

ATTI  
DELLA  
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCCVI.

1909

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME XVIII.

1° SEMESTRE.



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1909

Fisica terrestre. — *Alcune considerazioni sul meccanismo di propagazione delle onde sismiche.* Nota di G. AGAMENNONE, presentata dal Socio E. MILLOSEVICH.

Questa Nota sarà pubblicata nel prossimo fascicolo.

Meteorologia. — *Gli Osservatori del Monte Rosa in rapporto al servizio meteorologico.* Nota del dott. CAMILLO ALESSANDRI, presentata dal Socio V. VOLTERRA.

1. *Generalità* <sup>(1)</sup>. — Il sistema di osservatori del Monte Rosa comprende attualmente quattro stazioni: una stazione di base ad Alagna Valsesia (m. 1205); due stazioni intermedie, di cui l'una al colle di Valdobbia (m. 2548) e l'altra al colle d'Olen (m. 3000); una stazione di vetta, nella capanna « Regina Margherita », sulla sommità della Sygnalkuppe o Punta Gnifetti, a 4560 metri sul livello del mare.

La stazione di Alagna e quella del colle di Valdobbia sono permanenti, e cioè vi si compiono osservazioni meteorologiche tutto l'anno; le altre due, invece, non sono tenute in funzione che durante i mesi estivi, e più che osservatori nel senso ordinario della parola, vanno considerate come laboratori per ricerche e per studi speciali di meteorologia e di fisica terrestre non aventi carattere di continuità.

2. *Comunicazioni.* — La trasmissione delle notizie urgenti dalle stazioni superiori alla stazione di base, viene attualmente effettuata mediante colombi viaggiatori, di cui è stato fatto un piccolo allevamento ad Alagna. Per l'iniziativa di S. E. l'on. Michele Bertetti, già Sottosegretario di Stato per le Poste e i Telegrafi, si spera, quanto prima, di poter congiungere i diversi osservatori del Monte Rosa mediante una linea telefonica.

3. *Misura del tempo.* — Se la conoscenza esatta dell'ora è sempre condizione di grande importanza per la giusta interpretazione dei fenomeni naturali, lo è evidentemente ancor di più quando, come nel caso nostro, si tratti di mettere fra loro in relazione fenomeni simultaneamente osservati in diverse stazioni. A telefono ultimato, il problema potrà esser facilmente

<sup>(1)</sup> Cfr. C. Alessandri, *Campagna meteorologica del 1904 al R. Osservatorio Regina Margherita*, Mem. R. Ist. Lomb., vol. XX, XI, serie III, anno 1905; *Capanna Osservatorio Regina Margherita sul Monte Rosa*, Bollettino della Società Geografica Italiana, fasc. VII, 1906; *Les observatoires du Mont-Rose*, Bulletin de la Société Astronomique de France, Février, 1906, pag. 57.

e completamente risolto; ma pel momento bisogna ingegnarsi in altro modo ed ecco come si procede: — Mediante osservazioni di altezze corrispondenti di sole, fatte col teodolite, si rettifica, al principio della stagione, il cronometro della stazione di Alagna; — si seguono poi le piccole variazioni che in questo via via si producono, osservando gli istanti dei successivi passaggi di una stella ( $\alpha$  di Orione) al reticolo di un cannocchiale, fissato solidamente su di una robusta mensola a muro; — l'ora del cronometro di Alagna viene poi trasmessa alle altre stazioni mediante razzi lanciati durante la notte ad ore prestabilite.

4. *Stazione di Alagna Valsesia* (Latitudine nord,  $45^{\circ}51'15''$ . Longitudine est da Greenwich,  $0^{\text{h}}18^{\text{m}}44^{\text{s}}.7$ . Altitudine sul mare, 1205 metri). — Le osservazioni meteorologiche vi vengono fatte tutto l'anno mediante registratori Richard giornalieri grande modello, quotidianamente controllati per confronto con strumenti a lettura diretta. L'impianto di questa stazione venne iniziato nel 1906 e si imponeva, non solo, per compiersi osservazioni simultanee a quelle delle stazioni superiori, ma per potervi attendere con un certo agio alla organizzazione delle spedizioni alla vetta, e per servire, in certo modo, come base d'operazione pel funzionamento dell'osservatorio « Regina Margherita ». Oltre a locali per deposito e per abitazione, vi si trova un laboratorio fisico-meccanico per le ricerche sperimentali e per le riparazioni agli strumenti; una camera oscura per gli sviluppi fotografici e la colombaia pei piccioni viaggiatori.

5. *Stazione del Colle di Valdobbia* (Latitudine nord,  $45^{\circ}47'$ . Longitudine est da Greenwich,  $31^{\text{m}}27^{\text{s}}$ . Altitudine sul livello del mare, 2548 metri). — La stazione meteorologica del colle di Valdobbia è abbastanza antica, essendovi stata fondata dal Padre Denza fin dal 1872; ma in questi ultimi tempi era assai decaduta. Nel 1906 noi vi portammo dei registratori meteorologici di Richard (termometro, barometro e igrometro), affidandone la sorveglianza ai custodi dell'ospizio che ivi si trova, e così d'ora in poi le osservazioni, oltrechè più complete, riesciranno assai più attendibili. Il riordinamento di questa alta stazione era opportuno, anche perchè, con una spesa relativamente piccola, vi si potranno raccogliere buone osservazioni meteorologiche anche durante l'inverno, quando per ragione di economia, non è possibile tener in funzione la stazione del Colle d'Olen che pur trovasi ad altitudine poco maggiore.

6. *Stazione del Colle d'Olen* (Latitudine nord,  $45^{\circ}52'28''$ . Longitudine est da Greenwich,  $31^{\text{m}}29^{\text{s}}.6$ . Altitudine sul mare, 3000 metri). — Questa stazione trovasi presso l'Istituto di Fisiologia « Angelo Mosso » sorto al Colle d'Olen in questi ultimi anni per l'iniziativa e la mirabile intraprendenza dell'illustre scienziato, di cui porta il nome. Durante l'estate, vi si fanno osservazioni meteorologiche complete, e durante l'inverno, le sole misure della pressione atmosferica, mediante un barometro registratore a lungo corso.

7. *Stazione della Capanna « Regina Margherita »* (Latitudine nord, 45°51',15". Longitudine est da Greenwich, 31<sup>m</sup>,44<sup>s</sup>,7. Altitudine sul livello del mare, 4560 metri). — A) Pressione atmosferica. Le misure della pressione atmosferica, richiedendo l'uso di strumenti tenuti completamente al riparo, possono esser fatte altrettanto bene alla capanna « Regina Margherita » che al piano; ed anche l'impianto a quell'altezza di un barometro registratore a lungo corso atto a funzionare da sè quando l'osservatorio rimane chiuso e abbandonato, potrà esser fatto senza eccessive difficoltà, non essendo sostanzialmente lassù le condizioni diverse, nell'interno dell'edificio, da quelle che si hanno al colle d'Olen, dove il registratore a lungo corso funziona egregiamente. Fino ad ora, però, le osservazioni non vennero fatte che durante i mesi estivi, dal 15 luglio al 15 settembre, e si usarono a tal uopo i seguenti strumenti:

- a) un termobarometro con serie di termometri ipsometrici divisi in 1/100 di grado;
- b) un barometro a mercurio di Fortin;
- c) un barometro metallico registratore Richard;
- d) uno statoscopio registratore Richard.

Col termobarometro venne anzitutto determinata la correzione costante del Fortin, non potendosi ritenere valida quella che ne era stata fatta in basso, prima che lo strumento venisse portato al Monte Rosa. Sulle indicazioni (corrette) del Fortin, venne poi tenuto giornalmente rettificato il registratore Richard. Il cilindro di questo fa un giro in una settimana; la giornata viene rappresentata da una lunghezza di 55 mm., e le altezze mercuriali risultano raddoppiate (e cioè un mm. di mercurio è rappresentato da due mm. sulla zona del registratore); possono quindi stimarsi con facilità, nel diagramma, i 1/10 di mm. di mercurio.

Lo statoscopio venne usato per lo studio delle rapide variazioni della pressione atmosferica che, a quell'altezza, si presentano in modo molto pronunciato durante i temporali, tanto che spesso, nel volgere di pochi secondi, la pressione subisce variazioni di parecchi mm. di mercurio. Niente di paragonabile si osserva in basso.

B) Stato igrometrico dell'aria. Negli anni 1904, 1905 e 1906, le misure dell'umidità dell'aria vennero fatte (quando il tempo lo consentiva) mediante uno psicrometro ad aspirazione di Assmann. Nel 1907 e nel 1908 invece, mediante un igrometro a capello registratore Richard, a carica giornaliera, tenuto in un riparo fissato sulla terrazza dell'osservatorio e costituito da una specie di armadio a doppia parete a persiana, con una apertura verso nord protetta da una finissima rete metallica. Naturalmente, durante le grandi tempeste, il nevischio entra nel riparo; ma, non appena le condizioni del tempo lo consentono, il registratore viene ripulito, ricontrollato e rimesso a posto. Nei diagrammi, un'ora è rappresentata da 15 mm.,

e ad un grado di umidità relativa (zero rappresenta siccità completa e cento umidità massima) corrisponde uno spostamento verticale nella penna di 2 mm.; dimodochè il tempo può aversi con l'esattezza del minuto primo e il grado di umidità, con assai notevole precisione. La rettificazione dello strumento veniva fatta di tempo in tempo, per confronto con un igrometro ad appannamento di Chistoni, operando nell'interno dell'osservatorio perchè più sicura risultasse la misura.

C) Velocità del vento. La velocità del vento venne studiata mediante un anemometro registratore di Richard a diagrammi giornalieri. L'impianto razionale di questo strumento non potè essere eseguito se non nel 1906 (24 agosto), e da allora in poi, le osservazioni furono fatte sempre regolarmente. Lo strumento è del tipo a mulinello di Robinson a trasmissione meccanica, e la registrazione avviene nel modo seguente: un meccanismo di orologeria imprime una rotazione uniforme ad un cilindro verticale di 9 cm. di diametro, su cui è tesa una carta, facendogli compiere un giro intero in 24 ore: sulla zona, una penna con inchiostro speciale, traccia il diagramma del vento, sollevandosi di quantità proporzionali al numero dei giri compiuti dal mulinello, e quindi, alla velocità del vento. La penna, giunta alla sommità della zona (il che avviene ad ogni cento chilometri), automaticamente ricade, per poi ricominciare la salita. Il diagramma che se ne ottiene sarebbe tale da consentire di dedurne la velocità media oraria del vento in ettometri; ma tanta precisione, per le ragioni che diremo, sarebbe illusoria, e quindi noi ci limitammo, nello spoglio dei diagrammi, ad esprimere la velocità media del vento in chilometri all'ora. Dicemmo che una esattezza maggiore sarebbe illusoria. E in vero: il mulinello di Robinson, come è noto, non è sensibile se non alla componente orizzontale del vento. Ora, alla Capanna Margherita, il vento spira invece, generalmente, con direzione fortemente inclinata all'orizzonte. Di più l'anemometro a mulinello, per la sua inerzia, ci rappresenta il vento come un flusso continuo e sensibilmente costante. Invece, ben lungi dall'essere tale, il vento, all'altezza del Monte Rosa, si presenta come una serie di colpi di intensità variabilissima divisi da intervalli di calma assoluta, o almeno quasi assoluta. Questo carattere ondulatorio del vento alle grandi altezze, già si rivela in modo non dubbio ai nostri sensi, ma può poi essere studiato assai bene nei suoi particolari con lo statoscopio. Questo strumento consta, come è noto, di una specie di manometro differenziale, ed agisce in sostanza come un barometro di grandissima prontezza e di grandissima sensibilità. Il diagramma rimane scritto sopra una striscia di carta, in modo perfettamente analogo a quanto succede negli ordinari barometri registratori di Richard.

Mettendo in azione lo statoscopio alla Capanna Margherita durante i temporali (e spesso anche con cielo sereno) si osserva quanto segue. Prima ancora che l'orecchio avverta il vento, la penna dello strumento incomincia

ad abbassarsi accennando ad una diminuzione della pressione. Poi, subito dopo s'incomincia a sentire il vento, e, quanto più questo vien forte, tanto più la penna si abbassa. Al cadere del vento invece, la penna risale e continua a risalire ancora per qualche istante dopo che il vento è cessato. Il fenomeno dura, complessivamente, dai 15 ai 20 secondi, per poi ricominciare nello stesso modo continuando così, talora, per giorni e settimane intere. Sono delle vere e proprie gigantesche pulsazioni dell'atmosfera, o meglio delle specie di ondate che ricordano assai da vicino il moto ondoso del mare. L'abbassamento della penna è talora di parecchi centimetri (corrispondenti ad una variazione di parecchi millimetri di mercurio) nel volgere di pochi secondi. I diagrammi che si ottengono si presentano identici anche quando lo strumento sia tenuto all'aperto, e ciò fa escludere l'ipotesi che il fenomeno sia dovuto ad una rarefazione, che si produca in modo analogo a quanto si osserva nell'aspiratore idrodinamico o nel tubo di Pitot.

Secondo il Vallot, che fece sulla vetta del Monte Bianco osservazioni analoghe alle nostre sul Monte Rosa, le oscillazioni repentine del barometro sarebbero dovute al passaggio di vortici nell'alta atmosfera. Ritourneremo a suo tempo su questo interessante argomento. Basti qui l'averlo accennato, per dare un'idea del modo speciale con cui il vento si presenta lassù, e di quanto siano imperfette le indicazioni che di esso ci fornisce l'anemometro a mulinello.

D) Direzione del vento. Venne questa studiata mediante un anemoscopio registratore di Richard a zona giornaliera. Come l'anemometro così pure l'anemoscopio non poté essere installato regolarmente alla Capanna Margherita se non nell'agosto del 1906. Per ovviare all'inconveniente lamentato negli anni precedenti<sup>(1)</sup> e cioè che la banderuola, sotto l'impulso delle raffiche, anzichè orientarsi secondo il vento, si metteva a girare a guisa di anemometro, si ricorre ora all'artificio di tener frenata l'asta di trasmissione dello strumento con un morsetto di legno.

E) Temperatura dell'aria. Lo studio più importante (meteorologicamente parlando) e nello stesso tempo quello che presentò le maggiori difficoltà al Monte Rosa, è lo studio della temperatura dell'aria. Come già si ebbe occasione di esporre<sup>(2)</sup>, fin dai primi momenti si manifestò l'impossibilità di eseguire alla Capanna Margherita delle misure sistematiche della temperatura dell'aria per mezzo dell'ordinario termometro a lettura diretta. Si imponeva perciò o di ideare degli strumenti nuovi adatti a quel clima, i quali consentissero la determinazione della temperatura dell'aria esterna senza obbligare l'osservatore ad uscire all'aperto, o valersi di oppor-

(<sup>1</sup>) Cfr. C. Alessandri, *Campagna meteorologica nel 1904 al M. R.* Mem. Istit. Lomb., ecc. (v. sopra), pag. 176.

(<sup>2</sup>) Cfr. *Campagna meteorologica*, ecc. pag. 173.

tuni registratori. Già venne parlato (1) del tentativo fatto di dedurre le variazioni di temperatura dell'aria dalle variazioni di resistenza elettrica di un filo di platino teso sulla terrazza dell'Osservatorio, e delle ragioni per cui questo tentativo dovette essere abbandonato. Un secondo esperimento venne fatto durante l'estate del 1905 mediante uno speciale termometro bimetallico (2). Ma questo, mentre aveva funzionato in modo assai soddisfacente in piano, indicava invece generalmente alla Capanna Margherita temperature inferiori al vero, probabilmente perchè, ricoprendosi la parte esterna dello strumento di un velo di ghiaccio nei momenti di massimo vento (e quindi di minor pressione, e conseguentemente di soprassaturazione dell'aria) ed evaporando poi questo, la temperatura dello strumento si abbassava al disotto di quella dell'aria, precisamente come avviene nel termometro bagnato dello psicometro. Il problema venne finalmente risolto in modo soddisfacente nel 1907, usandovisi un termometro registratore Richard giornaliero di grande modello, rinchiuso nel riparo meteorico di cui si è accennato parlando dell'umidità dell'aria. Nei giorni sereni, così disposte le cose, le registrazioni procedono in modo perfettamente soddisfacente e solo occorre che il personale dell'Osservatorio sia pronto ad intervenire, quando, nei giorni di tormenta, il nevischio entra nel riparo meteorico raggiungendo il registratore. Nei diagrammi, un'ora è rappresentata da 15<sup>mm</sup> e ad una variazione di un grado nella temperatura dell'aria, corrisponde uno spostamento verticale di 4<sup>mm</sup> nella penna di modo che possono con sicurezza stimarsi i 1/10 di grado e il tempo può aversi colla esattezza del minuto primo.

Rimaneva ancora completamente insoluta la questione della misura della temperatura dell'aria alla sommità del Monte Rosa nei mesi invernali quando quell'osservatorio è chiuso e disabitato. Convinti ormai dell'estrema difficoltà, se non dell'assoluta impossibilità, di risolvere codesto problema affrontandolo direttamente, ci sforzammo di raggiungere lo scopo procedendo per via indiretta, e ci lusinghiamo di esservi riusciti in base ai seguenti concetti:

Consideriamo la colonna d'aria verticale di sezione unitaria avente la base ad Alagna e che sia superiormente limitata dalla superficie di livello che passa per la Capanna Regina Margherita, e supponiamo inoltre:

a) che tale aria sia in equilibrio;

b) che la temperatura di essa decresca uniformemente coll'aumentare dell'altezza.

Queste due ultime condizioni non saranno in generale verificate in un dato istante; ma tali potranno supporre quando, anzichè i valori istantanei, si considerino i valori *medi giornalieri*.

(1) Loc. cit., pp. 173-174.

(2) Loc. cit., pag. 174.

Posto ciò è evidente che il peso di tale colonna d'aria dovrà essere una funzione delle condizioni meteorologiche agli estremi di essa, e che, nota la forma di tale funzione, dalla conoscenza di alcuni di questi elementi, potranno dedursi i rimanenti.

Seguendo un tale ordine d'idee; partendo dalla nota equazione di Laplace relativa al calcolo delle altezze col barometro, e osservando che la tensione media del vapore acqueo alla Capanna Margherita è, generalmente, assai vicina all'unità, pervenimmo alla seguente formola, la quale permette di calcolare la temperatura dell'aria all'altezza del Monte Rosa, nota la temperatura, la pressione e l'umidità ad Alagna e la sola pressione barometrica alla vetta:

$$(I) \quad t = 2 \left\{ 49.7994 \times \frac{1}{\log B - \log b} - 273 - 51.36 \left( \frac{F}{B} + \frac{1}{b} \right) \right\} - T$$

dove

$t$  = temperatura dell'aria alla Capanna Margherita

$b$  = pressione barometrica " " "

$T$  = temperatura dell'aria ad Alagna

$B$  = pressione barometrica ad " "

$F$  = tensione del vapore acqueo ad Alagna.

La formola (I) applicata alle misure da noi ottenute nell'estate del 1908 al Monte Rosa, si dimostrò perfettamente adatta allo scopo avendoci condotto a valori calcolati della temperatura media giornaliera dell'aria alla Capanna Margherita in ottimo accordo con quelli direttamente ivi ottenuti col registratore Richard (la differenza tra i valori calcolati essendo in generale inferiore a 1 grado).

Noi potremo quindi affermare di aver raggiunto lo scopo che ci eravamo proposti, assumendo la direzione del servizio meteorologico del Monte Rrsa (e cioè quello di far conoscere l'andamento diurno ed annuo dei principali elementi meteorologici alla vetta del Monte Rosa) quando avremo attuato il seguente programma che riteniamo perfettamente realizzabile e che già in buona parte è stato effettuato:

a) Stabilire ad Alagna (e cioè ai piedi del Monte Rosa) e al colle di Valdobbia (per controllo) due stazioni meteorologiche permanenti nelle quali si facciano osservazioni meteorologiche ben sicure e complete durante l'intero anno;

b) provvedere ad un funzionamento veramente completo della stazione alla Capanna Regina Margherita, con registratori giornalieri di tutti gli elementi meteorologici, quotidianamente sorvegliandoli e rettificandoli per confronto con strumenti a lettura diretta. nei soli mesi estivi, ma nello stesso tempo impiantarvi e tenervi in funzione tutto l'anno, un barometro



registratore a lungo corso, deducendo poi col calcolo per mezzo della formula (I) dai valori della pressione barometrica alla Capanna Regina Margherita e dei corrispondenti valori ad Alagna della pressione della temperatura della tensione del vapore acqueo, i valori della temperatura dominante nella libera atmosfera all'altezza della sommità del Monte Rosa.

**Fisica.** — *Disposizione semplificata per determinare l'indice di rifrazione al microscopio.* Nota dell'ing. ENRICO CLERICI, presentata dal Socio E. MILLOSEVICH.

In una Nota pubblicata in questi Rendiconti <sup>(1)</sup> ho indicato un modo abbastanza semplice per determinare al microscopio l'indice di rifrazione con approssimazione sufficiente per le ricerche mineralogiche e petrografiche correnti.

La disposizione pratica è costituita da un portaoggetti con cella cilindrica, al cui fondo è fissato un piccolo prisma di vetro. Si fa collimare con un filo della crociera dell'oculare l'immagine di una riga tracciata sul portaoggetti sotto il prisma e si misura, servendosi del tamburo graduato del tavolino traslatore, lo spostamento che essa subisce per l'interposizione del prisma di liquido che si viene a formare quando si è riempita di liquido la cella e vi si pone sopra un vetrino coprioggetti.

Prendendo per ascisse gli spostamenti che si hanno con diversi liquidi, il cui indice sia noto, e per ordinate gli indici corrispondenti, si traccia, per una volta tanto, una curva colla quale si potrà conoscere l'indice di un liquido qualsiasi riportandovi lo spostamento che esso produce, letto sul tamburo graduato.

Avendo sperimentato, per altra ricerca, un gran numero di liquidi, mi è occorso di introdurre alcune modificazioni che ritengo non prive di interesse e che danno al metodo maggiore speditezza e possibilità di più largo impiego.

La fig. 1 indica, in sezione ed in pianta, parte di un portaoggetti secondo la disposizione descritta nella citata Nota. L'asse del prisma è parallelo, per quanto è possibile, alla riga verticale che, a cella vuota, appare spostata verso lo spigolo rifrangente. La riga orizzontale si fa collimare coll'altro filo della crociera per l'esatta misura dello spostamento. Se il liquido ha forte dispersione è utile fare la determinazione alla luce di una lampada ad alcool salato.

<sup>(1)</sup> Vol. XVI, serie 5ª, 1º sem., fasc. 6º, pag. 336, seduta 3 marzo 1907: *Sulla determinazione dell'indice di rifrazione al microscopio.*