

**Pubblicazioni**  
**dell'Istituto Nazionale di Geofisica del Consiglio Nazionale delle Ricerche**  
diretto dal prof. Antonino Lo Surdo

---

**N. 47**

MARIANO SANTANGELO - EOLO SCROCCO

Sui rapporti d'intensità delle componenti elettronica e mesotronica

ROMA  
ANNO MCMXL - XVIII

ESTRATTO DA "LA RICERCA SCIENTIFICA"

ANNO XI - N. 9 - SETTEMBRE 1940-XVIII, pag. 601

**Riassunto:** Vengono esposti i risultati di misure eseguite in una galleria di Tivoli (Roma) per la determinazione dei rapporti di intensità delle componenti elettronica e mesotronica della radiazione cosmica all'aperto e sotto uno strato di materia di densità paragonabile a quella dell'acqua e dello spessore di pochi metri. Questa nuova esperienza che è stata realizzata in condizioni completamente diverse da quelle della Basilica di Massenzio, dà per tale rapporto il valore di circa 20 % all'aria libera e di circa 6 % sotto lo strato assorbente. Questo risultato è in accordo con quanto è stato recentemente ottenuto in altre ricerche che, come la presente e quelle attualmente in corso, sono state effettuate a cura dell'Istituto nazionale di geofisica col contributo del Comitato nazionale per la geofisica e meteorologia del C.N.R..

In un lavoro recentemente pubblicato <sup>(1)</sup> si è affermato, contrariamente a quanto era fino ad ora generalmente ammesso, che la componente elettronica primaria della radiazione cosmica costituisce una parte considerevole della componente molle osservabile al livello del mare.

Questa affermazione è stata però amichevolmente discussa e criticata, in Italia come all'estero (\*), sia con argomentazioni teoriche relative ai processi moltiplicativi nell'atmosfera, sia in base alla considerazione che essa è sostanzialmente una conseguenza dell'esperienza effettuata da Bernardini, Cacciapuoti e Ferretti sotto la Basilica di Massenzio (Roma) <sup>(2)</sup>.

Ora, tale esperienza, che si può considerare in un certo senso come la esperienza chiave di quelle eseguite poi a Cervinia <sup>(1)</sup>, è da una parte in contraddizione con i risultati di altri sperimentatori <sup>(3)</sup> e dall'altra appare sotto certi aspetti un po' criticabile per le condizioni sperimentali in cui è stata effettuata. In particolare, la notevole distanza (circa 40 m) che separava il telescopio dei contatori dallo strato di materiale assorbente appariva quale condizione ideale per liberarsi da ogni fenomeno di coerenza, ma poteva modificare parzialmente lo spettro della componente elettronica emergente da detto strato.

Iniziando una serie di ricerche sulla radiazione mesotronica in una ampia e profonda galleria situata in prossimità di Tivoli (Roma) e messa gentilmente a nostra disposizione dal Consorzio idroelettrico dell'Aniene, si è creduto opportuno ripetere l'esperienza di cui sopra, ponendosi in condizioni sperimentali tali da ovviare agli inconvenienti sopra accennati.

La galleria, nella quale noi abbiamo effettuato le misure, ha una ampiezza di circa 5 m e un'altezza di 6 m. In prossimità del suo sbocco, essa è sovrastata da uno strato compatto di calcare di circa 4 m di spessore (equivalente in acqua a circa 10 m). L'esperienza è stata effettuata con tre contatori di grandi dimensioni ( $6 \times 60 \text{ cm}^2$ ) (\*\*\*) riempiti con la consueta miscela di argon

(\*) Ci riferiamo in particolare ad una corrispondenza privata svoltasi fra il prof. W. Heisenberg e i prof. G. Bernardini e G. C. Wick.

(\*\*) Nella costruzione dei contatori come nella messa a punto del dispositivo sperimentale ci siamo valse del valido aiuto del dott. Ettore Pancini, collaboratore per le ricerche sui raggi cosmici dell'Istituto nazionale di geofisica del C.N.R..

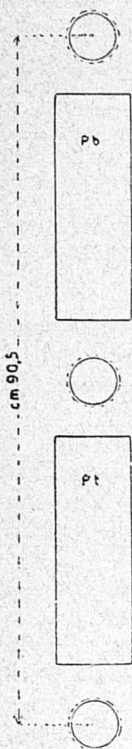
e alcool (9 cm di argon e 1 di alcool) e con una registrazione per coincidenze del tipo di Neher, avente un potere risolutivo di  $8 \cdot 10^{-5}$  sec. La registrazione consentiva il conteggio simultaneo di coincidenze doppie e triple.

I contatori erano disposti verticalmente come è schematicamente indicato nella fig. 1. Fra di essi venivano posti alternativamente gli schermi assorbenti di piombo. Lo spessore globale delle pareti dei contatori era equivalente a circa 15 mm di alluminio.

Le misure furono effettuate con schermi di 60, 20 e 0 cm di piombo. A differenza di quanto fu fatto sotto la Basilica di Massenzio, ci si è voluti spingere a spessori così considerevoli, per potere raggiungere una maggiore sicurezza nella estrapolazione della componente mesotronica.

Le misure furono eseguite effettuando alternanze molto frequenti fra i vari spessori di piombo: di solito ad intervalli di un'ora o un'ora e mezza. Di alternanza in alternanza, veniva controllato il funzionamento dei contatori, sia con l'oscillografo come con la registrazione, e il valore delle varie tensioni, a cominciare da quella della linea. Veniva poi di volta in volta osservato se il rapporto fra le coincidenze doppie dei contatori estremi e le triple si manteneva costante. Tale rapporto dava un'indicazione sulla costanza del rendimento e sulla regolarità di funzionamento della registrazione e dei contatori.

I risultati delle misure sono riportati, con i relativi errori, nella seguente tabella:



cm di Pb	tempi	impulsi	media
0	28h 24'	3843	$135,3 \pm 2,1$
20	31h 12'	3623	$116,1 \pm 1,9$
60	40h 15'	3798	$94,3 \pm 1,6$

Fig. 1

A titolo di confronto, specialmente per tenere conto in modo diretto dell'influenza delle peculiari condizioni sperimentali e in particolare dello spessore dei contatori, fu effettuata anche una serie di misure fuori della galleria. Si sono così ottenuti i risultati riassunti nella seguente tabella:

cm di Pb	tempi	impulsi	media
0	9h 42'	4031	$415,5 \pm 6,3$
20	13h 9'	3986	$303,1 \pm 4,6$
60	17h 12'	3826	$228,3 \pm 3,6$

Dalle nostre misure, che sono graficamente rappresentate nella fig. 2 (naturalmente la curva *a* si riferisce alle misure effettuate fuori della galleria) appare evidente che, procedendo alla valutazione della componente dura

con la consueta estrapolazione, cioè prolungando fino a zero la retta che unisce i punti corrispondenti a 20 e a 60 cm di piombo, si trova come rapporto fra la componente elettronica e la mesotronica, dentro la galleria, il valore  $6,5 \pm 3 \%$ , mentre le misure effettuate fuori della galleria danno per questo rapporto il  $22 \pm 3,5 \%$ . Tale estrapolazione è convenzionale e anzi certamente errata (\*), ma in questa nota preliminare la ripetiamo, in quanto ci importa riconoscere la validità dei risultati dell'esperienza della Basilica di Massenzio,

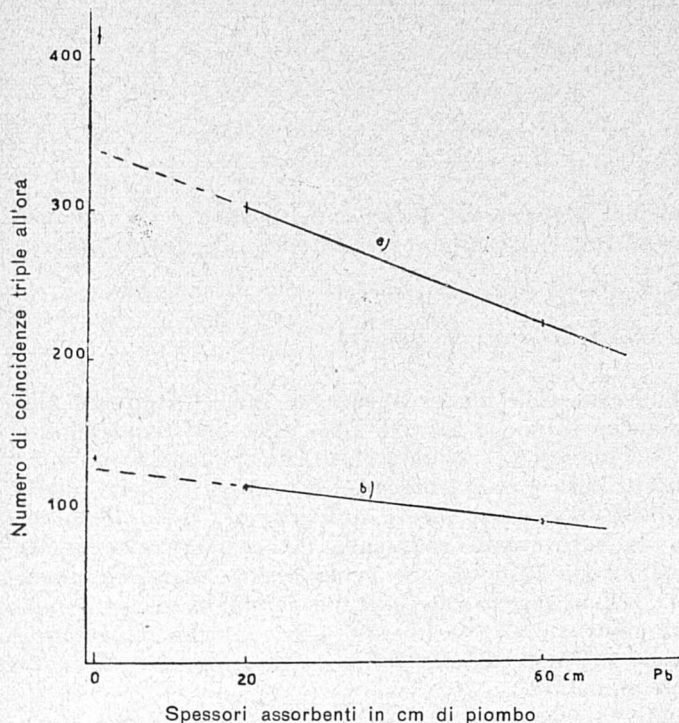


Fig. 2

a) fuori all'aperto, b) dentro la galleria, sotto 10 m di acqua.

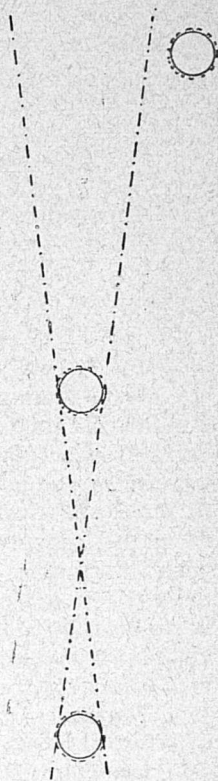


Fig. 3

validità che risulta pienamente confermata dai nostri risultati. Come abbiamo già detto, rispetto ai dati di questa esperienza, le nostre misure avrebbero dovuto differire sostanzialmente, per la distanza del telescopio dei contatori dallo strato di materiale assorbente. Ora, in relazione a tale diversità, nelle nostre condizioni poteva essere accaduto che la non grande distanza avesse ridotto, per effetti di coerenza, l'intensità apparente della componente elettronica, così come le maggiori perdite di energia per ionizzazione potevano invece avere ugualmente ridotto questa intensità nel caso della esperienza della Basilica.

Per sincerarsi di questo, mentre ricerche dirette sono in corso, abbiamo

(\*) Nel nostro caso la correzione dovuta alla disintegrazione spontanea del mesotrone non fa che aumentare la differenza fra i due rapporti. (Vedi: COCCONI G., « Ric. scient. », 1940, n. 5, p. 58; BRUINS, « Proc. Roy. Soc. Amsterdam », 1939, n. 17, p. 672).

cercato di misurare l'effetto degli sciami per ogni schermo assorbente, spostando il contatore superiore, così come è indicato nella fig. 3, in modo da tenerlo fuori dall'angolo solido sotteso dai due contatori inferiori. In queste condizioni si sono ottenuti i risultati raccolti nella seguente tabella:

**Numero di sciami e casuali triple all'ora**

cm di Pb	Dentro la galleria	All'aperto
0	7,23 ± 0,62	18,7 ± 0,8
20	4,75 ± 0,63	6,5 ± 0,5
60	3,7 ± 0,53	4,8 ± 0,36

Apportando le correzioni suggerite da questi dati, si trova per i rapporti delle intensità delle componenti, elettronica e mesotronica, i seguenti valori:

5,3 ± 3,3 % entro la galleria

19,1 ± 3,8 % fuori la galleria.

Se si esamina il complesso delle nostre misure, di quelle effettuate alla Basilica di Massenzio e anche di quelle relative alla curva di Rossi eseguite da B. N. Cacciapuoti e G. Palmieri <sup>(4)</sup>, sembra certo che il rapporto d'intensità fra la componente elettronica e mesotronica, al disotto di qualche metro di terra e al livello del mare, non possa essere superiore al 10 %. Il valore di questo rapporto può cambiare quando si prenda in considerazione quella parte ultramolde della radiazione cosmica, che generalmente viene eliminata dalle pareti dei contatori, ma in questo caso viene a cambiare anche il rapporto relativo alle misure effettuate all'aria libera <sup>(5)</sup>, e le conclusioni relative alla sopravvivenza al livello del mare di un residuo della componente elettronica primaria rimangono immutate.

Teniamo a ringraziare vivamente la Soc. laziale di elettricità, per avere costruito espressamente per le nostre ricerche una conduttura di energia elettrica, ringraziamo anche il Consorzio idroelettrico dell'Aniene per averci messa gentilmente a disposizione la galleria della Castagnola.

I mezzi per eseguire queste misure, come tutti quelli che occorrono per le misure in corso attualmente, sono stati concessi, con la consueta larghezza, attraverso il Comitato nazionale per la geofisica e la meteorologia, dal Consiglio nazionale delle ricerche.

#### BIBLIOGRAFIA

- (1) BERNARDINI G., CACCIAPUOTI B. N., FERRETTI B., PICCIONI O., WICK G. C., « Ric. scient. », 1939, n. 11, p. 1010; « Atti della R. Acc. d'Italia », 1940, n. 11, p. 471.
- (2) BERNARDINI G., CACCIAPUOTI B. N., FERRETTI B., « Ric. scient. », 1939, n. 7-8, p. 731.
- (3) NIELSEN W. M. e MORGAN K. Z., « Phys. Rev. », vol. II, 1938, n. 9, p. 732.
- (4) CACCIAPUOTI B. N. e PALMIERI G., « Atti della R. Accademia d'Italia » (in corso di stampa).
- (5) CLAY J., VAN GEMERT, « Physica », 1939, n. 6, p. 649; BERNARDINI G. e FERRETTI B., « Nuovo Cimento », 1939, n. 16, p. 173.