

Laboratori Nazionali di Frascati

LNF-54/46 (24. 12. 54)

G. Careri, G. Scaccia: RELAZIONE n. 1 LIQUEFATTORE - GENERALI  
CARATTERISTICHE REPARTO PROGETTO MASSIMA - PREVISIONI  
REALIZZAZIONE.

ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE

Sezione Acceleratore

REPARTO LIQUEFATTORE

- RELAZIONE n° 1 -

- Notizie generali
- Caratteristiche del reparto
- Progetto di massima
- Previsioni sulla realizzazione

Roma, <sup>Dicembre</sup> ~~1953~~ 1954

Prof. G. Careri, Istituto di Fisica, Università - Rom  
Ing. G. Scaccia-Scarafoni, Istituto Superiore  
di Sanità, Roma

## NOTIZIE GENERALI.

In connessione con la costruzione del sincrotrone nazionale da 1 BeV, ora in studio presso la Sezione Acceleratore dell'I.N.F.N., si è delineata, fra le altre, la necessità di disporre di un conveniente liquefattore per idrogeno ed elio.

Tale liquefattore dovrà produrre quantità spesso ingentissime (vari litri per ora) di idrogeno ed elio liquidi, necessarie per alimentare bersagli di tali sostanze da interporre nel fascio di radiazioni e dovrà, pertanto, essere sistemato nelle immediate vicinanze del sincrotrone.

Tuttavia, dato che si prevede un uso non esclusivo di questa apparecchiatura da parte delle ricerche di fisica nucleare connesse col sincrotrone, e data la mancanza in Italia di un laboratorio ove si possano effettuare esperienze a bassa temperatura, si è pensato di realizzare un reparto che dia queste possibilità a tutti i ricercatori italiani interessati in questo campo. Naturalmente l'uso di questa apparecchiatura per ricerche di fisica non nucleare sarà sottoposto alle stesse norme generali che regolano l'accettazione delle esperienze di fisica nucleare che si effettuano presso il sincrotrone.

Le norme suddette vennero fissate nella seduta del 26 Febbraio 1954 del Consiglio Direttivo dell'I.N.F.N., allo scopo di garantire l'accessibilità e l'utilizzabilità del Laboratorio del Sincrotrone, in condizioni paritetiche, a tutti i gruppi di ricercatori italiani. Si allega per conoscenza copia di tale regolamento.

Sempre nell'intento di favorire la ricerca italiana nel campo non strettamente nucleare, è stato deciso di provvedere subito all'acquisto di questa apparecchiatura, e di metterla così a disposizione dei ricercatori italiani in anticipo di qualche anno rispetto alla data di inizio di funzionamento del sincrotrone, data in cui essa sarebbe stata strettamente necessaria. E' stato così incaricato Careri di documentarsi in merito presso i più accreditati laboratori stranieri, e pertanto sono stati da lui visitati/

- Institut für Kältetechnik, E.T.H., Zurigo
- Physikalisch-chemischen Institut, Universität, Zurigo
- Kamerlingh Onnes Laboratorium, Universiteit, Leiden
- National Physical Laboratories, Teddington, England
- H.N.Wills Physical Laboratories, University, Bristol
- The Clarendon Laboratory, University, Oxford.

Sulla base di questa documentazione Careri ha riferito il 25 Luglio 1954, a Varenna, a Bernardini e Salvini, e di comune accordo si è deciso circa il tipo di liquefattore più adatto, e sulle caratteristiche generali del reparto.

Careri è stato incaricato di studiare con Scaccia la realizzazione di questo reparto, e in seguito di assumersi la responsabilità del suo funzionamento, nei limiti definiti dal coordinamento generale dei lavori per il Sincrotrone, Tale coordinamento essendo competenza del Direttore della Sezione Acceleratore, Prof. G. Salvini. Nel caso di assenza di Careri, sono stati indicati come sostituti i Proff. Malvano di Torino, e Gozzini di Pisa.

Qui di seguito sono riportate le caratteristiche generali di questo reparto e un primo progetto di massima. Naturalmente questo studio è stato costantemente seguito dai Proff. Giordani, Bernardini e Salvini, ed è stato inviato in visione alla Ditta americana che fabbrica il liquefattore. Il costo di tutto il reparto, compresa la piccola spesa di manutenzione per il 1955, risulta preventivato di 66.000.000 di lire. Tale stanziamento è stato favorevolmente accolto, e lo stanziamento di 50.000.000 di lire per il corrente anno finanziario è stato approvato nella riunione del 27-28 Settembre dell'I.N.F.N. -

Si pensa di passare al progetto esecutivo entro il mese di dicembre, e sarà gradita nel frattempo la partecipazione dei fisici italiani con progetti e proposte che possano portare a miglioramenti di questo progetto. Si pensa di iniziare il montaggio dell'apparecchiatura tra circa un anno, naturalmente salvo imprevisti.

CARATTERISTICHE DEL REPARTO.

E' ben noto quanto sia pericoloso l'idrogeno in miscela con aria. Perciò sono state prese una serie di precauzioni nel fissare le caratteristiche di questo reparto, e precisamente ci si è preoccupati dei seguenti punti:

- a) scelta del liquefattore più adatto;
- b) impianti di sicurezza entro l'edificio del liquefattore;
- c) ubicazione dell'edificio del liquefattore;
- d) personale addetto.

- a) Senza entrare nei dettagli di funzionamento dei liquefattori, ricordiamo che in genere si tratta di comprimere un gas ad alta pressione per poi farlo espandere convenientemente. Tanto le possibilità di fughe, quanto il cattivo funzionamento del liquefattore per presenza di impurezze, vengono esaltati ad alta pressione. Si è perciò deciso di scegliere, fra i vari tipi commercialmente disponibili, il liquefattore Collins, prodotto dalla Arthur D. Little, Cambridge, Mass. In esso viene liquefatto l'elio con un sistema a pressione, mentre l'idrogeno viene prodotto per condensazione a bassa pressione in un serpentino immerso in elio liquido. Mentre sono accaduti già diversi incidenti negli impianti ad alta pressione, ancora nessun incidente si è verificato nei 20 impianti che producono attualmente idrogeno liquido con il metodo a bassa pressione. Un impianto Little costa però circa 6 milioni in più di un impianto con idrogeno ad alta pressione, come, per es., quello fabbricato dalla Ditta Hofer, Mülheim, Germania.

Ecco i dati più importanti del liquefattore Collins del A.D. Little:

- produzione di idrogeno	8 litri/ora
- produzione di elio	8 litri/ora
- costo liquefattore	\$ 31.350,00
- costo compressore ausiliario e sistema di recupero elio	\$ 17.000,00
- Elio in bombole, dewars, spese di trasporto, ecc.,	\$ 9.000,00

- b) Una serie di precauzioni è stata prevista dentro l'edificio del liquefattore per prevenire gli infortuni. Tanto nella stanza ove è sistemato il liquefattore, quanto nel laboratorio di basse temperature, saranno installati apparecchi automatici per rivelare tracce di idrogeno nell'aria, e tutte le prese elettriche, interruttori, lampadine, saranno montati con tenuta stagna, dello stesso tipo di quelli usati nelle miniere. La ventilazione d'aria sarà tale da rinnovare l'ambiente 14 volte in un'ora. Un piccolo impianto di accumulatori in tampono assicurerà l'energia ai ventilatori e ad altre parti essenziali.

- c) Il liquefattore verrà sistemato vicino al laboratorio del sincrotrone, ad una distanza di circa 50 metri. Tra questi due edifici verrà sistemato un terrapieno per smorzare l'onda di una eventuale esplosione del liquefattore. Il dewar con 50 litri di idrogeno liquido percorrerà un cammino separato per giungere all'apposito montacarichi che lo porterà al sincrotrone. Segnalatori luminosi notificheranno che si sta producendo idrogeno liquido, e l'accesso sarà impedito durante questa operazione.

- d) La manutenzione del liquefattore sarà affidata ad un tecnico, che Salvini e Carexi sceglieranno quanto prima. Si cerca attualmente un tecnico, tipo montatore meccanico, con pratica di officina o di laboratorio, e con conoscenza della lingua inglese. Questo tecnico sarà assunto a decorrere dal 1°-3-1955, e sarà mandato per un paio di mesi ad istruirsi all'estero. In seguito questo tecnico sarà alle dipendenze del fisico responsabile del reparto liquefattore.

..o\_o\_o\_o\_o\_o..

./.

## PROGETTO DI MASSIMA.

L'edificio destinato ai macchinari per la liquefazione dei gas è stato ubicato in prossimità dell'edificio del sincrotrone per assicurare la necessaria brevità del percorso per l'idrogeno liquido fra la produzione e la sala esperienze.

Il piccolo fabbricato tuttavia resta nascosto, rispetto all'edificio principale, da un argine di terra di altezza pari a quella della copertura: l'ala terminale dell'ala dell'argine viene utilizzata anche come pozzo d'estinzione di uno dei "beams".

La costruzione comprende i seguenti ambienti:

- sala compressori e liquefattore elio;
- sala laboratorio;
- locale liquefazione idrogeno;
- locale deposito bombole;
- officina;
- servizio igienico-spogliatoio.

Ogni ambiente è ampiamente illuminato; i locali per la liquefazione dell'idrogeno e per il deposito delle bombole hanno una intera parete a persiana allo scopo di evitare ogni accumulo di gas ed un completo ricambio dell'aria. Comunque è prevista l'installazione di elettroaspiratori sulla pensilina di copertura i quali aspirano dagli ambienti suddetti ed espellono l'aria direttamente nell'atmosfera.

Si prevede di realizzare il fabbricato con struttura portante in cemento armato e pannelli di chiusura in muratura leggera (laterizi forati o blocchetti di pomice). La copertura sarà completamente in alluminio - struttura e manto - al doppio scopo di assicurare la leggerezza e di difendere gli interni dal calore solare: essa sarà foderata con pannelli di materiale coibente ed incombustibile al fine di raggiungere un certo grado di isolamento termico rispetto all'esterno. In alluminio si prevede anche di realizzare le pareti a persiana e gli altri infissi esterni; invece del vetro sarà usato per i pannelli trasparenti delle finestre il perspex. Il pavimento riposerà sopra un completo vespaio, sarà in grès e potrà contenere una rete di tubi o di resistenze elettriche per il riscaldamento degli ambienti.

Il piccolo fabbricato sarà completamente circondato da un marciapiede e sufficientemente isolato dall'umidità del terreno con opportune sistemazioni esterne. Gli impianti tecnologici e di sicurezza sono stati studiati dal Prof. Careri, e potranno essere installati senza speciali difficoltà.

PREVISIONI SULLA REALIZZAZIONE.

E' difficile prevedere una scala dei tempi di realizzazione, poichè tale scala dipende in modo essenziale dalla data in cui sarà assegnato l'appalto per tutto il complesso edilizio del sincrotrone, di cui l'edificio del liquefattore è una parte ben modesta.

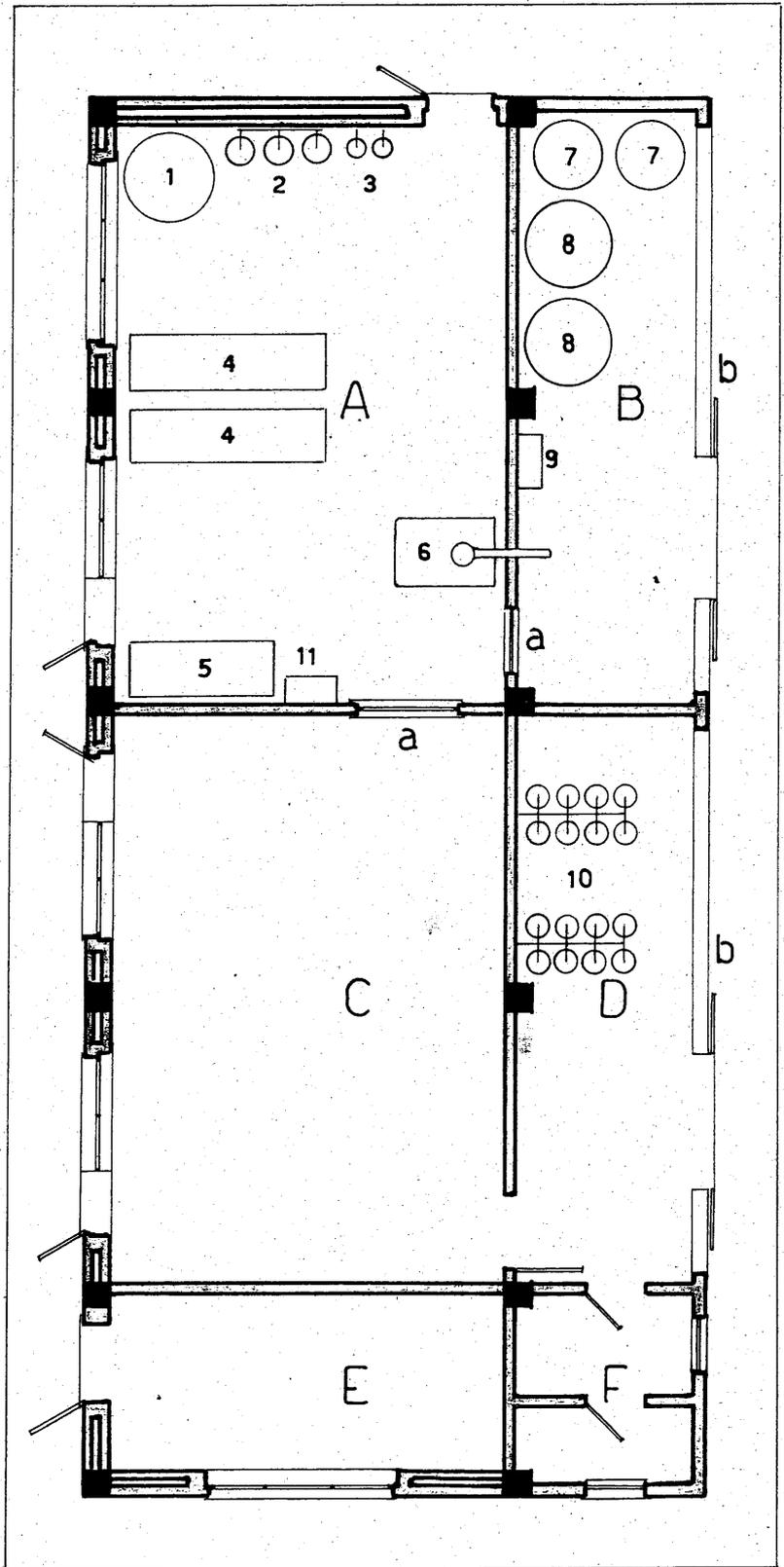
In via orientativa si può aggiungere che il laboratorio entrerà in funzione circa un anno dopo l'assegnazione dell'appalto.

Per queste ragioni la scala dei tempi effettiva sarà comunicata in un secondo tempo.

\*\*\*\*\*

## LEGGENDA

- A - SALA COMPRESSORI
  - B - LIQUEFAZIONE
  - C - LABORATORIO
  - D - DEPOSITO BOMBOLE
  - E - MECCANICI
  - F - SERVIZIO
- 
- a - Pannelli trasparenti
  - b - Pareti a persiana
- 
- 1 - Serbatoio dell'elio
  - 2 - Bombole di elio
  - 3 - Filtri a carbone
  - 4 - Compressori principali
  - 5 - Compressore per il recupero
  - 6 - Criostato
  - 7 - Recipienti elio recuperato
  - 8 - Serbatoi elio recuperato
  - 9 - Depuratore dell'idrogeno
  - 10 - Bombole dell'idrogeno
  - 11 - Rivelatore di idrogeno negli ambienti



## SCHEMA DI REGOLAMENTO PER IL LABORATORIO DEL SINCROTRONE

Il laboratorio del sincrotrone dipende amministrativamente dall'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, nelle forme e nei modi con cui dipendono attualmente le varie Sezioni.

### Organico -

L'organico permanente del Laboratorio si compone di:

- 1) Un Direttore responsabile in carica (salvo ragioni di forza maggiore) per due anni, non immediatamente rinnovabili, designato dal Comitato Direttivo dell'I.N.F.N. e dal Direttore uscente.

Compiti del Direttore: a) assicurare il funzionamento della macchina; b) preoccuparsi dei miglioramenti della macchina; c) dirigere il gruppo studi macchine acceleratrici; d) assicurare l'ottimo andamento generale del Laboratorio; e) assistenza scientifica ai gruppi di ricercatori. Nell'esecuzione di queste attività e specialmente nei casi di maggiore responsabilità e più difficili ad assolversi, il Direttore dovrà rivolgersi al Comitato scientifico.

La successione del Direttore sarà stabilita sei mesi prima della scadenza del suo mandato di due anni. Il successore, in questi sei mesi, si preparerà alla successione, assumendo la figura di vicedirettore.

Diritti del Direttore: il Direttore avrà facoltà di svolgere una personale attività scientifica, sia usufruendo della collaborazione di persone o gruppi al di fuori del Laboratorio, ed anche eventualmente del personale tecnico e dei mezzi del Laboratorio stesso limitatamente ad una sola esperienza per volta. A collaborare alla sua attività scientifica il Direttore potrà eventualmente chiamare presso di sé un ricercatore di suo gradimento che coadiuverà il Direttore nel periodo della sua permanenza in carica ed eventualmente per un periodo successivo, qualora ciò fosse necessario per condurre a termine ricerche iniziate ed in fase promettente. Per tutto quanto riguarda gli altri aspetti le ricerche del Direttore sono sottoposte alla prassi normale. Il Direttore risponde del suo operato - specialmente per quanto concerne l'uso dei suoi privilegi nei riguardi dei mezzi disponibili del Laboratorio - di fronte al Comitato Direttivo dell'I.N.F.N.

- 2) Un segretario tecnico ed amministrativo.
- 3) Un ingegnere capo, coadiuvato da: a) un Ingegnere assistente; b) due o tre tecnici operatori; c) un Ingegnere radiotecnico al tempo stesso collaboratore del Direttore per il paragrafo di comma I; d) due radiotecnici specializzati collaboratori dell'Ingegnere radiotecnico.

- 4) Un numero da definirsi di coadiutori tecnici, per assistenza negli esperimenti, da assegnarsi ai vari gruppi di sperimentatori, a seconda delle esigenze e dei suggerimenti provenienti dal Comitato Direttivo di cui ai paragrafi successivi. Si ritiene opportuno che tali coadiutori tecnici, a prescindere dalla loro preparazione generale, seguano un corso o una serie di corsi di addestramento e di preparazione, sia per quanto riguarda il funzionamento della macchina, sia per quanto riguarda il tipo di esperimenti che la macchina consentirà di fare.
- 5) Tutto il personale di officina e manutenzione occorrente, da definirsi secondo le richieste e le esigenze formulate dal Direttore al momento dell'entrata in funzione della macchina. Non esiste altro personale scientifico organicamente aggregato al Laboratorio, all'infuori del Direttore e del suo eventuale assistente. Il Direttore avrà obbligo di residenza presso la macchina, e gli verrà consentito di svolgere attività di ricerca nel modo prima precisato.

#### Organizzazione delle ricerche.

Le ricerche saranno autorizzate e coadiuvate da un Comitato Scientifico così composto:

- Il Presidente dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare.
- Uno dei Direttori a turno delle Sezioni di Milano, Padova, Roma e Torino, o di altra eventuale Sezione, il quale rimarrà in carica per il periodo di un anno.
- Due fisici, anch'essi in carica per un anno, scelti dal Comitato Direttivo dell'I.N.F.N. e dal Direttore del Laboratorio della Macchina, uno a indirizzo sperimentale, l'altro a indirizzo teorico. Questi due fisici saranno scelti in base ad un giudizio di merito ispirato essenzialmente a definire quali tra i ricercatori italiani hanno, negli ultimi tre anni, maggiormente contribuito, con l'insegnamento e con la loro personale attività scientifica, allo sviluppo di ricerche affini a quelle cui la macchina è destinata.

Il Comitato Scientifico dovrà, come compito essenziale, stabilire un ordinato programma di lavoro. A questo scopo dovrà esaminare le proposte concrete di esperimenti da farsi con la macchina, che gli perverranno dai vari Laboratori e dai vari Istituti d'Italia, o eventualmente stranieri. I criteri da seguire nel coordinamento di questo programma di ricerche, inevitabilmente associati a criteri di selezione, saranno i seguenti:

- 1) Si prenderanno in considerazione solamente progetti di esperienze corrispondenti ad un problema ben definito ed a un tipo di esperimento calcolato anche nei particolari, lasciando praticamente come margine d'incertezza solo quello dovuto al problema che l'esperimento intende risolvere.

Farà eccezione a questo criterio il caso di esperimenti basati su tecniche nuove ed il cui risultato non sia da considerarsi suscettibile di un calcolo che ne indichi la probabilità di successo.

- 2) Le persone che intendono eseguire esperienze dovranno inoltre, in una misura ragionevole, offrire una certa garanzia non solo di poter progettare anche nei particolari un esperimento, ma anche di avere le doti necessarie per condurlo a termine, col superamento delle relative difficoltà. In questo giudizio, più difficile a formularsi, il criterio di informazione dovrà essere abbastanza largo, e nella massima parte la responsabilità della identificazione delle qualità morali delle persone dovrà ricadere sulle persone qualificate (Direttori di Sezione, Professori Universitari) a fornire le informazioni necessarie. Nel caso che manchi la dimostrazione delle necessarie attitudini sperimentali, è in facoltà del Comitato Scientifico di suggerire la più opportuna collaborazione con altri ricercatori.

Il Comitato Scientifico prenderà egualmente in esame, con gli stessi criteri, anche proposte di esperimenti provenienti da persone o gruppi di persone non definitamente connessi ad una Sezione od a un Istituto Universitario. In tal caso anzi il Comitato dovrà assumere su di sé completamente la responsabilità del giudizio, riservandosi la facoltà di aiutarle con i mezzi a disposizione dell'I.N.F.N.

- 3) Una volta stabilita la dignità di considerazione di un determinato esperimento, e delle persone che intendono farlo, il gruppo di queste persone sarà senz'altro da inserire nel programma delle ricerche da effettuarsi con sincrotrone e dovrà essere tempestivamente informato onde concedere, ad esso gruppo di persone, il tempo necessario per la preparazione dell'esperimento e l'utilizzazione di tutte le informazioni sul funzionamento del laboratorio e sugli impianti di cui dispone il laboratorio stesso.
- 4) Le proposte di esperienze devono essere scritte e firmate dalle persone direttamente interessate alle esperienze stesse, le quali persone, ove desiderino di garantire la priorità del progetto, dovranno preliminarmente provvedere al deposito di un plico suggellato presso l'Accademia Nazionale dei Lincei. Il Comitato è in ogni caso impegnato, con la sua riservatezza, a tutelare nel miglior modo possibile la priorità scientifica delle proposte presentate dai vari gruppi e in particolare a non divulgarle, salvo esplicita autorizzazione scritta dei proponenti. Ove uno stesso esperimento venga proposto simultaneamente da più gruppi e con tecniche simili, a seconda del modo con cui gli esperimenti stessi sono progettati, il Comitato deciderà a favore dell'esperienza meglio progettata, o proponendo una opportuna collaborazione.

- 5) Il Comitato dovrà giustificare con una motivazione precisa le ragioni del rifiuto ad una proposta. In tal caso il gruppo di ricercatori da cui la proposta pervenne potrà, se lo crederà opportuno, appellarsi per un secondo giudizio, a una Commissione composta dal Presidente dell'I.N.F.N. e dai tre Direttori di Sezione non in carica durante l'anno in corso. Il giudizio inappellabile di tale Commissione, se favorevole, annullerà il rifiuto precedente.

#### Rotazione normale degli esperimenti.

- 1) I gruppi di ricercatori, in genere composti da 2 a 4 persone, e possibilmente non più di 4, si alterneranno secondo l'ordine stabilito dal Comitato Scientifico, al lavoro con la macchina per periodi che vanno dal minimo di una settimana al massimo di tre mesi. Si intende che un esperimento precedentemente approvato dal Consiglio Direttivo, verrà preparato nei Laboratori della Sezione c, in genere, dell'Istituto a cui il gruppo appartiene.  
L'apparato sperimentale verrà rimontato e messo a punto nel Laboratorio del sincrotrone, e ai ricercatori potrà essere concesso un breve periodo alla macchina per qualche prova prima dell'ultima messa a punto. Dopo questa il gruppo avrà il diritto di lavorare alla macchina per un periodo ben determinato, secondo il programma prestabilito.
- 2) Ogni gruppo acquisterà il diritto di tornare a lavorare al sincrotrone - e per lo stesso esperimento - dopo un periodo di tempo almeno due volte tanto il periodo che esso trascorse lavorando alla macchina. L'esperimento stesso potrà in questo modo essere ripetuto per un massimo di tre volte, salvo che - in relazione a particolari risultati preliminari già ottenuti - parere diverso non venga espresso dal Comitato Scientifico.
- 3) Il Comitato Scientifico si riunirà ogni tre mesi a turno in ciascuna delle sedi delle Sezioni per ridiscutere il programma dell'attività scientifica della macchina sulla base di informazioni documentate che verranno per l'occasione presentate dai gruppi di ricercatori o dalla Commissione di appello.
- 4) Si prevede, che di norma sarà contemporaneamente in attività attorno al sincrotrone un numero massimo di quattro o cinque gruppi per un totale oscillante di dieci-quindici persone, onde evitare la diminuzione di rendimento che può derivare da un affollamento eccessivo.
- 5) Le spese di preparazione per l'attrezzatura dei gruppi sperimentali dipendenti dalle Sezioni, verranno sostenute dalle Sezioni stesse. Quelle per i gruppi non aventi un definito finanziamento verranno sostenute, nei limiti del possibi-

le, da un fondo permanente messo a disposizione dall'I.N.F.N. anche per questo scopo, all'inizio di ogni esercizio. Questi gruppi verranno aggregati ad una delle sedi di Sezione per l'allestimento dell'esperienza, secondo la decisione del Consiglio Direttivo.

Le spese di trasporto e di mantenimento delle persone fisiche dei ricercatori saranno a loro rimborsate dal laboratorio del sincrotrone, se ed in quanto dovute, con le norme e le modalità in vigore per le amministrazioni dello Stato.

Le relative spese andranno a carico di uno speciale fondo di conguaglio, al quale affluiranno i versamenti all'uopo effettuati dalle singole Sezioni, o in generale dai Gruppi di lavoro, i quali saranno tenuti a versare:

- a) le diarie corrispondenti ai ricercatori che ognuno avrà inviato presso il detto laboratorio, anche se non dovute per la coincidenza della sede;
- b) le spese di trasferimento calcolate uniformemente sulla base di una distanza media convenzionale.

Il rimborso delle spese di trasporto con automezzi del laboratorio, da parte delle singole Sezioni e dei singoli Gruppi, sarà egualmente effettuato sulla base di un chilometraggio medio convenzionale.