

**Movimenti della faglia del lago di Cavazzo,
in relazione con la locale caduta di pioggia**

P. CALOI * - M. MIGANI **

Ricevuto il 15 Ottobre 1971

RIASSUNTO. — Si portano chiare testimonianze sull'esistenza di micromovimenti della faglia del Lago di Cavazzo (Tolmezzo), associati alla locale caduta di pioggia. Essi vengono registrati, sotto forma di rotazioni della verticale, dalle stazioni clinografiche sistemate nella centrale « Enel » di Somplago, ricavata in roccia. La centrale si trova sul bordo occidentale della grande faglia del lago. A sua volta la faglia del lago — che probabilmente si prolunga fino alla confluenza del torrente Melò nel Tagliamento, ca 10 km a Sud della Centrale — si trova nel quadrante NW della vasta zona di alluvioni del Tagliamento, che si stende fra Venzone, Gemona e Osoppo. La rotazione della verticale verso SSE può essere attribuita all'appesantimento della zona alluvionale, dovuto alla pioggia: la deviazione risulta infatti tanto maggiore quanto più cospicua è la caduta di pioggia. È da ritenere che sotto l'esteso letto del fiume Tagliamento, esista una fiamana, alimentata dalla pioggia d'infiltrazione. A questo riguardo, è da rilevare che, durante i mesi estivi, quando l'apporto della pioggia diminuisce, la verticale subisce a Somplago un lento movimento in senso contrario, come per un corrispondente lento alleggerimento della zona a SSE.

I micromovimenti relativi dei due bordi della faglia possono avere un effetto « decongestionante » della zona da essa interessata, nel senso di impedire notevoli accumuli di tensioni elastiche nel mezzo circostante. Sta di fatto che, malgrado l'elevata sismicità della Carnia, nei tempi storici la zona di Somplago non si è mai trovata all'epicentro di terremoti distruttivi.

1. — È stata data notizia del funzionamento — in fase sperimentale — di due pendoli orizzontali di eccezionale potenza⁽¹⁾, sistemati in un pozzo di 136 metri di altezza, ricavato nel sistema roccioso, in cui si trovano le attrezzature della Centrale « Enel » di Somplago (Tolmezzo).

* Direttore d'Osservatorio, Istituto Nazionale di Geofisica, Roma.

** E.N.EL. — Compartimento di Venezia.

In condizioni normali, le registrazioni dei pendoli sono quelle associate alle maree terrestri. Non mancano perturbazioni locali, legate ai movimenti dell'acqua nel pozzo piezometrico della Centrale; comunque, facilmente distinguibili.

Frequentemente, si presentano perturbazioni anormali, di origine tettonica o attribuibili a cause esterne.

È di queste ultime che intendiamo trattare in ciò che segue.

2. - Non costituisce certo una novità la registrazione di variazioni della verticale, associate al transito di più o meno accentuate variazioni della pressione atmosferica. Negli ultimi decenni, constatazioni del genere si sono moltiplicate.

Ci risulta invece del tutto nuova l'estrema sensibilità a questi, e ad altri fenomeni ad essi collegati, quale si verifica presso la stazione clinografica di Somplago.

Da quando la stazione di pendoli orizzontali funziona presso la Centrale idroelettrica di Somplago, la casistica si è fatta così copiosa da togliere qualsiasi dubbio al riguardo; non c'è passaggio di perturbazione atmosferica di qualche intensità che non provochi la più o meno rapida fuoruscita dell'immagine di una delle due componenti (la S33°E) dal foglio-registratore, causando sbandamenti accentuati anche nell'altra componente a 90°.

Ci limitiamo a riportare qualche esempio, dei più recenti: 20-25 Febbraio 1969 (fig. 1), 21-26 Aprile 1969 (fig. 2), 16-20 Maggio 1969 (fig. 3), 3-9 Giugno 1969 (fig. 4), 7-13 Luglio 1969 (fig. 5) e numerosi altri.

Una prima visione delle curve clinografiche e della pressione atmosferica messe a confronto può far credere ad una chiara rispondenza fra deviazione (più o meno accentuata) della componente clinografica N33°W-S33°E e la diminuzione della pressione atmosferica osservata nella zona. Una più attenta indagine mette però in risalto due fatti inesplicabili: la difformità nei tempi d'insorgenza dei due eventi (variazione della verticale e diminuzione della pressione atmosferica) e apparente indipendenza dell'ampiezza secondo cui i due eventi si manifestano, nel senso che a piccole variazioni della pressione possono corrispondere forti deviazioni della verticale, o viceversa.

A questo punto, ci siamo posti una domanda: l'improvvisa, ampia deviazione della « A » verso S33°E, seguita da rapida fuoruscita dell'immagine dal registratore è davvero legata — ed in modo esclusivo — al passaggio di un minimo di pressione su Somplago? Un fatto è certo: generalmente, quando la pressione atmosferica subisce un forte balzo

negativo, si verifica la deviazione della verticale che porta l'immagine luminosa fuori del registratore. Non è sempre vero però il contrario, nel senso che sovente si ha ampia fuoruscita dell'immagine verso S33°E, senza che la pressione atmosferica abbia subito variazioni fuori del normale. Ci siamo chiesti se ciò poteva essere attribuito ad eccezionali alte maree nelle lagune venete (Grado), ma la risposta fu negativa. Escluso che fenomeni del genere fossero provocati da variazioni di livello del vicino lago di Cavazzo — che giornalmente subisce diminuzioni od aumenti di qualche decimetro, conseguenti alle richieste della vicina Centrale — (d'altronde, lago di superficie troppo limitata, perché variazioni d'invaso, anche notevoli, possano provocare effetti tanto vistosi), giudicato del tutto improbabile che un fenomeno così regolare e tanto frequente fosse legato ad un'origine tettonica, si pensò ad un'altra manifestazione meteorologica: la pioggia. E così è. Per citare un solo esempio, si consideri l'evento del 19 Novembre 1970. Come risulta dalla fig. 9, la variazione della pressione atmosferica fu, in quel giorno, di trascurabile entità; ciò non pertanto, l'immagine della comp. « A » del pendolo orizzontale andò rapidamente ed abbondantemente fuori campo. La caduta di pioggia di quel giorno — solo a Somplago, oltre 90 mm in 24^h — giustifica la forte improvvisa variazione della verticale, verificatasi nella zona. E ricorrendo alla pioggia, si giustificano pure *tutte* le variazioni di verticale osservate, oltre a quelle riportate nelle figg. 1-16.

3. — Perché una così acuta sensibilità a fenomeni che altrove passano pressoché inosservati? Non dimentichiamo che il pendolo ha una sospensione (quella superiore) che si stende verticalmente per ben 130 m nell'interno del monte. C'era un'azione differenziale fra il punto d'attacco superiore e quello inferiore, alla base della Centrale idroelettrica, capace di esaltare l'effetto di rotazione? O tutto il monte ruotava come un mezzo rigido? L'alternativa poteva essere sciolta con un pendolo orizzontale, condizionato esclusivamente dal suo supporto-base. È quello che è stato fatto. Il Dott. Migani ha provveduto alla costruzione e sistemazione di due pendoli orizzontali, sistemati sul piano-base della Centrale, nei pressi della stazione sismica e dell'altra stazione clinografica. I nuovi pendoli, essendo di sensibilità molto inferiore a quella della primitiva coppia, presentavano — nei confronti di quest'ultima — il vantaggio di consentire — generalmente — la registrazione completa del fenomeno, fatta eccezione per casi di variazioni della verticale particolarmente accentuati.

Le registrazioni della nuova coppia di pendoli hanno consentito di provare che, in effetti, è tutto il monte a subire uniformemente l'inclinazione, anche nel caso di perturbazioni superficiali, come quella in esame.

Le figg. 14-16 rappresentano esempi di registrazione del fenomeno, da parte della nuova coppia di pendoli orizzontali.

4. — La caduta di pioggia nella zona circostante Somplago è quindi la principale responsabile della deviazione della verticale, accusata dalle stazioni clinografiche, sistemate nella Centrale elettrica, ricavata in roccia all'estremo Nord del lago di Cavazzo.

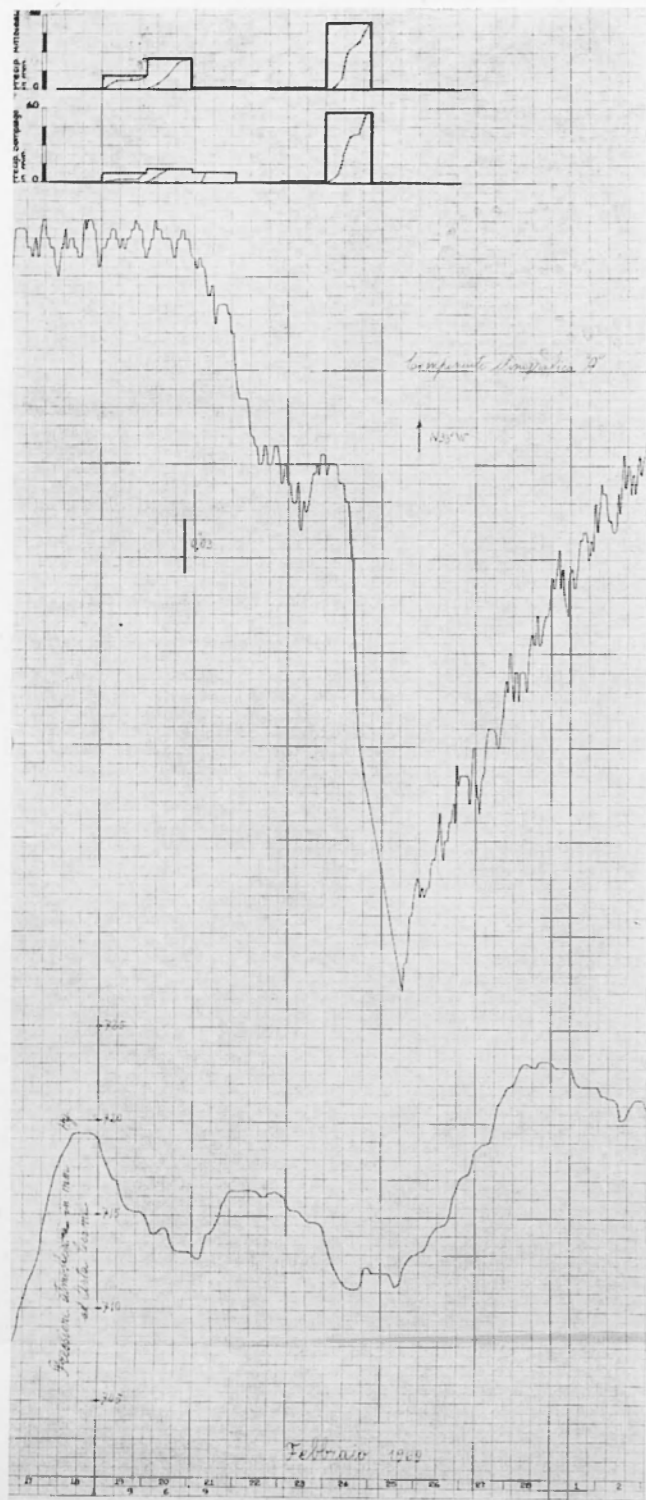
Come spiegare tanta sensibilità delle stazioni clinografiche alla caduta di pioggia? Viene spontaneo pensare ad una particolarità tettonica della zona, dove le stazioni accennate hanno la loro sede.

I geologi osservano che il motivo tettonico dominante della regione è dato da una serie di scaglie tettoniche, parallele e sovrascorse verso S e SW, mediante superficie di accavallamento, con immersione verso N. Si hanno inoltre faglie trasversali. Una delle più importanti — scoperta e studiata per primo da E. Feruglio (4) — è la faglia riconoscibile lungo il fianco occidentale del lago di Cavazzo (figg. 18, 19). Trattasi di frattura dovuta a spostamento orizzontale, in senso trasverso alle pieghe, segnata dalla loro brusca deviazione verso S, in corrispondenza della valle del Melò. Il piano di frattura è accompagnato da rigetto verticale; intorno ad esso, la roccia ha subito un minuto stritolamento.

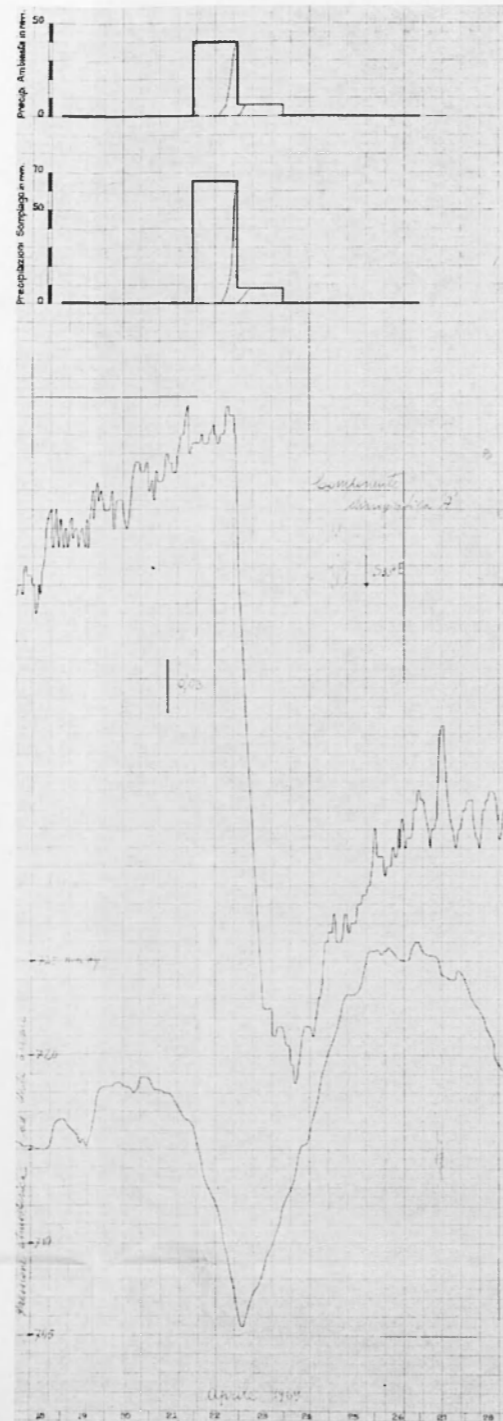
La frattura si può seguire solo per un breve tratto, in quanto sia a Nord che a Sud si nasconde sotto le acque del lago e le alluvioni. Non è possibile quindi accertare se essa prosegue — come ritiene R. Selli (5) — fino allo sbocco del Melò nel Tagliamento, in prossimità del quale, sul lato Ovest del Melò, appare netta un'altra frattura trasversa (fig. 18).

Tale faglia risale alle fasi orogenetiche più recenti (post-elveziane). Fra l'elveziano e il quaternario si ha la fase di diastrofismo più intenso: spinte unilaterali, provenienti da Sud, determinano un cospicuo costipamento, seguito da sollevamento delle pieghe montane e dal loro rovesciamento o scorrimento; mentre un'energica compressione da Est provoca la loro torsione, con formazione di fratture trasversali (*).

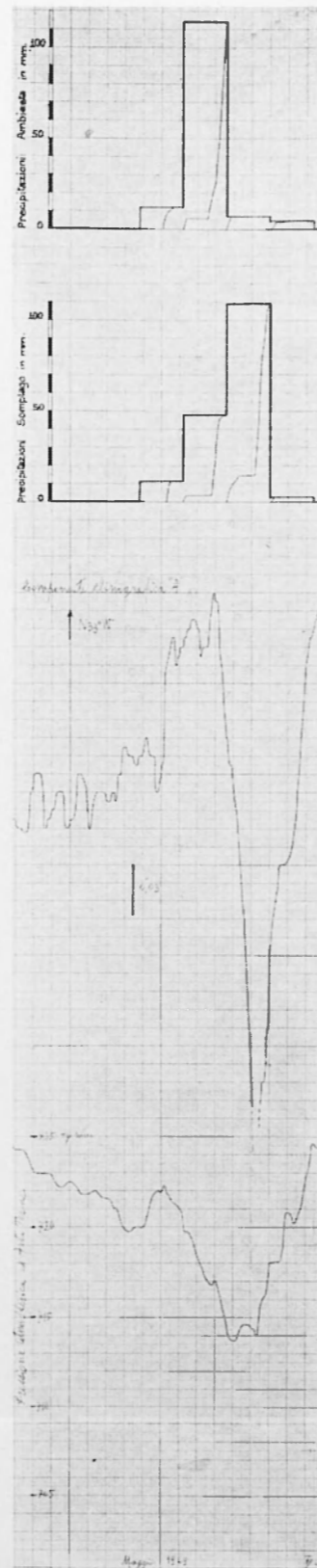
(*) A questo proposito, va messo in risalto il fatto che, a prescindere dal fenomeno oggetto di questo studio, da quando funziona la stazione clinografica di Somplago, è sempre presente una lenta deviazione verso Nord. Il permanere di una microrotazione verso Nord (generalmente verso NW; talora verso NE), può derivare da una causa tettonica, come una persistente spinta da Sud nella zona.



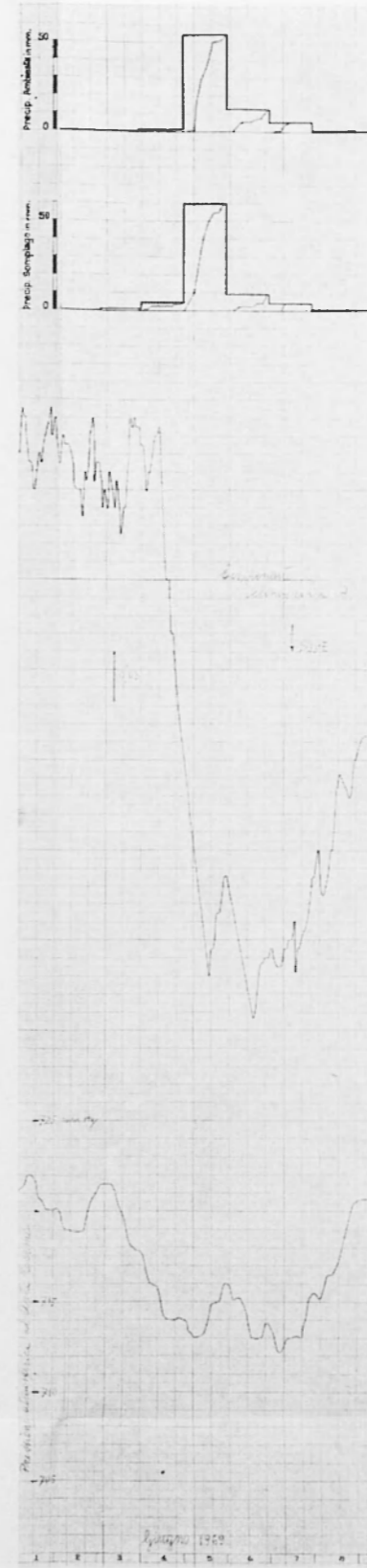
1.



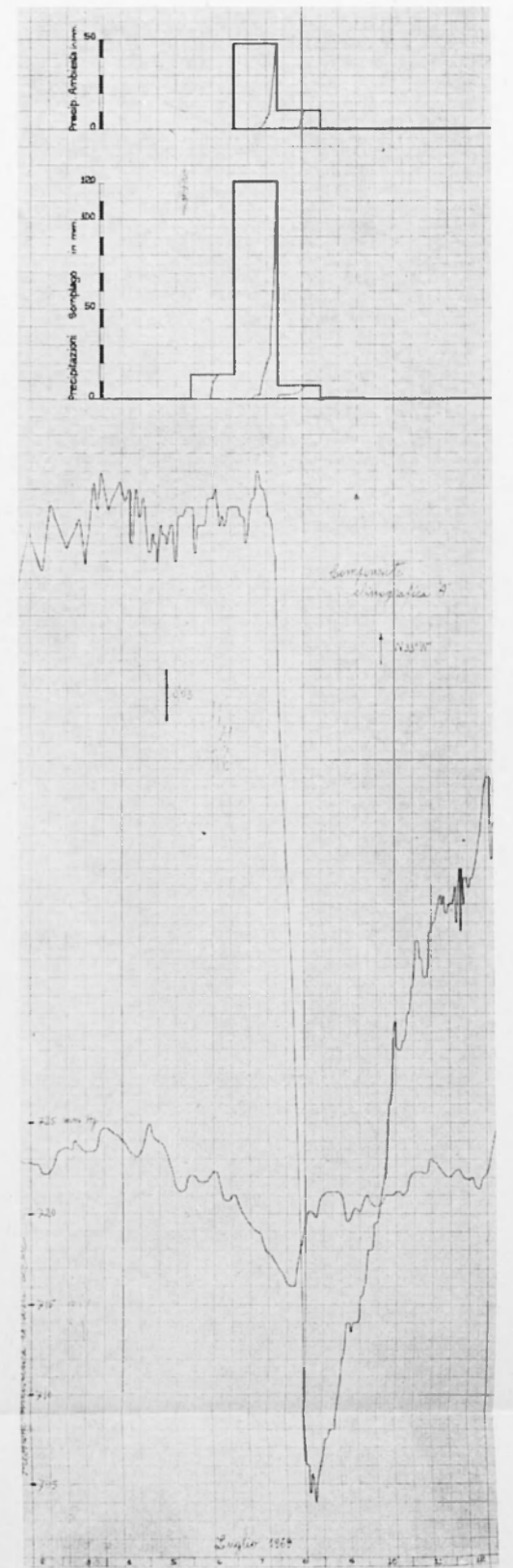
2.



3.



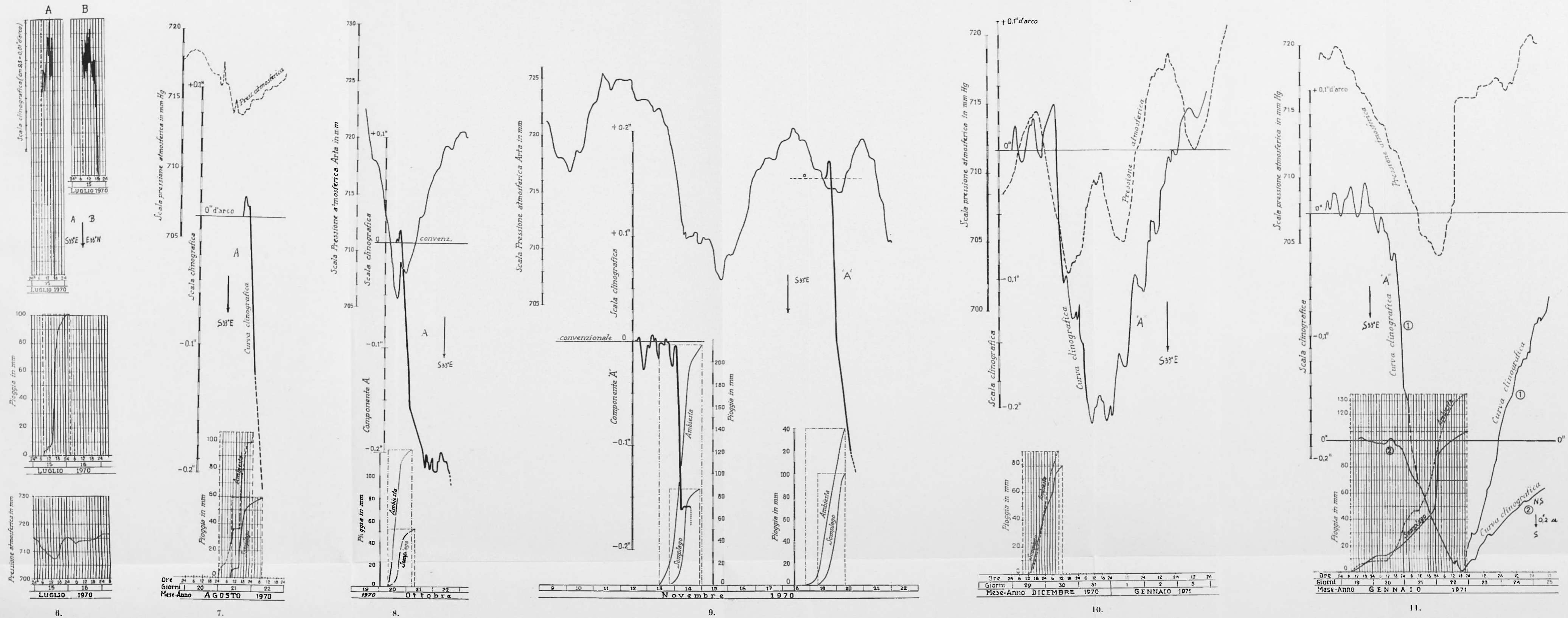
4.



5.

Figg. 1-2-3-4-5 - Vedi figg. 6-11.

Figs. 1-2-3-4-5 - See figs. 6-11.



Figg. 6-7-8-9-10-11 - « Esempi di variazione della verticale, andamento della pressione e caduta di pioggia, registrati a Somplago ». La rotazione della verticale apparente è strettamente legata all'entità della pioggia caduta ed al conseguente appesantimento della vasta zona alluvionale, creata dal Tagliamento ad occidente di Gemona (v. Fig. 18). « A » e « B » componenti clinografiche del clinografo a lungo periodo (1).

Figs. 6-7-8-9-10-11 - « Recordings of the vertical variation pressure and rainfall state at Somplago ». The vertical rotation is strictly connected with the rainfall and with the consequential weightiness on the vast alluvium area, due to Tagliamento river westward of Gemona (see Fig. 18). « A » and « B » are the clinographic components of the long-period clinograph (1).

(2) ancora in fase di allestimento.
 (2) still in settlement stage.

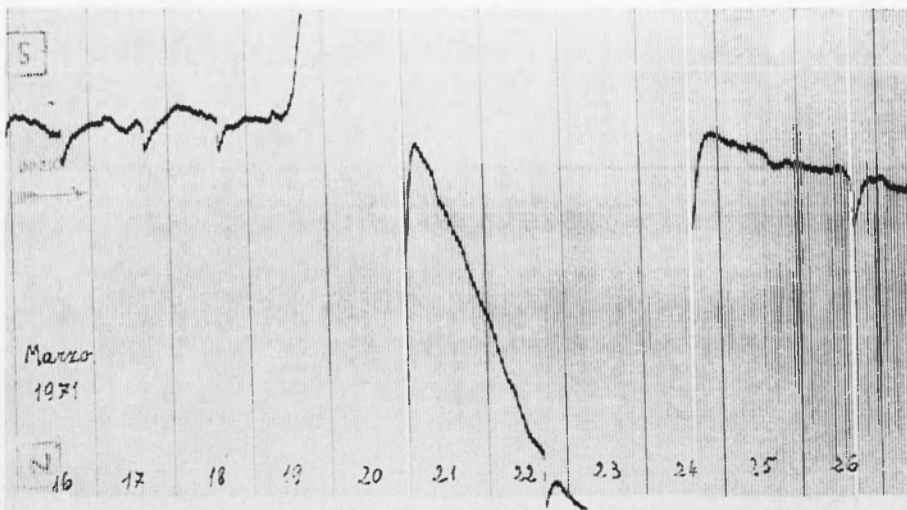
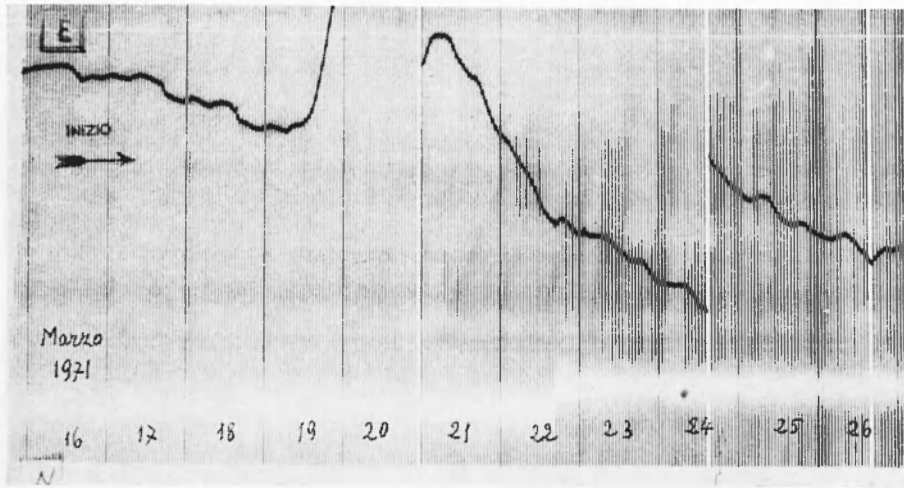


Fig. 12 - Fuoruscita amplissima di entrambe le componenti fino ad appoggiarsi ad un estremo. Impossibilità di ricostruzione del diagramma. Pioggia caduta in quantità inusitata (ca. 250 mm in 3 giorni), come da Fig. 13.

Fig. 12 - The amplest shifting out of recorder of both components, the image reach the end of the recorder-paper. It has been impossible to draw the diagram. Unusual rainfall, 250 mm about in three days (see Fig. 13).

5. - I movimenti clinografici, registrati a Somplago, sul margine occidentale della faglia del lago di Cavazzo, in occasione di forti piogge, possono avere qualche legame con l'attività della faglia stessa.

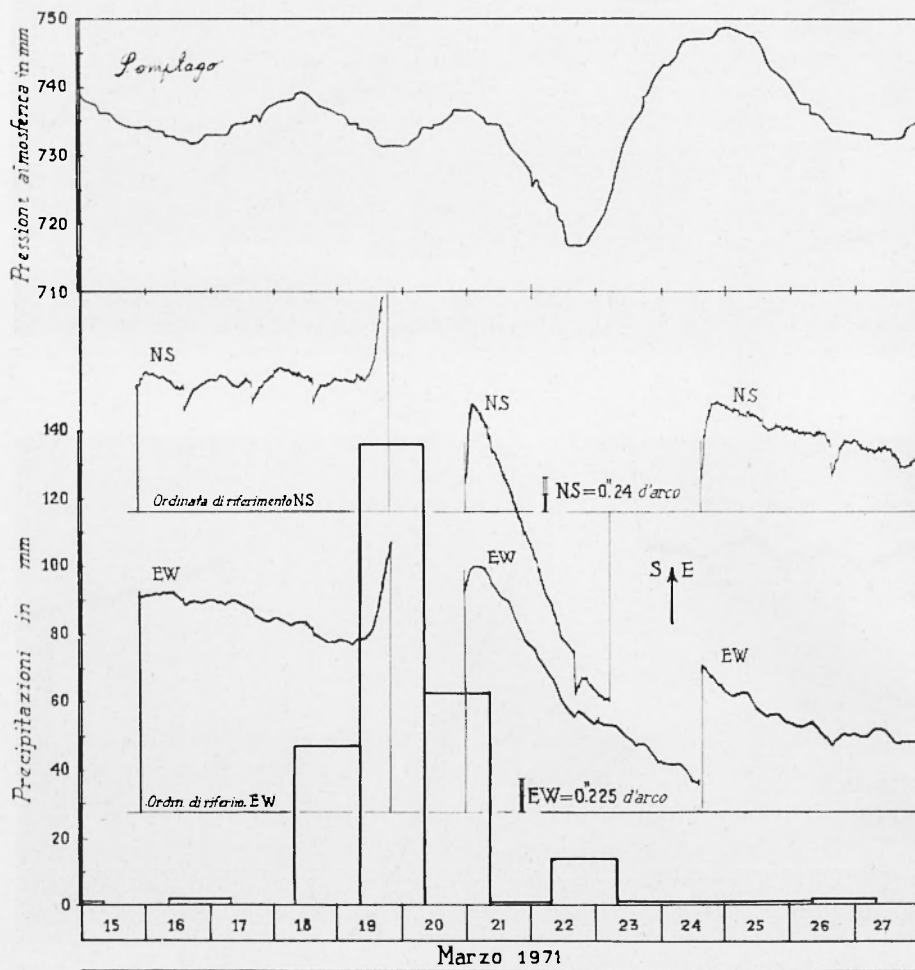


Fig. 13 - Marzo 1971: clinogramma, barogramma, pioggia.

Fig. 13 - Clinogram, barogram, rainfall of March, 1971.

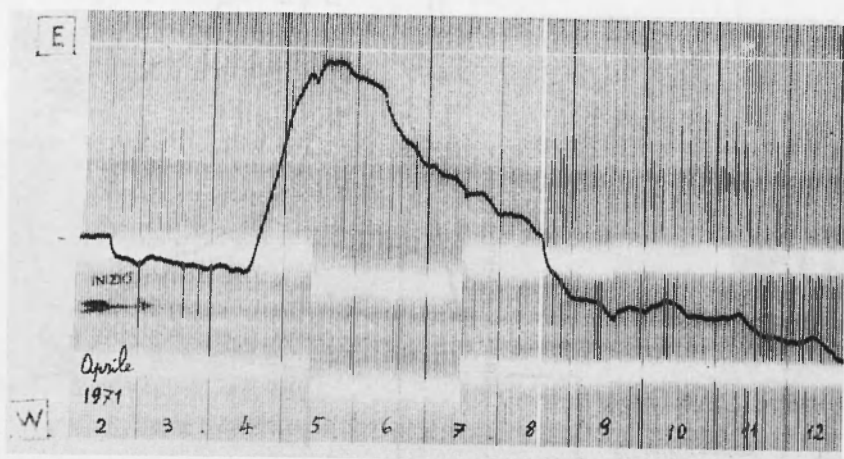
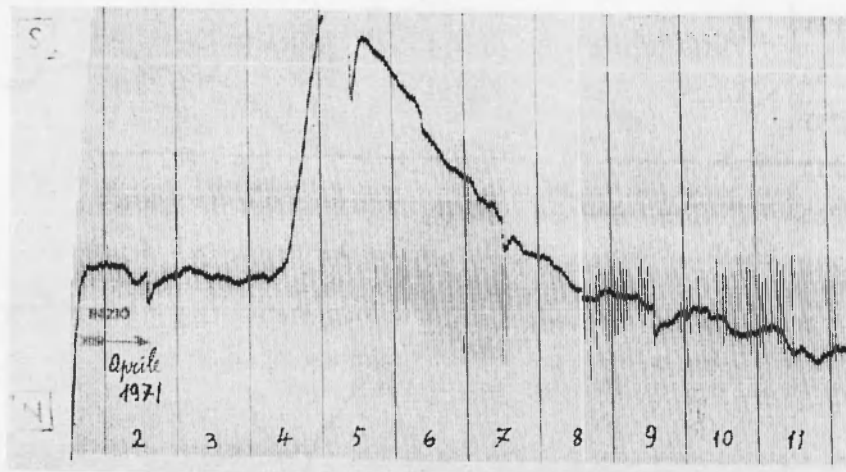


Fig. 14 - Fuoruscita della NS di alcuni em. Deviazione provocata da pioggia (v. Fig. 15).

Fig. 14 - The NS component shifts out of recorder of some cms about. Deviation caused by rainfall (see Fig. 15).

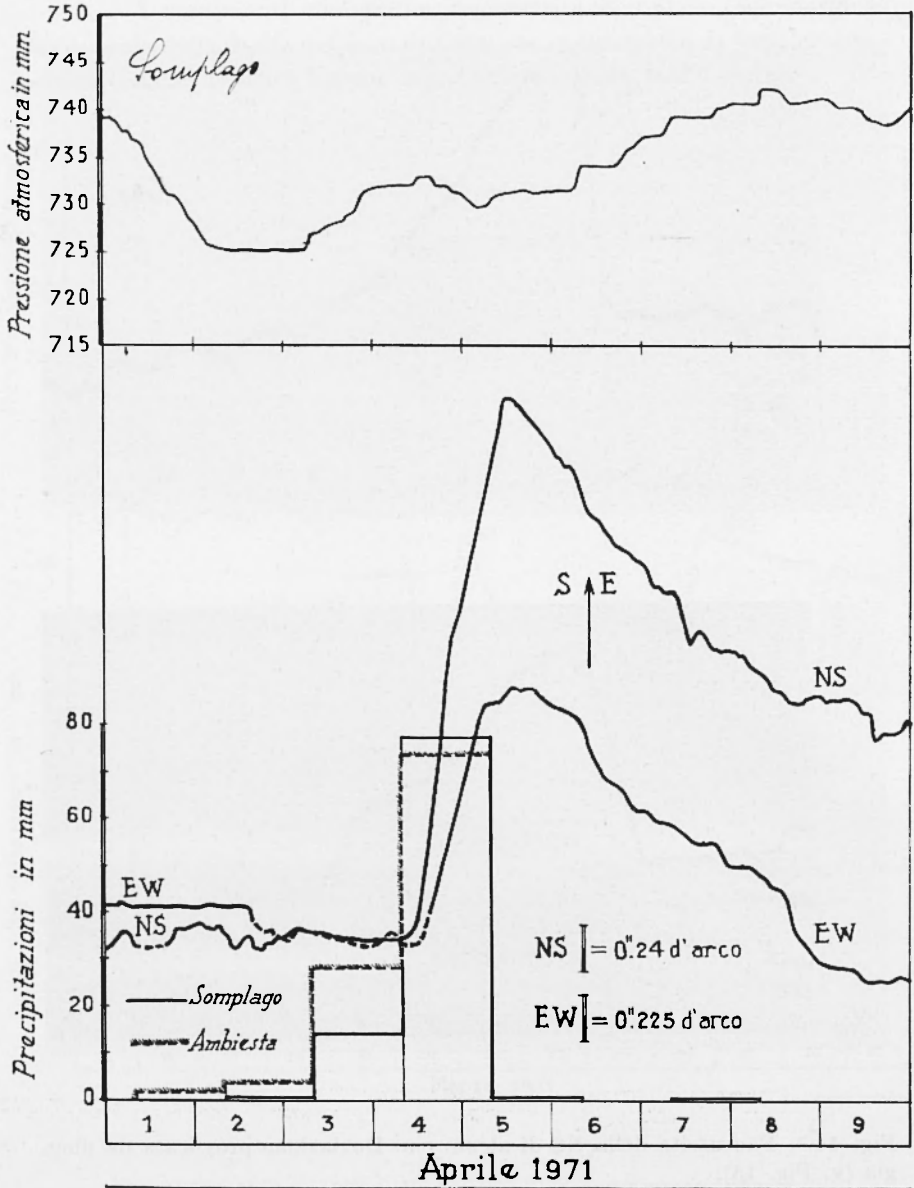


Fig. 15 - Aprile 1971: clinogramma, barogramma, pioggia.

Fig. 15 - Clinogram, barogram, rainfall of April, 1971.

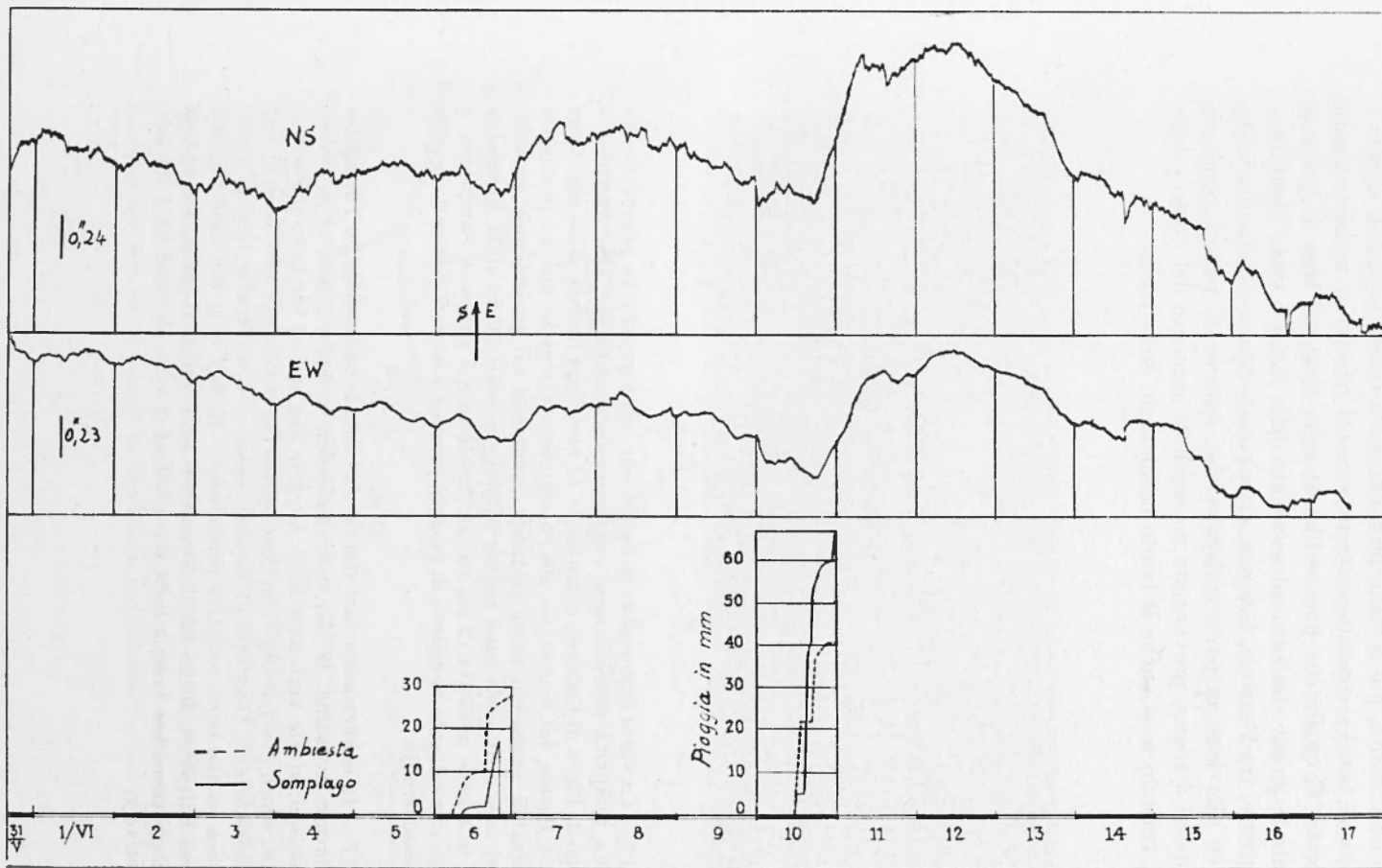


Fig. 16 - Quando la caduta d'acqua non è eccessiva il nuovo clinografo registra compiutamente le variazioni della verticale, senza fuoruscita delle immagini, come nei due casi riportati in figura. (In corrispondenza della lieve caduta di pioggia dal 6 al 7 Giugno 1971, la componente « A » del grande pendolo ha subito uno spostamento verso S33°E di ca. 18 cm, pari a ca. 0'',2 in corrispondenza del 2° caso, si ebbe invece la fuoruscita dell'immagine, nello stesso verso.

Fig. 16. - When the rainfall is not heavy, the vertical variations are entirely recorded by the new clinograph: the images don't overstep the recorder-paper limits, as in two cases in figure shown. (In conformity with the scarce rainfall from 6 to 7 of June, 1971, the « A » component of great pendulum shifts of 18 cms about (corresponding to 0'',2 ab.); in conformity with the second example, against, the image overstepped in the same direction the recorder-paper limits).

Una frattura, più o meno profonda nella crosta terrestre, allenta i vincoli dei bordi e consente micromovimenti relativi di un certo grado di libertà. È quello che può verificarsi nella zona del lago di Cavazzo durante le piogge. La zona ad occidente della faglia è tutta montuosa. Ad oriente, fra Venzone, Gemona, Osoppo ed oltre, si stende una vasta zona di alluvioni, in parte coltivate, che, durante la pioggia, possono inzupparsi d'acqua, provocando un sensibile aumento del « peso » della zona, traendo a sé anche il bordo occidentale della faglia.

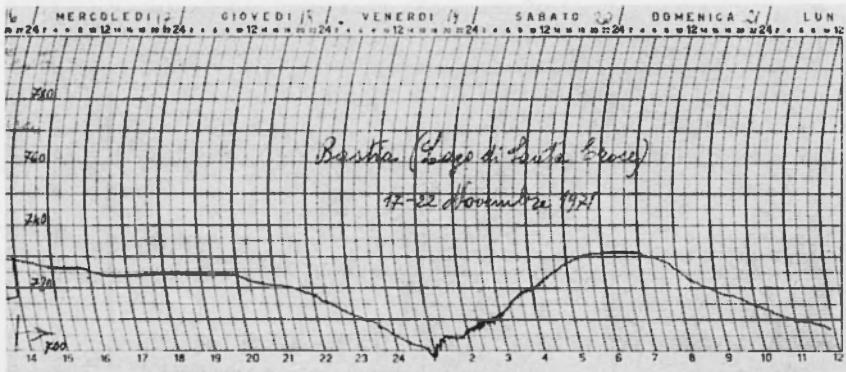


Fig. 17 - La vasta depressione in figura (che, tra parentesi, ha provocato una violenta tempesta microsismica, contemporaneamente sull'Alto Adriatico e nel lago di Pieve di Cadore), transitando su Somplago (dove è stata registrata come a Bastia, ivi comunque più chiaramente marcata) *non ha* provocato apprezzabili variazioni della verticale, nemmeno sui pendoli più sensibili. Difatti, non vi fu nella zona caduta di pioggia: solo, dal 20 al 22 Novembre 1971, una lieve nevicata (2 cm ca. all'Ambiesta e 1 cm ca. a Somplago), a riprova che soltanto la caduta di pioggia provoca i micromovimenti, oggetto di questo studio.

Fig. 17 - In confirmation that the rainfall *only* is responsible for the micro-movements recording, is the vast depression in figure (cause of a violent microseismic storm both over High Adriatic Sea and on the Lake of Pieve di Cadore) which overpassing Somplago (where the recordings have been in any case more evident than that of Bastia) *caused no* considerable vertical variation *even* on the more sensitive pendulums. In fact over the zone the rain did not fall; from 20 to 22 of November 1971, only, at Ambiesta and at Somplago there has been a light snow-fall of 2 cms ab. and of 1 cm ab. respectively.

Va sottolineato il fatto che, la risultante delle flessioni osservate, è sempre diretta verso SSE, verso il baricentro della zona in questione. In tal caso però bisogna ammettere — conformemente all'ipotesi di Selli — che la faglia non si limiti al lato occidentale del Lago di Cavazzo ma prosegua verso Sud, congiungendosi alla frattura visibile fra Avasinis e il punto di confluenza del Melò nel Tagliamento (fig. 18).

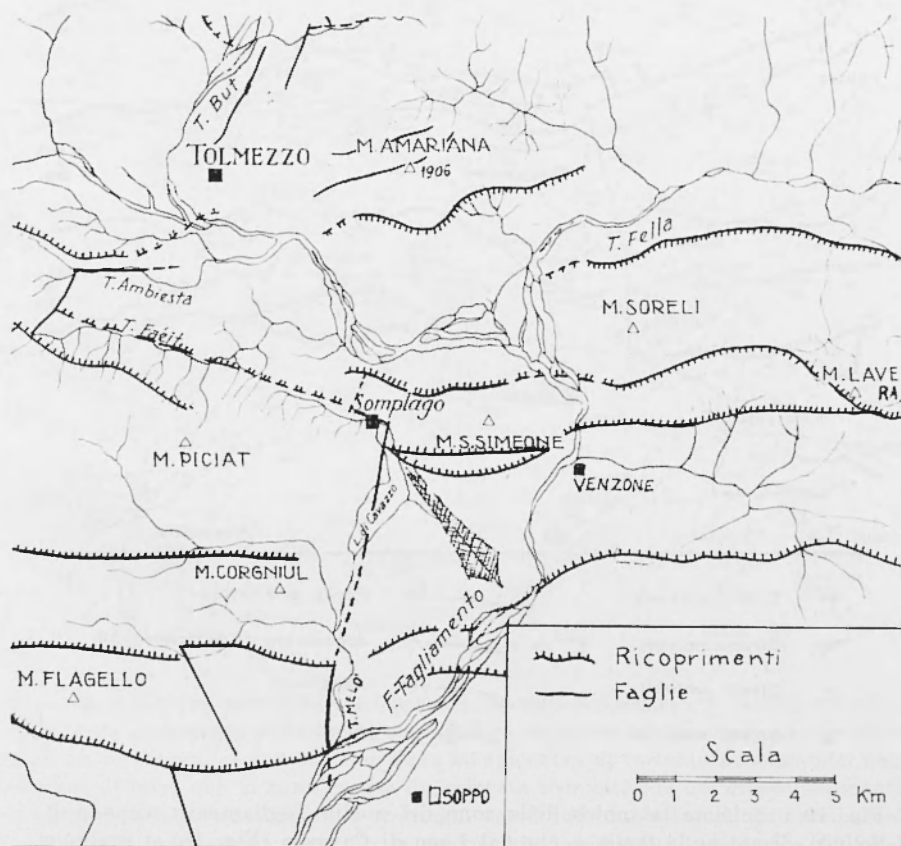


Fig. 18 — La grossa freccia in figura indica la media direzione di deviazione della verticale di Somplago, determinata dalle piogge locali ed associata a micromovimenti della faglia del lago di Cavazzo.

Fig. 18. — The marked arrow in figure shows the mean direction of the vertical deviation of Somplago, caused by local rainfalls and associated with a micromovements of the fault of the Lake of Cavazzo.

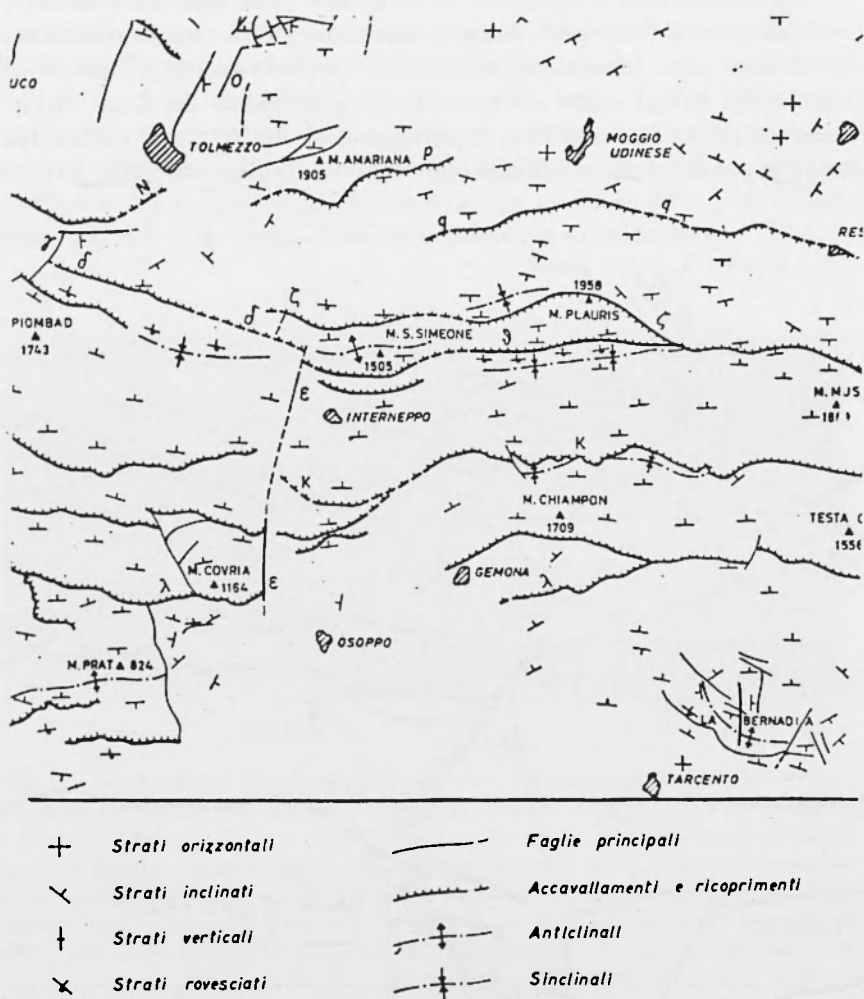


Fig. 19 - Schema tettonico della zona del medio Tagliamento secondo R. Selli (6). Si notino la faglia ε, che dal Lago di Cavazzo (Fig. 18) si prolunga fino nei pressi di Osoppo; nonché le faglie ad occidente del Monte Covria e ad oriente del Monte Prata.

Fig. 19 - The tectonic map of the area of the mean Tagliamento river, according to R. Selli (6). Worthy of remark the fault ε, extending from the Lake of Cavazzo (Fig. 18) to environs of Osoppo and also the faults westerly of M. Covria and easterly of M. Prata.

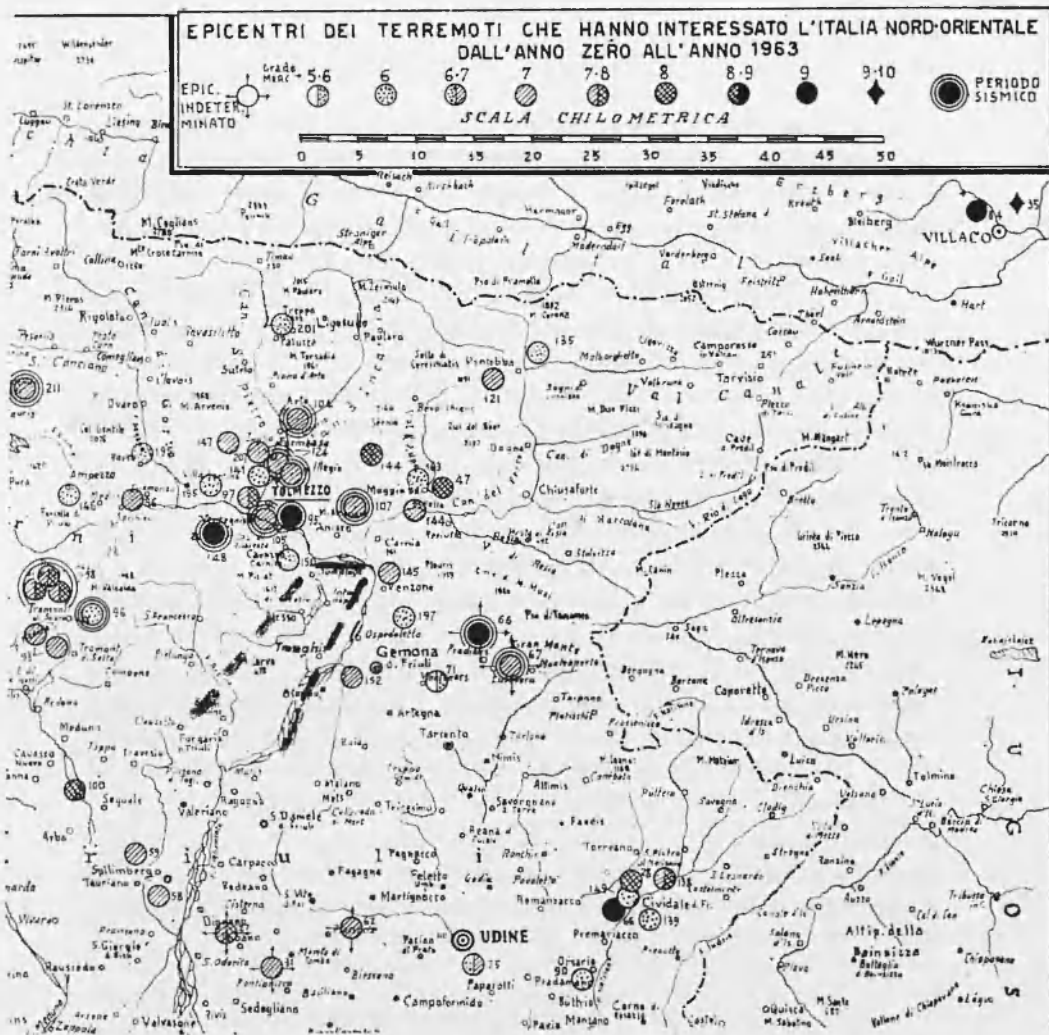


Fig. 20 - Sismicità dell'alto Udinese, secondo Marcelli-Feliziani (2, 3). Si noti come la zona del lago di Cavazzo interessata dalla faglia omonima — soggetta a micromovimenti associati alla caduta locale di pioggia — non sia mai stata all'epicentro di terremoti catastrofici negli ultimi due millenni. Il fatto che la zona esente da spiccata sismicità (da noi grossolanamente delimitata in figura con largo tratteggio), si prolunghi verso Sud, fino oltre la confluenza dell'Arzino nel Tagliamento, può essere messo in relazione con l'esistenza delle faglie ad occidente del Monte Covria e, sopra tutto, ad oriente del Monte Prata (Fig. 19), qualora queste — data la loro posizione rispetto alla valle del Tagliamento — si ritengano soggette a fenomeni analoghi a quelli riscontrati a Somplago.

Fig. 20. - The Carnian seismicity map, according to Feliziani-Marcelli (2, 3). It is very interesting as the area of the Lake of Cavazzo — with homonymous fault connected and subjected to micro-movements at the local rainfall associated—never has been at the epicentre of destructive earthquakes during the last two milleniums. If the area (in figure grossly delimited by a large marks) free from high seismicity continues southward beyond the confluence of the Arzino in the Tagliamento River, that is in relation to existence of the faults westerly of M. Covria and, chiefly, easterly of M. Prata (Fig. 19). This one could be possible if the faults, owing to their position in respect of the Tagliamento Valley, are subjected to phenomena like the ones at Somplago found.

Una fondamentale caratteristica del movimento è che esso si verifica con deviazione brusca e rapida, mentre, a pioggia ultimata, il ritorno verso la primitiva posizione d'equilibrio avviene in modo lentissimo (figg. 15, 16); come se una fiumana sotterranea, improvvisamente alimentata, perdesse via via di portata, al cessar della pioggia.

A prescindere dal modo come si realizza il micromovimento della faglia del lago di Cavazzo in concomitanza alla caduta di pioggia (modo che potrà essere precisato in successive indagini), resta il fatto inconsueto di una grossa frattura, animata da una insospettata causa esterna. Se la causa è quella prospettata nel numero precedente, non vi è dubbio che le due superficie a contatto della faglia presentano — quando la causa agisce — dei movimenti relativi. La frequenza delle piogge, nella zona, è molto elevata: frequente, quindi, è il ripetersi di tali micromovimenti, più o meno accentuati a seconda dell'intensità della causa perturbante. Ciò consente di poter affermare che — almeno nella parte esterna, superficiale, della faglia — riesce difficile l'accumulo di grosse tensioni elastiche, continuamente «scaricate» dai micromovimenti relativi accennati. In altre parole, grazie a tali micromovimenti, nella zona non dovrebbero verificarsi terremoti superficiali di grande intensità. Sta di fatto che il lago di Cavazzo non si è mai trovato all'epicentro di grossi terremoti, in tempi storici. Vedasi la fig. 20, tratta da un lavoro di Marcelli-Feliziani (2.3): in essa, la zona del lago di Cavazzo appare circondata da epicentri di terremoti, anche violentissimi, verificatisi dall'anno 0 al 1963. Sembra improbabile trattarsi di pura coincidenza.

BIBLIOGRAFIA

- (1) CALOI P., 1969. — *Relazioni fra sismicità e moti lenti nella crosta terrestre. (Relations between seismicity and slow movements in the Earth's crust).* « Annali di Geofisica », XXII, 3, pp. 209-228.
- (2) FELIZIANI P., MARCELLI L., 1965. — *Il terremoto di Tolmezzo del 26 Aprile 1959. I Parte: Venti secoli di storia sismica della Regione Carnica e dell'Italia Nord-Occidentale.* « Annali di Geofisica » XVIII, 3, pp. 165-207.
- (3) FELIZIANI P., MARCELLI L., 1966. — *II Parte: Studio macrosismico-geologico: determinazione analitica delle grandezze ipocentrali e natura della scossa.* « Annali di Geofisica », XIX, 2, pp. 191-214.
- (4) FERUGLIO E., 1925. — *Le Prealpi fra l'Isonzo e l'Arzino.* « Estr. Boll. Ass. Agr. Friulana ».
- (5) SELLI R., 1963. — *Schema geologico delle Alpi Carniche e Giulie occidentali.* « Giornale di Geologia », XXX.