

Laboratori Nazionali di Frascati

LNF-61/78 (1961)

M. Ladu: CONTROLLO DELLE RADIAZIONI INTORNO AL SINCROTRONE
DEI LABORATORI NAZIONALI DI FRASCATI.

Estratto dalla: Minerva Nucleare, 12, 336 (1961)

MINERVA NUCLEARE

ORGANO DELLA SOCIETÀ ITALIANA DI BIOLOGIA E MEDICINA NUCLEARE
E DELLA ASSOCIAZIONE ITALIANA DI FISICA SANITARIA
INTERNATIONAL REVIEW OF NUCLEAR BIOLOGY AND MEDICINE

DIRETTORI

P. BASTAI

L. ANTOGNETTI - E. BENASSI - C. FOA'

G. MONASTERIO - A. ROSSI-FANELLI

Casella Postale 491 - C.C.P. 2/40912 - Corso Bramante, 83-85 - Telef. 69.46.82-3-4 — TORINO

Laboratori Nazionali di Frascati del C.N.E.N.
Laboratorio di Dosimetria, Standardizzazione
e Strumentazione Nucleare Applicata - Sezione di Frascati

M. LADU

Controllo delle radiazioni intorno al sincrotrone dei Laboratori Nazionali di Frascati

Estratto da MINERVA NUCLEARE

Vol. 5 - N. 12 - Pag. 336-339 (Dicembre 1961)

EDIZIONI MINERVA MEDICA

Dosi massime ammissibili. — E' noto che per irradiazione esterna su tutto il corpo delle persone professionalmente esposte alle radiazioni ionizzanti, la Commissione Internazionale per le Protezioni Radiologiche indica in 5 rems/anno la dose massima ammissibile⁹. Pur essendo consentito un accumulo di dose di 3 rems in 13 settimane, il limite di 5 rems/anno si traduce in una dose media settimanale di 100 mrems.

Questi valori di dose massima ammissibile sono accettati nei vari Laboratori del CNEN ed è con lo scopo di non superarli che sono state studiate e realizzate le schermature intorno al sincrotrone.

Schermature e loro efficacia. — Esse sono costituite da blocchi di calcestruzzo normale o caricato con materiale pesante e aventi le dimensioni di mc. $1 \times 1 \times 1$, $1 \times 1 \times 0,50$ e $1 \times 0,50 \times 0,50$.

Come materiale di carico per alcuni blocchi è stata utilizzata della magnetite, per altri della barite e per altri infine della punzonatura di ferro. Le densità medie dei vari tipi di blocchi sono risultate rispettivamente di 2,3; 3,0; 3,3 e 5,8.

Il complesso delle schermature è disposto intorno all'acceleratore a forma di ottagono come si vede in fig. 1. Lo spessore varia da m. 1 a m. 1,50 e l'altezza è di m. 3.

Intorno all'iniettore lo spessore è ridotto a 50 cm. mentre l'altezza è invariata.

I blocchi caricati con punzonatura di ferro sono sistemati all'altezza fra 1 e 2 m. rispetto al piano della sala; a ridosso di essi, verso la parte interna, dall'altezza di m. 1,40 fino a m. 1,60 sono disposti dei blocchetti di piombo per uno spessore di 10 cm.

Comunicazione presentata alla VI Riunione dell'Associazione Italiana di Fisica Sanitaria, Frascati, 17-18 ottobre 1960.

Si è usato questo accorgimento perchè in sede di controllo dell'efficacia delle schermature si è notato a più riprese che all'altezza del piano dell'orbita di accelerazione degli elettroni (m. 1,50 dal piano della sala) si avevano in alcuni punti delle intensità di dose largamente superiori ai valori massimi ammissibili, presumibilmente dovute a possibili fasci secondari, generati direttamente sulla ciambella che può fungere da targhetta nei punti dove vadano a battere gli elettroni accelerati.

I controlli effettuati dopo il rinforzo delle schermature hanno confermato questo punto di vista. I valori d'intensità di dose sono infatti risultati inferiori ai livelli pericolosi.

Nelle zone in cui sono realizzati i canali di uscita dei fasci utilizzati dagli sperimentatori, le schermature in calcestruzzo sono sostituite da muretti di piombo dello spessore complessivo di 40 cm.

Quando viene utilizzato uno dei possibili fasci, ammenochè non si lavori contemporaneamente con altri fasci, i collimatori posti davanti agli altri canali di uscita e situati tra la macchina e le schermature, sono chiusi.

Oltre ai dispositivi per le esperienze, ad altezza opportuna per catturare i fasci utilizzati, sono disposti dei pozzi di spegnimento nei quali i fasci stessi vanno a morire.

Costruiti a forma di nicchia in piombo e calcestruzzo, essi si sono dimostrati efficaci sia contro i γ che contro i neutroni. Tutto intorno ad essi il livello di radiazione è risultato infatti non superiore a 40-50 mrems/h, comprensivi di γ e neutroni.

Tali livelli, oltre a non essere di per sè stessi pericolosi per esposizioni non prolungate, sono localizzati in zone alle quali è proibito l'accesso quando l'acceleratore è in funzione e perciò stesso non possono provocare danno alle persone.

L'attuale disposizione delle schermature, visibile in fig. 1, può considerarsi definitiva, essendo quella che ha consentito di ridurre ai valori più bassi possibili il livello della radiazione diffusa.

A titolo indicativo sono riportati nella stessa figura alcuni valori di dose e d'intensità di dose, rilevati nel corso del funzionamento della macchina. Si vede da tali valori come anche nella sala della macchina e nelle immediate vicinanze dei pozzi di spegnimento, esclusa naturalmente la zona intorno

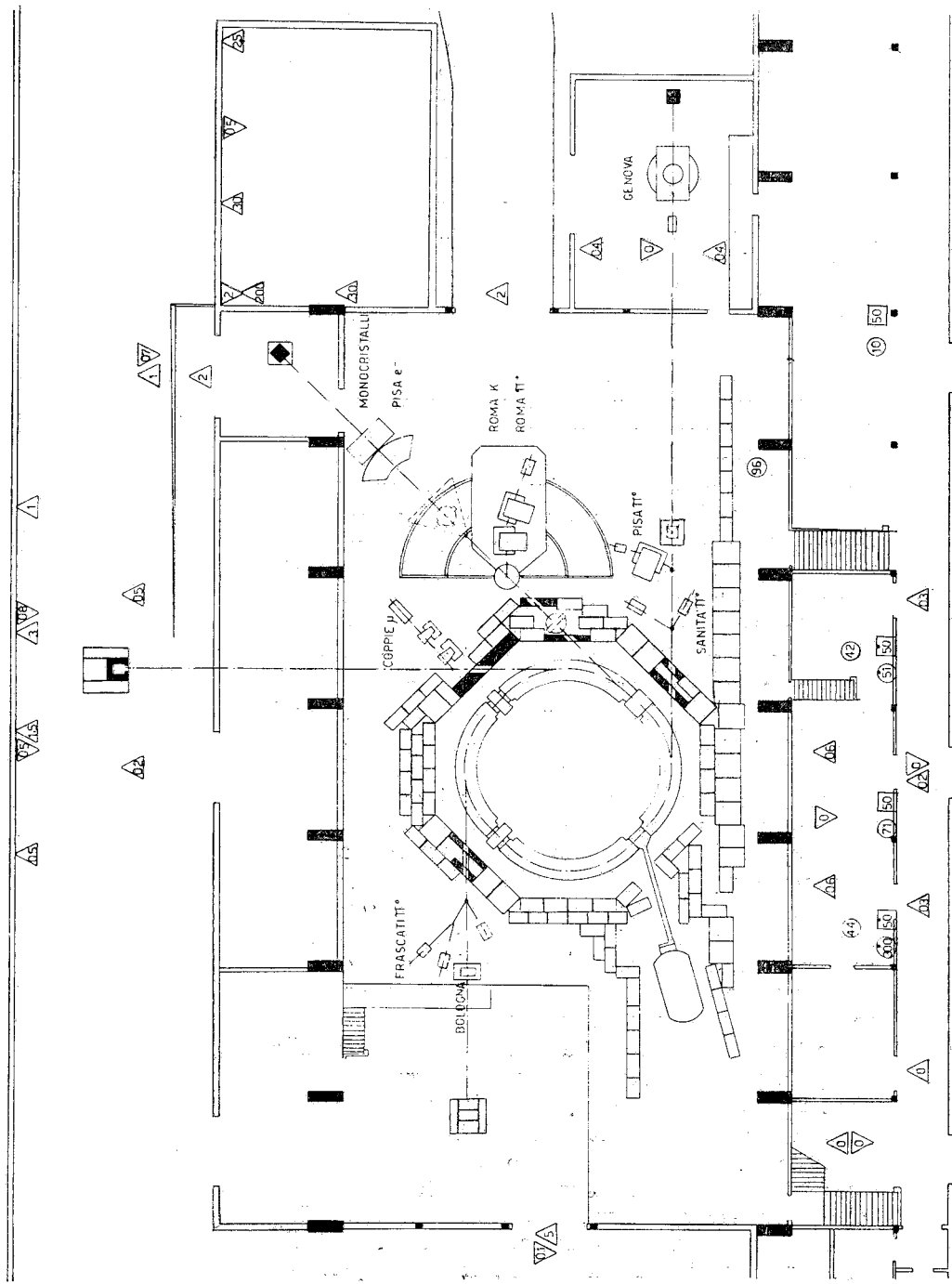


Fig. 1. — Disposizione generale delle schermature e valori di dose.
 O Dose γ (mr); \square Dose neutroni (mrems); \triangle Intensità di dose γ (mr/r); ∇ Flusso neutroni in unità di livello massimo permmissibile (1 l.m.p. = 20 n/cm² sec.).

alla direzione del fascio, sia possibile sostare senza tema di danno per un tempo limitato.

Nella sala conteggio e nella sala controlli i livelli di radiazione in mrem/h risultano di gran lunga inferiori ai massimi ammissibili.

Nel complesso si può affermare che nel controllo e nella protezione dalle radiazioni si è raggiunto un notevole grado di sicurezza, come si può anche rilevare dalla fig. 2, dove sono riportate in grafico le dosi medie mensili per persona controllata, a partire dai primi controlli effettuati nell'ottobre 1958 e relativi all'entrata in funzione dell'iniettore. Dal maggio 1959, col sincrotrone in funzione, la dosimetria personale è stata estesa ai neutroni e le dosi medie sono quindi complessive dei γ e dei neutroni.

Nella stessa figura è riportato anche il numero delle ore di fascio utilizzato per vedere come, indipendentemente da tale numero, la dose media mensile si mantenga quasi sempre al di sotto di un quarto del valore massimo ammissibile.

Non è inutile precisare che questi risultati si sono raggiunti anche grazie al rigoroso rispetto delle norme di sicurezza che regolano l'accesso delle persone alle zone dichiarate pericolose.

Dosimetria personale. — La dosimetria personale viene effettuata col sistema dei film-badges, sia per i γ , che per i neutroni lenti e veloci¹⁻²⁻³⁻⁴⁻⁵⁻⁸.

I film-badges per γ (emulsioni Ferrania Simplex di tipo « dentario »), rispondono a dosi fra 10 mr e 1,5 r con errori che variano dall'80 al 6 % fra il minimo e il massimo valore di dose rispettivamente. Lo stesso tipo di film è usato per la dosimetria dei neutroni lenti, rivelati tramite la loro cattura radioattiva da parte di un sottile schermo di cadmio del quale è circondata l'emulsione¹⁻².

Per la misura delle dosi di neutroni veloci si utilizza l'emulsione nucleare Kodak tipo A, in confezione speciale per misure di neutroni fra 0,5 e 10 MeV. Dalla densità di tracce dei protoni di rinculo registrati nell'emulsione si risale alla dose con errori dal 15 al 50 %².

La frequenza nel cambio dei film-badges per neutroni veloci è quindicinale, anche per evitare che l'effetto di fading si faccia sentire in misura notevole. Per i γ invece è quindicinale solo per le persone che per ragioni di lavoro debbono sostare più a lungo nell'edificio del Sincrotrone; per gli altri è mensile.

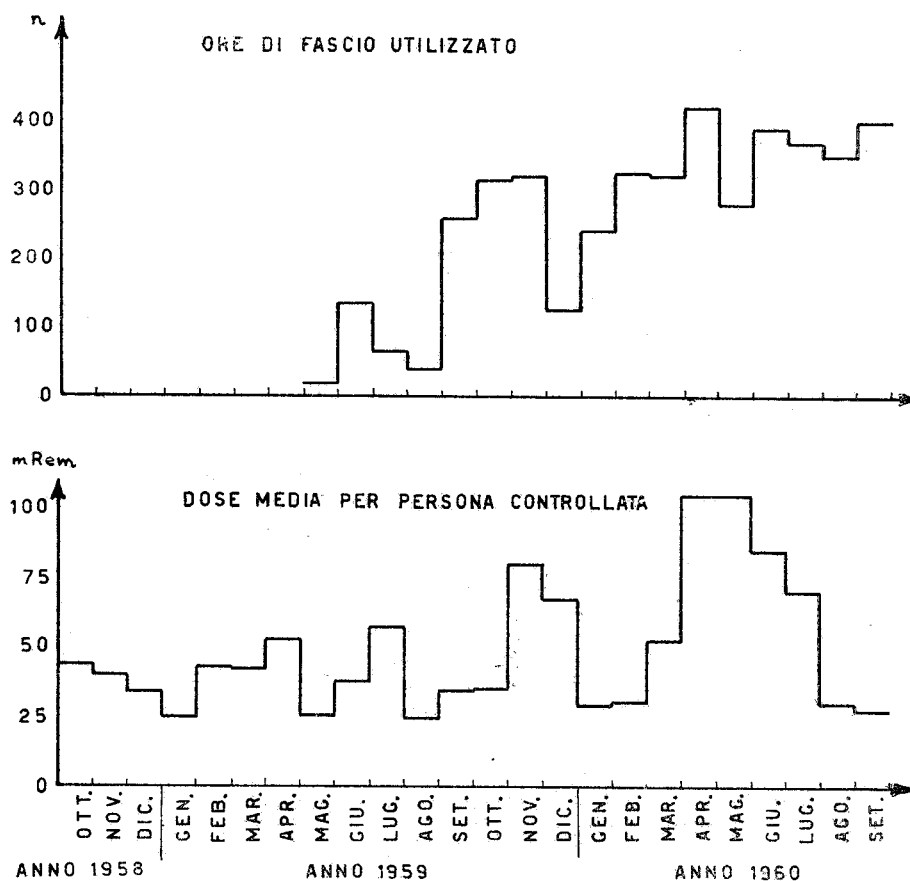


Fig. 2. — Dose media mensile per persona controllata e numero di ore di fascio utilizzato.

Quando per particolari ragioni, previste anche nelle norme di sicurezza, gli operatori della macchina debbono recarsi in zone dichiarate pericolose, ove il livello di radiazione può raggiungere valori molto elevati, in aggiunta ai dosimetri fotografici citati, essi devono portare anche un film-badge per dosi fino a 800 r^e.

Per chi debba entrare nell'edificio del Sincrotrone solo occasionalmente, il rilevamento delle dosi viene fatto con pocket-chambers Victoreen o Stephen a lettura indiretta e diretta rispettivamente.

Le dosi lette sui film-badges sono registrate su apposite cartelle personali e conservate nell'archivio dosimetrico.

Dosimetria ambientale e sicurezze. — Le misure della radiazione γ diffusa vengono fatte con camere d'ionizzazione Tracerlab, Ekco, Jordan e con un monitor a scintillazione Saip, che rispondono in r/h.

I neutroni vengono misurati con contatori proporzionali a protoni di rinculo del tipo di Hurst⁷, che rispondono ai neutroni fra 0,15 e 15 MeV con efficienza uniforme e indipendente dalla direzione di provenienza delle particelle.

L'efficienza di questi strumenti, che viene controllata periodicamente, è di 0,7 imp/sec in un flusso di 20 neutroni/cm². sec, flusso pari ad un livello massimo permessibile.

Con camere d'ionizzazione in materiale equivalente al tessuto umano¹⁰, che rispondono sia ai γ che ai neutroni in modo simile al tessuto stesso, le misure di dose sono fatte in rads.

Usando contemporaneamente una camera tessuto equivalente e un misuratore di soli γ o di soli neutroni, è possibile, per differenza, conoscere il contributo alla dose di ognuna delle componenti e risalire quindi alla dose biologica.

La sensibilità di queste camere è di circa $4,5 \cdot 10^{-14}$ A per 1 mr/h di γ o alternativamente per un flusso di 75 neutroni/cm². sec.

Alcuni punti fissi della sala sincrotrone e delle sale di controllo e conteggio sono controllati in continuazione con film-badges per γ e per neutroni veloci.

I valori di dose e d'intensità di dose riportati in fig. 1 danno un'idea del grado di sicurezza nel quale si svolge il lavoro intorno alla macchina.

La permanenza in sala Sincrotrone, nella fase in cui si ha il fascio γ , è vietata a tutti indistintamente. I possibili accessi al locale sono muniti di serratura di sicurezza dalla quale la chiave si può sfilare solo a chiusura avvenuta. L'entrata in funzione dell'acceleratore è possibile solo se tutte le chiavi sono inserite in un apposito quadro di sicurezza a contatti elettrici.

Un solo accesso è libero da questo vincolo: esso è però sorvegliato da una cellula fotoelettrica, che interrompe il fascio γ , quando viene interrotto il flusso luminoso che la investe.

Una volta avviato il funzionamento del sincrotrone, le persone debitamente autorizzate possono ancora entrare in sala attraverso questa unica porta; debbono però munirsi, prelevandolo da un apposito

sostegno, di un birillo, la cui mancanza dal proprio posto non consente di avere il fascio γ per l'interruzione di un contatto elettrico.

Diverse segnalazioni acustiche precedono l'entrata in funzione dell'acceleratore, mentre segnalazioni luminose ne indicano i vari stati di funzionamento.

Non è escluso che per una maggiore sicurezza sia richiesta nel futuro la messa in opera di altri dispositivi.

RIASSUNTO

M. Ladu: Controllo delle radiazioni intorno al sincrotrone dei Laboratori Nazionali di Frascati. - Viene descritto il sistema di controllo delle radiazioni, le sicurezze messe in opera e le schermature realizzate intorno al sincrotrone. Vengono inoltre forniti risultati relativi alla dosimetria personale ed ambientale.

SUMMARY

M. Ladu: Radiation control near the synchrotron of the Laboratori Nazionali in Frascati. - The radiation control system, safety devices and shielding applied near an electrosynchrotron are described. The results of measurements of the doses received by the personnel and of the environmental radioactivity are presented.

BIBLIOGRAFIA

- 1) Amadesi P., Grimellini N., Guenzi G., Rimondi O. *Minerva Nucleare*, 2, 44, 1959.
- 2) Amadesi P., Rimondi O., Sifaki H., Turtura M. *Relazione alla V Riunione dell'Ass. It. di Fisica Sanitaria*, 1959. *Minerva Nucleare*, 11, 299, 1960.
- 3) Cheka J. S. *Phys. Rev.*, 90, 353, 1953.
- 4) Cheka J. S. *Nucleonics*, 6, 40, 1954.
- 5) Cook J. E. *AERE HP R*, 2744, 1958.
- 6) *Dosimetro fotografico CB per alte dosi. Bollettino Kodak di Radiografia*, fasc. 7, 1958.
- 7) Hurst G. S. *Brit. J. Radiol.*, 27, 353, 1954.
- 8) Ladu M. *Minerva Nucleare*, 12, 399, 1959.
- 9) *Recommendations of I.C.R.P.* Pergamon Press, London, 1959.
- 10) Rossi H. H., Failla G. F. *Nucleonics*, 2, 32, 1956.