

**Zeitschrift:** Bulletin der Vereinigung Schweiz. Petroleum-Geologen und -Ingenieure  
**Herausgeber:** Vereinigung Schweizerischer Petroleum-Geologen und -Ingenieure  
**Band:** 57 (1990)  
**Heft:** 131

**Artikel:** Lo slittamento di Campo Vallemaggia : fenomeni artesiani e presenza di gas in ambiente cristallino  
**Autor:** Bonzanigo, Luca  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-214352>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 26.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## **Lo slittamento di Campo Vallemaggia; fenomeni artesiani e presenza di gas in ambiente cristallino**

L. BONZANIGO\*

6 figure e 1 tabella

### **Résumé**

Le glissement de Campo Vallemaggia est situé dans la Val Rovana, dans les nappes penniques. Il est constitué de grandes plaques de roches cristallines métamorphiques, dissociées de la roche en place et plus ou moins altérées. Le glissement s'étend sur environ 5 km carrés, et comporte une épaisseur comprise entre 150 et 250 m. Un système tectonique complexe interesse les formations en place, et alimente le glissement en surpressions hydrauliques artésiennes qui sont, de l'avis de l'auteur, la cause primaire du phénomène d'instabilité. Les eaux artésiennes, captées dans différents forages, sont accompagnées de gas comprenant des taux très élevés en hydrogène.

### **Abstract**

The Campo Vallemaggia landslide is located in the Val Rovana, in the penninic nappes zone. It is composed of great plates of crystalline metamorphic rocks, dissociated from the bedrock and more or less altered. The slide stretches out over a surface of about 5 square kilometres and has a thickness of about 150-200 m. A complex tectonic system affects the formations and supplies the slide with high artesian hydraulic overpressures, these being the primary cause of the instability. The artesian waters are captured in wells and are accompanied by gas which has a very high concentration of hydrogen.

### **Introduzione**

Lo slittamento di Campo Vallemaggia è uno dei fenomeni di dissesto idrogeologico più vasti della Svizzera, se non dell'Europa. È costituito da una massa di quasi un miliardo di metri cubi di rocce cristalline dissociate («versackt») più o meno alterate. Il suo meccanismo non è ancora completamente chiarito. Certo è però che dei pannelli di dimensione ettometrica e con decine di metri di spessore sono scivolati l'uno sull'altro lungo piani di scorrimento, determinati dalla scistosità e dalle discontinuità di origine tettonica. La notevole differenziazione litologica (gneis da mineralogia molto variabile; anfiboliti, metaperidotiti, calcefiri) ha contribuito a segregare le parti facilmente alterabili da quelle più massicce.

---

\* LUCA BONZANIGO, Geologo Consulente SIA, Bellinzona

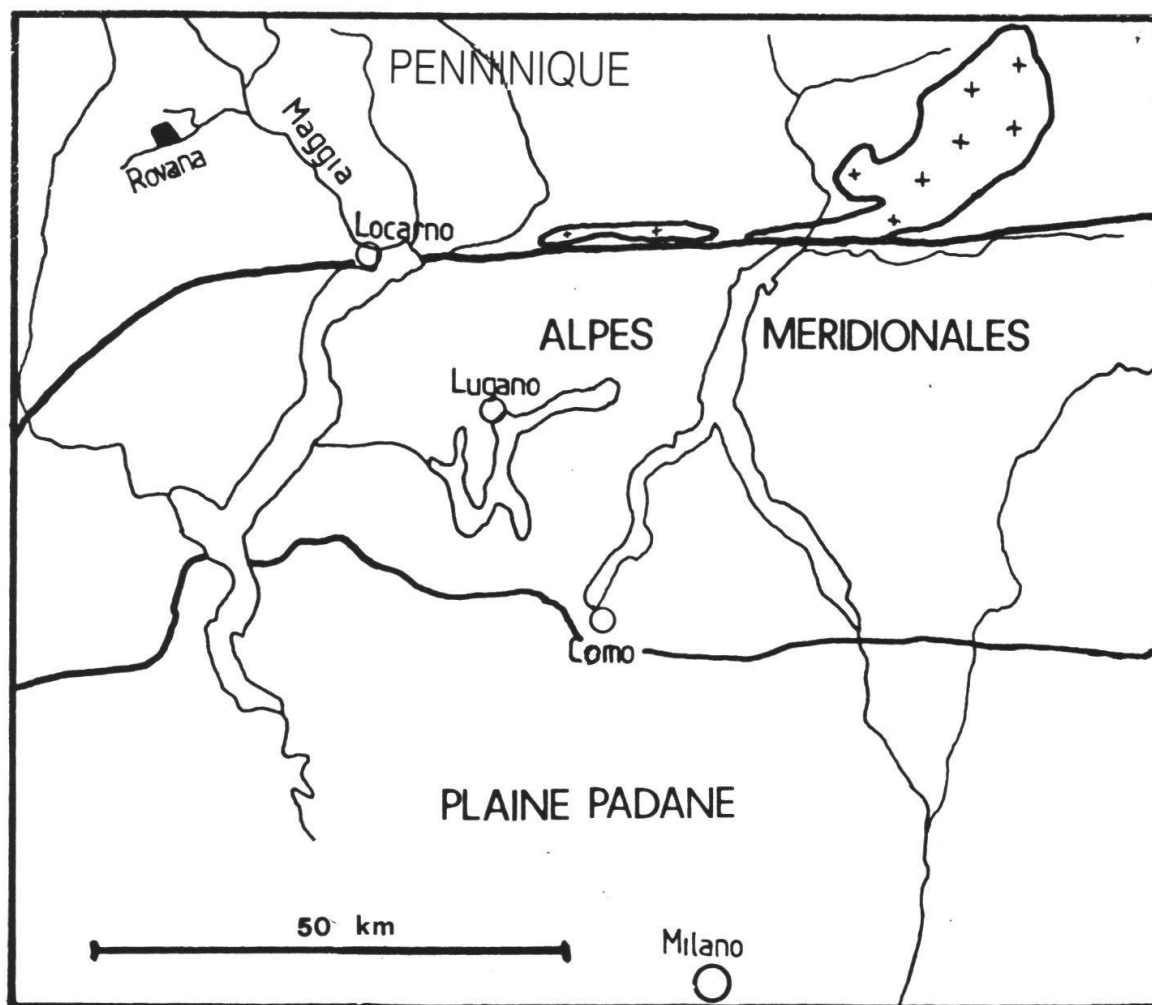


Fig. 1 Situazione geografica e contesto geologico.

### Genesi e meccanismo collegati a sovrappressioni in diaciasi

Questo processo è avvenuto in periodo interglaciale, senza che si possa indicare quale. Tanto più che le definizioni di Riss e di Würm hanno un valore relativo al sud delle alpi.

L'origine del fenomeno è verosimilmente da ricercare nelle elevate sovrappressioni idrauliche presenti nella massa in movimento. Alla luce dei più recenti parametri acquisiti queste sovrappressioni, in parte artesiane, sembrano provenire direttamente dalla roccia in posto, piuttosto che da cariche idrostatiche. Sono infatti state riscontrate in maniera diffusa e per lo più presso le superfici di scorrimento subverticali che dividono lo slittamento (vedi fig. 2). Le recenti trivellazioni hanno mostrato l'esistenza di sovrappressioni dopo l'attraversamento del contatto tra massa in movimento e roccia in posto.

L'approccio geotecnico del fenomeno è estremamente complesso e difficilmente inquadrabile. Lo si può così riassumere:

Il materiale in movimento comporta una coesione relativamente elevata. L'origine di questa coesione è doppia. Da una parte è dovuta al sovraccarico glaciale che potrebbe

però essere relativamente superficiale, e interessare essenzialmente il ricoprimento morenico di moderata entità che veste il materiale dello slittamento vero e proprio. Dall'altra è dovuta alla parziale cementazione (o ricementazione) di materiali che possono essere considerati in parte come terreni sciolti. Eccezion fatta per pochi giacimenti di sedimenti fluvio-lacustri, questi terreni sciolti non sono generati da sedimentazione, bensì da elevata alterazione di rocce cristalline, che passano successivamente da uno stato intensamente fratturato, ad uno stato di disaggregazione e di apertura della fratturazione per effetto meccanico, e infine al degrado chimico di «saussuritizzazione» e argillificazione. Ne risulta un materiale di granulometria molto variabile, con una «storia dello stato tensionale» per lo meno anomala, alla quale la geotecnica classica è poco abituata. Il comportamento delle resistenze al taglio, drenate o meno, a 200 m di profondità, trova difficilmente posto nei modelli abituali di equilibrio al limite, se questi non vengono usati con estrema cautela. Simili metodi tuttavia hanno permesso e permettono di avvicinare il problema e di rendersi conto dei limiti che si possono ragionevolmente stabilire nella previsione di comportamento.

Gli angoli di attrito interno sono controllati dalle sovrappressioni idrauliche. Il drenaggio limitato dovuto alla forte presenza di componente fine e ai pannelli di roccia massiccia e poco alterata conduce localmente ad attriti pressoché nulli, modellizzabili come resistenze al taglio non drenate.

I calcoli di stabilità effettuati con i modelli classici di equilibrio limite lasciano supporre che, senza sovrappressione, lo slittamento dovrebbe star fermo. E quindi indispensabile affrontare il risanamento seguendo una strategia che implichi la riduzione delle sovrappressioni idrauliche lungo i piani di scorrimento.

Sono pure stati proposti modelli di movimento plastico, senza far intervenire piani di scorrimento. Siamo però scettici di fronte ad un modello esclusivamente basato sui concetti di viscosità e/o di plasticità, vista la natura molto inomogenea della massa in movimento.

Le più recenti strategie adottate a livello operativo hanno giustamente puntato sulla riduzione delle sovrappressioni direttamente nella roccia in posto.

## **Presenza di gas**

Il fatto più interessante, tema principale di questa presentazione, è la presenza di gas in relazione alle acque artesiane. Questi gas, captati nelle trivellazioni eseguite nel 1987 e in una sorgente a carattere artesiano, sono composti in proporzione notevole da idrogeno. Analisi eseguite dal Museo cantonale di storia naturale di Lugano presso il Laboratorio federale di prova dei materiali (EMPA, analisi nr. 103'028/2) hanno permesso di stabilire una concentrazione di idrogeno che nel gas captato nel foro CVM3 raggiunge l'87% (vedi tabella).

L'origine di questo gas e delle loro sorprendenti composizioni è tuttora oggetto di attento esame. Non è ancora possibile escludere un'origine artificiale, legata ai lavori di trivellazione. In ambiente leggermente acido possono avvenire reazioni di idrolisi dei fanghi di perforazione. La riduzione di idrocarburi leggeri potrebbe pure produrre idrogeno. La ricerca di idrocarburi leggeri nei gas ha però dato risultati negativi. Comunque del gas contenente idrogeno è stato pure osservato in una sorgente a carattere

artesiano. L'esalazione è stata osservata molto tempo prima dell'esecuzione delle trivellazioni.

Dalle prime analisi isotopiche effettuate risulta una carenza di deuterio riferita ai valori SMOW, che può essere dovuta a reazioni di idrolisi a media profondità, in presenza di minerali ultramafici (metaperidotiti) (NEAL C., STANGER G., 1983). Altre approfondite analisi sono attualmente in corso presso l'Istituto di geofisica dell'Università di Parigi-Sud grazie alla collaborazione del Museo cantonale di storia naturale di Lugano.

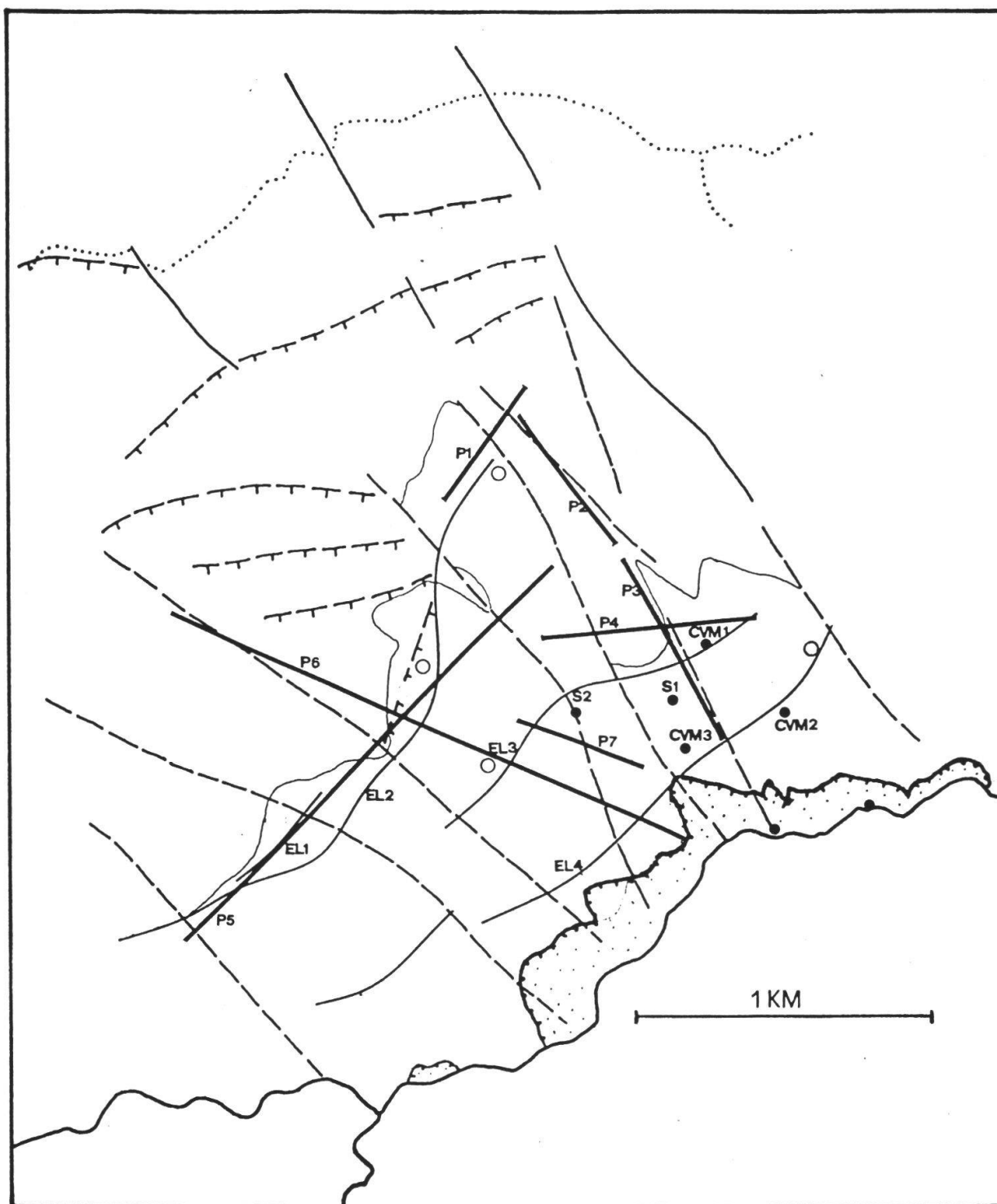
Riteniamo che la provenienza dell'idrogeno, se naturale, e i motivi per i quali si manifesta sotto quella forma e in questa località, siano di fondamentale importanza per la comprensione globale del fenomeno di slittamento dal punto di vista geotecnico. I progetti di risanamento a lungo respiro che sono in fase di attuazione non possono non tener conto di questo fattore, a prescindere dall'interesse scientifico di una tale anomalia.

Come già accennato, si è recentemente riproposto il concetto di drenaggio delle sovrappressioni direttamente dalla roccia in posto, con l'ausilio di una galleria di modesto diametro, sotto alla massa in movimento. La progettazione e l'esecuzione di quest'opera dovranno tener conto delle emanazioni di idrogeno e della loro ripartizione, sia dal punto di vista scientifico che da quello della sicurezza.

**Tabella:** risultati delle analisi chimiche sui gas captati.

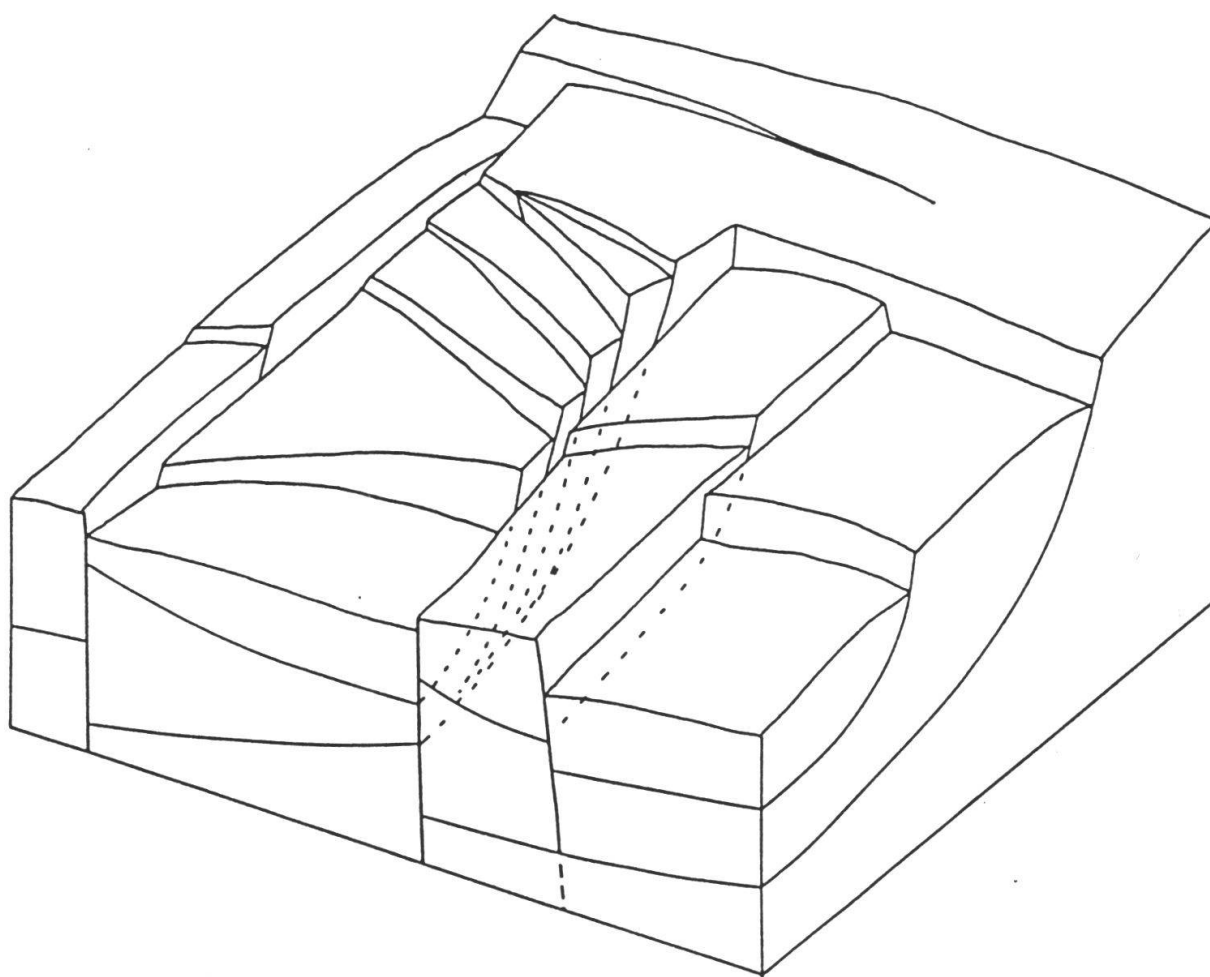
Prelevamento: novembre 1987

Gas captato nella trivellazione CVM3		Gas captato in una sorgente a carattere artesiano	
H <sub>2</sub>	87.0 %	H <sub>2</sub>	2.6 %
S <sub>2</sub>	1.2 %	O <sub>2</sub>	12.6 %
N <sub>2</sub>	11.8 %	N <sub>2</sub>	83.8 %
		CO <sub>2</sub>	1.0%



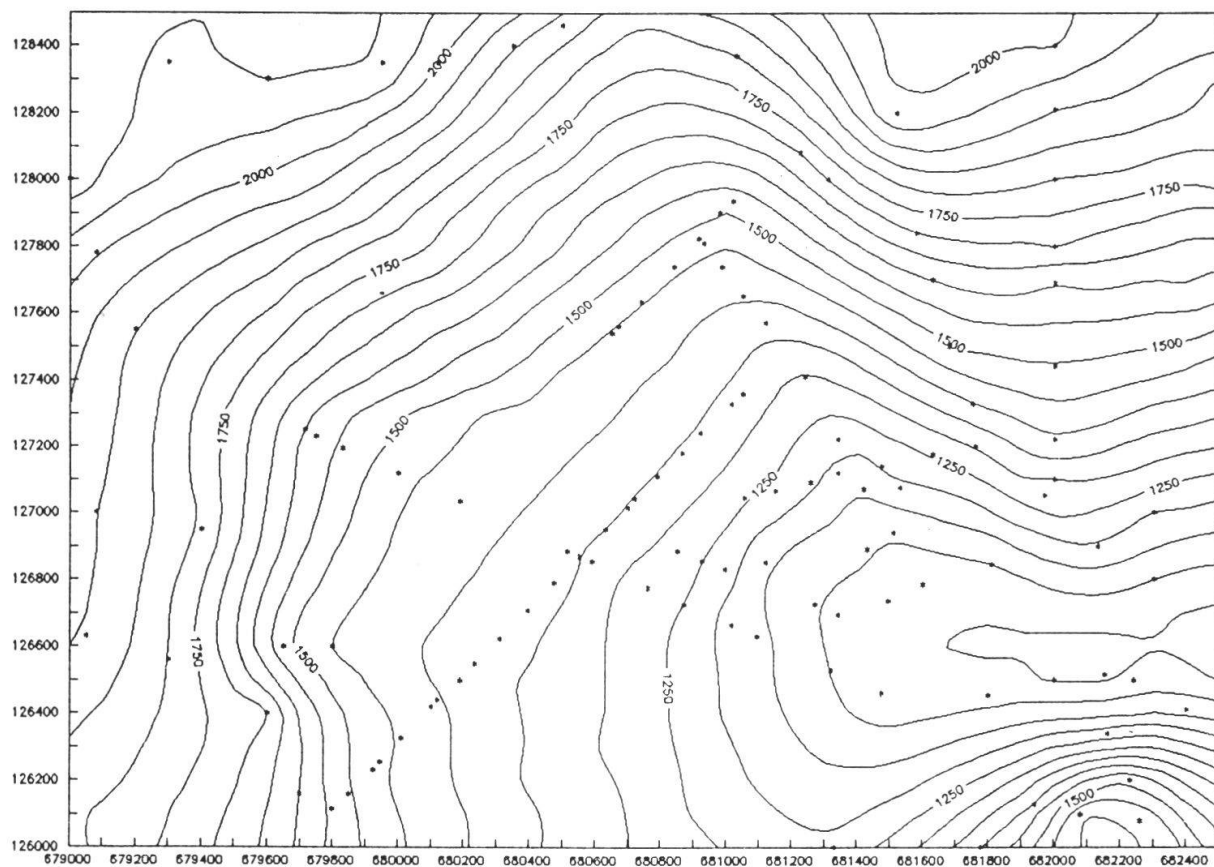
**Fig. 2** Schizzo illustrante la struttura a zolle e i sondaggi effettuati.

S: sondaggi carotati 1962  
 CVM: perforazioni a distruzione 1987  
 EL: tracciati geoelettrici  
 P1-P4: sismica rifrazione 1986  
 P5-P7: sismica rifrazione 1988

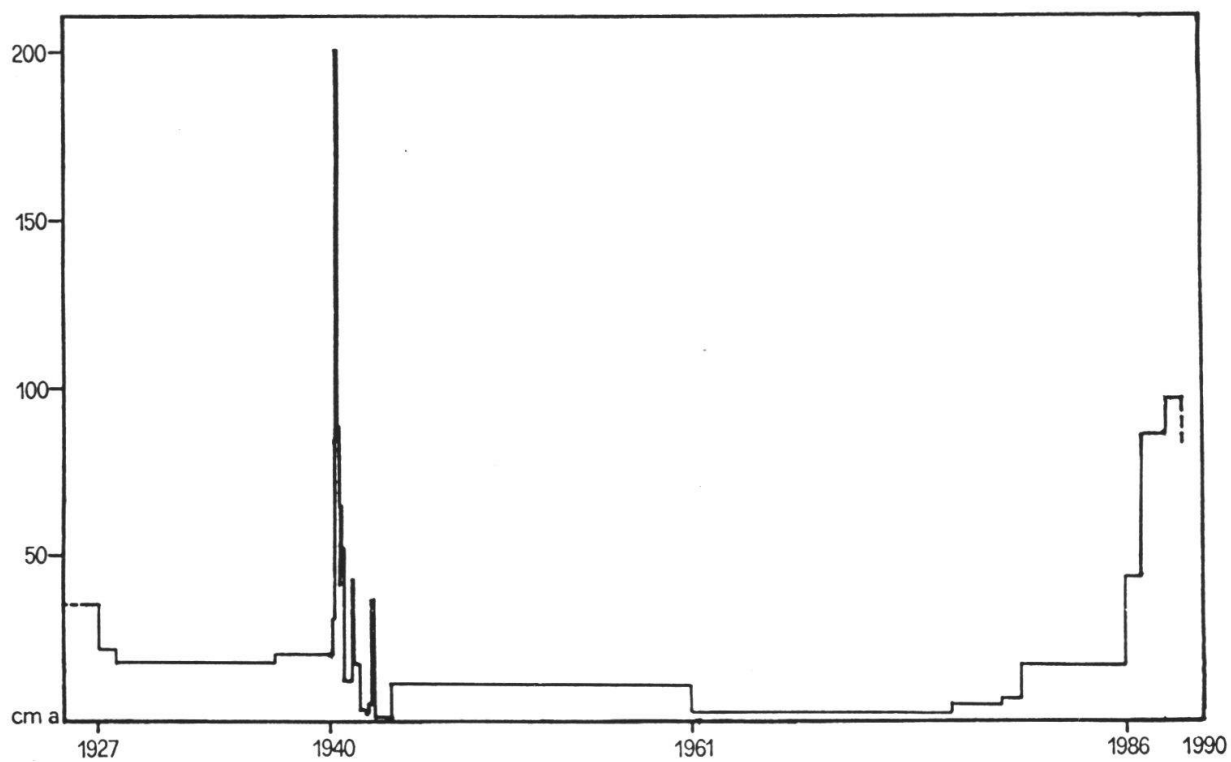


**Fig. 3** Modello tridimensionale dello slittamento

CVM contatto roccia in posto



**Fig. 4** Superficie della roccia in posto stimata dai risultati della sismica di rifrazione e le trivellazioni effettuate finora



**Fig. 5** Spostamenti misurati presso la chiesa di Campo



## Schizzo interpretativo

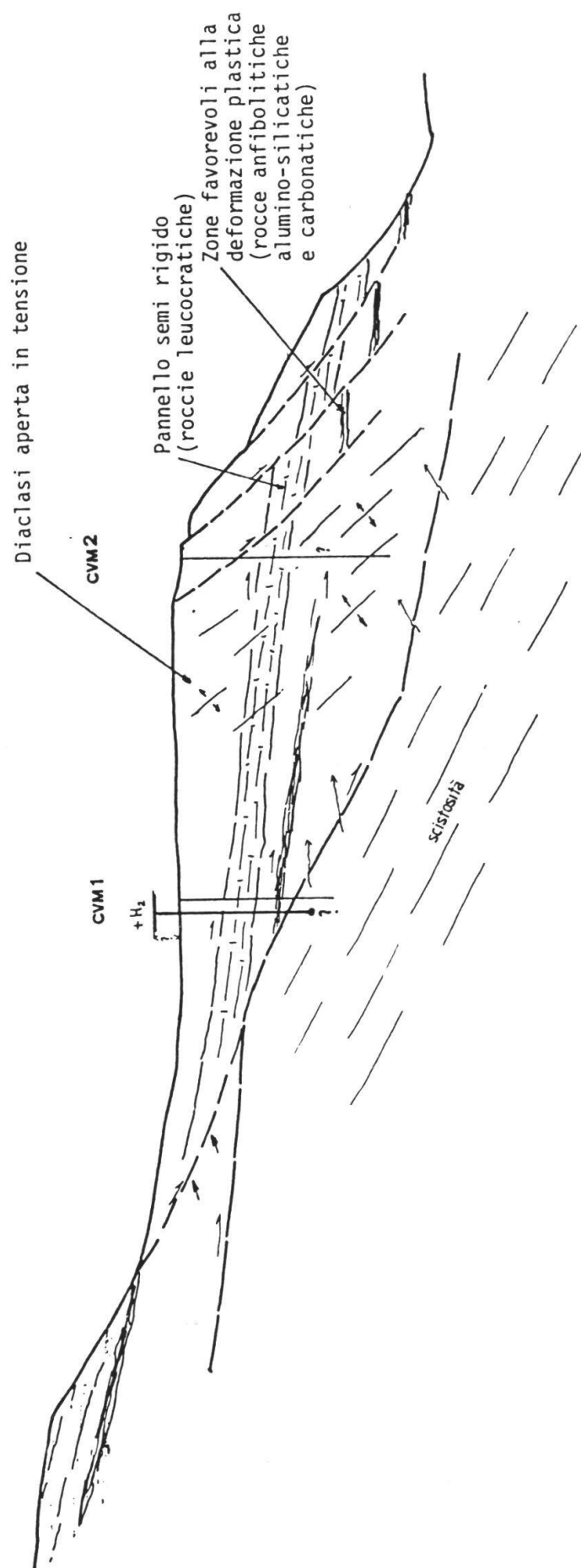


Fig. 6 Sezione e tentativo di interpretazione delle disparità di condizioni idrogeologiche