

L'INGEGNERIA CIVILE

SOCIETÀ DEGLI INGEGNERI
E DEGLI INDUSTRIALI
TORINO

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.

ARCHITETTURA

BREVI CENNI INTORNO AI PRINCIPALI LAVORI

ESEGUITI

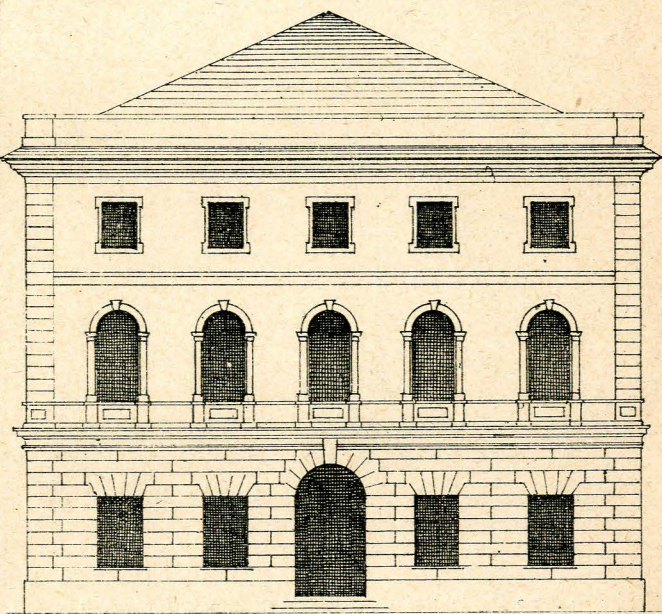
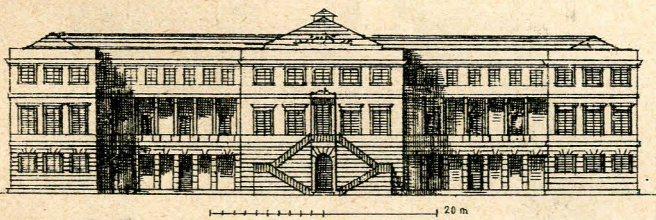
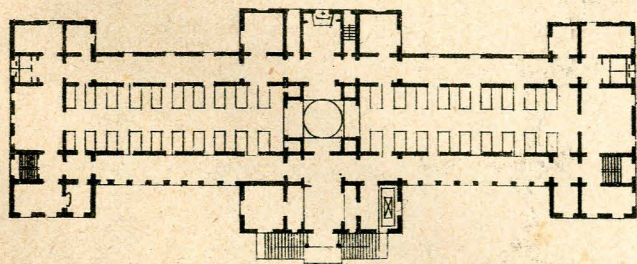
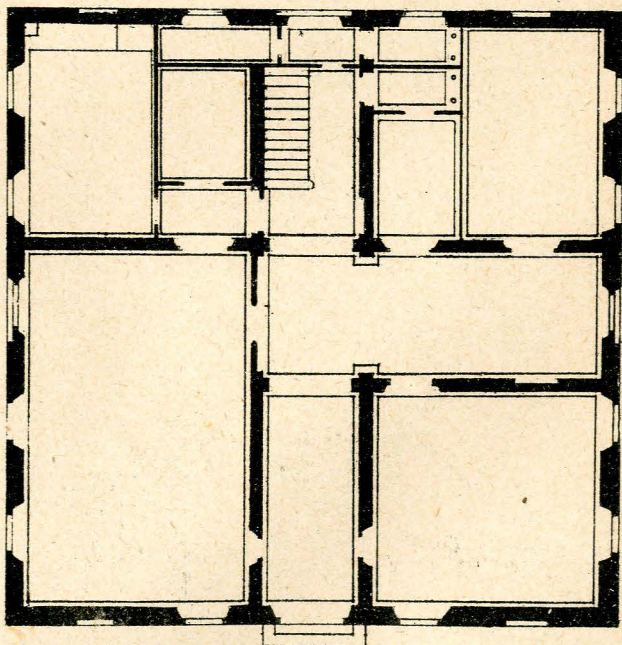
dall'Ing. Arch. ANGELO CORTESE.

A complemento dei cenni necrologici che abbiamo dato del compianto ingegnere Angelo Cortese in un precedente fascicolo, siamo lieti di poter offrire, ridotti in piccola scala, i disegni di gran parte dei lavori eseguiti da questo giovane architetto così presto rapito alla famiglia e all'arte e crediamo utile fare seguire alcuni cenni a schiarimento dei medesimi.

Gli schizzi che si presentano vennero eseguiti dal giovane signor Giuseppe Berlia, allievo della R. Accademia Albertina, che li ricavò in parte dalla pubblicazione fiorentina *Ricordi di architettura* e in parte da disegni originali che gentilmente si ebbero in comunicazione dal signor architetto cav. Giuseppe, padre del Cortese.

Ospedale per 60 ricoverati al Santuario di Savona. — La Pia Opera di questo Santuario aveva commesso questo progetto al Cortese nel 1877, e nel successivo anno era già lodevolmente eseguito in seguito che l'Ingegnere cav. Bucci, che ebbe ad esaminarne il disegno per conto della Prefettura di Genova, aveva dato il suo parere pienamente favorevole.

Ospedale per 40 malati in Porto Maurizio (fig. 82-83). — Questo spedale, studiato pure nel 1877, venne eseguito quasi intieramente nel 1878; appena ultimato venne occupato, ed ora funziona con buoni risultati. È notevole come una felice

Fig. 84. — Asilo infantile in Varazze.
Elevazione. Scala 1:250.Fig. 82. — Ospedale di Porto Maurizio.
Elevazione nella scala di 1:666.Fig. 83. — Ospedale di Porto Maurizio.
Pianta nella scala di 1:666.Fig. 85. — Asilo infantile in Varazze.
Pianta. Scala 1:250.

applicazione del sistema moderno a *padiglioni*, nella quale il Cortese, invece di riprodurre senz'altro un tipo calcolato sopra quelli di Francia o di Germania, si è studiato di adattare

il sistema alle circostanze ed esigenze locali; ei volle fiancheggiare le due infermerie da un porticato che, senza levare la luce e l'aria alle finestre, allontana dalle pareti le cause di

umidità e non permette al sole in estate di infuocare le pareti medesime, oltrecchè un tale porticato è un luogo di svago e di ricreazione per i convalescenti. Merita pure d'es-

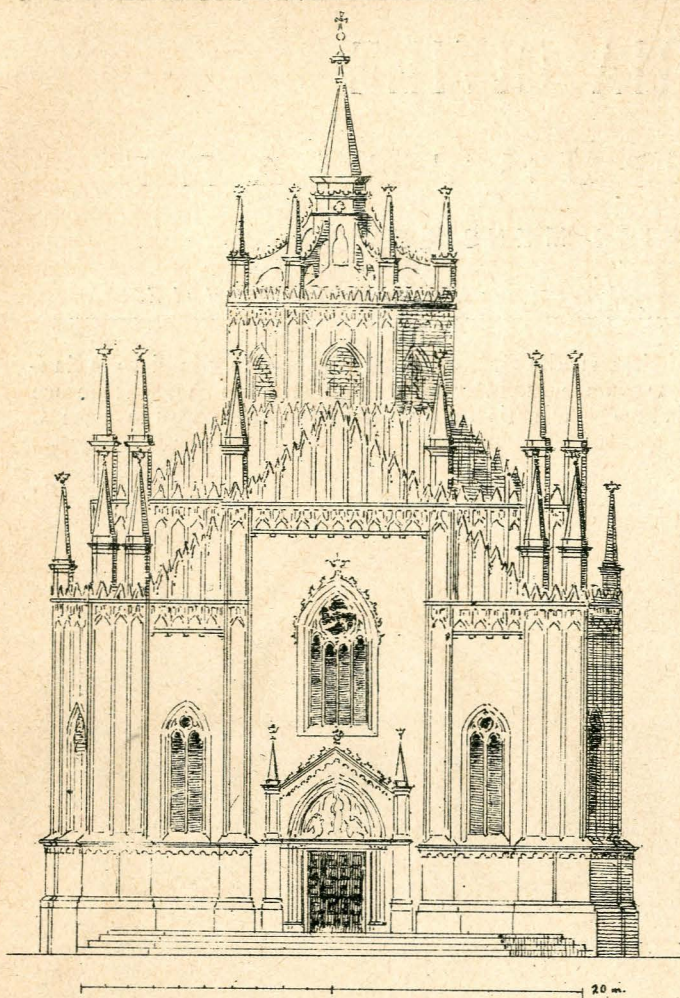


Fig. 86. — Chiesa parrocchiale di Zinola (progetto)
nella scala di 1:300.

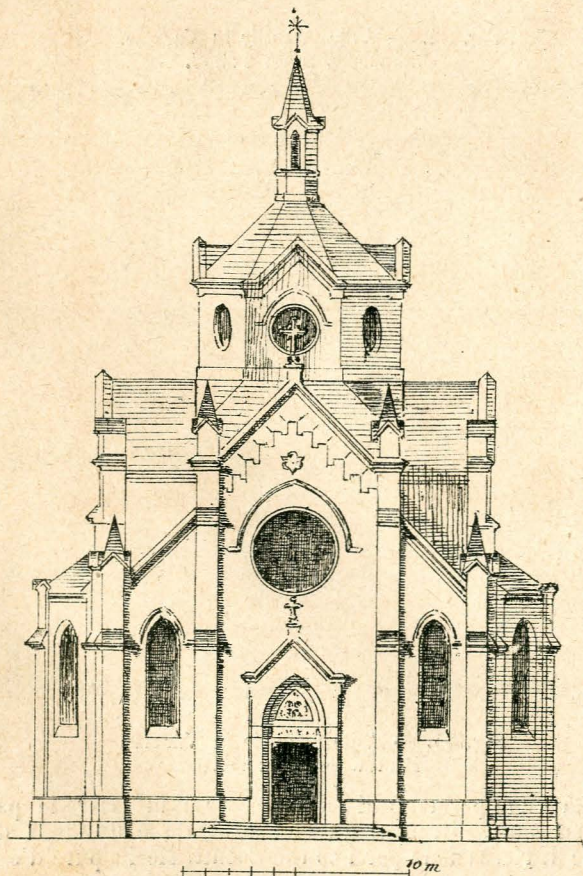


Fig. 88. — Chiesa parrocchiale di Zinola (eseguita).
Facciata nella scala di 1:333.

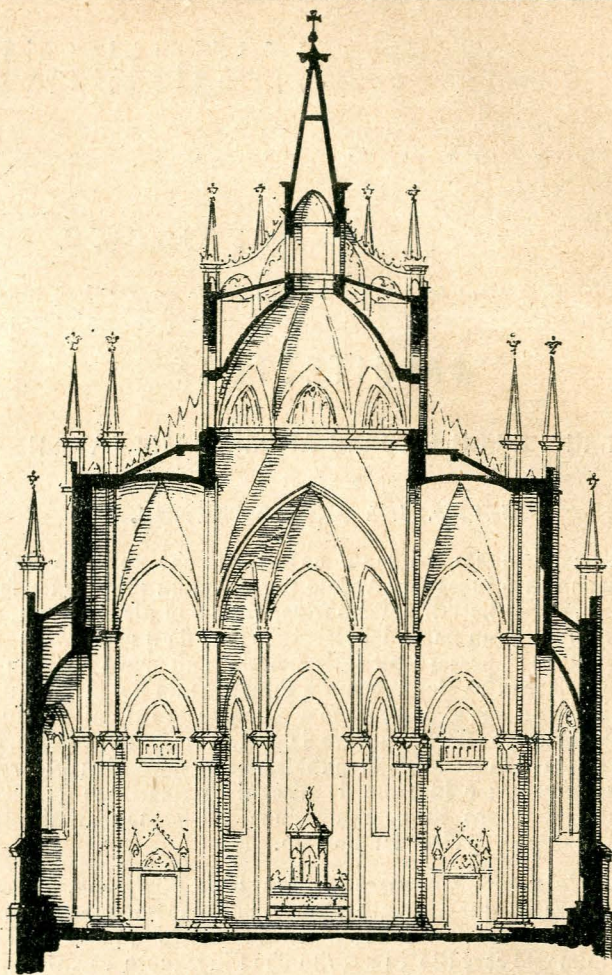


Fig. 87. — Chiesa parrocchiale di Zinola.
Sezione trasversale nella scala di 1:300.

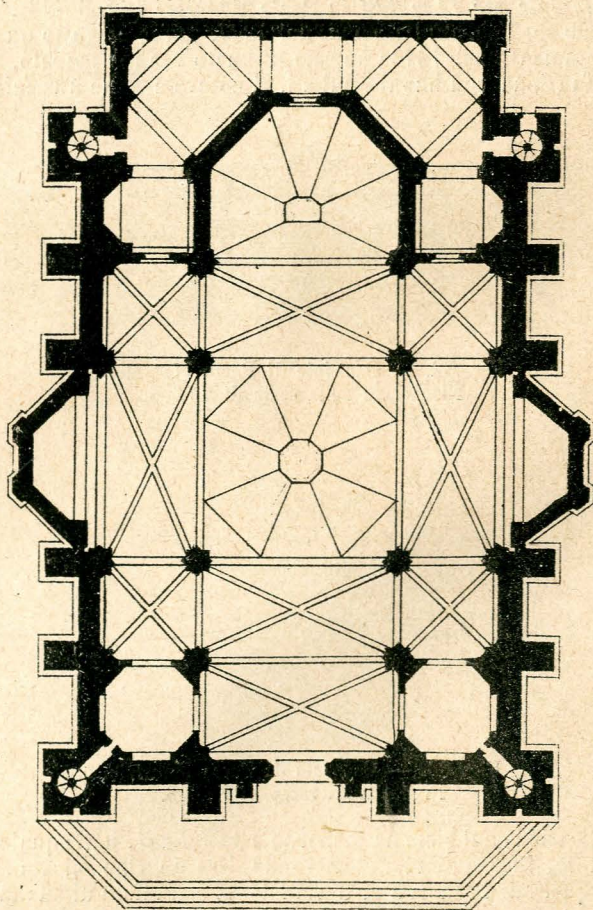


Fig. 89. — Chiesa parrocchiale di Zinola.
Pianta nella scala di 1:300.

sere notata la combinazione colla quale un altare, scorrevole sopra due rotaie, conservasi ritirato in un piccolo oratorio nella parte centrale del fabbricato, e si trasporta nelle ore delle funzioni religiose in vista dei letti delle due infermerie laterali.

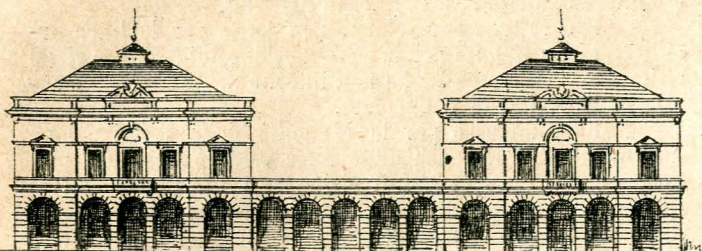


Fig. 90. — Edificio municipale di Carcare.
Elevazione nella scala di 1:600.

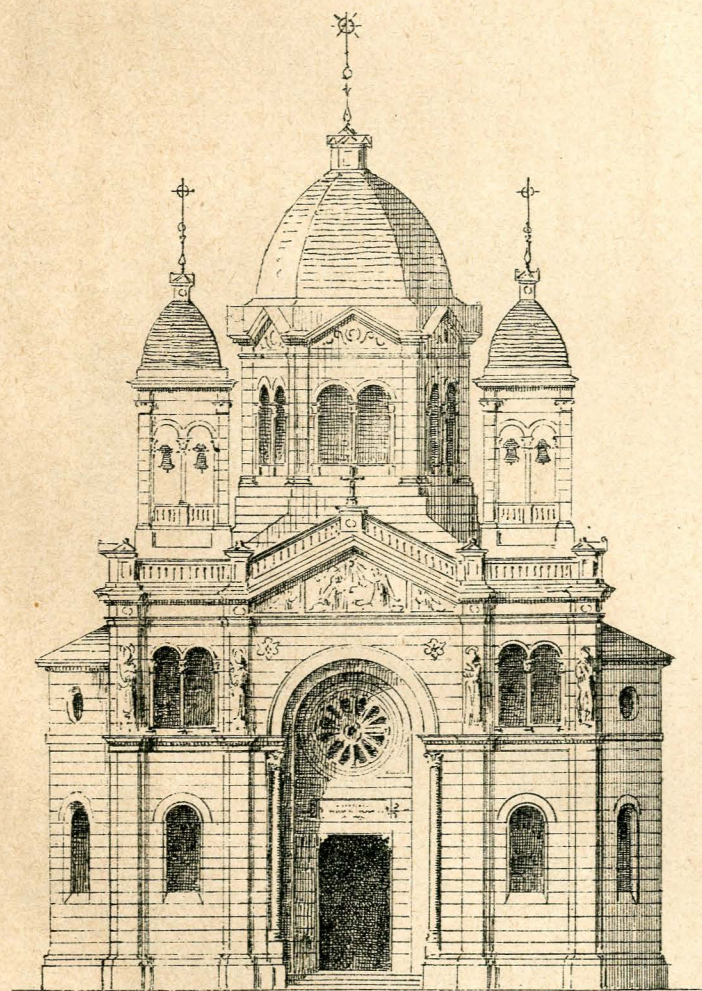


Fig. 92. — Chiesa di Stella.
Elevazione nella scala di 1:250.

Asilo infantile per 150 bambini in Varazze (fig. 84 e 85). — Eseguito nel 1879, vi funziona mirabilmente ed è notevole per la semplicità con cui i grandi ambienti del refettorio e della grande aula comune si accoppiano con le classi e i locali minori, senza spreco di spazio, e con le migliori disposizioni per una ventilazione naturale permessa dalla buona distribuzione delle finestre sopra i quattro muri di perimetro.

Casino e casamento Assareto in Sanremo. — Nella fiorente Sanremo fu dato al Cortese l'incarico di un villino

dal Marchese Assareto, che costò appena lire 25 mila; e rimastone soddisfatto il committente gli ordinò il progetto di un casamento, nel quale si installarono mirabilmente i locali della Sotto-Prefettura.

Chiesa di Zinola (figure 86, 87, 88 e 89). — Questa

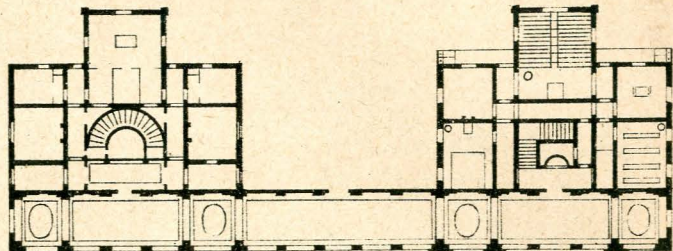


Fig. 91. — Edificio municipale di Carcare.
Pianta nella scala di 1:600.

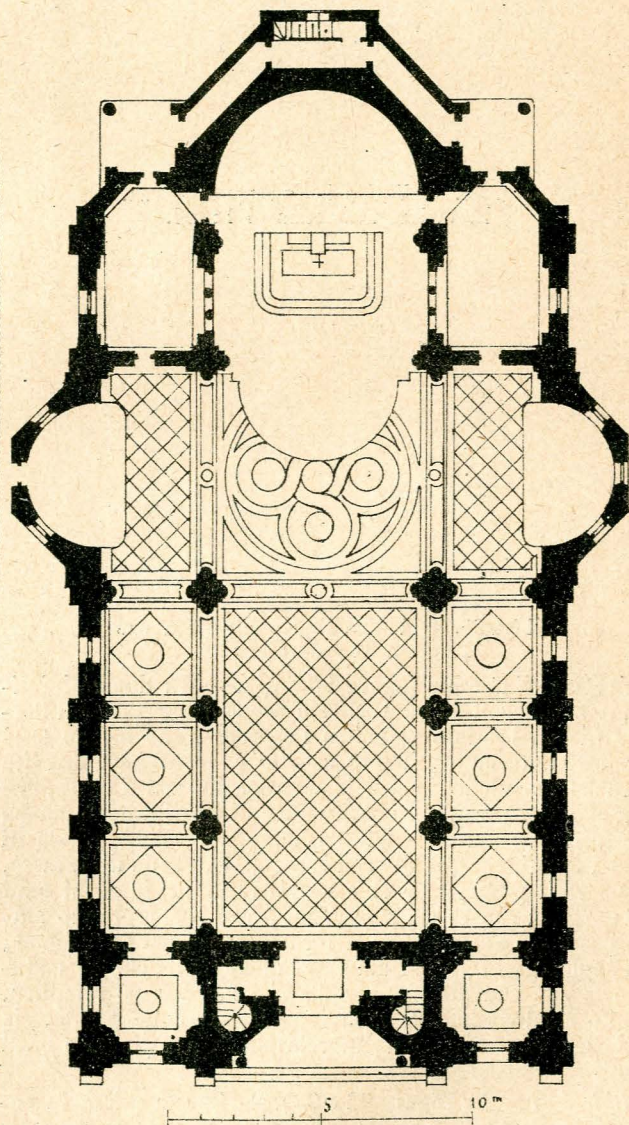


Fig. 93. — Chiesa di Stella.
Pianta nella scala di 1:250.

chiesa, progettata ed eseguita negli anni 1882, 1883 e 1884, sorse e si concepì in mezzo a grandi difficoltà pecuniarie, talchè fu giocoforza modificarne alquanto la ricca architettura; tuttavia il progetto come venne eseguito (fig. 88) è giudicato migliore di quello progettato (fig. 86). La pianta della chiesa e tutto l'interno ebbero piena esecuzione; ed ora la chiesa trovasi aperta al culto; ma la maggior parte si trova in uno stato rustico, il quale tuttavia permette di apprezzare la sua costruzione molto accurata.

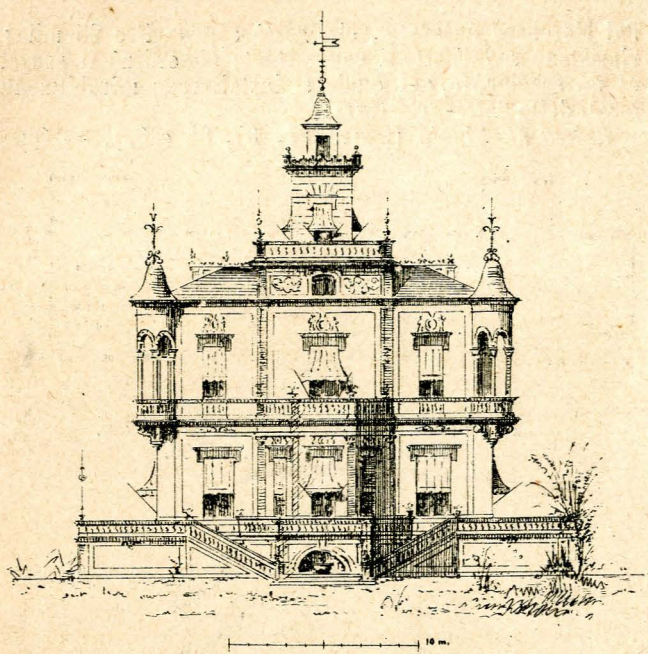


Fig. 94. — Villino Romanengo a Savona.
Elevazione nella scala di 1:400.

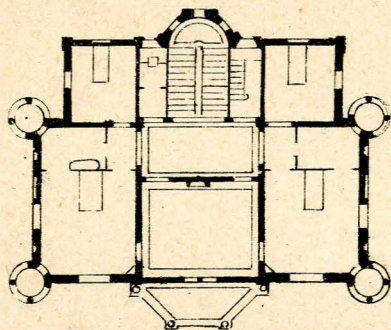


Fig. 95. — Villino Romanengo a Savona.
Pianta nella scala di 1:400.

Edificio di Carcare (figure 90 e 91). — In due casini distinti e collegati da un porticato seppe raggruppare il Cortese in uno l'asilo e nell'altro l'ospedale, che furono testé condotti a termine; il loro aspetto è gratissimo, favorito pure dalle condizioni propizie della località; ed il paese, che non possiede verun'altra costruzione di merito, ne fa pompa presso il forestiere. La felice composizione della pianta di questi casini, confrontata con la pianta dell'asilo di Varazze, dimostra il progresso e la maestria raggiunti in pochi anni dal Cortese; che se nei suoi primi progetti si scorge lo studioso che con gusto e buon criterio svolge il suo programma, nei suoi ultimi lavori si ammira l'uomo fatto, che ha maturato le sue convinzioni, che ha un modo a sè semplice, sciolto e felicissimo di composizione, sia delle piante, sia delle masse di elevazione in relazione colle piante e cogli effetti prospettici.

Chiesa di Stella (figure 92 e 93). — Questa chiesa fu cominciata nel 1884, eseguita con una precisione ammirabile mercè le cure dedicatevi dall'autore, e condotta a termine in questa primavera a opera rustica. L'opera è di un effetto sorprendente; la realtà dell'esecuzione supera di gran lunga l'effetto del disegno; la cupola specialmente si fonde col rimanente della chiesa nel modo il più armonico; talchè questo edificio è riguardato come il capolavoro tra quelli eseguiti da Angelo Cortese.

La spesa fu modica per se stessa, come lo è di tutti i lavori del Cortese, ma il costo effettivo risultò ancora minore per l'entusiasmo col quale la popolazione accordò prestazioni d'opera ed elargizioni per vederla presto a compimento. Nell'anno entrante se ne prepara il funzionamento religioso.

Villino Romanengo (fig. 94 e 95). — Questo lavoro, eseguito tra gli anni 1883 e 1884, è riuscito piacevole ed ammirato.

Elevasi su di uno spazioso altipiano, ed è ornato con cornici, balaustre e altre decorazioni tutte in terra cotta eseguite dalla fabbrica Dall'Ara di Milano.

Ha un carattere pompeiano, non tanto per le linee architettoniche quanto per la combinazione dei colori, e viene visitato con interesse anche nell'interno dov'è studiato e curato in tutti i suoi particolari.

Nel suo complesso per la comodità della distribuzione interna e per l'eleganza delle linee esterne, assume una certa originalità, per cui il visitatore sente di trovarsi al cospetto d'una completa creazione d'un artista schiettamente italiano, al quale non sono ignote le buone tradizioni dell'arte patria e la raffinatezza del gusto moderno e dei comodi oltremontani; ma che compone liberamente seguendo nient'altro che la spontanea ispirazione del proprio talento.

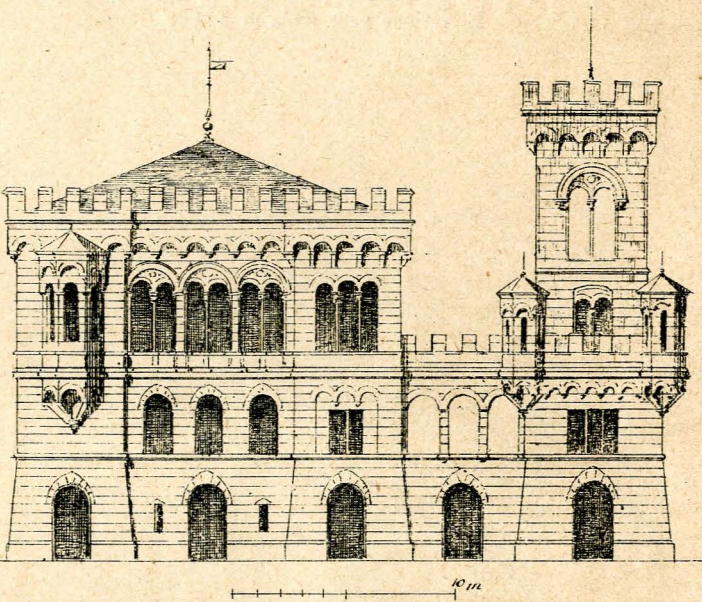


Fig. 96. — Villino Astengo in Albissola.
Elevazione. Scala 1:333.

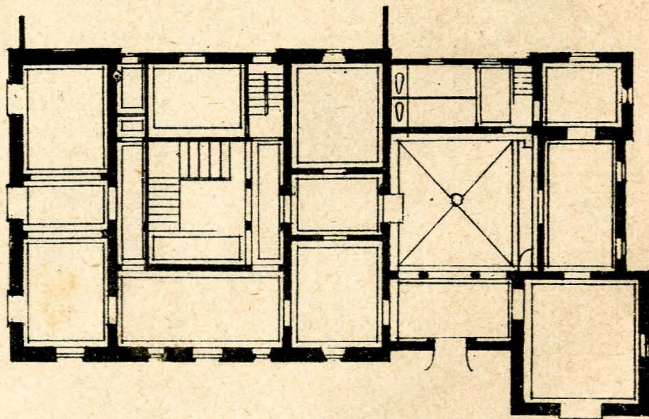


Fig. 97. — Villino Astengo in Albissola.
Pianta. Scala 1:333.

Villino Astengo in Albissola (fig. 96 e 97). — L'avv. Astengo comperò in Albissola i ruderi d'un antico castello, sui quali ordinò al Cortese un progetto di villino che l'Autore sventuratamente lasciò incompleto e che ora si prosegue per cura del Padre, e verrà ultimato tra pochi mesi esattamente conforme al disegno.

Palazzo municipale di Cairo Montenotte (fig. 98 e 99). — I disegni che si presentano sono ricavati dalle minute del

progetto presentato ed approvato dal Consiglio comunale di Cairo Montenotte. Si attende per la sua esecuzione che riescano ad appianarsi alcune difficoltà d'ordine amministrativo.

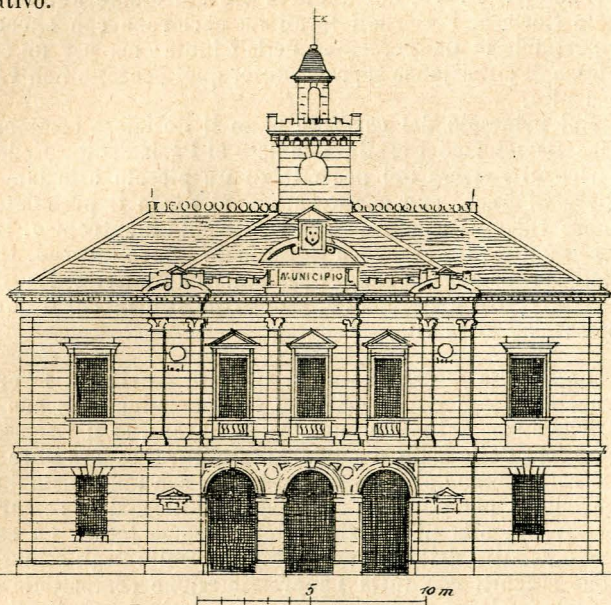


Fig. 98. — Palazzo municipale di Cairo Montenotte.
Elevazione. Scala 1:333.

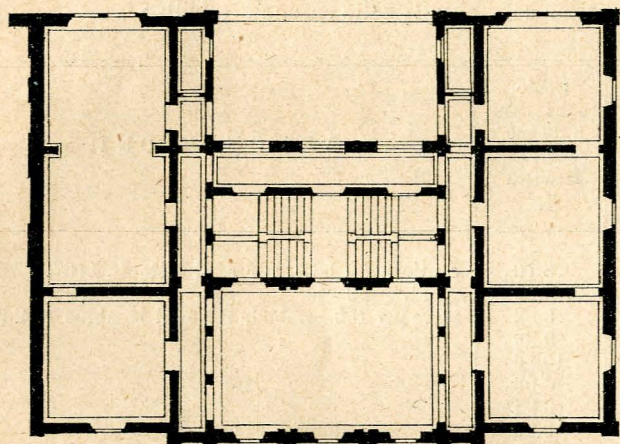


Fig. 99. — Palazzo municipale di Cairo Montenotte.
Pianta. Scala 1:333.

Al primo piano devono installarsi gli uffici e le sale più specialmente di uso del Municipio; il piano terreno è destinato alla pretura e alla ricevitoria del registro.

Malgrado le diversità di programma, di estensione e di concetto, è impossibile non riconoscere nella mano che ha tracciato questo sontuoso progetto quella stessa che ha tracciato i casini raggruppati per il Comune di Carcare; e si ha una riconferma di quella sicurezza, di quella maniera, di quello *stile a sé* che il nostro giovane architetto era riuscito a formarsi così presto.

Caserma di Finalborgo (fig. 100 e 101). — Non mancano che le ultime formalità amministrative degli incanti per cominciare l'esecuzione di questo progetto, studiato con tanto amore dal Cortese.

Il progetto di questa caserma è una applicazione del sistema moderno detto a *casermette*, cioè il sistema di *ospedale a padiglioni* applicato alle caserme. — Invero noi siamo di fronte a due veri padiglioni, che, attaccandosi ad un corpo della fronte in cui sono ricavati i locali di comando e di servizio generale, si armonizzano in una fabbrica unica in cui le condizioni di isolamento volute dall'igiene non sono in contraddizione con quelle volute dall'uso.

E lo spazio compreso fra i due padiglioni è un vero cortile aperto, perchè il portichetto che ne chiude uno dei lati non si alza oltre il piano terreno, ossia appena quanto

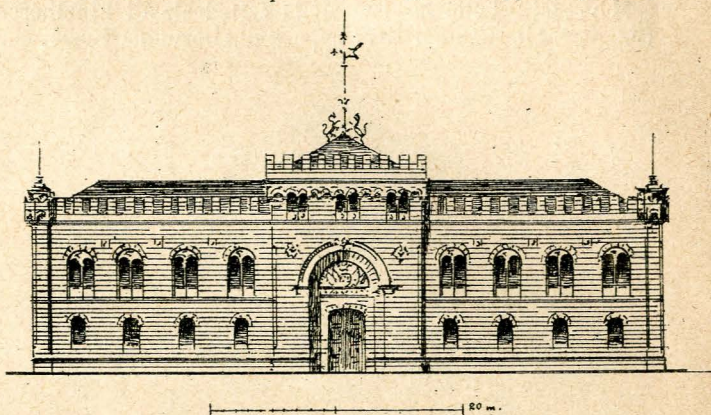


Fig. 100. — Caserma a Finalborgo.
Elevazione nella scala di 1:600.

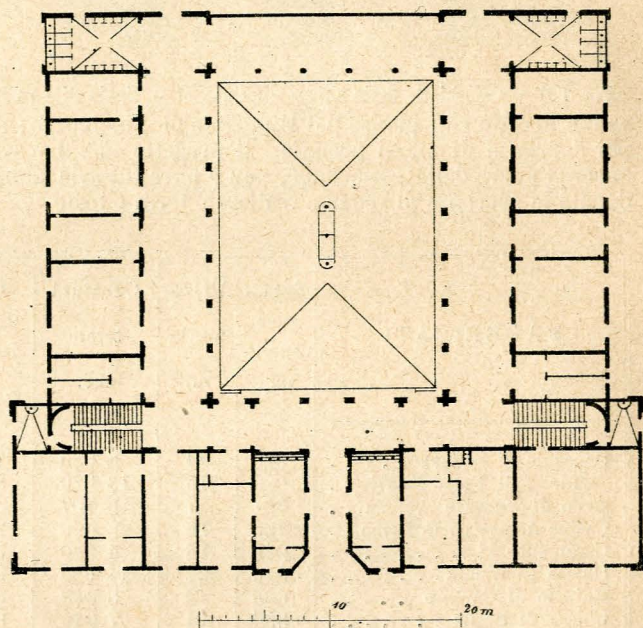


Fig. 101. — Caserma a Finalborgo.
Pianta nella scala di 1:600.

basta per recingere il cortile e dare una comunicazione coperta di più tra i diversi locali del piano terreno.

Questo progetto vuole essere commendato ancora come una felice interpretazione di una varietà di stile medioevale italiano, per farne una libera applicazione ai bisogni e al carattere maschio e severo che si vuole dare agli edifici destinati ai difensori della patria, ai quali vuol essere sempre tenuto presente tutto quanto richiama idee di disciplina e di forza. E in quest'ordine d'idee il progetto del Cortese non ha forse altro riscontro in Italia che nell'ospedale di S. Croce e nella caserma della Cernaia entrambi in Torino, opere del compianto generale Giovanni Castellazzi, già professore di architettura alla Scuola del Valentino.

Ristauo e decorazione del palazzo Demari in Albissola. — Fu questo il primo lavoro cui pose mano Angelo Cortese; eseguendo la restaurazione a stucco del palazzo Demari, magnifico lavoro del celebre Pellegrini, che però all'esterno era nudo e apparentemente vetusto, il Cortese superò non poche difficoltà; e, cosa ammirevole specialmente in un esordiente, si mantenne in carattere con lo stile dell'Autore del secolo scorso, al punto che ora questo palazzo sembrerebbe condotto a termine dal Pellegrini medesimo.

Progetti. — Tra i progetti studiati dal Cortese e che fanno prova del suo ingegno e della sua operosità meritano particolare menzione i seguenti:

Il progetto della facciata della cattedrale di Finalborgo (fig. 102) allestito nel 1877 appena di ritorno da Roma, che



Fig. 102. — Facciata della chiesa di Finalborgo. Scala di 1 : 400. venne accolto con plauso dal Municipio di Finalborgo; e se per deficienza di mezzi pecuniari il progetto non ha avuto ancora l'onore della esecuzione, non è pure tuttavia abbandonata la speranza di vederlo realizzato tardi o tosto.

Nel 1882 la Giunta Municipale di Casale Monferrato aveva bandito il concorso per un Politeama da eseguirsi in quella città, e sopra i diversi progetti presentati trasse quello portante il N. 12, del quale fu trovato essere autore Angelo Cortese. I giornali locali ne parlarono con encomio, riportando la deliberazione della Giunta; ma per un complesso di circostanze sopravvenute, quel progetto non venne eseguito.

Sul principio del corrente anno il dovizioso commendatore Bartolomeo Borelli, deputato al Parlamento, diede incarico al Cortese del progetto di un piccolo ospedale per Pieve di Teco, suo paese nativo, al quale il preludato signore voleva farne dono per sentimento filantropico. L'autore ne inviò il progetto a Roma nello scorso inverno. Il Borelli scrisse approvando e riservandosi a conferire. Ma il Borelli arrivava a Savona nel giorno nefasto in cui il Cortese passava ad altra vita.

Costo delle fabbriche. — Un titolo di merito in favore di Angelo Cortese risulta evidente se si esaminano le sue fabbriche anche dal lato economico. E, invero, se il Cortese sapeva fare della bella e solida architettura, sapeva pure fare ciò col minimo della spesa necessaria, con una giusta distribuzione e parsimonia delle masse, attenendosi sempre di preferenza alla utilizzazione delle risorse locali. La estensione relativa delle diverse fabbriche risulta dagli schizzi che sono eseguiti con tutta l'approssimazione compatibile colla piccola scala in cui vengono presentati; i principali dati economici, cioè il costo complessivo, il costo unitario per ogni metro cubo di fabbrica, e il costo ragguagliato per ogni letto negli ospedali, e per ogni individuo nello asilo e nella caserma sono riuniti nella seguente tabella:

FABBRICATI	Superficie coperta mq.	Altezza media m.	Cubatura totale mc.	Costo di tutto il fabbricato L.	Costo ragguagliato a un mc. di fabbrica L.	ANNOTAZIONI
Ospedale di Savona	620	14	8 680	70 000	8.10	contiene 60 letti, per ogni letto L. 1167. id. 40 id. id. » 2000. serve per 150 bambini, per ogni bambino L. 267.
Id. di Porto Maurizio	880	15	13 320	80 000	6.00	
Asilo di Varazze	361	17	6 137	40 000	6.52	
Casino Assareto a S. Remo	160	16	2 560	25 000	9.80	
Casamento id.	260	18	4 680	50 000	10.90	
Chiesa di Zinola	640	22	14 080	84 000	6.00	serve per 120 soldati, per ogni soldato L. 666.
Edificio di Carcare	635	12	8 668	60 000	6.91	
Chiesa di Stella	560	14	7 840	80 000	10.20	
Casino Romanengo a Savona	234	16	4 344	60 000	13.80	
Villino Astengo in Albissola	338	12	4 056	40 000	10.00	
Casa municipale di Cairo M.	368	12	4 416	45 000	10.20	
Caserma di Finalborgo	1430	13	18 590	80 000	4.60	

Ordinariamente quando si parla di costo unitario di una fabbrica, si suole intendere quello ottenuto dividendo il costo totale della fabbrica per la cubatura di un prisma che abbia per base l'area coperta, e per altezza quella che intercede tra il pavimento del piano terreno e il cornicione di coronamento. Invece in questa tabella le cifre della cubatura totale, riportate nella terza colonna, sono formate dal prodotto dell'area coperta per l'altezza media effettiva dei diversi corpi di fabbrica, comprendendo in essa anche l'altezza del sotterraneo e quella del sottotetto; questo prisma esprime più esattamente la cubatura effettiva della fabbrica nel determinare il prezzo ragguagliato ad ogni metro cubo entrano pure il tetto e il sotterraneo, entità che hanno una parte importante nella spesa totale, e d'altra parte in essi sono ricavati quasi sempre locali utili. Le cifre della quinta colonna esprimono quindi il costo di un metro cubo di prisma di fabbrica inteso in questo modo che sembrami più esatto.

La esiguità di tali prezzi unitari, pure ammettendo che in parte sia da attribuirsi alle condizioni dei prezzi piut-

tosto bassi di alcune provviste e mano d'opera locali, forma pure sempre la più bella conferma che il Cortese, se sapeva fare *bene*, sapeva pure fare *con poco*; e ciò è molto in un paese come il nostro, nel quale quasi tutte le istituzioni, quasi tutte le classi sociali, reclamano tuttora la riforma o la ricostruzione dei fabbricati.

Cheché se ne dica, il problema architettonico più essenziale in Italia è quello di fare le case *più a buon mercato*, perchè le Amministrazioni abbiano il coraggio di abbandonare i loro vecchi fabbricati, non più in armonia colle mutate condizioni sociali, perchè possa scomparire quella crisi permanente che è il caro delle pigioni in molti dei nostri centri di popolazione. A noi è sembrato che il Cortese abbia portato, nei limiti della sua sfera d'azione, non piccolo contributo alla soluzione di questo problema, e questa non è tra le ultime delle ragioni che ci hanno indotti ad esaminare con qualche attenzione le opere sue, anche sotto il punto di vista economico.

Ing. C. C.

MATERIALE DELLE STRADE FERRATE

I FRENI CONTINUI

Veggasi la Tavola X

I.

La necessità di far fronte alle sempre crescenti esigenze del traffico obbliga le Amministrazioni ferroviarie ad aumentare la frequenza, il peso e la velocità dei treni in modo da sviluppare la potenzialità del servizio in relazione allo sviluppo che prende il movimento.

Insieme però colla intensità dell'esercizio e colla velocità di percorrenza, crescono anche in rapida progressione il numero e la gravità dei pericoli a cui sono esposti i viaggiatori ed il personale di servizio dei treni.

Il numero e la gravità degli accidenti ferroviari che annualmente si hanno a deplorare, non è certamente grande qualora si faccia attenzione all'estensione delle reti ed alla intensità del traffico. In Italia p. es. non si hanno in media che 0,57 accidenti e 0,4 vittime per ogni chilometro di linea in esercizio, includendo negli « accidenti » tutti i casi in cui si ebbero a deplorare danni alle persone od alle cose, e nelle « vittime » tanto i morti che i feriti. Gli accidenti per ogni migliaio di treni-chilometri sono in Italia in media 0,13, le vittime 0,024. I viaggiatori feriti od uccisi sono 0,04 per ogni milione di viaggiatori trasportati ad un chilometro; gli agenti feriti od uccisi sono 0,58 per ogni milione di assi-chilometri; gli estranei sono circa due per ogni 100 chilometri di linea in esercizio.

Ma in complesso si hanno annualmente a lamentare in Italia — secondo le statistiche ufficiali pubblicate dal Ministero dei Lavori Pubblici, circa 5000 accidenti e 900 vittime, ed un numero assai maggiore di accidenti e di vittime contano le ferrovie francesi, tedesche ed inglesi, dove il traffico è assai più intenso, e le velocità sono maggiori.

I modi con cui si possono aumentare le garanzie di sicurezza del servizio ferroviario costituiscono pertanto un argomento che merita tutta l'attenzione del pubblico, degli uomini tecnici e del Governo.

Le migliorie che si vanno di continuo introducendo nell'armamento della strada, nel materiale fisso e mobile e nei metodi di segnalamento non bastano da sole a garantire la sicurezza dell'esercizio delle ferrovie. Malgrado ogni misura preventiva potrà sempre avvenire che per errore di un agente, per mancato funzionamento di un congegno, o per difetto occulto del materiale, si producano degli inconvenienti che possono avere delle conseguenze disastrose.

Un buon sistema di freni, per cui mezzo si possano operare facili e pronte fermate, potrà in molti frangenti rendere servigi incalcolabili, evitando talora un disastro, o mitigandone la gravità.

I freni ordinari *a mano* hanno una efficacia assai limitata:

1° perchè non possono essere applicati che ad un numero minore o maggiore, ma sempre assai ristretto, di veicoli per ogni treno;

2° perchè sono di azione *tarda*, inquantochè non si possono serrare tutti istantaneamente non appena si è rilevata la necessità di fermare; ma solo dopo che il macchinista, coi prescritti segnali, a cui i frenatori non prestano sempre la voluta attenzione, ha chiesta la fermata; ed in seguito a lunga e faticosa manovra.

Si vogliono appunto togliere di mezzo questi due gravi inconvenienti col munire i treni di *freni continui*; di freni cioè che operino su tutti o quasi tutti gli assi del treno, e che sieno manovrati tutti direttamente dal macchinista, il quale così, appena scorto il pericolo, può senza indugio e in modo rapido fermare il treno, o ridurne la velocità, secondo il bisogno.

Anzi in alcuni sistemi di freni continui anche il personale di scorta e persino i passeggeri possono in caso d'emergenza chiudere tutti i freni e fermare il treno.

L'uso dei freni continui però non presenta il solo vantaggio della maggior sicurezza: esso permette anche di sprecare meno tempo nell'operare le ordinarie fermate ed i rallentamenti prescritti. Un tal fatto è di notevole importanza a cagione della rapidità che il pubblico oggidì esige nei trasporti; e l'utilità ne è tanto più sensibile quanto più le stazioni sono numerose e vicine. Tanto è vero che le ferrovie urbane, come la metropolitana di Londra, la ferrovia aerea di New-York e la Stadt-Bahn di Berlino, sono state tra le prime a munire di freni continui tutto il loro materiale.

II.

È del massimo interesse determinare i requisiti che un buon freno continuo deve possedere per riuscire più sicuro ed efficace.

In tutti i freni adoperati oggi si cerca di fermare i treni serrando dei ceppi contro le ruote.

La pressione esercitata dai ceppi del freno contro i cerchioni, tanto se essa è così forte da fermare le ruote e costringerle a strisciare sulle rotaie, quanto se le ruote continuano a girare e strisciano contro i ceppi, dà origine ad un lavoro d'attrito, la cui grandezza dipende dalla pressione esercitata, dalla natura dei ceppi, dei cerchioni e delle rotaie, e dalle condizioni atmosferiche.

L'azione rallentatrice dei freni a ceppi dipende dal fatto che questo lavoro d'attrito si produce interamente a spese della forza viva di rotazione degli assi montati e della forza viva di traslazione di cui è dotato il treno nel momento in cui i freni vengono chiusi.

Un freno sarà tanto più efficace quanto maggiore sarà il lavoro d'attrito così sviluppato: dobbiamo quindi determinare le condizioni nelle quali esso diventa massimo.

A tale scopo si deve prima di tutto ricercare se si può sviluppare maggior attrito fra i ceppi ed i cerchioni o fra i cerchioni e le rotaie; cioè se conviene o no far strisciare le ruote sulle rotaie.

Siano:

P, la pressione che si esercita al contatto fra le ruote e le rotaie;

Π , la pressione esercitata dai ceppi del freno contro i cerchioni;

f , il coefficiente d'attrito fra i cerchioni e le rotaie;

ϕ , il coefficiente d'attrito fra i cerchioni ed i ceppi;

v , la velocità con cui si muove il treno.

Il lavoro d'attrito sviluppato nell'unità di tempo sarà:

1° Se le ruote continuano a girare:

$$v \cdot \phi \cdot \Pi \quad (1)$$

2° Se le ruote strisciano sulle rotaie:

$$v \cdot f \cdot P \quad (2)$$

Se i valori di f e di ϕ per ceppi, cerchioni e rotaie di una determinata natura ed in determinate condizioni di clima fossero costanti, la formola (2) darebbe evidentemente sempre valori maggiori della formola (1), cioè converrebbe sempre fermare del tutto le ruote, perchè il valore di Π è limitato dall'eguaglianza:

$$\phi \cdot \Pi = f \cdot P$$

L'esperienza però ha provato che i valori di f e di ϕ sono ben lontani dal soddisfare a tali condizioni. Quando Π è cresciuto tanto da far diventare il prodotto $\phi \cdot \Pi$ eguale ad $f \cdot P$, cioè nell'istante in cui lo strisciamento comincia, ed appunto durante quel periodo di tempo sempre brevissimo (per una velocità di 96 chilometri all'ora esso dura appena 3 secondi) in cui le ruote strisciano parzialmente sulle rotaie e la loro forza viva di rotazione viene distrutta, si sviluppa in fatto un attrito assai maggiore di quello che si sviluppava prima, mentre le ruote ancora rotolavano sulle rotaie.

Ma subito dopo il valore di f scende rapidamente così basso che il valore di $f \cdot P$ diventa assai minore di quello che aveva il prodotto $\phi \cdot \Pi$ poco prima che lo strisciamento cominciasse.

Questo fatto era da molto tempo noto ai pratici. Le esperienze fatte dal capitano Douglas Galton in Inghilterra sulla linea da Brighton ad Hastings, coll'assistenza dell'ingegnere Stroudley e di Sir Henry Tyler, hanno dato modo di determinare con sufficiente precisione le leggi secondo cui variano f e ϕ .

Il treno che servi alle esperienze di Hastings era composto di una locomotiva e di un carro speciale fatto costruire appositamente dalla London Brighton and South Coast Railway Company.

Questo carro era a due assi, di cui uno frenato, l'altro libero. Esso era provvisto di 4 dinamometri, dei quali due servivano a rilevare la forza ritardatrice (ϕ II o f P) sviluppata dal freno, il terzo serviva a misurare la pressione esercitata dai ceppi del freno contro i cerchioni, ed il quarto misurava lo sforzo di trazione esercitato dalla macchina sul carro speciale.

I quattro dinamometri erano costruiti su questo principio:

La forza che si voleva misurare agiva sopra uno stantuffo mobile dentro un cilindro pieno d'acqua. La pressione di quest'acqua era resa manifesta da un indicatore Richard collegato al cilindro per mezzo di un tubo.

I quattro indicatori erano collocati su una tavola nel centro del carro, ed i loro tamburi ricevevano un movimento rigorosamente uniforme da una specie di orologio ad acqua.

Il carro era poi munito anche di un indicatore grafico della velocità, disegnato dal signor Westinghouse, e di due indicatori di velocità a colonna liquida del signor Stroudley. Di questi due ultimi, uno era applicato all'asse frenato, l'altro all'asse non frenato; perciò, confrontando le loro indicazioni, si poteva rilevare se le ruote frenate strisciavano o no sulle rotaie.

Numerosi diagrammi furono presi dal Galton. Ne riproduciamo qui alcuni, scelti fra quelli che ci parvero di maggior interesse. V. *Diagrammi N. 1 a 6* (tav. X).

In essi la linea A indica lo sforzo tangenziale f P o ϕ II, sviluppato alla periferia delle ruote frenate in seguito all'applicazione dei ceppi; la linea B indica la pressione esercitata dai ceppi contro le ruote; la linea C indica la velocità del treno, rivelata dall'apparecchio Stroudley montato sull'asse frenato; la C' quella rivelata dall'altro identico, montato sull'asse libero; finalmente la linea D indica lo sforzo di trazione esercitato dalla locomotiva sul carro che servi agli esperimenti.

Dai risultati ottenuti, il Galton ha creduto di poter trarre le seguenti conclusioni:

Coefficiente di attrito ϕ fra cerchioni e ceppi. — Il valore di ϕ , per ceppi e cerchioni di una determinata natura, dipende essenzialmente dalla velocità.

La Tabella N. 1 dà i valori di ϕ per ceppi di ghisa e cerchioni d'acciaio, a diverse velocità.

Tabella N. 1.

Velocità del treno in Chilom. all'ora	Velocità del treno in m. al "	Valori del coefficiente d'attrito ϕ fra i ceppi (di ghisa) ed i cerchioni (di acciaio)
0	0	0,33
10	2,77	0,27
20	5,55	0,23
40	11,10	0,17
60	16,66	0,14
80	22,22	0,11
100	27,77	0,07

Il signor Seguela, ispettore delle Ferrovie francesi del Nord, in uno studio pubblicato l'anno scorso negli *Annales des Mines* ha messo sotto forma algebrica i risultati del Galton mediante la formola:

$$\phi = 0,330 - 0,0106 v$$

se v è la velocità del treno in metri al minuto secondo.

La formola precedente equivale a quest'altra:

$$\phi = 0,330 - 0,0029 V$$

se V è la velocità del treno in chilometri all'ora.

Nel diagramma N. 7 la retta aa rappresenta i valori approssimati di ϕ , dati dalle formole del Seguela, mentre la curva bb rappresenta quelli espressi nella Tabella N. 1.

Dalle stesse esperienze il Galton ha rilevato inoltre che il valore di ϕ dipende anche dalla *durata* dello sfregamento, cosicchè, pure supponendo che la velocità del treno rimanga costante, il valore di ϕ diminuisce tanto più quanto più si prolunga la durata dell'applicazione dei ceppi contro i cerchioni.

Il signor Seguela stesso ha espresso la legge di variazione di ϕ colla *durata* dell'applicazione mediante la formola:

$$\phi = 1 - \frac{t}{40}$$

che dà valori abbastanza vicini a quelli realmente ottenuti dal Galton, se t è la durata, in secondi, dell'applicazione.

Perciò il valore di ϕ , secondo il signor Seguela, dovrebbe calcolarsi mediante la formola approssimata generale:

$$\phi = (0,330 - 0,0106 v) \left(1 - \frac{t}{40} \right).$$

Coefficiente d'attrito f tra ruota e ruotaia. — Il Galton misurava l'attrito sviluppato fra ruota e ruotaia in due modi:

1) determinando lo sforzo occorrente per impedire all'asse frenato di girare;

2) determinando il maggior sforzo che doveva fare la locomotiva per trascinare il carro quando l'asse frenato strisciava in confronto di quello esercitato quando l'asse ruotava liberamente. Coll'uno e coll'altro metodo trovò per f gli stessi valori che noi riportiamo nella Tabella N. 2.

Tabella N. 2.

Velocità del treno in Chilom. all'ora	Velocità del treno in m. al "	Valori del coefficiente d'attrito di strisciamento fra le ruote e le ruotaie (acciaio contro acciaio)
0	0	0
10	2,77	0,09
20	5,55	0,07
40	11,10	0,06
60	16,66	0,05
80	22,22	0,04
100	27,77	0,03

Il signor Seguela sopra ricordato ha espresso i valori di f colle formole:

$$f = 0,080 - 0,0018 \cdot v.$$

$$f = 0,080 - 0,005 \cdot V.$$

che per velocità comprese fra 20 e 100 chilometri all'ora danno risultati abbastanza esatti.

Nel diagramma N. 7 la linea ddd rappresenta i valori reali di f , la ddd rappresenta i valori dati dalle formole del signor Seguela.

I numeri della tabella precedente sono stati ottenuti sperimentando con cerchioni di acciaio su ruotaie pure di acciaio.

Confrontandoli con altri numeri ottenuti con cerchioni di acciaio su ruotaie di ferro, il signor Galton rilevò che il coefficiente d'attrito fra acciaio e ferro è maggiore di quello fra acciaio ed acciaio.

Perciò è stato consigliato di impiegare esclusivamente ruotaie di ferro dentro e presso le più importanti stazioni.

Dall'esame delle tabelle 1 e 2, e del diagramma 7, si rileva immediatamente che, *a pari velocità*, i valori di ϕ sono superiori a quelli di f .

Ciò spiega perchè quando si vuole sviluppare la massima forza rallentatrice, conviene *evitare* di fermare le ruote e provocare lo strisciamento; al quale scopo bisogna mantenere la pressione esercitata dai ceppi contro i cerchioni vicinissima, ma sempre inferiore a quella pressione-limite che, vincendo l'aderenza delle ruote sulle rotaie, è capace di produrre lo strisciamento.

Si può ritenere che lo strisciamento comincia quando l'attrito fra i cerchioni ed i ceppi è uguale o maggiore dell'aderenza fra le ruote e le rotaie, cioè quando il prodotto della pressione Π esercitata dai ceppi per il valore di ϕ , che corrisponde alla velocità del treno in quell'istante, diventa eguale al prodotto del peso P per il valore di f corrispondente alla velocità zero.

A tutto rigore bisognerebbe anche tener conto:

1) Della forza viva di rotazione che possiede l'asse mentre gira, forza viva che deve essere distrutta nel breve periodo di strisciamento parziale che precede, come si vide dianzi, quello totale;

2) Della resistenza prodotta dall'attrito dei fusi nei cuscinetti, resistenza che si somma con quella dell'attrito ai ceppi, e che viene a cessare quando le ruote cessano di girare.

Queste due circostanze fanno sì che per ottenere lo strisciamento, la pressione Π deve raggiungere un valore alquanto maggiore di quello che si ricaverebbe applicando la regola sopra enunciata.

Trascurando l'influenza — d'altronde poco sensibile — della forza viva di rotazione e dell'attrito ai perni, il valore di Π capace di produrre lo strisciare delle ruote, dipende essenzialmente soltanto:

1) Dalla velocità; perchè ϕ è funzione di v ;

2) Dalle condizioni dell'atmosfera; perchè f dal valore massimo 0,25 che ha, se il tempo è bello ed asciutto, può scendere fino a 0,08 in tempo di nebbia o in galleria.

La tabella N. 3, costruita dal Galton, dà i valori approssimati che deve avere il rapporto tra Π e P alle varie velocità e nelle varie condizioni atmosferiche, perchè si sviluppi fra i cerchioni ed i ceppi il massimo attrito, senza produrre lo strisciamento.

Tabella N. 3.

Velocità		Rapporto tra la pressione esercitata dai ceppi sulle due ruote di un asse ed il peso totale portato da questo asse, oltre il quale comincia lo strisciamento			
in m. al "	in Chil. all'ora	Coefficiente di aderenza = 0,30	Coefficiente di aderenza = 0,25	Coefficiente di aderenza = 0,20	Coefficiente di aderenza = 0,15
3,3	12	1,20	1,04	0,83	0,60
6,6	24	1,41	1,18	0,94	0,70
8,7	31	1,64	1,37	1,09	0,82
13,2	45	1,83	1,53	1,22	0,92
17,7	64	2,07	1,73	1,38	1,04
22,2	80	2,48	2,07	1,65	1,24
26,4	85	4,14	3,47	2,77	2,08

Noteremo infine che, evitando di far strisciare le ruote, si logorano meno i cerchioni e si risparmiano due scosse che avvengono quando c'è strisciamento, nel momento in cui le ruote cominciano a strisciare ed in quello in cui il treno si ferma. La prima scossa ha luogo perchè, come si sa, nel periodo di strisciamento parziale che precede lo strisciamento totale, si sviluppa una resistenza assai più considerevole di quelle che si sviluppano prima e dopo di quel periodo; la seconda ha luogo perchè, mentre la velocità si avvicina a zero, il coefficiente f cresce subitamente fino a

prendere un valore quasi triplo di quello che aveva poco prima.

Nei diagrammi N. 4 a 6 queste due scosse sono rivelate dalle due cuspidi che fanno le linee A e D.

Dati assai poco precisi e poco sicuri si hanno per determinare la natura del materiale da preferirsi nella costruzione dei ceppi onde ottenere il massimo attrito: i materiali finora più usati sono due: la ghisa ed il legno.

I ceppi di legno, se sono bene asciutti od affatto inzuppati d'acqua, possono dare un attrito maggiore che i ceppi di ghisa. Questi però danno più attrito se il tempo è umido o se nevicata. Per la loro azione più sicura e costante sono perciò oggi generalmente preferiti ai ceppi di legno. D'altra parte, consumandosi essi più lentamente, sono di più facile manutenzione e finiscono anche per essere meno costosi. Coi ceppi metallici resta inoltre eliminato ogni pericolo di incendio.

Alcune amministrazioni fanno uso di ceppi di ghisa muniti di una specie di nervatura o costola di ferro, la quale ha lo scopo di impedire che, quando la ghisa si rompe, una parte del ceppo cada sulle rotaie e possa dar luogo ad un fuorviamento.

Altre amministrazioni invece hanno cercato di ovviare a questo inconveniente facendo i ceppi con una specie di mistura di ghisa al carbone di legna e di residui di acciaio accuratamente scelti, la quale sarebbe abbastanza tenace per rendere poco probabile la rottura dei ceppi.

Sono stati sperimentati anche dei ceppi di ferro; ma se ne ottennero cattivi risultati. Essi si consumano assai presto; di più si impastano in certo modo contro i cerchioni producendo scosse e vibrazioni dannose e pericolose.

III.

Le considerazioni che precedono ci pongono in grado di determinare facilmente lo spazio ed il tempo entro i quali si potrà ottenere la fermata di un treno lanciato ad una certa velocità, in determinate circostanze.

Siano:

P , il peso totale del treno in chg.;

p , il peso di un asse montato pure in chg.;

K , il raggio di girazione delle ruote in metri;

R , il raggio delle ruote al contatto in metri;

v_0 , la velocità iniziale del treno in metri per minuto secondo;

v , la velocità finale;

s , lo spazio (in metri) percorso dal treno mentre passa dalla velocità v_0 a v ;

r , il valore medio delle resistenze dell'aria, dei cuscinetti e della gravità espressa in chg. per ogni chg. di convoglio;

ϕ , il coefficiente di attrito tra ceppi e cerchioni;

Π , la pressione totale esercitata dai ceppi contro i cerchioni degli assi frenati.

L'equazione del movimento si stabilisce, come è noto, osservando che la forza viva perduta dal treno nel passare dalla velocità v_0 alla velocità v , è eguale alla somma algebrica dei lavori fatti nello stesso tempo dalle forze moventi e resistenti applicate al convoglio.

Nell'ipotesi adunque che durante quel tempo non si ammetta più vapore nei cilindri della locomotiva e che le ruote non striscino mai sulle rotaie, l'equazione del movimento prenderà la forma:

$$(1) \quad \frac{1}{2g} \left(P + \sum p \frac{K^2}{R^2} \right) (v_0^2 - v^2) = \int_0^s (rP + \phi \Pi) ds$$

Il termine $\sum p \frac{K^2}{R^2} (v_0^2 - v^2)$ che figura nel primo membro

di questa equazione fu introdotto per tener conto della forza viva di rotazione degli assi e delle ruote.

Da accurate esperienze del Wood e del Vicaire risulterebbe che per assi montati del peso di 900 a 1000 chg. il valore di $\frac{K^2}{R^2}$ si mantiene compreso fra 0,51 e 0,54.

Assumendo $\frac{K^2}{R^2}=0,52$, la (1) diventa:

$$(2) \quad \frac{1}{2g}(P+\Sigma 0,52p)(v_0^2-v^2)=\int_0^s (rP+\zeta\Pi)ds,$$

dividendo per P e ponendo

$$\frac{\Sigma 0,52p}{P}=0,10 \quad \text{e} \quad \frac{\Pi}{P}=\chi$$

l'equazione del movimento prenderà la forma:

$$(3) \quad 0,0544(v_0^2-v^2)=\int_0^s (r+\zeta\chi)ds.$$

Colle conclusioni del Wood e del Vicaire concorda anche il criterio tenuto dal Galton nelle esperienze di Gisburne per tener conto della forza viva di rotazione degli assi e delle ruote. In questi esperimenti che vennero condotti colla massima accuratezza e che avevano per iscopo di determinare l'efficacia relativa dei freni Eames, Sanders, Westinghouse e Fay, il Galton equiparò la forza viva di rotazione di ciascun asse alla forza viva di una massa di 400 chg. dotata di una velocità eguale a quella di traslazione del treno.

Però il Galton non comprese in tale computo che gli assi non frenati, in quanto che egli per determinare la forza frenatrice non fece uso della formola (1), bensì di un'altra che corrisponderebbe alla (1) purchè in luogo del lavoro $\zeta\Pi ds$ assorbito in un tempo infinitamente piccolo dall'attrito fra ceppi e cerchioni, si mettesse il prodotto dello spazio percorso per l'aderenza che si sviluppa tra le ruote frenate e le rotaie in quel tempo stesso; aderenza che è appunto eguale alla forza ritardatrice che gli assi frenati esercitano contro le proprie piastre di guardia.

La formola (3) permette di determinare lo spazio ed il tempo minimi occorrenti per operare in determinate circostanze la fermata di un treno.

Differenziando la (3) si ottiene

$$(4) \quad 0,1082 v dv=(r+\zeta\chi)ds$$

Il valore di r su linea orizzontale ed in rettilineo è trascurabile di fronte a quello di $\zeta\chi$ se il numero degli assi frenati è considerevole.

Trascurando il termine rds e ponendo per ζ il valore precedentemente trovato, si avrà:

$$0,1082v dv=(0,330-0,0106v)\left(1-\frac{t}{40}\right)\chi ds$$

Trascurando anche il fattore $\left(1-\frac{t}{40}\right)$ la formola diventa:

$$0,1082 v dv=(0,330-0,0106 v) \chi ds;$$

e poichè:

$$ds=vdt$$

sarà:

$$0,1082 dv=(0,330-0,0106v)\chi dt,$$

e:

$$t=0,1082 \int_{v_0}^v \frac{dv}{(0,330-0,0106v)\chi}$$

ossia:

$$t=\frac{108,2}{10,6\chi} \log \frac{330-10,6 v}{330-10,6 v_0}$$

Facendo:

$$\chi=1 \quad \text{e} \quad v_0=25$$

velocità che corrisponde a 90 chilom. all'ora, sarà:

$$t=10 \log \frac{330-10,6 v}{65}.$$

I valori che si ottengono per t attribuendo a v valori differenti, sono raccolti nella tabella N. 4, alla quale corrisponde il diagramma N. 9.

Tabella N. 4.

Velocità successive in m. al "	Tempi in secondi
25	0
20	6,0
15	9,5
10	12,3
5	14,4
0	16

Però perchè questo calcolo fosse esatto bisognerebbe che la ruota durante tutto il periodo di rallentamento girasse liberamente. Invece se la pressione Π è costante, crescendo il valore di ζ col diminuire della velocità, ad un certo punto l'attrito dei ceppi viene a superare l'aderenza delle ruote sulle rotaie e comincia lo strisciamento. Ciò avviene nel nostro caso quando r raggiunge il valore 4,5 che corrisponde ad una velocità di chilom. 15 all'ora.

Per ottenere la fermata nel più breve tempo possibile, essendo necessario, come è noto, di impedire che lo strisciamento abbia luogo, si dovrà far variare Π in modo che sia sempre il prodotto $\zeta\chi$ eguale a quel valore massimo X oltre il quale ha luogo lo strisciamento.

In tale ipotesi sarà:

$$t=0,1082 \int \frac{dv}{X} = \frac{0,1082}{X} (v_0-v).$$

Il valore di X è 0,25 ad un dipresso, e di conseguenza:

$$t=0,4328(v_0-v).$$

Facendo $v_0=25$ e $v=0$ si ottiene:

$$t=10,8 \text{ secondi.}$$

Lo spazio percorso dal treno in questo tempo è dato dalla formola:

$$s=\int_0^t v dt$$

Essendo:

$$v=v_0-\frac{t}{0,4328}=v_0-2,314t$$

sarà:

$$s=v_0 t-2,314 \int t dt$$

$$s=v_0 t-1,107 t^2$$

e se:

$$v_0=25 \quad t=10,8$$

$$s=140 \text{ metri.}$$

Pertanto un treno lanciato a 90 chilom. all'ora in orizzontale, non si può teoricamente fermare in un tempo minore di 10,8 secondi ed in uno spazio minore di 140 metri.

Applicando le stesse formole ad un treno in cui soltanto due terzi degli assi sieno frenati, si troverebbe in modo analogo che, se la pressione sui ceppi è sempre tale da sviluppare il massimo lavoro d'attrito senza impedire alle ruote di girare, il treno potrà essere fermato in 16" percorrendo uno spazio di 200 metri; supponendo ancora che esso camminasse a 90 chilom. all'ora. Ciò però ove si ritenga di poter trascurare la diminuzione che il valore di ϕ subisce dopo un certo tempo che i ceppi sono applicati; se si vuol tener conto anche di tale diminuzione, il tempo occorrente per operare la fermata diventa 22" e lo spazio percorso 250 metri.

Tali calcoli però non possono avere un grande interesse in causa dell'incertezza che regna ancora sul valore preciso dei coefficienti.

Occorre invece spesso di dover fare il calcolo inverso; cioè, una volta determinato in quanto tempo ed in quale spazio si può ottenere la fermata di un treno lanciato ad una certa velocità su di una linea la cui pendenza è nota, occorre di dover ricercare la resistenza effettivamente sviluppata dal freno. E ciò allo scopo di poter paragonare fra di loro i risultati ottenuti con differenti sistemi in condizioni diverse.

Per ottenere con speditezza il valore approssimato medio della resistenza sviluppata dai freni si può procedere nel seguente modo:

Sia F , questa resistenza e la si supponga costante durante tutto il periodo di rallentamento; e costante pure si assuma r che rappresenta l'insieme delle resistenze ordinarie del treno e di quelle dovute alla pendenza.

Sia mP il peso portato dagli assi frenati, e si ponga:

$$F = (F_1 m + r) P$$

Si supponga che la fermata sia avvenuta nello spazio l , e che la velocità iniziale del treno fosse v_0 . Sarà:

$$\frac{1}{2g} \left(P + \sum p \frac{K^2}{R^2} \right) v_0^2 = Fl = (F_1 m + r) Pl$$

dalla quale ricaviamo:

$$\frac{(F_1 m + r) P}{P + \sum p \frac{K^2}{R^2}} = z = \frac{v_0^2}{2gl}$$

e ponendo come dianzi:

$$\sum p \frac{K^2}{R^2} = 0.10 P$$

si ha:

$$\frac{F_1 m + r}{1.10} = z = \frac{v_0^2}{2gl}$$

e:

$$F_1 = (1.10z - r) \frac{1}{m} \quad (4)$$

Per mezzo del diagramma N. 8 si possono determinare con prontezza i valori di z corrispondenti a vari valori trovati per v_0 e per l . Basterà cercare sull'asse delle ascisse il numero che corrisponde al valore di l , e sull'asse delle ordinate quello che corrisponde al valore di v_0 . Il numero scritto sulla linea che passa per l'origine delle coordinate e per il punto di ascissa l e di ordinata v_0 dà il valore cercato per z .

Trovato z si ricaverà facilmente F_1 dalla formola (4).

Il calcolo precedente si fonda sulla ipotesi che il valore delle resistenze che agiscono sul treno si conservi costante durante tutto il periodo di rallentamento. Ora di queste resistenze:

1) Quella proveniente dall'aria e dall'attrito dei perni diminuisce insieme colla velocità del treno;

2) Quella proveniente dall'azione dei freni cresce mentre scema la velocità;

3) Quella infine dovuta alla gravità è costante se costante è la pendenza della linea.

Ora gli esperimenti più accurati hanno dimostrato che la somma di queste tre resistenze si mantiene all'incirca costante; per cui il moto del treno si può senza grave errore ritenere come uniformemente ritardato.

Infatti la linea C' dei diagrammi rilevati nelle esperienze di Hastings ha un andamento sensibilmente rettilineo.

IV.

L'efficacia di un freno però non dipende soltanto dalla resistenza che esso sviluppa una volta serrati i ceppi contro le ruote; importa anche, e in sommo grado, che questa resistenza incominci a svilupparsi il più presto possibile appena avvertita la necessità di fermare il treno. Bisogna cioè che il freno sia non solo *energico*, ma anche *pronto*.

E invero, un treno che viaggi a 60 chm. l'ora percorre quasi 17 metri per minuto secondo; un freno pertanto che ottenga la completa chiusura dei ceppi lungo tutto il treno sei secondi appena prima d'un altro, a parità di altre circostanze, potrà ottenere la fermata *cento metri prima*.

Fin d'ora quindi si può prevedere che i sistemi di freni continui nei quali la forza che deve applicare i ceppi trovansi già provvista ed immagazzinata prima che occorra stringere i freni, avranno un'azione più pronta di quelli nei quali la forza frenatrice viene generata al momento di farli agire. Ed inoltre, che agiranno con maggior prontezza — eccezion fatta per alcuni freni elettrici — quei sistemi nei quali la forza frenatrice trovansi già apparecchiata e disponibile su ciascun veicolo, come lo è nei freni *automatici*, che non altri nei quali detta forza dalla locomotiva o da un veicolo speciale deve essere trasmessa a tutto il resto del treno all'istante di applicare i ceppi.

Quanto diversa sia la prontezza d'azione dei differenti sistemi di freni, appare dal diagramma N. 10 costruito dal capitano Douglas Galton sui risultati ottenuti in molte accurate esperienze dallo stesso fatte sulla North-Western Railway con due treni, di cui uno era munito del freno automatico ad aria compressa del Westinghouse, e l'altro del freno non automatico a vuoto Smith-Hardy.

Ciascuno dei due treni era composto di 21 veicoli; nel diagramma però non sono riportate che le linee riferentisi a quattro veicoli, e cioè: il primo a partir dalla macchina, il settimo, il tredicesimo e l'ultimo.

Dal diagramma si rileva che col freno Westinghouse occorrevano cinque secondi e mezzo a partire dal momento in cui il macchinista manovrava il suo robinetto, prima che i freni fossero serrati con piena energia su *tutto* il treno. Col freno Smith-Hardy ci volevano 17 secondi per serrare i ceppi del freno con piena energia sui veicoli posti nella parte centrale del treno; per quelli poi posti alla coda non bastavano nemmeno 35 secondi.

Qualunque sia la forza che si adopera per tener i ceppi serrati contro le ruote: aria compressa, pressione atmosferica, elettro-magneti, contrappesi, ecc., proporzionando convenientemente gli apparecchi del freno, sarà sempre facile ottenere con qualsiasi sistema la pressione voluta sui ceppi.

Se perciò nelle esperienze fatte con vari sistemi di freni si è trovato che con l'uno si possono ottenere fermate più rapide che con un altro, lo si deve attribuire essenzialmente alla loro diversa *prontezza* d'azione.

Altri requisiti però oltre quelli essenziali dell'energia e della prontezza deve possedere un buon freno continuo nell'interesse del regolare ed economico andamento del servizio.

Il Board of Trade (che in Inghilterra ha le attribuzioni del nostro Ministero dei Lavori Pubblici per quello che riguarda le ferrovie) in una circolare inviata nel 1877 a tutte le amministrazioni ferroviarie inglesi, dopo aver fatto ri-

saltare la convenienza di adottare un unico sistema di freni su tutte le reti, esponeva le seguenti condizioni come quelle alle quali un buon sistema di freni continui deve soddisfare:

a) I freni debbono essere efficaci ed applicabili con facilità ed istantaneità dal macchinista o dai conduttori del treno;

b) Debbono avere azione *automatica* in caso d'accidente;

c) Debbono poter chiudere ed allentare facilmente tanto sulla macchina che su di un veicolo qualunque;

d) Devono essere adoperati in via normale per le fermate ordinarie;

e) Debbono essere fatti con materiali durevoli in modo da poter essere tenuti in buon ordine senza difficoltà.

Tali sono le condizioni famose che diedero luogo a tante e così vivaci discussioni tra i fautori dei differenti sistemi.

Il Board of Trade non ha mancato in più occasioni di manifestare chiaramente qual senso esso intendeva di dare alla *automaticità* di cui è parola nella seconda di dette condizioni.

Un freno continuo — secondo il concetto del Board of Trade, che è quello ormai generalmente accettato — per poter essere dichiarato automatico, non solo dev'essere così disposto che in caso di rottura di un attacco fra veicolo e veicolo entrambe le due porzioni del treno vengano tosto frenate e fermate senza che occorra l'intervento del macchinista o di un conduttore, ma anche — e questa condizione è forse d'importanza ancor maggiore — deve essere così fatto che quando si produca un guasto qualunque ad uno degli organi essenziali del freno, tutto il treno venga senz'altro frenato e fermato.

A nessuno può sfuggire quanto importi che il macchinista sia sempre bene informato dello stato dei suoi freni, onde egli sappia che assegnamento gli è lecito di fare sulla forza frenatrice disponibile.

È un fatto che il macchinista di un treno munito di freno continuo, sapendo di potere operare le fermate con molta prontezza, avvicinerà gli scambi, le stazioni, ecc., con una velocità assai più considerevole di quella che terrebbe se il suo treno non fosse fornito che di pochi freni a mano. Ora, se per un guasto occorso nell'apparecchio del freno, questo si rifiuta di agire nel momento del bisogno, quel treno oltrepasserà la stazione, lo scambio, ecc., esponendosi ad un pericolo di cui nessuno può prevedere le conseguenze.

Perciò molti ingegneri ritengono che un freno continuo il quale non avverta in modo pronto e sicuro il macchinista di ogni guasto un po' rilevante che possa occorrere ad uno dei suoi organi, non solo non *migliori*, ma effettivamente *peggiori* le condizioni del servizio per quello che riguarda la sicurezza.

Preoccupati di questo fatto molti inventori hanno cercato di sopprimere tale inconveniente seguendo però due vie affatto distinte. Alcuni introdussero tra gli apparati del freno delle disposizioni più o meno ingegnose ed efficaci, mercè le quali il macchinista può in ogni momento accertarsi se l'apparecchio del freno è in condizioni normali. Altri invece, ritenendo di non dover fare assegnamento soltanto sull'attenzione del macchinista, hanno combinato i loro apparecchi in modo che quando un guasto sopravviene, il freno entra da sé in azione ed arresta il treno; e questo non può riprendere il movimento a meno che il guasto non sia stato riparato oppure il freno venga deliberatamente annullato su tutto il treno o su alcuni veicoli.

Soltanto in questo secondo modo si soddisfa la condizione b) del Board of Trade; ed è infatti innegabile che con tale disposizione è quasi impossibile che il freno possa rifiutarsi di agire in caso di bisogno.

Si andrà invece incontro all'inconveniente opposto, in quanto che talvolta il freno entrerà in azione ed arresterà il treno in piena via indipendentemente e malgrado l'intenzione del macchinista: fatto, che, secondo alcuni, costituisce una continua e grave fonte di pericoli specialmente su linee non munite di block-system. I fautori dell'*automaticità* dei freni oppongono che, seguendo le norme e facendo i segnali

prescritti, si può in ogni caso con facilità e sicurezza, proteggere un treno fermo in piena linea, come già si fa quando un treno deve fermarsi per un guasto alla macchina o per altro accidente.

Essi fanno poi osservare che è molto minor male subire un lieve ritardo per una fermata involontaria, anziché correre il rischio di non poter fare una fermata voluta e necessaria.

D'altra parte in molti casi in cui nessun freno può evitare l'accidente, come in caso di disguidi, guasto alla locomotiva, ecc., siccome è, quasi impossibile che l'apparecchio del freno si conservi incolume su tutta la lunghezza del treno, un freno automatico, per il fatto stesso del guasto riportato, si applicherà senz'altro da sé su tutti i veicoli; mentre uno non automatico sarà posto fuori servizio, o, nel caso più favorevole, la sua azione rimarrà limitata a pochi assi.

Molti esempi che non possiamo qui riferire per non dilungarci troppo, sono venuti in questi ultimi anni a provare quanto valore ha questa osservazione.

Le condizioni del Board of Trade sopra riferite comprendono bensì i requisiti essenziali che ogni buon freno deve possedere per la sicurezza del pubblico e del servizio; ma non tutti quelli di cui un'amministrazione ferroviaria deve tener conto sia per ragioni economiche che per comodità d'esercizio.

A conclusione delle cose esposte, riassumeremo le condizioni alle quali, a nostro parere, deve cercare di soddisfare un buon sistema di freni continui.

1) Tutti i freni di un treno (e ciascun veicolo indistintamente dovrebbe esserne munito) si debbono poter serrare ed allentare con tutta facilità dal macchinista o dal personale di scorta.

2) L'applicazione dei ceppi contro le ruote deve effettuarsi *con prontezza, contemporaneamente e con eguale intensità su tutti gli assi frenati*. I ceppi debbono poter esercitare contro i cerchioni la pressione che corrisponde alla massima resistenza, cioè una pressione appena inferiore a quella capace di provocare lo strisciamento delle ruote sulle rotaie.

3) I freni debbono essere *automatici* nel più largo significato della parola.

4) Debbono essere *moderabili*, ossia debbono potersi applicare con una intensità variabile e proporzionata al bisogno onde poterli adoperare nelle ordinarie fermate; e si debbono poter mantenere applicati colla stessa intensità tanto a lungo quanto occorre perchè servano a moderare la velocità dei treni nelle discese.

5) I ceppi debbono reagire su materia elastica, onde la loro applicazione succeda gradualmente, e non si abbiano a produrre scosse brusche ed incommode.

6) Gli apparecchi del freno debbono essere robusti e durevoli; ed essere capaci di sviluppare la forza voluta col minor peso ed il minor volume possibili.

7) Debbono essere di uso e manutenzione facili; non debbono richiedere in via normale d'essere visitati che in occasione dei soliti rialzi, ed i difetti degli apparecchi si devono poter rilevare facilmente senza bisogno di apparati ed impianti speciali.

8) Gli accoppiamenti tra veicolo e veicolo debbono potersi eseguire in modo presto e sicuro dai soliti manovali delle stazioni.

9) Gli apparecchi del freno non debbono andar soggetti ad avarie se i veicoli ai quali sono applicati sono tratti per un certo tempo inoperosi nei parchi di riserva.

10) Debbono poter essere applicati senza difficoltà ai veicoli esistenti, conservando gli attuali freni a mano, i quali devono poter essere adoperati all'occorrenza.

Ing. F. BIGLIA.

ECONOMIA AGRARIA ED IGIENE PUBBLICA

SULLE PROPRIETÀ ASSORBENTI DELLE TERRE

in riguardo

della loro attitudine a ricevere le acque lorde della Città.

II. — Nitrificazione della sostanza organica nel suolo.

Il processo di nitrificazione formò già da tempo oggetto agli scienziati di studi e ricerche, presentando l'argomento uno speciale interesse per la spiegazione dei fenomeni naturali (nitriere naturali), per la produzione industriale del nitro (nitriere artificiali), e soprattutto per la spiegazione dei fenomeni che riguardano l'agricoltura, la gran nutrice dei popoli. Senza risalire troppo indietro dirò che nel 1823 Longchamps e Gay Lussac spiegavano la nitrificazione in due modi differenti: sosteneva il primo la combinazione diretta dell'azoto coll'ossigeno dell'aria, in virtù della porosità del mezzo entro cui la nitrificazione avviene; l'altro sosteneva invece che la presenza della materia organica azotata fosse sempre indispensabile alla produzione del nitro.

La nitrificazione che in modo incessante si compie in tutte le terre in proporzioni ristrette, si compie in grande nel Perù, nel Chili, nelle Indie, ecc. formando secondo i luoghi il nitrato di soda (nitro cubico, nitro del Chili), oppure del nitro propriamente detto o nitrato di potassa. L'esame delle condizioni naturali entro cui queste nitriere si formano, doveva senza dubbio somministrare delle utili indicazioni intorno al processo della nitrificazione, e per conseguenza se ne occuparono gli scienziati, fra i quali mi basterà di rammentare Boussingault.

Si constatò: 1° Che i terreni entro cui si formano le nitriere naturali sono in generale feldspatici o comunque ricchi di alcali, onde se ne deve concludere che l'intervento degli alcali, od almeno di una base, è necessario alla nitrificazione; 2° Che in essi abbondano i detriti organici; 3° Finalmente che vi interviene un grado conveniente di umidità.

Fr. Kuhlmann nel 1838 pubblicò un lavoro sulla nitrificazione, risultato di lunghe e pazienti ricerche ed esperienze. Da esso si rileva: 1° Che l'ammoniaca e l'aria passando sulla spugna di platino a 300°, producono acido nitrico, cioè che in tali condizioni l'ossigeno dell'aria brucia l'ammoniaca; 2° Che nelle stesse condizioni l'azoto non si combina direttamente coll'ossigeno, neppure quando si faccia arrivare sulla spugna di platino l'ossigeno allo stato nascente e l'azoto umido. Insomma dimostra che la formazione artificiale dell'acido nitrico non si può ottenere che per mezzo della ossidazione dell'ammoniaca. Per contro egli ottiene direttamente questa base mettendo in presenza l'idrogeno e l'azoto allo stato nascente. Avendo Kuhlmann trovato che si produce nitrato d'ammoniaca nelle materie organiche che si decompongono nell'aria, all'infuori d'ogni intervento della calce, ed avendo riscontrata l'ammoniaca nelle acque di liscivature delle nitriere, ritenne che la formazione dell'ammoniaca fosse un intermedio necessario della nitrificazione dell'azoto.

Boussingault istituì delle esperienze collocando in palloni di vetro della capacità di 100 litri un ettogramma di terra mescolata con sabbia quarzosa ben lavata e calcinata; e per decidere la questione se la presenza di sostanze carbonose colla loro combustione lenta favorissero l'ossidazione dell'azoto dell'aria, aggiunte della cellulosa in alcuni saggi. Quest'ultima opinione era sostenuta da Dehérain. Altri saggi della stessa terra e di ugual peso, ma senz'altra aggiunta, collocò in palloni della capacità di soli 7 litri. I palloni furono chiusi e lasciati così per 11 anni (1859-71).

La terra sottoposta ad esperimento era stata umettata con una quantità di acqua di molto inferiore a quella corrispondente al massimo grado d'imbibizione. Le conseguenze a cui giunse, importantissime anche dal lato della nostra questione, cioè dell'utilizzazione delle acque lorde per mezzo dell'irrigazione, sono le seguenti:

1° Che anche in contatto di una quantità limitata d'aria, la materia organica decomponendosi produce acido nitrico, ma la quantità dell'acido nitrico prodotto riesce maggiore se l'aria abbonda, ossia l'ossigeno. Ciò vuol dire dunque che la parte azotata della materia

organica più facilmente e completamente si distrugge se l'aria vi ha libero accesso e vi circola;

2° Che la presenza delle sostanze organiche idrocarbonate, come la cellulosa, non favorisce la formazione dell'acido nitrico, anzi se ne produce di meno, il quale risultato non era da attribuirsi alla mancanza d'ossigeno, perchè l'aria circostante ne conteneva ancora grande quantità;

3° Che la quantità dell'azoto contenuto nella terra dopo l'esperienza è minore di quella che conteneva prima, cioè che l'azoto della sostanza organica che si decompone in contatto dell'aria in parte soltanto si nitrifica, mentre la parte rimanente ridiventa azoto elementare libero, ed in tale stato ritorna all'atmosfera, agente inerte e del tutto innocuo.

A questo punto erano gli studi intorno alla nitrificazione, quando Schlöesing iniziò le sue classiche esperienze che si ritengono dagli scienziati come le più belle ed importanti, sia per l'eleganza del procedimento che pel rigore col quale furono condotte. Non può essere nell'indole di questo scritto la loro minuta descrizione e discussione, ci basterà di indicarne sommariamente i risultati, in vista specialmente dello scopo a cui mira questa relazione. Accennerò solo di volo che il pregio grandissimo di queste esperienze proviene essenzialmente dall'aver trovato modo di ottenere per mezzo di un piccolo apparecchio altrettanto semplice che ingegnoso e preciso, delle mescolanze di gas in proporzioni determinate e variabili a volontà, e quindi atmosfere ed anche correnti d'aria di composizione determinata.

I risultati conseguiti da Boussingault furono pienamente confermati da Schlöesing, il quale ne aggiunse per suo conto degli altri veramente imprevisti. Così, per esempio, trovò che la combustione lenta della materia organica (ossidazione del carbonio) avviene in modo sensibile anche in un'atmosfera povera di ossigeno, per cui si deve ritenere che la combustione lenta nell'aria confinata, e quindi nella terra, avviene in modo affatto differente da quello che siamo abituati ad osservare nella combustione viva la cui attività è proporzionale alla quantità dell'ossigeno. Anche in queste condizioni però la temperatura favorisce la combustione lenta.

La nitrificazione invece (ossidazione dell'azoto) è proporzionale alla quantità dell'ossigeno, tuttavia anch'essa è ancora attiva in un'atmosfera povera di questo corpo.

In una seconda serie di esperienze fatte su terre al massimo grado di imbibizione, ed in un'atmosfera di solo azoto, ecc., giunse a questi altri risultati: che la combustione della materia organica avviene anche in un'atmosfera priva d'ossigeno, la quale si compie perciò a spese dell'ossigeno proprio della materia organica e dei minerali facilmente riducibili: ossidi di ferro, ecc.; che nelle terre imbevibili d'umidità la sovrabbondanza d'ossigeno non esercita un'influenza sensibile sulla combustione lenta, essendo pressochè uguale in atmosfere di azoto ed ossigeno nelle proporzioni per quest'ultimo di 6, 11, 16, 21 per cento. Finalmente che l'eccesso d'umidità favorisce la combustione lenta, eliminando quasi l'influenza della temperatura, i risultati essendo quasi gli stessi a 14° che a 25°.

Rispetto alla nitrificazione, nell'atmosfera priva d'ossigeno essa non si compie, anzi si distruggono i nitrati preesistenti, senza dubbio per l'azione riduttrice della materia organica; l'eccesso dell'umidità sembra eliminare l'influenza della proporzione dell'ossigeno anche sulla nitrificazione, poichè i risultati ottenuti, cioè le quantità di acido nitrico prodotto, furono press'a poco uguali nelle atmosfere di azoto ed ossigeno nelle proporzioni testè indicate, ed uguali al massimo dell'esperienza precedente, onde se ne conclude altresì che l'eccesso d'umidità favorisce la nitrificazione.

L'importanza di tali risultati per lo scopo di questo scritto non ha bisogno neppure d'essere avvertita, poichè in riassunto esse dicono che la combustione lenta e la nitrificazione della materia organica sono ancora attive in una terra satura di acqua ed in un'atmosfera confinata povera di ossigeno, le quali condizioni sono analoghe a quelle in cui si trovano le acque lorde durante l'irrigazione e la loro filtrazione attraverso il suolo. Questi risultati concorrono quindi a spiegare perchè l'epurazione delle acque di scolo delle città riesca lodevole anche in terre argillose non drenate, e come debba riuscire

lodevole anche colla irrigazione continua quale si pratica d'inverno per le marcite.

Sarà forse qui opportuno di rammentare come già dal 1816 Schübler sperimentando intorno alle proprietà fisico-meccaniche delle terre, aveva trovato che esse assorbono l'ossigeno anche quando sono ricoperte di uno strato d'acqua, e che le terre bagnate prosciugandosi tramandano un'aria fortemente ossigenata, la quale accelera il germogliamento dei semi e vivifica la vegetazione.

La distruzione dei nitrati, o *denitrificazione* come si usa di chiamarla, in un'atmosfera priva d'ossigeno, era un fatto troppo importante, perchè Schloesing non dovesse rivolgerle i suoi studi. Come avviene questa decomposizione? Quali prodotti ne derivano? Ecco le questioni da risolvere che nessuno aveva sin allora studiate di proposito, come meritava la loro importanza. Si sapeva soltanto dalle esperienze di Kuhlmann, che l'acido nitrico si poteva convertire direttamente in ammoniaca; si sapeva poi anche che i nitrati ridotti nei liquidi organici danno proporzioni differenti di protossido e biossido di azoto e di azoto libero. Schloesing constatò: 1° Che in un'atmosfera confinata, ed in presenza di una quantità insufficiente di ossigeno la combustione lenta si inizia a spese di questo, e così procede sino alla sua totale consumazione; 2° Che in seguito la combustione lenta si fa a spese dei corpi riducibili del terreno e specialmente dei nitrati, i quali si trasformano parzialmente in ammoniaca; 3° Che la quantità dell'azoto contenuto nell'ammoniaca così prodotta è soltanto da $\frac{1}{15}$ ad $\frac{1}{6}$ quella primitivamente contenuta nell'acido nitrico distrutto; mentre la parte restante è ritornata azoto libero; 4° Che lo stesso avviene della materia organica azotata, la quale si distrugge formando ammoniaca e ritornando all'aria una parte del suo azoto allo stato libero.

Questi risultati non hanno per noi una grande importanza, poichè la totale deficienza di ossigeno non si può verificare che nei pozzi neri, ed in generale dove ristagnano le acque lorde fuori del contatto dell'aria od in aria confinata ed insufficiente, non mai nelle terre e nei liquidi in movimento.

Boussingault continuando le sue esperienze sulla nitrificazione della sostanza organica, di cui abbiamo fatto cenno precedentemente, si propose di determinare l'influenza che esercitano su di essa i due principali ingredienti delle terre: la sabbia ed il calcare. Perciò lavò quest'ultimo che pose ad asciugare in una stufa, e calcinò la sabbia prima di sottoporli ad esperimento. Così preparati vi mescolò insieme sostanze organiche di differente natura: minuzzoli di paglia, pannelle di colza, ossa in polvere, ossa torrefatte, sangue e carne secca, ecc. Umettati i miscugli li rinchiuse in palloni di vetro lasciandovi però un piccolo accesso all'aria mediante tubo adduttore ripiegato. Dopo tre anni li apersero per inumidire nuovamente la terra, e dopo altri due anni eseguì le analisi. Con sua sorpresa verificò che la produzione dei nitrati era stata così scarsa da incontrarne appena tracce, all'infuori delle ossa naturali in polvere nelle quali invece fu sensibile; tutte le sostanze organiche hanno emesso deboli quantità d'ammoniaca. In identiche condizioni le stesse sostanze organiche mescolate con terra vegetale produssero invece tutte quante acido nitrico in maggior abbondanza dell'ammoniaca; in media l'acido nitrico conteneva il 58 per cento dell'azoto della materia organica.

Risultati negativi, come per la sabbia calcinata ed il calcare lavato, ottenne dalla marna, dal nero d'ossa, dal coke, ecc., precedentemente lavati per esportare l'acido nitrico che tutti naturalmente contengono per essere stati esposti all'aria ed alle piogge specialmente.

La spiegazione di questi risultati fu data ultimamente da Schloesing e Müntz, i quali dimostrano che il fenomeno della nitrificazione della sostanza organica non è un fatto puramente chimico, ma correlativo della vita, vi interviene cioè uno speciale fermento, che la calcinazione e le lavature con liquidi acidi distrugge.

Müntz scoprì che sempre quando una fermentazione è dovuta all'azione di speciali micro-organismi o fermenti, la si può arrestare completamente per mezzo del cloroformio, il quale spandendo all'in-

giro i suoi vapori li uccide. Le esperienze per decidere se la nitrificazione è una fermentazione di questa categoria, furono istituite appunto sulle acque di colatura delle città e riescono quindi per noi tanto più interessanti.

In un tubo di vetro contenente sabbia quarzosa calcinata si versava giornalmente tale quantità di queste acque che impiegassero otto giorni ad uscire dall'estremità opposta, e nei primi 20 giorni non si osservò nell'acqua filtrata nessuna apparenza di nitrificazione, ma poi scomparve l'acido nitrico e la sua quantità andò rapidamente crescendo sino a non riscontrare più nessuna traccia d'ammoniaca. Se la nitrificazione fosse dovuta soltanto all'ossigeno, fosse cioè una semplice combustione delle sostanze azotate, perchè impiegare 20 giorni a manifestarsi? Se invece fosse dovuta ad uno speciale fermento il fatto si spiegava facilmente, poichè sarebbe stato questo il tempo necessario per la sua disseminazione. L'esperienza durava già da 4 mesi, quando si pensò di collocare il cloroformio nella parte superiore: dopo 8 giorni, tempo necessario perchè le acque scendendo ne portassero i vapori in tutto il tubo, scomparve dalle acque di uscita l'acido nitrico, mentre ricomparve nella sua totalità l'ammoniaca. Il liquido raccolto, evaporato a siccità, lasciava un residuo del colore e coll'odore proprio delle acque lorde delle fogne filtrate, ma non epurate.

La nitrificazione nel tubo non ricomparve più neanche dopo che i vapori di cloroformio erano totalmente scomparsi: i germi erano stati uccisi tutti quanti, e le acque lorde colle quali si sperimentava erano assai probabilmente in uno stato di troppo avanzata putrefazione per procreare dei nuovi. Gli sperimentatori pensarono allora di operare la disseminazione artificiale mediante terra atta a nitrificarsi spappolata nell'acqua, ed in capo ad otto giorni nelle acque di filtrazione ricomparve l'acido nitrico, che aumentò rapidamente sinchè tutta l'ammoniaca scomparve ristabilendosi così le cose nelle stesse condizioni di prima.

Al cloroformio sostituirono l'azione del calore, ponendo della terra vegetale, nota per essere capace di nitrificarsi, contenuta in tubi di vetro, nell'acqua bollente. La nitrificazione si sospese, perchè a quella temperatura tutti i fermenti muoiono. Infatti in altri tubi analoghi non sottoposti all'azione del calore la stessa terra continuò a nitrificare, e nei primi la nitrificazione ripigliò per mezzo della disseminazione artificiale.

Un fatto molto importante fu osservato in questa esperienza, cioè che nella terra cloroformizzata, ed in quella sottoposta all'azione dell'acqua bollente, l'assorbimento dell'ossigeno continuò, e quindi continuò la combustione lenta della materia organica, ossia la sua ossidazione con produzione di acido carbonico, mentre l'azoto della medesima si trasforma in ammoniaca ed in parte ritorna azoto libero. Dunque la combustione lenta della materia organica è un fatto puramente chimico, ma essa non va sino al punto di bruciare l'azoto della parte azotata, onde rimase riconfermata la natura non puramente chimica del processo di nitrificazione.

La porosità del mezzo è necessaria alla nitrificazione? L'esperienza rispose negativamente, poichè la si ottenne nelle acque di colatura della città, oppure in soluzioni di zucchero, solfato d'ammoniaca, fosfato e solfato di potassa e di calce, facendolo passare sopra sfere di calcare perfettamente lisce, ed anche sopra sfere di avorio. Infine la nitrificazione si ottenne anche nell'acqua lorda aerata, sulla quale si ripeterono le stesse esperienze col cloroformio, coll'azione del calore, e colla susseguente disseminazione artificiale dei fermenti, come già erasi praticato nelle esperienze precedenti e con uguali risultati.

Il fatto che la nitrificazione avviene anche nell'acqua aerata ha pel nostro scopo specialissima importanza; esso concorre a dimostrare come le acque lorde possano epurarsi scorrendo semplicemente alla superficie, e quindi concorre a spiegare la differenza di composizione di queste acque rispetto alle sostanze azotate prima e dopo l'irrigazione, quale risulta dalle analisi riferite.

Ma se la porosità del mezzo non è condizione necessaria, sarà d'essa favorevole alla nitrificazione? Su di ciò pare che non vi debba essere dubbio alcuno, poichè in un mezzo poroso convenientemente sciolto, immensamente sviluppata è la superficie sulla quale i germi si possono

depositare e procrearsi, essendo anche le condizioni di aeramento a ciò propizie. Infatti le esperienze dimostrano che per la nitrificazione è necessario l'intervento dell'ossigeno, e quando il terreno non è inzuppato d'acqua, la sua attività è proporzionale alla quantità dell'ossigeno stesso.

Per ultimo Schloesing e Müntz separarono il fermento nitrico; esso è un batterio: ne fecero delle coltivazioni artificiali, e si servirono poi dei fermenti così preparati per le ulteriori esperienze.

Riguardo alla temperatura le esperienze dimostrano che a 0° la nitrificazione è estremamente lenta; cresce col crescere del calore, finchè raggiunge la sua massima attività a 37° circa, essendo a questa temperatura 10 volte più attiva che a 14°; poi decresce di nuovo per modo che a 50° è ridiventata appena sensibile; a 55 si sospende.

Warrington a Rothamsted, celebre podere sperimentale inglese, confermò l'azione paralizzante del clorofornio sulla nitrificazione, e trovò che il solfuro di carbonio produce lo stesso effetto; ripeté le esperienze di nitrificazione nell'acqua aerata, e senza conoscere le esperienze di Schloesing e Müntz sulla nitrificazione dei sali ammoniacali giunse allo stesso risultato, cioè che la terra vegetale in via di nitrificazione trasforma i sali ammoniacali in nitrati. La trasformazione avverrebbe con una rapidità incredibile, al punto che in capo a pochi giorni si incontrerebbero nelle acque di drenaggio i nitrati provenienti dalla nitrificazione dei sali ammoniacali, solfato d'ammonia per esempio, impiegati per concimare il terreno, onde si spiegarono certi risultati già noti, ed ottenuti a Rothamsted da Lawes, Gilbert e Frankland, sulla quantità considerevole di nitrati che contengono le acque di drenaggio nelle terre abbondantemente concimate con sali ammoniacali.

Come abbiamo veduto, i nitrati non sono trattiene nel suolo; su di essi non si esercitano le proprietà assorbenti, ma passano integralmente nelle acque di filtrazione. La quantità dei nitrati che queste acque contengono può dunque misurare l'attività della nitrificazione.

Esperienze eseguite a Rothamsted per 5 anni di seguito sopra una terra non concimata, argillosa con sottosuolo argilloso, rimasto per tutto il tempo delle esperienze senza concimazione e spoglia affatto di vegetazione, ossia nella condizione di un riposo assoluto, diede i seguenti risultati medi:

	Altezza dell'acqua caduta	Acque di drenaggio per uno strato di		Azoto nei nitrati per acre o per uno strato di	
		Pol. 20	60	Pol. 20	60
Gennaio-Marzo	Pol. 5,78	» 4,53	4,34	Libre 8,80	9,92
Aprile-Giugno	» 7,81	» 2,22	2,63	» 5,06	6,10
Luglio-Sett.	» 10,07	» 3,84	3,36	» 14,24	10,80
Ottobre-Nov.	» 8,84	» 6,24	5,91	» 16,72	15,82
Totale	Pol. 32,50	Pol. 16,83	16,34	Libbre 44,82	42,64
	m. 0,925	m. 0,43	0,415	Cg.p.Ea 50, ⁵ / ₄	48, ¹ / ₄

Questi risultati sono pel nostro scopo di un'importanza veramente grandissima. In primo luogo essi ci dicono che dell'acqua di pioggia caduta la metà soltanto filtra e raggiunge i tubi di drenaggio; l'altra metà dunque rimane assorbita ed evapora direttamente. È ben vero che noi non dobbiamo considerare l'acqua di pioggia soltanto, ma anche quella di irrigazione, che è di molto maggiore della prima, ma d'altra parte è da avvertire che qui si tratta di terreno nudo, mentre l'irrigazione si fa pei terreni coltivati coperti di vegetazione, la quale assorbe e successivamente traspira, cioè evapora per proprio conto una quantità d'acqua considerevolissima.

Da accuratissime esperienze risulta che una vegetazione molto rigogliosa, come quella della medica e del prato ben concimato (è il caso nostro), traspira giornalmente tal quantità d'acqua, che misurata per mezzo dell'altezza di uno strato uniforme ricoprente la superficie del terreno, varia fra mm. 3,14 e mm. 7,28. Quindi la vegetazione di un prato, se ubertoso, può consumare essa direttamente, quando è in pieno sviluppo, tutta l'acqua che il terreno riceve da una irrigazione che si pratica ogni otto giorni. Nè bisogna dimenticare che le piante traspirano l'acqua che assorbono dal terreno sotto forma di vapore purissimo, per cui le impurità delle acque lorde rimarrebbero nel suolo ed in parte assimilate dalle radici verrebbero distrutte.

In secondo luogo risulta che l'acqua che filtra attraverso il terreno è trattenuta più specialmente nei primi 20 pollici (¹/₂ metro circa), ossia nella parte superiore dove più facilmente arriva e circola l'aria atmosferica, e quindi dove più attiva si fa la nitrificazione. Ed infatti queste esperienze ci dicono che le quantità dei nitrati esportati dalle acque di filtrazione per uno strato superiore ai 50 cm., non solo non aumenta, ma diminuisce. Al di là di 50 cm. di profondità, i nitrati parzialmente si riducono, quantunque in quantità piccolissima. Ora non è forse tutto ciò direttamente applicabile al caso nostro?

Terzo: la quantità dei nitrati esportati dalle acque di filtrazione non è proporzionale alla quantità dell'acqua filtrata, dipende anche dalla stagione. La maggior quantità corrisponde ai mesi dall'ottobre al dicembre, la minima dall'aprile al giugno, la qual cosa si spiega facilmente: in questi ultimi mesi le acque di drenaggio raccolgono i nitrati prodotti nel suolo durante l'inverno, mentre dall'ottobre al dicembre raccolgono quelli prodotti nei mesi più caldi dell'anno. Da queste esperienze rimarrebbe quindi provato che la nitrificazione, poco attiva nei mesi freddi, diventa più sensibile in primavera, per raggiungere il suo massimo nei mesi più caldi, e decrescere quindi in autunno, conformemente a quanto dicono le esperienze di Schloesing e Müntz, che la attività della nitrificazione cresce colla temperatura sino ai 35°-40°.

Questi risultati dimostrano quanto debba riuscire opportuna, per l'epurazione delle acque delle fogne cittadine, l'irrigazione iemale continua delle marcite, la quale avrebbe per effetto di conservare al terreno una temperatura considerevolmente più elevata, favorendo così il processo di nitrificazione anche nei mesi freddi; mentre l'imbibizione del suolo, prodotta da tal modo di irrigazione, concorrerebbe allo stesso scopo, perchè, come risulta dalle esperienze di Schloesing riferite più sopra, essa pure favorisce la nitrificazione quando trattasi di atmosfera confinata, come ne sarebbe qui appunto il caso.

A Rothamsted furono anche fatte delle determinazioni dirette per riconoscere l'influenza della vegetazione sulla quantità dei nitrati esportati dalle acque, ed i risultati furono conformi alle previsioni fatte, cioè la vegetazione utilizzando direttamente i sali ammoniacali ed i nitrati, a misura che si formano, impedisce che questi sieno esportati dalle acque che attraversano il terreno o che scorrono alla sua superficie. Dunque anche sotto questo aspetto il modo più conveniente di usufruire le acque lorde della città è quello di usarle per l'irrigazione del prato.

Ultima aggiunta come breve complemento alla teoria della nitrificazione: se questa non è un fatto puramente chimico, ma correlativo della vita, sarà lo stesso della *denitrificazione*? Di ciò si occuparono il professore Gayon di Bordeaux, direttore di quella stazione agraria, ed il suo collaboratore Depetit, risolvendo da quanto pare affermativamente la questione. Questo nuovo germe o fermento sarebbe *anaerobo*, cioè vivrebbe fuori del contatto dell'aria, come era da prevedersi. Le condizioni per la sua esistenza sarebbero analoghe a quelle dell'aerobo nitrificatore, cioè come per questo sarebbe necessaria la presenza della materia organica, e la temperatura più favorevole quella fra i 35° e 40°. Gli autori aggiungono che nelle condizioni di mezzo e di temperatura più favorevoli la decomposizione dei nitrati presenta tutto l'andamento di una fermentazione energica accompagnata da sviluppo di gaz (azoto), e produzione di microbi.

Ultimata così la discussione generale intorno alle proprietà assorbenti delle terre ed al processo di nitrificazione della materia organica, l'ingegnere professore *Giulio Fattarappa*, prende a considerare in particolar modo le terre che si tratterebbe di irrigare colle acque di fognatura della città di Torino, e ne conclude che la natura non esclusivamente argillosa delle terre, la loro poca profondità, da 40 a 50 centimetri, e il loro sottosuolo sempre perfettamente permeabile, sono tutte condizioni che rendono efficace la nitrificazione, ossia la distruzione della materia organica in genere; e che le acque lorde di irrigazione giungeranno al sottosuolo ghiaioso sempre limpide e quasi pure, lasciando soltanto passare oltre i sali di calce, e quando la vegetazione manca, una piccola parte di nitrati.

NECROLOGIA

Prospero Richelmy

N. IL 28 LUGLIO 1813, † IL 13 LUGLIO 1884.

Dopo quattro anni di fisiche sofferenze sostenute con mente sempre serena passava a miglior vita il comm. Prospero Richelmy, maestro d'idraulica pratica e fondatore insieme col Sella e col Gastaldi, di compianta memoria, della Scuola di applicazione degli Ingegneri di Torino, di cui fu il direttore per ben venti anni.

Il Richelmy, laureatosi Ingegnere nella Università di Torino il 20 luglio 1833, ed accolto fra i dottori collegiati della Facoltà di Matematica il 5 luglio 1838, preso aveva ad insegnare idraulica fin dal 1848-49 nella Università di Torino, dapprima come sostituto al professore Agodino, e poi dal 1850 come titolare.

Questa scienza, di natura quasi affatto sperimentale, non poteva trovarsi in migliori mani. Lo Stabilimento idraulico sperimentale della Parella, fondato dal Michelotti sotto gli auspici del Re di Sardegna nel 1763, e successivamente reso di fama europea dalle celebri esperienze del prof. Bidone, in seguito alle indagini di più in più accurate che si erano fatte di poi presso altre nazioni, ed a quelle soprattutto dei diligentissimi Poncelet e Lesbros, aveva perduto alquanto della sua primitiva importanza. Le luci di prova erano assai più piccole di quelle delle bocche che si incontrano più frequentemente in pratica, e per contro erano poste nella storica torre a profondità di gran lunga superiori alla profondità degli ordinari bocchetti di estrazione sotto il livello dei canali maestri da cui la derivazione vien fatta. Il prof. Richelmy ingegnosamente aggiunse nuovi apparecchi i quali gli permisero di servirsi di quello stabilimento per sperimentare con piccole altezze prementi e con luci considerevolmente maggiori.

Esistono nei volumi e negli Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino alcune pregevoli memorie in proposito; la prima delle quali col titolo *Notizie di alcuni lavori ed esperienze sugli stramazzi incompleti* è nel volume delle memorie pubblicato nel 1854. Altre importanti ricerche il Richelmy fece e pubblicò a diverse riprese sugli efflussi per mezzo di brevi tubi conici divergenti; e ricordiamo che altre ancora ne intraprese importantissime sui coefficienti di efflusso da luci rigurgitate, le quali non ci consta siano state pubblicate.

Oltre all'idraulica sperimentale il Richelmy coltivò con amore l'analisi matematica, e più volte nell'Accademia delle Scienze di Torino fu delegato arbitro in questioni d'alta scienza matematica fra gli illustri membri di questo Istituto, al quale apparteneva fin dall'anno 1851. I suoi colleghi accademici Plana, Carlo Ignazio Giulio, i due Sismonda, il Menabrea, Quintino Sella, lo tenevano in grandissima stima.

Il Governo gli diede non dubbi segni di confidenza eleggendolo fin dall'anno 1852 a membro straordinario del Consiglio della pubblica istruzione; e nel 1859, dopo la pace di Villafranca e le prime annessioni al Piemonte, essendosi nella legge organica sulla pubblica istruzione del 13 novembre di quell'anno creata la Scuola di applicazione per gli ingegneri, il Richelmy ebbe non solo la importante cattedra di meccanica applicata e d'idraulica pratica, ma ben anche la direzione della scuola. E si rese grandemente benemerito dell'ingegneria italiana, non solo come insegnante di gran valore, chiaro di idee, facile e lento nel comunicarle, ma ben anche per l'attività e per il senno che spiegò, segnatamente nei primordii della scuola, per impiantarla su solide e ben acconce basi e farla progredire, acquistandole in breve tempo quella rinomanza di cui tuttora meritatamente gode.

Volle una scuola egualmente lontana, e dalle pure astrazioni le quali non arrivassero allo scopo di pratiche applicazioni, e dalle regole empiriche che di tanto restringono il campo del professionista. Propose e promosse, per i diversi rami della scienza applicata, le nomine di insegnanti da lui conosciuti volenterosi e capaci di assecondarlo in questi suoi intenti.

Per parte sua introdusse per il primo in Piemonte la innovazione del teorema o principio delle forze vive nello studio delle macchine, ponendolo a base di tutto il suo corso, ed applicandolo in particolar modo a costituire la teoria, e ad additare notevoli migliorie nella costruzione dei motori idraulici. E diede a' colleghi suoi il buon esempio pubblicando per il primo, per uso de' suoi allievi, il sunto delle lezioni di meccanica applicata e di idraulica pratica, quali avevano dettate nell'anno scolastico 1862-63.

Scrisse pure pregevoli memorie di meccanica applicata, sull'odontografo di Willis nel 1867 e sulle ruote dentate nel 1869 e nel 1880, consegnate negli Atti della Accademia delle Scienze di Torino; come pure sui dinamometri e sugli ergometri (anno 1869) e sulle note esperienze e deduzioni intorno all'attrito, fatte dal colonnello Conti (1875 e 1876). Seguiva con molto interesse l'andamento di questo nostro periodico che più volte ebbe la fortuna di accogliere de' suoi scritti. Ricordiamo ad es. le sue assennate osservazioni sul dinamografo di Kraft (1878).

Più volte interpose la voce sua influente per fornire la sede della scuola di nuovi fabbricati, per ampliarne le collezioni, e merita di essere notato il nuovo edificio sperimentale idraulico eretto a sud del Castello del Valentino. L'idea di abbandonare l'antico stabilimento

più che secolare vicino alla villa denominata la Parella, fuori Porta Susa, a parecchi chilometri di distanza dalla sede della scuola, era sorta, a dir vero, dapprima in Quintino Sella; ma il Richelmy l'accorse con ardore prevedendo i vantaggi che sarebbero venuti dall'avere lo stabilimento idraulico nella sede stessa della scuola, in vicinanza di un gran fiume come il Po, e disponendosi di un salto d'acqua di quasi 20 metri. Epperò quando per convenzione stipulatasi fra il Governo ed il Municipio, i terreni posti a giorno del Valentino, passarono al Municipio, il Richelmy fu sollecito ad ottenere che una parte dei medesimi e le ragioni d'acqua necessarie per il futuro stabilimento fossero riservate a tale scopo.

Allo scrivente, chiamato dalla fiducia del Richelmy a progettare e dirigere la costruzione di tutte le opere occorrenti all'impianto di quello stabilimento, non spetta di portar giudizio sulle opere medesime e sulla disposizione degli apparecchi che vennero installati in quell'edificio.

La iconografia di questo stabilimento, a progetto compiuto, fu dal Richelmy stesso pubblicata nei *Cenni storici e statistici intorno alla Scuola di applicazione per gli Ingegneri in Torino* in occasione della Esposizione universale di Vienna del 1873. E più particolarizzate notizie si leggono in apposita nota dal Richelmy pubblicata nel 1870.

Qui vogliamo solo notare che il piacere di veder erigere il nuovo stabilimento non era nel Richelmy disgiunto dal dolore di dover abbandonare la storica torre della Parella. «A quella torre, dicevami un giorno nel delineare il programma dei nuovi lavori, ho sempre portato una certa venerazione quasi a strumento di patrie glorie. Se le circostanze ci impongono di abbandonarla, ricopiamola tale quale per guisa da poter dire che non le abbiamo dato addio, ma quasi la abbiamo condotta con noi».

Ma l'affetto e la venerazione per tutto ciò che sapeva di antico non gli furono mai di ostacolo nell'attuare le innovazioni volute dal progresso delle scienze o dal desiderio dei colleghi. Se non dimenticava di mostrare ogni anno confidentemente ai più diligenti suoi discepoli, quasi a premio del loro valore, il parasole adoperato dal Bidone nel fare le sue celebri esperienze alla Parella, da lui gelosamente custodito, non dimenticava neppure di far voti, ogniquale volta l'occasione gli si presentava propizia, perchè nuovi fabbricati e nuovo materiale scientifico si aggiungesse alla scuola; fra i suoi voti v'era pur quello che il nuovo edificio idraulico venisse completato ed arricchito segnatamente con ogni specie di motori idraulici da sottoporsi a rigorose esperienze dinamometriche, e fossero continuate con amore le tradizioni della scuola sperimentale.

Tutto sommato ben può dirsi che il Richelmy ha lasciato sia come direttore, sia come professore, una bella pagina nella storia della Scuola di applicazione degli Ingegneri. Colleghi e discepoli, tutti indistintamente lo consideravano qual padre amorosissimo. Non ebbe velleità di onorifiche cariche; declinò più volte di prender parte attiva alla politica; di largo censo, visse modestamente, religiosamente e coll'animo tranquillo, tutto consacrando alla famiglia ed alla scuola.

G. SACHERI.

BIBLIOGRAFIA.

Dizionario tecnico di Ingegneria e di Architettura, nelle lingue italiana, francese, inglese e tedesca, compresi le scienze, arti e mestieri affini, compilato da G. Crugnola, Ingegnere capo provinciale a Teramo.

Non è ancora l'apparizione tanto desiderata di un dizionario tecnico nelle quattro lingue più a noi famigliari che noi segnaliamo ai lettori, ma un primo fascicolo di sole 40 pagine di stampa, che l'editore torinese signor Negro ci ha mandato come saggio, preceduto da una prefazione, e con preghiera di tenerne parola.

Niuno più di noi è compreso della necessità e nello stesso tempo della grande difficoltà di avere un buon dizionario dei termini tecnici nelle diverse principali lingue. L'egregio amico nostro l'Ingegnere Crugnola si è sobbarcato all'improbabile fatica, e merita ogni più grande elogio.

Giudicare di quello che sarà per essere il dizionario dalle poche pagine distribuite sarebbe cosa alquanto difficile; invece è assai facile argomentare della buona riuscita del dizionario dalla sperimentata valentia dell'autore, cui non mancano la capacità e la energia all'ardua impresa indispensabili.

Saranno due volumi. Nel primo si leggeranno per ordine alfabetico i termini italiani colla corrispondente voce nella lingua francese, inglese e tedesca, oltre alla definizione concisa del significato tecnico nel ramo di scienza od arte a cui il vocabolo si riferisce.

Il secondo volume sarà come un triplice indice alfabetico dei termini francesi, inglesi e tedeschi che si conterranno nel primo volume con opportuno rimando a questo per l'occorrenza significato.

L'opera, di cui non è precisata ancora la mole, verrà pubblicata a dispende di 48 pagine di stampa cadauna, al prezzo di L. 1,20, e si procurerà di dare, se non due, almeno una dispensa ogni mese.

G. S.

