



Prot. int. n° 2008/070

Installazione del sistema CERBERUS sullo Stromboli

La Spina A.¹, Burton M.R.¹, Caltabiano T.¹, Murè F.¹,

Jordan M.², Gorgas J.², Rausch P.² & Harig R.²

⁽¹⁾Istituto Nazionale Geofisica e Vulcanologia Sezione di Catania

⁽²⁾Technischen Universität Hamburg-Harburg (TuHH) Germania

Introduzione

L'attività Stromboliana, comune a vari vulcani, consiste in ripetute esplosioni, pressoché regolari nel tempo, con espulsione di materiale incandescente ad un'altezza da decine a centinaia di metri al di sopra dell'orlo craterico. Tali esplosioni sono dovute alla deflagrazione di bolle di gas prima disciolte nel magma e liberatesi da esso durante la sua risalita convettiva verso la superficie, in seguito alla diminuzione di pressione confinante.

La metodologia FTIR consente la determinazione delle principali componenti gassose rilasciate dall'attività di degassamento craterico (H₂O, CO₂, SO₂, HCl, HF, CO e OCS) mediante analisi spettrale delle componenti radiative del gas, e attraverso la successiva conversione in rapporti molari delle specie gassose sopra elencate è possibile caratterizzare qualitativamente la componente volatile emessa. L'analisi degli spettri è eseguita mediante confronto con spettri simulati da un modello che tiene conto sia dei parametri atmosferici, quali temperatura e pressione, che di quelli vulcanici.

Le informazioni ottenute rivelano la profondità di equilibratura dei gas che guidano l'attività esplosiva dello Stromboli. Ciò è possibile in quanto ogni componente volatile ha una specifica pressione di essoluzione dal magma. Il gas meno solubile, che quindi lascia per primo la fase fusa per passare alla fase gassosa, è la CO₂; essa lascia il fuso già a profondità di ~4 km, seguita dall'H₂O, dall'SO₂ e infine dalle componenti alogene (HCl e HF), che vengono liberate dal magma in condizioni pressoché superficiali (nell'ordine delle decine di metri).

Le bolle di gas che si formano nel magma in risalita migrano verso la superficie più velocemente del magma circostante, in quanto normalmente l'attività Stromboliana non è accompagnata da effusione lavica. Conoscendo pertanto i rapporti molari fra le varie componenti volatili che costituiscono le bolle di gas è possibile risalire alle condizioni di pressione e di temperatura esistenti al momento della loro formazione. Attraverso l'utilizzo di un modello che tiene conto delle condizioni di pressione litostatica, delle pressioni d'essoluzione dei gas disciolti nel magma e delle caratteristiche del magma di Stromboli si può quindi risalire alla profondità della sorgente dell'attività esplosiva di questo vulcano. Come dimostrato dal recente lavoro (Burton et al. 2007 pubblicato sulla rivista Science, vol. 317; pag. 227-230), l'origine delle esplosioni più energetiche che si verificano ad un intervallo di 15-20 minuti (presentanti un alto valore nel rapporto CO_2/SO_2) è ricondotta ad una profondità di circa 3 km, coincidente con la base dello Stromboli stesso (interfaccia edificio vulcanico-crosta). Di contro, le esplosioni meno intense sono ricondotte ad una sorgente più superficiale in accordo con la loro più alta frequenza, minore energia, minor contenuto in CO_2 (più basso rapporto CO_2/SO_2) e maggior contenuto in HCl.

Questo risultato ha aperto la strada a nuove possibilità applicative del modello, che non riguardano solo lo Stromboli ma che possono essere estese anche ad altri vulcani con attività simile. Inoltre, poter ottenere informazioni sulle condizioni profonde del degassamento consente probabilmente di avere più tempo a disposizione per definire le migliori condizioni di sicurezza per i numerosi turisti e operatori in ambito vulcanologico che ogni giorno si avvicinano ad un sistema vulcanico attivo. Pertanto, questa metodologia, applicata con continuità, potrebbe costituire un sostanziale supporto al Dipartimento di Protezione Civile.

A tale scopo nei giorni 17-25 Giugno 2008 si è provveduto all'istallazione di uno spettrometro FTIR in continuo gestito in remoto, in modo che possa monitorare in maniera continua la composizione dei volatili emessi dallo Stromboli. Questo passo rappresenta una novità assoluta per il monitoraggio geochimico di un vulcano attivo.

Il sistema

Descrizione:

Il sistema CERBERUS nasce dalla proficua collaborazione fra il gruppo di geochimica della Sezione di Catania dell'INGV e il gruppo del Prof. Roland Harig dell'Università di Amburgo. Il sistema installato (figura 1) è costituito essenzialmente da tre parti: i) una camera infrarossa, ii) uno spettrometro FTIR open-path e iii) un sistema di puntamento.

La presenza della camera infrarossa permette, oltre che ad aver una visione della tipologia di attività in corso, il corretto puntamento dello spettrometro attraverso un sistema di specchi, in

maniera che la radiazione entri in maniera parallela all'asse ottico dello spettrometro, garantendo un elevato rapporto segnale-rumore (figura 2).

Il sistema di puntamento è costituito da due specchi: uno fisso e uno mobile posti davanti allo spettrometro. La radiazione infrarossa proveniente dall'attività vulcanica, viene introdotta all'interno dello spettrometro attraverso lo specchio mobile, dopo una prima riflessione sullo specchio fisso.

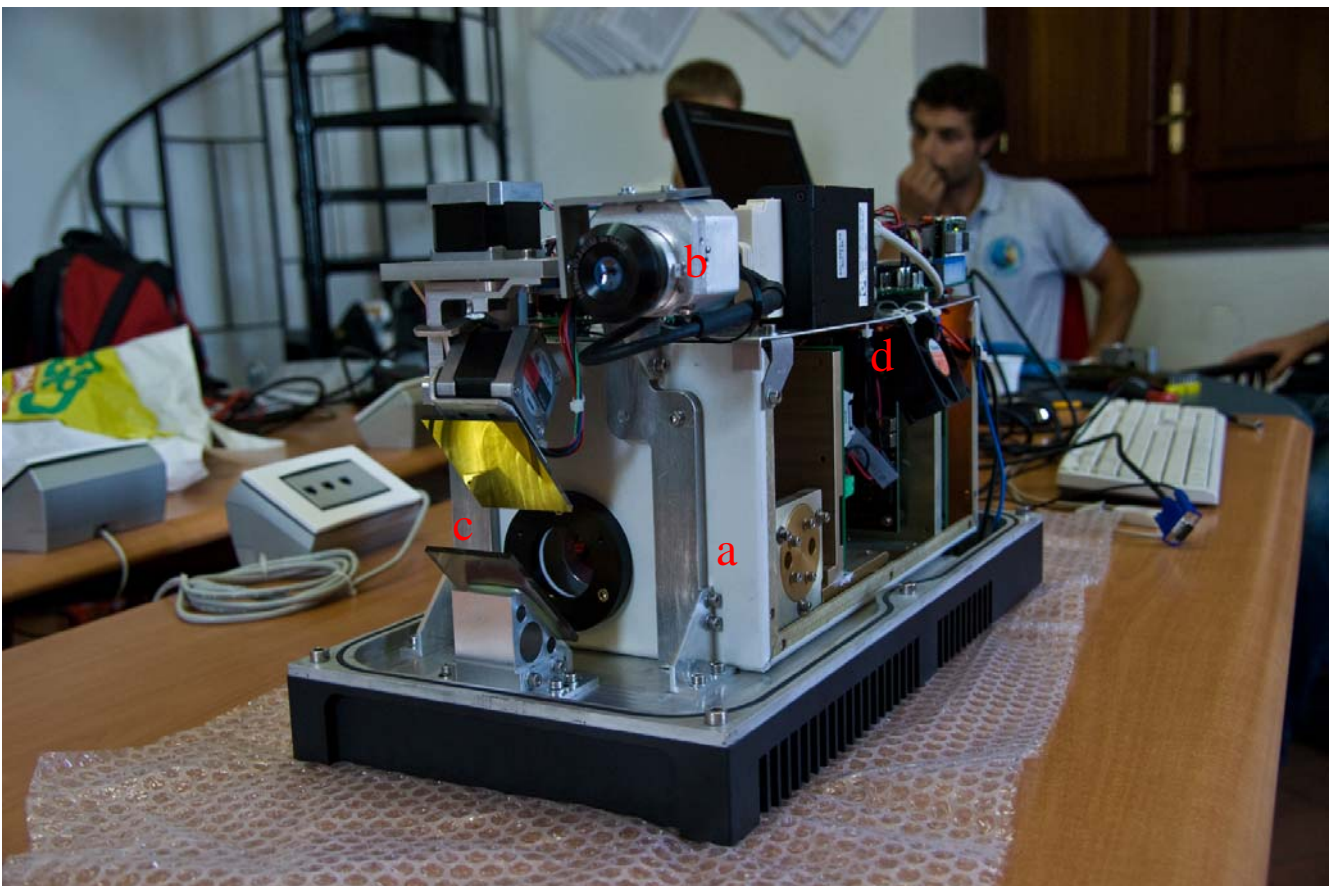


Figura 1- Particolare interno della stazione FTIR-IrCamera Scanning. a-Spettroometro Open-path; b-Camera Infrarossa; c- sistema di puntamento; d- sistema di raffreddamento

Il sistema CERBERUS è racchiuso in un box all'interno del quale il funzionamento di due ventole determinano una continua circolazione di aria che determina il mantenimento di una costante temperatura di ~ 40 . Inoltre, se a causa di un non corretto funzionamento del sistema di raffreddamento, la temperatura all'interno del box dovesse raggiungere i $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ il sistema si arresta automaticamente.

Il box frontalmente presenta due finestre di differente dimensione (figura 3): quella più piccola (a) che presenta un diametro di 3 cm è fatta di germanio ed è l'apertura per la camera infrarossa, mentre quella più grande (b) con un diametro di 15 cm costituita da zaffiro, è utilizzata dal sistema di specchi per indirizzare la radiazione all'interno dello spettrometro.

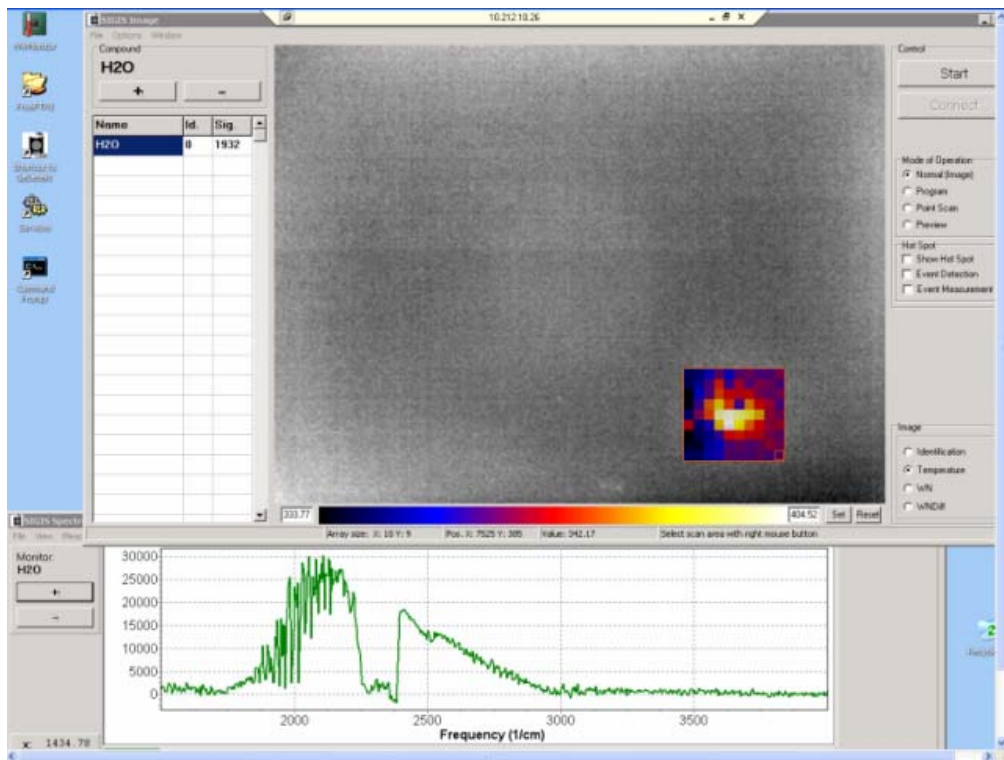


Figura 2- Esempio di procedura di acquisizione. In alto si notano i pixel dell'immagine della Ir-camera, nella parte inferiore il relativo spettro acquisito.



Figura 3- Stazione posta all'interno del box protettivo. Si notano le due differenti finestre (vedi testo).

Lo spettrometro con cui è equipaggiata la nostra stazione è l'FTIR Open-Path della MIDAC Corporation, recentemente acquistato dall'INGV, Sezione di Catania. Tale spettrometro presenta un

detector con sensibilità fra 500 e 5000 cm^{-1} e non necessita di essere raffreddato mediante azoto liquido. La camera termica è una Photon 320 della FLIR con una frequenza di frame di 30 Hz.

All'interno della stazione è presente inoltre un computer attraverso cui vengono gestite le sue tre componenti essenziali della stazione e l'archiviazione delle informazioni acquisite.

La gestione in remoto di tutto il sistema è garantita dall'accesso in desktop remoto al computer a bordo.

Installazione

Le prime fasi dell'installazione hanno visto l'esecuzione di sopralluoghi nel mese di Novembre 2007 con l'obiettivo di individuare il sito più idoneo per il posizionamento della stazione di misura e della struttura portante dei pannelli solari per la sua alimentazione (figura 4).

E' possibile suddividere l'installazione in due fasi, la prima avvenuta nei giorni dal 17 al 20 Giugno in cui si è effettuato il posizionamento del box esterno protettivo, del sistema di alimentazione e il collegamento radio.

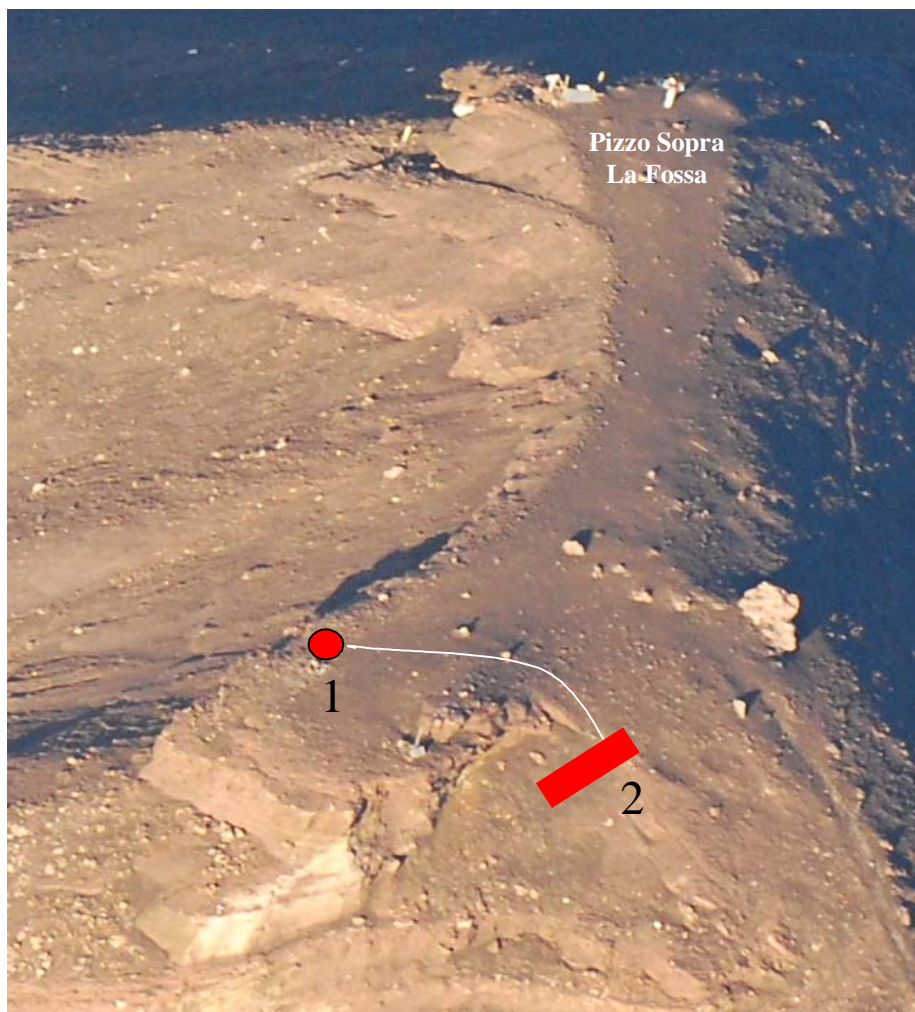


Figura 4- Mappa schematica dei siti interessati dall'installazione; 1- la stazione di misura; 2- il sistema di alimentazione; in bianco la traccia sotterranea per il collegamento elettrico.

La struttura portante dei pannelli solari è stata trasportata dal COA al punto di installazione mediante l'elicottero della Protezione civile. Successivamente si è proceduto all'installazione dei pannelli solari, al collegamento dei cavi di tensione e al posizionamento del box protettivo della stazione di misura. Il collegamento radio al COA avviene attraverso il ponte radio dei Vancori della rete wireless già presente utilizzata per la rete di UV-Scanner STFLAME (vedi rapporto Prot. int. n° UFVG 2004/46).

Il sistema di alimentazione è costituito da 4 pannelli solari da 120 watt, collocati in due differenti strutture. Questa prima fase è ultimata con la realizzazione di un cordone di muro a secco attorno al sistema di alimentazione con lo scopo di abbattere l'impatto ambientale del sistema e di proteggerlo dal vento (figura 5).



Figura 5- In "a" il sistema di alimentazione. si noti in "b" l'abbattimento dell'impatto ambientale grazie alla realizzazione di un cordone di muro a secco

La seconda fase dell'installazione, avvenuta nei giorni fra il 21 e il 24 Giugno, ha visto il posizionamento della stazione di misura all'interno del box esterno protettivo. Il corretto posizionamento, verificato grazie alla camera infrarossa con cui è equipaggiata la stazione, è dato dalla totale visione della fossa craterica da parte del sistema di puntamento (figura 6).



Figura 6- Posizionamento del sistema CERBERUS. Si noti l'area craterica



Figura 7- Si noti il ridotto impatto ambientale delle strutture installate. 1-Stazione FTIR-Ircamera; 2- Sistema di alimentazione

Conclusioni

In futuro il sistema verrà reso totalmente automatico ovvero lo scanner individuerà il pixel più caldo e automaticamente indirizzerà la radiazione proveniente da questo pixel all'interno dello spettrometro; in tal modo si auspica che questa tipologia di strumentazione, la prima al mondo, dia i risultati aspettati in maniera da ottenere informazioni sul degassamento profondo dello Stromboli permettendo di individuare variazioni composizionali dei gas emessi che potrebbero anticipare forti eventi esplosivi.

Ringraziamenti

Un sentito grazie va rivolto al direttore della Sezione di Catania dell'INGV A. Bonaccorso e la RUF UFVG S. Calvari per il costante supporto e l'incoraggiamento offertoci durante la realizzazione e l'installazione della stazione. Un ringraziamento speciale va al Dipartimento di Protezione Civile per il supporto logistico e per l'utilizzo dell'elicottero e alle guide di Stromboli e ai militari del Soccorso Alpino della Guardia di Finanza per il validissimo aiuto prestato durante le operazioni di sopralluogo ed installazione.