

L'INGEGNERIA CIVILE

R

LE ARTI INDUSTRIALI

PERIODICO TECNICO MENSILE

*Si discorre in fine del Fascicolo delle opere e degli opuscoli spediti franchi alla Direzione dai loro Autori ed Editori.***COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI STRADE FERRATE****L'ESERCIZIO DELLA FERROVIA DEL GOTTARDO.***Note dell'Ing. STANISLAO SCANO**(Veggasi la Tavola VII)*

La costruzione di poche linee ferroviarie destò in questi ultimi tempi tanto interesse, come quella della linea che, attraverso al San Gottardo, mette in comunicazione l'Italia con i paesi dell'Europa Centrale, e quest'interesse oltrechè dall'importanza internazionale che essa era destinata ad assumere, soprattutto per gli italiani a cui si apriva una nuova via di sbocco per le loro produzioni, era determinato dalle difficoltà d'ordine tecnico che si dovevano superare e che aumentavano mano mano che si procedeva nella costruzione. Dal 1° gennaio 1882 la ferrovia del Gottardo è aperta al pubblico esercizio, ed in questo non lungo periodo di tempo essa ha già saputo richiamare su di sè l'attenzione dei viaggiatori non solo ma anche dei tecnici ferroviari per la regolarità con cui vi procede il servizio a malgrado che le condizioni d'esercizio, per quanto riguarda il mantenimento e la sorveglianza della strada e la trazione dei treni, siano delle più difficili. Il traffico vi è in continuo aumento; i prodotti complessivi da franchi 10,169,000 nel 1886 si elevarono nel 1895 a franchi 16,423,000 con un introito medio di franchi 59,126 per chilometro di linea (1), ed il numero dei viaggiatori trasportati da 994,000 nel 1886 salì ad 1,624,000 nel 1895; questi risultati se in parte sono dovuti alla nuova corrente che ha preso il commercio d'importazione e d'esportazione dell'Italia, in seguito alla rottura dei trattati commerciali colla Francia, sono però anche da ascrivere alla preferenza accordata alla nuova linea dai viaggiatori che si recano annualmente in Italia e che omai hanno abbandonato la via del Moncenisio, attirati al Gottardo e dalla bellezza dei paesi che la ferrovia attraversa e dalle maggiori comodità che loro si offrono nel viaggio.

In queste note ci proponiamo, dopo fatta una descrizione sommaria della strada, dell'armamento, degli impianti nelle stazioni, del materiale mobile, di esaminare con quali criteri vi si fa il servizio, procurando di far emergere quelle circostanze che, secondo il nostro parere, concorrono a far ottenere così buoni risultati tecnici ed economici.

I. — IMPIANTI E DOTAZIONI DELL'ESERCIZIO.

1. *Descrizione sommaria della strada* (Tav. VII, fig. 1, 2, 3, 4). — Le linee ferroviarie italiane si allacciano a quella del Gottardo mediante i tronchi di ferrovia: Milano-Chiasso, esercita in comune dalle Reti Mediterranea ed Adria-

tica, e Genova o Torino-Novara-Luino, di proprietà del Governo italiano ed esercita dalla Ferrovia Mediterranea; la rete principale parte da Chiasso e fino a Bellinzona si svolge con profilo accidentato e con forti pendenze, che nella traversata del Monte Cenere, per un tratto di 11.3 km., raggiungono il 26 ‰; da Bellinzona, e per tutto il versante italiano, la strada segue la vallata del Ticino, ma fino a Biasca per 19 km., il profilo ne è piano e facile; da questa stazione ha origine la rampa d'accesso alla gran galleria, il cui imbocco Sud trovasi ad Airolo; la linea Biasca-Airolo, lunga 45 km., incassata fra alte montagne a picco, costituite essenzialmente da gneiss duro, si sviluppa con forti pendenze (fino al 27 ‰) e con curve di piccolo raggio (fino a 280 m.) attraverso ad una serie continua di opere d'arte grandiose dovute in massima parte all'opera di ingegneri ed operai italiani; sono caratteristiche e degne di menzione le quattro gallerie elicoidali di Travi, Piano-Tondo, Prato e Freggio (Tav. VII, fig. 5 e 6), lunghe un chilometro e mezzo circa ognuna, in cui il raggio della curva è stato tenuto costantemente di 300 m., e la pendenza del 23 ‰. La stazione di Airolo è posta a 1144 m. sul livello del mare, e la gran galleria, lunga 14.984 m., perfettamente rettilinea, sbocca nel versante svizzero presso la stazione di Göschenen a 1109 m. sul mare; nel primo tratto essa è in salita del 2 ‰ e quindi discende con pendenza del 5.8 ‰.

Da Göschenen ad Erstfeld, per una lunghezza di 29 km., si svolge, lungo la vallata della Reuss, la linea d'accesso Nord alla gran galleria; anche qui si dovettero costruire opere d'arte arditissime, e per superare grandi differenze di livello, si costruirono le tre gallerie elicoidali di Leggstein, Wattingen e Pfaffensprung; la stazione di Erstfeld è a 475 m. sul livello del mare, per cui la pendenza media lungo tutto il tratto è del 22 ‰ circa; la pendenza massima è del 26.2 ‰.

Lungo il tratto da Erstfeld a Lucerna, sebbene non s'incontrino pendenze superiori al 10 ‰, la strada presenta opere d'arte rimarchevoli, soprattutto nei punti in cui costeggia il lago dei Quattro Cantoni; l'ultimo tratto, da Immensee cioè a Lucerna, non è di proprietà della Compagnia del Gottardo; la linea propria è ora in corso di costruzione e sarà aperta all'esercizio durante il 1897.

Da Lucerna, mediante la ferrovia Lucerna-Olten-Basilea della Central Suisse, la ferrovia del Gottardo è messa in comunicazione con le linee ferroviarie francesi, belghe ed olandesi, e da Rothkreuz per Zurigo con le linee della Germania; la Compagnia del Gottardo ha in costruzione, e sarà pure ultimata nel corso di quest'anno, una diramazione da Arth-Goldau a Zug che metterà in più diretta comunicazione l'Italia con Zurigo.

Alla rete principale che parte da Chiasso si allaccia in Giubiasco (a 3 km. da Bellinzona) il tronco che ha origine da Luino, sul quale si esercita il traffico di transito da e per Genova; da esso si stacca a Cadenazzo un'altra diramazione d'interesse puramente locale fino a Locarno.

Riepilogando, l'esercizio per conto della Compagnia del Gottardo si fa su 266 km. di linea, dei quali 145 km., e

(1) Il prodotto chilometrico delle Ferrovie Adriatiche nell'esercizio 1895 è stato di L. 22,800 per la Rete principale e di L. 5480 per la Rete complementare. Nell'esercizio 1895-96 delle Ferrovie Mediterranee il prodotto per chilometro di linea è stato di L. 27.690 per la Rete principale e di L. 4817 per la Rete complementare.

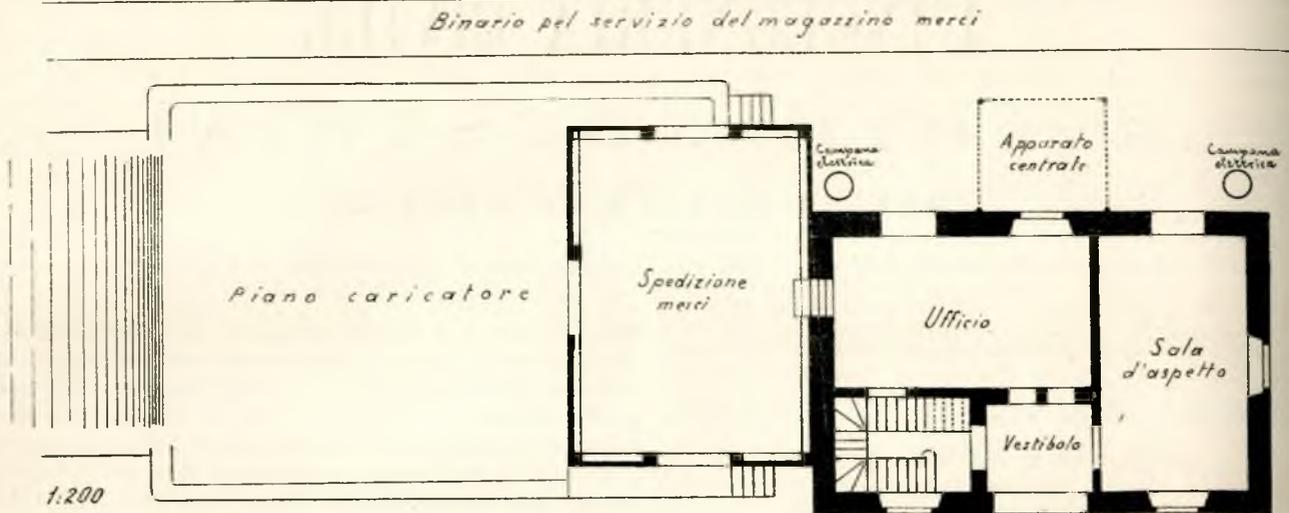


Fig. 54. — Tipo delle stazioni di III classe.

cioè i tronchi Chiasso-Bellinzona (km. 55) e Biasca-Erstfeld (km. 90), costituiscono le linee di montagna, mentre i rimanenti tratti Bellinzona-Biasca (km. 19), Erstfeld-Lucerna (km. 66.5) e Bellinzona al confine ed a Locarno (km. 35.5), si possono considerare linee di pianura. E più precisamente, dei 266 km.: 58 km. sono in piano, 208 in pendenza, e la pendenza media è del 12 ‰; 155 chilometri sono in rettilineo, 111 in curva, e la somma di tutti gli angoli delle curve è di 15,624 gradi. Con questi elementi si può determinare, con uno dei metodi conosciuti, il valore del coefficiente medio di resistenza di tutta la linea, e quindi la sua lunghezza virtuale; con la formola del Ghega si ottiene un valore di poco superiore a 2 ed un valore non molto differente si ottiene seguendo il metodo adottato dal Cornetti per le linee della Rete Mediterranea (1): questa cifra, che è molto alta, trattandosi del coefficiente di resistenza dell'intera linea, ci servirà di termine di confronto per poter apprezzare convenientemente le difficoltà ed i risultati dell'esercizio.

2. *Stazioni.* — I paesi che vengono serviti dalla ferrovia del Gottardo sono in gran parte paesi di montagna, poco popolati e, specialmente nella stagione invernale, privi di qualsiasi risorsa; l'industria più importante che vi si esercita è quella dell'estrazione e lavorazione dei graniti ed altre pietre di costruzione, ed il loro trasporto rappresenta per la ferrovia uno dei maggiori introiti locali; le linee ticinesi hanno solo una certa importanza, poichè mettono in comunicazione le tre principali città del Canton Ticino: Lugano, Bellinzona e Locarno.

Il traffico sulla linea del Gottardo è essenzialmente di transito; grandi quantità di merci provenienti dall'Italia per la via di Chiasso e di Luino l'attraversano in tutta la sua lunghezza per essere inoltrate nella Svizzera, nella Germania, nel Belgio, in Olanda; del pari le merci che da questi paesi vengono importate in Italia, sono prese dalle stazioni poste all'estremo Nord della linea e lasciate a Chiasso od a Luino.

Le stazioni sono state costruite in conformità a questo stato di cose, e quindi, nella maggior parte di esse, lo sviluppo dei binari e gli impianti per la spedizione delle merci non sono molto estesi; in un gran numero di stazioni l'ufficio delle spedizioni merci è addossato allo stesso fabbricato

viaggiatori ed in comunicazione con esso (fig. 54). La sola stazione di Bellinzona si può considerare come stazione di smistamento per le merci che debbono essere inoltrate a Chiasso od a Luino; a Biasca ed a Erstfeld, ai piedi cioè delle rampe Sud e Nord della gran galleria, sonvi importanti stazioni di manovre, con sede di deposito di locomotive, per la composizione e scomposizione dei treni merci nelle due direzioni.

Bellinzona fu scelta, per considerazioni di diverso ordine, come stazione centrale della rete, ed in essa, oltre ad un deposito importante di locomotive, si sono impiantate le officine per la riparazione del materiale mobile, il magazzino per gli approvvigionamenti di tutto l'esercizio, l'officina per la produzione del gas d'illuminazione delle vetture, ecc.

Le stazioni più importanti della rete, oltre a quelle già menzionate, sono;

Chiasso, stazione internazionale di confine fra l'Italia e la Svizzera (nell'altra stazione di confine con l'Italia, Luino, il servizio viene disimpegnato dalla Rete Mediterranea); essa ha una grande estensione di binari che servono per lo stazionamento del materiale mobile delle ferrovie svizzere ed italiane, e per il disimpegno dei numerosi magazzini di visita delle merci per parte delle due dogane;

Airolo e Göschenen, alle imboccature della gran galleria; importanti soprattutto per la loro posizione altimetrica e per il servizio speciale che la galleria richiede;

Brunnen, notevole per i grandi magazzini di deposito di granaglie che, importate dall'America o dalla Russia per la via di Genova, sono qui depositate e poi rispedite a seconda dei bisogni nelle diverse parti della Svizzera. Questi magazzini, capaci di contenere parecchie migliaia di vagoni di granaglie, sono costruiti in legname, ma uno speciale servizio è stabilito per premunirsi contro gli incendi;

Lucerna, ancora in corso di costruzione; dovrà servire per le quattro reti ferroviarie svizzere che vi fanno capo, e sarà esercitata dalla Central Suisse.

Gli uffici dell'Amministrazione e della Direzione della ferrovia del Gottardo sono stabiliti a Lucerna in un palazzo monumentale, di proprietà della Compagnia.

I fabbricati delle stazioni, specialmente nelle linee ticinesi, sono costruiti con gusto artistico, che di rado s'incontra nelle costruzioni ferroviarie; le stazioni importanti per movimento di viaggiatori e nelle quali i treni fanno lunghe fermate, come ad esempio, Chiasso, Lugano, Bellinzona, Göschenen, sono dotate di vaste ed eleganti sale da

(1) Il coefficiente medio di resistenza delle linee costituenti il I compartimento della Rete Mediterranea è 1,637: quello della linea del Fréjus è 2,58: quello della nuova linea dei Giovi 2,50.

pranzo per le diverse classi di viaggiatori; tutte sono completamente aperte al pubblico, come nel restante della Svizzera, ed i loro marciapiedi sono al piano delle rotaie; le stazioni di Chiasso, Mendrisio, Biasca, Faido, Airolo, sono illuminate a luce elettrica, ed installazioni sono in corso di costruzione o di studio ad Altdorf, Fluelen, Bellinzona.

3. *Impianto del secondo binario.* — La linea del Gottardo fu costruita a semplice binario; nell'esecuzione, però, di certe opere d'arte, per le quali sarebbe stato estremamente costoso l'allargamento ulteriore, si tenne conto della posa eventuale della seconda via; così, ad esempio, la gran galleria fu costruita sin dall'origine in modo da potervi stabilire due binari, e per le altre gallerie, costruite per un solo binario, furono adottate le sezioni Pressel-Kauffmann, che si prestano facilmente ad essere allargate. L'aumento nel traffico, prodottosi in pochi anni, determinò la necessità dell'impianto della seconda via nei tratti di montagna; i nuovi lavori incominciarono nel 1887, ed attualmente la linea corre a doppio binario da Giubiasco a Fluelen per un tratto non interrotto di 121 km.; questi lavori di grandissima difficoltà per se stessi, lo erano tanto più per i pericoli che ne potevano derivare per la linea in esercizio, sulla quale la circolazione dei treni doveva essere pienamente garantita; le precauzioni prese nella condotta dei lavori e nei sistemi di segnalamento furono tali che il servizio dei treni non ebbe a soffrirne il menomo inconveniente.

(Continua).

STUDI DI GEOLOGIA APPLICATA AI MATERIALI DA COSTRUZIONE

Ricerche ed esperienze
sulla durezza di alcuni materiali naturali italiani
dell'Ing. ALESSANDRO DRUETTI.

Le rocce che s'impiegano come materiali da costruzione debbono presentare parecchi requisiti che si possono distinguere in generali e particolari: i primi sono quelli che sempre debbono essere posseduti dalle rocce quali che siano le applicazioni a cui esse debbono servire; gli ultimi sono quelli richiesti in particolar modo da una determinata applicazione e che perciò mentre riescono necessari in alcuni casi, diventano superflui in altri. Una certa roccia vien poi giudicata più o meno buon materiale e più o meno adatta ad un determinato impiego a seconda che quei requisiti e questi possiede in grado più o meno elevato.

Le proprietà che interessa conoscere nelle rocce da impiegarsi nelle costruzioni sono: la resistenza, l'estraibilità e la lavorabilità, la durezza e la tenacità, il peso specifico, l'aspetto, la porosità e permeabilità all'aria ed all'acqua, la refrattarietà, la dilatabilità termica, la conduttività, la presa con le sostanze cementizie, la durezza. Molte di queste proprietà sono connesse fra di loro, dipendono l'una dall'altra e s'influenzano reciprocamente, facendo sì che la roccia sia più o meno fornita dei voluti requisiti costruttivi.

I requisiti più importanti e d'indole più generale sono quelli della resistenza e della durezza.

Esperimentando con apposite macchine su dei saggi di roccia convenientemente preparati, ed interpretando con le dovute cautele i risultati delle esperienze si possono conoscere i valori delle varie resistenze della roccia, cioè: alla compressione, alla trazione, allo scorrimento ed alla flessione, fra le quali quella che maggiormente interessa è la prima.

Circa la durezza d'un materiale non si può formulare nessun giudizio assoluto quando manchi il collaudo dell'esperienza sufficientemente lunga che assicuri la durata se-

colare di quello; pur tuttavia per i materiali da impiegarsi nelle costruzioni si istituiscono talvolta delle ricerche allo scopo di giudicare a priori della riuscita che essi faranno in opera. Queste ricerche sarebbe bene che fossero sempre eseguite non solo trattandosi di materiali nuovi, ma anche di quelli già da tempo adoperati, perchè le proprietà di una roccia possono variare assai da strato a strato e da punto a punto d'una stessa cava, e non bisogna mai presumere di conoscere troppo il materiale che si tratta d'impiegare.

Però occorre andar molto guardinghi nel giudicare della capacità costruttiva dei materiali assumendo per norma assoluta i risultati di certe esperienze, mentre i fatti possono a volte dimostrare erronea l'interpretazione data ai risultati stessi.

La durezza d'una roccia dipende da un complesso di azioni chimiche, fisiche e meccaniche prodotte dalle condizioni dell'atmosfera assai variabili nel tempo e nello spazio.

L'azione chimica dei componenti dell'atmosfera sulle rocce impiegate, interessa la composizione dei loro elementi e sotto questo punto di vista le previsioni che si possono fare sono abbastanza sicure, perchè anche trattandosi di materiali nuovi, i loro costituenti mineralogici sono gli stessi di molti altri materiali già impiegati, a pochi riducendosi i minerali essenziali che s'incontrano nelle rocce adoperate come materiali da costruzione, e conoscendosi perfettamente il loro modo chimico di comportarsi a contatto dei componenti dell'atmosfera.

Le alterazioni che ne derivano possono anche venir accelerate dall'azione organica esercitata da una vegetazione parassitica che, se in condizioni favorevoli, non tarda ad impiantarsi sui materiali, ed è rappresentata dapprima da crittogame quali licheni e muschi, e poscia col tempo anche da fanerogame quali sassifraghe e gramigne.

Questa vegetazione, oltre ad un'azione chimica propria, può esercitare anche un'azione disgregante per mezzo delle radici; per questo doppio ordine di fenomeni vien resa più attiva e rapida l'azione erosiva dell'atmosfera.

L'azione fisica è causata dalle differenze di temperatura cui può trovarsi soggetta la roccia, differenze che producono dilatazioni e restringimenti. Le rocce non essendo mai perfettamente omogenee nè per composizione nè per struttura, ne viene che nel loro interno alcune parti sono più dure, più tenaci, più resistenti, altre più tenere, più fragili, più deboli e che, per variazioni di temperatura, certe parti si dilatano o restringono di più che certe altre, alcune si dilatano di più in certe direzioni che in certe altre.

Durante la dilatazione avvengono pertanto sforzi di compressione che agendo sulle parti più deboli le indeboliscono maggiormente e vi producono screpolature, le quali poi s'ingrandiscono durante i restringimenti della massa, ed altre se ne producono in causa dei distacchi che si verificano anche fra le parti più deboli e quelle più resistenti. Per quanto siano piccole le differenze dei valori dei coefficienti di dilatazione delle diverse sostanze minerali componenti le rocce, e quelle di una stessa sostanza nelle diverse direzioni, pur tuttavia nei climi, come per esempio quello dell'Alta Italia, dove le differenze di temperatura fra i rigidi freddi invernali ed i massimi calori sopportati dalle rocce esposte al sole nell'estate raggiungono benissimo i 70° C., gli effetti sono sensibilissimi e maggiormente sentiti nelle parti superficiali più esposte sulle quali si manifestano screpolature che col tempo finiscono per produrre lo sgretolamento della roccia.

Questa proprietà delle rocce di deteriorarsi in causa delle alternanze di temperature calde e fredde venne dal professore Uzielli chiamata *frantumabilità*. Nelle screpolature superficiali penetrando l'acqua meteorica, questa durante i freddi invernali può congelarsi ed allora aumentando di vo-

lume provoca degli sforzi che favoriscono lo sgretolarsi della roccia accelerandone la degradazione.

Interviene così un altro fenomeno che è quello comunemente noto sotto il nome di *gelività*, la quale, mentre può associarsi alla frantumabilità, può anche esserne indipendente manifestandosi altresì in rocce punto frantumabili per effetto delle variazioni di temperatura.

La gelività è adunque dovuta al congelarsi dell'acqua che per qualunque motivo si trovi ad imbevare la roccia, sia essa acqua di cava od acqua meteorica assorbita per la porosità della roccia o penetrata nelle sue screpolature.

L'azione meccanica dell'atmosfera può essere prodotta dal vento, dalla pioggia e dalla grandine. L'azione erosiva del vento sulle rocce si produce per causa delle polveri e sabbie che esso trasporta, le quali, battendo e strisciando sulla superficie di quelle, le può striare e corrodere; ma mentre questo effetto è sensibilissimo nelle rocce di alcuni deserti sabbiosi, nelle montagne della Sierra Nevada, ecc., esso è trascurabile per i materiali adoperati nelle nostre costruzioni; tutt'al più il vento può aiutare a distaccare e far cadere le parti superficiali già disgregate per altre cause.

Parimenti la pioggia e la grandine non possono meccanicamente produrre coi loro urti effetti sensibili, perchè le rocce impiegate nelle costruzioni hanno sufficiente durezza per resistervi; esse però agiscono molto energicamente nell'asportare le parti superficiali già altrimenti disgregate.

Premesse queste nozioni generali, nelle pagine seguenti esaminerò per sommi capi le condizioni di alterazione chimica cui si trovano soggette le rocce adoperate nelle costruzioni; esporrò quindi i risultati di alcune mie ricerche ed esperienze istituite sopra alcuni materiali naturali da costruzione italiani per conoscere gli effetti dell'azione fisica dell'atmosfera sui materiali stessi.

Azione chimica.

Le rocce principali che forniscono materiali da costruzione sono: calcari, graniti, gneiss, sieniti ed altre rocce granitiche, porfidi, lave, serpentini, oficalci, calcescisti, argilloscisti, alabastri, arenarie e conglomerati, ecc.

Il complesso di tutti questi tipi di rocce risulta essenzialmente costituito dai seguenti tipi di minerali:

calcite Ca C O_3 e *dolomite* $(\text{Ca}, \text{Mg}) \text{C O}_3$,

quarzo Si O_2 ,

feldspati (e minerali affini) che complessivamente si possono raggruppare tutti sotto la seguente formola qualitativa generale $\text{Al}_m (\text{K}_2, \text{Na}_2, \text{Ca})_n \text{Si}_p \text{O}_q$,

pirosseni ed orneblende $\text{Mg Fe} (\text{Ca}, \text{Mn}, \text{Al}) \text{Si O}_3$,

olivina $(\text{Mg}, \text{Fe})_2 \text{Si O}_4$,

miche ferromagnesiache,

tipo *biotite* $(\text{Mg}, \text{Fe})_2 \text{Al}_2 \text{Si}_3 \text{O}_{12}$,

miche *allumino-potassiche*, ecc.,

tipo *muscovite* $(\text{H}, \text{K})_2 \text{Al}_2 \text{Si}_2 \text{O}_8$,

serpentino $\text{Mg}, \text{Fe}_3 \text{Si}_2 \text{O}_7 + 2 \text{H}_2 \text{O}$ e *talco*

$\text{Mg}_3 \text{Si}_4 \text{O}_{11} + \text{H}_2 \text{O}$,

cloriti $(\text{Mg}, \text{Fe})_m \text{Al}_n \text{Si}_p \text{O}_q + r \text{H}_2 \text{O}$,

zeoliti $(\text{Ca}, \text{Na}_2, \text{K}_2)_m \text{Al}_n \text{Si}_p \text{O}_q + r \text{H}_2 \text{O}$,

granati $(\text{Ca}, \text{Mg}, \text{Fe})_3 (\text{Al}, \text{Fe}, \text{Cr})_2 \text{Si}_3 \text{O}_{12}$,

epidoto $\text{H Ca}_2 (\text{Al}, \text{Fe})_3 \text{Si}_3 \text{O}_{13}$ e la *zoisite* affine,

caolino $\text{Al}_2 \text{Si}_2 \text{O}_7 + 2 \text{H}_2 \text{O}$,

gesso e *anidrite* Ca S O_4 con o senza $2 \text{H}_2 \text{O}$, ecc.,

oltre a numerosi elementi accessori come ossidi di ferro e di manganese, carbonato e silicato di ferro, ecc., i quali si trovano spesso a fungere da pigmenti come anche le sostanze bituminose, solfuri di ferro, ecc., ecc.

Come si vede, nella grande varietà di rocce adoperate nelle costruzioni, sono relativamente pochi i tipi mineralogici loro costituenti essenziali, i quali inoltre per la loro

composizione si riducono a questi pochissimi tipi chimici: *carbonati di calce* con o senza *magnesia*, *silice*, *silicati* prevalentemente *aluminosi* oppure *magnesiaci*, sia gli uni che gli altri o anidri o idrati, *solfato di calce* anidro e idrato, ai quali vanno aggiunti gli accessori sovraricordati che, sebbene non abbiano grande importanza come componenti delle rocce, possono però produrre effetti sensibilissimi nelle costruzioni.

I componenti dell'atmosfera che possono avere azione chimica sulle sostanze componenti le rocce impiegate nelle costruzioni sono principalmente *l'acqua*, *l'ossigeno* e *l'anidride carbonica*, e di questi due ultimi più specialmente la parte di loro che è sciolta nell'acqua.

Nell'acqua meteorica si trova costantemente sciolta una quantità di gas atmosferico che normalmente vi è contenuto nella proporzione di 25 cm^3 per litro. In 100 parti in volume di questo gaz sciolto, si hanno in media le seguenti proporzioni:

Azoto	64,47
Ossigeno	33,76
Anidride carbonica	1,77
	100,00

mentre la composizione normale dell'aria è 79,4 di azoto e 20,6 d'ossigeno, e l'anidride carbonica vi entra nella proporzione di circa 0,05. L'ossigeno è più solubile dell'azoto per cui l'energica azione ossidante dell'ossigeno sciolto nell'acqua è dovuta, oltrechè alla maggior affinità acquistata nello sciogliersi, anche alla sua maggior proporzione; lo stesso dicasi dell'anidride carbonica che nel gaz atmosferico sciolto nell'acqua trovasi in proporzione circa 35 volte maggiore di quella nell'aria.

Sonvi inoltre nell'acqua atmosferica altre sostanze che possono aver azione sui materiali delle costruzioni, come l'acido solforico, l'acido nitrico (specialmente nelle piogge temporalesche), l'ammoniaca (più abbondante dopo le lunghe siccità), cloruro di sodio (specialmente nelle vicinanze del mare), pulviscoli di varia natura, ecc.

L'acqua scioglie ed idrata, e l'azione sua solvente si fa sentire su tutti i ricordati componenti essenziali delle rocce, ma con effetto sensibile agisce soltanto, si può dire, sul calcare e sulle rocce gessose e con energia tanto maggiore quanto maggiore è la quantità d'anidride carbonica che possiede, la quale trasforma il carbonato di calce in bicarbonato più solubile. Se anche col tempo una certa quantità di calcite viene asportata dai calcari, il fenomeno non riesce quasi sensibile trattandosi di calcare puro; non così deve dirsi per i calcari dolomitici e gli argillosi, perchè in questi la differente solubilità fra calcite e dolomite e fra calcite ed argilla, può produrre una modificazione superficiale sensibile riducendosi la roccia ad essere più porosa e più dolomitica od argillosa alla superficie.

Le rocce gessose per il fatto della loro maggior solubilità vengono intaccate molto più profondamente e non debbono perciò impiegarsi in costruzioni esposte all'acqua atmosferica, mentre si possono benissimo impiegare i gessi negli interni, come si fa dell'alabastro gessoso. L'anidride inoltre se impiegata allo scoperto si idrata più o meno lentamente convertendosi in gesso con aumento fin del 33 0/0 del suo volume; essa perciò non deve essere impiegata in paramento nè all'esterno, nè all'interno degli edifici dove esiste sempre un certo grado d'umidità.

Fra i componenti accessori allo stato di pigmenti, degli ossidi anidri di ferro e di manganese possono idratarsi in presenza dell'acqua atmosferica producendo cambiamento nel colore della superficie delle rocce: così l'ematite rossa può trasformarsi in limonite gialla o brunastra.

L'ossigeno agisce specialmente su alcuni componenti accessori ossidandoli. Ossidandosi il carbonio delle sostanze carboniose e bituminose che impartiscono un bel color nero ad alcune rocce, queste imbianchiscono; così diventano grigiastri i calcari neri di Saltrio e di Varenna ed altri marmi neri adoperati all'esterno; le ardesie di Lavagna ed altri argilloseisti sotto l'azione dei raggi solari diventano di color quasi bianco.

Sottoponendo una piccola scheggia d'un calcare nero al dardo del cannello ferruminatorio si riconosce subito se il pigmento è carbonioso o bituminoso all'immediato imbianchimento; questo non avviene se il pigmento è dovuto ad ossidi di ferro o di manganese; le sostanze bituminose coloranti, ad esempio, il calcare di Moltrasio, si riconoscono all'odore caratteristico che emana dalla roccia percossa col martello.

Il protossido di ferro, che può colorare in bianco, azzurro e verde, può ossidarsi convertendosi in sesquiossido con arrossamento, come avviene nelle ofioliti, oficalci, breccie ofiolitiche, diabasi, ecc.

I solfuri di ferro, come la pirite o la pirrotina, che si trovano in piccoli cristalli sparsi in molte rocce, si ossidano dando luogo a sesquiossido idrato di ferro ed a solfato di ferro, il quale essendo solubile, viene dall'acqua in parte asportato; una parte però per l'evaporazione dell'acqua solvente rimane aderente alla superficie della roccia presso l'orlo inferiore del cristallo, ed ossidandosi dà luogo ad una macchia giallo-brunastra. Questo fenomeno si osserva molto frequentemente nei graniti bianchi della provincia di Novara, nei quali a volte havvi una disseminazione assai copiosa di piccolissimi cristalli di pirite: in poco tempo dopo l'esposizione del materiale agli agenti atmosferici compaiono le macchie di color ruggine che s'allargano rapidamente sotto ai singoli cristalli di pirite deturpando l'aspetto della costruzione; un'attenta ispezione della superficie del materiale basta per prevedere tale difetto. L'acido solforico che proviene dall'alterazione dei solfuri di ferro può anche combinarsi con altre sostanze della roccia ed originare solfati di calcio, magnesio, alluminio e potassio che se non fossero asportati dall'acqua sarebbero nocivi alla durezza della roccia.

L'anidride carbonica col concorso dell'acqua intacca i silicati delle rocce dando luogo a formazione di carbonati in parte solubili e quindi asportabili, a produzione di silice e di silicati idrati.

I silicati riccamente alluminosi si trasformano in caolino, gli alluminoso-magnesiaci in clorite, ed i magnesiaci (ferromagnesiaci) in talco e serpentino. Subiscono il processo della caolinizzazione specialmente i feldispati e minerali affini, e più facilmente i feldispati plagioclasici che non l'ortose. Danno luogo a produzione di clorite i pirosseni e le orneblende alluminosi, e si cloritizzano le miche; i pirosseni e le orneblende poveri d'allumina si serpentizzano: così pure, ed in modo tipico, l'olivina.

Queste alterazioni sono molto frequenti ed attive in natura, non così nelle rocce sane impiegate nelle costruzioni dove in generale non sono più sensibili al disotto dell'appannamento superficiale anche dopo lungo tempo. È però condizione necessaria il scegliere bene i materiali da impiegarsi, escludendo tutte quelle rocce nelle quali un attento esame dimostri già essere incominciati i detti processi, i quali proseguirebbero anche dopo collocati in opera. Ciò si riconosce abbastanza facilmente nelle rocce macromere alla nettezza dei caratteri cristallografici dei minerali componenti, più difficilmente nelle rocce micromere e criptomere per le quali conviene ricorrere all'uso del microscopio petrografico.

Alcune osservazioni di cui bisogna tener conto sono le seguenti:

Nei feldispati il ferro non deve entrare che in tenuissima quantità, la quale è sufficiente a costituire un pigmento abbastanza vivo; così nell'ortose del granito rosso di Baveno il sequiossido di ferro che lo colora in rosso è appena in tracce.

L'ortose, che contiene troppa quantità di ferro, si altera assai facilmente come, ad esempio, nel granito rosso di Maserano (Biella), e lo si riconosce al suo colore rosso-mattone carico.

I feldispati nelle rocce macromere spiccano per il loro splendore, percettibile anche a distanza, e ciò in grazia delle sfaldature.

Bisogna diffidare di quelle rocce, graniti, sieniti, dioriti, ecc., nelle quali tale splendore non esiste, o va rapidamente perdendosi nella cava stessa, poco tempo dopo l'estrazione; a questa perdita di splendore tien dietro una diminuzione della durezza tale da rendere i feldispati scalfibili dalla punta del temperino, e finalmente la loro superficie si trasforma in caolino; l'alterazione procede dall'esterno verso l'interno.

Meno dannose per la durezza delle rocce sono le alterazioni dei pirosseni, orneblende e miche, perchè questi minerali non si trasformano in sostanza pulverolenta, incoerente come i feldispati, ma si trasformano generalmente o danno luogo a parziale produzione di clorite, epidoto, talco, serpentino, ecc., le quali sostanze sono esse pure cristalline e capaci di esercitare una grande aderenza.

A volte però le orneblende ed i pirosseni possono anche essi alterarsi e trasformarsi in sostanze terrose con perdita di coerenza, ma quest'alterazione è sempre posteriore a quella dei feldispati che vi possono essere associati.

Sono interessanti a questo riguardo le osservazioni che si possono fare sulla diorite che costituisce quella estesa formazione che attraversa il Biellese e, passando sotto il bastione morenico detto La Serra, viene a terminare nei monticelli arrotondati d'Ivrea, spingendosi alquanto a sud-ovest di questa città. La roccia è essenzialmente composta di orneblenda ed oligoclasio con quarzo, cui si associano altri minerali accessori: nei tagli freschi ha aspetto eminentemente cristallino con sfaldature splendentissime, specialmente nell'orneblenda; il colore della sua massa va dal grigio scuro, quasi nero, al grigio chiaro; la grana e la struttura variabili le conferiscono apparenze diverse dalla granulare alla porfiroide; è tenacissima e dotata di alta resistenza alla compressione; in alcune varietà meno tenaci e con divisibilità più facili in alcune direzioni, si lascia facilmente spaccare e non presenta grande difficoltà alla lavorazione; fa buona presa con le calce ed i cementi. La si direbbe adunque un buon materiale da costruzione. Essa lo è infatti, sempre quando venga intonacata, e dà dei massicci murari di grande resistenza, ma non lo è più se la si impiega in paramento in costruzioni scoperte, e specialmente se si vuol trar partito dal suo aspetto per decorazione, perchè essa si altera molto rapidamente. Dopo breve esposizione agli agenti atmosferici la superficie della roccia perde il suo splendore, s'appanna, il feldispato diventa più evidente per inalbamento caolinico e spicca maggiormente sul fondo nero opaco orneblendico.

Le alterazioni quindi si approfondiscono e si manifestano in diverse maniere e con risultati differenti, che si possono osservare e seguire gradatamente, per esempio, nelle dioriti di Mosso Santa Maria in Valle Strona (Biella). In alcuni luoghi il feldispato caolinizzato è stato asportato per la profondità di parecchi millimetri e la superficie della roccia si presenta come un reticolato nero in rilievo costituito dai cristalli d'orneblenda, i quali sono appannati, rigabili dal

temperino e parzialmente chiazziati da macchie rosso-brunastre di sesquiossido di ferro. Talvolta l'alterazione dell'orneblenda è anch'essa talmente spinta che il reticolato in rilievo è costituito da ocre giallo-brunastre, frammezzo la quale si ritrovano ancora dei residui d'orneblenda. In altri punti la roccia si è alterata superficialmente tanto nel feldspato quanto nell'orneblenda ed appare colla superficie costituita da un'associazione di elementi caolinici bianchi e di elementi giallo-brunastri ocreaci. Ciottoli informi di roccia presentano quest'alterazione su tutta la superficie: rompendo i ciottoli si vede l'alterazione essersi compiuta per una scorza superficiale dello spessore di qualche centimetro; essa diminuisce d'intensità dall'esterno all'interno e va sfumando verso un nocciolo centrale di roccia gradatamente meno alterata fino a presentare la diorite sana verso il centro. Questi ciottoli bagnati con acqua sviluppano un acuto odore d'argilla. Altrove questi massi alterati presentano una superficie più compatta giallo-rossastra o brunastra senza macchiettatura d'elementi bianchi in causa dell'infiltrazione della sostanza ocreacea nelle parti caoliniche. In questi, frammezzo all'apparenza terrosa, si osservano molti elementi di color giallo-brunastro, splendenti per piani di sfaldatura assai netti; essi sono cristalli d'orneblenda convertitisi in limonite, conservando la forma primitiva. In altri punti la roccia si è alterata trasformandosi in una massa bianca prevalentemente caolinica con punteggiatura di piccoli elementi ocreaci, che non riescono però a distruggere la colorazione bianca della massa. Finalmente è da notarsi il fatto che la diorite di Mosso Santa Maria è pochissimo magnetica quando è sana, e lo diventa molto alterandosi per formazione di magnetite proveniente dall'alterazione dell'orneblenda; in alcuni esemplari osservai pure la polarità magnetica.

Non sempre in natura si osservano delle alterazioni paragonabili per intensità a quelle ora descritte; però verso la superficie dei giacimenti si osserva generalmente quello che si chiama il *cappellaccio*, ossia quella parte di roccia che per essere da secoli esposta all'azione degradante degli agenti atmosferici, fa vedere quali sono le alterazioni di cui è suscettibile la roccia stessa; perciò, trattandosi di utilizzare un nuovo giacimento, è della massima importanza studiare il *cappellaccio* per inferirne le possibili alterazioni della roccia.

Aggiungerò ancora, per quanto riguarda la durezza chimica, che essa è favorita dalla lucidatura, perchè le rocce lucidate permettono meno a sostanze estranee di depositarsi sulla loro superficie, ed inoltre vengono meglio lavate dalla pioggia. Nelle rocce a superficie scabra viene a depositarsi del pulviscolo atmosferico, della caligine, ecc., le quali deposizioni trattengono l'umidità e favoriscono perciò l'alterazione della roccia.

Questo pulviscolo atmosferico, oltre a venire insinuato nelle scabrosità e vani delle rocce dall'azione dell'aria in moto, vi è pure deposto dal vapore d'acqua, che sempre ne contiene, specialmente quando trovasi allo stato di nebbia, la quale inoltre contiene in maggiore quantità che non l'acqua i principii attivi che hanno azione chimica sulle rocce. Le sostanze così depositate, oltre al favorire l'alterazione chimica hanno anche un altro effetto, quello, cioè, di annerire i materiali, specialmente quando nell'atmosfera sia abbondante il pulviscolo di carbone, come avviene nelle città industriali.

Ciò serve a spiegare il fatto che nei paesi di nebbia gli edifici anneriscono e perdono la vivezza dei primitivi colori molto più rapidamente che non nei paesi privi di nebbia; per conseguenza nei climi, come ad esempio quello di Torino, non conviene fare molto assegnamento sulla policromia dei materiali da costruzione quale partito decorativo.

(Continua).

FISICA APPLICATA

LE TRASMISSIONI ELETTRICHE SENZA FILI.

Conferenza sperimentale

tenuta l'11 aprile nell'aula del R. Istituto fisico di Roma (1).

1. — È stata pubblicata di recente la notizia che un giovane italiano, il signor Marconi, ha fatto a Londra alcune esperienze per trasmettere a distanza considerevole i segnali telegrafici senza il soccorso di fili conduttori. Gli apparecchi e i metodi speciali adoperati dal Marconi sono ancora sconosciuti; sappiamo solo che si tratta di un'applicazione delle scoperte di Enrico Hertz, e cogliendo l'occasione da questa nuova applicazione, di cui abbiamo tutti compreso l'importanza, mi sono proposto di mostrare le proprietà delle ondulazioni elettriche, illustrandole con opportuni esperimenti e mostrando come sia possibile utilizzarle.

Intendo cioè di parlare di una scoperta che, senza esitare, si può dire la più importante che conti quest'ultimo mezzo secolo nel campo della fisica sperimentale e teorica e che segna senza dubbio uno dei più grandi passi compiuti mai nel campo più vasto della filosofia naturale. La scoperta, dovuta a Enrico Hertz, fu pubblicata tra il 1887 e il 1888 in una serie di meravigliose Memorie, che l'autore stesso raccolse nel 1892 (due anni prima della sua morte) in un volumetto intitolato: *Ricerche sulla propagazione della forza elettrica*.

Molti sono i fenomeni che si propagano a distanza più o meno considerevole e talvolta enorme: l'attrazione universale, le azioni elettriche e magnetiche, la luce, il suono, ecc.

Come avviene questa propagazione?

La domanda ebbe risposta esauriente in alcuni casi, in altri non ancora.

2. *Propagazione del suono*. — Il suono che, come è noto a tutti, consiste in rapide vibrazioni dei corpi elastici, si propaga attraverso l'aria o altri mezzi elastici sotto forma di onde; senza questi mezzi la propagazione cessa. Come si formano e che cosa sono queste onde? È bene fermarci un momento su questa domanda perchè riesca più chiaro quanto dovremo dire poi. Un corpo sonoro, per esempio, un diapason, ad ogni vibrazione dà un impulso allo strato d'aria che lo circonda, questo lo trasmette ad un secondo, e così via; successivamente ogni strato d'aria riceve l'impulso dal precedente e lo passa al seguente colla velocità di circa 340 metri al secondo. Questi impulsi che passano da strato a strato d'aria sono le *onde sonore*. Se il diapason dà 340 vibrazioni al secondo, in un secondo partirebbero 340 onde che procederebbero alla distanza di un metro l'una dall'altra; questa distanza si chiama la *lunghezza d'onda*; essa è la distanza tra due onde successive. Se invece il diapason desse 435 vibrazioni, come il *la normale*, le onde si succederebbero con maggior frequenza, la lunghezza d'onda sarebbe minore, circa 78 cm. Il *la* dell'ottava superiore avrebbe l'onda di 39 cm., la metà. I suoni più acuti udibili, che danno da 30 a 40 mila vibrazioni al secondo, hanno onde di circa un centimetro. Nell'acqua le onde sarebbero più lunghe perchè la velocità è maggiore. Ciascuna particella dell'aria vibra nel senso stesso in cui l'onda si propaga: sono oscillazioni *longitudinali*. Le onde che il vento o una pietra lanciata provoca sulla superficie dell'acqua, danno invece un esempio di onde *trasversali*, perchè mentre l'onda si propaga orizzontalmente, ciascuna particella d'acqua sale e scende, cioè si muove nel senso perpendicolare alla propagazione.

3. *Propagazione della luce*. — Non meno precise e sicure sono le nostre cognizioni intorno al modo di propagarsi della luce. Anche la luce si propaga sotto forma di onde, ma ad oscillazioni trasversali (come è dimostrato dai fenomeni di polarizzazione). Per questa trasmissione non è necessaria né l'aria, né altro corpo di simile natura, cioè essa avviene anche attraverso lo spazio che diciamo vuoto, come quello della macchina pneumatica e quello intraplanetare. E dunque necessario ammettere l'esistenza di un corpo che riempia questo spazio, sebbene esso sfugga alla diretta nostra osservazione: lo si chiama *etere cosmico*. La velocità di propagazione delle onde luminose è quasi un milione di volte maggiore di quella del suono, 300,000 chilometri al secondo; malgrado questa enorme velocità le onde sono brevissime, la loro lunghezza media per raggi visibili è di circa mezzo millesimo di millimetro. Se ne deduce che esse si seguono con enorme frequenza, che in un secondo ne partono tante quante volte mezzo millesimo di millimetro è contenuto in 300,000 chilometri: 600 bilioni per secondo. Malgrado ciò noi possiamo contarle e misurarle con precisione. Ciò significa che la teoria delle onde ha basi sicure; e infatti essa non solo spiega in modo semplice ed immediato tutti i fenomeni ottici anche i più complessi, come taluni della luce polarizzata, ma è riuscita anche a scoprire dei fenomeni affatto nuovi, e ancor più delle nuove leggi che poi l'esperienza verificò esattamente. Questa teoria era stata fondata da Huyghens (1690) fin dai tempi di Newton, il quale ne fu ostinato oppositore. Tuttavia essa andò acquistando favore sempre cre-

(1) Dall'*Elettricista*, maggio 1897.

sciente presso i fisici ed era già dai più accettata, quando Fresnel, colle sue classiche esperienze (sulle interferenze) fatte in Francia nel 1816, ne diede la prova diretta, direi quasi visibile. Ormai la teoria non può esser messa in dubbio, ed i fenomeni che dobbiamo trattare ne sono una nuova e diretta conferma.

4. *Attrazione universale.* — Se dalla luce passiamo a considerare l'attrazione universale, vediamo che anch'essa si propaga alle distanze enormi che separano gli astri. Le sue leggi sono il fondamento della meccanica celeste, che si può chiamare la più perfetta delle scienze esatte. I fenomeni celesti si calcolano in base a quelle leggi, e tutti sanno con qual sicurezza e precisione si prevedono le eclissi di sole e di luna.

Ma come si trasmette questa forza dal sole alla terra? è una tendenza propria, una specie di istinto, che hanno i corpi di avvicinarsi gli uni agli altri, oppure è l'azione di qualche corpo intermedio che la determina? Anche questo problema data dai tempi di Newton, lo scopritore dell'attrazione universale, ma la sua soluzione non è ancora data, nè accenna ad essere vicina. Certo più soddisfacente allo spirito e più conforme agli altri fenomeni conosciuti è la seconda ipotesi; ma nessuna teoria finora fu enunciata, nessuna delle esperienze conosciute serve a gettar luce sulla questione.

5. *Teoria di Faraday-Maxwell.* — Più fortunata è stata la scienza nel campo dell'elettricità e del magnetismo. L'importanza, che nei fenomeni elettrici ha il mezzo isolante, nel quale i conduttori sono immersi, fu dimostrata, per la prima volta, da Faraday, al quale sono dovute tante delle scoperte fondamentali nell'elettromagnetismo. Egli fu condotto a credere che i fenomeni elettrici abbiano sede essenzialmente nel mezzo isolante, nel dielettrico, e che quelli che noi osserviamo nei conduttori non siano che una manifestazione dello stato speciale in cui il dielettrico si trova.

Il Maxwell riprese più tardi le idee del Faraday. Lo sviluppò con forma più precisa e rigorosa, valendosi del potente sussidio del calcolo, e giunse a formulare una teoria completa, la così detta teoria elettromagnetica della luce. Secondo il Maxwell le azioni elettriche e magnetiche si propagano nello stesso mezzo, l'etere cosmico, che serve alla propagazione della luce e colla medesima velocità. Durante l'equilibrio l'etere si trova in uno stato come di tensione, simile a quello di un filo elastico teso tra due corpi. Ad ogni perturbazione dell'equilibrio l'etere riceve un impulso che si propaga come un'onda colla velocità della luce, e ad una serie di perturbazioni corrisponde una serie di onde. La luce stessa non è che una speciale serie di rapidissime perturbazioni elettromagnetiche. Le onde elettromagnetiche godranno dunque di tutte le proprietà delle luminose. Mediante questa teoria il Maxwell giunse a scoprire delle leggi che stabiliscono delle relazioni di fatto, fino allora sconosciute, tra proprietà ottiche e proprietà elettriche dei corpi. Queste leggi furono puntualmente verificate dall'esperienza. Per tale ragione e per il grande passo che si sarebbe fatto nel cammino della unità degli agenti fisici, la teoria di Maxwell acquistò fattori in numero sempre crescente. Ma ancora mancava la prova sperimentale diretta.

Spetta ad Enrico Hertz il grande merito di aver dato questa prova diretta in modo inaspettato e completo, abbenchè la scoperta di Hertz abbia avuto una lunga preparazione teorica; e infatti Hertz intraprese i suoi lavori in seguito ad un premio bandito dall'Accademia delle Scienze di Berlino fin dal 1879, da assegnarsi ad un lavoro che dimostrasse sperimentalmente una qualunque relazione tra le forze elettrodinamiche e la polarizzazione dielettrica degli isolatori. Questo tema aveva per scopo di incoraggiare un primo passo verso la soluzione del problema accennato. Hertz invece giunse in modo inaspettato alla soluzione completa.

6. *Scarica oscillante.* — Una delle maggiori difficoltà era quella di produrre delle perturbazioni elettriche, per esempio delle scariche, con tanta frequenza da ottenere onde abbastanza corte da potersi sottoporre ad esame e da produrre effetti ben definiti. Dato che queste onde si propagano colla velocità della luce, di 300,000 chilometri al 1", occorrono 300,000 perturbazioni per ottenere onde lunghe un chilometro, 100 milioni per ottenerne di lunghe 3 metri, lunghezza che comincia appena ad entrare nei limiti convenienti. Come produrre le scariche a centinaia di milioni al secondo? Certo nessun mezzo meccanico sarebbe capace di simile rapidità. Il Tesla, cui sono dovute tante interessanti e curiose esperienze sugli effetti delle correnti alternate ad alta frequenza, riuscì a costruire delle dinamo alternatrici che danno fin quasi 50,000 alternazioni al secondo; ma siamo ben lungi dai numeri sopra riportati.

Ma anche qui la teoria è venuta in soccorso alla esperienza ed ha mostrato che anche una sola scarica elettrica può bastare allo scopo. La scarica elettrica è un fenomeno di durata estremamente breve; una palla da fucile illuminata da una scintilla si vede e si può fotografare come se fosse ferma; ciò significa che, mentre dura la scintilla, la palla, che pur percorre 500 e più metri al 1", non si sposta sensibilmente, ossia che la scintilla dura meno di un cento millesimo di secondo. Malgrado ciò, col mezzo del calcolo, W. Thomson, fin dal 1857, riuscì ad analizzare minutamente il fenomeno e a dimostrare che, quando sieno soddisfatte certe condizioni, cioè i corpi tra i quali avviene la

scarica abbiano forma e dimensioni (capacità, auto-induzione e resistenza) opportune, la scarica può essere oscillante; ossia quella che a noi pare una scarica unica può invece essere una serie di moltissime scariche alternate che si succedono con enorme rapidità. Anche il fulmine può essere in opportune condizioni una scarica oscillante, ciò che importa molto pel modo di costruire i conduttori dei parafulmini.

Circa 10 anni prima del Thomson, Helmholtz, nella sua celebre Memoria sulla conservazione della forza, aveva arguito da taluni effetti della scarica che questa fosse oscillante, ossia che ciascuno dei due conduttori tra cui essa avviene (elettrodi), durante la scarica stessa diventasse alternatamente positivo e negativo. Si era osservato, ad esempio, che nella decomposizione dell'acqua mediante la scintilla a ciascun elettrodo si raccoglie un miscuglio di idrogeno e di ossigeno, mentre con una scarica non oscillante sopra l'elettrodo negativo dovrebbe raccogliersi solo idrogeno, sopra il positivo solo ossigeno. Ma il Thomson, colla sua teoria, non solo stabilì con precisione come debbano essere fatti i conduttori, perchè la scarica sia oscillante, ma diede il modo di calcolare esattamente la durata di ciascuna delle oscillazioni (che sono isocrone, ma di ampiezza decrescente). Inoltre l'espressione algebrica della durata dinota come si possano ottenere facilmente delle durate dell'ordine del centomillesimo di secondo, quali sono richieste per le ricerche in questione. I risultati di Thomson furono poco dopo parzialmente verificati con esperienze dirette da Feddersen e da altri, per oscillazioni piuttosto lente. Ma la difficoltà delle esperienze dirette non permetteva una verifica completa, specialmente per le oscillazioni più rapide. La verifica completa non fu data che indirettamente dalle stesse esperienze di Hertz. Anche questo è un caso da notarsi, in cui un fenomeno previsto dalla teoria viene più tardi verificato dall'esperienza in tutte le sue leggi.

7. *Oscillatori.* — Gli apparecchi che servono a produrre la scarica oscillante furono chiamati *oscillatori*; essi generalmente sono costituiti da due conduttori di forma e dimensioni opportune, quali sono indicate dalla teoria, perchè la scarica tra i due corpi sia oscillante. I due conduttori sono sempre uguali tra di loro e separati da una piccola distanza, in modo che, scaricandosi, diano luogo ad una breve scintilla. I diversi oscillatori hanno forma e dimensioni diverse, a seconda della durata dell'oscillazione che si vuol ottenere ed anche della natura delle onde che si vogliono creare. Uno degli oscillatori che ho costruito (1) è stato adoperato da Hertz stesso (fig. 55); l'ho disposto verticalmente invece che orizzontalmente, sia per occupare meno spazio, sia perchè ho voluto aggiungere il recipiente A, contenente un liquido isolante. Questo oscillatore è composto di due lastre di zinco quadrate, di 40 cm. di lato; ad esse si uniscono due fili di rame del diametro di 5 mm. e lunghi 35 cm. ciascuno, che finiscono in due sfere, tra le quali deve scoccare la scintilla; questi due fili scorrono a forza in due tubicini saldati alle lastre, in modo da poter regolare la lunghezza della scintilla. Nel recipiente A è contenuto, secondo il suggerimento del Sarasin e del Righi, un liquido isolante, olio di paraffina.

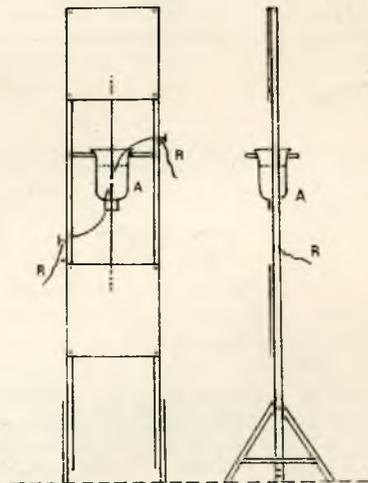


Fig. 55.

(1) Tutti gli apparecchi qui descritti e adoperati nella conferenza furono costruiti, dietro i miei disegni, dai meccanici della R. Scuola degli Ingegneri di Roma e appartengono al gabinetto di fisica di questa.

Con questo liquido, prima che avvenga la scarica, è necessario che la carica sia portata ad un livello molto maggiore che nell'aria a pari lunghezza di scintilla, poichè si deve vincere la fortissima resistenza del liquido; durante la scarica però la scintilla, che, per così dire, si apre il cammino nel liquido, non ha una maggior resistenza che nell'aria. Le oscillazioni di questo apparecchio, secondo lo stesso Hertz, si compiono in ragione di circa 100 milioni al secondo (1). Quindi, dato che si propagano colla velocità di 300 milioni di metri, danno una lunghezza d'onda di 3 metri. I pezzi metallici sono collegati tra loro da regoli di legno che servono anche di sostegno. In esperienze di questo genere il legno secco è sempre un isolante sufficiente.

Un altro oscillatore di Hertz è quello della fig. 56, che dà onde di 30 cm. circa. Sono due tubi di ottone del diametro di 3 cm. e lunghi 13, uniti a due sfere del diametro di 4 cm. Vi ho aggiunto un imbuto di vetro per la ragione detta sopra.

La fig. 57 rappresenta un oscillatore del Righi di disposizione alquanto modificata. Sono due sfere uguali di diverso diametro a seconda della lunghezza d'onda che si vuol ottenere. L'inferiore è incassata in un disco di legno, la superiore è contenuta in una specie di imbuto di legno che si avvita al centro di un secondo disco. I due dischi sono collegati con un foglio di celluloido trasparente. Il recipiente così formato è pieno del detto liquido. Si ottengono con questi oscillatori lunghezze d'onda di pochi centimetri e anche di pochi millimetri.

La fig. 58 rappresenta l'oscillatore di Lodge. È una sfera di circa 8 cm. di diametro; lateralmente stanno due conduttori cilindrici terminati con sfere che servono alla carica e ricevono la scarica della sfera.

Tutti questi oscillatori ricevono la carica da un apparecchio qualunque atto a dare lunghe scintille; un rocchetto di Ruhmkorff o una macchina elettrostatica (a induzione) (2). Negli oscillatori delle fig. 55, 56, 58, i fili R sono posti in comunicazione diretta col rocchetto o colla macchina. Gli oscillatori di Righi invece (fig. 57) si caricano mediante due sfere R comunicanti colla macchina, ma tenute lontane dalle sfere dell'oscillatore, onde la carica accade attraverso due lunghe scintille, mentre poi le due sfere si scaricano attraverso una scintilla piccola.

Per le esperienze che qui vogliamo eseguire ci basteranno gli oscillatori delle fig. 55 e 58, caricati mediante un rocchetto di Ruhmkorff.

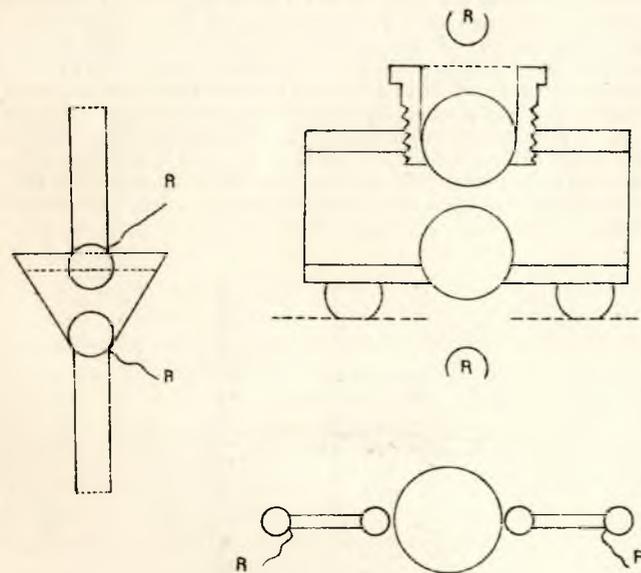


Fig. 56, 57 e 58.

8. Propagazione dell'onda lungo fili metallici. Nodi e ventri.

— Dobbiamo anzitutto constatare che le oscillazioni di cui parliamo esistono realmente; che cioè le scariche dei nostri apparecchi hanno i caratteri di fenomeni oscillatori. Perciò ripetiamo un'esperienza dovuta a Lecher. Alle lastre dell'oscillatore della fig. 55 affaccio, a pochi centimetri di distanza, due lastre uguali montate sopra un ugual sostegno. Da queste due lastre partono due fili paralleli ed

(1) Si parla qui e sempre di vibrazioni semplici e quindi di semilunghezze d'onda.

(2) Non è la scarica di questi apparecchi che produce gli effetti voluti, ma quella dei conduttori dell'oscillatore. La scarica del rocchetto, o della macchina, può essere anch'essa oscillante, ma a periodo così diverso di quella dell'oscillatore, da recare poco disturbo.

orizzontali lunghi una diecina di metri ed isolati alle estremità; stanno a circa 40 cm. di distanza l'un dall'altro (fig. 59). Presso alle estremità colloco trasversalmente un tubo di Geissler (T), toccandone il vetro coi due fili. Quando agisce il rocchetto il tubo si illumina visibilmente. Pongo ora trasversalmente a contatto coi due fili un ponticello metallico. Dovremmo aspettarci che la corrente indotta dall'oscillatore sulle lastre e svelata dal tubo, trovando in A una via di piccolissima resistenza, si chiuda totalmente attraverso ad A ed

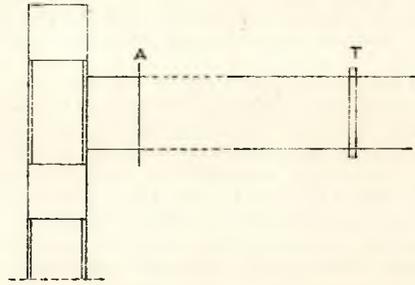


Fig. 59.

il tubo T cessi quindi di illuminarsi. Ma se collochiamo il ponticello successivamente in diversi punti lungo i fili vediamo che in un primo punto vicino alle lastre, il ponte non spegne il tubo; in un secondo a circa m. 1,50 dal primo lo spegne; in un terzo a 3 m. lo lascia acceso, in un quarto a m. 4,50 lo spegne, e così di seguito. Senza altro, il carattere ondulatorio del fenomeno che si propaga lungo i fili appare evidente. L'esperienza richiama subito alla mente quella che si suol fare nei corsi di acustica sulle corde armoniche.

Prendiamo una corda tesa fra due punti fissi ad un metro l'uno dall'altro; appoggiamo sulla corda sette cavalierini di carta ad intervalli di 12 cm. e mezzo. Facciamo vibrare la corda con l'archetto tenendovi fisso col dito un punto a 25 cm. dall'estremo, dove sta il secondo cavalierino: vedremo che il terzo, quinto e settimo cavalierino si agitano violentemente e cadono quasi subito, mentre il quarto e sesto rimangono immobili al loro posto, indicando che in quei punti non esiste vibrazione. La vibrazione eccitata dall'archetto fa nascere un sistema di onde che va fino all'estremo del filo dove si riflette, in modo che il filo è percorso simultaneamente in senso opposto da due sistemi di onde dirette e riflesse, e ciascun punto vibra per effetto dell'uno e dell'altro. Vi sono dei punti che in ogni istante tendono a ricevere dalle due onde movimenti uguali e contrari e quindi stanno fermi. Quei punti sono detti *nodi*, mentre i punti di mezzo degli intervalli fra nodo e nodo, dove la vibrazione è massima, si dicono *ventri*. Questi fenomeni, caratteristici del moto ondulatorio e dovuti al sovrapporsi di due sistemi di onde, si dicono *fenomeni di interferenza*.

Nei nostri fili conduttori avviene qualche cosa di perfettamente analogo: le onde elettriche, giunte alle estremità isolate dei fili, si riflettono, tornano indietro e si sovrappongono alle onde dirette, dando luogo per la stessa ragione ad una serie di nodi e di ventri. Nei nodi i movimenti elettrici sono opposti, si hanno, cioè, due correnti che vanno, ad esempio, entrambe verso il nodo; perciò se nel nodo (N) stesso si pone il ponte, ambedue queste correnti sfuggono con-

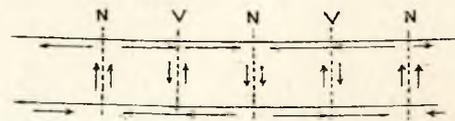


Fig. 60.

cordemente in questo e cessa la corrente del tubo. Invece nei ventri (V) tenderebbero a formarsi attraverso il ponte correnti uguali e contrarie che si eliminano e quindi il tubo non ne resta disturbato e continua a brillare (v. fig. 60).

L'esperienza si presterebbe ad un'ampia discussione, notiamo solo che se la cosa accadesse nel modo semplice come abbiamo detto, potremmo calcolare facilmente la velocità con cui si propaga l'onda elettrica. Infatti la distanza fra due nodi (3 m.) è la lunghezza dell'onda (semplice), il numero di oscillazioni per secondo è, come abbiamo detto e come si deduce per una via che è affatto indipendente dalla presente esperienza, 100 milioni per secondo. Ne seguirebbe lungo il filo una velocità di 300 milioni di metri, quella della luce; risultato previsto dalla teoria di Maxwell. Ripeto però che la

interpretazione dell'esperienza non è così facile come l'abbiamo ora detto. Vediamo tuttavia come, in mo lo assai semplice, sia possibile entro uno spazio molto ristretto misurare una velocità così grande come quella della luce.

Fin qui abbiamo visto che il fenomeno si propaga sotto forma di onde lungo i fili metallici; notiamo però che fra l'oscillatore e le due lastre affacciate vi è una distanza di parecchi centimetri attraverso la quale si deve esser trasmesso il fenomeno.

9. *Risonanze e risonatori*. — Constatiamo ora un altro fatto, caratteristico dei fenomeni oscillatori, che si osserva attraverso lo spazio anche a distanze considerevoli. È il fenomeno della *risonanza*. Ricorriamo ancora al confronto coll'acustica. Un diapason dà una nota determinata: l'onda che, attraversando l'aria, colpisce un corpo atto a vibrare, lo mette in vibrazione; la vibrazione però è debolissima quando la nota propria a questo corpo è diversa da quella del diapason, può essere fortissima quando i due strumenti sono all'unisono, perchè, in tal caso, gli impulsi ricevuti coincidono coi movimenti propri. Come gli impulsi regolarmente applicati all'altalena ne aumentano rapidamente il moto, mentre impulsi disordinati lo spongono. Se prendiamo tre risonatori d'Helmholtz (semplici sfercave contenenti aria e aventi un'apertura laterale), ed accostiamo all'imbocatura successivamente un diapason vibrante, notiamo subito che uno

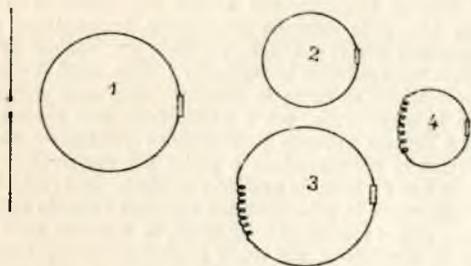


Fig. 61.

solo dei risonatori rinforza enormemente la nota del diapason; gli altri non han quasi effetto. Cambiando il diapason, avremo un altro risonatore sensibile, ma sempre uno solo. Per rispondere dunque a una nota ossia ad una data rapidità di vibrazioni, occorre un risonatore di determinata struttura, gli altri più grandi o più piccoli non rispondono.

Un'esperienza affatto analoga si può ripetere colle nostre oscillazioni elettriche. Sopra un cerchione di legno flessibile è collocato un filo circolare di rame (fig. 61), lungo poco più di 2 metri, i cui estremi sono uniti agli elettrodi di un piccolo tubo di Geissler per mezzo di due serrafili fissi ad una tavoletta tenuta al posto dall'elasticità del cerchione di legno. Colloco l'apparecchio davanti all'oscillatore della fig. 55 in modo che il filo stia in piano verticale passante per la scintilla. Appena agisce il rocchetto, il tubo s'illumina, *risponde*, per così dire, all'oscillatore; se invece a questo filo ne sostituisco uno più piccolo (2), oppure uno più lungo, ma in parte avvolto a spirale (3) ed abbracciante la medesima circonferenza, oppure uno uguale (4), ma avvolto in parte a spirale, applicandoli tutti successivamente al medesimo tubo, vediamo che il tubo resta oscuro quando l'apparecchio venga presentato all'oscillatore a distanza uguale o anche molto minore. Basta invece tirare il filo 4 in modo da svolgere la spirale, per ridargli la sensibilità del filo 1. Abbiamo dunque un circuito che riceve una corrente abbastanza forte per illuminare il tubo solo quando è formato in un modo determinato, e con determinate dimensioni: è un vero *risonatore*. E così infatti fu chiamato da Herz e dai suoi successori. Abbiamo in esso la prova che anche attraverso corpi non conduttori il fenomeno è ondulatorio.

I risonatori di Herz erano formati appunto come quello ora adoperato; però in luogo della luce del tubo di Geissler, opportuna per un numero uditorio, egli osservava la scintilla che scocca fra le estremità molto avvicinate del filo di rame, alle quali applicava un micrometro per poter variare e misurare la lunghezza della scintilla; è questo il mezzo che adoperò per esplorare tutto il campo intorno all'oscillatore anche a molti metri di distanza, e per studiare le proprietà di queste oscillazioni.

Qui non possiamo far vedere direttamente l'azione dei risonatori a distanze considerevoli, ma lo possiamo fare indirettamente con una esperienza curiosa. Prendo come risonatore l'insieme delle due lastre uguali a quelle dell'oscillatore; essendo l'apparecchio uguale all'oscillatore, sarà certo all'unisono con esso. Congiungo alle due lastre due punte di carbone come quelle delle lampade a l'arco, che non si toccano; quando l'oscillatore agisce, si osserva facilmente che essa una piccola, ma brillante scintilla anche ad una quindicina di metri di distanza. Congiungo i carboni coi fili della luce elettrica; i carboni

non si accendono perchè non sono a contatto, ma appena, agendo l'oscillatore, scocca la piccola scintilla, che è conduttrice, il circuito si chiude e l'arco s'accende immediatamente.

La piccola scintilla del risonatore si può dunque osservare anche a distanze considerevoli in tutto lo spazio intorno all'oscillatore, il che dimostra che le oscillazioni elettriche provocano nel risonatore delle forze elettromotrici tali da dare scintille. Il valore e la direzione di queste forze nei diversi punti dello spazio furono diligentemente studiati da Hertz nei suoi oscillatori mediante l'osservazione della lunghezza e dello splendore della scintilletta. I risultati furono trovati concordanti colle sue previsioni.

La forza elettrica in un punto dello spazio intorno all'oscillatore proviene da due cause, la forza elettrostatica e la magnetica. Quando si tratta di equilibrio, queste due forze sono completamente indipendenti. Un corpo elettrizzato staticamente non esercita azioni magnetiche, e viceversa, un corpo magnetizzato in modo invariabile non esercita forze elettriche. Ma ogni variazione della carica di un corpo dà luogo a correnti, le quali posseggono un campo magnetico; ogni variazione dello stato magnetico di un corpo, o di un campo magnetico, dà luogo a correnti elettriche indotte nei circuiti esistenti nel campo; e l'induzione è tanto maggiore quanto maggiore è la rapidità con cui varia il campo; tale rapidità è enorme nel caso di centinaia di milioni di oscillazioni al secondo. Le due forze non si possono dunque separare le une dalle altre. Ma l'effetto elettrostatico, predominante a piccole distanze, diminuisce di intensità molto più rapidamente che il magnetico (questo varia in ragione inversa della distanza, quello del cubo della distanza), onde al di là di qualche metro è sensibile solamente il secondo. La forza allora è parallela alla scintilla o alla corrente oscillante in tutti i punti dello spazio. Negli oscillatori di Hertz la direzione della corrente oscillante è ben determinata; lo è meno in quelli di Righi, ed ancor meno in quello di Lodge; onde anche la forza e le oscillazioni che essa tende a provocare nei risonatori avranno una direzione invariabile negli oscillatori di Hertz, meno invariabile negli altri. Per analogia colla luce potremo dire che negli oscillatori di Hertz l'oscillazione è completamente (o quasi), negli altri incompletamente *polarizzata*.

Come risonatore si può adoperare, invece di un circuito chiuso, due conduttori aperti, analoghi all'oscillatore, costituiti, ad esempio, con due fili.

Il Righi, ad es., lo ridusse ad una semplice lastra da specchio alla quale tolse una sottilissima striscia dell'argentatura che divide questa in due parti, fra le quali scocca la scintilla, che, in vicinanza del vetro, è brillantissima.

10. *Tubi sensibili, Coherers*. — Ma un apparecchio estremamente sensibile e semplice è quello adoperato da Lodge (*coherer*) (fig. 62). Consiste in un tubo di vetro pieno di limatura di ferro o di altro metallo ossidabile. Il tubo è chiuso da due tappi, attraverso i quali passano due fili di rame che toccano la polvere metallica. Queste polveri di metalli ossidabili sono i pessimi conduttori della corrente, onde, messe nel circuito di una pila, danno una corrente debolissima. Ma basta una scarica estremamente debole che passi attraverso il tubo, perchè la polvere metallica diventi buona conduttrice, e quindi la corrente della pila si rinforzi in modo da poter produrre effetti molto sensibili, come deviare l'ago magnetico di un galvanometro o magnetizzare il ferro di un elettromagnete, ecc.

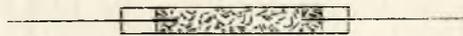


Fig. 62.

Ora appunto abbiamo veduto che nei risonatori si producono delle scariche capaci di dare piccole scintille anche a notevoli distanze; ma aumentando queste distanze oltre un certo limite, non è più possibile osservare le scintille, mentre è ancora sensibilissimo l'effetto sulle polveri. Uno dei miei tubi aveva la resistenza di circa 80,000 ohm. La scarica debolissima di un oscillatore di Lodge (figura 58) a circa 10 m. di distanza, riduceva la resistenza a sole 200 unità.

È facile comprendere che a maggiori distanze si avranno minori variazioni, ma abbiamo un margine così ampio, da poter prevedere indicazioni sensibilissime anche a distanze molto maggiori.

Una volta ricevuta la scarica, la polvere rimane conduttrice e quindi non è più pronta per rivelare nuove onde. Ma basta scuotere leggermente il tubo in senso trasversale perchè le cose tornino allo stato primitivo e l'apparecchio sia pronto per funzionare di nuovo. Si può ottenere automaticamente questo effetto. Perciò ho pensato di adoperare la corrente della pila rinforzata dalla scarica per mettere in moto un piccolo martelletto, come quello dei campanelli elettrici, il

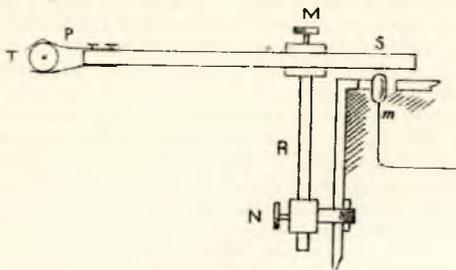


Fig. 63.

quale colpisce direttamente il tubo, o meglio, un sostegno metallico che lo sorregge.

Nella fig. 63 il martelletto *m* batte contro la sbarra di ottone *S* che porta il tubo *T* stretto dalla pinza metallica *P*. La sbarra *S* scorre dentro il manicotto *M* portato da una seconda sbarra *R* scorrevole verticalmente nel manicotto *N*, in modo che si possa opportunamente regolare la posizione del tubo *T*. È facile regolare le cose in modo che un colpo solo del martelletto *m* basti allo scopo; ma se il primo colpo non basta ne succede un secondo o un terzo finché la corrente non è sufficientemente indebolita. Così la vibrazione automaticamente si produce nella giusta misura. Il sostegno *N* è fissato alla cassetta di legno che contiene l'elettro-magnete motore del martelletto.

La corrente che passa pel tubo non agisce direttamente sul martelletto. Ciò non sarebbe possibile perché al campanello occorre, per agire, sempre la stessa corrente, mentre la corrente del tubo varia al variare dell'intensità dell'onda elettrica ricevuta. Ma lo si ottiene facilmente mediante un *relais*, apparecchio che, messo in moto da una corrente anche molto debole, chiude il circuito di una pila più forte che fa funzionare il campanello.

Per distanze anche fino a una quarantina di metri, ho adoperato un vecchio *relais* esistente nel mio gabinetto e di costruzione grossolana. Per distanze più considerevoli mi sono servito di un *relais* Elliott, favoritomi dalla Direzione dei telegrafi; è quello che adopero anche nelle presenti esperienze.

In possesso di questo apparecchio così sensibile e comodo perché automatico e perché le sue indicazioni, tradotte in colpi del martelletto, si sentono anche da lontano, possiamo studiare le diverse proprietà delle onde elettriche. Adopereremo in queste prove l'oscillatore di Lodge. Come si vede, esso, alla distanza di una decina di metri, senza alcuna disposizione che ne aumenti la potenza, fa agire il nostro ricevitore, anche con scintille lunghe piccole frazioni di millimetro, appena visibili, tanto che l'uditore sente benissimo il colpo del martelletto ad ogni interruzione (fatta a mano) del circuito del rocchetto eccitatore, senza sentire affatto il rumore della scintilla, e ciò si potrebbe ottenere anche a distanze di parecchie decine di metri. Certo nessun altro risonatore risponderebbe in queste condizioni; ciò che prova l'estrema sensibilità dell'apparecchio che abbiamo davanti. Si noti che, una volta a posto e regolato, il ricevitore, fatto agire solo dalle onde ricevute e dal martelletto automatico, funziona colla perfetta regolarità; la polvere, in queste condizioni, non si mostra così capricciosa come alcuni l'hanno creduta.

11. *Proprietà delle onde hertziane.* — Una prima esperienza, molto interessante e semplice è questa: allontaniamo i conduttori di carica dalla sfera. Otterremo una scintilla più lunga, più rumorosa, per produrre la quale occorre sviluppare nell'apparecchio eccitatore una potenza molto maggiore; malgrado ciò osserviamo che, quando la lunghezza della scintilla supera un certo limite, il ricevitore cessa di rispondere. Esso, sensibile a scariche estremamente deboli, è muto per scariche potentissime. Appare evidente che non è la potenza della scarica eccitante che produce l'effetto, ma un suo carattere speciale. Ed infatti, la teoria di Thomson dimostra che solamente quando la resistenza incontrata dalla scarica è inferiore ad un certo limite, la scarica stessa è oscillante; se passa questo limite l'oscillazione cessa; ora appunto aumentando la distanza tra i conduttori, si aumenta la resistenza della scintilla e si può giungere a superare il detto limite. È una prova molto convincente che qui non si tratta di fenomeni di induzione statica che diventerebbero tanto più intensi quanto più potente fosse l'apparecchio eccitatore; ma si tratta effettivamente di scariche oscillanti. Si tratta di induzione elettromagnetica dovuta alla corrente di scarica dell'oscillatore, la cui intensità subisce, durante l'oscillazione, variazioni estremamente rapide.

12. *Trasparenza.* — Pongo ora il ricevitore, insieme alla sua pila ed al *relais*, in una cassetta metallica, chiusa da ogni parte, tranne una rivolta verso l'oscillatore, che chiudo anch'esso in analoga cassetta attraverso il cui fondo passano i fili di carica contenuti in tubetti di vetro; così verifico facilmente che chiudendo la cassetta

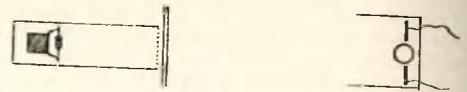
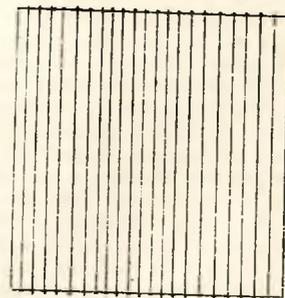


Fig. 64.

ricevente con una tavola di legno (fig. 64), o con due o più sovrapposte, il ricevitore risponde, chiudendo invece con una tavola ricoperta di un sottile foglio di stagno, esso tace. Il legno è dunque trasparente, il metallo, anche in fogli sottilissimi, è opaco a queste onde elettriche. Per questa ragione appunto si sono adoperate le cassette di metallo che proteggono gli apparecchi da azioni indirette. In generale, i corpi isolanti sono trasparenti, i conduttori sono opachi.

13. *Polarizzazione.* — Un graticcio di fili di rame paralleli (figura 65) (distanti 3 cm. l'uno dall'altro) è trasparente quando i fili sono verticali, cioè perpendicolari alla scintilla, è opaco quando sono orizzontali (paralleli alla scintilla); ciò dimostra che le oscillazioni elettriche sentite dal nostro tubetto non avvengono ugualmente in tutte le direzioni; il tubo sente essenzialmente quelle che passano attraverso il graticcio verticale. Se si disponesse la scintilla verticalmente il tubo risponderebbe ancora col graticcio verticale, ma sarebbe facile farlo tacere diminuendo (coll'apposita vite) la sensibilità del *relais*, mentre risponderebbe ancora colla scintilla orizzontale; ciò significa che, colla scintilla orizzontale, predominano le oscillazioni che passano per il graticcio verticale (oscillazioni orizzontali), colla verticale predominano le verticali; le vibrazioni stesse non sono dunque simmetriche in tutte le direzioni, non sono paragonabili a quelle della luce ordinaria, ma a quella della luce parzialmente polarizzata. Le direzioni sono parzialmente polarizzate. Cogli oscillatori di Hertz la polarizzazione è molto più completa.

Ma è facile con un secondo graticcio verticale, posto alla bocca dell'oscillatore, ottenere la polarizzazione completa; questo graticcio non lascia passare che le vibrazioni orizzontali, le verticali sono tutte assorbite dai fili conduttori, nei quali producono correnti come nei risonatori di Hertz. Allora un secondo graticcio verticale, posto davanti al ricevitore, è perfettamente trasparente, ma girandolo di 90 gradi diventa perfettamente opaco anche se la distanza dei due apparecchi è piccolissima; esso assorbe tutte le vibrazioni orizzontali. Prendo ora un terzo graticcio, osservo dapprima che l'apparecchio risponde perfettamente quando i tre graticci si dispongono coi fili verticali: poi giro di 90 gradi il graticcio del ricevitore; l'apparecchio cessa di rispondere col graticcio intermedio, sia verticale che orizzontale, come era da aspettarsi; ma se dispongo il graticcio intermedio in modo che i fili siano inclinati di 45 gradi, ecco che il ricevitore torna a rispondere. Le vibrazioni orizzontali passano in parte attra-



1 : 25

Fig. 65.

verso i fili inclinati e si piegano in modo che giungono al graticcio orizzontale con una certa inclinazione; perciò i fili di quel graticcio ne assorbono una parte e ne lasciano passare il resto, e l'apparecchio ricevitore le sente. Perché esso risponda, la sua sensibilità deve essere naturalmente maggiore che nelle altre esperienze, perché attraverso l'ultimo graticcio non passa che una parte, una componente della vibrazione che ha attraversato il secondo, la quale non è che una parte di quella che ha attraversato il primo; questa, alla sua volta, è una parte solamente delle oscillazioni emanate dall'oscillatore. Si noti inoltre che le oscillazioni, che riescono ad entrare nella cassetta ricevente, sono verticali, perché le orizzontali sono assorbite dal terzo graticcio, e che, come abbiamo detto, il nostro tubo risponde di preferenza alle vibrazioni orizzontali.

L'esperienza, che qui abbiamo eseguito, è perfettamente analoga a quella che si fa mediante la luce polarizzata. Sul tragitto di un raggio di luce ordinaria poniamo un polarizzatore (nicol), che è un prisma di spato di Islanda birifrangente, disposto in modo che dei due raggi rifratti ne passi solo uno, quello così detto straordinario. Questo è po-

larizzato: infatti, se lo riceviamo sopra un prisma identico al primo e posto in identica posizione, vediamo che il raggio passa, ma se giriamo il secondo prisma di 90° esso è completamente intercettato.

Interponiamo tra i due prismi così incrociati una lastra cristallina di gesso: constateremo che vi è una posizione di questa per cui la luce rimane perfettamente intercettata ed una posizione a 45° dalla prima per la quale il fascio ricompare con un massimo di intensità.

14. *Riflessione.* — Ora giriamo la cassetta dell'oscillatore in modo

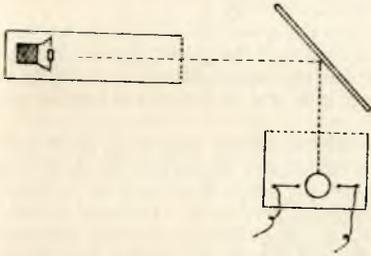


Fig. 66.

che il suo asse sia perpendicolare a quello del ricevitore (fig. 66), o faccia un altro angolo qualunque. Il ricevitore tacerà quando scoccano le scintille nell'oscillatore. Per questo potrà essere necessario ridurre alquanto la sensibilità. Presentando la tavola coperta di stagnola con quella stessa inclinazione che sarebbe necessaria per mandare secondo l'asse del ricevitore un raggio luminoso che provenisse dall'oscillatore, l'apparecchio immediatamente risponde, per tacere appena lo specchio si gira di un piccolo angolo. Qui è la riflessione delle onde elettromagnetiche colle stesse leggi dell'ottica.

L'esperienza sulla riflessione si può ripetere anche con un graticcio; esso riflette quando i fili sono orizzontali, cioè nella posizione per la quale il graticcio è opaco, non riflette coi fili verticali; è un altro modo per provare il fatto della polarizzazione.

I raggi riflessi da uno specchio piano perpendicolare agli incidenti possono produrre con questi nello spazio il fenomeno di interferenza che abbiamo veduto nei fili, dando origine ad una serie di nodi e ventri; l'esperienza, facile in un laboratorio, qui non potrebbe riuscire abbastanza chiara.

15. *Rifrazione.* — Anche la rifrazione si può constatare facilmente. Se un raggio luminoso passa attraverso un prisma triangolare di vetro, esso devia fortemente dalla sua direzione primitiva, piegandosi verso la base del prisma.

Disponiamo l'apparecchio oscillatore e ricevitore in modo che questo non risponda e i due assi facciano tra loro un angolo ottuso (fig. 67).

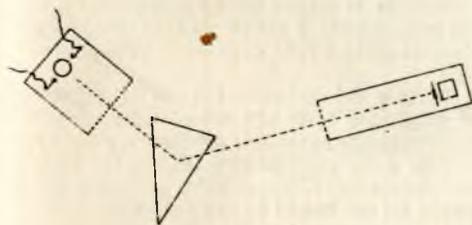


Fig. 67.

Sarà per lo più necessario diminuire la sensibilità del ricevitore. Interponiamo nel punto dove i due assi si incontrano un grosso prisma di catrame o di asfalto, che è trasparente, perchè isolante (base a triangolo isoscele con lati di 50 cm. ed angolo di circa 30° , altezza 5 cm.), posto sopra un tavolino girevole intorno al proprio asse. Quando il prisma è girato nella posizione necessaria per piegare un raggio di luce nella direzione del ricevitore, questo risponde; girando il prisma di un certo angolo da una parte o dall'altra tace; riconducendolo nella posizione primitiva e solo in questa risponde ancora. Togliendo di mezzo il prisma, silenzio di nuovo. E la rifrazione colle stesse leggi della luce.

16. *Specchi concavi.* — Dimostrato che questi raggi elettromagnetici si riflettono e rifrangono come i luminosi, è prevedibile che per essi si potranno costruire lenti e specchi come per la luce, e così fu fatto. Si dimostra facilmente, ad esempio, che i raggi che provengono dall'oscillatore posto piuttosto lontano possono essere concentrati con uno specchio concavo di metallo. Lo specchio è cilindrico-parabolico, cioè è un cilindro che ha per sezione retta una parabola. È formato con una lastra di zinco (1 m. per 0,60) sostenuta da una armatura di

ferro che porta due sbarre piegate a forma di parabola; la distanza focale è di cm. 12,5. La forma cilindrica è preferibile alla superficie di rivoluzione parabolica, perchè le onde sono non totalmente, ma fortemente polarizzate nella direzione della scarica dell'oscillatore. Per eseguire l'esperienza comincio col ridurre al silenzio l'apparecchio ricevente, diminuendone la sensibilità colla vite del *relais*. Poi accosto lo specchio dietro di esso in modo che il tubo sensibile coincida col suo asse colla linea focale dello specchio: l'apparecchio risponde subito energicamente.

17. *Altre proprietà delle onde elettriche.* — Le esperienze qui ripetute sono sufficienti per dare un'idea della natura dei fenomeni di cui qui si tratta e della perfetta analogia di essi e delle loro leggi con quelli dell'ottica. Ma le esperienze nei laboratori si sono fatte in forme molto più svariate e precise di quello che qui non sia possibile di fare. Dopo Hertz molti sperimentatori si accinsero a studiare minutamente questi fenomeni, principalmente allo scopo di stabilire se realmente coi raggi hertziani si possano riprodurre tutte le esperienze dell'ottica e se le leggi sieno esattamente le stesse. Lo studio più completo in proposito è certamente quello del prof. Righi di Bologna. Ne risultò che effettivamente le onde elettriche e le luminose hanno gli identici caratteri fin nei più minuti particolari.

Furono riprodotte le esperienze sulle interferenze, sulla diffrazione, sulla doppia rifrazione, riflessione totale, polarizzazione rotatoria, ecc., ecc.

L'importanza scientifica di questo risultato non può sfuggire a nessuno. Due capitoli della fisica si fondono, per così dire, in uno solo, facendo un passo gigantesco e inatteso verso quella unità che è l'aspirazione e la tendenza costante della nostra scienza. Vi è tuttavia una lacuna ancora da colmare. La lunghezza d'onda della luce è in media di mezzo millesimo di millimetro (600 bilioni al secondo). Le più brevi onde esaminate dal Righi sono di circa un centimetro (30 miliardi al secondo), cioè 20 mila volte maggiori. Ma il passo fatto è colossale.

18. *Trasmissione a grandi distanze.* — Quanto all'importanza dell'applicazione, che fu l'occasione di questa conferenza, nulla finora si può dire. Dalle esperienze che qui ho ripetuto e dai fatti che ne risultano è facile comprendere come gli apparecchi di cui disponiamo possano essere capaci di agire a distanze ben maggiori di quelle contenute nei limiti di quest'aula. Qui vediamo che a una decina di metri il nostro ricevitore risponde perfettamente alla debolissima scarica dell'oscillatore di Lodge senza il sussidio di specchi o d'altra disposizione particolare, anzi abbiamo visto nell'ultima esperienza che per ridurre a silenzio il martelletto occorre far molti giri della vite regolatrice, cioè diminuire molto la sensibilità; ciò significa che senza nulla alterare, lasciando all'apparecchio tutta la sensibilità di cui è capace, si potrebbero ottenere segnali sensibili a distanza molto maggiore. Ma, tacendo di perfezionamenti sostanziali e di possibili applicazioni di altri principii, abbiamo già a nostra disposizione parecchi mezzi per aumentare grandemente l'efficacia dei nostri apparecchi:

1° Produrre la scarica nel liquido come abbiamo fatto in principio; in questo modo, senza aumentare la lunghezza della scintilla, possiamo aumentare di molto la potenza dell'apparecchio generatore. A questo scopo molto opportuni sono gli oscillatori del Righi (fig. 57) disposti con la scintilla orizzontale, giacchè il tubetto sensibile non può funzionare bene che in posizione orizzontale;

2° Applicare all'oscillatore uno specchio cavo di forma cilindrica parabolica colla linea focale orizzontale e coincidente colla linea della scarica. Hertz adoperava dei grandi specchi a lastra di zinco tenuta a posto da un'armatura di legno convenientemente foggiate. Io ho adoperato uno di questi specchi delle dimensioni stesse di quelli di Hertz (fig. 68). Sono 4 tavole robuste tagliate in forma di parabola dell'apertura di 1,20, della profondità di 70 cm. e della distanza focale di 12,5. Una lastra di zinco di m. 4 per 4 è avvitata sull'orlo parabolico delle 4 tavole, appoggiato e sostenuto da tre regoli di legno; contiene un opportuno sostegno per reggere gli oscillatori nella voluta

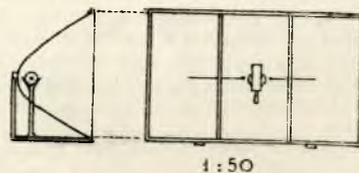


Fig. 68.

posizione. Bastano però specchi anche molto più piccoli. Si ottiene così un fascio di raggi riflessi tutti parallelamente al piano orizzontale passante per la linea focale, e così la dispersione è molto ridotta al crescere della distanza;

3° Collocare il tubetto sensibile nella linea focale di un secondo specchio parabolico come quello adoperato nell'ultima esperienza, del

quale abbiamo dimostrato l'effetto. Lo specchio porta al centro un foro che permette il passaggio della sbarra (fig. 63) di sostegno del tubo, in modo che questo solo rimane davanti allo specchio, mentre il resto dell'apparecchio rimane dietro e non disturba l'azione dello specchio stesso:

4° Aumentare il numero degli elementi della pila nel cui circuito sta il tubetto. Nelle esperienze fatte prima si avevano due soli elementi, e ne sarebbe bastato uno. Ma a maggiori distanze se ne può impiegare un numero maggiore;

5° Aumentare la sensibilità del *relais*. Quello usato è già molto sensibile, ma non è difficile immaginare dei più sensibili. A questo scopo, ad esempio, ho trasformato in *relais* un sensibilissimo galvanometro Deprez-D'Arsonval, in modo che basti una deviazione piccolissima per chiudere il circuito del campanello. Questo galvanometro si può porre senz'altro in serie colla pila e il tubetto; ma si può anche disporre come nel ponte di Wheatstone per la misura delle resistenze.

Si comprende facilmente che adottando simultaneamente questi espedienti si possono ottenere a distanze molto considerevoli gli stessi segnali che qui abbiamo ottenuto a qualche metro, anche senza ricorrere a nuovi principii.

In questo modo la scoperta di Hertz che, come ho detto in principio, si può considerare la più importante dell'ultimo mezzo secolo nel campo della fisica sperimentale, e che ha segnato uno dei più grandi trionfi nel campo della fisica teorica, uno dei più grandi progressi nelle nostre cognizioni sugli agenti fisici, ci ha condotto nel campo della fisica applicata; non è possibile prevedere fin dove si potrà giungere in questo campo; ma è certo che possiamo con fiducia aspettare di assistere a nuovi trionfi.

APPENDICE PRIMA (1).

La conferenza di cui qui è dato il sunto, fu tenuta il giorno 11 aprile di quest'anno.

Dopo d'allora nessuna notizia sicura è giunta intorno agli apparecchi speciali del Marconi, finchè il Marconi stesso non venne in Roma a ripetere le sue esperienze. Avendo io assistito a tali esperienze ed avuto occasione di conversare lungamente col giovane inventore, credo opportuno aggiungere qualche parola in proposito.

Riguardo ai principii generali su cui è fondata la nuova applicazione, non c'è nessuna modificazione da apportare a quanto abbiamo detto nelle pagine precedenti. Quanto agli apparecchi adoperati, il trasmettitore è essenzialmente un oscillatore Righi, analogo a quello descritto, ed il ricevitore è un tubo speciale, pure analogo a quello descritto, nel quale la polvere metallica è nichel, con piccola proporzione d'argento e di vapore di mercurio e l'aria è rarefatta. In questo modo si ottiene non solo una grande sensibilità, ma anche una grande sicurezza nel funzionamento. Il tubo che diventa conduttore, quando riceve le onde hertziane, è reso di nuovo isolante nello stesso modo come nel mio apparecchio adoperato nella conferenza dell'11 aprile. In serie col *relais* e in derivazione sul martelletto si dispone una macchina telegrafica Morse; diverse disposizioni secondarie sono adottate per rendere più sensibile e sicuro il funzionamento ed eliminare le perturbazioni dovute alle extracorrenti. Il rocchetto eccitatore è munito di un interruttore rapido; quando questo agisce per breve tempo, alla Morse si ha un punto, per tempo più lungo una serie di punti che costituiscono una lineetta, formando così le lettere dell'alfabeto Morse. Fin qui nulla vi sarebbe di essenzialmente nuovo. Ma la vera novità, quella che, secondo il Marconi stesso, permise di giungere a distanze molto considerevoli (oltre 15 chilometri), è un'aggiunta semplicissima all'oscillatore ed al ricevitore.

Uno degli elettrodi dell'oscillatore è posto in comunicazione colla terra, ed anche semplicemente con un conduttore piuttosto grande, l'altro con un filo che sale isolato verticalmente ad un'altezza variabile a seconda della distanza che si vuol raggiungere. La stessa modificazione è applicata al tubetto ricevitore, un suo elettrodo è in comunicazione colla terra. l'altro con un filo verticale (2). Con queste disposizioni semplicissime è stato possibile superare grandi distanze, e la distanza che si può superare cresce, secondo il Marconi, molto rapidamente al crescere dell'altezza del filo verticale. L'aggiunta di questo filo verticale non è che una modificazione all'oscillatore di Hertz, che rimane sempre un circuito aperto percorso dalla corrente oscillante; ma è necessario qualche ulteriore studio per poterne spiegare la grande efficacia. I due apparecchi debbono vibrare all'unisono per raggiungere la massima sensibilità.

Riguardo alla penetrazione di queste onde, appare maggiore delle ordinarie hertziane, solo perchè è aumentata l'efficacia loro e la sensibilità del ricevitore. I metalli, in generale, non sono attraversati. Solo

(1) *Annali della Società degli Ingegneri in Roma*, 31 luglio 1897, fasc. IV, pag. 303.

(2) Avendo aggiunto questi fili ai miei apparecchi, ho subito ottenuto, entro i limiti del mio gabinetto, i risultati che il Marconi ottenne al Ministero della Marina, cioè la trasmissione attraverso molti muri di notevole spessore; ciò anche senza modificare il tubo sensibile.

il Marconi asserisce che il ricevitore può rispondere anche quando sia chiuso ermeticamente in una cassetta metallica; ma occorrono per questo condizioni specialissime. Anche su ciò sono necessari studi ed esperienze.

APPENDICE SECONDA (1).

A proposito degli apparecchi Marconi.

1. Caratteristica degli apparecchi Marconi sono due lunghi fili verticali aggiunti all'oscillatore ed al ricevitore. Questa disposizione ha permesso di raggiungere distanze di gran lunga superiori a quelle raggiunte dai precedenti sperimentatori.

Fu però asserito a torto che questi fili abbiano un'azione di natura diversa dagli ordinari oscillatori hertziani. Enrico Hertz, fin dalle prime sue memorie (2) sull'argomento, si esprime in modo così chiaro, che non è senza meraviglia che si sentono o leggono quelle asserzioni.

Tutti quanti gli oscillatori furono sempre da Hertz e da tutti gli altri considerati come circuiti non chiusi, percorsi da correnti rapidamente oscillanti, le quali, per effetto appunto della oscillazione, ossia della loro rapida variazione, producono i fenomeni ordinari di induzione elettro-magnetica come qualunque corrente alternata (3). La grande potenza induttrice è dovuta alla enorme rapidità della variazione, che si ottiene quando le oscillazioni sono a milioni o a miliardi per secondo.

2. Il primo oscillatore di Hertz era formato da due grandi sfere poste a circa m. 1.80 centro da centro, e congiunte con un grosso filo di rame, interrotto a metà nel punto dove scocca la scintilla.

Hertz considera due specie di azioni nei punti del campo. L'azione elettrostatica (se è permesso l'uso di questa parola in un fenomeno essenzialmente dinamico) che la carica elettrica alternata esistente sui due conduttori e specialmente sulle due sfere, esercita sui conduttori vicini producendovi forze elettromotrici indotte (elettrostaticamente) alternate. Quest'azione, essendo la differenza tra quelle dovute a due corpi oppostamente carichi, ciascuno dei quali agisce colla legge dei quadrati, diminuisce in ragione del cubo della distanza, quindi anche a distanze brevissime diventa insensibile.

L'altra azione è l'elettromagnetica. La corrente oscillante, che va da un estremo all'altro di tutto l'oscillatore ha, come qualunque corrente elettrica, il suo campo magnetico, le cui linee di forza sono chiuse intorno al conduttore. L'intensità di questo campo decresce in ragione semplice della distanza, dimodochè si conserva sensibile per distanze di gran lunga maggiori che non l'azione elettrostatica. In ogni punto del campo, finchè dura l'oscillazione, esiste una forza magnetica ed una elettrica perpendicolari tra loro; se vi è un conduttore, ne nasce una corrente indotta.

Tutto ciò è detto esplicitamente nella seconda delle memorie sopra citate di Hertz, la prima in cui sieno studiate le azioni a distanza. Nessuno dunque ha mai pensato che l'azione delle onde hertziane sia di natura diversa dall'ordinaria induzione. L'enorme rapidità della variazione dà loro un'azione induttrice potente, e fu un'idea geniale di Hertz quella di adoperare la scarica oscillante scoperta nel 1857 da W. Thomson (il cui nome a torto fu tacito da tutti) per produrre variazioni così rapide, atte anche a dare onde brevi, quali occorrono per le esperienze d'ottica.

Le ricerche di Hertz e dei suoi successori sull'ottica delle oscillazioni elettriche si riferiscono tutte alla seconda specie di azioni. Le oscillazioni sono evidentemente fortemente polarizzate, giacchè l'azione magnetica e quindi la forza elettromotrice indotta, che tende a produrre nei conduttori, hanno una direzione unica perfettamente determinata dalla direzione dei due lunghi fili dell'oscillatore.

3. Ciò quanto alla natura delle azioni che l'oscillatore esercita nel campo circostante. Quanto alla forma ed alle dimensioni dell'oscillatore è da notarsi che la forma del primo oscillatore Hertz fu scelta allo scopo di poter calcolare *a priori* la capacità (supposta costituita dalle sole sfere) e l'autoinduzione (dai soli fili) onde dedurne, colla nota for-

(1) *L'elettricista*, 1° agosto 1897, pag. 191.

I giornali politici recano le prime notizie degli esperimenti eseguiti all'Arsenale di Spezia. La corrispondenza fu attivata fra nave e nave, e fra le navi e la costa. La massima distanza alla quale si potè corrispondere fu di 18 chilometri, adoperando un rocchetto di Ruhmkorff di potenza inferiore a quello impiegato a Londra, ed un conduttore verticale lungo circa 25 metri.

La corazzata *S. Martino*, che servì agli esperimenti, era completamente armata; gli apparecchi di trasmissione e di ricevimento erano posti indifferentemente sopra e sotto coperta. Non è stata incontrata alcuna anomalia.

(2) *Ueber sehr schnelle elektrische Schwingungen und Ueber die Einwirkung einer geradlinigen elektrischen Schwingung auf eine benachbarte Strombahn*, sono le due prime memorie pubblicate nel 1887 e 1888.

(3) In una nota posta in fondo al sunto della mia conferenza « Sulle trasmissioni elettriche senza fili » ho già notato quest'analogia.

mola di Thomson, la durata dell'oscillazione. La mezza lunghezza dell'onda era di circa 379 cm. (circa 70 milioni al secondo), che è molto maggiore dell'intera lunghezza dell'oscillatore.

In questi oscillatori di forma allungata, la oscillazione si propaga da un estremo all'altro, ed è chiaro che se la loro lunghezza supera quella di mezza onda, nei diversi punti si avranno sempre oscillazioni in opposizione che tenderanno a produrre effetti opposti nei punti lontani del campo. Invece quando la lunghezza dell'oscillatore è inferiore a mezza onda per una frazione più o meno grande del periodo, l'oscillazione è concorde in tutti i punti. La lunghezza complessiva degli oscillatori di Hertz è infatti sempre minore di mezza onda.

4. Veniamo ora all'oscillatore del Marconi. Esso, a parer mio, non è che un oscillatore di Hertz; è dissimetrico; ma ciò non importa. Ha le due sfere vicine invece che lontane, ciò che aumenta la capacità e ne rende difficile il calcolo, ma non modifica la natura dell'azione; ha in fine il filo più lungo. Il calcolo *a priori* della lunghezza d'onda di questo oscillatore non si può fare rigorosamente; ma è facile calcolare un limite inferiore di questa lunghezza. È noto che, per oscillazioni molto rapide, la durata dell'oscillazione semplice si calcola colla formola

$$T = \frac{\pi \sqrt{LC}}{v}$$

dove L è il coefficiente di autoinduzione dell'intero conduttore in unità elettromagnetiche c. g. s. (centimetri), C è la capacità in unità elettrostatiche c. g. s. (centimetri), v è la velocità della luce in centimetri ($3 \cdot 10^{10}$). La semilunghezza d'onda è vT , cioè:

$$\frac{\lambda}{2} = \pi \sqrt{LC} \quad (1)$$

Per il sistema di due sfere molto lontane, la capacità è data dalla metà del raggio in centimetri; per due sfere vicine essa sarà certo maggiore; ammettendola uguale verremo a trovare per λ un valore minore del vero. Se il dielettrico fosse aria, potremo porre, supposto di 2 cm. il raggio delle sfere, $C = 2.5$; ma si dovrebbe forse prendere un valore circa doppio, essendo le sfere separate da olio di paraffina.

La capacità del filo in questo caso non si può trascurare, anzi, rispetto ad essa, può diventar trascurabile quella delle sfere. Per valutarla approssimativamente possiamo ricorrere alla formola dell'ellissoide di rotazione allungato. La capacità in questo caso è:

$$C = \frac{el}{\log \frac{1+e}{1-e}}$$

dove e è l'eccentricità dell'ellissoide, cioè:

$$e = \sqrt{1 - \frac{d^2}{l^2}}$$

l e d essendo le lunghezze in cm. dei due assi, che, se l'eccentricità è molto grande si possono sensibilmente confondere colla lunghezza e col diametro di un cilindro. In questo caso approssimativamente:

$$e = 1 - \frac{1}{2} \left(\frac{d}{l} \right)^2$$

$$\frac{1+e}{1-e} = \left(\frac{2l}{d} \right)^2$$

$$C = \frac{l}{2 \log \frac{2l}{d}}$$

Questo valore va diviso per due per la stessa ragione che fa prender la metà del raggio come capacità del sistema di sfere.

Ponendo successivamente

$$\begin{array}{llll} l = 1000 & d = 0.2 & l = 2000 & d = 0.2 \\ l = 2000 & d = 0.1 & l = 4000 & d = 0.2 \end{array}$$

otteniamo per la capacità del filo i quattro valori

$$\begin{array}{cccc} 27 & 50 & 47 & 94 \end{array}$$

e la capacità totale sarà

$$\begin{array}{cccc} 29.5 & 52.5 & 49.5 & 96.5. \end{array}$$

Quanto all'autoinduzione si può calcolare colla

$$L = 2l \left(\log \frac{4l}{d} - 0.75 \right)$$

la quale, nei 4 casi ora considerati, dà i 4 valori

$$\begin{array}{cccc} 18300 & 40000 & 42000 & 84480 \end{array}$$

la semilunghezza d'onda risulterebbe così in metri

$$\begin{array}{cccc} 23 & 46 & 40 & 91 \end{array}$$

pei fili lunghi metri

$$\begin{array}{cccc} 10 & 20 & 20 & 40. \end{array}$$

Questa lunghezza, come si vede anche dalle formole, poco varia col diametro, mentre tende poi a diventar proporzionale alla lunghezza del filo. Il calcolo non è certo rigoroso. Tuttavia ne possiamo concludere con sicurezza che in ogni caso l'onda è molto più lunga del filo. Tanto più che si deve notare:

1° che le sfere sono vicine (e separate da olio di paraffina);

2° che all'altro elettrodo il Marconi unisce un conduttore di grande capacità;

3° che la resistenza dell'intero conduttore, comprese le 3 scintille, non è più trascurabile.

Sono tutte cause che concorrono a far crescere la lunghezza d'onda. Perciò è fuor di dubbio che questa sarà anche molto maggiore della calcolata. Ciò non toglie che una verifica sperimentale diretta non sarebbe senza interesse. È però da notare che ad esperienze di misura mal si prestano le onde così lunghe.

Non si deve escludere che anche le due sfere diano le onde proprie che si uniscono alle precedenti. Nello stesso modo in un corpo elastico oscillante ciascuna parte può anche oscillare per proprio conto. Ma quelle oscillazioni non disturbano la fondamentale.

5. Con lunghezze d'onda così considerevoli, sono da aspettarsi fenomeni tali di diffrazione da dare facilmente ragione dell'apparente passaggio dell'onda attraverso a corpi opachi.

Si spiega anche la poca efficacia degli specchi notata dal Marconi. Colle onde lunghe circa 7 metri Enrico Hertz dichiara di aver tentato invano l'uso degli specchi concavi, ottenendone piuttosto danno che vantaggio.

Quanto all'efficacia a distanza è ben noto a tutti coloro che hanno sperimentato cogli oscillatori di Hertz che le onde più lunghe danno effetti sensibili a maggiore distanza. Ciò si spiega facilmente giacchè, a

parità di potenziale (V), l'energia della scarica $\left(\frac{1}{2} C V^2 \right)$ è proporzionale alla capacità che cresce al crescer della lunghezza d'onda secondo la formola (1). Inoltre, una volta mostrato che in un istante qualunque (se l'onda fosse stazionaria) o almeno per una frazione considerevole della durata della scarica, la corrente ha il medesimo segno in tutti i punti del filo, l'effetto induttivo di questo si può trattare per approssimazione come quello di una corrente a lente oscillazioni ed esprimere la forza elettromotrice indotta come il prodotto di un coefficiente di induzione mutua M , per la rapidità media di variazione della corrente induttrice $\left(\frac{di}{dt} \right)$. Ora è il coefficiente di induzione mutua M che misura l'efficacia dell'apparecchio. Questo coefficiente si può calcolare colla nota formola di Neumann:

$$M = \int \int \frac{\cos \epsilon \, ds \, ds'}{r} \quad (2)$$

dove $ds \, ds'$ sono elementi dei due fili, r la loro distanza, ϵ il loro angolo, e l'integrazione è estesa a tutti gli elementi dei due fili. Non discuteremo se questa espressione valga o no per circuiti non chiusi. Hertz stesso l'applicò al calcolo dell'autoinduzione, mostrando come essa valga almeno con molta approssimazione. Ad ogni modo pel caso particolare attuale si giungerebbe al medesimo risultato anche partendo dalla nota formola elettrodinamica elementare di Ampère. Nel caso attuale dunque si ha $\cos \epsilon = 1$, perchè i fili sono paralleli, possiamo porre $r =$ costante, perchè i fili sono sempre molto corti rispetto alla loro distanza; e inoltre ammettiamo che i due fili abbiano la medesima lunghezza h , la (2) si riduce a

$$M = \frac{h^2}{r}$$

cioè l'efficacia dell'apparecchio (a parità delle altre circostanze) non si altera se la distanza varia in ragione diretta del quadrato della lunghezza del filo. Questo risultato, se non erro, corrisponde ad una legge empirica intraveduta dal Marconi stesso.

All'aumentare della distanza aumenta anche h e quindi la lunghezza d'onda. Diminuisce quindi il numero delle alternazioni, e nella stessa proporzione diminuirebbe il fattore $\left(\frac{di}{dt} \right)$ se non crescesse il valor massimo a cui giunge i nella oscillazione, pel che si deve appunto spendere quella maggior energia che, come ho notato, assorbono le onde lunghe.

Anche la spiegazione del fatto, ormai constatato, che il sistema perde la efficacia quando il filo sia orizzontale anzichè verticale, mi pare si spieghi immediatamente quando si ricordi che le oscillazioni sono, se non completamente, molto fortemente polarizzate. Sono ben note le esperienze che si fanno sulla polarizzazione con graticci di fili conduttori. Queste mostrano che in generale i conduttori non disturbano l'onda quando sono perpendicolari alla direzione della corrente oscillante, la disturbano molto e la possono profondamente alterare quando le sono paralleli. Ora, le onde polarizzate dell'oscillatore Marconi incontrano sulla superficie della terra che vanno lambendo, una quantità di conduttori orizzontali; perchè non ne siano disturbate è

dunque necessario che la corrente oscillante sia verticale. Anche qui non sarebbero prive di interesse esperienze dirette.

In queste poche pagine non ho inteso di dare una teoria completa degli apparecchi del Marconi, ma solo di notare come i fatti finora accertati possano rientrare facilmente ed immediatamente nella teoria da tutti accettata delle onde elettro magnetiche di Hertz.

Il signor Marconi è riuscito brillantemente a risolvere uno dei problemi pratici più importanti ed interessanti che sieno mai stati affrontati. Il merito di esservi riuscito è così grande e così patente, che certo nessuno potrà vedere nelle mie considerazioni qualsiasi intenzione di menomarlo.

M. ASCOLI.

QUESTIONI D'ORDINE PROFESSIONALE

RELAZIONE

DEL CONSIGLIO DELL'ORDINE DI INGEGNERI ED ARCHITETTI
DI TORINO

SUL PROGETTO DI R. DECRETO SUI PERITI GIUDIZIARI.

A S. E. il Ministro di Grazia e Giustizia,

Roma.

Eccellenza,

Il Consiglio dell'Ordine di Ingegneri ed Architetti di Torino, in omaggio all'invito ricevuto di esprimere il proprio avviso sui provvedimenti che l'E. V. sta per proporre allo scopo di disciplinare l'istituto dei Periti giudiziari, ha creduto di fissare la sua attenzione specialmente sul progetto di regolamento dei Periti giudiziari, siccome quello che più direttamente interessa la categoria degli Ingegneri ed Architetti.

Premesso che il Consiglio ravvisò in massima il progetto ispirato ad un alto senso di opportunità, ed atto, se non ad eliminare del tutto, a diminuire d'assai i gravi inconvenienti che da tempo si lamentano sull'importante materia, si esporranno brevemente le osservazioni, che un maturo esame ed una lunga discussione hanno suggerito al Consiglio di sottoporre all'E. V.

Nessuna osservazione essendosi sollevata in merito agli articoli 2, 3, 6, 7, 9 e 13, si dirà brevemente delle modificazioni proposte agli altri articoli, riproducendo in calce alla presente il testo del regolamento colle modificazioni proposte.

Sull'art. 1. — In ordine alle varie categorie in cui sono distinti gli albo, la ragione della modificazione al punto 1° risiede nella marcata differenza che va sempre più accentuandosi fra Ingegneri civili ed Ingegneri industriali, a cui corrispondono studi e lauree notevolmente diversi. La opportunità poi di segnare una distinzione fra Ingegneri industriali e Periti industriali, contemplata dal punto 6°, è evidente, in quanto in generale ai primi potranno essere affidate mansioni che riflettano controversie relative agli impianti delle industrie ed al loro funzionamento dal punto di vista meccanico, nonchè tutta l'importantissima materia delle privative industriali; ai secondi invece, mansioni che più direttamente abbiano per oggetto i processi industriali per la riduzione e lavorazione della materia prima.

Al punto 3° si ritiene opportuna una specificazione, che più esattamente corrisponda a quella contenuta nei diplomi scolastici.

Al punto 4° l'aggiunta della categoria dei *Geometri*, ancorchè dessa non risponda più, come una volta, ad un grado conferito dagli Istituti tecnici, tende però ad eliminare inconvenienti in quelle provincie ove tale titolo (che alcuni tengono ancora dai vecchi diplomi) è tuttora talmente diffuso e di uso così comune nella pratica, che, ove non figurasse nelle varie categorie, potrebbero nascere confusioni nelle iscrizioni e risultarne che, incarichi devoluti ad una speciale categoria, venissero affidati a chi invece ha solo diritto ad appartenere ad un'altra.

L'aggiunta dell'inciso proposto al comma c) ha relazione colla modificazione proposta all'art. 4 e di cui si dirà a proposito di tale articolo.

Sull'art. 4. — La modificazione al punto 2°, che tende a togliere dalle condizioni volute dalla legge per i giurati, e che

si vorrebbero applicare ai Periti, il limite superiore d'età, è di opportunità così evidente da non avere bisogno di dimostrazione.

Sul punto 3, la ragione della diminuzione del termine per poter esercitare le funzioni di Perito, che si propone di ridurre da 5 a 3 anni, per quanto si riferisce agli Ingegneri ed Architetti, risiede nella considerazione che colla istituzione delle Scuole di Applicazione e dei Politecnici, il carattere dell'insegnamento ed il grado conferito sono tali, che il laureato può trovarsi tosto ad assumere per legge delle responsabilità, che possono ben paragonarsi a quelle che nascono dalla qualità di Perito.

Pur riconoscendo utile un periodo di preparazione, si è ritenuto fosse più che sufficiente il limitarlo a tre anni.

In ordine poi alle limitazioni poste ai funzionari pubblici in genere, si è creduto opportuno il proporre di togliere una tale limitazione per i professori delle Università, delle Scuole di Applicazione e degli Istituti superiori.

Gli inconvenienti che si vogliono eliminare con tali restrizioni, non hanno veramente ragion d'essere per gli insegnanti di Istituti superiori, il cui compito, limitato a poche ore la settimana, lascia loro libero il tempo per darsi all'esercizio professionale. La loro stessa posizione poi li indica per natura a determinati incarichi in cui hanno speciale competenza. E ciò è tanto vero, che, mentre da tempo esistono tali limitazioni per gli impiegati in genere, per qualunque mansione attinente al libero esercizio della professione, anche all'infuori delle funzioni di perito, non si pensò mai a prescrivere per gli insegnanti degli Istituti superiori.

L'ultima aggiunta poi proposta all'art. 4 tende a specificare per bene coloro che hanno diritto ad iscriversi nell'Albo degli Ingegneri ed Architetti. Essa risponde ad un'aspirazione da lungo tempo manifestata da Congressi e Società per eliminare i moltissimi inconvenienti, che si lamentano circa l'esercizio di quelle funzioni che più specialmente dovrebbero spettare ai soli Ingegneri ed Architetti.

Sull'art. 5. — A proposito di questo articolo, la discussione fattasene nel Consiglio, ha persuaso fosse necessario chiarirne la portata con un inciso tolto alla Relazione stessa ministeriale.

Da ciò l'aggiunta espressa in generale, e che si è anche meglio specificata, per quanto ha rapporto cogli Ingegneri ed Architetti.

Sull'art. 8. — Il compito che tale articolo affida all'autorità giudiziaria, potrà senza alcun dubbio essere oltremodo facilitato dai Consigli professionali ove verranno istituiti. Nium dubbio che i Consigli professionali, siccome quelli a cui il Regolamento stesso all'art. 11 affida la tutela degli interessi e del decoro degli associati, saranno i più vigili custodi affinché non si commettano irregolarità ed abusi. In questo senso si è ritenuto opportuno, nel reciproco interesse della giustizia e professionale, l'aggiunta proposta a tale articolo circa l'intervento dei Consigli nelle revisioni annuali degli Albo.

Sull'art. 10. — È parso che in certi casi possa per un professionista essere giustificata l'iscrizione, bensì presso una sola circoscrizione di Corte d'Appello, ma in Albo di diverse categorie. A ciò tenderebbe la modificazione all'articolo in questione, non dissimulandosi però il Consiglio che può forse creare altri inconvenienti.

La proposta serve unicamente per richiamare l'attenzione sul fatto.

Sull'art. 11. — Il Consiglio si è compiaciuto di trovare riprodotti in quest'articolo gli scopi principali per cui esso fu da quattro anni liberamente istituito in Torino, come ne fanno fede il proprio Statuto ed il proprio Regolamento.

E ad accrescere prestigio ai Consigli professionali tendono le modificazioni proposte a questo articolo, sempre quando esse non abbiano ad urtare colle disposizioni generali vigenti della procedura civile.

Sull'art. 12. — Materia estremamente delicata è quella che forma oggetto di questo articolo, il quale dovrebbe servire ad eliminare gravissimi inconvenienti circa le iscrizioni irregolari sugli Albo.

Due aggiunte, dopo matura discussione, si è creduto poter proporre. La prima tenderebbe a far sì che, pur rispettando

fino ad un certo punto una specie di diritto acquisito dagli iscritti, rimanesse traccia nell'Albo dell'iscrizione avvenuta per questo fatto. La seconda tende a tutelare più specialmente la classe degli Ingegneri ed Architetti, nella quale, per il pubblico interesse stesso, è necessario che, se abusi finora vi furono, essi siano tolti.

Questo Consiglio nutre fiducia che le esposte osservazioni, che giustificano le proposte aggiunte e modificazioni, saranno prese in considerazione e che gli invocati provvedimenti, resi al più presto esecutivi, verranno a disciplinare in modo più regolare ed equo il funzionamento dei Periti giudiziari.

Torino, luglio 1897.

Il Relatore
Ing. M. TEDESCHI.

Il Presidente
Ing. G. A. REYCOND.

Testo del Progetto di R. Decreto con le modificazioni ed aggiunte proposte ed approvate dal Consiglio dell'Ordine di Ingegneri ed Architetti in Torino in sue sedute del 26 giugno e 2 luglio 1897.

NB. — *Le parole fra parentesi () sono proposte per la soppressione, quelle in carattere grassetto sono proposte per l'aggiunta.*

ART. 1.

Presso le Corti di Appello sono istituiti, nella forma che sarà stabilita da Istruzioni ministeriali, i seguenti Albo di Periti giudiziari:

1. Ingegneri civili, **Ingegneri industriali** ed Architetti;
2. Medici, Chirurghi, Veterinari;
3. Laureati in scienze naturali (Chimici, Farmacisti, in fisica, chimica e farmacia);
4. Agrimensori, **Geometri**, Agronomi, Periti forestali;
5. Periti ragionieri e commerciali;
6. Periti industriali;
7. Calligrafi, Paleografi.

Di fronte al nome di ciascun Perito iscritto saranno indicate le materie nelle quali avrà dimostrato di essere specialmente versato.

L'Albo dovrà contenere le seguenti indicazioni:

- a) Data e luogo di nascita del Perito;
- b) Residenza abituale ed elezione di domicilio nella circoscrizione dell'Autorità che compila l'Albo;
- c) Professione abituale; e nel caso che sia funzionario dello Stato, della Provincia, del Comune o degli Istituti di beneficenza o di emissione, la data dell'autorizzazione ad esercitare le funzioni di Perito.

Sono eccettuati da questa formalità i Professori delle Università, delle Scuole d'Applicazione degli Ingegneri e degli Istituti superiori;

d) Data e qualità del diploma che serve di titolo per l'iscrizione, o dei documenti che provano speciali cognizioni in una determinata materia;

e) Data del decreto d'iscrizione.

Di mano in mano che verranno affidate perizie agli iscritti nell'Albo, sarà formato, secondo le norme stabilite dal Regolamento, un fascicolo intestato al suo nome, nel quale si terrà nota della data della nomina in ogni singola perizia, dei compensi liquidati dedotte le spese, ovvero dei motivi per i quali la perizia non fu eseguita, e di ogni altra osservazione utile a regolare per quanto sia possibile un'equa distribuzione di lavoro fra gli iscritti.

ART. 2.

Ciascun Albo sarà diviso in tante Sezioni quanti sono i Tribunali nella giurisdizione della Corte d'Appello, ed in ciascuna Sezione saranno compresi coloro che abbiano eletto domicilio nella circoscrizione del rispettivo Tribunale.

ART. 3.

La domanda per l'iscrizione è fatta al Primo Presidente della Corte d'Appello, il quale provvede con decreto motivato, sentito il Pubblico Ministero.

Nei cinque giorni successivi, a cura del Cancelliere della Corte, sarà notificata copia del decreto tanto alla parte interessata quanto al Pubblico Ministero, i quali nel termine di giorni dieci potranno proporre reclamo alla Corte in Camera di Consiglio.

ART. 4.

Possono ottenere l'iscrizione negli Albo coloro i quali, oltre una condotta incensurata, hanno titolo legale per l'esercizio della relativa professione e dimostrano:

1° Di essere cittadini italiani, maggiori di età e di godere i diritti civili e politici;

2° Di non trovarsi in alcuna delle condizioni per le quali non potrebbero essere assunti o verrebbero esclusi dall'ufficio di giurato a termine di legge, **eccezione fatta per il limite superiore di età;**

3° Avere esercitata la professione che costituisce titolo per la iscrizione durante un tempo non minore di anni cinque. **Per gli Ingegneri ed Architetti tale termine è fissato in anni tre.**

Nessun funzionario od ufficiale giudiziario, od in qualsiasi modo adetto ad uffici giudiziari, può essere iscritto nell'Albo dei Periti.

Fatta eccezione per la materia penale, gli altri funzionari impiegati od ufficiali dello Stato, delle Provincie, dei Comuni, delle istituzioni pubbliche di beneficenza e degli Istituti d'emissione, non possono essere iscritti all'Albo senza preventiva autorizzazione dell'Amministrazione alla quale appartengono.

Ancorchè iscritti nell'Albo, prima di assumere una determinata perizia e prestare giuramento, debbono riportare l'assenso per iscritto del Capo d'Ufficio dal quale dipendono.

Sono esonerati da tali formalità i Professori delle Università, delle Scuole d'Applicazione e degli Istituti superiori.

Nell'Albo degli Ingegneri ed Architetti sono ammessi soltanto:

a) Coloro che, secondo gli attuali ordinamenti della Pubblica Istruzione del Regno, conseguirono presso le R. Scuole d'Applicazione per gli Ingegneri, o gli Istituti superiori equivalenti ad esse, il diploma di abilitazione;

b) Coloro che anteriormente al Regolamento delle Scuole d'Applicazione, approvato con Decreto Reale in data 8 ottobre 1876, uniformandosi alle leggi ed ai regolamenti allora vigenti nel Regno d'Italia, percorsero presso un'Università od una Scuola di Applicazione, o presso un Istituto superiore equivalente, un completo corso di studi relativo all'ingegneria od all'architettura, conseguendone il relativo diploma assolutorio;

c) Coloro i quali, in forza di leggi, o decreti aventi valore di leggi, degli antichi Stati componenti il Regno d'Italia, erano abilitati all'esercizio delle professioni di Ingegnere o di Architetto;

d) Coloro ai quali il Ministero della Pubblica Istruzione abbia altrimenti concesso il diploma di abilitazione.

ART. 5.

Il Primo Presidente della Corte d'Appello, sentito il Pubblico Ministero ed i Consigli professionali, ove esistono, potrà ordinare la iscrizione d'ufficio di (coloro che) quei professionisti che pur non avendo domandato l'iscrizione nell'Albo, per notoria dottrina ed esperienza professionale debbono ritenersi forniti dei requisiti richiesti per adempiere le funzioni di Perito.

Quanto agli Ingegneri ed Architetti, l'iscrizione d'ufficio potrà farsi di coloro soltanto che possedano i titoli indicati all'articolo 4.

ART. 6.

Sia d'ufficio, sia ad istanza del Pubblico Ministero, o di chiunque vi abbia interesse, sarà ordinata la cancellazione degli iscritti dall'Albo:

a) Quando siasi verificata una delle condizioni che sarebbe stata di impedimento all'iscrizione;

b) Se nell'esercizio delle funzioni di Perito abbiano dato prova di colpevole negligenza, ovvero con fatti gravi siasi compromessa la propria reputazione.

ART. 7.

Coloro che per effetto di condanne penali non vennero iscritti nell'Albo, ovvero furono cancellati, potranno essere iscritti o riammessi col procedimento stabilito all'articolo 3, quando abbiano ottenuto la riabilitazione, ovvero provino che dal giorno in cui la pena fu espiata o la condanna rimase estinta, sia decorso un tempo uguale alla durata della pena, se trattasi di detenzione, e pari al doppio se trattasi di reclusione. In verun caso questo termine potrà essere minore di anni cinque.

Queste disposizioni non si applicano a coloro che furono condannati per un delitto che rende incapace ad esercitare le funzioni di giurato.

ART. 8.

Il Primo Presidente della Corte d'Appello, nella prima metà del gennaio di ogni anno, sentito il Pubblico Ministero, procederà alla revisione degli Albo, tenendo presenti le informazioni fornite non oltre il 31 dicembre precedente dai Presidenti dei Tribunali dipendenti, ai quali verrà data comunicazione delle eseguite variazioni, e **le osservazioni dei Consigli professionali.**

ART. 9.

In tutti i casi nei quali la designazione dei Periti spetta all'Autorità giudiziaria, ed eccettuati i casi urgenti o di minimo rilievo nelle materie penali, la scelta deve essere fatta fra i Periti iscritti nell'Albo del proprio distretto, dando possibilmente la preferenza a quelli che abbiano eletto domicilio nella circoscrizione del Tribunale, o che abbiano particolare attitudine ed esperienza nella materia che forma oggetto della perizia.

Quando in una perizia si richiedono speciali cognizioni tecniche, che non si riscontrino in alcuno degli iscritti nell'Albo della Corte, la scelta può farsi in quello di altra Corte d'Appello, ed anche su persone che, pur avendone notoriamente i requisiti, non siano iscritte in alcun Albo; ma in questi casi la designazione dovrà essere motivata.

ART. 10.

Nessuno può essere iscritto contemporaneamente (in più di un Albo di Periti) presso più di una circoscrizione di Corte d'Appello.

Il Perito che voglia trasferire altrove la sua residenza e farsi iscrivere in un altro Albo, deve presentare domanda al Primo Presidente della Corte d'Appello nella quale intende di trasferire la propria iscrizione.

La cancellazione nell'Albo precedente dovrà essere eseguita d'ufficio appena che, a cura del Cancelliere della Corte d'Appello, sarà data notizia dell'iscrizione nel nuovo Albo.

ART. 11.

Gli iscritti nei diversi gruppi di ciascun Albo, quando raggiungono un numero non minore di cinquanta, possono costituirsi in Collegio professionale, rappresentato da un Consiglio incaricato della tutela degli interessi e del decoro degli associati.

Al Collegio potranno iscriversi altri esercenti la stessa professione, ancorchè non iscritti nell'Albo dei Periti. Lo statuto relativo sarà depositato presso la Corte d'Appello, la quale, quando abbia constatato che non contenga disposizioni contrarie alle leggi, ne prenderà atto, con deliberazione in Camera di Consiglio della Sezione civile.

I Consigli professionali (potranno essere) saranno consultati dalle Autorità giudiziarie per la liquidazione di compensi in caso di contestazioni; potranno anche essere consultati circa le domande di iscrizione negli Albo, circa la più opportuna scelta dei Periti giudiziari, ed in tutti i casi nei quali si ravvisi utile il loro parere.

ART. 12.

Coloro che si trovano iscritti negli Albo o Ruoli di Periti attualmente esistenti presso le diverse Autorità giudiziarie, secondo le disposizioni vigenti nelle diverse Provincie del Regno, avranno diritto di chiedere l'iscrizione negli Albo da istituirsi in esecuzione al presente Regolamento.

Potranno ottenere l'iscrizione negli Albo anche coloro i quali per un tempo non minore di cinque anni siano stati assunti a funzioni di Periti giudiziari, se provino una condotta incensurabile e non si trovino in alcuno dei casi di incapacità indicati negli articoli 4 n. 2 e 7 del presente Regolamento.

In questo caso però verrà fatta apposita nota all'atto dell'iscrizione.

Però nell'Albo degli Ingegneri ed Architetti non potranno essere iscritti che coloro i quali possiedono i titoli indicati nell'articolo 4; e nella prima formazione dell'Albo stesso la validità dei loro documenti dovrà essere riconosciuta da apposite Commissioni d'Ingegneri laureati, nominate dal Primo Presidente della Corte d'Appello.

ART. 13.

Ogni disposizione contraria al presente Decreto è abrogata.

NOTIZIE

Muri di sponda in calcestruzzo armato. — Il *Centralblatt der Bauverwaltung* dà interessanti particolari di una prova fatta cinque anni sono di costruzione di un muro di sostegno in riva alla Sprea, a Berlino, eseguito in calcestruzzo armato.

Si cominciò da piantare in riva al fiume una fila di pali di legno, e su questi si elevarono dei ritti di ferro sagomati alti m. 2,50, quanto appunto era l'altezza del muro, e a distanza tra loro di m. 1,50. Ciascuno di questi ritti era trattenuto nel piano normale al muro di sostegno da due tiranti di ferro tondo di 30 mm, assicurati l'uno al piede dei ritti e l'altro ai due terzi dell'altezza, a partire dal piede, ed ancorati ad un massiccio di calcestruzzo costruito in una fossa praticata nel terrapieno, a 3 metri circa di distanza dal muro.

Appoggiate ai ritti, a vece di tavole di legno, si sono disposte delle piastre di calcestruzzo armato, del sistema Monier, dell'altezza di m. 1 ad 1,50 e della spessore di cm. 6 a 7,5. Sono queste piastre che tengono le vece del muro e debbono sostenere la terra.

I ferri sepolti nel terreno vennero coperti di uno strato di cemento, quelli fuori furono verniciati.

Sono cinque anni che il murazzo è costruito, e finora non ha dato segno di cedimento; il costo non fu che di due terzi di quello della stessa opera in legname.

A vece di far insistere il muro su di una fila di pali infissi nel suolo, lo si può fondare su di una piattaforma di calcestruzzo armato, del medesimo sistema.

Anche il muro di calcestruzzo che serve ad ancorare i tiranti, potrebbe essere sostituito da altre disposizioni che ammettano l'impiego di pezzi di ferro, come dai disegni che accompagnano la Memoria.

(*Bulletin de la Société des Ingénieurs Civils*).

Il progresso delle vetture automobili elettriche. — L'idea di applicare l'elettricità anche al movimento delle vetture da piazza in sostituzione dei cavalli ha fatto molta strada, attalchè si può dire

che siamo alla vigilia di una parziale, ma grande evoluzione nei mezzi di trasporto per le città alla quale evoluzione anche l'industria italiana non sarà lontana dal prendere parte attiva.

Fino a poco tempo fa, tutti gli studi si ridussero a trovare il modello di vettura leggera ed ormai se ne hanno tanti modelli che è forse più difficile il scegliere che trovare. I tipi veramente rispondenti allo scopo sono quelli con ruote a gomme pneumatiche montate su assi con cuscinetti a sfere od a cilindri mobili, almeno fino a che nulla di nuovo comparisca sull'orizzonte dell'industria.

Ma ciò che permette oggi di realizzare la vera concorrenza al cavallo, e che rende possibile e pratica la sua sostituzione, è il progresso degli accumulatori.

Dodici anni fa occorrevano 1000 chilogrammi di piombo per produrre 1 chilowatt, e 140 chilogr. per immagazzinare 1 chilowatt-ora. Oggi, senza forzare il regime degli accumulatori, si può produrre un chilowatt con un peso di 200 chilogr. ed una energia eguale ad 1 chilowatt-ora con 40 a 50 chilogr. di materia accumulante.

Analogo progresso si riscontra nei motori elettrici, il cui rendimento si può calcolare dall'85 al 90 per cento con una potenza specifica tale che un motore non pesa più di 15 a 20 chilogr. per ogni chilowatt.

Inoltre, contrariamente a quanto succede negli altri motori meccanici nei quali la potenza varia in ragione inversa della velocità angolare, nei motori elettrici lo sforzo di trazione e quindi la potenza aumenta quando la velocità diminuisce e viceversa. La quale proprietà preziosa può far funzionare il motore quale regolatore di velocità, ed è noto che nella discesa esso può agire da freno recuperando una parte dell'energia a beneficio degli accumulatori.

Da alcuni esperimenti eseguiti a Parigi su vetture di ultimo modello, si è accertato che, tenendo conto del maggior consumo sulle salite e del minore nelle discese, un veicolo elettrico consuma circa 100 watt-ora per ogni tonnellata-chilometro. Si può quindi calcolare in media che 8 chilowatt-ora possano permettere con sicurezza un percorso di 60 chilometri, senza bisogno di ricaricare le batterie.

Ora una vettura di piazza fa raramente più di 50 chilometri in una giornata d'esercizio in città.

Per una batteria la cui capacità d'energia è di 8 chilowatt-ora, come sopra si è detto, occorreranno per la sua carica completa 10 chilowatt-ora, che, in ragione di 30 centesimi il chilowatt-ora, danno una spesa di L. 3, cioè 5 centesimi a chilometro per il percorso di 60 chilometri.

Ciò s'intende senza computare la quota d'ammortamento del capitale e prendendo per base il prezzo del chilowatt-ora, quale si dà oggi a Parigi all'officina della piazza Clichy.

(*L'Elettricista*).

BIBLIOGRAFIA

Ing. R. ARDÈ. — **Metodi di misura delle grandezze elettriche.** Sezione Prima. — Op. in-16° di pag. 112. — Torino, Unione Tipografico-editrice, 1897.

Id. — **Metodi e strumenti di misura delle differenze di fase fra due correnti alternative.** — Op. in-16° di pag. 56. — Torino, Unione Tipografico-editrice, 1897.

Il primo di questi libretti è inteso a servire di guida nelle esercitazioni pratiche agli Ingegneri che frequentano il Corso di elettrotecnica del R. Museo Industriale italiano; ma riuscirà certo prezioso a chiunque si occupi di applicazioni elettriche.

Contiene bene ordinati, chiaramente e concisamente esposti i metodi di misura di tutte le grandezze elettriche, utilmente corredate da disegni schematici per la disposizione delle esperienze.

Molti di questi metodi sono ideati dall'Autore stesso e dimostrano con quale amore ed assiduità l'allievo e collaboratore di Galileo Ferraris si sia dedicato a questo ramo della elettrotecnica.

La Sezione seconda di questo lavoro, che l'A. annunzia nella prefazione, conterrà quanto si riferisce alle grandezze magnetiche ed alle misure sulle dinamo, trasformatori, motori, ecc.

Non possiamo che augurarci prossima la comparsa di questa Seconda Parte, che completerà una pubblicazione di vera utilità pratica per gli elettrotecnici.

L'importanza assunta dalle correnti polifasi nelle applicazioni industriali ha suggerito all'Autore di radunare in un altro libretto quanto riguarda la misura della differenza di fase fra due correnti alternative con una succinta descrizione dei fasometri, fasoscopi e sincronizzatori.

Merita speciale menzione un apparecchio ideato dall'Autore: il fasometro delle tangenti, ingegnosa combinazione di un elettrodinamometro e di un campo rotante prodotto dalle spirali stesse dell'elettrodinamometro, per mezzo del quale dal rapporto di due deviazioni si ha direttamente la tangente dell'angolo di spostamento di fase fra due correnti sinusoidali.

Una descrizione di questo fasometro è anche riportata nel vol. XXXII degli *Atti dell'Accademia Reale delle Scienze di Torino*.

C. B.

Fig. 1. — Profilo longitudinale della ferrovia del Gottardo da Chiasso a Lucerna.

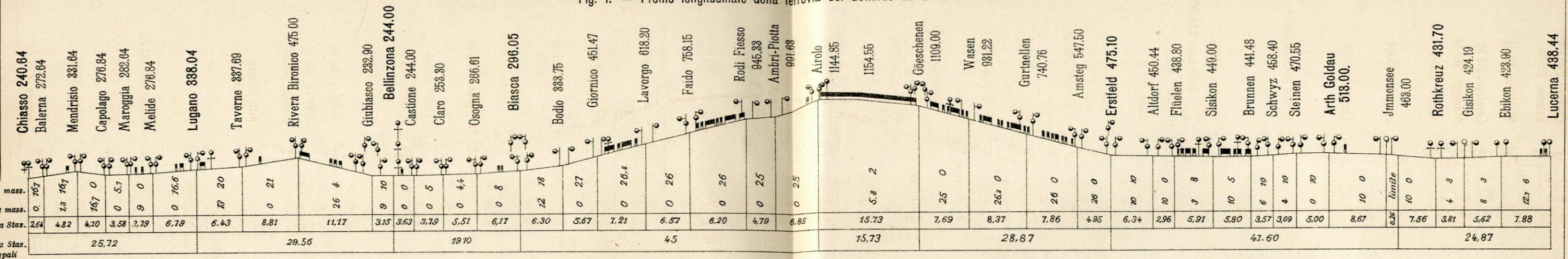


Fig. 2. — Profilo longitudinale del tronco Locarno-Bellinzona.

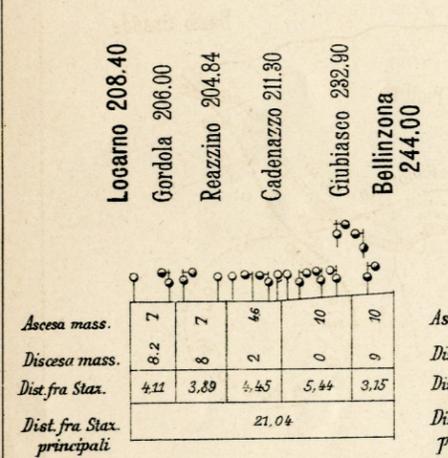


Fig. 3. — Profilo longitudinale del tronco Luino-Bellinzona.

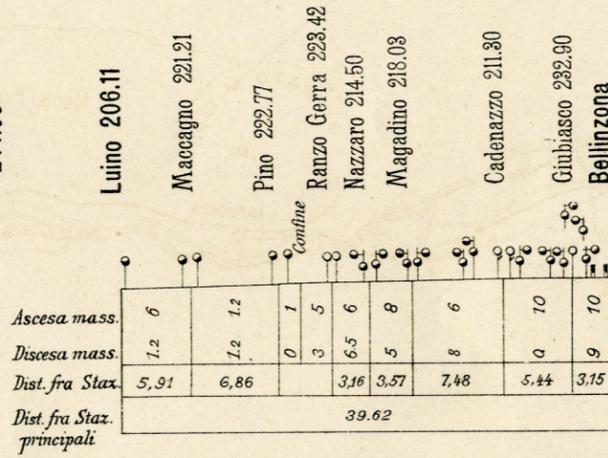


Fig. 5. — Gallerie elicoidali nella Biaschina.

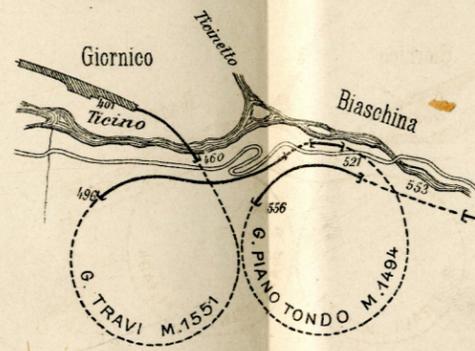


Fig. 6. — Gallerie elicoidali di Dazio Grande.

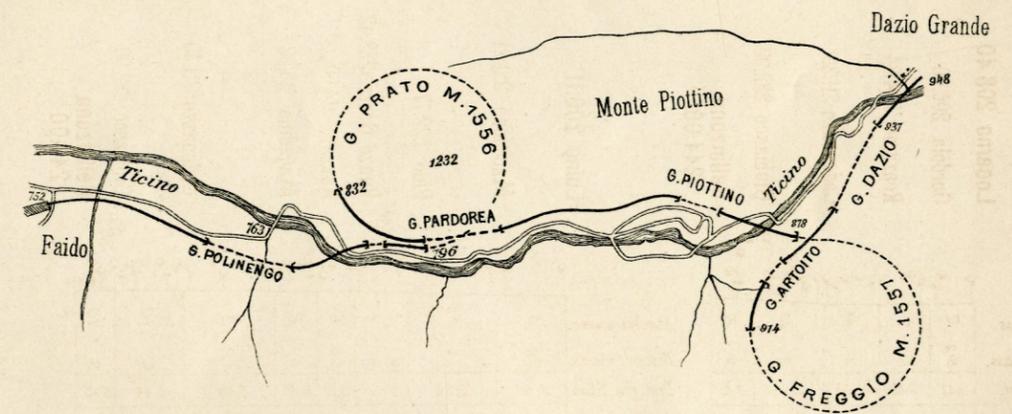


Fig. 7. — Gallerie elicoidali presso Wasen.

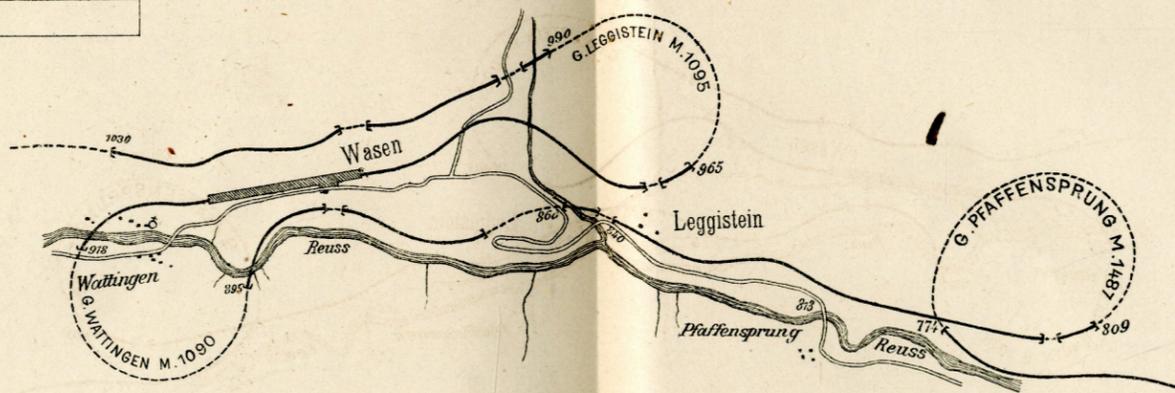
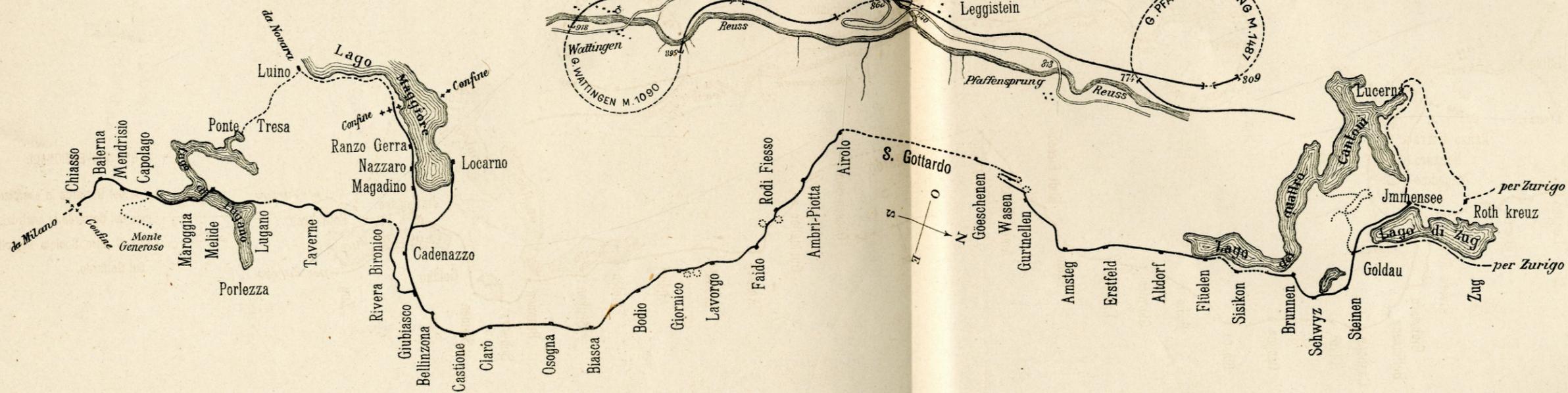


Fig. 4. — Piano generale della ferrovia del Gottardo. Scala di 1 : 500 000.



SEGNI CONVENZIONALI.

- Linee del Gottardo in esercizio.
- - - Linee del Gottardo in costruzione.
- - - Linee di altre Società esercitate dal Gottardo.