

Laboratori Nazionali di Frascati

LNF-60/19 (24. 6. 60)

Notiziario n. 8: ATTIVITA' DEI LABORATORI NAZIONALI DI FRASCA-  
TI. DICEMBRE 1959 - GIUGNO 1960

COMITATO NAZIONALE PER LE RICERCHE NUCLEARI  
Laboratori Nazionali di Frascati

Notiziario n° 8  
Dicembre 1959 - Giugno 1960

ATTIVITA' DEI LABORATORI NAZIONALI DI FRASCATI

A cura del Servizio Documentazione  
dei Laboratori Nazionali di Frascati del CNRN  
24 Giugno 1960

I N T R O D U Z I O N E

Questo notiziario n° 8 riferisce dell'attività dei Laboratori Nazionali di Frascati dal dicembre 1959 al giugno 1960. Come si vede, l'attività, pur unitaria, dei nostri Laboratori si può dividere in 3 capitoli principali.

Un primo capitolo riguarda il funzionamento dell'elettrosincrotrone, le continue varianti e miglioramenti su di esso, e l'attività di ricerca. In particolare è da sottolineare che in questi mesi si è iniziata la costruzione di un anello di accumulazione (v. paragrafo 2). E' da ricordare qui che è essenziale anche per la continuità di competenza sulla macchina che il gruppo di fisici ed ingegneri direttamente adibiti all'elettrosincrotrone abbia un'attività di originale ricerca nel proprio campo di lavoro.

Il secondo capitolo riguarda l'attività dei vari laboratori del Centro di Frascati. Questa attività è essenzialmente concentrata su problemi connessi alle ricerche nucleari con l'elettrosincrotrone od al suo sviluppo e miglioramento. Questa connessione va intesa però in modo liberale ed esteso. I vari laboratori di Frascati sono infatti contemporaneamente un servizio per l'elettrosincrotrone e le esperienze, ma hanno propri temi di lavoro che si possono considerare effettiva ricerca, i cui risultati ovviamente giovano al progresso tecnico della ricerca nucleare in Frascati ed in ogni altro Centro italiano. La lettura degli argomenti trattati da ogni

## II.

laboratorio può chiarire questo punto di vista.

Nel terzo capitolo si presenta in rapida sintesi l'insieme delle ricerche sperimentali con l'elettrosincrotrone. Ci sono descritte tutte le esperienze almeno effettivamente iniziate nella sala esperienze senza distinzione sulla provenienza dei ricercatori. Infatti, come si vede, buona parte di esse sono ormai miste tra fisici di diverse Università o di Frascati. E' piacevole rilevare che ormai i risultati di alcune esperienze sono stati pubblicati o sono in corso di pubblicazione.

Si ritiene conveniente, per facilitare ad ogni persona interessata la discussione con gli specifici competenti, dare un'indicazione sulle principali attività svolte dai fisici ed ingegneri di questi Laboratori :

Amman Ing. Fernando	Lab. elettrosincrotrone
Bassetti Dr. Mario	Gruppo teorico
Bernardini Dr. Carlo	Esperienze, Gruppo teorico
Bizzarri Dr. Ubaldo	Lab. elettrosincrotrone
Bologna Dr. Gianfranco	Esperienze, Misure magnetiche
Cabibbo Dr. Nicola	Gruppo teorico
Cerchia Ing. Renato	Ufficio tecnico, Edilizia
Corazza Dr. Gianfranco	Lab. tecnologie, Direzione tecnica
Del Fabbro Dr. Raffaele	Lab. elettrosincrotrone
Diambrini Dr. Giordano	Esperienze, fascio gamma

### III.

Evangelisti Ing. Roberto	Lab. magneti
Gatto Prof. Raul	Gruppo teorico
Chigo Dr. Giorgio	Lab. elettrosincrotrone, Direzione macchina
Giannini Dr. Marcello	Lab. elettrosincrotrone
Habel Dr. Roberto	Lab. tecnologie
Infante Dr. Carlo	Lab. elettronica
Ladu Prof. Mario	Dosimetria
Massarotti Dr. Antonio	Lab. radiofrequenza
Moneti Dr. Giancarlo	Lab. criogenico
Montelatici Dr. Vinicio	Lab. criogenico
Murtas Dr. Ciampaolo	Esperienze, dosimetria fascio
Pellegrini Dr. Claudio	Gruppo teorico
Puglisi Ing. Mario	Lab. radiofrequenza
Quercia Prof. I. Federico	Lab. elettronica, Vicediret- tore
Querzoli Prof. Ruggero	Esperienze, Lab. elettrosin- crotrone
Sacerdoti Ing. Giancarlo	Lab. magneti, Misure magne- tiche
Salvini Prof. Giordio	Esperienze, Direttore
Sanna Dr. Ciovanni	Lab. magneti, Misure magne- tiche
Scaramuzzi Dr. Francesco	Lab. criogenico
Turrin Dr. Angelo	Calcoli numerici, Gruppo teorico

IV.

I N D I C E

^^^^^^^^^^^^

	pag.
CAP. I - ELETTROSINCROTRONE	
1. Situazione dell'elettrosincrotrone .....	1
2. Anello di accumulazione .....	5
CAP. II - ATTIVITA' DEI LABORATORI	
1. Laboratorio criogenico . . . . .	8
2. Laboratorio "Rafele" .....	9
3. Servizio elettronico .....	10
4. Laboratorio magneti esperienze (ME).....	11
5. Laboratorio tecnologie .....	13
6. Servizio calcoli numerici .....	15
7. Schermature e dosimetria .....	18
8. Sviluppo edilizio .....	19
9. Servizio documentazione .....	21
CAP. III - ATTUALI RICERCHE CON L'ELETTRO- SINCROTRONE	
1. Esperienza di fotoproduzione di mesoni $\pi^0$ (Sanità $\pi^0$ ) .....	22
2. Esperienza sulla polarizzazione del protone di rinculo nella fotoprodu- zione singola di mesoni $\pi^0$ in idro- geno .....	23
3-a. Esperienza sulla bremsstrahlung prodotta da elettroni di 1000 MeV in un cristallo di silicio (mono- cristalli) .....	26

	pag.
3-b. Misura dello spettro di bremsstrahlung dell'elettrosincrotrone di Frascati (Spettro $\gamma$ ).....	28
4. Fotoproduzione singola e multipla di mesoni $\pi$ in idrogeno e deuterio (Genova) .....	30
5. Fotoproduzione singola di mesoni $\pi^+$ in idrogeno fra 600 e 900 MeV, ad angoli $\leq 90^\circ$ (Sistema del baricentro (Roma $\pi^+$ )). .....	31
6. Esperienza sulla fotoproduzione di coppia di $\mu$ (Coppie $\mu$ ) .....	34
7. Esperienza sulla polarizzazione del protone di rinculo nel processo $\gamma + p \rightarrow \pi^0 + p$ (Frascati $\pi^0$ ).....	36
8. Esperienza sulla conservazione della parità (Bologna) .....	38
9. Esperienza sulla fotoproduzione di $K^+$ per energie del $\gamma$ prossime alla soglia della reazione $\gamma + P = \Lambda^0 + K^+$ (Roma K) .....	39
10. Esperienza di annichilazione (Annichilazione) .....	40
11. Misura della polarizzazione del protone di rinculo nella reazione : $\gamma + P = P + \pi^0$ con la tecnica delle emulsioni nucleari.	41

## CAP. I - ELETTROSINCROTRONE

### 1. SITUAZIONE DELL'ELETTROSINCROTRONE

#### a) Esercizio dell'elettrosincrotrone

La situazione dell'elettrosincrotrone in questi ultimi sei mesi risente complessivamente di un notevole miglioramento rispetto al periodo precedente in quanto sono state ultimate un certo numero di opere nei confronti della macchina e della sala esperienze che consentono un ritmo di lavoro più continuo e serrato.

Nell'ultimo notiziario si riferiva sul funzionamento dell'elettrosincrotrone sino al 29 novembre 1959. Nel successivo mese di dicembre si ebbero parecchi incidenti allo iniettore che ridussero l'attività sperimentale a sole 186 ore complessive per tutto il mese. In questo periodo si sono dovute sostituire o revisionare le parti rotanti della V. d G. e cambiare una cinghia che si era spezzata. Il grafico di fig.I.1. riepiloga l'attività della macchina nel 1959.

Dai primi del 1960 l'elettrosincrotrone riprende a funzionare regolarmente dopo aver ultimato le riparazioni al V. d G. e si decide di aumentare le ore programmate a disposizione degli sperimentatori nel modo seguente :

- 9,00 - 12,00 macchina spenta per preparazione esperienze e manutenzione;
- 12,00 - 13,00 avviamento elettrosincrotrone (conditioning);

2.

13,00 - 22,45 I° turno esperienze;  
22,45 - 23,15 ispezione della macchina e cambio esperienza;  
23,15 - 9,00 II° turno esperienze.

Inoltre la manutenzione settimanale viene limitata al pomeriggio del lunedì e viene assicurata la presenza del personale della macchina per 168 ore alla settimana. Di conseguenza il tempo della settimana viene così suddiviso :

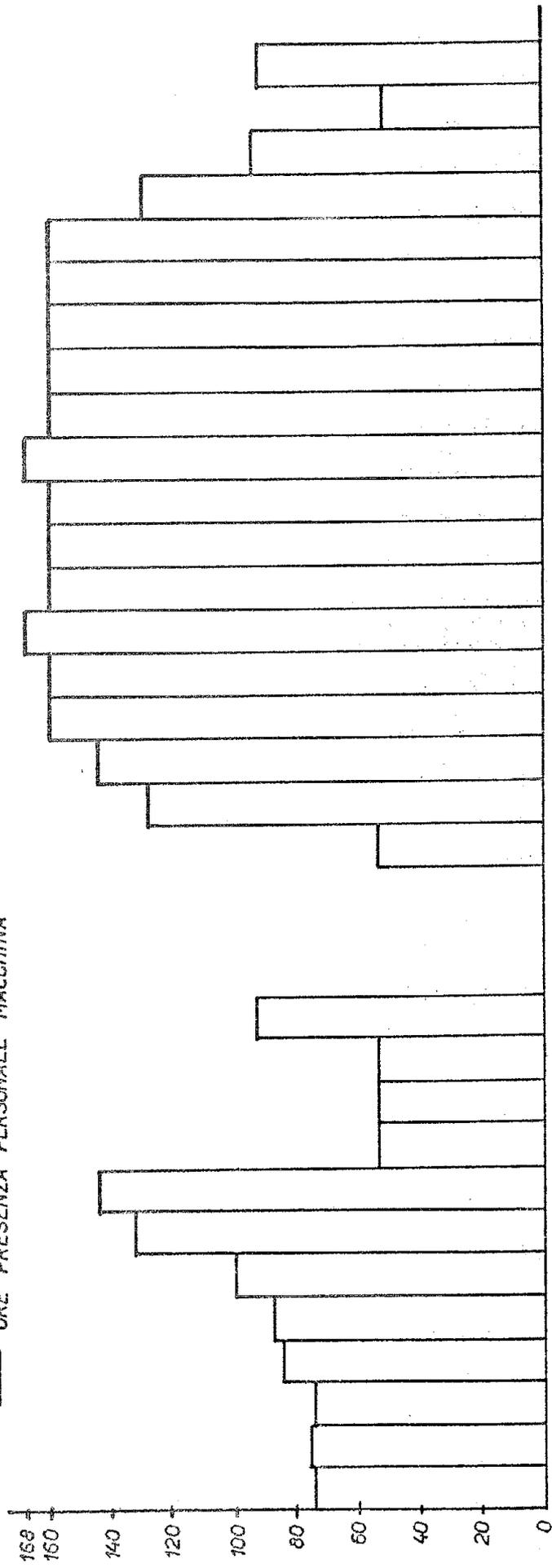
Assegnate ai gruppi di ricerca (13 turni di 9,45 ore)	126	ore
Preparazione esperienze (6 intervalli di 3,30 ore)	21	ore
Avviamento macchina	6	ore
Manutenzione	15	ore
<b>TOTALE</b>	<b>168</b>	<b>ore</b>

Complessivamente, dal maggio 1959 al giugno 1960, la macchina è stata utilizzata dagli sperimentatori per 4.300 ore : 1.800 nel 1959 e 2.500 nel 1960.

Un certo miglioramento si è avuto nell'esercizio dello elettrosincrotrone per l'aumento del personale della macchina che è salito da 11 a 16 persone (4 fisici, 6 tecnici e 6 operatori) il che permette con l'aiuto di altri fisici dei Laboratori di avere costantemente a disposizione dell'elettrosincrotrone almeno un fisico e due operatori.

Nei primi mesi del 1960 la macchina è stata portata ad un regime di funzionamento difficilmente superabile con una media di 102 ore settimanali, utilizzate dalle esperienze, su 126 programmate.

— ORE PRESENZA PERSONALE MACCHINA



— ORE DI MACCHINA UTILIZZATE DALLE ESPERIENZE

--- ORE DI FASCIO EROGATO PER LE ESPERIENZE

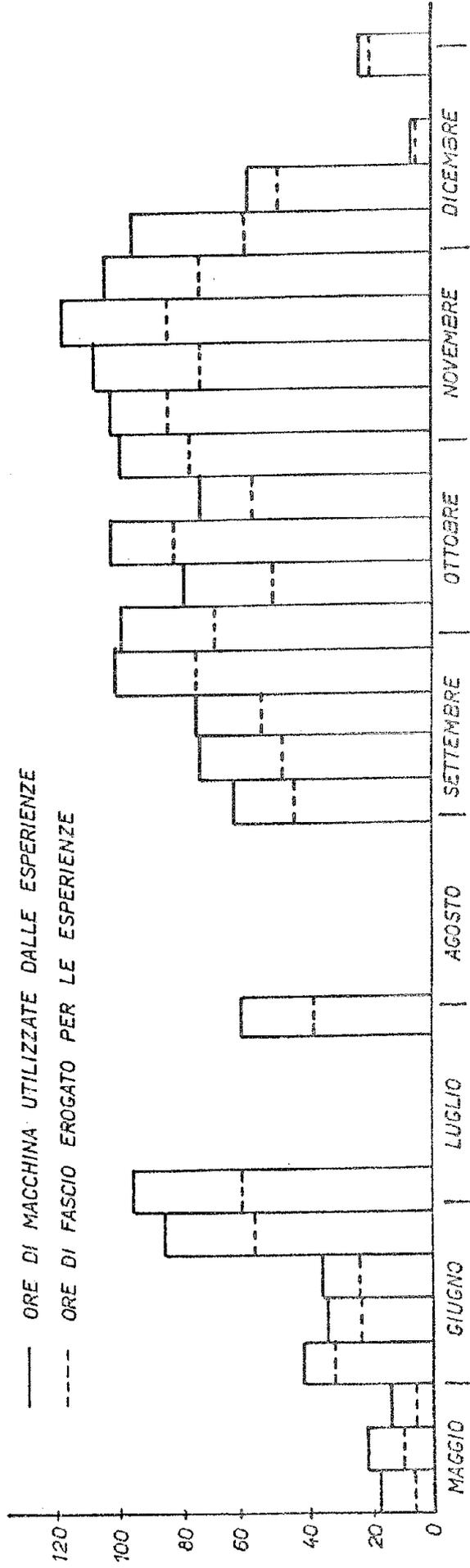


FIG. 1.1  
FUNZIONAMENTO MACCHINA. Settimane dall'11.5.1950 al 3.1.1950.

Dai primi del 1960 si è completata la documentazione relativa ai guasti per cui si può dare per i primi 6 mesi un quadro completo dell'esercizio. Incidenti significativi oltre quelli occorsi all'iniettore si sono avuti alla  $RF_2$ : in particolare si è fessurato il tubo di quarzo del sistema di vuoto della cavità e si sono avute noie ai cavi coassiali di alimentazione della cavità. Il resto del tempo va diviso tra la ricerca del fascio e piccole riparazioni ai controlli. Nel mese di maggio si è ritenuta necessaria una fermata di circa una settimana per effettuare lavori ai gruppi di alimentazione, al vuoto, all'iniettore. La causa principale di tale fermata è stata la necessità di tornire i collettori delle macchine di alimentazione logorati in modo anormale: non è da escludere che in futuro si debbano avere notevoli fermate per ovviare a questi inconvenienti. Nello stesso periodo si è sostituito il quadrante est della camera a vuoto, essenzialmente per verificare lo stato delle guarnizioni e della araldite che si è rivelato ottimo. Si è pure approfittato della fermata per sostituire il tubo della V. d G. che aveva circa 5000 ore di funzionamento ed era segnato da alcune scariche. Nell'intento di migliorare il campo magnetico alla testata della  $RF_1$  è stato sostituito un tubo di acciaio inossidabile (sede di correnti parassite), con uno di araldite. Dopo questa fermata si è avuta una temporanea diminuzione di intensità dovuta al cambiamento del tubo (ottica sorgente) e alla necessità di ritrovare i valori delle correnti di correzione (modifica testata  $RF_1$ ).

4.

L'intensità massima della macchina è leggermente aumentata e ha raggiunto  $6 \times 10^{11}$  Q/min a 1000 MeV e funziona mediamente a  $4 \pm 5 \times 10^{11}$  Q/min con una corrente iniettata di  $20 \pm 30$  mA. Negli ultimi mesi si è perfezionato il meccanismo di sostituzione dei filamenti (circa 250 ore) nel giorno della manutenzione (lunedì).

Nella fig. I.2 il grafico riepiloga l'attività della macchina nei primi sei mesi del 1960 con accenno alla distribuzione delle ore perse per guasti.

In questo periodo non si sono avute sostanziali variazioni alle schermature e alla disposizione delle esperienze. Si è provveduto all'allontanamento del pozzo di spegnimento del fascio n° 2 come è visibile in fig. I.3 .

Ultimamente si sono sistemati in sala 3 nuovi gruppi di esperienze per le prime prove e si è giunti così a 10 gruppi presenti simultaneamente in sala.

#### b) Sviluppo dell'elettrosincrotrone

Nei prossimi mesi miglioreranno notevolmente le condizioni di sperimentazione in quanto verrà ultimato e attrezzato l'ampliamento della sala conteggio che verrà dotata di installazioni fisse di cavi in collegamento con la sala esperienze.

Sono stati consegnati quasi tutti gli elementi del nuovo impianto idrico per i magneti per esperienze che permetterà di lavorare simultaneamente con diversi magneti e accelererà le operazioni di scambio.

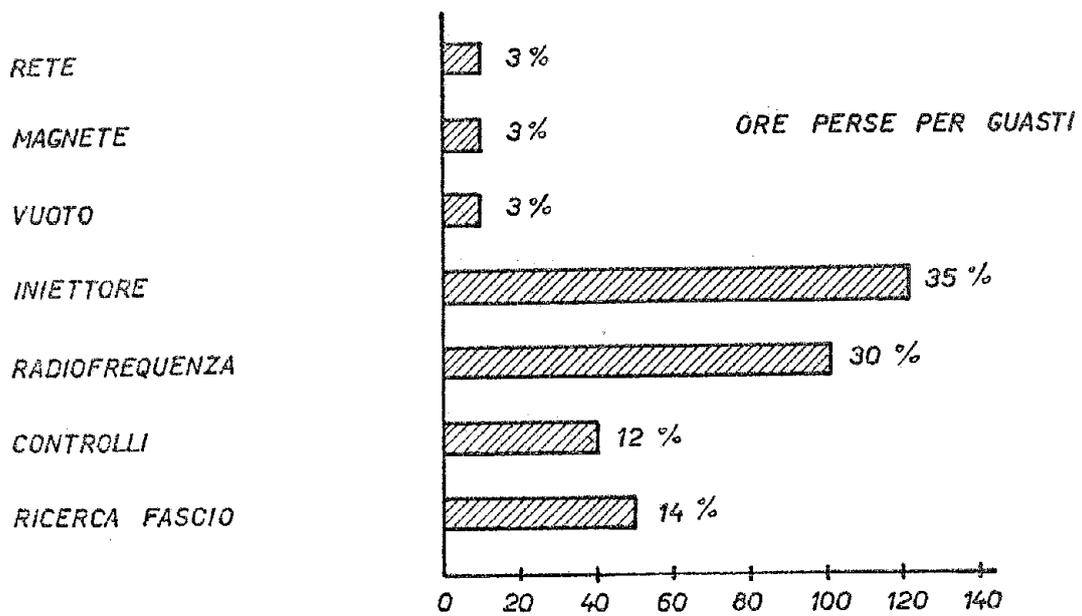
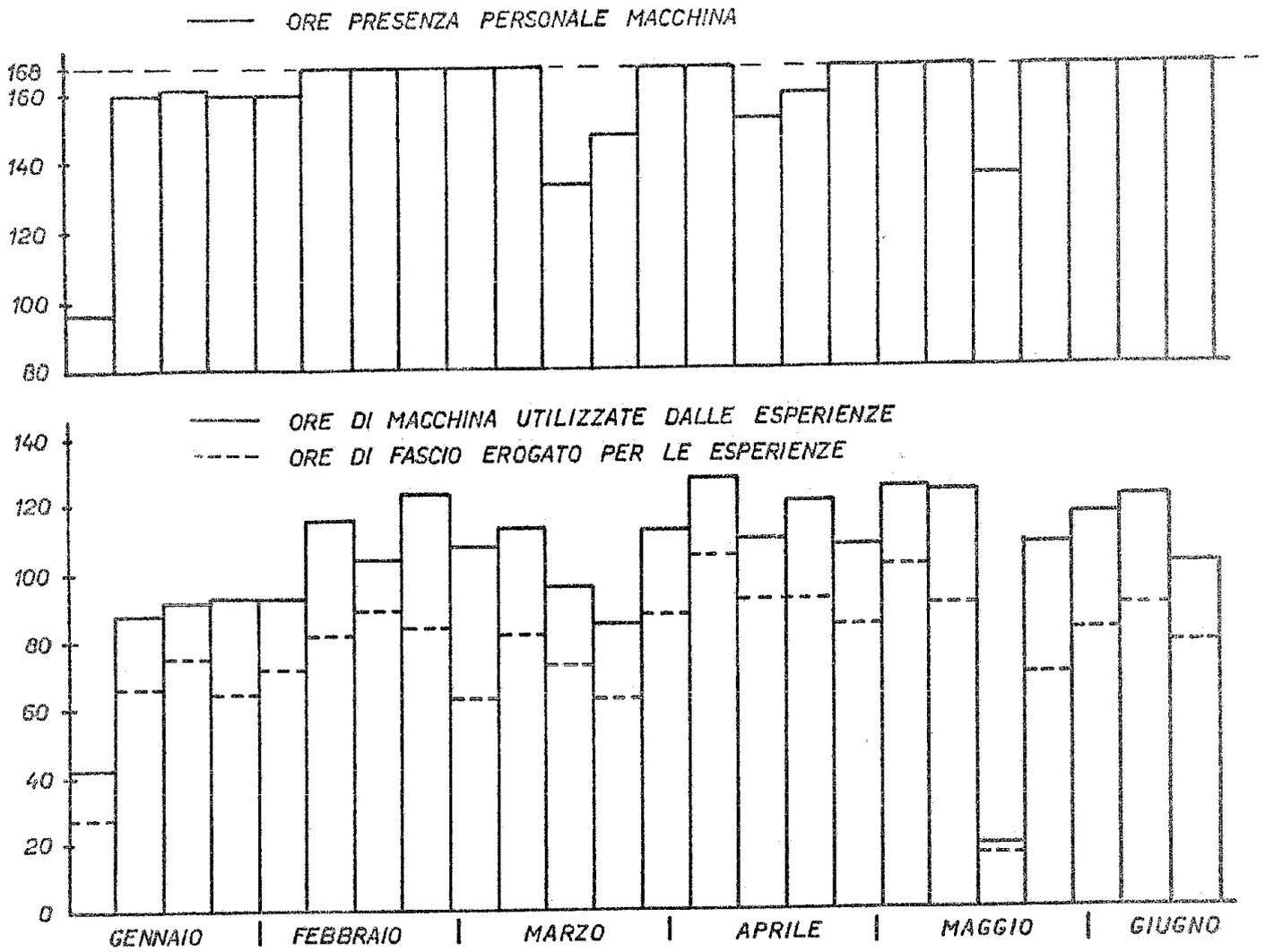


FIG. I.2  
 FUNZIONAMENTO MACCHINA. Settimane dal 4.1. al 19.6.1960.

- 1 - SANITA' IT
- 2 - PISA IT
- 3 - MONOCRISTALLI
- 4 - GENOVA
- 5 - ROMA IT
- 6 - COPPIE
- 7 - FRASCATI IT
- 8 - BOLOGNA
- 9 - ROMA K
- 10 - ANNICHILAZIONE

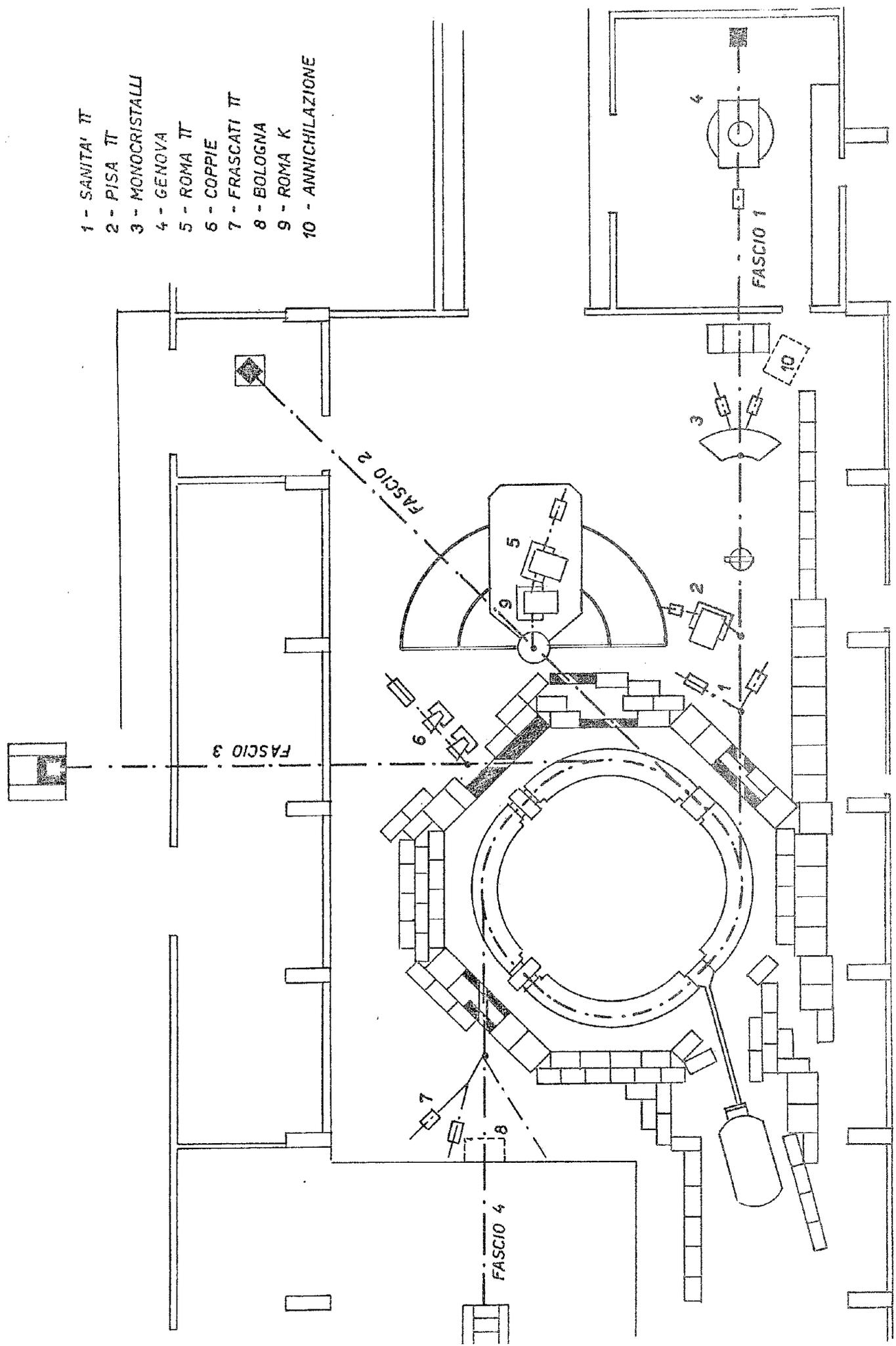


FIG. I.3  
EDIFICIO SINCROTRONE - DISPOS. ESPERIENZE

Sono inoltre in costruzione grandi aree coperte che permetteranno di sgombrare la sala esperienze e di consentire di preparare in migliori condizioni le esperienze più complicate (camera a bolle, magneti ecc.).

Nei confronti della macchina sono stati terminati praticamente quei lavori di miglioramento ai controlli e alla impiantistica necessari per avere una buona stabilità e continuità di funzionamento. Entro giugno sarà consegnata la tank in acciaio inossidabile che conterrà la nuova cavità completamente sotto vuoto che permetterà di raggiungere i 1.100 MeV.

Nei brevi spazi di tempo lasciati liberi dall'esercizio si cerca di migliorare la conoscenza dei fenomeni che limitano l'intensità della macchina i quali sono notoriamente vari e complessi e speriamo si giunga a breve scadenza a risultati che si traducono concretamente in un aumento di intensità.

## 2. ANELLO DI ACCUMULAZIONE

In seguito ad una proposta di B.F. Touschek, sono state fatte alcune considerazioni preliminari sulla opportunità e possibilità di costruire un "anello di accumulazione" (AdA) per positroni ed elettroni, in cui osservare interazioni  $e^+$  e  $e^-$  disponendo di 400 ÷ 500 MeV nel centro di massa. L'ovvio pregio di questo esperimento starebbe nella possibilità di osservare reazioni a due corpi come :

$$e^+ + e^- \longrightarrow \pi^+ + \pi^- \quad (\pi)$$

$$e^+ + e^- \longrightarrow \mu^+ + \mu^- \quad (\mu)$$

$$e^+ + e^- \longrightarrow \pi^0 + \gamma \quad (0)$$

$$e^+ + e^- \longrightarrow \gamma + \gamma \quad (\gamma)$$

l'interesse delle quali risulta evidente.

Essendosi concluso che la proposta aveva qualche probabilità d'attuazione in Frascati, sono stati iniziati lavori di calcolo e di progetto dettagliato con particolare attenzione alle seguenti voci :

a) Vita media dei beams accumulati.

In condizioni statiche la vita di un beam in AdA sembra poter raggiungere l'ordine di 1 ora se la pressione del gas residuo è circa  $10^{-8}$  mm Hg, cause di perdita sono lo scattering la bremsstrahlung, le fluttuazioni delle radiation losses.

b) Meccanismo di iniezione.

Si pensa di inviare un beam di  $\gamma$  (1.000 MeV, spettro di bremsstrahlung) dall'elettrosincrotrone su due targhette diametralmente opposte, alternativamente, e di usare gli elettroni di coppie prodotti così all'interno di AdA nella banda cinematicamente accettabile. Non vi sarebbero elettroni sopravvissuti se non si riuscisse ad ottenere una spiralizzazione efficiente; per questo, occorre rinforzare con qualche accorgimento l'azione dei dampings delle oscillazioni di betatrone. Sono allo studio alcuni metodi di iniezione, di efficacia difficile da giudicare al momento attuale, ma che la-

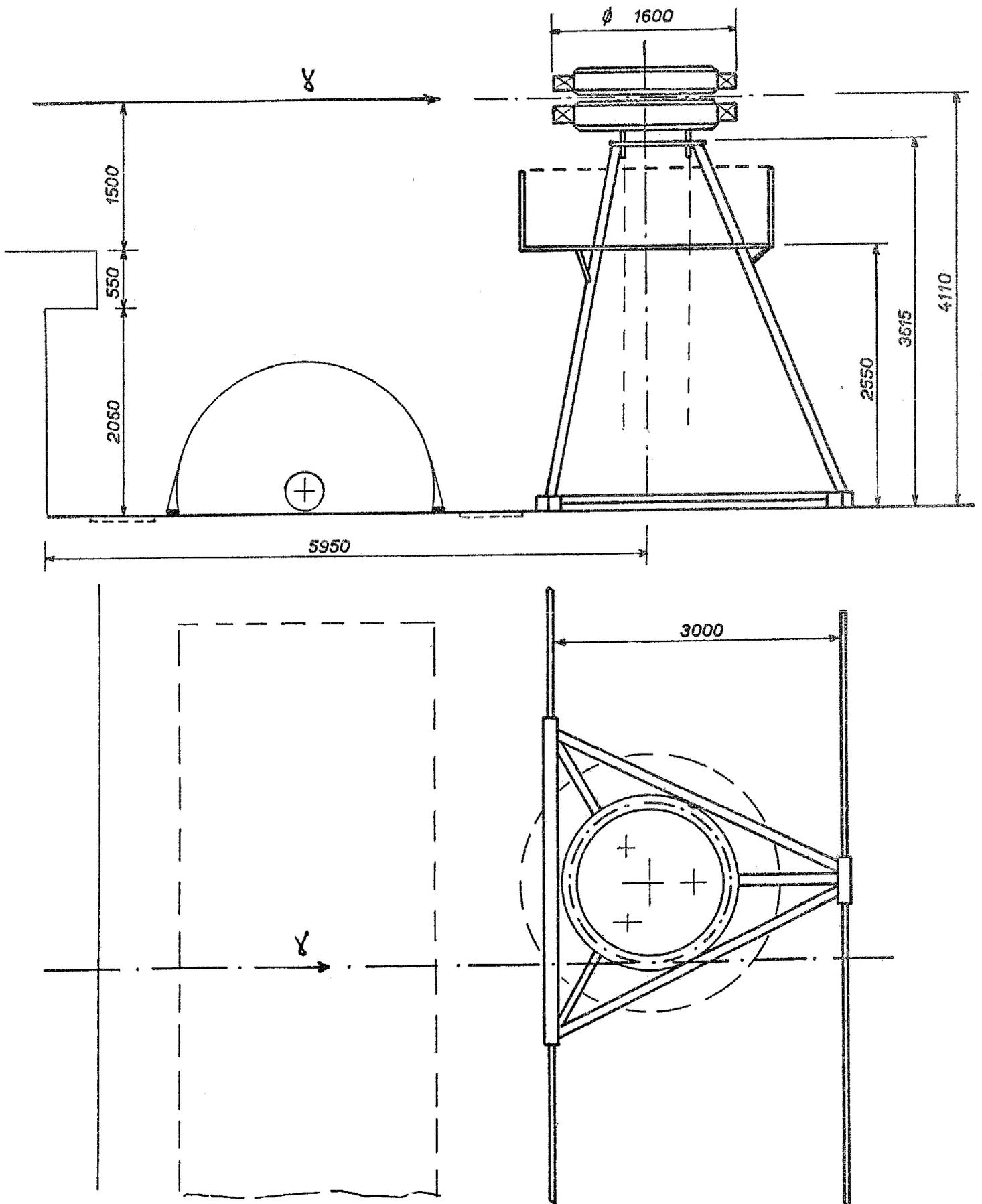


FIG. 1.4

sciano intravedere qualche possibilità di successo.

La macchina è in stato avanzato di realizzazione presso i vari laboratori competenti (magneti, tecnologie, radiofrequenza) e nell'autunno saranno ultimati i vari elementi essenziali di cui nel seguito del notiziario (Cap. II) sono dati maggiori dettagli.

L'AdA verrà installata per le prime prove di iniezione nella sala macchine presso l'elettrosincrotrone come è visibile in fig. I.4 . Da alcune stime preliminari risulta che reazioni come la ( $\overline{p}$ ) e la ( $\mu$ ) dovrebbero potersi osservare in cattiva geometria, con una frequenza ragionevole. La reazione ( $\gamma$ ) osservata in direzione tangente ai beams, verrebbe impiegata come monitor.

CAP. II - ATTIVITA' DEI LABORATORI

1. LABORATORIO CRIOGENICO

Nei mesi dicembre 1959 - maggio 1960 sono stati liquefatti 850 lt di idrogeno per rifornire i quattro bersagli a idrogeno ora in funzione presso l'elettrosincrotrone.

Dal gennaio 1960 è in funzione un quarto bersaglio "tipo Wilson" nel quale la parete del contenitore di idrogeno è di acciaio da 25  $\mu$  incollato con Araldite su Mylar anche da 25  $\mu$  .

E' ora in avanzato stadio di costruzione un bersaglio "tipo Wilson" a dentiera, mentre un più complesso bersaglio a H<sub>2</sub> o D<sub>2</sub> è in progetto. Si sta anche preparando l'attrezzatura generale per il recupero del deuterio.

Sono stati inoltre modificati i bersagli W1 e W2 ed è in costruzione una variante per il bersaglio L per l'esperimento sulla fotoproduzione dei K.

Il gruppo di basse temperature dell'Università di Roma, ospite del nostro Laboratorio, prosegue i suoi esperimenti sulla diffusione di Ne, HT e He<sup>4</sup> in idrogeno liquido.

E' stata eseguita la prima prova con elio liquido della camera a bolle della Sezione di Roma dell'INFN.

Sono stati spediti all'Università di Padova 250 lt di elio liquido; all'Università di Genova è stata fatta una prima spedizione di 15 lt .

## 2. LABORATORIO "RAFELE"

I laboratori di radiofrequenza ed elettronica hanno svolto in questo periodo parte delle loro attività per il miglioramento e le manutenzioni dell'elettrosincrotrone, e parte per lo studio e la realizzazione di apparecchi e strumenti interessanti le sperimentazioni.

Particolarmente per tenere conto dello sviluppo della attività in questo ultimo campo, si è considerata l'opportunità di riunire l'esperienza e la competenza specifica dei due laboratori in un unico laboratorio "Rafele".

Per l'elettrosincrotrone questo laboratorio ha svolto un programma di miglioramento dei circuiti di controllo, e di aumento delle prestazioni della radiofrequenza di potenza.

Per quest'ultimo è in corso di realizzazione dopo studi e prove su modelli, una cavità risonante progettata per fornire 150 KV di picco, e il relativo alimentatore e radiofrequenza.

In particolare è stato studiato, e calcolato numericamente un sistema magnetico per evitare il "multi pacting" nelle cavità risonanti.

Per la sperimentazione, sono stati realizzati e studiati particolarmente circuiti rapidi di discriminazione di ampiezza. E' stata iniziata e portata a buon punto la realizzazione di un discriminatore a 20 canali rapido tipo Phalco <sup>(1)</sup> attual

---

(1) - A. Alberigi, C. Bernardini, L.F. Quercia - Incl. Instr. 3, 201 (1958)

10.

mente in collaudo.

E' stato realizzato un amplificatore distribuito a larga dinamica di uscita. Si è cominciato a studiare sistematicamente ed a realizzare circuiti rapidi con transistors. Un nuovo ingegnere, l'Ing. Pandarese, è venuto a far parte della famiglia del Rafele appunto con il compito di dedicarsi alla transistorizzazione dei circuiti.

Per il futuro si ha in programma di portare a termine ed installare il nuovo impianto di radiofrequenza, di potenza, e di mettere l'analizzatore di ampiezze a 20 canali in forma tale da poter essere collaudato in funzionamento in una esperienza all'elettrosincrotrone.

Tre laureandi svolgono le tesi sul reparto. Altri due iniziano una tesi relativa alla realizzazione di circuiti per impiego nei razzi.

### 3. SERVIZIO ELETTRONICO

Il servizio elettronico ha svolto il normale lavoro di manutenzione degli apparati elettronici dell'elettrosincrotrone, e sostituzione di alcuni di essi con apparati migliorati.

Inoltre parte delle attività di questo servizio è stata spesa per la realizzazione di apparecchi per le esperienze con l'elettrosincrotrone.

Nello sviluppo delle tecniche di montaggio elettronico e di impiego di nuovi componenti, è stato curato lo studio ed eseguite prove su modelli di circuiti stampati. Sono stati definiti con la Divisione Elettronica gli standard per tali circuiti, ed è in allestimento un laboratorio fotomeccanico per

la realizzazione di piccole serie.

In vista dello sviluppo della responsabilità affidata a questo reparto si prevede che gradualmente in futuro il servizio elettronico si articolerà nei seguenti settori :

- a) - Progetti disegno ed archivio.
- b) - Reperimento e collaudo componenti speciali.
- c) - Manutenzione strumenti elettronici.
- d) - Montaggio elettronico.
- e) - Officinetta meccanica.

#### 4. LABORATORIO MAGNETI ESPERIENZE (ME)

L'attività del gruppo ME dal dicembre 1959 al giugno 1960 è stata molto intensa per venire incontro sia alle richieste di progetti, costruzioni e misure proprie dei laboratori, che di altri istituti.

L'attività di studio è stata rivolta soprattutto ad un approfondimento dei problemi del magnete pulsato nei suoi molteplici aspetti ed i risultati di questa indagine sono stati raccolti in una relazione interna in corso di stampa. Sono stati pure svolti studi relativi a contenitori di particelle che si concretizzeranno tra breve in una proposta di esperienza e sono stati svolti calcoli (in collaborazione con l'Università di Torino) per un canale magnetico costituito da 2 quadrupoli.

L'attività di progetto si è concretata nel progetto di diversi magneti e qui di seguito diamo le caratteristiche dei principali :

12.

- a) un magnete analizzatore di 18 tonnellate per particelle da 800 MeV/c, a forte focalizzazione e con un angolo solido  $0,7 \times 10^{-2}$  rad, con rispettivo supporto;
- b) un magnete per anello di accumulazione di circa 8 tonnellate; il diametro dell'orbita delle particelle è di circa 645 mm e l'intraferro è di 50 mm al centro gap;
- c) un magnete per esperienze di fisica dei solidi di circa 4 tonnellate, con la possibilità di raggiungere 20.000 gauss;
- d) due quadrupoli per l'Università di Bologna di circa 1,5 tonnellate ciascuno;
- e) un magnete per l'Università di Trieste di circa 4 tonnellate;
- f) alcuni magneti di piccole dimensioni (per pompe a vuoto, ecc.).

In questo periodo è stata costruita una parte dei magneti per il canale magnetico per neutroni polarizzati del CNRN.

Sono in corso di avanzata costruzione i quadrupoli della Università di Bologna ed il modello per il magnete analizzatore. E' stata ultimata la costruzione di un canale magnetico per joni da 150 MeV/c, costituito da 2 quadrupoli ed un magnete a testate orientabili di cui si è dato notizia nel notiziario 7.

E' stata parzialmente costruita un'attrezzatura per lo avvolgimento di bobine. In collaborazione con i gruppi utilizzatori si è effettuata la taratura magnetica di 2 magneti analizzatori accoppiati per l'Università di Roma (v. notizia rio 7), la taratura del canale magnetico per joni (in questo caso anche studio delle traiettorie con la tecnica del filo

ecc.). Abbiamo ultimamente iniziato alcuni montaggi sperimentali di apparecchiature per misure magnetiche.

## 5. LABORATORIO TECNOLOGIE

Nel periodo di attività dal dicembre 1959 al 15 giugno 1960 sono continuate le opere di perfezionamento dell'impianto di vuoto dell'elettrosincrotrone:

Come accennato nel precedente notiziario sono stati eliminati gli scambiatori di calore ad alcool per il raffreddamento delle trappole montate sulle pompe a diffusione\*

Questo è stato possibile collegando direttamente i frigoriferi alle trappole e facendo espandere il freon direttamente dentro di esse.

Nel mese di luglio si è provveduto alla sostituzione di un quadrante di ciambella sull'elettrosincrotrone poichè in quello montato si era aperta una perdita di vuoto ad una guarnizione.

Tale sostituzione è stata fatta anche per controllare i danni subiti dalla ciambella dopo 1 anno di continua esposizione al fascio.

Esaminata accuratamente non si sono riscontrati danni sia al rivestimento interno di acciaio inossidabile sia alla parete di araldite e quarzo.

In questa occasione è stato modificato il pezzo di ciambella della sezione diritta che traversa la prima cavità a radiofrequenza per le ragioni accennate nel par. 1 a) del cap. I.

In collaborazione con il gruppo macchina e radiofrequenza è stato studiato un nuovo tipo di cavità da sostituire a quella attualmente montata sull'elettrosincrotrone per il raggiungimento di una energia di 1.100 MeV.

Il progetto meccanico è stato ultimato ed è già stata iniziata la realizzazione sia del contenitore a tenuta di vuoto che della cavità. Pensiamo che essa sarà pronta per la messa a punto elettrica entro il mese di agosto 1960.

In collaborazione con un gruppo della Divisione Elettronica del C.N.R.N. distaccato a Frascati è stato studiato e realizzato un prototipo di amplificatore in c.c. ed alimentatore per vacuometri ad ionizzazione. Questo strumento, attualmente in collaudo, permetterà di misurare pressioni nell'intervallo  $10^{-2}$  +  $10^{-12}$  mm Hg.

Una delle principali caratteristiche di questo strumento è che può essere usato con i principali triodi di misura che si trovano in commercio.

E' attualmente in via di progetto uno spettrometro di massa e radiofrequenza del tipo di Bennett a 3 stadi, da usarsi come strumento per la ricerca di fughe di recipienti a tenuta.

Dopo la decisione del marzo 1960 di costruire un anello di accumulazione di cui al par. 2 del Cap. I, si è iniziato lo studio della camera e dell'impianto di vuoto.

E' oggi in costruzione un primo tipo di ciambella che servirà per la fase sperimentale, ed è stato progettato e sperimentato un tipo di pompe al titanio che permetterà di ottenere in esercizio una pressione di  $10^{-8}$  mm Hg all'inter-

no di essa.

Anche per le pompe dalla fase sperimentale siamo già passati alla realizzazione in veste definitiva.

## 6. SERVIZIO CALCOLI NUMERICI

Questo servizio è attivo dal 1 luglio 1959. La sua funzione consiste nella esecuzione di calcoli numerici di qualunque genere per qualunque tipo di problema di interesse per i laboratori (per le esperienze, per la progettazione di magneti, per la soluzione di problemi di elettronica, di traiettorie, cinematica, ecc.).

In attesa della installazione nei laboratori di un modernissimo calcolatore elettronico di media capacità (IBM 1620, oppure OLIVETTI ELEA 6001) i calcoli numerici di grossa mole vengono eseguiti mediante macchine calcolatrici ubicate a Roma (FERRANTI dell'INAC; IBM 650 del Centro di Calcolo Scientifico IBM) programmate da appartenenti al servizio calcoli numerici ed al gruppo teorico dei Laboratori di Frascati.

Diamo un breve resoconto dei lavori eseguiti fino ad oggi e di quelli in avanzato stato di completamento :

Per la progettazione del canale magnetico per mesoni di bassa energia nell'esperienza dei Prof.ri Amaldi ed Ageno è stato programmato un calcolo per trovare le condizioni di focalizzazione doppia di una coppia di quadrupoli e per la determinazione dell'ottica di tale sistema. Questo programma è stato finora utilizzato anche dai gruppi dell'Università di

Trieste, di Torino e di Bologna.

Il gruppo taratura fascio gamma dei Laboratori è stato assistito da un calcolo di traiettorie nello spettrometro a coppie. Questo programma può essere utilizzato per il calcolo di traiettorie in un qualunque campo magnetico avente un piano di simmetria.

Il gruppo esperienze con monocristalli ha avuto completa assistenza numerica per il calcolo della sezione d'urto per produzione di coppie, della polarizzazione e intensità della bremsstrahlung in un monocristallo di silicio.

Questo programma può essere utilizzato per qualunque altro monocristallo.

Sulla base di modelli fenomenologici proposti da Wilson e da Peierls ed estesi da Pellegrini-Stoppini per l'interpretazione della risonanza esistente all'energia di circa 700 MeV nella reazione



si è cercato di stimare le sezioni d'urto e la polarizzazione del protone di rinculo.

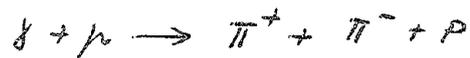
Si sta compiendo un'analisi delle relazioni di dispersione nella fotoproduzione di  $\pi^0$ , cioè, si sta facendo un confronto fra le formule teoriche dedotte da Chew, Goldberger, Low, Nambu, ed i dati sperimentali sulla reazione  $\gamma + p \rightarrow p + \pi^0$ .

Alcuni termini incogniti presenti nelle formule vengono stimati e sembrano presentare un andamento peculiare.

Tabelle di cinematica sono state calcolate ed usate per la progettazione dell'esperienza di produzione di coppie di

muoni.

Le reazioni considerate sono :



L'efficienza dei contatori per l'esperienza sulla polarizzazione dei protoni nella fotoproduzione di mesoni neutri si calcola valutando col metodo Monte Carlo un insieme di integrali tripli. Il programma può essere utilizzato per il calcolo di integrali aventi una qualunque funzione integranda e qualunque ordine di molteplicità.

E' stata calcolata l'attenuazione del beam interno dell'elettrosincrotrone per effetti di irraggiamento, programmando formule derivanti da diverse approssimazioni matematiche adottate.

Sono stati eseguiti calcoli relativi al circuito di accoppiamento per il complesso amplificatore - cavità da 150 kV.

E' stata ultimata la prima fase di un calcolo relativo alla inibizione del processo di scarica a risonanza mediante l'inserzione di un campo magnetostatico per un modello di risonatore a cavità.

Un programma per il calcolo di traiettorie all'iniezione nell'anello di accumulazione è in avanzata fase di messa a punto.

Si stanno programmando le condizioni di focalizzazione doppia per una coppia di strong-focussing e la determinazione

dell'ottica del sistema.

E' iniziato un breve corso sulla programmazione automatica di calcolatrici elettroniche. Tale corso verrà ripetuto ciclicamente ogni 2-3 mesi.

## 7. SCHERMATURE E DOSIMETRIA

L'attuale disposizione delle schermature intorno alla macchina si è dimostrata fino ad ora molto efficiente. Tutto lascia presumere che anche se si dovesse lavorare con intensità due o tre volte maggiore della massima già raggiunta nessuna sostanziale modifica debba essere apportata.

Nella sala controllo e nella sala conteggi infatti, dove normalmente stanno gli operatori e gli sperimentatori, si ha un'intensità  $\gamma$  inferiore a 1 mr/h e un livello di neutroni veloci, inferiore alla metà del livello massimo permessibile. Il servizio di dosimetria personale a mezzo di filmbadges è esteso complessivamente a 106 unità secondo la seguente specifica : 50 unità sono controllate mensilmente per  $\gamma$  e 36 quindicinalmente sempre per  $\gamma$  ; 10 unità sono controllate per  $\gamma$ , neutroni lenti e neutroni veloci e 10 infine possono essere controllate, all'occorrenza, per dosi fra 10 e 600 r. Il controllo per neutroni lenti e veloci viene effettuato per il solo personale della macchina, mentre i film-badges per alte dosi sono assegnati alle persone che per il tipo di lavoro svolto debbono andare in zone nelle quali esiste la sia pur minima probabilità di sovraesposizioni.

A cura del servizio dosimetrico vengono periodicamente rilevate, a mezzo di monitori portatili, le mappe di radiazioio

ne nelle zone accessibili al personale. Alcuni punti delle sale controllo e conteggio vengono inoltre controllati con film-badges. Lo stesso servizio dosimetrico cura l'efficienza sia degli strumenti usati per il monitoraggio di ambiente, sia delle penne dosimetriche che vengono usate per il controllo delle persone alle quali per un qualunque motivo non sia stato assegnato il dosimetro fotografico personale.

A cura dello stesso servizio e in armonia col programma da sviluppare congiuntamente col costituendo laboratorio di dosimetria, si stanno facendo delle ricerche per migliorare la dosimetria fotografica dei neutroni veloci e per realizzare delle camere d'ionizzazione, sia con pareti di materiale tessuto equivalente, sia con pareti in grafite.

Su questi argomenti sono state assegnate anche due tesi di laurea.

## 8. SVILUPPO EDILIZIO

Facendo riferimento alla annessa planimetria, fig. II.1, tenuto conto che gli edifici contrassegnati con i numeri progressivi sino a 12 della vecchia planimetria, risultavano già ultimati alla data del precedente notiziario, in questo lasso di tempo, si è proseguito nella costruzione dell'edificio gas ionizzati (mq 1.816, mc 14821), di cui è in fase di ultimazione una prima parte comprendente l'officina, il laboratorio centrale (sala esperienze), il magazzino ed i laboratori di spettroscopia, fotografia ed altri da destinare alle attività del gruppo.

In attesa del completamento, gli uffici, la direzione, gli studi e parte dei laboratori saranno alloggiati in forma provvisoria.

La data prevista per la consegna del primo lotto di lavori è il 30 giugno 1960.

L'edificio laboratori Sud n° 2, (n.14 in pianta) occupato dal gruppo macchina è stato ultimato entro il mese di febbraio: il tempo necessario alla realizzazione è stato di 120 gg lavorativi.

Sono altresì in fase di ultimazione l'ampliamento della sala conteggio nell'edificio "sincrotrone" (n°21) per complessivi mq 145 un locale per deposito materiali (n°22), e un edificio di ampliamento del gruppo "criogenico" (n°10) ove saranno spostati officina e deposito bombole e batterie, per dare posto ai nuovi liquefattori di idrogeno.

Opere minori, come la creazione di una piattaforma per deposito blocchi di schermo (n°17), basamenti per torri di refrigerazione (n°18), costruzioni in ferro con copertura in alluminio per alloggio tank del deuterio e compressore (n°19), raccordi stradali e sistemazioni esterne sono da considerare ausiliarie alle costruzioni anzidette. Per l'esercizio 1960-1961 è prevista la costruzione di due capannoni affiancati con struttura in ferro e copertura a volta dotati di carro ponte da 15 tonn (n°20), nonchè di un edificio che ospiterà i gruppi elettronica e radiofrequenza, tecnologia e ricerca alta energia (n°16), e l'ampliamento del laboratorio sud n.1 (n°12). Il progetto di tali costruzioni, è in corso di studio a Frascati.

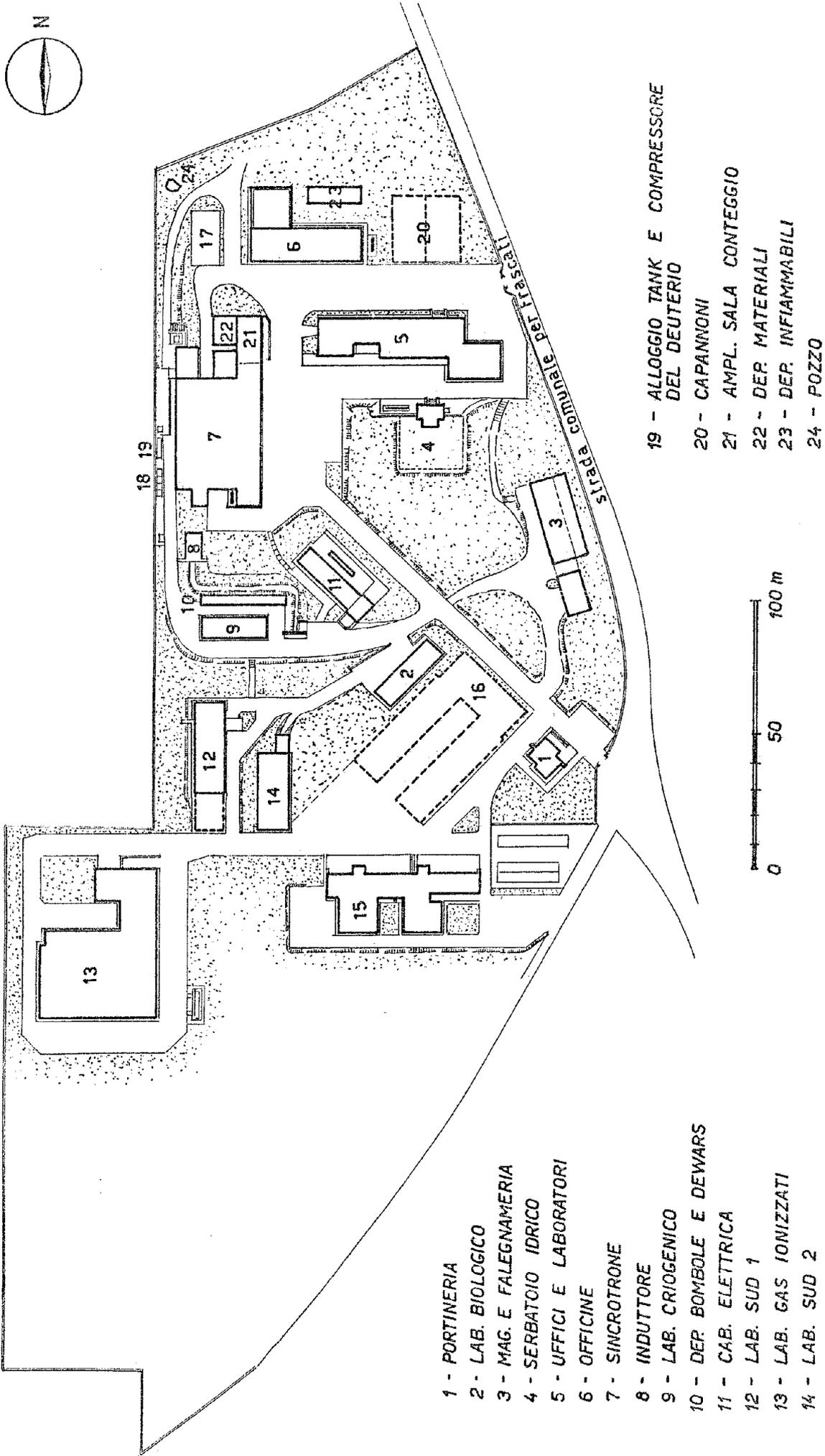


FIG. II.1 - PLANIMETRIA GENERALE

## 9. SERVIZIO DOCUMENTAZIONE

I laboratori dispongono di una biblioteca, di una tipografia (ciclostile) di una attrezzatura per fotocopie (a contatto) e di una macchina eliografica.

Si riporta qui appresso l'attuale dotazione e l'incremento negli ultimi mesi :

Libri :                   1.900 unità, incremento 400

Riviste :                   85 abbonamenti, incremento 20

Reports esterni: (inclusi micro-films): 4.600 unità, incremento 800.

Reports interni: sono state stampate, negli ultimi sei mesi, circa 20 note; inoltre sono stati pubblicati o sono in corso di pubblicazione circa 10 lavori prodotti da personale dei Laboratori.

### CAP. III - ATTUALI RICERCHE CON L'ELETTROSINCROTRONE

Diamo (a cura degli autori) un breve cenno sulle esperienze in corso presso i Laboratori di Frascati.  
L'ordine di presentazione è quello di sito nella sala esperienze, come dalla fig. 3 del Cap. I.-

#### 1. ESPERIENZA DI FOTOPRODUZIONE DI MESONI $\pi^0$ (Sanità $\pi^0$ )

G. Cortellesa, A. Reale  
Istituto Superiore di Sanità, Roma

Il gruppo dell'Istituto Superiore di Sanità ha in corso una misura della distribuzione angolare nella fotoproduzione dei  $\pi^0$ , a varie energie dei gamma tra 500 e 1000 MeV, con particolare riguardo alla zona del secondo massimo. In questa zona infatti le discrepanze tra i dati dei vari sperimentatori sono più pronunciate, specie per angoli del  $\pi^0$  (SCM) molto in avanti e molto indietro. Ne segue una notevole incertezza nella determinazione della parità, del momento angolare ecc. di tale risonanza. Lo scopo dell'esperienza è di stabilire se il relativo disaccordo tra i dati non sia dovuto principalmente alla mancanza di una buona risoluzione angolare e in energia nelle precedenti misure. Il dispositivo di misura è rappresentato in fig. III.1.

Una coincidenza temporale tra il protone di rinculo e uno dei gamma di decadimento del  $\pi^0$  definisce un evento. Il protone è rivelato mediante un telescopio di 5 contatori con opportuni assorbitori tra gli scintillatori. I contatori hanno uno spessore di 5 mm e un'area di  $15 \times 15 \text{ cm}^2$  ad ecce-

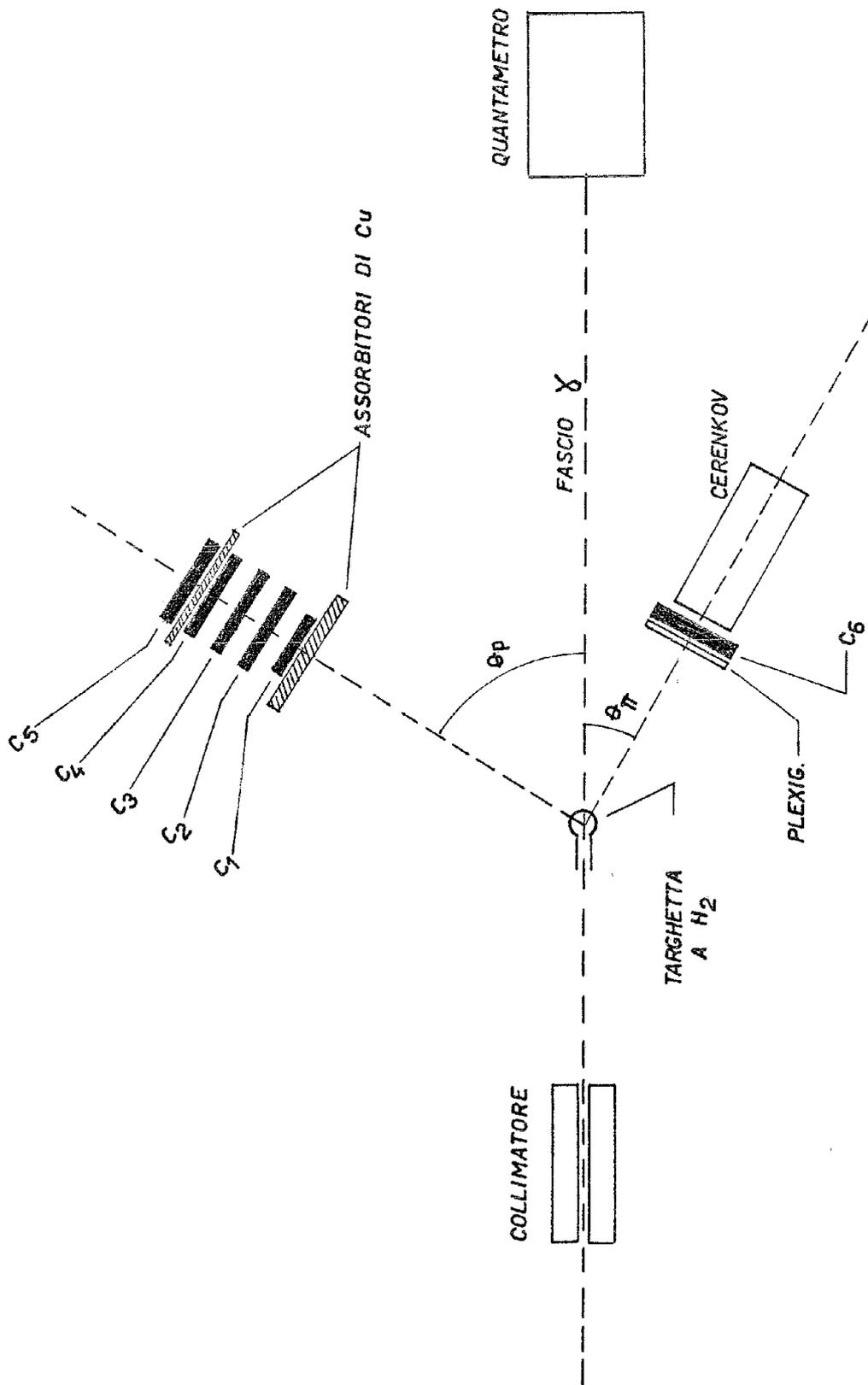


FIG. III.1

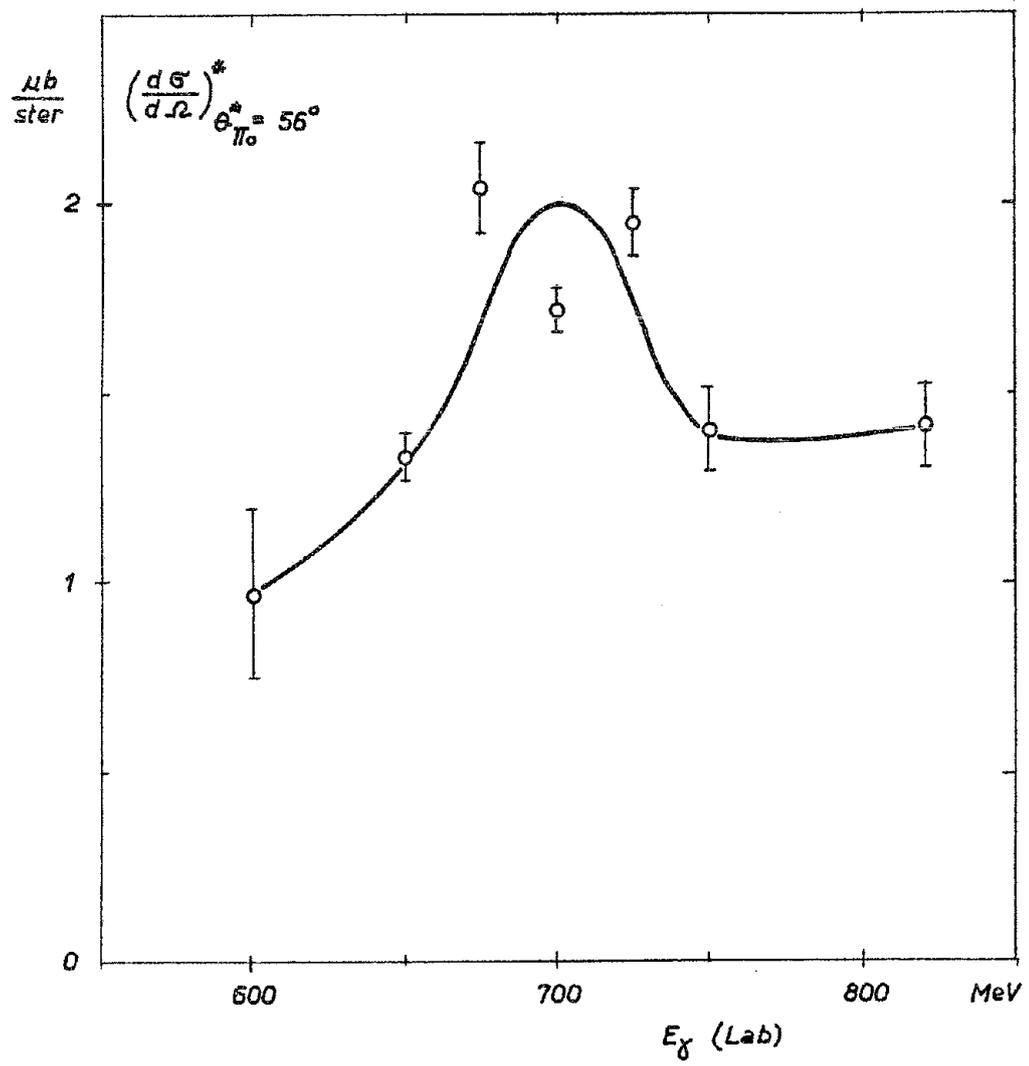


FIG. III. 2

zione del primo la cui area è di  $10 \times 10 \text{ cm}^2$  e che definisce l'angolo solido. Nelle misure finora eseguite il telescopio sottende un angolo di  $\pm 1^\circ$  nel laboratorio. Il rivelatore del gamma di decadimento è un contatore di Gerenkov di vetro al Pb preceduto da un contatore, simile ai precedenti, in anticoincidenza. La risoluzione in energia del sistema è di  $\pm 30 \text{ MeV}$  nell'energia del gamma incidente, ed è ottenuta sagomando opportunamente gli assorbitori.

Finora il gruppo ha eseguito una misura relativa a un angolo di  $56^\circ$  (SCM) per il  $\pi^0$  e una misura relativa a un angolo di  $90^\circ$  è in corso.

I risultati sperimentali sono riassunti in fig. III.2. Questi dati preliminari sembrano indicare una risonanza molto stretta e centrata alla stessa energia per cui si ha risonanza nella fotoproduzione dei  $\pi^+$ .

## 2. ESPERIENZA SULLA POLARIZZAZIONE DEL PROTONE DI RINCULO NELLA FOTOPRODUZIONE SINGOLA DI MESONI $\pi^0$ IN IDROGENO.

L. Bertanza, P. Franzini, I. Mannelli, V.Z. Peterson<sup>(\*)</sup> e G.V. Silvestrini.  
Istituto di Fisica dell'Università di Pisa

Abbiamo usato una camera a bolle (riempita di miscela propano-etano) per la misura delle asimmetria nella diffusione elastica da carbone dei protoni di rinculo dalla reazione




---

(\*) Cal. Inst. of Technology - Pasadena

I protoni sono selezionati in momento da un magnete. L'uso di una tecnica visuale permette una conoscenza dettagliata di ogni singolo scattering ed è possibile fare una correzione per la contaminazione di urti inelastici - piuttosto frequenti - ricavandola da dati direttamente ottenuti nel corso della stessa esperienza.

La selezione magnetica determina l'intervallo di energia dei fotoni, ed impedisce a protoni di momento più elevato, nonché a particelle neutre, di entrare nella camera a bolle.

La disposizione sperimentale è mostrata in fig. III.3.

Il telescopio di contatori distingue i protoni da particelle al minimo; quando i tre scintillatori sono attraversati da un protone, la camera viene illuminata dal flash.

La camera a bolle funziona regolarmente a quattro espansioni al secondo, e viene fotografato in tal modo un quinto dei protoni che la attraversano.

E' stato ottenuto un risultato preliminare per fotoni di energia media 725 MeV, e per un angolo dei pioni nel baricentro di  $87^\circ$ .

Il risultato, basato sui 262 scattering (160 a sinistra 102 a destra) con un angolo proiettato compreso fra  $6^\circ$  e  $20^\circ$ , è :

$$P = + 0,81 \pm 0,29$$

nella direzione  $K \times p$  (dove  $p$  è l'impulso del protone). Lo spand nell'energia dei fotoni, determinata dalla cinematica e da curve di range, è in totale di circa 200 MeV, con una

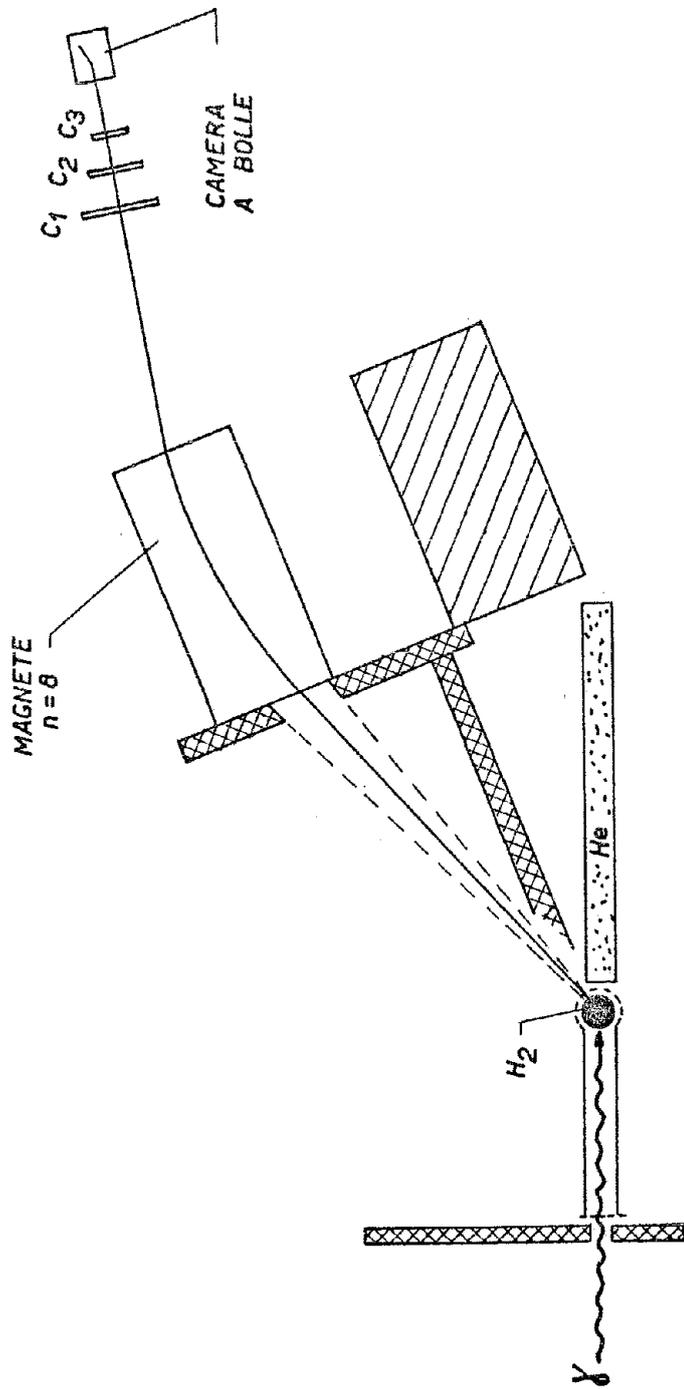


FIG. III.3

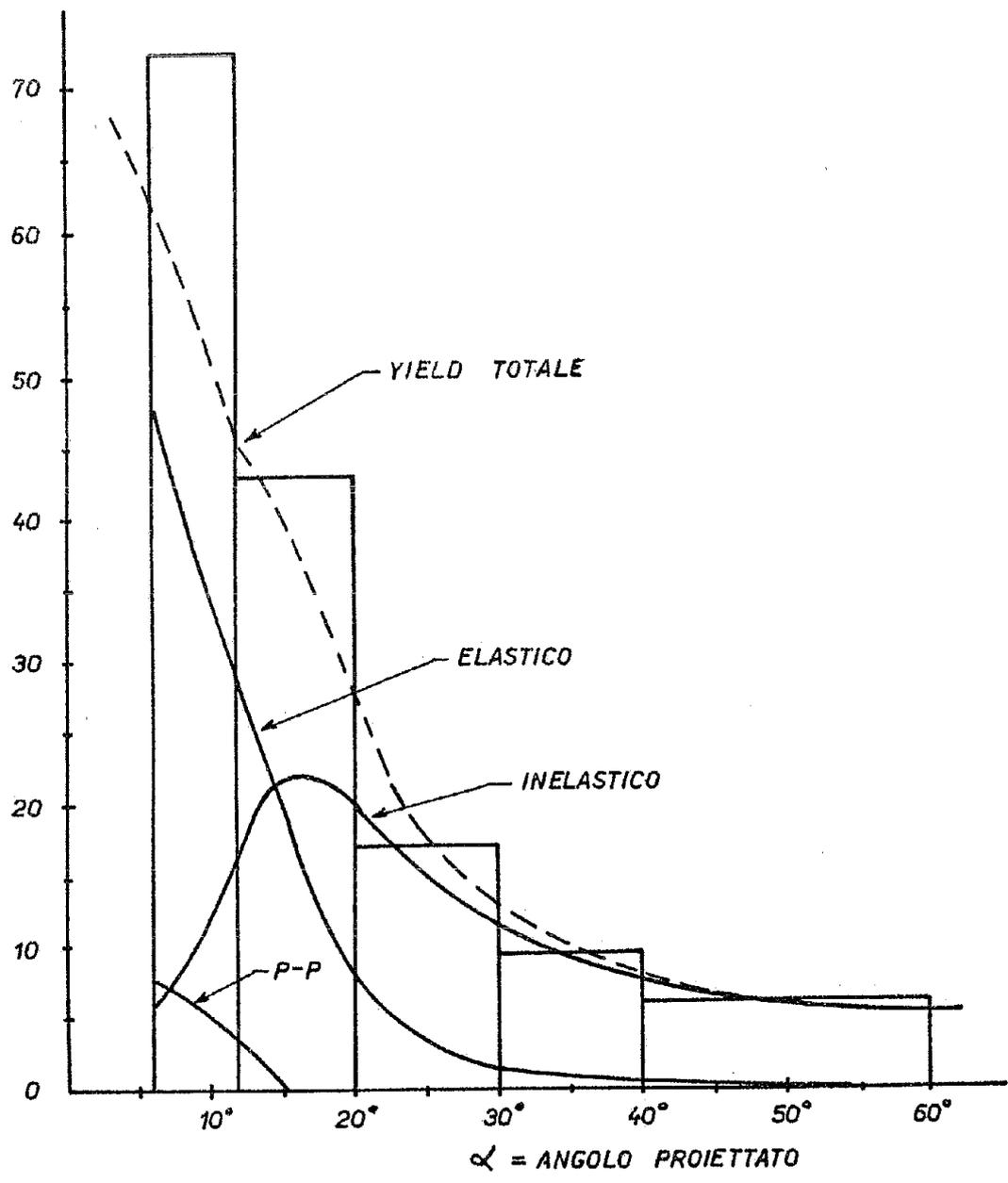


FIG. III.4

distribuzione triangolare internamente a questo intervallo.

La correzione per eventi inelastici è di 74 su 262, ed è stata determinata estrapolando, a piccoli angoli, la distribuzione fra  $20^\circ$  e  $60^\circ$  di altri 130 scattering.

L'energia cinetica dei protoni al centro della camera è 165 MeV.

Il numero ottenuto di scattering elastici e inelastici è in buon accordo con i dati ottenuti al ciclotrone di Uppsala, se supponiamo di avere a che fare solo con scattering con energia di eccitazione inferiore a 50 MeV (fig. III. 4). Gli scattering su idrogeno sono quasi completamente eliminati da considerazioni cinematiche. L'errore dato comprende tutti gli errori statistici e una stima di possibili errori sistematici.

Al momento attuale stiamo cercando di migliorare la tecnica e la statistica. Durante l'ultima esposizione abbiamo usato una nuova targhetta (con minor fondo da targhetta vuota) e due vedute stereoscopiche per fotografare la camera. Una camera più grande (25 cm  $\varnothing$ ) riempita a freon (maggior densità e minore contaminazione da eventi inelastici) sarà pronta fra breve. Nei prossimi turni anche la disposizione del magnete verrà cambiata, in modo da ottenere una migliore risoluzione nell'energia dei fotoni.

### 3-a. ESPERIENZA SULLA BREMSSTRAHLUNG PRODOTTA DA ELETTRONI DI 1000 MEV IN UN CRISTALLO DI SILICIO (MONOCRISTALLI)

G. Bologna, G. Dianbrini, G.P. Murtas  
Laboratori Nazionali di Frascati

Nel quadro di una attività sperimentale intesa a chiarire il meccanismo delle interazioni elettrodinamiche ad alta energia (in particolare bremsstrahlung e produzione di coppie) in strutture periodiche, è stato condotto a termine in primo luogo un esperimento di produzione di coppie di elettroni da un monocristallo di silicio. Questo esperimento che essenzialmente ha confermato le previsioni di Überall è già stato pubblicato <sup>(1)</sup> ed un breve resoconto di esso è apparso nel notiziario precedente. Nel periodo immediatamente successivo è stata condotta a termine la prima parte <sup>(2)</sup> di un esperimento consistente nella misura della intensità della bremsstrahlung prodotta da elettroni di 1000 MeV che attraversano un cristallo di silicio, in funzione dell'angolo  $\theta$  tra l'asse cristallino e la direzione degli elettroni. Una lamina monocristallina di silicio spessa  $10^{-3}$  lunghezza di radiazione è posta all'interno della ciambella dell'elettrosincrotrone è collegata ad un dispositivo goniometrico che permette di ruotare il monocristallo attorno ad un asse verticale e ad uno orizzontale. Il fascio  $\gamma$  così

---

(1) - G. Bologna, G. Dianbrini e G.P. Murtas - Phys. Rev. Letters, 4, 134 (1960)

(2) - G. Bologna, G. Dianbrini e G.P. Murtas - Phys. Rev. Letters, 4, 572 (1960)

prodotto collimato con un angolo di  $0,8 \times 10^{-3}$  rad passa attraverso un magnete pulitore e un convertitore di alluminio posto nella camera a vuoto di uno spettrometro a coppie. Le coppie simmetriche di elettroni così prodotte vengono rivelate da una coppia di scintillatori plastici connessi a due fotomoltiplicatori 6810 A posti in coincidenza simultanea e ritardata, con tempo risolutivo di circa  $6 \mu\text{sec}$ .

Si misurano allora i numeri  $N(\theta, K)$ ,  $N(\theta, K_0)$  di coppie simmetriche per unità di dose del quantometro in funzione di  $\theta$  e alle energie centrali dei fotoni  $K$ ,  $K_0$ .

In fig. III.5 e III.6 sono riportati i rapporti sperimentali ottenuti :

$$R_{sp} = \frac{N(\theta, K)}{N(\theta, K_0)} \frac{\tilde{\sigma}_p(K_0)}{\tilde{\sigma}_p(K)}$$

dove  $\tilde{\sigma}_p(K) dK$  è la sezione d'urto di produzione di coppie di elettroni da parte di fotoni di energia tra  $K$  e  $K + dK$ . In fig. III.5 sono riportati i dati per  $K = 24 \text{ MeV}$ ,  $K_0 = 910 \text{ MeV}$ ; in fig. III.6 quelli per  $K = 80 \text{ MeV}$ ,  $K_0 = 865 \text{ MeV}$ . Le curve a tratto continuo rappresentano il valore teorico del rapporto di misura calcolato in base ai risultati dei calcoli di Überall <sup>(3)</sup>.

L'esperimento ha rivelato dunque l'esistenza del minimo centrale per  $\theta \leq 0$  previsto da Überall, e che non era stato rivelato dagli esperimenti precedenti <sup>(4)</sup>.

(3) - H. Überall, Phys. Rev. 103, 1055 (1956); 107, 223 (1957)

(4) - O.R. Frischi, D.H. Olson, Phys. Rev. Letters, 3, 141 (1959)

A.N. Saxena, Phys. Rev. Letters, 4 311 (1960)

I risultati di fig. III.6 indicano che anche per  $K = 80$  MeV un minimo centrale certamente esiste, anche se la sua reale profondità è per ora incerta a causa dell'angolo di collimazione accettato (circa  $0,8$  mrad). Questo fatto lascia presumere che la correzione all'approssimazione di Born vicino al minimo centrale sia probabilmente minore di quella valutata da Schiff in un suo recente lavoro (5).

Sono ora in programma ulteriori misure, eseguite con una migliore precisione angolare, sulla intensità della bremsstrahlung coerente e sulla sua polarizzazione.

### 3-b. MISURA DELLO SPETTRO DI BREMSSTRAHLUNG DELL'ELETTRO-SINCROTRONE DI FRASCATI (SPETTRO $\gamma$ ).

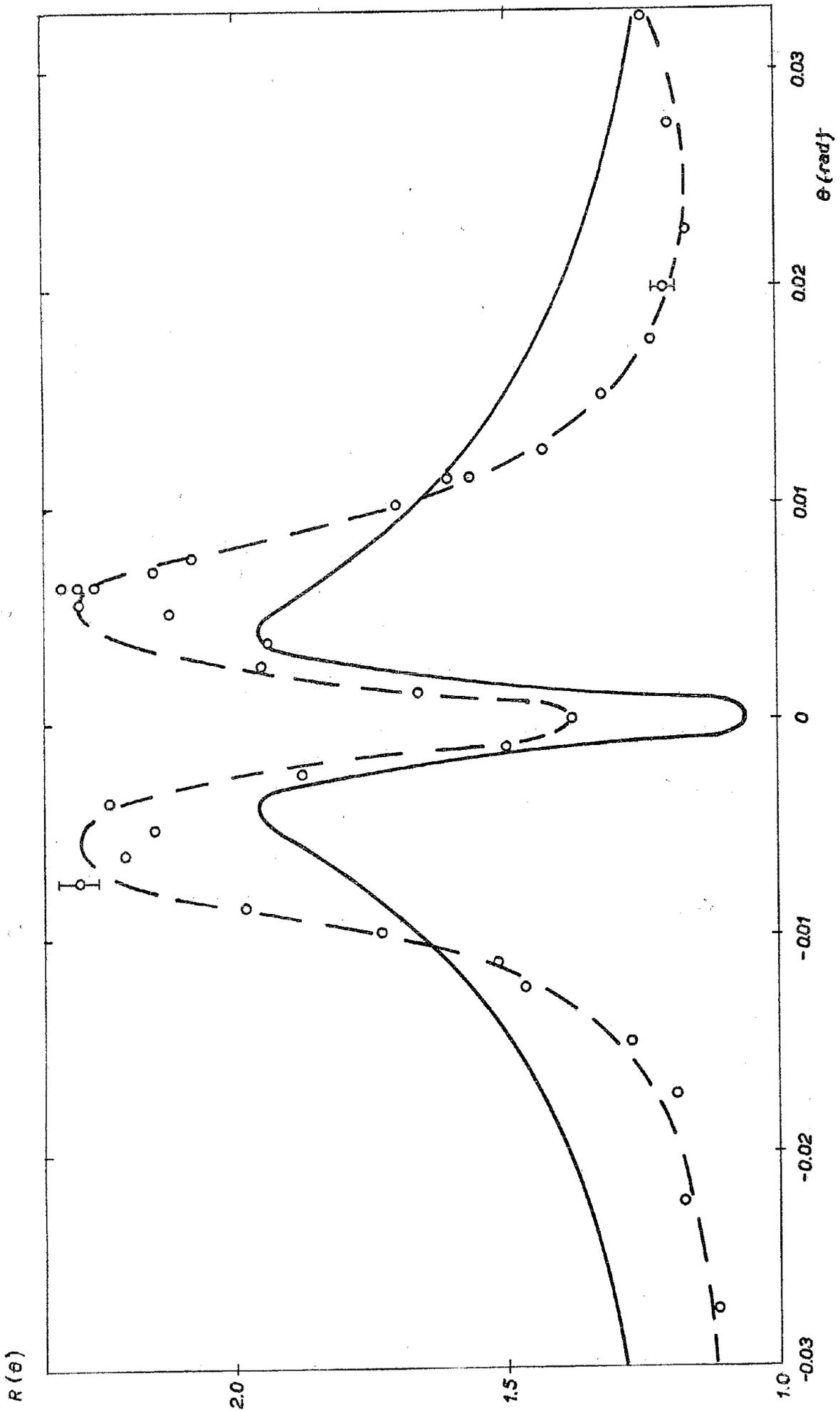
G. Diambri<sup>(\*)</sup>, A.S. Figuera<sup>(\*)</sup>, B. Risoli<sup>(\*)</sup>, A. Serra<sup>(\*)</sup>  
Laboratori Nazionali di Frascati

Si sono ottenuti risultati definitivi relativi allo spettro di bremsstrahlung dell'elettrosincrotrone di Frascati da  $1.000$  MeV, usando due convertitori e due collimazioni differenti, secondo lo schema seguente :

---

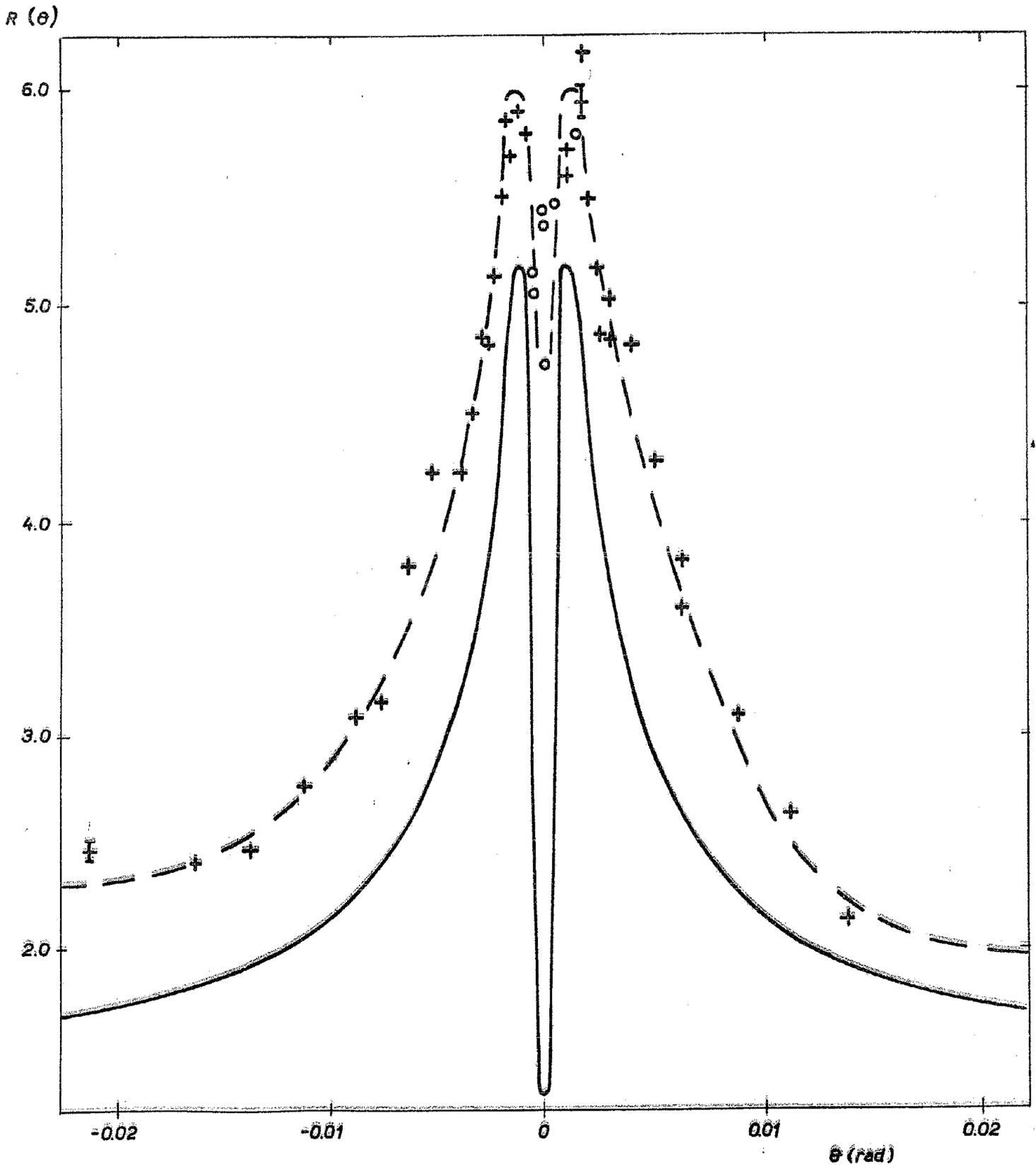
(5) - L.I. Schiff, Phys. Rev. 117, 1394 (1960)

(\*) - Divisione Elettronica, Roma.



$K = 240$  MeV  
 $K_0 = 910$  MeV

FIG. III.5



$K = 80 \text{ MeV}$   
 $K_0 = 855 \text{ MeV}$

FIG. III.6

Convertitore di tantalio (Lunghezze di radiazione)	Collimazione: angoli accettati ( $\times 10^{-3}$ rad)	
0,13	0,75	3,6
0,013	0,75	3,6

Il dispositivo sperimentale è già stato descritto <sup>(6)</sup>.

Lo scopo di queste misure è stato quello di portare un contributo alla comprensione del meccanismo di produzione del fascio  $\gamma$  dell'elettrosincrotrone e di fornire utili risultati per quelle ricerche di fotoproduzione che utilizzano fotoni di energia vicina al limite superiore dello spettro. Poichè la forma dello spettro del fascio  $\gamma$  dipende essenzialmente dallo spessore efficace del convertitore, dalla collimazione, dalla distribuzione in energia degli elettroni primari e di possibili attraversamenti multipli del convertitore, occorre determinare lo spessore efficace dei convertitori usati e il fattore di trasmissione dei collimatori. A questo scopo è stata studiata la distribuzione angolare dell'intensità del fascio e i risultati confrontati con la distribuzione angolare teorica.

Questi risultati verranno prossimamente pubblicati

(6)- G. Diambrini, A.S. Fuquera, B. Rispoli, A. Serra : Risultati preliminari della determinazione dello spettro di bremsstrahlung dell'Elettrosincrotrone di Frascati - Nuovo Cimento, 15, 500 (1960).

sul Nuovo Cimento. In fig. III.7 riportiamo uno spettro ottenuto con collimazione di  $3,6 \times 10^{-3}$  rad e convertitore di tantalio da 0,013 lunghezze di radiazione.

#### 4. FOTOPRODUZIONE SINGOLA E MULTIPLA DI MESONI $\pi$ IN IDROGENO E DEUTERIO (Genova).

P.E. Argan, G. Bendiscioli<sup>(x)</sup>, V. Bisi<sup>(o)</sup>, A. Gigli, A. Piazzoli<sup>(x)</sup>, E. Picasso, G. Piragini<sup>(o)</sup>  
Istituto di Fisica dell'Università di Genova

A questa esperienza collaborano gruppi dell'Università di Genova e di Torino. Attualmente si è raggiunta la disposizione e messa a punto definitiva sia della camera a diffusione che dei suoi apparati ausiliari. La dislocazione delle varie apparecchiature è visibile in fig. III.8.

Attualmente, nonostante alcune difficoltà, ora superate, causate dal cattivo funzionamento del frigorifero, sono stati fatti diverse migliaia di fotogrammi, usando come bersaglio il gas idrogeno, che sono serviti per la messa a punto degli apparecchi da scanning di Torino e Genova, allo allenamento dei tecnici ed al controllo dei programmi delle calcolatrici elettroniche.

Gli eventi contenuti in questi fotogrammi saranno pure utilizzati per la statistica finale.

Il programma futuro prevede l'uso come bersaglio del gas deuterio. E' allo studio la ripetizione delle esperienze

---

(x) - Istituto di Fisica dell'Università di Pavia

(o) - Istituto di Fisica dell'Università di Torino.

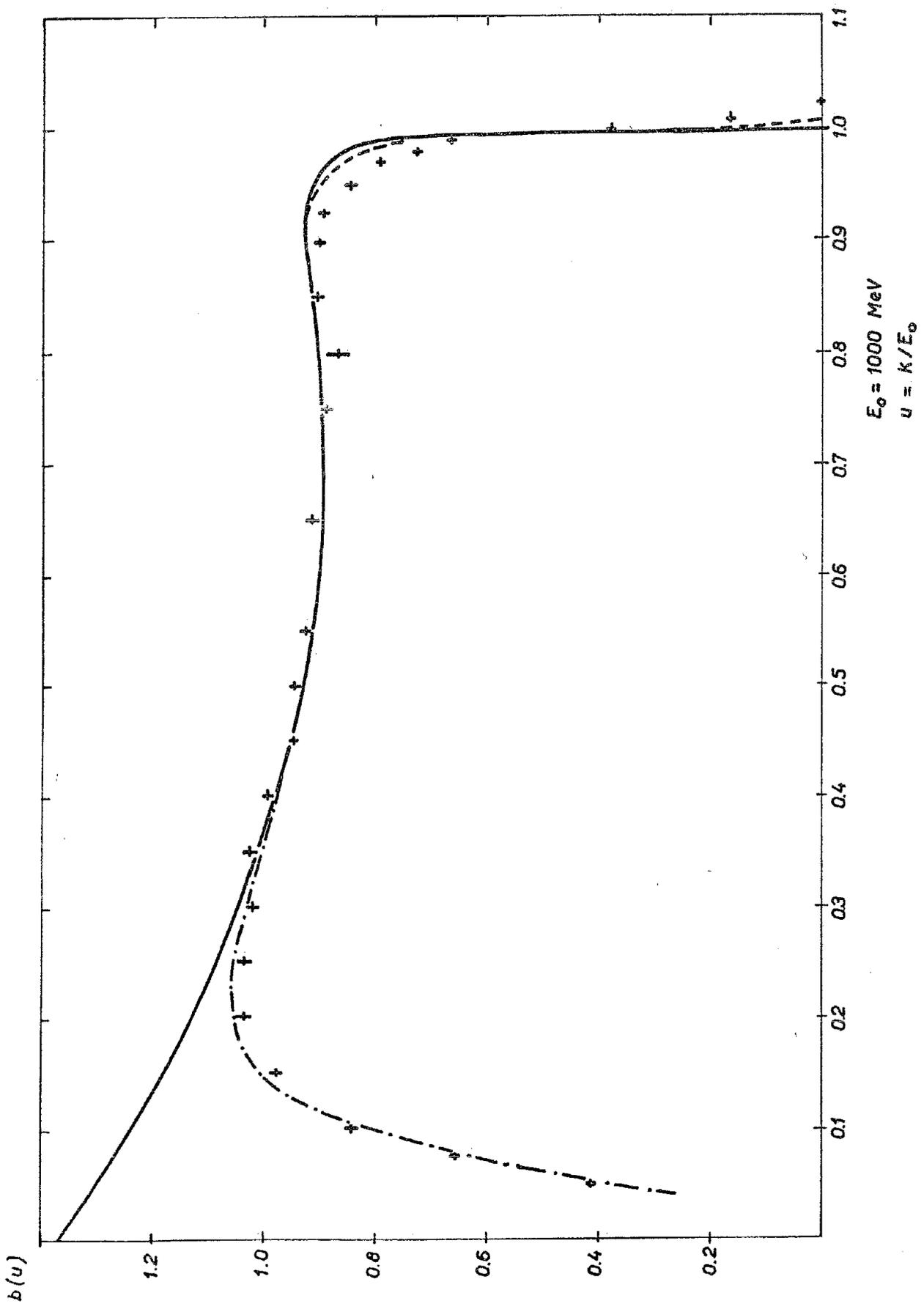


FIG. III. 7

- 1 - MAGNETE
- 2 - CAMERA A DIFFUSIONE
- 3 - MAGNETE PULITORE
- 4 - COLLIMATORE
- 5 - SCHERMI
- 6 - INDURITORE

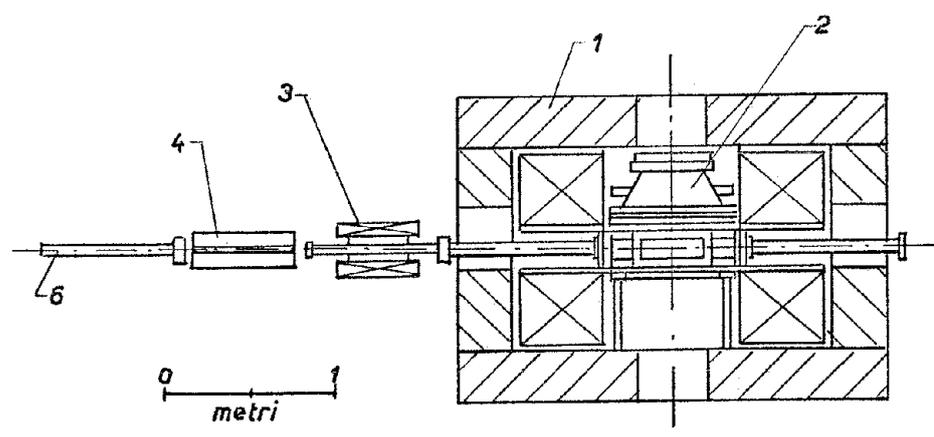
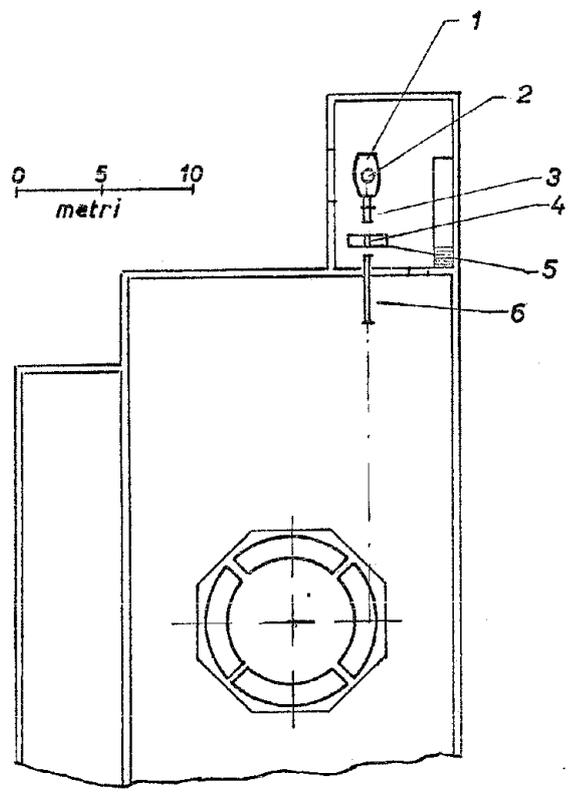


FIG. III.8

usando un fascio di  $\gamma$  polarizzati.

5. FOTOPRODUZIONE SINGOLA DI MESONI  $\pi^+$  IN IDROGENO FRA 600 E 900 MEV, AD ANGOLI  $\leq 90^\circ$  (Sistema del baricentro). (Roma  $\pi^+$ ).

M. Beneventano, G. Finocchiaro, R. Finzi, L. Mezzetti, L. Paoluzzi, C. Schaerf.  
Istituto di Fisica dell'Università di Roma

Sono state eseguite misure di sezione d'urto differenziali della reazione :



per energie  $E_\gamma$  comprese fra 600 e 900 MeV e nella regione angolare  $\theta_\pi = 90^\circ - 10^\circ$  (sistema del baricentro).

Il dispositivo sperimentale impiegato è quello già descritto in precedente notiziario, con alcune modifiche (V. fig. III.9) : (a) è stato aggiunto un contatore a scintillazione ( $S_3$ ) in coda al telescopio per avere a disposizione specie agli angoli piccoli ( $< 20^\circ$   $S_1$   $E_1$ ) un conteggio ( $S_1$   $S_2$   $C_a$   $S_5$   $\bar{G}_1$   $\bar{G}_2$ ) che indichiamo brevemente come "quadruple", che fosse meno affetto da coincidenze "spurie" e casuali del conteggio  $S_1$   $S_2$   $C_a$   $\bar{G}_1$  ("triple"); (b) sono state disposte lungo il canale magnetico alcune schermature, per diminuire l'affollamento del contatore  $S_1$  che è la principale causa di coincidenze casuali; (c) in parte delle misure è stato impiegato il contatore "di guardia"  $S_4$ , che reca al centro una finestra rettangolare di dimensioni opportune, ed è disposto all'uscita del primo magnete in modo da non intercet-

tare le traiettorie del fascio di pioni definito dal bersaglio e dal telescopio, ed intercettare invece almeno in gran parte le eventuali traiettorie scatterate una sola volta dai poli del magnete stesso. L'accettanza dell'analizzatore magnetico (determinata con la tecnica del filo) è approssimativamente definita dai seguenti parametri :

$$\left. \begin{array}{l} \Delta \theta \text{ (orizzontale)} \quad \sim \pm 35 \text{ mrad} \\ \frac{\Delta p}{p_0} \quad \sim \pm 2,5\% \end{array} \right\} \text{ per sorgente puntiforme}$$

Dispersione  $\sim 1\%$  per cm.

Bersaglio cilindrico verticale, diametro  $\sim 50$  mm; diametro del fascio  $\gamma$  nel bersaglio  $\sim 36$  mm .

Sono stati così ottenuti punti delle distribuzioni angolari a  $E_\gamma = 600, 700, 800, 900$  MeV, scelti con il criterio di complementare i dati già pubblicati <sup>(7)</sup> e di estenderli il più possibile verso i piccoli valori di  $\theta_{\gamma}$ . Il minimo valore di  $\theta_{\gamma}$  praticamente raggiungibile è determinato, nell'attuale dispositivo, dalla necessità di impiegare le schermature già menzionate per mantenere basso il fondo di conteggi spurii . Questi sono dovuti, almeno in gran parte, ad eventi complessi, originati presumibilmente da interazioni elettromagnetiche sui bordi dei poli dei magneti.

Sono stati anche misurati, con il maggior dettaglio compatibile con la definizione in energia dei fotoni (che varia da  $\sim \pm 20$  MeV a  $\sim \pm 30$  MeV a "mezza altezza" a seconu

---

(7) - Dixon, Thesis, California Institute of Technology, 1959. I valori riprodotti nel nostro grafico sono stati da noi calcolati come medie dei valori ottenuti da Dixon con diverse disposizioni sperimentali.

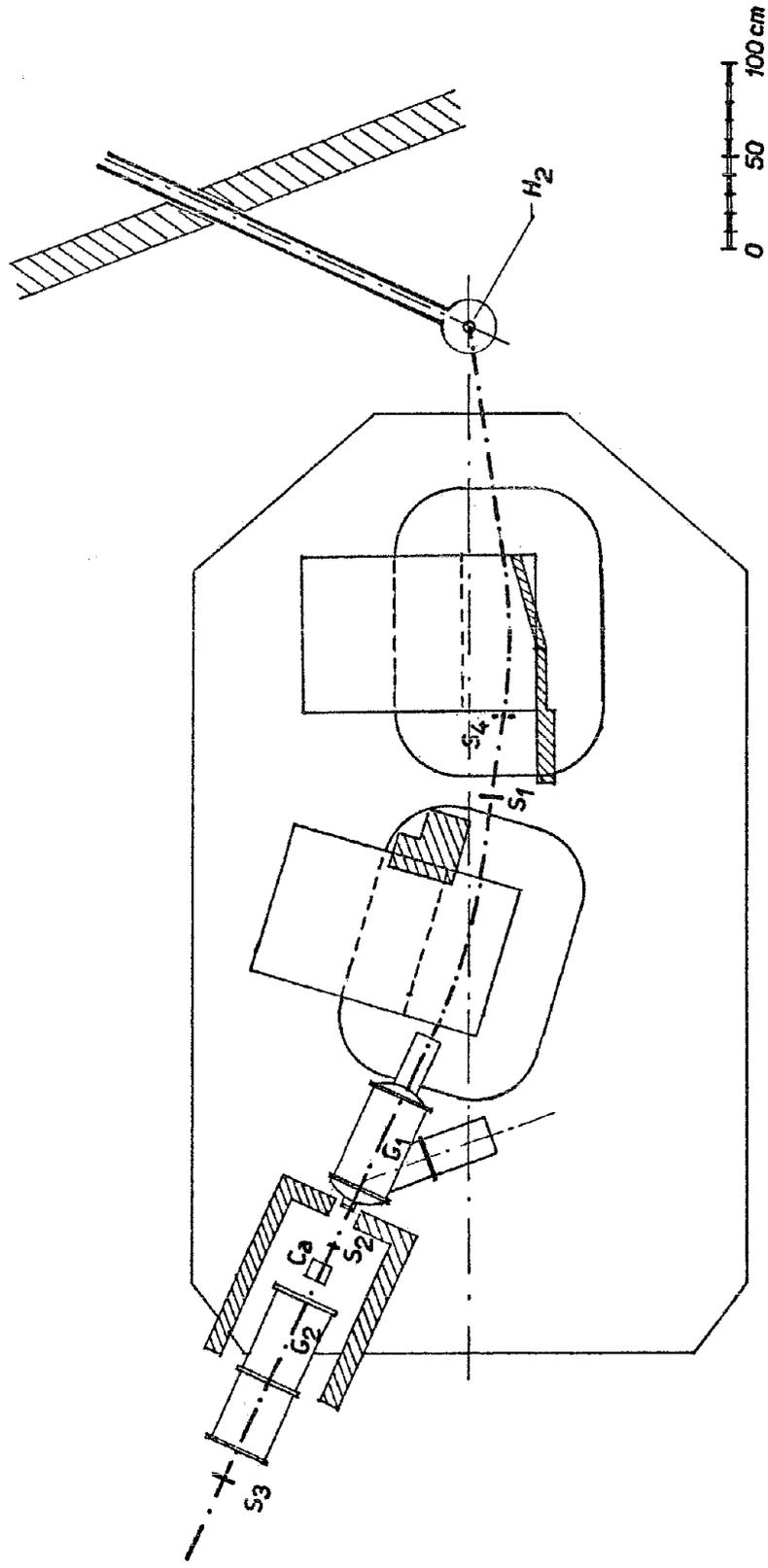


FIG. III.9

da delle energie e degli angoli), gli andamenti delle sezioni d'urto in funzione dell'energia dei fotoni per  $\theta_{\pi} = 90^{\circ}$  e  $20^{\circ}$  (S.B.).

I risultati sono ancora in corso di elaborazione. In fig. III.10 e III.11 sono rappresentate in forma preliminare le distribuzioni angolari per  $E_{\gamma} = 600$  e  $700$  MeV, conglobanti i punti sperimentali di Dixon e Walker<sup>(7)</sup> e i nostri opportunamente normalizzati. I valori indicati sono corretti per il fondo a bersaglio vuoto (il cui contributo è rappresentato nello stesso grafico nella stessa scala e per le coincidenze casuali. I risultati non sono stati corretti ancora per lo scattering su i poli.

La correzione per la disintegrazione in volo dei pioni, non è stata determinata. Una stima grossolana indica tuttavia che tale correzione che può ammontare in valore assoluto a non più del 15% nelle condizioni più sfavorevoli, non varia più di circa il 4% fra i valori estremi.

Il fattore di normalizzazione impiegato, per le fig. III.10 e III.11 è un fattore mediato su tutti i punti sperimentali (a tutte le energie), per confronto con le curve di "best fit alla Moravcsik" calcolate da Dixon e Walker<sup>(7)</sup>.

E' in preparazione una misura diretta del fattore di accettazione dell'analizzatore per la determinazione delle sezioni d'urto assolute. Sono in corso di messa a punto e di prova alcune sostanziali modifiche del telescopio di contatori che dovrebbero permettere di estendere le misure agli angoli  $<10^{\circ}$  (S.B.), possibilmente fino a  $\theta_{\pi} = 0^{\circ}$ .

I contenitori a pressione dei due Cerenkov a gas  $G_1$  e  $G_2$  sono stati accoppiati a formare un unico contenitore, eliminando due piastre di chiusura; il contatore  $S_2$  è stato disposto allo interno, mentre il contatore  $C_a$  è stato arretrato dietro il sistema  $G_1 - G_2$ .

Con queste modifiche, il rendimento di  $G_2$  per elettroni di alta energia è migliorato di un fattore 20. Altre modifiche tendono a ridurre al minimo il numero di coincidenze casuali, e soprattutto il numero di conteggio spuri dovuti ad eventi complessi.

## 6. ESPERIENZA SULLA FOTOPRODUZIONE DI COPPIA DI $\mu$ (Coppie $\mu$ )

A. Alborigi<sup>(\*)</sup>, C. Bernardini, G. Marini<sup>(^)</sup>, A. Odian<sup>(x)</sup>, M. Pretis<sup>(o)</sup>, G. Stoppini<sup>(^)</sup>  
Laboratori Nazionali di Frascati

Con l'attuale dotazione è stata completata una prima fase relativa alla determinazione della frequenza di processi

$$\gamma + \text{nucleo} = (\text{nucleo}) + \pi^{\pm} + \pi + \dots$$

Si è analizzato magneticamente uno dei piani carichi uscenti dalla targhetta ad un angolo di  $30^\circ$  (nel laboratorio); il magnete è stato predisposto per momenti di 150, 300, 500, 750 MeV/c. L'energia massima della macchina a cui sono state fatte le misure è stata di 1.000, 900, 700, 500 MeV. Le targhette adoperate sono state : carbonio, alluminio, stagno, e piombo. Inoltre, impiegando una targhetta di politene, si è ricavata con un metodo sottrattivo la

(\*) - dell'Istituto di Fisica dell'Università di Bologna

(^) - dell'Istituto di Fisica dell'Università di Roma.

(x) - dell'Univ. of Illinois, Urbana.

(o) - dell'Istituto di Fisica dell'Università di Trieste.

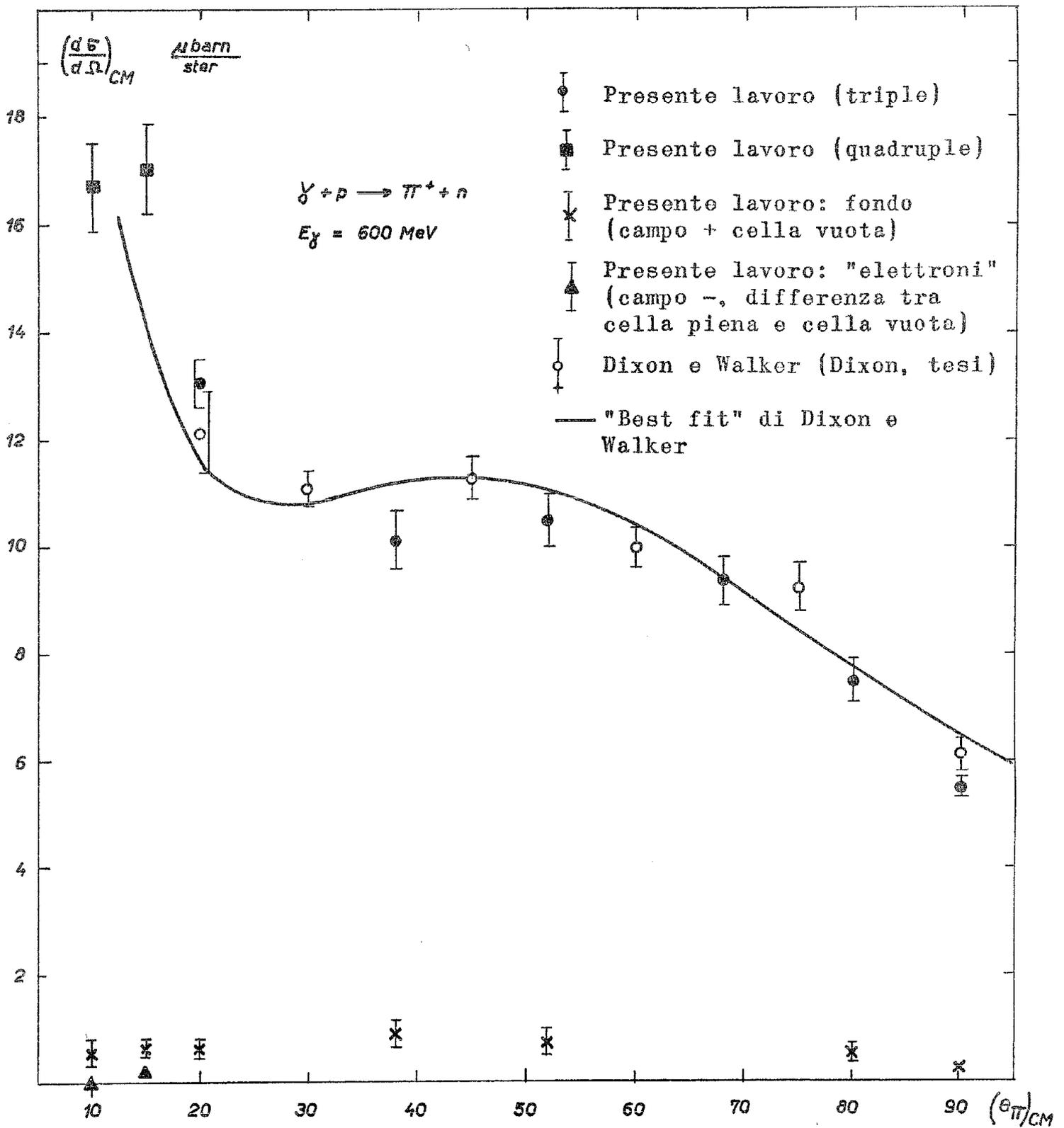


FIG. III.10

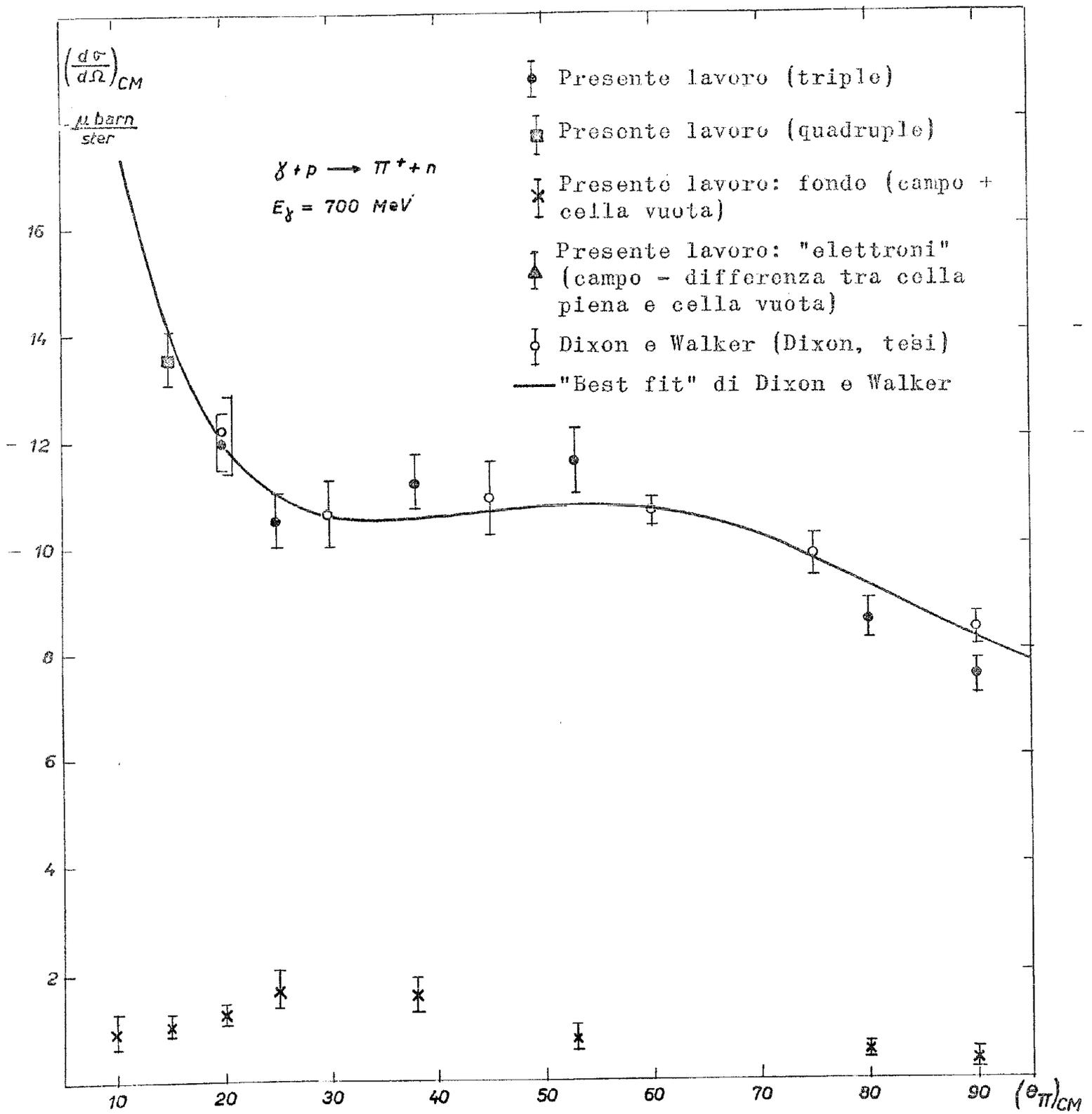


FIG. III.11

frequenza degli eventi in idrogeno con lo scopo (tra l'altro) di normalizzare i punti sperimentali ai valori già noti delle sezioni d'urto di produzione singola.

I dati sinora raccolti, devono essere in parte corretti per alcuni effetti strumentali (scattering out nel telescopio, decadimento in volo, contaminazione di elettroni a bassi momenti, ecc.), che non permettono di risalire immediatamente alla sezione d'urto. Questo lavoro di normalizzazione è attualmente in corso. Tuttavia è possibile ottenere curve di yield in funzione del numero atomico  $A$  della targhetta per misure effettuate nelle stesse condizioni cinematiche. Queste curve sono qui allegate, (vedi fig.III.12 e fig.III.13) in forma non definitiva; per i punti sinora analizzati. Le ordinate sono arbitrarie e le linee d'interpolazione connettono punti cinematicamente equipollenti.

L'informazione di maggiore interesse nei riguardi della rivelazione delle coppie di  $\mu$  sta nella possibilità di escludere che il fondo di pioni sia prodotto attraverso effetti di coerenza; questi effetti darebbero  $\text{yields} \sim A^2$ . Un'ulteriore conferma di questa affermazione viene da misure di coincidenza tra due piani carichi effettuate con l'aiuto di un secondo telescopio; anche queste misure, confrontate con previsioni teoriche sulla velocità di conteggio, sembrano escludere decisamente la produzione coerente.

7. ESPERIENZA SULLA POLARIZZAZIONE DEL PROTONE DI RINCULO  
NEL PROCESSO  $\gamma + p \rightarrow \pi^0 + p$  (Frascati  $\pi^0$ )

R. Querzoli, A. Silverman<sup>(\*)</sup>, G. Salvini  
Laboratori Nazionali di Frascati

Si è conclusa una prima serie di misure della polarizzazione del protone ; la misura (vedi nota interna n.23, presentata al convegno 17-18/12/1959) è fatta con una disposizione di contatori a scintillazione in coincidenza ed anti-coincidenza (v. fig. III.14), si deduce la polarizzazione dalla dissimetria sinistra-destra nell'urto dei protoni contro un bersaglio di carbonio.

$$\text{La dissimetria} \quad \frac{D/S - 1}{D/S + 1}$$

è stata misurata a varie energie (v. fig. III.15 e tabella) del protone incidente, per protoni emessi a  $90^\circ$  nel centro di massa.

Il valore di  $\mathcal{E}$  è corretto per le casuali, l'effetto di bersaglio vuoto di  $H_2$ , i possibili urti anelastici in carbonio.

Dal valore di  $\mathcal{E}$  corretto (riportato in tabella) si deduce la polarizzazione del protone calcolando il potere analizzante del carbonio nella nostra disposizione. Questo

---

(\*) - Lab. for Nuclear Studies, Cornell Univ., Ithaca.

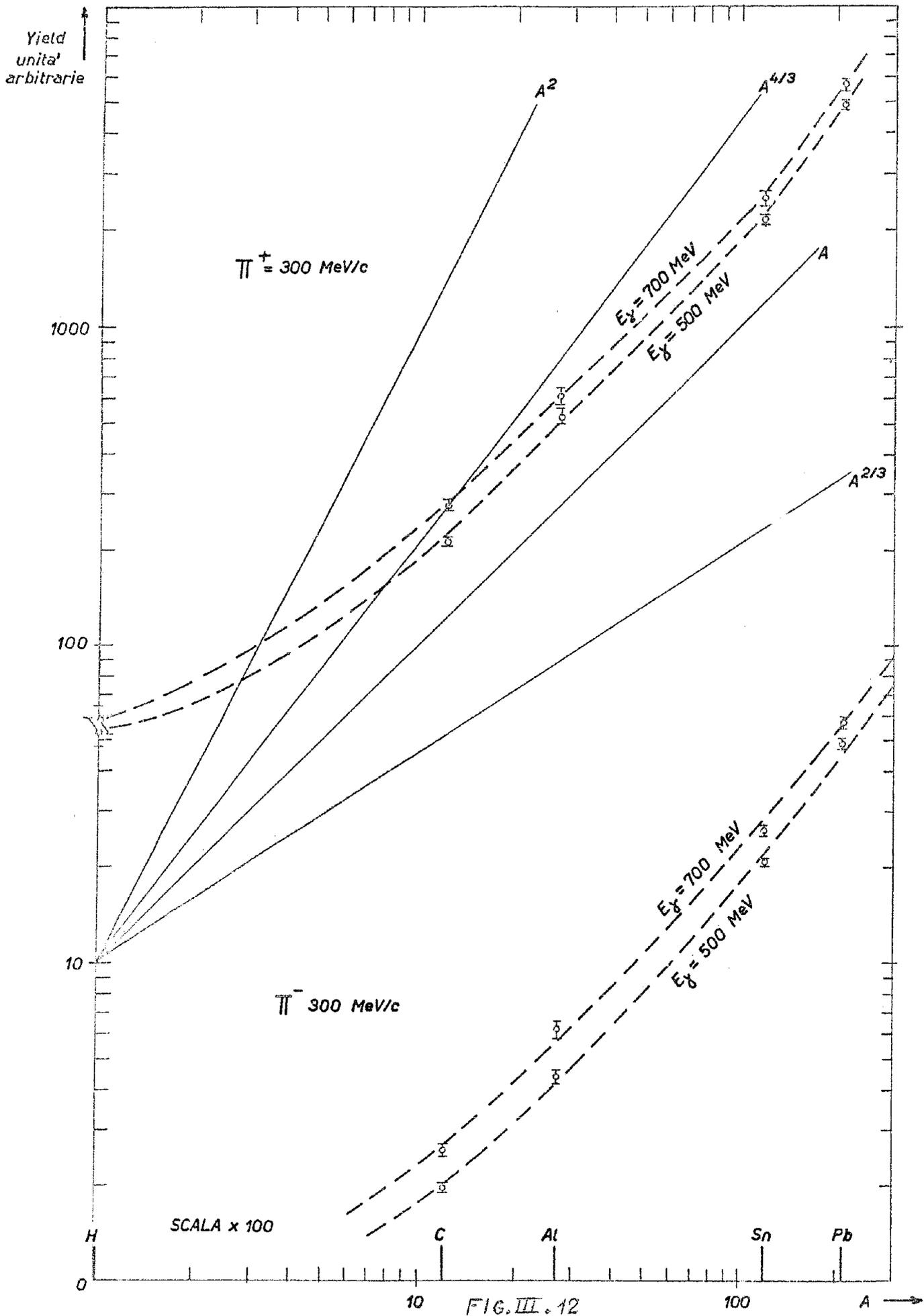


FIG. III. 12

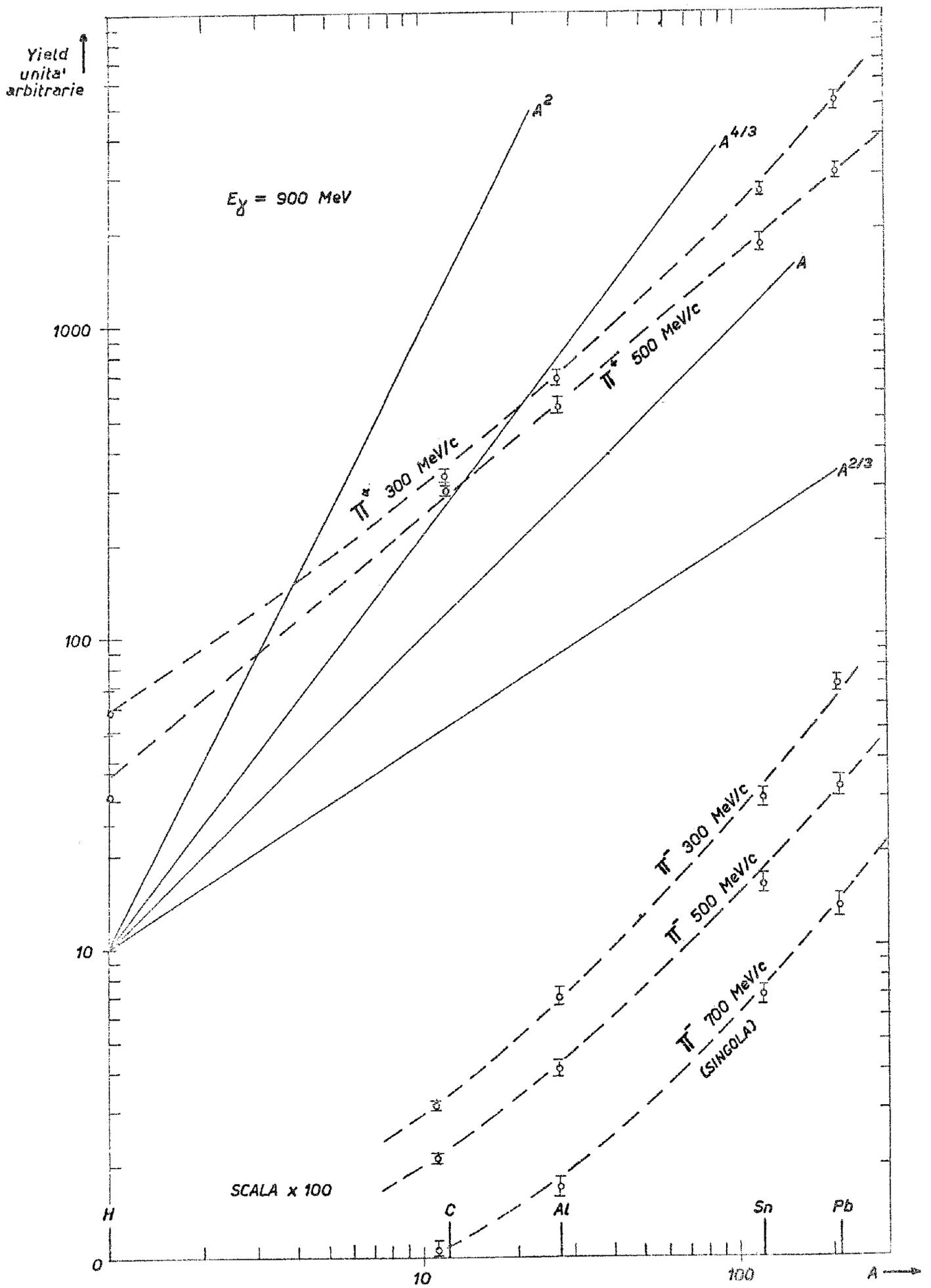
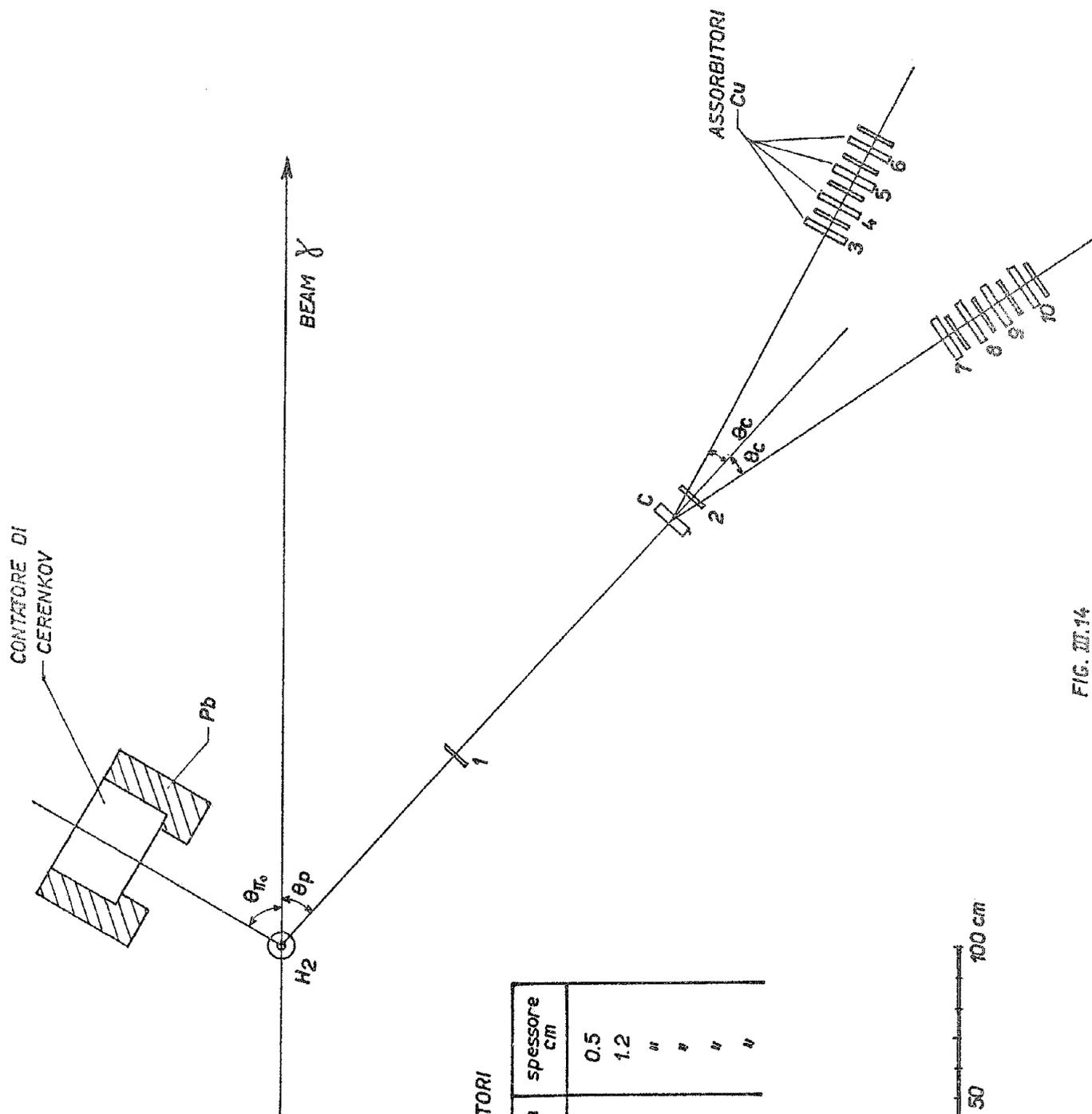


FIG. III. 13



DIMENSIONI DEI CONTATORI

No.	larghezza cm	altezza cm	spessore cm
1	9	14	0.5
2	10	25	1.2
3-7	12.5	"	"
4-8	"	"	"
5-9	"	"	"
6-10	"	28	"

FIG. III.14  
DISPOSIZIONE DEI CONTATORI

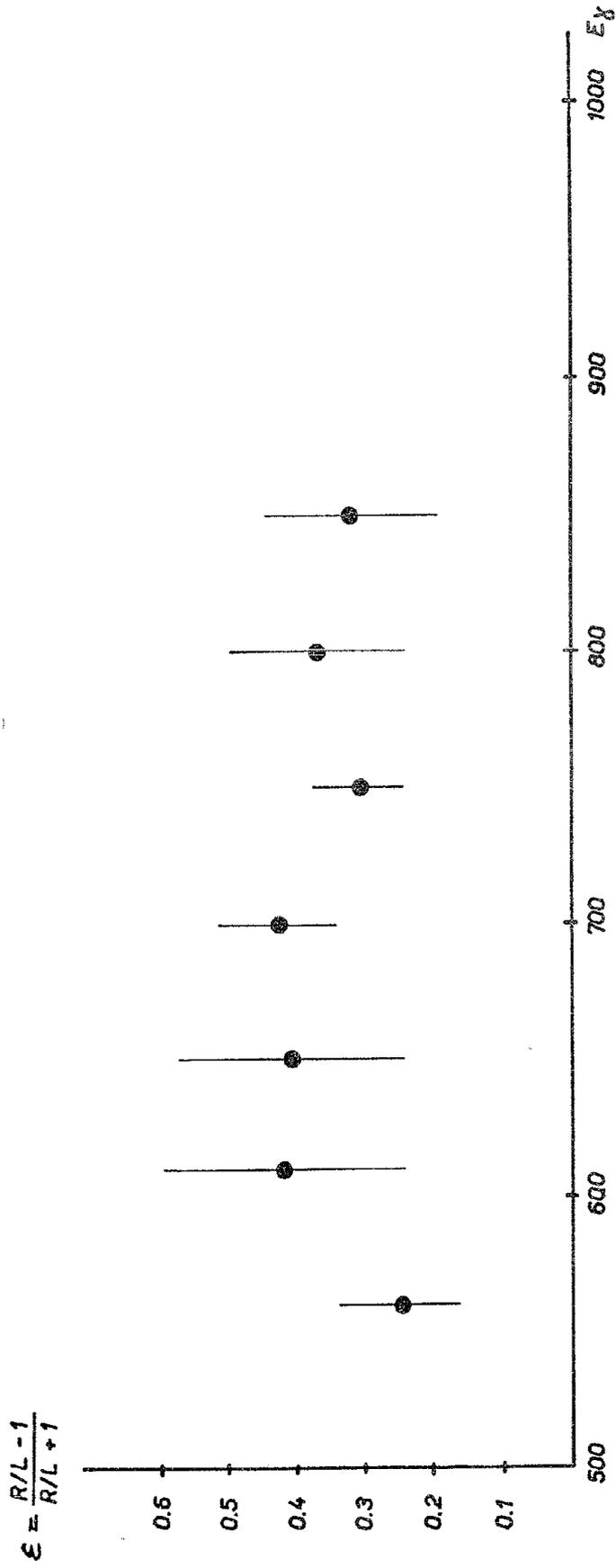


FIG. III.15

ASIMMETRIA  $\epsilon$  IN FUNZIONE DELLA ENERGIA DEI FOTONI.  
 (L'INTENSITA'  $\epsilon$  E' SEMPRE PIU' BASSA NEL TELESCOPIO  
 VICINO AL BEAM DI RAGGI  $\gamma$ )

calcolo di efficienza è stato condotto impiegando il metodo di Monte Carlo in una calcolatrice IBM 650.

I valori piuttosto elevati della polarizzazione indicano che la II risonanza ha parità opposta alla I, ed è quindi probabilmente uno stato  $P_{3/2}$  di spin isotopico  $1/2$ .

E' interessante osservare che la polarizzazione si mantiene piuttosto elevata anche dopo la II risonanza (energie 750 - 850 MeV): un risultato compatibile con l'ipotesi che la III risonanza interferisce con la II avendo queste due risonanze parità opposta. In tal caso la III risonanza potrebbe essere uno stato  $F_{5/2}$ .

T A B E L L A

E		Polarizzazione
560	$0.25 \pm 0.09$	$0.4 \pm 0.14$
610	$0.42 \pm 0.18$	$0.63 \pm 0.27$
650	$0.41 \pm 0.17$	$0.59 \pm 0.24$
700	$0.43 \pm 0.09$	$0.56 \pm 0.11$
750	$0.31 \pm 0.07$	$0.39 \pm 0.09$
800	$0.37 \pm 0.13$	( 0.5 )
850	$0.32 \pm 0.14$	( 0.5 )

## 8. ESPERIENZA SULLA CONSERVAZIONE DELLA PARITA' (Bologna)

E. Fuschini, A. Forino, C. Maroni, P. Veronesi  
 Istituto di Fisica dell'Università di Bologna

Scopo dell'esperienza è la verifica della conservazione della parità nella reazione di fotoproduzione



Ci proponiamo di rivelare con contatori la presenza o meno di un termine pseudoscalare del tipo  $\mathcal{P}_\gamma = \mathcal{P}_{\pi^+} \times \mathcal{P}_{\pi^-}$  dove  $\mathcal{P}_\gamma, \mathcal{P}_{\pi^+}, \mathcal{P}_{\pi^-}$  sono gli impulsi delle particelle nello stato finale.

Per definire cinematicamente l'evento considerato vengono fissati angoli e impulsi dei due  $\pi$ , che, per ragioni pratiche, vengono presi in coincidenza a 90° fra di loro nel piano normale alla direzione del fascio  $\gamma$ . In attesa della disponibilità di un canale magnetico (attualmente in costruzione) per la selezione in carica dei  $\pi$  eseguiremo un esperimento preliminare senza ricorrere a tale selezione. Poichè per ragioni di statistica si è costretti a tenere i contatori molto vicini al fascio  $\gamma$  siamo per ora impegnati nella ricerca di una opportuna disposizione delle schermatura al fine di ridurre il fondo a limiti ragionevoli.

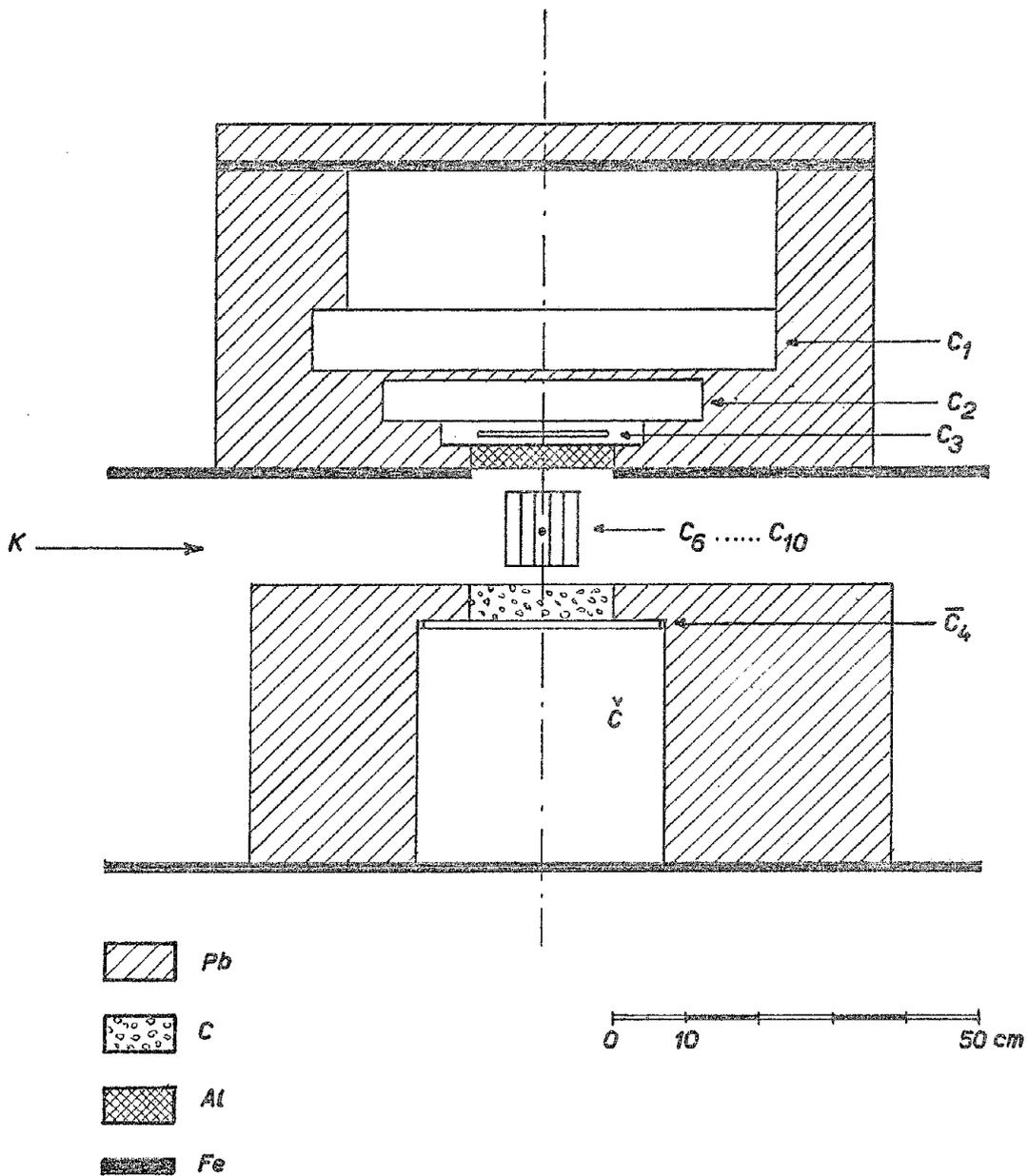


FIG. III.16

SCHEMA DELLA ESPERIENZA  $\gamma + p \rightarrow \Lambda^0 + K^+$

- C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub> contatori a toluolo } canale rivelazione  $\pi^+$  ( $K^+ \rightarrow \pi^+ \pi^0$ )  
 C<sub>3</sub> contatore plastico }  
 C<sub>6</sub>...C<sub>10</sub> contatori plastici (stoppatori del K<sup>+</sup>)  
 Č Cerenkov } canale rivelazione  $\pi^0$   
 C̄<sub>4</sub> contatore plastico }

9. ESPERIENZA SULLA FOTOPRODUZIONE DI  $K^+$  PER ENERGIE DEL  $\gamma$   
 PROSSIME ALLA SOGLIA DELLA REAZIONE  $\gamma + P = \Lambda^0 + K^+$   
 (Roma K)

L. Mezzetti, L. Osborne, S. Tazzari, C. Semporad<sup>(\*)</sup>, M. Grilli<sup>(\*)</sup>, P. Kussthatcher<sup>(\*)</sup>  
 Istituto di Fisica dell'Università di Roma

Nel periodo novembre 1959 - aprile 1960 il gruppo ha lavorato al montaggio e messa a punto del dispositivo necessario per l'esperienza. (Questo è stato descritto nel convegno di dicembre in Frascati ed è schematizzato in figura III.16).

Da maggio 1960 ha iniziato le prime prove alla macchina (per un totale, sino ad oggi, di circa 6 turni). Sono state fatte prove ad angoli  $\theta_{\gamma-K} = 10^\circ \div 35^\circ$ , per  $(E_\gamma)_{\max} \sim 1050$  MeV.

Possiamo dire che il sistema di selezione elettronica per gli eventi interessanti si è dimostrato soddisfacente: su circa 70 fotogrammi relativi a  $\theta_{\gamma-K} \sim 30^\circ$  sono stati osservati circa 20 eventi identificabili come K. Sono in corso ulteriori tarature per lo studio più accurato di simili fotogrammi.

La situazione è più complicata a  $\theta_{\gamma-K} \sim 10^\circ$ , causa l'affollamento dei contatori in cui si fermano K ( $C_6 \div C_{10}$ ). Si pensa di superare questa difficoltà con l'introduzione di opportuni gate sui canali corrispondenti ai fermatori. Il

---

(\*) dell'Istituto di Fisica dell'Università di Padova.

programma futuro comporta, oltre al completamento e perfezionamento dell'attuale dispositivo :

- 1) - La costruzione (già in corso) di una targhetta H liquido, di forma speciale.
- 2) - Il montaggio di una nuova disposizione, con cui si pensa di misurare la polarizzazione trasversale della  $\Lambda^0$  rispetto al piano di prestazione nella reazione

$$\gamma + \nu = \Lambda^0 + K^+$$

Attualmente collaborano al lavoro del gruppo due laureandi dell'Università di Padova.

#### 10. ESPERIENZA DI ANNICHILAZIONE (Annichilazione)

L. X. Ion, Poiani<sup>(x)</sup>, G. Torelli, R. Torelli Tesi  
Istituto di Fisica dell'Università di Pisa

La misura della sezione d'urto totale di annichilazione

$$e^+ + e^- \rightarrow \gamma + \gamma$$

ad alte energie (  $\sim 1000$  MeV) fornisce nuove informazioni sul limite di validità della elettrodinamica.

Per tale misura contiamo di usare il fascio di  $e^+$  selezionato dal magnete dello spettrometro a coppie.

Il sistema di tre scintillatori in coincidenza ci permetterà di contare i positroni incidenti, mentre un Cerenkov ad assorbimento totale preceduto da una anticoincidenza rivelerà almeno uno dei due  $\gamma$  prodotti in ogni evento di annichilazione.

Il sistema di coincidenze ed i rivelatori sono già pronti qui a Frascati e saranno tra poco montati alla macchina.

---

(x) Ist. di Fisica dell'Università di Trieste.

Il Cerenkov ad assorbimento totale è in fase di montaggio a Pisa e sarà portato alla macchina entro il prossimo mese.

11. MISURA DELLA POLARIZZAZIONE DEL PROTONE DI RINCULO NELLA REAZIONE :  $\gamma + P = P + \pi^0$  CON LA TECNICA DELLE EMULSIONI NUCLEARI.

M. Grilli, L. Laboragine, G.A. Salandin  
Istituto di Fisica dell'Università di Padova

Come è detto nel notiziario n° 7 (dicembre 1959) e come è stato comunicato nel convegno del dicembre 1959 in Frascati, da parte del gruppo è stata fatta una esposizione di un blocco di 120 lastre nucleari ( $400 \mu\text{m}$ ,  $10 \times 12 \text{ cm}^2$ ) per studiare con questa tecnica la polarizzazione del protone di rinculo nella reazione :

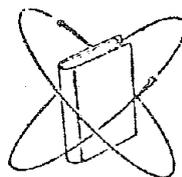
$$\gamma + p = p + \pi^0$$

( $E_\gamma = 600 \pm 50 \text{ MeV}$ ,  $\theta_p \sim 100^\circ$  nel CM). L'osservazione di queste lastre è ancora in corso a Padova.

Nel mese di aprile è stata fatta l'esposizione a Rochester, di cui è detto nella comunicazione al suddetto convegno di Frascati, ad un fascio di protoni di polarizzazione ad energia nota ( $P = 0,89 \pm 0,02$ ;  $E = 216 \pm 3 \text{ MeV}$ ).

Questa esperienza serve da taratura a quella di Frascati.

Di entrambe si daranno notizie nei prossimi mesi.



STAMPATO PRESSO  
IL LABORATORIO TECNOGRAFICO  
DEL CNRN