

COMITATO NAZIONALE PER L'ENERGIA NUCLEARE.

Nel bilancio dello Stato per l'anno finanziario 1980, è iscritta nel fondo speciale del conto capitale una assegnazione per il CNEN pari a lire 325 miliardi, contro lire 415 miliardi richiesti dall'Ente.

In armonia alle direttive impartite dagli Organi del CNEN, il Bilancio di Previsione ed il Piano Operativo di Spesa per il 1980 sono stati elaborati dall'esecutivo dell'Ente sulla base dei seguenti criteri:

a) si è assunta una disponibilità finanziaria di lire 328,5 miliardi (lire 325 miliardi di finanziamento da parte dello Stato + 3,5 miliardi per altre entrate);

b) si è assicurata la copertura finanziaria, per tutto il 1980, alle spese essenziali ed indifferibili per il normale andamento delle attività svolte direttamente dal personale CNEN e pari a lire 166,1 miliardi;

c) si è distribuita la disponibilità residua pari a lire 162,4 miliardi (328,5 — 166,1), sulle attività che saranno svolte, per conto dell'Ente, dall'Industria e dalle Organizzazioni esterne. Detta distribuzione è stata fatta tenendo conto non solo della diversa priorità delle varie attività, peraltro tutte essenziali dal punto di vista programmatico, ma anche della reale capacità di spesa delle Unità dell'Ente, della Industria e delle Organizzazioni esterne che gestiscono le attività stesse e in particolare quelle relative alle realizzazioni degli impianti CIRENE e PEC.

Nella tabella n. 1 viene indicata la distribuzione per obiettivi programmatici delle risorse finanziarie, sulle quali l'Ente deve oggi fare assegnamento, e che sono state articolate per tipi di spesa (spese di personale, altre spese correnti e spese in conto capitale).

Nell'esercizio 1980, primo anno del IV Piano quinquennale, l'attività dell'Ente sarà svolta in armonia al quadro di riferimento previsto dal documento « Linee-guida per il IV Piano Quinquennale del CNEN (1980-1984) », per il conseguimento degli obiettivi ivi stabiliti.

Gli obiettivi saranno perseguiti mediante attività di ricerca e sviluppo condotte sia all'interno dell'Ente che mediante azioni di promozione dell'industria nazionale. In collaborazione diretta con la industria, cui è affidata la realizzazione, prosegue la costruzione dei reattori sperimentali avanzati CIRENE e PEC.

Per quanto riguarda l'aspetto finanziario, il quadro di riferimento quinquennale è illustrato nel seguente istogramma dove viene fornito, per l'intero Ente, l'andamento negli anni delle previsioni degli impegni di spesa, suddivisi in « spese correnti » (suddivise in spese per il « personale » e per il « funzionamento ») e « spese in conto capitale ».

Per quanto riguarda la partecipazione dell'Ente alle imprese Eurodif e Coredif, per l'esercizio 1980 non sono previsti oneri finanziari.

Viene riportata nel seguito una descrizione sintetica delle attività previste per il 1980, primo anno del Piano.

VIII LEGISLATURA — DISEGNI DI LEGGE E RELAZIONI — DOCUMENTI

TABELLA N. 1.

BILANCIO DI PREVISIONE — ESERCIZIO 1980

(in milioni di lire)

| Obiettivi programmatici | Esigenze finanziarie | | | Totale |
|---|----------------------|---------------|-------------------------------|----------------|
| | Spese correnti | | Spese in conto capitale | |
| | Person. | Funzion. | | |
| 1. Reattori termici (1) | | | | |
| 1.1. Reattori termici provati | 6.620 | 3.240 | 30.780 | 40.640 |
| 1.2. Reattore CIRENE | 1.690 | 2.740 | 32.175 | 36.605 |
| Totale 1. | 8.310 | 5.980 | 62.955 | 77.245 |
| 2. Reattori veloci (1) | | | | |
| 2.1. Reattore PEC | 8.220 | 10.120 | 50.090 | 68.430 |
| 2.2. Filiera veloce | 11.830 | 7.330 | 13.990 | 33.150 |
| Totale 2. | 20.050 | 17.450 | 64.080 | 101.580 |
| 3. Ciclo del combustibile (1) | | | | |
| 3.1. Arricchimento uranio | 3.470 | 2.680 | 2.170 | 8.320 |
| 3.2. Fabbricazione combustibile | 7.120 | 4.340 | 3.515 | 14.975 |
| 3.3. Ritratamento combustibile | 8.820 | 5.180 | 5.740 | 19.740 |
| 3.4. Trattamento, condizionamento e smaltimento residui radioattivi | 1.100 | 520 | 1.440 | 3.060 |
| Totale 3. | 20.510 | 12.720 | 12.865 | 46.095 |

(1) Comprese le attività relative alla sicurezza nel rispettivo settore.

VIII LEGISLATURA — DISEGNI DI LEGGE E RELAZIONI — DOCUMENTI

Segue: TABELLA N. 1.

| Obiettivi programmatici | Esigenze finanziarie | | | Totale |
|--|----------------------|----------|-------------------------------|--------|
| | Spese correnti | | Spese in conto capitale | |
| | Person. | Funzion. | | |
| 4. Fusione nucleare | | | | |
| 4.1. Fusione a confinamento magnetico | 6.680 | 3.830 | 3.170 | 13.680 |
| 4.2. Fusione a confinamento inerziale | 2.260 | 1.420 | 1.610 | 5.290 |
| Totale 4. | 8.940 | 5.250 | 4.780 | 18.970 |
| 5. Protezione dell'ambiente e della salute dell'uomo | | | | |
| 5.1. Ricerche sull'ambiente | 3.550 | 1.900 | 960 | 6.410 |
| 5.2. Radioprotezione | 2.950 | 1.300 | 680 | 4.930 |
| 5.3 Altre ricerche ai fini della sicurezza | 2.350 | 1.120 | 1.730 | 5.200 |
| Totale 5. | 8.850 | 4.320 | 3.370 | 16.540 |
| 6. Energie rinnovabili e risparmio energetico, anche in agricoltura | | | | |
| 6.1. Risparmio energetico e uso razionale dell'energia | 2.150 | 2.020 | 2.790 | 6.960 |
| 6.2. Energia solare ed altre fonti rinnovabili | 1.290 | 1.850 | 5.460 | 8.600 |
| 6.3. Immagazzinamento e conversione dell'energia | 130 | 350 | 1.510 | 1.990 |
| 6.4. Tecnologie di supporto | 930 | 1.440 | 1.460 | 3.830 |
| Totale 6. | 4.500 | 5.660 | 11.220 | 21.380 |

VIII LEGISLATURA — DISEGNI DI LEGGE E RELAZIONI — DOCUMENTI

Segue: TABELLA N. 1.

| Obiettivi programmatici | Esigenze finanziarie | | | Totale |
|---|----------------------|----------|-------------------------------|-------------|
| | Spese correnti | | Spese in conto capitale | |
| | Person. | Funzion. | | |
| 7. Servizi scientifici e tecnici nazionali | 5.600 | 3.030 | 1.560 | 10.190 |
| 8. Sicurezza nucleare e protezione sanitaria (DISP) | 9.840 | 5.190 | 1.570 | 16.600 |
| Totale P.O.S. | 86.600 | 59.600 | 162.400 | 308.600 |
| Copertura disavanzo dell'esercizio 1979 per rinnovo contratto parastato | 19.400 | — | — | 19.400 |
| Fondo riserva | — | 500 | — | 500 |
| Totale generale | 106.000 | 60.100 | 162.400 | (2) 328.500 |

(2) Corrispondenti a: 325 miliardi di lire di contributo dello Stato, più 3,5 miliardi di lire di altre entrate (vedi punto B. Relazione finanziaria).

4° PIANO QUINQUENNALE DEL CNEN.1980 - 1984PREVISIONI DI SPESA

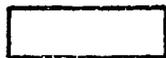
| | TOTALE CNEN (miliardi di lire) | | | TOTALE |
|--------|--------------------------------|-------|--------|---------|
| 1980 | 106,4 | 60,1 | 162,4 | 328,5* |
| 1981 | 103,5 | 85 | 301,5 | 490 |
| 1982 | 122,5 | 105 | 422,5 | 650 |
| 1983 | 145,5 | 124 | 395,5 | 665 |
| 1984 | 156,5 | 140 | 363,5 | 670 |
| TOTALI | 644,* | 514,1 | 1645,4 | 2803,5* |



Spese correnti (personale) _



Spese correnti (ricerca e funzionamento) _



Spese in conto capitale (investimenti, contratti e promozione industriale) _

* Comprende la copertura del disavanzo di amministrazione dell'esercizio 1979, conseguente al rinnovo del rapporto di lavoro del personale degli enti pubblici (parastato), pari a lire 19,4 miliardi.

1. Reattori Termici.

1.1. Attività sui Reattori Termici provati.

Il programma del CNEN sui reattori provati si prefigge due obiettivi principali: il conseguimento di una crescente autonomia dell'industria nazionale nella progettazione e costruzione delle centrali nucleari di potenza e l'approfondimento delle conoscenze sulla « sicurezza » di tali centrali.

Attraverso il primo obiettivo, che rientra fra le finalità di promozione industriale del CNEN, si intende intensificare ed estendere il coinvolgimento della nostra industria nucleare nel programma di realizzazione delle centrali da installare in Italia — riducendo parallelamente il ricorso alla fornitura di servizi e manufatti dall'estero — e migliorarne la capacità di penetrazione sui mercati di esportazione.

Il secondo obiettivo, che non si pone in termini alternativi al primo, ma al contrario si realizza attraverso un comune sforzo di ricerca, mira al conseguimento di livelli di sicurezza sempre più spinti nella progettazione, nella costruzione e nell'esercizio delle centrali nucleari.

Nel 1980 il programma proseguirà nell'ambito delle collaborazioni in atto con l'ENEL e con le imprese detentrici degli accordi di licenza per i reattori ad acqua leggera e riguarderà, come per il passato, tre principali aree di interesse: il nocciolo e combustibile, la progettazione impiantistica e i componenti del sistema nucleare.

Per quanto riguarda i reattori CANDU si ritiene, che nella fase attuale di incertezza delle prospettive industriali in Italia di questa tecnologia, non sia giustificato avviare uno specifico programma di promozione, considerato anche lo sforzo in atto per la realizzazione della centrale CIRENE che trova una particolare valorizzazione per il CANDU.

Il programma 1980 è stato formulato nell'ipotesi, ormai irrinunciabile, che si dia avvio, già nel corso dell'anno, ad un significativo piano di realizzazione in Italia di centrali ad acqua leggera e che l'esigenza largamente sentita da tutti gli operatori di non disperdere gli sforzi su più tecnologie, porti contestualmente alla scelta di un filiera di riferimento.

Non è possibile oggi stabilire su quale dei due tipi di reattore ad acqua leggera cadrà tale scelta, che dovrà essere effettuata nel quadro di una valutazione nazionale che tenga conto di tutta la complessa problematica in giuoco. Si deve tuttavia osservare che gli orientamenti attuali pongono opportunamente l'accento sulla necessità di inquadrare il problema della unificazione tecnologica nel contesto internazionale ed in particolare europeo e portano quindi a favorire il reattore ad acqua in pressione.

Nel 1980 ci si attende inoltre che, in ambito industriale, si pervenga ad un assetto organizzativo che, ottimizzando l'utilizzazione delle risorse disponibili nel paese, risulti congruente con la scelta della filiera di riferimento.

Anche l'organizzazione preposta all'attuazione del programma di promozione industriale, la cui ampiezza ed articolazione è destinata

ad aumentare notevolmente negli anni futuri, dovrà nel 1980 essere opportunamente rivista e potenziata per tener conto delle nuove più impegnative esigenze. Si dovrà in particolare assicurare una corretta ed efficace gestione delle varie collaborazioni con l'industria, nel quadro di un programma coordinato a livello nazionale, e si dovranno gettare le premesse per una crescente partecipazione dei laboratori del CNEN all'esecuzione delle attività.

Una iniziativa importante sotto il profilo programmatico ed organizzativo è quella relativa, al « progetto unificato » che coinvolgerà l'ENEL e le strutture impiantistiche nazionali e che si prevede prenda concreto avvio nel corso dell'anno. È opportuno che anche il CNEN, per una corretta finalizzazione dei programmi di promozione industriale, prenda parte ai lavori del progetto sia ai livelli decisionali sia a quelli esecutivi.

In definitiva il 1980 viene considerato un anno di transizione durante il quale dovranno maturare una serie di scelte e di iniziative politiche ed industriali necessarie per l'avvio del piano nucleare. In questa situazione evolutiva, e tenendo conto della realtà nucleare in atto nel paese, non è stato possibile introdurre sostanziali riorientamenti di attività nel programma del CNEN per il 1980.

Come negli anni precedenti lo sforzo sul PWR sarà concentrato soprattutto sui componenti mentre le attività BWR riguarderanno prevalentemente il nocciolo e la progettazione impiantistica.

Questa diversa finalizzazione delle attività di promozione ha tratto origine ed è tuttora condizionata e motivata dalla situazione di fatto che si è determinata in Italia negli ultimi anni nel settore dell'industria nucleare.

Nell'area della progettazione impiantistica e di sistema operano infatti l'AMN per i BWR e la società SIGENSOPREN per i PWR (non viene considerata la NIRA che, come è noto, non svolge attualmente attività nel campo dei reattori da acqua leggera).

L'AMN, attraverso la partecipazione in « *joint venture* » con la General Electric ai lavori per la fornitura della centrale di Caorso, ha potuto formare nel passato le proprie strutture di progettazione che attualmente sono impiegate nella realizzazione della centrale di Montalto di Castro.

Le analoghe strutture industriali per il PWR sono invece ancora in via di consolidamento essendo mancato nell'ultimo decennio il parallelo sforzo realizzativo di una centrale ad acqua in pressione e non essendosi potuti concretamente avviare fino ad oggi i lavori per le due unità ENEL già ordinate.

In questo quadro di riferimento le attività di promozione con l'AMN — nell'ambito del Consorzio NUCLITAL per quanto attiene al nocciolo e al combustibile, e di un Contratto di Associazione per gli aspetti impiantistici — trovano pertanto ampie possibilità applicative e finalizzazione specifica nel quadro della commessa di Montalto e con il supporto della centrale di Caorso, utilizzata come sorgente di dati e come strumento di qualificazione.

Vale peraltro la pena di osservare che le ricerche nell'area della progettazione impiantistica in corso con AMN, sono in buona parte rivolte a temi non coperti dalla licenza G.E. e che molti dei risultati

conseguiti sono applicabili anche a centrali equipaggiate con reattori ad acqua in pressione.

Le attività CNEN con SIGEN-SOPREN, regolate da un Contratto di Associazione che copre tanto gli aspetti relativi al nocciolo che quelli impiantistici, sono invece ancora in fase di avviamento e in buona parte rivolte alla formazione delle competenze ed alla acquisizione degli strumenti di base della licenza.

Nel 1980 si prevede anche una partecipazione dell'AGIP Nucleare ai programmi sul combustibile.

Nell'area dei grossi componenti del sistema nucleare sono presenti in Italia la BREDA e la FIAT. La base dell'attività produttiva della BREDA, che finora ha operato soprattutto sul mercato di esportazione, è costituita dai contenitori in pressione (per BWR e PWR) e dai generatori di vapore. La FIAT dispone di una licenza Westinghouse per componenti PWR.

Nel 1980 le attività CNEN con BREDA e FIAT proseguiranno, nell'ambito dei Contratti di Associazione in corso, sui temi già avviati negli anni precedenti, ponendo particolare enfasi sullo sviluppo e l'acquisizione a livello di produzione industriale, dei processi tecnologici necessari. In particolare giungeranno ad un grado avanzato di realizzazione alcune grosse attrezzature di prova, di cui una parte sarà localizzata presso il centro della Casaccia.

Nel 1980 si prevede anche di avviare, in stretto coordinamento con le società di sistema, un'attività nel settore dei componenti minori (strumentazione, valvole, pompe ausiliarie, scambiatori di calore) coinvolgendo nel programma di promozione industriale anche le piccole e medie imprese.

Come si è già detto, particolare enfasi verrà data agli aspetti di sicurezza soprattutto nell'area del nocciolo e combustibile e della progettazione impiantistica. Alcune attività su temi specifici di sicurezza verranno svolte anche al di fuori delle collaborazioni con l'industria coinvolgendo oltre ai laboratori del CNEN quelli del CISE. In particolare, se nel 1980 verrà dato il via dalla CEE al programma SARA-ESSOR presso il Centro di Ispra, si prevede che il CNEN assuma un ruolo particolarmente attivo nell'ambito di questo importante progetto internazionale di sicurezza, con partecipazione diretta di personale e svolgendo attività di appoggio nei propri laboratori.

1.2. Progetto CIRENE.

Il progetto CIRENE, che prevede la realizzazione di un impianto prototipo da 40 MW elettrici, moderato ad acqua pesante, ha raggiunto un avanzato grado di sviluppo che, in termini economici, supera sensibilmente la metà del costo totale.

Anche se il reattore CIRENE non può più essere considerato un prototipo dimostrativo di filiera, la sua realizzazione costituisce una prova della capacità integrata di progettare, licenziare, costruire e gestire un impianto di concezione italiana. Questa prova

fornisce un utile contributo all'immagine dell'industria italiana come potenziale fornitrice a livello internazionale di interi sistemi nucleari a tecnologia avanzata e costituisce pertanto un importante elemento promozionale (in particolare ai fini della commercializzazione dei reattori CANDU).

Il programma, come è noto, è frutto di una collaborazione tra il CNEN, l'ENEL e la NIRA.

Il CNEN cura l'esecuzione delle attività di ricerca e sviluppo e provvede alla progettazione e fabbricazione del combustibile; la NIRA ha il compito, in qualità di contraente principale, di realizzare l'Isola nucleare e l'ENEL svolge le funzioni di committente dell'ordine NIRA, appalta direttamente le opere civili e provvede all'approvvigionamento del macchinario della parte convenzionale dell'impianto.

Lo schema organizzativo adottato riflette correttamente i ruoli e le competenze dei singoli partecipanti e per quanto riguarda i rapporti ENEL-Industria ricalca il modello che verrà adottato per la realizzazione delle centrali di potenza.

Il compito sempre più attivo che il CNEN sarà chiamato a svolgere nei prossimi anni nella promozione dell'industria nucleare italiana delineato nel precedente paragrafo suggerisce, ora che l'impianto CIRENE è entrato in piena fase realizzativa e che coinvolge oltre alla NIRA una molteplicità di imprese subfornitrici, l'opportunità di una maggiore partecipazione del CNEN alla gestione tecnica dell'impresa a fianco dell'ENEL.

Nel 1980 pertanto si intende aumentare la presenza del CNEN nel gruppo di committenza CIRENE.

Il programma di realizzazione dell'impianto registra attualmente, rispetto all'ultima edizione del piano cronologico aggiornata ad ottobre 1978, un ritardo di circa 4 mesi, che non si ritiene possa essere facilmente recuperato. La data del completamento dei montaggi passa quindi da giugno ad ottobre 1982.

Le cause del ritardo sono da attribuirsi principalmente a difficoltà di ordine tecnico incontrate nel cantiere (sistema di impermeabilizzazione dell'edificio reattore e saldatura in sito per la flangia del contenitore di sicurezza).

Nel 1980 l'attività di progettazione proseguirà in tutti i settori, ed in particolare quella relativa all'Isola Nucleare passerà dall'attuale 70 per cento all'80 per cento del totale.

Nel corso dell'anno si prevede inoltre di completare l'emissione degli ordini per i sistemi e componenti dell'Isola Nucleare. Questo programma potrebbe non essere completamente rispettato se intervenissero rallentamenti nell'approvazione dei rapporti di progetto particolareggiato, e sensibili cambiamenti di indirizzo nella concessione di certificazioni rispetto alla linea sinora seguita.

Per quanto riguarda il *licensing*, nei primi mesi del 1980 sarà completata l'emissione da parte dell'ENEL dei 22 rapporti di progetto particolareggiato in cui è stato diviso l'intero impianto ed entro la fine dell'anno la Direzione Sicurezza del CNEN dovrebbe approvare altri 6 rapporti di progetto in aggiunta agli 8 già evasi.

In cantiere proseguiranno i lavori di costruzione dell'edificio reattore - che risulterà a fine anno prossimo al completamento - quelli dell'edificio piscina-waste ed inizieranno i lavori relativi all'edificio della sala controllo.

In merito alla fornitura della 1^a carica di combustibile il programma prevede l'emissione degli ordini del materiale fissile e delle guaine in zircaloy ed alcune operazioni di adattamento della linea di fabbricazione del CNEN che dovrebbe entrare in produzione nel 1981.

Le attività di ricerca e sviluppo in appoggio alla realizzazione del prototipo CIRENE, ormai giunte alla fase conclusiva, proseguiranno ancora nel 1980 nell'area del combustibile e della sicurezza.

Nel corso dell'anno saranno completate le prove di irraggiamento nel reattore ESSOR di alcuni spezzoni di combustibile a piena scala e saranno eseguite prove di lunga durata per verificare il comportamento ad usura del complesso colonna di combustibile-tubo a pressione. Verranno infine portate a termine alcune indagini di sicurezza già in corso, in particolare quelle sul comportamento del combustibile in condizioni di perdita di refrigerante.

2. Reattori veloci.

2.1. Progetto PEC.

Il reattore a neutroni veloci per la prova di elementi di combustibile (PEC), parte prevalente del contributo italiano al programma comune CNEN-CEA, rappresenta la più significativa realizzazione del sistema italiano nel settore. Questo progetto è al limite delle capacità realizzative del sistema stesso, e richiede pertanto il massimo sforzo da parte del CNEN e delle industrie interessate. Premesso che, in base ai risultati di una approfondita indagine svolta dall'Ente sui costi a finire (circa 650 miliardi), sui tempi di completamento meccanico (1983-1984), e sulla data di disponibilità dell'impianto per attività di ricerca (1985-1986), nel corso dell'esercizio 1980 sono previste le seguenti attività:

Verrà completato l'invio dei progetti particolareggiati da parte della NIRA per l'esame da parte degli Organi di controllo.

Per quanto riguarda l'attività di progettazione relativa al nocciolo di competenza del CNEN:

a) per la parte « neutronica », continueranno i calcoli di riferimento con nocciolo comprendente anche U^{235} ;

b) per la parte « verifiche di schermaggio », verranno completati i calcoli per gli edifici Sodio e Gas e proseguiranno i calcoli delle penetrazioni per tutti gli edifici.

Inizieranno le attività sperimentali per prove degli elementi del nocciolo in sodio. Si prevede l'ultimazione delle prove di caratterizzazione idraulica degli elementi del nocciolo nei circuiti Espresso e CEDI.

Nella primavera del 1980 è prevista la seconda prova esplosiva sul modello scala 1/6 della tanca reattore e relative strutture di sostegno.

Inizieranno le prove esplosive sul canale di prova e sugli elementi del nocciolo.

Inizierà la campagna sperimentale sul comportamento del nocciolo in condizioni sismiche.

Inizieranno i lavori sul simulatore.

Inizierà la sperimentazione sui canali provati.

Verranno formalizzati i contratti per l'approvvigionamento del fissile e la fabbricazione del combustibile.

Sul cantiere, gli obiettivi per l'anno 1980 sono subordinati allo sblocco, entro il dicembre 1979, delle procedure di approvazione dei progetti particolareggiati. I lavori per la sistemazione del sito potranno comunque continuare per tutto il 1980.

Lo sblocco delle procedure di approvazione condiziona anche ogni stima a finire: sull'ipotesi che le attività possano riprendere a pieno ritmo, per tutto il fronte dei lavori, nella primavera 1980, è infatti basato l'obiettivo del completamento meccanico dell'impianto entro il 1983.

Le principali scadenze intermedie, previste per aree di attività, sono le seguenti:

- attività relativa alla fabbricazione del combustibile: fine 1982;
- sistemazione sito: entro il 1983;
- attività sperimentale sui canali di prova: fine 1981.

2.2. Filiera Veloce.

I reattori veloci consentono, attraverso una tecnologia complessa e costosa, di moltiplicare per un fattore che si aggira fra 50 e 70 volte il potenziale energetico dell'uranio rispetto all'uso nei reattori termici. Tutti i paesi industrializzati svolgono intensa attività di ricerca e sviluppo in questo settore; la Francia, in particolare, è già impegnata nella realizzazione di una centrale veloce di potenza (Superphénix, in comproprietà tra EDF, RWE e ENEL). Il Parlamento italiano ha deciso la sola prosecuzione delle attività di ricerca e sperimentazione, anche nell'ambito degli accordi internazionali esistenti (il CNEN opera attraverso un accordo di collaborazione con il CEA francese; la Società NIRA partecipa come capofila italiano alla realizzazione di Superphénix).

Le azioni proposte dal CNEN per mantenere aperta l'« opzione veloce » hanno lo scopo di:

approfondire gli aspetti connessi con la sicurezza e con le valutazioni economiche e di affidabilità;

sviluppare la capacità del sistema italiano (ricerca, industria, ente elettrico, organo di sicurezza) di operare in questa tecnologia.

Le attività previste per il 1980 comprendono le azioni condotte dal CNEN principalmente nell'ambito dell'accordo col CEA e quelle promosse verso l'industria componentistica.

In attesa di definire le linee guida di un programma di filiera che abbia una connotazione nazionale coerente con gli obiettivi che si intendono conseguire nel settore dei reattori veloci, per il 1980 si propone il proseguimento del lavoro finora intrapreso nei vari settori di attività.

Nel settore della tecnologia-componenti, l'impegno verrà concentrato sulle seguenti linee di attività:

- a) sviluppo del generatore di vapore;
- b) sviluppo delle pompe;
- c) sviluppo di altri componenti del blocco reattore e dei circuiti.

I principali obiettivi per il 1980 possono così riassumersi:

effettuazione delle prove sul prototipo di generatore di vapore PGV-1 presso la stazione di prova di Les Renardières;

proseguimento delle prove di reazione sodio-acqua su modelli del generatore del vapore del reattore Superphénix-1 sull'impianto ISA-1 del Brasimone;

avvio delle prove sulla « Pivoterie » della pompa primaria del reattore Superphénix sull'impianto CPV-1 del Brasimone.

Nel settore della tecnologia-materiali, proseguiranno le azioni tendenti a qualificare i materiali ed il processo di fabbricazione impiegati per i componenti dei reattori veloci.

Nel settore degli studi di nocciolo, proseguiranno le attività in corso sulla termoidraulica, sulla termomeccanica e sull'analisi di rumore. I principali obiettivi per il 1980 riguardano:

effettuazione di esperienze su fasci di barre scaldate in geometrie nominali e deformate;

messa a punto dei relativi codici di calcolo interpretativi;

sviluppo di tecnologie avanzate per la realizzazione di fasci scaldanti;

messa a punto ed applicazione di metodi per l'analisi di rumore termico, neutronico, acustico e meccanico;

messa a punto di codici per lo studio dell'equilibrio meccanico del nocciolo;

messa a punto di un codice di calcolo per lo studio della circolazione del sodio nella zona intercapedine fra gli elementi del nocciolo.

Nel campo della fisica, le attività continueranno nelle due linee:

acquisizione, analisi e confronto di metodi di calcolo per il progetto neutronico del nocciolo ed il dimensionamento degli schermi;

messa a punto di archivio di dati nucleari.

Gli obiettivi 1980 sono indirizzati verso la messa a punto di un sistema di calcolo che permetta di affrontare, da un lato alcuni problemi di sicurezza, dall'altro lo studio dei noccioli eterogenei.

Nel settore del combustibile, le attività saranno concentrate sui temi seguenti:

comportamento fenomenologico dei combustibili ad ossidi misti;

sviluppo del progetto e della fabbricazione dell'elemento di combustibile di filiera;

sviluppo dei combustibili a carburi.

I principali obiettivi 1980 possono essere così suddivisi:

misura dell'integrale di conducibilità di ossidi misti con differenti rapporti O/M e studio dell'interazione meccanica combustibile guaina con irraggiamenti *ad hoc*;

prove di ciclaggio termico su fasci di barre sul circuito ESPRESSO;

studio dell'interazione fascio-scatola;

studio del comportamento dei carburi sotto irraggiamento con esperienza *ad hoc*.

Nel campo della sicurezza, proseguiranno le attività inerenti il comportamento dinamico del refrigerante, del combustibile, del nocciolo e delle strutture, nonché le attività sui grandi fuochi di sodio.

Gli obiettivi principali che si intendono conseguire sono:

studio dei transitori con ebollizione di sodio mediante esperienze su fasci di barre scaldate;

studi degli effetti dovuti a un difetto di refrigerazione mediante esperienze in acqua;

studio dell'interazione combustibile-sodio mediante esperienze *ad hoc*;

sviluppo e messa a punto di un codice di dinamica essenziale per lo studio della sicurezza del nocciolo;

studio teorico-sperimentale della risposta delle strutture di contenimento ai carichi dinamici tipici degli incidenti;

avvio, in collaborazione col CEA, del programma ESMERALDA, finalizzato verso una migliore conoscenza degli effetti di grandi fuochi di sodio.

Nel settore degli studi tecnico-economici, continueranno gli studi di strategia inerenti l'introduzione dei reattori veloci in un sistema elettronucleare a base di reattori termici.

Nel campo della normativa, le attività proseguiranno sulle linee seguenti:

- raccolta, classificazione e confronto di norme;
- valutazione dei margini di sicurezza e dell'adeguatezza delle norme esistenti per componenti ad alta temperatura;
- caratterizzazione dei materiali;
- acquisizione e convalida di strumenti di calcolo per l'analisi del comportamento termomeccanico delle strutture.

Gli obiettivi principali 1980 sono così finalizzati:

- confronto fra le normative italiane e quelle degli altri Paesi;
- messa a punto di procedure e specifiche per l'accettazione di componenti e insiemi;
- elaborazione di raccomandazioni per ispezioni in servizio di componenti e di sistemi;
- studio dell'effetto dei transitori termici sulle strutture;
- analisi delle caratteristiche dei materiali;
- studio dell'inizio e della propagazione delle fessure in acciaio inox sottoposti a *shock* termico;
- analisi della distribuzione di temperature e delle deformazioni dovute a *shock* e cicli termici;
- utilizzazione e convalida di metodi per l'analisi delle tubazioni.

3. *Ciclo del Combustibile.*

Per quanto riguarda le fasi che precedono l'utilizzo nel reattore, si tende a una concentrazione degli sforzi: per l'arricchimento (data la disponibilità di servizi di arricchimento in base a contratti già stipulati con EURODIF) si punta su tecniche promettenti per il futuro (laser); per la fabbricazione del combustibile sono perviste azioni di appoggio alle attività industriali dell'Agip Nucleare. Si prosegue in particolare lo sviluppo di combustibile che massimizzi l'efficienza d'uso della risorsa uranio.

Impegni maggiori che nel passato sono dedicati ai complessi problemi delle fasi a valle del reattore, che il CNEN affronta in collaborazione con l'Agip Nucleare, come disposto dal CIPE:

ritrattamento del combustibile; è previsto l'uso degli impianti disponibili presso il CNEN per campagne sperimentali e l'inizio delle attività necessarie per la progettazione di un impianto nazionale, sulla

cui realizzazione si deciderà successivamente, dopo il quinquennio coperto dal presente piano;

smaltimento delle scorie radioattive, con attività svolte direttamente in Italia e attraverso collaborazioni internazionali; questo aspetto coinvolge sia azioni di lungo termine, ma da intraprendere immediatamente, che sono di fondamentale importanza per il futuro dell'energia nucleare, sia azioni a breve termine legate all'immagazzinamento di elementi di combustibile irraggiato o alla sistemazione di residui a bassa attività che condizionano l'operazione dei reattori già funzionanti.

3.1. Arricchimento dell'uranio.

A partire dal 1980 i programmi di attività nel campo dell'arricchimento dell'uranio saranno riorientati. Le attività saranno concentrate su tre linee principali:

- sviluppo processi;
- sviluppo componenti e materiali;
- sviluppo metodo laser.

Per la parte sviluppo processi saranno avviate attività di ricerca e documentazione su metodi avanzati di arricchimento dell'uranio (via chimica).

Verranno inoltre avviati studi di separazione isotopica interessanti altri settori del ciclo del combustibile (trizio).

Per la parte componenti e materiali è previsto il proseguimento delle attività di ricerca in corso:

- messa a punto di barriere in nichel di tipo avanzato (Società Merisinter);
- caratterizzazione di olii fluorurati (Soc. Montedison);
- messa a punto delle tenute ruotanti sui compressori di produzione nazionale (Nuovo Pignone).

Si valuterà, in funzione dei risultati di dette attività, la possibilità di:

- collaborazione con il CEA francese per la omologazione delle valvole prodotte dalla Soc. Nuovo Pignone;
- qualificazione a Pierrelatte dei compressori di media taglia realizzati dalla Soc. Nuovo Pignone.

Per la parte sviluppo metodo laser è previsto:

- il proseguimento delle esperienze di fotoionizzazione selettiva dell'uranio atomico;

l'esame delle proprietà dello UF_6 irraggiato con radiazione ultravioletta;

lo studio delle proprietà ottiche dello UF_6 in getto;

il proseguimento di studi ed esperienze su spettroscopia molecolare ad alta risoluzione dell'infrarosso di composti molecolari dell'uranio con realizzazione di un fascio molecolare supersonico;

lo studio dei fenomeni di assorbimento selettivo e multifotonico dei composti molecolari dell'urani nell'infrarosso;

la ricerca e sviluppo di sorgenti laser di potenza, in particolare di elevata potenza media ed accordabili in frequenza nell'infrarosso e nell'ultravioletto.

3.2. Fabbricazione del combustibile.

Combustibile per reattori termici. — Nel 1980 l'attività sui combustibili per reattori termici sarà proseguita e finalizzata all'interiorizzazione delle licenze acquisite dalle industrie nei settori del progetto della fabbricazione del combustibile, alla verifica di aumento di prestazioni (combustibile ad alto burn-up) e allo sviluppo di più elevati criteri di sicurezza.

Il programma è articolato in quattro principali aree di competenza: progetto, materiali, fabbricazione, sperimentazione e post-irraggiamento.

Sono previste diverse fasi nell'avanzamento dell'attività; la prima riguarda il riordino e la razionalizzazione di tutte le competenze accumulate dal CNEN nel corso di oltre un decennio di lavori e nello stesso tempo di confronto delle linee del programma con le esigenze industriali (in particolare dell'AGN).

Nel corso del 1980 si prevede di avviare il programma in tutte e quattro le aree di competenza, allo scopo soprattutto di promuovere e pilotare la convergenza delle diverse forze interessate al problema: industrie di sistema (AMN, SIGEN), industria combustibilistica (AGN), utilizzatore (ENEL), controllore (CNEN-DISP).

In particolare saranno sviluppati i temi relativi a:

sviluppo codici per il progetto;

caratterizzazione materiali (guaina e fissile) in diverse condizioni operative;

certificazione materiali strutturali;

studio sulle interazioni combustibile-camicia;

sviluppo processi avanzati di fabbricazione;

sperimentazione fuori pila sul fascio;

sperimentazione in pila sulla barra;

studio sul combustibile di centrale.

Combustibile per reattori veloci. — Si proseguirà il programma di sviluppo già iniziato ponendo particolare attenzione ai seguenti temi di ricerca:

sviluppo e prova di un metodo di fabbricazione alternativo di pastiglie di ossido misto U-Pu mediante il processo sol-gel; tale attività verrà sviluppata in collaborazione con l'AGN e eventualmente con il CEA;

sperimentazione in pila e fuori pila atte a elaborare il complesso dei codici necessari per la progettazione della barretta veloce ad ossido misto-acciaio-giunto ad elio.

Inoltre verrà proseguita l'attività sui carburi misti U e Pu in collaborazione con il CEA e si prevede di assistere l'industria SF per quanto attiene la realizzazione dell'impianto industriale ad ossidi misti.

Fornitura primo nocciolo CIRENE. — La fornitura è prevista per la fine del 1982. Nel corso del 1980 saranno terminati tutti i documenti necessari per l'approvvigionamento dei materiali (specifiche, piani di controllo etc) e per qualificare la fabbricazione (procedure di fabbricazione e controllo). Inoltre saranno qualificate, su richiesta del progettista, alcune fasi di fabbricazione alternative da applicare nel caso che i risultati su alcune prove di comportamento in corso non fossero positivi (*fretting corrosion*).

Fornitura primo nocciolo PEC. — Nel corso del 1980 continuerà l'attività relativa all'approvvigionamento dei materiali strutturali semilavorati, alla lavorazione dei componenti e all'approvvigionamento dei «preassemblati freddi». Questa attività comporta anche interventi diretti soprattutto nel campo dei controlli di qualità.

Nel corso dell'anno dovrà essere affidata anche la commessa di fabbricazione delle barrette con fissile.

Per quanto riguarda le attività migliorative delle infrastrutture di ricerca, nel corso del 1980 sono previste tra l'altro:

modifiche di adeguamento di sicurezza dell'impianto Plutonio;

per l'impianto Celle Calde, modifiche alle aree attive di OPEC-1 e completamento delle prove funzionali e migliorie di OPEC-2.

3.3. Ritattamento del Combustibile.

L'obiettivo nel settore del ritattamento è lo sviluppo delle conoscenze dei processi e della tecnologia per il ritattamento dei combustibili termici e, in prospettiva per i combustibili veloci. E ciò in vista della realizzazione di un impianto ove effettuare il servizio nazionale di ritattamento.

Per conseguire questo obiettivo, il CNEN dispone degli Impianti EUREX di Saluggia e ITREC della Trisaia e di un Laboratorio di ricerca presso il CSN Casaccia.

Nel 1978 presso EUREX (entrato in funzione a caldo con la campagna MTR nel 1970), concluse le modifiche e le migliorie all'impianto sono state eseguite le prove « non nucleari » (con combustibile nucleare non irraggiato) in vista della realizzazione, nel 1979, di una sperimentazione di ritrattamento di 1,7 tonnellate di combustibile tipo Candu, irraggiato nella Centrale di Pickering, nell'ambito dell'accordo di collaborazione CNEN-AECL.

Per motivi essenzialmente legati all'*iter* autorizzativo da parte degli Organi di controllo, tale campagna non è stata avviata nel 1979, ed è prevista quale impegno principale dell'impianto EUREX per il 1980.

In parallelo con la realizzazione della campagna Candu, dovrà essere preparata la campagna di ritrattamento dei combustibili di Latina, già immagazzinati presso il bacino di deposito.

Nel corso del 1980 verrà avviato il progetto di massima del sistema per lo sguainamento meccanico, in una sezione separata della piscina EUREX, di tali combustibili, e il loro trasferimento, via cella di taglio, nel dissolutore.

Contemporaneamente, sempre nel corso del 1980, dovrà essere presentato e discusso con gli Organi di controllo il rapporto preliminare di sicurezza relativo alla installazione, presso l'impianto EUREX, di una unità di laboratorio, per la conversione del plutonio nitrato ad ossido, mediante processo Sol-Gel.

Tali attività di progettazione comportano il potenziamento della struttura di committenza che dovrebbe avvalersi dell'apporto tecnico di personale dell'Agip Nucleare.

Presso l'impianto ITREC (entrato in funzione a caldo nel 1975, con la campagna U-Tu del reattore Elk-River, completata alla fine del 1978), il programma delle attività per il 1980 prevede:

interventi di manutenzione calda per miglioramenti e modifiche dell'impianto in vista della seconda campagna di ritrattamento del combustibile Elk-River. In particolare sono previsti grandi interventi in area piscina per la manutenzione della macchina di smantellamento, in cella di decontaminazione per la sostituzione del fascio di un evaporatore e sul banco miscelatori-decantatori della sezione estrazione-lavaggio;

attività sperimentale sui contattori centrifughi e su un dissolutore continuo di nuova concezione (nell'ambito dell'accordo di collaborazione italo-polacco), e su una unità di conversione nitrato-ossido di U.

È previsto inoltre il completamento di un progetto di una unità pilota per la sperimentazione con tecniche di operazione a distanza del processo Sol-Gel.

Nel 1980 continuerà l'attività di progettazione per l'adattamento dell'impianto ITREC a sperimentazione dimostrativa con combustibile per reattori veloci, al fine di acquisire i dati necessari alla progettazione di un impianto pilota per il ritrattamento del combustibile PEC.

L'esercizio degli impianti EUREX e ITREC è integrato e accompagnato dalle attività di ricerca e sviluppo svolte presso il Laboratorio ricerche del CSN Casaccia.

Il programma per il 1980 presso detti laboratori prevede:

il proseguimento dello studio di nuovi sistemi estraenti per attinidi e prodotti di fissione;

la verifica di schemi chimici avanzati di separazione U-Pu (coprocessing);

la messa a punto di processi di purificazione finale di U e Pu;

lo studio di nuovi componenti per la separazione di attinidi (contattori centrifughi) finalizzato alla verifica della interconnessione tra parametri chimici (cinetica, processi redox) e realizzazione degli stessi componenti;

la messa a punto di nuove apparecchiature e tecniche di misura (assorbimento differenziale, densimetro conducimetro, fluorescenza X, misure di criticità, spettrometria gamma di plutonio).

Inoltre è previsto il potenziamento delle strutture sperimentali mediante l'ampliamento del laboratorio e servizi.

Nel 1980 inoltre continuerà la collaborazione con l'industria nazionale per lo sviluppo di componenti tecnologicamente avanzati degli impianti di ritrattamento, da sperimentazione nelle Hall tecnologiche degli impianti EUREX e ITREC.

3.4. Trattamento e condizionamento residui radioattivi.

Residui radioattivi a bassa e media attività. — A fine del 1980, per l'impianto EUREX, è prevista l'effettuazione della gara di appalto per le opere civili della Stazione trattamento effluenti (STE); tale gara seguirà all'approvazione del progetto particolareggiato delle opere civili e relativa analisi sismica da parte dei competenti Organi di controllo.

Tale attività, che avvia a soluzione una precisa prescrizione tecnica di sicurezza, permetterà per la prima volta in Italia l'acquisizione di una esperienza diretta, a livello impianto pilota, di trattamento e condizionamento dei residui radioattivi a basso e medio livello col metodo della bitumazione.

Per questa realizzazione si prevede il potenziamento della struttura di committenza, che si avvarrà, ove possibile, dell'apporto tecnico di personale dell'Agip Nucleare.

Proseguiranno inoltre le ricerche, risultate fin d'ora assai promettenti, sull'inglobamento dei residui radioattivi in resine poliestere nell'ambito del contratto con la Società Snia Viscosa.

Per i residui solidi nel 1980 verrà iniziata la costruzione di un impianto di compattazione e condizionamento. L'esperienza acquisita con tale unità consentirà la realizzazione di altre unità presso altri centri del CNEN.

Residui radioattivi ad alta attività. — Nell'ambito delle attività per il trattamento dei residui radioattivi ad alta attività, è previsto il completamento e l'avvio della sperimentazione a freddo dell'impianto pilota IVET-1 per il Centro della Trisaia.

Inoltre, verranno avviate le attività di progettazione (concettuale e di massima) per due unità pilota di trattamento e condizionamento dei residui liquidi ad alta attività per gli impianti EUREX di Saluggia e ITREC di Trisaia; la taglia dell'impianto presso ITREC è, comunque, condizionata dalla definizione delle attività di ricerca nucleare per il centro della Trisaia. Proseguiranno inoltre, presso le celle calde di Eссор al CCR di Ispra, le attività di completamento della struttura sperimentale Ester per la conduzione di esperienze a caldo su processi di vetrificazione.

In questo campo saranno, inoltre, avviati rapporti con l'industria nazionale per la realizzazione di prototipi di componenti a tecnologia avanzata.

Per quanto riguarda il problema dei residui degli impianti di fabbricazione, in particolare quelli provenienti dal Laboratorio Plutonio, verrà iniziata nel 1980 la progettazione di un impianto pilota per la solidificazione dei residui liquidi e di un impianto pilota per il trattamento dei residui solidi.

Effluenti aeriformi e liquidi. — Proseguiranno le attività di ricerca con l'Università di Pisa sui sistemi avanzati di abbattimento di iodio aerosol, rilasciati in condizioni accidentali da un impianto del ciclo del combustibile. Si avvierà inoltre l'attività di ricerca, presso i laboratori del CNEN, sulla separazione isotopica del trizio da acque triziate provenienti da effluenti di impianti di ritrattamento.

Partecipazione ad attività internazionali - Eurochemic. — La partecipazione all'attività svolta dalla Società Eurochemic di Mol (Belgio), relativa al trattamento dei residui radioattivi a medio e alto livello, permetterà di acquisire informazioni di processo e tecnologie complementari alla sperimentazione prevista in Italia nel settore.

4. *Fusione Nucleare.*

Il CNEN, anche in armonia con quanto avviene nei principali paesi industrializzati, è impegnato su questo obiettivo di lunga portata. Svolge direttamente ricerche nei suoi laboratori e sviluppa come linea prevalente macchine di tipo « Tokamak » a confinamento magnetico, senza trascurare la soluzione alternativa del confinamento inerziale, in particolare sfruttando impulsi di luce laser.

Poiché la fusione controllata è un obiettivo che travalica le singole capacità nazionali, il CNEN partecipa a programmi di ricerca comunitari e ad altre iniziative internazionali.

4.1. Confinamento magnetico.

Tokamak FT. — Proseguirà la sperimentazione con il Tokamak FT comprendente, tra l'altro, l'installazione di un nuovo alimentatore per migliorare il controllo della scarica.

Radiofrequenza. — Entrerà in funzione l'impianto di riscaldamento addizionale da 1 MW, alla frequenza ibrida inferiore, del plasma del Tokamak FT.

Superconduttività. — In collaborazione con un laboratorio svizzero (SIN, Villigen), ed un laboratorio olandese (TNO, Petten) verrà costruita una bobina superconduttrice con campo da 8T, lunga 1m e del diametro di 1m, per prove di materiali superconduttori e relativi metodi di raffreddamento.

Tokamak FT - Upgrade (FT-U). — È previsto l'avvio della costruzione di una versione potenziata del Tokamak FT che utilizzi l'impiantistica di alimentazione ed ausiliaria della macchina attuale. La macchina FT-U, la cui progettazione è attualmente in corso, sarà dotata di un forte riscaldamento addizionale a radiofrequenza.

4.2. Confinamento inerziale.

Laser a Neodimio. — Verrà completata la costruzione di un sistema laser a Neodimio con due fasci da 250 J, 3nsec.

Laser Chimera. — Si procederà al completamento del sistema laser a CO₂ Chimera da 50 J, 1 nsec, e alla sua dotazione di diagnostiche. Verrà affidata all'industria nazionale la costruzione di una seconda sezione amplificatrice di potenza.

Laser a CO₂ da 1 KJ. — Verrà ordinata all'industria nazionale la costruzione del primo stadio di un sistema amplificatore laser a CO₂ a doppio fascio a scarica sostenuta da un fascio di elettroni, già progettato nell'ambito della Divisione Laser. Tale sistema dovrà fornire due fasci da 1 KJ, 1 nsec.

5. Protezione dell'ambiente e della salute dell'uomo.

Il CNEN intende potenziare il proprio impegno di ricerca sulla sicurezza degli impianti nucleari e sugli effetti delle radiazioni sull'ecosistema e sull'uomo. In questi campi il CNEN è da tempo attivamente presente e le competenze acquisite sono riconosciute a livello nazionale e internazionale, anche al di fuori del comparto nucleare.

A fronte della crescente domanda sociale di ricerche sulla protezione dell'ambiente e sulla sanità pubblica, in relazione alle attività produttive ed in particolare a quelle legate con la produzione di energia, il CNEN è disponibile a operare anche in campi non nucleari.

5.1. Ricerche sull'ambiente.

Le ricerche sull'ambiente si sviluppano su archi di tempo molto lunghi in quanto sono basate sull'assunzione di serie di dati il cui valore cresce con il miglioramento delle statistiche. Pertanto tali linee di ricerca costituiscono, in generale, la prosecuzione di quelle corrispondenti degli anni precedenti. I risultati parziali attesi per il 1980 saranno evidenziati solo dove possibile.

Nel quadro degli studi sulla sismotettonica del nostro paese saranno perfezionati alcuni cataloghi sismici regionali (esempio Lazio), saranno continuate le interpretazioni macrosismiche in chiave geologica, saranno proseguiti gli studi sull'area campione di Irpinia-Potenza. Risultati parziali sono attesi dagli studi di geomorfologia applicati alla determinazione cronologica e geometrica dei movimenti delle zone costiere (terrazzi e linee di coste).

Oltre alla prosecuzione delle ricerche iniziate negli anni scorsi sui problemi radioecologici connessi con ricerche e sfruttamento di giacimenti uraniferi (Val Vedello, Val di Novazza, Alpi Marittime) e sulla distribuzione degli elementi tossici (radioattivi e stabili) nelle acque naturali italiane e nelle diete alimentari, verrà studiato l'impatto ambientale delle diverse fonti di energia, soprattutto in termini di geochimica ambientale. In questo contesto, particolari studi riguarderanno gli effetti in superficie della ricerca o sfruttamento di campi geotermici in corso nell'Italia centro-meridionale. Nel quadro di questi studi, rilevanza notevole sono destinate ad assumere le collaborazioni in atto con il CNR (Progetto finalizzato qualità dell'ambiente) e con l'AGIP S.p.A.

Per quanto riguarda la radiocontaminazione dell'ambiente verrà potenziato l'intervento del CNEN nella gestione delle reti di rilevamento nazionale. Data l'assenza pratica di altre istituzioni (Università, Laboratorio di igiene e profilassi, ecc.) che si possano prendere carico di simili attività, si ritiene necessario mobilitare tutte le possibilità dell'Ente, appoggiandosi, ogni qualvolta possibile su unità operative locali. Ovviamente sarà continuata anche l'attività di coordinamento e di intercomparazione, al fine di garantire la confrontabilità e l'affidabilità per tutti i risultati ottenuti. Le attività di ricerca nel campo della contaminazione dell'ambiente marino saranno oggetto di un contratto con la CCE, e saranno incentrate sulla determinazione dei fattori inorganici (esempio sedimenti) e biologici di possibile concentrazione dei radionuclidi, con conseguente costruzione di modelli di accumulo in funzione dei principali parametri ambientali.

Nel 1980 sarà resa esecutiva la Convenzione con il CNR che prevede uno stretto coordinamento programmatico tra le ricerche

sull'ambiente marino del CNEN e l'attività dell'unità di ricerca CNR di S. Terenzo (La Spezia).

Campagne di studio e di controllo su siti nucleari esistenti saranno svolte in collaborazione con la DISP sia in ambiente continentale che marino.

Per l'ambiente atmosferico sono previste campagne sperimentali di micrometeorologia al fine della verifica di fenomeni di diffusione dei gas nobili; sono previsti studi sugli effetti delle torri di raffreddamento a secco, nel quadro del contratto affidato dal CNEN alla Belleli; sono previsti, con l'Euratom, studi sulla diffusione delle nubi di gas esplosive nel quadro di ricerche di sicurezza degli impianti nucleari.

Un problema comune a tutte le unità operative che si occupano di misurare la radioattività a basso livello è il rinnovo della strumentazione. Infatti il suo rapido invecchiamento non è stato in alcun modo compensato da alcuni anni, date le decurtazioni sui bilanci preventivi e gli impedimenti sorti, di fatto, in fase di spesa. Per evitare quindi il blocco improvviso delle misure, con gravi ed irreversibili conseguenze, sarà necessario un parziale rinnovo della strumentazione.

5.2. Radioprotezione.

Gli studi per la protezione sanitaria dell'uomo dalle radiazioni coprono un ampio spettro di attività che vanno dalle ricerche di fisica relative alla misura della dose sino a quelle di tipo biologico e medico.

Le ricerche dosimetriche saranno, come per il passato, finalizzate sull'uso della termoluminescenza applicata alla dosimetria di campi misti. Le ricerche di dosimetria avanzata continueranno a sviluppare apparecchiature e tecniche per la rivelazione elettrochimica di tracce di danno da radiazioni e per la ricerca di rivelatori a film sottili. Anche le esperienze e gli studi di microdosimetria nell'ambito del contratto Euratom verranno condotte utilizzando come sorgenti di irraggiamento il reattore Tapiro e l'acceleratore di Ispra. Nel campo della biofisica e della biologia molecolare l'attenzione sarà focalizzata in modo particolare sulla regolazione genica, in relazione all'effetto di fattori ambientali dotati di attività cancerogena. Nel campo della biologia cellulare, stanti le difficoltà di soluzione di vari problemi tecnici relativi al mantenimento delle colture in vitro ci si orienterà nel senso di riaggiustare le attività sugli argomenti seguenti:

studio (in un programma comune con il CNR) di radiosensibilizzanti su cellule in vitro;

sviluppo di tecniche in vitro per la mutagenesi delle piccole dosi di radiazioni o di agenti chimici;

sviluppo di recenti tecniche in vitro fondate sulla cultura dei sferoidi tumorali;

sviluppo di sistemi tumorali sperimentali e determinazione dei loro parametri cinetici di accrescimento.

Si prevede che l'attività nel corso del 1980 sarà focalizzata sugli aspetti tecnici e metodologici delle ricerche, che sono di introduzione recente nei laboratori del CNEN.

Nel settore della radiopatologia si darà priorità alle azioni di lunga durata che riguardano le ricerche sugli effetti tardivi e sulla cancerogenesi da radiazione. Sarà necessario completare le strutture minime e la messa a punto delle tecniche per la patologia degli animali trattati con plutonio che verranno a disposizione entro il 1980. Le ricerche immunologiche saranno continuate con particolare enfasi sull'uso delle tecniche in vitro e, nell'ambito degli studi in vivo per la parte relativa alle piccole dosi di radiazioni ed alla risposta immunitaria in corso di invecchiamento. Così anche verranno continuate le ricerche di citogenetica e di radiogenetica su cellule somatiche umane e su modelli animali sperimentali. Molte delle ricerche elencate saranno condotte con neutroni veloci il che implicherà il mantenimento di collaborazioni a livello nazionale ed internazionale per ottenere l'accesso alle relative sorgenti. Con prevalenti collegamenti internazionali saranno continuate le ricerche sulla radiosensibilità e sulla riparazione dei danni provocati al DNA cellulare. Le ricerche sugli effetti immediati, sulla teratogenesi e gli effetti prenatali, sulla microscopia elettronica saranno continuate solo entro limiti di disponibilità del personale. Così si dica anche per gli studi di carattere epidemiologico.

L'enfasi maggiore delle attività di radiotossicologia sarà posta nel prossimo anno sulle linee seguenti:

studio dei livelli di esposizione in gruppi di popolazione italiana dovuti all'utilizzo di diversi materiali da costruzione: ciò richiede lo sviluppo di nuove tecniche per la valutazione della dose esterna ed interna;

studio dell'esposizione da radon e figli nelle miniere italiane derivante al CNEN dall'applicazione del decreto ministeriale 16 maggio 1978;

programma di ricerca sull'incidenza della cancerogenesi ossea da plutonio: sviluppo ed applicazione di nuove tecniche quantitative per lo studio della distribuzione microdosimetrica del plutonio nell'osso;

sviluppo di modelli metabolici e di programmi di calcolo per la valutazione della dose interna;

messa a punto di un sistema di misura in vivo di contaminazioni interne mediante la tecnica dello scanning collimato e non.

Non si prevedono scostamenti significativi nel campo delle ricerche di dosimetria personale che prevedono la continuazione dello sviluppo di sistemi utilizzanti materiali plastici, la prosecuzione delle attività di unificazione dei metodi di misura della dose personale

come riferimento per altri servizi dosimetrici italiani, e la partecipazione a iniziative internazionali per la verifica e la valutazione delle metodiche utilizzate. Nel campo della fisica e della tecnologia degli aerosol la caratterizzazione di aerosol ultrafini, lo sviluppo di spettrometri per la misura di aerosol polidispersi, la produzione e la caratterizzazione di aerosol di sodio, gli studi di deposizione polmonare su volontari e le ricerche sull'inalazione degli aerosol in animali da esperimento costituiranno i punti di riferimento principali. Entro il 1980 si prevede l'inizio di esposizioni di consistenti gruppi di animali all'azione di aerosol, dopo il lavoro di preparazione di base degli scorsi anni, che ha permesso di disporre di competenze originali ed uniche nel paese.

5.3. Altre ricerche ai fini della sicurezza.

I problemi connessi con la localizzazione e la realizzazione degli impianti nucleari sul territorio nazionale, unitamente alla sempre maggiore richiesta di garanzie di sicurezza e protezione dell'uomo e dell'ambiente, portano per il 1980 ad una intensificazione delle ricerche nel settore della sicurezza, cioè di quelle ricerche che sono volte allo studio di materiali, componenti, sistemi, processi, interazioni tra ambiente ed impianto, con il fine di ridurre al minimo le probabilità di incidente o, comunque, le conseguenze di eventuali incidenti.

In particolare, nel campo delle problematiche di interesse comune ai vari tipi di impianto, dovranno essere ulteriormente sviluppate ed intensificate le ricerche relative all'impatto dell'ambiente sugli impianti, le attività relative all'affidabilità e qualificazione dei componenti e sistemi, le ricerche afferenti alla sicurezza intrinseca degli impianti.

Le attività riguarderanno i seguenti argomenti:

ingegneria del sito (ricerche in campo sismico e geotecnico tendenti ad ottenere elementi per la selezione dei siti e la determinazione delle caratteristiche di progettazione degli impianti, ai fini di un inserimento sicuro ed idoneo nel contesto ambientale).

In particolare si citano: lo sviluppo di criteri avanzati per il processamento di accelerogrammi; l'elaborazione di dati relativi al sisma del 1976 nel Friuli; lo sviluppo di studi sull'assegnazione dei livelli di rischio sismico ai siti nucleari; l'effettuazione di prospezioni geotecniche in Friuli per lo studio delle caratteristiche dinamiche dei terreni; la messa a punto di un laboratorio per esperienze in campo geotecnico, con particolare riguardo ai fenomeni di liquefazione delle sabbie;

strumentazione per applicazioni sismologiche ed impiantistiche (sviluppo, in particolare, di installazioni accelerometriche e sismometriche per lo studio delle caratteristiche sismiche del territorio nazionale).

Si citano: la prosecuzione delle attività relative alla rete accelerometrica nazionale; lo studio e l'avvio dell'intensificazione della rete accelerometrica in zone di particolare interesse dal punto di vista sismico; la prosecuzione delle attività in campo sismometrico, ed in particolare il perfezionamento della rete in Irpinia; lo sviluppo di tecniche di teletrasmissione e registrazione di dati sismologici;

termoidraulica e meccanica (ricerche tendenti sia alla verifica dei metodi analitici usati nelle analisi di sicurezza, sia all'ottenimento di modelli più avanzati). Si citano, in particolare, le attività sull'incidente di perdita di refrigerante e sulla meccanica della frattura, sull'elastoplasticità, sulla fatica ed alta temperatura;

contenitori per il trasporto di elementi di combustibile. Proseguiranno le azioni promozionali e le attività di ricerca orientate allo sviluppo di contenitori per il trasporto di elementi di combustibile freschi ed irraggiati;

sistemi di alimentazione elettrica di emergenza delle centrali nucleari. Sarà conclusa una fase della ricerca sull'affidabilità degli apparati Diesel; verranno avviati studi sul comportamento dinamico dei sistemi elettrici di emergenza e sulla qualificazione di componenti;

comportamento di sistemi filtranti e studi sull'idrogeno. Si citano, in particolare, la conclusione di una fase della ricerca sui sistemi per i controlli in situ di apparecchiature per il contenimento dello iodio; l'avvio di uno studio comparativo di metodi per lo stoccaggio dei gas nobili; l'inizio della realizzazione di un circuito per prove su filtri ad alta temperatura; l'impostazione di attività di qualificazione di sistemi filtranti; lo sviluppo degli studi sulla distribuzione e sul trattamento dell'idrogeno in caso di LOCA;

comportamento di manufatti inglobanti residui radioattivi. Proseguiranno gli studi sul comportamento dei manufatti contenenti i residui a bassa attività provenienti dalle centrali nucleari; verrà sviluppato uno studio comparativo dei vari sistemi di inglobamento;

smaltimento ed utilizzazione del calore residuo delle centrali. Verranno concretamente avviate le azioni relative allo sviluppo di torri di raffreddamento a secco, con particolare riferimento agli aspetti di sicurezza e di impatto ambientale; sarà completato un ciclo di esperienze sui bacini evaporativi.

Le attività verranno svolte, come per il passato, sia in proprio, sia mediante collaborazioni con altre unità operative del CNEN od organizzazioni esterne. Al riguardo, saranno tra l'altro effettuate azioni: per uno sviluppo della collaborazione con l'ENEL, con l'Università di Pisa, con il CISE e con l'ISMES; per un avvio concreto delle attività presso le industrie nel campo del trasporto del fissile ed in quello dello smaltimento e dell'utilizzazione del calore residuo delle centrali; per un adeguamento delle capacità di ricerca in pro-

prio; per un maggior coinvolgimento di altre unità del CNEN in problemi di sicurezza.

Si auspica che sia possibile svolgere le attività di ricerca con la necessaria incisività, in particolare per quanto concerne l'assistenza alle varie organizzazioni nei problemi di scelta e caratterizzazione dei siti, le azioni promozionali, la partecipazione ad iniziative internazionali; al riguardo, sarà essenziale un incremento del personale destinato alle ricerche stesse, personale che per ora è, numericamente, del tutto inadeguato.

6. *Attività sul risparmio energetico, sull'energia rinnovabile e sulla razionalizzazione dei consumi energetici anche in agricoltura.*

L'attività iniziata nel giugno del 1979 proseguirà nel 1980 secondo le seguenti linee generali:

prosecuzione delle attività già avviate;

completamento del quadro di riferimento nazionale ed estero;

nuove iniziative e/o concentrazione degli sforzi a medio (IV Piano Quinquennale) e a lungo termine.

Le azioni del CNEN saranno orientate verso lo sviluppo tecnologico di sistemi e attrezzature in collaborazione con enti ed industrie mediante esperienze dimostrative valutazioni e raccolta dati.

In particolare si confermano le principali linee di azione già avviate nel 1979 con i seguenti prevedibili sviluppi.

6.1. *Risparmio energetico e uso razionale dell'energia.*

Risparmio energetico nell'edilizia. — Il CNEN è impegnato nella strumentazione di esperienze dimostrative sul risparmio energetico mediante isolamento termico e mediante solarizzazione passiva.

Sarà completata la strumentazione e il sistema di raccolta dati per le esperienze di solarizzazione passiva in preparazione presso la Sogesta ad Urbino. Si prevede di iniziare la strumentazione di abitazioni a isolamento maggiorato o a solarizzazione passiva nello ambito di programmi dimostrativi, quali quello promosso dall'ENI in Toscana.

Nell'ambito dell'accordo bilaterale Italia-USA il CNEN parteciperà alla progettazione di edifici solari passivi.

Risparmio energetico nell'industria. — Verrà sviluppato in associazione con la CNOS Tecno-servizi il contratto in via di stipulazione per l'analisi dei flussi energetici nella piccola e media industria.

L'elaborazione dei dati saranno i punti base per interventi di risparmio energetico a breve termine. Saranno inoltre avviati studi concreti, in casi particolari, per ristrutturazione di processo in industrie di medie dimensioni ai fini del risparmio energetico (uno studio in

tal senso su una conceria è già stato avviato in collaborazione con la GEPI).

Verrà inoltre iniziata un'analisi sistematica dal punto di vista termodinamico dei vari processi industriali al fine di evidenziare i punti chiave di intervento che potrebbero portare ai maggiori risparmi energetici.

Cogenerazione. — È previsto l'avvio di un progetto in comune con la FIAT sul possibile mercato per impianti di cogenerazione su piccola scala (TOTEM) e sulle barriere tecniche e istituzionali alla sua diffusione.

Proseguiranno gli studi su problemi concreti di applicazione del teleriscaldamento.

Risparmio energetico. — Per il 1980 le ricerche finalizzate ai risparmi energetici e ad un miglior utilizzo dell'energia solare in agricoltura saranno focalizzate sulle seguenti linee e con i seguenti obiettivi anche parziali.

Miglioramento genetico delle piante agrarie. Le ricerche verranno condotte su cereali: frumento, orzo e triticale; leguminose: soia, orticole di rilevante importanza ai fini della produttività e di trasformazione industriale quali pomodoro, pisello, peperone; su piante da frutto: ciliegio, olivo, pesco e vite. Inoltre verranno sviluppate tecniche di colture in vitro per il tabacco, carciofo e melo, nonché verranno messe a punto le metodologie di moltiplicazione meristemica necessaria allo sviluppo del settore delle colture floricole, anche in appoggio all'iniziativa regionale per l'istituzione di un centro di moltiplicazione clonale presso l'azienda Maccarese.

Per le piante orticole adatte alla trasformazione industriale saranno individuati alcuni aspetti del miglioramento della qualità tecnologica, in funzione della migliore utilizzazione degli impianti di trasformazione, soprattutto dal punto di vista dell'impiego di energia.

Per le specie orto-floricole da serra verrà anche considerato lo aspetto relativo ai consumi energetici, con l'obiettivo di realizzare sistemi produttivi alternativi che riducano progressivamente l'uso dei prodotti petroliferi per il riscaldamento.

Minore contaminazione ambientale e pieno utilizzo delle risorse naturali rinnovabili quali la radiazione solare e la fissazione biologica dell'azoto atmosferico. Le ricerche così finalizzate saranno incentrate sullo studio degli aspetti fisiologici e biochimici del processo fotosintetico che più direttamente limitano o condizionano in maniera rilevante la trasformazione della luce e dell'assimilazione della CO₂; sullo studio dell'ottimizzazione dell'azotofissazione nel rapporto simbiotico fra *Rizhobium* e leguminose - soia - sia dal punto di vista della fisiologia della pianta che dal punto di vista microbiologico riguardo alla infettività, competitività ed efficienza di fissazione del *Rizhobium*; sulla patogenesi di particolari malattie che limitano la produzione in piante agrarie.

Tecniche di lotta antiparassitaria biorazionali ed integrate. Le ricerche verranno incentrate sullo sviluppo di modelli matematici sulla dinamica di popolazione di insetti e di tecniche di lotta per la razionalizzazione della difesa delle colture e dell'ambiente agrario.

Razionalizzazione dei metodi di fertilizzazione - fertilizzanti complessi NPK e NPK sost. organica - mediante l'uso di fertilizzanti marcati sia in pieno campo che in colture protette. A questo scopo sarà realizzato nel 1980, in collaborazione con una industria di fertilizzanti, un impianto pilota per la fabbricazione di prodotti sperimentali di cui sarà provata su campo l'efficienza.

In collaborazione con l'Istituto del suolo del MAF e con il Laboratorio contaminazione ambientale del PA-RAD sarà messo a punto, attraverso esperienze di campo in zone dell'Italia Centrale, un metodo per la determinazione dell'erosione dei terreni agrari basato sul contenuto di Cs-137 da fall-out.

Le attività di sperimentazione e di extension in agricoltura troveranno una organicità e funzionalità con la costituzione del Consorzio tra il CNEN e la Società Maccarese (IRI), già in corso di definizione, e con i collegamenti regionali esistenti (Trentino, Marche, Umbria, ecc.).

Prove agronomiche sui prodotti della ricerca saranno condotte in diverse zone italiane direttamente od in collaborazione con Istituti del CNR, del MAF e con Istituzioni o convenzioni apposite.

E' prevista l'iscrizione al Registro delle nuove varietà agrarie e la loro brevettazione nonché la preparazione delle sementi di « *élite* » per la distribuzione agli agricoltori.

Azioni di sperimentazione verranno iniziate per la radioconservazione di carne di pollo e di prodotti ittici.

Azioni di sperimentazione verranno intraprese nel settore del recupero dei fanghi di fogna procedendo alla definizione delle condizioni di prefattibilità ed allo studio di fattibilità di un primo impianto pilota di irraggiamento dei fanghi.

Analoghe azioni di sperimentazione verranno iniziate nel settore del recupero dei rifiuti organici solidi urbani.

Si fornirà assistenza tecnica e consulenza durante l'esecuzione dei lavori di installazione dell'impianto d'irraggiamento per patate del Fucino e si promuoverà lo sviluppo di queste tecnologie anche con azioni di assistenza all'industria specializzata.

Per le azioni di irraggiamento verrà potenziata l'attività della sorgente « Agrigamma » a circa 80.000 Ci.

Con convenzioni con la Regione Basilicata verrà iniziata la costituzione di un laboratorio di tecnologie agricole, localizzato in parte presso il Centro della Trisaia ed in parte presso gli organismi produttivi della Regione. Tale laboratorio del CNEN svilupperà tecniche e produrrà o trasferirà *know-how* per il miglioramento della agricoltura locale nell'ottica del risparmio energetico e dell'uso razionale dell'energia. La legge 383 per il Mezzogiorno fornirà supporti

finanziari all'iniziativa che si prevede potrà essere a regime entro tre anni.

6.2. Energia solare.

— Applicazioni dirette.

Fotovoltaico. — È allo stadio finale lo studio intrapreso da un gruppo di lavoro costituito da CNEN, CNR, ENEL, MICA e industrie per preparare un ampio piano di intervento del CNEN in questo settore.

Le azioni che si svolgeranno saranno funzioni delle risultanze avute.

Sarà completato lo studio di fattibilità per un impianto fotovoltaico di larga dimensione (500 KW-1 MW), staccato dalla rete, in collaborazione con la Università di Napoli.

Saranno messi in funzione sistemi fotovoltaici da 1 KWp per alimentare le centraline sismiche del CNEN.

Collettori a bassa temperatura. — Proseguirà il lavoro svolto da un gruppo del CNEN presso il Laboratorio Solare di Ispra per la qualificazione e caratterizzazione di collettori solari nell'ambito delle iniziative CEE.

In linea con quanto sopra, sarà costituito un laboratorio di prove con sorgente simulata alla Casaccia al fine di avere uno strumento di riferimento su scala nazionale.

Entrerà in fase operativa l'accordo con il Comune di Roma per la valutazione delle esperienze di solarizzazione su edifici comunali e di altri utenti. Saranno solarizzati un certo numero di edifici del CNEN.

Impianto termoionico. — Verso la fine del 1980 sarà disponibile presso la Casaccia l'impianto realizzato in comune con l'Ansaldo, compresa una prima caldaia di prova.

Saranno altresì portati a termine l'elaborazione delle infrastrutture necessarie al suo funzionamento.

Impianti solari di piccola potenza.

— Applicazioni indirette.

Energia eolica. — Verrà fatta un'ampia indagine delle disponibilità alle industrie italiane per la produzione di aeromotori di potenza inferiore ai 50 KW. Verrà conclusa l'indagine sulla possibilità di utilizzare il Centro del Brasimone come stazione di prova per piccoli aeromotori e in caso di risultati positivi si inizierà l'attrezzatura di tale stazione.

Energia dalle biomasse. — L'attività di ricerca e sviluppo proseguirà nel settore della bioconversione dell'energia sulla base delle favorevoli indicazioni emerse dalla sperimentazione effettuata nel corso degli anni precedenti.

Verrà innanzitutto intensificato lo studio della idrolisi enzimatica di diversi tipi di materiale cellulosico di rifiuto (cascami tessili, paglia, carta di giornale, scarti di produzioni erbose) al fine di produrre etanolo o metano. Nell'ambito di questa attività verranno studiate tecniche a basso costo per il pretrattamento del materiale grezzo, verrà messo a punto un processo di fermentazione dei prodotti di idrolisi utilizzando microorganismi immobilizzati in matrici polimeriche; verranno costruiti circuiti strumentali per una prima valutazione dell'indice beneficio-costò dell'intero processo.

Proseguirà inoltre lo studio in laboratorio e in campo di colture di piante superiori ad elevata efficienza fotosintetica e a bassa energia colturale, al fine di produrre combustibili liquidi o gassosi (metano, idrocarburi semplici, ecc.).

Si darà inizio alla progettazione e alla costruzione di impianti dimostrativi e pilota in siti dove esiste la disponibilità di scambi di energetici (effluenti termici e organici) o di terre marginali. Importante in questo contesto sarà l'impianto previsto presso la centrale termoelettrica del Bastardo programmato congiuntamente dal CNEN, ENEL e Regione Umbria (RPA).

Verrà continuata, infine, l'attività di studio, di aggiornamento e di sperimentazione esplorativa nel campo dello sfruttamento a fini energetici di processi fotosintetici primari in alghe microscopiche quali ad esempio la fotolisi dell'acqua, lo sviluppo di idrogeno gassoso.

Verrà iniziato lo studio di fattibilità per la costituzione, in una località delle regioni meridionali, di un centro di ricerche e di dimostrazione sui più interessanti processi di bioconversione dell'energia, anche in questo caso nel quadro dei finanziamenti previsti dalla Legge 383 e nel quadro di una apposita convenzione con la Regione interessata.

6.3. Immagazzinamento.

Si prevede di avviare per il 1980 una serie di contatti ed azioni a livello nazionale ed internazionale sul tema specifico dell'accumulo di energia. I temi che principalmente saranno oggetto di studio sono:

a) Accumulo elettrico:

accumulo nei superconduttori: applicazioni ad impianti industriali di potenza come forni di fusione ad arco, laminatoi ecc.;

nuove batterie: 1) sviluppo di batterie tradizionali di tipo Pb-acido, Ni-Zn, Ni-Fe per impieghi a breve termine nel campo delle applicazioni di potenza; 2) sviluppo di batterie di tipo avanzato Li-S, Na-S, Zn-HCl;

fuel cells: studio e sviluppo di nuove celle a combustibile con particolare riferimento ad elettrodi flessibili al fine di consentire anche la ricarica;

b) Accumulo di energia termica ad alta e bassa temperatura:
accumulo stagionale di calore negli acquiferi, nelle falde e nei ponds;
accumulo di calore nelle rocce secche;
accumulo convenzionale di calore in contenitori a bassa perdita.

Per ognuno di questi punti sarà avviato uno studio di fattibilità al fine di arrivare alla realizzazione di qualche impianto dimostrativo.

c) Accumulo di energia termica mediante calore latente e reazioni chimiche.

Saranno avviati studi di fattibilità anche in linea per quanto previsto nell'accordo bilaterale Italia-USA.

d) Stoccaggio dell'idrogeno:

Saranno avviati e continuati gli studi di fattibilità sugli idruri.

6.4. Tecnologie di supporto.

Durante l'esercizio 1980 saranno iniziate tutte le azioni necessarie per assicurare il supporto tecnologico e di infrastrutture alle attività descritte ai precedenti punti, nel corso del loro sviluppo.

7. Servizi scientifici nazionali.

Il CNEN gestisce laboratori di ricerca nati da esigenze legate ai programmi dell'Ente, ma che sono stati impiegati anche come servizi scientifici nazionali, come nei campi della scienza e tecnologia dei materiali, della standardizzazione e della metrologia delle radiazioni.

Un'organica predisposizione di tali competenze per la loro disponibilità sistematica anche all'esterno rappresenta un'importante esigenza per il corretto utilizzo delle risorse di tecnici e di attrezzature dell'Ente per questi servizi.

Durante il 1980 verrà continuato e sviluppato l'impegno per un progressivo ampliamento delle capacità operative dei Servizi scientifici nazionali. A queste strutture fanno capo infatti numerose azioni di diretto interesse dei grandi programmi del CNEN nel campo dei reattori provati ad acqua leggera, dei reattori veloci, del ciclo del combustibile e delle azioni relative al risparmio energetico, all'uso razionale dell'energia ed alle fonti rinnovabili. I vari Servizi scientifici nazionali, aggregati intorno a precise aree di competenza di interesse pluriprogrammatico, svolgeranno una triplice funzione:

di consulenza e servizio a breve termine;

di diretta esecuzione di parti significative di programmi;

di adeguamento scientifico, tecnologico e strumentale della propria diretta area di competenza.

I Servizi così definiti opereranno anche nel 1980 una attività essenzialmente nel campo della:

- chimica e materiali;
- fisica e matematica;
- strumentazione e impianti;
- selezione e produzione animali da laboratorio;
- metrologia delle radiazioni;
- contaminazione interna da radionuclidi;
- potenzialità analitiche nel campo della radiochimica;
- applicazioni delle radiazioni alla conservazione del patrimonio artistico e culturale.

Inoltre, in questo capitolo si farà cenno alle attività relative ai Sistemi informativi, le quali hanno molti aspetti in comune con i Servizi qui trattati, anche se il loro costo, nelle tabelle finanziarie, viene proporzionalmente distribuito su tutti gli obiettivi programmatici che li utilizzano.

a) Chimica e materiali.

Proseguirà l'attività nel settore tradizionale dei controlli e delle metodologie analitiche; nel 1980, in relazione allo sviluppo del ruolo dell'Ente, verrà valutata la necessità o meno di avviare e realizzare nuove infrastrutture e nuove tematiche. Proseguirà inoltre la azione in collegamento con le iniziative in corso presso la CEE. Nel campo dei materiali, oltre all'ampia e impegnativa azione per la qualificazione dei materiali di interesse dei vari programmi del CNEN, verrà continuata, pur con mezzi limitati, l'importante azione di ricerca nel campo delle correlazioni tra proprietà microstrutturali e proprietà meccaniche dei materiali.

b) Fisica e matematica.

Si intende avviare l'attività del Servizio di programmoteca, stabilendo, tra l'altro, per indirizzare e orientare il suo lavoro, una apposita Commissione, al fine di assicurare una corretta e proficua azione a favore degli utenti; sempre in questo campo, oltre alla azione di elaborazione, studio, raccolta e distribuzione dei dati nucleari, si intendono potenziare le capacità nel settore della matematica applicata ai problemi della progettazione ingegneristica e tecnologica ed esaminare la possibilità di un ulteriore intervento per far fronte ad una crescente e qualificata domanda.

c) Strumentazione e impianti.

Un aspetto essenziale sarà ancora costituito dalle attività di affidabilità della strumentazione e dei sistemi elettronici, verso le quali si è già manifestata una domanda di intervento anche proveniente dall'esterno dell'Ente. La necessità di estendere la capacità anche nel campo dei componenti elettromeccanici, già da tempo prevista, viene programmata anche per il 1980. L'esistenza di una tradizionale competenza e capacità di gestione degli impianti ed in particolare dei reattori di ricerca, secondo procedure e norme di grande impegno e — per gli aspetti metodologici generali — di ampia validità, verrà utilizzata per risolvere i problemi di esercizio di altri tipi di impianti prototipi o dimostrativi relativi alle fonti rinnovabili. Viene inoltre previsto l'avvio di una azione di studio e progettazione di sistemi e/o sottosistemi di impianti integrati, che prevedano l'utilizzo, in maniera opportunamente combinata, di varie fonti e di vari sistemi di accumulo dell'energia.

d) Selezione e produzione animali da laboratorio.

La selezione e produzione di animali *inbred* per le ricerche sulla radioprotezione, e lo sviluppo delle tecnologie inerenti, costituiscono un supporto essenziale per le attività biologiche del CNEN: queste attività verranno proseguite nel prossimo anno, nel quale si prevede anche di completare l'attrezzatura del reparto allevamento in batteria. Nel corso del 1980, si prevede inoltre di contrattare con il CNR il rinnovo della convenzione per il Centro nazionale animali da laboratorio, adeguando la convenzione esistente per migliorarne la funzionalità.

e) Metrologia delle radiazioni.

Nel campo della metrologia delle radiazioni, l'assestamento delle linee programmatiche già definite rappresenterà in futuro il compito principale al fine di fornire un servizio qualitativamente elevato agli utilizzatori. Oltre alle definitive sistemazioni delle attrezzature, l'attività prevede un completamento dell'analisi di qualità dei fasci X e gamma, interconfronti sulla misura assoluta della dose beta, un miglioramento dei sistemi primari e secondari per la misura di sorgenti neutroniche, l'allestimento definitivo di tecniche per la misura di radionuclidi. Per completare la gamma di sorgenti della metrologia, per soddisfare le richieste delle attività di microdosimetria e per fornire una sorgente di neutroni utile a molte linee di ricerca, sarà necessario entro il 1980 impostare la costruzione di una facility per neutroni alla Casaccia, adatta ad ospitare un acceleratore di particelle sufficientemente versatile a soddisfare le richieste sopra elencate.

f) *Dosimetria Personale.*

Verranno proseguite le attività di servizio nel campo della dosimetria personale e di criticità, e nel campo delle misure di contaminazione interna a Casaccia e Bologna. Verranno in particolare riesaminate le alternative operative per la continuazione e la ristrutturazione della attività di dosimetria personale effettuata dal CNEN di Bologna.

g) *Contaminazione Interna da Radionuclidi.*

Mediante il Contatore per il Corpo Intero (Whole Body Counter), di cui il CNEN dispone due installazioni fisse ed una mobile, proseguirà il controllo della contaminazione interna da radionuclidi gamma emettitori sia su personale del CNEN che per conto terzi.

h) *Potenzialità Analitiche nel Campo della Radiochimica.*

Questa attività, già in atto da alcuni anni, raggiungerà nel 1980 un grado di maturazione e di consolidamento adeguato per procedere ad una proiezione nazionale di una prima serie di capacità analitiche e di azioni di intercomparazione.

i) *Applicazione delle radiazioni alla conservazione del patrimonio artistico e culturale.*

Nel 1980 sarà avviato il coordinamento tra le svariate competenze già collaudate e richieste nel campo della conservazione delle opere d'arte. Anche questa attività è destinata in futuro a coagularsi in un organico servizio nazionale.

SISTEMI INFORMATIVI.

In relazione alle esigenze di elaborazione e gestione dei dati, derivanti dalle attività previste nel 4° Piano Quinquennale, è in corso una revisione delle linee di sviluppo dei sistemi informativi dell'Ente, sia per quanto riguarda il calcolo scientifico che l'informatica gestionale.

I criteri alla base di detta revisione sono i seguenti:

controllare l'utilizzazione delle risorse di calcolo da parte degli utenti, al fine di incentivare le utenze potenziali non ancora adeguatamente sviluppate, e di regolare le grandi utenze operanti su linee tradizionali;

ottimizzare la dislocazione delle principali risorse di calcolo e la loro interconnessione;

definire una prassi per l'acquisizione e la gestione dei minicalcolatori, al fine di evitare installazioni ridondanti o incoerenti.

Un particolare impegno verrà rivolto alle seguenti aree di utenza:

sicurezza e protezione degli impianti nucleari, per quanto riguarda sia le analisi di incidente, che l'elaborazione di dati provenienti da impianti in esercizio;

attività di valutazione, progettazione ed elaborazione di misure, in appoggio allo sviluppo di fonti energetiche alternative ed al risparmio energetico;

supporto informatico all'acquisizione e gestione di banche di dati relative alle tecnologie, all'economia ed alla politica nel settore dell'energia.

In tale quadro, le azioni previste per il 1980, fatto salvo l'esito della revisione sopra detta, sono le seguenti:

la standardizzazione e l'integrazione completa delle due reti per l'elaborazione digitale (la scientifica e la gestionale), al fine di fornire a tutti gli utenti, anche agli esterni, servizi dei due tipi (in particolare, l'accessibilità a banche di dati relativi ai problemi dell'energia);

lo sviluppo di specifiche competenze ed esperienze nel campo della gestione automatizzata dell'informazione e della documentazione; in particolare, verrà fornito il supporto ad alcune iniziative già avviate, di ambito limitato, ma finalizzate a precise esigenze dell'utenza (Rassegna Stampa, dati economici sull'energia eccetera);

la valorizzazione delle competenze e delle attrezzature per la simulazione dei processi e l'elaborazione dei dati sperimentali, non soltanto, come in passato, in supporto a richieste dei laboratori del CNEN e dell'industria nucleare, ma anche nell'ambito del programma organico di ricerche sulla sicurezza tecnologica nucleare e sulla protezione ambientale, previsto dal 4° Piano Quinquennale.

8. SICUREZZA NUCLEARE E PROTEZIONE SANITARIA.

Il compito del CNEN di garante della Sicurezza Nucleare e della Protezione Sanitaria delle popolazioni è affidato a una Direzione Centrale (DISP) alle dirette dipendenze del Presidente.

È previsto un rafforzamento della DISP, in particolare mediante l'inserimento di tecnici con esperienza impiantistica di tipo industriale, in modo da consentire ad essa efficacia e tempestività di intervento anche nella eventualità di una diversa collocazione istituzionale.

Programma elettronucleare.

La Centrale di Caorso, per la quale è stato autorizzato nel novembre 1977 il caricamento del combustibile, terminerà nel corso

del 1979 o nei primi mesi del 1980 il programma di prove nucleari. Ciò comporta per il CNEN il completamento dell'*iter* di approvazione delle specifiche delle singole prove in uno con l'attività di vigilanza in centrale, che si concluderà con l'emissione dei certificati di esito positivo delle prove stesse. A valle del completamento delle prove, avrà luogo l'emissione del parere sulla licenza di esercizio con le relative prescrizioni tecniche.

Per la centrale «Alto Lazio», il cui nulla osta alla costruzione è stato rilasciato nel gennaio del 1979, si continuerà ad esercitare la vigilanza sui lavori preliminari di cantiere, che si prevede termineranno nella primavera 1980. Nel corso del 1980, presumibilmente nella prima metà dell'anno, dopo aver definito il progetto di insieme, avrà inizio l'*iter* di approvazione dei primi progetti particolareggiati (articolo 42 del decreto del Presidente della Repubblica n. 185 del 1964).

Come nello scorso anno, verranno inoltre proseguite le attività di certificazione tecnica per i componenti da installare successivamente nell'impianto dell'Alto Lazio ed in altri impianti, secondo quanto stabilito dalla Guida Tecnica n. 3.

Nell'ipotesi di un concreto avvio del Piano Energetico Nazionale, ove vengano meno le remore tuttora esistenti circa la localizzazione delle altre centrali in programma, dovrebbe potersi iniziare entro la fine del 1980 l'istruttoria tecnica relativa ad altri siti.

Continuerà nel 1980 la normale attività di vigilanza sulle centrali in esercizio. Per quanto riguarda la revisione prevista dalle relative licenze di esercizio allo scadere del primo periodo decennale di funzionamento degli impianti di Trino, Latina e Garigliano, per la parte relativa alla valutazione dello stato di conservazione, le analisi dovrebbero essere completate entro il 1979 o nei primi mesi del 1980, mentre per la restante parte relativa alla revisione delle condizioni di sicurezza e di esercizio, si prevede che le analisi impegneranno il 1980 e presumibilmente anche il 1981.

Nel 1980 dovrebbe terminare l'analisi delle modifiche da apportare alla Centrale del Garigliano a seguito delle avarie riscontrate su un generatore di valore secondario.

Altri programmi.

Sono previste le seguenti attività:

eventuale ripresa dell'istruttoria tecnica per l'approvazione dei progetti particolareggiati del reattore PEC, ove venissero rimosse le riserve tuttora in atto;

prosiegua dell'istruttoria tecnica per l'approvazione dei progetti particolareggiati del reattore CIRENE;

vigilanza sulla progettazione esecutiva e sulla costruzione per il CIRENE ed eventualmente il PEC e per il circuito SARA del reattore ESSOR del CCR di Ispra.

In merito agli impianti del ciclo del combustibile, si prevede:

per l'impianto EUREX, conclusione dell'istruttoria relativa alle prove nucleari per il riprocessamento di elementi di combustibile CANDU al cui termine seguirà l'istruttoria per la concessione della licenza di esercizio, l'inizio dell'istruttoria relativa ad un ampliamento delle attività riguardanti la solidificazione del prodotto finito e l'esame dei progetti particolareggiati relativi alla stazione di solidificazione dei residui radioattivi liquidi;

per l'impianto ITREC si prevede lo sviluppo dell'istruttoria relativa alla concessione della licenza di esercizio per il riprocessamento, senza ripartizione uranio-torio, di elementi di combustibile Elk River, l'esame dei problemi connessi a talune modifiche dell'impianto, nonché l'esame del progetto relativo all'impianto di solidificazione dei residui radioattivi liquidi.

E infine da prevedersi la ripresa dell'istruttoria, temporaneamente sospesa, relativa alla concessione dell'autorizzazione alla costruzione dell'impianto industriale della S.F. S.p.A., per la fabbricazione degli elementi di combustibili ad ossidi misti U-Pu, presso il Centro della Trisaia ed il successivo esame dei progetti particolareggiati relativi all'impianto medesimo, oltre ad attività minori connesse ad altri impianti di fabbricazione, deposito ed esame post-irraggiamento del combustibile nucleare.

Normativa.

In questo settore l'attività continuerà secondo le seguenti linee principali: razionalizzazione del dialogo con gli esercenti tramite l'emissione di guide tecniche, procedurazione interna delle attività DISP al fine di attuare in profondità un sistema di garanzia di qualità interno; coordinamento e sviluppo delle attività nel campo della messa a punto di metodologia di sicurezza e protezione sanitaria sia in campo nazionale che internazionale. Pertanto sarà proseguita l'emissione di guide tecniche che dovrebbero riguardare essenzialmente i criteri di attuazione del decreto del Presidente della Repubblica n. 185 del 1964 relativi alla protezione sanitaria dei lavoratori e della popolazione sia per gli impianti che per l'utilizzazione di radioisotopi e macchine radiogene, alla modalità di attuazione della garanzia della qualità nella fase di esercizio. Proseguirà lo sviluppo di procedure gestionali della DISP, nell'ottica delle garanzie della qualità.

Collaborazione con le Regioni.

Come già fatto nel 1979, si provvederà a prestare assistenza tecnica alle Regioni nel quadro degli adempimenti della legge n. 393 del 1975 relativa alla localizzazione delle centrali nucleari. Nel 1979

è stata portata a compimento la parte della carta dei siti che il CNEN poteva effettuare basandosi sulla applicazione, « fredda » di suoi criteri di esclusione di aree sulla base di dati disponibili (demografici, sismici) e delle indicazioni fornite dall'ENEL sulle esigenze tecniche limitanti l'insediamento per centrali munite di impianti di raffreddamento con torri evaporative, allo stato attuale della evoluzione tecnologica.

La fase del confronto con le Regioni e della acquisizione del contributo positivo che da esse poteva derivare, alla luce della conoscenza particolare delle vocazioni del territorio e della loro politica di programmazione, ha trovato obiettivamente una stasi, a seguito del riesame generale in corso nel settore della sicurezza nucleare: ciò non ha permesso il proseguimento del lavoro a livello tecnico e conoscitivo. Si confida tuttavia di poter continuare anche nel 1980 il lavoro di completamento (e di aggiornamento) dell'ampia banca dei dati ambientali che sarà comunque aperta al contributo e all'utilizzo da parte degli organi tecnici regionali.

La collaborazione con le Regioni continuerà inoltre nei settori già avviati dell'assistenza per l'organizzazione delle strutture di controllo protezionistico nei campi di attività ad esse demandati o delegati dallo Stato. Lo stesso dicasi per l'attività di indagine a largo spettro su alcuni tipi di utilizzazione di materie radioattive e di macchine radiogene in grado di offrire alle Regioni stesse un quadro abbastanza esatto della situazione e dei possibili rimedi.

Varie.

Proseguirà, come per il passato, l'analisi di sicurezza e protezione sanitaria per gli impianti connessi con l'utilizzazione dei radioisotopi e delle macchine radiogene; in particolare, dopo l'entrata in vigore del Decreto ex art. 55 del DPR 185/64 relativo agli impianti contenenti sorgenti radioattive e macchine radiogene, sarà completata anche la verifica di conformità degli impianti già funzionanti che ricadono sotto la disciplina di detto articolo. Proseguirà come per il passato l'attività di vigilanza sulle applicazioni dei radioisotopi e delle macchine radiogene in Italia. In funzione dell'entrata in vigore del nuovo Regolamento EURATOM 3227/76 continuerà l'incremento di ispezioni di contabilità delle materie nucleari.

Le informazioni relative a tali controlli sono già da tempo meccanizzate. Già nel 1977 è stata realizzata la banca dei dati relativi ai detentori di sostanze radioattive e di materiali fissili. Una banca analoga per i dati relativi ai trasporti radioattivi è già in funzione, pur se dovrà essere ulteriormente incrementata come anche quella relativa ai dati di malfunzionamenti dei reattori di potenza americani, che verrà estesa ai dati delle centrali italiane.

ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE

PRINCIPALI ATTIVITÀ SVOLTE NEL 1979.

L'attività di ricerca dell'INFN si è svolta presso le Sezioni dell'Istituto, presso i Laboratori nazionali di Frascati, presso i Laboratori nazionali di Legnaro (Padova), presso i Laboratori del CERN (Ginevra) e presso numerosi altri Laboratori internazionali e stranieri.

Gli argomenti trattati possono essere divisi nel seguente modo:

Fisica subnucleare;

Fisica nucleare.

Alle ricerche ha partecipato, come sempre, un notevole numero di laureandi e di allievi delle Scuole di perfezionamento, i quali presso le Unità operative dell'INFN trovano lo stimolo e la strumentazione scientifica per il loro lavoro di tesi.

Si riassumono, nel seguito, le linee programmatiche più significative che l'Istituto ha sviluppato nel corso dell'anno.

Si desidera, anzitutto, rammentare che l'attività di ricerca dell'INFN si svolge nell'ambito dei seguenti Gruppi di ricerca:

Gruppo I - Fisica delle particelle elementari con tecniche elettroniche;

Gruppo II - Fisica delle particelle elementari con tecniche visualizzanti;

Gruppo III - Fisica dei nuclei;

Gruppo IV - Fisica teorica;

Gruppo V - Ricerche tecniche e fisica moderna.

GRUPPO I: FISICA DELLE PARTICELLE ELEMENTARI CON TECNICHE ELETTRONICHE.

Nel 1979 il programma di ricerca è stato prevalentemente centrato sui Laboratori Europei del CERN.

La fisica delle interazioni deboli ed elettromagnetiche che è attualmente il centro dell'interesse delle ricerche a livello internazionale, è stata fortemente sostenuta dai fisici italiani sia nei LNF che altrove, anche quando si osservava che altre linee di ricerca erano ovunque privilegiate.

Le interazioni deboli ed elettromagnetiche sono restate un punto di forza per l'INFN, che non ha trascurato però altri campi di sperimentazione.

Il 1979 è stato un anno fruttuoso per le collaborazioni europee con partecipazione italiana, impegnate in esperimenti con neutrini e μ all'SPS del CERN. Sono stati presentati e ampiamente discussi in Conferenze internazionali i primi risultati sulle correnti deboli neutre (WA18 - ND: LNF, Roma, Sanità), e sulle funzioni di struttura dei nucleoni (NA 2 μ -300: Torino) o (NA4 BO/AE/78: Bologna). Va rilevato che il gruppo di Bologna si è ottimamente inserito in NA4.

Per quanto riguarda le interazioni forti, due collaborazioni con partecipazione italiana prevalente hanno presentato dati raccolti all'SPS, sulle misure dell'urto πp a grande angolo (WA7: Genova) e sulla misura della polarizzazione ad alte energie (WA6: Padova e Trieste).

Gli esperimenti della sala Nord 1 del SPS, per i quali si prevedono risultati durante il 1980, sono la collaborazione italiana FRAMM (NA1 LNF, Milano, Pisa, Roma) per lo studio della fotoproduzione ad alte energie e la collaborazione europea NA5 (Bari) per lo studio di getti associati a particelle di grande momento trasverso.

I primi dati sono stati raccolti e l'analisi prosegue nel 1980.

All'ISR è giunto a termine con successo l'esperimento ISR2 (Pisa, Napoli) per lo studio della produzione di copie di μ .

Si può senz'altro dire che il forte interesse dei gruppi italiani dimostrato in passato per gli anelli di collisione, sia $e^+ e^-$ che pp , si sta indirizzando verso la fisica dei Collider $p\bar{p}$ ad alta energia; infatti ben tre sono gli esperimenti nei quali gruppi dell'INFN sono impegnati insieme ad altri gruppi europei al $p\bar{p}$ Collider del CERN. Due esperimenti ricercheranno lo Z^0 e il W^\pm e studieranno le interazioni forti ed $E_{cm} = 540$ GeV: UA1 (PBARP-Roma) e UA2 (Pavia), mentre UA4 (Pace) (Genova, Napoli, Pisa) misurerà la sezione d'urto totale $p\bar{p}$ a $E_{cm} = 540$ GeV. Un'altra proposta che sarà completamente definita nel 1980 e che può considerarsi nella stessa linea di ricerca è ZETAO (LNF, Pisa). Si tratta della partecipazione a una collaborazione internazionale per la costruzione di un grande spettrometro a 4π che dovrebbe rilevare le interazioni pp a $E_{cm} = 720$ GeV in una intersezione tra l'anello normale ed il Doubler del Fermilab e successivamente rilevare le interazioni pp a $E_{cm} = 2$ TeV sempre al Fermilab.

L'approvazione da parte del CERN del progetto LEAR per lo sfruttamento a bassa energia degli \bar{p} raffreddati, che sarà installato nella sala Sud del PS nel 1982 ha fatto coagulare la proposta APPLE (Padova e Torino) per la misura dei fattori di forma E.M. del protone e neutrone nella regione tempo, e lo studio dei mesoni vettoriali tra 1 e 2 GeV.

Sono proseguite nel 1979 e continueranno nel 1980 le misure al PS del CERN (DIBARIONE, Roma) per la ricerca di stati a 6 Quarks. All'SC del CERN T2S (Pisa) studia la fisica degli atomi mesici

e POMI (Torino) si propone di rivelare il decadimento raro del pione neutro in due elettroni.

La ricerca dei Quarks è sostenuta da tre esperimenti:

MPC 2 (Genova) ricerca di cariche frazionarie nella materia fatta con tecniche assai raffinate sviluppate da questo gruppo;

WA44 (BO/AE/78) (Bologna, LNF) ricerca di cariche frazionarie prodotte da neutrini di alta energia nella sala Ovest del SPS; questo esperimento rappresenta un grosso impegno della Sezione di Bologna e dovrebbe presentare dati nel 1980;

PEP14 (LNF) collaborazione a PEP (Stanford) ricerca dei Quark in e^+ e e^- ad alta energia dovrebbe iniziare la presa dati all'inizio del 1980.

Per l'attività in laboratori diversi dal CERN oltre agli esperimenti PEP14 e ZETAO già elencati vi sono quelli che proseguono:

MISER (Milano realizzato a Serpukov per misure su nuclei ad alta energia che ha dato la maggior parte dei risultati del 1979 ed è in chiusura nel 1980;

TOFLAB (Torino) al Fermilab, produzione di mesoni charmati con adroni.

GRUPPO II: FISICA DELLE PARTICELLE ELEMENTARI CON TECNICHE VISUALIZZANTI.

Nel 1979 la ricerca del Gruppo II si è sviluppata da un lato seguendo le linee iniziate negli anni passati, dallo altro aprendo nuove linee e sperimentando nuove tecnologie.

Le linee di ricerca tradizionali sono:

a) la fisica del neutrino e, più in generale, delle interazioni deboli.

I fasci di neutrini ad alta energia sono usati come sonde estremamente penetranti atte a studiare la struttura interna dei nucleoni e permettono di studiare l'interazione debole in grandi intervalli di energia. È questo uno dei principali terreni di prova delle teorie unificate. La sperimentazione in questo campo prosegue usando come rivelatore la grande camera a bolle BEBC con rivelatore esterno di μ . La rottura della camera a bolle a liquido pesante GGM, verificatasi nel 1979, ha in parte limitato l'attività inizialmente prevista;

b) la ricerca di particelle dotate di nuovi « sapori » (flavours). Si tratta di una linea di ricerca in cui l'attività del Gruppo II, partendo da esperimenti pionieristici, ha dato importanti risultati. Le tecniche usate vanno dall'uso di emulsioni + spettrometri a quello della camera a bolle ad alta risoluzione più spettrometro;

c) la spettroscopia adronica ad alte masse con alta sensibilità. L'attività con lo spettrometro ω è proseguita con un nuovo espe-

rimento per lo studio di stati legati di un quark e un antiquark strani, è proseguita anche la misura delle sezioni d'urto $p\bar{p}$ vicino alla soglia.

Il mancato finanziamento nel 1979 secondo le previsioni del piano quinquennale ha determinato un finanziamento insufficiente per le attività del Gruppo II. Ciò, in particolare, ha impedito l'inizio dell'esperimento DNP e lo sviluppo della necessaria strumentazione dei gruppi. Solo la rottura, sopra ricordata di GGM, che ha forzatamente impedito alcuni esperimenti, permettendo il riutilizzo dei fondi stanziati per questi, ha evitato conseguenze più gravi.

Il lavoro di sviluppo della strumentazione di analisi e di misura presso le Sezioni e i LNF è proseguito, soprattutto con il crescente impiego di microprocessori. È proseguito anche l'utilizzo di terminali INFN per l'accesso ai Centri di calcolo interuniversitari.

Descrizione sommaria degli esperimenti.

a) Fisica del neutrino e interazioni deboli.

Nel 1979 è proseguita l'analisi dei dati dell'esperimento *GASPSNU* cui partecipano i gruppi di Milano e Bari; non è potuta avvenire la seconda esposizione per la rottura di GGM. I principali risultati ottenuti sono i seguenti. L'esperimento ha messo in evidenza per la prima volta la reazione $\nu_{\mu}e \rightarrow \mu^{-}\nu_e$ (l'inverso del decadimento del μ) e ha raccolto 9 eventi $\nu_{\mu}e^{-} \rightarrow \nu_{\mu}e^{-}$. La sezione d'urto misurata è in accordo con le previsioni del modello di Salam-Weinberg.

L'esperimento *NUTSTH2* (Bari in collaborazione internazionale) usa BEBC con bersaglio sensibile di idrogeno circondato da una miscela di idrogeno e neon su di un fascio di neutrini a larga banda per studiare le interazioni di neutrini su protoni. L'esperimento prosegue.

L'esperimento *NEBE* (Padova, Pisa, Torino, Bologna, in collaborazione internazionale) utilizza BEBC riempita di deuterio su fasci di neutrini e antineutrini a larga banda. Una prima esposizione è avvenuta durante l'estate. È in corso lo scanning e la misura del film.

L'esperimento $K^0S \rightarrow 3\pi^0$ di Padova in collaborazione con l'ITEP di Mosca si è svolto secondo i programmi previsti. Esso impiega una camera a bolle a Xenon liquido. Il campione di eventi $K^0 \rightarrow 3\pi^0$ misurati è dell'ordine del migliaio. La misura degli eventi è in corso.

b) Ricerca di particelle dotate di nuovi « sapori » (flavours).

L'esperimento *PIEL* (Bologna e Torino, in collaborazione internazionale) impiega BEBC con bersaglio sensibile di idrogeno (*TST*) circondato da una miscela sensibile di idrogeno e neon, esposto ad un fascio di π^{-} a 70 GeV/c. La *TST* permette di esaminare da vicino il vertice di interazione in un liquido « pulito », mentre la miscela pesante permette di individuare gli elettroni. Si individuano così eventi con elettroni « pronti ». Finora sono stati trovati 5 eventi con elettroni pronti prodotti singolarmente. Se questi eventi sono dovuti a

particelle con incanto (charm) la sezione d'urto di produzione di queste ultime è di $23 \pm 13 \mu\text{b}$.

L'esperimento NEVEM (Roma, Pisa, Torino, in collaborazione internazionale) usa un bersaglio di emulsioni davanti a BEBC esposto ad un fascio di neutrini per lo studio di particelle con incanto. Si sono localizzati cinque decadimenti di particelle incantate e si sono misurati i loro tempi di decadimento. Uno dei decadimenti è risultato essere:

$$\Lambda_c^+ \rightarrow K^- \pi^+ \text{ con } M_{\Lambda_c^+} = 2.295 \pm 0.015 \text{ GeV}^2 \text{ e } t_{\Lambda_c^+} = (7.3 \pm 0.1) \times 10^{-13} \text{ sec.}$$

Questa linea di ricerca proseguirà con l'esperimento DNP 553 (Roma, Torino, Padova in collaborazione internazionale) presso il Fermilab.

L'esperimento GEMCHA (Genova, Firenze, Bologna, in collaborazione internazionale) usa un bersaglio di emulsioni seguito dallo spettrometro ω esposto ad un fascio di fotoni per lo studio di fotoproduzione di particelle con incanto. Un decadimento di un mesone D^0 è stato individuato in un campione di un migliaio di interazioni.

NA13 (Padova, Roma, Trieste, Torino, in collaborazione internazionale). In questo esperimento è stata costruita una piccola camera a bolle (LEBC) (di circa 20 centimetri di diametro) di alta risoluzione spaziale (il diametro delle bolle è $\sim 40 \mu\text{m}$) e ad alta frequenza di ciclo (40 Hz) per la rivelazione di particelle di breve vita media. Attualmente è in corso lo scanning delle 100.000 foto registrate in un esposizione ad un fascio di π a 350 GeV. Si sono trovati alcuni candidati con due decadimenti vicino al vertice di produzione compatibili con l'essere esempi di produzione associata di incanto.

c) Spettroscopia adronica e interazioni forti.

I gruppi di Milano, Bari e Pavia hanno continuato la loro attività allo spettrometro ω (OMEGA SPS). Sono stati ottenuti 7×10^6 trigger da K^- incidenti a 20 GeV e 2×10^6 trigger da π^- incidenti. Lo scopo è la ricerca di mesoni di alta massa, di tipo ϕ , che decadono in $K^+ K^-$. Si prevede un esperimento analogo su bersaglio di deuterio (OMEGA KK) per poter distinguere i contributi delle ampiezze di spin isotopico zero ed uno nel sistema $K^+ K^-$.

Le Sezioni di Padova, Trieste, Roma e i LNF hanno proseguito nella misura e nell'analisi degli eventi $p\bar{p}$ vicino alla soglia. Più di mezzo milione di eventi sono già stati misurati.

Nel campo della fisica adronica ad alta energia il gruppo di Genova (in collaborazione internazionale) hanno studiato le interazioni indotte da K^+ a 70 GeV su protoni, impiegando BEBC riempita di idrogeno e un identificatore esterno di particelle (EPI).

Il Gruppo di Pavia, in una grande collaborazione internazionale, ha partecipato alla messa a punto dello spettrometro ibrido americano presso FNAL ed all'analisi di interazioni $\pi^- p$ a 150 GeV. La presa dati prevista inizialmente per il 1979 è ora prevista per la fine del 1980.

GRUPPO III: FISICA DEI NUCLEI.

Tra i fatti più significativi del 1979 vanno annoverati i seguenti:

a) il progetto LADON è entrato in funzione nel 1979, a conclusione di un lavoro estremamente impegnativo;

b) il Tandem XTU dei Laboratori Nazionali di Legnaro è stato ultimato mediante uno sforzo tecnico e scientifico del personale dei Laboratori, superando ogni genere di difficoltà;

c) il Tandem di Catania potrà essere installato nel 1980 perché sono stati portati a termine i lavori per la realizzazione degli edifici e dei singoli laboratori.

Le proposte di esperimento presentate in parte si sono concluse nell'anno 1979 col raggiungimento degli obiettivi previsti, ed in parte proseguiranno e si concluderanno nel 1980, come previsto.

Le esperienze svolte possono essere raggruppate su due linee:

Linea 1 - Spettroscopia nucleare, studio dei meccanismi di reazione, reazioni con ioni pesanti, polarizzazione nucleare, fissione.

Si sono svolti su questa linea una cinquantina di esperimenti di cui più della metà con collaborazioni internazionali o intersezionali. Parte di tali esperimenti ha afferito ai Laboratori Nazionali di Legnaro (al Tandem XTU e all'acceleratore CN); una decina si sono svolti presso il Laboratorio del Ciclotrone di Milano; alcuni presso altre macchine italiane (Firenze, Napoli) o straniere (Giessen, Monaco, Orsay, Saclay, Strasburgo).

Linea 2 - Interazioni elettromagnetiche con fotoni monocromatici ed elettroni, interazioni nucleari di pioni e μ . Sono stati attuati numerosi esperimenti, principalmente nei Laboratori Nazionali di Frascati del CERN, di Saclay, Dubna, Milano, Torino, Vancouver, Brookhaven.

GRUPPO IV: FISICA TEORICA.

Ricerche di fisica teorica di interesse dell'INFN sono condotte presso tutte le Unità operative, impegnando circa 340 ricercatori (incluso gli studenti delle Scuole di Perfezionamento). Le attività possono venire schematicamente suddivise in tre gruppi:

A) Fisica delle Particelle Elementari;

B) Fisica dei Nuclei;

C) Teorie generali (Teoria assiomatica dei campi, fisica-matematica, meccanica statistica, relatività generale, etc.).

Nell'ambito dei primi due gruppi di attività, di immediato interesse dell'INFN, i gruppi italiani sono stati impegnati praticamente su tutti i settori di punta della ricerca, sia a livello della fenomenologia che degli schemi teorici più generali. Gli studi su problematiche gene-

rali sono continuati in varie sezioni, spesso a fianco di ricerche di particelle elementari e di fisica dei nuclei: tali attività hanno dato un importante contributo alla discussione ed alla vivacità dei gruppi teorici e hanno stabilito un collegamento fruttuoso con ricercatori teorici impegnati in altri settori.

Si è ritenuto opportuno, anche per il 1979, suddividere le richieste in modo da riservare una quota fissa al cosiddetto « metabolismo di base », destinando parte del finanziamento alle « iniziative specifiche ». Come riscontrato negli anni scorsi, una tale strategia ha portato ad una caratterizzazione più precisa dei programmi, stimolando, da un lato, lo spirito di iniziativa dei vari gruppi e permettendo, d'altra parte, di visualizzare meglio alcuni aspetti della ricerca teorica.

In aggiunta a ciò, si è utilizzato un finanziamento per le cosiddette visite ai grandi laboratori, che hanno consentito una presenza abbastanza costante di fisici teorici italiani presso i maggiori centri mondiali di fisica nucleare, e subnucleare.

Sono inoltre proseguite anche nel 1979 sia le collaborazioni con Istituti con i quali esistono degli accordi ratificati con l'INFN, sia le visite di ricercatori stranieri in Italia.

Si sono inoltre attuate « iniziative specifiche » relative:

1) a programmi di ricerca ben caratterizzati, in corso di svolgimento tuttora, che hanno coinvolto ricercatori di sedi diverse e richiesto contatti diretti e frequente scambio in informazioni;

2) a programmi di ricerca con rilevanti spese di calcolo numerico;

3) a programmi di viaggio che hanno consentito, in particolare, il soggiorno di giovani ricercatori presso grandi Laboratori o Centri di ricerca interessanti;

4) a programmi di scambio ed inviti per esperti che hanno permesso il loro soggiorno presso i gruppi di ricerca dell'INFN.

GRUPPO V: SVILUPPO TECNOLOGICO E FISICA MODERNA.

In questo primo anno del nuovo Piano Quinquennale gli interessi dell'INFN nel campo relativamente nuovo della Fisica Generale si sono precisati meglio e si è elaborata una procedura da seguire per la valutazione ed il finanziamento delle attività in questo settore.

Le attività di ricerca, tradizionali e nuove, finanziate nel 1979, hanno portato ai risultati previsti mostrando una crescente vitalità e validità di questo settore di ricerca.

In particolare sono proseguiti gli studi:

1) nel campo delle tecnologie nucleari: parecchi progetti riguardavano lo studio di grandi rivelatori o apparati completamente nuovi e non più, come succedeva spesso in passato, l'acquisizione di tecnologie già note altrove ad uso e richiesta di esperimenti specifici già in programma in fisica nucleare o subnucleare;

II) nel campo della Fisica Applicata e della Fisica Generale: si sono da un lato aperte nuove possibilità per l'ormai imminente funzionamento dei TANDEM, anche se in questo settore si è risentito della violenta compressione finanziaria esercitata purtroppo nel 1979 sulle attività dell'INFN.

PRINCIPALI ATTIVITÀ PREVISTE PER IL 1980.

Gruppo I: Fisica delle particelle elementari con tecniche elettroniche.

La caratteristica libertà di ricerca che contraddistingue l'INFN, ha permesso ai fisici italiani di adeguarsi rapidamente al recente tumultuoso sviluppo della fisica delle particelle elementari a livello internazionale. Infatti mentre nel 1979 il programma di ricerca è stato concentrato su CERN nel 1980 si nota una forte richiesta di svolgere nuovi esperimenti in altri Laboratori.

Nel 1980 proseguiranno le ricerche iniziate nel 1979, in particolare quelle di Milano, Pisa, Roma, LNF, Bari presso l'SPS (Sala Nord 1). L'esperimento NA1, nel corso di questo anno, misurerà fattori di forma del π e del K (NA7) e probabilmente verificherà l'esistenza dei colori (MICOLOR). NA5 studierà la fotoproduzione a grandi angoli ($\gamma - p$).

L'attività presso l'ISR prosegue con la ricerca della produzione di elettroni diretti (BO/AE/77) e con la misura della sezione d'urto totale $\bar{p}p$ (APPRIA: Napoli e Pisa). Sono stati presentati inoltre due esperimenti, che saranno definiti nel corso del 1980, uno per la misura della sezione d'urto elastica pp all'SFM ($\bar{p}p$ - BO: Bologna) e l'altro per la ricerca della n_c e della n'_c con fascio interno di \bar{p} dello ISR e bersaglio a JET di H_2 (JET - ISR: Genova).

Nel quadro del progetto LEAR, di cui si è detto nel consuntivo scientifico per il 1979, sono in via di formulazione e di studio una proposta di Pisa (TAF) per l'intrappolamento di \bar{p} per misure di alta precisione delle proprietà dell'antiprotone, una di Trieste (PAPE) per la misura con \bar{p} e bersagli polarizzati, una dei LNF assieme a Padova e Torino (TO FRA DUP) per misure delle sezioni d'urto alle bassissime energie con camera a streamer su protoni e nuclei leggeri.

Inoltre un gruppo di ricercatori di Genova e Milano ha presentato una idea interessante (BEAUTY) per discriminare dal fondo la fotoproduzione di mesoni con beauty, usando un bersaglio vivo di giunzioni di rilievo, mettendo così a profitto l'esperienza acquisita in questo campo nella Sezione di Milano.

Per quanto riguarda le ricerche presso altri Laboratori sono da ricordare:

SATNU (Trieste per misure con fasci e bersagli polarizzati da realizzare col Saturne II di Saclay (Francia);

FIDUMP (Firenze per misure di neutrini « Prompt » in un esperimento di beam dump al Fermilab (USA). Con questo esperimento si attiva il Gruppo I anche presso la Sezione di Firenze;

NUSEX (Milano, Torino, LNF) per la misura della vita media dei nucleoni nel Laboratorio sotto il Monte Bianco con una tecnica messa a punto nei LNF.

Questo esperimento suscita un vivo interesse dato che dovrebbe raggiungere in un anno di misura i limiti previsti dalle teorie attuali. È da notare che all'esperimento partecipa in modo significativo un gruppo di ricercatori del Laboratorio di Cosmogeografia di Torino del CNR.

Per il 1980 si è previsto, inoltre, un forte aumento degli investimenti per il calcolo in Italia.

Gruppo II: Fisica delle particelle elementari con tecniche visualizzanti.

Nel 1980 le ricerche in questo campo proseguiranno secondo le linee tradizionali degli anni precedenti. Nella definizione del programma 1980 si sono seguiti i criteri sottoriportati:

assicurare agli esperimenti mezzi adeguati nella fase di preparazione, messa a punto, presa dati e analisi;

favorire la concentrazione di ricercatori, tecnici e risorse su alcune linee di ricerca di punta, pur nel rispetto di possibili diverse esperienze;

mantenere e rinnovare le strutture locali di strumentazione e di calcolo.

Si sono pertanto programmati gli esperimenti in funzione delle problematiche fisiche, con l'impiego di tecniche anche, o completamente, non visualizzanti, quando fosse preferibile per la migliore riuscita degli esperimenti. Per il calcolo nelle Sezioni si sta elaborando un piano per dotare le Unità Operative di super-mini calcolatori della nuova generazione a 32 bit.

Per quanto concerne i nuovi esperimenti sono da ricordare, tra gli altri:

STRF (Bari in collaborazione internazionale) per la utilizzazione di un fascio di neutrini prodotto dalla collisione di un fascio di protoni su un semplice bersaglio allo scopo di misurare le costanti di struttura su tutto l'intervallo possibile di trasferimento di impulso in un solo esperimento;

DNP 553 (Roma, Torino, Padova in collaborazione internazionale) presso il Fermilab (USA). Un bersaglio di emulsioni seguito da uno spettrometro sarà esposto ad un fascio di neutrini. I Gruppi italiani dovranno costruire il rivelatore di vertice costituito da camere a scintilla a larga intercapedine e l'edoscopio per la misura dei tempi di volo.

NA 16 (Padova, Roma, Trieste, Torino in collaborazione internazionale). La piccola camera a bolle (LEBC), costruita nel 1979 per l'esperimento NA 13, verrà posta davanti allo spettrometro E.H.S., impiegando, per la sua utilizzazione, il rivelatore di fotoni FGD, costruito negli scorsi anni dai Gruppi INFN, allo scopo di raccogliere un campione di qualche centinaio di particelle incantate. La Sezione di Padova costruirà per questo esperimento una piccola camera a deriva, ad alta risoluzione spaziale;

BEA (Bari, Roma, Torino in collaborazione internazionale) esporrà ad un fascio di π^- a 370 GeV un pacco di emulsioni seguito da uno spettrometro. Lo scopo è di ricercare tra gli eventi con 3-4 μ eventi con particelle dotati di « bellezza » (beauty);

NUSEX (Milano, Torino, LNF) che si svolgerà anche con finanziamenti del Gruppo I, mira a rivelare eventuali decadimenti del protone. Il progetto riguarda la costruzione e la messa in opera nel Laboratorio 17 del tunnel del Monte Bianco di un rivelatore di prima generazione in grado di ottenere limiti sulla vita media del nucleone pari a 10^{31} – 10^{32} anni. Il rivelatore consiste in un sandwich di lastre di ferro (di circa mezza lunghezza di radiazione) e di piani sensibili di forma cubica di 3,5 m di lato (circa 100 tonnellate di ferro). Esso dovrebbe avere una granularità sufficientemente fina (circa 1 cm) da permettere l'identificazione della maggior parte degli stati finali del decadimento del nucleone a fronte dei vari tipi di eventi di fondo. I piani sensibili saranno costituiti da matrici di tubi resistivi in regime di *streamer* limitata.

Gruppo III: Fisica dei nuclei.

L'anno 1980 è particolarmente critico e potenzialmente fecondo per la ricerca di fisica nucleare, in quanto:

si rende necessario potenziare il fascio del progetto LADON e dotare gli sperimentatori di uno strumento di indagine che consenta il miglior sfruttamento scientifico di questo fascio unico al mondo;

si rende necessario dotare il Tandem dei LNL della strumentazione necessaria per realizzare le prime esperienze sulla macchina;

si rende necessario programmare la acquisizione della dotazione generale del Laboratorio Nucleare del Sud.

In tale quadro, allo stato attuale, si è deciso di sacrificare significativamente le attività specifiche di ricerca, ed in particolare i progetti di nuovi esperimenti (che sono stati contenuti fortemente), al fine di consentire il proseguimento delle ricerche in corso nel 1979 ed un intervento significativo a favore della strumentazione per i Laboratori Nazionali.

Gruppo IV: Fisica teorica.

L'attività dei fisici teorici prosegue per l'anno 1980 sulle linee indicate per l'anno 1979, seguendo le problematiche precedentemente indicate.

Gruppo V: Ricerche tecniche e fisica moderna.

Anche per questo settore di attività si rinvia alla precedente esposizione. Deve aggiungersi che i finanziamenti previsti per il 1980 lasciano in parte scoperte le esigenze di un grande esperimento per la rilevazione delle onde gravitazionali (ROG) e rallentano i tempi di realizzazione di una grande *facility* per la luce di sincrotrone (PWA). Quest'ultimo progetto assume le caratteristiche di una nuova iniziativa strumentale e dovrà essere finanziata nel corso dell'anno.