

# PRIME MISURE SULLA RADIOATTIVITÀ DELLE PRECIPITAZIONI ATMOSFERICHE (\*)

L. SANTOMAURO - A. CIGNA

*Apparecchiatura strumentale.* — I rilevamenti della radioattività furono compiuti con un contatore di Geiger-Müller sensibile alle radiazioni beta e gamma.

L'apparecchio consiste in un alimentatore ad *AT* e in un amplificatore a *BF* con alimentazione separata. Per l'alimentazione ad *AT* è stata adoperata una raddrizzatrice a due semionde, la 5T4, collegata con le placche in parallelo.

Per il livellamento della corrente raddrizzata si sono impiegati due condensatori a carta da  $0.25 \mu F$ -1500 VL collegati in serie con due resistenze da  $5 M \Omega$  ciascuna, in parallelo, per assicurare una uniforme ripartizione del carico ai terminali dei condensatori di filtro. Per avere la regolazione della tensione negativa d'uscita una delle due resistenze è stata sdoppiata in un potenziometro da  $2 M \Omega$  e in una fissa da  $3 M \Omega$ .

Nell'amplificatore a *BF* sono stati impiegati due piccoli pentodi *RV12 P 2000* a grande amplificazione. L'apparecchio è munito di un altoparlante, di una presa per cuffia e di una uscita per numeratore o oscillografo.

Un diodo *VR 92* provvede al raddrizzamento della corrente per l'alimentazione dell'amplificatore a *BF*. L'autotrasformatore dell'alimentatore è fornito di due secondari isolati tra loro per l'accensione delle valvole. Il gruppo di filtro è costituito come di consueto da due condensatori elettrolitici e da una piccola impedenza.

Il cilindro metallico del contatore *G-M* è stato collegato all'*AT* negativa, l'elettrodo interno all'ingresso del circuito amplificatore mediante un cavo schermato e un piccolo condensatore. Particolare cura è stata posta nello schermare l'alimentatore ad *AT*.

*Metodo delle misure.* — Le misure vennero compiute dal febbraio 1951 fino al novembre 1952 con interruzione durante i mesi estivi.

Sono state fatte due serie di misure: la prima (*M''*) con il contatore a vuoto e la seconda (*M'*) in presenza dell'acqua piovana.

(\*) Comunicazione presentata al Convegno dell'Associazione Geofisica Italiana, tenuto a Roma il 17-18 giugno 1953.

Come valore indicativo della radioattività delle precipitazioni è stata assunta la differenza  $R$  delle medie degli impulsi delle due serie di misure. Queste ultime sono state eseguite su una quantità di acqua pari a 250 cc raccolta in una bacinella di vetro. Nel corso delle ricerche, la distanza bacinella-contatore è stata sempre la me-

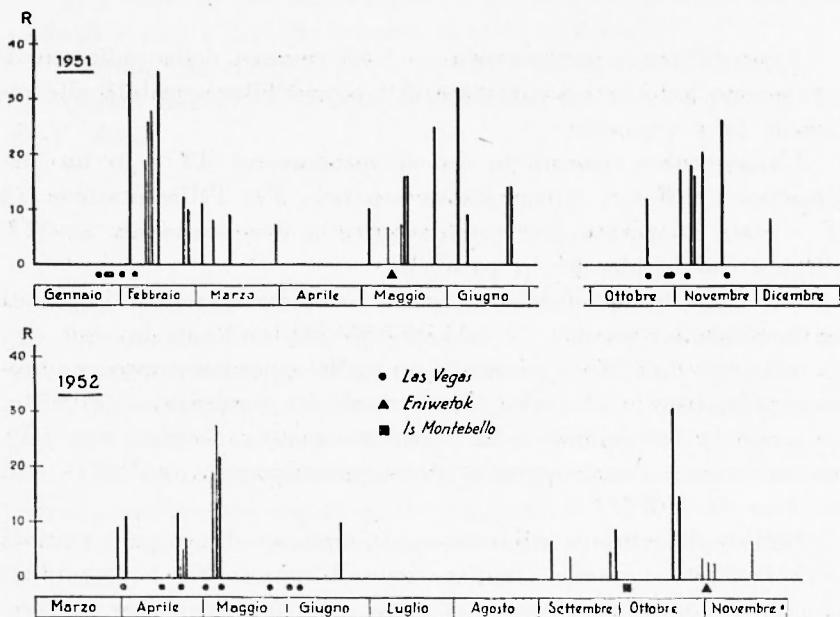


Fig. 1

desima. Allo scopo di ridurre l'entità delle radiazioni estranee, il sistema contatore-vaschetta è stato schermato mediante un riparo in piombo dello spessore di alcuni millimetri.

Per ciascuna esperienza è stato tenuto conto della pressione atmosferica, della tensione del contatore di  $G-M$  nonché del tipo di precipitazione (pioggia a carattere temporalesco, pioggia normale, pioggia leggera, neve).

Le misure furono eseguite per la maggior parte a Milano, altre a Casalborgone (Torino) e a S. Cesarea Terme (Lecce).

La diversità nel numero degli impulsi  $M''$  riscontrata nel corso delle esperienze sono dovute a variazioni ambientali e di tensione di rete. Nelle future ricerche questo inconveniente sarà eliminato.

Per quanto riguarda le misurazioni dei giorni 31 ottobre, 2 e 4 novembre 1952, eseguite a S. Cesarea Terme, sulla costa del Mar Jonio, è da notare la particolare attendibilità dei valori ricavati in

N.	Data	Località	M''	M'	R	Durata raccolta	Tipo della precipitazione
1	4-2-51	Milano	70	105	35	0h30m-3h00m	Neve
2	10-2	»	81	100	19	»	Pioggia
3	11-2	»	79	105	26	»	Pioggia
4	12-2	»	83	111	28	»	Pioggia
5	15-2	»	80	115	35	»	Pioggia
6	24-2	»	79	91	12	»	Neve
7	26-2	»	80	90	10	»	Pioggia forte
8	3-3	»	79	90	11	»	Pioggia leggera
9	7-3	»	81	89	8	»	Pioggia
10	13-3	»	82	91	9	»	Pioggia
11	30-3	»	88	95	7	»	Pioggia
12	3-5	»	89	99	10	»	Temporale
13	10-5	»	89	96	7	»	Temporale
14	15-5	»	82	89	7	»	Temporale
15	16-5	»	87	103	16	»	Pioggia forte
16	17-5	»	88	104	16	»	Pioggia
17	27-5	»	88	113	25	»	Pioggia
18	5-6	»	90	122	32	»	Temporale
19	8-6	»	83	92	9	»	Temporale
20	23-6	»	93	107	14	»	Pioggia forte
21	24-6	»	93	107	14	»	Pioggia
22	22-10	»	105	117	12	»	Pioggia
23	3-11	»	77	94	17	»	Pioggia leggera
24	7-11	»	82	100	18	»	Pioggia
25	8-11	»	96	112	16	»	Pioggia
26	11-11	»	98	118	20	»	Pioggia leggera
27	18-11	»	90	116	26	»	Pioggia leggera
28	6-12	»	113	121	8	»	Pioggia leggera
29	30-3-52	»	93	102	9	3h 30m	Pioggia
30	2-4	»	103	114	11	6h 00m	Pioggia
31	21-4	»	116	128	12	0h 05m	Temporale
32	22-4	»	121	123	2	5h 15m	Pioggia leggera
33	23-4	»	118	123	5	14h 30m	Temp. e pioggia l.
34	24-4	»	122	129	7	13h 30m	Pioggia
35	4-5	»	111	130	19	8h 00m	Pioggia
36	5-5	»	135	163	28	2h 00m	Pioggia
37	6-5	»	146	168	22	4h 45m	Pioggia
38	19-6	»	123	133	10	2h 10m	Temporale
39	5-9	Casalborg.	72	79	7	0h 44m	Temporale
40	12-9	»	66	70	4	0h 22m	Temporale
41	27-9	Milano	111	116	5	0h 11m	Temporale
42	29-9	»	97	106	9	0h 17m	Pioggia
43	20-10	»	105	136	31	1h 00m	Pioggia legg.
44	22-10	»	120	135	15	0h 30m	Pioggia
45	31-10	S. Cesarea	83	87	4	0h 07m	Pioggia
46	2-11	»	95	98	3	0h 14m	Temporale
47	4-11	»	98	101	3	0h 13m	Pioggia forte
48	18-11	Milano	120	127	7	3h 49m	Pioggia leggera

quanto risulta praticamente assente ogni possibile inquinamento dell'atmosfera dovuti a fumo o a pulviscolo.

Il numero  $R$ , che nella tabella risulta dalla differenza ( $M'-M''$ ) si riferisce a una scala arbitraria ed è il numero di impulsi al minuto registrati dal contatore. Tale numero indica, in media, una attività pari a quella di acque termali non molto radioattive.

I valori  $M'$ ,  $M''$ ,  $R$  nonché il tempo di raccolta delle precipitazioni stesse sono riportati nella tabella che precede.

*Risultati.* — Sull'ordinata di un sistema di coordinate normali si sono riportati i valori  $R$  mentre sull'ascissa sono indicate le date delle esperienze (fig. 1).

A causa del carattere discontinuo del fenomeno considerato (precipitazioni atmosferiche) è stata data la stessa rappresentazione usata da Abribat, Pinoir, Pouradier e Venet (1952).

Si è constatato che si sono verificati degli aumenti temporanei della attività delle precipitazioni nei periodi di tempo successivi ad esplosioni atomiche.

Le esplosioni atomiche prese in considerazione ai fini della presente ricerca e le cui date sono state desunte dai comunicati stampa, sono le seguenti: 24, 27 e 28 gennaio, 1 e 6 febbraio 1951 a Las Vegas (U.S.A.). Il 14 maggio (data incerta) a Eniwetok (Oc.

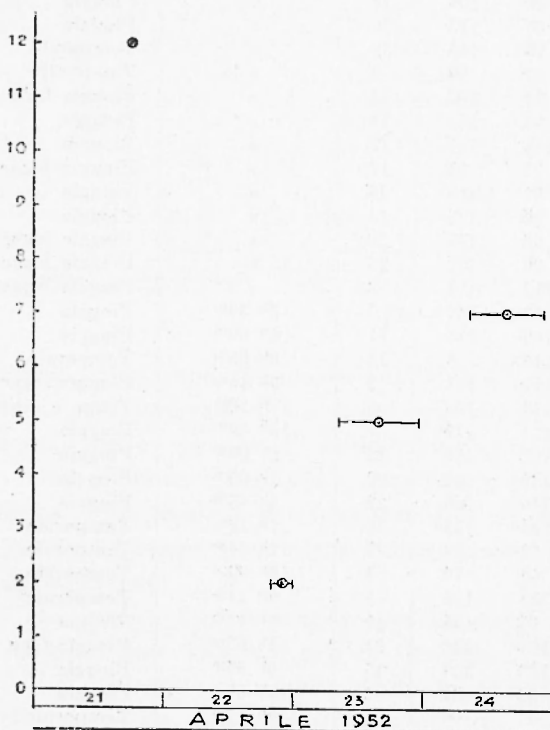


Fig. 2

143 ottobre, il 5 e 19 novembre 1951, il 1°, 15 e 22 aprile, il 1°, 7 e 25 maggio, il 1° e il 7 giugno 1952 a Las Vegas (U.S.A.). Il 3 ottobre 1952

alle Is. Montebello (Australia) e il 1° novembre 1952 a Eniwetok (Oc. Pacifico).

Gli aumenti constatati in  $R$  si sono verificati dopo circa 8 giorni dalle esplosioni di Las Vegas, dopo due settimane da quelle di Eniwetok e dopo circa tre settimane da quella delle Isole Montebello.

La correlazione tra la variazione del regime termico e della pressione atmosferica con l'aumento di  $R$  ha dato risultato negativo. Così pure la maggiore attività nelle precipitazioni a carattere nevoso o temporalesco rispetto alle precipitazioni normali (A. Stefanizzi, 1950) a volte è in netto contrasto con gli aumenti di  $R$  osservati.

Non è superfluo rammentare che la radioattività naturale della pioggia è dovuta agli atomi radioattivi naturali ancorati all'aerosol atmosferico e non è improbabile che un aumento di particelle nell'atmosfera possa maggiorare il numero dei nuclei di condensazione.

La misura della radioattività dell'alta e media atmosfera per mezzo delle precipitazioni presenta il grave inconveniente di essere discontinua. Per contro, la misura della radioattività delle precipitazioni necessita di una tecnica più semplicistica di quella usata per l'attività dell'aria (Aliverti, 1933) e quelli sul valore della radioattività delle precipitazioni (A. Stefanizzi, 1950), si ha:

$$220 \times 10^{-18} \text{ curie/cc (in media per l'aria)}$$

$$\text{da } 10 \times \text{ a } 51 \times 10^{-13} \text{ curie/cc per le precipitazioni.}$$

La radioattività media, quindi, di queste ultime è dell'ordine di  $10^4$  volte l'attività dell'aria. Inoltre il grande volume d'aria scopato dalle precipitazioni stesse assicura un carattere più generale alla misura in quanto essa non si riferisce ad una zona limitata dell'atmosfera.

L'errore nelle misure dovuto alla radioattività delle precipitazioni, generalmente non costante e legata invece al carattere della precipitazione stessa, viene mantenuto entro limiti abbastanza ristretti, poiché essendo l'attività naturale rappresentata quasi esclusivamente da radiazioni alfa (A. Stefanizzi, 1950), essa non viene registrata dal nostro contatore, sensibile solo, come abbiamo già accennato, a radiazioni più penetranti.

Va notato, infine, che il ripetersi per cinque volte del fenomeno dell'aumento temporaneo dell'attività delle precipitazioni qualche tempo dopo le esplosioni atomiche rende oltremodo improbabile la eventualità di una coincidenza casuale di fatti indipendenti tra loro e

coincide, del resto, con i risultati conseguiti da alcuni ricercatori francesi (H. Garrigue, 1949, 1950, 1951 e 1952; Abribat e coll., 1952).

Può ora essere interessante considerare in un caso particolare (fig. 2) l'andamento della radioattività al verificarsi delle precipitazioni. Si sono scelti per questo i giorni 21, 22, 23 e 24 aprile 1952 durante i quali a Milano piovve quasi senza interruzione e per i quali si hanno rispettivamente quattro misure. La radioattività misurata il giorno 21, all'inizio della pioggia, diede un valore  $R = 12$ ; il giorno seguente, subito dopo un violento acquazzone, la misura riferita alla susseguente pioggia leggera diede  $R = 2$ ; nei due giorni che seguirono, 23 e 24 aprile, la radioattività tornò ad aumentare gradatamente per riprendere il suo valore solito. La repentina diminuzione a 2 del valore di  $R$  la si può attribuire al precedente acquazzone che avrebbe operato una intensa azione di scopatura dell'atmosfera riducendo così al minimo il valore della radioattività di quest'ultima.

Tra le 48 misure eseguite, ne sono state scelte 22, che per la loro data e per i valori presentati non sono state influenzate da esplosioni atomiche e si è potuto determinare il valore medio della radioattività normale delle precipitazioni attribuendo così un valore  $R = 9 \pm 1$ .

*Conclusione.* — È da prospettare pertanto l'ipotesi che gli anormali aumenti dell'attività potrebbero essere dovuti appunto alle grandi quantità di prodotti radioattivi estremamente suddivisi che vengono sparsi per l'atmosfera in conseguenza delle esplosioni atomiche.

Da quanto sopra emerge l'importanza di codeste osservazioni e la necessità di continuarle con mezzi più completi e in maniera più sistematica.

*Milano — Osservatorio Astronomico di Brera — Giugno 1953.*

### RIASSUNTO

*Vengono esposti i risultati ottenuti da misure di radioattività relativa delle precipitazioni atmosferiche in alcune località italiane (Casalborgone, Milano e S. Cesarea Terme), in seguito alle esplosioni atomiche. Tali misure sono state eseguite con un contatore di G-M, sensibile alle radiazioni beta e gamma. È stata trovata una maggiore attività nelle precipitazioni in seguito alle esplosioni atomiche.*

## SUMMARY

*During last years, from Februar 1951 to November 1952, the radio-activity of atmospheric precipitates was tested with a G-M counter. This activity was no costant: indeed it became greater after atomic experiments at Las Vegas, Eniwetok and Montebello Is. Therefore these facts are probably associated. The activity increased about 8 days after Las Vegas experiments, two week after Eniwetok experiments and about three weeks after Montebello Is. explosions. Gamma and beta rays of the precipitates have been measured with G-M counter and the background of cosmic radiation was considered in with-drawing the diagrams.*

## BIBLIOGRAFIA

- (1) ABRIBAT M., PINOIR R., POURADIER J., VENET A. M. (1952), Comptes Ren. n. 234, n. 11.
- (2) ALIVERTI G. (1931), L'Elettricista, Anno XXXX, n. 8, Roma.
- (3) — (1931) Nuovo Cimento, VIII, n. 7.
- (4) — (1932), Zeit. f. Geophysik, J. 9; H. 1/2.
- (5) — (1948), Rivista Geomineraria, Anno IX, n. 1.
- (6) — e LOVERA G. (1949), Annali di Geofisica, Vol. II, n. 1, 1949.
- (7) GARRICUE H. (1949), Comptes Rendus n. 228.
- (8) — (1950), Comptes Rendus n. 230, n. 26.
- (9) — (1951), Comptes Rendus n. 232, n. 10.
- (10) — (1951), Comptes Rendus n. 233, n. 16.
- (11) — (1951), Comptes Rendus n. 233, n. 23.
- (12) — (1952), Comptes Rendus n. 235, n. 23.
- (13) JAUFMANN J. (1905), Met. Zeit., 22, 102.
- (14) PRIESCH J. A. (1932), Beitr. Geophysik, 36, n. 2/3.
- (15) STEFANIZZI A. (1950), Journ. of Geof. Res., Vol. 55, n. 4.
- (16) WEBB (1949), Phys. Rev., Vol. 76, n. 3.