

## LABORATORI NAZIONALI DI FRASCATI DEL CNEN

## INTRODUZIONE. -

Le attività di ricerca presso i Laboratori Nazionali di Frascati nel 1973 si sono svolte in conformità ai programmi stabiliti dai 5 gruppi di coordinamento e dalle commissioni ad hoc, di cui si avvale l'INFN per la definizione dei temi di ricerca a livello nazionale e internazionale. In particolare l'attività presso i Laboratori Nazionali di Frascati si può così riassumere:

## a) Ricerche presso gli acceleratori. -

- Funzionamento dell'elettrosincrotrone;
- Realizzazione della macchina "Vulcano" per la produzione di intensi fasci di elettroni relativistici;
- Funzionamento dell'anello di accumulazione Adone e installazione di nuovi apparati sperimentali in 3 sezioni dell'anello;
- Funzionamento dell'acceleratore lineare, usato come iniettore di Adone e in un programma di esperimenti di fisica nucleare (programma LEALE).

## b) Ricerche di fisica delle particelle elementari. -

- Esperienze di 2ª generazione presso Adone, volte allo studio della produzione multi-adronica e allo studio del canale barionico. Ricerche che si svolgono con nuovi apparati a migliore accettazione angolare (esperienze  $\gamma\gamma 2$  e  $\overline{B}B$ ) e con campo magnetico (esp. MEA);
- Esperienze presso l'elettrosincrotrone di fotoproduzione di  $\pi^0$  su neutrone e protone;
- Esperienze presso il Laboratorio del Montebianco, volte allo studio delle interazioni nucleone-nucleone e delle interazioni dei  $\mu$  dei raggi cosmici.

## c) Ricerche di fisica nucleare. -

- Studio presso l'elettrosincrotrone della diffusione quasi elastica di elettroni su nuclei;
- Studio della fotodisintegrazione dell' $^4\text{He}$ , presso l'elettrosincrotrone, e suo confronto con le misure della reazione inversa, esperienza che si svolge, come collaborazione, presso il protosincrotrone Saturne (Francia);
- Elettrodisintegrazione dei nuclei presso l'elettrosincrotrone;
- Misura di diffusione di pioni, in camera a streamer, in campo magnetico o con un sistema di 3 camere magnetostriptive digitizzate (programma LEALE);
- Misure sul fascio di gamma monocromatici per esperienze di fisica nucleare (programma LEALE);
- Esperimenti, presso l'elettrosincrotrone, relativi allo studio della materia mediante la radiazione di sincrotrone.

## d) Ricerche dei gruppi tecnologici. -

In particolare ricerche nel campo della criogenia, dei magneti e della superconduttività, della tecnologia, ecc.

## e) Attività didattica. -

Visite di scuole, corsi di aggiornamento per professori di scuola media, seminari, ecc.

2.

f) Conferenze e convegni. -

Nel 1973 è stata organizzata a Frascati la "1973 International Conference on Instrumentation for High Energy Physics", nonché 4 convegni a carattere internazionale riguardanti rispettivamente il campo della fisica delle alte energie, della fisica nucleare, della superconduttività ed il progetto del Superadone.

## 1. - ELETTROSINCROTRONE. -

### 1.1. - Funzionamento. -

Dall'1.1. al 31.10.1973 la macchina è stata utilizzata dagli sperimentatori per un totale di 4.482 ore, con una media settimanale di 96 ore. L'indice di gradimento medio, indicato dagli sperimentatori, in base all'intensità, stabilità, durata dell'impulso, ecc. del fascio, è stato del 92%.

Nella Tabella I è riportata l'utilizzazione del tempo macchina, mentre nella Tabella II sono riportate le ore perse per guasti, suddivise secondo i principali impianti.

TABELLA I

	ore	%
Esperienze	4.482	61
Preparazione esperienze	400	6
Manutenzione	200	3
Avviamento	150	2
Guasti	1.172	15
Soste per ferie, feste, ecc.	840	13
TOTALE	7.244	100

TABELLA II

Tipo di guasto	ore	%
Rete	35	3
Magneti e alimentazione	166	14
Vuoto	527	45
Iniettore	21	2
Radiofrequenza	176	15
Varie	247	21
TOTALE	1.172	100

Nel mese di Novembre è iniziato il lavoro per la sostituzione della vecchia camera da vuoto in araldite con la nuova in ceramica, la sostituzione degli impianti da vuoto, la revisione meccanica del gruppo rotante di alimentazione del magnete dell'elettrosincrotrone, la sostituzione dei vecchi impianti di stabilizzazione in frequenza e corrente con stabilizzatori elettronici, ecc.

### 1.2. - Sorgente di elettroni polarizzati. -

In collaborazione con il gruppo Alte Energie è stata realizzata una sorgente di elettroni polarizzati. La sorgente utilizza l'effetto Fano, che prevede una elevata polarizzazione nei fotoelettroni da Cesio atomico, quando la luce incidente sia polarizzata circolarmente e compresa in una certa banda.

### 1.3. - Microtroni. -

L'attività relativa allo studio di microtroni ha portato nel corso dell'anno ad un contratto di collaborazione tra il CNEN e il corrispondente Ente Nucleare Rumeno per la realizzazione industriale di tale tipo di macchine.

### 1.4. - Fasci intensi di elettroni relativistici. -

L'attività di ricerca nel campo delle macchine per produrre fasci intensi di elettroni relativistici ha portato nel 1973 alla realizzazione della macchina denominata "Vulcano", capace

di produrre fasci di elettroni da 500 keV, intensità di 100 kA e durata 60 ns. Questa macchina costituisce un notevole mezzo per ricerche e applicazioni in molteplici campi, che vanno dalla generazione di microonde con potenza di picco dell'ordine dei GW alla produzione di forti dosi di radiazioni per prove sui materiali, dall'accelerazione collettiva di ioni alla fusione termonucleare controllata.

La sua realizzazione ha richiesto un notevole lavoro di ricerca sulle tecnologie delle alte tensioni, la messa a punto di tecniche diagnostiche nel campo delle forti correnti e tensioni impulsive con tempi di salita dell'ordine di  $10^{-9}$  s e l'approfondimento delle conoscenze sulla fisica della propagazione di intensi fasci elettronici in gas rarefatto.

In collaborazione con il gruppo Tecnologie e alcuni ricercatori dell'Università, sono state effettuate prove di eccitazione di laser di potenza a  $N_2$  con "electron beams" utilizzando la macchina Vulcano.

## 2. - ADONE. -

### 2.1. - Funzionamento, fermate e miglioramenti. -

Nel corso del 1973 si è avuta una lunga "fermata macchina" per l'installazione di nuovi apparati sperimentali nelle sezioni di incrocio dei fasci, e cioè:

- esperienza MEA	sezione 5
- esperienza $\bar{B}\bar{B}$	sezione 9
- esperienza $\gamma\gamma^2$	sezione 11.

Contemporaneamente sono state installate le altre 2 cavità a radiofrequenza (totale 4 cavità RF) richieste affinché la macchina funzioni alla massima energia. La potenza di RF trasferita alle 2 correnti di 100 mA, totali, ad energia di 1.5 GeV/fascio, è di 9 kW ( $E=90$  keV/giro) ed è data da 2 doppie cavità a RF che operano a 8.7 MHz con una tensione di picco di 140 kV.

Il valore massimo della luminosità, definito come il numero di conteggi per un processo avente sezione d'urto unitaria, misurata ad Adone, a 1.2 GeV/fascio, è

$$L_{\max} \sim 2 \times 10^{29} \text{ cm}^{-2} \text{ sec}^{-1}.$$

Nel corso dell'anno è stato messo a punto il sistema di controreazione per i modi di oscillazione longitudinale dei fasci.

Si è realizzato inoltre il controllo terminale della macchina ad opera del calcolatore HP 2116, in particolare per ciò che riguarda magneti e quadrupoli e magnete esperienze MEA (LNF-73/10 e 73/32).

E' stato realizzato un miglioramento, di un fattore 3, del vuoto nelle sezioni sperimentali.

### 2.2. - Funzionamento Linac. -

Nel corso dell'anno l'acceleratore lineare (Linac) è stato usato come iniettore di Adone e per esperimenti di fisica nucleare usando correnti di  $e^-$  a frequenza di ripetizione da 10 a 150 impulsi/sec. Il nuovo convertitore installato sulla macchina produce una corrente di  $e^+$  a frequenza di 200 impulsi/sec da usare in esperimenti di fisica nucleare con fasci di  $\gamma$  monocromatici.

4.

### 3. - ATTIVITA' DEI GRUPPI SPERIMENTALI. -

#### 3.1. - Esperienze presso l'elettrosincrotrone. -

In conformità a quanto segnalato nel documento "Attività di ricerca e programmi scientifici presso l'elettrosincrotrone" (1972-73), tre sono stati gli indirizzi della sperimentazione presso la macchina:

- A) Fisica delle particelle elementari;
- B) Fisica dei nuclei;
- C) Studio della struttura della materia mediante la luce di sincrotrone.

#### A. - FISICA DELLE PARTICELLE ELEMENTARI. -

##### A.1. - Esperienza di fotoproduzione in camera a bolle. -

E' terminata l'indagine sperimentale della reazione  $\gamma + n \rightarrow p + \pi^-$  eseguita con camera a bolle a deuterio. Sono stati considerati, in particolare, i problemi riguardanti una possibile componente isotensoriale della corrente e-m, l'invarianza per inversione rispetto al tempo delle interazioni e-m e la fotoproduzione della risonanza barionica  $P_{11}(1470)$  (LNF-73/20).

##### A.2. - Fotoproduzione di $\pi^0$ alla 1<sup>a</sup> risonanza, su neutrone e protone. -

L'esperimento con la tecnica dei contatori è volto alla misura del rapporto fra le sezioni d'urto differenziali delle reazioni

$$\gamma + d \rightarrow \pi^0 + n + p_S, \quad \gamma + d \rightarrow \pi^0 + p + n_S$$

nella regione di energia tra 270 - 370 MeV, intorno alla risonanza  $P_{33}$  e ad un angolo nel baricentro del sistema pione-nucleone di  $\sim 115^\circ$ .

Il rapporto dà una informazione circa la possibile presenza di un termine isotensoriale nella corrente e-m. I risultati mostrano che il rapporto nella regione di energia in istudio è  $\sim 1$ , in accordo con l'assenza di un termine isotensoriale.

Nelle sue linee essenziali l'apparato sperimentale consiste di un insieme di rivelatori e di un banco di camere magnetostriptive, entrambi controllati da un calcolatore IBM 1800 (LNF-73/29 e 73/81).

#### B. - FISICA DEI NUCLEI. -

##### B.1. - Diffusione quasi-elastica di elettroni su nuclei (e'e'p). -

L'esperimento studia la reazione (e'e'p) con alta velocità di conteggio e le reazioni (e'e'n) ed (e'e'a).

Quest'ultima reazione dà importanti informazioni sull'esistenza di aggregati di particelle nei nuclei (cluster).

La reazione (e'e'p) è stata misurata in carbone, ossigeno e calcio.

##### B.2. - Fotodisintegrazione dell'He<sup>4</sup>. -

L'esperienza studia la reazione He<sup>4</sup>( $\gamma$ , d)D misurando la sezione d'urto differenziale in funzione dell'energia dei raggi  $\gamma$ .

L'esperienza permette di controllare la consistenza delle misure delle reazioni D(d, $\gamma$ )He<sup>4</sup> e He<sup>4</sup>( $\gamma$ , d)D, che sono collegate, come noto, tramite l'invarianza delle forze nucleari riguardo al "time-reversal", e di avere informazioni sulla funzione d'onda dell'He<sup>4</sup>.

### B. 3. - Elettrodisintegrazione di nuclei. -

Proposito dell'esperimento è studiare, nella elettrodisintegrazione di nuclei, la produzione di frammenti nucleari. Attualmente l'esperimento si svolge su C e Au, usando come rivelatori plastici Kodak nitrocellulosa CA 8015 contenenti i nuclei bersaglio.

Attualmente la misura segnale/fondo dà un rapporto  $> 20$ .

### C. - ESPERIENZE CONDOTTE MEDIANTE LA LUCE DI SINCROTRONE. -

Ricerche di spettroscopia atomica e molecolare e dello stato solido che utilizzano la radiazione di sincrotrone emessa dalle particelle accelerate nella regione spettrale dell'estremo ultravioletto sono in sviluppo in tutto il mondo.

Le caratteristiche della radiazione di sincrotrone, come è noto, sono quelle di essere fortemente collimata (ad 1 GeV con una divergenza di 0.5 mrad), di essere totalmente polarizzata quasi linearmente con il vettore campo elettrico parallelo al piano dell'orbita, di avere una distribuzione spettrale continua che si estende da 10 a 3000 Å con un massimo intorno a 30 Å, sempre per elettroni da 1 GeV.

Le ricerche che utilizzano la luce di sincrotrone sono state potenziate con l'assegnazione di una nuova area sperimentale che ha permesso di montare 2 esperienze contemporaneamente.

#### C. 1. - Studio della struttura della materia. -

Il gruppo "Solidi Roma" ha avviato un programma di esperimenti per determinare le costanti ottiche dei composti fortemente anisotropi, p. es. composti lamellari Grafite, Ga Se, Ga S, GaTe, ecc. Prevede inoltre di usare la tecnica degli effetti modulatori con la luce di sincrotrone, che permette di rivelare transizioni elettroniche con sensibilità maggiore dei metodi convenzionali.

Gli effetti modulatori si ottengono per:

- modulazione di temperatura mediante riscaldamento ottico pulsato nel campione per misurare in assorbimento su films sottili e riflettività su cristalli (p. es. alogenuri alcalini), modulazione che alla temperatura dell'azoto liquido è di circa 2°K sui films metallici autosostenuti spessi qualche centinaio di Å;
- modulazione di lunghezza d'onda con l'uso di un monocromatore ad incidenza radente.

Sono attualmente in funzione 2 canali di misure, il primo equipaggiato con un monocromatore McPearson mod. 247 ad incidenza radente, il secondo con un monocromatore Hilger e Watts mod. E 766 ad incidenza normale, così da coprire l'intero intervallo spettrale 5-2000 Å con risoluzione dell'ordine di  $\sim 1/1000$ . I canali sono dotati di camere di misura munite di criostati ad azoto liquido che ne assicurano la versatilità e per eseguire esperienze a basse temperature.

#### C. 2. - Spettroscopia atomica e molecolare in campo magnetico. -

L'esperienza studia la spettroscopia di solidi e gas in presenza di intensi campi magnetici modulati 50 - 100 KOe. La realizzazione del campo magnetico richiesto si ottiene utilizzando tecniche basate sulle oscillazioni meccaniche di un solenoide superconduttore.

### 3. 2. - Esperienze con l'anello di accumulazione Adone. -

Nel corso del 1973 sono stati installati nelle sezioni dritte dell'anello 3 nuovi apparati:  $\gamma\gamma^2$ , BB, MEA, per le esperienze di 2<sup>a</sup> generazione presso Adone. Caratteristica comune degli apparati è la più grande accettazione angolare e la possibilità, nelle sezioni in cui è installato il magnete, di misurare il momento delle particelle cariche prodotte nell'annichilazione  $e^+e^-$ .

I risultati ottenuti negli esperimenti di 1<sup>a</sup> generazione hanno suggerito le seguenti linee di ricerca per la sperimentazione:

6.

- a) studio del fattore di forma del pione e del kaone;
- b) analisi più accurata della produzione multiadronica; in particolare lo studio del momento delle particelle, onde comprenderne il meccanismo di produzione;
- c) studio della componente neutra degli eventi multiadronici;
- d) studio del canale barionico.

A tale fine i 3 apparati sperimentali entrati in funzione nel 1973 si configurano nel modo seguente:

### 3.2.1. - MEA, magneti esperienze Adone. -

Si tratta di un grande magnete a simmetria cilindrica 2 m per 2 m di lunghezza, il cui asse risulta perpendicolare alla direzione dei fasci di  $e^+$  ed  $e^-$ . L'effetto sulle correnti circolanti in Adone del campo magnetico di 4,5 Kgauss è compensato da un campo magnetico opposto prodotto da 2 bobine "compensatrici", così che  $\int Bx ds$  nella direzione del fascio è praticamente zero. Le particelle sono rivelate da un sistema di camere a scintilla che coprono una frazione di  $\sim 0.45$  dell'angolo solido totale (LNF-73/59).

Le camere a scintilla poste fra le bobine sono camere a scintilla a fili, a larga apertura, i cui elettrodi trasparenti permettono di fotografare all'interno (73/26). La precisione nella determinazione della traiettoria delle particelle, di  $\sim 200 \mu$ , permette di determinare il momento della particella con un errore di  $\sim \pm 3\%$  all'energia di 2 GeV/c. Pesanti camere a scintilla all'esterno delle bobine segnalano i fotoni e danno una utile informazione supplementare sulla natura della particella. Il sistema di trigger consiste di contatori a scintillazione e di camere proporzionali. La selezione dei raggi cosmici è realizzata per mezzo del tempo di volo e da misure geometriche sulla origine delle tracce ottenute mediante camere proporzionali.

Il programma sperimentale è iniziato con lo studio della produzione multiadronica.

### 3.2.2. - $\gamma\gamma$ . -

L'esperienza studia, in particolare, la componente neutra della produzione multiadronica, ovviamente anche le particelle cariche sono segnalate.

Si tratta di un esperimento tradizionale che utilizza contatori e camere a scintilla ottiche e magnetostrittive. L'angolo solido è di  $\sim 0.7$  del totale. L'angolo solido che non può essere visto dalle camere ottiche è visto da camere magnetostrittive.

### 3.2.3. - $\bar{B}B$ . -

L'esperienza studia la produzione di stati barione-antibarione. Utilizza camere magnetostrittive e contatori a scintillazione che coprono un angolo solido di 0,8 del totale.

Attraverso i parametri geometrici e le informazioni derivate dai contatori a scintillazione, quali la ionizzazione specifica e la perdita totale di energia, eventi barionici possono essere separati da altri tipi di eventi.

I. - Nel corso dell'anno i ricercatori dei gruppi sperimentali Adone, del gruppo teorico dei Laboratori e del gruppo macchina, hanno lavorato anche allo studio di un nuovo anello di accumulazione nel range di energia  $2 \times 10$  GeV. I risultati sono stati presentati ad una riunione di lavoro che si è svolta nei giorni 15, 16 e 17 Ottobre a Frascati, in cui sono stati discussi, a livello nazionale, i problemi tecnici e scientifici connessi a questa possibile iniziativa italiana, sia dal punto di vista macchine, sia dal punto di vista teorico, sia dal punto di vista della sperimentazione.

## 3.3. - Esperienze con l'acceleratore lineare (Leale). -

### A. - LABORATORIO PIONI. -

#### A.1. - Attrezzature generali di macchina e di esperienza. -

Al fine di utilizzare al meglio le caratteristiche in bassa energia ( $\leq 50$  MeV) del fascio di pioni, si è pensato all'inizio del 1973 alla progettazione di una complessa camera di scattering,

flussata in Elio, da inserire nel sistema magnetico ad energy loss. Tale camera racchiude il bersaglio degli esperimenti di diffusione e deve essere in grado di seguire le rotazioni del magnete mobile e non deve disturbare troppo la trasmissione del fascio di pioni. La progettazione è stata portata avanti in collaborazione con il Servizio Officine del LNF; è praticamente pronto un disegno costruttivo e si pensa di passare alla fase realizzativa entro i primi mesi del 1974.

Sempre e nello spirito di quanto citato all'inizio, sono continuati, in collaborazione con il Gruppo Elettronica dei LNF, gli sforzi per la realizzazione di un sistema di camere proporzionali ad alta efficienza di rivelazione ed a basso rumore di fondo. Sono state costruite e provate le camere dal punto di vista del funzionamento elettrico e delle miscele di gas necessarie alle loro prestazioni. Sono stati definiti i circuiti logici di rivelazione e memorizzazione dei segnali e di interfaccia con il calcolatore PDP-15. Per quanto riguarda la logica decisionale rapida si è realizzato un prototipo funzionante di circuito stampato e si è commissionata all'estero la esecuzione dei numerosi circuiti stampati necessari al funzionamento complessivo delle camere. Si spera che tali circuiti siano pronti e montati entro la metà del 1974. L'interfaccia per il PDP-15 è stato altresì costruito, unitamente ad un pannello generale di comando e di controllo, e si prevede di effettuare il collaudo al più presto. Tale argomento è stato oggetto di una tesi di laurea (Università di Pisa) e sarà oggetto di una prossima pubblicazione.

Sempre per quanto riguarda le attrezzature generali, si è provveduto a rendere effettivo l'inserimento sul calcolatore PDP-15 della nuova strumentazione CAMAC giunta nei primi mesi del 1973. Tale strumentazione, che costituisce un nuovo standard di organizzazione logica delle informazioni, ottenibili da apparecchiature elettroniche rapide, e dal loro trasferimento sul calcolatore, consta essenzialmente di convertitori ADC, contatori, Crate Controller, Dataway Controller, Branch Controller e Display, discriminatori. L'interfaccia è quello DEC e la messa in funzione del tutto e la sua utilizzazione ha richiesto un laborioso lavoro di software. L'uso precisamente è stato quello di consentire la lettura sul calcolatore ad intervalli regolari dei monitors di controllo dei fasci di  $e^-$  e  $\pi^+$ , rispettivamente toroidi a ferrite e termocoppia, oltre all'acquisizione di dati dalle camere a magnetostrizione.

#### A. 2. - Esperienze. -

Per quanto riguarda gli esperimenti l'attività si è concentrata sull'utilizzazione dello spettrometro ad energy loss e sulle misure di diffusione a  $180^\circ$  con camera a streamer posta in campo magnetico. (LNF-73/56).

Nel primo caso si è perfezionato lo studio del sistema magnetico, in modo sperimentale, al  $1^\circ$  ed al  $2^\circ$  ordine, come testimoniano una pubblicazione interna dei LNF e quella sul Nuclear Instruments and Methods.

Successivamente, utilizzando il sistema di tre camere a magnetostrizione, inserito dopo il secondo magnete e posto on-line sul PDP-15, si sono potuti raccogliere nuovi dati di scattering a varie energie (60, 70, 80 MeV) di  $\pi^+$  ed elaborarli in vista di un miglioramento complessivo del potere risolutivo (meglio dell'1.5%) sulla base delle informazioni aggiuntive ottenute (criteri di linearità, coordinate degli eventi in piani diversi, ecc.). I dati sono ancora in fase di elaborazione, ma i risultati preliminari appaiono piuttosto incoraggianti.

Nel secondo caso, con l'apparato complessivamente funzionante (pubblicazione interna LNF e sul Nuclear Instr. and Meth.), si sono raccolti eventi di diffusione a  $180^\circ$ , elastici ed anelastici, per complessivi 6 films all'energia nominale di pioni di 85 MeV ( $\sim 1200$  fotogrammi a film). E' iniziata subito l'elaborazione dei dati con un notevole lavoro di scanning e di calcolo; i risultati preliminari sono stati oggetto di una comunicazione al Congresso della SIF, tenutosi a Firenze nel Novembre. Per completare l'elaborazione dei dati è stato necessario fare una apposita misura di spettro energetico del fascio di pioni e della relativa contaminazione in mesoni  $\mu$ . I dati definitivi dovrebbero venire pubblicati su rivista nei primi mesi del 1974 e si prevede che, essendo i primi risultati, in campo internazionale, a  $180^\circ$ , possano fornire un interessante e necessario contributo al chiarimento dell'interazione pione-nucleo.

Sempre nel quadro della linea di ricerca con pioni, sono stati presi contatti con il JINR di Dubna (URSS), sotto il patrocinio della Presidenza INFN e dell'Accademia dei Lincei, per avviare una collaborazione di ricerche in comune e scambi di ricercatori. Come primo risultato si è avuta una pubblicazione in collaborazione sulle tecniche di camere a streamer (Dubna

report e Nuclear Instr. and Meth.) ed un progetto di esperienza per l'acceleratore di Serpukov. In questa collaborazione rientra anche il gruppo di Torino dell'INFN, attualmente impegnato a Frascati sul fascio di pioni.

#### B. - LABORATORIO GAMMA MONOCROMATICI. -

Conclusasi alla fine del 1972 la sistemazione di tutti gli elementi del monocanale, sono iniziate, nei primi mesi del 1973, le prove con fasci di  $e^-$  ed  $e^+$ . Il fascio di  $e^-$  è stato utilizzato per una verifica, a corrente relativamente elevata e quindi facilmente osservabile, degli elementi magnetici del canale. Poichè, molto rapidamente si è osservato che tutto funzionava per il meglio, si è passati a prove sistematiche con il fascio di  $e^+$ . Sono state effettuate prove di trasmissione del fascio in funzione della energia e prove di corrente in funzione delle condizioni di accelerazione del Linac, e per due tipi diversi di convertitori (tungsteno e rame). I risultati ottenuti sono stati piuttosto soddisfacenti ed hanno dimostrato sia la buona affidabilità ed adattabilità del canale (si può operare nell'intervallo 50 MeV - 300 MeV di positroni), sia l'eccezionalità delle prestazioni di tutto il sistema (Linac + canale) rispetto a sistemi simili in Europa e nel mondo.

Nel corso delle prove le correnti sono state misurate con un monitor assoluto di grande precisione (Faraday cup, 1%) e si è esaminata la possibilità di utilizzo di monitors relativi di tipo diverso, non distruttivi, da tenere sotto controllo sul fascio nel corso delle misure (camere a ionizzazione, toroni a ferrite, faraday cup parziali).

Dati i valori bassi delle correnti in gioco in alcuni casi ( $\sim 10 \mu A$  di picco, per impulsi di 3  $\mu sec$  di durata) si sono incontrate alcune difficoltà con i monitors a ferrite, soprattutto nella fase di amplificazione. Tali difficoltà sono state oggetto di attento studio ed ora sono in fase di superamento, però non si è ancora potuto prendere una decisione sul tipo migliore di monitor da utilizzare. La scarsa consistenza numerica della forza tecnica del gruppo non ci ha consentito di procedere più speditamente. Prevediamo di ultimare le prove nei primi mesi del 1974.

E' stato, nel frattempo, messo a punto, con la collaborazione del Gruppo Criogenico, il sistema di bersaglio ad idrogeno liquido, comprensivo di due celle di diversa dimensione, e dei relativi movimenti entro e fuori fascio.

L'attività del laboratorio è continuata anche nella riparazione del sistema definitivo dei controlli e sicurezze sul fascio. I circuiti stampati sono stati commissionati all'esterno dei Laboratori. Si è iniziata e portata quasi a compimento, in collaborazione con il Servizio Officine, tutta la progettazione dei supporti e delle attrezzature indispensabili per la sala sperimentale gamma monocromatici.

E' stato ultimato, anche con calcoli di ottica magnetica al secondo ordine, il progetto dello spettrometro Compton, necessario all'analisi dello spettro del fascio gamma. Si sono incontrate alcune difficoltà nella ricerca della Ditta costruttrice di tale strumento e si spera che l'ordine possa essere effettuato nei primi mesi del 1974. Analogo discorso può essere fatto per l'alimentatore di potenza necessario per l'alimentazione del sistema magnetico.

Per quanto riguarda la preparazione di apparati sperimentali si è iniziata e quasi ultimata la messa a punto del telescopio di range per lo studio delle reazioni ( $\gamma, p$ ) ad alta energia. Tale messa a punto si è svolta in laboratorio utilizzando la radiazione cosmica.

#### 3.4. - Esperienze in collaborazione con Laboratori esterni. -

##### 3.4.1. - Collaborazione Frascati-Torino. -

Il programma sperimentale della collaborazione tra i Laboratori Nazionali di Frascati e il Laboratorio di Cosmogeofisica del CNR dell'Università di Torino riguarda:

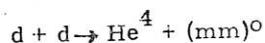
- lo studio delle correlazioni fra secondari nelle interazioni nucleone-nucleone ad energia primaria molto alta,  $10^5 - 10^8$  GeV;
- la misura del momento trasverso dei secondari delle interazioni N-N in funzione dell'energia primaria;
- la rivelazione di eventuali particelle pesanti con massa  $M_h = 10 - 30$  GeV;

- la misura del flusso dei  $\mu$  a grande angolo;
- lo studio delle interazioni dei  $\mu$ .

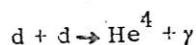
Le esperienze si svolgono presso il Laboratorio del Monte Bianco (3000 - 16000 metri equivalenti di acqua) e utilizzano telescopi con camere a scintilla a larga gap e contatori plastici (LNF-73/37 e 73/39).

#### 3.4.2. - Collaborazione Frascati-Saclay. -

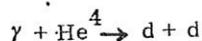
L'esperienza studia la reazione



presso il protosincrotrone Saturne dei Laboratori del CNRS di Saclay (Francia). In particolare la reazione

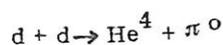


confrontata con la reazione inversa



in istudio a Frascati permette una verifica della legge del time-reversal (vedi A.2.).

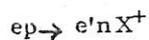
La reazione



rappresenta una verifica dei limiti di conservazione dello spin isotopico in un processo nucleare. La reazione infatti sarebbe proibita dalla conservazione dell'isospin.

#### 3.4.3. - Collaborazione Frascati-Daresbury. -

L'esperienza studia la deviazione inelastica degli elettroni in coincidenza



presso l'acceleratore NINA, come verifica della "scaling law" a bassa energia.

### 4. - ATTIVITA' DEI GRUPPI. -

#### 4.1. - Gruppo teorico. -

L'attività del gruppo teorico si è sviluppata secondo due direzioni, la prima legata ai lavori sperimentali in atto nei Laboratori Nazionali di Frascati, la seconda diretta a temi di fisica generale; essa è documentata dall'elenco lavori.

#### 4.2. - Criogenia. -

Nel corso dell'anno l'attività del gruppo ha riguardato:

- attività di ricerca fondamentale;
- attività di servizio;
- sviluppo tecnico della strumentazione.

#### 4.2.1. - Attività di ricerca. -

Nell'ambito della ricerca di base sono continuati gli esperimenti relativi alla fisica dei fluidi e superfluidi, lo studio delle proprietà termodinamiche dei fluidi intorno alla transizione di fase, lo studio termodinamico dell'elio superfluido e lo studio della struttura ionica dell'elio superfluido. Si sono svolte inoltre esperienze di magnetoottica a bassa temperatura su semiconduttori e

10.

cristalli ionici.

#### 4.2.2. - Attività di servizio. -

L'attività di servizio ha riguardato la liquefazione e l'approvvigionamento dei gas criogenici, la manutenzione dei bersagli freddi dell'elettrosincrotrone, la distribuzione dell'azoto liquido e la purificazione del gas elio per le esperienze, la circolazione, il recupero e la purificazione del gas per le camere a scintilla in uso presso i gruppi Alte Energie.

#### 4.2.3. - Sviluppo tecnico della strumentazione. -

Sono proseguite le misure sul comportamento di speciali materiali a basse temperature.

#### 4.3. - Magneti. -

- a) Nel periodo in esame è stato installato, come è noto, il magnete da 4,5 Kgauss nella sezione sperimentale dell'anello di accumulazione Adone. E' iniziata la progettazione di un dipolo superconduttore che realizza un campo magnetico di 30 Kgauss in un volume  $0,5 \times 0,3 \times 0,3 \text{ m}^3$  per il trasporto del fascio nell'elettrosincrotrone.
- b) Sono continuati gli studi delle sospensioni magnetiche di corpi rotanti (per una ultracentrifuga) con la costruzione di prototipo.
- c) E' stato progettato un magnetometro superconduttore a radiofrequenza che utilizza l'effetto Josephson e permette misure del campo magnetico al di sotto di  $10^{-9}$  gauss. E' continuato lo studio per la realizzazione di fili superconduttori a  $\text{Nb}_3\text{Sn}$  per diffusione e le relative misure per realizzare la temperatura ottimale del bagno di stagno in cui è dosato il Nb onde ottenere le più alte densità di corrente. (FNF-73/55).
- d) Ricerche di base hanno riguardato misure di magnetizzazione su nastri di Nb in campo variabile da considerarsi in correlazione con le proprietà superconduttrici del composto  $\text{Nb}_3\text{Sn}$ ; misure nel campo delle supercorrenti; misure relative alle proprietà della materia in campi magnetici.

#### 4.4. - Elettronica. -

L'attività di servizio ha riguardato la realizzazione di elettronica associata all'esperienza BB, ecc. Inoltre sono continuate le prove su camere proporzionali a fili.

#### 4.5. - Tecnologie. -

- a) E' iniziata l'esperienza volta ad ottenere le misure della distribuzione dei momenti elettronici nei sistemi atomici e molecolari in fase gassosa.
- b) Notevole lavoro si è svolto con il gruppo macchina per la sistemazione della camera da vuoto dell'elettrosincrotrone e il collaudo dei diversi apparati del sistema da vuoto, ecc.

#### 4.6. - Calcoli numerici. -

Il calcolatore 360/44 è stato collegato con il 360/75 in modo continuo ed ha lavorato a supporto dei gruppi di fisica delle Alte Energie, teorico, gas ionizzati.

#### 4.7. - Informazione e documentazione. -

Nel periodo 8-12 Maggio 1973 si è svolta a Frascati la "1973 International Conference on Instrumentation for High Energy Physics" (v. ref. A), conferenza biennale internazionale promossa dalla IUPAP. Alla conferenza hanno partecipato, su invito, circa 300 ricercatori provenienti da tutti i paesi del mondo; i lavori sono stati presentati in 3 sessioni parallele, comprendenti quanto

nel mondo è in atto nel campo della tecnica dei rivelatori, dell'elettronica, dell'acquisizione di dati, degli spettrometri e dei sistemi di trasporto dei fasci. La realizzazione di questa conferenza ha richiesto l'impegno di un gran numero di ricercatori, tecnici e operai dei Laboratori.

Inoltre, sempre nel 1973, si sono svolti alcuni convegni e precisamente: "Informal meeting on recent developments in high energy physics" dal 22 al 31 Marzo; "Working group on the study of photonuclear reaction with monochromatic and polarized gamma rays" dal 27 Giugno al 5 Luglio (LNF-73/62); "Riunione di lavoro promossa dal gruppo di studio Superadone" dal 15 al 17 Ottobre; "Riunione sulla superconduttività" il 13 Novembre; "Corso di aggiornamento di fisica per gli insegnanti di liceo" dal 7 al 16 Novembre.

Nel corso dell'anno sono stati pubblicati 84 lavori scientifici, 40 dei quali su riviste specializzate, come da elenco che segue.

## ELENCO PUBBLICAZIONI. -

- A - Proceedings on the 1973 International Conference on Instrumentation for High Energy Physics (Ed. S. Stipcich) (Servizio Documentazione dei Laboratori Nazionali di Frascati del CNEN, 1973).
- 73/1 - G. Parisi, On renormalizability of not renormalizable theories.
- 73/2 - G. Parisi, Deep inelastic scattering in a field theory with computable large-momenta behaviour.
- 73/3 - J. Banaigs, J. Berger, M. Cottureau, F. L. Fabbri, L. Goldzahl, C. Le Brun, P. Picozza, T. Risser and L. Vu-Hai, Observation of the ABC effect in the reaction  $d+d \rightarrow \text{He}^4 + (\text{mm})^0$ .
- 73/4 - A. F. Grillo, Conformal invariance in quantum field theory.
- 73/5 - G. A. Rottigni, Calcolo della sezione d'urto ( $\gamma, N$ ) nei nuclei ad energie intermedie.
- 73/6 - F. Amman, Beam-beam limits.
- 73/7 - M. Greco and Y. Srivastava, Some results in inclusive  $e^+e^-$  annihilation into hadrons.
- 73/8 - G. Sanna, L'ottica degli spettrometri magnetici nelle approssimazioni del primo e secondo ordine. - Parte II<sup>a</sup>: Sviluppi in serie di multipoli delle componenti del campo nell'intorno della traiettoria centrale.
- 73/9 - G. Parisi, Experimental limits on the values of anomalous dimensions, *Phys. Letters* **43B**, 207 (1973).
- 73/10 - M. Matera, S. Tazzari and G. Vignola, Computer control system using the HP basic language, for the storage ring Adone.
- 73/11 - F. Patriarca, Analisi delle misure di sezione d'urto di fotoproduzione singola. - Parte III:  $\pi^-$  dalla soglia a 500 MeV.
- 73/12 - G. De Franceschi, E. Etim and S. Ferrara, Deep inelastic structure functions from collinear SU(1,1) symmetry.
- 73/13 - E. Etim, Gribov-Lipatov reciprocity from conservation constraints and O(4) symmetry.
- 73/14 - P. Carelli, I. Modena and F. P. Ricci, Self-diffusion in krypton at intermediate density, *Phys. Rev.* **A7**, 298 (1973).
- 73/15 - F. Lucci, S. Merolli and M. Pelliccioni, Measurements of induced radioactivity in dust around a 400 MeV Linac, *Health Phys.* **24**, 411 (1973).
- 73/16 - G. Parisi, A simple test of the transversality hypothesis in  $e^+e^-$  annihilation into hadrons.
- 73/17 - J. Banaigs, J. Berger, M. Cottureau, F. L. Fabbri, L. Goldzahl, L. Vu Hai, C. Le Brun and P. Picozza, High-energy coherent interaction of deuterons on protons.
- 73/18 - F. Ceradini, M. Conversi, S. D'Angelo, L. Paoluzi, R. Santonico, K. Ekstrand, M. Grilli, E. Iarocci, P. Spillantini, V. Valente, R. Visentin and M. Nigro, Analysis of the decay modes of the  $\rho'(1600)$  meson, *Phys. Letters* **43B**, 341 (1973).
- 73/19 - M. Grilli, E. Iarocci, P. Spillantini, V. Valente, R. Visentin, B. Borgia, F. Ceradini, M. Conversi, L. Paoluzi, R. Santonico, M. Nigro, L. Trasatti and G. T. Zorn, Multihadron production in  $e^+e^-$  collisions at high energy, *Nuovo Cimento* **13A**, 593 (1973).
- 73/20 - V. Rossi, A. Piazza, G. Susinno, F. Carbonara, G. Gialanella, M. Napolitano, R. Rinzivillo, L. Votano, G. C. Mantovani, A. Piazzoli and E. Lodi-Rizzini, Analysis of the reaction  $\gamma + n \rightarrow p + \pi^-$  in the first and second resonance region; *Nuovo Cimento* **13A**, 59 (1973).
- 73/21 - S. Ferrara, G. Mattioli, G. Rossi and M. Toller, Semi-group approach to multiperipheral dynamics, *Nuclear Phys.* **B35**, 366 (1973).
- 73/23 - S. Ferrara, Reducible scale invariance at short distances, *Phys. Letters* **44B**, 188 (1973).
- 73/24 - G. Parisi, On renormalizability of not renormalizable theories, *Lett. Nuovo Cimento* **6**, 450 (1973).
- 73/25 - S. Ferrara, A. F. Grillo and R. Gatto, Tensor representations of conformal algebra and conformally covariant operator product expansion, *Ann. Phys.* **76**, 161 (1973).
- 73/26 - W. W. Ash, P. Monacelli, M. Piccolo and F. Ronga, Performance of cylindrical wide gap spark chambers with transparent wire electrodes.
- 73/27 - G. Barbiellini, M. Grilli, E. Iarocci, P. Spillantini, V. Valente, R. Visentin, F. Ceradini, M. Conversi, S. D'Angelo, G. Giannoli, L. Paoluzi, R. Santonico, M. Nigro, L. Trasatti and G. T. Zorn, Hadron pair production by electron-positron colliding beams, *Lettere Nuovo Cimento* **6**, 557 (1973).
- 73/28 - C. Bacci, R. Baldini-Celio, G. Capon, C. Mencuccini, G. P. Murtas, G. Parisi, G. Penso, G. Salvini, M. Spinetti, B. Stella and A. Zallo, Wide angle electron-positron bremsstrahlung at Adone, A new limit for the existence of a heavy electron.

- 73/29 - E. Di Capua, E. Fiorentino, F. Palmonari, V. Pocci, A. Reale, L. Satta, M. Severi, L. Tau and G. Ubaldini, Results of an experiment to test for an  $I=2$  term in the electromagnetic current.
- 73/30 - G. Parisi, On the mean life-time of the persistent current in a two-dimensional superconductor, *Phys. Letters* 43A, 379 (1973).
- 73/31 - F. Ceradini, M. Conversi, S. D'Angelo, L. Paoluzzi, R. Santonico and R. Visentin, Multihadron production in  $e^+e^-$  collisions up to 3 GeV total C.M. energy, *Phys. Letters* 47B, 80 (1973).
- 73/32 - S. De Simone, V. Lauta, M. Matera, C. Ricci, S. Tazzari e G. Vignola, Sistema di acquisizione di dati per la sala controllo di Adone.
- 73/33 - A. Bietti and G. Parisi, On the possibility of obtaining a finite value for the proton-neutron mass difference, *Phys. Letters* 43B, 427 (1973).
- 73/34 - K. Baker, G. Paternò, M. V. Ricci, N. Sacchetti and R. Spagnoli, Multiply connected superconductors and the tunnel effect, *Physica* 64, 538 (1973).
- 73/35 - R. Barbini, S. Faini, C. Guaraldo, C. Schaerf and R. Scrimaglio, Calorimetric monitoring system for low duty cycle beams.
- 73/36 - R. Barbini, S. Faini, C. Guaraldo, C. Schaerf and R. Scrimaglio, Energy loss spectrometer for low energy pion scattering.
- 73/37 - L. Bergamasco, C. Castagnoli, B. D'Ettorre Piazzoli, P. Picchi, K. Sitte and R. Visentin, The multiplicity distribution of shower particles underground and the cosmic ray primary spectrum.
- 73/38 - M. Piacentini and G. Strinati, Design of a soft X ray grazing incidence monochromator for synchrotron radiation.
- 73/39 - L. Bergamasco, B. D'Ettorre Piazzoli, P. Picchi and R. Visentin, The neutrino differential cross section ( $d\sigma/dQ^2$ ) predictions as function of intermediate boson (W) mass.
- 73/40 - A. Bramon, On the existence and main properties of the  $\rho'(1250)$  meson.
- 73/41 - G. Parisi and F. Zirilli, Anomalous dimensions in one-dimensional quantum field theory. *J. Math. Phys.* 14, 243 (1973).
- 73/42 - G. Parisi, Deep inelastic scattering in a field theory with computable large-momenta behaviour, *Lett. Nuovo Cimento* 7, 84 (1973).
- 73/43 - S. Ferrara, R. Gatto and G. Parisi, A group theoretical derivation of the Gribov-Lipatov reciprocity relation, *Phys. Letters* 44B, 381 (1973).
- 73/44 - C. Bacci, G. Penso, G. Salvini, B. Stella, R. Baldini Celio, G. Capon, C. Mencuccini, G. P. Murtas, M. Spinetti and A. Zallo, Multihadronic cross sections from  $e^+e^-$  annihilation up to 3 GeV c.m. energy, *Phys. Letters* 44B, 533 (1973).
- 73/45 - G. Campos-Venuti, G. Cortellessa, G. Farchi, S. Frullani, R. Giordano, P. Salvadori, K. Takamatsu, G. P. Capitani and E. De Sanctis, Proton angular distribution from the  $^{40}\text{Ca}(e, ep)$  reaction, *Nuclear Phys.* A205, 628 (1973).
- 73/46 - C. Bacci, G. Parisi, G. Penso, G. Salvini, B. Stella, R. Baldini Celio, G. Capon, C. Mencuccini, G. P. Murtas, M. Spinetti and A. Zallo, Wide angle electron-positron bremsstrahlung at Adone a new limit for the existence of a heavy electron, *Phys. Letters* 44B, 530 (1973).
- 73/47 - A. Bramon and Y. Srivastava,  $q - \omega$  interference in kaonic reaction.
- 73/48 - S. Ferrara, A. F. Grillo and G. Parisi, Possible tests of scale invariance in very high-energy  $e^+e^-$  collisions, *Phys. Letters* 45B, 63 (1973).
- 73/49 - S. Ferrara, A. F. Grillo and G. Parisi, Conformal-covariant Wilson expansion in perturbation theory, *Nuclear Phys.* B54, 552 (1973).
- 73/50 - C. Bacci, R. Baldini-Celio, G. Capon, R. Del Fabbro, C. Mencuccini, G. P. Murtas, G. Penso, G. Salvini, M. Spinetti, B. Stella and A. Zallo, Further results on reactions  $e^+e^- \rightarrow e^+e^-e^+e^-$  and  $e^+e^- \rightarrow e^+e^- \mu^+ \mu^-$  with Adone storage ring at 1400-1500 MeV.
- 73/51 - E. Etim, S. Ferrara and A. F. Grillo, Possible implications of the Gribov-Lipatov reciprocity relations in inclusive processes.
- 73/52 - G. Baldacchini, Gocce di eccitoni.
- 73/53 - M. Bernardini, D. Bollini, P. L. Brunini, E. Fiorentino, T. Massam, L. Monari, F. Palmori, F. Rimondi and A. Zichichi, Proof of comparable K-pair and  $\pi$ -pair production from time-like photons of 1.5, 1.6 and 1.7 GeV and determination of the K-meson electromagnetic form factor, *Phys. Letters* 44B, 393 (1973).
- 73/54 - G. Pasotti e G. M. Veca, Studio sul dimensionamento di macchine omopolari superconduttrici, *Elettrotecnica* 60, 733 (1973).

- 73/55 - E. P. Balsamo, G. Paternò, G. Lucano, S. Pace and G. L. Romani, Un magnetometro superconduttore a radiofrequenza.
- 73/56 - F. Balestra, R. Barbini, L. Busso, I. V. Falomkin, R. Garfagnini, C. Guaraldo, M. M. Kulyukin, G. Piragino, R. Scrimaglio and Yu. A. Shcherbakov, 180° magnetic spectrometer with helium filled streamer chamber.
- 73/57 - S. Merolli and M. Roccella, Realization and setting up of a neutron spectrometer in the range from 0.2 - 12 MeV.
- 73/58 - J. Banaigs, J. Berger, L. Goldzahl, L. Vu Hai, M. Cottereau, C. Le Brun, F. L. Fabbri and P. Picozza, High-energy coherent interaction of deuterons on protons, *Phys. Letters* **45B**, 535 (1973).
- 73/59 - H. Ogren, A. Mariani and D. Bisello, MEA-magnetic field measurements.
- 73/60 - A. Bramon and M. Greco, Quark model predictions for radiative decays of mesons.
- 73/61 - A. Bramon and M. Greco, A finite dispersion relations approach to  $\eta \rightarrow \pi^+ \pi^- \gamma$  decay.
- 73/62 - Proceedings of the working group on the study of photonuclear reactions with monochromatic and polarized gamma rays, Frascati, June 27 - July 5, 1973.
- 73/63 - G. Barbiellini, F. Ceradini, M. Conversi, S. D'Angelo, M. L. Ferrer, S. Orito, L. Paoluzi, R. Santonico, T. Tsuru and R. Visentin, Muon pair production by photon-photon interaction in the Adone  $e^+e^-$  storage ring.
- 73/64 - A. Renieri, Incoherent beam-beam effect: A computer simulation.
- 73/65 - V. Montelatici, La tecnica strumentale nella spettroscopia "ottica" di modulazione magnetica.
- 73/66 - G. Pasotti e M. Spadoni, Progetto di un dipolo superconduttore in corrente continua.
- 73/67 - G. Parisi, How to measure the dimension of the parton field, *Nuclear Phys.* **B59**, 641 (1973).
- 73/68 - A. Bramon, E. Etim, S. Ferrara, M. Greco, A. F. Grillo, G. C. Rossi and Y. Srivastava, Theoretical aspects of high energy electron-positron collisions.
- 73/69 - G. Casu, G. Nicoletti e M. Salvadori, Ottimizzazione del segnale magnetostrittivo per la lettura di camere a scintilla di grandi dimensioni.
- 73/70 - G. De Franceschi, E. Etim and S. Ferrara, Deep inelastic structure functions from collinear SU(1,1) symmetry, *Phys. Letters* **46B**, 452 (1973).
- 73/71 - F. Ceradini, M. Conversi, S. D'Angelo, L. Paoluzi, R. Santonico and R. Visentin, Multi-hadron production in  $e^+e^-$  collisions up to 3 GeV total c.m. energy, *Phys. Letters* **47B**, 80 (1973).
- 73/72 - M. Barotti, E. Di Capua, R. Giacalone, G. Matone, V. Pocci, L. Satta, L. Tau e G. Ubaldini, Descrizione di un apparato per la misura della fotoproduzione di  $\pi^0$  su deuterio.
- 73/73 - A. Malecki and P. Picchi, The role of short-range correlations in the nuclear photoeffect, *Lett. Nuovo Cimento* **8**, 16 (1973).
- 73/74 - M. Greco, Deep-inelastic processes, *Nuclear Phys.* **B63**, 398 (1973).
- 73/75 - M. Greco and Y. N. Srivastava, Inclusive production at large mass and large transverse momentum, *Nuclear Phys.* **B64**, 531 (1973).
- 73/76 - A. F. Grillo, Conformal invariance in quantum field theory, *Rivista Nuovo Cimento* **3**, 146 (1973).
- 73/77 - A. Bramon and Y. Srivastava,  $\rho - \omega$  interference in kaonic reactions, *Phys. Letters* **47B**, 265 (1973).
- 73/78 - V. Montelatici, The spin diffusion in the dynamic polarization by solid effect, *Nuovo Cimento* **17B**, 129 (1973).
- 73/79 - A. Bramon, On the existence and main properties of the  $\rho'(1250)$ -meson, *Lett. Nuovo Cimento* **3**, 659 (1973).
- 73/80 - E. Etim, S. Ferrara and A. F. Grillo, Possible implications of the Gribov-Lipatov reciprocity relations in inclusive processes, *Lett. Nuovo Cimento* **8**, 849 (1973).
- 73/81 - E. Di Capua, V. Pocci, M. Severi, L. Tau, E. Fiorentino, F. Palmonari, A. Reale, L. Satta and G. Ubaldini, Results of an experiment to test for an I=2 term in the electromagnetic current, *Lett. Nuovo Cimento* **8**, 692 (1973).
- 73/82 - M. Greco and Y. Srivastava, Some Results in inclusive  $e^+e^-$  annihilation into hadrons, *Nuovo Cimento* **18A**, 601 (1973).
- 73/83 - F. Cesaroni, M. Locci, C. Mencuccini, M. Spano e C. Tusi, Un sistema di tavoli di misura per fotogrammi collegati on-line ad un calcolatore IBM 360/44 tramite un sistema 7 IBM.
- 73/84 - G. Barbiellini, F. Ceradini, S. D'Angelo, M. Grilli, S. Orito, L. Paoluzi, R. Santonico, T. T. Tsuru, V. Valente and V. Visentin, Study of photon-photon interactions by the  $e^+e^-$  Frascati Storage Ring, *Rendiconti Accad. Naz. Lincei-Scienze fisiche Serie VIII* **55**, 249 (1973).

## SUMMARY. -

The main research activities of the Frascati National Laboratory can be summarized as follows:

### Activity in the field of accelerators:

- Operation of the Electrosynchrotron and completion of the Vulcano Project for the production of relativistic electron beams.
- Operation and improvement of the complex of the Storage Ring Adone and installation of the generation experiments (MEA, BB and  $\gamma\gamma$ ).
- Operation of Linear Accelerator (used as injector of Adone).

### Activity in the field of High Energy and Nuclear Physics:

- Experiments with the Electrosynchrotron (photoproduction of  $\pi^0$  on proton and deuteron targets, reactions (ee'p) and (ee'a)).
- Experiments with the Storage Ring Adone (studies of the multihadron production processes in the baryon channel).
- Experiments with the Linear Accelerator (Project Leale).
- Experiments of High Energy Physics with cosmic rays.

### Activity of technological research:

- by the Cryogenics group;
- by the Magnet experimental group;
- by the Electronics group;
- by the Technology group.

Research activity by the theoretical group.

Research activity by the numerical and computational group.