

RICERCHE SULL'AGITAZIONE MICROSISMICA IN GERMANIA DURANTE LA SECONDA GUERRA MONDIALE (*)

E. HARDTWIG

Vorrei qui riferire brevemente sulle ricerche eseguite in Germania, durante la guerra, sui microsismi, ricerche che avevano lo scopo di utilizzare, per quanto possibile, la correlazione tra la situazione generale del tempo e il movimento microsismico del suolo, agli effetti delle previsioni del tempo.

Si deve comprendere la situazione nella quale meteorologicamente si trovava allora la Germania; era l'inverno 1941-42. Tutto l'occidente europeo, eccezion fatta dell'Inghilterra e della Spagna, era controllata da forze armate tedesche e le sue zone erano sorvolate da apparecchi tedeschi, che muovevano contemporaneamente continui attacchi all'Inghilterra. D'altra parte bisognava tener conto, in misura sempre crescente, degli attacchi sferrati dall'Inghilterra contro la Germania. Queste circostanze rendevano molto pressante il problema delle previsioni del tempo per la meteorologia tedesca, essendo noto che l'Europa centrale dipende dall'occidente per la situazione generale del tempo.

Si ricorse ai seguenti espedienti:

1. Si istituirono in Norvegia e in Francia delle squadriglie per le informazioni meteorologiche, i cui aeroplani si spargevano ogni giorno verso occidente e comunicavano mediante telegrafia senza fili le situazioni del tempo, trovate nel loro volo, a Berlino, al gruppo centrale per il servizio meteorologico. Queste comunicazioni formavano la base per la carta meteorologica da segnarsi sull'oceano. È chiaro che dall'attendibilità di tali comunicazioni e dalla loro regolare esecuzione dipendeva l'efficacia della prognosi del tempo.

2. Si utilizzarono comunicazioni delle navi. Va da sé che giungevano in primo luogo comunicazioni di sottomarini atti allo scopo. Anche osservatori, singolarmente stabiliti, provvedevano, almeno di tanto in tanto, la centrale di osservazioni.

In quell'epoca il dott. Bungers, docente presso l'Università di Göttingen, fece alle competenti autorità la proposta di utilizzare la microsismologia per le previsioni del tempo. Egli aveva ultimato poco tempo prima le sue ricerche sulla determinazione della direzione delle onde microsismiche. Dal punto di vista di Bungers non sembrava difficile trovare il punto d'origine del movimento microsismico, particolarmente se la determinazione del luogo veniva intrapresa da due punti molto lontani fra loro. La proposta del dott. Bungers avvenne nel Natale del 1941, ma il progetto venne accolto solo durante il 1942 e preso in considerazione nell'autunno del 1942.

Il prof. Angenheister di Göttingen venne incaricato del piano e della dire-

(*) Traduzione in lingua italiana della Nota di pag. 95.

zione generale delle ricerche. Lo coadiuvarono tre assistenti. Fummo inoltre chiamati il dott. Hiller e io, entrambi addetti al servizio meteorologico dell'arma aerea. Quale delegato del ministero entrò nel gruppo il dott. Becker. Inoltre prendeva naturalmente parte, e con competenza, alle ricerche il dott. Bungers, che allora apparteneva pure temporaneamente all'arma aerea.

Nel corso di una riunione a Göttingen si studiarono i problemi e la bibliografia, in quanto i partecipanti, per le loro professioni civili, non erano del tutto ben introdotti nella microsismologia. Poi venne progettato un piano di lavoro e stabilite delle direttive. Meta della ricerca doveva essere di stabilire se fosse possibile servirsi della microsismologia per la conoscenza della situazione generale del tempo. In caso favorevole si dovevano trovare metodi per valorizzare, meteorologicamente per la via più breve, dati di fatto ottenuti con la microsismica. Il problema era quindi anzitutto puramente teorico, ma dopo un periodo di prova di circa due anni si doveva passare ad una valorizzazione pratica. Sia detto qui subito che i lavori erano resi più ardui da certe difficoltà. Anzitutto non c'era a disposizione, quali forze ausiliarie, personale abbastanza esperto; i lavori dovevano essere fatti, anche nei loro dettagli tecnici, dagli incaricati stessi. In secondo luogo, non si poteva assolutamente procurare materiale, particolarmente gli strumenti più idonei; ci si doveva accontentare di sismometri già esistenti, strumenti speciali non potendo né venire allestiti né procurati. Questo fu anche il motivo per cui non si poté lavorare con la Stazione a terne di strumenti, escogitata da King e introdotta nella letteratura da Ramirez.

Si formarono 4 gruppi di lavoro:

- 1) Göttingen, con a capo Angenheister, e i suoi assistenti;
- 2) Stoccarda, dove Hiller dirigeva l'Osservatorio sismologico del Württemberg e dove io dovevo eseguire la parte teorica del lavoro;
- 3) Bruxelles, dove il dott. Becker dirigeva col dott. Boerner le ricerche presso l'Osservatorio sismologico di Uccle;
- 4) Bergen, dove il dott. Bungers, quale membro di uno scaglione di informazioni meteorologiche, lavorava anche per i compiti della microsismologia.

A disposizione c'erano: a Göttingen il sismometro orizzontale costruito da Krug con gli apparecchi di registrazione per periodi brevi; a Stoccarda i tre strumenti Galitzin (Wilip) che erano confrontabili fra loro con periodi propri di 12 sec. e registrazione ottica; a Bruxelles tre componenti Galitzin di caratteristiche diverse. Bungers aveva portato con sé a Bergen un sismometro Krug e un apparecchio di registrazione.

Con l'andar del tempo si aggiunse a Göttingen un apparecchio Galitzin, trasportato colà da Strasburgo. Stoccarda si dimostrò la stazione migliore, perché gli strumenti che vi si trovavano erano adatti ai problemi della microsismologia.

Il programma era così disposto: ampiezza e periodo dei microsismi dovevano essere registrate contemporaneamente. Nei cinque minuti prima e dopo l'ora precisata, venivano misurate le ampiezze e i periodi maggiori, mediati e riportati in un diagramma. Doveva così risultare una immagine continuata del decorso dei microsismi. Contemporaneamente si doveva dare un'immagine del decorso della situazione meteorologica, confrontando il bollettino meteorologico ufficiale pubblicato dal Z.W.G. (ufficio centrale per il servizio meteorologico).

In un giornale apposito si introdussero le posizioni dei nuclei di bassa pres-

sione, la direzione del loro tragitto, la loro profondità (depressione), e, là dove era possibile, la marina da guerra comunicava lo stato del mare e l'intensità del vento. Si registravano la situazione e l'ulteriore sviluppo dei fronti.

A Bruxelles Becker intraprese l'indagine dell'influsso dei marosi sui m. s. Sia qui subito osservato che non si poté stabilire un sensibile influsso dei marosi sui m. s.

A Bergen, Bungers che faceva i suoi voli meteorologici progettò di registrare i microsismi — per così dire — nel luogo della loro vera origine, e di misurare contemporaneamente dall'aeroplano i periodi delle onde marine, per trovare una eventuale correlazione fra entrambi i fatti. La questione, se i m. s. non derivassero forse da oscillazioni dei sistemi rocciosi, dovuti al movimento ondosso, era ancora aperta. Queste importanti ricerche di Bungers furono purtroppo interrotte e non più riprese in seguito alla sua morte. Il suo apparecchio venne inseguito, attaccato e gravemente danneggiato da apparecchi inglesi in un volo di ritorno dall'Islanda. Nell'atterraggio a Bergen l'apparecchio precipitò e l'equipaggio trovò la morte.

Benché Bungers, iniziatore delle ricerche, fosse morto, le ricerche proseguirono.

A Stoccarda, accanto alle indagini sopra descritte, si aggiunsero ancora le seguenti:

a) Il signor Hiller costruì un dispositivo che permetteva di registrare tutte e tre le componenti sincronicamente ed esattamente su una striscia. Fu così possibile riconoscere, senza tante difficoltà, gli spostamenti di fase, isolare le onde di Rayleigh dove apparivano, e determinare da quelle la direzione di provenienza dei microsismi.

Queste brevi registrazioni venivano eseguite ed elaborate due volte al giorno (mattina e sera). Contemporaneamente si eseguivano a Göttingen brevi registrazioni con l'apparecchio di Krug e si confrontavano con quelle di Stoccarda durante le sedute che si tenevano all'incirca ogni sei mesi.

b) L'analisi armonica delle registrazioni di m. s. che si eseguivano inizialmente di preferenza a Göttingen, si dimostrò troppo difficoltosa. Si scelse perciò un'altra via più breve: le onde palesemente indisturbate venivano misurate secondo il loro periodo, contate, e poi di tutte e tre le componenti si disegnavano i cosiddetti «spettri». Dallo spazio di tempo della breve registrazione (1/4 ora) risultarono delle immagini, in qualche modo caratteristiche, e sulla base delle esperienze, apprendemmo che queste sono da mettere in correlazione con determinate situazioni meteorologiche.

c) Nelle tre ultime annate dei bollettini meteorologici dell'osservatorio marittimo di Amburgo, pubblicati prima della guerra, quindi documentati sicuramente, si ricercarono caratteristiche e tipiche situazioni meteorologiche, che vennero confrontate con le registrazioni sismiche di Stoccarda.

L'idea fondamentale era di trovare delle correlazioni mediante il confronto tra bollettino meteorologico e registrazione, che si manifestassero anche eventualmente con segni puramente esteriori, non spiegabili con teoria alcuna. Io vorrei considerare queste ricerche a posteriori, quasi più importanti e feconde delle indagini ricavate immediatamente dagli eventi meteorologici attuali. Si dà anzitutto la possibilità di isolare per questa via situazioni caratteristiche (p. es. una depressione che interessa l'Islanda).

A Göttingen, Angenbeister e i suoi assistenti indagarono il vero movimento di una particella di terreno sotto l'influsso dei m. s. e trovarono che dove agiscono probabilmente delle onde del tipo Rayleigh, la direzione delle oscillazioni della particella di terreno coincide con la probabile direzione dell'origine.

Altri progetti si dovevano realizzare, se si fosse determinato un certo progresso nella « localizzazione » dei centri di bassa pressione.

Risultati: il materiale raccolto dall'autunno del '42 fino al principio del '45 a Göttingen, Stoccarda e Bruxelles, si può ben designare come il più abbondante raccolto fino allora relativamente ai m. s. Naturalmente, ci si attenderà che da questo materiale si siano potute trarre certe conclusioni per scoprire il segreto dei m. s.

All'inizio dei lavori non ci si era intenzionalmente fissati su nessuna delle due teorie: né su quella di Wiechert, che causa dei m. s. siano i marosi, né la cosiddetta ipotesi del nucleo di bassa pressione, sostenuta specialmente fuori di Germania. Per trovare un'alternativa fra queste due teorie sarebbe necessario possedere un procedimento sicuro di localizzazione. Ma appunto questo mancava, poiché una stazione tripartita, con la quale al presente si ottengono notoriamente grandi successi nel mare caraibico e nell'oceano Pacifico, noi non l'avevamo, e probabilmente non sarebbe stata molto utile date le condizioni europee affatto diverse. Ci si indirizzò quindi verso altri metodi. Anzitutto si presentava il procedimento di Bungers come procedimento di localizzazione.

Com'è noto, Bungers muove dalla premessa che i microsismi consistano nella sovrapposizione di onde di Rayleigh con onde di Love e, data questa premessa, perviene a determinare la direzione di provenienza delle onde. Si deve dire che il procedimento di localizzazione di Bungers non ebbe successo alcuno. Tutte le direzioni si trovavano, nel loro complesso, a NO, anche quando non vi era alcun motivo di supporre in tale direzione l'origine dei microsismi. La premessa di Bungers non è evidentemente esatta. Si deve trattare in verità di tutt'altro che di onde di Rayleigh e di Love. L'inservibilità del metodo Bungers fu constatata anche recentemente da d'Henry e Morelli.

È già stato notato, come si sia tentato a Stoccarda di ovviare alla difficoltà della localizzazione: registrando sincronicamente le tre componenti ed isolando i tratti di onde di tipo Rayleigh, che c'erano sempre. Le direzioni trovate con questo procedimento indicarono bene il centro di bassa pressione, sempre però in qualche punto della costa battuta dalla risacca. A seconda delle condizioni meteorologiche si presero in esame, per quanto concerne la direzione, la costa norvegese, inglese, irlandese, ed anche la Bretagna e Biscaglia. In Spagna ed in Islanda il procedimento non approdò a nulla per la piccolezza delle ampiezze registrate. Tutti gli osservatori erano alla fine propensi ad ammettere (benché fin da principio si fossero rigorosamente impegnati a non fissarsi su nessuna delle due teorie) che quanto noi registravamo come microsismi, avesse la propria origine nell'urto dei marosi. Questo produsse naturalmente una certa delusione; per quanto interessava allora, sarebbe stato incomparabilmente meglio, se fosse risultato che si dovesse ricercare l'origine dei microsismi in corrispondenza delle zone di bassa pressione, passanti sopra il mare.

Cito qui alcuni fenomeni che si spiegano facilmente con l'ipotesi della risacca.

I. — I microsismi diventano tanto più intensi, quanto più l'angolo d'incidenza dell'ondata, cioè del moto ondoso proveniente da lontano, si avvicina ad un angolo

retto. Ciò risulta anche dalla carta meteorologica, perché le isobare stanno perpendicolarmente alla costa colpita.

Questo caso lo potemmo ripetutamente osservare sulla costa norvegese, ed anche con l'ausilio delle vecchie e ben attendibili carte meteorologiche di prima della guerra. Si deve qui notare che qualche cosa non calza perfettamente. Il moto ondoso non gira contemporaneamente alle isobare, ma segue con qualche ritardo la rotazione delle isobare. Il massimo dei microsismi apparisce quando le isobare hanno già oltrepassato l'angolo retto rispetto alla costa. Lo stesso fenomeno si poté osservare sulla costa scozzese, irlandese e francese, benché la Norvegia abbia sempre avuto una parte tutta speciale riguardo ai microsismi. Come esempio tipico cito la situazione meteorologica dal 28 febbraio al 1° marzo '43. Un ciclone si trovava col suo nucleo di 980 m.b. davanti alla costa norvegese e si muoveva, entro le 24 ore, perpendicolarmente alla direzione della costa, fino davanti a Leningrado. I microsismi inizialmente piccoli, aumentarono rapidamente, fino a un valore massimo. Tale valore massimo fu però raggiunto in un momento in cui il nucleo della depressione si trovava già avanti sulla terraferma, e precisamente in quel momento, in cui il moto ondoso doveva battere perpendicolarmente la costa. Se l'ipotesi del nucleo ciclonico fosse vera, anche per cicloni extratropicali, ciò non si dovrebbe verificare. L'ipotesi che si possa trattare di microsismi provenienti dal golfo finnico o da quello di Botnia, non regge, avendo lo studio dei microsismi del mar Baltico dimostrato che questi, in ogni caso, sono di piccolo periodo e di piccola ampiezza. Qui potrebbe avere la sua parte la poca intensità del vento, che non permette la formazione di un poderoso moto ondoso, così come la scarsa profondità in confronto con l'Oceano Atlantico.

Ancora dell'altro mostrò questa situazione meteorologica. Essa si era presentata quasi esattamente, il 27-28 novembre 1942. I microsismi non raggiunsero la stessa intensità, sebbene il percorso del basso nucleo ciclonico fosse quasi lo stesso, ma a gradiente ancora più forte: Min. = 965 m.b. Studiando il sistema delle isobare, apparve che le isobare si erano trovate perpendicolari alla costa solo per breve tempo; che quindi l'ondata solo per breve tempo si era scagliata perpendicolarmente contro la ripida costa norvegese, a causa della curvatura delle isobare. Il percorso del vento, cioè, più precisamente, il percorso rettilineo del vento, era quindi stato più breve che nel primo caso. Qui, come in altri casi, apparve che i microsismi sono tanto più forti, quanto più a lungo il percorso rettilineo del vento passa sopra al mare. Appunto questa circostanza, che si riproduce senza obiezione di sorta sulla scorta di carte meteorologiche, non si può ben chiarire con l'ipotesi del nucleo di bassa pressione.

A tale proposito, risultò dall'osservazione che i microsismi si potevano notare provenienti dall'Islanda, particolarmente quando il vento sorvolava l'Atlantico quasi rettilineamente per molte migliaia di km in direzione NE/SO.

Come ulteriore dato di fatto risultò da molte situazioni meteorologiche, che zone di bassa pressione che si allontanavano, erano accompagnate da microsismi, i cui periodi sensibilmente ingrandivano. Si poté controllare come le parti costiere colpite più violentemente dalla risacca si allontanavano dalla stazione di Stoccarda. Ciò concorda con il noto fatto, che le onde sismiche allungano i loro periodi nel corso del loro processo di propagazione. Indagando questo fenomeno io ho supposto la terra come un mezzo visco-elastico; noi speravamo allora ancora di poter

trarre delle deduzioni circa la distanza dei punti di origine, dall'aumento o generalmente dalla grandezza dei periodi. Purtroppo non raggiungemmo alcun risultato, perché dal mio lavoro apparve che l'aumento del periodo solo per piccole distanze è sensibile con l'allontanamento; a grandi distanze invece muta appena appena. Vale qui una specie di legge parabolica.

Tipi — Essendo risultata l'impossibilità di individuare esattamente la posizione dei nuclei ciclonici mediante i microsismi, con i mezzi a nostra disposizione, si dovettero formulare più modeste esigenze. Soccorse qui il pensiero della tipizzazione. È noto che il carattere dei microsismi si rivela molto diverso a seconda della situazione meteorologica dominante. Appare così p. es. che i microsismi la cui origine era presumibilmente la Norvegia, mostravano oscillazioni regolari sinusoidali con grandi ampiezze e periodi. Nelle registrazioni di microsismi di altra provenienza, tali oscillazioni regolari non compariscono affatto così di frequente; per lo più, mancano. I microsismi della Norvegia formano quindi un tipo a sé. Da questa si differenziano nettamente i microsismi della Scozia e Inghilterra. Mancano qui le oscillazioni regolari, i periodi sono in generale più piccoli, le registrazioni indicano un carattere meno unitario. Da questi due tipi si staccano particolarmente le registrazioni dei microsismi della Bretagna: i tratti delle onde sono quanto mai irregolari, spezzettati, non lisci, i tratti sinusoidali sono rarissimi.

I microsismi del Canale si rivelarono a Stoccarda con periodi quanto mai brevi. Caratteristici per la loro piccola ampiezza e relativa grandezza del periodo furono i microsismi dal Golfo di Biscaglia, e quelli dall'Islanda. Incomprensibile resta tuttavia in entrambi i casi, il fatto che i periodi sono troppo piccoli per poter credere solo ad una attenuazione delle oscillazioni.

La continuata interpretazione dei più svariati sismogrammi rende acuto lo sguardo per deduzioni di carattere generale. Le deduzioni circa le rispettive situazioni generali del tempo non si prestano naturalmente solo ad una inequivocabile interpretazione, ma insieme ad alcuni pochi dati di fatto meteorologici, come singoli valori di pressione o di vento, permettono di dare un'immagine relativamente esatta della distribuzione generale delle isobare. È solo questione di esercizio ed ha ben poco a che fare con un procedimento rigorosamente scientifico. In questa maniera, insieme a singoli dati e ai così detti «spettri», a Stoccarda si «indovinò» ripetutamente la situazione generale del tempo. Maggiori particolari sui tipi dei microsismi si trovano in un articolo del collaboratore Becker sulla Rivista idrografica tedesca. Altri due notevoli fatti sono risultati durante la ricerca.

L'uno riguarda l'influsso dei fronti. Il procedere di un fronte freddo sulla terra ferma determina un rafforzamento dei microsismi. Questo fatto si può spiegare solo con l'azione dei marosi, e precisamente pensando che dietro al fronte freddo il sistema del vento sia diverso che non davanti ad esso. Non si poté tuttavia appurare in quale misura vi avessero parte la differenza nella labilizzazione dell'aria, la turbolenza del movimento dell'aria; sarebbero per questo necessarie molte ricerche approfondite sul luogo. Solo questo si appurò dopo il 1912: che i fronti freddi rafforzano i microsismi al loro avanzare sulla terraferma.

Altro fatto notevole, che tuttavia il signor Becker poté osservare e notare solo una volta in forma molto impressionante, si riferisce all'influsso di irruzioni di aria fredda sui microsismi. Il signor Becker ha provato che una irruzione di aria fredda dallo Spitzbergen verso Sud-Sudovest ha provocato ad Uecele fortissimi mi-

erosismi. Una zona di bassa pressione interessante comunque i microsismi non vi era nelle vicinanze; nemmeno all'urto dei marosi sulle coste, data la situazione nel suo insieme, si poteva attribuire tale effetto sui microsismi.

Purtroppo sono andati smarriti i dati relativi a questo fenomeno. Vorrei tuttavia richiamare l'attenzione sul fatto che qui siamo alla presenza di un caso notevole, e che varrebbe ben la pena di studiare a fondo l'influsso delle irruzioni di aria fredda sui microsismi.

Un altro caso, constatato a Stoccarda riguarda quanto segue: con vento forte da NNE, soffiante trasversalmente sull'Atlantico, con percorso lungo, rettilineo, tra l'Irlanda e la Scozia da una parte e l'Islanda dall'altra, si formano microsismi a lungo periodo, di intensità un pò oltre la media. Dal punto di vista di entrambe le teorie, si potrebbe pensare che il sistema di ondate ben sviluppato per il lungo percorso del vento, colpisce il fondo marino a profondità diverse, dove originano microsismi.

Mi sembra qui esserci la possibilità di far valere entrambe le teorie. Una zona di bassa pressione cui si potessero attribuire i microsismi, non vi era stata nei casi osservati. Solo alla configurazione delle isobare, quindi al sistema del vento, sembra doversi attribuire il movimento microsismico del suolo.

Ho dato qui una breve relazione su alcuni risultati appurati in Germania durante le ricerche. Dando uno sguardo retrospettivo dobbiamo dire: con le nostre indagini ci siamo approfonditi nella conoscenza dei microsismi, ma non abbiamo raggiunto notevoli successi per la loro pratica applicazione.

L'ipotesi della bassa pressione, sulla quale tutti in fondo avevamo posto le nostre speranze, non si è dimostrata utile per le condizioni europee. Ma l'ipotesi dell'urto dei marosi, con la quale potremmo spiegare quasi tutto, è molto meno adatta allo scopo di fare pronostici.

Si solleva ora qui il problema relativo alla natura dei microsismi. Come tutti sanno, in America si sono venuti a conoscere fatti nuovi. Pochi mesi dopo che si erano intraprese in Germania le ricerche sui microsismi, anche in America si iniziò l'indagine degli stessi problemi quale programma della Marina. Relatore ed ispettore era Gutenberg, sostenitore dell'ipotesi dell'urto dei marosi. Gli americani furono più fortunati di noi. Si deve leggere il rapporto americano, per vedere in quanta maggiore copia si siano impiegati personale, mezzi tecnici e denaro, per determinare la correlazione tra microsismi e cicloni. Tale correlazione è molto stretta nel mare caraibico e sul Pacifico.

Si può ammettere, come univocamente dimostrato, che l'origine dei microsismi là registrati si trova sotto al centro della perturbazione vorticoso tropicale.

Una localizzazione della posizione delle tempeste, con l'ausilio della terna di stazioni, sarebbe altrimenti impossibile.

Tali risultati americani sembrano essere in diretta contraddizione con quelli trovati in Germania durante la guerra. Io non vorrei però credere ad alcuna contraddizione. Credo piuttosto che si tratti fondamentalmente di 2 diversi risultati: da un lato il movimento del suolo, che parte da quei posti del mare che stanno sotto all'area della bassa pressione; dall'altro lato i movimenti che nascono dalle coste e dalle zone limitrofe, sotto l'influsso delle onde montanti dal mare. Il fatto che queste seconde ci siano, e debbano quindi agire, per lo più viene trascurato, forse non senza intenzione, e perciò non viene nemmeno nominato nella letteratura.

Il movimento del suolo per effetto della risacca non si può in generale passare sotto silenzio e senza discussione. Se malgrado questo, Americani e Tedeschi pervengono a risultati diversi, avviene perché nei diversi campi predominano condizioni diverse. Le tempeste vorticosi tropicali, ben delimitate, propagandosi con grande violenza prevalgono, come causa, sulla risacca, sicuramente sempre presente, anche se come fattore secondario. Ma in Europa avviene il contrario: le zone di bassa pressione, che si estendono su amplissime regioni, non consentono una esatta localizzazione del nucleo centrale e probabilmente i procedimenti meccanici che portano all'eccitamento, non sono molto energici. Qui passa in secondo ordine l'azione del nucleo centrale, mentre risaltano meglio gli effetti dell'urto dei marosi.

La costa europea è quanto mai variata, tanto varia quanto l'uomo europeo. Ciò che il sismometro registra è un ghirigoro dei più diversi movimenti, le cui singole cause non si possono scindere. Si tratta di un complesso di fenomeni che formano un tutto unico; di qui la difficoltà di voler trovare, in Europa, una conferma all'ipotesi del nucleo ciclonico.

Entrambi i fenomeni — movimento del fondo marino e movimento della risacca — hanno parte alla produzione dei microsismi. Ma qui ne predomina uno, l'altro un altro. Entrambi gli indirizzi sono leciti, ciascuno a modo suo. E questo è buona cosa, perché si vede che contrasti considerati per lungo tempo insormontabili, un bel giorno non appaiono più tali.

RIASSUNTO

Nel corso dell'anno 1942, dal Ministero dell'aria tedesco del tempo fu presa la determinazione di studiare a fondo le relazioni fra microsismi e andamento del tempo. Scopo delle ricerche doveva essere quello di investigare se i dati relativi ai microsismi potevano servire per la conoscenza della situazione meteorologica e, eventualmente, per la prognostica meteorologica. Sotto la direzione del Prof. Angenheister di Gottinga, nella primavera del 1942 iniziarono le ricerche in Gottinga, Stoccarda e Bruxelles.

Non si fece uso del sistema d'investigazione a tre stazioni di Ramirez. Non furono fatte inizialmente ipotesi sull'origine dei microsismi; benché, in seguito, tutte le registrazioni di microsismi potessero essere chiarite con l'ipotesi dell'urto dei marosi, dovuta a Wiechert.

Per la determinazione dell'origine della perturbazione, le tre componenti vennero registrate sullo stesso foglio, in modo da individuare le onde di tipo Rayleigh, in base alla loro direzione di provenienza. L'origine venne individuata nell'urto dei marosi contro la costa. Le ricerche furono completate con lo studio delle condizioni del vento e del mare. I dati vennero ricavati dalle carte del tempo per il periodo anteguerra.

I tipi comuni di situazioni meteorologiche vennero comparati con i corrispondenti microsismi, conseguendo così una prima, anche se non molto rigorosa, classificazione dei tipi.

Lo studio continuò con l'elaborazione degli spettri dei periodi. Le ricerche, a questo proposito, non ancora concluse, lasciano prevedere che a situazioni meteorologiche diverse corrispondono diversi periodi.

Non provata la dipendenza dal centro del ciclone, mentre alcuni massimi dei microsismi furono osservati, in singoli casi, quando il nucleo del ciclone era già nell'entro-terra.

Il vento rinforza i microsismi, soffiando a lungo, nella stessa direzione: tale rinforzo si osserva pure quando un fronte freddo raggiunge il continente, quale chiara conseguenza delle condizioni del vento sulla « coda » del fronte, che rinforza i marosi.

È opinione che anche l'afflusso d'aria fredda possa portare un rinforzo dei marosi.