

Antonio Gabelli -

Assistente dal 1971 al laboratorio chimico provinciale d'igiene e profilassi di Pordenone. Coordina l'attività di rilevamento dell'inquinamento atmosferico e delle condizioni degli ambienti di lavoro industriali nella provincia di Pordenone. Collabora con il gruppo Speleologico-Idrologico di Pordenone dal 1973.

L'atmosfera dell'ambiente ipogeo

Lo scopo del presente lavoro è stato quello di verificare l'andamento di due parametri microclimatici (temperatura ed umidità relativa) all'interno della « Grotta la Foos » nell'arco di un intervallo di tempo sufficientemente lungo da comprendere almeno le due stagioni estreme (estate ed inverno).

Questo per valutare l'influenza delle condizioni climatiche esterne su quelle interne alla Grotta, in particolare a diverse profondità.

Accanto a questa verifica si sono anche effettuate delle determinazioni chimiche dirette a verificare la presenza, ed eventualmente a dosarli, di alcuni inquinanti gassosi nell'atmosfera di questo ambiente ipogeo.

Si sono scelti alcuni degli inquinanti più significativi o perché più direttamente legati all'attività umana (Anidride Solforosa - Ossido di Carbonio) o a processi putrefattivi (Ammoniaca) od, infine, proprio perché legati alla particolare situazione interna ad un ambiente sotterraneo (anidride carbonica).

PARTE SPERIMENTALE

La rilevazione delle grandezze climatiche è stata effettuata in continuo facendo uso di due Termoigrografi ad escursione settimanale.

Questi strumenti sono stati installati nelle posizioni indicate alle stazioni 8 e 20 nella piantina della « Grotta », iniziando le rilevazioni il 27 ottobre 1977 e terminandole il 26 settembre 1978.

Per la posizione più interna, non è stato possibile seguire ininterrottamente le rilevazioni in quanto l'acqua che spesso riempiva le parti interne della Grotta, rendeva impossibile, in diverse occasioni, l'accesso.

Il lungo periodo di osservazione ha permesso di evidenziare, in entrambe le posizioni di indagine, valori praticamente costanti per temperatura ed umidità relative (le oscillazioni rilevate rientrano nei limiti di sensibilità degli strumenti usati).

Attraverso rilevazioni discontinue effettuate facendo uso di uno Psicrometro di Assman, sono state confermate queste risultanze.

I valori medici risultanti nell'interno sono i seguenti:

Posizione n.	Temperatura °C	Umidità %
1	8,2	98,7
2	8,8	97,4

Contemporaneamente, all'esterno della Grotta, venivano rilevati i dati riportati in « TABELLA n. 1 ».

Dal raffronto tra i dati riportati emerge in pratica l'assenza di una qualsiasi influenza delle condizioni climatiche esterne su temperatura ed umidità interne alla

Grotta.

Si nota una temperatura più bassa ed un'umidità maggiore nella posizione più vicina all'entrata rispetto al profondo della Grotta.

« Tabella n. 1 »

TEMPERATURE ESTERNE

17-10-77	Cielo coperto		
	Temperatura	ore 9,50	14°C
	Umidità	» »	70%
	Temperatura	» 17,35	15°C
	Umidità	» »	75%
30-10-77	Cielo coperto		
	Temperatura	ore 9,00	13°C
	Umidità	» »	84%
	Temperatura	» 16,00	16°C
	Umidità	» »	68%
13-11-77	Nuvoloso		
	Temperatura	ore 9,30	11°C
	Umidità	» »	80%
	Temperatura	» 14,00	15°C
20-11-77	Cielo a tratti coperto		
	Temperatura	ore 9,50	1°C
	Umidità	» »	60%
	Temperatura	» 14,30	4°C
	Umidità	» »	67%
27-11-77	Sereno		
	Temperatura	ore 10,30	6°C
	Umidità	» »	65%
	Temperatura	» 16,00	3°C
	Umidità	» »	80%
11-12-77	Serena, neve ai bordi della strada		
	Temperatura	ore 9,30	6°C
	Umidità	» »	80%
	Temperatura	» 13,00	8°C
	Umidità	» »	70%
26- 2-78	Pioggia, neve ai bordi della strada		
	Temperatura	ore 11,00	3°C
	Umidità	» »	70%
19- 3-78	Quasi sereno, neve scomparsa lungo la strada		
	Temperatura	ore 11,00	5°C
	Umidità	» »	70%
2- 4-78	Tempo incerto a tratti nuvoloso		
	Temperatura	ore 10,30	12°C
	Umidità	» »	69%
14-10-78	Sereno		
	Temperatura	ore 9,30	9,1°C
	Umidità	» »	97%

La ricerca degli inquinanti gassosi è stata effettuata facendo uso di fiale MSA ed AUER sensibili rispettivamente ad: Ossido di Carbonio - Ammoniaca - Anidride Solforosa - Anidride Carbonica.

Le rilevazioni effettuate nella posizione riportata sulla piantina della Grotta hanno dato i seguenti risultati:

Gas ricercato	Concentrazione riscontrata
OSSIDO DI CARBONIO	inf. 5 ppm
AMMONIACA	inf. 5 ppm
ANIDRIDE SOLFOROSA	inf. 0.25 ppm
ANIDRIDE CARBONICA	0,08% v/v

La concentrazione di Anidride Carbonica riscontrata risulta superiore alla concentrazione normalmente riscontrabile nell'atmosfera (0,04% v/v) mentre per gli altri inquinanti i valori reperiti sono tutti inferiori al limite minimo di rilevabilità del metodo utilizzato.

L'aumento nella concentrazione di CO₂ rispetto all'ambiente esterno, attribuibile alla reazione di decarbonazione dei Bicarbonati solubili che passano a Carbonati insolubili nelle stalagmiti e stalattiti, unitamente all'assenza in pratica di inquinanti esogeni, testimoniano dell'assenza o comunque dell'esiguità di scambi atmosferici tra l'interno e l'esterno della Grotta.



Uno dei due termoigrografi installati nella cavità di Campone.

STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

TERMOIGROGRAFO MT - 1500 « SIAP »

Lo strumento è costituito dall'unione di: Il termografo ed un igrografo con registrazione separata sul medesimo tamburo. Si ottiene così la registrazione in continuo contemporaneamente dell'andamento della temperatura e dell'umidità relativa dell'aria in funzione del tempo.

L'elemento sensibile alla temperatura è costituito da un tubo metallico a sezione elettica (*Tubo di Bourdon*) piegato a forma anulare e riempito di un liquido avente elevato coefficiente di dilatazione termica (*Alcool amilico*). Una delle due estremità è rigidamente fissata alla custodia, l'altra è collegata ad un sistema di leve che trasmettono alla penna scrivente, amplificandole, le deformazioni che il tubo di Bourdon subisce in conseguenza alle variazioni di temperatura dell'aria.

Le registrazioni termometriche si ottengono su una scala di 1,5 mm. per ogni grado di variazione della temperatura dell'aria.

L'elemento sensibile all'umidità è costituito da un fascio di capelli fissato all'esterno dello strumento ed opportunamente protetto da una gabbia cilindrica.

Al variare dello stato igrometrico dell'aria i capelli si allungano o si accorciano. Queste variazioni vengono trasmesse, amplificate, ad un pennino scrivente, opportunamente contrappesato per tenere in tensione il fascio di capelli.

Poiché all'aumentare dell'umidità relativa le variazioni di lunghezza dei capelli non sono costanti ma progressivamente decrescenti, la scala dell'umidità relativa non è uniforme ma opportunamente adattata.

Il tamburo di registrazione sul quale viene applicata la carta diagrammata relativa - t c e V% è contenuto in una cassetta metallica di protezione nella cui base è alloggiato anche il congegno ad orologeria, avente una carica di otto giorni, per l'avanzamento del tamburo di registrazione.

Chiaramente all'inizio della campagna di rilevazioni si è resa necessaria la taratura dei sistemi che si effettuano rispettivamente:

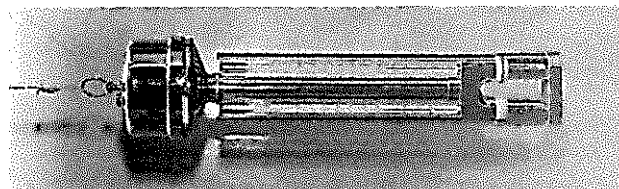
- per il complesso sensibile alla temperatura confrontandolo con un termometro a mercurio con il bulbo collocato entro l'anello di Bourdon;
- per il complesso igrometrico il controllo si effettua avvolgendo la rete di protezione del fascio di capelli con pezzuole bagnate e strette fino al termine del gocciolamento. Dopo circa 30' l'aria contenuta nella rete è satura di umidità e la pressione dovrà segnare 96% di umidità relativa.

PSICROMETRO DI ASSMAN

Lo strumento è costituito da due termometri a Mercurio identici, con suddivisione al 1/5 di grado centigrado contenuti in una custodia metallica munita di ventilatore, con carica a molla, che determina una circolazione di aria uniforme sui bulbi termometrici ed impedisce quindi la formazione di strati di aria stagnante intorno agli stessi.

Una dei due termometri ha il bulbo rivestito con un cappuccio di tessuto che viene imbevuto di acqua distillata prima di ogni rilevazione.

Il termometro asciutto segna la temperatura dell'aria, quello bagnato, invece, si stabilizza, dopo qualche minuto di funzionamento, su un valore inferiore di temperatura per il calore sottratto al bulbo della evaporazione dell'acqua che impregna il tessuto.



Psicometro di Assman.

Da questa differenza di temperatura e dalla temperatura del bulbo asciutto si risale, attraverso le tavole psicrometriche, all'umidità relativa dell'aria.

Poiché attorno al bulbo bagnato viene praticamente creato un ambiente di umidità relativa del 100% quando le rilevazioni vengono effettuate in un ambiente saturo non vi sarà differenza alcuna tra i valori di temperatura segnati dai due termometri.

FIALE DI SAGGIO PER GAS

Il funzionamento di queste fiale è basato sulla reazione tra l'inquinante gassoso disperso nell'aria in esame ed un idoneo reattivo assorbito su fase solida con lo sviluppo di una opportuna colorazione.

Queste fiale vengono prodotte da diverse Ditte tedesche (Drägerwerk - Anergesellschaft) ed americane (UNICO-MSA), ne esistono per oltre quaranta tipi di gas diversi.

Il loro uso è stato sviluppato per il controllo dell'inquinamento degli ambienti di lavoro ed è stato esteso poi ad altre occasioni d'analisi di gas (*effluenti gassosi industriali - gas di scarico di autoveicoli - gas di raffinerie, ecc.*).

Strumentalmente le fiale consistono di uno o più strati di reattivo adsorbiti su supporti solidi di granulometria

0.2 - 0.4 mm, e contenuti in tubicini di vetro (12,5 mm x 5,0 mm) ermeticamente sigillati.

Al momento dell'uso le fiale vengono aperte ed applicate ad un sistema di campionamento di volumi noti d'aria (*pompette manuale ed elettriche*).

L'aria in esame fluisce attraverso il materiale impregnato di reattivo; le eventuali sostanze interferenti reagiscono generalmente con il 1° strato, e successivamente, il gas ricercato sviluppa la reazione cromatica caratteristica che ne permette l'identificazione.

Dalla lunghezza dello strato colorato sviluppato e dal volume d'aria prelevato si risale, attraverso opportuni indici riportati all'esterno del tubicino, alla misura della concentrazione della sostanza ricercata.

BIBLIOGRAFIA

1. - BIANCHI — L'Atmosfera e l'Uomo - « Arti Grafiche Friulane - Udine - Udine - 1964 ».
2. - CALAPAY — Fisica Applicata all'Igiene - « Livian Editrice - Padova - 1969 ».
3. - HANSON — The determination of Toxic Substances in Air - « Heffer Cambridge - 1965 ».
4. - LEITHE — The Analysis of Air Pollutants - « An Arbor Science Publishers - 1971 ».
5. - McDERMOTT — Handbook of Ventilation for Contaminants Control - « An Arbor Science Publishers - 1976 ».
6. - STERN — Air Pollution - « Academic Press Inc. - 1978 ».
7. - THRELKELD — Thermal Environmental Engineering - « Prentice Hall Inc. - 1970 ».