

VARIAZIONI DI FALDA ACQUIFERA ED OSSERVAZIONI CLINO/ESTENSIMETRICHE

Riassunto esteso

La rete clino/estensimetrica del Friuli è costituita da 5 stazioni clinometriche ed una stazione estensimetrica. Questo impianto è stato installato nel 1976 con lo scopo di seguire l'evoluzione dello stato di deformazione in una zona sismica e di monitorare gli eventuali precursori sismici. Nella ricerca di anomalie nelle registrazioni clino/estensimetriche legate a movimenti pre-, co- e postsismici di eventi locali, è innanzitutto opportuno tenere conto degli agenti meteorologici. Infatti questi possono essere la causa di una deformazione degli strati superiori, la quale deve essere identificata come tale e separata dai movimenti deformazionali di origine tettonica. Un esempio è dato dalla chiara onda annuale presente nelle registrazioni, dovuta sia ad effetti termoelastici che ad effetti di carico delle acque profonde e superficiali. Tale onda presenta le inversioni di polarità tipicamente nei mesi di Febbraio/Marzo ed Agosto/Settembre. Anche per quanto riguarda le deformazioni a breve periodo, le variazioni di falda acquifera, a loro volta indotte dalle forti precipitazioni pluviometriche, generano deformazioni rilevate dalla strumentazione. A comprova di quanto sopra, nella Fig.1 sono rappresentate le variazioni dell'inclinazione per l'anno 1991 insieme alla sismicità (dati OGS) ed alla piovosità (Pluviometro Venzona, Magistrato delle Acque), secondo i simboli a fianco alla figura stessa. Oggetto del presente studio è la quantificazione della deformazione indotta dalle forti precipitazioni, la quale è caratterizzata da una brusca deviazione del vettore d'inclinazione dal suo andamento annuale. L'importanza di poter separare tale deformazione da deformazioni di origine tettonica può essere valutata nella Fig.1, dove questi segnali sembrano coincidere con la sismicità locale (vedi eventi fra i giorni 270 e 330; evento più importante del 1991: 5 Ott. (giorno 278), $M=3.9$)

Lavori teorici e sperimentali sulla risposta clinometrica all'alimentazione ed all'emungimento di un pozzo (Kümpel, 1989), hanno dimostrato che l'evoluzione temporale della risposta clinometrica è descritta analogamente a quanto viene fatto per un modello di falda: $dH/dt = \alpha P(t) + \beta H(t)$, dove $H(t)$ è l'ampiezza del vettore clinometrico, $P(t)$ è l'alimentazione o l'emungimento del pozzo ambedue al tempo t , α e β sono dei coefficienti specifici del sistema pozzo-clinometro. In teoria i coefficienti α e β possono essere calcolati ricorrendo ad un modello ad elementi finiti (Kümpel, 1989), che richiede la esatta mappatura della falda acquifera e la conoscenza delle proprietà meccaniche delle rocce circostanti. Allo stato attuale, questo metodo non è applicabile causa la scarsità delle conoscenze riguardo alla geologia sottostante le stazioni, per cui si è ricorso ad un metodo alternativo. I coefficienti vengono determinati empiricamente dai dati clino/estensimetrici stessi, una metodologia usata da Yamauchi, 1987 con risultati soddisfacenti. Il confronto del segnale predetto dalla pluviometria e quello osservato è fatto nella Fig.2 per una delle stazioni della rete (Gemona), e la buona corrispondenza fra due segnali è evidente. E' da notare che in questo caso sono state eliminate dal segnale clinometrico tutte le variazioni più lente di 90 giorni, in quanto il modello prevede un tempo di ricupero di 30 giorni della deformazione indotta dalla pioggia. L'entità del segnale indotto è dipendente dalla singola stazione, dove Gemona presenta il segnale più vistoso. Mentre viene riprodotta bene l'evoluzione temporale del segnale, le ampiezze

delle deformazioni indotte da diversi eventi pluviometrici mostrano alcune discrepanze fra segnale predetto e registrato. Le variazioni in ampiezza sono attribuibili al fatto che nel modello viene considerata la pluviometria solamente, mentre vengono trascurate le variazioni del coefficiente d'infiltrazione del suolo. Nonostante questo, il modello fornisce i mezzi per quantificare ed identificare il segnale clinometrico indotto. Questo è di estrema importanza nei casi come quelli osservati nel Ottobre '91 (giorno 278), dove queste vistose deformazioni indotte sono accompagnate da eventi sismici, indicando un possibile effetto di trigger nel materiale roccioso posto al limite di rottura. Infatti è accertato il fenomeno della sisimicità indotta in concomitanza dello svuotamento e riempimento di laghi artificiali (vedi per esempio Costein et al., 1987, O'Reilly e Rastogi, 1986), mentre è controversa la questione se anche forti variazioni del livello di falda possano agire da trigger agli eventi sismici (Roth et al., 1992).

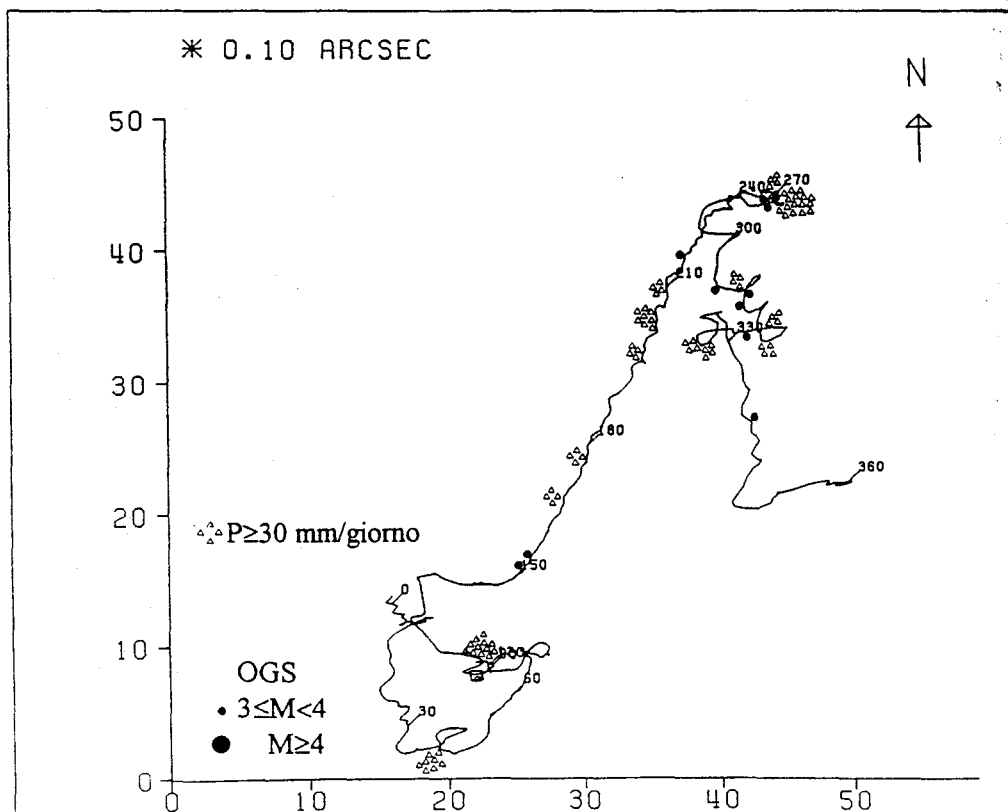


FIG.1 -Variazione clinometrica per l'anno '91 con la relativa sismicità e piovosità. I cerchi neri rappresentano i terremoti (OGS), il gruppo di 4 triangoli le maggiori piogge, come dai simboli elencati in fianco. I numeri lungo la curva corrispondono a giorni trascorsi dall'inizio dell'anno. Le scosse sismiche avvenute nei giorni da 270-360 sono collocate in corrispondenza di rapide variazioni temporali del vettore d'inclinazione. Il problema consiste nella determinazione della causa di tali deformazioni, ed in particolare di valutarne il contributo dei fattori idrologici. Stazione di Invillino (IN)

SEGNALE CLINOMETRICO INDOTTO DA VARIAZIONI DI FALDA: OSSERVATO E MODELLATO

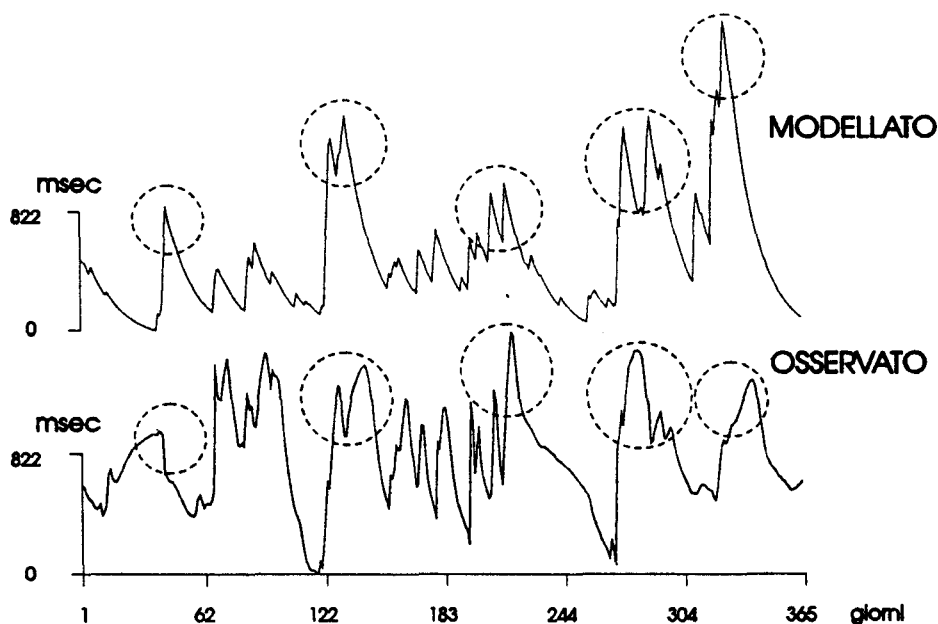


FIG.2 -Modellazione della deformazione indotta dalle variazioni di falda: segnale modellato (Pluviometro Venzone) ed osservazioni clinometriche (solo variazioni con oscillazioni più rapide di 90 giorni). Sono evidenziati gli eventi pluviometrici più vistosi ($P \geq 50$ mm/giorno). Stazione di Gemona. Anno 1991.

Bibliografia

- Costein J.K., Bollinger G.A. e Speer J.A., 1987; Hydroseismicity: a hypothesis for the role of water in the generation of intraplate seismicity, *Seism. Res. Let.*, **58**, 41-64.
- Edge R.J., Baker T.F. e Jeffries G., 1981; Borehole tilt measurements: aperiodic crustal tilt in an aseismic area, *Tectonophysics*, **71**, 97-109.
- Kümpel H.-J., 1989; Verformungen in der Umgebung von Brunnen. Habilitationsschrift an der Math.-Naturwiss. Fakultät, Christian-Albrechts Universität, Kiel.
- O'Reilly W. e Rastogi B.K., (Ed.), 1986; Induced seismicity. Papers presented at the IASPEI Symposium, Hyderabad, India, 1984. Special Issue of *Phys. Earth Planet. Int.*, **44**, 73-199.
- Roth Ph., Pavoni N., e Deichmann N., 1992; Seismotectonics of the eastern Swiss Alps and evidence for precipitation-induced variation in seismic activity. *Tectonophysics*, **207**, 183-197.
- Yamauchi T., 1987; Anomalous strain response to rainfall in relation to earthquake occurrence in the Tokai area, Japan.. *J. Phys. Earth*, **35**, 19-36.

Nota controllata da: Prof. C.Eva.

Lavoro da inviare a: Annali Geofisici