggi-mestolo da applicarsi alle pentole, casseruole, tegami e recipienti vari per cucina».

No. 568870 - 13.3.1957, *Lùoni Sergio*, «Ritto o piantone costituito di profilato metallico servente a sostenere ripiani, cassetti od antine per scaffalature, mobili, banchi o simili».

No. 568970 - 16.3.1957, *Noja Antonio*, «Mobile per ufficio, incorporante una struttura convogliatrice di cassette portascchede o simili, particolarmente per la rapida selezione delle cassette e consultazione di schede».

No. 568827 - 12.3.1957, *Pelizzola Mi-no*, «Mobile con le pareti formate da pannelli disposti su piani verticali sfalsati a gradinata dall'alto verso il basso in modo da lasciare tra i pannelli delle flessure, particolarmente banco di vendita per esercizi pubblici».

Direttore responsabile: **AUGUSTO CAVALLARI-MURAT**

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

STAMPERIA ARTISTICA NAZIONALE