MONITORAGGIO GEOCHIMICO DELL'AREA VESUVIANA[4]

La sorveglianza geochimica dell'area Vesuviana, effettuata dall'Unità Funzionale di Geochimica dei Fluidi dell'Osservatorio Vesuviano, nel corso del 2004 ha riguardato:

- il monitoraggio del processo di degassamento nell'area craterica attraverso: la misura discontinua dei flussi di CO_2 in punti fissi ubicati sul bordo orientale del cratere (area anemometro), l'acquisizione dei parametri geochimici in continuo (flusso di CO_2 ed alcuni parametri atmosferici) attraverso la stazione FLXOV4 installata all'interno del cratere;
- il monitoraggio di alcuni parametri ambientali (atmosferici e del suolo) attraverso una stazione automatica ubicata sul bordo occidentale del cratere del Vesuvio (stazione SM);
- lo studio delle emissioni fumaroliche presenti al fondo e sul bordo del cratere.

Monitoraggio dei Flussi di CO_2 al Vesuvio

Il monitoraggio del processo di degassamento nell'area vesuviana è stato effettuato attraverso:

- l'esecuzione di 7 indagini veloci;
- il monitoraggio in continuo attraverso la stazione FLXOV4.

Monitoraggio discontinuo dei flussi di CO_2 (indagini veloci) al Vesuvio

Le misure discontinue di flusso di CO_2 effettuate nel 2004, hanno evidenziato un picco di maggiore degassamento nel periodo estivo. Le indagini veloci sono effettuate periodicamente a partire dal 1998 sul bordo orientale del cratere. Le misure dei flussi di CO_2 e delle temperature del suolo (10 cm di profondità) avvengono in 15 siti selezionati. I valori medi dei flussi di CO_2 di ciascuna campagna sono riportati nel cronogramma di fig. 76, dove è possibile riconoscere due periodi:

a) il primo, dal 1998 all'autunno del 1999, è caratterizzato da valori relativamente alti di flusso di CO_2;
b) il secondo in seguito all'evento sismico dell'ottobre 1999, caratterizzato da valori mediamente più bassi. I valori più elevati di flusso di CO_2 relativo alle indagini veloci è stato misurato nel periodo di maggiore sismicità (ottobre 1999).

[4] A cura di: Chiodini G., Avino R., Bocchino B., Caliro S., Granieri D., Minopoli C., Moretti R., Russo M.

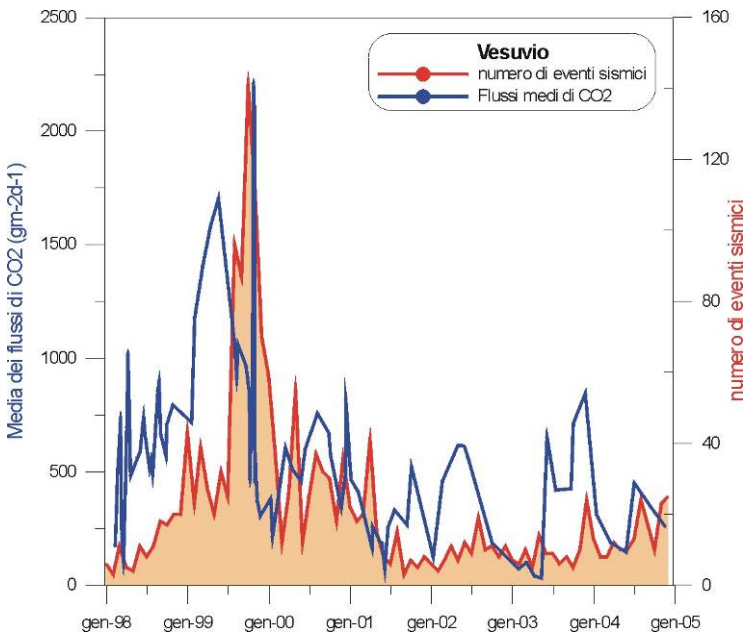

Figura 76 - Valori medi del flusso di CO_2 in 15 punti del bordo craterico del Vesuvio, area anemometro (per l'ubicazione esatta del sito vedi i rapporti di sorveglianza 1999). Nel grafico è pure riportato il numero di scosse mensili.

Stazioni geochimiche in continuo al Vesuvio: ubicazione, sensoristica e risultati

Il sistema di monitoraggio geochimico in continuo al cratere del Vesuvio attualmente comprende una stazione per l'acquisizione dei parametri geochimici, FLXOV4, ed una stazione automatica per la misura dei parametri ambientali, ABC 7030.

La FLXOV4, ubicata all'interno del cratere del Vesuvio, è operativa dall'agosto 1999. I parametri più rilevanti acquisiti dalla stazione automatica, ad intervalli di 4 ore, sono: il flusso di CO_2 dal suolo, la pressione barometrica e la temperatura del suolo a circa 20 cm di profondità. Nel periodo invernale (fine dicembre – inizio marzo) la stazione non è attiva per la mancanza di irraggiamento diretto all'interno del cratere del Vesuvio. Nell'anno 2004 la stazione ha funzionato per 312 giorni, fornendo un valore medio di flusso di CO_2 dal suolo di ~ 1850±630 gm-2d-1 ed una temperatura del suolo di ~ 82±11°C. Il valore di temperatura del suolo è praticamente identico a quello relativo al 2003 (T suolo ~ 82±6°C nel 2003), mentre il flusso di CO_2 è sensibilmente diminuito (FCO_2 ~ 2400±816 gm-2d-1 nel 2003). In fig. 77 è riportato l'andamento del flusso di CO_2 e della temperatura del suolo registrato alla stazione FLXOV4 negli ultimi sei anni.

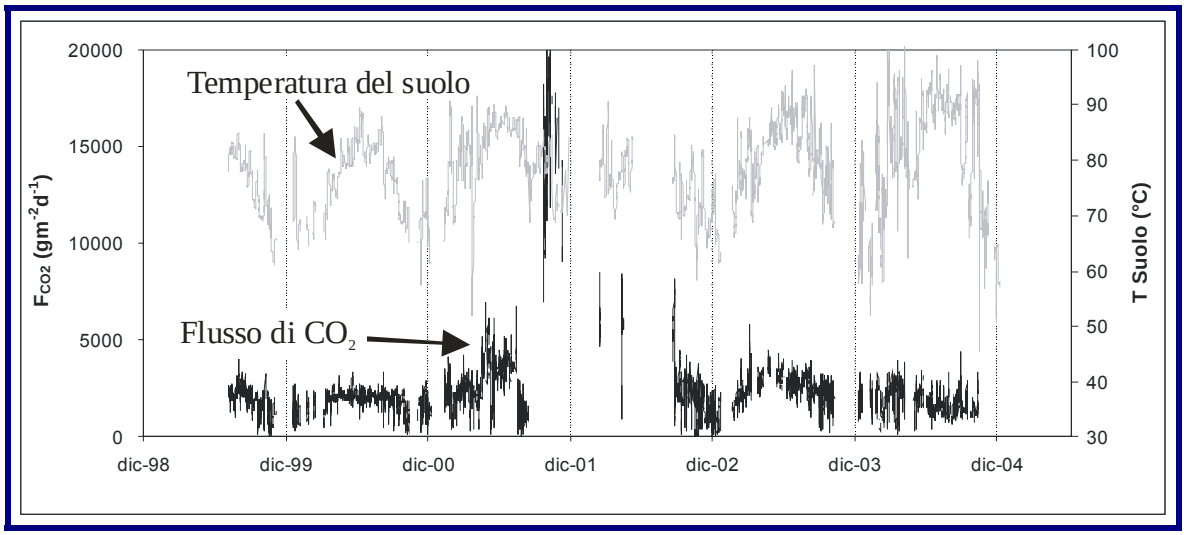

Figura 77 - Flusso di CO_2 e temperatura del suolo a circa 0.2 m di profondità, all'interno del cratere del Vesuvio.

Nell'anno 2004 i valori più elevati di flusso di CO_2 sono stati registrati nel periodo aprile-maggio (fig. 77), anche se l'effetto stagionale (valori più alti all'inizio della stagione secca) appare meno evidente di quello registrato nel 2003 e negli anni precedenti. Per l'interpretazione del picco di flusso di CO_2 registrato nell'ottobre-novembre 2001 e per l'effetto dei parametri ambientali sul degassamento diffuso di CO_2 in questo sito si rimanda a Granieri et al., (2003).

La stazione meteorologica ABC 7030 acquisisce, con frequenza oraria, i seguenti parametri ambientali: velocità e direzione del vento, temperatura ed umidità relativa dell'aria, intensità della pioggia, temperatura del suolo a 0.1 m di profondità, pressione barometrica. La stazione è ubicata sul bordo occidentale del Vesuvio (Zona: 33T, 4519335N - 451387E, coordinate UTM ED50) ed è equipaggiata con acquisitore multicanale Babuc ABC ad 8 ingressi analogici e 2 impulsivi. Essa è operativa dal novembre 2001 ed ha fornito delle serie temporali complete, ad eccezione di brevi periodi mancanti per l'ordinaria manutenzione. Il 16 settembre 2004 è stata colpita da una scarica elettrica atmosferica ed ha riportato danni consistenti. Dopo una completa revisione e la sostituzione di alcuni sensori è stata reinstallata nel maggio 2005.

La fig. 78 riporta alcuni parametri ambientali registrati dalla stazione ABC 7030 a partire dalla sua messa in funzione. Il set completo di dati è disponibile presso l'UF Geochimica dei Fluidi dell'Osservatorio Vesuviano - INGV.

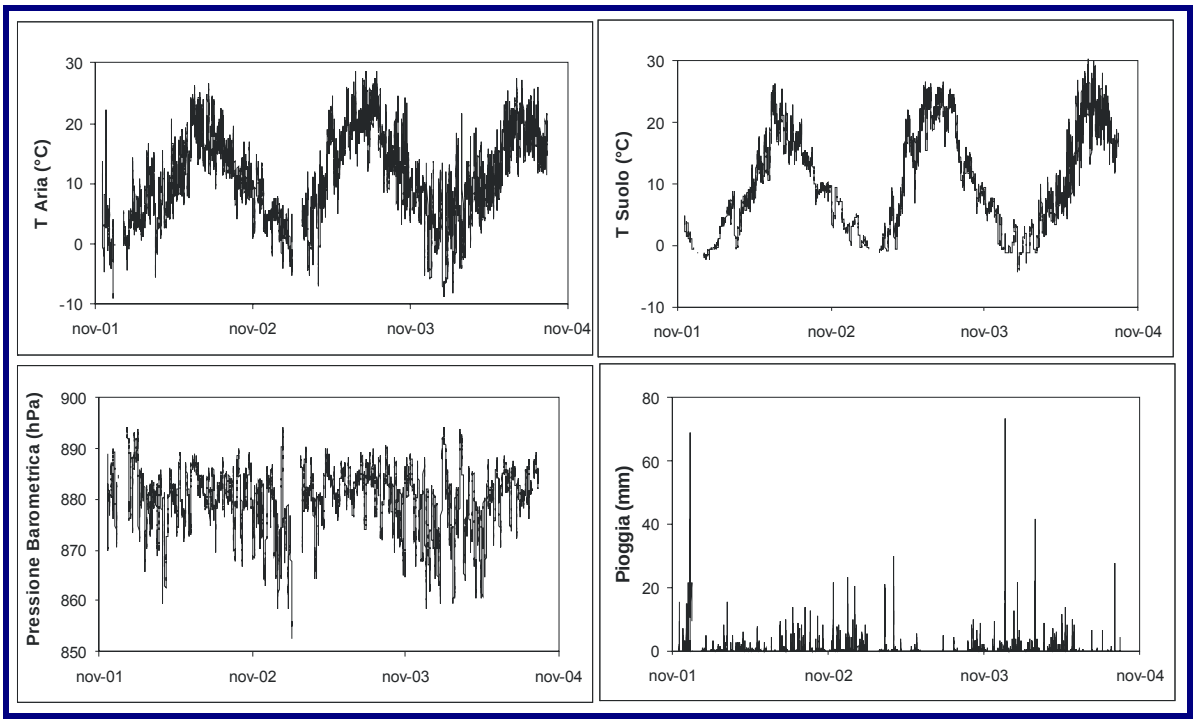

Figura 78 - Parametri atmosferici e temperatura del suolo misurati alla stazione meteorologica situata sul bordo del cratere del Vesuvio. Il sensore di pioggia ha fornito dati non validi nel marzo e dicembre 2003.

Composizione chimica delle fumarole del Vesuvio

Nel corso del 2004 sono state eseguite 8 campagne di campionamento delle fumarole interne al cratere vesuviano (tab. 32) e 5 campagne di campionamento della fumarola B1 del bordo cratere.

Una dettagliata descrizione del modello geochimico interpretativo delle fumarole del Vesuvio è riportata in Chiodini et al.,(2001) e riassunta nei precedenti rapporti.

Nei precedenti rapporti di sorveglianza sono state segnalate variazioni composizionali delle fumarole interne al cratere (diminuzioni dei rapporti H_2/CO_2 e CH_4/CO_2 e aumento del rapporto He/CO_2). Tali variazioni, probabilmente a seguito dell'evento sismico dell'autunno 1999, sono imputabili ad un aumento della pCO_2 del sistema idrotermale (stimata sulla base di geoindicatori gassosi) che ha mostrato un picco di valori nell'estate del 2001 per poi ridiscendere verso valori bassi nel 2003. Da notare che in concomitanza con l'aumento del valore di pCO_2 si è registrato un notevole aumento nel flusso di CO_2 alla stazione FLXOV4. Tale coincidenza ha suggerito che il periodo anomalo è stato probabilmente causato da un aumento dell'input di gas profondo, forse favorito dall'evento sismico dell'Ottobre 1999.

Nel corso del 2004 si è assistito ad una inversione del trend decrescente della pCO_2, i cui valori hanno mostrato un modesto aumento (fig. 79). Questa variazione di pCO_2, a differenza del 1999, non è stata accompagnata da variazioni sostanziali dei rapporti

H_2/CO_2, CH_4/CO_2 e He/CO_2 (fig. 80). Infatti, $CH_4/_{CO2}$ è ritornato all'incirca ai valori del 1999, mentre He/CO_2 evidenzia un trend sostanzialmente costante dal 2002 mentre per $H_2/_{CO2}$ i valori sono in crescita e probabilmente stanno tendendo verso i valori precedenti all'episodio sismico.

Tabella 32 - Analisi chimica dei campioni delle fumarole del fondo del cratere del Vesuvio nel 2004. Le analisi sono espresse in μmol/mol.

Fum.	Data	T°C	H_2O	CO_2	H_2S	Ar	O_2	N_2	CH_4	H_2	He	CO
FC2	07/01	93.5	901424	97158	347.6	0.363	0.032	147.6	55.4	866.1	0.649	30.121
FC2	06/02	93.9	888600	109982	271.8	0.467	0.106	168.7	61.1	914.9	0.705	34.498
FC2	10/04	82.3	861470	129525	222.4	89.558	183.6	7803.5	79.7	624.1	1.617	57.525
FC2	07/05	93.5	868136	126635	284.2	44.685	0.000	3951.0	77.0	870.7	1.263	53.408
FC2	29/06	94.2	903671	94981	376.8	1.045	0.285	166.4	43.5	758.6	0.577	33.692
FC2	21/07	94.4	907560	91008	362.2	1.089	0.175	173.6	46.8	847.3	0.663	36.396
FC2	10/09	94.3	907370	91285	334.6	0.519	0.040	135.9	45.3	827.9	0.530	36.144
FC2	21/10	93.3	901717	96720	326.8	1.228	0.224	193.3	54.5	985.6	0.804	40.872

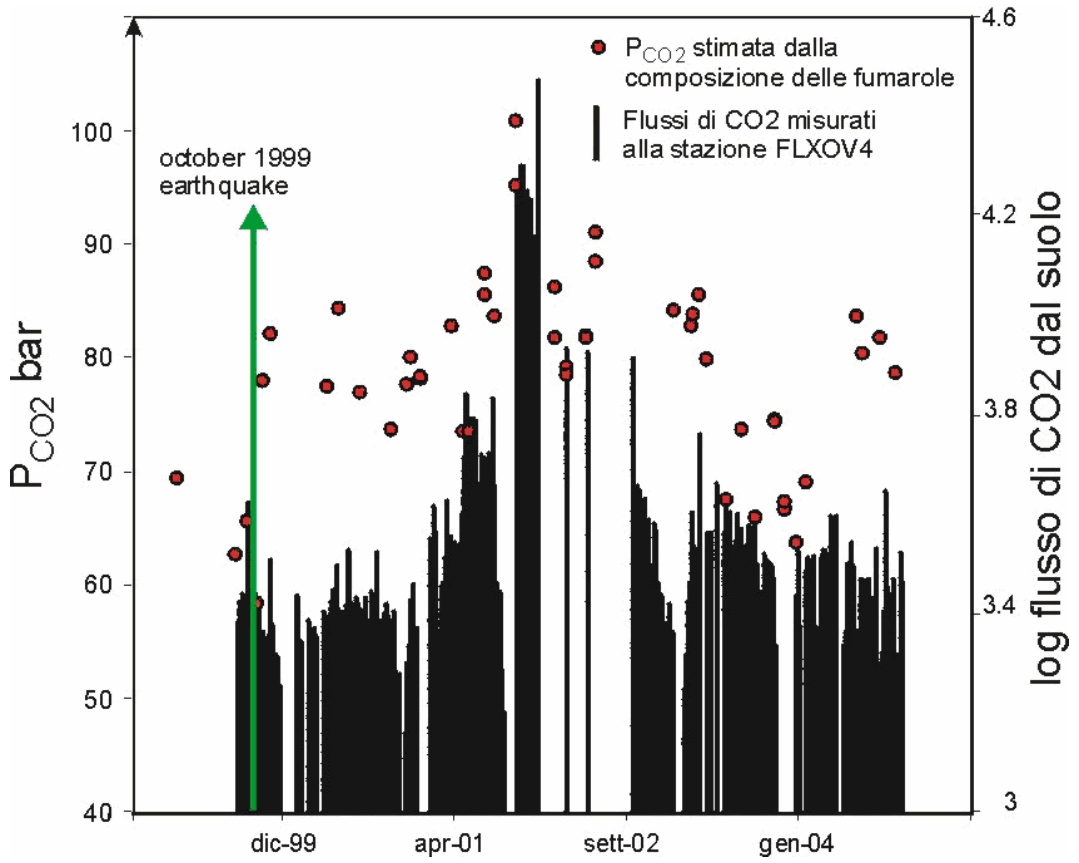

Figura 79 - pCO2 stimata sulla base dei gas emessi dalla fumarola FC2 (brine NaCl 3M) e flusso di CO2 alla stazione FLXOV4 (1998-2004).

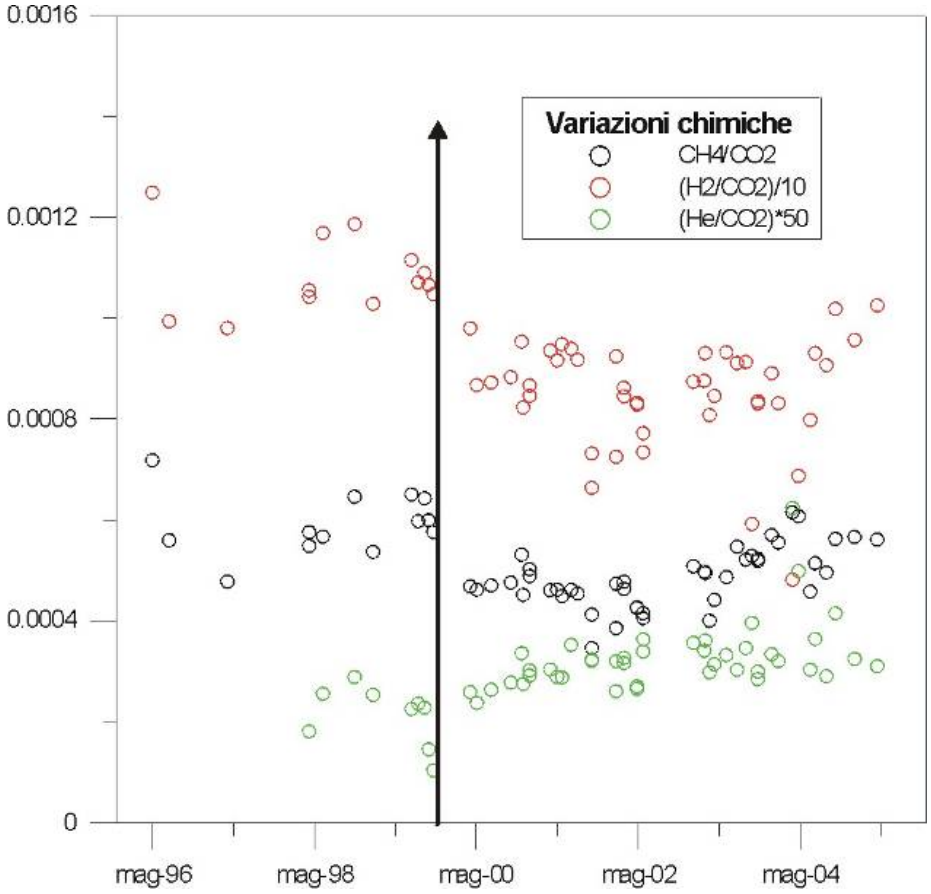

Figura 80 - Variazioni composizionali della fumarola FC2 nel periodo 1996-2002.

Conclusioni

Nel corso del 2004 è continuato il monitoraggio del flusso di CO_2 e della temperatura del suolo all'interno del cratere vesuviano tramite stazione automatica. La temperatura media del suolo (82°C a circa 0.2 m di profondità) non ha mostrato variazioni rispetto al 2003 mentre il flusso appare sensibilmente diminuito nell'ultimo anno di osservazione. La stazione meteorologica, ubicata sul bordo occidentale del cratere, è stata colpita da scarica elettrica atmosferica nel settembre 2004 e si è resa necessaria una sua completa revisione. Il set di parametri ambientali (atmosferici e del suolo), relativamente al periodo novembre 2001 – settembre 2004, è disponibile presso l'UF Geochimica dei Fluidi dell'Osservatorio Vesuviano –INGV.

Nel periodo di interesse i parametri chimici delle fumarole hanno mostrato un modesto aumento della pCO_2 stimata, contrariamente al trend decrescente mostrato nel 2002-2003. Diversamente a quanto ben osservato nel periodo 1999-2001 l'incremento di pCO_2, non è stato accompagnato dalla diminuzione dei rapporti H_2/CO_2 e CH_4/CO_2 e aumento del rapporto He/CO_2, che in prima ipotesi porta ad escludere un significativo aumento dell'input di fluidi profondi nel sistema idrotermale.

ACQUE SOTTERRANEE DEL VESUVIO

L'attività di sorveglianza dell'acquifero del Vesuvio è consistita nel monitoraggio mensile di 9 pozzi e 3 sorgenti localizzati, in gran parte, sul fianco sud-occidentale del vulcano (area caratterizzata dalla presenza dei flussi più intensi di fluidi vulcanici) e, in misura inferiore, sui fianchi settentrionale ed orientale dell'edificio vulcanico, in prossimità di strutture tettoniche attive. Su ciascun campione è stata determinata la composizione chimica dell'acqua in termini di costituenti maggiori (Na, K, Mg, Ca, Cl, SO_4, NO_3, alcalinità), la composizione chimica dei gas disciolti; la composizione isotopica dell'elio disciolto su quattro siti.

In generale, le acque campionate sono fredde o debolmente termali (9 < T°C < 24.5); hanno una salinità compresa tra 600 e 13000 mg/l e pH tra 5.9 e 8.0. Le acque campionate sul versante sud-occidentale sono caratterizzate da temperature e salinità più alte, da pH più acido e da contenuti di CO2 disciolta compresi tra 50 e 1100 cc/l. Le acque del settore settentrionale sono più fredde, meno saline e caratterizzate da tenori significativamente inferiori in CO_2 disciolta (< 10 cc/l). In questa porzione dell'edificio vulcanico, l'unica evidenza di un contributo di gas vulcanici si evince dal rapporto isotopico dell'elio disciolto che, in alcuni siti, indica una chiara derivazione profonda.
I dati acquisiti durante il 2004 non mostrano variazioni di particolare importanza riguardo le condizioni di attività di questo sistema vulcanico.

ISCHIA

L'attività esalativa dell'isola di Ischia, la cui eruzione più recente risale al 1301, è caratterizzata dalla presenza di numerose sorgenti termali e fumarole. La composizione chimica e isotopica dei fluidi emessi è legata alle caratteristiche idrologiche e litologiche delle formazioni rocciose presenti nel reservoir.
Durante il primo semestre 2004, in maggio, sono stati prelevati campioni di acque termali (sorgenti e pozzi) e di gas liberi al fine di determinare le possibili variazioni legate all'attività vulcanica.
Le acque termali, conservate in bocce in polietilene, sono state analizzate con HPLC mod. DIONEX SP 2000 e 4500 con detector CDM1 per la determinazione dei cationi e PED per quella degli anioni. La determinazione dei carbonati e bicarbonati è stata eseguita mediante titolazione. Temperatura, pH e conducibilità dell'acqua sono stati misurati direttamente in campagna. I gas liberi sono stati prelevati e conservati in campionatori a due vie in vetro pirex con rubinetti da vuoto collegati tramite un tubo di silicone ad una siringa da 100 cc e ad un fioretto in acciaio inox piantato nel suolo sino ad una profondità di 50 cm oppure, nel caso di gas gorgoglianti in acqua, con un imbuto capovolto. I gas sono stati analizzati in laboratorio con un gas-cromatografo Perkin-Elmer Σ 8500 con Ar come gas carrier e colonne Carbosieve S II da 4 m con HWD (He, H_2, O_2, N_2) e FID (CO, CH_4 e CO_2) come detector. La composizione isotopica del carbonio della CO_2, espressa in δ‰ rispetto allo standard PDB, è stata determinata mediante spettrometria di massa dopo purificazione in una linea a vuoto. La composizione isotopica dell'elio ($^3He/^4He$) è stata misurata con spettrometria di massa a doppio collettore.