

L'INGEGNERIA CIVILE

R

LE ARTI INDUSTRIALI

PERIODICO TECNICO MENSILE

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

COSTRUZIONI FERROVIARIE

NOTIZIE

SULLA COSTRUZIONE DELLA LINEA DELLE CALDARE IN SICILIA

Veggasi le tavole VI e VII

I. — Notizie generali intorno alla linea fino all'epoca dell'incominciamento dei lavori.

Progetto presentato nel 1866 dalla Società V. E.

I primi studii della linea delle Caldare, della quale oggi si inaugura l'esercizio, risalgono al 1866, nella quale epoca fu questa linea concepita nell'intendimento di compiere con essa la linea principale dell'isola, cioè la ferrovia che doveva congiungere Palermo con Catania, le provincie occidentali con la parte orientale della Sicilia. La linea proposta in quell'epoca dalla Società Vittorio Emanuele, staccandosi dalla ferrovia Catania-Licata, nell'attuale stazione di Canicattì, e passando fra Castrolibero e Racalmuto, fra Favara e Grotte, allacciavasi alla Palermo Porto-Empedocle nella stazione di Caldare. Questo tracciato incontrò tosto gravi opposizioni perchè allungava soverchiamente il viaggio Palermo-Catania e perchè non rispondeva neppure allo scopo di servire le ricche miniere di zolfo e di sal gemma ed i popolosi comuni di Racalmuto e di Grotte, pei quali due paesi proponevasi un'unica stazione in contrada Colmittedda a tre chilometri da Racalmuto ed a sei da Grotte, lontanissima dalle miniere.

*Secondo progetto presentato nel 1871
dalla Direzione di Palermo.*

Il Ministero, col proposito di eliminare queste opposizioni, ordinò nuovi studii di questa linea ponendo per obbiettivo dei medesimi di avvicinarla maggiormente ai centri della produzione mineraria ed ai grossi abitati di Racalmuto e di Grotte. Ed i nuovi studii compiuti dalla Direzione di Palermo nel 1871 condussero ad un tracciato che riunendo i vantaggi reclamati da queste popolazioni e desiderati dal Ministero, riusciva ad un tempo più breve di quello proposto dalla Società e di più economico esercizio, eliminando una forte contropendenza di oltre 150^m fra scendere e salire col portar il punto di distacco della nuova linea da quella di Licata non alla stazione di Canicattì, ma a Madonna dell' Aiuto, punto culminante di quella linea posto quasi a livello coll'altipiano da percorrersi dalla nuova ferrovia fino alla sella di Grotte.

Però anche questo progetto, svolgendosi dalla stazione di Grotte fino a quella di Caldare a mezza costa sulla sponda destra del vallone di Racalmare a circa settanta

metri sul fondo della valle attraverso terreno accidentato e in mezzo alle peggiori argille che si incontrano in queste regioni interne dell'isola non tardò a veder sollevarsi contro, dal lato tecnico, nuove opposizioni. Aggiungasi che per la lunghezza del viaggio Palermo-Catania questo tracciato aveva tuttavia un forte svantaggio per rispetto alla linea rivale detta di Montedoro per la valle del Salito.

Nuovi studii ordinati nel 1876.

Nacquero da questi fatti nuove esitanze e nuovi studii per la scelta della difficile linea interna, i quali si protrassero fino al 1876. Nell'agosto di quell'anno ricevetti ordine dal Ministero di riportare sul terreno il tracciato dell'ultimo progetto della linea delle Caldare presentato dalla Direzione di Palermo, affine di proporvi quelle modificazioni che nell'interesse della stabilità della strada, avrei ravvisate convenienti. In obbedienza a tale ordine e dopo studiato diligentemente il tracciato riportato sul terreno, proposi, nei primi di settembre di quell'anno, il completo abbandono di quel tracciato fra le Caldare e la stazione di Grotte per portarlo sul versante opposto della montagna di Comitini, ripromettendomi con ciò i seguenti vantaggi: evitare quasi intieramente i tratti a mezzacosta in argille sconvolte instabili, portando la linea su terreni solidi, cioè sui gessi e sui calcari; guadagnare alquanto di sviluppo fra le due stazioni suddette affine di potere superare il dislivello che le separa, 167^m, 00, riducendo la pendenza che era del 25 ‰ nel progetto del 1871, al 20 ‰; avvicinare le ricche zolfare sviluppate sul versante Nord di quella montagna, le quali avrebbero risentito poco o nessun utile della nuova linea secondo il progetto della Direzione di Palermo, non ostante la quale i prodotti di quelle zolfare, circa trentamila tonnellate di zolfo ogni anno, sarebbero stati, con maggior economia, mandati coi mezzi ordinari alla stazione delle Caldare. Oltre questo abbandono radicale della linea ultima studiata fra Grotte e Caldare, altre varianti minori furono da me proposte fra Grotte e Canicattì, tra le quali due di non lieve importanza, una presso Racalmuto per evitare la ripida mezzacosta che dalla valle Canalotto si doveva percorrere fino alla sella della Falce, e l'altra presso il vallone Cazzola per migliorare l'attraversamento di questo vallone ed evitare la galleria di S. Marta proposta sulla sponda sinistra del medesimo.

Autorizzato senza dilazione a far studiare la prima e più importante di queste varianti e sollecitato a ripresentare nel minor tempo possibile il nuovo progetto della linea, rassegnai al Ministero nel febbraio 1877 il risultato dei nuovi studii, riservandomi di inviare bentosto anche i progetti delle due varianti proposte nel tratto Grotte-Canicattì. E qui mi occorre ricordare, a titolo di pubblico ringraziamento, che nel novembre 1876, quando, compiuti gli studii di campagna, attendevasi a redigere il nuovo progetto di questa linea, l'egregio ingegnere

Mottura, distinto geologo e profondo conoscitore di queste regioni, accondiscendendo ai miei inviti ed alle istanti preghiere dei miei ingegneri, suoi amici, compiacevasi di perlustrare diligentemente il nuovo tracciato approvando e calorosamente appoggiando l'idea delle due varianti di Cazzola e di Racalmuto non ancora studiate, aventi l'una e l'altra per iscopo di evitare gravi difficoltà di esecuzione e di conservazione della linea; lodò la preferenza data al nuovo tracciato fra Grotte e Caldare, e fornì ampie e preziose spiegazioni sulla struttura dei difficili terreni attraversati.

Nel giugno 1877 presentavo al Ministero il compimento degli studii affidatimi intorno a questa linea, rassegnando al medesimo il progetto delle due indicate varianti di Cazzola e di Racalmuto, delle quali venne ammessa la prima ma non la seconda, perchè trovata soverchiamente costosa rispetto al progetto primitivo e giudicata non abbastanza necessaria una tale maggiore spesa.

Approvazione della linea.

In questo frattempo, cioè nei primi mesi del 1877, venne rimessa sul tappeto la proposta della continuazione della linea Palermo-Catania per Vallelunga; questo tracciato, accoreciando sensibilmente la traversata fra quelle due città, ed essendo validamente appoggiato da Palermo e da Caltanissetta, rimase infine vittorioso nella lotta sì lungo tempo dibattuta; ma la linea delle Caldare non ebbe perciò a soccombere, chè Ministero e Parlamento, convinti dell'importanza di questa breve linea per il traffico locale attivissimo, sia per le numerose popolazioni che tocca, sia per le ricchezze minerarie che è destinata a raccogliere, ne deliberarono la costruzione simultaneamente a quella della linea centrale per Vallelunga.

In forza di tale deliberazione il Ministero, nel gennaio 1878, ne decretava l'appalto dividendo, in base al progetto ultimo approvato, la linea in due tronchi, cioè:

| TRONCHI | | LUNGHEZZA | IMPORTO PRESUNTO | | DELIBERATARIO | RIBASSO D'ASTA | |
|------------------|------------------------------|-----------|------------------|----|-------------------|----------------|---------|
| 1° Tronco | Madonna dell'Aiuto | 15,155 64 | 2,210,000 | 00 | Impresa Canova | 21 | 41494 % |
| | Racalmuto | | | | | | |
| 2° Tronco | Racalmuto | 12,299 66 | 4,298,000 | 00 | Impresa Marsaglia | 13 | 13 % |
| | Caldare | | | | | | |
| Totali | | 27,455 30 | 6,508,000 | 00 | | | |

Appena approvata, col bilancio dei Lavori pubblici, la somma stanziata per questi lavori, stipulavansi con le suddette Imprese i relativi contratti d'appalto, e nel settembre 1878 ponevasi mano alla consegna dei lavori.

II. — Carattere generale della linea.

Terreni attraversati — Solfare.

Questa linea è letteralmente una linea di mezzacosta dacchè la medesima staccandosi dalle Caldare a metri 335,00 sul livello del mare si svolge a spira sui due versanti della montagna di Comitini sollevandosi per metri 175 sopra una lunghezza di chilometri dieci fra Caldare e Grotte: in questo tratto, toltine i tratti orizzontali delle stazioni, la linea ha la pendenza quasi costante del 20 ‰; dopo raggiunto l'altipiano sul quale trovansi Grotte, Racalmuto e Madonna dell'Aiuto la linea lo attraversa mantenendosi, per quanto possibile, sulle linee di displuvio che le asseconda con frequenti contropendenze, senza però mai oltrepassare l'inclinazione del 20 p. ‰.

Tutta la linea in generale, ma specialmente il tratto fra le Caldare e Grotte, presenta un tracciato assai difficile.

Su tutto il versante Nord-Ovest della montagna di Comitini, cioè fra le Caldare e la Galleria Sinatra, dominano i calcari marnosi ed i gessi, con forti pendenze trasversali, rotti in diversi tratti, dando origine a profondi valloni ovvero mettendo a nudo il terreno solfifero od i tripoli e le argille sottostanti. Nei calcari marnosi le costruzioni non incontrarono che mediocri difficoltà, non così nei gessi i quali, oltrechè difficili e costosi ad escavarsi, presentaronsi soventi a piccoli strati con sottili intercalazioni di marne o di gessi marnosi umidicci sui quali o determinaronsi o davansi forte a temere dei gravi scoscendimenti, quindi la necessità o di estesi sbancamenti o di robusti muri di sostegno costrutti a brevi tratte a modo di contrafforti internati sotto i banchi di gesso da sostenersi.

I profondi valloni si attraversarono con viadotti dei quali tre in muratura. Di questi il Ranciditi ed il Conte, sono ad un solo ordine di archi, hanno lunghezza di circa 115 metri ed altezza massima di 24 metri; il terzo, quello del Pozzillo (tav. VI), è a doppio ordine, lungo 162 metri con altezza massima di 28 metri. Un quarto viadotto, quello di Balataliscia, è in ferro ad una sola travata di 30^m di luce (tav. VII).

Quest'ultimo viadotto fu proposto ed approvato non per l'importanza del vallone ma per un altro fatto tutto speciale al tratto di linea in discorso, voglio dire all'attraversamento delle solfare. Sei sono i gruppi di solfare attraversati da questa linea posti tutti fra la Galleria Conte e la Galleria Sinatra; quattro di essi in piena attività, e due quasi abbandonati. In questi attraversamenti, oltre alla difficoltà di un suolo profondamente accidentato dai numerosi e potenti cumuli di *ginesi* (avanzi della terrefazione del minerale di solfo) e dei frequenti e colossali scoscendimenti cagionati da quelli stessi ginesi, sia pel loro proprio peso, sia pel rammollimento dei tufi ed argille sottostanti mantenute umide e fortemente sovraccaricate su mezze coste ripidissime, si dovette ancora provvedere ad altra nuova difficoltà cioè a quella di un sottosuolo minato dai vuoti delle gallerie. Mercè il rilievo di queste, fornito dal R. Corpo delle Miniere, si poté acquistare la convinzione che i timori, da molti manifestati sul pericolo di tali attraversamenti, erano esagerati essendo in molti punti tali gallerie ricoperte da potenti strati di terreno vergine e sodo da assicurare completamente la ferrovia, ed altrove, e specialmente le gallerie più superficiali, essere state otturate o per cadute o per rigonfiamento delle terre.

Lo stesso rilievo permise di determinare i riempimenti da farsi in alcune gallerie tuttora aperte, ed indicò come nella traversata del vallone di Balataliscia la ferrovia avrebbe dovuto poggiare sopra un terreno minato da gallerie sovrappontesi fino a notevoli profondità, donde si arguì la convenienza di ridurre, in detta traversata,

al minimo possibile la superficie d'appoggio della sede stradale.

Questo criterio condusse all'adozione di un viadotto con due sole spalle fondate cadauna su due pilastri spinti fino al terreno sodo (incontrato ad oltre 40 metri sotto il suolo) rilegati poi detti pilastri fuori terra da un robusto volto sul quale si elevarono le spalle sopportanti la travata (tav. VII).

La traversata delle solfate, oltre a questo costoso viadotto, rese necessarie importantissime opere di prosciugamento e di consolidamento per bonificare e sostenere le terre argillose fradiciose sottostanti ai ginesi. Frequentissime sono tali opere di bonifica, cioè drenaggi e robusti banchettoni di materie scelte fra le più inalterabili dall'azione delle acque, che occorsero non solo nella traversata delle solfate ma in tutto il resto della linea e più specialmente fra la Galleria Sinatra e la Stazione di Castrofilippo, nel quale tratto la linea corre per intero sui terreni argillosi sottostanti alla formazione solfifera. Ivi, ad eccezione del breve tratto nel quale la linea svolgesi nell'altipiano roccioso che circonda il paese di Racalmuto, abbondano le argille ed i tufi bituminosi alterati fino a grandi profondità e quindi affatto instabili. Gli stessi tripoli, terreno per sè sciolto, permeabile e buonissimo, tanto abbondanti fra Grotte e Racalmuto, si trovarono alternati con straterelli di argilla o disposti a lenti avviluppate dalla stessa materia che si rende lubrica colle acque trasmesse con tanta facilità da quelle terre, dando origine a tanti scoscendimenti affatto impreveduti che resero costosissima la linea.

Se però si è resa costosa la costruzione, è lecito sperare che sarà d'altrettanto alleviata la manutenzione, avendo in questa linea messo largamente a profitto l'esperienza fatta sulle altre ferrovie costrutte in queste regioni, nulla risparmiando per levare dal contatto delle acque le argille ricche di sali, causa precipua della instabilità di molti tratti delle linee di quest'isola, escludendo assolutamente queste terre dalla formazione dei rilevati; rimuovendo le terre rese cattive per intercalazione di argille, segregandole da queste e disponendole in altra posizione che ne assicura la stabilità.

Da Castrofilippo fino a Canicattì la linea si ritrova nuovamente e quasi per intero sui calcari marnosi, sui quali si è sviluppata senza gravi difficoltà.

III. — Esecuzione dei lavori.

ESPROPRIAZIONI. — Poche opposizioni si incontrarono nello acquisto dei terreni da occuparsi nei territori esclusivamente agricoli di Canicattì, Castrofilippo e Racalmuto: invece nei territori di Grotte, Comitini ed Aragona, per la parte coltivata a solfate, con pochissimi proprietari è stato possibile un accomodamento amichevole in base alle perizie del sottosuolo, che l'Amministrazione Governativa ebbe cura di far eseguire con la massima diligenza dal R. Corpo delle Miniere; i più dei proprietari accamparono pretese enormemente superiori alle offerte loro fatte.

Ne seguirono le perizie giudiziarie fatte da altrettanti colleghi di tre periti nominati dal Tribunale di Girgenti quante erano le principali solfate da periziare; i risultati di queste perizie pochissimo si scostarono dalle somme offerte dall'Amministrazione a ciascun espropriando, rimanendo così molto inferiori alle richieste dei proprietari, i quali, poche eccezioni fatte, invocarono dal Tribunale nuove perizie che sono tuttora da eseguirsi. Le lunghe pratiche per le espropriazioni ed il rifiuto dei proprietari delle solfate di Crocidda e Balataliscia a per-

mettere l'occupazione delle loro terre anteriormente all'emissione dei relativi decreti prefettizi di occupazione dei terreni, furono la cagione di tutto il ritardo che si lamenta nella costruzione del tronco Caldare-Racalmuto.

MOVIMENTI DI MATERIE. — Per la costruzione di questa linea occorsero di trincea. . . M³ 550,250,00
di rilevato » 472,103,02
con un costo complessivo di L. 883,331,25
pari a » 32,101,96 (1) per ogni chilometro di linea.

OPERE D'ARTE. — Sebbene di poca importanza i corsi d'acqua attraversati essi sono tuttavia in numero considerevole, conseguenza necessaria del trovarsi la linea a mezzacosta.

Si contano nel primo tronco N. 50 opere d'arte tutte di luce inferiore a m. 10,00 e presentanti complessivamente una luce di m. 81,70; sul secondo tronco si hanno N. 53 opere d'arte di luce inferiore a m. 10,00 offrenti in complesso una luce di m. 81,10.

Queste diverse opere costrutte per lo più su valloni a forte pendio hanno le canne considerevolmente allungate, ed aggiungendo a questa circostanza quella di aver dovuto in molti casi spingerne le fondazioni a profondità di sei, otto ed anche dieci metri, si spiega come le sole opere di arte minori hanno richiesto sul primo tronco un cubo totale d'escavi di M³ 16,246,00
e di murature » 17,522,00
importando complessivamente una spesa di L. 365,936,70
ossia per ogni m. l. di luce » 4,479,03
e per ogni chilometro di linea » 24,097,55
e nel secondo tronco un cubo totale di
scavi di M³ 17,108,29
di muratura » 16,839,52
con una spesa complessiva di » 435,542,42
ossia per ogni m. l. di luce » 5,370,44
il costo chilometrico di questo tronco, per le sole opere d'arte minori, ascende quindi a L. 41,325,76

Dei quattro viadotti che si hanno su questa linea, posti tutti nel tratto fra Caldare e Grotte, si è già detto come quello in ferro detto di Balataliscia abbiasi dovuto fondare ad eccezionale profondità per attraversare intieramente i terreni rimaneggiati dalla coltivazione delle solfate; gli altri tre ebbero fondazioni relativamente facili, cioè il Conte, fondato sui gessi a profondità media di m. 4,30; il Ranciditi ed il Pozzillo, fondato il primo sui calcari marnosi sconquassati fino a sensibile profondità, ed il Pozzillo per una parte sulle argille mioceniche e per altra parte su banchi di tripoli ricoperti gli uni e gli altri da un grosso strato di terreni franati, hanno fondazioni profonde in media m. 8,00. Questi tre viadotti sono tutti ad archi di m. 10,00 di apertura a pien centro, con pile aventi in sommità m. 1,90, due pile spalle aventi la grossezza in cima di m. 3,66 e con le spalle grosse in testa m. 4,07 intieramente nascoste dai terrapieni d'accesso; dessi hanno parapetto metallico con larghezza libera fra le colonnette di m. 4,50; la generatrice del volto ha la lunghezza di m. 4,70. Nei viadotti Ranciditi e Conte i volti sono in pietrame scalpellato dello spessore costante di m. 0,70; in quello del

(1) Queste e la maggior parte delle altre cifre seguenti, relative alla quantità ed importo dei lavori essendo dedotte dalle situazioni mensili non sono esattissime; si possono tuttavia ritenere assai approssimate al vero. Sono però esatte quelle relative alle opere d'arte, viadotti e gallerie perchè dedotte dai computi di liquidazione.

Pozzillo, essendo la regione più scarsa di pietre da apparecchi, i volti sono in mattoni pure di spessore costante di m. 0,75.

Questi viadotti sono tutti in rampa del 20 ‰, il Ranciditi è in rettilineo, tutto il Conte e parte del Pozzillo sono in curva di 400 metri; le imposte dei volti sono su un piano inclinato parallelo alla piattaforma, sicchè l'altezza dei timpani è costante; nei curvilinei ogni arco ha per pianta un rettangolo colle linee d'imposta parallele al raggio di mezzaria, e così tutti i pilastri sono a

pianta trapezia; questi sono fatti di muratura grezza idraulica con cantonali in pietra da taglio e frequenti strati di pietrame scalpellato.

Alle sommarie notizie già date intorno al viadotto Balataliscia (tav. VI) aggiungerò questi pochi cenni: i pozzi di fondazione sono a sezione ellittica col grand'asse di m. 4,56 parallelo alla ferrovia, col piccolo asse di m. 3,36, i due pilastri di una stessa spalla distano da centro e centro m. 5,80.

I pozzi sono stati affondati rivestendoli con una canna di muratura di mattoni eseguita ad anelli per sottomurazione.

Raggiunto il terreno sodo, cioè il gesso saccaroide compatto (*marmorigno*) si riempiono i pozzi per m. 6,00 di calcestruzzo ed il rimanente con muratura grezza, intercalata da grossi strati di pietrame scalpellato. Gli archi che rilegano i pozzi al piano di terra sono in pietra da taglio ed hanno lo spessore di un metro in chiave e due metri e mezzo all'imposta, sono estradossati a riseghe orizzontali; la muratura sovrastante fino al piano di posa della travata non ha che m. 3,36 di altezza; ed è di struttura uguale a quella degli altri viadotti. La travata è col piano stradale superiore, le teste ne sono mascherate da muri che servono a trattenere le terre dei rilevati d'accesso ed a portare un piccolo parapetto di muratura. Nel quadro qui a fianco sono riassunti i dati principali relativi a questi quattro viadotti.

OPERE DI CONSOLIDAMENTO. — Le molte ed importanti opere di consolidamento eseguite su questa linea si possono riunire nei seguenti gruppi:

A) Prosciugamento del suolo con drenaggi a cielo aperto od in galleria, sbancamenti delle terre fangose sottostanti ai rilevati da eseguirsi.

B) Sostegni delle scarpate di trincea o rilevati o con banchettoni di terre pigiate muniti a tergo di diafraggi in pietrame a secco scolanti in apposite canalette, talora suddivisi con speroni di pietrame a secco, o con banchettoni di terre sciolte permeabili senza diafragma ma muniti di canalette di scolo; ovvero con muri di sostegno in calce nel caso di trincee in rocce squilibrate.

C) Impiego simultaneo dei drenaggi per bonifica-mento del suolo e dei banchettoni, muri o briglie per sostegno delle scarpate o delle sponde.

Superfluo il dire che tutte queste opere sono sempre immancabilmente completate con fossi di guardia rivestiti in muratura sopra le trincee od a monte dei rilevati, protratti fino agli acquedotti da cunette rivestite in piattaforma e sulle banchine abbondantemente praticate nelle scarpate suddividendo queste in tratte di quattro od al più sei metri di altezza, col rivestimento dei rivi al loro sbocco negli acquedotti e ben di frequente con pozzetti murati a monte e valle del manufatto, e con briglie in avale della ferrovia delle quali importantissima quella eseguita nel vallone Pozzillo, a consolidamento della sponda destra del medesimo, profondamente alterata ed instabile pel rammollirsi delle argille che la costituiscono, le quali, corrose ed asportate dalle acque del vallone, determinano un continuo disquilibrio nella costa estendentesi fino ad interessare il rilevato d'accesso alla spalla Catania del viadotto.

Annovero qui le principali opere di consolidamento eseguite, divise per gruppi come sopra e distribuite per ordine progressivo da Madonna dell'Aiuto.

| VIADOTTI | STRUTTURA | LUNGHEZZA FRALLE SPALLE | ALTEZZA FUORI TERRA | PROFONDITÀ MEDIA DELLE FONDAZIONI | CUNO TOTALE | | PESO TOTALE DELLE PARTI METALLICHE | COSTO TOTALE | | | COSTO COMPLESSIVO DELL'OPERA | COSTO PER M. L. DI LUCE | COSTO PER M.² DI PROSPETTO | Durata dei lavori in giorni | GIORNATE EFFETTIVE DI LAVORO | | |
|--------------|--|----------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|--------------------|-------------------|--|--------------|----------------|---------------------------|---------------------------------|----------------------------|-------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|-----------------|----------------------------|
| | | | | | degli scavi | delle murature | | degli scavi | delle murature | delle parti metalliche | | | | | per gli scavi | per le murature | per le parti metalliche |
| Ranciditi | ad un solo ordine di ar- cate di 10 m. luce m. 90. | 114 36 21 26 | 7 74 3151 54 4981 68 | 6026 60 | 11458 37 148246 52 | 4173 19 162391 31 | 1804 35 102 83 382 | 2241 14363 | 77 | 73 | 1080 | 28249 | 483 | 352 | 3079 | 4665 | |
| Conte | ad un solo ordine di ar- cate di 10 m. luce m. 90. | 115 06 20 88 | 4 29 1486 08 3356 23 | 6026 60 | 4315 61 123065 49 | 4173 19 130986 79 | 1455 41 | 1264 10110 | 73 | 1080 | 28249 | 483 | 352 | 3079 | 4665 | | |
| Balataliscia | a travata me- tallica della portata libera (di 31,59. | 36 24 | 8 93 35 95 2176 27 2095 49 72000 | 6026 60 | 46114 75 | 4173 19 130986 79 | 1455 41 | 1264 10110 | 73 | 1080 | 28249 | 483 | 352 | 3079 | 4665 | | |
| Pozzillo | a due ordini di arcate di 10 m. luce m. 130. | 162 20 27 44 | 8 64 5854 52 8469 16 | 6026 60 | 18640 82 258867 30 | 4173 19 130986 79 | 1455 41 | 1264 10110 | 73 | 1080 | 28249 | 483 | 352 | 3079 | 4665 | | |

Gruppo A

| LOCALITÀ | NATURA DELLE OPERE | Costo complessivo delle medesime | | LUNGHEZZA del tratto di linea consolidata | | Costo a m. l. di linea consolidata | |
|--------------------------------|--|----------------------------------|----|---|----|------------------------------------|----|
| | | | | | | | |
| Rilevato Cazzola | Drenaggi | 16,822 | 70 | 123 | 00 | 136 | 77 |
| Mezzacosta Landolina | Id. | 14,873 | 01 | 156 | 00 | 95 | 34 |
| Rilevato Falce | Id. | 26,867 | 45 | 296 | 00 | 90 | 76 |
| Id. Madonnetta | Id. | 25,588 | 87 | 53 | 00 | 482 | 80 |
| Id. Agrò | Id. | 24,660 | 50 | 130 | 00 | 218 | 34 |
| Id. Savatteri | Drenaggio a monte e sbancamento a valle | 19,292 | 95 | 100 | 00 | 192 | 93 |
| Id. Selvaggio | Drenaggio | 7,612 | 44 | 55 | 50 | 137 | 22 |
| Mezzacosta Tanazza | Id. | 11,004 | 36 | 155 | 00 | 70 | 99 |
| Id. Balataliscia | Id. | 14,126 | 00 | 115 | 60 | 122 | 20 |
| Rilevato Buscemi | Drenaggio a monte e sbancamento generale | 20,104 | 72 | 138 | 00 | 145 | 68 |

Gruppo B

| LOCALITÀ | NATURA delle opere | Costo complessivo delle medesime | | LUNGHEZZA del tratto di linea consolidato | PROIEZIONE verticale della scarpata consolidata | COSTO | | | | | |
|--|---|----------------------------------|----|---|---|--|----|--|----|----|----|
| | | | | | | a metro lineare del tratto consolidato | | a m ² della proiezione verticale della scarpata | | | |
| Trincea Corsello | Banchettoni | 11768 | 90 | 75 | 00 | 930 | 00 | 156 | 92 | 12 | 65 |
| Id. Malati | Id. | 4909 | 21 | 70 | 00 | 293 | 00 | 70 | 13 | 16 | 75 |
| Id. Palma | Banchettoni e muri di sostegno | 27510 | 75 | 131 | 10 | 655 | 45 | 210 | 00 | 41 | 97 |
| Id. Rosina | Banchettoni e speroni in pietrame a secco | 6202 | 46 | 50 | 00 | 169 | 70 | 124 | 99 | 43 | 12 |
| Id. Catinella | Banchettoni | 42919 | 09 | 139 | 07 | 885 | 00 | 303 | 22 | 48 | 50 |
| Id. Tanazza | Id. | 11751 | 50 | 97 | 00 | 451 | 00 | 139 | 06 | 26 | 05 |
| Id. Scozzaro | Muro di sostegno | 6498 | 01 | 57 | 00 | 246 | 58 | 115 | 52 | 26 | 42 |
| Id. Crocidda | Banchettoni | 13949 | 79 | 90 | 00 | 342 | 00 | 137 | 95 | 40 | 78 |
| Id. Conte | Muro di sostegno | 7860 | 01 | 32 | 00 | 118 | 00 | 245 | 62 | 66 | 61 |
| Imbocco Girgenti Galleria Conte | Banchettoni | 17039 | 54 | 63 | 00 | 319 | 14 | 270 | 47 | 50 | 67 |

Gruppo C

| | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|----------------------------------|-------|----|-----|----|------|----|-----|----|----|----|
| Stazione di Grotte | Banchettoni e drenaggi | 24767 | 36 | 133 | 50 | 534 | 00 | 186 | 39 | 46 | 38 |
| Trincea Lopresti | Id. id. | 77117 | 71 | 210 | 00 | 1550 | 00 | 367 | 23 | 49 | 75 |
| Vallone Pozzillo | Drenaggi e briglie | 16910 | 11 | 98 | 00 | » | » | 172 | 55 | » | » |
| Trincea Falce | Banchettoni e drenaggi | 21762 | 12 | 265 | 00 | 321 | 00 | 103 | 81 | 67 | 79 |

Il costo totale delle opere di consolidamento grandi e piccole eseguite

nel 1° tronco ammonta a L. 423643, 06

nel 2° » » » 558478, 24

Lunghezza del 1° tronco escluse le gallerie M. 14968, 94

» del 2° » » » 11020, 00

Costo medio chilometrico }
per le sole opere di con- } Nel 1° tronco L. 28301, 48
solidamento } nel 2° » » 50678, 55

GALLERIE. — Le gallerie di questa linea sono quattro, cioè:

nel 1° tronco la galleria Pietralunga, lunga M. 216, 70

nel 2° » » Sinatra » » 763, 02

» » » Conte » » 163, 00

» » » Ranciditi » » 183, 57

Totale M. 1326, 29

La Galleria di Pietralunga è scavata per brevissimo tratto nel calcare disgregato, per la maggior parte cade nelle argille mioceniche, per metri 78,00 fu eseguita a cielo scoperto; non presentò rilevanti difficoltà. Essa è rivestita per m. l. 216,70 con anello completo di mura-

tura, la calotta dello spessore quasi costante di 0,80 è tutta in conci di pietrame scalpellato fatti in due pezzi della rientranza di 0,50 e di 0,30 a corsi alternati; ogni cinque corsi di conci havvene uno di legati a tutta rientranza. Il suo costo totale è di L. 252,572, 00, cioè di L. 1175,08 nel tratto di galleria artificiale e di L. 1158,42 nel tratto eseguito a foro cieco.

La Galleria Sinatra, eseguita in curva e controcurva di raggio 400, serve a passare dal bacino del fiume Platani a quello del fiume S. Biagio; sbocca a Nord nei terreni soliferi, a Sud nelle argille inferiori a detti terreni. Partendo da quest'imbocco si attraversarono le argille per circa m. 200, indi si entrò nei tripoli, dapprima a strati quasi orizzontali, intercalati ancora da argille; ma progredendo verso Nord l'inclinazione degli strati andò man mano aumentando, scomparvero gradatamente i tripoli cedendo il posto a strati di tuffi bituminosi contenenti tracce di zolfo alternati con gessi molto marnosi.

L'escavazione nei tripoli e nei terreni più recenti si è presentata molto facile, retrocedendo invece verso le argille lo scavo incontrò delle difficoltà non impreviste, ma tuttavia abbastanza forti da rendere molto costoso

il lavoro. In un tratto, di circa quindici metri di lunghezza, posto a soli 100 metri dall'imbocco Sud, si ebbero delle filtrazioni in abbondanza le quali durano tuttora; ivi lo stato fangoso delle terre rese lo scavo molto difficile, il forte rigonfiamento e le grandi spinte resero necessarie robustissime sbadacchiature, l'anello murario in questo tratto ha in chiave uno spessore di m. 1,18; la calotta è in mattoni, i piedritti in pietrame grezzo.

Nel rimanente della galleria si fece largo uso dei mattoni, in calotta però, con spessori, compresi fra 0,89

a 0,45; l'uso della calotta in conci è stato limitato al solo imbocco Nord, avuto riguardo alla scarsità nei dintorni di cave di buona pietra. — La galleria è stata eseguita da quattro attacchi, cioè dalle due bocche e da due attacchi intermedi comunicanti con un cunicolo orizzontale lungo m. 112 e sboccante nel vallone dell'Arena. — Dallo imbocco Nord e dai due attacchi del cunicolo il lavoro ha sempre progredito assai facilmente, non così dall'imbocco Sud aperto nelle argille; valgono a provarlo i seguenti dati:

| NATURA dei terreni | LUNGHEZZA totale | SEZIONE media dello scavo | DURATA del lavoro di scavo | GIORNATE impiegate | FORZA media giornaliera | AVANZAMENTO giornaliero medio dello scavo | GIORNATE di operaio per ogni m. ³ di scavo |
|-----------------------|------------------|---------------------------|----------------------------|--------------------|-------------------------|---|---|
| Nelle argille . . . | 213,58 | 49,50 | 452 g. | 14,256 | 31,55 | 0,473 | 1,354 |
| Nei tripoli e gessi . | 303,80 | 38,58 | 445 g. | 11,913 | 26,79 | 0,613 | 1,133 |

Il costo totale di questa galleria ascende a L. 926,177,29 pari a L. 1213,83 per ogni m. l. della medesima; essa è rivestita con anello murario completo su m. 494,22; manca dell'arco rovescio nel tratto dove scomparvero affatto le argille, cioè per m. l. 268,80.

Nella Galleria Conte si è presentata la stessa successione di terreni che nella precedente, però in quella i calcari interposti fra i tripoli ed i terreni soliferi dimostrarono un forte sviluppo mentre nella precedente appena si accennarono. Lo scavo fu in media facile quanto può ottenersi in un terreno formato per due terzi da rocce intercalate da tufi umidei disaggregate ed instabili, e per un terzo da tripoli e tufi argillosi stratificati e sani. Lo scavo venne condotto con la sagoma adottata per i terreni argillosi presentandosi le due teste in condizioni non rassicuranti; nell'interno, cioè nell'attraversamento dei calcari si mantenne alla calotta la stessa forma, ma nella parte inferiore si modificò la sagoma sopprimendo l'arco rovescio, — La calotta è interamente

in conci scalpellati. — Questa galleria ha costato complessivamente L. 192,800,73, cioè: L. 1182,82 per ogni metro corrente.

La Galleria Ranciditi sebbene aperta in terreni migliori di quelli delle precedenti due gallerie, ciò che permise una diminuzione nella sezione di scavo, tuttavia presentò pure delle difficoltà per il fatto che su tutta la lunghezza della galleria si ebbe al cervello e sopra un fianco la roccia calcare, ai piedi e sul fianco opposto le marne od i tufi molto umidi, da questa condizione speciale, risultante dall'essere la galleria caduta propriamente nella superficie di separazione fra i calcari e le marne, nacque la necessità di eseguire su tutta la lunghezza della medesima un anello di muratura completo e robusto per reggere le spinte disuguali a cui trovasi soggetto. Il costo totale di questa galleria ascende a L. 208,804,54, pari a L. 1137,47 a m. l.

Riassumo nel seguente quadro i dati principali relativi a questa galleria:

| DENOMINAZIONE | LUNGHEZZA della galleria comprese le teste | CUBO TOTALE di scavo | CUBO TOTALE delle murature | SCAVO a m. l. | MURATURE a m. l. | COSTO TOTALE della galleria | COSTO a m. l. | DURATA del lavoro | GIORNATE effettive di operaio | AVANZAMENTO medio giornaliero | FORZA MEDIA giornaliera |
|---------------------------|--|----------------------|----------------------------|---------------|------------------|-----------------------------|---------------|-------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------|
| Galleria di Pietralunga . | 216,70 | 13,530,00 | 6,493,00 | 62,43 | 29,96 | 252,572,00 | 1,165,75 | 449 g. | 17,411 | 0,482 | 38,77 |
| Id. Sinatra | 763,02 | 33,876,63 | 11,193,05 | 44,39 | 14,67 | 926,177,29 | 1,213,83 | 514 g. | 91,857 | 1,484 | 178,70 |
| Id. Conte | 163,00 | 7,142,72 | 2,349,44 | 43,82 | 14,41 | 192,800,73 | 1,182,82 | 386 g. | 16,598 | 0,422 | 43,00 |
| Id. Ranciditi | 183,57 | 7,710,82 | 2,474,81 | 42,00 | 13,48 | 208,804,54 | 1,137,47 | 410 g. | 13,640 | 0,448 | 33,27 |

STAZIONI. — La stazione di diramazione dalla linea di Licata è stata eseguita interamente nuova nella regione detta Madonna dell' Aiuto, essa comprende per il servizio della trazione un rifornitore, una rimessa per 2 locomotive, pel servizio del traffico oltre ad un vasto fabbricato viaggiatori ed un casello doppio comprende un piano caricatore lungo m. 13,60 con un magazzino merci lungo m. 9,32; in questa stazione sono progettati N. 12 scambi, binari di incrocio, di manovra, di carico, ecc. per uno sviluppo complessivo di m. 1426,00.

Il costo totale di questa Stazione, escluso l'armamento, ascende a L. 68573,32.

La Stazione di Castrolibero non comprende che un fabbricato viaggiatori con un piano caricatore lungo metri

13,60 senza magazzini, il suo costo, escluso l'armamento, ascende a L. 85128,84, lo sviluppo complessivo del binario oltre al principale ascende a m. l. 343,00.

Le Stazioni di Racalmuto e di Grotte, nelle quali si è previsto oltre ad un notevole movimento di viaggiatori, un traffico considerevole di solfi e salgemma, sono provviste di ampi piani caricatori e magazzini.

Nella Stazione di Racalmuto si hanno due piani caricatori per i solfi e sale. l'uno affatto scoperto, l'altro parte scoperto e parte ridotto ad apposito magazzino. Questo è diviso in sei locali distinti da affittarsi separatamente, ciascuno munito di due porte, una per l'introduzione dei materiali, l'altra pel carico dei medesimi sui veicoli della ferrovia, ogni compartimento può co-

modamente contenere circa 360 tonnellate di zolfo e comprende un piccolo casotto interno per un guardiano.

Nella Stazione di Grotte si ha un magazzino simile, ma per tre soli compartimenti. — Oltre al servizio speciale dei zolfi e salgemma si è provvoluta ognuna di queste stazioni di un piano caricatore scoperto e di apposito magazzino per le merci ordinarie. — Ambedue queste stazioni sono circondate e chiuse con muri e parte in malta e parte a secco. — Il costo di queste stazioni, escluso l'armamento, risulta dal seguente quadro:

| TITOLO di spesa | STAZIONE di Grotte | STAZIONE di Racalmuto |
|--|-----------------------|--------------------------|
| Movimenti di materie | 30,267,22 | 26,978,78 |
| Fabbricato viaggiatori, marciapiedi, cessi esterni | 37,570,24 | 35,453,72 |
| Piani caricatori scoperti e peso a bilico | 12,771,20 | 17,044,04 |
| Magazzino merci | 20,899,07 | 17,746,04 |
| Id. zolfi | 18,647,76 | 22,874,18 |
| Totale | 120,155,50 | 120,093,30 |

I binarii secondarii presentano uno sviluppo complessivo di m. 796,00 nella Stazione di Racalmuto, e di m. 881,00 in quella di Grotte.

Nella Stazione di Racalmuto si hanno 2332 m² di piani caricatori scoperti e 437,58 m² di piani caricatori coperti.

Nella Stazione di Grotte si hanno 1796 m² di piani caricatori scoperti e 264,20 m² di piani caricatori coperti.

Per la Stazione delle zolfare, destinata quasi unicamente al servizio dei zolfi e posta in mezzo alle zolfare stesse lungi da ogni abitato, si è ritenuto potersi fare a meno dei magazzini sia per i zolfi che per le merci ordinarie, si è invece dato un largo sviluppo ai piani caricatori scoperti che sono in numero di due con una fronte complessiva di caricamento di metri 91,50 ed un'area totale di m² 1363.

Questa Stazione, escluso l'armamento e le chiusure, costa L. 68820,94, i binari, escluso il principale, presentano uno sviluppo complessivo di m. 721.

Non mi occupo della Stazione delle Caldare nella quale i pochi lavori richiesti per l'innesto della nuova linea, cioè aggiunta di un binario di manovra, di una rimessa macchine ed altra per vetture coi relativi binarii, sono stati o verranno eseguiti per mezzo della Società Esercente.

Questa breve linea adunque conta cinque stazioni, esclusa quella delle Caldare. L'importo complessivo delle medesime ammonta a L. 462771,90; i binarii secondarii presentano in tutto uno sviluppo di m. l. 4167 pari ad 1/6 della lunghezza totale della linea. Queste cinque Stazioni offrono m. l. 480,52 di fronte di caricamento fra magazzini e piani caricatori: un'area di m² 5681,00 di piani caricatori scoperti e di m² 768,42 di aree coperte dei quali m² 446,76 per i soli magazzini appositamente destinati per i zolfi o per il sale.

CASE DI GUARDIA ED ATTRAVERSAMENTI DELLA FERROVIA. — In complesso si hanno 23 passaggi a livello, N. 16 sottovia e N. 2 cavalcavia, cioè in totale N. 41 attraversamenti della ferrovia, ossia in media uno ogni 670 metri di linea. Ventidue passaggi a livello sono custoditi da case cantoniere doppie, uno solo è custodito da una semplice garetta, di tali dimensioni però da poter servire di abitazione ad un guardiano permanente. Alle bocche della Galleria Sinatra sono inoltre disposte due case di guardia per abitazione sia del personale di manutenzione, che di un apposito guardiano della bocca della galleria, precauzione più che mai necessaria essendo

questa galleria posta in regione frequentatissima da operai e ragazzi delle miniere che troppo facilmente si avventurerebbero, anche all'oscuro, nella galleria, e potrebbero, per loro imprudenza, rendere frequenti gli infortunii. — Si hanno così N. 25 case cantoniere doppie ed una garetta, cioè in tutto N. 101 camere offrenti complessivamente 1756 m² di area chiusa per abitazione dei guardiani, le camere sono assai comode ed accompagnate ciascuna da un piccolo camerino, in ogni cantoniera doppia sonvi internamente due latrine. — Ogni casa di guardia è provvista di acqua potabile o per mezzo di pozzi, o con cisterne capaci ognuna di 24 m³ d'acqua, od altrimenti con acque derivate dai drenaggi o dalle gallerie e condotte presso la casa con apposite tubature; ogni casello dispone di un piazzale di non meno di 100 m² di area recinta o con siepi vive o con muri a secco, a meno che non si trovi in siti affatto appartati ed isolati da ogni passaggio. — La spesa complessiva per le case di guardia ascende per i due tronchi a L. 243848,62 cioè in media a L. 8872,07 per chilometro.

ARMAMENTO. — Il materiale metallico d'armamento era stato previsto ed appaltato con rotaie Vignoles d'acciaio da m. 9,00 a giunti sospesi, in modo da soddisfare agli ultimi perfezionamenti introdotti in questa parte importantissima delle costruzioni ferroviarie; se non che ritardi affatto impreveduti nella deliberazione degli appalti di quel materiale ci posero nella necessità di fare l'armamento della linea ancora con rotaie del vecchio tipo; però in acciaio Bessemer, avute in poco tempo dai depositi della Società Esercente: le traversine sono tutte di rovere in numero di 7 per ogni rotaia. — I meccanismi fissi delle Stazioni e gli stessi scambi appaltati per questa linea, non essendo ancora arrivati, non si è completato l'armamento delle Stazioni; sicchè qualunque fossero le condizioni generali della linea non si potrebbe ancora oggidì aprire la medesima anche al trasporto delle merci a P. V.; sperasi però poter conseguire anche questo entro il corrente anno.

Conclusioni.

L'importo totale della spesa occorsa o che si presume occorrere per completare questa linea, non comprese le spese per gli studi e per la direzione e sorveglianza dei lavori, nè quelle d'Amministrazione, aggiuntavi però la spesa per la provvista del materiale metallico d'armamento e per le espropriazioni, lavori ai quali provvede direttamente l'Amministrazione, ascende per il 1° tronco a L. 2,705,177,19

» 2° » » 5,121,375,00

ciò che fa ascendere il costo medio chilometrico di questa linea:

per il 1° tronco a L. 178,140,48

» 2° » » 422,192,28.

L'ammontare dei lavori e delle provviste eseguiti fino al giorno d'oggi, esclusa la provvista del materiale metallico d'armamento non ancora contabilizzata, ascende:

per il 1° tronco a L. 1,772,855,79

» 2° » » 4,102,131,98

restano adunque ancora da spendersi:

nel 1° tronco L. 932,321,40

» 2° » » 1,019,243,02

con le quali scorte ritensi poter provvedere abbondantemente a quei maggiori lavori di completamento e consolidamento, che per avventura si manifestassero necessari nei primordii dell'esercizio della linea.

Caltanissetta, 20 ottobre 1880.

L'Ingegnere Capo Direttore A. BILLIA.

MOTORI A FUOCO

ESPERIENZE ESEGUITE SULLA MACCHINA A GAZ
DEL SISTEMA OTTO

di proprietà della Scuola degli Ingegneri in Roma
dall'Ing. prof. FRANCESCO SINIGAGLIA.

Esame dei diagrammi dati dall'Indicatore. — I diagrammi presi coll'indicatore sono di due specie; i primi si riferiscono ai colpi nei quali avviene lo scoppio della miscela, e che si possono perciò chiamare diagrammi di lavoro motore, i secondi invece, che chiameremo diagrammi di lavoro resistente, sono ottenuti allorché la valvola

derarsi come formata di due tratti ek e kf . Si vede chiaro che alla fine del colpo motore la pressione interna, nel caso che esaminiamo, è minore di quella atmosferica.

L'uscita dei prodotti costa lavoro e per essa la linea rappresentativa dello stato fisico della miscela è la cgb ; altrettanto dicasi della fase di aspirazione la quale fornisce la bhc , e della compressione cli . In l il miscuglio si trova alla pressione atmosferica.

Le varie fasi della macchina sono nettamente rappresentate dal diagramma, nè occorre spendere parole per ispiegare come si determina il lavoro motore fornito in un colpo di stantuffo in seguito alla dilatazione della miscela. Il calore svolto nel momento dell'inflamazione dilata i prodotti gassosi della combustione, ne eleva la pressione entro una capacità limitata rendendoli atti a produrre un lavoro meccanico.

L'esplosione subitanea però è dannosa per l'andamento del motore, onde è bene che la miscela sia formata in guisa da produrre l'inflamazione graduale.

Nel diagramma 49 ed in quasi tutti gli altri che rilevai, le ordinate variano con legge abbastanza regolare, senza oscillazioni e quindi è manifesto che la combustione è convenientemente prolungata e che il calore si svolge per gradi.

N. 71 (fig. 23). — In questo diagramma si vede in c che alla fine della corsa la pressione interna è maggiore di quella esterna, abbiamo perciò un aumento nel lavoro negativo durante lo scarico dei prodotti.

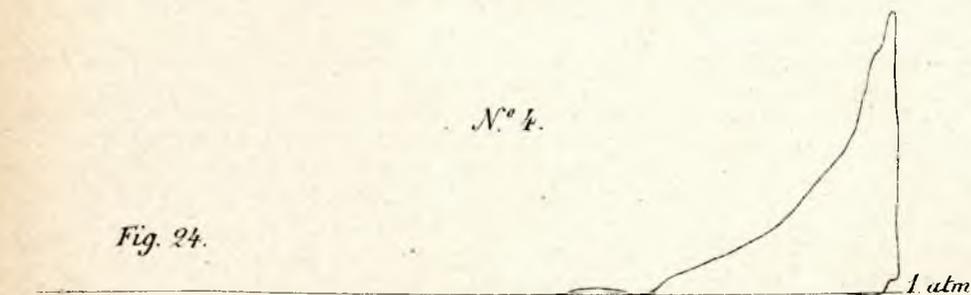
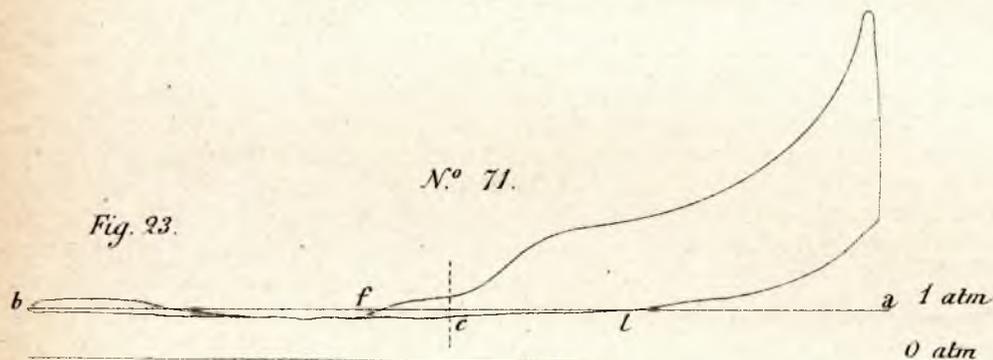
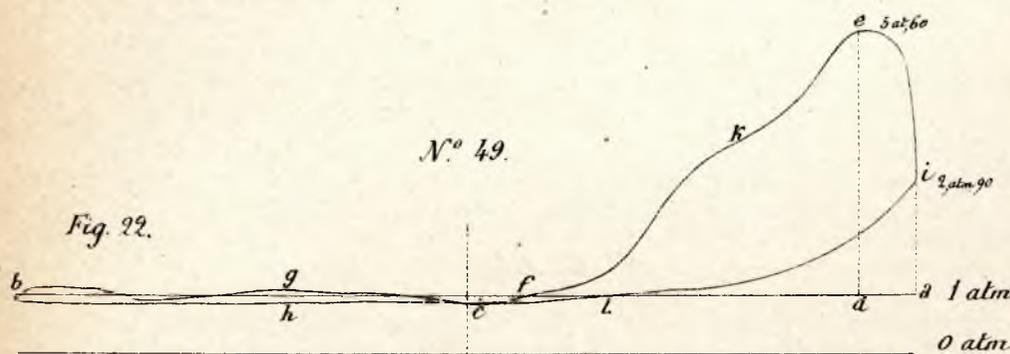
Non è infrequente il caso in cui si ottengono simili diagrammi.

N. 4 (fig. 24). — È un diagramma senza linea di compressione che accenna ad un guasto avvenuto nella valvola di scarico.

La macchina rallentò il suo movimento, ma sarebbe stato difficile scoprire immediatamente la causa del guasto senza il diagramma.

Di qui emerge quanto utile sarebbe che nelle macchine Otto i costruttori praticassero essi stessi nel cilindro il foro per la posa di un indicatore. La macchina è soggetta a sporcarsi internamente e conviene ad ogni tratto smontarla e ripulirla (*).

(*) Non vorremmo che tale dichiarazione danneggiasse la diffusione di macchine di tanta utilità per la piccola industria. Se sono condotte da un macchinista esperto, e si impiega olio di buona qualità per la lubrificazione, basta che la pulitura del cassetto si faccia ogni 12 o 15 giorni, e quella del cilindro una volta al mese. Sono in queste condizioni che trovansi dieci e più macchine Otto, le quali lavorano attualmente in Torino. Una di esse, di mezzo cavallo appunto, lavora giornalmente a segare laminelle di quarziti e graniti per il laboratorio chimico del prof. Cossa nel Museo Industriale Italiano. Un'altra di 6 cavalli di forza muove tutto il giorno 6 macchine tipografiche e litografiche degli Editori dell'Ingegneria Civile. (Nota della Direzione).



d'ammissione del gas è chiusa per opera del regolatore a forza centrifuga.

Consideriamo adesso i diagrammi della prima specie. N. 49 (fig. 22). — La lunghezza ac , metà di ab , rappresenta una lunghezza proporzionale alla corsa dello stantuffo della macchina, de è l'ordinata massima, ad l'ascissa corrispondente, ekf è la curva dell'espansione, che può consi-

derarsi come formata di due tratti ek e kf . Si vede chiaro che alla fine del colpo motore la pressione interna, nel caso che esaminiamo, è minore di quella atmosferica.

Almeno ad ogni nuova rimontatura dovrebbe seguire il rilievo di qualche diagramma.

(Fig. 25). In questo diagramma si vede che la curva è stata influenzata dalla forza viva dello stantuffo dell'indicatore.

N. 172 e 173 (fig. 26). — Sono due diagrammi regolarissimi presi successivamente e nei quali alla fine del colpo motore, la pressione interna è uguale a quella esterna.

N. 160 (fig. 27). — Questo diagramma indica abbruciamento lento ed incompleto e dopo la compressione il miscuglio si è dilatato producendo un lavoro negativo.

La fig. 28 fu ottenuta nel caso della macchina guasta già citato.

I fatti esaminati non sono rari, ed anzi i diagrammi presi successivamente in numero variabile da 7 a 10 sono tutti diversi fra di loro. Essi procedono periodicamente per serie ed un'attenta osservazione mi fa credere che le serie sieno decrescenti a partire s'intende, da quello che ha l'ordinata massima. Non disponendo d'un indicatore ad azione continua non posso per ora procedere ad una verifica. Studierò il fenomeno in altro momento (Vedi le serie N. 159 e 159 bis (fig. 29 e fig. 30), facendo astrazione dal N. 33 del quale si parlerà in seguito).

Per avere un'idea della diminuzione di compressione e di lavoro che ha luogo nel periodo di messa in marcia basta osservare i diagrammi (fig. 31 e fig. 32).

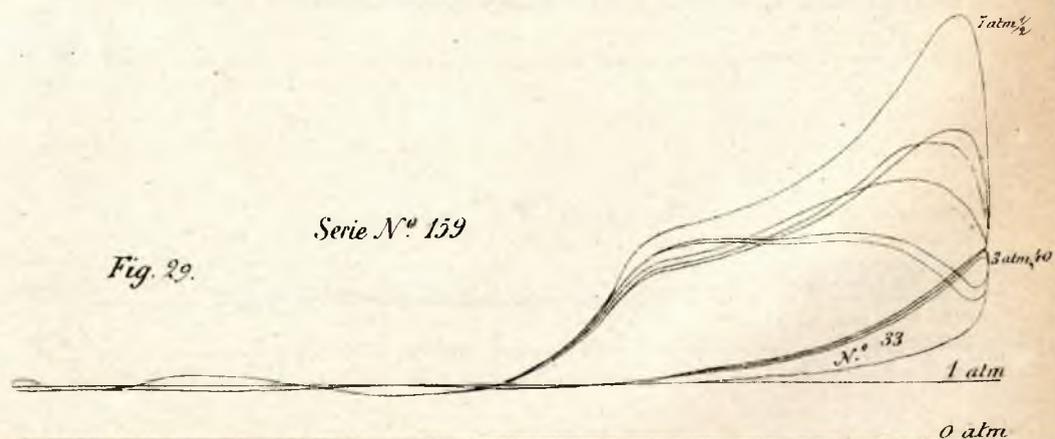
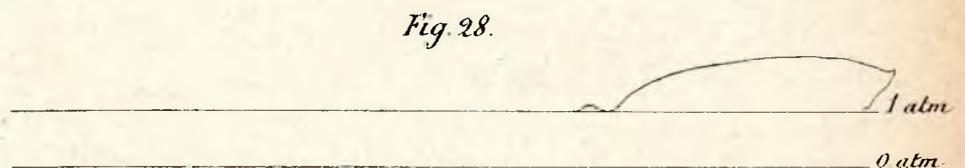
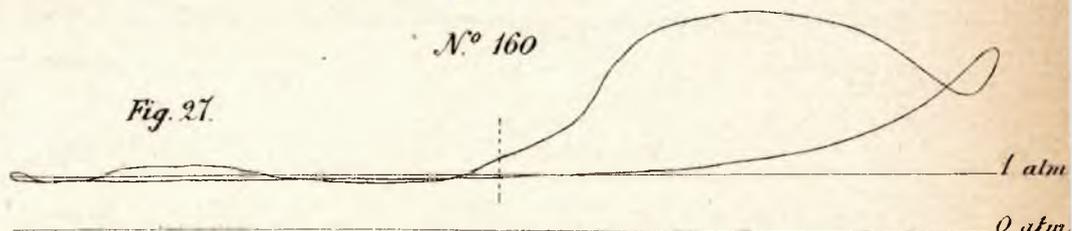
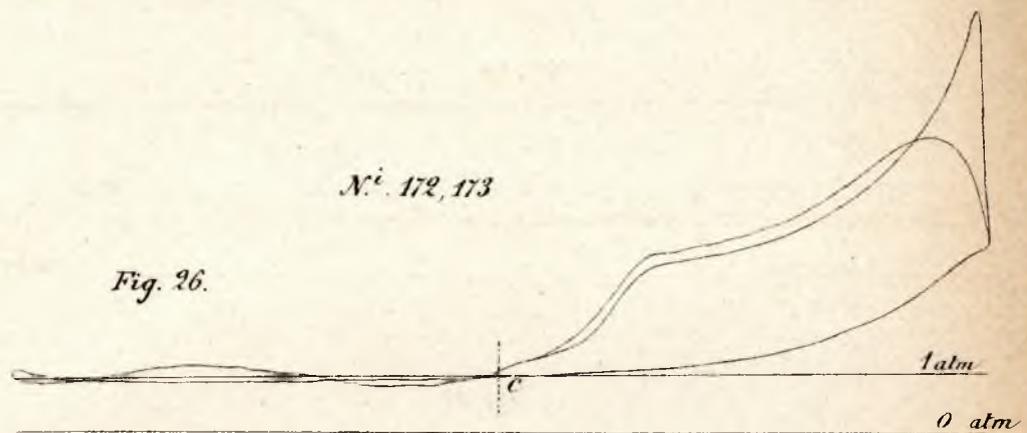
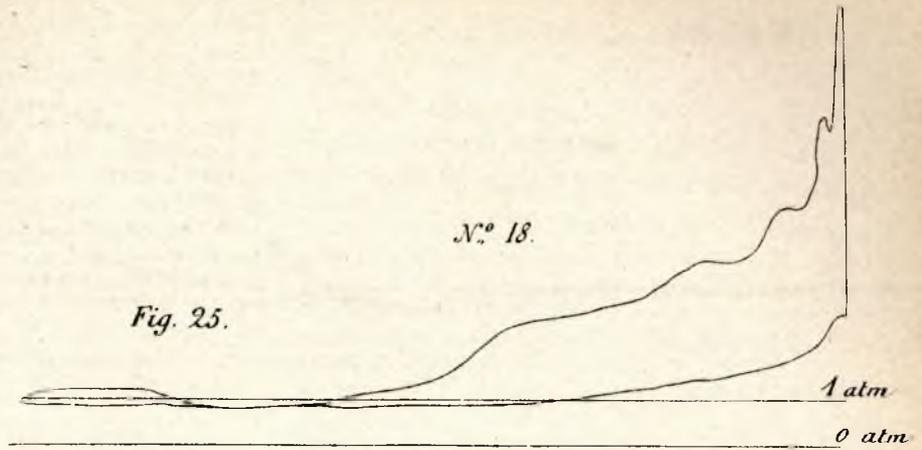
Veniamo ora ai diagrammi di lavoro resistente rilevati come si disse nel momento in cui non avviene l'introduzione del gas nel cilindro.

N. 33 (fig. 33). — Il miscuglio si comprime secondo la linea *a*, la quale, come si vede, si mantiene di poco inferiore alla curva della compressione data dal diagramma di lavoro motore N. 32. La linea *b* mostra come i gas si dilatino restituendo una parte del lavoro speso per comprimerli.

L'area del diagramma 33 rappresenta un lavoro resistente.

Muovendo la macchina fredda a mano ed introducendo solo aria si ottiene il diagramma (fig. 34), nel quale *a* e *b* rappresentano le linee di compressione e di espansione. — È manifesto che le leggi colle quali esse procedono sono diverse.

Gli scoppi massimi si ottengono sempre in principio di corsa, essi sono minori a mi-



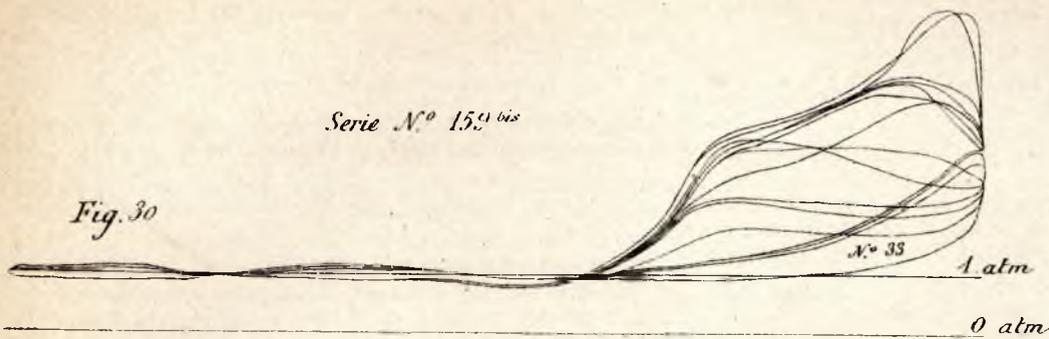


Fig. 30

Serie N° 15 bis

sura che aumentano le ascisse corrispondenti, però i lavori motori massimi provengono dai diagrammi aventi gli scoppi massimi, quantunque la curva dell'espansione si abbassi più rapidamente.

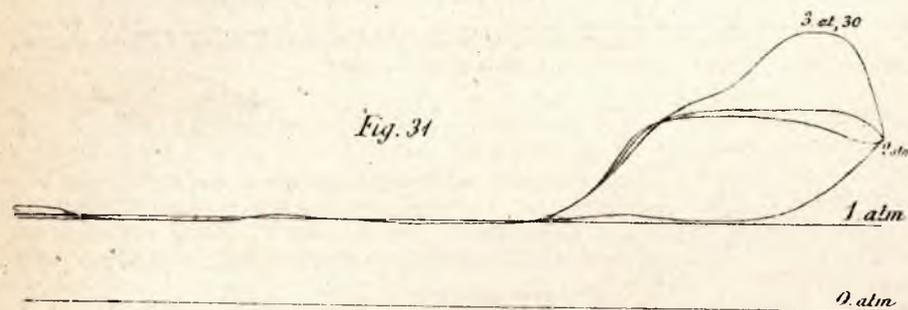


Fig. 31

Calcolo del lavoro indicato. — Il calcolo del lavoro indicato presenta delle inesattezze per la variabilità colla quale si succedono i diagrammi. Ho per altro non solo rilevato un gran numero di diagrammi ma altresì delle serie continue di diagrammi successivi, il che mi permette di eseguire i calcoli con sufficiente approssimazione.

Ciò posto, sia:

$A_{cent. q.}$, l'area della sezione retta dello stantuffo = $103^{cm^2}, 81$;

C_{metri} , la corsa dello stesso = $0^m, 2315$;

p_m , la media delle pressioni medie ricavate dai diagrammi del lavoro motore durante un'esperienza.

In allora il lavoro medio di un colpo motore sarà:

$$p_m A C.$$

Per n colpi motori, siccome lo scoppio avviene ad ogni due giri il lavoro sarà:

$$\frac{np_m A C}{2 \times 60} \text{ chilogrammetri al 1''}$$

Sia μ il rapporto fra il numero dei colpi nominali della valvola di ammissione del gas, cioè quelli che farebbe se lasciasse entrare il gas ad ogni due giri della macchina, ed il numero effettivo di colpi misurato dal contatore decimale durante l'esperienza, numero che varia colla velocità del motore. Il lavoro motore sarà:

$$\frac{\mu np_m A C}{2 \times 60} \quad (1)$$

Ma da questo dobbiamo sottrarre il lavoro resistente che si compie nell'interno del cilindro durante i colpi senza scoppio, il quale lavoro è espresso da

$$\frac{\mu_1 p'_m A C}{2 \times 60} \quad (2)$$

dove p'_m = media delle pressioni medie ricavate dai diagrammi del lavoro resistente

$$\mu_1 = 1 - \mu$$

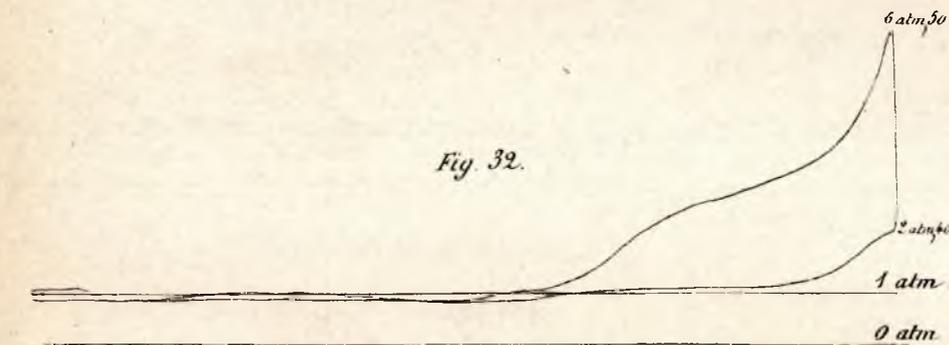


Fig. 32.

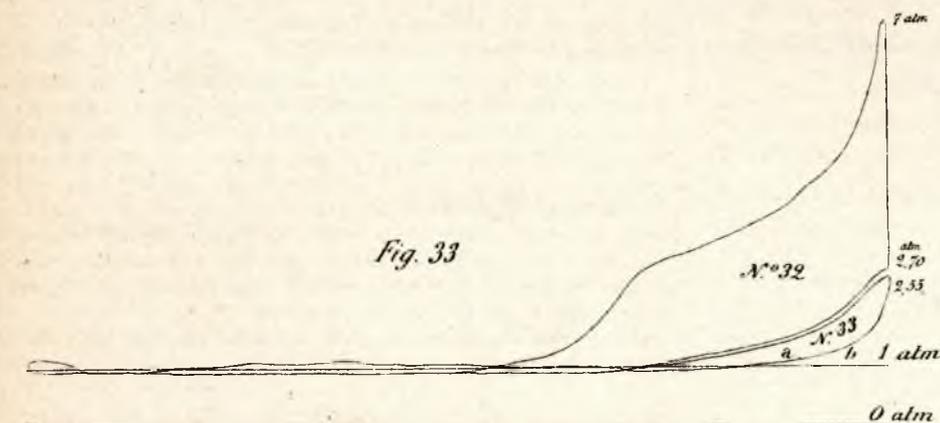


Fig. 33

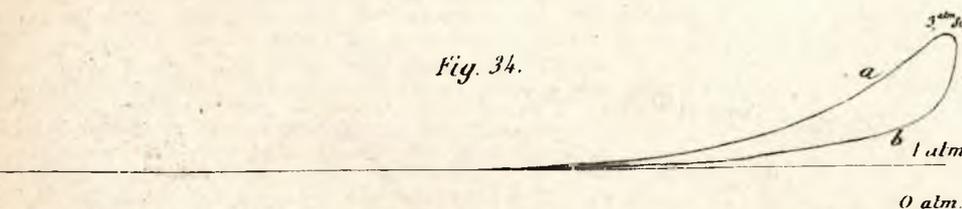


Fig. 34.

onde il lavoro risultante motore è

$$L_{\text{cgm}} = \frac{n A C}{120} \left\{ \mu (p_m + p'_m) - p'_m \right\} \dots (3)$$

Determinazione del rapporto fra il gas e l'aria del miscuglio. — Siano:

v^{mc} il volume totale, misurato, di gas e V^{mc} il volume totale di aria spesi durante il tempo t' dell'esperienza.

Avremo esprimendo C in metri e A in metri quadrati:

$$V = m C A t' \quad \text{dove} \quad m = \frac{n}{2}$$

Il volume V_1 di aria consumata sarà

$$V_1 = V - v = m C A t' - v$$

Ma di questo volume una parte $\mu_1 V_1$ rimane sola, l'altra μV si mescola al volume di gas v .

Il rapporto dunque in volume fra gas ed aria del miscuglio è

$$\alpha = \frac{v}{\mu V_1} = \frac{1}{\mu \frac{V_1}{v}} = \frac{1}{\beta} \dots (1)$$

È facile determinare il rapporto β in peso.

Sia il peso di 1 mc. di gas nelle ordinarie condizioni = k. 0,585, quello di 1 mc. d'aria nelle identiche condizioni = k. 1,300, allora

$$\beta = \frac{0,585}{1,300 \mu \frac{V_1}{v}} = \frac{1}{2,222 \mu \frac{V_1}{v}} \dots (2)$$

Calore sviluppato dalla combustione. — Il potere calorifico del gas illuminante è assai variabile, ed io prenderò la cifra 11851 per le calorie sviluppate da 1 chilogrammo di gas data dal prof. Dwelshauvers Dery (Vedi *Revue universelle des mines*, 1879).

Siccome 1 mc. di gas pesa k. 0,585, così il potere calorifico di 1 mc. di gas sarà

$$11851 \times 0,585 = 6933 \text{ calorie.}$$

Durante un'esperienza si consuma v^{mc} di gas onde le calorie sviluppate dalla combustione sono

$$\lambda = 6933 v.$$

Calore trasportato dai prodotti della combustione. — Vediamo anzitutto qual'è il peso di V^{mc} di miscuglio. Essendo $\frac{1}{\rho}$ il rapporto fra i volumi di gas e d'aria, in V^{mc} di miscuglio vi sarà

$$\frac{V}{\rho + 1} \text{ di gas e } \frac{\rho V}{\rho + 1} \text{ di aria.}$$

Ora il gas pesa k. 0,585 al mc.
l'aria » k. 1,300 »

quindi

$$\text{Peso di gas} = 0,585 \frac{V}{\rho + 1}$$

$$\text{Peso dell'aria} = 1,300 \frac{\rho V}{\rho + 1}$$

Ed il peso totale del miscuglio sarà

$$P_k = \frac{0,585 + 1,300 \rho}{\rho + 1} V$$

Detta $c=0,25$ la capacità calorifica del miscuglio, t^0 la temperatura dei prodotti della combustione, allora per ogni

chilogramma di miscuglio, converrà fornire $c \times t^0$ calorie e per P chilogrammi, avremo

$$\Omega = P c t^0$$

Rapporto fra il calore trasportato dai prodotti della combustione e quello sviluppato dalla combustione. — Sarà

$$\Delta = \frac{\Omega}{\lambda}$$

Calore assorbito dall'acqua di circolazione. — Siano θ e θ_1 le temperature dell'acqua di circolazione all'arrivo nel cilindro ed allo scarico; W il volume consumato durante la esperienza, avremo

$$\Theta = W (\theta_1 - \theta) \text{ calorie assorbite.}$$

Rapporto fra il calore assorbito dall'acqua e quello sviluppato dalla combustione. — Sarà

$$\Phi = \frac{\Theta}{\lambda}$$

Calore perduto per la vaporizzazione dell'acqua e per irradiazione. — Per ogni esperienza si conosce il calore assorbito dall'acqua di circolazione Θ , quello assorbito dai gas bruciati Ω , e quello λ sviluppato dal gas ammesso nella miscela.

Ora è pur noto il lavoro indicato L_i chilogrammetri al t' ed il tempo t' che durò l'esperienza. Per cui il lavoro indicato sviluppa un calore dato dalla

$$\frac{L_i \times t' \times 60}{425} = \sigma \text{ calorie.}$$

In allora avremo $\tau = \lambda - \Theta - \Omega - \sigma =$ al calore perduto per la vaporizzazione e per l'irradiazione.

Volendosi il rapporto di queste perdite al calore totale avremo:

| | |
|------------------------------------|--------------------------|
| Per l'acqua di circolazione | $\frac{\Theta}{\lambda}$ |
| Pei prodotti della combustione | $\frac{\Omega}{\lambda}$ |
| | $\frac{\sigma}{\lambda}$ |
| Per vaporizzazione ed irradiazione | $\frac{\tau}{\lambda}$ |

e il rapporto fra il lavoro indicato e quello totale sarà $\frac{\sigma}{\lambda}$.

Lavoro indicato e lavoro effettivo sull'albero della macchina. — Per la grande variabilità degli scoppi e per gli errori inevitabili provenienti dal metodo di misurazione col freno di Prony (1), errori tanto più sensibili, quanto la macchina su cui si opera è di piccola forza, non era possibile sperare risultati attendibili relativi alla ricerca del coefficiente di rendimento della nostra motrice, la quale inoltre essendo a scoppio ha un movimento non strettamente periodico malgrado il forte peso del suo volante. Le esperienze confermarono queste previsioni (*).

Ho ricorso allora ad un altro metodo che mi permette di avere dei risultati praticamente esatti.

(1) Veggasi: KRETZ, *Mémoire sur les conditions à remplir dans l'emploi du frein dynamométrique.*

(*) È spiacevole che tante esperienze col freno non abbiano servito a nulla, e che pur volendo dedurre un coefficiente di rendimento del meccanismo il prof. Sinigaglia abbia ricorso ad un metodo indipendente dall'uso del freno.

Nè sappiamo per verità quale grado di fiducia si possa attribuire ai numeri così trovati, come non comprendiamo quale interesse sia per la teoria sia per la pratica abbiano i coefficienti di rendimento del meccanismo trovati su di una macchina della sola forza di mezzo cavallo-vapore, mentre si sa che un cuscinetto un tantino di troppo premuto basta a rendere quasi nullo il detto rendimento. Lo comprenderemo solo nel caso in cui si trattasse d'insegnare agli allievi il metodo sperimentale; ma allora è all'uso razionale del freno e non a calcoli teorici che si deve ricorrere. (Nota della Direzione).

Si può ammettere che entro i limiti relativamente ristretti entro i quali funziona la macchina, il lavoro degli attriti inerenti ad essa rimanga costante. È certo che l'applicazione delle resistenze utili aumenteranno le pressioni fra le coppie d'elementi combacianti; ma noi tralascieremo gli attriti provenienti dalla detta applicazione.

Si poteva anche fare la supposizione che gli attriti rimasero costanti variando il lavoro colla velocità della macchina. Ma in allora per velocità inferiori a 172 giri per le quali la valvola si apre ad ogni due giri, ne sarebbe risultato un rendimento costante per tutti i regimi, perchè la pressione media indicata non avrebbe da uno all'altro sensibilmente variato.

La macchina marciando a vuoto in ragione di 179 a 180 giri al 1' dà un lavoro indicato, proveniente dalla misura di moltissimi diagrammi, di cav. 0,283, il quale non è altro che il lavoro degli attriti, che sottratto da quello indicato ci dà il lavoro effettivo e quindi otterremo subito il coefficiente di rendimento. Vuolsi notare che nelle singole esperienze al freno non era possibile senza un indicatore continuo, di avere tutti i diagrammi ad esse relativi e che perciò i lavori indicati saranno soltanto approssimativi. Inoltre l'inerzia delle parti mobili dell'indicatore può essere causa che alcuni diagrammi diano valori minori del vero, ma per contro la forza viva delle medesime può talvolta renderli maggiori.

Massimo lavoro della macchina e coefficiente di rendimento organico. — È evidente che il massimo lavoro si otterrà per 173 giri al 1'. Ora notiamo che il miscuglio detonante essendo prima dello scoppio compresso a più di 2 atmosfere, ossia più di 2000 mm. di acqua, dallo stantuffo stesso, l'influenza di pochi millimetri nella pressione iniziale del gas è insensibile, onde è lecito prendere la pressione media di k. 1,590 risultante dalla calcolazione di 204 diagrammi per determinare il lavoro indicato della macchina.

Sia dunque $p_m = 1,590$, $p'_m = 0$, $n = 173$ e quindi $\mu = 1$, avremo:

$$\text{Lavoro indicato } \frac{n \text{ AC}}{120} p_m = \text{kgm. } 55,077 = \text{cav. } 0,734.$$

$$\text{Lavoro degli attriti cav. } 0,283.$$

$$\text{Lavoro effettivo sull'albero } 0,734 - 0,283 = 0,451.$$

$$\text{Coefficiente di rendimento organico} = \frac{451}{734} = 61 \text{ } \%. \text{}$$

Risultato al certo non minore del vero perchè trascurammo una parte degli attriti.

In questo caso essendo 0,50 il braccio del freno, il peso da mettersi su questo per l'equilibrio sarebbe

$$P = 6 \text{ k. circa.}$$

Nella tabella dei risultati generali ottenuti sperimentalmente si osservano delle anomalie circa le varie velocità prese dalla macchina sotto l'azione di uno stesso peso al freno. Ciò prova la poca bontà, generalmente parlando, delle indicazioni che può dare un freno (*).

Sia ora $n = 176$, $p_m = 1,590$, possiamo in media assumere $\mu = 0,90$, $p'_m = 0,220$.

(*) A questo riguardo dobbiamo fare ai lettori le nostre riserve. Anche una macchina a scoppio di gas, di qualsiasi forza, purchè caricata di un freno proporzionato alla forza della macchina e ben centrato può camminare parecchie ore senza interruzione, colla stessa velocità e collo stesso peso e con una regolarità meravigliosa.

Noi l'abbiamo sempre ottenuto sperimentando 20 e più motori Otto dello stesso sistema e di forze da 1/2 cavallo fino ad 8 cavalli-vapore, servendoci di freni a circolazione d'acqua del sistema Thiabaud che sono il più bel portato della meccanica sperimentale di questi ultimi anni.

Pubblicheremo fra poco i risultati di esperienze che furono eseguite al Museo Industriale Italiano su di un motore Otto della stessa forza di quello di cui si tratta in codesta Memoria, perchè amiamo confermare col fatto le nostre asserzioni.

(Nota della Direzione).

E allora

$$\begin{aligned} \text{Lavoro indicato} &= \text{cav. } 0,657 \\ \text{Id. degli attriti} &= \text{ » } 0,283 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lavoro effettivo} &= \text{cav. } 0,374 \\ \text{Rendimento } 57 \text{ } \%. \end{aligned}$$

Sia $n = 170$, $p_m = 1,590$, allora

$$\begin{aligned} \text{Lavoro indicato} &= \text{cav. } 0,722 \\ \text{Id. degli attriti} &= \text{ » } 0,283 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lavoro effettivo} &= \text{cav. } 0,439 \\ \text{Rendimento } 60 \text{ } \%. \end{aligned}$$

È da osservarsi che il lavoro indicato e quello degli attriti inerenti alla macchina, cioè del limite minimo dei medesimi sono due lavori perfettamente comparabili perchè determinati collo stesso metodo. Ora non reca meraviglia che gli attriti assorbano una discreta parte del lavoro, basta perciò analizzare la macchina. Infatti abbiamo gli attriti provenienti dai due supporti dell'albero principale sul quale è montato un forte volante ed un ingranaggio d'angolo, dai due supporti dell'albero di distribuzione, dal cassetto tenuto a posto mediante forti molle, da due coppie d'ingranaggi, ecc.

La massima ordinata media fu trovata uguale a $p_m = 2,80$. Ora per $n = 173$ si avrebbe

$$\begin{aligned} \text{Lavoro indicato} &= \text{cav. } 1,290 \\ \text{Id. degli attriti} &= \text{ » } 0,283 \end{aligned}$$

$$\text{Lavoro effettivo} = \text{cav. } 1,007$$

Rendimento 77 %, risultato evidentemente impossibile ad ottenersi.

L'andamento della macchina resta dunque fissato in ragione di 173 giri

$$\begin{aligned} \text{il lavoro indicato} &= \text{cav. } 0,734 = \text{kg. m. } 55,050 \\ \text{il lavoro effettivo} &= \text{ » } 0,451 = \text{ » } 33,825 \end{aligned}$$

perciò il calore corrispondente al lavoro è, per quello indicato

$$\frac{55,050 \times 60''}{425} = \text{cal. } 7,75$$

per quello effettivo

$$\frac{33,825 \times 60''}{425} = \text{cal. } 4,77.$$

Le calorie perdute saranno

$$7,75 - 4,77 = \text{cal. } 2,98$$

Il consumo di gas lo deduco dalla tabella delle esperienze ed assumo mc. 0,016 al 1' ossia mc. 0,960 all'ora, valore inferiore alla media dei consumi trovati.

Il rapporto fra gas ed aria è di 1/8 ad 1/9 in volume, ossia 1/18 a 1/20 in peso.

Secondo le esperienze del prof. Bernardi, di Padova, il rapporto che dà il massimo effetto dinamico è di 1/6 a 1/7 in volume e dalla tabella riportata più sopra, sulle accensioni, si ricava che il miscuglio fatto in queste ultime proporzioni ha una velocità di accensione minore degli altri, il che è certo utile per la regolarità della macchina.

La spesa di gas per cavallo indicato e per ora sarebbe di

$$\frac{\text{mc. } 0,960}{\text{cav. } 0,734} = \text{mc. } 1,307$$

e per cavallo effettivo

$$\frac{\text{mc. } 0,960}{\text{cav. } 0,451} = \text{mc. } 2,128 \text{ (')}.$$

(') Le conclusioni alle quali giunge l'Autore, riguardanti il consumo, sono in opposizione con quelle risultanti da esperimenti molteplici di diversi abilissimi ingegneri, i quali non trovarono mai un consumo superiore a mc. 1,200 anche per macchine di piccola forza. Ma su quest'argomento del consumo di gas ritorneremo con apposito articolo.

(Nota della Direzione).

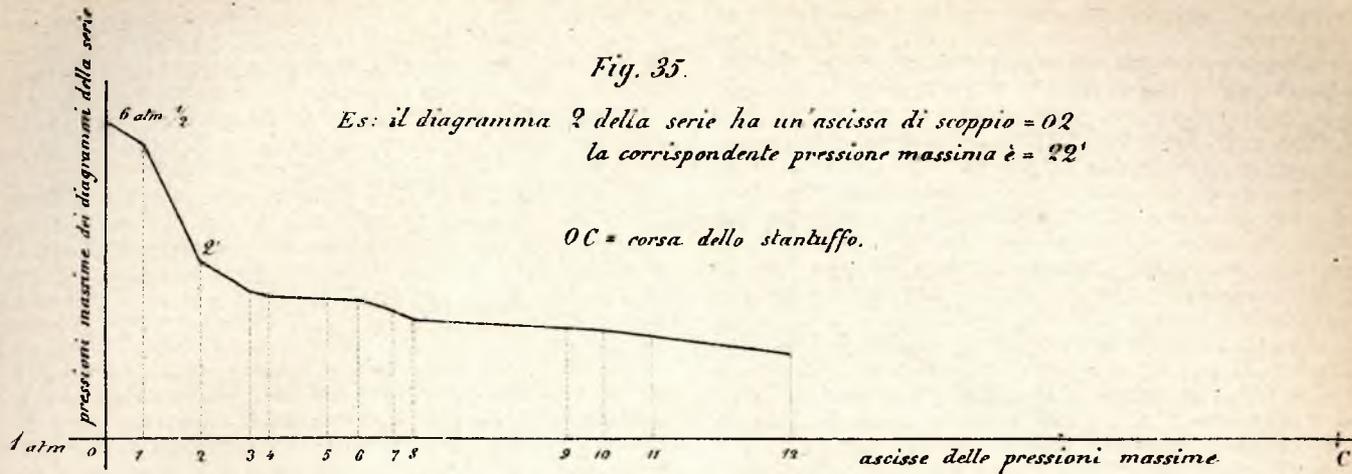


Fig. 35.

Es: il diagramma 2 della serie ha un'ascissa di scoppio = 02
la corrispondente pressione massima è = 22'

OC = corsa dello standuffo.

Scala delle ascisse 2, 5 il vero
" " pressioni 0,005 per chilog.

Es. il diagramma 2 della serie ha una pressione massima = 02
e fornisce un lavoro = 22'

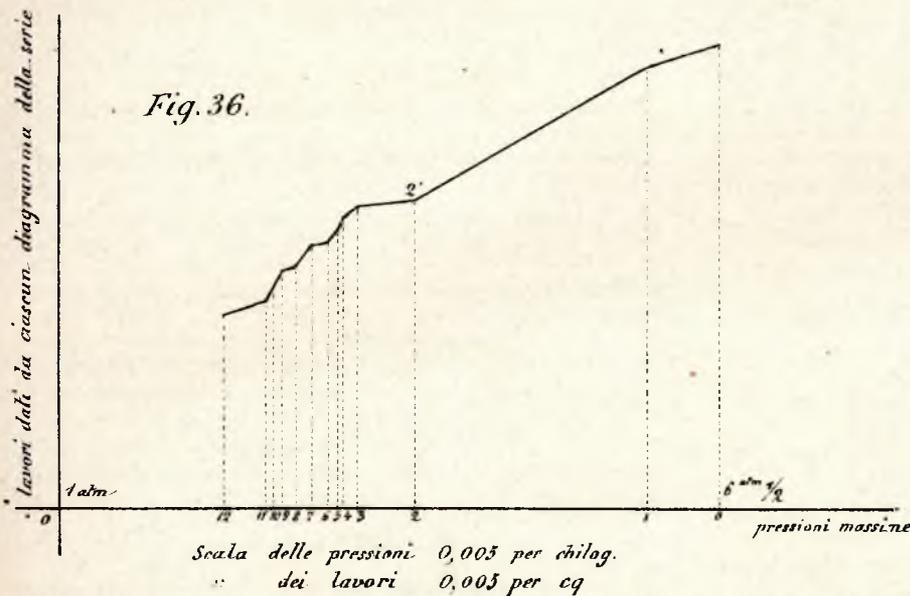


Fig. 36.

Scala delle pressioni 0,005 per chilog.
" dei lavori 0,005 per cq

È evidente però che in una macchina di maggior forza il consumo di gas sarà minore.

Le calorie sviluppate dalla combustione di mc. 0,016 sono $\gamma = 111$.

I prodotti della combustione dopo un certo tempo di lavoro escono a 300° di temperatura onde esse trasportano con loro, essendo $\rho = 8$, $V = 0,214$ al 1', $\Omega = \text{cal. } 19,57$.

L'acqua di circolazione nel caso della minima alimentazione data dalle esperienze e che si può assumere come normale assorbe in un 1'

$$\Theta = \text{lit. } 0,83 (48^{\circ},5 - 23^{\circ},5) = \text{cal. } 20,75$$

Sarà quindi

Calore assorbito:

| | |
|--|------------|
| Dai prodotti della combustione | cal. 19,57 |
| Dall'acqua di circolazione » | 20,75 |
| Dal lavoro indicato | 7,75 |

Totale 48,07

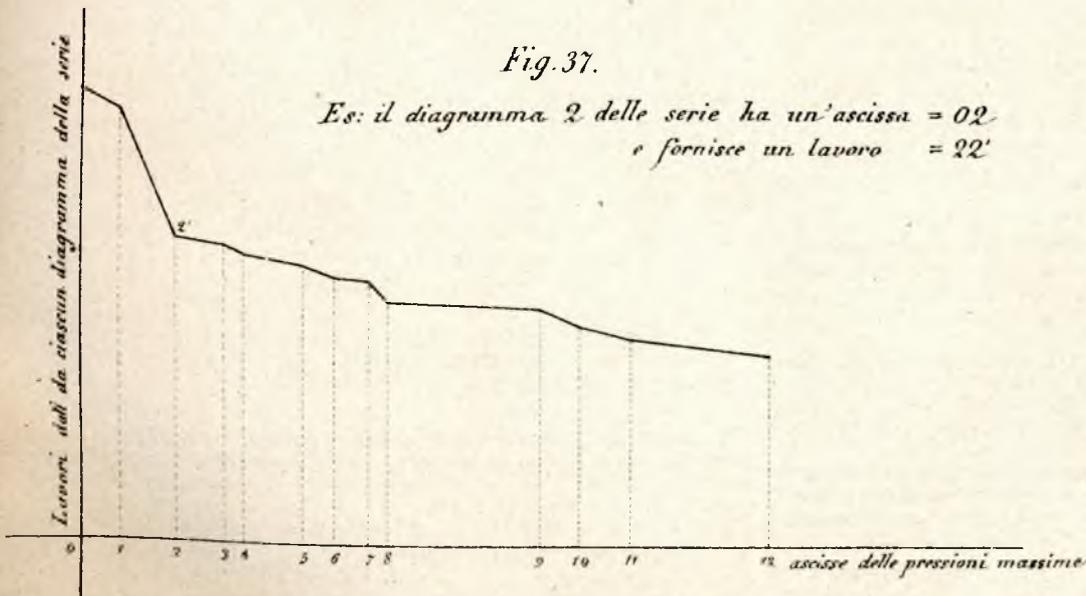


Fig. 37.

Es: il diagramma 2 delle serie ha un'ascissa = 02
e fornisce un lavoro = 22'

Scala delle ascisse = 2 5 il vero

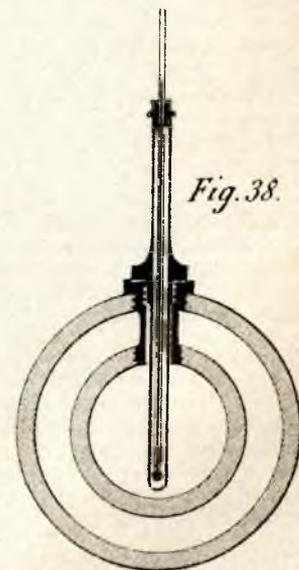
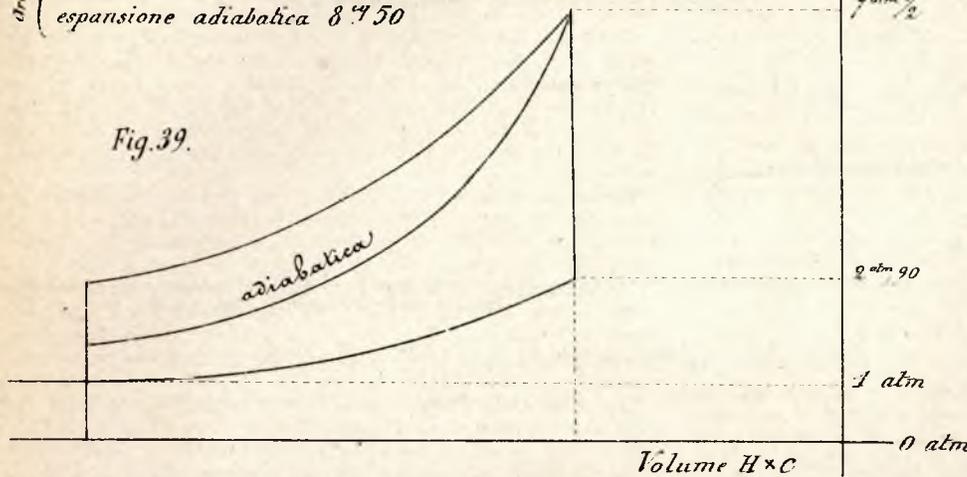


Fig. 38.

Diagrammi teorici da confrontarsi con quello rilevato N° 159.

Area diag. $\left\{ \begin{array}{l} \text{N° 159} = 11,9 \text{ 63} \\ \text{legge di Mariotte } 14,900 \\ \text{espansione adiabatica } 8,450 \end{array} \right.$



Ora il calore sviluppato dal gas è $\lambda = 111$ onde la differenza $111 - 48,07 = \text{cal. } 62,93$ sarà il calore perduto per irradiazione e per la vaporizzazione dell'acqua di circolazione.

Riferendo i suddetti elementi al calore totale avremo:

Perdita di calore per i prodotti della combustione:

$$\frac{49,57}{111} = \frac{1}{5,62} = 18\% \text{ circa del calore totale.}$$

Perdita di calore per l'acqua di circolazione:

$$\frac{20,75}{111} = \frac{1}{5,34} = 19\% \text{ circa del calore totale.}$$

Calore utilizzato pel lavoro indicato:

$$\frac{7,75}{111} = \frac{1}{14,32} = 7\% \text{ circa del calore totale.}$$

Perdita di calore per irradiazione, ecc.:

$$\frac{62,93}{111} = \frac{1}{1,76} = 56\% \text{ circa del calore totale.}$$

La macchina consuma, come si vide, mc. 1,307 per cavallo indicato; onde il rendimento e l'utilizzazione definitiva della macchina sarà

$$\frac{\text{kg. } 270000}{6933 \times 1,307 \times 425} = 7\%$$

risultato che evidentemente corrisponde a quello ora trovato.

Andamento delle pressioni massime e andamento dei lavori in una serie di 13 diagrammi di lavoro motore rilevati successivamente. — Risulta chiaramente dai diagrammi (fig. 35, 36 e 37) che gli scoppi diminuiscono coll'aumentare dell'ascissa dei diagrammi di lavoro, e che il lavoro aumenta coll'aumentare dell'intensità della pressione massima. Ne consegue che qualora lo scoppio avviene al principio della corsa il lavoro è massimo.

Le dette figure porgono un'idea del modo con cui decessono le pressioni e i lavori in una delle serie periodiche di diagrammi di lavoro motore e però della regolarità di questo.

Riesce così manifesta l'influenza della temperatura della massa inerte e delle pareti del recipiente sul lavoro di ciascun colpo. Variando questa temperatura che dipende dal modo con cui avvenne la combustione nel colpo antecedente, varierà pure la resistenza che si oppone all'ingresso

del miscuglio detonante e quindi il rapporto fra aria e gaz. Lo stato termico del miscuglio è dunque diverso per una certa serie di colpi e gli stessi fatti si riproducono in modo che si può dire periodico.

Ho intrapreso lo studio in base alle esperienze fatte per la ricerca di una legge che colleghi fra loro le ascisse, le ordinate massime e le aree dei diagrammi.

Temperatura media della massa gasosa. — Durante il rilievo dei diagrammi mi sono assicurato che l'interno del cilindretto dell'indicatore rimaneva quasi freddo, per cui la molla ha mantenuto la sua taratura.

Ho esplorata la temperatura media della massa gasosa durante il lavoro del motore col mezzo di un termometro messo entro un tubo ripieno di olio (fig. 38). Ottenni costantemente la temperatura di 140° centigradi.

Ora i prodotti della combustione escono a 300°, si vede quindi qual'è l'influenza dei gas freddi che entrano a far parte del miscuglio.

Diagrammi teorici e confronto col diagramma più grande della serie N. 159. — La fig. 39 rappresenta due diagrammi teorici. In entrambi supposi che la compressione avvenisse secondo la nota legge di Mariotte. Nel primo l'espansione si farebbe colla medesima legge, nel secondo invece con legge adiabatica. La pressione massima è di k. 71,2 come quella del diagramma N. 159. Risulta che i diagrammi teorici si allontanano uno del 20% in più, e l'altro del 27% in meno da quello pratico.

Osservazioni. — Giova notare come nei primi giorni di luglio, il funzionamento della macchina fu, se così posso esprimermi, assai capriccioso forse perchè questa essendo nuova, il combaciamento della superficie del cassetto colle superficie della camera di distribuzione non era perfetto. Non sempre la si poteva mettere in marcia senza essere prima obbligati a smontare e rimontare il cassetto; avvenivano degli scoppi esterni che spegnevano la fiamma d'accensione, e che non erano molto rassicuranti per gli operatori.

In seguito, pel continuato lavoro della macchina, non si ebbero più a lamentare siffatti inconvenienti.

Coll'andare del tempo si forma entro il cilindro una specie di morchia attaccaticcia che è causa di diminuzione sensibile nella velocità e nel lavoro del motore. È necessario allora smontarlo e ripulirlo accuratamente, altrimenti il suo movimento si estingue, sia per l'aumentata resistenza, sia perchè i gas non possono più penetrare nello spazio inerte essendo i fori otturati dalla morchia.

La pulitura generale deve essere fatta, in via ordinaria, almeno una volta al mese, quella del cassetto e della valvola di scappamento ogni 15 giorni.

Consumo di gas per l'accensione e consumo di olio per la lubrificazione. — I due beccchi di gas che servono per l'accensione consumarono 178 litri di gas all'ora alla pressione di mm. 20.

La lubrificazione della macchina richiede circa 40 grammi di olio all'ora, il che porta una spesa piuttosto forte se si riflette alla piccolezza del motore.

Da quanto sopra si rileva:

il motore fornisce 0,734 cavalli indicati
» » 0,451 » effettivi

e consuma mc. 0,960 + 0,178 = mc. 1,138 all'ora, che a ragione di 32 cent. al mc. dà cent. 36 all'ora. Per una giornata di 10 ore di lavoro il solo gas costerebbe qui in Roma L. 3,60 senza il nolo del suo contatore. Inoltre il costo del motore Otto è di molto maggiore di quello di una macchina a vapore di egual potenza.

Ad esso però rimangono i noti vantaggi della possibilità di introdurre la forza a domicilio e di non consumare affatto il combustibile quando è inattivo.

Sono lieto di chiudere questa Memoria, coll'esprimere i miei ringraziamenti all'ing. Giulio Forlanini, già assistente alla mia cattedra, all'ing. Enrico Fontana, che gli successe in tale ufficio, ed al signor Cesare Chizzoni, addetto al Gabinetto di Scienza delle Macchine, i quali mi hanno validamente coadiuvato nelle fatte esperienze.

FRANCESCO SINIGAGLIA.

NOTIZIE

Alla memoria di Crocé-Spinelli e Sivel. — Di questi giorni ebbe luogo al cimitero di Père-Lachaise a Parigi l'inaugurazione del monumento destinato a ricordare gli sventurati aeronauti che morirono ad 8000 metri di altezza, vittima del loro zelo scientifico.

Il monumento è nella parte ovest del cimitero nell'angolo di uno dei grandi quadrati della spianata centrale, in faccia ai monumenti inalzati ai morti non domandati della guerra franco-germanica ed alle guardie nazionali cadute durante il primo assedio di Parigi.

Su di un imbasamento di granito vi ha un sarcofago di marmo bianco lungo due metri e largo un metro. Nessuna modanatura, nessuna decorazione.

Sovr'esso, a circa un metro di altezza dal suolo, sono distese le statue di bronzo dei due aeronauti, i quali si tengono per mano, e sono coperti da uno stesso drappo funebre. Ricordiamo di avere veduto all'Esposizione di Parigi del 1878 l'abbozzo di tale pregevole scultura.

Ecco l'epitafio:

*Aux victimes de la catastrophe du ZÉNITH
J. Crocé-Spinelli et Sivel
Morts à 8,000 mètres de hauteur.*

Il signor Gaston Tissandier, che sopravvisse alla catastrofe, assisteva alla funzione. V'intervennero pure in gran numero scienziati ed aeronauti, e rappresentanze di Associazioni ed Accademie di navigazione aerea e di aerostatica meteorologica.

La marina mercantile presso le diverse Nazioni, nell'anno 1879-80. — Dalle statistiche sullo stato attuale della marina mercantile presso tutti i Paesi risulta che il numero totale delle navi è di 54,921, con un tonnellaggio brutto complessivo di 20,283,540 tonn. Tra d'esse le navi a vapore sono in numero di 5,897, e rappresentano un tonnellaggio brutto di 6,179,935 tonnellate.

Nella navigazione a vela l'Inghilterra è la prima, avendo da sola 18,357 navi. Vengono poi per ordine di importanza l'America, la Norvegia, la Germania, l'Italia, la Francia, la Grecia, la Svezia, la Russia, la Spagna, l'Olanda, la Danimarca. La marina a vele degli altri Stati è inferiore a mille navi.

Nella navigazione a vapore le diverse Nazioni rimangono così classificate: Inghilterra 3,542 navi, America 519, Francia 292, Germania 244, Spagna 214, Svezia 194, Russia 156, Norvegia 136, Olanda 113, Danimarca 104, Italia 101. Gli altri Stati hanno meno di 100 navi.

Vedesì adunque che se l'Italia, in fatto di navi a vela, possiede il quinto posto, è delle ultime quanto a navi a vapore, e deve solo dedurre che la nostra marina mercantile non segue abbastanza la generale tendenza degli altri Stati ad abbandonare le navi a vela.

La ferrovia Torino-Rivoli, nell'anno 1880. — Di questa singolare ferrovia a binario ridotto, portata ad esempio in tutte le parti del mondo, pubblichiamo i seguenti dati statistici sull'esercizio 1880, compilati dall'egregio direttore dell'esercizio, l'ingegnere Lorenzo Raimondo.

La lunghezza della linea in esercizio al 31 dicembre 1880 era di chilom. 12. Il materiale mobile in servizio alla detta epoca si componeva di macchine locomotive 4, vetture a viaggiatori 33, vagoni da merce e bestiame 6, in totale 43. Col detto materiale si fecero, durante il 1880, n. 5,835 treni misti, cioè mediamente n. 15,94 convogli per giorno, con una percorrenza di treni-chilometri pari a 70,020.

La percorrenza media dei convogli fu di 1.01 locomotive, 5.44 vetture viaggiatori, 1.09 vagoni merci.

Le locomotive fecero insieme 71,164 chilometri, le vetture a viaggiatori 381,066 chilom. ed i vagoni bagagli e merci 76,810 chilometri.

Si trasportarono, col detto materiale, n. 369,794 viaggiatori, 44 tonnellate di bagagli, 197 tonnellate di merci a grande velocità e 3,198 tonnellate di merci a piccola velocità.

Il numero dei viaggiatori di 1ª classe fu di 55,045 e di 314,749 quelli di 2ª, con un prodotto per i primi (dedotte le tasse erariali e la tassa di bollo) di L. 33,293,79 e per i secondi di lire 120,201,43, in ragione cioè di L. 21,69 0/10 gli uni e di 78,31 0/10 gli altri, e di L. 0,635 per ciascun viaggiatore di 1ª classe, di L. 0,381 per ognuno di 2ª e di L. 0,0419 per ogni viaggiatore-chilometro.

La percorrenza dei viaggiatori ascese a 3,656,264 chilometri in totale; di questi, 569,148 furono percorsi dai viaggiatori di 1ª classe, e 3,087,116 da quelli di 2ª. I viaggiatori di 1ª classe percorsero mediamente chil. 10.34, quelli di 2ª chil. 9.80.

La percorrenza delle merci a piccola velocità fu di chilometri 35,306, e la media per tonnellata di chilometri 11.04. Il prodotto totale fu di L. 4,391,39. Il prodotto d'una tonnellata trasportata fu di L. 1.373, ed il prodotto medio d'una tonnellata-chilometro di L. 0.124.

I prodotti della linea, depurati dalle imposte governative, furono in complesso di L. 159,698,89, e le spese di L. 99,321,65, con un utile quindi a favore della Ferrovia di L. 60,377,24, e di L. 35,284,56 a favore del Governo per tasse erariali e di bollo, ascendendo quest'ultima alla non lieve cifra di L. 15,071, cioè di L. 1,255 92 per ogni chilometro di linea, ed in unione alle tasse erariali, di L. 2,940,38 per chilometro, cioè il 18 0/10 degli introiti brutti della linea ed il 37 0/10 degli introiti netti.

Gli incassi della Ferrovia furono di L. 194,983,45, e gli introiti brutti, depurati da bollo e tasse erariali, risultano i seguenti:

| | |
|-----------------------------------|---------------|
| Viaggiatori | L. 153,495,21 |
| Bagagli e merci a grande velocità | » 1,318,24 |
| Merci a piccola velocità | » 4,291,39 |
| Prodotti diversi | » 494,05 |

Totale L. 159,698,89

Le spese d'esercizio della linea, distinte per categoria, vanno così ripartite:

| | |
|--|-------------|
| Spese generali dell'Amministrazione | L. 9,925,05 |
| » dell'esercizio (officine e personale) | » 5,245,15 |
| » per le stazioni | » 11,405,95 |
| » per i convogli | » 7,293,10 |
| » per la trazione | » 24,450,65 |
| » per il materiale mobile | » 6,235,45 |
| » per manutenzione e sorveglianza della strada | » 16,487,15 |
| » per manutenzione straordinaria | » 13,640,30 |
| » per manutenzione dei fabbricati | » 290,00 |
| » dei magazzini | » 4,345,85 |

Totale L. 99,321 65

Per ogni chilometro di linea esercita L. 13,308,24 d'introiti si ebbero quindi » 8,276,80 di spese

cioè il prodotto netto chilometrico di L. 5,031,44

Esplosione di una caldaia a vapore a Gentilly. — È questo un caso di esplosione molto importante, atto a dimostrare una volta di più i pericoli che presentano le acque grasse impiegate nell'alimentazione delle caldaie.

La fabbrica di candele e saponi di Leroy, Durand e Bonnefond, nella quale l'esplosione ebbe luogo, possiede, tra gli altri generatori di vapore, una batteria di cinque caldaie, quattro delle quali sono a due bollitori colle dimensioni principali seguenti: corpo cilindrico, lunghezza 10^m00; diametro 1^m00; bollitori, lunghezza 10^m50, diametro 0^m60. La quinta caldaia è a focolare interno e multitubolare.

Il 26 gennaio le quattro caldaie a due bollitori erano in attività, quando a nove ore di sera quella di esse che portava il n° 1 esplose.

Una fessura longitudinale di 1^m20 circa si manifestò presso l'estremità posteriore del bollitore di sinistra, alla parte inferiore, la lastra si ripiegò all'insù squarciandosi secondo due sezioni rette del bollitore cilindrico. La caldaia fu lanciata fuori del proprio forno, abbattè il fabbricato e ricadde perpendicolarmente alla sua posizione primitiva sul massiccio murale delle altre caldaie.

Il fuochista fu orribilmente bruciato e morì cinque ore dopo il disastro; il sorvegliante che era sulle caldaie fu come schiacciato dai frantumi e trovato morto sotto le rovine, ed una

terza vittima fu proiettata fuori del fabbricato e gravemente ferita.

Dalla inchiesta è risultato che l'esplosione deve essere attribuita alla presenza di sostanze grasse inviate accidentalmente nella caldaia.

Il mattino del giorno in cui avvenne l'esplosione era scoppiato un serpentino di piombo adoperato per la distillazione degli acidi grassi e raffreddato dall'acqua che serviva all'alimentazione delle caldaie; e pare accertato che per due o tre ore si sia fatta l'alimentazione con quell'acqua estremamente carica di grassi per lo scoppio del serpentino.

Le sostanze grasse si accumularono in grande quantità presso l'estremità posteriore dei bollitori, vicino al tubo di arrivo dell'acqua, formando sulla lamiera un deposito che le impedì in modo assoluto il contatto dell'acqua.

La lamiera, non più raffreddata dal contatto dell'acqua, si arrossò e si mise indebolita tanto che ne avvenne la rottura.

L'alimentazione con acqua grassa essendo stata fatta anche nella caldaia vicina, da una visita accurata si poté constatare che presso l'estremità posteriore dei bollitori le chiodature circolari, protette da uno strato di grasso, incominciavano ad aprirsi, e non avrebbero tardato a cedere.

BIBLIOGRAFIA

L'apparecchio elicoidale nei ponti obliqui. — Lezioni dell'Ing. Camillo Guidi (Roma, R. Scuola degli Ingegneri, dicembre 1880).

È questo un opuscolo litografato che ha 27 pagine di testo e tre tavole litografate, inviatoci gentilmente dal suo autore. Una nota in fine della prima pagina ci dice che « queste lezioni sono tolte per molta parte dal *Traité des ponts biais*, par J. Adhémar ».

La costruzione delle volte oblique coll'apparecchio elicoidale fu studiata in Piemonte praticamente coll'opera di Ingegneri valentissimi. Il generale Menabrea, nel Corso di Costruzioni che già faceva all'Università di Torino, prima ancora che nascesse la Scuola di Applicazione degli Ingegneri, e successivamente al Valentino Ing. Giulio Marchesi e poi il Curioni, dettarono lezioni pratiche che riuscirono di grande aiuto ai loro allievi; e codesti allievi furono e sono ricercatissimi dagli Imprenditori di opere pubbliche non meno che dagli Ingegneri pratici i più provetti.

Inoltre nel volume dell'Arte di fabbricare intitolato: *Costruzioni civili e idrauliche*, dal § 169 al § 183, e meglio ancora nel Capitolo IV intitolato: *Ponte obliquo* (pag. 389-441) del Vol. IV dell'Appendice, intitolato: *Raccolta di progetti di costruzioni in terra e in muratura*, il chiarissimo Curioni pone lo studioso in grado di risolvere da sé tutte le difficoltà teoriche e pratiche che i costruttori incontrano nello studiare i particolari dei ponti obliqui.

Sarebbe quindi bene che il prof. Guidi ne prendesse conoscenza, ed anzi costruisse da se stesso un modello d'apparecchio obliquo, simile a quello, ad esempio, che fa parte della Raccolta dei Modelli di Costruzione della Scuola di Applicazione di Torino, se pure non preferirà di studiare addirittura sul vero; e allora soltanto l'egregio Ingegnere potrà toccar con mano che non sono ancora sufficienti per le applicazioni i precetti molto noti dell'Adhémar, e quanto utili e necessari sieno quelli esposti dal professore Curioni, che sono stati seguiti col più bel successo in una cinquantina almeno di ponti obliqui classici che sono a nostra conoscenza. Tra questi a mo' d'esempio ricorderò il ponte obliquo sul torrente Mesca delle ferrovie *Calabro-Sicula*, linea di Cosenza, i cui disegni particolareggiati ho con vera soddisfazione ammirati alla Esposizione di Parigi, nell'Atlante di *Cosenza*, tav. 10ª, del Ministero dei Lavori Pubblici.

G. SACHERI.

Sui cannocchiali con obiettivo composto di più lenti a distanza le une dalle altre, del prof. Galileo Ferraris. — Op. in-8ª di pagine 28. Torino, 1880.

È questo il titolo di una importante memoria presentata all'Accademia delle Scienze di Torino dal chiarissimo ingegnere Galileo Ferraris, professore di fisica industriale al Museo industriale italiano in Torino.

Il chiaro autore vi tratta delle proprietà cardinali degli obiettivi composti di più lenti, situate a distanza l'una dall'altra, e dopo aver dimostrate alcune eleganti formole generali che servono a determinare i fuochi e la distanza focale di un obiettivo così composto, in funzione, delle distanze focali e delle distanze relative delle lenti che lo compongono, egli ne trae:

1° La teoria completa del cannocchiale anallattico, teoria fin qui esposta da molti autori in modo incompleto e spesso erroneo.

2° Nuove disposizioni per migliorare il cannocchiale anallattico.

3° La possibilità di aumentare semplicemente l'ingrandimento dei cannocchiali senza aumentarne la lunghezza e senza cambiare l'oculare.

4° Nuove considerazioni che completano la sua bella esposizione geometrica della teoria di Gauss sulle proprietà dei sistemi diottrici centrati, e le applicazioni della medesima alla teoria degli strumenti ottici.

Questo nuovo scritto del professore Ferraris è una nuova prova dell'efficace sussidio che la scienza può dare alla risoluzione dei più interessanti problemi pratici, quando essa scienza è posseduta e coltivata con quella sicurezza e quell'amore che a più titoli rendono benemerito di essa il prelodato distinto fisico.

Raccomandiamo quindi agli ingegneri e costruttori di strumenti ottici di studiare questa nuova pubblicazione nella quale, malgrado la difficoltà dell'argomento, essi troveranno somma chiarezza e precisione di esposizione, ed accanto all'a discussione analitica dei problemi alcune costruzioni grafiche semplicissime che sintetizzano e rendono, per così dire sensibili anche all'occhio, gli importanti risultamenti.

S. GILETTA.

Corrispondenza. — Ringrazio la S. V. della cortese premura colla quale si è compiaciuta di pubblicare nel precedente fascicolo un apposito articolo bibliografico intorno al mio opuscolo di matematica elementare *sopra alcune proprietà armoniche del triangolo*. In vista della diffusione dell'*Ingegneria Civile* e dell'alta qualità dei lettori a cui è destinata, la pregherei a volermi permettere un semplice schiarimento intorno al giudizio pronunciato dalla persona, senza dubbio competentissima, che si è gentilmente occupata di esaminare l'opuscolo.

Io non intesi di profferire un giudizio assoluto e generale intorno alla prevalenza del metodo analitico sul geometrico, giacchè ho sempre ritenuto che ciascuno di essi abbia pregi particolari e distinti, e che tutta l'arte consista, come ben dice Duhamel, nell'impiegarli il meglio possibile ambedue.

Riconosco però che le parole della prefazione riportate nell'articolo non chiariscono esattamente il mio concetto, il quale peraltro mi sembrava risultasse dal contesto del lavoro: quello cioè di mostrare quale sia la potenza dell'analisi algebrica applicata alle questioni geometriche, in quanto essa può in alcuni casi essere utile a preferenza per scoprire le relazioni che passano fra gli elementi di una figura, relazioni che una volta scoperte debbono, semprechè ciò sia possibile, essere dimostrate con metodo geometrico (*).

Ed a questo scopo appunto nell'esempio da me trattato ho fatto succedere alle ricerche fatte per via analitica il capitolo intitolato « *dimostrazione geometrica delle proprietà armoniche del triangolo* ». Mentre il lettore che non conoscesse il mio lavoro, potrebbe forse dubitare che io non abbia data questa dimostrazione.

Perugia, 23 marzo 1881.

Dev.mo ed Obb.mo
RAFFAELE BADIA.

(*) Quand'è così ci troviamo tutti d'accordo. E solo aggiungiamo che la dimostrazione geometrica sarà sempre possibile.

G. S.

Pubblicazioni inviate in dono alla Direzione dai loro autori:

Del metodo sperimentale e di alcune altre questioni riguardanti la macchina a vapore. Memoria dell'Ing. Francesco Sinigaglia (Estratto dal *Politecnico*). — Milano 1880.

Della soleina. Conferenza del prof. Alessandro Betocchi, Ispettore del R. Genio Civile. — Roma 1881.

Prof. G. Monselise. Studi preliminari intorno all'ambra primaticcia del Minnesotto. — Mantova 1881.

Compagnia Reale delle Ferrovie Sarde. Esercizio 1880. Relazione e bilancio presentati dal Consiglio di Amministrazione. — Roma 1881.

Relazione sull'Istituto Industriale di Vicenza in risposta al programma speciale per l'Esposizione Industriale Italiana di Milano. — Vicenza 1881.