

L'INGEGNERIA CIVILE

E

LE ARTI INDUSTRIALI

PERIODICO TECNICO MENSILE

Si discorre in fine del Giornale di tutte le opere e degli opuscoli spediti franchi alla Direzione dai loro Autori od Editori.

COSTRUZIONI METALLICHE

DETERMINAZIONE DELLA SEZIONE DI ROTTURA

NEI PONTI METALLICI AD UNA TRAVATA
SOTTO L'AZIONE DI UN CONVOGLIO IN MOVIMENTO.

Uno dei dati più interessanti per la costruzione di un ponte ferroviario ad una campata è la sezione di rottura; cioè quello in cui il treno più pesante produce il massimo momento di flessione.

La teoria dei massimi e minimi determina la posizione degli assi del treno che gravitano sulle rotaie, ma non giunge a stabilire quale di questi è che produce il momento inflettente massimo. Solamente, trovando numericamente ciascuno dei momenti prodotti sul punto d'applicazione di ogni asse nella sua posizione più sfavorevole, e vedendo quale è il maggiore, si può dedurre la sezione di rottura; che, come è noto, sta nel piano verticale dell'asse che produce il momento massimo.

Il signor Leygue, in una comunicazione alla *Société des Ingénieurs Civils* (1), mostrò che, in generale nei treni ferroviarii, la sezione di rottura si può determinare mediante la posizione della risultante dei pesi degli assi; essendochè d'ordinario sopra uno dei due che comprendono questa risultante, e probabilmente sul più vicino, cade il momento massimo.

Quest'osservazione che abbrevia immensamente la ricerca, obbliga, nel caso più facile, all'esecuzione d'una riprova la quale consiste nella determinazione dei momenti inflettenti massimi prodotti dagli assi che comprendono la risultante. Il momento sull'asse più vicino è allora quello di rottura e l'altro sul più lontano serve ad assicurare che non vi è un momento maggiore.

Però questa facilitazione vien meno quando, messo l'asse più prossimo alla risultante, nella sua posizione di massimo, il treno non è tutto intero contenuto sul ponte. In tali condizioni la difficoltà di determinare la sezione di rottura cresce enormemente.

(1) *Sur les charges roulantes d'exploitation considérées comme surcharges d'épreuves des tabliers métalliques*, par M. LEYGUE. — *Mémoires de la Société des Ingénieurs Civils*, 1869.

Fig. 42

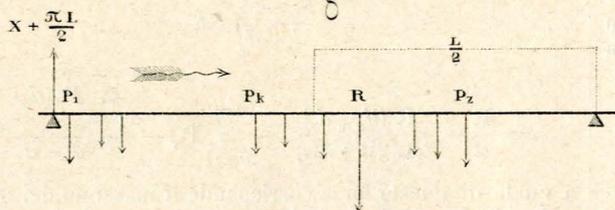


Fig. 43

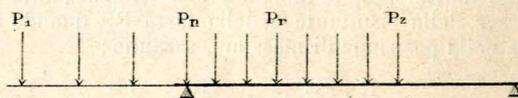


Fig. 44

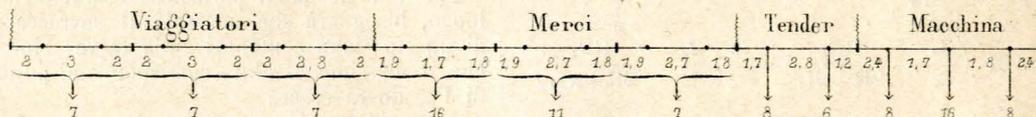


Fig. 45

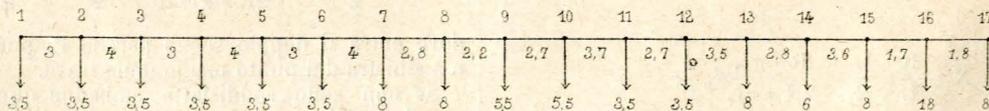


Fig. 46

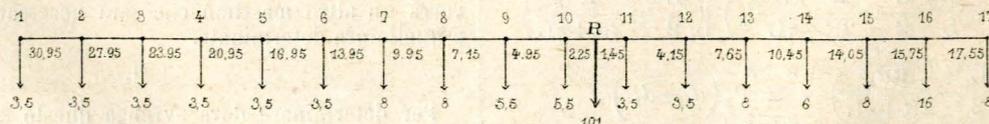
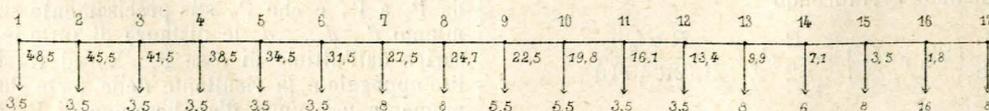


Fig. 47



Ad evitare ciò diamo un metodo che, ci pare, rende in tutti i casi facilmente accessibile la ricerca della posizione più sfavorevole di un sopraccarico discontinuo, mobile sopra una trave collocata su due appoggi allo stesso livello.

Questo metodo determina la posizione pericolosa per via di tentativi, e si fonda principalmente sulla proprietà che ha la espressione algebrica della differenza tra i momenti di due assi consecutivi di cambiar segno quando l'un momento diviene maggiore dell'altro.

Un sopraccarico mobile può agire sopra una trave in tre modi:

- 1° Trovandosi tutto sulla trave e questa essendo molto lunga;
- 2° Trovandosi sopra una trave che non lo contiene tutto;
- 3° Trovandosi tutto sopra una trave relativamente breve.

I.

Per determinare la posizione in cui avviene il massimo nella prima ipotesi, cioè per una lunghezza indefinita di travata, siano:

- L la lunghezza della trave (fig. 42);
- π il peso uniformemente ripartito per unità di lunghezza;
- $P_1, P_2, P_3, \dots, P_n$ i pesi da cui è costituito il sopraccarico, ovvero i pesi degli assi del treno;
- $d_1, d_2, d_3, \dots, d_n$ le distanze rispettive di ciascuno dei pesi dalla loro risultante;
- R questa risultante;
- X la reazione dell'appoggio per cui il sopraccarico passa sulla trave, dovuta al sopraccarico stesso;
- M_k il momento inflettente massimo corrispondente ad un peso P_k ;

$$\sum_{x=k}^{x=n} P_x (d_x - d_k) \text{ finalmente, la somma dei momenti,}$$

rispetto al punto d'applicazione di P_n , di tutte le forze del sopraccarico dalla k esima alla n esima.

Ritenendo come positive le distanze contate nella direzione del movimento, le distanze rispettive dal punto medio della trave della risultante e della forza P_k , quando questa si trova nella posizione di massimo, saranno:

$$\frac{R + \pi L}{2R + \pi L} d_k, \quad \frac{R d_k}{2R + \pi L} \quad (*)$$

E perciò l'espressione generale del momento massimo prodotto sul punto d'applicazione di una forza qualunque P_k , sarà

$$M_k = \left(\frac{\pi L}{2} + X \right) \left(\frac{L}{2} - \frac{R d_k}{2R + \pi L} \right) - \frac{\pi}{2} \left(\frac{L}{2} - \frac{R d_k}{2R + \pi L} \right)^2 - \sum_{x=1}^{x=k} P_x (d_x - d_k)$$

ed essendo

$$X = \frac{R}{L} \left(\frac{L}{2} - \frac{R + \pi L}{2R + \pi L} d_k \right);$$

ne verrà

$$M_k = \left[\frac{\pi L}{2} + \frac{R}{L} \left(\frac{L}{2} - \frac{R + \pi L}{2R + \pi L} d_k \right) \right] \left(\frac{L}{2} - \frac{R d_k}{2R + \pi L} \right) - \frac{\pi}{2} \left(\frac{L}{2} - \frac{R d_k}{2R + \pi L} \right)^2 - \sum_{x=1}^{x=k} P_x (d_x - d_k);$$

e quindi sviluppando e riducendo

$$M_k = \frac{L}{8} (2R + \pi L) - \frac{R}{2} d_k + \frac{R^2 d_k^2}{2L(2R + \pi L)}$$

(*) Vedi memoria citata di Leygue, o l'Aide-mémoire des ingénieurs, di J. CLAUDEL, 8ª ediz., pag. 1535.

$$- \sum_{x=1}^{x=k} P_x (d_x - d_k) \quad \dots \quad (1)$$

Analogamente potremo scrivere

$$M_{k+1} = \frac{L}{8} (2R + \pi L) - \frac{R}{2} d_{k+1} + \frac{R^2 d_{k+1}^2}{2L(2R + \pi L)}$$

$$- \sum_{x=1}^{x=k+1} P_x (d_x - d_{k+1})$$

e ricaveremo

$$\frac{M_{k+1} - M_k}{d_k - d_{k+1}} = \Delta_k = \frac{R}{2} - \frac{R^2 (d_k + d_{k+1})}{2L(2R + \pi L)} - \sum_{x=1}^{x=k} P_x \quad (2)$$

Osservando che $d_k - d_{k+1}$ è sempre positiva e facendo variare k da 1 a n , è chiaro che fino a tanto che Δ_k si manterrà positivo, il momento massimo sarà crescente, e che il maggiore di tutti i massimi momenti, ovvero la posizione più sfavorevole del sopraccarico sulla trave, si verificherà per quel valore di k per cui Δ_k si annulla e diventa negativo.

Sarà molto facile, servendosi della espressione di Δ_k , determinare la posizione più sfavorevole del sopraccarico, poichè, calcolato il valor numerico di Δ_k per e., per $k=1$, si passa immediatamente al successivo osservando che

$$\Delta_{k+1} = \Delta_k + \frac{R^2 (d_k - d_{k+1})}{2L(2R + \pi L)} - P_{k+1}; \quad (3)$$

nella quale formola il terzo termine è il peso dell'asse che si vuol vedere se determina la sezione di rottura, ed il secondo termine la distanza dei due che lo comprendono moltiplicata per un coefficiente costante.

In casi speciali potrà avvenire che Δ_k passi più d'una volta dal positivo al negativo. Allora si avranno tanti massimi quanti sono questi cambiamenti di segno; e supponendo che essi corrispondano alle forze P_r, P_s, P_t, \dots (essendo $r < s < t < \dots$) si vedrà mediante il segno dell'espressione

$$\frac{M_s - M_r}{d_r - d_s} = \Delta'_r$$

$$= \frac{R}{2} - \frac{R^2 (d_r + d_s)}{2L(2R + \pi L)} - \sum_{x=1}^{x=r} P_x \frac{\sum_{x=s}^{x=s} P_x (d_x - d_s)}{d_r - d_s}$$

a quale di queste forze corrisponde il massimo dei massimi.

Perchè la posizione pericolosa così determinata possa aver luogo, bisognerà che, messovi il sovraccarico, gli estremi di questo siano contenuti sulla trave; cioè, se si suppone che il massimo assoluto corrisponda al punto d'applicazione di P_k , dovrà essere

$$\frac{L}{2} > d_1 - \frac{R + \pi L}{2R + \pi L} d_k \quad \frac{L}{2} > d_n + \frac{R + \pi L}{2R + \pi L} d_k$$

dove entra il doppio segno perchè P_k può trovarsi a destra o a sinistra del punto medio della trave.

Se non sono soddisfatte ambedue queste condizioni, il massimo dei massimi che il sopraccarico può produrre non può aver luogo sulla trave di lunghezza L . Su di essa avverrà un altro massimo che sarà necessariamente inferiore a quello ora determinato.

II.

Per determinare dove avvenga questo secondo massimo, supponiamo (fig. 43) siano passate sulla trave tutte le forze da P_s a P_n e che P_n stia precisamente sull'appoggio; chiamiamo d_1, d_2, \dots, d_n le distanze di tutte le forze del sopraccarico dall'ultima di esse P_n ; X_n ed R_n la reazione sul solito appoggio e la risultante delle forze da P_s a P_n ; m_{rn} il momento per punto d'applicazione di P_r quando la P_n sta sull'appoggio; e analogamente $m_{r(n-1)}$ il momento dello stesso punto quando sta sull'appoggio la P_{n-1} , ed $m_{(r-1)n}$ il

momento pel punto d'applicazione di P_{r-1} quando P_n si trova sull'appoggio. Il momento corrispondente al punto d'applicazione di una forza qualunque P_r sarà

$$m_{rn} = \left(X_n + \frac{\pi L}{2} \right) (d_n - d_r) - \frac{\pi}{2} (d_n - d_r)^2 - \sum_{x=n}^{x=r} P_x (d_x - d_r)$$

in cui

$$X_n = \frac{R_n}{L} \left(L + \frac{\sum_{x=n}^{x=r} P_x d_x}{R_n} - d_n \right) = R_n + \frac{\sum_{x=n}^{x=r} P_x d_x - d_n R_n}{L}$$

Ora, se il sopraccarico continua a muoversi, la forza P_n abbandona l'appoggio e su questo viene a collocarsi la P_{n-1} . Allora la reazione diviene:

$$X_{n-1} = X_n + P_{n-1} - \frac{R_n}{L} (d_{n-1} - d_n)$$

ed il momento corrispondente al punto d'applicazione di P_r

$$m_{r,n-1} = \left[\frac{\pi L}{2} + X_n - \frac{R_n}{L} (d_{n-1} - d_n) \right] (d_{n-1} - d_r) - \frac{\pi}{2} (d_{n-1} - d_r)^2 - \sum_{x=n}^{x=r} P_x (d_x - d_r);$$

onde, prendendo le differenze fra $m_{r,n-1}$ ed m_{rn} , avremo, a riduzioni fatte e dopo aver diviso per $d_{n-1} - d_n$

$$\frac{m_{r(n-1)} - m_{rn}}{d_{n-1} - d_n} = \delta_{rn} = X_n + \frac{\pi}{2} (L - d_{n-1} - d_n + 2d_r) - \frac{R_n}{L} (d_{n-1} - d_r);$$

e sostituendo ad X_n il suo valore

$$\delta_{rn} = \left(\frac{R_n}{L} + \frac{\pi}{2} \right) (L - d_n - d_{n-1} + d_r) + \frac{\pi}{2} d_r + \frac{\sum_{x=n}^{x=r} P_x d_x - d_n R_n}{L} \quad (4)$$

Può avvenire anche che, mentre la forza P_{n-1} sta per entrare sulla trave, un'altra P_y sia sul punto d'uscire per la parte opposta. Bisognerà anche in tal caso conoscere lo stato del sistema, perchè potrà darsi che la forza uscente sia necessaria sulla trave per la produzione del momento massimo. Per ciò supponiamo, che nell'istante in cui P_y sta per uscire, una forza $P_n = 0$, distante di d_n da P_z , stia sull'appoggio di entrata; l'espressione

$$\frac{m_{rn'} - m_{rn}}{d_n - d_n}$$

corrispondente a questa posizione conserverà la medesima forma (4)

$$\delta_{rn'} = \left(\frac{R_n'}{L} + \frac{\pi}{2} \right) (L - d_n' - d_n + d_r) + \frac{\pi}{2} d_r + \frac{\sum_{x=n}^{x=r} P_x d_x - d_n R_n'}{L}$$

però tanto nella risultante R_n' quanto nel sommatorio la forza uscita non dovrà più figurare.

Potendosi prevedere, nella ricerca della sezione pericolosa per una data trave, se qualche forza debba uscire per avere il massimo momento, conviene preparare le cose in modo che, perciò che riguarda l'uscita di forze dalla travata, non nasca confusione nei calcoli.

A tale uopo possono introdursi fin dal principio le forze ausiliarie, che debbono far parte del sopraccarico, notandole col simbolo 0 (zero) e con indici che stiano in progressione con quelli delle forze vere.

Colle nostre notazioni, quando escono le forze $P_z, P_y, P_x, \dots, P_u$, le d delle forze ausiliarie rispettivamente corrispondenti saranno

$$L, L + d_y, L + d_x, \dots, L + d_u,$$

Ritornando ora al nostro argomento, qualunque cosa avvenga riguardo all'entrata ed all'uscita di una forza, è chiaro che fintanto δ_{rn} si mantiene positiva, il momento pel punto di applicazione di P_r è crescente; ma appena δ_{rn} diviene negativa, esso comincia a decrescere. L'indice n quindi, per cui δ_{rn} comincia ad essere negativa, determina la forza o l'asse P_n che deve entrare sulla trave perchè si produca il momento massimo sul punto d'applicazione di P_r . Il momento per questo punto, essendo un massimo, potrà essere il massimo dei massimi, e potrà non esserlo. Per accorgerci se lo sia dobbiamo cercare, se nella stessa posizione del sopraccarico per cui esso avviene, possa aver luogo un momento maggiore.

A tale uopo è facile scrivere analogamente ad m_{rn} il momento pel punto d'applicazione della forza massima m_{r+1n} ; la differenza sarà

$$m_{r+1n} - m_{rn} = \left(X_n + \frac{\pi L}{2} \right) (d_r - d_{r+1}) - \frac{\pi}{2} (2d_n - d_r - d_{r+1}) (d_r - d_{r+1}) - \left(d_r - d_{r+1} \right) \sum_{x=n}^{x=r} P_x.$$

Il segno di questa differenza, dato come quello della precedente δ_{rn} dall'espressione

$$D_{rn} = X_n + \frac{\pi}{2} (L + d_r + d_{r+1} - 2d_n) - \sum_{x=n}^{x=r} P_x - \frac{\sum_{x=n}^{x=r} P_x d_x - d_n R_n}{L} + \frac{\pi}{2} (L + d_r + d_{r+1} - 2d_n) + \sum_{x=r+1}^{x=n} P_x \quad (5)$$

$$e \quad D_{r+1n} = D_{rn} - P_{r+1} - \frac{\pi}{2} (d_r - d_{r+2})$$

ci dirà, se è positivo, che m_{rn} è crescente; e pel primo valore di r , v per esempio, per cui diviene negativo, determinerà la forza P_v a cui corrisponde il momento maggiore nelle date condizioni del sopraccarico. Se P_v coincide con la forza che, mediante la (4), si è determinato trovarsi nella posizione di massimo, il massimo dei massimi corrisponde ad essa; altrimenti corrisponderà ad una di quelle che la precedono.

Mediante ciò può formarsi un metodo facile per riconoscere la posizione più sfavorevole del sopraccarico sopra una trave relativamente corta.

In primo luogo si osservi che D_{rn} diminuisce in valore assoluto ogni volta che una nuova forza giunge a far parte del sopraccarico. Difatti in tale ipotesi il suo primo termine si accresce di

$$X_{n-1} - X_n = P_{n-1} - \frac{R_n}{L} (d_{n-1} - d_n)$$

il secondo

$$\pi (d_n - d_{n-1})$$

e l'ultimo di

$$-P_{n-1};$$

e l'accrescimento totale è

$$D_{r,n-1} - D_{rn} = (d_n - d_{n+1}) \left(\frac{R_n}{L} + \pi \right)$$

sempre negativo; quindi la forza P_r , a cui corrisponde il più gran momento per una determinata posizione del sopraccarico, tende a retrocedere avvicinandosi alle forze che entrano.

Posto ciò, si cominci dal considerare la forza P_z che è la prima ad entrare sulla trave. Mediante la (4) sarà facile vedere per qual posizione essa raggiunge il massimo. Si veda poscia in questa posizione, mediante la (5), su quale forza cade il momento maggiore. Se questo coincide con P_z , la posizione più sfavorevole è stata trovata; se no, la forza su cui cade il momento massimo, sarà una qualunque P_r e sopra nessuna delle forze comprese tra P_r e P_z potrà cadere il massimo dei massimi, se tutte o parte di esse si trovano nella posizione corrispondente al massimo, o se non han raggiunto questa posizione.

Infatti, volendo provare se sopra una di queste forze avviene il massimo dei massimi, dovremmo fare entrare un certo numero di forze per metterla nella sua posizione più sfavorevole, o nessuna se vi si trovasse, e verificare mediante le (5) se su essa cade il momento maggiore. Ma per quel che abbiamo detto precedentemente, le (5) non passano dal positivo al negativo tra r e x , nè questo cambiamento può avvenire per l'entrata di nuove forze; dunque il massimo dei massimi non può avvenire tra r e x .

Al contrario se una di queste forze P_v , compresa tra r e x , ha oltrepassato la sua posizione di massimo, per rimetterla bisognerà fare uscire alcuna delle forze entrate sulla trave, ed allora sarà possibile che la (5) cambi di segno per $r=v$ e che la posizione più sfavorevole cada su P_v .

Quindi nel caso nostro bisognerà vedere se, facendo uscire dal palco l'ultima forza entrata P_n , vi sia alcuna delle forze comprese tra P_r e P_x che stia nella posizione di massimo o l'abbia oltrepassato. In caso affermativo si proverà mediante (5) se il massimo dei massimi cade sopra di essa. Se ciò non avviene, o se non v'è nessuna forza intermedia che sia giunta alla sua posizione di massimo, si passa a provare su P_r , riconducendo la P_n fatta uscire.

Su P_r si opererà analogamente che su P_x facendo passare mediante la (4) le forze che debbono metterla nella posizione di massimo, e vedendo se dopo ciò la (5) cambia di segno per l'indice r . Se mediante la (4) si è veduto che nessuna forza deve passare per far prendere a P_r la sua posizione di massimo, il massimo dei massimi richiesto cadrà evidentemente su P_r .

Quando si riconosce la possibilità che (4) e (5) determinino più d'una posizione pericolosa, non bisogna arrestarsi al primo massimo trovato, ma continuare i tentativi finché l'andamento dei calcoli assicurerà che non passeranno più per le fasi che determinano una di queste posizioni. E, se con ciò si sono ottenuti più massimi, bisognerà vedere numericamente quale è il maggiore mettendo ciascuna delle forze su cui cadono nella sua posizione più sfavorevole come ora diremo.

Quando è determinata la forza, o l'asse che esso rappresenta, su cui certamente avverrà il massimo dei massimi, ovvero uno di tali massimi che il sopraccarico può produrre, la sua posizione più sfavorevole non è ancora precisata. Ma per fissarla non resta che mettere tale forza o asse al punto più vicino possibile alla posizione in cui produce il massimo momento M_r senza fare uscire o entrare alcuna forza dalla travata.

III.

Se avviene che siano passati sul palco tutti gli assi e che la (5) non abbia fatto determinare la posizione pericolosa, per continuare il metodo, finché una forza non esca dalla trave, bisogna far giungere quella su cui il momento si conservava maggiore ed in istato di crescita nella sua posizione di massimo come è determinata dalla formola riportata dal Claudel, calcolare la (5) nell'ipotesi che sull'appoggio si presenti in quell'istante una forza $P=0$ e la cui distanza d sia quella dell'appoggio medesimo all'ultima forza P_x e continuare similmente questi tentativi sulle forze che precedono finché la (5) non cambia segno.

IV.

Riassumeremo con un esempio numerico.

Supponiamo sia dato il treno rappresentato schematicamente dalla fig. 44, in cui sono espresse le distanze tra assi e respingenti in metri, ed i pesi dei vagoni, delle vetture e degli assi della macchina e del tender in tonnellate, e che debba servire come sopraccarico di prova d'un ponte di 60 metri di luce col peso uniformemente ripartito di tre tonnellate al metro lineare.

Per vedere dove il dato treno produrrà il massimo momento inflettente, faremo uso delle formole del primo caso trattato nella precedente teoria, perchè il treno è tutto contenuto sul ponte. Perciò determineremo la risultante e le distanze che serbano da essa gli assi del treno.

Ripartendo il peso di ciascun vagone o vettura uniformemente sui suoi assi e mettendo in evidenza la distanza tra asse ed asse, trasformeremo il primo schema nell'altro (fig. 45) per mezzo del quale ricaveremo con facilità la distanza della risultante all'asse estremo di destra del treno in m. 17,546 e potremo formare uno schema definitivo con le distanze rispettive d'ogni asse alla risultante, quale vedesi nella fig. 46.

Le formole delle quali dobbiamo servirci sono:

$$\Delta_k = \frac{R}{2} - \frac{R^2(d_k + d_{k+1})}{2L(2R + \pi L)} - \sum_{x=1}^{x=k} P_x$$

$$\Delta_{k+1} = \Delta_k + \frac{R^2(d_k - d_{k+2})}{2L(2R + \pi L)} - P_{k+1}$$

Calcolando le costanti, esse divengono

$$\Delta_k = 50,5 - 0,223(d_k + d_{k+1}) - \sum_{x=1}^{x=k} P_x \quad (2)$$

$$\Delta_{k+1} = \Delta_k + 0,223(d_k - d_{k+2}) - P_{k+1} \quad (3)$$

Ora sappiamo, per le norme dettate da Leygue, che uno degli assi prossimi alla risultante produrrà il momento massimo, quindi cominceremo i nostri tentativi col cercare se è quello di destra che lo produce. Essendo in tal caso $d_{k+1} = d_{11}$ negativo, abbiamo

$$\Delta_{10} = 50,5 - 0,223(2,25 - 1,45) - 48 = 2,322$$

Questo risultato essendo positivo, il massimo momento non è prodotto sul punto d'applicazione di P_{10} , nè di alcuno degli assi precedenti. Per vedere se avviene su quello di P_{11} applichiamo la (3) dalla quale, il binomio $d_k - d_{k+2} = d_{10} - d_{12}$ rappresentando la distanza tra P_{10} e P_{12} sempre positivamente, abbiamo (2° schema)

$$\Delta_{11} = 2,322 + 0,223(2,25 + 4,15) - 3,5 = 0,249;$$

risultato che ci dice che neanche sul punto d'applicazione di P_{11} avviene il massimo.

Passando a P_{12} abbiamo

$$\Delta_{12} = 0,249 + 0,223(2,7 + 3,5) - 3,5 = -1,868$$

P_{12} dunque nella sua posizione più sfavorevole determina la sezione di rottura.

Che un nuovo cambiamento di segno e quindi un nuovo massimo non possa avvenire per uno degli assi che precedono o seguono P_{12} è evidente, perchè la quantità

$$0,223(d_k - d_{k+2}) - P_{k+1},$$

differenza tra due Δ consecutivi, è sempre negativa.

Proviamo ora se quando P_{12} sta nella posizione che determina il massimo, tutti gli altri assi sono contenuti sul ponte.

La prima delle sue disuguaglianze

$$\frac{L}{2} > d_1 + \frac{R + \pi L}{2R + \pi L} d_{12}, \quad \frac{L}{2} > d_{17} - \frac{R + \pi L}{2R + \pi L} d_{12}$$

non si verifica; quindi nella posizione di P_{12} , in cui il treno produrrebbe il maggiore dei suoi massimi momenti, alcuno dei suoi assi non sarebbe contenuto sul ponte. Nel nostro caso dunque il massimo assoluto non è prodotto nella posizione più sfavorevole di P_{12} , ma deve esserlo in quella di un altro asse che ci toccherà investigare colla teoria esposta nel secondo caso.

Ma prima di passare a questa ricerca facciamo notare che, se le due disuguaglianze di sopra si fossero verificate, i calcoli per questo caso sarebbero terminati, non rimanendo altro che determinare colla formola (1) il valore del momento massimo sul punto di applicazione di P_{13} , o la

sua distanza dal centro della trave, mediante la formola riportata dal Claudel.

Tornando al nostro assunto, è necessario in primo luogo formarci la figura schematica del treno con le distanze di ogni forza o asse dall'ultima, la 17^{ma} (fig. 47).

Scriviamo poscia la formola (4)

$$\delta_{rn} = \left(\frac{R_n}{L} + \frac{\pi}{2} \right) \left(L - d_n - d_{n-1} + d_r \right) + \frac{\pi}{2} d_r + \frac{\sum_{x=n}^{x=z} P_x d_x}{L}$$

che, nel nostro caso, deve essere applicata a determinare per l'entrata di quale asse l'ultimo asse P₁₇ entra nel periodo di massimo.

Essendo d_r=d₁₇=0 abbiamo:

$$\delta_{17,n} = \left(\frac{R_n}{60} + \frac{3}{2} \right) \left(60 - d_{n-1} - d_n \right) + \frac{\sum_{x=n}^{x=17} P_x d_x}{60}$$

Perchè δ_{17,n} possa divenir negativa, è chiaro che L-d_n-d_{n-1} dovrà esserlo pure; e siccome ciò si verifica per la prima volta per n=6, cominceremo dal sostituirvi questo valore. Avremo:

$$\delta_{17,6} = \left(\frac{83,5}{60} + \frac{3}{2} \right) \left(60 - 31,5 - 34,5 \right) + 17,372 = +0,02.$$

Siccome non abbiamo ottenuto un risultato negativo, dobbiamo passare a vedere il segno di P_{17,5}. Avremo:

$$\delta_{17,5} = \left(\frac{87}{60} + \frac{3}{2} \right) \left(60 - 38,5 - 34,5 \right) + 19,384 = -18,966$$

che è negativa.

L'asse P₁₇ entra dunque nel suo periodo di massimo quando P₆ sta sull'appoggio.

Intanto, potendovi essere in questa posizione del sopraccarico mobile un altro asse sul punto d'applicazione del quale avvenga un momento maggiore, dobbiamo accertarci di ciò, e lo faremo applicando la formola (5)

$$D_{r,n} = \frac{\sum_{x=n}^{x=z} P_x d_x - d_n R_n}{L} + \frac{\pi}{2} \left(L + d_r - d_{r+1} - 2d_n \right) + \frac{\sum_{x=r+1}^{x=z} P_x}{x=r+1}$$

la quale, sostituendo alle costanti i loro valori, diviene

$$D_{r,5} = 19,384 - \frac{34,5 + 87}{60} + \frac{3}{2} \left(60 - 2 \times 34,5 + d_r + d_{r+1} \right)$$

$$+ \frac{\sum_{x=r+1}^{x=z} P_x}{x=r+1}$$

$$D_{r,5} = -17,141 + \frac{3}{2} \left(d_r + d_{r+1} \right) + \sum_{x=r+1}^{x=17} P_x$$

Questa formola che pel primo valor possibile di r, r=n=5 è positiva, comincia a poter essere negativa quando il sommatorio è minore di 17,141; e siccome ciò avviene per r=16, avremo come primo tentativo

$$D_{16,5} = -17,141 + \frac{3}{2} \cdot 1,8 + 8 = -6,441$$

Deduciamo che vi è sul punto d'applicazione di P₁₆ un momento maggiore di quello massimo corrispondente a P₁₇.

Quindi passiamo a far entrare altri assi sul ponte finchè P₁₆ non giunga al suo periodo di massimo. Dobbiamo a tal uopo usare la formola P_{16,n} e cominceremo dal sostituirvi n=5; il che significa che ricerchiamo in che stato si trova il momento corrispondente a P₁₆ quando P₃ sta sull'appoggio. Abbiamo

$$\delta_{16,n} = \left(\frac{R_n}{L} + \frac{\pi}{2} \right) \left(L - d_n - d_{n-1} + d_{16} \right) + \frac{\pi}{2} d_{16} + \frac{\sum_{x=n}^{x=z} P_x d_x}{L}$$

e quindi

$$\delta_{16,5} = \left(\frac{87}{60} + \frac{3}{2} \right) \left(60 - 34,5 - 38,5 + 1,8 \right) + \frac{3}{2} \cdot 1,8 + 19,384 = -10,956.$$

Questo risultato negativo ci dice che non deve entrare altra forza oltre la P₅, perchè P₁₆ sta nel periodo di massimo; ma non sappiamo quando è avvenuto il cambiamento dal + al -, perciò dobbiamo fare uscire P₅ dall'appoggio e farvi giungere P₆; abbiamo

$$P_{16,6} = \left(\frac{83,5}{60} + \frac{3}{2} \right) \left(60 - 34,5 - 31,5 + 1,8 \right) + \frac{3}{2} \cdot 1,8 + 17,372 = +7,227.$$

Il risultato essendo positivo, rimane stabilito che P₁₆ sta nel periodo di massimo quando l'appoggio sta tra P₅ e P₆, e che il massimo momento è quello corrispondente alla posizione più sfavorevole che P₁₆ può prendere stando l'appoggio tra questi assi.

Il momento prodotto dal treno sul punto d'applicazione di P₁₆ sarà massimo quando quest'asse avrà raggiunto, o si sarà avvicinato il più ch'è possibile, alla posizione per rispetto al centro della trave in cui ogni asse determina il massimo momento sul suo punto d'applicazione. Tale posizione, come è noto, ci è data dalla formola

$$\frac{Rd}{2R + \pi L}$$

in cui d, pel nostro caso, rappresenta la distanza di P₁₆ dalla risultante, ed R è la risultante dei pesi degli assi da P₅ a P₁₇.

Or la distanza di R all'asse ultimo è

$$r_5 = \frac{\sum_{x=5}^{x=17} P_x d_x}{R_5}$$

rapporto i di cui termini abbiamo determinato nei calcoli precedenti, e che ci dà

$$r_5 = \frac{1163,10}{87} = 13,369;$$

e quindi la distanza di P₁₆ dalla risultante

$$d'_{16} = 13,369 - 1,8 = 11,569;$$

dunque

$$\frac{Rd}{2R + \pi L} = \frac{87 \times 11,569}{2 \times 87 + 3 \times 60} = 2,843$$

ed avrà il segno - perchè

$$r_5 > \frac{Rd}{2R + \pi L}$$

Ma quando P₅ trovasi sull'appoggio, la distanza di P₁₆ dal centro della trave è

$$-\left(d_5 - d_{16} - \frac{L}{2} \right) = -\left(34,5 - 1,8 - 30 \right) = -2,7$$

dunque procedendo ancora il treno per

$$2,843 - 2,7 = 0,143$$

il che può avvenire senza che P₁ oltrepassi l'appoggio, il treno si metterà nella posizione in cui produce il massimo momento di flessione; e questo massimo avverrà sul punto d'applicazione di P₁₆.

Non ci resta che trovare il valore di questo massimo, il quale, prendendo i momenti parziali da destra verso sinistra, mediante la formola (1), risulta

$$M_{16} = \frac{L}{8} \left(2R_5 + \pi L \right) - \frac{R_5 d_{16}}{2} + \frac{R_5^2 d_{16}^2}{2L(2R + \pi L)} - \sum_{x=17}^{x=16} P_x \left(d_x - d_{16} \right) = \frac{60}{8} \left(174 + 180 \right) - \frac{87 \times 11,568}{2} + \frac{87^2 \times 11,568^2}{120(174 + 180)} - 8 \times 1,8 = 2161,144.$$

Se ci fossimo attenuti alla regola di Leygue, il momento massimo sarebbe stato

2220,864 (*)

con una differenza di

59,670 (tonnellate \times metri)

che avrebbe portato l'aumento totale di 4 lamiere di 300/40 alle briglie delle travi, supponendo queste alte 2 metri.

FRANCESCO CONTARINO

Allievo della Scuola degl'Ingegneri di Napoli.

(*) Questo risultato è dedotto dal sig. Contarino applicando le formole di Leygue a tutto il sistema di sovraccarichi considerato, come se esso fosse tutto contenuto nella travata. Tali formole non sono più applicabili in questo caso e ce ne persuade il sig. Contarino medesimo facendo di tale caso oggetto il § II della sua Memoria. È però da notare che il signor Leygue, non contemplando questo caso, non asserisce punto che le formole da esso dedotte si possano anche in esso adoperare. Ma è verissimo che quegli Ingegneri pratici i quali non badassero che al risultato finale, usi come sono ad applicare le formole dei prediletti loro proutari, in casi analoghi a quello si lodevolmente trattato dall'Ing. Contarino potrebbero facilmente venir tratti in errore seguendo la memoria e la formola di Leygue. Questa osservazione non menoma punto l'importanza del bel lavoro dell'Ing. Contarino, che abbiamo voluto pubblicare anche per la simpatia che ci ispirano i lavori nei quali le conclusioni sono seguite da un esempio pratico.

Nota della Direzione.

RISCALDAMENTO E VENTILAZIONE

STUFA A COLONNA

VENTILATRICE O A SEMPLICE RISCALDAMENTO

IDEATA DA

B. DE BENEDICTIS tenente colonnello del Genio.

Il sig. De Benedictis essendosi molto occupato dello studio sulla ventilazione dei luoghi abitati, come lo dimostra la Memoria da lui pubblicata nel *Giornale del Genio militare*, di cui abbiamo parlato in questo periodico, a pagina 78 del volume I (1875) ha pur voluto tradurre in pratica i suoi precetti, tentando così di risolvere in modo più razionale ed economico il difficile problema del riscaldamento e della ventilazione. E dopo alcuni esperimenti proseguiti alcun tempo in un camerone della Scuola Superiore di guerra, e dopo successive modificazioni e ripetizioni di prove, finì per congegnare un sistema di stufa a colonna che risponde assai bene alle esigenze, e che munito di attestato di privativa, affidò per la esecuzione e lo smercio al sig. Buscaglione, capo-mastro e fumista, molto favorevolmente noto a Torino in tal genere di apparecchi.

Avendo avuto occasione di visitare alcune di queste stufe in piena loro attività, state applicate con buon successo presso la Scuola di Applicazione di artiglieria e genio, presso l'Ospedale militare di S. Croce, non meno che in abitazioni private, ci parve prezzo dell'opera di darne, col permesso dell'egregio autore, una descrizione particolareggiata, e di farla precedere da alcune nozioni che pongano il lettore in grado di apprezzare tutte le difficoltà del problema, ed il modo imperfetto col quale si è tentato risolverlo coi diversi apparecchi ai quali ci siamo oramai tanto abituati. A noi pare che il nuovo sistema meriti di essere particolarmente raccomandato per gli Ospedali, nelle Scuole e dovunque è necessaria la rinnovazione attiva e continua dell'aria.

I. — Rapido cenno sugli apparecchi di riscaldamento.

Gli apparecchi di riscaldamento, che più comunemente si adoperano nell'interno delle abitazioni, nelle varie contrade d'Europa, si possono dividere in tre gruppi principali:

1. I caminetti.
2. I cosiddetti franchini.
3. Le stufe di cotto o di ghisa, con o senza circolazione d'aria.

1. — *Caminetti.* — I caminetti, ricavati nella grossezza dei muri, sono gradevoli nell'interno delle camere, ma il loro rendimento calorifico non è tutto al più che 0,10 a 0,12 del calorico svolto dal combustibile bruciato (1), perchè tutto il resto del calorico è portato via dalla grande massa d'aria aspirata dal camino. Anzi, riputati autori ammettono che solo $\frac{1}{16}$ ossia 0,07 del calorico svolto dalla combustione nei caminetti, sia utilizzato pel riscaldamento (2); perchè d'ordinario vi si sogliono adoperare le legna, per le quali il calorico raggianti si può stimare, secondo il Pécelet, un quarto del calorico totale svolto dalla combustione; di sorta che ammesso che i prodotti di questa e la corrente d'aria portino seco nei caminetti i $\frac{3}{4}$ del calorico totale, il che non è eccessivo, avremo che solo $\frac{1}{4}$ di questo calorico rimarrà nel caminetto, e di questa frazione solo la quarta parte, ossia $\frac{1}{16}$ del totale, sarà irradiato nell'ambiente. Ecco perchè nelle regioni molto fredde, come la Russia e la Svezia, sono assai rari i caminetti o sono adoperati soltanto come cose di lusso.

Si è cercato, è vero, di utilizzare meglio il calorico sviluppato dal combustibile, isolando il focolaio dal muro e provocando, mercè un condotto che avviluppa una parte della lunghezza della canna interna del camino, l'introduzione di un certo volume di aria esterna che riscalda, e, per appositi fori, entra verso l'alto delle camere. Ma secondo le disposizioni generalmente adottate, l'aria nuova è appena $\frac{1}{10}$ di quella aspirata dal camino; quindi si ha sempre l'inconveniente delle correnti di aria fredda, che si fanno strada nella camera a traverso le fenditure delle porte e delle finestre, e vanno direttamente al camino. Dippiù la temperatura di quest'aria calda, che il camino stesso introduce nella camera, giunge spesso a 100° o a 120° (3), mentre tutti gli igienisti prescrivono che quest'aria debb'averne una moderata temperatura non maggiore di 40° centigradi, affinchè non divenga molto secca nè accada la decomposizione delle materie organiche che sogliono esservi sospese. Infine si noti che questo espediente richiede molto spazio e delle gole di camino assai ampie, le quali non sempre possono essere ricavate nella grossezza dei muri, massime quando vi sono parecchi camini sovrapposti.

In quanto poi al problema del rinnovamento dell'aria nell'interno dei luoghi abitati, crediamo che in generale si attribuisca a codesti caminetti una virtù molto maggiore che non hanno in realtà, quando si dice che essi possono rinnovare cinque volte in un'ora l'aria di una camera. Imperocchè, per ottenere un reale e completo rinnovamento d'aria in una camera, non solo si deve pensare a scacciarne l'aria viziata, mercè l'aspirazione di un camino, ma è d'uopo provvedere all'introduzione dell'aria pura da apposite aperture opportunamente praticate verso l'alto dei muri della camera, e il più lontano che si può dalle bocche dei camini. In tal guisa l'aria esterna, che entra da esse, prima di cacciarsi nel camino, è obbligata ad attraversare tutta la camera in diagonale dall'alto al basso, ed a mescolarsi man mano con l'aria interna, senza arrecare alcuna molestia alle persone. Solo in questo caso è presumibile che l'aria interna si rinnovi man mano. Di fatto avendosi in una camera un caminetto acceso e in piena attività, è certo che quant'aria esso aspira lungo la sua canna, altrettanta ne affluisce continuamente dall'esterno per le fessure delle porte e delle finestre, se non vi sono nei muri le dette aperture per la presa dell'aria esterna. Or dalle fessure l'aria si caccia per la via più diretta nel camino, e spessissimo lambisce il pavimento, donde quella molestia che si soffre di sovente verso il basso della persona quando si è seduti presso un caminetto. Da ciò nasce che un completo rinnovamento d'aria non si ha mai nella camera,

(1) MORIN, *Manuel pratique de chauffage*, pag. 27. Paris, 1868.

(2) FERRINI, *Tecnologia del calore*, pag. 362. Milano, 1876.

(3) MORIN, *Op. cit.*, pag. 8.

perchè quelle piccole correnti, che si stabiliscono direttamente fra il camino e le fenditure delle porte e delle finestre, lasciano immobili ed equilibrate in alto le stratificazioni superiori dell'ambiente interno. La qual cosa è confermata dal fatto, che tutti possono verificare, quando molta gente è raccolta in una camera, in cui arde un bel camino, ed in cui l'aria può benissimo viziarsi al punto da offendere l'odorato non ostante l'attività perenne della combustione.

2. — *Franclini.* — I così detti franclini, tanto comuni fra di noi, riscaldano un po' più dei semplici caminetti, perchè le loro pareti isolate dai muri irradiano calorico nell'interno delle camere; ma il loro rendimento calorifico, rispetto al peso del combustibile bruciato è ancora scarsissimo, appunto perchè i prodotti della combustione vanno subito via insieme ad una massa più o meno grande di aria che si riscalda e sfugge alla combustione, aspirata dal camino a scapito del riscaldamento.

3. — *Stufe di cotto o di ghisa con o senza circolazione d'aria.* — Molto numerosi sono i tipi di queste stufe di di forme più o meno diverse, talvolta eleganti e più o meno costose. Questi apparecchi danno un rendimento calorifico molto maggiore che i franklini, ma non provvedono per nulla al rinnovamento dell'aria; cioè danno un riscaldamento insalubre, salvo che non s'impieghino, simultaneamente alle stufe, degli apparecchi di ventilazione nell'interno dei luoghi abitati. Le dette stufe riscaldano l'interno delle camere per irradiazione, per contatto, e spessissimo col provocare delle correnti d'aria, la quale, obbligata ad attraversare appositi condotti nell'interno delle stufe, si riversa più calda nell'ambiente dalle così dette *bocche di calore*, le quali però, essendo di solito troppo piccole e basse (attesa la poca altezza delle stufe), danno delle correnti orizzontali di aria caldissima, le quali spesso sono moleste. Talvolta quest'aria, che la stufa dee riscaldare, è presa dal di fuori, ma più di frequente, per l'impossibilità di fare altrimenti, l'aria stessa della camera è fatta circolare nell'apparecchio, nel qual caso l'unico vantaggio di queste stufe, su quelle semplici, risiede nella maggior prontezza con cui si riscaldano i locali. Quando queste stufe sono tutte di ghisa danno un riscaldamento piuttosto economico, ma pochissimo salubre, perchè facilmente acquistano una temperatura troppo elevata e nociva alla salute, e perchè le alterazioni di temperatura alle quali queste stufe sono esposte, attesa la facilità con cui si raffreddano, per poco che venga meno la combustione, sono anche dannose all'economia animale. L'aria riscaldata eccessivamente da questi apparecchi, diviene seccissima, cioè si spoglia di quella moderata quantità di vapore acqueo che tutti sanno dover avere per conferire al nostro benessere, e però quest'aria acquista al massimo grado la proprietà di assorbire l'umidità e di essicar tutto. « Che se per togliere » o diminuire questo inconveniente si provvedono le stufe » di ferro fuso di un vaso d'acqua, allo scopo di fornire » all'aria calda una grande quantità di vapore, si evita » un guaio per incappare tuttavia in un altro malanno. La » produzione di umidità risulta infatti grandissima ren- » dendo malsani gli ambienti più presto di quello che » possa sembrare, non per l'effetto del vapore che sta nel- » l'aria calda, ma invece per quello del reiterato conden- » sarsi di questo vapore in effettiva umidità che avviene ad » ognuna delle alterazioni tra le alte e le basse tempera- » ture..... Coll'uso continuato della stufa si trasporta, fuori » dal vaso, dell'acqua che, tramutata dapprima in vapore, » dappoi in umidità, si assorbe dalle muraglie e da ogni » cosa che trovasi negli ambienti. Alle corte, tali sono i » difetti delle stufe di ferro fuso, che queste, come quelle » che hanno i tubi di ferro fuso nel focolare, non si do- » vrebbero impiegare mai in nessuna circostanza ». (1)

Quando le stufe hanno il loro involucro di laterizi, e contengono internamente una cassa da fuoco di ghisa e tubi e cassette di lamiera di ferro per il calorifero, allora il riscaldamento è pochissimo economico, come accade di tutte

le pesanti stufe verniciate e di forma parallelepipedica che sono comunissime a Torino. In due parole si può intendere la verità di questo fatto, osservando che, per poco che si attivi il fuoco, i condotti di ferro nei quali circola il fumo, essendo racchiusi nell'interno delle stufe cioè in un involucro cattivo conduttore del calorico e chiuso da tutte le parti (salvo le piccole *bocche di calore*), diventano presto roventi, quindi il fumo va via ancora caldissimo, portando seco gran parte del calorico svolto dalla combustione; il che spiega perchè la temperatura di questo fumo è spesso di 300° e anche più *nell'abbandonare la stufa*. È quasi un controsenso il racchiudere una massa di ferro nell'interno delle ordinarie stufe di laterizi, avvegnachè da una parte voi riscaldate moltissimo il ferro, e dall'altra impedito che il suo calorico possa comunicarsi subito in gran parte all'ambiente, perchè l'involucro di laterizi conduce male il calorico. È ben vero che in queste stufe si fa circolare l'aria fra i piccoli condotti di ferro del fumo, ma i passaggi per l'aria sono così angusti che se ne riscalda pochissima quantità, e d'altronde è assai poco il calorico specifico dell'aria. Queste stufe, oltre di esser poco economiche, non producono mai un potente rinnovamento d'aria, anche quando sono munite di apposito condotto che richiami l'aria esterna e l'obblighi a circolare nell'interno della stufa. E questo per due ragioni:

1° Perchè l'aria viziata non è aspirata in gran quantità, attesa la piccolezza della bocca dei fornelli e il piccolo diametro dei condotti del fumo.

2° Perchè la sezione del passaggio dell'aria nell'interno delle stufe è in generale troppo angusta; sicchè la *massa* di aria esterna che esse possono versare nell'ambiente, è *piccola*, non mai proporzionata al bisogno, e TROPPO RISCALDATA.

Cosicchè si può dire, in generale, che anche queste stufe lascino tutto da desiderare in quanto alla salubrità e non siano ancora l'ultima parola per ciò che riguarda una benintesa economia del riscaldamento (1).

Infine notiamo che meno insalubri sono certamente quelle stufe nelle quali il fornello e i molti condotti interni nei quali si fa circolare il fumo affinché si spogli del suo calorico, sono di terra cotta, o di lastre di maiolica, o anche di muratura. Se non che, per poco che gli ambienti da riscaldare sieno grandi, queste stufe debbono avere (come hanno col fatto nei paesi settentrionali in cui si adoperano) delle proporzioni gigantesche per supplire con la massa alla poca conducibilità della terra cotta, ossia per presentare molto materiale che possa assorbire il calorico dei prodotti della combustione e cederlo man mano all'ambiente, altrimenti questi prodotti porterebbero seco la massima parte del calorico nella gola del camino, quindi non si perverrebbe mai a scaldare gli ambienti o vi sarebbe un grandissimo consumo di combustibile.

II. — Stufa del De Benedictis.

Nell'ideare questa stufa il De Benedictis si propose di soddisfare con uno stesso apparecchio a due condizioni distinte, cioè riscaldare una camera, e rinnovare l'aria; il che vuol dire provvedere insieme al riscaldamento e alla salubrità dei locali. E questo in un modo che l'autore non esita a dichiarare più razionale, più efficace, più semplice, e molto più economico delle stufe a caloriferi, ossia a circolazione d'aria, le quali costano moltissimo, massime quelle più complicate e di forme eleganti, ed hanno, quale più quale meno, i difetti qui innanzi brevemente accennati.

(1) « Un difetto che hanno d'ordinario le stufe dei costruttori » sta nella sezione troppo ristretta delle canne dove si scalda » l'aria e delle bocchette di calore; anzi alcuni costruttori van- » tano come pregio dei loro apparecchi quello di versare nel- » l'ambiente dell'aria caldissima. È manifesto invece che allora » la stufa è insalubre, perchè la ventilazione è scarsa; l'aria, » stata a contatto di ghisa arroventata, ha le cattive qualità » su cui si è insistito più indietro, e, trovandosi a notevole » secchezza relativa, riesce nociva anche per questo lato, ecc. ». FERRINI, Op. cit., pag. 381.

(1) SACCHI, *Architettura pratica. Le abitazioni*, pagine 613. Milano, 1874.

A tale intento pensò di adattare ai fornelli parallelepipedi di cotto ad *ampia bocca* un sistema di condotti cilindrici piuttosto alti e tali che, passandovi dentro i gas caldi prodotti della combustione, questi sieno obbligati a spogliarsi di gran parte del loro calorico; e pensò di fare in modo che questi condotti formassero essi stessi l'involucro esterno di un altro condotto cilindrico centrale destinato al passaggio dell'aria da riscaldare. Per tal modo il De Benedictis congegnò un apparecchio molto semplice, in cui riuscì a contemperare in una giusta misura la potenza ventilatrice e la calorifica. Trovò difatti che l'aspirazione dell'aria viziata eragli assicurata dall'*ampia bocca* del fornello e dalla *grande sezione* che volle dare ai tubi pei quali deve circolare il fumo: e quanto al riscaldamento della camera oltre all'*ampia superficie* irradiante del tubo principale, volle che l'introduzione dell'aria esterna avesse luogo in quantità abbondante

ma a *moderata temperatura*, ed ottenne lo scopo in virtù della corrente d'aria che si stabilisce nel condotto centrale di *ampia sezione* e piuttosto elevato, che sta racchiuso nell'interno dell'apparecchio.

È nata così, dopo parecchi anni di assidue prove e di esperienze, questa stufa così detta *ventilatrice*, o a *semplice riscaldamento con circolazione d'aria*, in grazia delle proprietà che essa ha. Ed è certo che tale sistema unisce ad un costo relativamente minimo, un salubre ed economico riscaldamento per irradiazione e per circolazione d'aria, ed ha poi sugli altri il vantaggio che permette di *vedere il fuoco* a traverso l'ampia bocca del fornello, laddove in tutti gli apparecchi del commercio, nostrani o esteri, se si vuole un efficace riscaldamento, è forza rinunciare a vedere la fiamma, che pure è così gradita a molti, massime ai malati; quasi direbbsi ch'essa eserciti una speciale azione vivificante su di

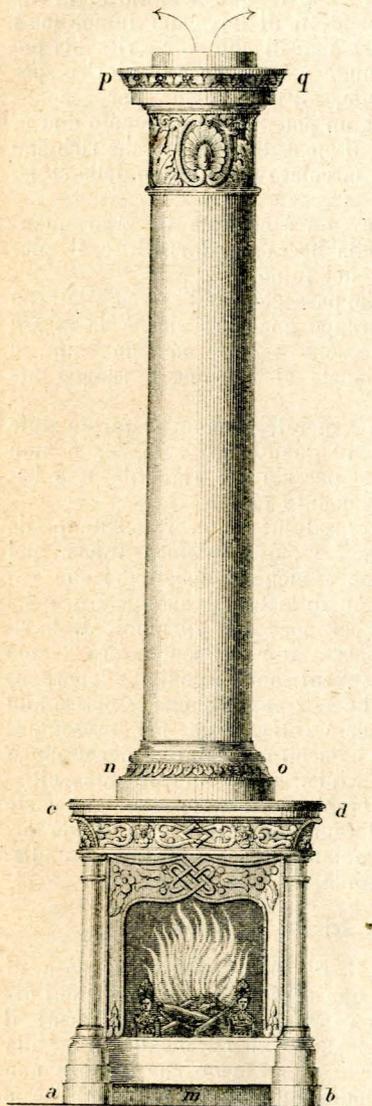


Fig. 48.

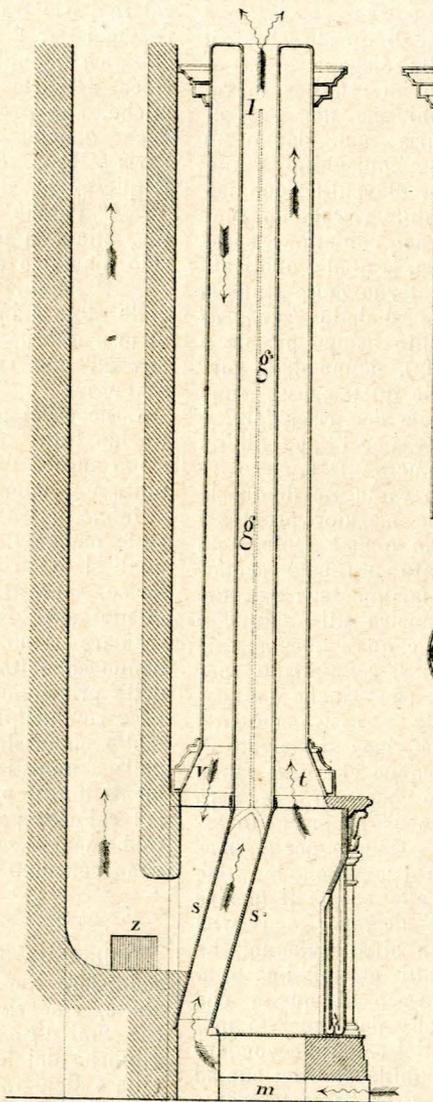
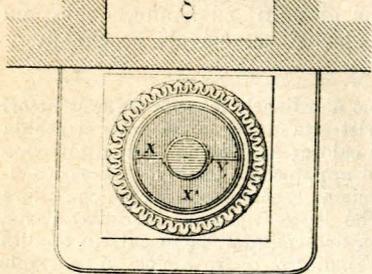


Fig. 49.

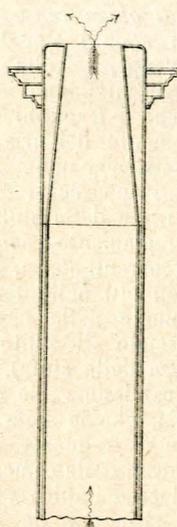
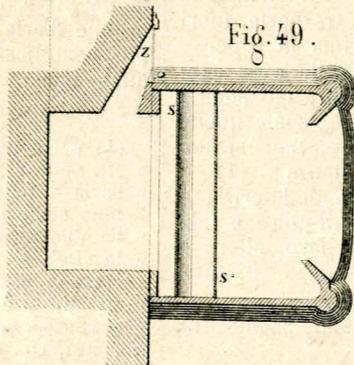


Fig. 50.

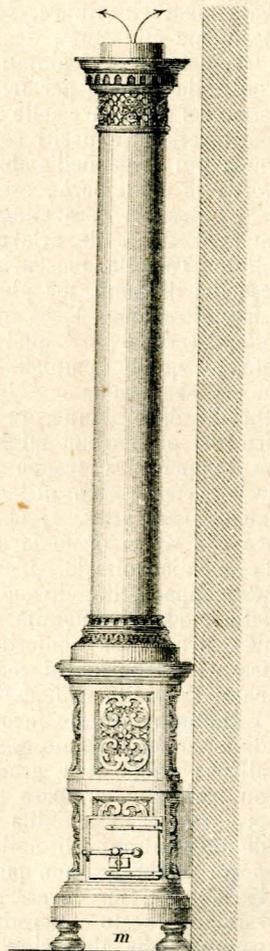
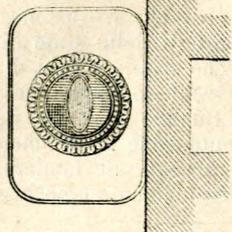


Fig. 51.



loro, e che a molti è segno d'allegria. Con gli apparecchi generalmente adoperati finora, se si vuol godere la fiamma, è d'uopo rassegnarsi a sentir freddo, come accade sovente coi caminetti e coi francelini, quando non si è molto vicini ad essi. Oppure si deve supplire con particolari disposizioni come costumano alcune famiglie agiate, le quali hanno nella stessa camera il caminetto ed il riscaldamento a caloriferi.

La stufa ventilatrice si compone di due parti, cioè del fornello *abcd* di laterizi (fig. 48), che ha la forma esterna di un francelino ordinario, ad ampia bocca, e di una colonna *nopq* che può essere a volontà di lamiera di ferro o di cotto, fissata sul fornello e facente corpo con esso. Il fornello è sollevato da terra, in guisa da lasciare uno spazio libero fra esso e il pavimento, e tutta la stufa è isolata dai muri, in guisa da rendere minimo il calorico che si disperde per trasmissione a traverso a questi. L'aria aspirata dall'apertura *m* è costretta, dopo aver lambita la soglia del fornello, a passare nell'interno dell'apparecchio ed a versarsi nella camera dalla sommità della colonna, come indicano le frecce. Quest'aria calda si diffonde nell'alto della camera, e siccome poco a poco si raffredda ed è spostata da nuova aria calda, così è costretta ad abbassarsi progressivamente, ed a produrre un movimento di circonvoluzione nell'aria della camera, che conferisce moltissimo a mantenere uniforme la temperatura alle varie altezze.

Dalla figura 49 risultano i particolari di costruzione. Un tubo verticale di lamiera, aperto in alto ed in basso, ed il cui asse coincide con quello della colonna, serve per il condotto dell'aria calda ascendente. La base di questo tubo è incastrata in una cassetta di ghisa *s s'*, che è dentro il fornello e che si estende da un fianco all'altro di questo, limitando così lo spazio in cui si colloca il combustibile. Questa cassetta è in libera comunicazione con lo spazio *m* che è sotto il fornello, ed è continuamente percorsa dal basso all'alto dall'aria aspirata dal tubo centrale suddetto, la quale si riversa nella camera dall'alto di questo, come indicano le frecce.

In costruzioni nuove e dovunque è possibile conviene che lo spazio in *m* sia posto in diretta comunicazione con l'aria esterna, mercè di apposito condotto, e questo sarebbe il mezzo migliore per rinnovar l'aria nell'interno della camera, e sopprimere quasi del tutto le correnti d'aria fredda che si fanno strada necessariamente per le fenditure delle porte e finestre.

La chiamata dell'aria è potentissima (come l'esperienza ha dimostrato) in grazia dell'altezza della colonna e della elevata temperatura del suo interno. Ma quand'anche non vi sia un apposito condotto, che faccia affluire l'aria esterna nello spazio *m*, la stufa, in grazia dell'altezza della colonna e della elevata temperatura, attiva in una certa misura, la corrente circolante dell'aria, proveniente dalle fenditure delle finestre, e la diffonde in tutto l'ambiente; e questo è pregio caratteristico dell'apparecchio, essendochè non è sempre così facile nell'interno delle case di fare questi condotti per la chiamata dell'aria esterna.

I prodotti della combustione cominciano per salire lungo la metà anteriore *x x' y* della colonna *nopq* e poi ridiscendono lungo la sua metà posteriore secondo la indicazione delle frecce *t e v*; essendo la colonna diametralmente divisa da due diaframmi verticali *x* ed *y*, che terminano superiormente in *t* a conveniente distanza dal cielo chiuso della colonna fumifera. Dopo essere discesi, i prodotti della combustione vanno via risalendo su per il solito condotto fumifero, preesistente nella grossezza del muro contro il quale è collocato l'apparecchio.

Per poter pulire la stufa quando si vuole, basta praticare, di fianco al fornello, un foro *z*, munito di apposita porticina, il quale risponda nel basso del condotto fumifero e permetta d'introdurvi una mano per espellere la fuligine che si fosse fermata nel passaggio dalla stufa al condotto.

Più recentemente l'autore perfezionò, semplificando, il sistema ora descritto. Al tubo centrale di sezione circolare dell'aria calda colle due pareti *x* ed *y* diametrali di separazione, sostituì (fig. 50) un unico tubo di sezione ellittica

il cui grand asse è uguale al diametro della colonna. Si ottiene un considerevole aumento nella superficie di riscaldamento di questo tubo; la colonna anteriore più calda dei prodotti della combustione non trasmette calore alla parte posteriore e più fredda della colonna discendente degli stessi prodotti, senza attraversare la colonna d'aria che si eleva e va nella camera; ed inoltre è reso minimo lo spessore di questo strato d'aria ascendente, ossia si riscalda più celeremente l'aria stessa neutralizzando, com'è noto, la sua diatermicità. Questa modificazione semplifica inoltre la costruzione, ed offre la possibilità di togliere il tubo centrale e di rimetterlo con grande facilità. Codesto tubo ellittico finisce superiormente con un tubo conoidico, il quale permette ai gas caldi e prodotti della combustione, dopo che sono saliti per la parte anteriore della colonna, di passare lateralmente a detto tubo centrale per ridiscendere dalla parte posteriore. Non occorre aggiungere che la sezione trasformandosi da un'ellissi allungata poco a poco in sezione circolare, la sezione d'afflusso non è perciò diminuita.

L'apparecchio a colonna del De Benedictis è, come ognuno vede, un sistema *misto*, in quanto che ha delle parti di ghisa, delle parti di lamiera e delle parti in laterizi. Esso dà il riscaldamento diretto mercè l'irradiazione della fiamma e delle ampie pareti della colonna esterna e del fornello, e il riscaldamento mediato in grazia della forte corrente d'aria calda che si stabilisce nell'interno della stufa. Ed avendo l'apparecchio una grande superficie di trasmissione del calorico, ne segue che le sue parti non si possono mai riscaldare eccessivamente e tanto meno l'aria che circola nell'interno. Dippiù questo sistema, appunto perchè *misto*, riscalda presto i locali, in grazia del ferro, e non lascia abbassare rapidamente la temperatura dell'ambiente allo spegnersi del fuoco, in grazia delle parti in terra cotta, le quali continueranno per qualche tempo ad emettere calorico, anche dopo che il combustibile abbia cessato di ardere. Il fornello propriamente detto è di cotto, come raccomandano tutti gl'igienisti, per schivare i danni che possono arrecare alla salute i fornelli di ghisa. L'autore ne ha ridotta la profondità al minimo possibile, cioè al puro necessario per contenere il combustibile, essendo noto che così si aumenta il potere irradiante, e che per ottenere il massimo effetto utile da un semplice fornello a fuoco appariscente, giova più estenderne la sua larghezza anzichè la profondità.

Riputati autori ammettono che, quando la ghisa si arroventa, diviene permeabile all'ossido di carbonio; cosicchè se mai nell'interno dei fornelli si generasse di questo fluido aeriforme, a contatto di tubi di ghisa roventi, esso potrebbe mescolarsi con l'aria costretta a passare per questi tubi, a danno dell'economia animale. Ecco perchè molti rifuggono giustamente dalle stufe di ghisa. Nel caso nostro è opportuno notare essere impossibile che la cassetta di ghisa si arroventi, perchè le sue pareti interne sono continuamente lambite da una forte corrente d'aria, che sempre si rinnova e che, come abbiamo già detto, costituisce il pregio caratteristico di questo sistema. Oltre di che è noto che l'ossido di carbonio nasce da combustione incompleta, e però non si forma se non quando vi sia molto carbone accumulato nel fornello e scarseggi l'aria che deve alimentare la combustione; il che non può mai accadere nella stufa della figura 48 in grazia dell'ampia bocca del fornello e dell'ampia sezione dei condotti del fumo.

Per tal modo non si avrà mai a sentire quell'ingrato odore che sogliono emanare le ordinarie stufe di ghisa, massime se chi vorrà adoperare gli apparecchi del De Benedictis non attivi eccessivamente la combustione. Che anzi è un pregio di essi il richiedere che il fuoco si mantenga sempre lento, perchè così l'economia di combustibile sarà maggiore senza che il riscaldamento cessi di essere efficace.

La facoltà di poter fare indifferentemente la gran colonna che sovrasta al fornello, di terra cotta, come quella di Castellamonte che è ottima, o di ferro, è anche un pregio del sistema, perchè così la stufa potrà meglio rispondere alle varie esigenze sia dal lato dell'economia nella spesa, sia da quello opposto di una ricca decorazione di lusso in armonia di stile coll'architettura di una sala pri-

vata. La colonna di lamiera è al certo più leggera e scalda più presto; cospicché quando si ha freddo e si vuole rapidamente riscaldare la camera essa torna opportunissima; ma si raffredda anche presto, quando si spegne il fuoco. Invece la colonna di cotto si riscalda più lentamente, per essere cattiva conduttrice del calorico, e però richiede che si accenda il fuoco con qualche anticipazione; ma essa trattiene maggior tempo il calorico entro di sé, e continua a riscaldare l'ambiente anche dopo che il fuoco si sia spento, cioè fa come da serbatoio del calorico. Alcuni preferiscono la colonna di cotto perchè temono che l'irradiazione della colonna di lamiera, molto riscaldata, debba esser molesto. Questo potrà esser vero, ma non sarà mai abbastanza ripetuto che la combustione, nelle stufe di questo sistema deve esser condotta moderatamente, e che per ciò la colonna di lamiera non si riscalderà mai a segno da dar molestia a chi le stesse vicino. Questa colonna di lamiera per essere di sottile grossezza e assai conduttrice, trasmette rapidamente dalla sua ampia superficie il calorico assorbito dai prodotti della combustione per la più piccola quantità di combustibile che si accenda nel fornello. Laddove la colonna di terra cotta, conserva bensì per maggior tempo il calorico, ma richiede che si faccia sul principio un fuoco assai vivo, se si vuole elevare convenientemente la temperatura di camere alquanto vaste.

Infine se si vuole applicare il sistema del De Benedictis alle stufe propriamente dette, si può adottare la disposizione della figura 51 la quale contiene ancora un apparecchio analogo a quello della figura 48, ma con piccole varianti. Il fornello ha la stessa forma esterna delle piccole stufe di cotto delle nostre case. La sua bocca è chiusa da una portina di lamiera nella quale si lascia il solito foro pel passaggio dell'aria che deve alimentare la combustione. Esso è poi sormontato da una colonna che può essere di lamiera o di cotto e le sue pareti sono riscaldate dai prodotti della combustione che circolano nell'interno. L'apparecchio è fatto in guisa che l'aria della camera, passando per l'intervallo *m*, che è sotto il fornello, è obbligata ad attraversare tutto l'apparecchio, lungo un tubo interno di lamiera, ed a riversarsi riscaldata dall'alto della colonna come indicano le frecce. Anche qui l'economia del riscaldamento è assicurata in grazia dell'ampia superficie irradiente che presenta l'apparecchio (non ostante la sua forma svelta e leggera) e dalla potente corrente di aria calda che si stabilisce in virtù della forma a colonna della stufa.

Ultimo pregio di questo sistema di stufe si è che non si debbono forare i muri ad un'altezza più o meno grande (come accade delle varie stufe ordinarie) per stabilire la comunicazione col condotto fumifero, il che spesso deturpa le camere e le tappezzerie. Dipiù la pulitura nell'interno è della massima facilità senza che sia necessario scomporre l'apparecchio.

Le dimensioni del fornello e così pure l'altezza e il diametro della colonna sono più o meno grandi secondo l'ampiezza della camera da riscaldare, e sono quantità legate fra loro da quei rapporti di grandezza che l'esperienza e il calcolo hanno dimostrato necessari affinché la combustione proceda regolarmente senza dar fumo nell'ambiente. Nel soddisfare a questa condizione imprescindibile, l'autore ha anche cercato fare in modo che le sue stufe appaghino, nel loro insieme, il più che si può il senso artistico. Le disposizioni interne dell'apparecchio permettono di dare alla colonna quella maggiore altezza che si vuole, senza che per questo rimanga menomamente scemato il tirante; il che è anche un pregio grandissimo del sistema, perchè più alta si farà la colonna, maggiore sarà il calorico che essa assorbirà dai prodotti della combustione a vantaggio dell'economia del combustibile. Più alta sarà la colonna, maggiore sarà la velocità dell'aria aspirata nell'interno della stufa e riversata dalla sommità di essa a più elevata temperatura, essendochè questa velocità cresce in ragion diretta della radice quadrata dell'altezza: per conseguenza in un dato tempo e sotto un medesimo eccesso di temperatura dell'interno della stufa sull'aria della camera, quanto più alta sarà la colonna, tanto maggiore sarà la massa d'aria che si riscalderà. Cospicché è forza propendere per le colonne più alte che l'interno delle camere per-

metterà di fare; e ciò essendo assai razionale, è chiaro che finiremo per abituarci a questa forma allungata di stufe, come già ci eravamo abituati a tutte quelle forme si poco artistiche dei nostri frangolini sormontati da colonne sovente esilissime a fronte della grandezza del fornello, e che tutte finiscono con un inconcepibile cubo alla loro sommità, dal quale si diparte il tubo che va a forare le pareti della camera con sfregio manifesto di esse, a cui se nessuno pon mente è solo perchè *vi abbiamo presa l'abitudine*.

Nel passaggio del fumo dal basso del fornello alla canna del camino, l'autore adatta una delle solite chiavi onde si possa moderare la corrente o intercettarla affatto quando si vuole. Se mancasse questa chiave, è chiaro che quando l'apparecchio si fosse molto riscaldata e si fosse spento il fuoco senza che si sia rifornito altro combustibile, allora una grande massa d'aria andrebbe via nella gola del camino attraversando tutto l'apparecchio, a causa del calorico accumulatosi, il quale provoca e mantiene ancora per qualche tempo delle correnti d'aria. Il che contribuirebbe a raffreddare rapidamente l'ambiente. Ma chiudendo la detta chiave a tempo opportuno (cioè subito dopo che il fuoco si sia spento), si vengono a utilizzare per il riscaldamento tutte le calorie già accumulate nella stufa e si evita che la camera si raffreddi troppo presto.

L'autore, come abbiamo veduto, avendo risoluto il problema di riscaldare abbondantemente una camera e di provvedere alla sua ventilazione con uno stesso apparecchio, non sarà inopportuno ricordare che queste due facoltà di riscaldare e ventilare sono inverse fra di loro, perchè non si può scacciare l'aria viziata da un ambiente chiuso senza impiegare una certa quantità di calorico, che si traduce nella forza che deve attivare la ventilazione e che è a pura perdita del riscaldamento. Ora le stufe a colonna hanno anche il vantaggio di permettere a chi se ne serve di attivare a suo talento più la ventilazione o più il riscaldamento secondo che sarà necessario. Se si tiene aperta tutta la bocca del fornello e aperta la valvola che abbiamo accennato, si pone l'apparecchio in grado di esercitare la massima potenza ventilatrice di cui è capace. Ma se si socchiude la detta valvola e si pone contro la bocca del fornello uno schermo mobile di lamiera, ampio quanto questa bocca, e che abbia nel basso un piccolissimo foro pel quale possa passare l'aria strettamente necessaria alla combustione, è chiaro che con poco combustibile l'apparecchio si riscalderà moltissimo e quasi tutto il calorico sarà impiegato per il puro riscaldamento. Questo schermo di lamiera, fornito di piccolo manico di legno può tenersi accanto al fornello come si fa delle molle, dei soffietti, ecc., e può tornare utilissimo quando si volesse con poco combustibile riscaldare rapidamente l'ambiente. Negli apparecchi di maggior lusso si può a questo schermo mobile sostituire uno di quelli a contrappeso, già comuni nel commercio, i quali sono fissati al fornello a guisa di piccolo sipario e permettono di graduare come si vuole l'apertura della bocca del fornello stesso.

Il descritto schermo sarebbe anche utile nel caso che si volessero alimentare queste stufe col coke, il quale, com'è noto, ha un potere raggiate almeno doppio di quello della legna. Lo schermo, collocato contro la bocca del fornello, servirebbe ad attivare grandemente la combustione quando si accende il fuoco, senza che sia necessario il soffietto; e quando la combustione è bene avviata si può togliere lo schermo, beati di godere la vista del fuoco.

MECCANICA AGRARIA

SUI RISULTATI DEGLI ESPERIMENTI

eseguiti in occasione dell'Esposizione di Macchine Agrarie del Comizio Agrario di Torino nel 1876.

III.

ESPERIMENTI SULLE MIETITRICI.

Le mietitrici esposte erano di nove tipi diversi, ossia avevano la *Walter A. Wood*, — la *Samuelson*, — la *Hornsby*, — la *Buckeye*, — la *Warder Mitchell*, — la *Johnston*, — la *Bur-*

dick, — la *Kyrby*, e la *Wheeler n. 6*, — le quali tutte erano munite di aspo automatico per la formazione e la posa dei covoni, e funzionavano esclusivamente come mietitrici, ed avevano una sola ruota motrice, ad eccezione della *Buckeye* e della *Wheeler* le quali benché munite di aspo autonomo potevano essere pure impiegate come falciatrici, ed erano perciò munite di due ruote motrici.

V'erano inoltre quattro mietitrici semplici, ossia senza il movimento automatico dell'aspo per la formazione dei covoni; tali la *William Anson Wood*, — la *Walter A. Wood*, — la *Samuelson* e la *Hornsby*; le quali non sono che falciatrici fatte alla meglio servire al taglio delle messi mediante alcuni pezzi di ricambio che permettono di alzare convenientemente da terra il coltello perchè non entri nelle disuguaglianze del terreno coltivato.

I giorni fissati per l'Esposizione delle Macchine Agrarie (dal 27 al 31 maggio) se erano convenienti per le prove delle falciatrici, non lo erano certo per le mietitrici, e si stabilì per queste di attendere l'epoca del taglio delle messi. Inoltre perchè le prove riuscissero a dovere e ben concludenti, fu scelta l'ampia tenuta di Solere, proprietà del Conte Giulio Ripa di Meana, presso Savigliano, dove avevansi tutti i sistemi di coltivazione dalla seminazione a stretti solchi, a quella in piano, dove avevansi messi di grande altezza, ora diritte ed ora allettate in ogni senso dai turbini di vento e dalle piogge. Questi esperimenti ebbero luogo nei giorni 4, 5 e 6 luglio.

parativamente e della solidità, e della miglior attitudine al lavoro in questi casi, che da noi sono i più frequenti.

La *Wood*, l'*Hornsby* e la *Samuelson* dopo aver soddisfattamente lavorato in piano, procedettero pure al taglio del grano in campi a porche ridotte, camminando secondo la lunghezza delle porche, non meno che trasversalmente alle medesime. Esse dimostrarono la loro attitudine a mietere in tali condizioni di coltura, sebbene non si possa negare che ciò presenti più difficoltà, e richieda maggior pratica e diligenza in chi conduce la macchina che non in campi seminati in piano, od a larghe tavole. Da questo punto di vista sono preferibili quelle la cui ruota è di maggior diametro.

Nella prova del taglio della messe comunque coricata ed arruffata, la *Wood* si distinse in modo veramente meraviglioso, appenachè volle applicare alla trave delle dita alcuni rostri o punte divisorie, lunghe 40 centimetri circa, e destinate al sollevamento della messe coricata. L'effetto non poteva riuscire più soddisfacente, essendosi riuscito a pulire il terreno meglio di qualsiasi mietitore, e senza perdita di tempo. Forse converrà impedire a codesti rostri di sollevarsi troppo, modificando la snodatura nel punto in cui sono assicurati alla trave delle dita, perchè non abbiano eventualmente a sollevarsi tanto da incontrarsi nei rastrelli. Anche *Samuelson* pensò munire la propria mietitrice di rostri sollevatori, molto robusti e fissi alla trave delle dita; ma non se ne poté fare esperimento, perchè anche egli non credendoli necessari, non li aveva neppure portati. È

però un fatto che l'uso di questi rostri sebbene accresca moltissimo lo sforzo di trazione, è stato rilevato vantaggioso nei nostri paesi tanto soggetti ai temporali ed alle bufere, e che il loro modo di funzionare è stato molto apprezzato dai Giurati agricoltori.

La messe che si trattava di tagliare aveva steli la cui altezza era perfino di m. 1,40; nè eransi steli inferiori ad 1 m. Essa era più che mediocrementemente densa, per usare l'espressione dei Giurati; gli steli erano sostenuti ma non ancora secchi. Le spiche poco mature, ma assai pesanti.

L'apparecchio di deponimento è di un'importanza essenziale, dappoichè esso deve prestarsi alla variazione della grossezza delle giavelle, alla diversa lunghezza delle messi, a deporre le giavelle ben composte a distanze regolari ed in direzione perpendicolare a quella del movimento della macchina senza togliere da posto gli steli, senza capovolgerli, senza scompigliarli, ecc.

Tutte le macchine presentate al concorso deponivano assai bene la messe lasciando sempre una distanza di almeno metri 1,20 da quella in piedi, per il passaggio dei buoi. Se la messe era diritta, le giavelle riuscivano ben fatte colle spiche tutte da una parte, e cogli steli ben paralleli e disposti perpendicolarmente alla direzione del moto. Fu pure osservato che questo lavoro di deposizione era per tutte più regolare quando le giavelle riuscivano più voluminose. Laonde è perfettamente giustificata la disposizione, di cui vanno oggidì munite le buone mietitrici, per rendere inoperosi uno o più rastrelli, in guisa da regolare la grossezza delle giavelle a seconda dell'abbondanza della messe. In generale questo congegno è comandato dal piede di chi conduce la macchina; e questi regola il numero di rastrelli che debbono girare rialzati ed inoperosi fra un rastrello operante e l'altro, e ciò a seconda della densità della messe.

A tutto rigore codeste macchine dovrebbero pure avere la possibilità di variare la velocità di rotazione dei rastrelli. Non bisogna infatti dimenticare quale sia l'ufficio che i rastrelli hanno da compiere dovendo essi dare alla messe una spinta in basso sulla piattaforma, è certo che quanto più alta è questa messe, e tanto maggiore dovrebbe essere la loro velocità; inoltre dovendo avvenire il deponimento sul suolo da un'altezza variabile della piattaforma, dipendentemente dall'altezza alla quale si vuol tagliare la messe, e dall'inclinazione all'innanzi della

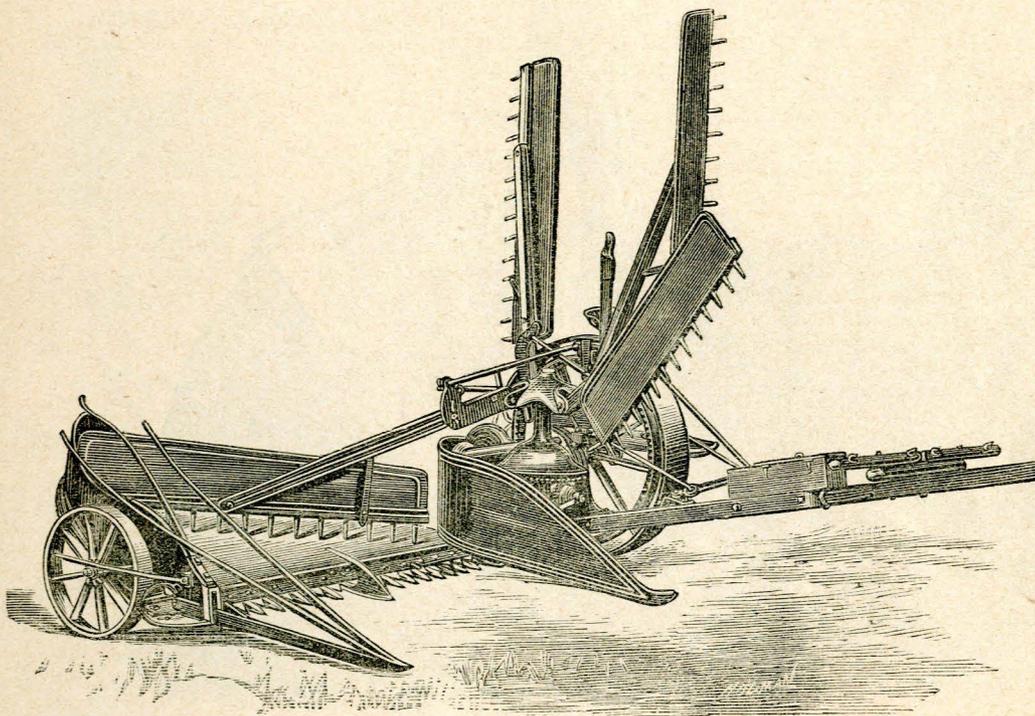


Fig. 52 — Mietitrice ad aspo autonomo di WALTER A. WOOD.

Delle nove succennate mietitrici ad aspo autonomo non si presentarono al concorso sul terreno che le prime cinque; e delle quattro falciatrici combinate come mietitrici non si presentarono che le ultime tre.

Le esperienze colle mietitrici si fecero impiegando come forza motrice i buoi, i quali si adattavano assai bene a tutte le macchine, e s'è verificato che la velocità normale dei buoi è per le mietitrici ancora più adatta che quella dei cavalli.

Gli esperimenti erano prolungati per ogni macchina quanto bastasse a togliere ogni dubbio sulla loro assoluta praticabilità, e tanto la Commissione dei Giurati tecnici, che quella dei Giurati agricoltori rimasero da mane a sera a lavorare nei campi. Nel giorno 4 luglio si è cominciata la prova dove la semina in piano del grano si di una superficie abbastanza estesa permetteva di ottenere dalle macchine presentate i risultati più soddisfacenti, e ciò anche a soddisfazione degli espositori, accorsi dall'Inghilterra e dall'America, i quali non potevano certo rimproverarci di non aver offerto loro un terreno convenientemente preparato all'uso di codeste macchine. Ma per altra parte non potevasi omettere di far lavorare le stesse macchine in campi a porche ridotte, e fra messi straordinariamente abbondanti e di grande altezza, non meno che fra messi coricate a terra, e comunque arruffate, e ciò allo scopo di giudicare com-

piattaforma, per il regolare deponimento dovrebbe pure potersi variare a seconda dei casi la velocità dei rastrelli.

Ma forse ciò complicherebbe troppo il meccanismo già abbastanza complicato di queste macchine. Tuttavia per pronunziarsi con sicurezza sull'effetto comparativo delle macchine sperimentate, non essendovi in alcuna di esse la possibilità di variare la velocità di rotazione dei rastrelli, sarebbe stato necessario provare le stesse macchine sul taglio di messi più lunghe e segnatamente più corte, mentre, come dicemmo, la messe sperimentata aveva gli steli della lunghezza compresa fra 1 m. e m. 1,40.

Ma è giustissimo dire che in tali circostanze, sebbene la Warder Mitchell-Champion, la Walter A. Wood e la Samuelson, abbiano deposto le giavelle in modo migliore delle altre, e molto soddisfacente, praticamente parlando, pure la prima i cui rastrelli avevano velocità maggiore delle altre due, diede sotto questo punto di vista il risultato più brillante. E la spiegazione si trova appunto nelle cifre seguenti; supponendo infatti che la velocità assoluta alla periferia della ruota motrice sia eguale ad 1 metro per 1", si trova che la velocità dei rastrelli nel punto più vicino, e più lontano dall'asse di rotazione sono rispettivamente

Warder Mitchell-Champion	0. ^m 60	2. ^m 39
Walter A. Wood	0, 45	1, 83
Samuelson	0, 42	1, 67.

cati ed il passaggio dei fossi. Così mentre la falciatrice di Walter A. Wood ha le due ruote del diametro di 0.^m71, la mietitrice dello stesso costruttore ha una ruota sola del diametro di 0.^m94, e la larghezza della corona di questa ruota è di cent. 21.

Altra differenza essenziale tra le mietitrici e le falciatrici si trova nella velocità del coltello. Per il taglio delle messi non è più indispensabile quella grande velocità del coltello che abbiamo visto essere la condizione essenziale di una buona falciatrice, e ciò perchè gli steli delle messi offrono al coltello maggiore rigidità che non le erbe, le quali si piegano alla minima pressione, ed anche perchè il maggior piegamento all'innanzi degli steli che deriva dalla diminuita velocità della lama per rispetto a quella d'avanzamento della macchina non ha per le messi altra influenza che quella minima della maggiore resistenza di un taglio fatto obliquamente, anzichè sulla sezione retta degli steli; mentre invece per l'erbe un maggior piegamento all'innanzi produrrebbe un taglio non abbastanza resistente al suolo.

Venendo a numeri, e senza ripetere qui le considerazioni già fatte parlando delle falciatrici, indicando sempre con

V la velocità di avanzamento della macchina per ogni corsa della lama,

v il piegamento all'innanzi dell'ultimo stelo in ogni corsa della lama,

w la velocità del coltello per ogni unità di avanzamento della macchina,

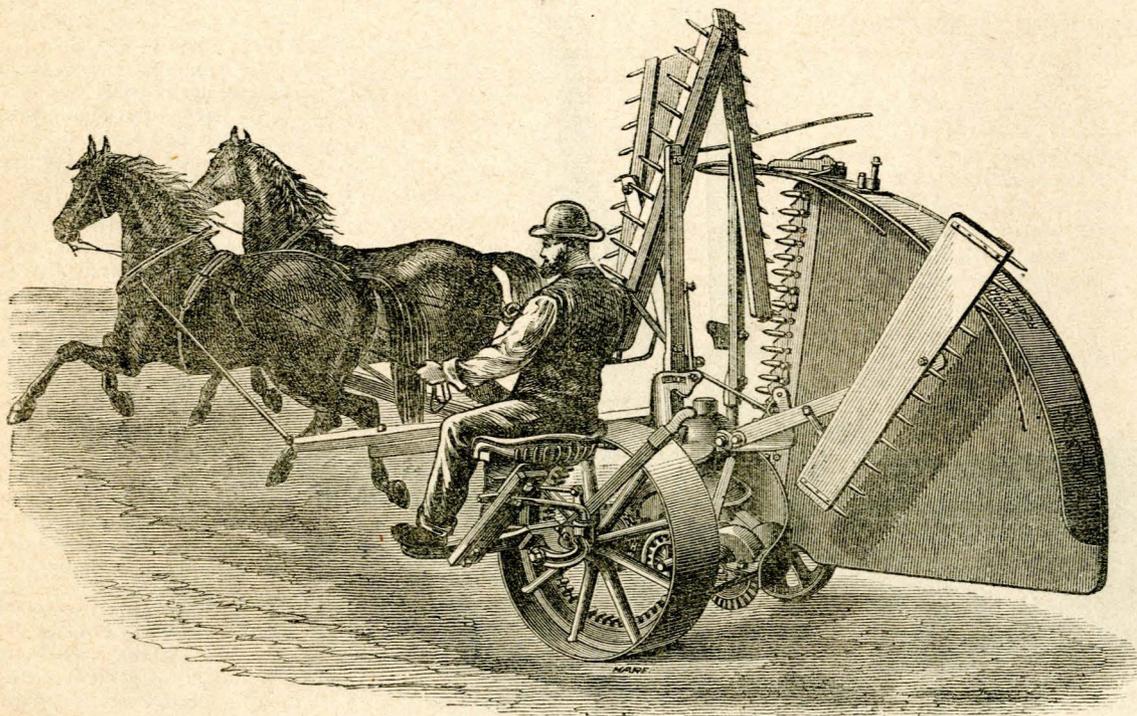


Fig. 53 — Mietitrice di WALTER A. WOOD con piattaforma rialzata.

Ma, come già dissi, sarebbe stato utile di poter constatare lo stesso effetto con messi più lunghe e segnatamente con messi alquanto più corte.

In tutte le macchine, come d'altronde è ben naturale, i manipoli o le giavelle venivano deposti perpendicolarmente alla direzione del movimento solo quando la messe era diritta. Se essa è coricata normalmente al timone, rimane deposta parallelamente al movimento; ma se è comunque allettata ed arruffata, anche gli steli nei manipoli rimangono alquanto scompigliati; ciò non ostante la deposizione ha sempre luogo senza spargimento di steli ed in modo da lasciar sempre libero il passaggio nell'andana successiva.

Passando ora ad esaminare il meccanismo di trasmissione del movimento alla sega è duopo vedere in che le mietitrici differiscano dalle falciatrici.

La convenienza di avere una sola ruota motrice, e la natura del terreno coltivo, conduce ad assegnare a codesta ruota il maggior diametro possibile, e la maggior larghezza della corona, a differenza delle falciatrici le cui ruote motrici, perchè prendano appoggio sul terreno, e non abbiano a strisciare, è duopo munire di tacche o prominenze, le quali si aggrappano alla cotenna erbosa. Quanto è maggiore il diametro della ruota motrice, e più facile e spedito è il camminare nei campi sol-

si trova ad es. per le macchine di W. A. Wood il seguente confronto :

	V	v	w
Mietitrice centim.	6,00	2,86	1,17
Falciatrice »	4,16	0,77	1,66

Il divario che vi si trova è perfettamente giustificato, e mentre crediamo esattissimo che per le falciatrici si apprezzino le macchine dal minimo di piegamento all'innanzi ossia dal minimo di v , e dal massimo di velocità della lama per unità di avanzamento della macchina, ossia dal massimo di w , ciò non ha più ragione d'essere trattandosi di mietitrici, per i motivi che abbiamo detto poc'anzi. E d'altronde se acquista in velocità è d'uopo perdere in forza, e i risultati delle prove dinamometriche fatte colle mietitrici, hanno pure provato quanta influenza abbia questo inutile aumento di velocità sullo sforzo di trazione, che è già per se stesso molto prossimo al limite arrivabile con due cavalli.

E qui occorre pure una osservazione sulle mietitrici Samuelson ed Hornsby, nelle quali la corsa della lama corrisponde all'intervallo compreso fra tre dita successive, ovvero a due volte quella fra due dita, ed hanno quindi una lama o coltello a doppia corsa. Si comprende di leggieri come si possano costruire due

macchine identiche in tutto tranne nella corsa della lama, che in una può essere doppia, nell'altra semplice, senza alterare i risultati corrispondenti al loro effetto; ma volendo ottenere una corsa doppia, si deve duplicare la lunghezza della manovella, e si produce con ciò un maggiore consumo di forza per i maggiori attriti che si sviluppano nelle guide dell'estremità della lama che si attacca al tirante motore.

Quanto allo sforzo di trazione per le mietitrici, si sono fatti esperimenti egualmente accurati e precisi che colle falciatrici; il dinamografo di Kraft ha continuato a prestare i suoi preziosi servigi.

Nelle prove col dinamometro la larghezza di taglio effettiva fu di m. 1,35 per tutte indistintamente le mietitrici. La Walter A. Wood e la Warder Mitchell hanno dato al dinamometro identici risultati, ma la velocità di condotta delle macchine durante la misura della forza traente mentre fu per la Warder Mitchell di m. 0,95, per la Wood non fu che di m. 0,90; e ciò è in favore di quest'ultima. La forza di trazione per metro di larghezza massima di taglio conseguibile risultò di 100 chilogrammi per un taglio praticato ad un'altezza dal suolo di 11 a 12 cent.; scese a 70 chilogrammi quando tutti gli apparecchi erano in moto, senza tagliare; e si ridusse a 48 chilogrammi quando le macchine erano disposte per trasportarsi da un campo all'altro, ossia non avevano altri organi in movimento che le ruote, e funzionavano come i carri da trasporto.

E qui ci pare che sia il caso di dire anche una parola sul

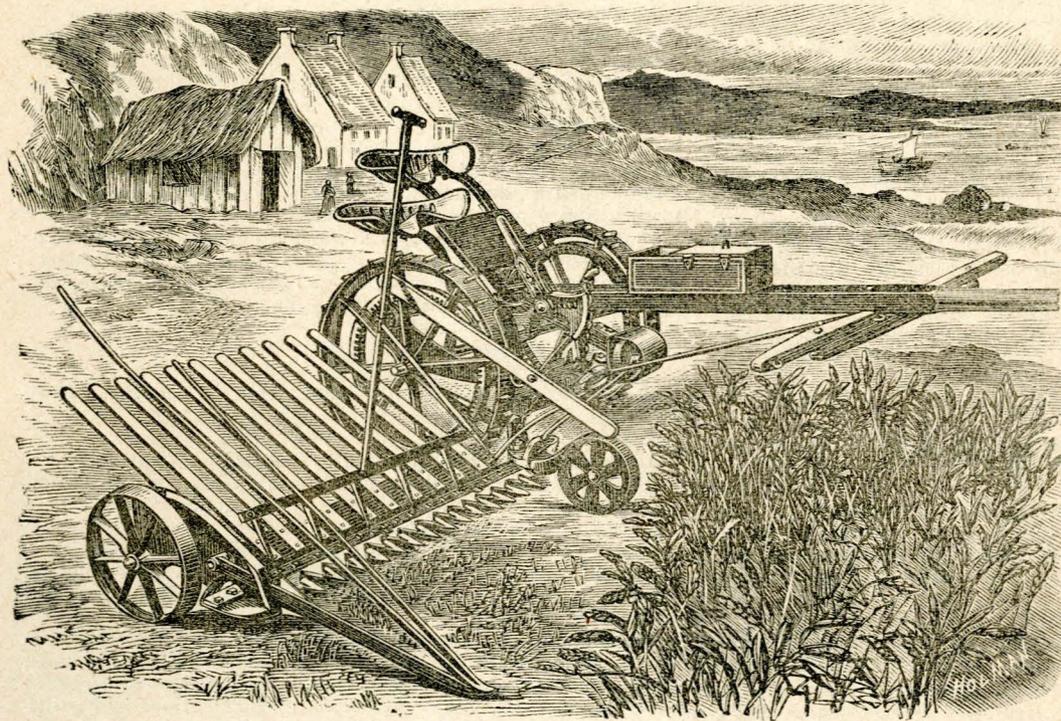


Fig. 54 — Falciatrice di W. A. Wood combinata come mietitrice.

sistema della piattaforma. Delle varie macchine provate la Hornsby era la sola che avesse una piattaforma a superficie conica, mentre tutte le altre appartenevano alla categoria delle macchine a piattaforma piana. La concavità della piattaforma è motivata unicamente dal movimento dei rastrelli, e non potrebbe essere evitata, se non cangiassi la costruzione dell'aspetto differente da quello delle altre. Ora gli esperimenti hanno provato che quando si deve mietere radente al suolo, o ad una altezza dal suolo non maggiore di 10 cent., la piattaforma concava presenta maggiori difficoltà, perché striscia quasi sempre sul terreno, e produce un attrito considerevole; donde il maggiore sforzo di trazione accusato dal dinamometro. Inoltre tale concavità è pure di ostacolo al libero passaggio attraverso ai fossi che di quando in quando si incontrano nei campi.

Altra particolarità di grande importanza per noi, dove le strade di campagna sono assai ristrette, e fiancheggiate da alberi, è quella di poter ripiegare la piattaforma verticalmente all'insù (fig. 53). Le mietitrici hanno in lavoro una larghezza che passa i tre metri. Ma due sole, la W. A. Wood e la Buckeye, hanno questa comodità di ripiegare all'insù la piattaforma, e di passare così per strade, o porte di 1,40 ad 1,50 di larghezza. Per le altre è d'uopo scomporre in parte la macchina, e caricare la piattaforma su di un carro. Non occorre dire che la riduzione di larghezza richiede necessariamente l'ag-

giunta di una seconda ruota di sostegno e di un piccolo asse sussidiario su cui imperniarla.

Infine un elemento molto essenziale per certe regioni d'Italia è l'altezza diversa alla quale si può colle mietitrici tagliare le messi da terra. Usati in alcune parti del Nord, non meno che in alcune parti del Sud dell'Italia di tagliare le messi a considerevole altezza dal suolo, lasciando sul campo ciò che in Piemonte si chiama la *stoppia*. Non discuteremo su questa abitudine, che ha i suoi vantaggi ed i suoi inconvenienti. Ma accettando il problema quale si presenta meccanicamente da sciogliere, la Walter A. Wood è la sola finora il cui meccanismo permetta di tagliare la stoppia dalla minima altezza di 8 cent. da terra fino all'altezza massima di cent. 50.

Rimane a far cenno delle falciatrici-mietitrici combinate che in numero di tre si sottoposero a prova nella stessa occasione.

Sono le stesse macchine falciatrici che per essere adattate a mietitrici richiedono alcune parti di ricambio, fra cui si deve notare come essenziali la sostituzione del piccolo partitore alla estremità della lama e dell'annessa rotella d'appoggio con altro avente una ruota di maggior diametro allo scopo di poter rialzare la sega ad un'altezza compatibile colle ineguaglianze d'un terreno coltivato. Inoltre dietro alla lama si ha una piattaforma di legno fatta con asticciuole spaziate tra loro, e trattenute ad una sola estremità da una traversa orizzontale (fig. 54) assicurata alla trave delle dita. Essa è destinata a ricevere le messi, ed un pedale serve a variare l'inclinazione di detto piano per

scaricare i manipoli. Un secondo seggio è disposto a fianco del conduttore dei cavalli, e l'uomo che vi sta seduto mentre rialza ed abbassa col piede destro il succennato piano di scarica, tiene in mano un rastrello col quale trattiene e depone i manipoli sul suolo, e del quale, se abile e destro, serve pure per rialzare la messe quando è coricata.

Nelle prove con queste mietitrici essendosi fatto uso esclusivo dei buoi, così non si aveva che un uomo sopra il sedile laterale, mentre l'altro uomo stava davanti ai buoi per guidarli nel tiro della macchina. Tutte tre le macchine hanno lavorato in modo soddisfacente, e dimostrato la loro pratica utilità. Solo apparve un po' faticoso il lavoro dell'uomo incaricato di maneggiare il rastrello per tenere la messe davanti il coltello, e formare le giavelle. Queste possono pure regolarsi di grossezza a piacimento, ma la uniformità

della loro grossezza dipende unicamente dall'abilità e dal colpo d'occhio dell'uomo di ciò incaricato.

Inoltre la superficie mietuta per giorno di lavoro riesce minore che colle mietitrici propriamente dette, ad aspo autonomo, per causa della minore lunghezza della sega; infine, oltre all'esigere due uomini intorno alla macchina, fa d'uopo eseguire immediatamente il trasporto laterale della messe per lasciare libero il passaggio della macchina nell'andana successiva. Tutto ciò giustifica pienamente il verdetto del Giuri, che queste macchine sieno convenienti nelle piccole proprietà, ma più non convengano nelle medie e nelle grandi proprietà, dove la mietitrice automatica deve essere sempre preferita.

Prima di lasciare questo argomento ci piace riportare testualmente la conclusione colla quale il prof. Elia relatore del Giuri per gli esperimenti sulle falciatrici e mietitrici, ha terminata la sua relazione:

« Le esperienze eseguite hanno ampiamente confermato le opinioni che si avevano sull'impiego delle falciatrici e delle mietitrici in agricoltura, cioè:

1° Di eseguire un lavoro *altrettanto perfetto*, quanto coi mezzi ordinari;

2° Di mettere l'agricoltore in possesso del prodotto in un tempo molto più celere specialmente quando si tratta di prodotti che non soffrono dilazione ad essere ritirati dal campo o

RESISTENZA DEI MATERIALI

Dall'egregio Ing. Cottrau, Direttore dell'Impresa Industriale italiana di costruzioni metalliche, riceviamo la seguente comunicazione:

NAPOLI, 12 dicembre 1877.

Ill^{mo} Sig. Ingegnere G. Sacheri

Torino.

Ho l'onore di accompagnarle copia del verbale contenente i risultati oltremodo soddisfacenti ottenuti nelle prove dei

nostri ferri destinati ai ponti metallici per conto delle ferrovie Alta Italia, le quali prove furono fatte nell'opificio di questa Impresa e con apposita macchina di precisione, in contraddittorio con l'egregio signor Lauro Pozzi, ingegnere capo sezione delle ferrovie Alta Italia.

Parmi che sarebbe forse utile dare pubblicità a questi esperimenti nel di lei pregiatissimo periodico, ma su di ciò è ella il miglior giudice.

Colgo l'opportunità per ricordarmi

Di lei

Devot^{mo} ed obb^{mo} servo ed amico

ALFREDO COTTRAU.

FERROVIE DELL'ALTA ITALIA

LINEA PISA-GENOVA

DIVISIONE III

Ponte di ferro sul Serchio presso Migliarino

Esperimenti sulla resistenza dei ferri alla trazione ed al taglio eseguiti nella Officina della IMPRESA INDUSTRIALE ITALIANA in Castellamare (di Stabia).

N. dell'esperimento	Indicazione dei ferri	Allungamento proporzionale (in mm. per 100 mm.) corrispondente ad un carico successivo per mm. q. di Kg.												Carico di rottura	Sezione	Sforzo di rottura per millim. quad.	Resistenza prescritta dal Capitolato d'oneri	Osservazioni	
		15	20	25	30	35	37.50	40	42	44	45	47	48						
1	Ferro a 	0	0	Segno d'allungamento	0.50	2.00		4.75	6.75						Kg. 3960	mmq. 90.9	Kg. 44	Kg. 32	Frattura nervosa, lucente, a fibre fine ed omogenee.
2	Ferro tondo per chiodi e chivarde diametro 22 mm.	0	0	0	Segno	0.25		1	1.75	2	2.14	3	3.50	4625	94.38	49	40	Frattura c. s. grassa, ferro molto elastico. Il carico di Kg. 15 per mm. q. si mantenne durante 1 ora e 1/2. A 48 Kg. il diametro si ridusse di 3/4 di mm. nella sezione di rottura.	
3	Ferro per cantonali	0	0	0	Segno	1.50		3	5.50					6192	144	43	32	Frattura come al N. 1. Ferro meno dolce.	
4	Ferro a 	0	0	Segno	0.50	2.00		3	6.50					4943	117	42.25	32	Idem. La frattura presenta nell'interno qualche piccolo grano cristallino.	
5	Lamiere	0	0	0	0	0	Segno d'allungamento	0.50	1	1.50				5060	110	46	32	Frattura come al N. 1, ma più grassa. Il carico di 20 Kg. per mm. q. venne mantenuto durante 16 ore senza produrre alterazione.	
6	Idem	0	0	0	Segno	0.75	1	1.50	2	2.50	2.75	(45.30) 5.50		4950	100	49.50	32	Frattura come al N. 5.	
7	Idem	0	0	0	0	0		0	0.50				(52) 2.00	5450	100	54.50	32	Idem.	
8	Ferro da cantonali	0	0	0	0			1.50	3.00					7267	169	43	32	Frattura come al N. 3.	
9	Ferro tondo													4625	94.38	49	40	Frattura come al N. 2.	
10	Idem													4340	94.38	46	40	Idem.	

Il ferro tondo per chiodi e chivarde venne sperimentato anche al taglio, e presentò una resistenza di chilogrammi 40 per millimetro quadrato. Il Capitolato prescrive la resistenza non minore di chilogrammi 36.

Redatto in contraddittorio a Castellamare, il 14 novembre 1877.

Per la Società delle Ferrovie Alta Italia

L'Ingegnere Capo

Firmato: LAURO POZZI.

Per l'Impresa Industriale Italiana

L'Ingegnere

Firmato: L. MONTEZEMOLO.