POLITECNICO DI TORINO
Repository ISTITUZIONALE

Il monitoraggio della concentrazione di CO in aria nelle grotte

Original
Il monitoraggio della concentrazione di CO in aria nelle grotte / Balestra, V., De Regibus, C., Fiorucci, A., Vigna, B.. - ELETTRONICO. - 42:(2023), pp. 427-428. (XXIII Congresso Nazionale di Speleologia "La melodia delle Grotte" Ormea (Ita) 2-5 June 2022).

Availability:
This version is available at: 11583/2980967 since: 2025-10-28T11:14:20Z

Publisher:
SSI

Published
DOI:

Terms of use:

This article is made available under terms and conditions as specified in the corresponding bibliographic description in the repository

Publisher copyright

(Article begins on next page)

19 November 2026

Atti
XXIII Congresso Nazionale di Speleologia

"La melodia delle grotte"

2-5 giugno 2022 - Ormea (CN)

In ricordo di Giovanni Badino



A cura di Davide Barberis, Jo De Waele, Bartolomeo Vigna, Raffaella Zerbetto

Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia
Serie II, vol XLII - 2022

Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia
Atti XXIII Congresso Nazionale di Speleologia "La melodia delle grotte" 2-5 giugno 2022 - Ormea (CN)
In ricordo di Giovanni Badino
Serie II
vol XLII - 2022

XXIII Congresso Nazionale di Speleologia
La melodia delle grotte
Ormea (CN) 2-5 giugno 2022
Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia
s. II, 42, 2022

Il monitoraggio della concentrazione di CO_2 in aria nelle grotte

Valentina Balestra ([a]), Claudio De Regibus ([a]), Adriano Fiorucci([a]), Bartolomeo Vigna ([a])

([a]) DIATI – Politecnico di Torino, *valentina.balestra@polito.it, claudio.deregibus@polito.it, adriano.fiorucci@polito.it, bartolomeo.vigna@polito.it*

Parole chiave: grotte; CO_2; impatto antropico e naturale; monitoraggio
Keywords: caves; CO_2; natural and human impact; monitoring

Abstract
Nelle grotte, l'aumento della concentrazione di CO_2 in aria, legato a cambiamenti climatici o fattori antropici, può alterare l'interfaccia roccia-atmosfera, danneggiando gli speleotemi e l'ecosistema. Diventa quindi fondamentale conoscere quali sono le dinamiche naturali nell'ambiente sotterraneo oggetto di studio, effettuando il monitoraggio in continuo dei principali parametri ambientali (temperatura, circolazione dell'aria, CO_2, etc.). Tale monitoraggio è stato effettuato per un anno nelle grotte turistiche di Borgio Verezzi, Toirano e Bossea. Grazie alla chiusura delle grotte per le restrizioni da Covid-19, è stato inoltre possibile effettuare delle valutazioni in assenza di turisti, evidenziando le variazioni naturali della concentrazione di CO_2 in aria. Per il monitoraggio della concentrazione di CO_2 in aria sono stati installati dei sistemi VAISALA con acquisitori INDIGO 520 in vari punti delle grotte, con due sonde GMP 252 (errore massimo ±2%) ciascuno. I dati sono stati acquisiti in continuo con intervalli di 10 minuti. La concentrazione di CO_2 in grotta è circa 2-20 volte superiore rispetto all'esterno (380-390 ppm), l'origine della quale è principalmente legata alla respirazione e all'ossidazione di sostanza organica. La distribuzione di CO_2 all'interno delle grotte dipende da molti fattori, ed è strettamente correlata alla circolazione dell'aria (Ek, Gewelt, 1985, Fernàndez et al., 1986, Pla et al., 2016); le zone più vicine all'ingresso, più ventilate, hanno concentrazioni di CO_2 più basse rispetto alle aree più distanti e scarsamente ventilate. Diversi lavori descrivono variazioni cicliche stagionali naturali della concentrazione di CO_2 in grotta (componente a bassa frequenza), legate principalmente all'attività organica e alle variazioni di temperatura tra l'interno e l'esterno. In relazione ai dati sulla circolazione dell'aria ricavati dal suddetto monitoraggio, è ragionevole pensare che anche nelle grotte prese in esame, le variazioni di CO_2 siano in parte strettamente condizionate al ciclo naturale. L'aumento di CO_2 in relazione ai flussi turistici (componente ad alta frequenza), è altresì

ben documentato dai dati rilevati durante questo studio. Infine, altre componenti possono influenzare i valori di CO_2 nelle cavità, come eventi d'infiltrazione d'acqua rilevanti, la presenza di acque sotterranee o una forte attività batterica legata a sostanza organica in decomposizione.
Nella grotta di Bossea, durante il periodo di chiusura, sono state registrate variazioni naturali di CO_2 che oscillano tra i 750 e i 1000 ppm nel periodo invernale e primaverile. In tale periodo sono state eseguite misure di concentrazione di CO_2 libera nell'acqua del collettore della grotta che hanno mostrato valori che diminuiscono lungo il percorso, dalla parte più interna verso l'esterno, evidenziando quindi un rilascio di CO_2 nell'ambiente di circa 14 mg/l a fine settembre. Nel periodo estivo, viene registrato un ulteriore incremento, in parte naturale e in parte legato all'impatto antropico. L'incremento antropico avviene durante i week end e nelle festività ed ha valori di circa 50 ppm in settimana, mentre nei week end raddoppia.
La grotta di Borgio Verezzi è caratterizzata dalla presenza di una serie di laghi che possono influenzare i valori naturali della concentrazione di CO_2. Durante il periodo di chiusura invernale e primaverile a causa delle restrizioni da COVID-19, sono stati misurati valori di CO_2 tra i 500 e i 650 ppm. Nella stagione estiva, i dati evidenziano un notevole incremento di CO_2 che raggiunge i valori massimi nel mese di agosto di circa 3240 ppm. Dalla riapertura della grotta, sono evidenti marcati decrementi di CO_2 (circa 1000 ppm in settimana e anche 2000 ppm nei week end) nelle ore giornaliere, mentre nelle ore notturne i valori rimangono più alti e costanti. Tali decrementi sembrano essere legati all'apertura della porta principale, con conseguente notevole ricambio d'aria e abbattimento della concentrazione di CO_2.
Le grotte di Toirano sono formate da due grotte, la grotta della Bàsura e la grotta di S. Lucia inferiore, unite successivamente da un condotto artificiale. Nella grotta di S. Lucia inf., nella zona più profonda della cavità, è stato registrato, nella parte bassa di un tratto non turistico, un notevole incremento naturale della concentrazione di CO_2 che raggiunge un picco massimo di circa 7045 ppm alla fine di giugno, e che supera di oltre 5000 ppm la concentrazione di CO_2 rilevato nella parte alta della galleria. Nella grotta della Bàsura invece, la concentrazione di CO_2 ha un probabile incremento naturale estivo più graduale con un picco di 3272 ppm a metà luglio. Dalla riapertura delle grotte, si possono osservare molto bene variazioni giornaliere di CO_2 legate al flusso turistico che superano anche i 1000 ppm. Nel periodo invernale è stato possibile osservare un notevole incremento della concentrazione di CO_2 durante le festività natalizie, tornato ai valori precedenti nell'arco di qualche giorno.
Maggiori approfondimenti ed ulteriori monitoraggi verranno sicuramente sviluppati nei prossimi anni.

Riferimenti bibliografici

Ek C., Gewelt M. (1985), "Carbon dioxide in cave atmospheres. New results in Belgium and comparison with some other countries", *Earth Surface Processes and Landforms*, 10 (2): 173-187

Fernàndez P., Gutierrez I., Quindós L., Soto J., Villar E. (1986), "Natural ventilation of the paintings room in the Altamira cave", *Nature*, 321 (6070): 586-588

Pla C., Galiana-Merino J.J., Cuezva S., Fernàndez-Cortès A., Cañaveras J.C., Benavente D. (2016), "Assessment of CO2 dynamics in subsurface atmospheres using the wavelet approach: from cavity–atmosphere exchange to anthropogenic impacts in Rull cave (Vall d' Ebo, Spain)", *Environmental Earth Sciences*, 75 (5): 1-16