

PRIME INDICAZIONI DI REGISTRAZIONI CLINOGRAFICHE OTTENUTE IN ZONA AD ELEVATA SISMICITÀ (*)

P. CALOI - M. C. SPADEA

È noto che i clinografi servono a mettere in evidenza lentissimi movimenti della crosta terrestre, dei quali vengono registrate le relative variazioni della verticale apparente. L'uso di tali strumenti al fine suddetto, è stato ed è tuttora largamente diffuso in Giappone.

I geofisici giapponesi che, capeggiati da Ishimoto, si sono serviti di tale strumento, generalmente hanno concentrato la loro attenzione

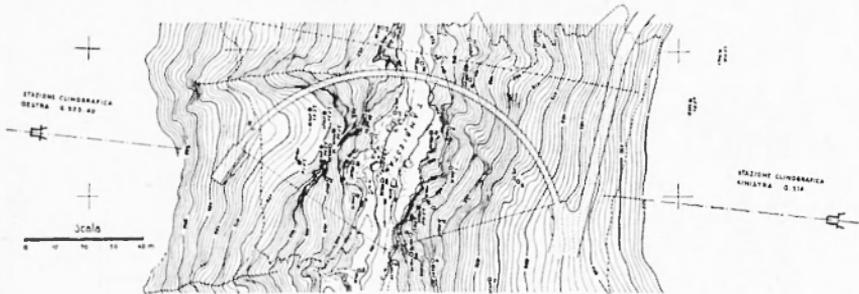


Fig. 1

sulle disordinate, ampie registrazioni di variazione della verticale apparente verificatesi in zone ad alta sismicità in concomitanza con qualche grosso terremoto. Un certo numero di questi ricercatori giapponesi si è inoltre valso del clinometro per rivelare i movimenti dei blocchi geodetici di alcune zone sismiche.

Non ci risulta che si sia fatto uso del clinometro come rivelatore di eventuali movimenti di scorrimento lungo giovani faglie o semplici superficie di frattura.

Ci siamo pertanto proposti di iniziare una serie di ricerche in questo senso, in una zona italiana caratterizzata da sismicità molto

(*) Comunicazione presentata alla « Association Internationale de Séismologie et Physique de l'intérieur de la Terre » nella X Assemblea Generale dell'U.C.G.I. - Roma 1954.

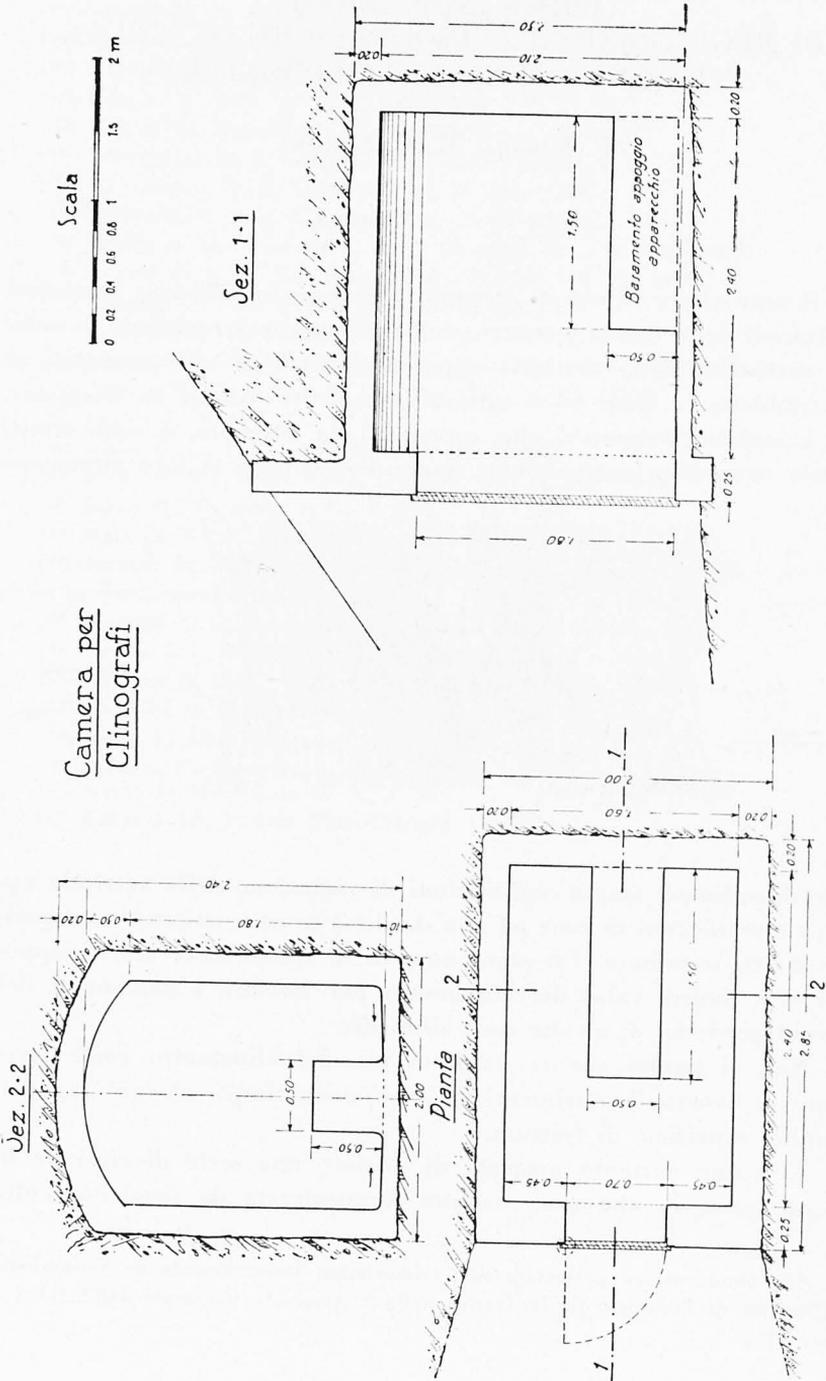


Fig. 2

elevata. L'Italia è purtroppo sede di gran numero di terremoti che, attraverso le epoche storiche, hanno causato vittime e danni. Avevamo quindi solo l'imbarazzo della scelta. Alla fine, a parità di altre condizioni, abbiamo scelto la zona dell'alta Carnia, anche perché potevamo usufruire dei dati della stazione sismica di Tolmezzo, che si trova a

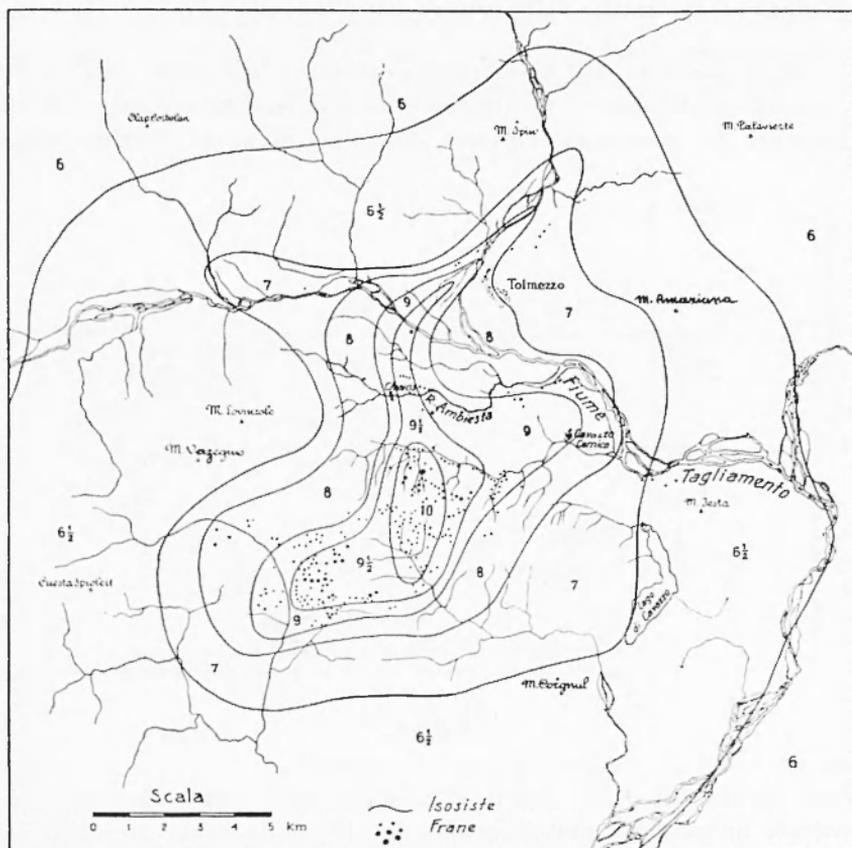


Fig. 3

pochi km dalla regione del Verzegnis, dove numerosi e talvolta catastrofici si sono verificati in passato i movimenti sismici.

In questa zona, e precisamente sul torrente Ambiesta, affluente del Tagliamento, la Società Adriatica di Elettricità ha iniziato i lavori per la costruzione di una diga di sbarramento. Approfittando di questa favorevole occasione, abbiamo chiesto alla Società stessa di contribuire alla nostra ricerca, cosa che ci fu accordata con larghezza di mezzi.

Individuata una superficie di frattura nei pressi del luogo dove dovrà sorgere la diga di sbarramento, abbiamo fatto costruire dalla Società Adriatica di Elettricità due cabine per due coppie di clinometri, ricavate in roccia sui lati opposti della superficie di frattura.

Le figg. 1 e 2 rappresentano la zona destinata alle esperienze e gli elementi costruttivi delle camere dei clinografi.

II. — La zona dell'Ambiesta è prossima alle Prealpi dell'Arzino e in modo particolare al monte Faeit, dove in passato si sono verificati terremoti di eccezionale violenza. Basterà qui citare l'ultimo della

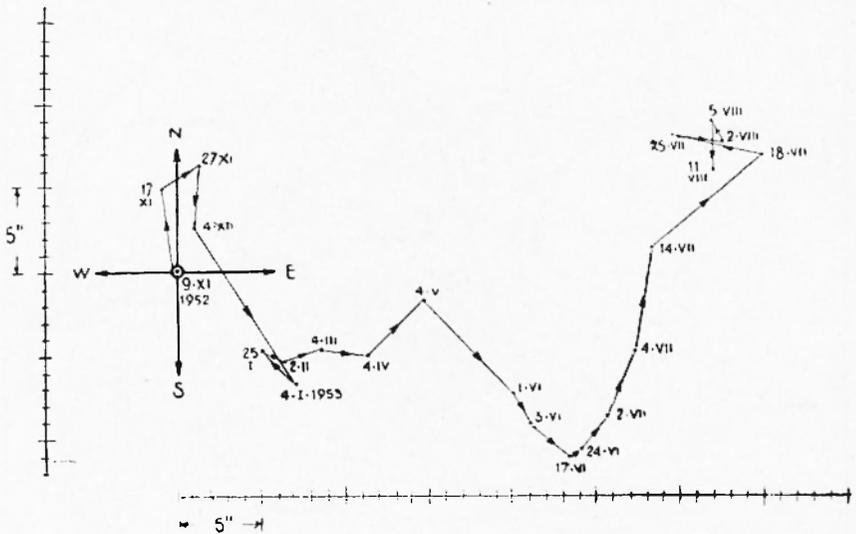


Fig. 4 a

serie, verificatosi il 27 Marzo 1928 che ha raggiunto nella zona epicentrale un'intensità pari a quella del 10° della Scala Mercalli. In questa area, per fortuna quasi disabitata, i pochi casolari esistenti furono distrutti dalle fondamenta, la copertura sedimentaria fu per intero sconvolta, e cadde un gran numero di frane di roccia; la maggiore delle quali fu valutata a 100.000 m³ ca. Anche esternamente all'area di massima intensità furono osservate molte frane di roccia, in numero di 300 ca. Nella zona epicentrale furono osservati un po' dovunque crepacci più o meno profondi e di lunghezza variabile.

Da un esame delle registrazioni sismiche ottenute in Italia e altrove in occasione di questo fortissimo terremoto, abbiamo potuto valutare in 7,5 la sua approssimativa magnitudo, pari a circa 10²³ erg.

La zona quindi si presenta come molto favorevole per il genere di ricerche da noi intrapreso.

La fig. 3 dà una rappresentazione dell'estensione macrosismica nella zona epicentrale del terremoto del 1928, quale fu determinata dal prof. Gortani (1).

III. — Il foto-clinometro di cui ci serviamo in queste ricerche è già stato descritto altrove (2). Due coppie di questo strumento furono sistemate nelle apposite cabine fin dall'autunno del 1952. Nei primi

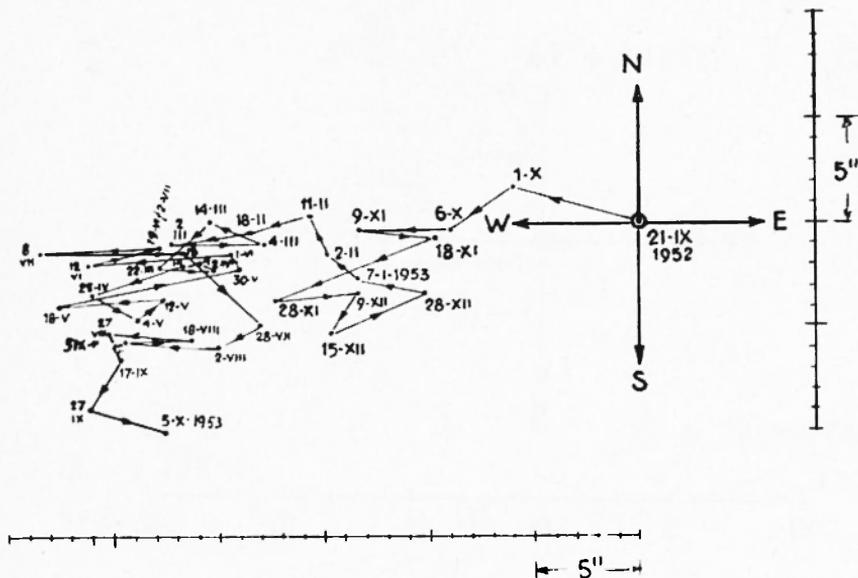


Fig. 4 b

due o tre mesi il funzionamento non fu sempre perfetto: l'assettamento delle cabine, l'adattamento degli strumenti ed altre cause fecero sì che la continuità delle registrazioni venne a soffrirne.

Ad ogni modo, il complesso delle registrazioni ottenute dal 21 settembre 1952 al 5 ottobre del 1953, ha consentito la deduzione di alcuni elementi indicativi sui lenti movimenti in atto ai lati opposti della linea di frattura considerata. Come risulta dai due diagrammi riportati i movimenti angolari degli strati sulle sponde opposte dell'Ambiesta, dall'autunno 1952 all'autunno 1953, risultano diametralmente opposti (fig. 4 a e 4 b).

Ciò sta a testimoniare dell'esistenza di profondi moti contrastanti lungo la superficie di frattura presa in esame, verificatisi nel periodo sopra accennato.

Verso la fine del 1953 il fenomeno è andato scemando di intensità, tanto che l'elaborazione dei dati ottenuti dal 17 dicembre 1953 al 2 maggio 1954, ha permesso di concludere che il mutuo scorrimento di strati era praticamente cessato. (La lieve flessione verificatasi verso Nord in sponda sinistra, è infatti da attribuire all'azione di un manufatto, del peso complessivo di 50 quintali, costruito a circa 20 metri dalla cabina dei clinometri, in direzione Nord-Nord Est, nell'ultima

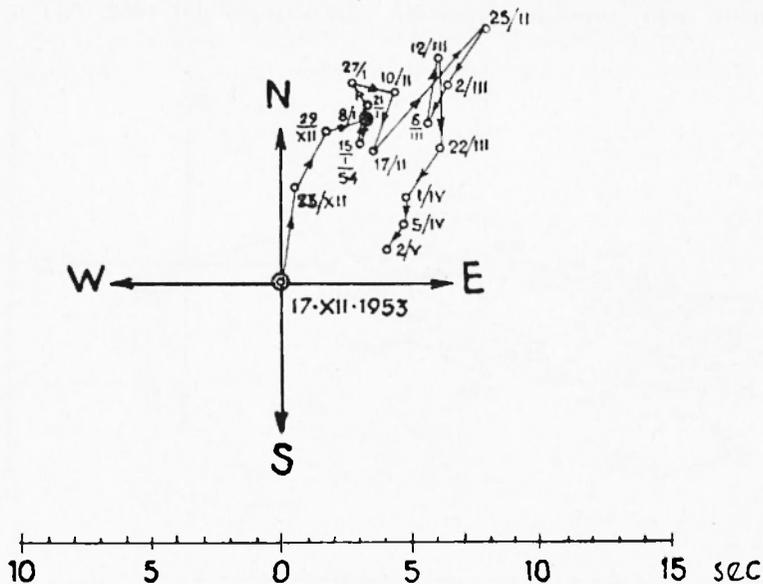


Fig. 5

decade dell'ottobre 1953. Infatti la flessione stessa è andata gradatamente attenuandosi, per esaurirsi entro il gennaio 1954) (Fig. 5).

IV. — È nel mese di Aprile 1954 che inizia, nella zona dell'Ambiesta, un periodo sismico di moderata intensità. Noi non esitiamo a collegare il fenomeno sismico ripetutosi anche nel Maggio successivo, al brusco arresto del lento fenomeno di mutuo scorrimento di strati, messo precedentemente in evidenza dalle osservazioni clinografiche, protrattesi per oltre un anno.

L'arresto del fenomeno di slittamento, che ha caratterizzato le osservazioni del '52 e del '53 — riflesso superficiale di più profondi movimenti — è venuto a sfociare nel breve periodo sismico che ha interessato la zona e che ha avuto le sue cospicue manifestazioni nelle forti scosse del 25 Aprile e del 16 Maggio 1954.

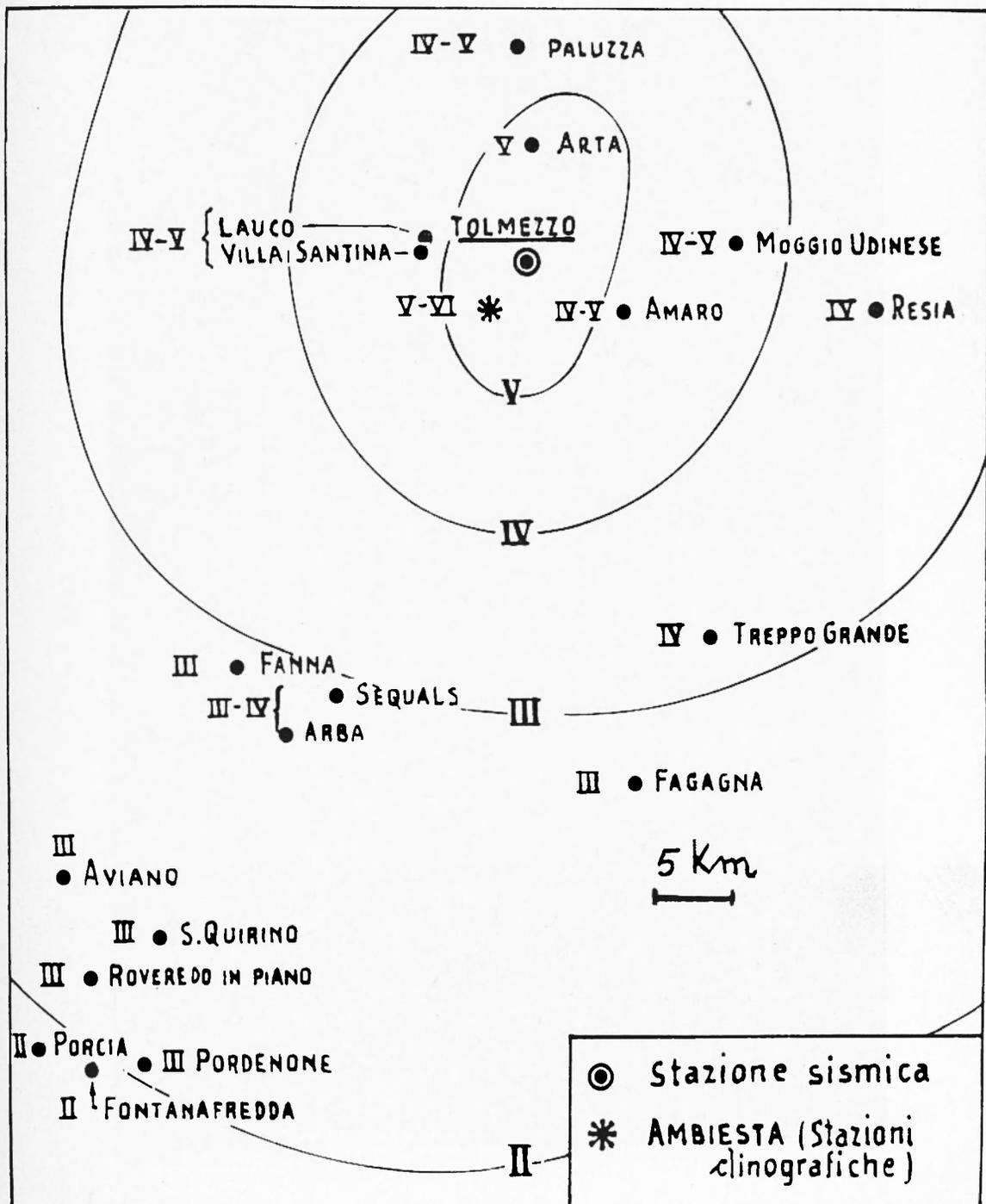


Fig. 6

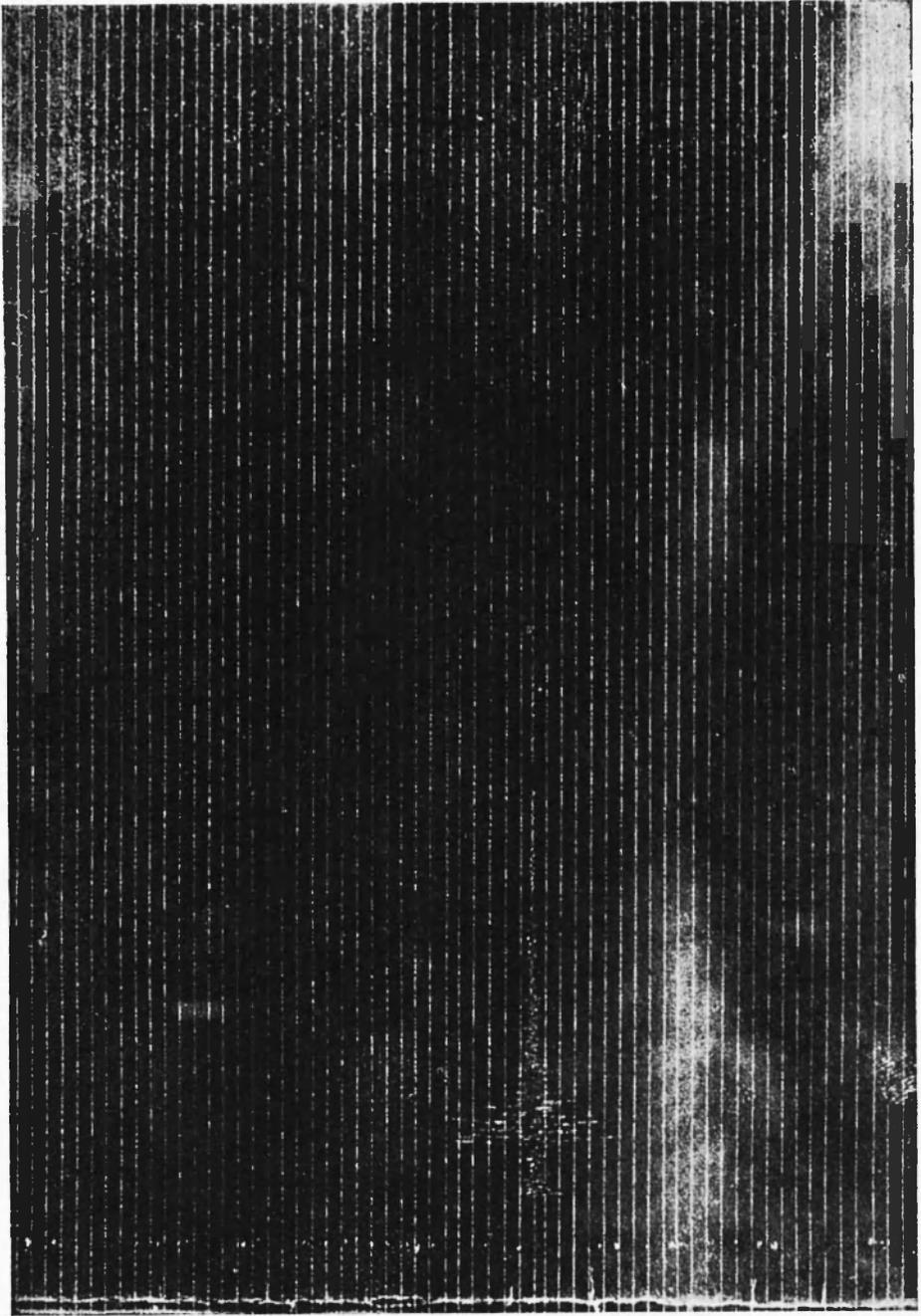


Fig. 7



Fig. 8

L'energia che veniva prima liberata nel lento moto di scorrimento, si è andata accumulando negli strati profondi fino a determinare le brusche rotture di equilibrio del 25 aprile e del 16 maggio '54. Queste fratture hanno riguardato però soltanto gli strati profondi (5-6 km ca.), senza causare in superficie spostamenti permanenti.

Specie la scossa del 25 Aprile si è rivelata di notevole intensità, tanto da essere registrata da tutte le stazioni sismiche europee. Il suo epicentro è stato posto erroneamente un po' più a Sud della zona in cui in realtà essa si è verificata. Ma che essa abbia particolarmente interessato la regione del Verzegnis è dimostrato sia dalla registrazione della stazione sismica di Tolmezzo, da cui risulta una distanza ipocentrale di 7-8 km, sia dalle osservazioni macrosismiche, che hanno rivelato la massima intensità appunto nella zona tra il Verzegnis e Tolmezzo (fig. 6). Nella fig. 7 si riporta la registrazione del terremoto del 25 Aprile, ottenuta a Pieve di Cadore, alla distanza di 35 km. ca. e nella fig. 8 quella ottenuta a Tolmezzo (comp. NS) il 16 Maggio. Le altre registrazioni ottenute a Tolmezzo risultano irriproducibili, anche perché subito dopo l'arrivo delle onde Sg le penne dei sismografi furono sbalzate dalla violenza del movimento.

Concludendo, non ci sembra azzardato collegare il lento fenomeno di scorrimento osservato, alla brusca attività sismica succeduta poco dopo il suo arresto: i fenomeni cioè sarebbero uniti da una relazione come di causa ad effetto. Se le cose si sono svolte come noi supponiamo — e tutto sembra a favore di quanto si è detto — non possiamo non sottolineare l'interesse veramente eccezionale di quanto è stato osservato: sarebbe infatti la prima volta che un periodo sismico di non trascurabile entità viene sorpreso nella sua preparazione.

L'interesse delle registrazioni clinografiche non si arresta a quanto è stato sopra detto. Nei vari anni di registrazioni accumulate, altri aspetti delle rapide variazioni della verticale apparente risultano del tutto nuovi ed ancora senza una spiegazione attendibile. Ci limiteremo ad accennare all'esistenza di particolari periodi, durante i quali i clinometri registrano, pressoché in modo continuo, per intere giornate, oscillazioni rapide non collegabili né a variazioni analoghe barometriche né a venti soffianti nella zona. Il lato più interessante di queste registrazioni è che esse si verificano contemporaneamente in luoghi distanti fra loro.

Avremmo voluto riportare qualche esempio a testimonianza di quanto affermiamo, ma la riproduzione delle oscillazioni persistenti

registrate contemporaneamente, ad esempio verso la fine del Febbraio '54, sia dai fotoclinometri di Pieve di Cadore, sia da quelli dell'Ambiesta, che distano dai primi di circa 40 km, è risultata impossibile. Nulla ci è dato di poter dire ancora sulla causa di questo fenomeno, che sembra interessare vaste regioni della zona Alpina. Anche su esso ci proponiamo di continuare le nostre investigazioni.

Roma — Istituto Nazionale di Geofisica — Agosto 1954.

RIASSUNTO

È noto che i clinografi servono a mettere in evidenza lentissimi movimenti della crosta terrestre, dei quali vengono registrate le relative variazioni della verticale apparente. L'uso di tali strumenti al fine suddetto, è stato ed è tuttora largamente diffuso in Giappone.

Non ci risulta che si sia fatto uso del clinometro come rivelatore di eventuali movimenti di scorrimento, lungo giovani faglie o semplici superficie di frattura.

È quello che noi ci siamo proposti con le ricerche di cui diamo qui i primi risultati.

Individuata una superficie di frattura nei pressi di Tolmezzo, in due cabine, ricavate in roccia sui lati opposti della superficie di frattura, furono messe in funzione due coppie di clinografi.

I movimenti angolari sui lati opposti della linea di frattura considerata, dall'autunno 1952 all'autunno 1953 sono risultati diametralmente opposti.

Ciò sta a testimoniare dell'esistenza di profondi moti contrastanti lungo la superficie di frattura presa in esame, verificatisi nel periodo sopra accennato.

Verso la fine del 1953 il fenomeno è andato scemando di intensità, tanto che l'elaborazione dei dati ottenuti dal 17 Dicembre 1953 al 2 Maggio 1954, ha permesso di concludere che il mutuo scorrimento di strati era praticamente cessato.

È nel mese di Aprile 1954 che inizia, nella zona di Tolmezzo, un periodo sismico di moderata intensità. Noi non esitiamo a collegare il fenomeno sismico, ripetutosi anche nel Maggio successivo, al brusco arresto del lento fenomeno di mutuo scorrimento di strati, messo precedentemente in evidenza dalle osservazioni clinografiche, protrattosi per oltre un anno.

L'energia che veniva prima liberata nel lento moto di scorrimento, si è andata accumulando negli strati profondi fino a determinare le brusche rotture di equilibrio del 25 Aprile e del 16 Maggio 1954. Queste fratture hanno riguardato però soltanto gli strati profondi (5-6 km ca.), senza causare in superficie spostamenti permanenti.

Non ci sembra azzardato pertanto collegare il lento fenomeno di scorrimento osservato, alla brusca attività sismica succeduta poco dopo il suo arresto: i due fenomeni cioè sarebbero uniti da una relazione come di causa ad effetto. Se le cose si sono verificate come noi supponiamo — e tutto sembra a favore di quanto si è detto — non possiamo non sottolineare l'interesse veramente eccezionale di quanto è stato osservato: sarebbe infatti la prima volta che un periodo sismico, di non trascurabile entità, viene sorpreso nella sua fase di preparazione.

Si accenna infine ad altre inspiegabili attività dei clinometri, tenuti in contemporanea agitazione per lunghi periodi, in luoghi distanti fra loro qualche diecina di chilometri.

SUMMARY

It is well known that clinographs serve to demonstrate slow movements of the earth's crust. The relative variations of the apparent vertical are registered by this instrument. It has been, and still is of wide-spread use in Japan.

However, it does not seem that the clinometer has been used to record possible sliding motions along new faults or simple fracture surfaces. Some of the preliminary results of such measurements with this instrument are presented in this report.

A surface fracture was chosen near Tolmezzo, and two cabins were set into the rock on the opposite sides of this fracture. Two pairs of clinometers were placed in operation in the cabins.

The angular movements on the two opposite sides of the line of fracture measured from the autumn of 1952 to the autumn of 1953 are shown to be diametrically opposite.

This testifies to the existence of profound contrary motions along the fracture surface under examination, for the above period.

Towards the end of 1953, the phenomenon became much reduced in intensity, such that the elaboration of the data obtained from the

17th of December to the 2nd of May shows that the mutual sliding of the layers had practically ceased.

It was in the month of April 1954 that a seismic period of moderate intensity began in the Tolmezzo area. We feel sure that this seismic phenomenon, repeated in the month of May of this year, is connected to the sudden arrest of the slow mutual sliding as shown by the clinographical measurements carried out for more than a year.

The energy which was first liberated in the slow sliding motion, then became accumulated in the deep layers to the point that the abrupt upsetting of the equilibrium of the 25th of April and of the 16th of May 1954, was the result. These fractures, however, regard only the deep layers (about 5 to 6 Km) without causing permanent surface displacements.

It does not seem too hazardous therefore to connect the slow sliding motion observed with the sudden seismic activity which occurred shortly after its cessation; the two phenomena would seem to be related as a cause and effect. If this is indeed the case, the phenomenon is of exceptional interest, since it is, in fact, the first time that a seismic period, of not negligible size, has been surprised in its preparatory phase.

Finally, the unexplainable activity of some clinometers separated by some tens of kilometers showing simultaneous agitation, is noted.

BIBLIOGRAFIA

(1) GORTANI M., *Il terremoto del 27 Marzo 1928 nelle Prealpi dell'Arzino (Friuli)*, L'Universo, IX 1928.

(2) CALOI P., *Il pendolo orizzontale come clinometro*, Annali di Geofisica, III 1950.