

1972

LABORATORI NAZIONALI DI FRASCATI DEL CNEN

INTRODUZIONE. -

Le attività di ricerca dei Laboratori Nazionali di Frascati nell'anno 1972, si sono svolte in conformità ai programmi stabiliti, tramite una apposita convenzione, dal Consiglio Direttivo dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare nel quadro della più ampia tematica della ricerca di fisica nucleare svolta sia a livello nazionale che internazionale da cotesto Istituto.

Per la definizione dei programmi, come noto, l'INFN e i Laboratori Nazionali di Frascati si avvalgono dei 5 gruppi di coordinamento e di apposite commissioni. In questo spirito le attività di ricerca dei Laboratori Nazionali di Frascati si possono così brevemente riassumere:

- Ricerche presso gli acceleratori.

Nel corso del 1972 il gruppo macchina dell'elettrosincrotrone, responsabile del normale esercizio di questa macchina, ha svolto anche ricerche destinate a realizzare fasci intensi di elettroni (Progetto Vulcano).

Il gruppo macchina Adone ha realizzato miglioramenti dell'anello di accumulazione e del Linac, preparandosi ad affrontare la lunga fermata in cui si prevede l'installazione degli esperimenti di 2^a generazione sulle 4 sezioni sperimentali dell'anello.

- Ricerche di fisica delle particelle elementari.

Nel periodo in esame gli esperimenti di fisica delle alte energie realizzati presso l'anello di accumulazione hanno riguardato essenzialmente lo studio della produzione multipla di adroni nella interazione e^+e^- . Anche la costruzione dei nuovi apparati, che verranno installati nel prossimo anno, è stata realizzata nello spirito di procedere ad una analisi più accurata e approfondita di questo processo. Contemporaneamente lo studio dei risultati ottenuti ha già permesso di avere prime informazioni sui meccanismi responsabili della produzione multipla.

La sperimentazione di fisica delle particelle elementari con l'elettrosincrotrone ha riguardato essenzialmente la fotoproduzione e l'elettroproduzione di mesoni ad energie < 1100 MeV.

Sono stati inoltre realizzati esperimenti volti a rivelare la componente penetrante dei raggi cosmici (neutrini, muoni)

- Ricerche di fisica nucleare.

La sperimentazione di fisica nucleare con l'elettrosincrotrone ha riguardato lo studio dell'elettrodisintegrazione di nuclei, dello scattering quasielastico di elettroni, della fotodisintegrazione dell' He^4 , della fotofissione di elementi con $Z < 90$.

La sperimentazione con l'acceleratore lineare ha riguardato la diffusione elastica ed anelastica di pioni su C e su He^4 , nonché la realizzazione di un fascio di gamma monocromatici.

- Ricerche di fisica atomica e di struttura della materia.

Presso l'elettrosincrotrone sono continuati gli esperimenti relativi allo studio della materia mediante la radiazione di sincrotrone e le ricerche di radiochimica.

- Ricerche di gruppi tecnologici.

I gruppi tecnologici, oltre alla normale attività di servizio, hanno svolto attività di ricerca nei campi criogenico, magneti, tecnologia, elettronica, ecc. sia come presupposto a nuovi esperimenti con le macchine acceleratrici, sia come attività autonoma.

1. - ELETTRONOSINCROTRONE. -

1.1. - Funzionamento. -

Nel 1972 la macchina è stata utilizzata dagli sperimentatori per un totale di 5245 ore, con una media settimanale di 100 ore. L'indice di gradimento medio indicato dagli sperimentatori, in base all'intensità, stabilità, durata dell'impulso, ecc. del fascio è stato del 95 %.

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

TABELLA I

	ore	%
Esperienze	5245	60
Preparazione esperienze	800	9
Manutenzione	400	5
Avviamento	250	3
Guasti	1160	13
Soste per ferie, feste	845	10
Totale :	8700	100

TABELLA II

Tipo di guasto	ore	%
Rete	41	3
Magneti e alimentazione	450	39
Vuoto	495	42
Iniettore	68	6
Radiofrequenza	50	4
Varie	76	6
Totale :	1160	100

La modifica eseguita nel 1971 sulla sorgente del microtrone, usato come iniettore, ha permesso di migliorare notevolmente la vita media della sorgente che nel 1972 è risultata di 1500 ore.

Nell'ottobre del 1972 si è verificato un guasto sull'impianto di regolazione di velocità del gruppo rotante di alimentazione del magnete del sincrotrone. Poiché la ditta costruttrice dell'impianto non era in grado di riparare il guasto, si è provveduto a sostituire i regolatori di velocità ad amplificatori magnetici con circuiti elettronici progettati e realizzati dal laboratorio sincrotrone; per tale lavoro la macchina è stata ferma per circa due settimane.

Entro il prossimo anno è previsto il montaggio della nuova ciambella in ceramica, al posto della vecchia ciambella in araldite, e la sostituzione del vecchio impianto da vuoto con pompe ioniche e turbomolecolari.

1.2. - Altre attività del laboratorio sincrotrone. -

E' stato iniziato lo studio e l'approntamento dei materiali occorrenti per la costruzione di due nuovi canali di trasporto del fascio estratto di elettroni che sostituiranno, entro il 1973, gli attuali canali. Tale sostituzione si è resa necessaria per migliorare le condizioni sperimentali nell'area del fascio estratto. Uno dei canali sarà dotato di uno spettrometro magnetico costituito da due quadrupoli ed un magnete analizzatore, montati su una piattaforma girevole.

In collaborazione con i gruppi sperimentali è iniziato un lavoro per l'asservimento al calcolatore della stabilizzazione di corrente dei magneti usati per le esperienze. Un prototipo di apparecchiatura elettronica è già funzionante sullo spettrometro a coppie, e si prevede, entro l'anno prossimo, di stabilizzare nello stesso modo altri magneti.

1.3. - Progetto Vulcano. -

Il progetto Vulcano rappresenta uno dei possibili approcci per la realizzazione di un acceleratore collettivo di particelle, un acceleratore basato sul concetto, verificato sperimentalmente, che una corrente relativistica di elettroni di alta intensità, passando attraverso un gas a pressione dell'ordine di 0.1 torr può accelerare ioni secondo un meccanismo tuttora in studio. Si deve ricordare a questo proposito l'inte-

resse di questa indagine nella fisica del plasma in particolare per la possibilità che, per l'interazione elettroni-plasma, il plasma raggiunga alte temperature. Altri possibili campi di applicazione delle correnti di elettroni di alta intensità sono lo studio degli effetti della radiazione, la produzione di microonde di alta intensità, le analisi non distruttive di materiali.

Nel dicembre del 1972 è stato ultimato il montaggio della macchina, capace di produrre fasci intensi di elettroni. Nello stesso mese sono iniziate le prime prove di funzionamento.

2. - ADONE. -

2.1. - Funzionamento. -

Il funzionamento di Adone per gli esperimenti durante il 1972 non è stato interrotto da lunghi periodi di fermata; vi è stata tuttavia una consistente parte di tempo utile di fascio dedicata a prove sulla macchina stessa, allo scopo sia di migliorare le prestazioni di routine, sia di acquisire esperienza sui possibili sviluppi futuri attraverso prove dirette sul comportamento dei fasci.

Gli esperimenti su Adone, che per il 1972 hanno utilizzato 3 sezioni diritte ($\gamma\gamma$ sez. 3, BCF sez. 5, $\mu\pi$ sez. 11) in quanto il programma della esperienza $p\bar{p}$ si era esaurito precedentemente, si sono protratti fino al 12 novembre, data fissata per la cessazione delle esperienze con apparati di 1^a generazione ed inizio di una lunga fermata macchina (durata prevista 13 settimane) programmata tra l'altro per l'installazione di nuovi apparati sperimentali. La distribuzione delle sezioni di incrocio sarà, nel corso del nuovo programma di sperimentazione:

esperienza	MEA	sulla sezione	5
"	$B\bar{B}$	" "	9
"	$\gamma\gamma 2$	" "	11

La sezione 3 resterà disponibile per un eventuale nuovo apparato utilizzando campo magnetico.

La utilizzazione della macchina da parte dei gruppi sperimentali è raccolta di seguito. Come si può notare, per una buona metà del tempo totale i gruppi hanno lavorato ad energie al di sotto del GeV/fascio, in parte per cause dovute al non continuo funzionamento delle quattro cavità RF, in parte per svolgere un lavoro sistematico nella zona delle basse energie. Ciò ha comportato come conseguenza un valore non molto alto della luminosità integrata, presa globalmente su tutto l'anno. Se però si considera il periodo di lavoro ad alta energia (da giugno a novembre) si trova che la luminosità integrata corrisponde all'87% del totale ed il valore medio è intorno a $0.71 \text{ nb}^{-1}/\text{hr}$.

TABELLA III

E c. m. (GeV)	Li (nb^{-1})	T (ore)	$\langle L \rangle$ (nb^{-1}/hr)	L_{MAX} (nb^{-1}/hr)	Fondi (ore)
1.20	2.1	73	0.03	0.058	
1.30	14	276	0.05	0.094	
1.40	7	117	0.06	0.12	
1.60	51	458	0.11	0.24	
1.70	57	272	0.21	0.49	
1.98	30	100	0.3	0.7	
2.6	220	338	0.65	1.56	38
2.8	277	350	0.8	2.0	52
3.0	533	748	0.71	2.3	76

Dalla Tabella si ha per la luminosità integrata per sezione sperimentale:

$$Li^{\text{tot}} = 1191 \text{ nb}^{-1} (\sim 1.2 \times 10^{36} \text{ cm}^{-2}) \quad (1030 \text{ nb}^{-1} \text{ ad } E_{c. m.} > 2 \text{ GeV})$$

Per il tempo effettivo di utilizzazione dei due fasci si ha:

$$T_f = 2732 \text{ ore} \quad (1436 \text{ ore ad } E_{c.m.} > 2 \text{ GeV})$$

Si ha di conseguenza, per il valore della luminosità media per sezione sperimentale:

$$\langle L \rangle = 0.44 \text{ nb}^{-1}/\text{hr} \quad (0.72 \text{ nb}^{-1}/\text{hr ad } E_{c.m.} > 2 \text{ GeV}).$$

E' stato inoltre utilizzato tempo macchina per misure di fondi (1 fascio o 2 fasci separati) per un totale di 166 ore ($E_{c.m.} > 2 \text{ GeV}$).

La partecipazione del gruppo macchina è stata particolarmente intensa, avendo utilizzato globalmente 85 turni.

L'attività svolta è stata indirizzata secondo tre linee principali e cioè misure assolute di luminosità, prove e messe a punto di sistemi di feedback contro le oscillazioni longitudinali, prove di funzionamento con struttura magnetica a low- β , limitatamente ad energie inferiori al GeV.

Globalmente la distribuzione del tempo macchina espresso in turni (1 settimana di funzionamento equivale a 14 turni) è la seguente:

Fisica particelle elementari (Adone)	turni assegnati	382	(fondi compresi)
Fisica nucleare (Linac)	" "	37	(utilizzati 30)
Prove di macchina	" "	85	(utilizzati 83)
Fermate macchina	" equivalenti	123	
Manutenzione periodica	" "	44	
Chiusura per ferie	" "	50	
Guasti	" "	11	
Totale	"	<u>732</u>	

Definendo con tempo utilizzabile per turno il tempo al netto degli accessi in sala programmati da parte degli sperimentali e del tempo di iniezione (~ 10 ore/turno) si ha che ogni turno è disponibile per l'83.3 % dal punto di vista della utilizzazione per le esperienze. Detto poi T_e il tempo effettivamente utilizzato si ottiene un rendimento

$$\eta_{\text{esp}} = \frac{T_e}{0.833 \times n_t \times 12}$$

ove n_t è il numero di turni eseguiti.

Assumendo lo stesso rendimento anche per i turni di fondi si ha ($T_e = 2900$ ore)

$$\eta_{\text{esp}} = \frac{2900}{0.833 \times 382 \times 12} = 76\%.$$

2.2. - Fermate macchina e lavori effettuati. -

Una prima fermata è stata effettuata dal 7 al 13 febbraio per i seguenti lavori:

- Installazione del nuovo convertitore per e^+ sull'acceleratore lineare, in sostituzione del convertitore originale Varian. Il nuovo convertitore, realizzato dalla officina del gruppo ATE, è costituito di due parti, una in tungsteno l'altra in rame, per soddisfare le esigenze di buon rendimento e ragionevole durata sotto condizioni di lavoro molto diverse (fascio per iniezione in Adone, o per esperimenti di fisica nucleare ad alta frequenza di ripetizione). Contemporaneamente alla installazione del convertitore sono stati eseguiti interventi di riparazione e manutenzione nel sistema da vuoto del Linac.
- Nella stessa fermata sono stati installati cinque nuovi cassettei per sonde di Hall con relative sonde destinate ad uno dei magneti ed a quattro quadrupoli, nel quadro del programma dei lavori previsti per il funzionamento della macchina con struttura magnetica a low- β .
- Sono state inoltre eseguite alcune operazioni di manutenzione sulla parte di controllo dell'alimentatore Marelli del magnete principale.

Una seconda fermata è stata fatta dal 22 al 28 maggio per l'installazione di parte dei nuovi impianti di raffreddamento del magnete principale, e del sistema di raffreddamento delle pareti della camera da vuoto colpite dalla luce di irraggiamento.

Il funzionamento della macchina per gli esperimenti è stato definitivamente chiuso il 12 novembre, per dare inizio alla lunga fermata, programmata per 13 settimane a partire dal 20 novembre, durante la quale è previsto tra l'altro:

- 1)-La revisione completa dell'impianto di raffreddamento del magnete (sostituzione di tutte le tubature in canaletta e dei tubi in gomma dei singoli componenti; installazione del sistema idraulico definitivo completo di pompe, serbatoi, scambiatori, ecc.).
- 2)-Installazione in sei sezioni curve di un sistema di pompe da vuoto al titanio, utilizzando il campo magnetico principale (vuoto distribuito).
- 3)-Installazione, su due sezioni diritte sperimentali, di quattro complessi targhette - pompe a getter non evaporabile per intercettare la luce di sincrotrone. Le voci 2) e 3) realizzano il programma di miglioramento della pressione residua nelle sezioni sperimentali.
- 4)-Smontaggio dei quattro apparati sperimentali ($\gamma\gamma$, BCF, $p\bar{p}$ e $\mu\pi$) che hanno utilizzato la macchina come apparati di prima generazione; sostituzione delle sezioni diritte sperimentali con altre nuove, consone alle esigenze degli apparati di 2^a generazione, i cui prototipi sono stati studiati e realizzati in parte dal gruppo AUT, in parte dal SEOF.
- 5)-Installazione di parte di nuovi apparati sperimentali: $\gamma\gamma 2$ al completo (sez. 11), $B\bar{B}$ per la sola parte centrale (sez. 9), MEA (sez. 5).
- 6)-Collegamento del sistema automatico di conversione e^+e^- per il complesso linac-ottica-iniezione, e miglioramento del sistema di controllo della macchina da parte del calcolatore HP 2116, nonché del sistema di raccolta automatica dei dati più significativi sul funzionamento macchina, utilizzando oltre al computer, un sistema di memoria a disco magnetico.
- 7)-Aggiornamento di parte della strumentazione di controllo macchina (controllo temperature, strumentazione ottica, ecc.) e installazione della parte alimentazione e controlli per tutte le realizzazioni contemplate nelle voci precedenti.

Sulla fermata principale della macchina è stata inserita una prima fermata Linac (20 - 30 novembre), durante la quale è stata sostituita la sezione no. 10 con la sezione no. 6 che era stata riparata per una perdita in corrispondenza del compensatore di espansione termica. La sezione no. 10 ha subito lo stesso tipo di riparazione ed è ora disponibile.

2. 3. - Miglioramenti e modifiche. -

Un notevole lavoro è stato svolto dai vari gruppi del servizio Adone, oltre alla preparazione di quanto elencato per linee principali nella parte 'fermata macchina', per migliorare e rendere più affidabile e continuo il funzionamento normale di Adone per le esperienze, e nel quadro di modifiche e sviluppo della macchina.

Per la parte RF, il funzionamento con quattro cavità ha comportato oltre ad un appesantimento del carico di manutenzione, la necessità di migliorare parte della strumentazione associata agli impianti, sostituendo tra l'altro, l'oscillatore pilota con uno di maggior stabilità in conseguenza del fatto che l'aumento del numero di righe con l'aggiunta della seconda coppia di cavità ha ristretto il campo di frequenze ove il fascio subisce oscillazioni longitudinali curabili con i sistemi di controreazione attualmente disponibili.

Una serie di guasti ha reso non disponibile saltuariamente una coppia di cavità (rottura tubi raffreddamento valvole RF amplificatori finali, sostituzione contatti cavità C, D, danni agli alimentatori A, T. causati da transistori assorbimenti di potenza, ecc.); è stato migliorato il sistema di protezione e sono stati rifatti i telecomandi del sistema di comando cavità - impianto.

Nel quadro di sviluppo dei sistemi di controllo delle oscillazioni longitudinali (modi relativi) è stata realizzata una prima catena RF con una cavità a 22.8 MHz ($(3k-1) f_{rIV}$) posta sulla sezione 8, pilotata da un segnale proporzionale alla ampiezza radiale delle oscillazioni di sincrotrone, prelevato tramite un pick-up di posizione radiale sulla sezione 4.

Nel corso dell'anno è stata portata a termine la costruzione della 2^a cavitina a 22.8 MHz necessaria a completare il sistema di controreazione sui modi relativi dei due fasci e nel novembre sono state eseguite alcune prove preliminari, del sistema completo di 2 cavità, nel fascio. Tali prove verranno completate alla ripartenza della macchina.

Sempre nel corso dell'anno sono stati installati gli amplificatori distribuiti di potenza usati come finali del sistema di feedback-contro le oscillazioni trasverse. E' inoltre proseguita la costruzione delle parti occorrenti per il collegamento al calcolatore degli impianti RF a deflettore; contemporaneamente è iniziato lo studio di un sistema di chopper per le placchette dell'inflector del Linac, in vista sia di un miglioramento del rendimento di quest'ultimo, sia di un diverso firing del fascio iniettato in condizione di un possibile funzionamento di Adone con frequenza di RF più elevata (51.4 MHz).

Per la parte controlli è stato migliorato l'asservimento del sistema di controllo parametri anello al calcolatore. E' stata in particolare realizzata tutta la parte di software e resa operante l'unità di memoria a disco magnetico.

Il sistema di raccolta automatica dei dati di macchina, come luminosità, intensità correnti circolanti, misure lunghezza bunches, si è aggiunto alle funzioni vere e proprie di controllo dei parametri della struttura magnetica, presupposto essenziale per il funzionamento di Adone a low- β . Per questo particolare aspetto del programma di sviluppo, è stato realizzato un sistema di shunt di potenza avente lo scopo di prelevare parte della corrente di alcuni dei quadrupoli dell'anello ottenendo in tal modo una modifica alla struttura magnetica originale.

Una parte dell'attività è stata poi dedicata ai sistemi di feedback longitudinali e trasversi: in particolare si è rivelato molto promettente per la fedeltà nella riproduzione dei segnali rapidi del fascio (durata ~ 1 nsec) un nuovo tipo di pick-up non distruttivo usabile, con particolari accorgimenti sulla manipolazione dei segnali generati dai singoli bunches, praticamente per tutti i sistemi di controreazione installati nell'anello.

Alcuni lavori connessi con la strumentazione di macchina (misura delle frequenze di betatrone, interfaccia per la generazione di caratteri e vettori su schermo oscillografico) sono stati oggetto di tesi di laurea e saranno associati al resto dei controlli.

La strumentazione di macchina in sala controllo si è arricchita di nuove apparecchiature.

Per quanto riguarda il Linac è stato messo in funzione il controllo completo del convertitore (movimenti, controlli temperature, flusso acqua, ecc.), è stato installato a tarato il sistema di 'RF interlock' ed è stato modificato il sistema di controllo perdite fascio lungo l'acceleratore. E' stato realizzato inoltre uno strumento per misurare il valore medio della corrente del fascio del Linac, partendo dalla informazione di un monitor di intensità sul canale di iniezione.

Per quanto riguarda la macchina è stato messo a punto un sistema per la rivelazione delle oscillazioni longitudinali che distingue tra modo di baricentro e moto relativo; tale sistema è tra l'altro usabile per la rivelazione delle frequenze di sincrotrone, al pari di quanto viene fatto per quelle di betatrone (sweeping oscillator).

E' stato realizzato inoltre un nuovo sistema di trigger per i gruppi sperimentali che dà direttamente il tempo del passaggio del bunch (e non del passaggio per lo zero della tensione di RF).

Lavori connessi con prossime applicazioni sulla macchina sono poi stati portati avanti contemporaneamente al funzionamento di questa per gli esperimenti. Va citata ad esempio la realizzazione ed il collaudo di un prototipo di sezione diritta sperimentale ondulata a pareti sottili in acciaio, avente sezione ellittica; la realizzazione di un banco da vuoto esente da vapori d'olio e di un banco di prova per la costruzione delle pompe al titanio, nonché la realizzazione delle pompe da vuoto facenti parte del sistema di pompaggio distribuito nelle sezioni curve di Adone.

2.4. - Funzionamento Linac. -

L'utilizzazione dell'acceleratore lineare è stata abbastanza ridotta nel 1972 in quanto il programma Leale, fermo dalla metà del novembre 1971 per consentire l'installazione del canale magnetico per il fascio di γ monocromatici, ha iniziato a prendere dati nei primi di luglio.

Dati essenziali sul funzionamento Linac sono :

GUN FIL. ON	5680 ore
GUN H. V.	2460 ore (beam ON).

Nel corso delle operazioni di normale manutenzione sono stati sostituiti due Thyatron DQ (Modulatori 1 e 2) ed un Thyatron Main (Mod. 2).

Operazioni non di normale manutenzione, come l'installazione del nuovo convertitore e la sostituzione di una guida acceleratrice sono menzionate in altra parte.

Il programma Leale ha intensificato l'attività di raccolta dati nel mese di dicembre, in concomitanza della fermata di Adone e dopo la fermata breve del Linac. Ha effettuato in totale 35 turni su 37 assegni.

2.5. - Programmi futuri. -

I programmi di sviluppo elaborati nel 1971 sono stati parzialmente realizzati e verranno collaudati con la ripartenza della macchina (miglioramento del vuoto nelle sezioni sperimentali, sistemi di controreazione sulle oscillazioni longitudinali, controllo da parte di calcolatore).

Rimane oggetto di lavoro per il prossimo futuro :

- L'estensione del modo di funzionamento a basso β fino alla energia massima di Adone.
- La possibilità di cambiare la frequenza del sistema di RF, passando da 8,57 MHz a 51,4 MHz, riducendo ad una le gaps acceleratrici (1 sola sezione diritta occupata da una cavità a gap centrale). I vantaggi di una soluzione di questo tipo sono molteplici: oltre a ridurre le dimensioni longitudinali dei bunches (che vanno con $\sqrt{V_{RF}}^{-1/2}$) verrebbe notevolmente semplificato il problema delle instabilità longitudinali, mentre si eliminerebbe totalmente la indecisione sulla posizione del punto di incrocio dei bunches, che con 4 gaps richiede un laborioso sistema di controllo tra le tensioni e le fasi relative.

2.6. - Teoria della macchina. -

L'attività del gruppo teorico è stata particolarmente connessa al programma di miglioramento e sviluppo di Adone, ed alla collaborazione a livello internazionale sulle nuove iniziative per i grandi acceleratori ed anelli di accumulazione in costruzione od in progetto. Inoltre, nella seconda metà del 1972, è iniziata una attività di rassegna critica dello stato attuale delle conoscenze sugli anelli di accumulazione elettrone-positrone, avente il fine di fornire gli elementi di base per l'eventuale progetto di un secondo anello da costruire a Frascati.

Per quanto riguarda il miglioramento di Adone particolare attenzione è stata dedicata allo studio dei sistemi di controllo delle instabilità longitudinali^(1,2). Questo studio ha portato alla costruzione di un nuovo sistema di feedback, che ha funzionato in modo soddisfacente. Un notevole lavoro è stato anche eseguito per modificare l'attuale struttura di Adone con l'inserzione di sezioni a basso β ^(2,3,4,5) e per migliorare in generale la conoscenza delle funzioni che caratterizzano le orbite delle particelle⁽⁶⁾.

Nel quadro della collaborazione con altri laboratori vi è stata la partecipazione allo Spring Study on Accelerator Theory al CERN^(7,8,9) ed al Summer Study Group on Isabelle a Brookhaven⁽¹⁰⁾.

Un lavoro di rassegna sullo stato attuale ed i futuri sviluppi degli anelli di accumulazione è stato inoltre fatto da C. Pellegrini⁽¹¹⁾.

Si dà in seguito l'elenco dei lavori citati sopra:

- (1) - A. Renieri, Feed-back longitudinale risonante (Modi relativi) - Memo.Int. T-40.
- (2) - A. Renieri, Feed-back longitudinale accordato, Memo.Int. T-44.
- (3) - M. Bassetti, Andamenti ottici in vicinanza dell'intero per le strutture low- β di Adone, Memo.Int. T-48.
- (4) - M. Bassetti, Correzione dell'orbita chiusa per la struttura low- β , Memo.Int. T-49.
- (5) - M. Bassetti, Connessione tra la funzione $\bar{v}(\vec{K})$ e la misura dei β in Adone, Memo.Int. T-51.
- (6) - M. Bassetti, Generalizzazione dell'orbita chiusa in presenza di errori di macchina, Memo.Int. T-52.
- (7) - A. Renieri, Head-Tail Effect generated by a resonant structure in the GHz region, CERN rep. AMC-1 (1972), pag. 149.

- (8) - C. Pellegrini, Transverse Coherent Instabilities excited by resonant cavities, CERN rep. AMC-1 (1972), pag. 143.
- (9) - K. Hübner, E. Keil, B.W. Montague and C. Pellegrini, Colliding Beam Facilities with the SPS, CERN rep. AMC-1 (1972), pag. 221.
- (10) - E. Keil, C. Pellegrini and A. M. Sessler, Long Range Tune Shift of Crossing-Beam, BNL rep. (1972).
- (11) - C. Pellegrini, Colliding-beam Accelerators, in corso di pubblicazione su Annual Review of Nuclear Science (1972).

3. - ATTIVITA' DEI GRUPPI SPERIMENTALI. -

3.1. - Esperienze presso l'elettrosincrotrone. -

Il quadro delle attività di ricerca presso l'elettrosincrotrone nel 1972 ha visto lo sviluppo delle linee programmate preannunciate nel documento "Attività di ricerca e programma scientifico presso l'elettrosincrotrone 1972-1973" (Servizio Documentazione, Novembre 1971). Da tale documento risulta che tre sono stati i principali indirizzi di ricerca nel 1971:

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

Per quanto concerne il gruppo di ricerche A) esse si riassumono in:

- misure di elettroproduzione di pioni, alla soglia ;
- fotoproduzione di mesoni π^0 alla I^a risonanza, su neutrone ;
- misure di fotoproduzione multipla di $\pi^-\pi^+$ e $\pi^0\pi^0$ tra 600 e 900 MeV in idrogeno ;
- fotoproduzione di π^- su neutrone, alla I^a risonanza mediante camera a bolle ;
- fotoproduzione di pioni in idrogeno in camera a bolle a liquido pesante.

A, FISICA DELLE PARTICELLE ELEMENTARI. -

A.1. - Elettroproduzione di pioni alla soglia. -

Componenti del gruppo: B. Borgia, F. De Notaristefani, A. Frondaroli, S. Guerra, I. Sestili e M. Severi.

L'esperimento ha completato nel 1972 una serie di misure di sezioni d'urto a 3 diversi valori del momento trasferito. Una seconda serie di misure nel 1973 permetterà la separazione della parte longitudinale della sezione da quella trasversale.

L'apparato sperimentale permette di raccogliere le coincidenze tra il ramo elettroni e quello neutroni in condizioni cinematiche diverse.

A.2. - Fotoproduzione di π^0 alla I^a risonanza, su neutrone ($\gamma n \rightarrow n\pi^0$ in deuterio). -

Componenti del gruppo: M. Barotti, R. Del Fabbro, E. Di Capua, R. Giacalone, G. Matone, V. Pocci, L. Satta, L. Tau, L. Tortora e G. Ubaldini.

L'esperimento, iniziato nel 1972, ha lo scopo di chiarire definitivamente la consistenza dell'ipotesi, avanzata da più parti, dell'esistenza di un termine isotensoriale della corrente e-m. Alla fine del 1972 l'esperimento aveva raggiunto la fase di misura e raccolta dati.

L'apparato sperimentale consta di larghi contatori a scintillazione, camere a scintilla a fili con lettura mediante filo magnetostrittivo, un calcolatore IBM 1800 in linea per la registrazione dei dati su nastro magnetico, un rivelatore per neutroni.

A.3. - Fotoproduzione multipla di $\pi^-\pi^+$ e $\pi^0\pi^0$ tra 600 e 900 MeV in idrogeno. -

Componenti del gruppo: M. Beneventano, F. D'Angelo, F. De Notaristefani, P. Monacelli, L. Paoluzzi, P. Persi, S. Sebastiani e M. Severi.

L'esperimento ha chiuso una interessante serie di misure destinate a chiarire il meccanismo di formazione di canali intermedi nel processo di fotoproduzione multipla e di stabilire l'abbondanza relativa carichi-neutri.

A. 4. - Fotoproduzione di π^- su neutrone alla I^A risonanza in camera a bolle ($\gamma n \rightarrow p\pi^-$).

Componenti del gruppo: P. Benvenuti, F. Carbonara, F. Drago, D. Fabbri, G. Gialanella, L. Maiani, M. Napolitano, A. Piazza, R. Rinzivillo, V. Rossi e G. Susinno.

Anche questo esperimento è volto a chiarire l'esistenza di una componente isotensoriale nella corrente e-m e una possibile violazione del "time reversal" nelle interazioni e-m degli adroni, nonché l'esistenza in fotoproduzione su neutrone della risonanza $P_{11}(1470)$ che potrebbe appartenere ad un multipletto di SU_3 non previsto dal modello a quarks.

L'apparato sperimentale consiste di una camera a bolle a idrogeno o deuterio (ϕ 32 x 15 cm³).

A. 5. - Fotoproduzione di pioni su idrogeno in camera a bolle a liquido pesante. -

Componenti del gruppo: P. Benvenuti, F. Carbonara, F. Drago, D. Fabbri, G. Gialanella, L. Maiani, M. Napolitano, A. Piazza, R. Rinzivillo, V. Rossi e G. Susinno.

L'esperimento è volto allo studio sistematico della fotoproduzione doppia di pioni su protone e su neutrone, allo scopo di raccogliere un insieme di dati su tutti i canali di fotoproduzione.

L'apparato sperimentale consta di una camera a bolle a liquido pesante (freon-propano) (ϕ 50 x 36 cm³) con targhetta interna (idrogeno, deuterio, ecc.).

B. - FISICA DEI NUCLEI. -

B. 1. - (e e' p)

Componenti del gruppo: A. Calicchia, G. Campos Venuti, G. Capitani, G. Cortellessa, E. De Sanctis, G. Farchi, S. Frullani, R. Giordano, M. Gricia, G. Grisanti, P. Salvadori e K. Takamatsu.

L'esperimento si svolge nel quadro di una vasta linea di ricerca sulla struttura dei nuclei attraverso lo studio della diffusione quasi elastica di elettroni di alta energia. L'esperimento studia la reazione (e e' p) con alta velocità di conteggio e le reazioni (e e' n) ed (e e' α), quest'ultima ai fini di ottenere informazioni sull'esistenza di aggregati di particelle nei nuclei.

Nel 1972 si è visto il completamento del dispositivo sperimentale del tipo (e e' p) sul fascio estratto a 710 MeV. Le misure sono state soddisfacenti. Si è inoltre messo a punto il ramo neutrone per lo studio della reazione (e e' n) e il ramo α per la reazione (e e' α).

B. 2. - Elettrodisintegrazione di nuclei. -

Componenti del gruppo: G. Baroni, S. Di Liberto, R. Diotallevi, S. Petrera, G. Romano e G. Sgarbi.

L'esperimento ha visto il completamento e la messa a punto della tecnica dei rivelatori plastici per lo studio, nella disintegrazione, delle sezioni d'urto e distribuzioni angolari di frammenti nucleari. I risultati sono stati presentati in congressi internazionali e sembrano estremamente promettenti sia come tecnica di rivelazione di nuclei di vari MeV/nucleone, sia per le informazioni ottenibili sulla struttura dei nuclei, processi evaporativi, ecc.

B. 3. - Fotodisintegrazione dell' ^4He . -

Componenti del gruppo: C. Carocci, W. Del Bianco, F. L. Fabbri, A. Moroni, G. Picozza e C. Schaerf.

E' stata impostata la misura della sezione d'urto di fotodisintegrazione dell'elio in funzione dell'energia dei γ incidenti. L'esperimento ha per scopo quello di chiarire la relazione tra il processo di fotodisintegrazione e la reazione inversa, per cui esistono dati contrastanti, oltrechè lo studio delle funzioni d'onda dell' ^4He . Il gruppo è già in fase di raccolta dati.

B. 4. - Fotofissione di U, Th ed altri elementi con $Z < 90$, con gamma quasi-monocromatici, -

Componenti del gruppo: G. Bologna, V. Emma, A. S. Figuera, S. Lo Nigro e C. Milone.

Nel 1972 è stato impostato un esperimento di fotofissione di nuclei pesanti mediante gamma monocromatici. I frammenti di fissione vengono rivelati mediante lastre di vetro. Il metodo sperimentale consiste nel porre il bersaglio in esame fra due lastre di vetro in modo da formare un sandwich. Il bersaglio, di spessore molto piccolo rispetto al range dei frammenti, viene ottenuto evaporando sotto vuoto il campione su una delle due lastre. Questo esperimento è una collaborazione tra i Laboratori Nazionali di Frascati e la sezione INFN di Catania.

C. - ESPERIMENTI CONDOTTI MEDIANTE LA RADIAZIONE DI SINCROTRONE. -

Essi costituiscono un capitolo sempre più notevole dell'attività presso l'elettrosincrotrone. La radiazione di sincrotrone è, come noto, fortemente collimata nel piano dell'orbita (esce con una divergenza dell'ordine di 0,5 mrad per elettroni da 1 GeV), è polarizzata quasi linearmente con il vettore campo elettrico che vibra nel piano dell'orbita, ha una distribuzione spettrale continua che si estende dalla regione dei raggi X molli fino all'infrarosso, con un massimo intorno ai 18 Å nel caso di elettroni da 1 GeV.

C. 1. - Studio della struttura della materia mediante la radiazione di sincrotrone. -

Componenti del gruppo: A. Balzarotti, A. Bianconi, E. Burattini, M. Grandolfo, A. Mancini e M. Piccentini.

Nel 1972 il gruppo, che attualmente si occupa di questo programma, ha completato una serie di misure di spettri di assorbimento di vari metalli e alogenuri alcalini, con alta risoluzione sperimentale, così che nuove strutture sono state rivelate.

C. 2. - Spettroscopia atomica e molecolare in campo magnetico mediante la luce di sincrotrone. -

Componenti del gruppo: G. Gatti, M. Iannuzzi e V. Montelatici.

Obiettivo primario della linea di ricerca proposta è l'uso della luce di sincrotrone per lo studio sperimentale della spettroscopia di solidi e gas nella regione spettrale dell'estremo ultravioletto ($\sim 10 - 3000 \text{ \AA}$) in presenza di intensi campi magnetici modulati (50 - 100 KOe).

D. - ESPERIENZE DI RADIOCHIMICA.

Componenti del gruppo: C. Aurisicchio, H. G. De Carvalho, V. Di Napoli, A. M. Lacerenza, G. B. Martins, F. Salvetti e M. L. Terranova.

Il gruppo radiochimica di Roma da tempo svolge presso l'elettrosincrotrone esperienze volte allo studio delle interazioni anelastiche fra fotoni di alta energia e nuclei complessi, mediante il metodo della radioattività indotta (radiochimica).

L'apparato sperimentale è una linea convenzionale di spettrometria gamma (cristallo di NaI (Tl) analizzatore di impulsi a 400 canali).

Sono da ricordare ancora alcune attività speciali quali lo studio di spettrometri a camere magnetostittrive per la quantimetria del gamma on-line, lo studio della radiazione di transizione come futura tecnica di rivelazione di particelle d'altissima energia.

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

L'attività sperimentale ad Adone nel periodo in discussione si è mossa essenzialmente in tre direzioni:

- 1)-Elaborazione dei dati precedentemente raccolti;
- 2)-Estensione delle misure nell'intervallo di energia da 2.4 GeV a 3.0 GeV. A questa più alta energia, rispetto a quelle possibili in precedenza, la macchina ha lavorato con regolarità a partire dal giugno di questo anno;
- 3)-Progettazione e costruzione di nuovi apparati sperimentali per Adone.

I gruppi interessati al lavoro connesso con i punti 1) e 2) sono qui di seguito riportati:

Gruppo $\mu\pi$. - (Collaborazione Frascati, Roma, Padova, Maryland).

Componenti del gruppo: G. Barbiellini, F. Ceradini, M. Conversi, S. D'Angelo, M. Grilli, E. Iarocci, M. Nigro, L. Paoluzi, P. Spillantini, R. Santonico, L. Trasatti, V. Valente, R. Visentin e G. T. Zorn.

Gruppo $p\bar{p}$. - (Collaborazione Frascati, Napoli).

Componenti del gruppo: M. Castellano, G. Di Giugno, J. Humphrey, I. Peruzzi, E. Sassi, U. Troya, G. Troise e S. Vitale.

Gruppo BCF. - (Collaborazione Bologna, CERN, Frascati).

Componenti del gruppo: V. Alles Borelli, M. Bernardini, D. Bollini, P. L. Brusini, E. Fiorentino, T. Massam, L. Monari, F. Palmonari, F. Rimondi e A. Zichichi.

Gruppo $\gamma\gamma$. - (Collaborazione Frascati, Roma).

Componenti del gruppo: C. Bacci, R. Baldini-Celio, G. Capon, C. Mencuccini, G. P. Murtas, G. Penco, G. Salvini, M. Spinetti e B. Stella.

I risultati riguardanti i punti 1) e 2) si riferiscono, essenzialmente al processo di produzione multipla adronica, che come noto, è uno dei risultati più significativi della sperimentazione con Adone.

Superata la prima fase di questa, rivolta ad accumulare evidenze sperimentali a favore di questo processo, si è proceduto ad una più accurata ed approfondita analisi dei risultati. Da questa sono scaturite prime informazioni sui meccanismi responsabili della produzione multipla adronica. A questo scopo si è proceduto ad una valutazione dei contributi separati, alle varie energie, dei differenti canali, ossia dei canali in cui un diverso numero di pioni carichi e neutri sono prodotti. Ciò ha ovviamente fornito informazioni su peso relativo di questi diversi canali e quindi ha evidenziato i canali dominanti. Questo studio ha permesso inoltre, dalla variazione con l'energia totale del contributo del canale $\pi^+\pi^-\pi^+\pi^-$ di evidenziare una possibile esistenza di un nuovo mesone vettore ρ' . Un possibile meccanismo di produzione e di decadimento di questo mesone ρ' è appunto:

$$e^+e^- \rightarrow \rho' \rightarrow \rho^0 \varepsilon^0 \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^+\pi^- .$$

L'aver evidenziato un tale processo potrebbe costituire un significativo passo per la comprensione dei meccanismi responsabili della produzione multipla adronica.

Interessanti informazioni in questa direzione sono venute dall'andamento con l'energia totale della molteplicità media di pioni prodotti e dalla sezione d'urto totale. A questo riguardo è particolarmente significativo il valore trovato per questa sezione d'urto, alla energia totale più alta esplorata, 3 GeV.

Il livello di questa sezione d'urto infatti, può essere connesso con particolari modelli di costituzione degli adroni.

Per quanto riguarda il punto 3) si può dire sinteticamente, che la costruzione di nuovi apparati per Adone si è resa necessaria proprio per superare decisamente i limiti manifestati dai precedenti dispositivi, principalmente nella esplorazione dei processi multipli adronici. Questi nuovi apparati sono infatti a più grande accettazione angolare rispetto ai precedenti, e in questo caso, in grado di misurare il momento delle particelle cariche prodotte (mediante un campo magnetico). La costruzione di questi tre nuovi dispositivi, di almeno un ordine di grandezza più grandi e complessi dei precedenti, ha richiesto uno sforzo considerevole da parte dei vari servizi tecnici e gruppi sperimentali dei Laboratori. Questa operazione ha caratteriz-

zato il grosso del lavoro sperimentale dei Laboratori nell'anno in discussione. Questi nuovi apparati saranno operanti su Adone verso la metà del 1973.

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

A. - LABORATORIO PIONI, -

A.1. - Misura dell'intensità del fascio pioni. -

La misura dell'intensità del fascio pioni non può essere fatta utilizzando scintillatori plastici posti nel piano focale del primo magnete deflettore del canale pioni (a causa del duty cycle del Linac, $\sim 1\%$, e del fondo presente). Sono stati tentati vari sistemi. In un primo momento è stata utilizzata una camera a ionizzazione a He a trasmissione di grande volume in cui la ionizzazione prodotta dal fascio di π^+ veniva misurata con un elettrometro a lamina vibrante ad altissima sensibilità e a basso rumore di fondo. Tuttavia, le correnti di fuga della stessa camera e soprattutto il fondo presente nella zona di misura non hanno consentito una misura del flusso di pioni. E' stato allora studiato e messo a punto un sistema di rivelazione integrale di carica analogo alle tazze di Faraday per elettroni. La carica raccolta viene misurata con l'elettrometro a lamina vibrante di cui sopra. In questo caso il fondo proprio dello strumento è risultato stabile intorno a valori di qualche unità per 10^{-16} A. E' stato possibile in tal modo ricavare una curva di intensità per pioni positivi e negativi al variare dell'energia del pione prodotto. Si è tenuto conto del diverso comportamento dell'interazione dei pioni dei due segni con la materia considerata. Un calcolo di Monte Carlo è stato eseguito per correggere i risultati sperimentali concernenti i pioni positivi. In alcune condizioni sperimentali, in cui il secondo magnete pioni intercetta il fascio primario, non è possibile l'uso della tazza di Faraday come monitor per pioni. Per queste ragioni è stato progettato e realizzato un nuovo tipo di monitor con le necessarie stabilità a breve e medio termine. Il sistema di tipo calorimetrico, misura l'energia dissipata dai fotoni nella sorgente pioni con tecniche termometriche. La potenza dissipata dal fascio di fotoni nella sorgente pioni può infatti essere calcolata da una misura della temperatura della sorgente stessa. Sospesa a supporti isolanti, in alto vuoto, la sorgente si raffredda soltanto per radiazione termica. Una termocoppia al cromel-alumel connessa a un voltmetro digitale integratore interfacciato a un calcolatore PDP 15 registra con continuità questa temperatura. Gli intervalli di misura sono stati fissati in 20 sec, dato il tempo relativamente lungo con cui la sorgente raggiunge la temperatura di equilibrio. Il caso più interessante è quello in cui la sorgente ha raggiunto la temperatura di equilibrio e, spento il fascio, inizia a raffreddarsi per portarsi a temperatura ambiente. E' stata misurata la curva di raffreddamento e i valori misurati confrontati con i risultati teorici. I parametri sono stati aggiustati in modo da ottenere un best fit dei dati sperimentali. Lo scopo del metodo è quello di avere una espressione matematica che ad ogni istante permette di calcolare l'energia assorbita dalla sorgente pioni. Il monitor non è di tipo assoluto ma può essere facilmente tarato con la tazza di Faraday descritta precedentemente.

A.2. - Misura dello scattering elastico e anelastico di pioni su Carbonio. -

Componenti del gruppo: R. Barbini, C. Guaraldo, P. Picozza, C. Schaerf e R. Scrimaglio.

L'esperienza si propone lo studio della diffusione elastica e anelastica di π^+ su nuclei a bassa e media energia (30 - 100 MeV), cioè nella zona ritenuta attualmente più interessante e meno coperta da dati sperimentali.

L'apparato sperimentale consiste in uno spettrometro magnetico integrato nelle sue funzioni di definizione in energia del fascio primario ed analisi dei fotoni diffusi. In una prima fase l'apparato di rivelazione è consistito in un telescopio di contatori e in una camera a scintilla a magnetostrizione posta nel piano focale del secondo magnete pioni. Con questo sistema di rivelazione è stato misurato il potere risolutivo dello spettrometro a 0° che è risultato intorno all'1% in accordo con i dati di progetto e con le previsioni teoriche sulle aberrazioni e sullo scattering multiplo. Sono state successivamente eseguite misure di scattering a vari angoli e a varie energie ottenendo una risoluzione totale intorno all'1,6%, non ottimale ma sufficiente a mettere in evidenza eventuali contributi anelastici. Per aumentare la risoluzione del sistema discriminando dai fondi elevati presenti nella zona di rivelazione, nel corso del 1972 è stato modificato l'apparato sperimentale di rivelazione introducendo tre camere a magnetostrizione on-line sul calcolatore PDP 15 del Laboratorio LEALE. Nell'ambito di questa ristrutturazione è stato installato e messo a punto sul calcolatore un sistema per l'acquisizione dei dati delle camere a magnetostrizione (SPAD) con il

relativo interfaccia.

Lo SPAD è un complesso per la lettura digitale di coordinate di camere a scintilla magnetostrittive. Il dispositivo effettua la conversione del ritardo tra trigger alle camere e arrivo dei segnali magnetostrittivi per un massimo di 512 segnali per ciascun evento. Le informazioni digitalizzate vengono immagazzinate in memoria e quindi inviate in successione al calcolatore. Il sistema usa una logica completamente in parallelo: la digitalizzazione di tutte le informazioni temporali avviene in parallelo tramite la stessa fase dei tempi. Lo SPAD impiega un clock da 18 MHz che viene contato da una scala in codice Gray; essendo i segnali magnetostrittivi asincroni rispetto al clock e quindi potendo essere molto grande l'errore se si usa il codice binario. In definitiva lo SPAD si comporta come una memoria di 512 parole da 16 bits a ingresso parallelo. L'uscita è in serie nel senso che le informazioni sono inviate in successione al calcolatore sotto il controllo del calcolatore stesso. Nel dicembre 1972 è iniziata la raccolta di dati di scattering su ^{12}C usando lo SPAD.

Sono state effettuate, nella zona dell'apparato di rivelazione, misure di contaminazione dei fasci di pioni positivi e negativi, usando spessori interposti nel telescopio di contatori. I risultati, per varie energie dei pioni, indicano una contaminazione inferiore al 10%, a partire da 40 MeV, per il fascio di pioni positivi; per i pioni negativi la contaminazione è circa costante, per energie superiori a 30 MeV, e intorno al valore del 15%.

A. 3. - Diffusione elastica e anelastica di π^+ da 150 MeV su ^4He in camera a diffusione. -

Componenti del gruppo: R. Barbini, L. Busso, S. Costa, R. Garfagnini, C. Guaraldo, G. Piragino e R. Scrimaglio.

I risultati preliminari dell'esperimento, concluso nel 1971, sono stati presentati alla "Intern. Conf. on Few Particle Problems in the Nuclear Interaction" (Los Angeles, 1972). I dati preliminari (corrispondenti a una lunghezza totale di traccia di π^+ di $4,3 \times 10^6$ cm) concernono le distribuzioni angolari di pioni diffusi elasticamente alle energie rispettivamente di 115 e 150 MeV. Sono stati presi complessivamente 10^5 fotogrammi con un numero medio di $8 \pi^+$ per fotogramma. Le tracce sono state ricostruite misurando 8 punti con un 'mangiaspago'. Gli eventi sono stati raggruppati in due gruppi corrispondenti alle energie di 115 ± 15 MeV e 150 ± 20 MeV. I dati sono stati divisi in intervalli angolari di 10° . Eventi a grande angolo ($\theta > 110^\circ$ per $E_\pi = 150$ MeV, $\theta > 90^\circ$ per $E_\pi = 115$ MeV) sono stati preliminarmente messi in un unico intervallo. Casi con $\theta < 15^\circ$ non sono stati presi in esame per evitare ambiguità con il fascio primario e con decadimenti a piccolo angolo. Non sono state introdotte correzioni per l'angolo azimutale ϕ e per la risoluzione angolare ($\Delta\theta \leq 1^\circ$).

A. 4. - Misura della sezione d'urto di diffusione elastica e anelastica a 180° di mesoni π^\pm da ^{12}C . -

Componenti del gruppo: R. Barbini, L. Busso, S. Costa, R. Garfagnini, C. Guaraldo, G. Piragino e R. Scrimaglio.

L'esperimento si propone una misura della sezione d'urto elastica e anelastica a grandi angoli di π^\pm su ^{12}C (ed in seguito su altri nuclei) utilizzando come rivelatore una camera a streamer a elio posta in campo magnetico. Il comando per l'impulso di alta tensione della streamer viene dato con un telescopio di contatori a scintillatore plastico.

L'apparato sperimentale, completamente montato, è in corso di messa a punto. Sono già stati raccolti fotogrammi con pioni diffusi a 180° , presentati al Convegno Scientifico dell'INFN (Frascati, 1972).

B. - LABORATORIO GAMMA MONOCROMATICI. -

Nel 1972 è stato ultimato il montaggio dell'intero canale magnetico per la produzione del fascio di γ -monocromatici. Sono state installate tutte le apparecchiature di linea (monitor di intensità, schermi visualizzatori, ecc.) con comando e lettura in sala controllo LEALE. Sono state attrezzate le aree sperimentali in sala gamma e completamente realizzate tutte le connessioni (cavi di segnale, tensione, controlli) con la sala controllo LEALE.

La realizzazione del sistema delle sicurezze e dei controlli lungo il canale positroni-gamma ha com

portato la unificazione con il sistema già esistente per il canale elettroni-pioni, con il quale diversi elementi vengono utilizzati in comune. Per quanto concerne propriamente le sicurezze (interblocchi alimentatori magneti da flussimetri e da circuiti di allarme temperatura bobine magneti, interblocchi fascio per accesso in nuove zone radioattive, ecc.) il sistema è stato completamente attivato in ogni sua parte. Quanto ai controlli, anche in relazione allo stato di efficienza attuale del sistema installato sul canale pioni, si è resa necessaria una ristrutturazione completa. Questo settore di lavoro, alla fine del 1972, è ultimato per quanto concerne la parte di progetto e di disegno di circuiti stampati, mentre i componenti sono stati tutti ordinati.

Per la quantimetria del fascio gamma è stato progettato e costruito un quantmetro di tipo Wilson. Per quanto concerne la misura dello spettro energetico tra i possibili tipi di spettrometri generalmente utilizzati per energie comprese tra 50 e 300 MeV (Compton, a coppie, a scintillazione) è stato scelto lo spettrometro Compton che presenta alcune caratteristiche che meglio si adattano alle esigenze del fascio di Frascati: esso infatti non richiede coincidenze, può essere utilizzato per la spettrometria sia del fascio γ che dei fasci primari e^+e^- , permette misure assolute di intensità, essendo la sezione d'urto Compton conosciuta con notevole accuratezza. Il progetto di uno spettrometro di questo tipo, costituito da un tripletto di quadrupoli, un convertitore di Berillio e dall'analizzatore propriamente detto è in fase avanzata e prevede l'ordine dei magneti per i primi mesi del 1973. Si è già proceduto alla scelta ed all'ordine per l'alimentatore del magnete analizzatore.

Per quanto riguarda gli apparati sperimentali è stato messo a punto un telescopio di range per esperimenti del tipo (γ, p) , mentre è arrivato un magnete pulitore-analizzatore per esperimenti del tipo (γ, π^-) .

3.4. - Esperienze in collaborazione con Laboratori esterni. -

3.4.1. - Collaborazione Frascati - Torino. -

Componenti del gruppo: B. Baschiera, L. Bergamasco, L. Briatore, C. Castagnoli, M. Dardo, B. D'Ettore-Piazzoli, P. Picchi, K. Sitte e R. Visentin.

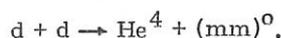
I Laboratori Nazionali di Frascati in collaborazione con il Laboratorio Cosmogeofisico del CNR di Torino hanno costituito due stazioni fisse per la rivelazione visualizzata della componente cosmica penetrante (neutrini e muoni). La prima stazione si trova a media profondità (40-300 m a.c. - Monte dei Cappuccini, Torino) la seconda ad alte profondità (3000-16000 m a.e. - Galleria del Monte Bianco).

Gli scopi dell'esperimento sono molteplici e vanno dall'origine dei raggi cosmici alla possibile esistenza del bosone intermedio W nelle interazioni deboli. I primi risultati sono stati molto buoni: hanno evidenziato una energia trasferita notevole nelle interazioni nucleari dei muoni nella regione del TeV (effetto di muoni stopping) che può essere considerata una evidenza indiretta per l'esistenza del W, e hanno mostrato un cambiamento di pendenza nello spettro dei raggi cosmici che può essere dovuto a sorgenti extragalattiche.

3.4.2. - Collaborazione Frascati - Saclay. -

Componenti del gruppo: J. Banaigs, J. Berger, M. Cottureau, F. L. Fabbri, L. Goldzahl, C. Le Brun, P. Picozza, T. Risser, C. Schaerf e L. Vu Hai.

E' in corso una collaborazione Laboratori Nazionali di Frascati del CNEN - CNRS, Université de Caen per studiare con il metodo della massa mancante la reazione

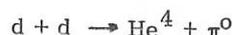


Lo studio di questo processo è particolarmente interessante, poichè la massa mancante è in uno stato puro di spin isotopico $T=0$, essendo sia il deutone che il nucleo di He^4 in uno stato di isospin zero.

Sono già stati misurati gli spettri in momento dei nuclei di He^4 emessi a 0° nel laboratorio (180° C. M.) per deutoni incidenti di momento 2,49 - 3,34 - 3,82 GeV/c. I risultati mostrano chiaramente:

- 1) La produzione dell'effetto "ABC";
- 2) La produzione della ben conosciuta risonanza ω^0 .

Attualmente è in corso lo studio della reazione



che rappresenta un test diretto della legge di conservazione dello spin isotopico ($0 + 0 \rightarrow 0 + 1$).

Si sta inoltre procedendo al completamento dell'apparato sperimentale per lo studio del processo



I risultati saranno confrontati con quelli ottenuti per la reazione inversa in corso presso l'elettrosincrotrone di Frascati, per una verifica della legge del time reversal.

E' stata inoltre eseguita la misura del processo



con lo spirito di studiare le interazioni coerenti. In questo esperimento la produzione coerente è chiaramente separata da quella incoerente, e la massa mancante prodotta è in uno stato di spin isotopico $T=1/2$.

Gli spettri dei deutoni diffusi presentano tre picchi: il picco della diffusione elastica e due strutture nella regione della produzione coerente.

4. - ATTIVITA' DEI GRUPPI. -

4.1. - Gruppo criogenico.

4.1.1. - Attività di ricerca fondamentale. -

- Fisica dei fluidi e dei superfluidi : sono iniziate misure di mobilità ioniche nell'intorno della transizione λ dell'elio;
- E' stato costituito, con base presso il gruppo criogenico, un gruppo di ricerca in "Spettroscopia molecolare", che effettuerà misure utilizzando la luce di sincrotrone.

4.2.2. - Attività di servizio. -

- Liquefazione e approvvigionamento di gas criogenici:

- elio	8.200 lt liquefatti
- idrogeno	1.700 lt liquefatti
- azoto	24.000 lt liquefatti
- azoto	160.000 lt acquistati.

- Bersagli freddi per le macchine acceleratrici:

- E' stata completata la realizzazione di un bersaglio di idrogeno liquido, che utilizza un refrigeratore tipo Cryodine a ciclo chiuso di elio. Esso sarà installato nel 1973 presso il Leale.
- E' stato modificato il bersaglio HD 5 ad idrogeno (o deuterio) liquido per l'esperimento $\pi^0 \rightarrow n$ presso l'elettrosincrotrone.
- E' proseguita la collaborazione con i gruppi di Alta Energia per i problemi di circolazione, recupero, purificazione di gas per camere a scintilla.

4.2. - Gruppo magneti esperienze.

Le attività del gruppo sono state prevalentemente orientate:

- Nello studio dell'influenza dello zirconio e dell'incrudimento nelle proprietà superconduttrici del Nb_3Sn . Una parte delle misure relative è stata completata.
- Nello studio di sospensioni magnetiche di corpi rotanti (per ultracentrifuga).
- Nel completamento del magnete esperienze Adone. Sono ancora in corso modifiche fini dei compensatori.

Accanto a questa attività principali, si sono svolte ricerche pure, nel campo della superconduttività e nel campo delle proprietà della materia in campi magnetici.

4.3. - Gruppo elettronico.

L'attività del gruppo si è sviluppata secondo le linee seguenti:

1) Sviluppo di camere proporzionali ed elettronica associata.

E' stata realizzata una camera funzionante in regime proporzionale e numerose piastre di amplificazione discriminazione ed elettronica per la memorizzazione. Sono stati studiati diversi tipi di lay-out in vista di un raggiungimento di una reiezione di disturbo all'ingresso della catena di amplificazione di almeno 40 db. Il notevole numero di microcircuiti per piastra che ha reso tecnicamente di difficile soluzione il problema della reiezione del disturbo, ci ha condotti da una parte a tentare la via del circuito ibrido, dall'altra quella del circuito multi-strato. Entrambi i tentativi sono in via di sviluppo.

2) Sviluppo dell'elettronica per l'acquisizione con camere magnetostrittive.

I problemi inerenti all'utilizzazione dell'apparecchiatura SPAD precedentemente costruita hanno condotto ad una sua completa riprogettazione in vista della costruzione di due nuovi apparati per l'esperienza $\gamma\gamma 2$. I due nuovi apparati sono in via di costruzione.

3) Acquisizione dati ed interfacciamento on-line.

Per l'acquisizione dei dati è stato completato l'interfacciamento completo e la costruzione di 4 mangiaspaghi con relativi contatori portanti sonde di Hall per la ricostruzione della mappa del campo magnetico del magnete Adone. L'interfacciamento e la logica di acquisizione sono stati realizzati per un calcolatore PDP 8 ma presentano sufficiente flessibilità per adattamento a qualsiasi tipo di calcolatore.

4) Strumentazione per le esperienze.

E' stato ultimato il lavoro di sperimentazione necessario per stabilire le basi di progetto di un alimentatore di alta tensione programmabile in 32 gradini di 20 V ciascuno interfacciabile a calcolatore. La sua utilizzazione è prevista per un comando con registro CAMAC. Il progetto è in fase di sviluppo per la realizzazione di due prototipi a 44 canali ciascuno.

4.4. - Gruppo tecnologie.

4.4.1. - Attività di servizio.

Nel 1972 il gruppo è stato particolarmente impegnato dal problema della sostituzione della camera a vuoto dell'elettrosincrotrone. La nuova ciambella, di forma toroidale a sezione ellittica con assi di mm 184 x 55 e con raggio di curvatura medio di 3,6 m, è stata realizzata completamente in allumina, presso la FIVRE di Firenze (consegna prevista metà aprile 1973). Il gruppo ne ha curato la progettazione ed ha poi seguito la ditta costruttrice nelle varie fasi di realizzazione. In parallelo è stata predisposta una ristrutturazione da effettuarsi al momento dell'inserimento della ciambella dell'intero impianto da vuoto del sincrotrone, con sostituzione delle vecchie pompe a diffusione, mediante pompe turbomolecolari a ionizzazione.

E' stata anche predisposta la sostituzione di altre parti del sistema da vuoto, quali la sezione di attraversamento del gap della RF1, per la quale è stato realizzato in laboratorio un passante in allumina, i supporti isolanti del deflettore pure realizzati nella nuova versione in allumina.

4.4.2. - Attività di ricerca.

- Progetto X-UV.

Il progetto, al quale si è iniziato a lavorare nel 1971 in collaborazione con lo LPS del CNR, prevedeva una esplorazione sistematica dell'alta atmosfera nell'intervallo 300 - 1400 Å (X-UV) con un potere risolutivo di 10 Å mediante uno spettroscopio montato su satellite. Una versione semplificata dello strumento è stata realizzata per essere lanciata, in collaborazione con il Centro Ricerche Aerospaziali, nel giugno del 1973 dalla base S. Marco, su un razzo Mike-Tomawhack. Lo spettrometro, un reticolo 2400 l/mm a coincidenza normale montato alla Rowland, ha sei canali di rivelazione alle lunghezze d'onda di 304, 584, 820, 920, 1026 e 1216 Å. Come rivelatori vengono usati sei channel Electron Multiplice della Bendix.

La costruzione dello spettrometro è ultimata e sono in corso la calibrazione sul fascio di luce di sincrotrone del gruppo 'Solidi Roma'.

- Esperimento (e, 2e).

L'esperimento è volto ad ottenere la misura della distribuzione dei momenti elettronici nei sistemi atomici e negli stati aggregati. Una misura differenziale su stati energetici distinti permette di ottenere informazioni dirette sulle singole funzioni d'onda elettroniche e si realizza facendo incidere su bersagli molto sottili elettroni di alta energia e misurando la correlazione angolare e le energie di entrambi gli elettroni, emesso e scatterato, in coincidenza. Misure sistematiche di distribuzioni angolari sono state effettuate facendo incidere elettroni di 9 keV su film di carbone di 230 e 100 Å nominali.

Attualmente è in fase di assemblaggio un apparato sperimentale da utilizzare per lo studio di atomi e molecole in fase gassosa. Le caratteristiche di tale apparato sono le seguenti. Camera di scattering cilindrica ϕ 120, h 60 cm. In tale contenitore mantenuto ad una pressione $\leq 10^{-6}$ torr da una pompa a diffusione di 2000 l/sec prendono posto: a) Fascio di elettroni di energie variabile tra 2 e 15 keV. Dimensioni del fascio 1 mm ϕ . Dispersione angolare $\approx 0,5^\circ$. b) Fascio di molecole che incrocia a 90° il fascio di elettroni. Tale fascio ottenuto mediante 'multichannels' ha densità di $\approx 10^{14}$ mol/cm³ e dimensioni ~ 1 mm ϕ . c) Sistema di decelerazione e analisi degli elettroni emesso e scatterato, che consente una risoluzione energetica di ≈ 1 eV, e angoli accettati di $\Delta\Omega \approx 7 \times 10^{-4}$ ster. Il sistema di acquisizione dei dati è essenzialmente lo stesso di quello usato in precedenza.

4.5. - Gruppo calcoli numerici.

Il Centro di calcolo dei Laboratori Nazionali di Frascati fornisce le attrezzature ed i servizi di calcolo necessari per l'attuazione dei programmi di ricerca e delle attività collaterali. Il Centro dispone di un calcolatore IBM/360 Mod. 44, con le seguenti caratteristiche:

- Memoria di 128K byte,
- 2 unità a dischi di tipo 2311,
- 2 unità a nastri adattabili a 7 o 9 piste,
- lettore di schede con velocità di lettura di 1000 sk/minuto,
- stampatrice a 600 linee/minuto,
- perforatore di schede,
- plotter.

Il calcolatore lavora sotto il controllo di un sistema operativo DOS opportunamente adattato alle particolari esigenze dei Laboratori. Questo sistema operativo consente di lavorare in multiprogrammazione suddividendo la memoria centrale in tre partizioni.

Il 360/44 è collegato con il Centro di Calcolo di Bologna del CNEN, dove è installato un calcolatore più potente, il 360/75, di cui il 44, come terminale, sfrutta le superiori risorse. Il collegamento è effettuato tramite linea telefonica riservata, con velocità di trasmissione di 4800 bits/secondo. Oltre al sistema operativo DOS, viene talvolta utilizzato, per particolari esigenze, il sistema operativo 44PS (Programming System), che è specifico del modello 44.

Le attrezzature del Centro di Calcolo comprendono anche un Sistema 7 IBM che, collegato con il 360/44, funziona da collettore per l'acquisizione di dati da esperienze.

E' prevista a breve scadenza l'installazione di una seconda stampatrice e di un secondo lettore di schede per un collegamento continuo con il 360/75 e di una terza unità a disco 2311, ed a più lunga scadenza (fine 1973) la sostituzione del Mod. 44 con un IBM/370 Mod. 135.

Gli utenti del Centro di Calcolo sono circa 150, e lavorano sia su problemi di fisica delle alte energie che sui numerosi altri campi di ricerca connessi con tale attività.

Il linguaggio di programmazione più usato è il FORTRAN, ma sono a disposizione degli utenti anche i linguaggi ASSEMBLER, COBOL e PL/I. Il Centro fornisce inoltre alcune librerie di programmi che includono sia le subroutines scientifiche (SSP) distribuite dalla IBM, che numerosi altri programmi di utilità (di tipo matematico, statistico e di ottimizzazione del rendimento della macchina) messi a punto dal personale del gruppo.

Il calcolatore è a disposizione degli utenti nei giorni lavorativi di norma per 12 ore al giorno. Vengono eseguiti circa 100 lavori al giorno; i programmi che richiedono un maggiore impegno di memoria o di tempo vengono di solito inviati per l'esecuzione sul 360/75, mediante il collegamento telefonico. In Fig. 1 è riportato l'andamento dell'utilizzo del 360/44 nel periodo gennaio-dicembre 1972, mentre in Fig. 2 è rappresentato l'andamento del numero di lavori settimanali nello stesso periodo di tempo.

Nel campo dell'acquisizione dei dati il gruppo ha collaborato alla progettazione dell'elettronica per il collegamento di alcuni tavoli da scanning con il Sistema 7, provvedendo nel contempo a mettere a punto il software di controllo dei collegamenti - "44 con Sistema 7" - e - "Sistema 7 con tavoli da scanning" -.

Sono inoltre in fase di studio alcuni progetti di collegamento di esperimenti al 360 tramite lo stesso Sistema 7.

Il gruppo produce periodicamente dei reports, che vengono distribuiti nei Laboratori, nei quali vengono illustrate le nuove "facilities", sia di programmi che di dispositivi, che vengono messe a disposizione degli utenti.

4.6. - Gruppo teorico.

Il gruppo si è dedicato soprattutto ad attività di ricerca nel campo delle interazioni forti ed elettromagnetiche, più precisamente allo studio dei problemi connessi con "scale and conformal invariance", e con la "vector dominance" generalizzata, particolarmente in connessione alla sperimentazione con Adone.

4.7. - Servizio di fisica sanitaria.

Il servizio, oltre alle consuete attività di servizio, nel corso del 1972, ha studiato e approvato, per la parte di sua competenza, i seguenti progetti: Nuovo fascio di gamma monocromatici del Leale; nuovo bunker per le esperienze Plasma-Focus (LGI); edificio per il Tokamac (LGI). Sono state inoltre aggiornate tutte le norme interne di radioprotezione ed è stato messo a punto un programma per la contabilità del materiale radioattivo per mezzo del calcolatore.

Nell'ambito delle attività di ricerca è stato inviato a pubblicazione (Health Physics) un lavoro sull'attivazione delle polveri intorno agli acceleratori; sono stati portati avanti la messa a punto di uno spettrometro per neutroni veloci e il lavoro sugli scintillatori in collaborazione con i ricercatori dell'Istituto Superiore di Sanità; sono stati conclusi i calcoli sulle schermature per muoni; è stata infine preparata una relazione sui problemi di sicurezza intorno agli acceleratori (Normazione Nucleare).

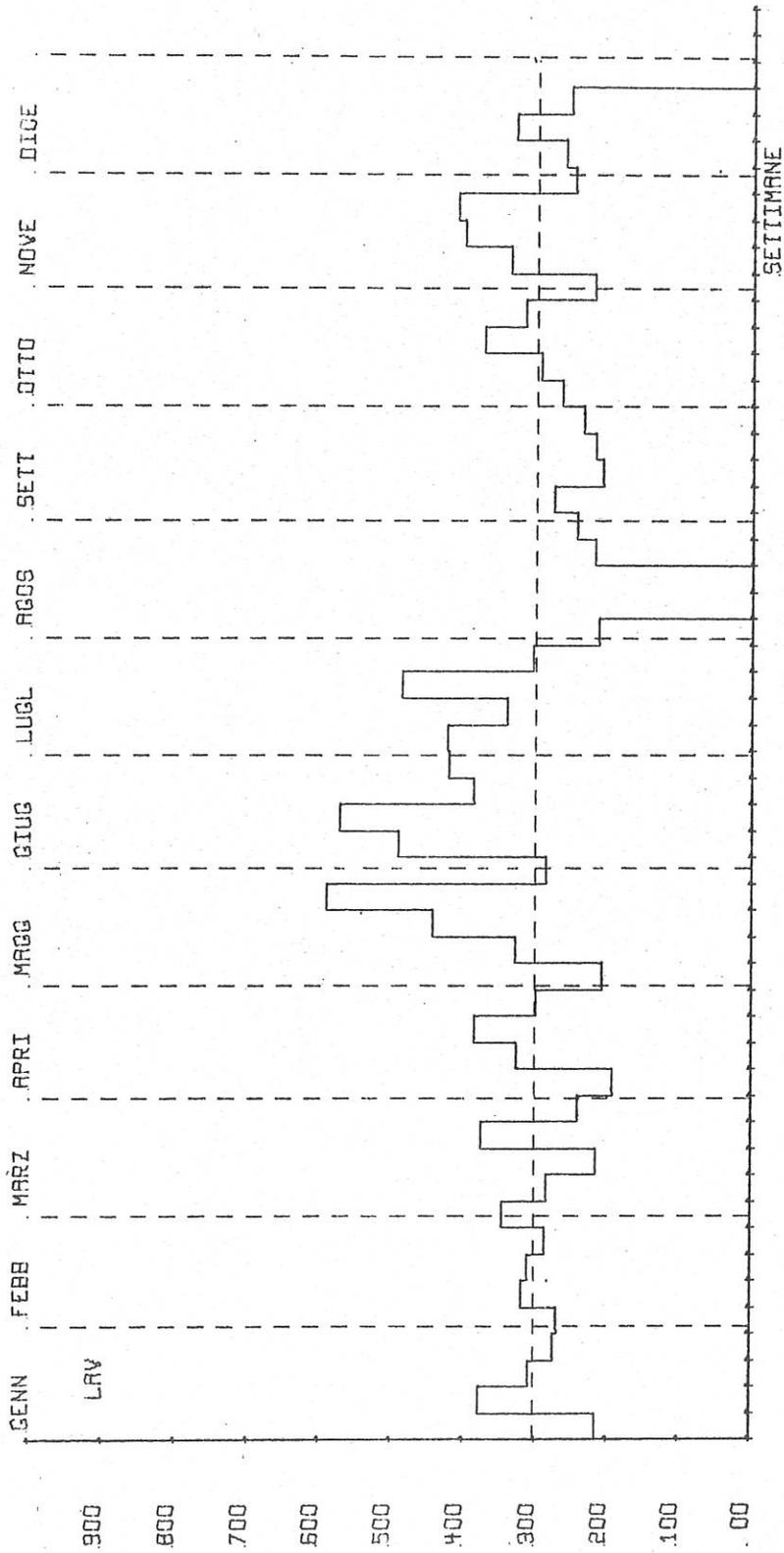


FIG. 2 - Numero di lavori per settimana eseguiti sul 360/44 nel periodo Gennaio-Dicembre 1972.

ELENCO PUBBLICAZIONI, -

- 72/1 - S. Ferrara and G. Parisi, Conformal covariant correlation functions.
- 72/2 - G. Bologna, I. Peruzzi, M. Piccolo and G. Troise, Un esperimento per la misura del rapporto di asimmetria nella fotoproduzione coerente di π^0 su deutone da γ polarizzati.
- 72/3 - A. Bramon and M. Greco, Nonet structure of the $J^{PC}=3^{--}$ mesons.
- 72/4 - E.P. Balsamo e G.F. Paternò, Possibile realizzazione di strumentazione S.C. con dispositivi weak-link.
- 72/5 - C. Bacci, R. Baldini-Celio, B. Esposito, C. Mencuccini, A. Reale, G. Sciacca, M. Spinetti and A. Zallo, Neutral pion photoproduction on proton from deuterium in the energy range 400-800 MeV.
- 72/6 - G. Pasotti e M. Spadoni, Studio di un dipolo superconduttore in corrente continua.
- 72/7 - F.L. Fabbri, P. Picozza and C. Schaerf, Two-body photodisintegration of ^3He with linearly polarized gamma-rays, *Lettere al Nuovo Cimento* 3, 63 (1972).
- 72/8 - B. Borgia, F. Ceradini, M. Conversi, L. Paoluzzi, R. Santonico, G. Barbiellini, M. Grilli, P. Spillantini, R. Visentin and F. Grianti, Muon pair production by electron-positron collisions in the GeV region, *Lettere al Nuovo Cimento* 3, 115 (1972).
- 72/9 - G. Pancheri and Y. Srivastava, Scattering of $n(>2)$ incident particles.
- 72/10 - K. Baker and G. Paternò, Numerical calculation of the zero bias conductivity for a superconducting tunnel junction, in the presence of "depairing".
- 72/11 - C. Bacci, R. Baldini-Celio, G. Capon, C. Mencuccini, G.P. Murtas, G. Penso, A. Reale, G. Salvini, M. Spinetti and B. Stella, Multihadronic cross sections from e^+e^- annihilation at C.M. energies between 1.4 and 2.4 GeV.
- 72/12 - R. Del Fabbro, G. Matone and M. Roccella, Neutron spectrum from the 443 level of the ^{12}C in a Po-Be source, *Lettere al Nuovo Cimento* 3, 206 (1972).
- 72/13 - G. Parisi, Conformal invariance in perturbation theory.
- 72/14 - V. Montelatici, Some notes on nuclear orientation.
- 72/15 - C. Bacci, R. Baldini-Celio, B. Esposito, C. Mencuccini, A. Reale, G. Sciacca, M. Spinetti and A. Zallo, Angular distributions for single neutral pion photoproduction from neutron at 450-800 MeV.
- 72/16 - P. Spillantini, Use of a "toroidal" magnetic field for experimentation with storage rings - evaluation for Adone.
- 72/17 - A. Bramon, E. Etim and M. Greco, Hadronic contributions to the muon anomalous magnetic moment.
- 72/18 - R. Del Fabbro, G. Matone and V. Poggi, A simple analyser for electron scattering experiments on nuclei.
- 72/19 - S. Corea, G. Pasotti e G.M. Veca, Progetto di un complesso per lo studio delle proprietà elettriche di film sottili di carbonio ottenuti mediante evaporazione sotto vuoto.
- 72/20 - A. Bramon and M. Greco, Radiative decays of mesons and an extended vector meson dominance model.
- 72/21 - V. Montelatici and G. Tomassetti, Experimental observation on LMN of an effect related to the nuclear dynamic polarization, *Lettere al Nuovo Cimento* 3, 391 (1972).
- 72/22 - G. Parisi, A duality sum rule for deep inelastic scattering, *Lettere al Nuovo Cimento* 3, 395 (1972).
- 72/23 - G. Pancheri-Srivastava and Y.N. Srivastava, A model diffraction term, *Lettere al Nuovo Cimento* 3, 411 (1972).
- 72/24 - M. Fascetti, A. Massarotti, P. Papitto, M. Puglisi and F. Tazzioli, The injection system of Adone.
- 72/25 - M. Conversi, G. Giannoli and P. Spillantini, Use of flash-tube hodoscope chambers with particle accelerators, *Lettere al Nuovo Cimento* 3, 483 (1972).
- 72/26 - S. Ferrara, A.F. Grillo, G. Parisi and R. Gatto, Canonical scaling and conformal invariance, *Phys. Letters* 38B, 333 (1972).
- 72/27 - K. Baker and G. Paternò, Numerical calculation of the zero bias conductivity for a superconducting tunnel junction in the presence of depairing. II: voltage applied to the junction.
- 72/28 - K. Baker, G. Paternò, M.V. Ricci, N. Sacchetti and R. Spagnoli, Multiply connected superconductors and the tunnel effect.
- 72/29 - G. Pasotti e G.M. Veca, Studio sul dimensionamento di macchine omopolari superconduttrici in corrente continua.

- 72/30 - E. Etim and Y. Srivastava, Conservation constraints for e^+e^- annihilation and electroproduction.
- 72/31 - F. Carbonara, G. Gialanella, E. Lodi-Rizzini, G.C. Mantovani, M. Napolitano, A. Piazza, A. Piazzoli, R. Rinzivillo, V. Rossi, G. Susinno and L. Votano, Analysis of the reaction $\gamma + n \rightarrow p + \pi^-$ in the first and second resonance region.
- 72/32 - C. Bacci, G. Penso, G. Salvini, R. Baldini-Celio, G. Capon, C. Mencuccini, G.P. Murtas, A. Reale, M. Spinetti and B. Stella, Gamma-gamma interaction processes at Adone e^+e^- storage ring. Measurement of the reaction $e^+e^- \rightarrow e^+e^- + e^+ + e^-$.
- 72/33 - A. Turrin, Stability limits of the phase oscillations in a microtron.
- 72/34 - C. Bacci, R. Baldini-Celio, G. Capon, C. Mencuccini, G.P. Murtas, G. Penso, A. Reale, G. Salvini, M. Spinetti and B. Stella, Multihadronic cross sections from e^+e^- annihilation at C.M. energies between 1.4 and 2.4 GeV, Phys. Letters 38B, 551 (1972).
- 72/35 - G. Parisi, On self consistency condition in conformal covariant field theory.
- 72/36 - G. Barbarino, M. Grilli, E. Iarocci, P. Spillantini, V. Valente, R. Visentin, F. Ceradini, M. Conversi, L. Paoluzi, R. Santonico, M. Nigro, L. Trasatti and G.T. Zorn, Observation of a broad peak in the production of four charged pions by e^+e^- collisions around 1.6 GeV, Lettere al Nuovo Cimento 3, 689 (1972).
- 72/37 - A. Bramon and M. Greco, The reaction $e^+e^- \rightarrow \pi^+ \pi^- \pi^+ \pi^-$ and the ρ' meson, Lettere al Nuovo Cimento 3, 693 (1972).
- 72/38 - S. Ferrara, A.F. Grillo and G. Parisi, Conformal symmetry at light-like distances and asymptotic behaviour of electromagnetic form factors.
- 72/39 - R. Barbini, S. Faini, G. Guaraldo, P. Picozza, C. Schaerf and R. Scrimaglio, LNF-Leale facilities: π^\pm beam.
- 72/40 - R. Barbini, S. Faini, G. Guaraldo, P. Picozza, C. Schaerf and R. Scrimaglio, Medium energy pion beam monitoring system.
- 72/41 - M. Albicocco, R. Barbini, C. Guaraldo, P. Picozza, C. Schaerf e R. Scrimaglio, Un sistema di camere a magnetostriazione on line per esperimenti di fisica nucleare.
- 72/42 - G. Barbarino, F. Ceradini, M. Grilli, E. Iarocci, M. Nigro, R. Paoluzi, R. Santonico, P. Spillantini, L. Trasatti, V. Valente, R. Visentin and G.T. Zorn, Evaluation of photon-photon annihilation contributions in a wide angle experiment at Adone.
- 72/43 - A. Bramon and M. Greco, Nonet structure of the $J^{PC}=3^{--}$ mesons, Nuovo Cimento 10A, 521 (1972).
- 72/44 - S. Ferrara and G. Rossi, Light-cone singularities and Lorentz poles, J. Math. Phys. 13, 499 (1972).
- 72/45 - A. Bramon, E. Etim and M. Greco, A vector meson dominance approach to scale invariance.
- 72/46 - G. Parisi and F. Zirilli, Anomalous dimensions in one dimensional quantum field theory.
- 72/47 - S. Ferrara, A.F. Grillo and G. Parisi, Non equivalence between conformal covariant Wilson expansion in euclidian and Minkowski space.
- 72/48 - S. Ferrara, A.F. Grillo, G. Parisi and R. Gatto, The shadow operator formalism for conformal algebra. Vacuum expectation values and operator products, Lettere al Nuovo Cimento 4, 115 (1972).
- 72/49 - M. Donnetti, F. Moscati e G.M. Veca, Proposta di un metodo di calcolo della forza di sostentamento di una sospensione magnetica per ultracentrifuga.
- 72/50 - G. Parisi, On the impossibility of analytic continuation of structure functions from the deep inelastic scattering to the annihilation region.
- 72/51 - G. Parisi and L. Peliti, Critical indices for the spherical model from conformal covariant self consistency conditions.
- 72/52 - M. Piccolo and F. Ronga, Tracks storage in optical spark-chambers, Nuclear Instr. and Meth. 98, 455 (1972).
- 72/53 - R. Camilloni, A. Giardini-Guidoni, G. Stefani and R. Tiribelli, ($e, 2e$) quasi-free electron scattering on bound electron. Coincidence measurements of scattered and emitted electrons in carbon.
- 72/54 - S. Ferrara, Conformal symmetry, operator products and canonical scaling.
- 72/55 - A. Jurewicz, Photoproduction of pions on nucleons in the $\Delta(1236)$ resonance region (Lezioni).
- 72/56 - V. Montelatici, Useful formulae and calculated functions for the luminous electron.
- 72/57 - A. Marino, G. Matone, M. Roccella e G. Schaerf, Proposta per la realizzazione di un fascio γ monocromatico e polarizzato mediante scattering di luce laser sugli elettroni circolanti in Adone.
- 72/58 - G. Pancheri-Srivastava and Y. Srivastava, Scattering of $n (> 2)$ incident particles, Lettere al Nuovo Cimento 3, 743 (1972).

- 72/59 - P. Spillantini, A toroidal magnetic field spectrometer for experimentation with high energy beams.
- 72/60 - S. Ferrara and G. Parisi, Conformal covariant correlation functions, Nuclear Phys. B42, 281 (1972).
- 72/61 - C. Bacci, R. Baldini-Celio, B. Esposito, C. Mencuccini, A. Reale, G. Sciacca, M. Spinetti and A. Zallo, Neutral pion photoproduction on proton from deuterium in the energy range 400-800 MeV, Lettere al Nuovo Cimento 4, 5 (1972).
- 72/62 - R. Barbini, L. Busso, S. Costa, R. Garfagnini, C. Guaraldo, G. Piragino and R. Scrimaglio, Preliminary results of the measurement of the (π^+ , ^4He) interaction at 115 and 150 MeV.
- 72/63 - A. Bramon, E. Etim and M. Greco, Hadronic contributions to the muon anomalous magnetic moment, Phys. Letters 39B, 514 (1972).
- 72/64 - C. Bacci, R. Baldini-Celio, B. Esposito, C. Mencuccini, A. Reale, G. Sciacca, M. Spinetti and A. Zallo, Angular distributions for single neutral pion photoproduction from neutrons at 450-800 MeV, Phys. Letters 39B, 559 (1972).
- 72/65 - E. Etim, M. Greco and Y.N. Srivastava, Massive lepton pair production and the size of the photon.
- 72/66 - A. Bramon, Pseudoscalar meson decays into lepton pairs and the Lee-Wick theory.
- 72/67 - G. Pancheri and Y.N. Srivastava, On the possibility of measuring meson and baryon electromagnetic structure functions using NAL and ISR.
- 72/68 - C. Bacci, R. Baldini-Celio, G. Capon, C. Mencuccini, G. P. Murtas, G. Penso, G. Salvini, M. Spinetti, B. Stella and A. Zallo, Multihadronic cross sections from e^+e^- annihilation at Adone in the energy range $1.3 + 3.0$ GeV.
- 72/69 - B. Bartoli, F. Felicetti and V. Silvestrini, Electromagnetic structure of the hadrons.
- 72/70 - L. Busso, S. Costa, R. Garfagnini, G. Piragino, R. Barbini, C. Guaraldo and R. Scrimaglio, Experimental apparatus to study the interaction of π^+ mesons in ^4He , Nuclear Instr. and Meth. 102, 1 (1972).
- 72/71 - B. Borgia, F. Ceradini, M. Conversi, M. Grilli, E. Iarocci, M. Nigro, L. Paoluzi, R. Santonico, P. Spillantini, L. Trasatti, V. Valente, R. Visentin and G.T. Zorn, Multihadron production in e^+e^- collision at high energy.
- 72/72 - G. Parisi, On self-consistency conditions in conformal covariant field theory, Lettere al Nuovo Cimento 4, 777 (1972).
- 72/73 - G. Bologna, I. Peruzzi, M. Piccolo and G. Troise, The asymmetry in the coherent photoproduction of π^0 on deuterons by polarized gamma-rays, Nuovo Cimento 10A, 703 (1972).
- 72/74 - S. Arzano e E. Righi, Attuali orientamenti in tema di protezionistica normativa ed operativa nell'impiego clinico dello $^{133}\text{-xenon}$.
- 72/75 - H.C. Dehne, M. Preger, S. Tazzari and G. Vignola, Luminosity measurements at Adone using single and double bremsstrahlung.
- 72/76 - G. Parisi, On non linear external field effects in quasi-superconducting films.
- 72/77 - G. Lucano, S. Pace, G. Parisi and G.L. Romani, Experimental check of non linear effects in Al thin films close to T_c .
- 72/78 - S. Ferrara, A.F. Grillo and R. Gatto, Manifestly conformal-covariant expansion on the light cone, Phys. Rev. 5D, 3102 (1972).
- 72/79 - E. Etim and Y. Srivastava, Conservation constraints for e^+e^- annihilation and electroproduction, Phys. Letters 41B, 59 (1972).
- 72/80 - T. Letardi and A. Turrin, Rotation of the vertical polarization of a circulating electron beam into the horizontal plane by excitation of an imperfection resonance, Nuclear Instr. and Meth. 103, 485 (1972).
- 72/81 - G. Pancheri-Srivastava, Reggeization of the photon in quantum electrodynamics.
- 72/82 - S. Arzano e E. Righi, La renografia nella valutazione della idoneità al lavoro con rischio di contaminazione radioattiva.
- 72/83 - L.E. Casano, F. Moscati e G.C. Sacerdoti, Calcolo del campo magnetico prodotto da un magnete permanente nel caso di geometria piana e cilindrica, Alta Frequenza 61, 512 (1972).
- 72/84 - C. Mencuccini, Multihadron production in e^+e^- collisions ($2E > 1.2$ GeV).
- 72/85 - G.P. Murtas, Two photon annihilation.
- 72/86 - G. Susinno, Anomalous e.m. currents: experimental.
- 72/87 - C. Pellegrini, Future prospects of colliding beam accelerators.
- 72/88 - E. Righi e S. Arzano, Il protidogramma elettroforetico su urine non concentrate nella valutazione della idoneità al lavoro con rischio di contaminazione radioattiva.

- 72/89 - M. Ambrosio, G. Barbiellini, C. Bemporad, M. Calvetti, M. Castellano, F. Cevenini, F. Costantini, G. Di Giugno, J.W. Humphrey, P. Lariccia, M. Salvatori, E. Sassi, L. Tortora, U. Troya, G. Troise e S. Vitale, Un'esperienza per lo studio di processi con produzione di barioni ad Adone.
- 72/90 - K. Estrand, M. Grilli, E. Iarocci, P. Spillantini, V. Valente, R. Visentin, F. Ceradini, M. Conversi, S. D'Angelo, L. Paoluzi, R. Santonico and M. Nigro, Analysis of the decay modes of the $\rho'(1600)$ meson.
- 72/91 - L. Ladu, M. Pelliccioni, P. Picchi and M. Roccella, Shielding for ultrarelativistic muons, Nuclear Instr. and Meth. 104, 5 (1972).
- 72/92 - S. Ferrara, A.F. Grillo, G. Parisi and R. Gatto, Covariant expansion of the conformal four point function, Nuclear Phys. B49, 77 (1972).
- 72/93 - G. Parisi, Experimental limits on the value on the anomalous dimensions.
- 72/94 - G. Parisi, Serious difficulties with canonical dimensions.
- 72/95 - J. Banaigs, J. Berger, M. Cottureau, F.L. Fabbri, L. Goldzhal, C. Lebrun, P. Picozza, T. Risser, C. Schaerf e L. Vu-Hai, Ricerche in corso presso il protosincrotrone Saturne (Saclay) sulla reazione $dd \rightarrow He^{4+}(mm)^0$.
- 72/96 - G. Pancheri-Srivastava and Y.N. Srivastava, On the possibility of measuring meson and baryon electromagnetic structure functions using NAL and ISR, Lettere al Nuovo Cimento 5, 202 (1972).
- 72/97 - V. Montelatici and G. Tomassetti, Measurements of useful parameters which indicate the diffusion processes in the dynamic polarization, Lettere al Nuovo Cimento 5, 285 (1972).
- X 72/98 - A. Balzarotti, L. Bartolini, A. Bianconi, E. Burattini, M. Grandolfo, R. Habel and M. Piacentini, Ultraviolet spectroscopy using synchrotron radiation.
- 72/99 - G.P. Capitani, E. De Sanctis, S. Faini, C. Guaraldo, R. Malvano, R. Ricco, M. Sanzone e R. Scrimaglio, Stato di avanzamento del progetto gamma monocromatici e programma sperimentale preliminare.
- 72/100 - S. Ferrara, A.F. Grillo and G. Parisi, Nonequivalence between conformal covariant Wilson expansion in euclidian and Minkowski space, Lettere al Nuovo Cimento 5, 147 (1972).
- 72/101 - S. Ferrara, Reducible scale invariance at short-distances.
- 72/102 - V. Akes-Borelli, M. Bernardini, D. Bollini, P.L. Brunini, E. Fiorentino, T. Massam, L. Monari, F. Palmonari, F. Rimondi and A. Zichichi, e^+e^- annihilation into two hadrons in the energy interval 1400-2400 MeV, Phys. Letters 40B, 433 (1972).
- 72/103 - S. Ferrara, A.F. Grillo and G. Parisi, Conformal covariant Wilson expansion in perturbation theory.
- 72/104 - G. Parisi, On the mean life persistent currents in two dimensional superconductor.
- 72/105 - G. Parisi, How to measure the dimension of the parton field.
- 72/106 - C. Mencuccini e R. Santangelo, Analisi dei mezzi tecnici e finanziari dell'INFN e prospettive future nella fisica con macchine ad elettroni.
- 72/107 - G. Parisi and L. Peliti, Critical indices for the spherical model from conformal covariant self consistency conditions, Phys. Letters 41A, 331 (1972).
- 72/108 - E. Etim, Conformal invariance and Bjorken scaling, Phys. Letters 41B, 169 (1972).
- 72/109 - A. Turrin, Stability limits of the phase oscillations in a microtron, Nuclear Instr. and Meth. 104, 169 (1972).
- 72/110 - E. Etim, M. Greco and Y.N. Srivastava, Massive lepton pair production and the size of the photon, Phys. Letters 41B, 507 (1972).
- 72/111 - S. Ferrara, A.F. Grillo and G. Parisi, Conformal symmetry at lightlike distances and asymptotic behaviour of electromagnetic form factors, Nuovo Cimento 12A, 952 (1972).
- 72/112 - S. Ferrara, A.F. Grillo and R. Gatto, Conformal algebra in two space-time dimensions and the Thirring model, Nuovo Cimento 12A, 959 (1972).
- 72/113 - A. Reale, Ricerche con fotoni di media ed alta energia.
- 72/114 - F. Amman, M. Bassetti, A. Cattoni, V. Chimenti, D. Fabiani, M. Matera, C. Pellegrini, M. Placidi, M. Preger, A. Renieri, S. Tazzari, F. Tazzioli e G. Vignola, Attuali studi su sviluppi di anelli a fasci incrociati.
- 72/115 - L. Bergamasco, C. Castagnoli, B. D'Ettore-Piazzoli and P. Picchi, Non conventional processes in anomalous cosmic-ray experiments, Lettere al Nuovo Cimento 5, 1079 (1972).
- 72/116 - I.F. Quercia, Brevi considerazioni quantitative sullo sviluppo della ricerca fisica nel meridione.
- 72/117 - B. Bartoli, F. Felicetti and V. Silvestrini, Electromagnetic structure of the hadrons, Rivista Nuovo Cimento 2, 241 (1972).
- 72/118 - A. Bramon, E. Etim and M. Greco, A vector meson dominance approach to scale invariance, Phys. Letters 41B, 609 (1972).

- 72/119 - A. Bramon, Pseudoscalar meson decays into lepton pairs and the Lee-Wick theory, Phys. Letters 42 B, 99 (1972).
- 72/120 - G. Parisi, Bjorken scaling and the parton model, Phys. Letters 42 B, 114 (1972).
- 72/121 - R. Barbini, S. Faini, C. Guaraldo, P. Picozza, C. Schaerf and R. Scrimaglio, Medium energy pion beam monitoring system, Nuclear Instr. and Meth. 105, 515 (1972).
- 72/122 - S. Ferrara, A.F. Grillo and R. Gatto, Logarithmic scaling and spontaneous breaking, Phys. Letters 42 B, 264 (1972).
- 72/123 - G. Parisi, On non linear external field effects in quasi-superconducting films, Phys. Letters 42 A, 233 (1972).
- 72/124 - F. Ceradini, R. Santonico, M. Conversi, L. Paoluzi, M. Grilli, E. Iarocci, P. Spillantini, V. Valente, R. Visentin and M. Nigro, Multiplicity in hadron production by e^+e^- colliding beams, Phys. Letters 42 B, 501 (1972).
- 72/125 - R. Camilloni, A. Giardini-Guidoni, R. Tiribelli and G. Stefani, Coincidence measurement of quasi free scattering of 9 KeV electrons on K and L shells of carbon, Phys. Rev. Letters 29, 618 (1972).
- 72/126 - E. Echarri e G. Pasotti, Studi sul dimensionamento di alternatori superconduttori, Alta Frequenza 41, 910 (1972).
- 72/127 - B. Bartoli, F. Felicetti, G. Marini, A. Nigro, H. Ogren, V. Silvestrini and F. Vanoli, Electron-positron interactions at high energies, Phys. Rev. D6, 2374 (1972).

SUMMARY

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

Activity in the field of accelerators:

- Operation of the Electrosynchrotron and preparation of the Vulcano Project.
- Operation and improvement of the complex of the Storage Ring Adone and installation of the second generation experiments.

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

- Experiments with the Electrosynchrotron.
- Experiments with the Storage Ring (in particular studies of the multihadron production processes).
- Experiments with the Linear Accelerator (Leale Project).
- 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.