



INGV- OSSERVATORIO VESUVIANO

***MISURE DI LIVELLAZIONE DI PRECISIONE E DATI TILTMETRICI
PER IL CONTROLLO DELLE DEFORMAZIONI DEL SUOLO AI
CAMPI FLEGREI***

A cura di:

Del Gaudio C., Ricco C., Aquino I., Brandi G., Serio C., Siniscalchi V.

Hanno collaborato all'acquisizione dei dati di campagna:

Dott. Giovanni Ricciardi (Ricercatore Geof. INGV-OV)

Dott. Gianpaolo Cecere (Tecnico INGV-OV)

Dott. Mario Dolce (Tecnico INGV-OV)

Sig. Vincenzo D'Errico (Tecnico INGV-OV)

Sig. Giuseppe Ricciardi (Contrattista INGV-OV)

INGV-OV, Unità Funzionale Geodesia - via Diocleziano 328, 80124 Napoli

NAPOLI – Ottobre 2005

ABSTRACT

L'area dei Campi Flegrei, dopo la crisi bradisismica avvenuta tra il 1982 e il 1984, è in fase di subsidenza, talvolta interrotta da piccoli sollevamenti di breve durata. La velocità di abbassamento del suolo, inizialmente più elevata, è andata diminuendo nel tempo come mostrato in Fig. 1.

La zona in cui si registra la maggiore dinamica è quella del Rione Terra nel Comune di Pozzuoli ed in particolare in prossimità del caposaldo 25A della rete di livellazione di precisione dell'Osservatorio Vesuviano (INGV).

Dalle ultime campagne di livellazione risulta un abbassamento del suolo di circa un centimetro nel periodo compreso tra Giugno 2004 e Novembre 2004, seguito da un innalzamento del suolo di 11 millimetri tra Novembre 2004 e Maggio 2005 quando è stata effettuata l'ultima campagna di livellazione. La velocità di sollevamento può essere considerata bassa, se comparata a quella osservata durante le crisi avvenute a partire dal 1989.

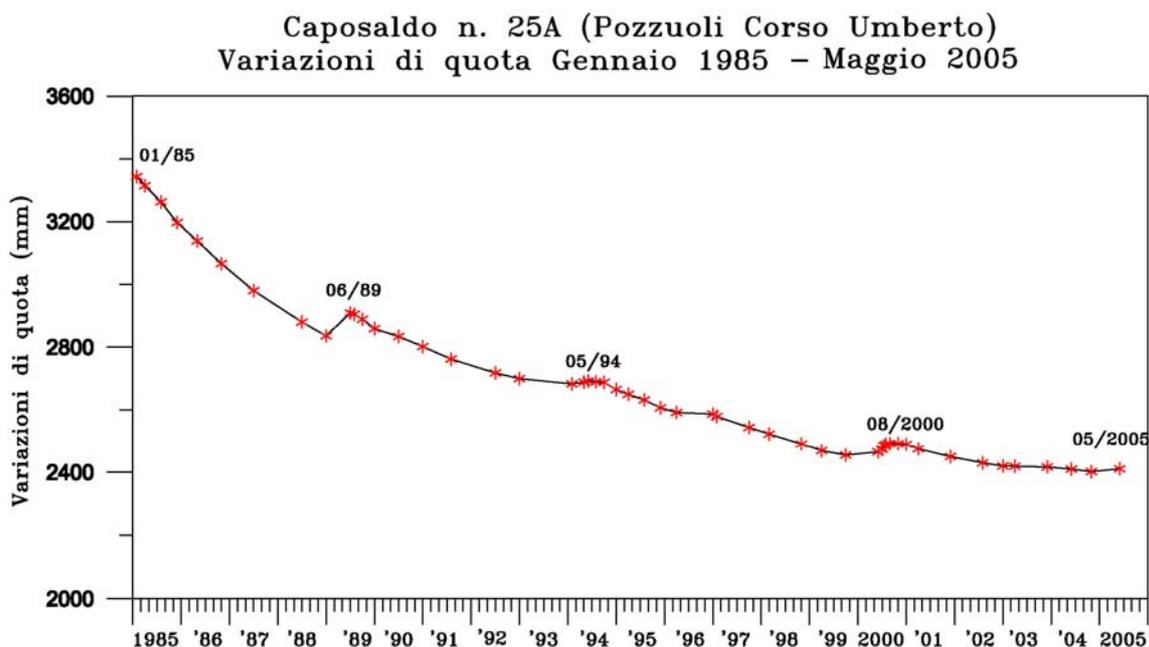


Fig. 1

In figura sono rappresentate le variazioni di quota misurate al caposaldo 25 A: si riconoscono le varie fasi di inversioni del moto del suolo avvenute dal 1989 al 2005.

LIVELLAZIONE DI PRECISIONE E TILTMETRIA AI CAMPI FLEGREI

La misurazione periodica dei movimenti verticali del suolo ai Campi Flegrei, effettuata tramite livellazioni geometriche di precisione, costituisce parte integrante del programma di sorveglianza geofisica svolto nell'area.

Le campagne di livellazione, di norma, vengono effettuate annualmente lungo l'intera rete altimetrica e semestralmente lungo un tratto della linea costiera (Cs 4B – Cs 30), selezionato in modo che i risultati ottenuti siano sufficientemente rappresentativi dell'andamento e dell'entità della deformazione all'interno della caldera flegrea.

L'ultimo rilievo di dati riguardanti l'intera rete è stato effettuato nel Maggio 2004 mentre a Novembre dello stesso anno è stata eseguita una livellazione riguardante tutta la linea costiera (Cs 1 – Cs 58), la linea denominata "Solfatarà" ed un tratto (Cs 30 – Cs 82 A/B) della linea Pozzuoli – Quarto (Figg.2a/b).

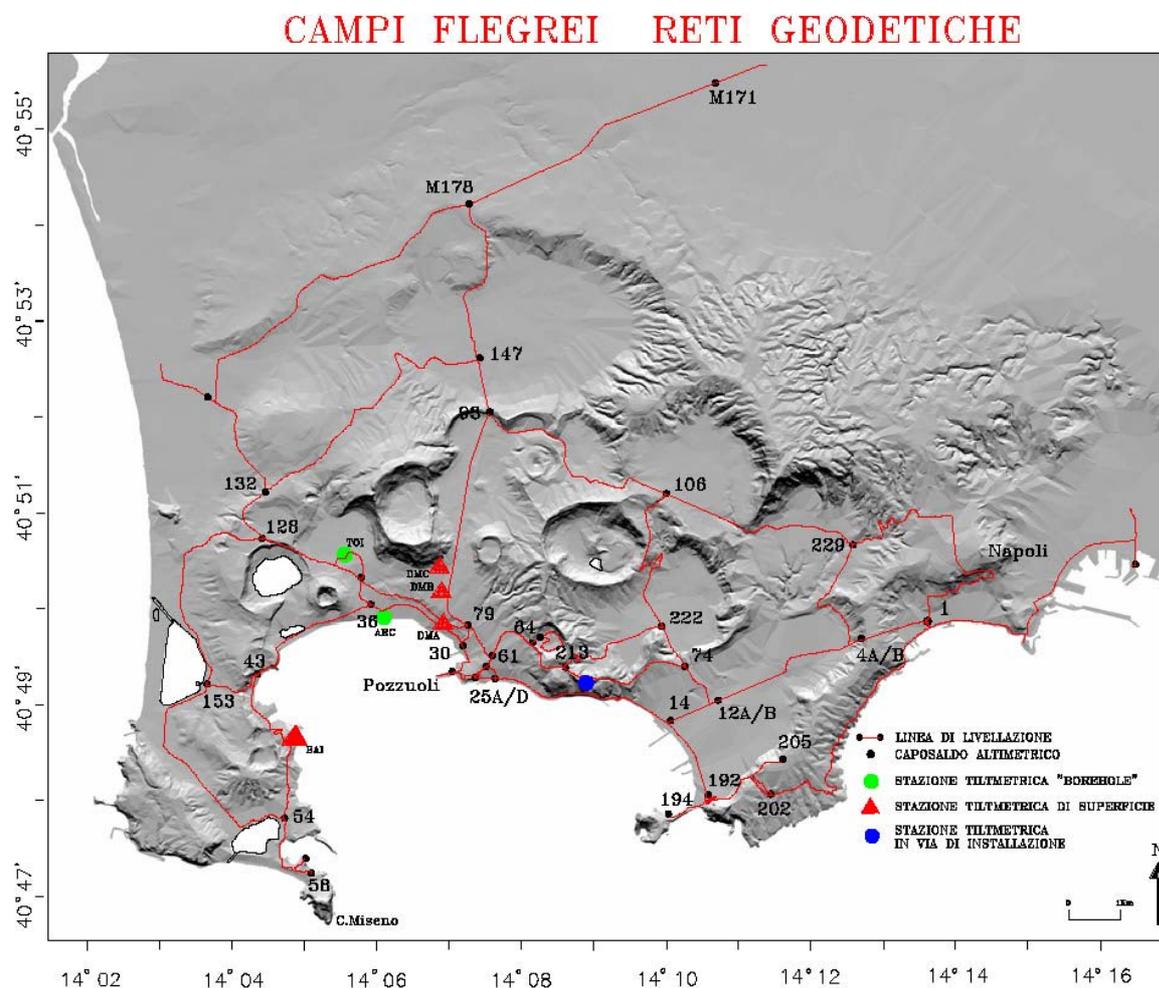


Fig. 2a

Rete di livellazione dei Campi Flegrei comprensiva dei tratti "Quarto-Qualiano" e "Napoli Mergellina – Napoli Molo Carmine".

Linee
Napoli – Pozzuoli – Miseno
Pozzuoli – Solfatara – Napoli

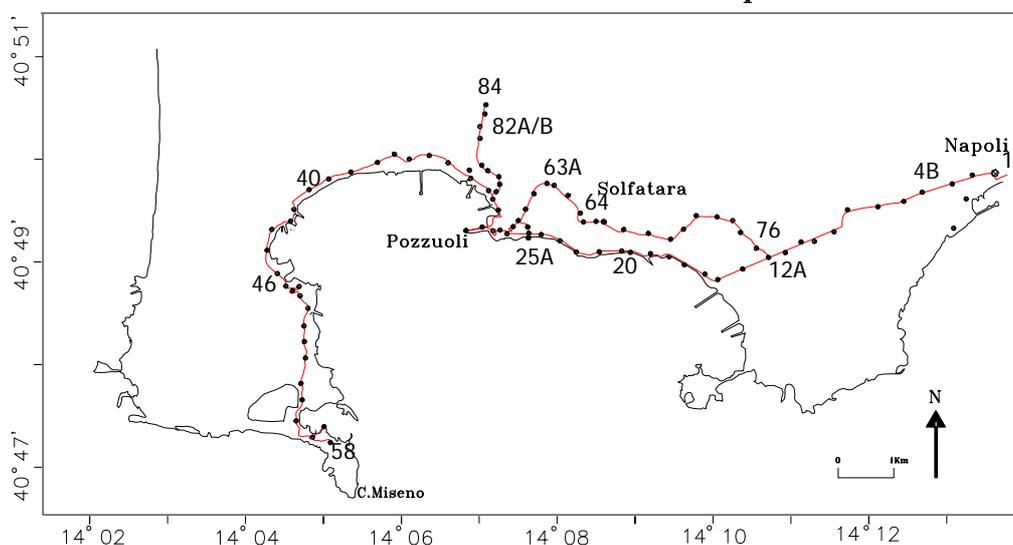


Fig. 2b

Tratto della linea di livellazione dei Campi Flegrei interessato dalle misurazioni iniziate nei primi giorni di Novembre 2004.

I rilievi altimetrici effettuati a Maggio 2004 confermavano che, dopo l'evento di sollevamento verificatosi tra la Primavera e l'Estate del 2000, la fase di subsidenza in atto era caratterizzata dalla diminuzione della velocità di abbassamento del suolo (Fig. 3).

CAMPI FLEGREI
Linea Napoli – Pozzuoli – Miseno
Variazioni di quota riferite a Marzo 2003

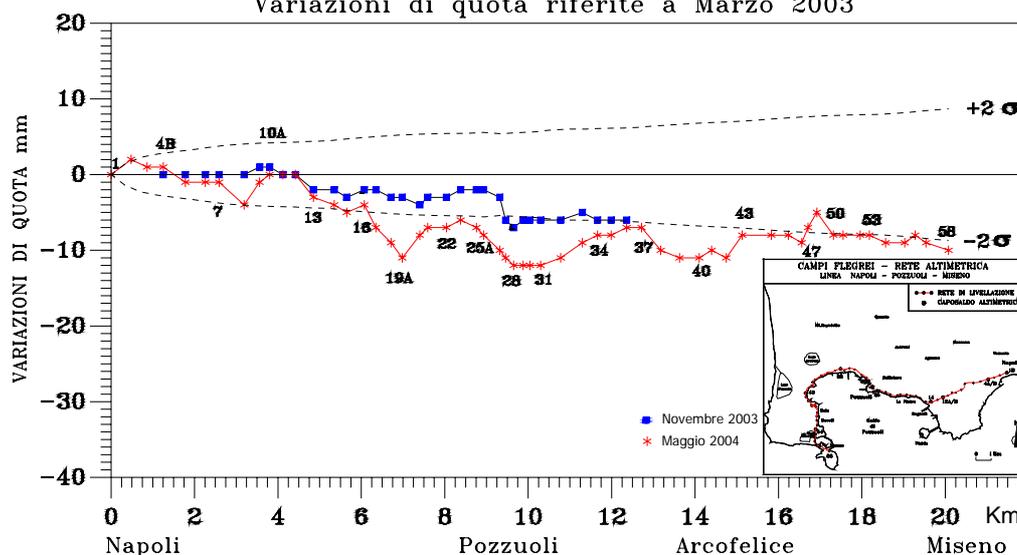


Fig. 3

In figura sono rappresentate le variazioni di quota, riferite a Marzo 2003, ottenute dai rilievi effettuati a Novembre 2003 e Maggio 2004. Le linee tratteggiate rappresentano i limiti di confidenza al 95% relativi alle serie di dati Marzo 2003-Maggio 2004.

D'altra parte, le stazioni tiltmetriche installate ai Campi Flegrei, ed in particolare la stazione DMB (situata a 2 km dal Cs 25), che forniscono un contributo indipendente al monitoraggio della deformazione flegrea, evidenziavano la diminuzione della velocità d'inclinazione del suolo in direzione S (Figg. 4a/b).

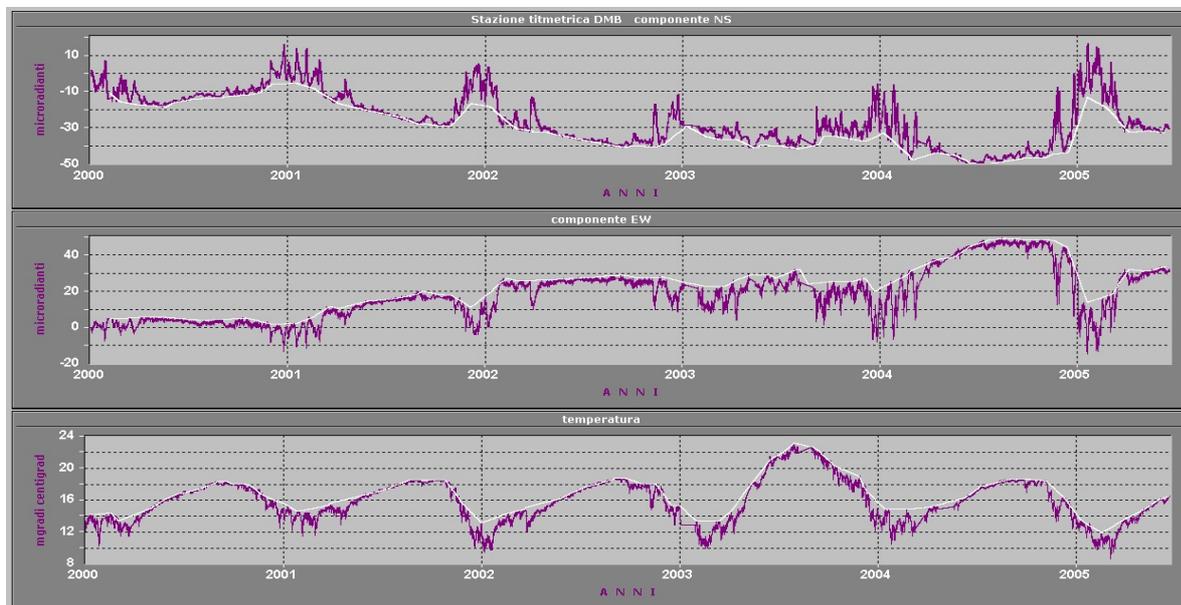


Fig. 4a

Segnali inclinometrici e termico registrati nel periodo 2000 - giugno 2005 dalla stazione tiltmetrica DMB situata 2 km a NNW dal cs. 25. Le curve sovrapposte in bianco rappresentano gli involupei dei minimi (comp. NS) e dei massimi (comp. EW e Te) ed evidenziano meglio il trend dei rispettivi segnali. Valori crescenti di inclinazione indicano rispettivamente abbassamento a N (comp. NS) e ad E (comp. EW).

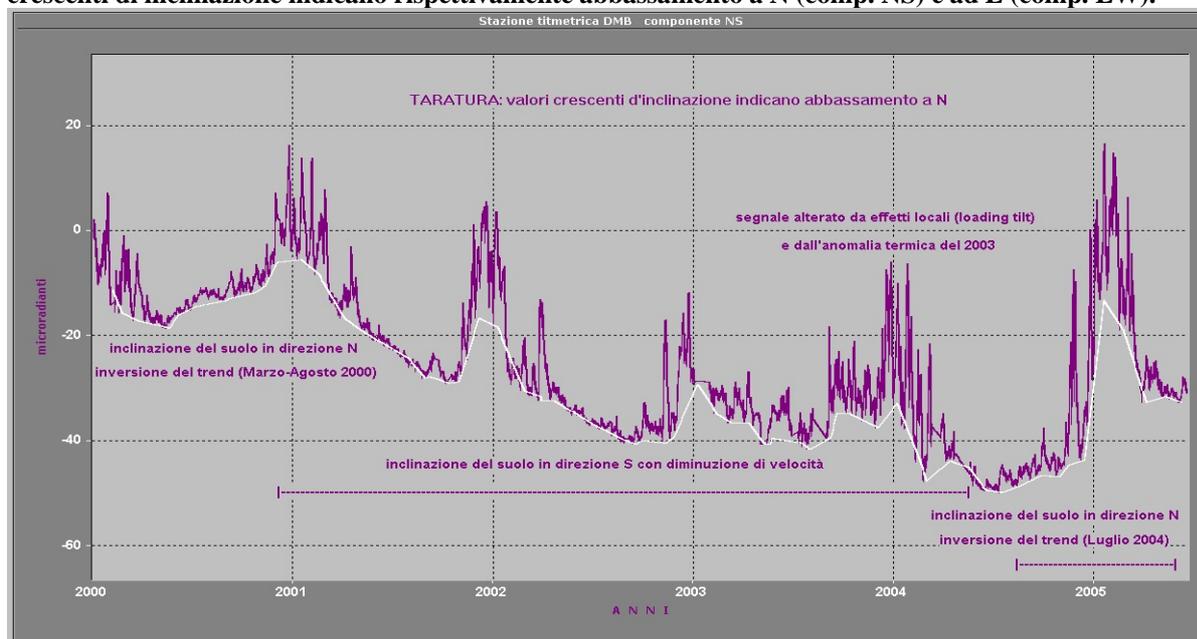


Fig. 4b

Inclinazione del suolo registrata dalla componente NS della stazione DMB.

Il trend di abbassamento del suolo è evidenziato dalla deriva verso S del segnale; sovrapposto ad esso è visibile la nota inversione del 2000 e quella nuova iniziata nel Luglio 2004. Il segnale tiltmetrico rappresentato non è stato volutamente corretto dagli effetti di temperatura per sottolineare come, nonostante la presenza di disturbi di natura termica e termoelastica, il dato inclinometrico continuo sia idoneo a tracciare l'andamento della deformazione del suolo ai Campi Flegrei. Il segnale relativo al secondo semestre 2003 è fortemente influenzato dall'anomalia termica dell'estate di quell'anno ed anche dallo svuotamento di alcuni serbatoi di nafta situati in prossimità della stazione stessa.

di lunghezza, valore al di sotto della tolleranza imposta dal metodo $T_{Max} = \pm 2 \cdot \sqrt{L}$ dove L è la lunghezza del circuito.

Successivamente si è proceduto alla compensazione ai minimi quadrati col metodo delle osservazioni indirette riscontrando, a conferma della loro buona qualità, una deviazione standard per unità di peso $\sigma_0 = 1.095$ mm, e imponendo la quota compensata rilevata a Novembre 2004 del Cs 4B (Napoli Gall. 4 Giornate) come riferimento relativo ($Q = 40.4963$ m).

Questo caposaldo (4B) di norma è utilizzato come riferimento relativo nel calcolo delle quote compensate, quando vengono eseguite le misurazioni lungo la linea parziale ovvero circa sei mesi dopo quelle eseguite sull'intera rete.

Tale punto, infatti, è sufficientemente rappresentativo del valore di quota assoluto in quanto, storicamente, la componente verticale della deformazione dell'area in cui è installato risulta ammontare al 3% della massima deformazione calcolata nell'area flegrea.

Le misure eseguite a Maggio 2005, messe a confronto con quelle di Novembre 2004, evidenziano che l'area flegrea è stata interessata da una fase di sollevamento del suolo che ha raggiunto valori significativi (cioè hanno superato i limiti dell'errore) sia lungo parte della linea costiera che della "Solfatara". In particolare, il valore massimo di sollevamento si riscontra al Cs LCF24 con +11 mm (Figg. 6-7).

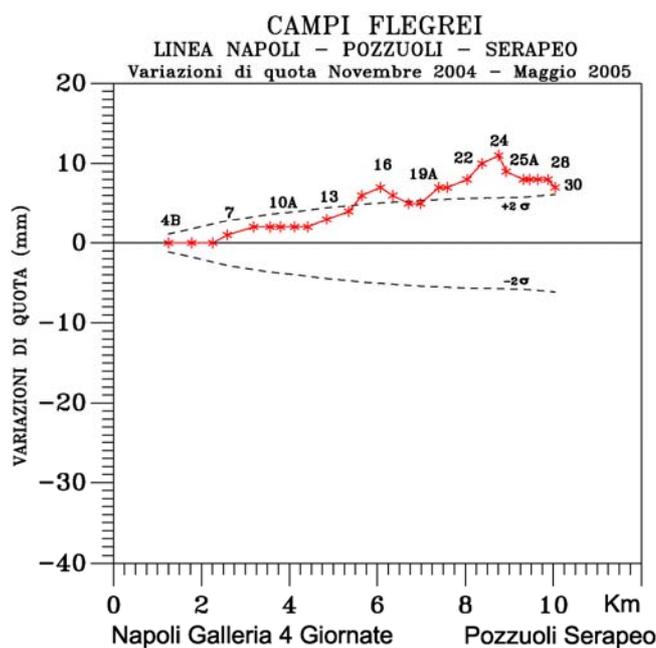


Fig. 6
Variazioni di quota lungo la linea Napoli - Pozzuoli - Serapeo da Novembre 2004 a Maggio 2005.

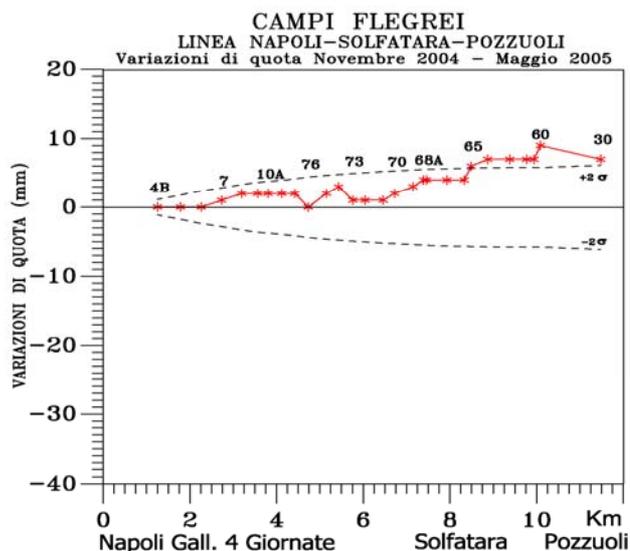


Fig. 7

Variazioni di quota lungo la linea Napoli-Solfatara - Pozzuoli da Novembre 2004 a Maggio 2005.

Rappresentando le ultime due misurazioni effettuate nell'area (Novembre 2004 e Maggio 2005) ed utilizzando come riferimento i dati di Maggio 2004, si evidenzia ulteriormente che l'area flegrea è stata interessata da una fase di sollevamento che attualmente ha completamente recuperato il significativo residuo abbassamento rilevato a Novembre 2004 (Fig. 8). Tale sollevamento conferma i dati provenienti dalla rete di stazioni tiltmetriche operanti nell'area che individuavano l'anomalia sin da luglio 2004 (Figg. 4a/b).

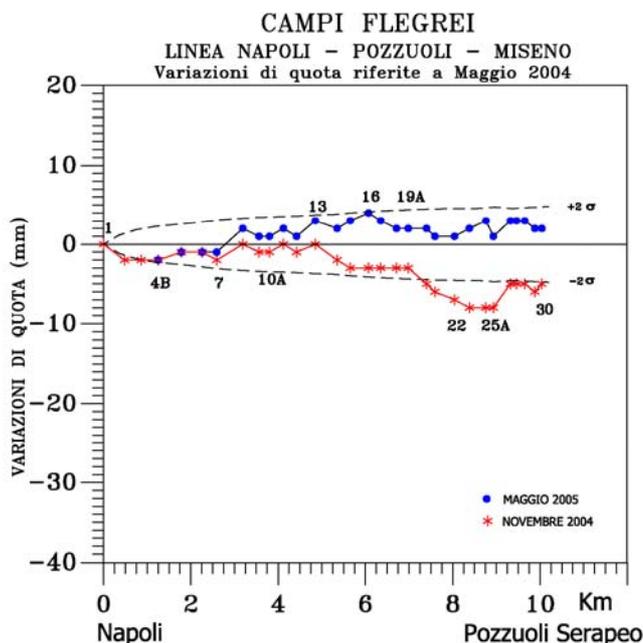


Fig. 8

Variazioni di quota, riferite a Maggio 2004, ottenute dai rilievi effettuati a Novembre 2004 e Maggio 2005 lungo parte della linea costiera. Le linee tratteggiate rappresentano i limiti di confidenza al 95% relativi alle serie di dati Maggio 2004-Maggio 2005.

Da Gennaio 1985, quando si concluse la fase ascendente del bradisismo durata tre anni (crisi 1982-1984), l'area flegrea è interessata da una fase di abbassamento, interrotta all'inizio della Primavera del 1989 (quando fu rilevato un sollevamento massimo di 70 mm), nell'Agosto del 1994 (con un sollevamento ben evidenziato dalle stazioni della rete tiltmetrica operante nell'area) ed infine durante la Primavera-Estate del 2000, quando fu rilevato un sollevamento di 37 mm.