

L'INGEGNERIA CIVILE

E

LE ARTI INDUSTRIALI

PERIODICO TECNICO MENSILE

Si discorre in fine del Fascicolo delle opere e degli opuscoli spediti franchi alla Direzione dai loro Autori ed Editori.

IDRAULICA PRATICA

DI ALCUNE FORMOLE PROPRIE ALLA DISCUSSIONE DELLE ESPERIENZE DINAMOMETRICHE

sulle ruote a turbine

Studio dell'Ing. GIACINTO GAUTERO

Professore di meccanica nella Scuola degli Ingegneri di Bologna

(Veggasi la tav. V).

II. — Applicazioni.

A. — Esperienze dinamometriche su due ruote a turbine fatte dall'ufficio tecnico del macinato di Torino.

1. — Le esperienze di cui si imprende a trattare sono state eseguite su turbini del sistema Girard, versanti nell'atmosfera, con distributore completo e parziale. Perchè le formole (1) (2) siano applicabili a queste turbini è necessario e basta che le sezioni trasversali delle vene d'acqua all'entrare e al sortire dall'apparecchio mobile si conservino costanti. Questa condizione si potrà verificare se è soddisfatta o no, paragonando i risultati che si ottengono supponendola soddisfatta con quelli forniti dall'esperienza.

Comunemente si ammette che per queste turbini la portata dipenda unicamente dal battente e dal numero delle luci del distributore che sono aperte. Se invece per queste turbini sono applicabili le formole stabilite precedentemente, la portata, oltre che dagli elementi adesso indicati, dipenderà ancora dalla velocità, e generalmente parlando, la turbine smaltirà a parità di battente e parzialità, più acqua quando gira in fretta, che quando gira adagio.

Il metodo usato nel calcolare la portata di queste turbini Girard, consiste nel moltiplicare la velocità dovuta al battente misurato sul piano orizzontale di separazione dell'apparecchio distributore dall'apparecchio motore, per l'area delle luci di efflusso del primo e per un coefficiente di erogazione, che adesso si ritiene con abbastanza comune accordo essere 0,90 circa; dico adesso, perchè questo coefficiente non è altro che quello che si è creduto di dedurre dalle esperienze di Morin sulle turbini, ma aumentato di qualche poco. Siccome poi, anche col crescere di questo coefficiente di erogazione si hanno ancora dei coefficienti di rendimento molto elevati, così si vede che esso potrebbe benissimo prendersi come il termometro che segna il grado di perfezionamento delle turbini. In realtà a me pare piuttosto che questo coefficiente di erogazione, sia un elemento la cui variabilità è molto preziosa, per risolvere il problema: trovare il coefficiente di erogazione da usarsi perchè una turbine abbia un coefficiente di rendimento dato.

Io credo che il coefficiente di erogazione 0,90 possa convenire senza grande errore al caso in cui sotto al distributore non vi sia l'apparecchio motore, ma non mi pare nemmeno inverosimile che la portata abbia da essere modificata e dalla presenza della ruota motrice (*) e dal suo

(*) È bene il notare che i costruttori di queste turbini Girard, usano di porre l'apparecchio mobile vicinissimo al fisso, rendendo così molto difficile l'accesso dell'aria nel piano di separazione tra i due.

movimento. Nelle esperienze state iniziate sulla turbine dell'opificio Canepa, e che per guasto avvenuto al freno non si poterono poi compiere, si operava a portata che era a ritenersi fosse sensibilmente costante, e variando rapidamente la velocità della turbine, variava il livello nella camera d'acqua, la quale cosa prova che nel caso in questione, la portata dipendeva dalla velocità.

Non è quindi impossibile che le formole precedenti possano anche applicarsi a queste turbini. Dalla loro applicazione alla turbine Canepa, e alle due di cui sto per trattare, si desumono dei coefficienti di rendimento molto più piccoli di quelli comunemente attribuiti alle turbini. E questo anziché provare in disfavore dell'applicabilità delle formole accennate, per molti proverà certo in loro favore.

Per evitare del resto qualsiasi equivoco, relativamente al valore pratico delle formole e deduzioni precedenti, in ordine alle turbini Girard, mi piace dichiarare che nelle applicazioni che seguono intendo semplicemente di procedere ad una speculazione teorica. Solo quando i confronti saranno stati fatti su un numero considerevole di turbini, diverse tra loro per i diversi elementi che le caratterizzano, sarà permesso trarre da essi delle conseguenze sicure.

2. — Condizioni generali in cui sono state eseguite le esperienze e formole che si intende d'applicare. — Le esperienze, come si è già detto, sono state fatte su turbini versanti nell'atmosfera e per ogni serie d'esperienze si faceva variare la parzialità. Per ogni turbine si hanno quindi diverse serie di esperienze, per ognuna delle quali la parzialità e il battente sono costanti. Il freno era applicato o direttamente all'albero della turbine od al primo albero di trasmissione. Il coefficiente f è quindi in questo caso molto piccolo. Siccome poi sia che si tenga conto esplicitamente o no di questo elemento, le formole che si hanno (quelle almeno che non danno la portata) sono di una stessa forma, così io mi limiterò a prendere per y l'espressione:

$$y = q + p$$

non tenendo conto del termine in ka^2 . Per riguardo all'espressione di H supporrò:

$$H = H = h$$

e quindi applicherò senz'altro le formole dei N. 5, 6, 7.

Per ogni serie d'esperienze, la relazione che passerà tra la velocità a e il peso p , sarà:

$$a = \frac{1 - \frac{p}{P}}{\sqrt{1 + n \frac{p}{P}}} A$$

e per rappresentare i risultati di una serie qualunque sarà meglio usare la formola:

$$a = \frac{1 - \frac{p+q}{P}}{\sqrt{1 + v \frac{p+q}{P}}} A$$

le quantità A , P , potendosi avere molto semplicemente per una serie qualunque, mediante ϵ ed H (formola 13).

Il lavoro massimo che è dato da:

$$p_m \cdot l \phi = \frac{\phi}{A} \cdot \frac{p_m}{P} \cdot l A \cdot P$$

sarà anche per la (22) espresso da:

$$l \cdot A \cdot P \left(\frac{2}{3} - \frac{1}{3} \sqrt{1 - 3 \frac{\phi^2}{A^2}} \right) \frac{\phi}{A}$$

e mettendo per $\frac{\phi}{A}$ il suo valore medio, 0,54 più probabile, per espressione media del lavoro massimo si avrà, anche:

$$0,30 \cdot l A \cdot P$$

Convieni però notare che questo coefficiente di $l A \cdot P$ può variare molto notevolmente, variando $\frac{\phi}{A}$ da $\frac{1}{2}$ a 0,58. Per

$\frac{\phi}{A} = \frac{1}{2}$, quel coefficiente numerico è 0,25, e per $\frac{\phi}{A} = \frac{1}{3} \sqrt{3}$ quello stesso coefficiente vale 0,38. Siccome però $\frac{\phi}{A}$ è in generale minore di 0,54, così in realtà quel coefficiente varierà tra 0,25 e 0,30, e prendendolo eguale a 0,30, si potrà commettere un errore di $\frac{1}{6}$ del risultato.

Turbine di Collegno.

3. — *Dati generali.* — Gli elementi principali di questa turbine quali mi sono stati comunicati sono:

APPARECCHIO DISTRIBUTORE.

Diametro medio	0 ^m ,94
Lunghezza delle luci d'efflusso nel senso radiale	0,088
Minima distanza fra due diaframmi successivi (pel calcolo dell'area delle luci d'efflusso)	0,0225
Numero totale delle luci di efflusso (il distributore è completo, ma delle sue luci se ne può chiudere quel numero che si vuole)	42
Altezza della corona cilindrica	0,072

- Angolo della tangente del primo latercolo dei diaframmi colla base orizzontale superiore 76°
- Angolo dell'ultimo tratto rettilineo inferiore dei diaframmi colla base inferiore 25° = α
- Groscezza dei diaframmi 0,005 = β

APPARECCHIO MOTORE.

Faccia superiore. — Diametro medio (2ρ)	0,94 = β
» » Larghezza delle luci nel senso radiale (2ξ)	0,10 = β,
» » Angolo del primo latercolo dei diaframmi (*) colla faccia superiore	72° = β (1/2)
Faccia inferiore. — Diametro medio (2ρ')	0,94 = β
» » Larghezza delle luci nel senso radiale (2ξ')	0,320 = β,
» » Minima distanza tra due diaframmi successivi	0,0220 = β,
» » Angolo della normale alla sezione minima colla faccia inferiore	28° = γ (?)
Numero dei diaframmi	35
Altezza della corona	0,153 = α,

Per tutte le esperienze fatte su questa turbine:
 1° Il freno era applicato all'albero della turbine (μ=1);
 2° Il braccio (l) del freno era eguale a 1^m,55;
 3° Per ogni esperienza si contavano i giri (**) al l' e si notavano il peso p equilibrante il freno, la parzialità ε e la caduta H.

4. — *Risultati sperimentali.* — I risultati di queste esperienze sono riassunti nel seguente quadro, e nella figura 2^a mediante le curve dei pesi e giri relative ad ogni serie di esperienze.

(*) Le palette sono tagliate superiormente a spigolo vivo.
 (**) Nella formola che lega α a p non entra che il rapporto di a ad A, e siccome le velocità angolari sono proporzionali ai numeri di giri dati in uno stesso tempo, così si vede che per questa parte non vi è inconveniente ad intendere che α ed A rappresentino i giri al primo dati dalla turbine.

N° d'ordine delle esperienze	SERIE 1 ^a			SERIE 2 ^a			SERIE 3 ^a			SERIE 4 ^a		
	H=3 ^m .580; ε=1 <i>Q=614 N_t=29.3</i>			H=3 ^m .480; ε= $\frac{32}{42} = \frac{3}{4}$ <i>Q=460 N_t=21.4</i>			H=3 ^m .530; ε= $\frac{24}{42} = \frac{1}{2}$ <i>Q=348 N_t=16.4</i>			H=3 ^m .520; ε= $\frac{16}{42} = \frac{1}{2.6}$ <i>Q=232 N_t=10.9</i>		
	p	a	effetto utile	p	a	effetto utile	p	a	effetto utile	p	a	effetto utile
	Kil.mi	giri al l'	cav. vap.	Kil.mi	giri al l'	cav. vap.	Kil.mi	giri al l'	cav. vap.	Kil.mi	giri al l'	cav. vap.
1	0	169	0	30	132	8.58	17	136	5.00	17	124	4.56
2	37	141	11.30	40	125	10.80	25	128	6.93	25	110	5.96
3	70	117	17.70	45	120	11.70	30	122	7.92	30	100	6.50
4	75	113	18.32	50	115	12.45	35	116	8.78	33	94	6.86
5	80	109	18.86	55	111	13.20	40	111	9.60	35	90.5	6.96
6	85	105	19.30	60	106	13.75	45	105	10.23	37	87	7.01
7	90	102	19.85	65	100	14.05	50	98	10.60	39	83	7.03
8	95	98	20.11	70	95	14.40	53	93	10.66	41	79	7.03
9	100	95	20.55	76	90	14.80	55	90	10.70	44	71	6.77
10	105	90	20.42	80	85	14.70	58	86	10.77	47	62.5	6.36
11	109	85	20.02	85	77.5	14.25	60	82.5	10.70	50	55	5.96
12	110	83	19.76	90	72	14.05	61	80.5	10.63			
13	115	77	19.15	95	61	12.55	65	75	10.55			
14	118	72	18.40	100	53	11.50	70	66	10.00			
15	125	66	17.82	105	47	10.70	75	55.5	9.00			
16	146	50	15.40	110	38	9.07	80	47	8.14			
17	190.6	0					85	38	7.90			
18							87	34.5	6.50			

I numeri registrati nelle colonne *effetto utile* sono stati ottenuti dall'ufficio che fece le esperienze.

Basta gettare gli occhi sulla figura 2^a per notare che le curve riassuntive dei risultati sperimentali sono lontane dal presentare quella regolarità che sarebbe a desiderarsi. Specialmente per le curve della serie 1^a e 2^a si verifica (vedi N. 3) il fatto della massima irregolarità nelle vicinanze del massimo effetto utile. Se poi si prendono in esame le porzioni più elevate delle curve delle serie 2^a, 3^a, 4^a, si vede che queste, prolungate fino ad incontrare l'asse dei giri, lo tagliano tutte presso a poco in uno stesso punto corrispondente alla velocità di 152 giri, e formano così un gruppo che nettamente si separa, per questo riguardo, dalla prima serie.

Per altra parte, di tutte le esperienze, quelle i cui risultati sono più attendibili, sono quelle in cui la turbine gira a vuoto oppure si tiene ferma. Per queste esperienze infatti l'azione su di esse del freno e del frenatore è assolutamente nullo. Piuttosto quindi di escludere l'esperienza a vuoto della prima serie come grandemente erronea (169 giri); credo sia cosa più prudente e più probabilmente conforme al vero, il ritenere detta esperienza come esatta, e ritenere invece che gli estremi delle curve riassuntive delle serie 2^a, 3^a, 4^a siano di qualche poco erronei, e precisamente che il numero di giri ad essi corrispondente sia al disotto del vero.

5. — *Prima serie.* — La formola (*) riassuntiva dei risultati di questa serie è:

$$a = \frac{1 - \frac{p}{P_1}}{\sqrt{1 + n_1 \frac{p}{P_1}}} \cdot A_1$$

Dei tre parametri A_1, P_1, n_1 , che entrano in essa, due sono già noti, avendosi direttamente dall'esperienza:

$$A_1 = 169; \quad P_1 = 190.6$$

Per determinare il terzo parametro prendo i dati relativi ad un esperimento di velocità un po' considerevole, e che, dall'andamento della curva che li riassume tutti, presumo debbano essere esatti.

In queste condizioni si trova appunto il quarto esperimento, pel quale si ha:

$$p = 75; \quad a = 113.$$

Introducendo nell'equazione precedente per p, a questi valori particolari e per P_1, A_1 i valori prima dati, e ricavando il valore di n_1 , si ottiene:

$$n_1 = -0,45032.$$

La formola adunque, che si tratta di verificare se riassume i risultati di questa prima serie, è la seguente:

$$a = \frac{1 - \frac{p}{190.6}}{\sqrt{1 - \frac{0,450}{190,6} p}} \cdot 169$$

la quale, per maggiore speditezza di calcolo, scriverò così:

$$a = 18,242 \frac{190,6 - p}{\sqrt{423,25 - p}}$$

Nel seguente quadro, si ha il confronto tra i risultati forniti da questa formola e quelli dati dall'esperienza, e nella figura 2^a è pure rappresentata la curva che li riassume.

N. d'ordine	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
p	0	37	70	75	80	85	90	95	100	105	109	110	115	118	125	146	190.6
a , dato dal calcolo. . .	169	142.6	117.1	113.0	108.9	104.7	100.5	96.3	91.9	87.5	84.0	83.1	78.5	75.8	69.3	47.5	0
a , dato dall'esperienza	169	141	117	113.0	109	105	102	98	95	90	85	83	77	72	66	50	0
differenza	0	-1.6	-0.1	0	+0.1	+0.3	+1.5	+1.7	+3.1	+2.5	+1.0	-0.1	-1.5	-3.8	-3.3	+2.5	0

Se si esamina in sulla figura la curva dei risultati del calcolo, si vede che essa ha un andamento abbastanza bene inteso a correggere le irregolarità della curva dei risultati sperimentali.

Secondo le indicazioni generali della teoria, la velocità che non dovrebbe scostarsi molto da quella corrispondente al massimo effetto utile, sarebbe in questo caso:

$$0,54 \times 169 = 91.3.$$

Secondo l'esperienza questa velocità è compresa tra i 90 e 95 giri.

Stando sempre alle indicazioni della teoria, il massimo effetto utile dovrebbe essere prossimamente eguale a:

$$0.30 P_1 \omega A_1 \quad (A_1 \text{ velocità angolare})$$

ed eseguendo i calcoli si trovano per questo lavoro cavallivapore 20,9, mentre che secondo l'esperienza questo lavoro sarebbe di cavallivapore 20,5.

6. — *Quarta serie d'esperienze.* — Per essere nel caso di esprimere mediante una formola tutti i risultati delle quattro serie, quando si consideri come un dato la parzialità, non manca più che un'esperienza; questa la cerco nella quarta serie, perchè delle curve che ne rappresentano i risultati,

(*) Le diverse quantità $n, A, A, P, P, H, \varepsilon$, che variano da serie a serie d'esperienze, indico per le diverse serie colle stesse lettere, ma coll'indice della serie, a cui si riferiscono.

quella che ad essa è relativa, sembra la più regolare. Esaminando la curva di questa quarta serie vedo che essa è nelle vicinanze dell'esperienza 5^a, di un andamento abbastanza sicuro perchè sia presumibile che i dati ad essa relativi non siano grandemente errati. Prendo adunque come dati gli elementi di questa esperienza i quali sono:

$$p = 35; \quad a = 90.5$$

La formola che deve riassumere i risultati di questa serie è la seguente:

$$a = \frac{1 - \frac{p+q}{P_4}}{\sqrt{1 + v \frac{p+q}{P_4}}} A_4$$

E per determinare le quantità A_4, P_4, q , che in essa entrano, all'equazione ora scritta, che deve essere soddisfatta per i valori particolari di p ed a superiormente dati, si giungeranno le seguenti:

$$n_1 = v \frac{1}{1 + (1 + v) \frac{q}{P_1}}; \quad A_1 = \frac{1 + \frac{q}{P_1}}{\sqrt{1 - n_1 \frac{q}{P_1}}} A_4$$

$$\frac{A_4}{A_1} = \sqrt{\frac{H_4}{H_1}}; \quad \frac{P_4 + q}{P_1 + q} = \frac{\varepsilon_4 H_4}{\varepsilon_1 H_1}; \quad P_4 = P_4 + q.$$

Si risolverà con facilità questo sistema di equazioni, cominciando a calcolare una quantità ausiliaria x , data dall'equazione di 2° grado:

$$x^2 - 2 \left(1 + \frac{n_1}{2} \cdot \frac{a^2}{A_1^2} \cdot \frac{H_1}{H_4} \right) x = \frac{a^2}{A_1^2} \cdot \frac{H_1}{H_4} - 1$$

e quindi calcolando q mediante l'equazione:

$$q = \frac{x P_1 - \frac{\varepsilon_1 \cdot H_1}{\varepsilon_4 \cdot H_4} \cdot p}{\frac{\varepsilon_1 \cdot H_1}{\varepsilon_4 \cdot H_4} - 1}$$

Avuto q si avranno immediatamente le $v, A_1 \dots$ mediante le formole:

$$v = \frac{1 + \frac{q}{P_1}}{1 - n_1 \frac{q}{P_1}} \cdot n_1$$

$$A_1 = \frac{1 + \frac{q}{P_1}}{\sqrt{1 - n_1 \frac{q}{P_1}}} A_1$$

$$A_4 = A_1 \sqrt{\frac{H_4}{H_1}}$$

$$P_4 + q = \frac{\varepsilon_4 \cdot H_4}{\varepsilon_1 \cdot H_1} \cdot (P_1 + q)$$

Se ai dati che già si hanno si aggiungono:

$$\varepsilon_1 = 1 ; \quad \varepsilon_4 = \frac{16}{42} ; \quad H_1 = 3.58 ; \quad H_4 = 3.52.$$

si trova:

$$x = 0,52857 ; \quad q = 4,3735^{k.mi}$$

ed io più semplicemente prenderò:

$$q = 4.4$$

Mediante questo valore di q si ricava:

$$v = -0,456 ; \quad A_1 = 172.01 ; \quad P_1 = 195.$$

$$A_4 = 170,57 ; \quad P_4 = 73.04$$

e quindi anche si ottiene:

$$A_3 = 162.54 ; \quad P_3 = 68,64.$$

Mediante questi valori, la formola che si tratta di verificare se riassume le esperienze di questa serie, diventa:

$$a = 29,555 \frac{68,64 - p}{\sqrt{15,78 - p}}$$

Ecco i risultati (*) che si hanno dall'applicazione di questa formola in confronto dei risultati ottenuti dall'esperienza:

N. d'ordine	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
p	17	25	30	33	35	37	39	41	44	47	50
a , dati dal calcolo . .	129.6	112.8	101.8	95.1	90.5	85.8	81.1	76.3	68.9	61.3	53.6
a , dati dall'esperienza .	124	110	100	94	90.5	87	83	79	71	62	55
differenze	-5.6	-2.8	-1.8	-1.1	0	+1.2	+1.9	+2.7	+2.1	+0.7	+1.4

e si hanno, come era facilmente prevedibile, delle velocità calcolate più forti delle sperimentate, per velocità un po' forti. Se si avesse a giudicare dalla porzione di curva sperimentale che si ha della velocità a vuoto, si direbbe che come per le serie 2^a e 3^a essa è di circa 152 giri al 1', mentre che il calcolo porta questa velocità a 162,5 giri. È molto probabilmente questo ultimo risultato è più prossimo al vero del primo.

Stando a questa velocità calcolata a vuoto di 162,5 giri, secondo la teoria la velocità corrispondente al massimo effetto utile dovrebbe essere sensibilmente eguale a:

$$0.54 \times 162,1 = 87,75 \text{ giri al } 1' ;$$

Secondo l'esperienza questa velocità non è nettamente indicata, e potrebbe essere così bene di 87 giri come di 79. La regola poi che dà mediamente il massimo effetto utile, mediante P e A , applicata a questo caso dà:

$$0.30 \times l \cdot P_4 \cdot A_4 = \text{cav. - vap. } 7.3 \text{ (} A_4 \text{ velocità angolare)}$$

Secondo l'esperienza, questo lavoro sarebbe di cavalli-vapore 7.

7. — Seconda serie d'esperienze. — Ritenuto che per questa serie si ha:

$$\varepsilon_2 = \frac{32}{42} ; \quad H_2 = 3^m,48$$

uno si calcola le quantità P_2 ed A_2 mediante le formole:

$$P_2 = P_1 \frac{\varepsilon_2 H_2}{\varepsilon_1 H_1} ; \quad A_2 = A_1 \sqrt{\frac{H_2}{H_1}}$$

e così la formola:

$$a = \frac{1 - \frac{p+q}{P_2}}{\sqrt{1 + v \frac{p+q}{P_2}}} A_2$$

che deve riassumere i risultati sperimentali di questa serie diventerà:

$$a = 20.899 \frac{140 - p}{\sqrt{312.3 - p}}$$

Le quantità A_2, P_2, A_2, P_2 hanno i valori:

$$P_2 = 144.4 ; \quad P_2 = 140$$

$$A_2 = 169.59 ; \quad A_2 = 165.56$$

(*) Nella figura 2^a è pure rappresentata la curva corrispondente ai risultati del calcolo di questa e delle altre serie di esperienze.

Dall'applicazione della formola ottenuta, in confronto dei risultati sperimentali si ottiene :

N. d'ordine	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
<i>p</i>	30	40	45	50	55	60	65	70	76	80	85	90	95	100	105	110
<i>a</i> , del calcolo . .	136.8	126.6	121.4	116.1	110.7	105	99.7	92.9	87	82.3	76.2	70.1	63.8	57.4	50.8	44.1
<i>a</i> , dell'esperienza.	132	125	120	115	111	106	100	95	90	85	77.5	72	61	53	47	38
differenza	-4.8	-1.6	-1.4	-1.1	+0.3	+1	0.3	+2.1	+3	+2.7	+1.3	+1.9	-2.8	-4.4	-3.8	-6.1

Determinando la velocità corrispondente al massimo effetto utile, colla formola approssimata:

$$0.54 A = 0.54 \times 165,56$$

si ha che essa è rappresentata da giri 89,4 al 1', mentre che secondo l'esperienza essa sarebbe compresa tra i 90 e gli 85 giri.

La regola poi, che dà mediamente il massimo effetto utile, conduce ad un lavoro di:

$$0.30 l. P. A = \text{cavalli-vapore } 15$$

Secondo l'esperienza questo lavoro sarebbe di cavalli-vapore 14,8.

8. — *Terza serie d'esperienze.* — Per questa serie si ha:

$$\epsilon_3 = \frac{24}{42}; \quad H_3 = 3.53$$

e procedendo come al numero precedente si ottiene:

$$A_3 = 170.81; \quad P_3 = 109.87$$

$$A_3 = 165.48; \quad P_3 = 105.47$$

e la formola che per questa serie lega *a* a *p* diventa:

$$a = 24.132 \frac{105,47 - p}{\sqrt{236,56 - p}}$$

I risultati che si hanno dall'applicazione di questa formola, in confronto di quelli forniti dall'esperienza sono i seguenti:

N. d'ordine	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
<i>p</i>	17	25	30	35	40	45	50	53	55	58	60	61	65	70	75	80	85	87
<i>a</i> , del calcolo . .	144.1	133.5	126.7	119.9	112.7	105.4	98	93.5	90.4	85.7	82.5	81	74.6	66.3	57.8	49.0	40.1	36.4
<i>a</i> , dell'esperienza	136	128	122	116	111	105	98	93	90	86	82.5	80.5	75	66	55.5	47	38	34.5
differenza	-8.1	-5.5	-4.7	-3.9	-1.7	-0.4	0	-0.5	-0.4	+0.3	0	-0.5	+0.4	-0.3	-2.3	-2	-2.1	-1.9

La velocità per la quale si ha mediamente il massimo effetto utile è:

$$0,54 A = 89,4 \text{ giri}$$

secondo l'esperienza questa velocità sarebbe invece di 86 giri.

Il massimo effetto utile, che è dato mediamente da:

$$0.30 P l. A$$

riesce in questo caso di cavalli-vapore 11,22, mentre secondo l'esperienza (*) esso è di cavalli-vapore 10,8.

Sarà bene il notare esplicitamente, che i risultati delle serie 2^a e 3^a, sono stati ottenuti semplicemente conoscendo la parzialità, la quale credo difficilissima a misurarsi esattamente, e la caduta. Da quanto precede risulta che mediante le formole accennate, si potrebbero abbastanza bene predire *a priori*, i risultati di un'altra serie qualunque di esperienze, corrispondente ad un certo valore di ϵ e ad un certo valore di *H*.

Pare quindi che effettivamente le formole impiegate poggino su qualche cosa di reale. È vero che si potrebbe osservare che per essere la linea dei pesi e giri di piccola curvatura, qualunque relazione tra *a* e *p*, alla quale corrisponda

egualmente una linea di piccola curvatura, potrebbe convenire abbastanza bene, a riassumere i risultati d'ogni serie. Ma per altra parte sarebbe anche giusto il rimarcare che in ogni equazione relativa ad ogni serie non entrano che tre soli parametri (*A, P, n*), e che del resto con quattro soli parametri si ha l'espressione generale di *a*, mediante *p, ε* ed *H*, come l'applicazione alle serie 2^a e 3^a l'ha provato. Non è quindi impossibile che la formola trovata abbia maggiore valore di quello che possa averne una formola empirica, e che conseguentemente le considerazioni teoriche che hanno servito a stabilirla abbiano un fondamento nella realtà delle cose. Comunque si voglia considerare la cosa, egli è certo che la formola trovata può avere una certa importanza nelle applicazioni se si verificherà generalmente vera. Frattanto, tanto dall'andamento delle curve teoriche, figura 1^a, quanto dalle sperimentali, risulta:

1° Che è perfettamente inutile fare per ogni serie delle esperienze corrispondenti a pesate che differiscono tra loro meno di $\frac{1}{10}$ di *P*, salvo forse per valori di *p* prossimi a *P*.

2° Che invece di far molte pesate è meglio farne meno, e contare i giri che dà l'albero della turbine o del freno, per un tempo maggiore di 1'.

9. — *Calcolo della portata.* — La formola da usarsi pel calcolo della portata è la (15'); nella quale si farà:

$$g = 9,81; \quad l = 1,55; \quad \mu = 1; \quad v = -0,456 \quad r' = 0,47$$

(*) Io non ho creduto di calcolare con esattezza per ogni serie il lavoro massimo, perchè siccome nelle vicinanze del massimo, i risultati del calcolo, vanno abbastanza bene d'accordo con quelli dell'esperienza, così anche i valori corrispondenti od eguali valori di *p*, ottenuti mediante gli elementi del calcolo o dell'esperienza, non possono a meno che andare d'accordo.

e così essa (*) diventerà:

$$GQ = 1208.3 \frac{P}{A} \sqrt{1 + v \frac{y}{P}}$$

Applicando questa formola alle quattro serie, si ottiene:

1^a Serie . . . $GQ = 1369.8 \sqrt{1 + v \frac{y}{P_1}}$

2^a Serie . . . $GQ = 1029.0 \sqrt{1 + v \frac{y}{P_2}}$

3^a Serie . . . $GQ = 777.25 \sqrt{1 + v \frac{y}{P_3}}$

4^a Serie . . . $GQ = 517.43 \sqrt{1 + v \frac{y}{P_4}}$

E calcolando per ogni serie la portata massima, minima e media, e confrontando i risultati che così si ottengono, con quelli forniti dalla regola, comunemente seguita e stata spiegata al N. 11, si ha:

1 ^a Serie.	—	Portata minima	litri	1010.3
		» massima	»	1369.1
		Media delle due portate massima e minima	»	1189.7
		Portata (**) calcolata colla regola comune	»	614
2 ^a Serie.	—	Portata minima	»	758.9
		» massima	»	1021.8
		Media delle due portate massima e minima	»	890.3
		Portata calcolata colla regola comune	»	460
3 ^a Serie.	—	Portata minima	»	573.27
		» massima	»	770.12
		Media delle due portate massima e minima	»	671.7
		Portata calcolata colla regola comune	»	348
4 ^a Serie.	—	Portata minima	»	381.64
		» massima	»	510.27
		Media delle due portate massima e minima	»	445.9
		Portata calcolata colla regola comune	»	232

Se si paragona la media delle portate massima e minima colla portata ottenuta dall'applicazione della regola comune, si vede che la prima è per tutte e quattro le serie circa il doppio della seconda. La differenza di risultato dell'applicazione dei due metodi al calcolo della portata (***) è quindi enorme. Se si prende in esame la prima serie e si calcola per essa il coefficiente di rendimento massimo, prendendo per portata quella data dall'applicazione della regola comune, si ottiene (****) per sua espressione 0,73; prendendo invece per portata quella data dalle nostre formole, lo stesso coefficiente di rendimento si ridurrà a 0,40 circa.

(Continua).

(*) In questa formola A è da intendersi rappresenti il numero dei giri teorico, dato dalla turbine a vuoto.

(**) Per calcolare la portata colla regola comune, si è usato per tutte le quattro serie il coefficiente di erogazione 0,90. Il calcolo di queste portate è stato fatto dall'ufficio tecnico del macinato, al quale si devono le esperienze.

(***) Nella formola della portata si è supposto $r' = \rho' = 0.47$ mentre in realtà r' è maggiore di ρ' . Se si vuole tenere conto di questa differenza, bisognerà moltiplicare le portate calcolate per 0,93. In quanto alle portate calcolate colla regola comune, può essere utile il rimarcare che cogli elementi che si hanno, la

minima distanza tra due diaframmi successivi dell'apparecchio mobile, risulta di metri:

$$\frac{3.14 \times 0.940}{42} \text{ sen. } 25 - 0,005 = 0,0247$$

mentre che la stessa minima distanza è detta essere di m. 0,0225. Se si tiene per buona la minima distanza di 0,0247, le portate ad essa corrispondenti, si avranno da quelle già calcolate, moltiplicando queste ultime per 1,1.

(****) Veramente bisognerebbe calcolare la portata corrispondente al massimo effetto utile, e non prendere per essa la media delle due portate massima e minima, come io ho fatto. Ma la riduzione del coefficiente di rendimento calcolato colla regola comune, non cesserebbe per questo di essere considerevole.

È poi interessante il fatto che secondo la teoria precedente il coefficiente di rendimento massimo non si verifica per quella velocità per la quale si ha il massimo effetto utile. Infatti, per ogni serie d'esperienze a battente e parzialità costanti la relazione che lega a a p , è

$$a = \frac{1 - \frac{p}{P}}{\sqrt{1 + n \frac{p}{P}}} A$$

e la portata è data da

$$GQ = \frac{g l}{(1 + v) \mu^2 r'^2} \cdot \frac{P}{A} \sqrt{1 + n \frac{p}{P}} \cdot \left(1 + \frac{q}{P}\right)$$

per cui mentre il lavoro teorico corrispondente alla portata GQ, è

$$GQ \cdot H$$

il lavoro raccolto è

$$p l \cdot a$$

e quindi il coefficiente di rendimento riesce proporzionale a

$$\frac{1 - \frac{p}{P}}{1 + n \frac{p}{P}} \cdot \frac{p}{P}$$

e per conseguenza il coefficiente di rendimento sarà massimo, per quel valore Y del rapporto $\frac{p}{P}$ che dico y , pel quale la quantità

$$\frac{1 - y}{1 + n y} \cdot y$$

è massima. Questo valore di Y si avrà dall'equazione

$$Y = -\frac{1}{n} \pm \sqrt{\frac{1}{n^2} + \frac{1}{n}}$$

il radicale dovendosi prendere con tale segno che la quantità $1 + nY$, sia positivo. Frattanto si vede facilmente che questo valore di Y non coincide con quello di X, per eguali valori di n o v . Ciò che prova la proposizione. — Così nel caso della prima serie si avrebbe

$$X = 0.54 \quad e \quad Y = 0.57$$

METALLURGIA

NOTIZIE SIDERURGICHE SUL BACINO DELLA LOIRA.

Acciaio Bessemer.

III.

La fabbricazione dell'acciaio fuso d'affinaggio, che trova il suo tipo nella fabbricazione col processo Bessemer, si tentò sostituire con altri sistemi; tali sono gli affinaggi delle ghise per acciaio fuso (al riverbero) coi processi Bernard, Siemens-Lechâtelier, Siemens-Martin, Ponsard.

Il processo Bessemer presenta diversi punti i quali chiamano nuovi studi, tali sono quelli rivolti ad una più vasta scala nella qualità delle ghise adoperate, e ad un più eco-

nomico impiego del calore. Sulla prima questione sono ora rivolte le ricerche e le esperienze dei siderurgici specialmente inglesi, e ne diremo brevemente qui appresso.

Ogni qualvolta si vorranno acciai di qualità finissima e speciali pel loro tipo e per la loro composizione, allora si ricorrerà ai sistemi speciali ai quali appartengono i suddetti e gli altri che danno la serie di acciai compresi nella rubrica degli *acciai fusi*.

I sistemi che tendono a gareggiare, anche per generalità di produzione e per economia, col processo Bessemer, sembrano essere il sistema Siemens-Martin ed il sistema Ponsard.

Dai dati raccolti all'Esposizione di Parigi del 1878, risulta che nel 1863 un'officina di Montluçon (appartenente alla Società di Commentry-Fourchambault) costituì il primo forno a riverbero con gazogeno e recuperatore Siemens, per fondere e fabbricare l'acciaio, applicando il principio dei *procedimenti per reazione*. Il progetto di questo sistema fu ideato dal sig. ing. Lechâtelier. I signori Martin adottarono poi, nella loro officina di Sireuil, la fabbricazione dell'acciaio sulla suola del forno a riverbero, seguendo le norme del sistema Siemens-Lechâtelier alquanto perfezionato. Questo sistema permette di utilizzare tutte le ghise ed anche i cascami provenienti dai convertitori-Bessemer; ma il costo della operazione è in definitiva molto superiore a quello che si ha col processo Bessemer. Non deve tacere che il sistema Martin sta per entrare decisamente in una fase assai importante, poichè in questi ultimi anni si studiò perfezionarlo nel senso della produzione di enormi lingotti. Così lo si adattò alla fabbricazione delle corazze in acciaio fuso. Tale tentativo operato nelle officine di Terre-Noire, mercè la costruzione di due grandi forni-Martin, è in via di esperienza; il risultato finale di questa prova sarà di molto interesse per i produttori di acciaio (1). La lentezza dell'operazione, la spesa considerevole di combustibile, la difficoltà di riparare convenientemente il forno, quando al ferro si sostituiscano dei minerali speciali, costituiscono gli inconvenienti del sistema Siemens-Martin.

Un altro sistema, come si disse, cerca ora di farsi strada per la fabbricazione dell'acciaio fuso; esso impiega il *forno-convertitore Ponsard*. Questo consta d'un forno a gas a suola circolare mobile ed inclinata, munita da un lato di condotti di vento; allorchando la suola è disposta per modo che i condotti si trovano al disotto del livello del bagno, allora si fa agire la soffiaria e la conversione della ghisa in acciaio si fa come col processo Bessemer. Senza inoltrarci in una lunga discussione del sistema Ponsard, diremo solamente che se si stabilisse un confronto fra questo ed i sistemi Martin, Pernot, ecc. ecc., ponno verificarsi in definitiva vantaggi e svantaggi non molto lontani dal pareggiarsi, nel loro assieme; non così però verificasi a riguardo del processo-Bessemer, poichè la durata d'una conversione col sistema Ponsard, sarebbe compresa fra 3 e 4 ore, ed abbiamo ancora il combustibile per la soffiaria e quello per generare il gas. Meglio ancora che ogni parallelo parlano i fatti, poichè il processo Bessemer tende ad estendersi vieppiù in Inghilterra, in Francia, in Svezia, in Germania, in Austria, e già avvertimmo l'incoraggiamento fatto ai nostri siderurgici dalla Commissione Italiana all'Esposizione di Londra del 1862, a proposito dell'introduzione del processo Bessemer.

Uno dei fatti siderurgici più considerevoli si compie nel Cleveland, regione che possiamo a giusto titolo considerare di grande importanza nel mondo siderurgico, poichè il minerale di Cleveland fornisce oggi un terzo della quantità totale della ghisa prodotta nella Gran Bretagna, e le fabbriche di ferro malleabile, vi sono le più estese del mondo. In questa parte del gran bacino N-E dell'Inghilterra sono riunite 1894 forni di pudlatura, un quarto cioè del numero totale sparso per tutto quel regno. Ebbene, questo centro immenso di produzione di *ferro malleabile*, sta per subire,

come si disse, una grande trasformazione nel senso di accogliere il bessemeraggio. Questa trasformazione fu accennata specialmente all'Esposizione Universale del 1878 nelle relazioni presentate dai distretti del N-E dell'Inghilterra. Notasi che prima di questa rivoluzione, si tentò la produzione del ferro a prezzo ridotto per via della pudlatura meccanica; la città di Middlesboroug iniziò questa riforma, ed i forni Danks, Godfrey ed Howson, Crampton, Spencer, ecc., fecero in quest'occasione la loro comparsa. I siderurgici Hopkins, Gilkes e Comp. ottennero, col pudlaggio meccanico, degli ottimi risultati per rapporto all'eliminazione del fosforo talchè il ferro malleabile ne risultava di buonissima qualità. Ma il prezzo dell'acciaio ottenuto, col processo Bessemer, da un lato, la mollezza del ferro di pudlaggio, eccessiva principalmente per i bisogni ferroviarii, dall'altro lato, non permisero di continuare nella produzione del ferro ed in una via siderurgica che pure era stata percorsa con tanta intelligenza. La casa Bolckow, Vaughan e Comp. riconobbe per la prima l'insufficienza della pudlatura meccanica per lottare contro il bessemeraggio e per la prima (nel distretto di Cleveland) istituì un'officina Bessemer capace di produrre 2000 tonnellate di ruotaie per settimana. Onde rendersi conto della grande economia che si raggiunge col nuovo processo, si deve notare che la casa Bolckow dovè prendere i minerali delle coste occidentali dell'Inghilterra e di Bilbao, mentre essa possedeva delle miniere nel Cleveland di minerali di ferro buoni pel trattamento alla pudlatura, ma troppo fosforati pel bessemeraggio. Questa energica e salutare decisione, presa da uno dei più grandi ed antichi stabilimenti siderurgici d'Inghilterra, eccitò l'emulazione del distretto di Cleveland minacciato, del resto, dall'uso ormai generale del metallo Bessemer. Ma sorgerà allora imperioso il problema del modo di trattare le ghise di questo bacino quantunque fosforose.

Ecco l'origine della ripresa seria degli studi sulla defosforazione delle ghise; i quali studi tendono naturalmente ad allargare assai la cerchia dei minerali trattabili col processo che ci occupa.

Il signor Crampton ottenne pudlando del ferro impuro ad un'alta temperatura, del ferro malleabile, privo quasi interamente di solfo e di fosforo; Siemens giunse allo stesso risultato scaldando del minerale di ferro impuro con del carbone in un forno rotatorio; in entrambi i casi il fosforo era trattenuto nelle scorie ed era necessario levare le scorie o martellando o per via della pressione, d'onde un grave dispendio. Il signor Krupp eliminò il fosforo in un forno rotatorio impiegando degli ossidi di ferro *solidi*. Si fecero pure dei tentativi per volatilizzare il fosforo, ma senza successo; si pensò trascinarlo coi vapori di cloro, di bromo, di fluorio, di iodio; a Liegi il signor Velge eliminò il fosforo prima della riduzione, aggiungendo al minerale del cloruro di sodio, e tenendo la mescolanza al rosso vivo senza fonderla; quando non si sviluppavano più gas, aggiungeva acqua ed acido cloridrico che discioglie i fosfati. Ma tutti questi processi oltre al grande dispendio, rivestono il carattere d'esperienza da laboratorio, piuttostochè d'un economico procedimento industriale.

Nel 1869 il signor Tessié de Motay fece a Commines delle esperienze dirette a scoprire il rapporto delle quantità di carbonio e di fosforo che ponno sussistere assieme nell'acciaio, onde diminuire se non altro la preoccupazione della completa eliminazione del fosforo, e per aumentare alquanto il campo dei minerali utilizzabili.

Tale indirizzo era nello stesso tempo ingegnoso e pratico, talchè quegli studi non giacquero inosservati; e nel 1872 furono ripresi nelle officine di Terre-Noire e seguiti poi con estrema diligenza non solo per rapporto all'influenza del fosforo e del carbonio, ma ancora per quella del manganese, ed all'Esposizione di Parigi del 1878 questo stabilimento presentò, sotto questo riguardo, dei risultati d'un interesse capitale. — Ma lasciando a parte questi studi, che non riguardano direttamente il problema della defosforazione, diremo che questa non deve richiedere un'operazione a parte, nè un'operazione complementare, come si vide nei tentativi succitati, altrimenti lo scopo industriale non resta soddisfatto.

(1) Fra i prodotti esposti dal Creusot alla mostra di Parigi del 1878, eravi il fac-simile d'un lingotto d'acciaio proveniente da un forno Siemens-Martin e del peso di 120 tonnellate.

— Si sa da lungo tempo che l'ossido di ferro è un agente capace di sbarazzare un bagno metallico del fosforo; ma la espulsione del fosforo e del silicio fu sempre accompagnata da quella del carbonio, d'onde la perdita di fluidità del bagno e conseguentemente l'impossibilità di spingere più oltre la defosforazione. Recenti esperienze mostrarono che l'ossidazione contemporanea del fosforo e del carbonio non s'effettua che alle altissime temperature dei bagni metallici, nel forno Siemens-Martin e nel convertitore Bessemer; mentre tenendo la temperatura al punto *necessario* per mantenere la liquidità, od un *poco* più elevata, allora il fosforo sotto l'azione dell'ossido di ferro fuso, scompare tosto, mentre il carbonio diminuisce *insensibilmente*, e quindi tale diminuzione seguirebbe la legge svelata dalle analisi dello Snelus (1).

Nel Cleveland si osservò che così operando, il fosforo può separarsi dal bagno metallico in ragione dell'85 al 95 0/0 della sua quantità iniziale in 10 minuti sopra una tonnellata, mentre il carbonio in queste condizioni, sarebbe diminuito dell'8 al 10 0/0.

Può dirsi dunque che nel Cleveland si passò per la via dell'ossido fuso mentre Krupp impiegava l'ossido di ferro solido; ma v'ha di più; nelle officine di Cleveland si compiono questi tentativi di defosforazione nei convertitori Bessemer nel tempo stesso che si opera la trasformazione della ghisa in acciaio. Vi si studia la sostituzione dell'intonaco refrattario acido, con uno basico capace d'assorbire completamente il fosforo, separato per azione dell'ossido di ferro liquido. — All'Esposizione di Parigi, comparvero dei campioni provenienti da 50 tonnellate d'acciaio ottenuto dalle dette esperienze; di questi campioni, alcuni erano stati curvati a caldo, altri lo erano stati a freddo. Quest'acciaio sopportò, senza rompersi, una tensione di 35, 5 a 41, 6 tonnellate per pollice quadrato della superficie primitiva, con un allungamento di 20 a 29 0/0. Quest'acciaio conteneva:

Carbonio = 0,244; Silicio = 0,019; Solfo = 0,026; Fosforo = 0,154.

Il fosforo si ridusse in seguito a più piccolo tenore, mentre la quantità di fosforo del ferro crudo di Cleveland oscilla fra 1,2 a 1,75 0/0 (media di 32 campioni). Vedesi dunque sotto quali buoni auspici siasi iniziata questa che diremo la seconda fase della storia del processo Bessemer.

APPENDICE.

1. — L'Esposizione mondiale del 1878, ci permise di raccogliere altri dati sui bessemeraggi di diversi Stati d'Europa, dati che non crediamo fuor proposito di qui accennare brevemente, poichè assieme alle note che precedono concorreranno a dare un'idea dello stato attuale del bessemeraggio.

Gli stabilimenti metallurgici di Reschitza, i più grandi dell'Ungheria, e situati al Nord del Banato sul Corso della Berzava, introdussero il processo Bessemer nel 1868, e successivamente nel 1876 vi fu applicato su larga scala. Alla Esposizione suddetta, le officine di Reschitza accennarono ad un impianto completo per la fabbricazione del metallo Bessemer, lavorato anche per i bisogni delle vie ferrate. Le ghise grigie da convertire, provengono dai minerali magnetici di Moravitza e sono abbrustoliti per facilitarne la riduzione. Al letto di fusione si aggiunge un poco di minerale di Tirnova, a debole tenore di ferro, ed al 25,11 0/0 di manganese. Gli alti-forni sono alimentati dal carbone di legna; e la ghisa cola direttamente nei convertitori.

Nei piani di questo bessemeraggio, esposti a Parigi, si notava un'ingegnosa combinazione del sistema Bessemer con quello Martin, i cui forni potevano colare il loro metallo nello stesso paiuolo che serve per i convertitori; per tal modo, in caso di bisogno, i forni Martin possono servire quali forni di fusione delle ghise a trattarsi nei convertitori; per cui la ghisa fornita può essere della qualità e purezza desiderate, ed il processo Bessemer trovasi nelle condizioni di dare acciai di ottima qualità, anche con ghise che non hanno il

grado di purezza domandato fino ad oggi dal bessemeraggio. — In principio generale, l'accoppiamento del lavoro Martin col lavoro Bessemer è certamente poco conveniente; ma allorchè questi due lavori, già stabiliti in un'officina per bisogni diversi, si ponno ad un'occorrenza accoppiare, allora tale combinazione deve lodarsi.

Dall'Esposizione siderurgica fatta nel 1878 dal distretto di Reschitza, risulta, che quantunque le cariche nelle cornute sieno abbondanti, pure la durata della conversione è compresa fra 30 e 35 minuti. L'operazione si compie con un andamento mediamente caldo e termina con leggere fumate rossastre. Il colore e l'aspetto della superficie di rottura delle scorie, sono presi a Reschitza come caratteri di guida nell'operazione. La perdita non vi è che del 10 al 12 0/0, e non si fanno addizioni finali. — Tutto ciò ci indica i vantaggi delle buone ghise grigie, provenienti da un trattamento al carbon di legna.

2. — In Svezia, il processo Bessemer fu introdotto sin dal principio della sua comparsa fra i trattamenti metallurgici. Il siderurgico svedese, Göransson, fu il primo sul continente a fare delle esperienze complete su questo sistema. — I minerali svedesi, poveri in fosforo, fusi al carbon di legna danno ghise grigie eccellenti per la conversione. — Tre soli stabilimenti in Svezia fanno ancora uso dei primitivi apparecchi fissi, del resto i convertitori sono tutti mobili e la colata si fa direttamente dall'alto-forno. Le cariche nei convertitori variano da 2,100 a 4,200 chilogrammi; i condotti del vento sono da 7 a 13; la pressione del vento, varia da 60 a 90 centimetri di mercurio; e la durata dell'insufflazione oscilla attorno ai 15 minuti. La maggior parte delle officine svedesi aggiungono alla fine dell'operazione la 1 al 4 0/0 di ghisa speculare, ed ora si tende ad aggiungere il ferro manganese in sostituzione dello spiegel-eisen, per la produzione dell'acciaio extra-dolce. Attualmente nel regno di Svezia sonvi 40 convertitori accoppiati, distribuiti in 20 officine, di cui 13 sono posteriori al 1871.

Dalle notizie statistiche sull'industria siderurgica svedese, presentate a Parigi, risultava però che la produzione dell'acciaio, in questi ultimi anni, non rispondeva in Svezia, al numero degli apparecchi, ed alla priorità nella fondazione del sistema Bessemer. Questo fatto deve attribuirsi alla crisi, nata per causa della concorrenza delle officine inglesi e del continente, aventi a loro disposizione il carbone fossile, talchè la bontà e purezza dei prodotti svedesi, non corrispondevano al buon prezzo di quelli esteri; e la produzione siderurgica svedese, ben superiore ai bisogni interni, aveva pure bisogno di farsi strada sugli altri mercati. — Ora la siderurgia svedese si adopera nel senso di produrre e lavorare i suoi ferri ed acciai di qualità superiore, e di diminuire l'importazione degli altri prodotti lavorati, che domandano materie prime meno pure e quindi meno care. Così a Motala, si impiega buona parte di acciaio Bessemer per la fabbricazione delle grandi lamine; a Surahammar si fabbricano ruote ed assi per i veicoli ferroviarii; a Sandviken (Gefleborg) si fanno i rivestimenti delle ciambelle delle ruote in metallo Bessemer; a Fugerstu il detto metallo è lavorato per i bisogni militari, ecc.

3. — In Russia va pure applicandosi il processo Bessemer; così, per esempio, nelle officine di Nijné-Taguisk (Governato di Perm-Urali) vi ha un bessemeraggio in cui la soffieria è mossa da 4 turbine, di 125 cav. ciascuna. La pressione massima del vento nei condotti della cornuta, è di 1 1/2 at. e la durata dell'insufflazione è compresa fra 18 e 25 minuti, nel caso delle colate dirette, e da 8 a 14 minuti nelle operazioni in seconda fusione. La perdita in ghisa, è del 10 0/0. — L'acciaio prodotto è di buona qualità. — I lingotti, ancora rossi, sono messi nel forno a riscaldare per essere tosto laminati. Il metallo Bessemer vi è impiegato specialmente per la fabbricazione delle ruotaie, di cui si vedevano degli esemplari, unitamente ad altri prodotti lavorati in acciaio, nella interessante mostra fatta nel 1878 dalle dette officine.

4. — Nè sapremmo dar termine a queste note sullo stato attuale del bessemeraggio senza dire ancora una parola sull'acciaieria Bessemer della Società John Cockerill, a Seraing.

(1) *Journal*, ecc., già citato.

Di questo stabilimento, da noi visitato nell'autunno del 1878, si parlò in un altro nostro lavoro (1).

L'acciaieria Bessemer di Seraing, consta di 4 unità; ognuno degli 8 convertitori, è di una portata compresa fra 5 e 7 tonnellate; per la lavorazione dell'accio Bessemer, si impiegano: 19 forni a riverbero, di cui i più grandi in 24 ore possono riscaldare 75 tonnellate di metallo, 7 magli, 4 treni di laminatoi; è impiegato un lavoro di 3,079 cav. e vi si agitano 560 operai. — La ghisa è fornita da 4 alti-forni del tipo slanciato, della capacità di 225 m. c.; ogni alto-forno è munito di 4 apparecchi ricuperatori Whitwell. Tre macchine soffianti, del tipo Seraing, forniscono l'aria alla pressione di 30 cent. di merc. Gli alti-forni sono accollati al fabbricato del bessemeraggio, che è diviso in tre navate; nella prima sonvi i paiuoli, ove si cola la ghisa dall'alto-forno, mentre degli elevatori idraulici la sollevano per portarla al livello delle bocche delle cornute nella loro posizione d'alimentazione; fa seguito la navata dei cubilotti per le operazioni in seconda fusione: essi sono ad aria calda e col crogiuolo prolungato sul davanti; la terza, è la navata dei convertitori. Parallelamente a questo fabbricato, vi sono gli edifici per le macchine soffianti, le pompe e gli accumulatori; le macchine soffianti sono del tipo proprio a Seraing e del sistema Compound. Vengono finalmente i laminatoi, disposti in due navate della lunghezza di 82 m., coi relativi forni a gas ad ampia suola, pel riscaldamento. — Questo bessemeraggio, dei più completi e grandiosi, produsse, nel febbraio del 1873, in una settimana, con un sol treno di cilindri, 2054 tonnellate di ruotaie! A lato di queste quantità veramente enormi di ruotaie, l'acciaieria Cockerill produce moltissimi altri oggetti in metallo Bessemer, i quali costituirono una parte interessantissima della mostra belga alla Esposizione citata.

Dopo quanto abbiamo visto nei bacini della Loira e di Liegi, ed all'Esposizione mondiale del 1878, ci sia permesso il dire, che se glorioso fu il periodo di introduzione del bessemeraggio nei trattamenti siderurgici, grande è il vantaggio che si trae al presente, e che anche l'avvenire serba qualche altro titolo d'onore a questo celebre processo che diede alla siderurgia un nuovo e fecondo indirizzo.

Urbana, Provincia di Pesaro, dicembre 1879.

Ing. CLAUDIO SEGRÈ.

ECONOMIA FERROVIARIA

I TRAMWAYS E LE FERROVIE SU STRADE ORDINARIE

di MAGGIORINO FERRARIS.

VI. — Il problema della concorrenza.

(Continuazione e fine).

35. — *Concorrenza tra ferrovia stradale ed omnibus.* È questo un caso forse infrequente, ma che potrebbe verificarsi trattandosi delle così dette corriere che fanno il servizio da villaggio a villaggio.

Non dubitiamo che la corriera a sonagli, intorno a cui si raccoglie vecchia e polverosa la poesia dei viaggi dei secoli scorsi, sia destinata a scomparire dalla campagna di fronte alla ferrovia stradale, nella stessa guisa che le ferrovie ordinarie la cacciarono dalle grandi linee di comunicazione. È di nuovo la legge del mezzo più perfezionato. Tuttavia anche la sola possibilità di impiantare un servizio di corriere tra alcuni punti toccati da una ferrovia stradale, ed anche la facilità con cui tali servizi possono essere all'occorrenza improvvisati, specialmente in casi di bisogni straordinari, feste, fiere, ecc., sono circostanze le quali possono servire anche solo potenzialmente di utile freno contro tariffe elevate, ed essere un incentivo ad un buon servizio. Quindi gli atti di concessione devono lasciare piena libertà al riguardo.

(1) *Notes sur quelques charbonnages, mines et usines du Bassin Liégeois.*

36. — *Concorrenza fra due o più ferrovie stradali.* Quanto alla concorrenza delle linee tra più ferrovie stradali, non abbiamo che a ritenerla dannosa, in conformità del principio generale sovra stabilito, e che ha maggior forza in questo caso speciale in cui si tratta di linee destinate a servire regioni povere, e con prodotti ristretti.

In riguardo alla concorrenza sulla linea, benchè sia sanata, ed a ragione, dalle disposizioni vigenti in varii paesi in ordine alle ferrovie stradali, pure in esse sarà assai minore la possibilità della sua applicazione, giacchè il modestissimo traffico ch'esse sono destinate a raccogliere, ben di spesso non basterà a coprire le spese di un solo, anzichè quelle di più esercizi distinti.

Può però presentarsi la convenienza di rendere d'uso promiscuo fra più concessionari di una stessa provincia qualche tratto di una data ferrovia stradale, e tale caso è appunto previsto dal capitolato d'onori per le ferrovie a cavalli per la provincia di Milano (Art. 6), nonchè dal progetto di Regolamento per tramways della provincia di Torino (Articolo 39), il quale riserva inoltre all'Amministrazione il diritto di concedere linee parallele.

Conformi a queste ultime sono le disposizioni della legge Belga del 1878 (Art. 6), che sono quelle stesse sopra riferite in ordine ai tramways.

Per ultimo in Francia, il capitolato d'onori della ferrovia d'Haironville a Triancourt, riserva la facoltà di concessioni concorrenti (Art. 60) e regola con minute disposizioni il diritto di diramazioni, di libera circolazione, nonchè di uso del materiale e delle stazioni di altre linee, ecc. (Art. 61 e 62).

37. — *Concorrenza tra ferrovia stradale e ferrovia ordinaria.* L'utilità di evitare la concorrenza fra i tramways rurali (o ferrovie stradali) e le ferrovie ordinarie, si era già appalesata nella grande Bretagna sin dal 1860; ed il *Tramways (Ireland) Act* di tale anno, all'Art. 1°, stabilisce che la domanda di concessione non deve riguardare un tramway destinato ad unire dei punti tra cui siasi per legge accordata e sia tuttora in forza l'autorizzazione di costruire una ferrovia che unisca direttamente codesti stessi punti. Questa disposizione non troviamo in vero riprodotta nel *Tramways Act* del 1870, ma già sappiamo ch'esso riguarda principalmente i tramways urbani, pei quali, come abbiamo dimostrato, è quasi nullo il pericolo di concorrenza alle ferrovie ordinarie.

Alla stessa massima di escludere la concorrenza fra i tramways di campagna o « tramways vicinaux » e le ferrovie ordinarie, non mancò di informarsi la legge Belga del 1875. Già nell'*Exposé des motifs*, l'on. ministro Beernaert così si esprimeva:

« L'établissement des tramways ne peut être envisagé à un point de vue exclusivement local, et le gouvernement aura notamment à veiller à ce qu'à l'aide de concessions isolées et successives, d'habiles spéculateurs ne constituent, en les groupant, de véritables réseaux de voies ferrées à l'aide desquelles ils feraient concurrence aux chemins de fer. Tel en effet ne peut être en aucun cas le rôle des tramways. Il doivent servir d'affluent au réseau national et mettre en rapport avec lui les localités qui en demeurent éloignées. Mais c'est dans ces limites que doit se restreindre leur action et il ne serait certes pas admissibles qu'établies à peu de frais, sur des voies publiques déjà existantes, on prétendit s'en servir pour détourner des transports.

Uguale considerazione prevalsero in seno alla Sezione Centrale della Camera, e la Relazione del sig. Nothomb così si esprime al riguardo:

Il est évident que les tramways sont appelés à un grand rôle: ils exerceront une action décisive sur toutes les conditions de la vie économique du pays, sur les relations sociales, sur le développement de la richesse, sur l'avenir, la transformation ou le déplacement de beaucoup d'industries, sur la sécurité et l'ordre publics; bien plus, il ne sont encore qu'à la période de naissance et personne ne peut assigner le terme final. Ne sont ils pas le mode sous lequel va se constituer le réseau des chemins de fer locaux ou vicinaux qui seront un fait d'une portée considérable? Le jour où la traction des tramways aura lieu par la vapeur ou par une autre force mécanique et, on peut le prévoir, ce fait sera accompli, se rend-on compte de l'influence qu'il

va exercer sur le réseau des chemins de fer de l'Etat et des compagnies? De simples affluents, les tramways ne deviendront-ils pas bientôt des concurrents qu'il faudra ou maîtriser ou indemniser?

Nella discussione pubblica della Camera Belga la questione della concorrenza fra i tramways in genere e le ferrovie, vi ebbe una parte importante, e diè luogo a profonde discrepanze tra i diversi oratori, dovute soprattutto alla deplorabile confusione fra i tramways urbani e le ferrovie stradali. « Toute la difficulté du projet de loi, toute l'importance de la question — così si espresse l'on. Saintcetelette — git pour moi dans les points que voici: Comment empêcher que les tramways fassent concurrence aux chemins de fer? Comment empêcher que les tramways, au lieu d'être des affluents, deviennent des concurrents? ». Ed egli additò con molta chiarezza la differenza che corre a tale riguardo fra i tramways urbani e quelli rurali, ed è solo a dolersi che non sia riuscito a far inscrivere nella legge codesto principio. Del pari quando il Bergé ritiene esagerati i timori di concorrenza dei tramways alle ferrovie, egli ha in mente il tramway-omnibus che andrà sempre distinto dalla ferrovia per l'unità di vettura: al contrario il ministro dei Lavori Pubblici vede il tramway-ferrovia che si estende da un capo all'altro del paese, si spaventa al pensiero che siano un giorno duplicate le migliori linee dello Stato, ed esclama: « Pour moi, comme pour l'hon. M. Pirmez, il n'y a pas de doute: le tramway c'est un chemin de fer ». È forse uno dei difetti principali della legge del 1875 d'essere stata il frutto di codesti timori vaghi ed indistinti.

In Francia, la necessità di evitare la concorrenza tra le ferrovie stradali e quelle ordinarie la troviamo proclamata e dall'*exposé des motifs* del progetto Caillaux del 1875, e dalla Relazione Aclouque del 1877, e più tardi dalla circolare Freycinet del 4 aprile 1878, le cui parole, a dir vero, si riferiscono piuttosto alle ferrovie d'interesse locale. Ma già sappiamo che in ordine alle ferrovie stradali lo stesso Freycinet ebbe a dire che in tali casi « le tramway joue le rôle d'un véritable chemin de fer d'intérêt local ». E l'ingegnere Soulié, nella già citata memoria da lui presentata al Consiglio Generale della Meuse, osserva appunto come le linee proposte non siano destinate a far concorrenza alle ferrovie ordinarie.

Anche in Italia, predomina il concetto della necessità che le ferrovie stradali non siano concorrenti a quelle ordinarie, come ci risulta dall'esame di scritti, progetti ed articoli intorno a tale argomento. Tuttavia, per quanto ci piaccia lo scorgere quasi universalmente accettato anche da noi il principio, che la ferrovia stradale dev'essere *confluente* e non *parallela* alla ferrovia ordinaria, vedremo più sotto quali precauzioni debba prendere la legge, perchè le ferrovie stradali non escano dal loro modesto compito « di essere affluenti destinati ad apportare gli elementi di un nuovo traffico alle grandi ferrovie sovvenzionate o garantite dallo Stato, od a ricevere ed a portare nelle regioni sinora diseredate i prodotti di cui sono sprovviste, in cambio di quelli che costituiscono la loro ricchezza naturale ».

38. — *Conclusioni sul problema della concorrenza.* Riasumeremo in breve i vari punti da noi toccati per riguardo al problema della concorrenza, allo scopo di facilitare la compilazione di leggi o di capitoli d'oneri.

1° La tendenza generale della legislazione e della scienza moderna, è di escludere la *concorrenza delle linee* e di favorire la *concorrenza sulla linea*. Questo principio trova anzitutto la sua applicazione in materia di *tramways urbani* e *suburbani*, nei seguenti casi di concorrenza:

2° Nella concorrenza fra *tramways* e *veicoli d'altra natura* (omnibus):

a) conviene all'autorità concedente, di abbandonare il sistema di concessioni esclusive e di riservarsi in modo espresso il diritto di autorizzare qualsiasi altra impresa di trasporti a far uso della strada ordinaria. Tuttavia il mezzo più perfezionato n'avrà il sopravvento e vi otterrà un *monopolio di fatto*, che dev'essere giustamente disciplinato nell'interesse pubblico;

b) è utile studiare, ed occorrendo, prescrivere nelle future concessioni una forma di rotaie tale da facilitare sulle guide stesse la circolazione del carreggio ordinario;

c) sui tramways attuali non si può proibire l'uso delle guide del tramway ai veicoli comuni, le cui ruote siano tali da circolare anche sulle strade ordinarie.

3° Nei casi di concorrenza fra *tramway* e *tramway*, l'autorità deve riservarsi il diritto di permettere anche ad altri concessionari, mediante indennità, l'uso delle guide e di accordare concessioni parallele. Tuttavia, nella pratica si tende non solo ad escludere la concorrenza delle linee, ma anche ad assegnare un'intera città, o zona di città, ad una sola Compagnia e coll'obbligo di servire tutti i punti della sua zona.

4° Fra *tramway* e *ferrovia stradale*, non v'ha concorrenza, ciascun d'essi facendo un servizio diverso, e bastando regolare l'esercizio di qualche breve tratto comune.

5° Non v'ha concorrenza presso di noi fra *tramway urbano* e *ferrovia*. Quanto ai *tramways suburbani*, esisteva fino ad oggi una condizione di cose speciale, per cui si potevano ammettere paralleli alle ferrovie ordinarie. Ma qualora si stabilisca nella pratica ferroviaria, e pel traffico locale, quel servizio economico di cui già si fecero felici esperimenti, e di cui tanto si sente il bisogno, cessa la necessità e la ragione di essere del tramway suburbano *parallelo* e *concorrente* alla ferrovia ordinaria.

Quanto alle ferrovie stradali o ferrovie su strade ordinarie:

6° I casi di concorrenza fra *ferrovia stradale* ed *omnibus* accadranno di rado, e tutt'al più temporariamente in circostanze straordinarie; ma la sua possibilità dev'essere tenuta come un incentivo alle ferrovie stradali ad un buon esercizio.

7° Quanto alla concorrenza fra *due o più ferrovie stradali* in base al principio sovra esposto, dobbiamo ritenere dannosa la concorrenza delle linee: e quanto a quella sulla linea, che non vi potrà essere che di rara applicazione per la modestia del traffico, si applicano in parte le norme date al N. 3.

8° Finalmente tra *ferrovia stradale* e *ferrovia ordinaria* è opinione concorde che si debba evitare ogni concorrenza, il che sarà tanto più da osservarsi quanto saranno maggiori le probabilità d'adozione del servizio economico sulle ferrovie, del quale abbiamo discusso in altra Memoria a parte.

MAGGIORINO FERRARIS.

CENNI SUL SERVIZIO ECONOMICO DELLE FERROVIE.

IV.

Italia.

66. LINEA TORINO-RIVOLI. — Siamo lieti di aggiungere che anche in Italia abbiamo già una prima applicazione del Servizio Economico, di cui spetta l'onore all'Amministrazione della ferrovia Torino-Rivoli.

Tutti conoscono questa piccola linea di 12 chilometri a binario di m. 0,90 tra le faccie interne ed a cui è indissolubilmente legato il nome dell'operoso e compianto cav. Colli. Essa corre lungo la strada provinciale Torino-Rivoli, e di cui in realtà essa occupò una zona di metri 4, benché ora ne sia affatto divisa.

Tale linea serve esclusivamente al traffico locale e suburbano fra Torino ed i punti situati lungo il suo percorso, ed ha soprattutto un movimento assai attivo di villeggianti, cosicché il prodotto dei viaggiatori vi rappresenta il 96,73 per cento ossia L. 11.216,88 del prodotto totale di L. 11.698,73 per chilometro (anno 1878). Ciò ci spiega il successo del binario ridotto su questa linea affatto isolata dalla rete ordinaria.

Fino a questi ultimi tempi, il servizio su questa ferrovia fu fatto col sistema ordinario di treni che partendo da Torino si arrestano solo alle altre tre stazioni della linea distanti l'una dall'altra di 4 chilometri. Il numero delle corse è piuttosto numeroso, risultando attualmente di 6 nei giorni feriali e di 9 nei giorni festivi, in ciascun senso. Nel servizio d'estate il numero delle corse è ancor maggiore. Ciò malgrado si faceva sempre sentire il bisogno d un servizio speciale per le località in-

termidie alle stazioni, soprattutto per quelle in vicinanza di Torino. A tale uopo i concessionarii stessi della linea Torino-Rivoli, intrapresero nello scorso anno un servizio di tramways su di un primo tratto della linea fra Torino ed una località detta la Tesoriera, per una distanza di m. 2.700 circa.

Una specialità notevolissima di questo servizio, si è che il piccolo treno economico a guida di quello di un tramway, ha per punto di partenza la stessa piazza pubblica dello Statuto, in capo alla quale è la stazione di Rivoli: percorre, per circa 400 metri, vie urbane e provinciali, e quindi passa sul binario della linea Torino-Rivoli con cui ha comuni m. 2.300 circa.

Codesto servizio di tramway cominciò il 1° settembre 1879 e continua tuttora. Per esso gli esercenti fecero acquisto di un materiale apposito, ancora più leggero di quello in uso sulla linea. Il servizio si fa mediante piccoli treni composti di una locomotiva e di 1 a 3 vetture secondo il bisogno.

Fino ad ora si ebbe in servizio una sola locomotiva costrutta dalla Società S. Leonard di Liège (Belgio). Essa pesa 5200 kg. a vuoto e 6500 kg. in servizio. Il suo costo è di L. 16.300. Durante i riposi essa viene sostituita da una delle locomotive ordinarie della linea. Il consumo di carbone vi è di circa kg. 2,75 per chilometro percorso. Una seconda locomotiva trovasi in costruzione presso la casa Hagans di Erfurt.

Le vetture appositamente costrutte dalla nota casa Grondona di Milano sono a due assi, distanti m. 1,50 tra loro, con ruote di m. 0,65 di diametro e con respintore ed attacco elastico centrale. La cassa è lunga m. 6,30, larga m. 2,03, alta m. 2,70. Le vetture hanno un terrazzino trasversale nel loro mezzo, con due compartimenti laterali chiusi. Il numero dei posti interni è di 18 seduti e 6 in piedi: nel terrazzino vi sono 8 posti seduti ed 8 in piedi: in tutto 40 posti per vettura. Il peso della vettura sarebbe di circa 2500 chg. ed alquanto maggiore in servizio: il suo costo di L. 5.200. La ristrettezza del binario e la vicinanza del viale Torino-Rivoli, non consentono l'impiego di vetture ad imperiale. Adunque il peso totale del treno è di circa kg. 9.000 con una sola vettura, di kg. 12.000 con due vetture, di kg. 15.000 con tre vetture ossia con 120 posti. Qual differenza in confronto dei nostri treni pel servizio locale sulle ferrovie ordinarie!

Il numero delle corse in ciascun senso è di 7 al giorno nell'orario invernale, e di 10 nell'orario primaverile ed autunnale: sarà di circa 14 in quello estivo. Nei giorni festivi si hanno ancora 2 o più corse in più, in ciascun senso. Adunque in estate, su questo tratto di via, si hanno fino a 26 corse in ciascun senso al giorno, fra treni ordinarii e tramways, su di un solo binario.

La velocità è di 15 chilometri all'ora: il treno si ferma lungo la linea in 9 punti prestabiliti, indicati da apposita colonnetta in ferro con relativa iscrizione. La macchina ha due persone di servizio e si hanno inoltre 1 o 2 conduttori secondo che il treno si compone di una o più vetture. La spesa d'esercizio è di circa L. 0,62 per treno-chilometro. V'ha per ultimo una sola classe di passeggeri e v'ha pure una tariffa unica di L. 0,10 nei giorni feriali e di L. 0,15 nei di festivi. Durante l'inverno si fa il servizio con una sola vettura, tranne il pomeriggio dei giorni festivi in cui se ne attaccano 2 o 3, secondo il bisogno.

Codesto esempio della ferrovia Torino-Rivoli ci pare meritevole d'ogni attenzione, sia perchè su questa linea più che sulle altre sovra viste si è iniziato un vero servizio di tramways con corse e fermate frequenti (servizio che ci auguriamo continui ad estendersi su questa ed altre linee consimili): sia perchè col materiale adottato si è ottenuto che il numero dei posti e quindi il peso del treno variino a seconda del movimento dei passeggeri nelle diverse giornate e stagioni dell'anno. Siamo quindi grati all'egregio ing. L. Raimondo, direttore della linea Torino-Rivoli, di averci gentilmente date le indicazioni da noi qui riferite.

V.

Vantaggi del Servizio Economico.

67. COSTRUZIONE. — Per renderci ben conto dell'importanza di questo nuovo sistema d'esercizio delle ferrovie, dobbiamo esaminarlo e giudicarlo alla stregua dei principii fondamentali dell'economia ferroviaria, da noi prima ricordati, e più particolarmente per quanto riguarda: 1° L'economia della costruzione. — 2° L'economia dell'esercizio.

Avremo così pure occasione di discorrere della controversia già sorta fra i fautori del servizio economico e che fu a lungo dibattuta in materia di tramways: se cioè si debba preferire il sistema di carrozze automotrici Belpaire, Weissenborn e simili, o quello di locomotive indipendenti, come si pratica sulla linea Berlino-Görlitz.

Come già sappiamo, l'economia della costruzione riguarda il

tracciato (curve e pendenze) e l'armamento della linea. Quanto alle curve, il treno economico a locomotiva staccata si adatterà facilmente anche a quelle di raggio ristretto, essendo assai ridotta la lunghezza della base rigida della locomotiva, e potendosi per carrozzoni ricorrere all'uso all'impiego di un asse raggiante od al sistema americano di « bogie trucks » o carretti. Altrettanto dicasi delle carrozze automotrici: quella Belpaire ha un asse raggiante, quella Weissenborn poggia su due carretti. Quindi, sotto questo aspetto nessuno dei due sistemi presenta una superiorità decisa sull'altro.

Al contrario i fautori delle carrozze automotrici invocano a loro favore il vantaggio di poter con esse superare pendenze più forti di quelle che si possano vincere colle locomotive indipendenti; giacchè nelle prime si utilizza per l'aderenza non solo il peso della macchina ma anche in parte quello della carrozza e dei passeggeri che si trasportano. Sotto questo aspetto la carrozza Weissenborn presenta una distribuzione così buona del peso, da permetterle di vincere pendenze anche forti. Oltre ciò deve pure tener conto dell'economia dell'armamento. In un treno a piccola locomotiva-tender il peso massimo su ciascun asse non sarà che di 4 a 7 tonn.: mentre invece sull'asse motore della carrozza Belpaire, il peso si eleva a 10 o 12 tonn. e per conseguenza essa vuole un armamento più solido e rotaie più pesanti, le quali però possono essere già richieste dalle esigenze del servizio delle merci sulle stesse linee. Nella carrozza Weissenborn il peso su ciascun asse resta pure assai minore, essendo il peso totale diviso fra quattro assi.

Ad ogni modo, qualunque dei vari sistemi si adotti, risultano sempre evidenti nella stessa economia della costruzione i vantaggi del servizio economico su quello ordinario che richiede un armamento assai più solido, ed un tracciato più comodo.

68. ESERCIZIO. — Ma si è soprattutto nell'economia dell'esercizio che si manifesteranno i grandi vantaggi attendibili da questo nuovo sistema qualora esso sia definitivamente accolto nella pratica ferroviaria.

Abbiamo visto come l'economia dell'esercizio consista più particolarmente in quella correlazione tra prodotto lordo e spesa d'esercizio, secondo cui è massimo il profitto netto (§ 25). Sotto questo aspetto è adunque vantaggioso tutto ciò che aumenta il prodotto lordo, che diminuisce la spesa, o che agisce sull'uno e sull'altro termine in modo da accrescere il profitto netto.

69. SPESA D'ESERCIZIO. — Cominciamo dalla spesa d'esercizio. Come è noto essa consta di due parti non molto disuguali: l'una, che è la minore, riguarda le spese di direzione generale e quelle del Movimento e Traffico; e su queste il servizio economico non avrà forse influenza sensibile. L'altra parte alquanto maggiore si compone delle spese di Trazione e Materiale e delle spese di Manutenzione e Sorveglianza della via; ora è soprattutto su alcuni di questi elementi che tale servizio farà sentire la sua buona influenza.

Codesta seconda categoria di spese in molta parte dipende dalla potenza del motore, la quale, come sappiamo, si risolve in due elementi che sono la velocità e la gravità del carico, la quale ultima a sua volta va distinta in carico utile ed in carico passivo. Or bene il servizio economico nelle varie sue forme sotto cui l'abbiamo esaminato, presenta anzitutto il vantaggio di ridurre di molto il carico passivo mediante un notevole aumento dell'effetto utile del treno, nel caso di 100, di 50 e di 30 passeggeri. A tal uopo presentiamo il seguente specchio dell'effetto utile per cento di un treno ordinario quale è in uso sulle nostre linee minori dell'Alta Italia: di un treno leggero di 48 tonnellate con locomotive-tender di 24 a 30 tonnellate, quali si incontrano su diverse linee estere e si propongono anche per le nostre ferrovie minori a binario normale: e per ultimo di due treni economici, l'uno con carrozza a vapore, di 26,5 tonnellate, e l'altro con locomotiva Krauss, di 19,5 tonnellate (1).

Effetto utile per cento di un

N° dei Viaggiatori	Treno ordinario di tonn. 73,8	Treno leggero di tonn. 48	Treno con carrozza a vapore di tonn. 26,5	Treno Krauss di tonn. 19,5
100	11,9	17,3	23,5	29,1
50	6,4	9,5	13,1	17,1
30	3,9	5,5	8,4	11

(1) A fine di porre i diversi treni in condizioni, per quanto ci fosse possibile, uniformi, abbiamo per due primi fatto il peso di ciascun viaggiatore uguale a 100 chg. calcolando a circa 34 chg. per passeggero il peso degli effetti e delle merci nel carro a bagagli, della cui portata è pur giusto si tenga conto: per gli altri due treni abbiamo fatto il peso di ciascun viaggiatore uguale a chg. 80 riducendo a circa soli 14 chg. il peso degli effetti o dei bagagli trasportati nel relativo compartimento o nella vettura stessa.

Queste cifre ci dinotano di per se stesse i vantaggi evidenti di ambi i treni economici sugli altri due, sotto l'aspetto dell'effetto utile. Ad essi corrisponde pure l'economia delle spese di *Trazione e Materiale*, quale risulta dal seguente confronto del costo approssimativo annuale sulle nostre ferrovie e per un percorso di 25000 chilometri, del treno minimo per linee secondarie sopra descritto e di un treno con carrozza, calcolando al 10,0% l'interesse e l'ammortizzazione dei rispettivi capitali di 87500 lire pel treno ordinario e di L. 50000 pel treno economico:

NATURA DELLE SPESE	T R E N O		
	ORDINARIO	ECONOMICO	
Combustibile L.	7,400. 00	2,775. 00	
Materie grasse »	750. 00	300. 00	
Canepa, stoppa, ecc. »	200. 00	100. 00	
Manutenzione {	Locomotiva. »	3,500. 00	1,500. 00
	Veicoli . . . »	2,250. 00	450. 00
Personale {	1 Macchinista . . . »	2,400. 00	2,400. 00
	1 Fuochista . . . »	1,500. 00	—
	1 Capo treno . . . »	1,500. 00	1,500. 00
	1 Frenatore . . . »	1,200. 00	—
Interessi ed ammortizzazione. »	8,750. 00	5,000. 00	
TOTALE . . . L.	29,450. 00	14,025. 00	
Spesa per treno chilom. . . »	1,178. 00	0,561. 00	

ossia un'economia pel treno economico di oltre il 50 0/0 sul treno ordinario e di oltre il 30 0/0 su di un treno leggero di tonnellate 48, il cui costo annuale per un percorso di 25000 chilometri si può calcolare a L. 20000 approssimativamente.

Uguale risparmio si ottiene mediante l'uso di treni economici composti di piccole locomotive indipendenti, come lo prova la esperienza della linea Berlino-Görlitz. Omettiamo l'economia nella manutenzione della via, derivante dal minor logorio delle rotaie, delle traversine, ecc. che si può ritenere controbilanciata da altre spese eventuali.

Ad ogni modo, siccome le spese a conto Trazione e Materiale costituiscono circa dal 40 al 50 per cento del costo d'esercizio, così codesto nuovo sistema economico ci presenta già un'economia che può valutarsi al 20 od al 25 per cento della spesa totale d'esercizio delle linee sulle quali venisse sostituito al servizio ordinario.

70. CARICO E VELOCITÀ. — Ma ciò che a nostro avviso costituisce la supremazia del servizio economico, si è ch'esso permette di conseguire un'economia così notevole senza alterare quella quantità di trasporti moltiplicata per la velocità, che è l'espressione della potenza produttiva delle ferrovie. Per vero, il piccolo treno economico coi suoi 100 posti offerti sarà più che sufficiente al movimento attuale di quasi tutte le nostre linee minori, e quindi non limiterà su di esse il numero dei passeggeri. Quanto alla velocità, essa è di circa 23 chilometri l'ora sulla linea Berlino-Görlitz ed è quindi più che uguale a quella dei nostri treni misti: mentre la carrozza automotrice può avere in servizio una velocità superiore a quella stessa dei nostri treni diretti! Così con felice osservanza dei più sani principii economici si riducono le spese di produzione o di trasporto non col diminuire la quantità del prodotto o del lavoro utile, ma collo scemare la resistenza passiva od il peso morto del treno. La cui diminuzione ci è chiaramente indicata dal seguente specchietto, che ci fa conoscere in un colpo d'occhio quale sia in chilogrammi il peso morto che corrisponde ad 1 viaggiatore per ciascuno dei treni sovra paragonati e sempre nei casi di 100, di 50 e di 30 passeggeri per treno.

Carico passivo in chilog. per ciascun viagg. su di un

N° dei Viaggiatori	Treno ordinario di tonn. 73,8	Treno leggero di tonn. 48	Treno-Carrozza di tonn. 26,5	Treno Krauss di tonn. 19,5
100	738	480	265	195
50	1476	960	530	290
30	2460	1600	883	650

71. MOVIMENTO E TRAFFICO. — Ma l'influenza del Servizio Economico di cui stiamo discorrendo, sarà forse assai maggiore per quanto riguarda il Movimento e Traffico, sempre quando, come bene ci dà a sperare, esso faccia buona prova, tale da poter entrare definitivamente nella pratica ferroviaria. Gli è sotto questo riguardo che i suoi effetti possono essere tali da portare un cambiamento radicale nell'esercizio delle ferrovie.

Abbiamo visto come la base dell'economia del Movimento e Traffico, e quindi del prodotto lordo consista nel distinguere le varie specie e classi di traffico, e nell'adattare a ciascuna il servizio che meglio le conviene (§ 26). A questa stregua si devono giudicare i nuovi mezzi e criterii d'esercizio, soprattutto per quanto riflette il prodotto lordo.

Or bene, il servizio economico ci consentirà in primo luogo di attuare nella pratica una distinzione quasi assoluta tra il servizio delle merci e quello dei viaggiatori. Fino ad ora questo vantaggio fu quasi solo limitato alle linee principali: col nuovo sistema ne godranno anche le linee minori, le quali proveranno i grandi benefici della celerità e puntualità del servizio che ne sono la conseguenza.

Oltre ciò il sistema economico avrà un'influenza affatto speciale per ciascuna delle tre classi di traffico locale, regionale e nazionale quali le abbiamo distinte per quanto riguarda il movimento dei viaggiatori (§ 29-31). Ne accenneremo quindi brevemente le applicazioni probabili o per lo meno desiderabili.

VI.

Applicazioni probabili del Servizio Economico.

72. TRAFFICO LOCALE. — La prima e più naturale applicazione del Servizio Economico sarà quella da farsi al traffico locale. Abbiamo visto come attualmente esso sia sacrificato alla convenienza dei lunghi percorsi e male servito per la ristrettezza del numero dei treni, e per la continuità della loro corsa, per cui non si arrestano che alle stazioni. Col Servizio Economico, si può senza aumento della attuale spesa d'esercizio, pressochè raddoppiare il numero delle corse, per quindi attivare dei treni speciali cogli orari più convenienti a questo traffico locale, e con un numero maggiore di corse nei giorni di mercati, di feste, ecc. Il piccolo treno potrà arrestarsi ad ogni casa cantoniera o crocicchio di via, ove trovi anche un solo passeggero da raccogliere o da deporre, con grande vantaggio dei villeggianti e delle popolazioni rurali.

Sulle linee affatto locali, questi treni economici potranno costituire l'unico servizio per i viaggiatori, come ha luogo attualmente sui tramways: sulle linee secondarie, e sulle stesse linee primarie, essi saranno all'uopo intercalati agli altri treni, senza niuno inconveniente per il grande traffico, come lo dimostra l'esempio luminoso della ferrovia Berlino-Görlitz, la quale ci prova l'utilità di codesto servizio economico per il traffico locale suburbano. In Italia la necessità di un ordinamento del servizio locale sulle nostre linee fu più volte accentuata da uomini competenti dinanzi all'attuale Commissione d'Inchiesta sulle ferrovie (Deposizioni del sig. Ratti (vol. I, pag. 72), del sig. Ponzone (I, 77), del sig. Barbavara (I, 101), dell'on. Peruzzi (III, 57, 63), ecc.).

Oltre ciò, le nostre linee, le primarie soprattutto, furono costrutte con così pochi riguardi al traffico locale, che le loro stazioni (fors'anche per ragioni in allora giuste, ma oggidì un po' esagerate di sicurezza) furono poste spesso volte quasi all'infuori dell'abitato delle grandi città, mentre nella campagna di soventi sono assai lontane dal comune da cui prendono nome. È questa una lagnanza che in codesti ultimi tempi trovò frequente espressione in discussioni e documenti parlamentari e governativi. In ciò noi abbiamo seguita una via diversa dalle Società ferroviarie inglesi, che ogni giorno con sacrificii enormi spingono sempre più le loro stazioni nel cuore stesso delle grandi città, passando al disotto od al disopra delle vie, e raccogliendo così una massa imponente e produttiva di traffico locale. Ma col Servizio Economico noi potremo in parte rimediare a codesto inconveniente. Ogniquale volta lo consentano le condizioni locali, si potrà nelle grandi città stabilire nelle vie e piazze più convenienti dei binarii sui quali corrano con velocità rallentata tanto in partenza che in arrivo i piccoli treni economici con grande comodo dei passeggeri e vantaggio del traffico. Ciò praticasi già per la linea di Rivoli, ed ha luogo senza inconvenienti per i treni dei tramways suburbani come quello a vapore Torino-Moncalieri che parte dal centro stesso di Torino e ne percorre una delle vie principali. Oltre ciò sarebbe forse a raccomandarsi di stabilire, ove fosse possibile, un servizio speciale di tramways urbani in coincidenza cogli arrivi e partenze dei treni ordinarii, per guisa che le vetture dei tramways potessero all'occorrenza penetrare nell'interno stesso delle stazioni su di un binario contiguo a quello su cui s'arresta il treno e quindi partire per diversi punti della città, e viceversa.

Del pari, per le stazioni in aperta campagna, il piccolo treno potrà in vicinanza del villaggio uscire dal binario, passare su di una specie di variante impiantata sulle strade ordinarie, attraversare il comune, raccogliere e deporre i passeggeri sulla piazza stessa del mercato e quindi continuare il suo viaggio lungo la variante medesima per raggiungere ad un altro punto il binario comune e proseguire la sua via. Quanto più la fer-

rovia si adatterà ad usi modesti, tanto più cresceranno i benefici del pubblico e delle società esercenti.

Da questi pochi cenni già si scorge, come a codesto traffico locale meglio forse convengano piccoli treni a locomotive indipendenti, che le carrozze a vapore, semprechè non siano d'ostacolo le pendenze delle vie da percorrere. Costruendo le vetture dei passeggeri in modo che non abbiano bisogno di essere girate alle estremità, e ponendole in comunicazione fra di loro e colla locomotiva, si economizzerà nel personale di servizio, e si risparmierà l'impianto delle lunghe e costose piattaforme necessarie alle stazioni di testa per girare le carrozze automotrici: inoltre si avrà un materiale mobile più leggero e più facilmente maneggiabile, tanto più che basterà un semplice scambio per mettere alla testa del treno la piccola locomotiva che potrà nella corsa di ritorno camminare all'indietro con tutta facilità. Oltre ciò, siccome qui parliamo in special modo di quel traffico locale tra diversi punti di una linea a distanza massima di 20 a 30 chilometri, così sarà sufficiente al bisogno la velocità di 23 a 27 chilometri l'ora che si può ottenere con queste piccole locomotive e che consentirà di facilmente fermare il treno ogni qualvolta lo si desidera. Qualora in certi casi speciali pel traffico suburbano si richiedessero velocità maggiori si potrà all'uopo ricorrere a materiale apposito.

Oltre ciò, il sistema di locomotive indipendenti permetterà di utilizzare provvisoriamente od in caso di bisogno le stesse vetture passeggeri già esistenti sulle nostre linee, mentre si dovrebbe pure studiare se non convenisse adottare per tale servizio un tipo di materiale mobile, leggero come quello dei tramways, facilmente adattabile ad imperiale, nell'estate, per modo che si possa variare il numero delle vetture e dei posti di ciascuna vettura a seconda del movimento dei passeggeri nelle diverse stagioni o giorni dell'anno.

L'adozione di questo nuovo servizio pel traffico locale dovrebbe per ultimo essere accompagnata da tariffe speciali studiate sul luogo e per ciascuna linea: ma pur troppo lo spazio e lo scopo che ci siamo proposti non ci consentono di tener dietro a codesto punto che è pure di importanza capitale e che troppo spesso è trascurato nell'economia delle ferrovie.

73. TRAFFICO REGIONALE. — Non meno feconda di utili risultati sarà probabilmente l'applicazione del Servizio Economico al traffico regionale od interprovinciale quale sopra l'abbiamo definito (§ 30). Come abbiamo detto, codesto movimento a medii percorsi ha luogo tanto sulle linee primarie che secondarie, ed è servito in modo principale dai treni omnibus o misti con velocità effettiva di 20 a 30 chilometri l'ora, e solo in via troppo subordinata sulle linee di primo ordine dai treni diretti con velocità variabile tra i 40 ed i 50 chilometri l'ora.

Dacchè sulle nostre ferrovie secondarie in condizioni medie il prodotto lordo varia per lo più da linea a linea tra le 6 e le 10 mila lire per chilometro all'anno, così si è dovuto limitare su di esse il numero dei treni a 3 od al massimo a 4 coppie al giorno, a fine di non rendere passivo lo stesso esercizio. Siccome l'intera rete italiana è esercitata al costo medio di L. 3,21 per treno-chilometro, così si suole ritenere (solo in via di approssimazione) necessario un prodotto lordo chilometrico annuale di circa L. 7000 per tre coppie di treni e di L. 9000 per quattro coppie di treni al giorno su di una linea secondaria. Quando il prodotto lordo è inferiore si scende talvolta anche al numero, poco accettabile, di due sole coppie di treni al giorno.

Diventa di per sé manifesto che in tali condizioni, generalmente parlando, non era possibile attivare sulle linee secondarie e fra le stazioni principali un servizio di treni diretti, i quali non solo sarebbero forse stati passivi per se stessi, ma avrebbero pure di troppo ridotto il numero delle corse per le piccole stazioni intermedie. Or bene, l'adozione del Servizio Economico ci consentirà forse, senza aumento sensibile delle spese d'esercizio, di pressochè raddoppiare il numero delle corse. Adunque su di una linea secondaria, il cui prodotto mantenga attualmente in vita 4 coppie di treni ordinari al giorno, si potrebbero ad esse sostituire senza perdita di profitto netto 6 a 7 coppie di treni economici. Di esse se ne potrebbero destinare da 4 a 5 al servizio locale fatto nel modo sovra descritto, e da 1 a 2 al servizio regionale eseguito con treni diretti. La loro introduzione non potrebbe che venire accolta con vero favore come un grande ed insperato beneficio dalle località minori che si trovano sulle linee secondarie e che si sentirebbero così potentemente avvicinate a quei grandi centri con cui hanno tanti rapporti economici e sociali. Naturalmente il numero delle coppie dei treni potrà essere ridotto per le linee di cui sia minore il prodotto lordo.

E qui senza voler giudicare in modo assoluto una così grave questione, ci sembra che forse in massima, per codesto servizio di treni diretti su linee secondarie, il sistema di carrozze a vapore meriterà a sua volta la preferenza su quello a piccole

locomotive indipendenti, perchè colle prime si potrà ottenere in esercizio una velocità maggiore di quella consentita dalle piccole locomotive per tramways, senza che ne venga sensibilmente diminuito l'effetto utile del treno; e noi abbiamo già dimostrato che per questo traffico interprovinciale la velocità è elemento non solo prezioso ma indispensabile.

Gli ultimi tipi di carrozze a vapore Belpaire e Weissenhorn, da noi sovra esaminati, consentono di correre su linee con piccole pendenze con una velocità di 50 a 60 chilometri l'ora, e dietro esperimenti già fatti si ha fondata speranza si possano vincere i timori cagionati da ragioni di prudenza e di sicurezza. Oltre ciò anche per esse già si verifica quella tendenza continua ad aumentare la potenza del motore, come già è accaduto per le locomotive ordinarie. I tipi di carrozze a vapore proposti in varii paesi a somiglianza di quelle del Belgio, presentano al confronto di quest'ultime un sensibile aumento della forza della macchina. Quindi, anche tenendo conto delle pendenze e delle fermate, si potrebbe avere in servizio una velocità effettiva di 40 a 50 chilometri l'ora, la quale eserciterebbe senza dubbio un'influenza benefica sui rapporti politici, commerciali e sociali dei centri minori con quelli maggiori e ravviverebbe il loro sviluppo economico. Qual vantaggio, quale soddisfazione non proverebbero le nostre piccole città di circondario al vedersi avvicinate ai centri maggiori da un servizio di treni diretti! Ci pare poi, si dovrebbe per quanto è possibile collegare tra di loro il servizio di treni diretti e quello locale in guisa che alle fermate comuni l'uso fosse in coincidenza coll'altro e permettesse così ai passeggeri di proseguire con quel treno che meglio li portasse alla meta del loro viaggio.

74. — Ma abbiamo pure speranza che a codesto servizio economico (sempre quando prove decisive valgano a stabilirlo nella pratica ferroviaria), sia riservato un avvenire sulle stesse linee primarie. Già abbiamo visto quanto ne sarebbe utile l'introduzione per quel traffico locale suburbano e rurale a cui servono pure naturalmente le linee primarie, lungo il loro percorso. Ma codeste linee ricevono anche una massa importante di traffico regionale a cui provvedono in parte i treni omnibus, e talvolta anche i treni diretti, benchè questi siano per lo più destinati al movimento nazionale.

Il servizio economico permettendo di pressochè raddoppiare anche sulle linee primarie il numero dei treni per giorno, consentirà l'utilissima distinzione sulla stessa linea del servizio locale da quello regionale e da quello nazionale. Così sulla linea Torino-Milano-Venezia, già presa ad esempio, si potrebbe col Servizio Economico e forse senza aumento di spesa portare il numero ordinario delle corse, da 6 a 10 o 12 al giorno. Di esse da 5 a 6 potrebbero essere destinate al servizio locale, per il quale sarebbe senza dubbio conveniente dividere la linea in più tronchi in modo che ciascuno d'essi facesse capo ad un centro di mercati, ecc., istituendo per tal guisa dei nodi parziali di circolazione.

M	T	M'	V	V'
		v	n	

Così, ad es., il primo treno in partenza da Torino (T) alle 4,20 a. non giunge a Milano (M') che alle 9,27 a., il che può parere abbastanza di buon'ora per viaggiatori di Torino che distano da Milano di 150 chilometri, ma non per gli abitanti di Novara (n) che non sono che a 49 chilometri da Milano (M'), e che non solo potrebbero facilmente, ma che pure avrebbero non poco vantaggio a poter arrivare a Milano nelle prime ore del mattino, soprattutto nei giorni di mercato e pel commercio delle verdure e dei prodotti agricoli.

Del pari quel traffico regionale che abbiamo visto muoversi anche sulle linee primarie a distanze massime di 150 a 180 chilometri oggidì è solo in piccola parte servito dai treni diretti il cui orario (fatte poche eccezioni) è regolato più specialmente in vista del movimento nazionale e segue le esigenze esclusive della corrispondenza postale colla capitale. L'adozione del Servizio Economico, qualora sia portata alle sue ultime e vere conseguenze, consentirà di attuare quasi totalmente quella distinzione tra movimento regionale e movimento nazionale, già attivata in via di prova dal 29 novembre 1879 su alcune delle nostre linee primarie.

Anche per questo traffico regionale converrà adunque stabilire sulle grandi linee dei nodi parziali di circolazione, benchè di lunghezza maggiore di quelli destinati al traffico locale. Così indipendentemente dai treni per il movimento nazionale lungo la linea Modane-Milano-Venezia, sarà utilissimo avere un servizio regionale di treni economici diretti, ad es., fra Torino e Milano, fra Milano e Verona, fra Verona e Venezia. Così mediante carrozze a vapore con una velocità effettiva di 50 a 60 chilometri l'ora si potrebbe avere una corsa diretta in par-

tenza da Torino tra le 6 e le 7 del mattino e che toccando le stazioni primarie giungesse a Milano verso le 9: e così fra Torino e Genova, o fra Milano e Genova (specialmente qualora si venisse a costruire la succursale alla Galleria dei Giovi). A seconda dei bisogni del traffico, il numero di queste corse, potrà portarsi a due od a tre al giorno, con grande vantaggio dei viaggiatori che potranno compiere comodamente in una sola giornata il viaggio d'andata e ritorno, e senza che si abbia a ricorrere per la partenza od arrivo ad ore affatto scomode del mattino o della notte, le quali limitano molto più di quanto si creda il numero dei passeggeri. Ugual servizio si dovrà naturalmente introdurre tra gli altri numerosi centri maggiori della nostra rete ferroviaria.

Anzi se sta, come fu asserito, che dal punto di vista puramente meccanico sarebbe ancora più economico di trasportare 400 viaggiatori con quattro treni del nuovo sistema, che con un solo del metodo normale, perchè mai sulle nostre linee principali con pendenze non troppo forti, e sulle quali il numero dei viaggiatori per treno-chilometro è ben lontano dalla cifra sopra data, perchè mai tra due grandi città solo distanti di poche ore, non si potranno far correre a brevi intervalli treni economici diretti, dando ad esse il beneficio inestimabile di comunicazioni rapide e frequenti? Chi non conosce i grandi vantaggi di quella enorme frequenza di corse che si verifica sulle ferrovie inglesi tra la capitale e la provincia, e soprattutto la grande comodità di quei servizi speciali estivi a tariffe bassissime tra le città primarie ed i punti della costa che sono il ritrovo dei villeggianti durante la stagione della bagnatura? Col servizio economico noi potremo forse imitare la pratica inglese, giacchè avremo la fortuna di possedere un prezioso congegno proporzionato alla modestia del nostro traffico, alla minore grandezza delle nostre città. Forse che l'uso del telegrafo e soprattutto gli attuali metodi ed apparecchi per segnali quali lo « Staff system » ed il « Block system » non consentono all'uopo di moltiplicare con sicurezza assoluta il numero dei treni su linee a binario semplice od a binario doppio?

75. TRAFFICO NAZIONALE. — Per ultimo, anche nella supposizione probabile che per ora nulla venga mutato al sistema ordinario dei treni pel traffico nazionale a grandi distanze, l'introduzione del sistema economico pel movimento locale e regionale eserciterà anche una influenza benefica, per quanto indiretta, sul movimento nazionale. Separando le varie classi di traffico e servendo ciascuna d'esse con mezzi appositi, si alleggerirà il peso dei treni diretti pei lunghi percorsi, il che renderà più facile nei medesimi l'invocata introduzione delle 3° classi, e potrà fors'anche condurre ad un aumento della loro velocità.

Ma l'economia del traffico nazionale solleva anch'essa gravi problemi, benchè d'altra natura. Dopo la necessaria introduzione delle vetture a letto, si è venuto ad avere di fatto quattro classi, il che deve di non poco aver peggiorato il rapporto tra il peso utile e quello morto. Considerata adunque la poca utilizzazione dei posti di prima classe soprattutto durante la notte, si apre la questione se non si potrebbe con un diverso ordinamento di classi dare a ciascun viaggiatore di prima classe per grandi distanze, e fors'anche senza aumento di spesa, un posto a letto per la notte. Ciò contribuirebbe assai alla comodità del viaggio e fors'anche ad attirare passeggeri dalla classe seconda alla classe superiore a letti.

76. SCELTA DEL MOTORE. — Dovremmo ancora far cenno d'una controversia che fu assai agitata soprattutto in Germania nella stampa scientifica e nella *Verein für Eisenbahnkunde* di Berlino e relativa alla scelta del motore pel servizio economico. Quale dei due sistemi merita la preferenza, quello delle carrozze a vapore, o quello di piccoli treni a locomotive staccate?

Ma pur troppo la poca esperienza che finora possediamo non ci permette di rispondere a codesta domanda: d'altra parte niuno può prevedere a qual punto si spingerà l'ingegnosità umana nel divisare nuovi congegni e mezzi in quest'ordine d'idee verso il quale si è da poco rivolta. Questo pare certo, che l'applicabilità delle carrozze a vapore si farà sempre più maggiore quanto più con nuovi sistemi si diminuirà od annullerà la convenienza di girare la carrozza al termine di ciascuna corsa.

Tuttavia ci pare che la soluzione di questo difficile problema sarà di non poco agevolata qualora si tengano bene in vista i diversi bisogni a cui dovrebbe o potrebbe soddisfare un servizio di tal genere e che enumereremo brevemente anche a ricapitolazione di quanto sopra abbiamo detto:

1° Servizio locale, ad uso tramways, con velocità inferiore a 30 chilometri l'ora, per villeggianti, fiere, mercati, ecc.

2° Servizio di treni omnibus sulle linee primarie, secondarie ed anche locali di certa importanza, con velocità virtuale di 30 a 40 chilometri l'ora.

3° Servizio di treni diretti pel traffico regionale sulle linee

secondarie e primarie con velocità virtuale di 40 a 50 chilometri l'ora, e, se possibile, di 50 a 60 chilometri l'ora per le linee primarie.

Ciò basti a darci un'idea della vasta applicabilità del servizio economico a cui già dobbiamo un primo risultato: che cioè per esso la questione dello sviluppo e dell'economia del traffico viaggiatori sta per uscire dal dominio di lunghe discussioni teoriche per avviarsi verso una soluzione pratica.

77. CONSEGUENZE INDIRETTE. — Coll'introduzione del Servizio Economico non si avrebbe in pari tempo ad omettere lo studio di alcune utili economie, quali ad es. la soppressione sulle linee secondarie delle prime classi che vi sono cotanto passive. La riduzione del numero delle classi a due fu patrocinata in Inghilterra da sir Rowland Hill, il noto autore della riforma postale, e dal Gladstone, e fu dal 1872 adottata dalla Midland Railway, una delle prime Società ferroviarie dell'Inghilterra, al cui direttore generale sig. Allport spetta pure l'onore d'aver iniziata l'ammissione dei passeggeri di terza classe (in comode vetture con sedili a cuscini) nei treni diretti. Codesta riduzione di classi trova favorevoli in Germania illustri economisti, quali il Wagner ed il Sax, e per le linee minori è proposta per l'Italia non solo dall'ing. Agazzi nello scritto che sopra abbiamo esaminato, ma anche dalla Commissione governativa per le linee di 2° e 3° tipo economico. Non dubitiamo quindi che una tale riforma potrebbe utilmente venir applicata ai treni economici destinati al traffico locale ed a quello regionale. Ad essa potrebbe servire d'occasione il nuovo sistema d'esercizio, rendendone meno sentito, anzi accetto, il passaggio, mediante l'introduzione delle *terze classi nei treni diretti* (come si pratica non solo in Inghilterra, ma anche nel Belgio, e su varie linee delle ferrovie tedesche dello Stato, segnatamente nella Germania del Nord). A ciò si potrebbe pure gradatamente aggiungere, almeno pei treni a lunghi ed a medi percorsi il *riscaldamento* in tutte le classi indistintamente, come se ne avrebbe lodevole esempio in Francia sulle linee della *Paris-Lyon-Méditerranée* e su quelle esercitate dallo Stato, nonchè su quasi tutte le linee della Germania (1).

78. — Noteremo ancora di passaggio come il problema del Servizio Economico di cui stiamo trattando, abbia pure un'attinenza diretta colla questione dei tramways e ferrovie stradali. Si ammette oramai da tutti la necessità di escludere la concorrenza tra le ferrovie su strade ordinarie e quelle comuni. Pure sta di fatto che coll'attuale sistema d'esercizio delle nostre ferrovie, nelle vicinanze delle grandi città e lungo le coste il tramway parallelo in gran parte alla ferrovia, è non solo cosa utile, ma una vera necessità che niuno può disconoscere. Ne fanno prova nei tempi antichi l'esistenza dell'omnibus a fianco della ferrovia: lo provano maggiormente oggigiorno i buoni proventi chilometrici dei nuovi tramways suburbani.

Ma se le ferrovie, prendendo esempio da essi, si adattano a raccogliere codesto traffico locale, cessa la ragione d'esistere di codesti tramways a vapore paralleli alla ferrovia; a meno che siano ad essa *paralleli* ma non *concorrenti*, cioè servano ad un traffico diverso da quello della ferrovia ordinaria, come si potrebbe addurre pel tramway Torino-Moncalieri, che corre sulla sponda del Po opposta a quella su cui è costruita la ferrovia.

Ogni singolo caso dovrà dunque essere debitamente investigato, e deciso a seconda delle circostanze locali.

79. — Tra le conseguenze indirette dell'adozione del Servizio Economico, noteremo ancora come esso ci dimostri come il criterio della velocità in chilometri all'ora sia una base ben poco sicura, su cui erigere l'edifizio della *classificazione delle ferrovie*. Per vero, la velocità tende continuamente a crescere coi progressi della meccanica e collo sviluppo dei bisogni sociali, ed oggi abbiamo sulle stesse linee locali una velocità che un giorno era insperata anche sulle ferrovie principali. Oltre ciò, la semplice adozione di nuovi congegni e sistemi d'esercizio quali il Servizio Economico, che al confronto dei treni ordinari consente un forte aumento della velocità (senza accrescere in propor-

(1) Siamo lieti d'annunziare che per lodevole deliberazione del Consiglio d'Amministrazione dell'Alta Italia, il riscaldamento in tutte le classi, a quanto dicesi, verrebbe introdotto sulle nostre linee dello Stato. Ci auguriamo solo che si affrettino i preparativi necessari, affinchè esso possa già funzionare nel prossimo inverno.

Quanto ai diversi sistemi di riscaldamento delle vetture, vedasi la memoria dell'ing. LUIGI FERRARIS: « *Sui diversi sistemi di riscaldamento per le vetture di qualsiasi classe sperimentati sulle principali Ferrovie d'Europa* » pubblicata nell'*Ingegneria Civile*, anno 1877.

zioni uguali il peso massimo su ciascun asse) basta a rovesciar d'un soffio il fragile edificio di coloro che assumono il criterio della velocità a base della classificazione delle ferrovie, e che prescrivono a ciascuna classe dei limiti assoluti, quasi che si potessero imporre delle colonne d'Ercole allo espandersi indefinito dei bisogni sociali ed all'aumento della potenza produttiva di una delle industrie più grandiose dei giorni nostri - quella dei trasporti. Ci auguriamo quindi vicino il giorno in cui la classificazione artificiale delle ferrovie secondo la velocità di corsa, scompaia dalla scienza per far posto ad un'altra più naturale, basata, come quella delle strade ordinarie, sulla diversità dei bisogni sociali e del traffico a cui servono le varie classi di ferrovie.

80. — Gli studi e le proposte d'introduzione del Servizio Economico ci additano pure quanto sia difficile, per non dire pericoloso, l'addivenire a *contratti d'esercizio*, necessariamente a lunghe scadenze, delle ferrovie. Il nuovo sistema altererebbe così notevolmente il rapporto tra il prodotto lordo e la spesa d'esercizio delle ferrovie, e porterebbe una trasformazione così radicale nel materiale, nei criterii e nei modi dell'esercizio stesso, da poter perturbare gravemente l'armonia e l'esecuzione dei contratti basati su di un sistema diverso, e da rendere difficilmente conciliabile l'esistenza attiva della Società esercente colle esigenze e cogli interessi del pubblico. Di ciò dovranno tener conto gli studiosi del grave problema dei rapporti fra lo Stato e le ferrovie, problema di cui non è qui nostro compito il discorrere.

VII.

Economia del Servizio Economico.

81. — Abbiamo finora considerata l'economia statica, per così chiamarla, del Servizio Economico, ponendo due ipotesi opposte. Nella prima (§ 69) confrontando fra di loro un treno ordinario ed un treno economico, abbiamo visto come questo presenterebbe a fronte di quello un'economia nella sola Trazione e Materiale di oltre il 50 p. 0/0, cagionando così un'economia del 20 al 25 p. 0/0 nella spesa totale d'esercizio delle linee sulle quali il nuovo sistema venisse sostituito a quello ordinario.

Nella seconda ipotesi (§ 71-73) abbiamo invece supposto che il risparmio proveniente dall'adozione del Servizio Economico venga impiegato ad attivare un numero maggiore di treni, il che, congiunto agli altri grandi vantaggi che offrirebbe il nuovo sistema (quali l'aumento della velocità, l'introduzione dei treni diretti pel traffico regionale e di un servizio di tramways pel traffico locale) non potrebbe a meno di dare uno sviluppo al movimento e traffico dei viaggiatori e quindi al prodotto lordo.

Ma, come abbiamo dimostrato (§ 37), l'economia dell'esercizio è essenzialmente un problema di dinamica: di Movimento e Traffico da una parte, di Trazione e Manutenzione dall'altra: e si risolve in quella correlazione tra prodotto lordo e spesa d'esercizio secondo cui è massimo il profitto netto. Quindi si richiede manifestamente anche per l'economia del servizio economico quel lavoro di sintesi che è proprio del direttore generale dell'esercizio; il quale riceverà i dati dai vari servizi e da vero economista li coordinerà in modo da ottenere il migliore adattamento del mezzo al fine: cioè della *qualità del servizio* (numero, qualità, velocità ecc. dei treni) alla natura e grandezza del traffico, e così attuando, fino a quel punto a cui risulti conveniente in pratica, quella distinzione tra le varie classi di traffico e quella individuazione di movimenti che è legge di progresso e di economia. Quanto più essa sarà razionale, nè troppo al di qua, nè troppo al di là del suo giusto mezzo, tanto più il prodotto netto s'accosterà al suo limite massimo.

Ma già si scorge come a conseguire codesto desiderabile risultato si richiegga un continuo e paziente lavoro di analisi fatto con lungo studio e grande amore, ed il quale, come ben disse il comm. Massa parlando del miglioramento delle tariffe, « non può farsi che all'atto pratico, che stando sul luogo ed esaminando a volta a volta le facilitazioni che la tale strada può fare al commercio, le condizioni della linea, ecc. » (*Inchiesta sulle ferrovie*, vol. I, pag. 239). Quindi si manifesta necessario nell'esercizio delle ferrovie l'abbandono delle norme dogmatiche, dei principii astratti e generali, di quel po' di pedanteria e di burocrazia propria delle grandi amministrazioni, per sostituirvi quello studio diligente dei bisogni, delle abitudini, oserei quasi dire dei pregiudizi stessi delle popolazioni, che ha tanto contribuito all'aumento del traffico dei viaggiatori sulle ferrovie inglesi, a detta degli stessi membri più distinti delle amministrazioni ferroviarie della Germania. (SCHWABE, *Studi di viaggio sulle ferrovie inglesi*, serie 2^a, 1879, pag. 189).

82. — Ma nel fare codesto studio diligente conviene guardarsi da alcuni pericoli in cui si suole incorrere di spesso e che accenneremo in breve.

Anzitutto non bisogna dimenticare che l'intera economia ferroviaria è un problema complesso di rapporti e di correlazioni e che non lo si può studiare da un solo punto di vista senza giungere a conclusioni parziali. Così nell'impianto di una linea non si può considerare l'economia della costruzione che in rapporto a quella dell'esercizio; e nell'esercizio, non si può studiare l'economia della Trazione e Materiale che tenendo conto della sua intima colleganza con quella del Movimento e Traffico, e viceversa.

In secondo luogo, per quanto riflette più propriamente l'economia dell'esercizio, conviene tener presente ch'essa consiste nel trovare la massima differenza tra due termini, tra il prodotto lordo e la spesa dell'esercizio stesso. V'ha quindi un interesse diretto e pel pubblico e per l'esercente, a che, prima di lesinare sulla spesa in guisa da diminuire la comodità, la celerità e la sicurezza stessa dei viaggi, e con esse il provento, l'esercente ponga ogni studio nell'accrescere al massimo lo sviluppo del traffico e quindi il prodotto lordo. Basterà ricordare che il traffico ed il prodotto essendo l'indice della intensità della vita sociale ed economica di un paese, e crescendo con essa, presentano un'elasticità di espansione assai grande in confronto della possibilità di contrazione della spesa d'esercizio. La quale anzi ha una tendenza continua a crescere coll'aumento progressivo del prezzo dei generi di consumo vegetali e minerali e del saggio dei salari; tendenza che può solo essere controbilanciata da nuove invenzioni e progressi industriali. In una parola, bisogna cercare anche nell'esercizio delle ferrovie di sostituire alla economia gretta e dubbia dei mezzi quella vera e grandiosa dei risultati.

Per ultimo, l'esperienza ci ha chiaramente dimostrato che anche limitandoci al traffico dei viaggiatori, le classi inferiori sono a volta a volta suscettive di uno sviluppo assai più grande delle classi superiori. Quindi si accentua ogni giorno di più la utilità di abbandonare quella politica ferroviaria piccina che cerca di rendere con ogni mezzo incomodo il viaggio nelle classi inferiori per spingere i passeggeri a far uso delle classi superiori, da cui sono preclusi dall'elevatezza delle tariffe. Contro di essa protestò a ragione in Francia la Commissione sulle ferrovie nella sua relazione del 1863: ed in Inghilterra essa fu a più riprese con nobile costanza combattuta dal Parlamento dal Comitato Gladstone del 1844 in poi. Così anche le ferrovie devono subire l'influenza cui vanno soggette le istituzioni sociali ed economiche d'oggi, le quali felicemente tendono di continuo ad allargare la loro base, attirando a sé le classi più numerose, e sostituendo al beneficio dei pochi il benessere del maggior numero.

VIII.

Conclusione.

83. — Non potremmo meglio chiudere questi pochi cenni che annunziando con vera compiacenza che, se male non siamo informati, l'egregio cav. ingegnere Frescot, in una sua abile e favorevolissima relazione sul servizio economico nel Belgio con carrozze automotrici, avrebbe già nel 1879 proposto di sperimentare tale carrozza sulle nostre linee, di costruirla a due piani, di portarne la forza a 54 cavalli-vapore, di munirla del freno a vuoto Smith e della pompa iniettore del sullodato ingegnere Chiazzeri, e d'introdurvi pure altre minori modificazioni, dirette ad aumentare in modo sensibile il carico rimorchiabile colle velocità e pendenze sovra date.

Abbiamo anzi letto con vero piacere come, per lodevole deliberazione dell'on. Ministro dei Lavori Pubblici e del Consiglio d'Amministrazione delle nostre ferrovie dello Stato, lo stesso egregio ing. cav. Frescot, venne recentemente incaricato di recarsi all'estero per farvi scelta dei migliori sistemi pel servizio economico. Dietro le osservazioni e gli studi fatti dall'egregio Ingegnere nel Belgio sulla Carrozza Belpaire, ed a Berlino sulla Carrozza Weissenborn e sul treno Krauss, si tratterebbe ora di sperimentare codesti due tipi di carrozze a vapore (Belpaire e Weissenborn) ed il sistema Krauss di piccoli treni a locomotive indipendenti su vari tratti suburbani e su alcune linee locali. Le linee scelte sarebbero Torino-Chieri, Santhià-Biella, Monza-Calolzio, Genova-Nervi e Voltri, Venezia-Mestre e possibilmente Mestre-Treviso: auguriamoci che la prova sia fatta senza indugio e colla dovuta ricchezza di mezzi, e che la pratica ferroviaria italiana non resti addietro a quella delle altre nazioni.

Il momento non potrebbe essere più opportuno. La spada di Damocle sta sospesa sulle nostre reti: ma in qualunque modo la nazione ed il Parlamento risolvano il difficile problema del-

l'esercizio governativo o privato delle nostre linee, un altro ancora ne rimarrà non meno grave: quello cioè di accrescere in estensione ed in intensità i vantaggi che il paese ritrae dalle sue ferrovie, senza danneggiare, anzi migliorando le condizioni della finanza pubblica.

La costruzione delle nostre ferrovie con tanta alacrità e nobiltà di sacrifici proseguita dal paese, dal Parlamento e dal Governo, è una delle opere di cui dev'essere più orgogliosa la giovane nazione ricostituita: ad esse è intimamente collegata in tutte le sue manifestazioni più importanti la nostra vita politica, economica e sociale. Esse sono le braccia d'acciaio che stringono in un amplesso indissolubile le cento città italiane.

Ma pur troppo il loro esercizio non ha finora corrisposto né ai bisogni, né alle giuste aspettative del paese. Non facciamo né vogliamo recriminazioni a cui siamo decisamente avversi: solo constatiamo, quasi a titolo di dovere, questo fatto doloroso che si era spaventosamente aggravato tra il 1879 ed il 1880, da preoccupare seriamente Parlamento e Governo. È dunque necessario nella nostra politica ferroviaria un indirizzo nuovo e vigoroso, che ispirandosi all'esempio dei paesi ove le ferrovie ebbero un maggiore successo, ne trapianti presso di noi la pratica ardua e felice, attuandola con mezzi giustamente proporzionati alla modestia ed alle esigenze del nostro traffico.

Tutti adunque studiamo il grave problema dell'economia dell'esercizio delle nostre ferrovie; studiamolo con affetto, con costanza e soprattutto con concordia di intenti e di voleri. Le grandi questioni si devono sottrarre ai riguardi di persone, agli interessi regionali, alle lotte di partito: le eleva in alto l'alito puro della scienza e la devozione al bene del paese. Le nostre ferrovie sono un servizio pubblico: sono una grande istituzione nazionale: ogni aumento di traffico, che senza danno per la finanza, si possa conseguire mediante la riduzione delle tariffe, ed il miglioramento della qualità del servizio e quindi del numero e della velocità delle corse, accresce il valore che le ferrovie hanno per la nazione; e già ci fu detto da augusta parola, che i popoli apprezzano le istituzioni anche in proporzione dei benefici che esse loro arrecano.

Berlino, marzo-maggio 1880.

MAGGIORINO FERRARIS.

NOTIZIE

La luce elettrica e la vegetazione. — A Londra si sono fatti avanti alla *Società Reale*, esperimenti curiosi dal signor Siemens, il quale presentò un vaso di fiori in bottoncini. Erano *Tulipes*. Li espose allora alla luce d'una lampada elettrica, e dopo 40 minuti i fiori erano completamente aperti. Resterebbe a vedersi se quei fiori rimarranno così freschi come quelli venuti naturalmente a maturità.

Lo stesso sig. Siemens sperimentò pure su cereali ed altre piante di rapido sviluppo, come fave, cocomeri e meloni. Divise i suoi vasi in quattro gruppi: il 1° delle piante mantenute in piena oscurità; il 2° di quelle esposte esclusivamente alla luce elettrica; il 3° delle piante esposte esclusivamente alla luce del sole; ed il 4° alternativamente alla luce del sole ed a quella elettrica.

Lo sviluppo di luce elettrica facevasi tutti i giorni per sei ore, dalle 5 alle 11 pom., e nella restante parte della notte le piante rimanevano nell'oscurità.

Ed il risultato fu che le piante rimaste nell'oscurità perpetua morirono ben presto; quelle cresciute al sole, e quelle a luce elettrica si svilupparono press'a poco nella stessa misura; ma quelle che furono sottomesse alternativamente alle due luci prosperarono meglio delle altre.

L'industria del lino nel Belgio ed in Olanda. — In una delle ultime adunanze della Società industriale del Nord della Francia, il sig. *Alfredo Renouard* parlò della coltivazione, dell'industria e del commercio del lino nel Belgio ed in Olanda.

Il BELGIO, che è il paese più ricco d'Europa per l'estensione delle terre coltivate, le quali arrivano al 66,1 0/0, è pure il primo per la coltivazione delle piante industriali, e tra queste primeggia quella del lino, la quale estendesì per 57,045 ettari (il 2,92 p. 0/0), ed è tuttora in aumento.

L'industria del lino nel Belgio richiede oggidì 285,000 fusi, 5000 telai meccanici, e 20,000 telai a mano. Le principali fila-

ture del Belgio sono la Lys, la Gantoise, la Liève e quella di Saint-Léonard.

Dalle statistiche commerciali del Belgio risulterebbe da una media di dieci anni un'esportazione di lino grezzo di 28,670,825 chilogrammi, contro un'importazione di ben 31,473,928, per cui si vede che quanto a materia prima, il Belgio riceve ancora assai più di quanto dia. — Per lino filato l'esportazione del 1878 è stata di 10,036,127 chilogr. contro un'importazione di 3,412,054 chilogr. — Per la tela ebbesi l'esportazione di 4,590,013 chilogr. contro un'importazione di 635,261.

Quanto all'OLANDA i dati statistici del sig. Renouard, sulla coltivazione del lino, non sono più così recenti. I più recenti si riferiscono al 1874; nel quale anno la coltivazione del lino era fatta sull'estensione di 20,236 ettari. La Brabanza, la Zelanda e la Frigia sono le provincie che più ne somministrano.

L'Olanda importa annualmente circa 1,200,000 chilogr. di lino grezzo, e ne esporta da 15 a 17,000,000 di chilogr.

Le statistiche del 1878 constatano un'importazione di 2,892,241 chilogr. di lino filato contro un'esportazione di 330,793 chilogr.

Ed una esportazione di tele di lino per il valore di 2,840,072 fiorini contro un'importazione di 2,246,435 fiorini.

Il sig. *Edoardo Agache* aggiunse importanti notizie sulla filatura belga della Lys che ha attualmente 57,500 fusi, di cui 4500 per il jute, e 160 pettinatrici di stoppa. Sul fatto degli importanti dividendi ora distribuiti da cotesto stabilimento, osserva essere ciò in buona parte dovuto alla saggezza degli amministratori, i quali, all'epoca della crisi cotoniera, quando l'industria del lino andava a gonfie vele, posero in riserva parte degli immensi benefici allora acquisiti, distribuendo solo un dividendo ragionevole.

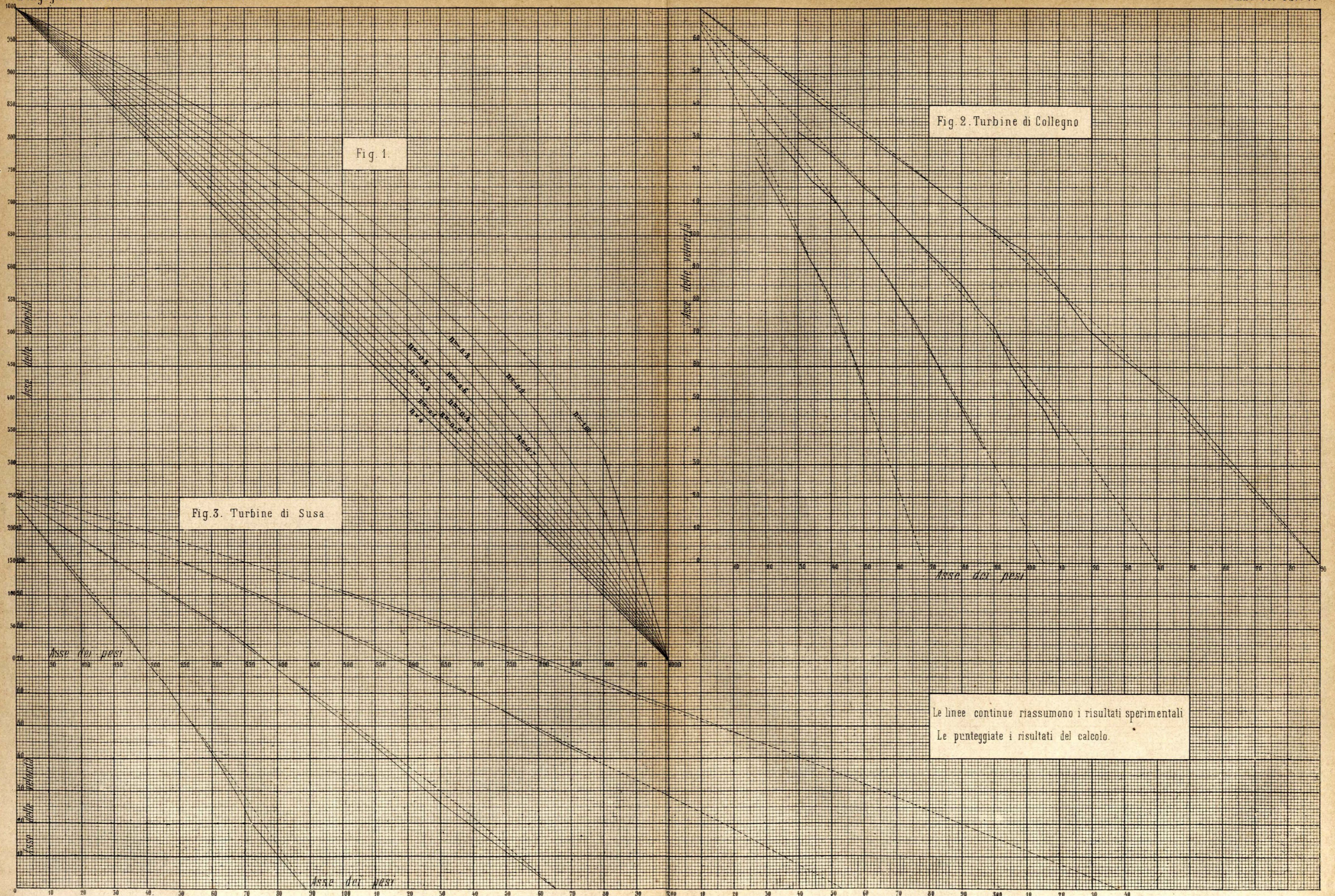
La produzione annua del ferro e dell'acciaio nel mondo intero, dietro le più recenti statistiche può ora essere valutata: per il ferro a 13,807,725 tonnellate; per l'acciaio a 2,770,524 tonnellate.

La produzione del ferro si eleva nella Gran Bretagna al 43,63 0/0; negli Stati Uniti al 16,67; in Germania al 13,16; in Francia al 10,25; nel Belgio al 4; in Austria-Ungheria al 3; e in tutte le altre nazioni, prese insieme al 4 0/0.

La produzione dell'acciaio ha luogo nelle seguenti proporzioni: Gran Bretagna 40 0/0; Stati Uniti 20,50; Germania 13,25; Francia 10, e tutti gli altri paesi insieme 7,25 0/0.

La Direzione ha ricevute le seguenti pubblicazioni:

1. — Necrologia dell'ingegnere Luigi Guallini, morto in Novara il 4 aprile 1880.
2. — Dei diritti degli artisti in Italia ed all'Estero. Studi dell'avv. Moise Amar, libero docente di diritto industriale nell'Università di Torino. Op. in-8° di pag. 104. — Torino 1880.
3. Sulla determinazione grafica degli sforzi sopportati dalle travi. Nota dell'ingegnere Cesare Modigliano, di pagine 5 con tavola. — Pisa, novembre 1879.
4. — Delle ruote a turbine. Nota dell'ing. Giacinto Gautero, presentata alla R. Accademia dei Lincei il 17 giugno 1877 (estratto dal vol. 1°, serie III, Classe di scienze fisiche, ecc., di pag. 10).
5. — Di una classe di meccanismi a tre membri. Memoria del prof. Giacinto Gautero, in-4°, di pag. 5. (Estratto dalla serie IV, tomo I, delle Memorie dell'Accademia delle Scienze di Bologna, seduta 19 febbraio 1880).
6. — Projet d'un chemin de fer international à faibles pentes à travers les Apennins et les Alpes par la chaîne du Mont-Blanc, avec planimétrie, profil général de la ligne et coupe transversale du groupe du Mont-Blanc, par Joseph Borelli. — Turin, 1880. Op. in-8° di 56 pag., con 2 tavole.
7. — R. Scuola di applicazione per gli Ingegneri di Bologna. Relazione tecnica del viaggio d'istruzione compiuto dagli allievi del 3° anno dal 6 al 18 luglio 1879. Op. in-8°, di pag. 157. — Bologna 1880.
8. — Nozioni teorico pratiche per la stima dei beni immobili, per l'ing. Angelo Berio. Vol. in-8°, di pag. 218. — Sanremo, 1880.
9. — Di una questione di acque in relazione alla condotta di Torino. Memoria dell'avvocato Claudio Calandra. — Torino, 1880. Op. in-8° di pag. 51.



DISCUSSIONE DI ESPERIENZE DINAMOMETRICHE SULLE RUOTE A TURBINE

Dell'Ingegnere Giacinto Gauter