

SULLA

UNIFICAZIONE DELLE VITI D'UNIONE

MEMORIA.

dell'Ing. ALFREDO GALASSINI, a nome della Commissione per l'unificazione 0)

letta nell'Adunanza del 2 Giugno 1899

IMPORTANZA DELL'UNIFICAZIONE;

L'unificazione nelle dimensioni degli organi delle macchine, esclama l'ing. Casalonga (2), se, come tante altre, è una speranza difficile da realizzare, in causa delle diversità geografiche, politiche, sociali dei diversi paesi, si va però imponendo ogni giorno più come una vera necessità. E noi le giriamo attorno e ci sentiamo spinti verso di lei come verso una meta lontana, ma desiderata, che o prima o poi finiremo per raggiungere.

Ora che, grazie alla potenza, alla celerità ed allo sviluppo veramente straordinari raggiunti dai mezzi di trasporto, si stringono ognor più intime le relazioni sociali fra i vari popoli, e lo scambio di prodotti fra nazione e nazione, va aumentando in proporzioni ognor crescenti, non vi ha chi non veda di quanta utilità non sarebbe l'adozione, in primo luogo, di un unico sistema di pesi e di misure, in secondo luogo di regole uniformi sia per classificare, sia per stabilire la forma e le dimensioni di molti prodotti industriali di uso continuo e generale.

Anche la grande industria della costruzione delle macchine si avvantaggerebbe notevolmente di una tale riforma, poichè, la sua mercè, essa si met-

terebbe sulla via per raggiungere la *intercambiabilità* delle diverse parti, che è una delle mete cui tendono i migliori costruttori.

Tra i vari organi elementari delle macchine che si potrebbero eseguire secondo forme e calibri internazionali prestabiliti, il primo posto deve essere assegnato alle *viti di unione* o viti meccaniche. E di vero, la vite, sotto le sue forme svariate, è senza dubbio l'organo che si usa più di frequente per collegare fra loro le diverse parti di una macchina, e si può quasi dire che non vi ha meccanismo, per quanto semplice esso sia, nel quale la vite non venga largamente impiegata. Quanto più i prodotti dell'industria meccanica dei diversi paesi, diffondendosi da una parte all'altra del globo, come avviene oggidì, si mescolano fra di loro, tanto più imperiosa si fa sentire la necessità di adottare un sistema unico di viti, in guisa da facilitare non solo la costruzione, ma altresì la manutenzione e la riparazione delle macchine stesse.

Non è il caso di spendere molte parole per dimostrare quanto vantaggio ne verrebbe sia all'industria dei trasporti, sia all'industria meccanica in genere, dall'adozione di un sistema unico di viti; la cosa è talmente palese, che vi è piuttosto da meravigliarsi, col Landolt, che si sia aspettato tanto tempo per addivenire ad una soluzione definitiva del problema. Più di ogni altra argomentazione, valga a dimostrare l'utilità pratica della cosa, l'esempio delle due nazioni che si può dire stiano a capo del movimento industriale del mondo, l'Inghilterra e gli Stati Uniti d'America, ognuna delle quali già da molto tempo ha, per proprio conto, risolto pienamente il quesito.

(1) La Commissione nominata dalla Società degli Ingegneri ed Architetti di Torino, è composta degli ing. E. Dubosc, L. Décugis, F. Maternini, W. Zuppinger, A. Galassini, *relatore*.

(2) « *Congrès International du Génie civil*, tenu à Paris du 5 au 14 août 1878 », pag. 114.

Prima di entrare nella discussione tecnica del problema, credo opportuno fare un breve cenno sullo stato attuale della questione, indicando le principali fasi per le quali essa è passata.

CENNO STORICO E STATO ATTUALE
DELLA QUESTIONE.

La forma e le dimensioni delle diverse parti che costituiscono una vite non sono collegate fra loro da relazioni fisse e invariabili, ma possono venire stabilite, entro certi limiti, *ad libitum* del costruttore. Così è per la scelta dei diametri, pel rapporto fra diametro e passo, per la forma stessa del pane, senza che vi sia una ragione preponderante che ci obblighi ad adottare questa o quella forma o dimensione, purchè, ripeto, non si esca da certi limiti. Segue da ciò che, senza un accordo prestabilito, si formeranno necessariamente in un paese industriale tanti sistemi di viti quasi quanti sono gli stabilimenti meccanici che le costruiscono. E tali sistemi, che pur potranno essere buoni considerati in sè stessi, risulteranno però tutti diversi gli uni dagli altri. E si avverta che basta una diversità anche piccolissima, e talora invisibile all'occhio, perchè le viti non siano intercambiabili fra loro e non si possano fabbricare se non da chi possiede quella speciale serie di mastii e di madre viti.

Questa cosa si è subito avverata al principio di questo secolo, nel primo paese nel quale le industrie meccaniche hanno assunto un notevole sviluppo, in Inghilterra. In breve ne nacque tale confusione e ne risultarono tanti e così gravi inconvenienti, che il grande meccanico di Manchester, Giuseppe Whitworth, si accinse all'ardua impresa di stabilire un sistema unico di viti. A tale scopo egli, dopo avere analizzato un grande numero di viti fabbricate dai migliori costruttori del suo tempo, precisò la forma del pane e stabilì una scala unificata di diametri coi relativi passi, avendo di mira di non allontanarsi troppo dalla media dei valori allora in uso. Ne risultò così il sistema che porta il nome dal suo illustre inventore, e che, divulgato nel 1841 (1), non tardò a generalizzarsi per tutta la Gran Bretagna, ad esclusione di ogni altro. L'unificazione era un fatto compiuto, e non è certo ultimo titolo di gloria pel Whitworth l'averla procurata al suo paese.

In quell'epoca l'Inghilterra teneva, si può dire, il monopolio nella costruzione delle macchine, che essa esportava fin nei più lontani paesi; ne seguì naturalmente che anche il sistema di viti Whit-

worth si diffuse per tutto il mondo. Ed è così che noi lo troviamo usato con tanta larghezza in tutto il continente europeo, ad eccezione della Francia, sia negli stabilimenti meccanici, a fianco di altri sistemi, sia, e più ancora, nei cantieri navali, nei quali maggiormente si sente l'influenza del primato marittimo dell'Inghilterra.

A togliere però alcuni inconvenienti che si erano resi manifesti all'atto pratico, il Whitworth stesso nel 1857 (1) si decise a stabilire una nuova scala di viti poco diversa da quella del 1841, ma molto più numerosa nei piccoli diametri.

Lo stesso fenomeno, che si era verificato in Inghilterra, si riprodusse più tardi, ma con intensità maggiore, nell'America del Nord, collo svilupparsi delle grandi industrie. A porre fine allo stato di confusione cui aveva condotto l'uso di tante forme diverse di viti, un altro meccanico eminente, il William Sellers propose, nella seduta del 21 aprile 1864 (2) all'Istituto Franklin di Filadelfia l'adozione di un sistema unico di viti, e presentò una scala da lui studiata, modificando la forma e le proporzioni delle viti inglesi là dove gli era sembrato necessario.

L'Istituto Franklin, in seguito a parere favorevole di un'apposita Commissione (3), approvò la proposta del Sellers e raccomandò caldamente il nuovo sistema unificato, sia ai costruttori privati, sia alle grandi Amministrazioni pubbliche. In grazia dell'autorevole e persistente appoggio accordatogli da un così importante Istituto, il nuovo sistema si generalizzò in breve tempo; e nel 1868 fu ufficialmente adottato dal Governo, talchè esso si chiama talora sistema degli Stati Uniti, e poscia da tutti gli stabilimenti privati e pubblici; talchè ora è il solo sistema normale di viti usato nell'America del Nord (4).

Queste due serie di viti però, essendo basate sul sistema duodecimale di misure inglesi, mal convengono ai paesi nei quali vige il sistema metrico decimale. Era quindi naturale che in tutto il Continente europeo, di fianco al sistema Whitworth, sorgessero sistemi decimali di viti; il che è avvenuto specialmente in Francia, la patria del metro, ed in Germania.

Ma anche qui è accaduto che, per la mancanza di un accordo, si è formato in breve un numero veramente straordinario di serie di viti tutte diverse le une dalle altre. La qual cosa, se da un

(1) V. «*Eng. u. Arch. Journal*», 1857, pag. 262, e 1858, pag. 48. — Vedi pure SHELLEY, *Workshop Appliances*, pag. 102. London, 1876.

(2) «*Journal of the Franklin Institute*», 1864, volume XLVII, pag. 344.

(3) Id., 1865, vol. XLIX, pag. 53.

(4) Id., 1887, vol. XCIII, pag. 265.

(1) *Proc. of the Inst. of Civil Engineers*, 1841, pag. 157.

lato dimostrava il vivo desiderio e il bisogno dei nostri costruttori di applicare il sistema metrico decimale alle viti, ci ha però, dall'altro lato, allontanati sempre più dallo scopo, anche più importante, della unificazione.

Quasi tutte le Compagnie delle strade ferrate usano sistemi metrici di viti speciali; spesso la medesima Compagnia adotta due o più sistemi differenti di viti. Lo stesso si dica dei grandi arsenali alla dipendenza dello Stato, per la Guerra e la Marina. E non solo questo, ma altresì moltissimi stabilimenti meccanici privati si sono creati la loro serie decimale, senza punto pensare a porsi d'accordo gli uni cogli altri.

A tutti questi sistemi *pratici*, si aggiungano quelli proposti da scienziati e da Associazioni tecniche, per tentare di addivenire ad una unificazione, e si potrà avere un'idea della confusione e della vera anarchia che regna oggidì in questo ramo della meccanica applicata. Sauvage (1) descrive ben 27 sistemi diversi di viti a base metrica, e credo che, completando l'elenco, si sorpasserebbe la cinquantina. Si noti poi che, causa al grande sviluppo assunto dalle industrie meccaniche, alla molteplicità dei centri industriali e al continuo scambio di prodotti, gli inconvenienti che si verificano ora sono molto maggiori di quelli che si erano prodotti in Inghilterra ai tempi del Whitworth (1841) o in America ai tempi di Sellers (1864), perchè le industrie erano allora meno sviluppate e, specialmente in America, erano, come oggidì, esercitate da pochi e grandi stabilimenti.

Si vede quindi quanto sia urgente di porre un termine a tale stato di cose e di addivenire alla unificazione almeno di questi organi elementari, che dobbiamo usare continuamente nella costruzione delle macchine.

Da molto tempo e direttori di industrie e scienziati hanno studiati e proposti sistemi metrici di viti. Fra i principali, ricordo l'Armengaud (1858), Redtembacher, Denis Poulot (1862), Bodmer, Ducommun e Steinlen (1873), Delisle (1873), Società degli Ingegneri di Saarbrück, Thury (1878), Reuleaux (1880), Bariquand e Marre, per tacere di molti altri.

Ma le proposte individuali ed isolate di tanti valenti scienziati e industriali, se hanno servito a preparare la strada ad ulteriori studi, non hanno però raggiunto il loro scopo. nè la cosa poteva andare altrimenti, poichè gli ostacoli che si debbono superare, per attuare la riforma della quale ci occupiamo, piuttostochè di indole tecnica, sono

(1) «*Èulletin de la Société d'Encouragement*», 1893, avril, pag. 134.

di natura economica e morale. La difficoltà vera non consiste tanto nello stabilire un buon sistema di viti, quanto nel farlo adottare e dai privati e dalle pubbliche Amministrazioni dei diversi Stati. Ora riesce quasi impossibile ad un individuo solo l'esercitare un'azione di tal genere; essa può soltanto venire tentata, con speranza di riuscita, da qualche grande Società, come avvenne pel sistema: del Sellers.

Soltanto da pochi anni la questione delle viti metriche si è posta sopra questa via, dacchè cioè tre delle più potenti Associazioni tecniche che vantano l'Europa, appartenenti a tre nazioni diverse, unitamente a molte altre minori, si sono accordate per stabilire un sistema unico di viti e raccomandarne l'adozione. Non è più l'opera individuale di qualche scienziato, ma l'azione collettiva di centinaia e migliaia di persone eminenti negli studi e nella pratica industriale, che nei principali paesi d'Europa raccomandano e patrocinano tutti concordemente la stessa cosa. Questo non può a meno che darci un buon affidamento di felice successo e incoraggiarci a concorrere con tutte le nostre forze alla buona riuscita dell'impresa.

La prima ad occuparsene è stata l'Associazione degli Ingegneri tedeschi, la quale ne ha fatto lunghi e profondi studi, fin dal 1873, nel quale anno l'ingegnere Delisle di Karlsruhe pose la questione dell'unificazione, illustrando con una sua Memoria, una serie di mastii e madre viti metriche della casa Ducommun e Steinlen che figuravano alla Esposizione internazionale di Vienna. Poscia egli stesso propose un suo sistema di viti, che poi modificò alquanto nel 1877. Molte altre proposte furono in seguito presentate all'Associazione e dagli Ingegneri di Saarbrück, e dal Reulaux e da altri. Finalmente dopo lunghe discussioni ed accurati studi teorici e pratici, nel 1888 l'Associazione approvò definitivamente come sistema da proporre per l'adozione, il secondo sistema di Delisle (1).

Nello stesso tempo i meccanici in fino, e gli elettrotecnici si misero d'accordo per adottare il tipo degli Ingegneri tedeschi, estendendolo convenientemente pei diametri piccoli. La Casa Reinecker di Chemnitz si incaricò di costruire le viti-campione, unitamente ad alcune serie di mastii e madre viti normali, destinate ad essere distribuite ai fabbricanti di macchine, acciocchè le sperimentassero.

L'Associazione si rivolse allora alle Amministrazioni ed agli Industriali tedeschi invitandoli

(1) «*Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure*», 1898, pag. 1367, e «*Procès-Verbal du Congrès international pour l'unification des filetages*», tenu à Zurieli le 3 et 4 oct, 1898, pag. 6 e seg.

ad adottare il nuovo sistema. Ma quasi tutti gli industriali risposero concordemente che non si sarebbero giammai decisi ad abbandonare il sistema Whitworth, se non per un sistema metrico che fosse adottato egualmente da tutte le altre nazioni. E fu questa una risposta saggia e provvidenziale, perchè se la Germania avesse adottato un suo speciale sistema di viti, e la Francia ne avesse adottato un altro, l'unificazione sarebbe poi riuscita impossibile, o almeno molto più difficile. Così l'Associazione fu obbligata a portare la questione nel suo vero campo, cioè nel campo internazionale; il che essa fece nell'Assemblea generale tenuta ad Aix-la-Chapelle nel 1895.

A tale scopo l'Associazione interpellò 18 Società di Ingegneri dell'Inghilterra, dell'America, della Russia, della Francia, dell'Austria-Ungheria, dell'Italia, del Belgio e della Svizzera, proponendo loro di stabilire un'intesa internazionale per unificare i sistemi di viti; e chiedendo quale unità di misura si sarebbe dovuto adottare per tale sistema unificato.

Tutte le Società risposero favorevolmente alla unificazione, fatta in base al sistema metrico decimale, ad eccezione delle Inglesi e Americane, che dichiararono di non sentirne il bisogno.

Fra le altre con tanto interesse si occupò della questione l'Unione degli Industriali meccanici svizzeri, che di buon grado l'Associazione degli Ingegneri tedeschi le cedette la direzione del movimento.

Contemporaneamente a questi studi, altri importantissimi se ne compivano in Francia, dove il sistema Whitworth ha sempre attecchito pochissimo. Una potente Associazione, la Società d'Incoraggiamento per l'Industria nazionale in Parigi, si è accinta all'ardua riforma, per opera specialmente del professore ingegnere Edoardo Sauvage, in seguito a proposta del quale nell'ottobre 1891, la Società incaricò una Commissione di studiare i mezzi più acconci per attuare la desiderata unificazione.

Nell'aprile 1893 la Commissione presentò alla Società il risultato dei suoi studi, in un dotto ed accurato rapporto dello stesso professore Sauvage, concludendo col proporre un nuovo sistema di viti. A tale proposta fu data una grande diffusione per tutta la Francia, dove essa trovò subito un'accoglienza delle più favorevoli.

In seguito però alla discussione che ne seguì ed alle obiezioni che furono da parecchi industriali mosse alla proposta, il prof. Sauvage si decise, nell'anno seguente 1894 a modificare alquanto la sua proposta, la quale così rimase definitivamente stabilita col nome di *Sistema unificato francese*. S. F. (1).

(1) « Bulletin de la Société d'Encouragement », 1894, pag. 145 e 311.

In breve tempo il sistema ha preso una grande estensione in Francia; lo hanno adottato, la Marina dello Stato (1895), le Fucine ed i Cantieri del Mediterraneo all'Hâvre ed a Marsiglia (1896), la maggior parte delle Compagnie delle Strade ferrate, moltissimi grandi stabilimenti privati, e fra gli altri ricordo quello di Schneider al Creusot, le Fucine e Acciaierie della Marina e delle Strade ferrate, la Compagnia delle Fucine di Chatillon e Commentry, la Società di costruzioni di Bati-gnolles, la Società dei generatori Niclausse, la Società delle officine e cantieri della Loira, la Compagnia generale degli automobili, Sautter Harlé e C., Nathan Bloch e molti altri (1).

Gli industriali francesi non hanno avuta la previdenza dei tedeschi, di portare la questione sul terreno internazionale; e questo è stato un male, perchè il sistema francese, per quanto buono e bene studiato, avrebbe potuto ricevere da un'ampia discussione internazionale quegli ultimi perfezionamenti e ritocchi, che si sono resi manifesti al Congresso di Zurigo e che non gli si sono potuti recare, perchè già adottato in Francia.

Fratanto il seguente fatto notevole ha spinto gli industriali a sollecitare la risoluzione del problema.

Nel programma della terza conferenza internazionale per le unità tecniche delle ferrovie, che si terrà prossimamente a Berna, il Consiglio federale svizzero ha fatto inscrivere (art. 11) il seguente tema « Designazione di un sistema di passi di viti, metriche da raccomandare pel materiale delle strade ferrate »; facendo seguire la sua proposta da considerazioni molto assennate (2).

Egli è evidente, come dice il Peters, che per gli ingegneri e per i fabbricanti di macchine, è del massimo interesse giungere ad una soluzione decisiva prima della conferenza di Berna, perchè le officine ferroviarie hanno esigenze e bisogni più particolari e meno vari, che non l'industria meccanica in genere. È quindi naturale il timore che le decisioni cui fosse pervenuta la conferenza delle strade ferrate, avrebbero potuto indurre l'industria meccanica ad adottare un sistema di viti non completamente rispondente alle sue svariate esigenze.

In seguito a questi fatti, e a questo stato di cose, l'Unione Svizzera degli Industriali meccanici riuniti a Zurigo il 2 marzo 1897 una prima Conferenza preparatoria, sotto la presidenza del colonnello P. E. Huber (3).

(1) « Procès-Verbal du Congrès de Zurich », 3 et 4 octobre 1898, pag. 11.

(2) « Bull. de la Soc. d'Enc. », 1897, pag. 856.

(3) A tale conferenza oltre i membri dell'Unione che l'ha provocata, presero parte: l'Unione Svizzera delle Strade ferrate; l'Unione Svizzera delle Strade ferrate secondarie;

In seguito ad un bellissimo rapporto dell'ingegnere Landolt (1) furono prese le seguenti risoluzioni:

1° La riunione riconosce la convenienza e la necessità di unificare su una base metrica, i sistemi di viti, come pure le staze pei fili, lamiere, ecc;

2° Essa nomina un Comitato esecutivo di 7 membri, incaricandolo di mettersi in relazione colle Associazioni francesi, tedesche ed inglesi, per ricercare i mezzi atti a raggiungere l'unificazione.

Il Comitato esecutivo (2) tenne un'altra seduta preliminare a Zurigo il 20 novembre 1897; alla quale presero parte anche i rappresentanti delle Associazioni fra gli Ingegneri tedeschi (3) e della Società d'Incoraggiamento di Parigi (4).

La riunione decise all'unanimità di convocare in Zurigo, pei giorni 3 e 4 ottobre 1898, un Congresso internazionale, e ne concretò il programma nei seguenti termini:

a) Forma del pane (troncatura o arrotondamento, loro dimensioni; angolo);

b) Diametro (gradazione, definizione; numero o diametro);

c) Passo (rapporto fra passo e diametro; scala continua o discontinua);

d) Gioco fra vite e dado (apertura delle chiavi, testa delle viti);

e) Sistema di misura (inglese o metrico).

In seguito, la riunione fece una discussione sommaria sopra ogni punto del programma; appiando molte divergenze di vedute che esistevano specialmente tra i Delegati francesi ed i tedeschi, e semplificando in tal modo grandemente il compito del futuro Congresso.

Al Congresso presero parte i rappresentanti di 12 Associazioni tecniche, delle quali una tedesca (« Verein deutschen Ingenieure »), due francesi (« Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale e Soc. des Ing. civils de France »), due

l'Unione Svizzera degli Ingegneri e Architetti; la Società degli antichi Allievi della Scuola Politecnica; l'Unione Elettrotecnica Svizzera. Inoltre erano presenti il prof. Tetmayer del Politecnico, l'ing. Landolt della Ditta Reishauer e l'ing. Bertschinger, ispettore delle Strade ferrate svizzere.

(1) « Bull. de la Soc. d'Enc. », 1897, pag. 849.

(2) Il Comitato esecutivo è composto di: P. E. Huber (fabbrica di Oerlikon); K. Landolt (fabbrica Reishauer); R. Weyermann (ferrovia Giura-Sempione); R. Escher (Politecnico); K. Sulzer (fratelli Sulzer); A. Stodola (Politecnico); Brown (Brown, Boveri e C.).

(3) Il Direttore dell'Associazione ing. Th. Peters di Berlino; l'ing. Delisle di Karlsruhe, e J. E. Reinecker di Chemnitz.

(4) Il prof. ing. E. Sauvage e l'ing. Linder di Parigi.

italiane (le Società degli Ingegneri di Torino e di Milano), una olandese e sei svizzere. Le Associazioni russe, inglesi e americane non hanno accettato l'invito. Così pure non si aveva nessun rappresentante ufficiale delle grandi Amministrazioni dei diversi Stati, nè delle Strade ferrate, perchè non invitati; essendo sembrato conveniente di non convocarli in modo ufficiale.

La nostra Società ha risposto al cortese invito nominando la speciale Commissione sopra ricordata. Questa si è accinta all'opera con amore, conscia della grande importanza che può avere la risoluzione di tale problema anche pel nostro Paese, nel quale, a un forte movimento di importazione, si va ora accoppiando un movimento ognor crescente di esportazione, anche nel ramo meccanico.

Per prima cosa la Commissione ha diramata una circolare ad oltre 60 fra i principali industriali italiani, invitandoli ad esporre il loro avviso sulle questioni da trattare al Congresso e sulla proposta unificazione.

Tutte le risposte sono state favorevoli all'idea della unificazione, e fanno plauso all'ardita iniziativa; il che dimostra come anche da noi si senta il bisogno di uscire dall'attuale stato di confusione, e tutto ci lascia sperare che si farà buon viso al nuovo sistema internazionale proposto.

Non appena poi le sono stati comunicati dal Comitato svizzero i sistemi presentati per essere sottoposti alle deliberazioni del Congresso, la Commissione ne ha fatto oggetto di accurato studio; e dopo ampia discussione, essa è stata condotta a concretare le proprie osservazioni formulando una proposta per un nuovo sistema di viti, che i vostri Delegati ingegneri Galassini e Zuppinger hanno presentato al Congresso.

E così i principali sistemi sottoposti alla discussione del Congresso si possono ridurre ai seguenti quattro: uno tedesco, dell'Associazione degli Ingegneri tedeschi (definito nel 1888); uno francese, della Società di Incorporamento di Parigi (unificato nel 1894); uno svizzero, del Comitato esecutivo per l'unificazione degli avvitamenti (1898); ed uno italiano della Società degli Ingegneri ed Architetti di Torino (1898).

Il Congresso, dopo maturo esame, considerando che il sistema francese risponde bene a tutti i bisogni dell'industria, che dal 1894 esso si è largamente diffuso in Francia, ottenendone la sanzione della pratica e che d'altra parte non si poteva supporre che i costruttori francesi sarebbero disposti ad abbandonarlo così presto, dopo averlo appena adottato, decise all'unanimità di voti, di prenderlo come base del nuovo sistema di viti, che venne denominato « Sistema Internazionale », apportandovi però alcune leggiere modificazioni, proposte dal Comitato svizzero.

Risolta per tal modo la questione principale, cioè quella che riguarda i diametri e la impanatura, il Congresso ha invitato le tre grandi Associazioni, svizzera, tedesca e francese, quivi convenute, a studiare e provocare un'intesa generale sopra alcune questioni secondarie, come l'apertura delle chiavi, l'altezza delle teste, dei dadi, ecc, le quali hanno pure in pratica una importanza non piccola.

Anche intorno a tali questioni la vostra Commissione ha mandato al Comitato di Zurigo alcune sue proposte concrete (Allegato 1°); e non appena sarà stata presa una deliberazione al riguardo, ci faremo premura di tenerne informata la nostra Società.

Ed ora è da sperare che il voto del Congresso sia accolto favorevolmente da industriali, da amministrazioni e da quanti desiderano fare uso di un sistema metrico di viti; in guisa da porre fine alla confusione che regna a questo riguardo nel mondo meccanico.

DESCRIZIONE DEI PRINCIPALI SISTEMI DI VITI.

Passando ora allo studio tecnico del problema, incominciamo dal richiamare, in modo sommario, la definizione dei principali sistemi di viti che sono in vigore oggidì e dei nuovi sistemi che sono stati presentati al Congresso; ne faremo in seguito la discussione.

Natura delle viti delle quali ci dobbiamo occupare. — Anzitutto però conviene far notare come le viti delle quali ci occupiamo ora, sono soltanto le così dette chiavarde o viti di unione; quelle viti cioè che servono a tenere saldamente unite fra loro due parti di una macchina; le quali di solito non si fanno una ad una quando se ne presenta il bisogno, ma vengono fabbricate in grandissimo numero da officine speciali, che le forniscono ai meccanici ed ai negozianti. Il loro diametro non scende sotto ai 3 o 4 mm.

Lo studio che ora stiamo per fare non riguarda quindi nè le viti per la meccanica di precisione, il cui diametro talora è di pochi decimi di millimetro e difficilmente sorpassa i 5 o 6 mm.; nè le viti pei tubi, nè quelle speciali, destinate a produrre movimenti di organi, come le viti dei torni, le viti micrometriche, le differenziali, ecc; nè tutte quelle che si fabbricano una ad una, per soddisfare a speciali esigenze della meccanica.

Gli elementi che servono a definire una vite sono tre:

1° La forma del pane, che ci è data da una sezione fatta in esso, con un piano passante per l'asse della vite;

2° Il diametro della vite, che, di solito, si misura sull'esterno del pane;

3° Il passo dell'avvitamento, che è comune a tutti i punti dell'elicoide.

Noti questi tre elementi per una data serie di viti, avremo definito ciò che si chiama un Sistema di viti. Premesso ciò descriviamo, il più concisamente che ci è possibile, i principali sistemi di viti ora in uso.

Sistema Whitworth (1). — Conviene naturalmente dare il primo posto al sistema inglese o di Whitworth, sia perchè è il più antico, sia perchè è il più diffuso; anzi il solo che sia usato, più o meno largamente, in tutto il mondo.

Il Whitworth è stato il primo a precisare la forma del pane; i pani di tutte le sue viti sono, come quelli di quasi tutti i sistemi ideati in seguito, figure geometricamente simili.

Essi si ricavano da un triangolo isoscele abc (Tav. IV, N° 1), la cui base ac è eguale al passo p dell'elica, e l'angolo in b è di 55° ; ne risulta l'altezza del triangolo $h_0 = 0,96 p$.

Il Whitworth però, a differenza di quanto si faceva al suo tempo, non usa l'intero triangolo abc come generatore del pane; ma ne taglia, per mezzo di due rette m ed n , parallele alle rette dei vertici $a c$, bb_1 due striscie larghe ognuna $1/6 h_0$.

La distanza fra queste due rette m ed n , che risulta $h = 2/3 h_0 = 0,64 p$, si prende come profondità del pane; talché i diametri esterno d e interno d_i della chiavarda si misurano a partire rispettivamente da m e da n . Un'altra particolarità caratteristica di questo sistema gli è che alla forma poligonale che risulterebbe da tale costruzione, il Whitworth ha sostituito una forma raccordata per mezzo di archi di circolo efg , lik . Lo stesso profilo serve tanto per la vite piena quanto per la vite cava, talché si suppone che il contatto avvenga su tutta la superficie del pane.

Il Whitworth è stato il primo a condannare i profili ad angoli acuti abc , quali sono bensì più semplici, ma, specialmente per le grosse viti, si guastano troppo facilmente in causa degli urti cui vanno soggette nel maneggiarle. In seguito, tutti i costruttori di viti hanno più o meno seguita la pratica inglese, di troncare cioè la punta dei triangoli primitivi.

Il Whitworth poi determinò il valore assoluto dei diametri d , e dei relativi passi p , senza fare uso di alcuna relazione algebrica e ne formò una tabella, analoga alla seguente:

(1) Il sistema Whitworth si trova descritto, nelle opere seguenti: *Proc. of the Inst. of Civil Engineers*, 1841, pag. 157; REULEAUX, *Le constructeur*, pag. 205, Paris, 1881, e in molte altre.

TABELLA I.

Dimensioni delle viti secondo il sistema Whitworth (1841 e 1857).

Vecchia scala (1841)	Nuova scala (1857)	Diametri in mm.	N° dei pani sul pollice 1"	Passo p mm.
d pollici	d pollici		P	
—	0,100	2,54	48	0,53
1/8	0,125	3,17	40	0,63
—	0,150	3,81	32	0,79
—	0,175	4,44	24	1,06
—	0,200	5,08	24	1,06
—	0,225	5,72	24	1,06
1/4	0,250	6,35	20	1,27
—	0,275	6,98	20	1,27
(5/16)	0,300	7,62	18	1,41
—	0,325	8,26	18	1,41
—	0,350	8,90	18	1,41
3/8	0,375	9,54	16	1,59
—	0,400	10,16	16	1,59
—	0,425	10,80	14	1,81
(7/16)	0,450	11,43	14	1,81
—	0,475	12,07	14	1,81
1/2	0,500	12,70	12	2,12
—	0,525	13,34	12	2,12
—	0,550	13,96	12	2,12
—	0,575	14,60	12	2,12
—	0,600	15,23	12	2,12
5/8	0,625	15,88	11	2,31
—	0,650	16,51	11	2,31
—	0,675	17,15	11	2,31
—	0,700	17,78	11	2,31
3/4	0,750	19,05	10	2,54
—	0,800	20,31	10	2,54
7/8	0,875	22,22	9	2,82
—	0,900	22,88	9	2,82
1	1,000	25,40	8	3,18
1 1/8	1,125	28,58	7	3,63
1 1/4	1,250	31,70	7	3,63
1 3/8	1,375	34,92	6	4,23
1 1/2	1,500	38,10	6	4,23
1 5/8	1,625	41,28	5	5,08
1 3/4	1,750	44,45	5	5,08
1 7/8	1,875	47,62	4 1/2	5,65
2	2,000	50,80	4 1/2	5,65
2 1/8	2,125	53,97	4 1/2	5,65
2 1/4	2,250	57,15	4	6,35
2 3/8	2,375	60,34	4	6,35
2 1/2	2,500	63,50	4	6,35
2 5/8	2,625	66,68	4	6,35
2 3/4	2,750	69,85	3 1/2	7,26
2 7/8	2,875	73,02	3 1/2	7,26
3	3,000	76,20	3 1/2	7,26
3 1/4	3,250	82,55	3 1/4	7,82
3 1/2	3,500	88,90	3 1/4	7,82
3 3/4	3,750	95,25	3	8,47
4	4,000	101,6	3	8,47
4 1/4	4,250	108,0	2 7/8	8,83
4 1/2	4,500	114,3	2 7/8	8,83
4 3/4	4,750	120,7	2 3/4	9,25
5	5,000	127,0	2 3/4	9,25
5 1/4	5,250	133,4	2 5/8	9,67
5 1/2	5,500	139,6	2 5/8	9,67
5 3/4	5,750	146,0	2 1/2	10,16
6	6,000	152,4	2 1/2	10,16

Le due prime colonne ci danno, espresso in pollici inglesi (mm. 25,40), il valore dei diametri della vecchia e della nuova scala; nella terza colonna se ne è segnato il corrispondente valore in millimetri; le ultime due colonne ci danno il reciproco del passo $1''/p$, cioè il numero dei pani esistenti sulla lunghezza di un pollice e il valore assoluto del passo espresso in millimetri. I due valori $5/16$ e $7/16$ si sono scritti fra parentesi perchè non corrispondono esattamente ai valori della seconda colonna.

Più chiaramente i due sistemi sono rappresentati dai diagrammi della Tav. I. Quello della fig. 1 si riferisce alla vecchia scala, in esso le ascisse rappresentano i diametri in grandezza naturale, e le ordinate i passi corrispondenti nella scala di 10 ad 1. La fig. 2 si riferisce al nuovo sistema e ne rappresenta, colle scale doppie del precedente, soltanto la serie di viti inferiori al pollice, poichè da 1" fino a 6" le due scale coincidono.

Nella vecchia scala i diametri, fatta eccezione al $5/16$ ed al $7/16$ vanno crescendo di ottavo in ottavo di pollice da $1/8$ sino a 3" pollici; poi progrediscono di quarto in quarto fino a 6" pollici.

Nello stabilire la nuova scala (1857), il Whitworth pensò di adottare il sistema decimale, per le variazioni dei diametri; ma, desiderando di conservare la progressione per ottavi e per quarti, sacrificando soltanto i sedicesimi, fu obbligato ad adottare il $1/40$ di pollice coi suoi multipli. Così la nuova scala incomincia coi $1/40 = 0,100$ e prosegue di quarantesimo in quarantesimo, salvo qualche lacuna negli ultimi valori, sino ad i'' pollice, proseguendo poi per ottavi e quindi per quarti, come la scala primitiva.

Sistema di viti degli Stati Uniti d'America o di Sellers. — Il Sellers, in seguito a ponderato esame critico del sistema del Whitworth (1), fu condotto a introdurre diverse modificazioni ed a cambiare notevolmente la forma del pane; la quale cosa costituisce la maggiore differenza fra i due sistemi.

Il profilo americano si ricava da un triangolo equilatero abc (Tav. IV, N° 2), avente i lati uguali al passo $ac = ab = p$. Ne risulta un angolo in b di 60° , e l'altezza del triangolo $h_0 = 13/15 p = 0,866p$. Anche il Sellers taglia con due rette m ed n , parallele alle rette dei vertici $a c$ e $b b_1$, due striscie, ma la loro larghezza è solo di $1/8 h_0$. Inoltre egli conserva al profilo la forma poligonale $efik$, che risulta da tale costruzione, senza arrotondare gli spigoli, come si fa nel sistema inglese. Anche qui lo stesso profilo serve per la vite piena come per la vite cava. Si avverta però che, nonostante

(1) « *Journal of the Franklin Institute* », 1864, volume XLVII, pag. 344.

la diversità di forma del profilo, la profondità del pane $h = \frac{3}{4} h_0 = 0,65 p$, risulta quasi esattamente uguale ad $h = 0,64 p$ che si ha nel sistema inglese.

Scelta poi una scala regolare di diametri, in perfetta armonia col sistema duodecimale inglese, il Sellers ha determinato il numero dei pani sul pollice colla seguente formola empirica:

$$n = \frac{16,64}{\sqrt{d - 2,909}} \quad (1)$$

nella quale d esprime il numero di sedicesimi di pollice nel diametro, più 10. I valori di n così ottenuti si arrotondano in più o in meno, in guisa da avere numeri tondi.

Trascrivo nella seguente tabella i valori scelti dal Sellers per i diametri ed i passi, colle riduzioni in millimetri. La terza colonna ci da i valori di $1''/p$ calcolati colla formola (1); la quarta ci dà i valori arrotondati e assunti dal Sellers.

TABELLA II

Dimensione delle viti nel sistema americano o di Sellers.

Diametro		N° dei pani sul pollice		Passo mill.
pollici	millim.	calcolato	adottato	
1/4	6,35	20	20	1,27
5/16	7,94	17,54	18	1,41
3/8	9,54	15,5	16	1,59
7/16	11,10	13,9	14	1,81
1/2	12,70	12,5	13	1,95
9/16	14,28	11,5	12	2,12
5/8	15,88	10,8	11	2,31
3/4	19,05	9,34	10	2,54
7/8	22,22	8,40	9	2,82
1	25,40	7,63	8	3,18
1 1/8	28,58	6,98	7	3,63
1 1/4	31,70	6,48	7	3,63
1 3/8	34,92	6,06	6	4,23
1 1/2	38,10	5,77	6	4,23
1 5/8	41,28	5,40	5 1/2	4,62
1 3/4	44,45	5,11	5	5,08
1 7/8	47,62	4,87	5	5,08
2	50,80	4,64	4 1/2	5,65
2 1/4	57,15	4,31	4 1/2	5,65
2 1/2	63,50	4,00	4	6,35
2 3/4	69,85	3,76	4	6,35
3	76,20	3,54	3 1/2	7,26
3 1/4	82,55	3,35	3 1/2	7,26
3 1/2	88,90	3,19	3 1/4	7,82
3 3/4	95,25	3,04	3	8,47
4	101,6	2,92	3	8,47
4 1/4	108,0	2,81	2 7/8	8,83
4 1/2	114,3	2,71	2 3/4	9,25
4 3/4	120,7	2,61	2 5/8	9,67
5	127,0	2,53	2 1/2	10,16
5 1/4	133,4	2,45	2 1/2	10,16
5 1/2	139,6	2,38	2 3/8	10,70
5 3/4	146,0	2,31	2 3/8	10,70
6	152,3	2,25	2 1/4	11,28

Il tracciato grafico del sistema americano ci è dato dalla Tav. I, fig. 3. La scala dei diametri procede per sedicesimi da $1/4$ sino a $5/8$, quindi per

ottavi fino a $2''$, e da ultimo per quarti, fino a $6''$ pollici. È una scala ben proporzionata e regolare.

Nel diagramma si sono indicate con un cerchio, le viti che hanno diametro e passo eguale a quelle di Whitworth; sono 20 sopra 34 che ne conta il sistema.

Ferrovie prussiane dello Stato. — Il sistema adottato da questa Società ci offre l'esempio di uno dei tanti compromessi che si sono fatti tra il sistema inglese ed il decimale. È un sistema misto, perchè la parte impanata è fatta secondo le regole di Whitworth, colle misure inglesi, laddove le dimensioni della parte liscia del gambo, della testa, del dado, ecc. sono determinate in millimetri. Nella seguente tabella sono trascritti gli elementi riguardanti la parte impanata delle viti.

TABELLA III

Tipi normali delle Ferrovie prussiane dello Stato.

Numero d'ordine della vite	Diametro del gambo		Diametro dell'avvitamento misurato sul pane		Numero dei pani per pollice inglese di lunghezza
	tornito millimetri	non tornito millimetri	pollici inglesi	milli- metri	
3	10	10	3/8	9,52	16
4	13	13	1/2	12,70	12
5	16	16	5/8	15,87	11
6	19	19	3/4	19,05	10
7	23	23	7/8	22,22	9
8	26	26	1	25,40	8
9	29	30	1 1/8	28,57	7
10	32	33	1 1/4	31,75	7
11	35	36	1 3/8	34,92	6
12	39	40	1 1/2	38,10	6
13	42	43	1 5/8	41,27	5
14	45	46	1 3/4	44,45	5
15	48	50	1 7/8	47,63	4 1/2

Sistema Thury. — Incominciamo la rassegna dei sistemi metrici, facendo un cenno del procedimento seguito dal Thury (1) nello studiare, per incarico della Società delle Arti di Ginevra, una serie di piccole viti, dette da orologiai; la quale serie, proposta nel 1878, si è ora diffusa ed è divenuta d'uso generale, non solo sul Continente, ma dal 1882 in poi, anche in Inghilterra, sebbene sia basata sulle misure metriche.

Ne facciamo parola anche perchè il Thury ha proposto di adottare lo stesso procedimento anche alla determinazione delle così dette viti di unione o meccaniche, come diremo.

(1) THURY, *Système des vis horlogères*. Genève, 1878. — *Notice sur le système des vis de la filière suisse* (1880).

Viti da orologiai. — Il pane ha una forma tutt'affatto speciale, perchè deve essere fabbricato con madre viti e mastii così detti forzati, i quali cioè non agiscono per taglio, ma per compressione.

Il pane (Tav. IV, N° 14) ha una profondità $h = \frac{3}{5} p$, detto p il passo della vite; esso presenta due grandi arrotondamenti: quello esterno ha un raggio $r = \frac{1}{6} p$, quello interno $r_1 = \frac{6}{5} p$.

Nello stabilire il valore dei diametri e dei passi il Thury si è imposta una legge matematica rigorosa. Egli determina dapprima la serie dei passi, per dedurne poi la corrispondente serie di diametri.

Ogni passo si deduce dal precedente, moltiplicandolo per una costante C . Cosicché, assunto ad arbitrio un primo passo p_0 , ogni altro si determina colla relazione $p = p_0 C^n$, dove n esprime il numero della vite.

I diametri d si ricavano per mezzo della relazione:

$$d = Mp^k$$

dove M e k sono due costanti. Nel sistema per viti da orologeria si è assunto $p_0 = 1$ mm. e le costanti hanno questi valori:

$$C = 0,9 \quad , \quad M = 6 \quad , \quad k = 6/5;$$

talchè le due relazioni ora dette divengono:

$$p = 0,9^n \quad , \quad d = 6p^{6/5} \quad (2)$$

I valori di p e d però si arrotondano, e non si conservano che due cifre caratteristiche. Le viti sono designate col numero n , che va crescendo col diminuire del diametro.

TABELLA IV

Viti per orologiai, sistema Thury (1878).

N° della vite	Passo mm.	Diametro mm.	N° della vite	Passo mm.	Diametro mm.
0	1	6,0	13	0,25	1,2
1	0,9	5,3	14	0,23	1,0
2	0,81	4,7	15	0,21	0,9
3	0,73	4,1	16	0,19	0,79
4	0,66	3,6	17	0,17	0,70
5	0,59	3,2	18	0,15	0,62
6	0,53	2,8	19	0,14	0,54
7	0,48	2,5	20	0,12	0,48
8	0,43	2,2	21	0,11	0,42
9	0,39	1,9	22	0,098	0,37
10	0,35	1,7	23	0,089	0,33
11	0,31	1,5	24	0,080	0,29
12	0,28	1,18	25	0,072	0,25

Viti d'unione. — Il Thury propose di applicare le stesse formole (2) anche alle viti di diametro superiore a 6 mm.; e, dando ad n un valore negativo, ha ottenuto la seguente serie di 21 numeri di viti, crescenti da 6 a 75 mm.

TABELLA V

Viti d'unione, sistema Thury (1878).

N° della vite	Passo mm.	Diametro mm.	N° della vite	Passo mm.	Diametro mm.
0	1	6	11	3,2	24
1	1,1	6,8	12	3,5	27
2	1,2	7,7	13	4,0	31
3	1,4	8,8	14	4,4	35
4	1,5	10	15	4,9	40
5	1,7	11	16	5,4	45
6	1,9	13	17	6,0	51,5
7	2,1	15	18	6,7	58
8	2,3	17	19	7,4	66
9	2,6	19	20	8,2	75
10	2,9	21			

Questo sistema è rappresentato graficamente nel diagramma della fig. 4 (Tav. I).

Sistema Armengaud. — È uno dei primi sistemi metrici proposti, poiché risale al 1860 circa, ma non credo sia mai stato messo in pratica. Il pane ha la stessa forma del Whitworth. Il passo p si deduce dal diametro d per mezzo della seguente relazione algebrica:

$$p = 0,08d + 1,$$

dove tutte le quantità sono espresse in millimetri.

Le dimensioni assunte sono le seguenti:

TABELLA VI

Viti d'unione secondo il sistema di Armengaud (1860).

Diametro d mm.	Passo p mm.	Diametro d mm.	Passo p mm.
5	1,4	35	3,8
7,5	1,6	40	4,2
10	1,8	45	4,6
12,5	2,0	50	5,0
15	2,2	55	5,4
17,5	2,4	60	5,8
20	2,6	65	6,2
22,5	2,8	70	6,6
25	3,0	75	7,0
30	3,4	80	7,4

Il diagramma dei passi si riduce ad una sola linea retta, come appare dal tracciato grafico della Tav. I, fig. 5.

Sistema di Denis Poulot. — Nel 1862 (1) il Poulot propose un suo sistema di viti, che denominò *passo francese*.

(1) « *Annuaire de la Société des Anciens Élèves des Écoles d'Arts et Métiers* », 1862, pag. 303.

Il profilo ha per base un triangolo equilatero (Tav. IV, N° 5) con troncature di $\frac{1}{20}$ arrotondate. La profondità del pane risulta:

$$h = 0,9 h_0 = 0,78 p.$$

I diametri ed i passi scelti sono quelli trascritti nella seguente tabella e nel diagramma della Tavola I, fig. 6.

Passo p mm.	1,5	per i diametri d mm.	7	8	9	10
» » 1,75	»	»	11	12	13	14
» » 2	»	»	15	16	17	18 19
» » 2,5	»	»	20	21	22	23
» » 3	»	»	24	25	26	27 28
» » 3,5	»	»	29	30	31	32
» » 4	»	»	33	34	35	36 37 38
» » 4,5	»	»	39	40		

È caratteristico il fatto della scala dei passi a gradini uguali, di mezzo in mezzo millimetro, salvo il primo che è dimezzato.

Sistema della Marina francese (1). — Il profilo usato dalla Marina dello Stato è esattamente uguale a quello del Sellers; ha cioè l'angolo di 60° , con troncatura di $\frac{1}{8} h_0$ dell'altezza, senza arrotondamenti (Tavola IV, N° 2).

La serie dei diametri e dei passi ci è data dalla seguente tabella. Si avverta però che i diametri, anziché essere misurati sulla sommità del pane ik sono misurati a partire dalla retta bb_1 dei vertici ideali dei triangoli generatori abc (Tav. IV, N° 2); e si suppone che tale sia il valore reale del gambo liscio della chiavarda.

TABELLA VII.

Sistema di viti della Marina francese.

Numero della vite	Diametro d mm.	Passo p mm.	Numero della vite	Diametro d mm.	Passo p mm.
—	6	1	7	48	4
—	8	1	8	52	5
—	10	1	9	56	5
—	12	1,5	10	60	5
—	14	1,5	11	64	5
—	16	2	12	68	5
—	18	2	13	72	6
—	20	2,5	14	76	6
1	24	3	15	80	6
2	28	3,5	16	84	6
3	32	4	17	88	6
4	36	4	18	92	6
5	40	4	19	96	6
6	44	4	20	100	6

La Tav. I, fig. 7, ci dà il tracciato grafico della tabella precedente. È uno dei sistemi più poveri

(1) Vedi « Bulletin officiai de la Marine, 1856-61-63-67. — « Mémorial du Génie maritime », 1885 e 1887.

di passi, poichè tre soli di essi (4, 5 e 6) servono ben 18 diametri! Esempio che non si riscontra in nessun altro sistema.

Sistemi delle Ferrovie francesi. — Le Strade ferrate francesi ci offrono una molteplicità grandissima di sistemi di viti; il Sauvage (opera citata) ne descrive dieci, tutti differenti uno dall'altro; e questo ci dimostra all'evidenza come, non diversità di esigenze tecniche, ma solo la mancanza di un accordo, ha fatto nascere tanta varietà di sistemi.

Mi limiterò a presentare i tracciati grafici dei principali sistemi nella Tavola II, fig. 8 a 12; col-l'indicazione dei diametri e dei passi adottati da ogni Compagnia; e ad accennare alle più notevoli particolarità dei diversi profili.

Le Compagnie delle *Strade ferrate del Nord* e quelle *d'Orléans* usano un profilo desunto dal triangolo abc isoscele (Tav. IV, N° 6), avente l'altezza uguale alla base $h_0 = p$, con troncature di $\frac{1}{8} p$ arrotondate; ne risulta l'angolo in b di $53^\circ 8'$.

Le *Ferrovie dello Stato e quelle dell'Ovest* usano (pel materiale stradale) un profilo analogo, ma con troncature arrotondate meno forti (Tav. IV, N° 7) uguali soltanto a $0,075 p$; talchè la profondità del pane risulta maggiore, cioè di $0,85 p$.

Per di più la stessa *Ferrovia dell'Ovest* si serve del profilo ora detto, solo pel materiale stradale, laddove pel materiale mobile usa il profilo della *Ferrovia del Mezzogiorno*. Il triangolo isoscele abc generatore di tale profilo (Tav. IV, N° 8), ha un'altezza molto forte, essendo $h_0 = 1,25p$; le troncature arrotondate sono di $0,2p$, e la profondità del pane risulta $h = 0,85 p$. L'angolo in b è di $43^\circ 36'$, ed è uno dei più acuti.

Esso è superato soltanto da quello della *Ferrovia Parigi-Lione al Mediterraneo* (P.-L.-M.), dove il triangolo generatore abc (Tav. IV, N° 9) ha un'altezza $h = 1,5p$; le troncature arrotondate sono larghe $0,25 p$, e la profondità del pane h uguaglia il valore del passo, $h = p$. Ne risulta l'angolo in b appena di $36^\circ 52'$. È l'angolo più acuto e il pane più profondo che io conosca.

Le *Ferrovie dell'Est* poi fanno uso di tre diversi sistemi di viti. Per le vetture ed i carri, adottano il profilo della Compagnia del Mezzodi (Tav. IV, N° 8). Pel materiale stradale non è prescritta alcuna forma di pane. Laddove per le macchine usano un profilo nel quale la profondità del pane h è uguale al passo p diminuito della quantità costante di mezzo millimetro, $h = p - 0,5$. Ne viene questa anomalia che i pani delle diverse viti non sono figure simili; il quale inconveniente si riscontrava altresì nella serie di viti della Compagnia d'Orléans, che poi è stato modificato, or non ha molto, dal Polonceau.

Ogni Compagnia poi adotta, come si è detto, serie di diametri e di passi diversi l'uno dall'altro, anche quando fa uso dello stesso profilo, come risulta dai diagrammi rappresentati nella Tav. II, fig. 8 a 12.

Si noti come anche in questi sistemi si dia la massima importanza ad ottenere regolare la scala dei passi, la quale in tutti procede per gradini uguali di mezzo in mezzo millimetro, salvo qualche eccezione pei passi più piccoli.

Sistema lombardo. — Presso la Società delle Strade Ferrate Italiane (Rete Mediterranea) si usa largamente il sistema inglese; ma si impiega anche qualche sistema metrico; e già da molto tempo è in vigore il così detto *Sistema lombardo*, nel quale si trovano buoni elementi.

Il profilo si deduce dal triangolo equilatero abc (Tav. IV, N° 10); le troncature arrotondate hanno un'altezza di $\frac{1}{15} h_0 = 0,058 p$, e la profondità del pane risulta quindi di $h = \frac{13}{15} h_0 = 0,75 p$.

TABELLA VII.

Sistema lombardo di riti.

N° del tipo	Diametro mm.	Passo min.	N° del tipo	Diametro mm.	Passo mm.
—	50	4	24	23	2,5
—	45	4	25	20	2; 2,5
18	40	4	26	18	2
19	35	3,5	27	15	2
20	32	3,5	28	12	1,5
21	80	3; 3,5	29	10	1,5
22	28	3	30	8	1
23	25	3			

La serie dei diametri coincide esattamente con quella francese della ferrovia P.-L.-M., senonchè è più ristretta, mancando dei primi tre e dell'ultimo diametro. I passi crescono pure a gradini regolari di mezzo in mezzo millimetro; inoltre per le viti di 20 e di 30 si possono indifferentemente usare i passi di mm. 2 e 3, ovvero di mm. 2,5 e 3,5. Le viti sono designate con un numero che va crescendo col diminuire del diametro.

La Tav. II, fig. 13, ci dà il tracciato grafico corrispondente alla tabella.

Sistema Bariquand e Marre. — L'ing. Marre, il quale con tanto amore ha studiata la questione dell'impanatura delle viti, e che ha così largamente contribuito alla buona riuscita del nuovo sistema proposto dal Congresso, già da molti anni ha adottato nelle sue officine uno speciale sistema di viti molto razionale.

Giustamente preoccupato della difficoltà grandissima che si incontra nel conservare la costanza

del profilo delle viti, la quale sola permette di realizzare la intercambiabilità dei pezzi, il Marre ha stabilito con precisione matematica il procedimento che si deve seguire nella costruzione delle viti e dei mastii sul tornio, rendendo quasi indipendente l'esattezza della costruzione dalla abilità dell'operaio che fa il lavoro.

In primo luogo egli fa uso di un utensile a profilo invariabile, cioè di un'asticella d'acciaio U (Tav. IV, fig. 34), avente per sezione un triangolo equilatero; la quale forma è una delle più facili da riprodurre e da verificare. Tale asticella è tagliata alla sommità con un piano d'arrotatura ac , che forma collo spigolo ab l'angolo $b \hat{a} c = 75^\circ$, cosa facilissima da riprodurre colla mola. L'asticella U poi si assicura alla testa Tv di un braccio porta - utensile Rs , girevole nel manicotto M , in guisaché lo spigolo ab faccia un angolo $t \hat{a} b = 15^\circ$ colla tangente at all'elica interna del pane. In tale posizione l'utensile U presenta la voluta spoglia in tutti i sensi e intaglia nettamente il pane.

Lo spigolo ab però non è vivo ma leggermente smussato con un piano; l'altezza di tale smussatura è di 5 centesimi di millimetro per tutte le viti da 1 fino a 20 mm. di diametro; ed è di 1 decimo di millim. per le viti da 20 a 40 millim. di diametro; così con due soli utensili U si fa tutta la serie delle viti da 1 a 40 millim. di diametro.

Con un utensile U di tal forma, e usato in tale posizione, si ottiene un angolo nel pane non di 60° , ma alquanto minore; cioè di $58^\circ 17',7$. Ma ciò ha puramente un interesse di curiosità, perchè l'operaio non deve preoccuparsi che dell'esattezza della forma e della posizione dell'utensile U.

La serie dei passi adottata è una delle più fine, la quale però ben si conviene alla meccanica di alta precisione che si eseguisce in quel rinomato Stabilimento. Ecco i valori assunti:

Passo p mm.	0,5	pei diametri d mm.	2	2,5
» » 0,6	»	»	3	3,5
» » 0,75	»	»	4	4,5 5
» » 0,875	»	»	6	
» » 1	»	»	7	8
» » 1,25	»	»	9	10
» » 1,50	»	»	11	12 13
» » 1,75	»	»	14	15 16
» » 2	»	»	18	20
» » 2,5	»	»	22	25
» » 3	»	»	28	30
» » 3,5	»	»	35	
» » 4	»	»	40	

Il tracciato grafico corrispondente ci è dato dalla fig. 14 della Tav. II

Sistema Bodmer. — È anche questo uno dei sistemi più antichi, ed è usato fin dal 1861 dalla Casa Reishauer di Zurigo. Secondo la Memoria del-

l'ing. Landolt (1), presidente della stessa Casa, gli elementi caratteristici di tale sistema sono i seguenti:

Il profilo (Tav. IV, N° 11) si ricava da un triangolo isoscele coll'angolo in b di 50° ; le troncature sono arrotondate e valgono $\frac{1}{6}$ dell'altezza h_0 ; la altezza del triangolo primitivo abc risulta circa di $1,072 p = h_0$; e la profondità del pane $h=0,715 p$.

La seguente tabella e il tracciato grafico corrispondente (Tav. II, fig. 15) ci danno la serie dei diametri e dei passi adottati. Si avverta che il Bodmer è uno dei pochi che segue il sistema inglese, di stabilire cioè il numero dei pani sopra una lunghezza di 25 mm., anziché dare direttamente il valore del passo; con questo i valori dei passi risultano espressi da numeri i quali, anche arrotondati, contengono frazioni al centesimo ed oltre di millimetro.

TABELLA IX.

Viti d'unione, sistema Bodmer (1861).

Diametro min.	N° dei pani su 25mm.	Passo mm.	Diametro mm.	N° dei pani su 25mm.	Passo mm.
3	40	0,625	18	12,5	2,0
4	35	0,71	20	10	2,5
5	30	0,83	22	10	2,5
6	30	0,83	24	9	2,77
7	25	1	26	9	2,77
8	25	1	28	8	3,125
9	20	1,25	30	8	3,125
10	20	1,25	32	7	3,59
11	20	1,25	34	7	3,59
12	17	1,47	38	6	4,16
13	17	1,47	42	6	4,16
14	14,5	1,73	46	5	5,0
15	14,5	1,73	50	5	5,0
16	12,5	2,0			

Sistema dell'Artiglieria francese. — Il seguente sistema, da applicare pel materiale dell'artiglieria francese, è stato definito nel 1891.

Il profilo è derivato da un triangolo isoscele abc (Tav. IV, N° 12), la cui altezza h_0 è eguale al passo p , e l'angolo in b risulta quindi di $53^\circ 8'$. È il triangolo usato nel sistema tedesco, del quale diremo. Vi ha però questo di notevole, che il profilo è terminato da due troncature rettilinee (alla Sellers), ma diseguali fra loro; poichè si, toglie $0,1 h_0$ presso la punta, e $0,05 h_0$ dell'altezza, al fondo del pane. Ne risulta che i profili del pane e del verme sono diversi, e che rimane un piccolo vano largo $0,05 h_0$ fra la punta dell'uno e il fondo dell'altro.

I passi crescono, secondo il sistema francese, regolarmente di mezzo in mezzo millimetro, e si

(1) *L'unification des filetages à l'étranger*, « Bulletin de la Société d'Encouragement », 1897, pag. 851.

hanno le seguenti tre relazioni, che legano fra loro i passi e i diametri principali:

$$p = 0,125 d \quad \text{per } d = 4, 8, 12, 16, 20 \text{ mm.}$$

$$p = 0,1 d + 0,5 \quad \text{» } d = 20, 25, 35, 40, 45 \text{ »}$$

$$p = 0,05 d + 2,75 \quad \text{» } d = 45, 55, 65, 75 \text{ »}$$

Pei diametri intermedi, se essi sono inferiori ai 40 mm., come 10, 14, 18, ecc, si usa il passo del diametro immediatamente superiore; se essi superano i 40 mm., si usa il passo della vite immediatamente inferiore.

TABELLA X.

Serie normale di riti dell'Artiglieria francese (1891).

Diametro mm.	Passo mm.	Diametro mm.	Passo mm.
4	0,5	29	3
8	1	30	3,5
10	1,5	35	4
12	1,5	40	4,5
14	2	45	5
16	2	55	5,5
18	2,5	65	6
20	2,5	75	6,5
22	3		

La fig. 16 della Tav. II ci dà il tracciato grafico corrispondente.

Sistema del Ministero Italiano, per i materiali di Artiglieria e Genio. — Tutti gli stabilimenti militari d'Italia usano, fin dal 1878, un sistema unico di viti per i materiali di artiglieria e genio, laddove pel macchinario delle officine adottano il Whitworth.

Il sistema prescritto (1) è a base metrica: ha però un profilo quasi eguale al Whitworth, cioè coll'angolo di 55° e smussature arrotondate; se non che la profondità del pane, anziché essere $h=0,64 p$, come nel Whitworth (Tav. IV, N° 1), si fa $h = \frac{19}{30} p = 0,633... p$.

I diametri e i passi sono legati fra loro dalle seguenti 8 relazioni:

$$p = 0,08 + 0,25 \text{ per } d = 5 \text{ mm.}$$

$$\text{» } + 0,3 \quad \text{» } = 6 \text{ »}$$

$$\text{» } + 0,4 \quad \text{» } = 7 \text{ »}$$

$$\text{» } + 0,5 \quad \text{» } = 8 \text{ »}$$

$$\text{» } + 0,6 \quad \text{» } = 9 \text{ »}$$

$$\text{» } + 0,7 \quad \text{» } = 10 \text{ »}$$

$$\text{» } + 0,8 \quad \text{» } = 11 \text{ »}$$

$$\text{» } + 1,0 \quad \text{» } = 13 \text{ » ed oltre.}$$

(1) « *Giornale d'Artiglieria e Genio* », 1878. — « *Testo-atlante del Materiale d'artiglieria* », 1882, pagina 9 e seguenti.

TABELLA XI.

Avvitamenti pei materiali d'Artiglieria e Genio (Governio Italiano).

Diametro esterno d mm.	Passo P mm.	Profondità del pane h mm.	Diametro al fondo del pane d_1 mm.
5	0,6	0,4	4,2
6	0,8	0,5	5,0
7	1,0	0,6	5,8
8	1,1	0,7	6,6
9	1,3	0,8	7,4
10	1,5	0,9	8,2
11	1,7	1,1	8,8
13	2,0	1,3	10,4
15	2,2	1,4	12,2
16	2,3	1,4	13,2
18	2,4	1,5	15,0
20	2,6	1,6	16,8
22	2,8	1,8	18,4
25	3,0	1,9	21,2
30	3,4	2,2	25,6
35	3,8	2,4	30,2
40	4,2	2,7	34,6
50	5,0	3,2	43,6
60	5,8	3,7	52,6
70	6,6	4,2	61,6
80	7,4	4,7	70,6

Si noti che le varie dimensioni delle chiavarde notate nella tabella, sono state calcolate con due cifre decimali, e che di queste è stata conservata soltanto la prima, dopo averla corretta.

Da ciò risulta l'andamento irregolare del sistema, quale si riscontra meglio nel tracciato grafico della fig. 17, Tav. II.

Sistema Ducommun e Steinlen. — Questa importante Casa costruttrice di Mulhouse già verso il 1870, aveva adottato nelle sue officine uno speciale sistema di viti, che il signor Steinlen presentò poi nel 1873 alla Società industriale di Mulhouse (1), e fu da questa raccomandato per la adozione, ai meccanici. I campioni di tali viti figuravano alla Esposizione mondiale di Vienna del 1873 e fornirono occasione all'ing. Delisle di occuparsi della questione e di iniziare così gli accurati e pazienti studi degli Ingegneri tedeschi su tale argomento.

Descriveremo ora il sistema, quale è risultato dopo le ultime leggiere modificazioni apportategli dalla Casa stessa.

Il profilo si deduce (Tav. IV, N° 13) da un triangolo equilatero abc con una troncatura di $0,1p$, arrotondata con archi di circolo di raggio eguale ad $r = 0,1 p$. È una buona combinazione delle due forme del Whitworth e del Sellers.

(1) « *Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse* », 1873, pag. 444.

La serie dei diametri e dei passi ci è data dalla seguente tabella e dal tracciato grafico corrispondente (Tavola II, fig. 18).

TABELLA XII.

Sistema di viti di Ducommun e Steinlen (1873).

Diametri mm.	Passi mm.	Diametri mm.	Passi mm.
3	0,5	28	3
4	0,75	30	3,5
5	0,75	33	3,5
6	1,0	35	4
7	1,25	38	4
8	1,25	40	4
9	1,50	43	4,5
10	1,50	45	4,5
11	1,75	48	5
12	1,75	50	5
13	2	55	5
15	2	60	6
18	2,5	65	6
20	2,5	70	7
23	3	75	7
25	3	80	7

Si avverta che i passi formano una scala regolare con gradini crescenti, di 0,25, poi di 0,5, e per ultimo di 1 millimetro.

Sistema di Kreuzberger. — Il sistema definito e usato dal Kreuzberger fin dal 1876 nelle officine d'artiglieria a Puteaux, in Francia, ha un profilo esattamente eguale a quello del Sellers (Tav. IV, N° 2).

L'autore stabilisce una serie di 40 viti; coll'intervallo di 1 mill. dal diametro di 6 a 10 mm., e di 2 mm. da 10 sino a 80 mm. Inoltre assume la seguente semplicissima relazione lineare:

$$p=0,1d + 0,4$$

fra i valori dei diametri e dei passi corrispondenti. Cosicché il diagramma (Tav. II, fig. 24) si riduce ad una linea retta. Però, giunto al valore $d = 58$ mm., egli deve abbandonare la progressione continua, che lo porterebbe troppo alto, e procede per gradini regolari di due diametri per ogni passo, conservando la stessa equidistanza 0,2 mm. fra i valori successivi dei passi.

Passiamo ora a descrivere i sistemi che sono stati studiati non da industriali o da grandi Amministrazioni per i loro bisogni particolari, ma da Scienziati o da Associazioni, collo scopo di giungere alla unificazione, e diciamo specialmente di quelli che sono stati sottoposti alle discussioni del Congresso di Zurigo.

Sistema di Delisle I° (1873) e II° (1877). — Sono questi i primi studi presentati alla Associazione degli Ingegneri Tedeschi nel 1873 e nel 1877. Nel primo sistema il Delisle ha adottato esattamente il profilo del Sellers, laddove nel secondo sistema egli propose, e credo per primo, il profilo ricavato da un triangolo isoscele iscritto in un quadrato, avente, cioè, la base eguale all'altezza $h_0 = p$ (Tav. IV, N° 4) e troncature rettilinee di $1/8 h_0$.

La serie dei diametri scelti e dei passi corrispondenti ci è data dalla seguente tabella e dai diagrammi grafici, sovrapposti, della Tavola II, fig. 19-20.

TABELLA XIII.

Sistema di Delisle I° e II°, e degli Ingegneri di Saarbrück.

Diametri mm.	Passi mm.		
	Delisle I	Delisle II	Saarbrück
4	0,8	—	—
5	1,0	—	—
6	1,2	1,0	1,0
7	1,4	—	1,2
8	1,6	1,2	1,4
10	1,8	1,4	1,6
12	2,0	1,6	1,8
14	2,2	1,8	2,0
16	2,4	2,0	2,2
18	2,6	2,2	2,4
20	2,8	2,4	2,6
22	—	—	2,8
24	3,2	2,8	3,0
26	—	—	3,2
28	3,6	3,2	3,6
32	4,0	3,6	4,0
36	4,4	4,0	4,4
40	4,8	4,4	4,8
48	5,2	4,8	5,4
56	5,6	5,2	6,0
64	6,0	5,6	6,6
72	6,4	6,0	7,2
80	6,8	6,4	7,8

I valori di p e d dei due sistemi di Delisle sono legati fra loro dalle seguenti relazioni lineari:

Delisle I°

$$p = 0,2 d \quad \text{per } d = 4 \text{ sino a } d = 8$$

$$p = 0,8 + 0,1 d \quad \text{» } d = 8 \quad \text{» } d = 40$$

$$p = 2,8 + 0,05 d \quad \text{» } d = 40 \quad \text{» } d = 80$$

Delisle II°

$$p = 0,4 + 0,1 d \quad \text{per } d = 6 \text{ sino a } d = 40$$

$$p = 2,4 + 0,05 d \quad \text{» } d = 40 \quad \text{» } d = 80$$

Inoltre si prevede il caso di dovere interpolare qualche diametro, e allora, nel primo sistema, si assegna a tali viti il passo della vite immediatamente inferiore, nel secondo sistema si dà loro il passo della vite superiore.

Sistema degli Ingegneri di Saarbrück. — È anche questa una delle tante proposte presentate all'Associazione degli Ingegneri Tedeschi. Il profilo del pane è eguale a quello di Sellers, la serie dei diametri e dei passi scelti è registrata nella tabella precedente e nel diagramma della fig. 21, Tavola II.

Tale diagramma risulta formato di cinque rette e presenta un brusco salto fra i diametri 26 e 28, causato dal fatto che si sono voluti tenere gli avvitiamenti delle viti piccole, alquanto più fini di quelli delle viti grosse.

In questo sistema non si prevede il caso di fare interpolazioni.

Sistema Reuleaux. — Il sistema proposto da questo illustre scienziato ha molta analogia coi tre precedenti, ma, a mio modo di vedere, ne segna un visibile perfezionamento.

Il profilo è eguale a quello di Delisle II° (Tavola IV, N° 4), I diametri degradano molto razionalmente e con grande regolarità. Per ogni diametro d si determina il passo corrispondente p colle seguenti due formole:

$$p = 0,4 + 0,1 d \quad \text{per } d = 4 \text{ sino a } d = 40 \text{ mm.}$$

$$p = 2 + 0,06 d \quad \text{» } d = 40 \quad \text{» } d = 80 \quad \text{» e oltre.}$$

I valori assunti risultano dalla seguente tabella e dal diagramma corrispondente (Tav. II, fig. 22).

TABELLA XIV.

Sistema Reuleaux.

Diametri d mm.	Passi p mm.	Diametri d mm.	Passi p mm.
4	0,8	24	2,8
5	0,9	26	3,0
6	1,0	28	3,2
7	1,1	30	3,4
8	1,2	32	3,6
9	1,3	36	4,0
10	1,4	40	4,4
12	1,6	45	4,7
14	1,8	50	5,0
16	2,0	60	5,6
18	2,2	70	6,2
20	2,4	80	6,8
22	2,6		

La scala dei passi è continua, cioè ad ogni diametro corrisponde il suo passo speciale.

In grazia della bontà della scala adottata per i diametri, non si prevede che si debbano fare interpolazioni.

Tutti quattro questi sistemi ci presentano i caratteri della chiarezza, della semplicità e della regolarità, necessari per poter essere adottati come sistemi unificati. Le relazioni algebriche sono sem-

plicissime e ci danno i valori esatti dei passi, senza bisogno di arrotondarli.

E se questi sistemi sono suscettibili di ulteriori perfezionamenti, si mostrano però di gran lunga superiori a tutti quelli esaminati finora. Il merito principale di queste proposte sta nell'aver messa la questione sulla buona via, che, giova sperare, ci condurrà in porto.

Sistema dell'Associazione degli Ingegneri Tedeschi (1888); e della Società fra Meccanici in fino ed Ottici. — Senza dilungarci oltre a parlare delle varie proposte presentate all'Associazione degli Ingegneri Tedeschi, diciamo del sistema approvato dall'Associazione stessa nel 1888. Esso non è altro che il sistema Delisle II°, coll'aggiunta di alcuni diametri.

Il profilo ci è dato da un triangolo abc inscritto in un quadrato $aefc$ (Tav. IV, N° 4), con troncature di $1/8 p$ non arrotondate, alla Sellers. L'altezza del triangolo risulta quindi eguale al passo $h_0 = p$ e la profondità del pane $h = 0,75 p$; l'angolo in b è di $53^\circ 8'$ alquanto più acuto del Whitworth.

La serie dei diametri e dei passi ci è data dalla Tabella XV.

La scala normale degli Ingegneri tedeschi per le viti d'unione, si estende solo dal diametro di 6 sino a 40 mm. Da 44 a 160 mm. è un prolungamento, non normale, della scala, fatto conforme alla seconda proposta di Delisle. E così da $d = 1$ fino a $d = 6$ mm. è una aggiunta fatta alla scala normale, dalla Società Tedesca dei Meccanici in fino ed Ottici.

La fig. 23 (Tav. III) ci dà il tracciato grafico di tale sistema. In esso ho segnato, in una figura a parte, e con scale cinque volte maggiori delle altre, il diagramma delle viti per la meccanica in fino.

Per la maggior parte dei diametri, che potremo chiamare *principali*, il passo ci è dato da queste, due formole lineari:

$$p = 0,4 + 0,1 d \quad \text{per } d = 6 \text{ fino a } d = 40 \text{ mm.}$$

$$p = 2,4 + 0,05 d \quad \text{» } d = 40 \text{ fino a } d = 160 \text{ mm.}$$

Per le viti interpolate quali sono quelle di 22, 26, 30, 44 millimetri, ecc., si assume il passo della vite immediatamente superiore.

Per le viti al disotto di 6 mm., non vi ha una relazione semplice che leghi queste due quantità, e la scala difatti risulta piuttosto irregolare.

Nuovi sistemi proposti da Ingegneri tedeschi. — Dopo gli studi della Società di Incoraggiamento di Parigi, e dopo la discussione preliminare avvenuta a Zurigo il 20 novembre 1897, nella quale fu riconosciuta in massima la bontà del sistema

unificato francese, la sua superiorità sugli altri e la convenienza d'introdurvi qualche leggiera modificazione, parecchi Ingegneri tedeschi hanno studiati nuovi sistemi, accogliendo in gran parte le proposte concretate nella detta seduta preliminare; e fra essi il Loewe e lo stesso Delisle, che ha presentate al Congresso due nuove proposte.

TABELLA XV. — **Sistema di riti proposto dall'Associazione fra Ingegneri tedeschi (1888).**

Diametro esterno d mm.	Passo p mm.	Profondità del pane h mm.	Diametro interno d_1 mm.
1	0,25	0,1875	0,625
1,2	0,25	0,1875	0,825
1,4	0,3	0,225	0,95
1,7	0,35	0,2625	1,175
2	0,4	0,30	1,4
2,3	0,4	0,30	1,7
2,6	0,45	0,3375	1,925
3	0,5	0,375	2,25
3,5	0,6	0,45	2,6
4	0,7	0,525	2,95
4,5	0,75	0,5625	3,375
5	0,8	0,60	3,8
5,5	0,9	0,675	4,15
6	1,0	0,75	4,5
7	1,1	0,825	5,35
8	1,2	0,90	6,2
9	1,3	0,975	7,05
10	1,4	1,05	7,9
12	1,6	1,2	9,6
14	1,8	1,35	11,3
16	2,0	1,5	13
18	2,2	1,65	14,7
20	2,4	1,8	16,4
22	2,8	2,1	17,8
24	2,8	2,1	19,8
26	3,2	2,4	21,2
28	3,2	2,4	23,2
30	3,6	2,7	24,6
32	3,6	2,7	26,6
36	4,0	3,0	30
40	4,4	3,3	33,4
44	4,8	3,6	36,8
48	4,8	3,6	40,8
52	5,2	3,9	44,2
56	5,2	3,9	48,2
60	5,6	4,2	51,6
64	5,6	4,2	55,6
72	6,0	4,5	63
80	6,4	4,8	70,4
88	7,2	5,4	77,2
96	7,2	5,4	85,2
104	8,0	6,0	92
112	8,0	6,0	100
120	8,8	6,6	106,8
128	8,8	6,6	114,8
136	9,6	7,2	121,6
144	9,6	7,2	129,6
152	10,4	7,8	136,4
160	10,4	7,8	144,4

La seguente tabella e i tracciati grafici corrispondenti (Tav. III, fig. 25-26-27) ci indicano la serie dei diametri e dei passi proposti in questi tre sistemi.

Il profilo adottato in ognuno di essi, come in tutti quelli presentati al Congresso, è eguale all'americano (Tav. IV, N° 2), la cui superiorità si può dire che è ormai riconosciuta da tutti.

TABELLA XVI.

Sistemi di viti di Delisle III° e IV°, e di Loewe (1898).

Diametro millimetri	Loewe		Delisle	
	Numero dei pani sul decimetro	Passo millimetri	III° Passo millimetri	IV° Passo millimetri
6	100	1,0	1,0	1,0
7	—	—	1,0	1,0
8	80	1,25	1,2	1,25
9	—	—	1,2	1,25
10	70	1,43	1,4	1,5
11	—	—	1,4	1,5
12	60	1,67	1,6	1,75
14	—	—	1,6	1,75
16	50	2,00	2,0	2,0
18	—	—	2,0	2,0
20	40	2,50	2,4	2,5
22	—	—	2,4	2,5
24	35	2,86	2,8	3,0
26	—	—	—	3,0
27	—	—	2,8	—
30	30	3,33	3,2	3,5
32	—	—	—	3,5
33	—	—	3,2	—
36	25	4,00	3,6	4,0
39	—	—	3,6	4,0
42	22,5	4,44	4,0	4,5
45	—	—	4,0	4,5
48	20	5,00	4,4	5,0
52	—	—	4,4	5,0
56	17,5	5,71	4,8	5,5
60	—	—	4,8	5,5
64	17,5	5,71	5,2	6,0
68	—	—	5,2	6,0
72	15	6,67	5,6	6,5
76	—	—	5,6	6,5
80	15	6,67	6,0	7,0

Il Loewe, seguendo il sistema inglese, anziché stabilire direttamente il valore del passo, fissa il numero di pani esistenti sul decimetro di lunghezza. Ne risultano per i passi valori, i quali, anche arrotondati, sono pur sempre espressi in centesimi di millimetro.

Delisle adotta, secondo l'uso francese, una equidistanza costante fra i passi, la quale è di mm. 0,4 nel III° sistema, e di mm. 0,5 nel IV° sistema. Però per le piccole viti ha dimezzato tale gradino. In entrambi i sistemi ogni passo serve regolarmente due diametri.

Sistema unificato francese, della Società d'Incoraggiamento di Parigi, 1894 (1). — In questo sistema si adotta come profilo quello americano del Sellers (Tav. IV, N° 2), coll'avvertenza però che esso non è che un *limite*, tanto per la superficie della vite, che del dado; limite che non deve mai essere raggiunto nè dall'una nè dall'altra; la vite resterà sempre al di dentro e il dado sempre al di fuori del profilo teorico; però vi si accosteranno tanto più, quanto maggiore è la precisione che si vuol raggiungere nella costruzione. Con questa norma si ammette la possibilità di fare un piccolo arrotondamento al fondo del pane, sia della vite piena, che della vite cava.

Per stabilire i valori dei diametri o dei passi, la Commissione, e per essa il prof. Sauvage che ne era l'anima, si sono ispirati ai seguenti concetti e regole fondamentali:

1° Si determina per prima cosa la serie dei passi; in seguito si ricercano i valori dei diametri che ad essi corrispondono;

2° I passi formino una serie a gradini eguali; in guisa che la differenza fra due passi consecutivi si conservi costante per tutta la scala;

3° I passi così stabiliti e i diametri loro corrispondenti, determinano la così detta serie di *viti principali*, ognuna delle quali ha un passo differente;

4° È lasciata facoltà ai costruttori d'intercalare qualunque diametro fra due diametri principali, a seconda dei loro bisogni. In tal caso si dovrà adottare il passo corrispondente alla vite immediatamente inferiore;

5° La relazione fra il passo e il diametro delle viti principali si deve poter esprimere non con parecchie, ma con una sola formola semplice.

Seguendo questi criteri il prof. Sauvage ha studiato nel 1893 vari sistemi di viti. Nel primo la equidistanza fra i passi era di $\frac{1}{4}$ di millimetro; il secondo sistema era calcolato coll'equidistanza di $\frac{1}{5}$ di millimetro; ne risultava in entrambi un numero eccessivo di diametri. Talchè egli finì per adottare l'equidistanza di $\frac{1}{2}$ mm.

La scala così costituita nel 1893, fu dal Sauvage stesso, in seguito alle osservazioni mossegli dagli industriali, leggermente modificata nei diametri, nell'anno seguente 1894, e stabilita definitivamente col nome di *Sistema unificato francese*.

I valori della serie normale ci sono dati dalla seguente tabella, che ci indica per ogni vite principale il passo, il diametro e un numero d'ordine.

(1) Vedi il Bollettino di detta Società, anno 1893, pag. 173; ed anno 1894, pag. 145 e 311.

TABELLA XVII.

Sistema unificato francese — Sauvage (1894).

N° della vite <i>n</i>	Diametro <i>d</i> mm.	Passo <i>p</i> mm.	N° della vite <i>n</i>	Diametro <i>d</i> mm.	Passo <i>p</i> mm.
0	6	1	12	80	7
1	10	1,5	13	88	7,5
2	14	2	14	96	8
3	18	2,5	15	106	8,5
4	24	3	16	116	9
5	30	3,5	17	126	9,5
6	36	4	18	136	10
7	42	4,5	19	148	10,5
8	48	5	20	160	11
9	56	5,5	21	172	11,5
10	64	6	22	184	12
11	72	6,5	23	196	12,5

I diametri *d*, espressi in numeri interi di millimetri, si possono dedurre dai passi *p*, ovvero dal numero della vite *n*, per mezzo d'una di queste due formole:

$$d = \frac{p(p+8)}{1,3} - 1,5 \quad (1)$$

$$d = \frac{n(n+20)}{5,2} + 5,45 \quad (2)$$

nella prima delle quali si danno a *p* i differenti valori adottati, cioè: 1; 1,5; 2; 2,5... crescenti di mezzo in mezzo millimetro.

Il risultato del calcolo deve però essere arrotondato, in più od in meno, in guisa da ottenere il numero *p* più prossimo. Se vi ha incertezza (come per *p* = 6,5), si deve correggere in più.

Dicendo *n* il numero d'ordine delle viti, si ha:

$$n = 2p - 2 \quad \text{e} \quad p = \frac{n}{2} + 1 \quad (3)$$

La formola (2) ci dà modo di calcolare *d*, dato *n*; però anche qui se ne deve arrotondare il risultato fino ad ottenere il numero pari più prossimo.

La fig. 28 (Tav. III) ci dà il tracciato grafico di tale sistema; e vediamo che gli intervalli fra due diametri principali sono di 4 mm. per i più piccoli diametri; poi di 6 mm. per i medii, e infine di 8 mm. per i diametri maggiori.

Sistema del Comitato esecutivo Svizzero. — Piuttosto che un sistema suo proprio, questo non è che una modificazione del sistema francese.

Nel fare la quale il Comitato si è proposto:

1° Di adottare tutti i diametri principali del sistema unificato francese, coi loro passi;

2° D'intercalare fra i diametri principali, tanti diametri secondari, quanti presumibilmente possono occorrere nella pratica;

3° Di ridurre per i primi passi l'equidistanza ad un quarto di millimetro; introducendo per *d* = 8 e *d* = 9 millimetri, il valore *p* = 1,25, e per *d* = 12 millimetri il valore *p* = mm. 1,75.

La tabella seguente e il diagramma della figura 29 (Tav. III) ci danno gli elementi del sistema proposto dal Comitato Svizzero.

TABELLA XVIII.

Proposta del Comitato Esecutivo Svizzero (1898).

Diametro <i>d</i> mm.	Passo <i>p</i> mm.	Diametro <i>d</i> mm.	Passo <i>p</i> mm.
6	1	33	3,5
7	1	36	4
8	1,25	39	4
9	1,25	42	4,5
10	1,5	45	4,5
11	1,5	48	5
12	1,75	52	5
14	2	56	5,5
16	2	60	5,5
18	2,5	64	6
20	2,5	68	6
22	2,5	72	6,5
24	3	76	6,5
27	3	80	7
30	3,5	—	—

Si avverta che la scala dei diametri risulta eguale a quella di Delisle III°; e l'intervallo fra i diametri è di 1 mm. fino a *d* = 12; poi di mm. 2 fino a *d* = 24; poscia di 3 mm. fino a *d* = 48, e per ultimo di 4 mm.

I passi però, ad eccezione del primo, sono tutti più grandi di quelli di Delisle III°.

Sistema della Società degli Ingegneri ed Architetti di Torino. — A studiare la nostra proposta, non ci ha mossi il desiderio di fare cosa nuova, ma l'intima convinzione di poter migliorare alquanto le proposte francese e svizzera, in modo da evitare alcune irregolarità che in esse si osservano, e renderle in pari tempo più rispondenti ai bisogni della pratica e più consone col sistema metrico decimale.

Senza parlare degli svariati sistemi studiati e delle prove fatte, riporto nella tabella seguente e nel diagramma della fig. 30 (Tav. III) i valori dei passi e dei diametri concretati nella nostra proposta definitiva, che si è presentata al Congresso.

La forma del profilo da noi adottato è eguale a quella francese e svizzera.

TABELLA XIX.

Sistema della Società degli Ingegneri ed Architetti
in Torino (1898).

Diametri d mm.	Passi p mm.	Diametri d mm.	Passi p mm.
6	1	28	3,4
7	1	30	3,4
8	1,3	32	3,8
9	1,3	36	3,8
10	1,6	40	4,5
11	1,6	45	4,5
12	1,8	50	5,2
14	1,8	55	5,2
16	2,2	60	5,9
18	2,2	65	5,9
20	2,6	70	6,5
22	2,6	75	6,5
24	3,0	80	7,0
26	3,0		

I diametri crescono di millimetro in millimetro da $d = 6$ fino a $d = 12$ mm; poi di 2 in 2 millimetri fino a $d = 32$, poi di 4 in 4 fino a $d = 40$, e per ultimo di 5 in 5 fino ad 80. Questa scala s'approssima molto a quella del Reuleaux; del resto essa coincide colla svizzera fino a $d = 24$; colla tedesca fino a $d = 40$.

Quanto al valore dei passi, la nostra scala si allontana ben poco dalla scala francese, e fino a $d = 40$ mm., anche dalla tedesca. Però, avendo il primo e l'ultimo passo comuni colla scala svizzera, ha in tutti gli altri un andamento alquanto diverso.

ESAME E DISCUSSIONE DEI SISTEMI
ORA DESCRITTI.

Prima di incominciare l'esame dei sistemi ora descritti, vediamo di stabilire quali caratteri speciali si debbono ricercare in un sistema di viti destinato ad un uso comune ed universale.

Caratteri che deve presentare un sistema internazionale di viti:

1° Noi dobbiamo proporci per prima condizione di ottenere la intercambiabilità delle viti, in guisa che tutte quelle di egual diametro si possano sostituire l'una all'altra, senza bisogno di ritocchi.

2° Il pane deve avere un profilo regolare, semplice e ben definito, talchè si possa riprodurre con tutta esattezza e controllare con facilità.

3° Il pane deve offrire una resistenza sufficiente; sia per rispetto allo strappamento, sia in riguardo al consumo; senza però indebolire troppo il nocciolo cui si attacca, che è sempre la parte più debole delle chiavarde.

4° La scala dei diametri deve essere sufficientemente estesa, abbastanza numerosa e completa-

mente determinata; così da poter soddisfare a tutte le esigenze dell'industria. Ma d'altra parte non deve comportare un numero di viti superiore a quello che è strettamente necessario.

5° Il diagramma dei passi deve parimenti essere regolare e seguire l'andamento della *linea media* dei migliori sistemi in uso oggidì.

6° I valori assoluti tanto dei diametri quanto dei passi, debbono essere espressi in numeri tondi, od in frazioni semplici dell'unità di misura, consoni col sistema di misura adottato.

7° La forma e le dimensioni dell'avvitamento devono essere tali da convenire alle diverse nature dei metalli impiegati nell'industria: ferro, bronzo, ghisa, ecc.

Sull'uso di formole per determinare il passo delle viti. — Molti costruttori si propongono inoltre la condizione che i valori dei passi e dei diametri siano collegati fra loro da una relazione algebrica. Mi sia concesso di esaminare brevemente se convenga realmente seguire questa via.

La relazione che si vuole stabilire fra p e d non è altro che la equazione della linea che ci dà il diagramma dei passi, o dei diametri. Se fosse possibile trovare una equazione conveniente, non vi ha dubbio che si dovrebbe adottare, e tornerebbe molto utile, perchè servirebbe a definire il sistema con precisione matematica, meglio che una semplice tabella. Ma la difficoltà sta nel trovare una tale relazione; e di vero, acciocchè essa riesca di reale utilità pratica, è necessario: 1° che sia molto semplice; 2° che si possa applicare a tutte indistintamente le viti del sistema; 3° che ci dia i valori esatti dei diametri o dei passi, soddisfacenti alle condizioni 4^a, 5^a, e 6^a sopra esposte. Ed è molto difficile poter trovare una equazione che risponda a tutti questi requisiti.

Non mi risulta che il Whitworth abbia fatto uso di formole; però il Briggs è riuscito ad esprimere i valori dei passi del sistema inglese, in modo approssimativo, colla seguente formola:

$$p = 0,1075 d - 0,0075 d^2 + 0,024$$

dove p e d sono espressi in pollici inglesi.

Il Sellers (1), nello stabilire il suo sistema, è partito dalla formola ricordata sopra:

$$\frac{1''}{p} = \frac{16,64}{\sqrt{d} - 2,909}$$

Tali formole, oltre al non essere abbastanza elementari, hanno il difetto di non dare numeri semplici, come si richiede nella pratica, ma numeri frazionari; per evitare i quali ben 33 passi

(1) « Journal of the Fr. Inst. », 1864, vol. XLVII, pag. 345.

del vecchio Whitworth, e 31 sopra 34 del Sellers, si sono dovuti arrotondare in più o in meno.

Adottando l'equazione di una sola linea retta, o per tutto il sistema, come ha fatto l'Armengaud, $p = 0,08 d + 1$ (mm.), o per la maggior parte di esso, come si riscontra nei sistemi del Kreutzberger, $p = 0,1 d + 0,4$, si hanno relazioni molto semplici, ma la scala dei passi si allontana troppo dalla linea media, che ci è chiaramente indicata dalla migliore pratica. Per seguire una formola empirica finiamo per allontanarci in tutto o in parte dai valori più convenienti dei passi. Questa cosa, se non erro, è accaduta allo stesso Sellers, il quale, per non abbandonare la sua formola, che ben gli ha servito per lungo tratto della sua scala, è stato indotto ad adottare per le viti da 4" a 6", passi superiori a quelli inglesi: dove, se non fosse stato il preconetto della formola, molto probabilmente, si sarebbe conservato più basso di quelli.

Uno dei sistemi più rigidamente matematici è quello del Thury, descritto sopra. Ma le formole esponenziali adottate, oltre ad essere tutt'altro che semplici, danno un diagramma che, se per i piccoli valori di d coincide quasi colla linea media dei migliori sistemi, se ne stacca ben tosto, elevandosi pei medi e grandi diametri oltre ogni convenienza pratica. Inoltre ci conduce all'adozione di numeri strani e frazionari, che non si sono potuti evitare, quantunque i risultati del calcolo siansi arrotondati.

Alcuni costruttori fanno uso di parecchie formole lineari, corrispondenti ai lati del loro diagramma, che assume la forma di una spezzata. Riesce così più facile avere formole semplici e ottenere valori esatti, che non richiedono arrotondamenti. Se però esse sono troppo numerose, perdono ogni valore pratico; ciò accade nel sistema del Ministero della Guerra italiano, nel quale si ha una formola per ognuna delle sette prime viti (!) ed una ottava (!) formola per tutte le altre viti da 13 ad 80 millimetri; e ciò non ostante, ben 10 sopra i primi 13 passi, sono arrotondati al decimo di millimetro. Troppi lati ha pure la scala degli ingegneri di Saarbrück, colle sue cinque equazioni.

Il sistema degli Ingegneri tedeschi ha due sole equazioni, ma come i due di Delisle (1873 e 1877), ha l'inconveniente delle interpolazioni dei diametri, del quale diremo.

Chi ha fatto meglio per questo rispetto parmi sia stato il Reuleaux, il quale nel suo sistema non prevede interpolazioni di diametri, talchè le due formole:

$$p = 0,4 + 0,1 d \text{ (per } d = 4 \text{ fino a } 40 \text{ mm.)}$$

$$p = 2 + 0,06 d \text{ (per } d = 40 \text{ » } 80 \text{ »)}$$

ci danno, senza bisogno di alcun arrotondamento, valori esatti di tutte le viti del sistema.

Il Sauvage, come si è detto, prende per base del sistema francese la relazione:

$$d = \frac{p(p+8)}{1,3} - 1,5$$

la quale è applicabile anche al Sistema Internazionale, approvato a Zurigo. Ma è proprio utile l'uso di tale formola? Si osservi in primo luogo che i risaltati che essa ci dà devono essere tutti, senza alcuna eccezione, arrotondati o in più od in meno, e che vi è qualche caso dubbio. In causa di tali arrotondamenti, il diagramma, che dovrebbe essere una curva, si riduce a tre linee rette, da 6 a 18 mm., da 18 a 48 mm., e da 48 ad 80 mm., aventi queste tre equazioni:

$$p = 0,25 + \frac{d}{8}; p = 1 + \frac{d}{12}; p = 2 + \frac{d}{16}$$

ovvero:

$$d = 2(4p-1); d = 12(p-1); d = 16(p-2)$$

a seconda che si assume p ovvero d per variabile indipendente. Queste equazioni avrebbero almeno il vantaggio di darci i valori esatti dei passi o dei diametri.

Ma dobbiamo inoltre tener presente la seconda condizione posta sopra, che parmi abbia molta importanza: perchè una formola sia utile è necessario che essa si possa applicare a tutte indistintamente le viti del sistema; tale condizione si potrà verificare soltanto per i sistemi nei quali i passi crescono in modo continuo, come nell'Armengaud, nel Reuleaux e nel Thury; ma per il sistema Whitworth, pel Sellers, pel tedesco, pel francese, per l'internazionale e per tutti quelli nei quali i passi crescono a gradini, e ognuno d'essi serve a parecchi diametri, tale condizione riesce ineffettuabile. Si ricorre allora ad uno dei seguenti artifici: o si usa una formola che ci dia valori medi, i quali, opportunamente arrotondati in più od in meno, servano tutti i diametri della serie, come fa il Sellers; ovvero si usano due o tre formole, a risultati esatti, come fanno gli Ingegneri tedeschi, od una sola formola coi risultati da arrotondare, come fa il Sauvage, le quali ci diano i valori cercati soltanto per le viti per le quali si ha un cambiamento di passo, alle quali si dà il nome di *viti principali*; ed alle altre viti non si applica la formola.

Ora la distinzione di viti *principali* e *supplementari* essendo completamente arbitraria e non basata su alcuna ragione tecnica, non può a meno che ingenerare confusione. E ci si può domandare: che valore pratico può avere una formola che ci dà i passi delle viti di 10, 14, 18, 24 millimetri, ecc, e non i passi delle viti, dello stesso sistema, di 12, 16, 20 mm., ecc? O chi ci dirà che il 24 è un diametro principale, e che ad esso possiamo applicare la formola, laddove il 20 o il 22

sono supplementari e la formola non è ad essi applicabile? Per sapere ciò dovremo ricorrere all'uso di una tabella; e in tal caso non è più ovvio leggere sulla tabella anche il valore del passo?

Dalle cose dette parmi si veda quanto sia difficile stabilire formole semplici, esatte e generali; e come spesso, per stare vincolati a una formola empirica, ci si allontani dalle buone proporzioni meccaniche.

Se i risultati delle formole si debbono arrotondare, o se non sono applicabili che ad un certo numero di viti del sistema, pare che sia un vincolo inutile quello che ci vogliamo imporre, e sia miglior partito rinunciare all'uso delle formole, e registrare semplicemente in una tabella i dati che servono a definire il sistema, come già fece il grande meccanico di Manchester. Saremo così più liberi di soddisfare meglio alle molteplici esigenze meccaniche e tecniche che si ricercano in un sistema di viti.

Attenendoci ora al programma del Congresso, esaminiamone ordinatamente i singoli quesiti.

a) *Forma del pane.* — Si suole determinare tale forma per mezzo di una sezione fatta in esso con un piano passante per l'asse della vite, e noi la diremo *profilo*. È necessario stabilire la forma del pane prima del valore dei passi, perchè a seconda che il pane sarà più o meno profondo, il passo dovrà inversamente essere minore o maggiore, per non indebolire troppo il nocciolo della chiavarda.

Il potere raggiungere la intercambiabilità dipende in gran parte dalla forma che si adotta pel profilo; bisogna quindi studiarla con ogni cura, in modo che riesca agevole a chiunque riprodurla con tutta l'esattezza desiderabile, ed anche controllarla dopo costruita.

Profilo trapezoidale di Gill. — I profili esaminati sopra sono tutti derivati da un triangolo isoscele, avente la base eguale al passo. Dobbiamo però ricordare come una seria proposta sia stata fatta all'Istituto Franklin nel 1888 dal signor Gill (1) per un profilo molto diverso, da applicare alle viti di unione. Il Gill ha cercato di conciliare il minore attrito delle viti a pane quadrato, colla maggior facilità di costruzione delle viti triangolari, ed ha dato al suo profilo la forma trapezoidale *abcef* (Tav. IV, N° 15); la profondità del pane è $h = 0,04 d$, e l'altezza delle due zone cilindriche si fa eguale $ab = ce$. Il Gill poi nel suo sistema adotta gli stessi diametri di Sellers, ma in minor numero; ed una serie di passi, al-

cuni dei quali sono eguali, altri poco diversi da quelli di Sellers.

Da prove fatte, le viti Gill hanno dimostrata una resistenza notevolmente maggiore delle corrispondenti viti a pane triangolare, il che è naturale poichè il nocciolo riesce assai meno indebolito che in qualunque altro sistema. La forma del profilo è ben definita, semplice, facile da controllare, talchè il Sauvage trova « questo sistema seducente e tale che si sarebbe tentati di adottarlo, se non fosse il timore che l'abbandono completo delle forme usate finora, non potesse provocare una viva opposizione ».

Io credo che il motivo del nessun favore incontrato dal profilo di Gill, si debba piuttosto ricercare nel fatto che esso risponde meno bene di un pane triangolare, alle esigenze della pratica. La profondità del pane, $h = 0,04 d$, risulta eccessivamente piccola; essa è appena la metà e talora un terzo di quello che si ha negli altri sistemi. Orbene, se essa è sufficiente per viti di precisione, è inammissibile per la grande massa delle viti, fatte in modo grossolano, e per le viti alquanto logore; poichè troppo facilmente il dado scivolerebbe sulla chiavarda senza mordere.

Oltre a ciò queste viti non sono invertibili, inquantochè nè il dado può capovolgersi, nè la vite funziona bene, se non quando la pressione ha la direzione della freccia *Q*. Sebbene nelle viti di unione la pressione abbia quasi sempre la stessa direzione, vi sono però dei casi nei quali essa si inverte, e allora la vite Gill si troverebbe in cattive condizioni. Si aggiunga a questo che il profilo trapezoidale col suo angolo retto in *e* è più difficile da ottenere, colle madreviti, del profilo solito; e si vedrà come non già la consuetudine, ma la maggiore convenienza fanno sì che tutti preferiscono il pane triangolare al trapezoidale, che pure a primo aspetto si presenta assai bene.

Troncatura, a spigoli vivi od arrotondali. — Esaminando i molti profili descritti e rappresentati nella Tavola IV, si vede come nessun costruttore segua più l'antica pratica di fare il pane ad angolo acuto, e come tutti, ad imitazione del Whitworth e del Sellers, tronchino le punte ai triangoli primitivi. Questa troncatura ha per iscopo: 1° di evitare gli angoli acuti, causa di rotture; 2° di rafforzare l'estremità del pane e del verme, e darle sufficiente resistenza contro gli urti accidentali, la qual cosa è tanto più necessaria, quanto più la vite è grossa e pesante; 3° di diminuire la profondità del pane, rendendo così più resistente il nocciolo interno, che è la parte più debole della vite.

Tale troncatura si fa secondo due tipi diversi, l'inglese e l'americano; quello ha gli spigoli arrotondati con archi di circolo *efg, lik* (Tav. IV, N° 1), tangenti ai lati *ab, bc*; questo lascia le

(1) « *Journal of the Franklin Institute* », 1888, vol. XCV, pag. 185. — « *Bull. de la Soc. d'Enc.* », 1893, pag. 210.

troncature rettilinee ad angoli vivi. Gli arrotondamenti di Whitworth, a primo aspetto, si presentano meglio all'occhio, talchè in addietro sono stati adottati dalla maggior parte dei costruttori europei; per contro le troncature del Sellers sono preferite e raccomandate in quasi tutti i sistemi più moderni di viti.

Questo particolare può sembrare a primo aspetto di poco momento, ma esaminando bene la cosa si vede che ha una importanza grandissima.

L'arrotondamento giova ad irrobustire la chiavarda, poichè: 1° l'attacco del pane al corpo è migliore; 2° si evitano spigoli vivi, i quali, anche se molto grandi, possono essere causa di un principio di rottura; 3° i mastii e le madreviti pare si debbano consumare meno rapidamente di quelli a spigoli vivi.

Ma unitamente a questi pregi il profilo arrotondato presenta alcuni gravi difetti. Esaminando la Tav. IV, N° 1 è agevole persuadersi quanto sia difficile eseguire un profilo come *efglih* composto di due archi di circolo e di una retta ad essi tangente; specialmente quando, il passo *p* essendo piccolissimo, il raggio del circolo risulta appena di due o tre decimi di millimetro; sarebbe una cosa difficilissima da ottenere anche in costruzioni di alta precisione; che dire poi delle lavorazioni correnti e meno esatte, che si eseguono tuttodi? è una cosa praticamente irrealizzabile. Ne segue che, non potendo fare un arco di circolo *efg*, ci si contenta di fare un arrotondamento qualsiasi; ed ecco che necessariamente cadiamo nell'arbitrario; ed il profilo "Whitworth finisce per non avere una forma ben definita (condizione 2°).

Questo è il suo più grave difetto, dal quale derivano le seguenti conseguenze nocive. Nell'accoppiamento fra vite e dado la curva *efg* della vite non potrà combaciare colla corrispondente curva del dado, e come osserva il Sellers (1), il contatto, in cambio di aver luogo su tutta la linea *fgli*, come suppone il Whitworth, avrà luogo soltanto sulla parte rettilinea *gl*; che rimane la sola superficie portante; come se il profilo avesse due immense troncature rettilinee *eg, lk*, ed una altezza eguale appena alla metà dell'altezza del triangolo primitivo $h = 0,5h_0$. La qual forma avrebbe almeno il vantaggio di indebolire meno il nocciolo della chiavarda.

Ma può accadere anche il caso contrario, che cioè la curva del pane sorpassi i limiti di quella del verme, allora la vite è dura e si fa entrare a forza, allungando, se occorre, il braccio di leva delle chiavi; in tal caso il pane, schiacciandosi, si apre una strada nel dado, ma non sappiamo in

qual modo avverrà il contatto, che avrà luogo forse, soltanto sulle punte, nel modo più irregolare.

Delisle ricorda una esperienza molto istruttiva a questo riguardo, fatta dal Reuleaux; il quale, nello studiare il suo sistema (1) ha ordinato a dieci fabbricanti tedeschi, fra i più stimati, cinque viti inglesi col loro dado, di diametri determinati. Egli ha provato ad investire sopra ogni vite i nove altri dadi di diametro corrispondente. Delle 250 prove fatte in tal modo solo un terzo, circa, ha dato un risultato soddisfacente; pel secondo terzo il dado non si poteva avvitare che per poco più di un giro; infine, le altre o avevano un giuoco eccessivo o non potevano assolutamente investirsi. E si noti che se questo è avvenuto con viti fatte da fabbriche di precisione, con tutta cura, per esperienze, che cosa avverrebbe poi per viti del commercio?

È tanto difficile ottenere una forma esatta con queste viti che, per raggiungere praticamente l'intercambiabilità la Società Ferroviaria Italiana, Rete Mediterranea, prescrive che i grossi dadi debbano potersi investire, senza rotare, sopra un calibro, formato dalla vite corrispondente cui si sia asportato il pane, ma non completamente, in guisa che ne rimanga una piccola traccia; si rinuncia così alla esattezza del contatto, per essere sicuri dell'investimento.

Non si può ottenere la permutabilità dei pezzi delle macchine se non si applica il metodo della lavorazione sopra calibri. Ora il costruire calibri d'acciaio per le viti, e rettificarli dopo tempera, è una operazione che presenta, tali difficoltà, che a stento i migliori costruttori riescono a superare con cure speciali, per i profili più semplici (2); laddove anche per essi si può ritenere impossibile rettificare dopo tempera il fondo arrotondato del profilo Whitworth.

Per queste ragioni, molto a proposito il Sellers propose (3) di abbandonare gli arrotondamenti e sostituire ad essi una troncatura rettilinea. Il profilo assume allora la forma poligonale della Tavola IV^a, N° 2, la quale è grandemente più semplice della inglese (N° 1); talchè si può costruire con molta maggiore facilità, e verificare con tutta la esattezza. Essa presenta inoltre il pregio, come fa notare il Sellers, di assicurare il contatto lungo tutto il profilo *efi k* del pane, talchè la superficie portante *fi* risulta ben del 36 % maggiore della corrispondente *gl* del Whitworth.

(1) « *Zeitschrift des Ver. D. Ing.* », 1883, pag. 624. — « *Bull. de la Soc. d'Enc.* », 1893, pag. 216.

(2) « *Bull. de la Soc. d'Enc.* », 1898, pag. 77. — MARRE, Sur les instruments vérificateurs des filetages, S. F.

(3) « *Journal of the Fr. Inst.* », 1864, vol. XLVII, pag. 347.

(1) « *Journ. of the Fr. Inst.* », 1864, vol. XLVII, pag. 345.

L'unica cosa che si può rimproverare al profilo con troncature rettilinee, sono gli angoli vivi, i quali, secondo i fautori della forma inglese, sembrano essere causa di debolezza per le viti e di maggior consumo per i cuscinetti e per i mastii. Questo timore però sembra, se non infondato del tutto, grandemente esagerato. E di vero è da osservare che gli angoli in *e*, *f*, hanno una grande ampiezza, talchè nel profilo americano son ben di 120°; inoltre questa forma ha già avuto la più ampia sanzione della pratica, perchè il sistema Sellers si usa da oltre 30 anni negli Stati Uniti, senza che abbia dato luogo ad alcun inconveniente.

La Associazione degli Ingegneri Tedeschi, prima di adottare le troncature rettilinee, si è rivolta all'Istituto Franklin, nel 1887, chiedendo informazioni sulla praticità del sistema Sellers. L'Istituto per rispondere fece una minuziosa inchiesta, rivolgendosi a sua volta ai principali fabbricanti e costruttori meccanici dell'America. Tutti unanimemente hanno dichiarato di non trovare alcuna difficoltà nella esecuzione del profilo Sellers; di non avere osservato consumo eccessivo degli utensili, tale cioè da far perdere il pregio della permutabilità, che si ottiene correntemente, stante la semplicità della forma del pane; in grazia della quale la conservazione degli utensili riesce più facile che non col profilo inglese (1).

Adunque, anche per rispetto alla maggiore convenienza pratica, rimane dimostrata la superiorità del profilo americano a troncature rettilinee, sul profilo inglese cogli arrotondamenti ad arco di circolo. A ragione quindi, e gli Ingegneri tedeschi, e la Società di Incoraggiamento di Parigi, e quasi tutti quelli che, in questi ultimi tempi, si sono occupati di tali studi, hanno adottato profili alla Sellers, con troncature rettilinee.

Il Congresso di Zurigo ha felicemente fusi assieme i due sistemi, prendendo la parte buona dell'uno e dell'altro. Ed accogliendo a voti unanimi la proposta degli Ingegneri tedeschi ha adottato questa massima: la sommità (Tav. IV, N° 3) tanto del pane (vite piena), quanto del verme (vite cava) si termini con una troncatura rettilinea, alla Sellers; laddove il fondo, sia dell'uno che dell'altro, si raccordi con una curva, in guisa che il contatto abbia luogo soltanto lungo le superficie elicoidali *gl*; laddove fra la troncatura *eg* e l'arrotondamento *efg*, rimane un piccolo spazio vuoto.

Questa forma di profilo offre i seguenti notevoli vantaggi:

1° Evita gli angoli vivi rientranti in *e*, *g*.

2° La curva *efg* può essere qualsiasi, perchè non è superficie di contatto.

3° La troncatura rettilinea *eg*, *lk* non diminuisce l'altezza utile h_1 del pane.

4° È un profilo facile da costruire; perchè basta che siano lavorate con tutta esattezza le superficie elicoidali *gl*; d'altronde poi tanto la vite quanto il dado essendo terminati da superficie cilindriche *eg*, *lk* si possono parimenti ottenere colla massima facilità ed i raccordi *efg*, essendo fuori del contatto, non richiedono grande precisione.

5° In grazia della semplicità di questo profilo, si possono costruire, con facilità relativa, calibri d'acciaio rettificati dopo tempera, atti a controllare con somma precisione l'esattezza di tutte le parti della vite.

La Gasa Bariquand e Marre di Parigi (1) costruisce a tale scopo, adatte serie di calibri che servono a controllare separatamente la vite piena e la vite cava. Per la vite serve un dado campione col pane approfondito *lik*, ed un anello liscio di diametro *d*; con quello si verifica la superficie elicoidale *gl*; con questo la troncatura cilindrica *lk*, e il diametro della vite. Pel dado serve un solo calibro, formato da una porzione di vite, col pane approfondito *efg*, cui è solidale e connesso un cilindretto di diametro d_1 .

Si vede come in tal modo si semplifichi molto la costruzione dei calibri, poichè non è più necessario rettificare il fondo del pane, il che si deve fare quando esso costituisce una superficie di contatto, come in quasi tutti i sistemi esaminati.

6° Adunque la forma del profilo adottato, col rendere più semplice la costruzione dei calibri, deve generalizzarne l'uso e facilitare così l'intercambiabilità dei pezzi.

7° Inoltre il piccolo vano *efg* torna utile nella pratica, perchè rende più dolce il movimento della vite, sia col dare passaggio all'olio, sia col l'accogliere i piccoli granelli di ferro, o di polvere, o d'altro, che altrimenti rimarrebbero serrati fra il pane ed il verme, aumentandone notevolmente l'attrito.

Mi pare non si possa rimproverare a questo profilo altro inconveniente che di indebolire il nocciolo della vite oltre il necessario. Però è da osservare che il profilo internazionale, anche col massimo approfondimento ammesso, viene ad avere un'altezza $h_2 = 0,704 p$, minore di quella che si ha nei pani degli Ingegneri tedeschi, del Poulot, del Bodmer, delle Ferrovie francesi, ecc. E che inoltre tale profondità si può sempre diminuire alquanto, ove si creda conveniente, purchè però la curva *efg* riesca sempre esterna al profilo limite *eg*.

(1) « Bull. de la Soc. d'Enc. », 1898, pag. 79.

Angolo al vertice del triangolo primitivo. — Se si eccettuano i due profili delle ferrovie francesi del Mezzodì e della P.-L.-M. (Tav. IV, N° 8 e 9), i quali hanno angoli acutissimi, che se possono essere tollerati nel ferro, non convengono certamente per la ghisa, si vede, esaminando tutti gli altri, come la pratica abbia già stabiliti i limiti più convenienti per l'angolo al vertice del triangolo primitivo; essi variano dai 50° ai 60°. In mancanza di ragioni imperiose, che ci obblighino ad adottare questo o quell'angolo, ci lasceremo guidare nella scelta da argomenti di pratica utilità.

Per la facilità della costruzione è necessario che il triangolo primitivo si possa riprodurre da chiunque con tutta esattezza. Per questo rispetto l'angolo di 55° del profilo inglese non è raccomandabile, perchè, come avverte il Sellers, è un angolo che non si può tracciare con costruzioni geometriche semplici; difficilmente quindi si otterrà l'uguaglianza dei profili eseguiti da costruttori diversi, indipendentemente l'uno dall'altro, e senza utensili speciali. Per contro, tanto il triangolo equilatero *abc* del Sellers, quanto il triangolo *abc* inscritto in un quadrato *aefc* (N° 2 e 4) degli Ingegneri tedeschi, sono di costruzione semplicissima, ben determinati e rispondenti in tutto al secondo requisito di un buon profilo.

Il Congresso però ha preferito l'angolo di 60° del Sellers, pei seguenti motivi. Il profilo tedesco dà luogo ad un angolo al vertice di 53° 8', un po' troppo acuto. Gli stessi Ingegneri tedeschi hanno riconosciuto questo fatto, in seguito a numerose ed accurate esperienze eseguite dal Reinecker e dal Loewe. In esse si sono preparate tre serie di 8 mastii ognuna, fatti coi profili, inglese, tedesco ed americano, e si sono sperimentate al consumo, filettando, per ogni genere di maschio, mille fori praticati in placche di ghisa tutte eguali.

Il profilo tedesco ha subito un consumo maggiore degli altri due, il che pare si debba attribuire all'acutezza dell'angolo di 53° 8'. E se il profilo inglese, che ha un angolo quasi eguale, cioè di 55°, si è comportato meglio, lo deve agli arrotondamenti, i quali da una parte resistono al consumo meglio degli angoli vivi, dall'altra lasciano scorgere meno il consumo subito.

L'angolo di 60° inoltre è più conveniente pel profilo adottato dal Congresso, inquantochè la profondità del pane risulta minore; talchè, anche praticando il vano *efg* al fondo del pane, il nocciolo della vite non ne risulta di troppo indebolito, come avverrebbe coll'angolo di 53° 8'.

Valore della troncatura e dell'arrotondamento. — Si vede dalla tavola dei profili come si siano dati valori molto diversi alla troncatura: da 0,043 *p*, come nel Poulot, sino a 0,25 *p*, come nella P.-L.-M. Il Whitworth ed il Sellers adottano rispettiva-

mente $\frac{1}{6} h_0$ il primo, ed $\frac{1}{8} h_0$ il secondo, le quali danno luogo a profondità pressochè eguali del pane, cioè $h = 0,64 p$ ed $h = 0,65 p$. Il Congresso ha adottato la troncatura di $\frac{1}{8} h_0$ come il Sellers; prima di tutto perchè la profondità risultante del pane è apparsa, per la lunga pratica, molto conveniente, concordando con quella usata nei due sistemi più diffusi oggidì; in secondo luogo perchè il profilo risulta per tal modo perfettamente eguale al Sellers, e non è male conservare questo punto di unione col sistema americano, perchè la sua mercè può riuscire più facile un accordo coi costruttori del nuovo Continente.

Quanto alla forma e profondità dell'arrotondamento *efg*, il Congresso non ha creduto di stabilire norme, perchè sarebbero inutili, trattandosi di superficie non a contatto, e d'altra parte sarebbe impossibile metterle in pratica. Perciò si è limitato a raccomandare una forma arrotondata e un limite massimo nella profondità, $m = \frac{1}{16} h_0$, cioè metà della troncatura. Si noti che il profilo così raccordato viene quasi esattamente a coincidere col nostro profilo lombardo (Tav. IV, N° 10), nel quale si ha $m = \frac{1}{15} h_0$, salvo, però la troncatura rettilinea esterna.

Definizione del diametro delle viti. — Nella seduta preliminare del Congresso, ha avuto luogo una vivace discussione fra gli Ingegneri francesi e svizzeri da una parte, ed i tedeschi dall'altra, sulla definizione del diametro di una vite. Senza riportare i molti argomenti addotti dagli uni e dagli altri a sostegno della propria opinione, il che mi porterebbe troppo per le lunghe, ricordo soltanto come i francesi intendessero prendere per diametro di una vite il diametro reale *d*, misurato sulle sommità dei pani, come è indicato nelle figure, e come d'altra parte si pratica attualmente da tutti i costruttori di viti. Per contro i tedeschi avrebbero voluto assumere il diametro ideale misurato fra i vertici *b* dei triangoli primitivi, come se la vite fosse eseguita ad angoli acuti e smussata in seguito. La sola Marina francese usava tale sistema, ma da poco tempo lo ha abbandonato per seguire il metodo generale e più pratico.

Non mi fermerò ulteriormente su questo punto, molto più che gli stessi Ingegneri tedeschi hanno rinunciato alla loro idea, senza nemmeno presentarla al Congresso.

Il diametro di una vite si misura dunque sulla sommità dei pani, come si è sempre praticato finora. Ed anche per questo riguardo la troncatura rettilinea del profilo è preferibile all'arrotondamento, perchè ci permette di misurare con maggiore facilità ed esattezza il diametro della vite.

Denominazione delle viti. — È necessario potere indicare in commercio, con una denomina-

(1) « Journ. of the Fr. Instit. », aprile 1887, pag. 261 e seguenti.

zione semplice, le viti di varie dimensioni. Vi ha chi le indica per mezzo di un numero d'ordine; talora questo numero d'ordine è affatto arbitrario, come nel sistema lombardo, che va dal N. 18 ($d = 40$ mm.) fino al N. 30 ($d = 8$ mm.); in quello della Marina francese, nel quale si numerano dall'1 al 20 le viti che hanno da 24 a 100 mm. di diametro, e non si usa alcun numero per le viti inferiori a 24 mm. Talora il numero è collegato indirettamente col diametro per mezzo di relazioni algebriche, come nel sistema Thury o nel francese.

Comunque sia però, il numero non ci dice nulla sulle dimensioni reali delle viti. Nei sistemi sopra ricordati le viti del numero 1 hanno rispettivamente $d = 24$; 5,3; 6,8; e 10 millimetri di diametro!

Molto più razionale e pratico è il metodo seguito generalmente, e adottato dal Congresso, di denominare ciascheduna vite per mezzo del numero che esprime il suo diametro.

Estensione da dare alla scala normale delle viti di unione. — Quanto all'estensione da dare alla scala normale delle viti, il Congresso ha deliberato di adottare come limiti le viti di 6 mm. e di 80 mm. La vite di 6 mm. è il limite massimo della serie fina, delle viti di Thury, adottata già da tutti gli orologiai. Si è però lasciata impregiudicata la questione dell'unificazione delle viti inferiori ai 6 mm.

Questi limiti mi sono sempre sembrati troppo ristretti. E di vero, anche nella meccanica media capita soventi il bisogno di usare viti più sottili di 6 mm., e mi pare che, ad imitazione del Whitworth, dello Steinlen, del Bodmer e di altri valentissimi industriali, sarebbe stato bene scendere fino ai 4, od anche ai 3 mm. Similmente il limite superiore di 80 mm. mi sembra troppo basso. Gli Inglesi e gli Americani, già mezzo secolo fa, hanno dato alla loro scala una estensione ben più grande, spingendola fino a $6'' = \text{mm. } 152,3$.

Ed ora che le costruzioni meccaniche si sono di tanto ingigantite, che le dimensioni delle macchine sono accresciute in tal guisa da rendere giornaliero l'uso di chiavarde di 100, 120, 130 mm., perchè arrestare la scala ad 80 mm. e non dare alcuna norma al di là di tale limite?

Il Peters anzi propose un limite ancora più basso, cioè di 50 mm., d'accordo in questo col sistema tedesco, che giunge solo fino a 40 mm. Però, in seguito alle giuste osservazioni del colonnello Huber e di altri, il Congresso approvò il limite proposto di 80 mm.

A me sarebbe sembrato molto miglior partito assumere due limiti assai più distanti, portandoli a 3 ed a 150 mm. A conforto di questa opinione sta il fatto che parecchie ferrovie francesi, ap-

pena hanno adottato il nuovo sistema internazionale, lo hanno subito prolungato, aggiungendogli le viti di 3, 4 e 5 mm., rispettivamente coi passi di mm. 0,5, 0,75 e 1, e col profilo del sistema S. I. La stessa cosa avverrà inevitabilmente per le grosse viti, che le grandi fabbriche si dovranno costruire a loro talento. Eccoci di nuovo ricaduti nell'incertezza e nell'arbitrio, ed ecco turbata l'unità del sistema fin dal suo primo nascere.

Variatione dei passi: in modo continuo, o per gradini. — Si è discusso, nella seduta preliminare, se convenga far variare i passi in modo continuo col diametro, ovvero in modo discontinuo. Certamente è cosa più razionale e più consona alla teoria che ad ogni diametro di vite corrisponda un valore speciale e bene appropriato del passo; ma ragioni d'indole pratica abbastanza serie, hanno indotto il Congresso ad adottare la progressione per gradini, tale cioè che ogni passo sia comune ad un determinato gruppo di chiavarde di diametri diversi. Si ottiene in tal modo una certa economia negli utensili, e si ha la possibilità di utilizzare vecchie viti. Perchè, facendo uso di madreviti con cuscinetti mobili, come di solito, e molto stretti, si può, con un solo paio di cuscinetti, impanare tutte le chiavarde che hanno lo stesso passo, anche se di diametri differenti. Quanto alle viti cave, bisogna naturalmente che per ogni diametro vi sia il suo mastio corrispondente.

Nell'uso poi, qualora una chiavarda sia alquanto consumata, si potrà, quando ciò non torni nocivo, ridurla al diametro immediatamente inferiore e impanarla di nuovo, approfondendo le traccie del vecchio pane; similmente un dado o un foro male impanati, si potranno allargare ed impanare al diametro superiore. In qualche caso adunque l'adozione dei passi comuni a più viti permette di riparare una macchina, conservando uno degli elementi, o la vite o il dado, e cambiando soltanto l'altro. E che queste ragioni abbiano una certa importanza pratica, lo dimostra il fatto che tutti i sistemi in uso oggidì, fatta eccezione di pochissimi, come quello del Ministero della Guerra italiano, adottano il principio dei passi comuni a più diametri.

Scala dei diametri e dei passi. — Dopo aver determinata la forma del pane, la maggior difficoltà sta nel trovare una buona scala di diametri e di passi. E il problema riesce difficile, perchè è indeterminato; talchè, fino a un certo punto, si può affermare, come ebbe a dire il Delisle, rispondendo ad alcune nostre osservazioni, che è questione di gusti. Ora non vi ha cosa più difficile che trovare un accordo in simili condizioni.

Bisogna però fare la seguente importante osservazione. Se è arbitraria la scelta dei valori as-

soluti dei diametri, ovvero dei passi, non è egualmente indeterminata la scelta del rapporto fra passo e diametro. Tale elemento importantissimo si potrebbe determinare in base a considerazioni d'indole teorica; ma val meglio, come del resto era tassativamente prescritto dal programma del Congresso, attenersi a considerazioni d'indole pratica; poichè si sono fatte a quest'ora tante migliaia e milioni di viti, che ben si è potuto stabilire, entro limiti abbastanza ristretti, quale sia il passo che meglio conviene per ciaschedun diametro.

Per fare tale ricerca ho sovrapposti uno all'altro i diagrammi dei 22 principali sistemi di viti, descritti sopra ed attualmente in uso (Tav. III, figura 31); la stessa cosa ho fatto per gli 8 sistemi presentati al Congresso (Tav. III, fig. 32).

Osservando il primo diagramma multiplo (figura 31), si vede subito come i valori assoluti dei passi diversifichino ben poca cosa gli uni dagli altri, e come tutte le linee abbiano lo stesso andamento comune. Se noi segniamo una linea mediana AV (Tav. IV, fig. 33), questa ci rappresenterà la media dei rapporti ammessi dalla pratica tra il passo e il diametro.

Si vede chiaramente che la linea AV è una curva regolare, che prolungata va a passare per l'origine O, e che rivolge la sua concavità all'asse dei diametri. Ciò vuol dire che i passi debbono crescere meno rapidamente dei diametri, talchè le viti piccole abbiano, proporzionalmente, un passo più grande che non le viti grosse; e per conseguenza l'inclinazione dell'elica media, che è massima per le viti più piccole, vada gradatamente diminuendo coll'aumentare del diametro della vite. E questo andamento, seguito senza eccezione da tutti i costruttori, trova la sua ragione di essere nelle esigenze della pratica; poichè le inesattezze, i giuochi, il consumo, ecc., sono quantità che, se non si conservano costanti, certamente variano molto poco col crescere delle dimensioni dei pezzi. Perciò hanno una influenza tanto più nociva quanto più i pezzi sono di piccole proporzioni. Questa parmi una delle ragioni per le quali è necessario dotare le piccole viti di passi relativamente più forti, che non le grosse viti. Si avverta inoltre che, se si eccettua il sistema proposto dall'Armengaud, nel quale il diagramma dei passi è costituito da una sola retta che taglia l'asse dalle ordinate, in tutti gli altri sistemi tale diagramma è costituito da una spezzata con andamento più o meno accidentato, e nei migliori da una spezzata regolare o da una curva.

Esaminando il secondo diagramma multiplo (Tav. III, fig. 32), si vede come, se si eccettua la III proposta Delisle, evidentemente troppo bassa, tutti gli altri sistemi rappresentati abbiano un andamento pressochè eguale, e come la zona che li

comprende sia strettissima. La qual cosa ci prova come sia quasi esattamente determinato l'andamento della linea che ora si ritiene la più conveniente per il diagramma dei passi. Tale linea è la AN (Tav. IV, fig. 33), la quale da principio coincide per un certo tratto colla linea media AV dei vecchi sistemi, ma in seguito, per i diametri medi e più grossi, se ne stacca alquanto, abbassandosi verso l'asse delle ascisse.

Il che vuol dire, che non solo nei sistemi speciali delle ferrovie e degli arsenali militari, pei quali, facendosi poco uso della ghisa, convengono i passi fini, ma altresì nei sistemi proposti da grandi industriali per l'industria meccanica in genere, vediamo estendersi l'uso di passi alquanto più fini di quelli comunemente usati nei vecchi sistemi e specialmente nel Whitworth e nel Sellers.

Questa leggiera diminuzione nella scala dei passi è certamente una buona cosa, purchè sia contenuta nei limiti che ci sono consentiti dalla maggiore bontà e precisione degli utensili per fabbricare le viti, e dalla migliorata qualità delle ghise.

Valori assoluti dei diametri e dei passi. — Adottata la linea AN come diagramma dei passi, possiamo procedere in due modi: o ci assumiamo ad arbitrio i valori dei diametri, e allora il diagramma AN ci darà la serie corrispondente dei passi; o ci prefiggiamo la scala dei passi, e in seguito ricaviamo, coll'aiuto del diagramma, i valori dei diametri corrispondenti.

Si vede come il problema, non essendo completamente determinato, ammetta un numero indefinito di soluzioni, le quali possono essere tutte egualmente buone. Perciò, come si è detto, riesce difficile trovare quella soluzione che ottenga l'approvazione universale e venga accettata da tutti.

Pregi e difetti dei sistemi esaminati, in riguardo alla scala dei diametri e dei passi.

Per potere giudicare con cognizione di causa se qualcuno dei sistemi esaminati, e quale di essi, possa essere assunto come sistema unificato internazionale, credo sia necessario premettere una breve discussione sulle qualità dei sistemi medesimi; e, nel far ciò, prenderemo per guida i criteri stabiliti poco sopra; e ci tornerà di grande giovamento la linea AN che nelle tavole ho sovrapposta a ciaschedun diagramma.

Siccome però abbiamo già trattato della migliore forma da dare al profilo, così ora limiteremo il nostro esame allo studio delle scale dei diametri e dei passi.

Sistema inglese o di Whitworth (Tav. I, fig. 1 e 2). — Prima di ogni altra cosa, è necessario rispondere ad una domanda preliminare: perchè

non convenga adottare il sistema inglese, come sistema internazionale. Vi sono anche sul Continente molti fautori del sistema Whitworth, i quali, vista la grande diffusione che esso ha, lo vorrebbero adottato come sistema internazionale, ad esclusione di ogni altro. Sebbene il loro numero vada ogni giorno diminuendo, pure anche in seno al Comitato esecutivo svizzero, la voce autorevole del signor C. Sulzer ha sostenuto tale idea (1), non condivisa però da alcun altro.

Il sistema inglese di viti ha, senza alcun dubbio, molti pregi, talchè su di esso si sono plasmati quasi tutti gli altri. Ha una buona scala di passi, specialmente pei diametri medi, la quale ben si adatta alla diversa natura dei materiali, ferro, bronzo, ghisa, ecc. (7° requisito). Da oltre 50 anni è usato nelle più svariate applicazioni, e non ha dato luogo a inconvenienti molto gravi. Ma la ragione del grande favore che esso incontra, non sta tanto nella sua bontà intrinseca, poichè molti altri sistemi lo eguagliano e lo sorpassano, ma piuttosto nell'essere esso tanto diffuso, che sembra ai suoi fautori che, adottandolo, l'unificazione si potrebbe raggiungere in breve tempo e con poche difficoltà.

Questa speranza però credo che darebbe luogo a gravi disillusioni; poichè, come è risultato dalla Inchiesta fatta dagli Ingegneri tedeschi nel 1875 (2), moltissime fabbriche, che pure adottano il Whitworth, lo hanno modificato in alcune modalità, talchè solo di nome esse usano il sistema inglese; di fatto, sono altri i sistemi usati, per quanto, prossimi a quello. Questa stessa cosa si verifica anche nelle serie di viti inglesi usate dalle nostre officine ferroviarie R. M. E così il Whitworth, non ostante la sua grande diffusione, è ben lungi dall'essere un sistema unificato, e non potrebbe nemmeno facilitare in modo notevole la vera unificazione.

Ma vi sono ragioni più gravi che sconsigliano dall'adottarlo. La forma del pane, come si è visto, non soddisfa affatto al secondo requisito, essendo difficile da costruire con esattezza e da controllare. Inoltre, se osserviamo la scala dei passi, si vede subito come essa abbia un andamento tutt'altro che regolare. E, se le sovrapponiamo i diagrammi medi, appare quanto il sistema inglese risulti più alto non solo della media AN dei nuovi sistemi, ma anche della AV. Del resto, questo difetto è riconosciuto da tutti e dimostrato dalla lunga esperienza. I passi scelti dal Whitworth sono molto convenienti per le viti medie, di circa 1 pollice di diametro; laddove, tanto per le viti piccole, specialmente per $\frac{1}{4}$ e $\frac{1}{2}$ pollice,

quanto per le viti grosse, i valori assunti sono troppo forti (1). La qual cosa fu già notata dal Sellers (2), che vi pose riparo stabilendo la propria scala nel 1864.

Non molto soddisfacente è pure la scala dei diametri, i quali, procedendo nella scala vecchia per ottavi di pollice ($\frac{1}{8}$ = mm. 3,18), fino a 3" (= millimetri 76,20), e per quarti ($\frac{1}{4}$ = mm. 6,35) da 3" fino a 6" (= mm. 152,4) riescono evidentemente troppo radi nei piccoli diametri (non ostante l'interpolazione delle due viti di $\frac{5}{16}$ e $\frac{7}{16}$) e troppo numerosi nei grandi diametri.

Per correggere la scarsità di piccole viti, il Whitworth stesso è incorso, colla nuova scala (fig. 2), nell'eccesso opposto, proponendo ben 30 diametri al di sotto di 1 pollice, in luogo dei 10 del suo vecchio sistema, il che non è pratico.

Adunque il sistema inglese, lungi dall'essere perfetto, avrebbe bisogno di venire unificato esso stesso, e modificato sia nella forma del pane, sia nelle scale tanto dei diametri quanto dei passi; poichè esso non risponde bene quasi a nessuno dei requisiti sopra stabiliti.

Se si volesse adottare un sistema molto diffuso e che abbia avuta una larga sanzione dalla pratica, sarebbe molto più razionale dare la preferenza al sistema americano, che certamente segna sull'inglese un notevole perfezionamento.

Ma qui ci troviamo di fronte ad un'altra grave questione. Tanto il sistema Whitworth quanto il Sellers, sono basati sul pollice inglese come unità di misura. È possibile a noi e a tutti i paesi, nei quali vige il sistema metrico decimale, fare una eccezione per le viti? Generalizzare e imporre a tutti l'uso di alcune misure duodecimali? Sarebbe una cosa ragionevole e conveniente? o non sarebbe piuttosto una stranezza e una anomalia affatto fuor di luogo? La risposta pare non debba essere dubbia.

Noi non abbiamo misure duodecimali; esse non sono nemmeno tollerate da noi; tutti i nostri disegni sono quotati in millimetri; tutte le officine hanno utensili, come saette da trapani, agguagliatoi, calibri, ecc. crescenti di millimetro in millimetro. O come può essere tollerata una diversa unità di misura senza offendere l'unità del nostro sistema, l'euritmia dei nostri assortimenti d'uten-

(1) Il sig. Way, noto fabbricante di viti della nostra città, rispondendo alla nostra circolare sopraricordata, ci fa osservare come egli pure abbia riscontrato, per lunga pratica, che le viti inglesi piccole, specialmente di $\frac{1}{4}$ e $\frac{1}{2}$ pollice, in causa del passo troppo grosso, riescono deboli, dando luogo a frequenti rotture nella lavorazione e nell'uso; talchè riesce difficile potere impanare acciaio o ferro con certa rapidità.

(2) « *Journal of the Franklin Institute* », 1864, vol. XLVII, pag. 344.

(1) « *Bull. de la Soc. d'Enc.* », 1897, pag. 858.

(2) « *Zeitschrift des F. D. Ing.* », 1898, pag. 1368.

sili e senza incorrere nel pericolo di creare una grande confusione e commettere errori?

È bensì vero che quasi tutte le nostre officine usano già da molti anni il Whitworth; ma per poter fare ciò, trasformano le misure inglesi in misure metriche. Se non che, ci si presenta anche qui un'altra difficoltà, poichè tale trasformazione si può ritenere praticamente ineffettuabile in modo esatto; e di vero, ne risultano frazioni di millimetro così piccole, da non potere essere in nessun modo misurate.

Così si avrebbe 1" = mm. 25,39954... Naturalmente si arrotondano le cifre al centesimo di millimetro e si scrive 1" = 25,40. Ma non ostante tale arrotondamento, il quale è pur sempre causa di errori non trascurabili, noi siamo obbligati a leggere frazioni così piccole di millimetro, come mm. 15,87, mm. 34,92, ecc., che richiedono strumenti di alta precisione, quali di solito non si trovano nelle fabbriche, ed un'abilità speciale nel maneggiarli. Ne nascono inevitabilmente tanti piccoli errori, i quali sono bensì impercettibili all'occhio, ma che si rendono manifesti quando si tenti di scambiare fra loro varie chiavarde e dadi dello stesso diametro. Si trova allora che l'unificazione del Whitworth sta più nel nome che nel fatto.

Confrontando le tabelle e i diagrammi del Whitworth e quelli degli ultimi sistemi proposti, si vede all'evidenza come, volere adottare il sistema inglese specialmente se è espresso in misure metriche) al luogo di questi, sarebbe, come ben dice il Reuleaux, abbandonare il semplice per attenersi al complicato.

Un'ultima ragione addurremo, che mostra quanto improvvida sarebbe l'adozione del sistema Whitworth, ed è il crescente favore che va acquistando più specialmente in America, ma anche in Inghilterra il sistema metrico decimale (1); la qual cosa ci lascia sperare che non sia lontano il giorno della generalizzazione di tale sistema.

Sebbene il programma del Congresso portasse questo argomento: e) « Sistema di misura, inglese o metrico », nessuno ha proposta l'adozione del sistema inglese, e, dietro proposta del Peters, il Congresso si è limitato a stabilire un sistema metrico unificato di viti e proporre l'adozione, senza escludere l'uso dei sistemi inglese e americano. Questo modo di procedere è perfettamente logico, perchè come è uno sconcio per noi l'usare il pollice, altrettanto sarebbe fuor di luogo per gli Inglesi usare il millimetro per misurare le viti, fin che vige presso di loro il vecchio sistema di misure.

(1) Bene spesso gli Inglesi e gli Americani usano il millimetro di pollice come unità decimale nelle misure di precisione. Così ha fatto il Whitworth nella Tabella I.

Sistema degli Stati Uniti o di Sellers (Tav. I, fig. 3). — Il sistema americano si presenta molto meglio del sistema inglese. Vi sono opportunamente corretti alcuni passi troppo forti del Whitworth, talchè sino a 3" (= mm. 76,20), il diagramma segue abbastanza bene la linea media AN e la tocca in alcuni punti. Oltre i 3" però, parmi che i passi del Sellers (che superano anche quelli inglesi) siano decisamente troppo forti.

Così pure la scala dei diametri è per certo meglio proporzionata della inglese, poichè procede per $\frac{1}{16}$ (= mm. 1,58) fino a $d = \frac{5}{8}$ (mm. 15,88), poscia per $\frac{1}{8}$ (= mm. 3,18) fino a $d = 2$ " (= mm. 50,8), e, per ultimo, per $\frac{1}{4}$ (= mm. 6,35) fino a $d = 6$ " (= 152,4). I diametri così degradano convenientemente, essendo più ravvicinati per le piccole viti e più distanti per le grandi viti, come ben richiede la pratica.

Se aggiungiamo a queste buone qualità l'eccellente forma del profilo, vediamo come il sistema americano si potrebbe, con pochi ritocchi, adottare quale sistema internazionale. Ma l'unità di misura sulla quale esso è basato, ci impedisce di farlo.

Sistemi misti. — Non è il caso di parlare di sistemi misti, quale è quello delle Ferrovie di Stato prussiane, delle Ferrovie italiane, ecc. Perchè l'usare chiavarde quotate in due modi, cioè nella parte impanata a pollici e nelle parti lisce in millimetri, o peggio che mai l'usare viti inglesi e segnare sui nostri disegni le misure a millimetri interi più prossime, come ha proposto di fare qualcuno, sono artifici ingegnosi, i quali, se nell'attuale stato di cose sono forse ciò che si può fare di meglio, mostrano però una volta di più quanto poco ragionevole e conveniente sarebbe volere perpetuare presso di noi l'uso abusivo dei sistemi duodecimali.

Veniamo ora ai sistemi metrici.

Sistema Thury (Tav. I, fig. 4). — Il sistema proposto dal Thury per le viti meccaniche, inceppato e legato come è dalle formole empiriche assunte dal suo autore, non soddisfa quasi a nessuna delle condizioni, stabilite sopra, per un sistema pratico di viti. I passi riescono eccessivamente forti, talchè il diagramma supera non solo il medio AN e quello di Whitworth, salvochè nei primi valori, ma è il più alto di quanti ne abbiamo veduti.

Passi e diametri poi ci sono dati dalle formole in modo non esatto, talchè è necessario arrotondare i risultati di calcolo; e con tutto ciò si hanno valori irrazionali e poco comodi, come $d = 6,8; 7,7; 19; 51,5$ (e non 20 e 50), ecc.; ai quali mal corrispondono le dimensioni dei ferri commerciali.

Sistema Armengaud (Tav. I, fig. 5). — La proposta dell'Armengaud, molto semplice e chiara, perchè legata ad una sola equazione lineare, ha l'inconveniente di darci passi eccessivamente forti per le piccole viti, poichè superano anche il Whitworth e tutti gli altri sistemi studiati; per contro, sono buoni i passi medi, ma alquanto forti gli ultimi; il che però non sarebbe un gran difetto.

I passi si ricavano esattamente dalla formula data e sono espressi in decimi di millimetro. Per contro, i diametri graduati a mezzi millimetri (7,5; 12,5...) non sono lodevoli (6^a cond.); inoltre è troppo scarso il numero delle piccole viti, essendo eccessivo l'intervallo di mm. 2,5 fra l'una e l'altra, al di sotto di $d = 10$ o 12 mm.; come è parimenti forte quello di 5 mm. fra i diametri di 25 e 40 mm.

Sistema di D. Poulot (Tav. I, fig. 6). — È una serie non sufficientemente estesa, da $d = 7$ a $d = 40$ mm. I passi delle viti più piccole sono troppo forti. I valori di alcuni passi sono espressi in quarti di millimetro, che non è una frazione ammessa nel sistema decimale. La scala dei diametri cogli intervalli alternati di 2 e di 3 mm. non è perfettamente regolare, come facilmente si sarebbe potuto fare.

Questa proposta non è mai stata attuata, ma ha fornito diversi elementi a parecchi altri sistemi francesi, specialmente quello caratteristico della disposizione dei passi per gradini eguali (1,5; 2; 2,5; 3; 3,5 ...) che si riscontra anche nel sistema internazionale approvato testè, e sulla opportunità del quale discuteremo più innanzi.

La profondità del pane $h = 0,78 p$, coll'angolo di 60° , risulta troppo forte, in causa dell'esiguità dell'arrotondamento.

Sistema della Marina francese (Tav. I, fig. 7). — Il numero dei passi è eccessivamente scarso, avendosene solo 9 per 28 diametri, 3 dei quali servono ben 18 diametri! I passi formano una scala coi gradini di mezzo millimetro, poi di un millimetro; è una esagerazione del sistema francese inaugurato dal Poulot. Il valore assoluto della maggior parte dei passi è troppo piccolo, almeno per l'uso generale; l'andamento della scala è molto irregolare e non lodevole, perchè pei diametri medi si hanno passi forse troppo forti; laddove pei grandi e pei piccoli diametri la scala è una delle più basse; ed è la sola che usi per le viti di 10 mm. il passo di 1 mm.; per le viti di 14 il passo di 1,5 mm. e per le viti da 80 a 100 millimetri il passo di 6 mm.!

Oltre a ciò, la progressione dei diametri non è ben proporzionata, perchè l'intervallo di due millimetri è eccessivo per le piccole viti, laddove l'intervallo di 4 mm. è troppo ristretto per le viti grosse.

Sistemi delle Ferrovie francesi (Tav. II, fig. 8 a 12). — Abbiamo descritti sei sistemi diversi di viti impiegati dalle Ferrovie francesi. Si vede però facilmente, esaminando i relativi diagrammi, come nessuno di essi possieda tutte le qualità che si debbono ricercare in un sistema unificato. E di vero, salvochè per le piccole viti, i passi delle altre sono quasi tutti troppo fini, talchè mal risponderebbero alle svariate esigenze dell'industria meccanica generale. Questo ci spiega il motivo pel quale il Gomitato promotore del Congresso di Zurigo ha voluto giungere ad una conclusione prima che si tenga la prossima Conferenza ferroviaria internazionale.

Oltre a ciò non si ha la voluta regolarità nella scala dei diametri, e nemmeno in quella dei passi, quantunque per questi si sia da tutti adottato il sistema francese dei gradini eguali, di mezzo millimetro. Le Ferrovie dell'Est però, derogando da tale regola (fig. 12), hanno interpolato il passo di 1,25, e quelle del Nord (fig. 8) il passo di $\frac{5}{6}$ di mm., non affatto decimale.

Tutte le Società poi adottano profili troppo acuti (Tav. IV, N^o 6 a 9), specialmente la Ferrovia del Mezzodì, coll'angolo di $43^\circ 36'$ e la P.-L.-M. coll'angolo di $36^\circ 52'$, che non sembrano convenienti nemmeno per le ferrovie, ma certo sono inammissibili per la meccanica generale, colle sue impanature nella ghisa.

Sistema lombardo (Tav. II, fig. 13). — Ha molti punti di contatto coi precedenti, che anzi ricopia esattamente, sia nella scala dei diametri che dei passi, il sistema della P.-L.-M. Però lo migliora alquanto, poichè per le viti di 8 si adotta il passo di 1 mm. invece di 1,5; e per ognuna delle viti di 20 e 30 ammette due valori del passo a scelta, cioè $p = 2$ e 3 , ovvero $p' = 2,5$, e $3,5$ millimetri. Inoltre il profilo adottato coll'angolo di 60° è senza confronto migliore di quello della P.-L.-M. coll'angolo di $36^\circ 52'$. Nel loro complesso però i passi sarebbero troppo piccoli per un sistema d'uso generale.

Sistema di Bariquard e Marre (Tav. II, fig. 14). — Similmente troppo fina è l'impanatura adottata da questa celebre Casa di Parigi. Del resto, la scala è studiata molto bene ed è in perfetta armonia colla meccanica fina e d'alta precisione che si fa dal Bariquard; ma tale finezza sarebbe alquanto eccessiva per le grosse costruzioni e là meccanica usuale.

Sistema Bodmer (Tav. II, fig. 15). — Questa serie, adottata dalla Casa Reishauer di Zurigo, ha un andamento assai buono, poichè segue molto da vicino la linea A N. Nei particolari però lascia qualche cosa a desiderare; poichè i passi, essendo

determinati col metodo inglese, risultano espressi in centesimi di millimetro, il che crea una inutile difficoltà nella lavorazione; inoltre la scala potrebbe essere più regolare, ed è, nel suo complesso, alquanto fina.

Oltre a ciò il sistema è troppo ristretto, non oltrepassando la vite di 50 mm. di diametro.

Sistema dell'Artiglieria francese (Tav. II, fig. 16). — Questa è una delle migliori scale francesi; essa segue molto da vicino la linea media A N, ed ha un andamento molto regolare, poichè i passi, seguendo il sistema francese, crescono coll'equidifferenza costante di mezzo millimetro e si applicano ad una serie di diametri principali, aventi l'equidistanza di 4 mm., poi di 5 mm. e per ultimo di 10 mm., con quattro diametri intercalati per le piccole viti. Il diagramma rimane così costituito da tre rette, la prima delle quali, coll'equazione $p = \frac{1}{8} d$, passa per l'origine O degli assi.

Bisogna però fare alcune osservazioni. I passi risultano un po' troppo fini per le piccole viti, come per $d = 4$, $p = 0,5$; e per $d = 12$, $p = 1,5$; ed un poco forti per alcuni diametri, come per $d = 22$, $p = 3$; e per $d = 45$, $p = 5$; il che dipende dai vincoli che l'autore si è imposti nella scala dei passi.

In tutto il sistema poi, cioè da 4 a 75 mm., abbiamo soltanto 17 viti, e ci pare che sia un numero troppo esiguo per soddisfare a tutte le esigenze della pratica; bisognerebbe interpolarne almeno altre dieci o dodici.

Sistema del Ministero Italiano, pei materiali d'Artiglieria e Genio (Tav. II, fig. 17). — Il sistema adottato pel materiale d'Artiglieria e Genio, dal Governo Italiano, ha un andamento che non si scosta molto dalla linea media A N, perciò nei suo complesso è piuttosto buono.

Buona pure è la scala dei diametri, che sarebbe pienamente regolare se alle viti di 13 e 15 mm., che non so vedere per quale ragione siano state adottate, si fossero sostituite le viti di 12 e 14 mm. La serie però è forse troppo scarsa di diametri, dal 22 all'80; poichè non ve ne sono che otto, e per l'industria in genere, se ne potrebbero utilmente aggiungere sei o sette.

Dove questo sistema si presenta meno bene è nella scelta dei passi; poichè questi soddisfano bensì alla condizione di essere espressi in numeri abbastanza comodi, cioè in decimi di millimetro, ma non sono ben graduati. Perchè da principio sono eccessivamente piccoli, talchè per $d = 5$ si ha $p = 0,6$, che è il passo più fino che io conosca; e corrisponde al passo adottato dal Bariquard e dal Thury per viti di 3 mm. La scala poi s'innalza con rapidità eccessiva, fino a raggiungere passi troppo forti pei diametri di 13 e 15 mm.

Credo che sia questo l'unico diagramma che tagli l'asse dei diametri e non quello dei passi.

Il diagramma poi che, stando alle formole date, dovrebbe essere rettilineo da $d = 13$ sino a $d = 80$ millimetri, non risulta tale in causa degli arrotondamenti ai risultati di calcolo; ed è rettilineo solo da 25 a 80 mm. Inoltre per gli ultimi valori il passo risulta alquanto forte.

Sistema Ducommun e Steinlen (Tav. II, figura 18). — Il sistema adottato da questa celebre Casa costruttrice, e raccomandato nel 1873 dalla Società Industriale di Mulhouse per l'adozione generale, è forse il miglior sistema di viti che sia stato proposto fino a quell'epoca. L'andamento del diagramma segue quasi esattamente la linea media A N, per tutta la sua estensione.

I passi formano una scala regolare coi gradini crescenti man mano che aumentano i diametri; le equidifferenze sono di mm. 0,25 fino a $d = 15$; poi di mm. 0,5 fino a $d = 50$, e per ultimo di mm. 1 per le viti più grosse. Questo modo di procedere è perfettamente razionale e lodevole.

Per contro si può fare qualche osservazione sulla scala dei diametri, la quale, procedendo alternativamente per due e per tre mm., allo scopo di evitare i mezzi millimetri, non riesce completamente regolare. Oltre a ciò sarebbe forse stato più utile estendere la progressione per 2 mm. fino a 30 mm., e sopprimere alcuni diametri fra il 30 e il 50 mm.

Ad ogni modo questo sistema è uno dei migliori e più pratici fra quelli che sono in uso oggidì.

Esaminiamo ora i sistemi metrici studiati e proposti in questi ultimi tempi da scienziati e da Associazioni, allo scopo di ottenere la desiderata unificazione.

Sistemi di Delisle, 1° (1873) (Tav. II, fig. 19). — E doveroso incominciare dalla proposta di Delisle, che è stato il primo ad iniziare questi studi in Germania. La prima scala col profilo alla Sellers, di Delisle, ha i passi troppo forti, superando lo stesso Witlworth; per questa ragione non è ammissibile, quantunque abbia alcune buone qualità.

Della seconda proposta (1877) (fig. 20), che ha servito di base alla scala normale tedesca, diremo trattando di quest'ultima.

Sistema degli Ingegneri di Saarbrück (Tavola II, fig. 21). — La scala ha, nel suo complesso, un andamento poco regolare; perchè pei diametri inferiori a 26 millimetri si approssima molto alla linea A N; poi, facendo un brusco salto da 26 a 28 mm., prende un andamento eccessivamente alto, da 28 ad 80 mm.

Inoltre, tanto in questo quanto nel sistema De-

lisle, la scala dei diametri non è graduata nel modo più conveniente per la pratica.

Sistema di Reuleaux (Tav. II, fig. 22). — Il sistema proposto da questo illustre scienziato è, a mio avviso, il migliore di tutti i sistemi che abbiamo studiati. Ed è facile vedere come esso risponda a tutte le condizioni che si debbono ricercare in un sistema internazionale.

È sufficientemente esteso, poichè contiene anche le viti di 4 e 5 mm., e si può applicare fino oltre i 100 mm. La scala dei diametri è la migliore che si possa adottare; perchè, senza essere troppo numerosa, risponde bene a tutte le esigenze della pratica; e le equidifferenze fra i diametri vanno crescendo con progressione molto razionale da 1 mm. a 2, a 5, a 10 mm. Forse però l'intervallo di 10 mm. è troppo forte, e sarebbe bene dimezzarlo (4^a condizione).

I valori dei diametri, oltre ad essere espressi in numeri rotondi, sono in perfetta armonia col sistema metrico decimale e colle dimensioni dei ferri commerciali (6^a condizione).

La scala dei passi asseconda perfettamente la linea media AN. I valori dei passi sono espressi con numeri semplici, e per di più ci sono dati in modo esatto, e senza bisogno di alcun arrotondamento, da due formole lineari semplicissime, che si prestano con tutta agevolezza al calcolo mentale (5^a condizione).

Non vedo che si possa fare alcun serio appunto a questo sistema che è semplice, armonico, ben proporzionato e perfettamente regolare in ogni parte; se non forse la forma troppo acuminata del pane, al che però si potrebbe facilmente ovviare, adottando un profilo alla Sellers.

Sistema dell'Associazione degli Ingegneri Tedeschi (Tav. III, fig. 23). — Il sistema, che, dopo molti anni di studi accurati e pazienti, è stato adottato nel 1888 dalla grande Associazione degli Ingegneri Tedeschi, avrebbe dovuto essere naturalmente uno dei più indicati per venire adottato come sistema internazionale. Esso ricopia fedelmente la seconda proposta di Delisle (1877), alla quale si sono soltanto aggiunti alcuni diametri interpolati.

Il sistema presenta per certo molte buone qualità; ma, esaminandolo attentamente, si vede come non risponda in modo completo a tutte le condizioni desiderate. Lasciando in disparte la forma troppo acuta del profilo, della quale si è discusso sopra, si possono fare al sistema parecchie altre osservazioni.

La estensione della scala da 6 a 40 mm. non è sufficiente. Si comprende come possano adottare scale così limitate, le strade ferrate, ovvero indu-

strie speciali, le quali hanno bisogni ben definiti, ed invariabili; ma non mi pare razionale adottarle per l'industria meccanica in genere, i cui bisogni sono svariatissimi. E di vero noi vediamo aggiunti in seguito alla scala normale tedesca due prolungamenti, uno per le piccole viti, da 1 a 6 mm., ed uno per le grandi viti da 40 a 160 mm. Ne risulta così una scala mista, la quale soltanto per un breve tratto è normale od ufficiale, laddove per la maggior parte è facoltativa e non normale. Tale promiscuità sembra debba tornare dannosa, ed è certo contraria al principio stesso della unificazione.

Senza parlare delle viti inferiori ai 6 mm., vediamo come la scala normale tedesca, cioè delle viti da 6 a 40 abbia la stessa serie di diametri adottata dal Reuleaux, la quale è, a mio modo di vedere, la migliore fra quante se ne sono proposte; ma nel prolungamento della scala, si è adottato col Delisle la progressione per 4 e per 8, i quali numeri non essendo divisori del 10, non sono in armonia col sistema decimale (6^a cond.), come il 5 e il 10 che troviamo nella scala Reuleaux, nello Steinlen, nell'Armengaud, ecc.

Anche in riguardo ai passi non si può a meno che fare qualche appunto. Nella scala non è seguito nettamente nè il sistema della continuità usato dal Reuleaux, dal Thury, dagli Ingegneri di Saarbrück, ecc, nè il sistema dei gradini o gruppi regolari di passi, come propone il Sauvage, la Società degli Ingegneri di Torino, ecc; ma si segue col Delisle un andamento misto; da 6 a 20; da 32 a 40 e da 64 a 80 la scala sale in modo continuo; laddove da 20 a 32, da 40 a 64 ed oltre gli 80 mm., la scala sale per gradini. È bensì vero che i passi dei così detti diametri principali vengono determinati da due equazioni lineari molto semplici, ma l'aggiunta dei diametri supplementari toglie ogni efficacia alle formole, e rompe la regolarità del sistema.

Oltre a ciò il valore assoluto dei passi è molto conveniente per la porzione normale della scala; ma da 40 mill. in su, i passi sono forse troppo piccoli. Non so vedere per quali ragioni l'Associazione abbia data la preferenza al sistema Delisle anzichè a quello proposto dal Reuleaux, che, secondo me, avrebbe evitate tutte queste imperfezioni; le quali forse non sono stata causa ultima della opposizione incontrata dal sistema presso gli stessi Industriali tedeschi.

Il Direttore dell'Associazione, ingegnere Peters, accennò bensì a tale sistema dinnanzi al Congresso, ma lo fece solo come richiamo storico nella sua Relazione, e non per sottoporlo a discussione; perchè implicitamente gli stessi Ingegneri tedeschi lo hanno abbandonato. Tanto è vero che parecchi di essi e fra gli altri lo stesso Delisle, hanno presentate al Congresso nuove proposte.

Sistema di Kreuzberger (Tav. II, fig. 24). — Il sistema che il Kreuzberger ha proposto e calorosamente sostenuto al Congresso, ha una buona scala di passi, la quale ben coincide colla linea AN fino a $d = 40$ mm. poichè è la stessa retta del Reuleaux ($p = 0,1 d + 0,4$) e del Delisle II°. Ma oltre i 40 mm. i passi riescono troppo forti e l'autore si è trovato obbligato ad arrestare a 58 mm. il diagramma rettilineo e sostituirvi l'andamento a gradini.

Accettabili sono tutti i valori dei passi e dei diametri perchè espressi in numeri tondi e in buona armonia col sistema decimale. Parimenti buona è la forma del profilo, eguale a quella del Sellers, che l'autore vuol ricopiare tal quale, senza gli arrotondamenti al fondo del pane, approvati dal Congresso.

Però il difetto principale di questo sistema sta nell'aver adottato un numero eccessivamente grande di diametri; poichè la equidifferenza di 2 mm. riesce piccola oltre ogni bisogno per viti che superino i 30 o 32 mm. di diametro. Non è possibile che le officine facciano l'ingente spesa di provvedersi degli strumenti per fabbricare tutte queste viti. E in tal caso ricadiamo nella indeterminatezza e nell'arbitrio della scelta, che è contrario al concetto della unificazione.

Sistema di L. Loewe e C. (Tav. III, fig. 25). — La proposta studiata dal Loewe si presenta con caratteri opposti alla precedente; fra gli stessi limiti, cioè fra 6 e 80 mill., dove il Kreuzberger stabilisce 40 diametri, il Loewe ne propone soltanto 15! Evidentemente le distanze sono tanto grandi che bisogna interpolarvi circa altrettanti diametri; e non essendo stabilito nulla per tali interpolazioni, si cade, come nel caso precedente, nell'indecisione e nell'arbitrio, inammissibili coll'unificazione (4^a condizione).

La scala ha nel suo complesso un buon andamento, scostandosi poco dalla AN, cui però rimane inferiore per tutti i diametri intercalati.

L'autore poi ha voluto riprodurre nel suo sistema decimale, il metodo usato dagli Inglesi, di indicare cioè non il valore del passo, ma il numero dei passi esistenti sull'unità di lunghezza (1 decimetro). Ne risultano in tal modo per i passi, valori i quali, anche arrotondati, sono espressi in centesimi di millimetro, come 1,67; 2,86, ecc, la qual cosa ci pare non conveniente per un sistema unificato (6^a cond.).

Sistemi di Delisle, III° e IV° (Tav. III, fig. 26 e 27). — Le due nuove proposte, presentate dal Delisle al Congresso, sono modellate entrambe sul sistema francese. Egli ha adottato il profilo proposto nella Seduta del 20 novembre 1897 (Tav. IV, N° 3), e tutti senza eccezione i diametri della scala

francese. Soltanto ne ha quasi raddoppiato il numero, fissando il valore dei diametri interpolati. Discuteremo quindi la bontà di questa scala di diametri, parlando del sistema francese. Farò solo notare come tale scala nella proposta III riesca perfettamente regolare, laddove nella proposta IV, come osserva l'Escher, pel desiderio di evitare alcuni numeri dispari, quali il 27 e il 33, la scala perda della sua regolarità.

In entrambe le proposte la scala procede per gradini regolari di due viti per ogni passo; ma nella proposta III, non sappiamo per quale motivo, l'autore si è attenuto a valori di p così bassi che il diagramma si allontana eccessivamente dalla linea media AN. Un avvitarmento così fino, che non trova riscontro se non in quelli speciali delle ferrovie, non sarebbe certo conveniente per un sistema generale di viti.

E di vero lo stesso Delisle nella IV proposta applica ai medesimi diametri passi assai più forti; che anzi ha adottati gli stessi valori della scala francese, procedenti per gradini regolari di mezzo in mezzo millimetro, che egli ha però opportunamente dimezzato pei piccoli diametri, introducendo i passi di 1,25 e 1,75 mm.

Con tutto ciò, la proposta non coincide completamente colla francese, sia per l'aggiunta di questi due passi, sia perchè allo scopo di ottenere una scala regolare di due diametri per ogni passo, il Delisle ha dovuto diminuire il passo delle viti francesi di 14 e di 18 mm.

Sistema unificato francese (Tav. III, fig. 28). — Ed ora veniamo alla parte più importante del nostro studio, cioè all'esame del sistema unificato francese, il quale, con leggieri modificazioni, è stato proposto dal Congresso come Sistema Internazionale.

Il professore Sauvage, all'opera indefessa del quale è dovuta in massima parte la buona riuscita del sistema, ha saputo soddisfare perfettamente ad alcune condizioni essenziali, ma non a tutte.

Questo sistema presenta il grande pregio di avere per base una curva che coincide colla media AN la quale, come si è dimostrato sopra, è quella che attualmente si ritiene la più conveniente e che ci dà il miglior rapporto fra i valori dei passi e dei diametri. Inoltre il sistema presenta una perfetta regolarità di andamento tanto nella scala dei passi, che dei diametri, ed anche questo è un pregio notevole.

Ma nello stabilire i valori assoluti dei diametri e dei passi il Sauvage ha seguito una via che a noi non sembra la più conveniente.

Come si è detto, egli si è proposto che i passi debbano formare una scala regolare a gradini eguali, cioè con una unica equidifferenza dal principio alla fine del sistema. Quindi in base a tale

scala, i cui gradini sono scelti ad arbitrio, ed alla curva prestabilita del diagramma, ha determinati i diametri delle viti.

È bene che esaminiamo brevemente questo modo di procedere, che potremo dire francese, perchè inaugurato, a quanto mi risulta, dal Poulot, è stato seguito da quasi tutti i costruttori francesi, compreso il Sauvage, il quale anzi lo ha applicato in modo più rigido dei suoi predecessori. Ed è tanto più necessario che ne trattiamo, inquantochè io credo che si debbano unicamente all'applicazione di tale principio, tutte le leggieri imperfezioni che si riscontrano nel sistema unificato francese.

La sesta condizione ci dice che i passi debbono essere espressi in numeri rotondi; questo sta benissimo, perchè più semplice e facile riesce la costruzione delle viti; ma non bisogna esagerare tale massima, altrimenti si cade in altri gravi inconvenienti. Per numeri rotondi intendiamo quelli la cui grandezza si può determinare facilmente cogli strumenti di misura che si hanno sotto mano in ogni officina.

Trattandosi di lavori delicati e fini, quale è la impanatura delle viti, ci pare siano pienamente ammissibili le dimensioni espresse in decimi di millimetro. E come sarebbe eccessivo e creerebbe difficoltà l'adozione del centesimo di mm., così non ci pare ragionevole escludere i decimi e ammettere solo le frazioni $\frac{1}{2}$ e $\frac{1}{5}$ di millimetro o peggio che mai la frazione non decimale $\frac{1}{4}$. Riserbando la facoltà di usare per i passi qualsiasi valore, purchè sia espresso in decimi di mill., potremo soddisfare molto meglio alle esigenze meccaniche del sistema.

Ne ci sembra accettabile l'altra massima che i gradini dei passi si debbano conservare eguali dal principio alla fine del sistema. O come può essere conveniente che tra i passi delle viti di 9 e di 10 mm. si abbia lo stesso gradino che tra i passi delle viti di 72 e di 80? Non sappiamo vedere quale ragione si possa addurre a sostegno di tale massima. Che anzi vediamo tutti i grandi costruttori fare aumentare progressivamente la differenza fra i passi col crescere dei diametri. Così fa il Whitworth, il Sellers, il Bodmer, il Ministero della Guerra Italiano, il Reuleaux, gli Ingegneri tedeschi, ecc. Così molto a proposito fa lo Steinlen il quale, pur seguendo in massima il sistema francese, aumenta però il gradino progressivamente da mm. 0,25, a mm. 0,5 e lo porta alla fine ad 1 mm.

Il primo e più grave inconveniente, che l'adozione di tale principio ci porta, sta nel toglierci ogni libertà nella scelta dei diametri; poichè, data l'equazione del diagramma, o la forma della linea AN, e scelti i passi, rimangono determinati invariabilmente i successivi valori dei diametri. E in

tale determinazione non ci è consentita altra libertà di movimento se non quella che deriva dall'arrotondamento dei risultati di calcolo. Come si può in tal modo soddisfare bene alle svariate esigenze dell'industria?

Ne avviene necessariamente che, per conservare numeri troppo rotondi nei passi, si ottengono numeri qualsiasi, che non sono nè rotondi, nè decimali nei diametri. Così nei diversi sistemi studiati dal Sauvage (1), troviamo diametri come questi: 51, 67, 93, 101, 132, ecc; che certamente l'illustre Autore non avrebbe adottati, se fosse stato libero nella scelta, e non si fosse legato le mani, come ha fatto. Per contro non troviamo in essi quasi nessun diametro a centimetri interi e nessuno a mezzi centimetri. Così nell'ultimo sistema studiato, se si eccettuano le viti di 10, 30 e 80, non vi figurano i diametri di 20, 40, 50, 60, 70, 90, 100, 110, 120, 130, 140, 150, ecc. In un sistema che porta il nome di metrico-decimale, la mancanza di tutti questi valori non sembra ammissibile, e la scelta dei diametri non si può dire ben fatta.

Nè si dica che è questione di gusti, che un numero vale l'altro, purchè sia espresso in millimetri interi, come fu asserito al Congresso. No; tutto l'organismo di una officina rimane turbato da tali irregolarità, perchè i diametri delle viti, in primo luogo non corrispondono alle dimensioni usuali dei ferri del commercio; in secondo luogo non vanno d'accordo cogli utensili che si hanno per praticare i fori, come saette da trapano, allargatoi, calibratoi, ecc.

Un altro inconveniente, non lieve, deriva dalla adozione dei passi a gradini costanti ed è che i diametri non riescono spazieggianti come esige la pratica; la quale ha bisogno che le differenze fra i diametri, siano piccole per le viti sottili e vadano rapidamente crescendo per le viti grosse; in modo che la serie delle viti sia numerosa per i piccoli diametri e molto più rada per i grandi diametri. Che anzi, in luogo di considerare queste differenze, bisognerebbe tener conto del rapporto fra due diametri consecutivi, e tale rapporto, per quanto si può, dovrebbe conservarsi costante, o almeno non scostarsi troppo da un valore medio, che è all'incirca 0,9.

Per contro col sistema della equidifferenza costante fra i passi, si otterrebbe, se il diagramma AN fosse una retta, una equidifferenza costante anche fra i diametri.

Essendo però la AN leggermente concava verso l'asse delle ascisse, ne segue che gli intervalli fra i diametri vanno leggermente aumentando col crescere del valore assoluto dei diametri stessi. Ma

(1) « Bull. de la Soc. d'Enc. », 1893, pag. 221 e 223.

questo aumento è così lento che non riesce affatto sufficiente per la pratica e il rapporto, in cambio di conservarsi costante, cresce molto rapidamente. Inoltre, se per avere molte viti piccole si adotta un gradino troppo basso, si ottiene un numero eccessivamente grande di viti grosse, e viceversa se si fa il gradino alto, risultano troppo poche le viti piccole.

Queste cose si possono facilmente constatare osservando i vari studi fatti dal Sauvage. Nei due primi, colla equidistanza di mm. 0,25 e 0,20, il numero delle piccole viti è ancora troppo scarso, poichè i diametri variano di 2 in 2 mill., laddove eccessivo oltre ogni bisogno riesce il numero delle grosse viti, fra le quali si hanno intervalli appena di 3 o di 4 mm., come 71, 74, 78, 82, 85.

Nel terzo e nello studio definitivo, colla equidistanza, molto forte, di mezzo millimetro, tutti gli intervalli fra i diametri riescono troppo grandi, grandissimi poi quelli fra le viti piccole, tantochè fra 6 e 80 mm. abbiamo soltanto 13 diametri, i quali sono affatto insufficienti per la pratica.

Il Sauvage per riparare a tale inconveniente è stato indotto a dare il nome di *principali* a questi 13 diametri, per i quali si ha un cambiamento di passo, ed a stabilire la massima che si sia liberi di interpolare nella serie, qualunque vite possa occorrere « purchè il suo diametro sia espresso in millimetri interi e il passo sia quello della vite principale immediatamente inferiore » (1).

Questo modo di procedere ci sembra non solo poco razionale, ma, come giustamente ha osservato il prof. Escher, è contrario al principio stesso dell'unificazione. E di vero in base a questa massima noi vediamo che la Casa Bariquand et Marre è obbligata a costruire mastii e viti-campione di millimetro in millimetro da 6 fino quasi a 60 mm. Ora, non essendo ammissibile che le officine si provvedano tutto questo dispendiosissimo materiale, si ricade nella indeterminatezza e nell'arbitrio della scelta, e si raggiunge in tal modo soltanto l'unificazione dei passi, ma non delle viti.

Sistema del Comitato Esecutivo Svizzero (Tavola III, fig. 29). — Più che un sistema nuovo, questo non è che una leggiera modificazione del sistema francese. Poichè il Comitato si è proposto di migliorare il sistema francese, senza però toccare per nulla, nè la serie dei suoi diametri principali, nè dei suoi passi.

Per prima cosa ha, molto a proposito, determinata tutta la serie delle viti, intercalandone sedici secondarie, fra le 13 così dette principali.

In secondo luogo ha, per le piccole viti, ridotto alla metà il gradino fra i passi, ad imitazione di

(1) « Bulletin de la Soc. d'Enc. », 1894, pag. 313.

quanto avevano già fatto il Poulot, il Bariquand e Marre, lo Steinlen ed altri; e così ha introdotto il passo di mm. 1,25 per le viti di 8 a 9 mm. e il passo di mm. 1,75 per la vite di 12 mm.

La proposta svizzera costituisce certamente un miglioramento della francese; e, dato il principio di non sopprimere alcun valore stabilito da questa ultima, non si sarebbe potuto fare di meglio.

Però, in causa del vincolo impostosi, essa porta ancora le tracce di alcuni difetti della scala francese. Così la scelta dei diametri non ci pare pienamente lodevole, nè rispondente in tutto alla 4^a e 6^a condizione. Sarebbe forse stato bene avere una o due viti di più fra i diametri di 24 e di 36 mm., come troviamo nello Steinlen, nel Bodmer nella serie normale tedesca, nel Reuleaux, ecc. Per contro, eccessivo è il numero delle grosse viti al disopra dei 40 mm. Il che si vede subito confrontando la serie svizzera con quelle del Sellers, dell'Artiglieria francese, dello Steinlen, del Thury, ecc.

Inoltre la scala dei diametri non è in perfetta armonia col sistema metrico decimale, come dovrebbe; le differenze fra i diametri procedono per 1, per 2, per 3 e per 4 millimetri. Ora il 3 e il 4, che non sono divisori del 10, male si adattano ad una serie decimale, laddove sarebbero perfettamente a posto in una serie duodecimale. Di fatti nella proposta svizzera il cambiamento dell'equidifferenza fra i diametri, cade precisamente sui numeri 12, 24, 48, 96, che sono numeri tondi nel sistema duodecimale. Inoltre l'adozione delle equidifferenze 3 e 4 mm. ci fa evitare certi numeri tutt'affatto naturali in un sistema decimale, come 40, 50, 70, ecc, e ci obbliga ad assumere numeri strani come 27, 39, 52, che certamente non si sarebbero adottati, se si fosse stati liberi nella scelta dei diametri; il che, secondo noi, turba la buona armonia delle officine.

Quanto alla scala dei passi, dobbiamo osservare come la riduzione a metà dei due primi gradini, molto opportuna dal lato tecnico, ha però l'inconveniente di guastare la semplicità della scala francese, che il Sauvage si è imposta come base inflessibile di tutto il suo sistema. E la turba non solo perchè i gradini non sono più eguali, ma più ancora perchè introduce in una serie di passi espressi tutti a millimetri interi e mezzi millimetri, due valori espressi in ventesimi di millimetro (1).

(1) Mi sia permesso rispondere qui al prof. Escher che, in una nota al riassunto del discorso pronunciato dal sottoscritto al Congresso di Zurigo, dichiara essere infondata questa osservazione, perchè « i passi variano per quarti di millimetro ». Sta bene, ma la frazione un quarto, non essendo ammessa nel sistema decimale, per misurarla bisogna fare uso di compassi a nonio al ventesimo di millimetro.

Un'ultima osservazione dobbiamo fare, che cioè la scala non riesce perfettamente regolare, come sarebbe stato desiderabile; e di vero vediamo che il passo di 1,75 serve solo il diametro di 12 mm., laddove il passo di 2,5 serve le tre viti di 18,20,22. Il Delisle nella IV proposta, per evitare tale irregolarità ha dovuto cambiare i passi francesi delle viti di 14 e 18 mm., incorrendo però in un'altra irregolarità, che ben si vede osservando il relativo diagramma.

Sistema della Società degli Ingegneri ed Architetti di Torino (Tav. III, fig. 30). - Lo studio critico fatto sui principali sistemi conosciuti, ci ha naturalmente indotti a concretare le nostre osservazioni col formulare una proposta di un nuovo sistema di viti. Nella proposta definitiva cui siamo pervenuti, dopo non pochi tentativi, si è procurato di riunire tutti gli elementi buoni degli altri sistemi e di evitarne i difetti.

Anzitutto noi abbiamo seguito una via opposta a quella scelta dal Sauvage, in quanto alla determinazione dei diametri e dei passi. A noi pare evidente che l'elemento fondamentale, l'elemento veramente caratteristico di una chiavarda e al quale bisogna dare la massima importanza, sia il diametro. Perchè è il diametro che bisogna determinare in base allo sforzo, è il diametro che bisogna conoscere per praticare i fori, è il diametro che serve ad individuare una chiavarda, e che si trova notato sui nostri disegni; è il diametro infine che dovremo continuamente misurare nelle officine, laddove non ci occorrerà quasi mai di dover effettuare la difficile misura del passo, perchè il passo ci è dato, già fatto, dai mastii e dalle madre viti.

Per queste ragioni, seguendo l'esempio del Whitworth, del Sellers, dello Steinlen, del Reuleaux, degli Ingegneri tedeschi, e si può dire di tutti i migliori costruttori di macchine, non francesi, noi abbiamo stabilito dapprima la scala dei diametri e in seguito quella dei passi. Per tal modo ci siamo trovati perfettamente liberi di scegliere, pei diametri, quella serie di valori che meglio rispondono alle molteplici esigenze dell'industria meccanica.

Per le ragioni esposte sopra, mi sarebbe sembrato conveniente dare alla scala una maggiore estensione, per esempio da 3 a 150 mm.; ma, in omaggio alle deliberazioni della seduta preliminare in Zurigo, del 20 novembre 1897, si è stati nei limiti da essa proposti.

Abbiamo adottata come scala dei diametri quella del Reuleaux, perchè ci sembra la migliore di quante se ne possono ideare; soltanto vi abbiamo aggiunto i 4 diametri di 11, 55, 65, 75 mm. Così abbiamo una scala perfettamente decimale perchè procede per gradini di 1, di 2 e di 5 mm., ad

eccezione del gradino 32-36-40, che si è messo per addolcire il salto da 2 a 5 mm., che ci pareva troppo forte. Ma questo non turba affatto l'euritmia della scala; nella quale troviamo che tutti i diametri sono espressi a centimetri interi, o in numeri rotondi, che ben corrispondono e alle misure dei ferri commerciali e alle dimensioni usuali delle saette da trapano, dei calibratoi, ecc. E così si sono potute evitare le progressioni non decimali per 3 e per 4, che si riscontrano nella scala francese, nella svizzera ed anche nella tedesca.

Confrontando la nostra serie di diametri con quella svizzera, si vede come esse coincidano fino a 24 mm.; poscia noi abbiamo prolungato l'intervallo di 2 mm. fino a 32, e per ultimo si è proposto, coll'Armengaud, colle Ferrovie francesi P.-L.-M. e del Nord, collo Steinlen ed altri, l'intervallo di 5 mm. dal 40 ad 80, che è perfettamente decimale, e convenientissimo sotto ogni rispetto per le grosse città.

In complesso la nostra scala consta di un numero totale di viti minore della svizzera, avendone noi 27 e l'altra 29; e non ostante questo, noi ne abbiamo un numero maggiore, cioè 19, al di sotto di 40 mm., laddove la scala svizzera ne ha solo 18. Per contro, noi abbiamo solo 8 viti al di sopra di 40 mm. dove gli Svizzeri ne propongono 11. Il che porta questi due vantaggi: il primo d'indole tecnica, che cioè la serie riesce più ricca nei piccoli diametri, là dove più se ne sente il bisogno, conservandosi pure sufficientemente numerosa, ma senza eccedere, nei grandi diametri; il secondo è economico, perchè la serie riesce assai meno costosa avendosi quasi $\frac{1}{3}$ meno di grossi diametri. E questo è un vantaggio non trascurabile, perchè avere 3 grossi diametri di meno, vuol dire risparmiare qualche centinaio di lire nell'acquisto degli strumenti, e specialmente dei calibri.

Quanto ai passi, noi avremmo preferito seguire la massima che ogni vite della serie avesse un suo passo speciale; e nel fare i nostri studi abbiamo di fatti concretata tale idea in un sistema, molto simile a quello del Reuleaux.

Ma pel desiderio di venire ad un accordo e dando pure il voluto peso alle considerazioni svolte nella seduta preliminare del 20 novembre 1897, si è adottato, nella proposta definitiva, il sistema dei passi a gradini. Nell'andamento generale del diagramma ci siamo attenuti il più fedelmente possibile alla linea media A N, talchè il nostro diagramma si sovrappone quasi esattamente a quello eccellente del Comitato Svizzero.

Nello stabilire poi i valori assoluti dei passi ci siamo prefissi queste condizioni: che essi siano espressi in numeri tondi, e che la scala riesca perfettamente regolare in guisa che ogni passo

serva, senza eccezione alcuna, per due diametri. Così tutti i passi sono espressi in millimetri interi o in decimi di millimetro, evitando i ventesimi della scala svizzera; inoltre i gradini vanno progressivamente crescendo col crescere dei diametri delle viti, fin presso la fine della scala.

Questi sono i criteri che ci hanno guidato nel formulare la nostra proposta, che ci sembra non presenti nessuna delle piccole irregolarità della scala svizzera, o del Delisle, e risponda, tanto per la scelta dei diametri, che dei passi, meglio di queste, agli svariati bisogni dell'industria meccanica, e sia in pari tempo più in armonia col sistema metrico-decimale.

Sistema Internazionale proposto dal Congresso (Tav. III, fig. 29). — Così abbiamo terminato il nostro studio critico sui principali sistemi di viti conosciuti oggidi. Ed ora possiamo con maggior cognizione di causa darci conto dell'operato del Congresso di Zurigo.

È facile rilevare dall'esame fatto, come nessuno dei vecchi sistemi possieda tutte le qualità per essere assunto quale sistema internazionale. Alcuni, come in generale quelli delle ferrovie, hanno impanature troppo fine; tutti poi, non esclusi quelli, pur buonissimi, del Bodmer e dello Steinlen, hanno andamenti troppo irregolari, per poter servire a un sistema universale.

Fra i sistemi studiati di recente e collo scopo di ottenere l'unificazione, due s'imponavano sopra tutti gli altri, perchè presentati da due fra le più potenti Associazioni d'Europa: la Società d'Incoraggiamento di Parigi e quella degli Ingegneri tedeschi. Questa però, per le ragioni esposte sopra, ha ritirata, o almeno non ha sostenuta, la sua proposta, e si è, fin dalla seduta preliminare del 20 novembre 1897, accostata alla proposta francese; la quale si è imposta a tutti per la sua chiarezza, semplicità e perfetta regolarità, e per l'eccellente andamento del suo diagramma.

Cosicchè attorno al sistema francese, rimasto come perno della discussione, sono sorte le altre proposte del Loewe, del Delisle, degli Ingegneri di Torino e del Comitato Svizzero, le quali, piuttostochè cose nuove, sono da riguardare come derivate e varianti della proposta francese.

Era dunque naturale che la scelta del Congresso cadesse sopra una di queste ultime proposizioni. Ma la proposta francese, pura e semplice, e quella di Loewe, non erano accettabili perchè non determinano tutta la serie dei diametri; quella di Delisle III° ha i passi troppo fini, il Delisle IV° non è completamente regolare nella scala dei diametri nè in quella dei passi, là dove essa si stacca dalla scala francese.

Parlando della nostra proposta, così si espresse il prof. Escher: « Essa è studiata benissimo; esa-

minandola da vicino, ben si vedono tutti i vantaggi che essa presenta: talchè potrebbe benissimo essere presa per base di un sistema unificato, se si facesse *tabula rasa* di tutto quello che si è fatto finora. Ciò che ne ha impedito il successo si è che il sistema francese si è presentato come un fatto compiuto; e si può aggiungere fortunatamente: perchè, se fosse stato altrimenti, sarebbe riuscito difficile ottenere l'unanimità, malgrado tutti i vantaggi che presenta la proposta italiana ».

Ed è stata questa per l'appunto la ragione preponderante che ha guidato il Congresso nelle sue deliberazioni.

Di tutti i sistemi sottoposti alla scelta del Congresso, e rispondenti alle condizioni necessarie, il solo, che sia già applicato in grande e che si vada diffondendo ogni giorno di più, è il sistema unificato francese. Ora riesce molto più facile la generalizzazione di un sistema già entrato nel dominio della pratica, che non quella di un sistema affatto nuovo, anche se più perfetto dell'altro. D'altra parte, i meccanici e le grandi Amministrazioni francesi molto difficilmente si sarebbero sobbarcati alle gravi spese e al grande disturbo, di cambiare di nuovo il loro sistema di viti, dopo averlo appena adottato. L'unificazione sarebbe forse riuscita impossibile.

Per queste ragioni, le quali se non sono d'indole tecnica, hanno però un'importanza pratica grandissima, per la buona riuscita dell'impresa, ed in considerazione che il sistema francese, se pure può presentare qualche leggiera menda, è certamente uno dei migliori che si conoscano oggidi, ed è forse attualmente il solo che possa dare affidamento di raggiungere la desiderata unificazione, il Congresso, ad unanimità di voti, deliberava di scegliere come sistema unificato, il sistema studiato dalla Società di Incoraggiamento per la Industria nazionale di Parigi, introducendovi però le leggieri modificazioni proposte dal Comitato Svizzero; e di raccomandarne la adozione a quanti desiderano adottare una serie di viti a base metrica.

Tale sistema si è designato col nome di *Sistema Internazionale* (SI).

Le caratteristiche del Sistema Internazionale proposto, si possono riassumere nei seguenti termini.

Il profilo. — Si desume da un triangolo equilatero *abc* (Tav. IV, N° 3), avente la base eguale al passo $ab = p$; e con troncature non arrotondate di $\frac{1}{8}$ dell'altezza h_0 .

Tale profilo è un limite, in eccesso per la vite piena, e in difetto per la vite cava; ogni costruttore giudicherà della tolleranza ammissibile pel giuoco secondo la destinazione della vite. Al fondo sia del pane che del verme, si praticherà un piccolo

approfondimento raccordato, la cui altezza non superi $\frac{1}{16} h_0$. Talchè l'altezza reale massima del pane risulta, $h_2 = 0.704 p$.

Diametri e passi. — Il diametro della vite si misura sull'esterno dei pani, dopo la troncatura. Il valore del diametro, espresso in millimetri, serve a designare la vite. La serie dei diametri dei quali si compone il sistema, e dei passi corrispondenti è indicata dalla seguente tabella.

TABELLA XXI.

Dimensione delle viti del Sistema Internazionale (1898).

d mm.	p mm.	h_1 mm.	h_2 mm.	d_1 mm.	d_2 mm.
6	1	0,65	0,70	4,70	4,60
7	1	0,65	0,70	5,70	5,60
8	1,25	0,81	0,88	6,38	6,24
9	1,25	0,81	0,88	7,38	7,24
10	1,5	0,97	1,06	8,06	7,88
11	1,5	0,97	1,06	9,06	8,88
12	1,75	1,14	1,23	9,72	9,54
14	2	1,30	1,41	11,40	11,18
16	2	1,30	1,41	13,40	13,18
18	2,5	1,62	1,76	14,76	14,48
20	2,5	1,62	1,76	16,76	16,48
22	2,5	1,62	1,76	18,76	18,48
24	3	1,95	2,11	20,10	19,78
27	3	1,95	2,11	23,10	22,78
30	3,5	2,27	2,46	25,46	25,08
33	3,5	2,27	2,46	28,46	28,08
36	4	2,60	2,82	30,80	30,36
39	4	2,60	2,82	33,80	33,36
42	4,5	2,92	3,17	36,16	35,66
45	4,5	2,92	3,17	39,16	38,66
48	5	3,25	3,52	41,50	40,96
52	5	3,25	3,52	45,50	44,96
56	5,5	3,57	3,87	48,86	48,26
60	5,5	3,57	3,87	52,86	52,26
64	6	3,90	4,22	56,20	55,56
68	6	3,90	4,22	60,20	59,56
72	6,5	4,22	4,58	63,56	62,86
76	6,5	4,22	4,58	67,56	66,86
80	7	4,55	4,93	70,90	70,14

d diametro massimo della vite, misurato sulla sommità del verme.
 d_2 id. minimo id. id. al fondo id.

d_1 id. interno, minimo, del dado.

h_2 profondità del verme, massima (col maggiore arrotondamento).

h_1 id. id. minima (senza arrotondamento).

p passo.

Fra le viti indicate nella tabella si può, in via affatto eccezionale, intercalare qualche vite intermedia, il cui diametro sarà espresso in millimetri interi, e il passo sarà eguale a quello della vite immediatamente inferiore (1).

(1) Mi è grato far noto a chiunque possa interessare, che una serie completa di utensili per la fabbricazione delle viti da 6 a 30 mm. del Sistema Internazionale, è stata

Frattanto non possiamo a meno che rallegrarci della felice riuscita del Congresso, la quale segna un grandissimo passo verso la pratica soluzione del problema. È vero che il Congresso non aveva veste ufficiale, che anzi di proposito ciò si è voluto evitare; ma non per questo riesce ad avere minore importanza il perfetto accordo stabilito fra tante personalità scientifiche quivi convenute, fra tanti rappresentanti di Case industriali di primo ordine, fra tanti delegati di potentissime Associazioni tecniche della Francia, della Germania della Svizzera, dell'Italia e dell'Olanda. Il Congresso per tal modo aveva un carattere veramente internazionale, ed è da sperare che le sue deliberazioni saranno accolte favorevolmente e da privati e da pubbliche Amministrazioni, talchè si giunga una buona volta, ad avere un solo sistema normale di viti d'unione.

Una trasformazione di tal genere non è certamente cosa di poco rilievo, nè che si possa effettuare in pochi anni. Però non bisogna nemmeno credere che le difficoltà che s'incontreranno siano insuperabili.

E ben ce ne avverte lo Steinlen (1) che nel grande stabilimento di Ducommun « in mezzo ad una fabbricazione irta di difficoltà e richiedente una grandissima varietà di viti, ha, in meno di un anno, sostituito i nuovi tipi agli antichi, senza incontrare tutte le difficoltà che si potevano supporre da principio ».

Anche per questo riesce molto confortante l'esempio della Francia, la quale coraggiosamente si è messa a capo dell'impresa, non solo nel campo teorico, ma altresì nel campo pratico, ed ora sta generalizzando il nuovo sistema di viti, superando felicemente tutte le difficoltà, giudicate insuperabili dagli oppositori sistematici.

Molto istruttive pure a tale riguardo riescono le disposizioni date dalla Compagnia delle Strade Ferrate francesi dell'Ovest (2) pel periodo di transizione, le quali dimostrano chiaramente come si possa, con relativa facilità, disciplinare questo periodo, che è certamente il più critico, ed evitare la temuta confusione.

Attualmente la maggior parte delle fabbriche usano due e talora tre sistemi di viti; sarà questione durante il periodo dell'unificazione, d'averne uno di più; ma tale disturbo sarà ampiamente compensato dai grandi vantaggi che si godranno quando l'unificazione sarà un fatto compiuto.

acquistata or ora dal R. Istituto Tecnico di Torino, per la Officina meccanica, annessa alla sua Sezione Industriale. Gli utensili sono fabbricati dal Reishauer di Zurigo, e, a quanto mi consta, sono i primi che si abbiano in Italia.

(1) « Bulletin de la Société Ind. de Mulhouse », 1873, pag. 451.

(2) « Bull. de la Soc. d'Enc. », 1898, pag. 85.

Per raggiungere tale scopo è necessario che ognuno cooperi con tutte le sue forze a divulgare il nuovo sistema, a farne conoscere i molti pregi ed a consigliarne l'adozione. Questo compito tocca specialmente alle grandi Associazioni. E come fece l'Istituto Franklin di Filadelfia pel sistema Sellers, si faranno ora centro della nuova agitazione la Società d'Incoraggiamento di Parigi per la Francia, l'Associazione degli Ingegneri tedeschi per la Germania, e l'Associazione fra costruttori meccanici per la Svizzera. Ed io faccio voti perchè la Società nostra, la quale con lodevole iniziativa ha voluto prendere parte attiva alla discussione di questo importantissimo argomento, voglia ora proseguire e completare l'opera sua.

Non aspettiamo che questa utilissima riforma ci venga imposta dall'estero, diamoci d'attorno e, per quanto modestamente, mettiamoci a fianco delle grandi Associazioni estere, che sono a capo del movimento, e prendiamone la direzione nell'Italia nostra; cooperiamo con esse allo scopo comune, e possiamo essere sicuri, che agendo a forze riunite, con perseveranza e fermezza, questa utilissima causa finirà per trionfare.

ALLEGATO.

DIMENSIONI DELLE PARTI ACCESSORIE
DELLE VITI DI UNIONE.

APERTURA DELLE CHIAVI.

Risolta la questione principale, quella cioè che riguarda i diametri e la impanatura delle viti, il Congresso di Zurigo ha dato incarico alle tre grandi Associazioni, Tedesca, Francese e Svizzera, quivi convenute, di provocare un'intesa generale anche in riguardo alle dimensioni delle altre parti delle viti.

Le dimensioni, che maggiormente interessa di unificare, sono le larghezze dei dadi prismatici (esagonali e quadrati), perchè da esse dipende l'apertura delle chiavi di manovra. Quanto all'altezza dei dadi, delle teste, alle varie forme che esse possono assumere, al diametro e allo spessore delle rosette, ecc, ci pare sia bene lasciarne liberi i costruttori, anche perchè sono dimensioni che possono variare da caso a caso; tutt'al più si potranno dare alcune norme costruttive per i casi usuali.

La quantità, sulla quale dobbiamo rivolgere i nostri studi, è adunque la larghezza D (Tav. IV, fig. 36); cioè il diametro del circolo inscritto alla testa e al dado. Il quale D è il medesimo tanto per la testa esagonale, quanto per la quadrata, che per la circolare.

La proposta della Società degli Ingegneri e Architetti di Torino, trasmessa a suo tempo alle tre Associazioni sopradette, è ispirata ai seguenti criteri pratici:

1° Il diametro D sia il più piccolo possibile, compatibilmente colla resistenza dei dadi, in guisa da occupare il minimo posto sulle macchine;

2° Il numero delle chiavi di manovra sia ridotto parimenti al minimo.

Per raggiungere questo secondo scopo, che a noi pare abbia molta importanza pratica, si propone:

1° Di assegnare ai dadi e alle teste, tanto greggi quanto lavorati, dimensioni eguali;

2° Di adottare le stesse dimensioni esterne D dei dadi, per due chiavarde consecutive della serie.

Alcuni autori hanno bensì proposto di adottare due dimensioni diverse pei dadi greggi e lavorati; così il Sellers da queste due formole in pollici: $D = 1,5 d + \frac{1}{16}$ pei dadi lavorati, e $D = 1,5 d + \frac{1}{8}$ pei greggi. Il Reuleaux consiglia di assegnare nei due casi questi due valori: $D = 1 + d + 5 p$, ovvero: $D = 4 + d + 5 p$, detti d e p il diametro e il passo della vite.

Ma la pratica non ha seguito queste norme ed ha generalmente adottato un solo valore nei due casi, il secondo (1). Così, come asseriscono il Simonds ed il Colman Sellers (2), il Governo degli Stati Uniti stabilì che tutte le teste e i dadi delle viti, tanto greggie quanto lavorate, debbano avere le stesse dimensioni: $D = 1,5 d + \frac{1}{8}$ pollice.

Questa stessa pratica è pure seguita, a quanto mi consta, dalla maggior parte degli stabilimenti europei, e, secondo noi, sarebbe da consacrare ora con un accordo internazionale. In questo non dividiamo le idee del professore Escher di Zurigo, che fu l'anima del Congresso.

Il solo inconveniente cui si va incontro, stabilendo una dimensione unica di dadi, sta in ciò: che si deve fare uso di un doppio numero di stampi per fabbricarli; laddove lo stesso stampo serve a fare tanto il dado greggio, quanto il lavorato, se questo è più piccolo di quello. Ma l'obbligare le fabbriche di viti ad avere un quindici o venti stampi di più, è un inconveniente di ben poco momento, a confronto del comodo che si prova nel maneggio delle macchine, dall'averne un numero metà di chiavi.

Oltre a ciò, come bene fa osservare il Colman Sellers (3), vi sono ora delle macchine, le quali producono dadi fatti a stampo, tanto esatti e tanto belli, quanto quelli lavorati, e che sarebbe ingiustizia chiamare greggi; e vi è da sperare, come soggiunge il prof. Sauvage (4), che « si perda l'abitudine poco logica, di lavorare le parti delle macchine che non sono superficie di un contatto », e così al posto dei dadi piattati o fresati si generalizzerà l'uso dei dadi semplicemente stampati, ma fatti con cura, e tutto al più ripuliti colla mola.

L'altra proposta, di usare uno stesso dado per due viti consecutive, ci sembra pienamente accettabile, perchè:

è in armonia col sistema adottato pei passi, ognuno dei quali serve a due diametri;

(1) « Bull. de la Société d'Encouragement », avril 1893. — SAUVAGE, Unification des filetages.

(2) « Journal of the Franklin Institute », anno 1884, volume LXXXVIII, p. 474 e seg.

(3) « Journ. of the Frank. Inst. », id. id.

(4) « Bull. de la Soc. d'Enc. », id. id.

è ispirata allo stesso principio di economia, per ciò che riguarda gli utensili di fabbricazione, richiedendosi la metà degli stampi per fucinare le teste e i dadi;

riduce similmente alla metà il numero delle chiavi; la qual cosa non solo è economica, ma, ciò che più monta, porta una notevole semplificazione nella manovra, durante la montatura e l'uso delle macchine;

essendo i diametri di due viti consecutive molto ravvicinati, le dimensioni proposte per le teste e i dadi riescono pratiche, non essendo nè eccessive per i diametri minori, nè scarse per i diametri maggiori.

Ecco la Tabella proposta :

TABELLA XXII.

Dimensioni proposte per le teste e i dadi delle viti.
Sistema Internazionale.

Diametro della vite d mm.	Diametro del circolo iscritto D mm.	Spessore minimo del dado s mm.	Rosetta	
			Diametro U mm.	Spessore u mm.
6	12	3	17	1,5
7		3,5		
8	14	3	20	1,5
9		4		
10	17	3,5	24	2
11		4,5		
12	20	4	28	2
14		5,5		
16	25	4,5	35	3
18		6,5		
20	31	5,5	42	3
22		7		
24	37	6,5	50	4
27		9		
30	45	7,5	61	4
33		10		
36	53	8,5	72	5
39		11		
42	61	9,5	83	5
45		12,5		
48	70	11	94	6
52		14		
56	80	12	106	6
60		15		
64	90	13	118	7
68		16		
72	100	14	130	7
76		18		
80	112	16	145	8

La fig. 35 della Tav. IV ci dà il tracciato grafico corrispondente a questa Tabella; in esso sono indicati, in grandezza naturale, i diametri delle viti d , quelli dei dadi D , e lo spessore minimo di questi, $s = \frac{1}{2} (D - d)$. Le lettere corrispondono a quelle della fig. 36.

Come si è detto, ci sembra che sia il caso di dare solo qualche norma direttiva ma non assoluta per le dimensioni U ed u , e per l'altezza L del dado, ed l della testa; per le quali ci sembra buona la pratica seguita generalmente di fare $L = d$ ed $l = 0,7 d$, essendo d il diametro della vite maggiore.

Per determinare i valori assoluti di D abbiamo seguito lo stesso metodo usato nello studio della scala media dei passi. Cioè, si sono tracciate, poi sovrapposte 11 scale diverse di teste e dadi, e così si è potuto ricavare la *scala media*.

La nostra proposta rimane però alquanto più bassa della scala media, specialmente nei grandi diametri. E questo si è voluto fare di proposito, per dare ai dadi la minima sezione, il che è conforme anche al pensiero del Comitato Svizzero.

La nostra scala coincide quasi con quelle di Sellers e di Reuleaux fino alla vite di 40 mm. di diametro. Da 40 a 80 mm. si abbassa alquanto. Lo stesso si dica per la scala proposta dal Sauvage, la quale procede per gradini regolari di mezzo in mezzo centimetro, ed è determinata da una di queste due formole: $D = 3n + 5 + d$, ovvero: $D = 6p + d - 1$, le quali si applicano alle sole viti principali, arrotondando il risultato di calcolo fino al mezzo centimetro più prossimo.

Per le viti da 20 a 50 mm. segue l'andamento adottato dall'Artiglieria italiana ($D = 5 + 1,4d$), ma ne rimane di poco più bassa per le piccole e le grosse viti. Rimane sensibilmente inferiore alle dimensioni assunte dalla Marina francese, la quale, detto d' il diametro (ideale) della vite, ed n il numero del tipo, stabilisce queste tre relazioni :

$$D = 2 d' + 3 \quad \text{per } d' = 8 \text{ a } 14 \text{ mm.}$$

$$D = 2 d' \quad \text{» } d' = 16 \text{ a } 20 \quad \text{»}$$

$$D = 2 d' - n \quad \text{» } d' = 24 \text{ a } 100 \quad \text{»}$$

Similmente le dimensioni da noi assunte sono alquanto inferiori a quelle delle Ferrovie francesi ed anche italiane.

Per contro, seguendo per le piccole viti l'andamento proposto dal Comitato Svizzero, si conserva alquanto superiore a questo per le grosse viti, per le quali le dimensioni assegnate dal Delisle ci sembrano troppo esigue.

Adunque, secondo la nostra proposta, bastano otto chiavi, ognuna delle quali abbia due aperture, per manovrare tutta la serie delle viti da 6 a 80 mm.; e se ne richiedono cinque sole per tutte le viti usuali, inferiori, cioè, ai 45 millimetri.

Ing. ALFREDO GALASSINI

Relatore.