

3

SEDUTA DI MERCOLEDÌ 10 DICEMBRE 1986

PRESIDENZA DEL PRESIDENTE MICHELE VISCARDI

INDI

DEL VICEPRESIDENTE ALBERTO PROVANTINI

PAGINA BIANCA

La seduta comincia alle 15.

DANTE ORESTE ORSENIGO, *Segretario*, dà lettura del processo verbale della seduta precedente.

(È approvato).

AUDIZIONE DEL PROFESSOR PAOLO FASELLA, DIRETTORE GENERALE DEL DIPARTIMENTO DELLA SCIENZA, RICERCA E SVILUPPO DELLA COMMISSIONE DELLE COMUNITÀ EUROPEE.

PRESIDENTE. L'ordine del giorno reca, nell'ambito dell'indagine conoscitiva sullo stato attuale della fusione nucleare ai fini degli usi pacifici, sulle prospettive e sui problemi di sicurezza, l'audizione del professor Paolo Fasella, Direttore generale del dipartimento della scienza, ricerca e sviluppo della commissione delle Comunità europee. Avverto che il professor Fasella ha predisposto una relazione scritta – alla quale sono allegati figure e tabelle – che sarà pubblicata con le altre presentate nel corso delle audizioni; le tabelle che il nostro ospite illustrerà nell'odierna seduta sono pubblicate in allegato al resoconto stenografico. Cedo ora la parola al professor Fasella.

PAOLO FASELLA, *Direttore del dipartimento della scienza, ricerca e sviluppo della Commissione delle Comunità europee*. Ringrazio per il grande onore che mi è stato fatto, invitandomi a questa Commissione. Nello scegliere i temi da presentare, ho cercato di tener conto di quello che so o immagino che abbiano detto, o diranno, gli altri invitati a queste audizioni. Non mi soffermerò quindi su certi argomenti:

ad esempio, sui principi della fusione nucleare. Insisterò invece soprattutto sull'aspetto comunitario, in termini sia di politica scientifica, legata allo sviluppo della Comunità, sia di sistemi di gestione – anche amministrativi – di tale politica. Farò anche riferimenti specifici ai risultati scientifici e tecnici emersi da questo approccio, e alle modalità con le quali lo sforzo europeo si colloca sul piano mondiale. Loro già sanno che abbiamo collaborato molto attive con gli Stati Uniti e con il Giappone; abbiamo anche contatti con l'Unione Sovietica, ma questi sono più esposti alle variazioni del clima politico mondiale. Farò anche alcuni riferimenti specifici alla partecipazione italiana, sotto il profilo scientifico, tecnico e industriale. Infine, potrò dire qualcosa – se loro pensano di essere a ciò interessati – su due progetti che sono in parte in fase di realizzazione ed in parte ancora in discussione: essi rientrano nell'ambito dello sforzo comunitario, ma interessano particolarmente l'Italia, l'uno perché si svolge nel laboratorio di Ispra (si tratta della tecnologia del trizio), e l'altro perché realizza una proposta fatta alla Comunità dall'associato italiano, e cioè l'ENEA (si tratta del progetto Ignitor).

In primo luogo, illustrerò come si colloca il programma fusione comunitario nell'ambito, da un lato, della politica energetica della Comunità e, dall'altro, della politica scientifica, che, ovviamente, non è che uno strumento delle direttive politiche comunitarie. Nel campo della politica energetica globale, la Comunità – che anche recentemente ha sviluppato una serie di studi – ritiene che sia indispensabile una diversificazione. Non esiste un'unica soluzione, esente da inconvenienti, ed è molto pericoloso dipendere



da una sola fonte energetica. Senza entrare in questa discussione, ma analizzando come si può tradurre in pratica l'esigenza di diversificazione, devo dire che la Comunità ritiene che, a lungo termine, l'energia da fusione abbia molte attrattive. Sappiamo che questo tipo di energia sarà disponibile solo a lungo termine; tutto ciò comporta uno sforzo di ricerca notevolissimo, che è al di sopra delle possibilità dei singoli paesi europei ma che, d'altra parte, è giustificato dai grandi vantaggi che la fusione nucleare controllata offre come fonte di energia complementare alle altre. Per inquadrare la posizione comunitaria nel campo della fusione nell'insieme delle attività della ricerca energetica, conviene considerare il programma quadro per l'insieme della ricerca della Comunità per il quinquennio 1987-1991 che proprio ieri era in discussione al consiglio dei ministri della ricerca. Le attività comporterebbero - secondo le proposte della commissione - una spesa di 7,7 miliardi di unità di conto (ricordo che oggi l'unità di conto fa un leggero premio sul dollaro, e corrisponde a circa 1.445 lire italiane): di essi, noi proponiamo che un miliardo e cento milioni siano riservati al programma comune relativo alla fusione, a fronte dei circa 580 milioni di unità di conto che vengono proposti per la sicurezza della fissione nucleare. Nel campo della fissione, non abbiamo programmi sui nuovi reattori, ma abbiamo - come Comunità - la responsabilità di assicurare un insieme di tecnologie e di ricerche scientifiche a lungo termine (dalla radioprotezione biologica e ambientale alla sicurezza dei reattori). Per lo sviluppo delle energie non nucleari, abbiamo proposto 210 milioni di unità di conto per la ricerca e 375 milioni di unità di conto per le dimostrazioni.

La fusione occupa dunque un posto importante nel campo della ricerca comunitaria. Vale anche la pena di raffrontare questo sforzo comunitario a quello che si compie nel mondo. Nel periodo 1976-1985, il programma europeo ha comportato un po' meno di 2 miliardi di unità

di conto, di cui 540 milioni sono impegnati nel progetto più grande, che è il JET (*Joint european torus*). In questo stesso periodo, gli Stati Uniti hanno speso molto di Più: 5,4 miliardi di unità di conto, mentre i giapponesi hanno speso poco meno di 2 miliardi di unità di conto.

È importante avere anche una dimensione temporale, cioè il riferimento ad un periodo di tempo preciso, nel nostro caso dieci anni. È interessante constatare le tendenze, e per mostrarvele ho raccolto i dati in una tabella che paragona l'andamento, nel periodo 1976-1985, dei tre grandi programmi. Come potete vedere dalle tabelle n. 1 (allegata al resoconto stenografico) il programma europeo è partito in modo modesto ma è cresciuto costantemente e il programma giapponese è aumentato più recentemente. Attualmente i tre sforzi sono paragonabili.

I dati devono essere considerati in funzione dei diversi approcci alla fusione nucleare (si tratta di tenere insieme deuterio e trizio a concentrazione e temperature molto elevate in modo che reagiscano liberando l'energia richiesta). Come vi hanno detto i professori Rubbia e Toschi, vi sono due principali approcci: uno è basato sul contenimento magnetico, l'altro è quello inerziale. Il professor Rubbia ha menzionato nel corso della sua audizione che l'approccio inerziale si presta anche ad applicazioni non pacifiche. Pertanto, è più difficile conoscere esattamente quanto si spende e cosa si ottiene nell'insieme della ricerca sulla fusione inerziale. La ricerca sulla fusione magnetica è invece puramente pacifica, e quindi le cifre sono tutte note. Nel valutare lo sforzo americano, nella tabella non è incluso quello che grava sul bilancio del dipartimento della difesa.

Da che cosa è giustificato l'interesse per la fusione nel mondo? Si tratta di una fonte lontana nel tempo ma praticamente illimitata. Infatti, il combustibile si può estrarre dall'acqua di mare, con conseguenze geopolitiche molto importanti: praticamente, le fonti di energia sarebbero indipendenti dai privilegi geo-

grafici che in passato hanno vincolato la civiltà stessa (basti pensare al petrolio ed al carbone). Si tratta, inoltre, di una energia essenzialmente più pulita sia di quella derivata da processi di fissione, che producono inevitabilmente scorie radioattive, sia dell'energia da combustione del carbone e del petrolio. Si potrà arrivare - e facciamo un grande sforzo in questa direzione - a bruciare carbone e petrolio nel modo più pulito, ma sarà inevitabile il formarsi dell'anidride carbonica. Questa, in un processo inverso che utilizza l'energia solare, in condizioni di equilibrio, è riciclata dalle piante verdi. Noi però, da un lato stiamo bruciando un insieme di prodotti che si erano accumulati nel corso di miliardi di anni, e dall'altro, distruggiamo ampie zone di foresta. Per il momento, l'accumulo di anidride carbonica non è rilevante perché una grossa parte viene fissata chimicamente dal mare. Tuttavia, malgrado sforzi molti intensi, nessuno sa quale sarà il limite della capacità del mare di fissare l'anidride carbonica. Al momento in cui questa capacità si saturasse, l'anidride carbonica si accumulerebbe nell'atmosfera e si determinerebbe un « effetto serra », che intrappolerebbe l'irraggiamento solare quando questo ha interagito con la materia, con la conseguenza di un riscaldamento del globo. Ciò può provocare una serie di gravi inconvenienti fra i quali la fusione dei ghiacci del polo (del polo sud, soprattutto dove il blocco dei ghiacci è essenzialmente su terra), con conseguente aumento del livello del mare. Non siamo di fronte a dati allarmanti, ma essi vanno menzionati per sottolineare che l'energia di fusione ha il merito di essere meno contaminante di altre.

Un milione di kilowattora elettrici si ottiene consumando dieci grammi di deuterio e quattrocento grammi di litio e questo corrisponde a 60 tonnellate di carbon fossile. D'altra parte, si tratta di sviluppi a lungo termine, e allo stato attuale non credo sia realistico pensare ad utilizzazioni commerciali prima del 2040. So che alcuni sono più ottimisti, ma io credo che non sarebbe saggio aspettarsi tempi

più brevi. La fusione presenta alcuni vantaggi nella sua interazione con l'ambiente, ed anche alcuni pericoli (nulla è scevro da pericolo). Non vi sono elementi di inquinamento chimico e non si impiegano prodotti tossici. I combustibili primari, litio e deuterio, e il prodotto finale, l'elio non sono radioattivi; solo il combustibile intermedio è radioattivo, ma è riciclato nel reattore. Mentre nel caso dell'energia da fissione, a seconda dell'efficienza del sistema, può essere migliorata o peggiorata la relazione tra la quantità di energia e la quantità di scorie prodotte, ma una certa quantità di scorie è inevitabile, nel caso della fusione non è così, perché l'elemento radioattivo viene continuamente riciclato. L'attivazione dei materiali può essere ridotta migliorando la qualità dei materiali stessi. Noi, come Comunità, in particolare nel settore dell'energia, siamo molto sensibili agli aspetti di sicurezza. Nei nostri laboratori, soprattutto ad Ispra, abbiamo degli studi tendenti a elaborare materiali che riducano il fenomeno di attivazione.

In condizioni di regime, la quantità di radioattività rilasciata globalmente da 2 mila impianti a fusione a 3 gigawatt rappresenta lo 0,04 per cento della dose collettiva dovuta alla radioattività naturale. Sono stati eseguiti calcoli sulle conseguenze del peggiore incidente possibile. Essi dimostrano che non si avrebbero danni immediati per alcuno e che non è necessario evacuare la zona al di fuori del sito del reattore. Credo che questa conclusione risulti leggermente ottimista. Tutta l'esperienza, nucleare e non, di incidenti connessi a grossi impianti industriali mostra che non si è mai abbastanza cauti. Benché si annunci come molto meno pericolosa di altri sistemi di produzione di energia, anche la fusione va trattata con le debite cautele.

La Comunità ha deciso di sviluppare progressivamente la fusione attraverso un programma comune. Ciò per due ragioni: da un lato, perché si inserisce nella politica energetica che è comunitaria; dall'altro perché i costi ed i tempi sono talmente lunghi che è di buon senso affron-

tarli insieme. Sarebbe troppo costoso, anche per i paesi europei più ricchi, affrontare il problema da soli non solo in termini puramente economici, ma anche perché le competenze complementari di fisici, di chimici, di ingegneri, di strutturisti dei materiali e così via sono tali che è difficile reperirle facilmente tutte in un solo paese. Lo scopo dello stadio attuale del programma fusione comunitario è di acquisire le conoscenze fisiche e tecnologiche necessarie per il disegno dettagliato di un reattore della prossima generazione, che chiamiamo NET, cioè il prossimo Tokamak europeo. Nel campo della fisica e dell'ingegneria del plasma, contiamo di utilizzare a fondo gli investimenti fatti in persone e cose; mi riferisco al JET, e ad una serie di macchine più piccole, esistenti o in costruzione, che sono complementari al JET. Si è stabilito un buon equilibrio dinamico tra relativamente pochi, ma molto buoni, centri nazionali e il laboratorio comune JET. È una formula interessante, perché lo sviluppo della fusione controllata richiede un succedersi di generazioni di ricercatori competenti; è quindi essenziale mantenere nei paesi partecipanti laboratori di alto livello, inseriti nel programma comune, i quali costituiscono centri di formazione di giovani per assicurare il rinnovo dei quadri. Si spera che nel biennio 1989-1990 si avranno abbastanza dati per poter iniziare la fase di disegno dettagliato del NET. Nel frattempo esploriamo alcune linee alternative: lo *Stellarator* e il *Reversed field pinch*. Quest'ultima linea è perseguita nel laboratorio di Padova del CNR. Vi è poi il Tokamak a campo magnetico molto elevato, proposto dall'associazione italiana, del quale uno degli ideatori è il professore Coppi, che credo parteciperà ad una delle prossime sedute di questa Commissione.

La tabella n. 2 (allegata al resoconto stenografico) riassume la nostra strategia. Vi è una prima fase dedicata alla fattibilità scientifica che, come dicevo prima, è centrata sul JET e le macchine, integrata da studi tecnologici di base condurrà alla prossima macchina, NET, destinata so-

prattutto a verificare la fattibilità economica. Il JET è nella fase operativa dal 1983, il NET (*Next european torus*) è attualmente nella fase di prediseño, il DEMO è in programma per il 2000. Se le cose andranno bene, i tempi potrebbero accorciarsi, ma non conviene essere troppo ottimisti. È ancora più difficile conoscere i tempi delle macchine alternative inerziali, perché sono sviluppate soprattutto sotto controllo militare. Vi è uno scadenziario del JET che dimostra le fasi successive e i sistemi di riscaldamento complementari. Il primo riscaldamento è quello ohmico, dovuto al semplice passaggio di corrente; vi è poi una seconda forma di riscaldamento, cioè il riscaldamento alla risonanza ciclotronica ionica che dovrebbe arrivare a fornire circa 30 megawatt. Inoltre, esiste un sistema di iniezione di particelle neutre. Vi è infine un sistema di iniezione a ghiaccioli di deuterio per aumentare la densità del plasma. È possibile — la decisione dovrà essere adottata intorno al 1989 — che si possa passare da un regime di verifica e di studio del plasma che ancora non contiene trizio ad un sistema che lo impieghi; immettendo il trizio, ci si potrebbe avvicinare all'ignizio (cioè a un bilancio energetico positivo) e forse si potrebbe raggiungerla.

L'immissione del trizio nel JET rappresenterà una decisione molto importante, così come sarà importante decidere di passare dalla fase di prediseño alla fase di disegno reale del NET. Ancora più importante sarà la decisione di iniziarne la costruzione.

Se attualmente il programma fusione costa, per la parte comunitaria, tra i 200 e i 300 milioni di unità di conto l'anno (circa 400 miliardi di lire), nella fase successiva l'impegno sarà quasi dieci volte più grande. Proprio perché siamo consci di questo, nell'ambito delle collaborazioni internazionali, stiamo studiando seriamente la possibilità di compiere lo sforzo successivo non isolatamente, in ambito europeo, ma a livello mondiale; molto probabilmente con gli Stati Uniti ed il Giappone, non escludendo contatti

con l'Unione Sovietica. Come sapete, Gorbaciov, al vertice di Ginevra, ha proposto a Reagan di sviluppare un programma fusione comune; questa stessa proposta è stata « riesumata » durante l'ultimo vertice di Islanda. Le implicazioni politiche sono complesse, ma credo sia importante a livello scientifico mantenere i contatti.

Benché lo scopo principale del JET sia di verificare la fisica della fusione, ci sono stati effetti di ricaduta molto interessanti sulle industrie che hanno partecipato alla costruzione del JET. Per soddisfarne le esigenze, le industrie (servendosi delle conoscenze di fisici di prim'ordine) sono state costrette a sviluppare tecnologie avanzatissime che poi hanno utilizzato in altre applicazioni anche commerciali. Per quanto riguarda le diagnostiche, esse sono state elaborate per studiare in dettaglio ciò che avviene nel plasma a più di 100 milioni di gradi: non è una cosa banale. Dobbiamo studiare nuovi materiali e superconduttori per la prossima generazione di macchine. Per alcuni degli sviluppi sui superconduttori ci sono contatti proficui con il CERN.

La tabella n. 3 (allegata al resoconto stenografico) illustra come si è sviluppato lo sforzo economico del programma fusione totale (colonnina di destra) attraverso quello che è stato speso per il JET (indicato dalla colonnina di sinistra) e quello che è stato speso nelle associazioni (colonnina centrale). Questo diagramma è importante dal punto di vista della « sociologia della scienza ». Quando questo programma è nato, tutto lo sforzo era fatto nelle associazioni. Infatti i lavori si eseguivano in vari laboratori separati amministrativamente, ma scientificamente collegati. Sette-otto laboratori hanno cominciato a lavorare insieme, a scambiarsi persone, a pianificare insieme gli esperimenti. Collettivamente hanno deciso che avevano bisogno, ad un certo punto di una macchina più grossa, da realizzare insieme; così è nato il JET. L'impegno per il JET è andato crescendo, e si è avuto un massimo di spesa quando se ne è completata la costruzione; la spesa è poi diminuita durante la fase di

gestione e adesso il costo è stazionario. Questo processo si è accompagnato a una crescita delle spese per le associazioni perché l'interazione tra JET ed associazioni è molto importante.

La Comunità partecipa alle spese delle associazioni secondo tre sistemi di finanziamento, con una certa flessibilità. Per le spese di funzionamento, partecipiamo al 25 per cento, che costituisce il minimo per assicurare la coerenza del programma. Ogni associazione propone poi, discutendone con le altre, progetti più specifici. Se un progetto (come la costruzione della macchina di Frascati, o come potrebbe essere l'IGNITOR - su cui c'è una proposta italiana che stiamo studiando) sembra tanto importante che valga la pena di sostenerlo insieme, allora il contributo comune passa al 45 per cento. Ritengo che questo sia un sistema abbastanza efficace di controllo reciproco. Per il JET paghiamo l'80 per cento; poi vi è il 10 per cento che è pagato direttamente dal governo britannico, perché ha alcuni vantaggi derivanti dall'avere « in casa » questa macchina. Il rimanente 10 per cento è ripartito tra tutti i laboratori associati. È interessante notare che al finanziamento del JET contribuiscono due paesi, la Svizzera e la Svezia, che pur non facendo parte della Comunità, hanno considerato interessante associarsi ed hanno quindi per la fusione gli stessi diritti e doveri dei paesi membri. Il Centro comune di ricerca ha, soprattutto ad Ispra, un programma di studi sui materiali per la fusione, e su problemi connessi alla sicurezza, conformemente alla missione di questo laboratorio; il laboratorio di Ispra è finanziato al 100 per cento dalla Comunità.

Per quanto riguarda i contratti con le industrie, quelli relativi alla ricerca sulla fusione sono tra i pochissimi che paghiamo al cento per cento. Di solito, i nostri contratti di ricerca con l'industria sono al 50 per cento, in considerazione dell'interesse a medio termine per l'industria. Nel campo della fusione la ricaduta commerciale è ancora lontana; noi paghiamo il 100 per cento delle spese di

ricerca. Ritengo che questa cifra dovrà essere rivista al ribasso a mano a mano che ci si avvicinerà a delle ricadute commerciali.

Le persone che lavorano al programma fusione in Europa sono 3.600, di cui 1.200 sono laureati. Nelle associazioni italiane, ENEA e CNR (il 13 per cento del totale). Il JET impiega un totale di 385 persone, di cui 220 sono – per così dire – prestate dall'UKAEA (che è l'equivalente britannico dell'ENEA) e 165 sono dei ricercatori dell'Euratom. Costoro hanno lo statuto di ricercatore comunitario, e si spostano da un laboratorio all'altro della Comunità. Delle 165 persone impiegate al JET, 28 sono italiane. Il programma fusione, che amministra centinaia di miliardi di lire all'anno e comporta l'impiego di 3.600 persone, è gestito a Bruxelles da 8 laureati. È quindi un'amministrazione estremamente efficace. Il professor Donato Palumbo, che molto recentemente ha raggiunto i limiti di età, ha creato e diretto questa struttura dal 1958 al 1986; per la quale noi, come europei e come italiani, gli dobbiamo profonda riconoscenza.

PRESIDENZA DEL VICEPRESIDENTE
ALBERTO PROVANTINI

PAOLO FASELLA, *Direttore generale del dipartimento della scienza, ricerca e sviluppo della Commissione delle Comunità europee*. Il concetto base della fusione è che bisogna tenere insieme un numero abbastanza alto di particelle per metro cubo, per almeno un secondo ad una temperatura di almeno cento milioni di gradi. Cioè, bisogna che il prodotto della densità delle particelle per il tempo in cui interagiscono e per la temperatura raggiunga un certo valore. Quando il prodotto delle tre grandezze raggiunge l'area tratteggiata della tabella 4 (allegata al resoconto stenografico) si ha l'ignizione. Come potete constatare, gli ultimissimi risultati hanno posto JET in una posizione comparabile, e forse superiore, a quella del TFTR americano. Si è arrivati

ad avere questo risultato di JET grazie all'introduzione di un accorgimento messo a punto a Garching.

Nella tabella n. 5 (allegata al resoconto stenografico) sono indicati i contributi scientifici e tecnologici che le varie associazioni hanno portato al JET e al NET. A proposito dei rapporti tra industria e fusione, dal 1978 al 1985 JET ha commisurato contratti per 400 milioni di unità di conto, di cui 240 per equipaggiamento di tecnologia avanzata tra cui una robotica molto raffinata. A JET vi è un robot con un braccio lungo più di sette metri e con mani di una precisione microscopica. Le associazioni hanno stipulato con l'industria contratti per un valore di 300 milioni di unità di conto. La spesa globale per l'alta tecnologia, escludendo naturalmente quella per i *computers*, è stata di circa 500 milioni negli ultimi dieci anni. L'industria europea è stata capace di soddisfare, in libera competizione, la quasi totalità di queste domande.

Nella tabella n. 6 (allegata al resoconto stenografico) potete vedere come i diversi paesi europei hanno partecipato ai contratti. Nel JET l'Italia ha una partecipazione ragguardevole, non enorme. È molto interessante vedere che il nostro paese ha una partecipazione quanto mai significativa nel fornire tecnologia industriale alle altre associazioni in libera competitività; questo fatto permette già, secondo me, una prima conclusione. L'Italia è molto avanti, rispetto al 13 per cento che le competerebbe in base alla sua posizione quantitativa nello sforzo economico comunitario, nella fisica, ed è molto brava nell'ingegneria industriale; è debole – e ciò, secondo me, richiede attenzione – nella tecnologia che è, per così dire, a metà strada tra la fisica e l'industria; ha ottimi ingegneri e fisici, ma forse le industrie o i politecnici non hanno investito abbastanza nelle tecnologie di base, nei sistemi di *processing*, negli studi sui materiali, eccetera. Ciò mi preoccupa, perché la tecnologia di oggi è l'ingegneria di domani. Quindi l'Italia, che è in una situazione molto buona ai

due poli, scienza e ingegneria, rischia, se non coltiva la sua tecnologia, di perdere una posizione vantaggiosa, raggiunta grazie alle ottime *performances* dell'ENEA.

ALESSANDRO TESSARI. Mi scusi, fa questa considerazione a qualche proposito o a carattere generale?

PAOLO FASELLA, *Direttore generale del dipartimento della scienza, ricerca e sviluppo della Commissione delle Comunità europee*. La fusione esercita sull'industria stimoli tecnologici ai limiti della tecnologia esistente: sono sollecitazioni in un certo senso analoghe a quelle del progetto Apollo nel campo spaziale. Grazie alla forte interazione sviluppatasi con la fusione, l'industria tende ad affrontare progetti sempre più ambiziosi sulla strada della costruzione di un possibile reattore a fusione: ci si prepara al mercato futuro. Da un'indagine preliminare risulta che, su un totale di 72 industrie, l'80 per cento dichiara di aver ricavato benefici tecnologici ed industriali dalla fusione. L'Ansaldo, un'industria che partecipa molto attivamente ai programmi, è giunta a questa conclusione: che il lavoro compiuto per i contratti fusione (40 miliardi di lire italiane) ha contribuito in modo cruciale ad aumentare la capacità di progettazione dell'impresa, ad acquistare nuova attitudine circa la natura del nuovo cliente (cioè l'istituto di ricerca) e il tipo di prodotto richiesto; ha altresì permesso di adattare la sua struttura operativa al nuovo tipo di attività creando addirittura una nuova divisione; ha condotto ad avere delle cosiddette « aree pulite » (più protette di una sala operatoria chirurgica) che diventano sempre più importanti per tutta la tecnologia avanzata; ha sviluppato tecniche automatiche di produzione e di manifattura tali da ridurre il costo ed aumentare l'affidabilità, di procurare o sviluppare nuovi strumenti avanzati di *processing* e di aumentare le conoscenze specifiche. Questa competenza ha consentito all'impresa di raggiungere altri mercati, quali i laboratori delle alte energie, i sistemi di immagine medica e

così via, e adesso comincia a trasferire queste tecnologie avanzate in altri settori del mercato. Ripeto che lo scopo della ricerca nel campo della fusione non è quello di sostenere l'industria ma quello di arrivare alla fusione; però l'effetto indotto non è trascurabile.

Aggiungo qualcosa sulla collaborazione internazionale. Credo che questo aspetto sia importante perché fa parte della politica della scienza. Il programma fusione comunitario è molto sensibile alla necessità di collaborare con il mondo esterno. Ciò si è tradotto in una serie di accordi che funzionano utilmente e che permettono di ottenere gli stessi risultati ad un costo inferiore o risultati migliori a parità di costo. Abbiamo accordi bilaterali con il Canada e gli Stati Uniti e con il Giappone dovremmo firmare un accordo verso la fine dell'anno. Questo conduce anche a compiere esperimenti insieme. I nostri gruppi vanno nei laboratori di questi paesi e viceversa. Nell'ambito dell'agenzia internazionale dell'energia legata all'OCSE, abbiamo sviluppato vari accordi multilaterali. Ve n'è uno per il Tector, uno per l'Asdex, e uno per l'uso dei tre grandi Tokamak. Non parlo degli altri per motivi di tempo. Parlo invece di altre forme di collaborazione. Quella che ho citato è una collaborazione tra i paesi che aderiscono all'OCSE. Esiste, presso l'agenzia internazionale dell'energia atomica di Vienna, un gruppo a cui partecipano non solo tre membri dell'OCSE (Giappone, Stati Uniti e CEE) ma anche l'Unione Sovietica. Si tratta di un gruppo chiamato INTOR che ormai da anni si riunisce per discutere di futuri progetti fusione, una specie di NET mondiale. Naturalmente questa iniziativa ha subito gli alti e bassi delle fluttuazioni politiche. I contatti personali sono rimasti sempre buoni e molto recentemente, in seguito ad una riunione a Kyoto, sembra sia emersa la buona volontà di tutti per mettere in cantiere un nuovo sistema di collaborazione, al fine di giungere ad un programma di lavoro che ci mostri se sia possibile eseguire il disegno dettagliato di una macchina più grande, eventualmente

da costruire e gestire in comune. Si tratta di una cosa buona, che va coltivata: l'esperienza ha dimostrato, anche durante il negoziato degli accordi precedenti, che noi europei siamo presi in considerazione per questi grossi progetti, solo quando siamo forti come gli altri, se non più degli altri.

L'Europa è in posizione di vantaggio quando si presenta unita al negoziato. La partecipazione a livello mondiale presuppone un programma europeo forte che ci permetta di parlare con gli altri da pari a pari e non in condizioni di inferiorità. È interessante l'ultima forma di collaborazione internazionale: nel 1983 quando il vertice dei paesi industrializzati occidentali (Stati Uniti, Canada, Giappone e paesi europei) si è trovato sotto la presidenza Mitterrand, quest'ultimo ha lanciato l'idea che poi si è dimostrata molto utile in vari campi, di un « gruppo tecnologia, crescita ed impiego ». Questo gruppo è costituito da otto persone che nelle amministrazioni dei paesi del Vertice hanno la responsabilità di gestire i programmi di ricerca. Nei rapporti redatti da questo gruppo per le riunioni del Vertice si sono identificati alcuni grossi programmi concernenti la fisica dell'alta energia, la fusione e certi aspetti di esplorazione pacifica dello spazio, nonché la tecnologia del mare, le cui previsioni di spese per i prossimi dieci anni sono tra i 5 e i 10 miliardi di dollari per programma. Si tratta di cifre elevate anche per gli americani e per i giapponesi. Ci si è resi conto dell'analogia dei problemi e della necessità di comunicare per esplorare le possibilità di collaborazione nella gestione dei programmi attuali e nella pianificazione delle spese, in modo che i vari programmi si completino. Si tratta di un lavoro difficile: esso ha condotto anche a una collaborazione informale che si è dimostrata molto utile in vista della preparazione di accordi.

Fornirò ora alcuni dati relativi al contributo offerto dai diversi paesi alla conferenza scientifica IAEA del novembre 1986. I giapponesi partecipanti erano 344, con 50 comunicazioni, gli statunitensi

105, con 70 comunicazioni. Per l'Unione Sovietica hanno partecipato solo 10 persone, con 28 comunicazioni. I progetti JET e NET della Comunità europea hanno inviato 29 partecipanti e 14 comunicazioni. L'Italia si è presentata con 15 rappresentanti ed una sola comunicazione, ma partecipava come associata a parecchi progetti europei.

Per quanto riguarda i contratti JET, l'Italia ha avuto una quota pari all'8,9 per cento mentre, per quanto si riferisce alle associazioni, ha avuto una quota pari al 26,1 per cento. In Germania solo il 70 per cento dei contratti è nazionale, in Italia invece lo è il 92-98 per cento: gli italiani mi sembrano essere un po' campanilisti in questo contesto.

Vi sono due nuove azioni in preparazione che interessano l'Italia: la prima è il laboratorio di trizio ad Ispra, già approvato dal consiglio dei ministri che sarà forse l'unico strumento non militare in questo campo in Europa. Tale laboratorio offre alla comunità europea un centro tecnologico per la sicurezza nel campo della fusione controllata. L'altra azione nuova riguarda il confinamento magnetico ad alti campi, di cui il professor Coppi è stato ed è uno dei paladini più rappresentativi. L'ENEA, come membro dell'associazione con l'Eurotom, ha sottoposto un progetto; l'Eurotom ne ha preso atto, e prossimamente verrà intrapreso il disegno dettagliato.

Con riferimento alle prospettive, credo che la fusione sia importante; ritengo che sia un fenomeno interessante anche in termini di sociologia della scienza. Essa ha delle prospettive, e ha già avuto delle ricadute. Credo che la proposta di sviluppare, oltre alla fusione per confinamento magnetico, anche un approccio « inerziale » - come suggerito dal professor Rubbia - sia molto interessante. Nell'intraprendere tale via non bisognerà però ignorare le possibili implicazioni militari.

PRESIDENTE. Ringrazio il professor Fasella per il contributo che ha dato alla nostra indagine, con il documento scritto e con la sua illustrazione, che abbiamo

seguito con grande interesse. Invito ora i colleghi a rivolgere le loro domande, alle quali il nostro ospite risponderà.

GIANNI TAMINO. Ho visto che il documento scritto reca delle prospettive di commercializzazione – e quindi delle valutazioni di carattere economico – del progetto. Domando al professor Fasella quale sforzo si debba fare per rendere veramente commerciale – non importa quando, ma comunque in futuro – un reattore. In particolare, vorrei sapere se è pensabile che un reattore tipo Tokamak – cioè che funziona in modo alternato, non continuo – abbia delle possibilità di commercializzazione e, in caso contrario, quali soluzioni si possano trovare, in modo da rendere il processo continuo e non oscillante. Ritengo, infatti, che ciò costituisca un nodo importante per comprendere la prospettiva commerciale di questi risultati.

GIOVANNI BIANCHINI. Con riferimento alla tecnologia del confinamento inerziale, mi pare che vi siano delle difficoltà di carattere militare, nel senso che non circolano risorse e conoscenze, perché chi sta proseguendo le ricerche sotto il profilo militare non vuole metterle in comune; chiedo allora che valutazione possiamo dare circa le possibilità concrete di usi pacifici di questa linea tecnologica. Vorrei cioè sapere, qualora l'Europa – oltre ad impegnare risorse per proseguire la realizzazione del NET – spendesse anche delle risorse in questa direzione, se potremmo pensare di portare a termine questa tecnologia, giudicata interessante, anche in tempi minori. In secondo luogo, vorrei sapere se la collaborazione tra Stati Uniti e Giappone – per cui si immagina di giungere anche alla realizzazione di una macchina internazionale, in un certo senso – unitamente a delle risorse aggiuntive potrà abbreviare i tempi che lei, professor Fasella, ci ha indicato, oppure no. Infine, vorrei conoscere i legami tra la tecnologia nucleare da fusione e quella da fissione.

ALESSANDRO TESSARI. Lei, professor Fasella, ha citato l'esempio abbastanza significativo e positivo della buona collaborazione esistente tra gli scienziati di tutto il mondo, ma noi abbiamo avuto, in questa sede, anche qualche esempio di come la competizione non sempre sia così sportiva, soprattutto in un momento in cui sulla fusione ricadranno i benefici della crisi che si registra invece nel campo della fissione. Noi stessi ci siamo trovati di fronte alla necessità di non perdere tutto un patrimonio di esperienze scientifiche, che si è poi concretizzato in rilevanti contributi alle spese per il programma della fissione; è chiaro che, dopo l'incidente di Chernobyl, sarà inevitabile qualche dirottamento a beneficio della fusione: ne abbiamo avuto già sentore nelle prime audizioni. Personalmente, ho avuto qualche strana impressione, nel senso che molti tecnici che operano nel campo della fusione hanno detto che un eccesso di finanziamenti non necessariamente si traduce in un accorciamento dei tempi previsti per la produzione del primo reattore da fusione. Essi affermano che i tempi tecnici per la realizzazione del reattore in realtà non possono essere « comprati », perché i livelli della ricerca attuale sono tali che non si può comprimerli oltre una certa soglia.

Quindi, ci troviamo nella necessità di dedicare molta attenzione a tutto il programma della fusione. Devo dire che ho molto apprezzato il fatto che lei ha presentato alla nostra Commissione l'investimento, lo sforzo internazionale come uno sforzo che comunque va premiato, ed in questo io sono d'accordo con lei: non possiamo mettere un gruppo o un laboratorio contro l'altro, ma invece dobbiamo in questo momento potenziare tutto quello che si fa; anzi, io sarei addirittura favorevole a moltiplicare le isole di ricerca in Italia ed in Europa, anche per rendere più indipendente, e successivamente inter-dipendente, il livello della ricerca e della ricaduta tecnologica. Penso infatti che siano ancora molti i settori inesplorati da cui possiamo ricavare, anche per la nostra industria, conoscenze in generale. La

domanda che desidero farle è molto banale, ma la risposta ci serve anche per esprimere qualche giudizio di merito sull'argomento. Lei ha fatto riferimento al confinamento inerziale come ad un versante che può avere un risvolto militare, il quale invece mancherebbe nel confinamento magnetico: questa è un'opinione che lei può tranquillamente rendere obiettiva, o costituisce un suo personale punto di vista? La comunità scientifica che opera nel campo della fusione condivide questa sua opinione, cioè che il confinamento inerziale è, tra le due opzioni, quella che si presta di più ad un interesse di tipo militare, oppure questa è un'opinione solo di alcuni tecnici, tra cui anche lei?

LELIO GRASSUCCI. Ringrazio il professor Fasella per la sua esposizione, e limito il mio intervento a due brevissime domande. Nel corso degli ultimi tempi, si è accentuata l'attenzione verso la seconda linea di ricerca, cioè il confinamento inerziale: perché si è verificata questa maggiore attenzione, che prima non c'era? Quali sono i fatti che l'hanno determinata? Sia dalla relazione che lei ci ha illustrato, sia dall'indagine che abbiamo già svolta, è emersa l'esigenza di rafforzare l'impegno, anche nazionale, nel campo della fusione a confinamento inerziale. Anche in questa relazione viene detto che l'Italia non può farlo da sola, ma che occorre una collaborazione europea più spinta in questo campo. Ora, mi sembra di capire che la linea del confinamento inerziale è fuori dall'Euratom, quanto meno non è compresa in quel programma; vorrei perciò sapere quale linea si può seguire più facilmente, se quella di aprire la collaborazione Euratom anche al confinamento inerziale, o quella di aprire una seconda via - parallela a quella dell'Euratom - ricercando collaborazioni autonome e specifiche sul confinamento inerziale.

PAOLO FASELLA, *Direttore generale della scienza, ricerca e sviluppo della Commis-*

sione delle comunità europee. Valutazioni economiche sono possibili ma sono molto aleatorie perché non si può prevedere ciò che sarà competitivo tra trent'anni. I calcoli di valutazione economica a lungo termine sono esercizi interessanti soprattutto per chi li fa ma non sono, in generale, sufficientemente affidabili.

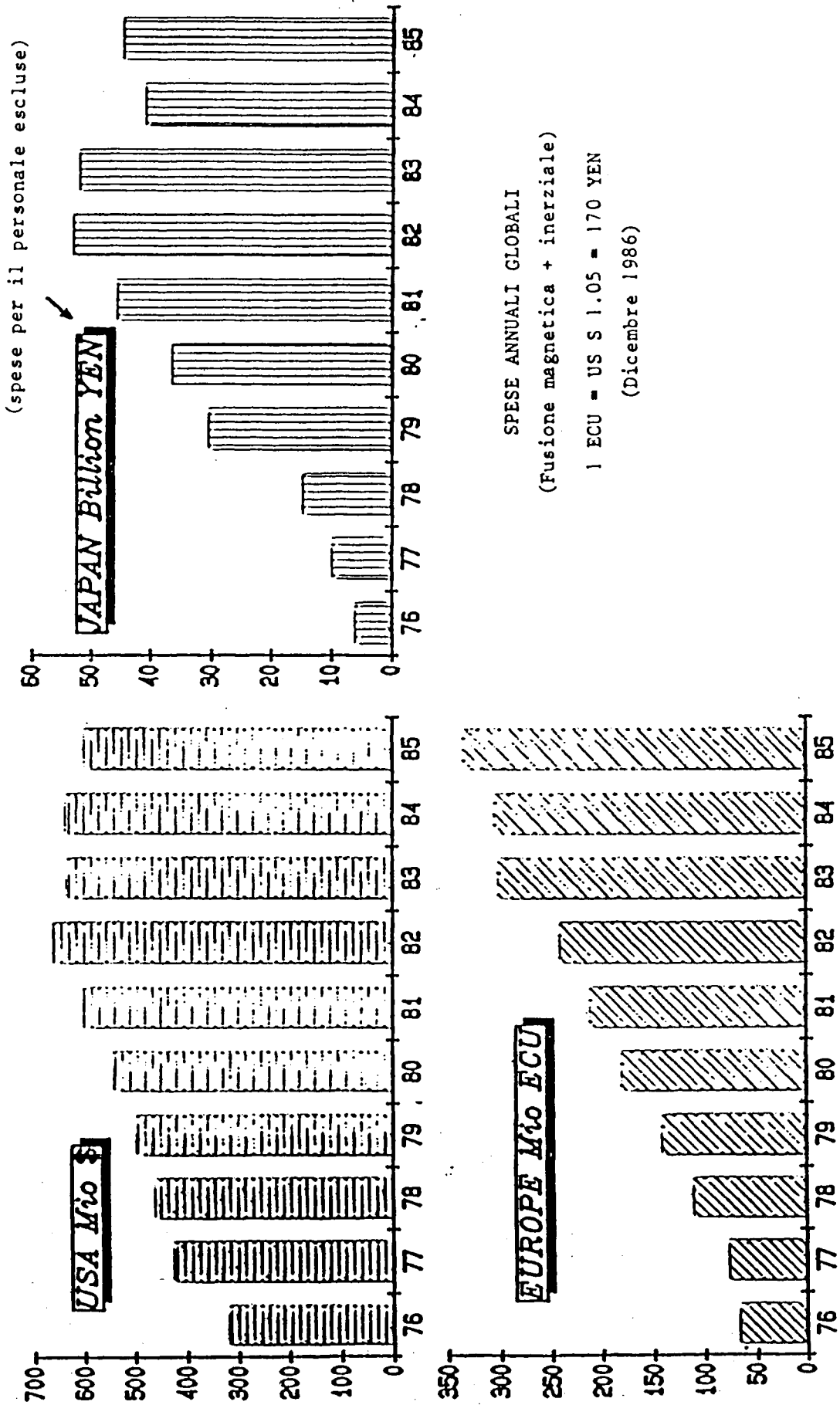
Alla domanda sull'opportunità di spendere anche per l'inerziale, personalmente rispondo positivamente anche se le difficoltà sono considerevoli. Comunque, ritengo che valga la pena proporlo, nonostante le condizioni politiche che limitano il flusso delle informazioni provenienti dai vari laboratori e nonostante la tecnologia posseduta da taluni paesi in questo settore non sia condivisa con altri. Anche questo tipo di studi, però, potrà difficilmente svolgersi a livello puramente nazionale perché richiederà investimenti elevatissimi non solo finanziari ma anche un personale qualificato.

Alla domanda sull'opportunità di spendere di più per ridurre i tempi, posso rispondere affermando che il programma fusione europeo sul confinamento magnetico è sufficiente per raggiungere gli obiettivi previsti attualmente. Esso si frenerebbe se gli stanziamenti fossero inferiori, ma se questi fossero maggiori, il programma non verrebbe accelerato in modo proporzionale perché esso dipende anche dal progresso delle conoscenze, dalla preparazione dei tecnici, eccetera. Qualora si decidesse di includere nel programma fusione un approccio inerziale, sarebbe indispensabile provvedere a un aumento sostanziale degli stanziamenti.

PRESIDENTE. Professor Fasella, personalmente ed a nome dei colleghi desidero ringraziarla per il contributo che con la sua audizione ha offerto alla nostra indagine conoscitiva.

La seduta termina alle 17,40.

FIG. 1



STRATEGIA DEL PROGRAMMA EUROPEO DI FUSIONE

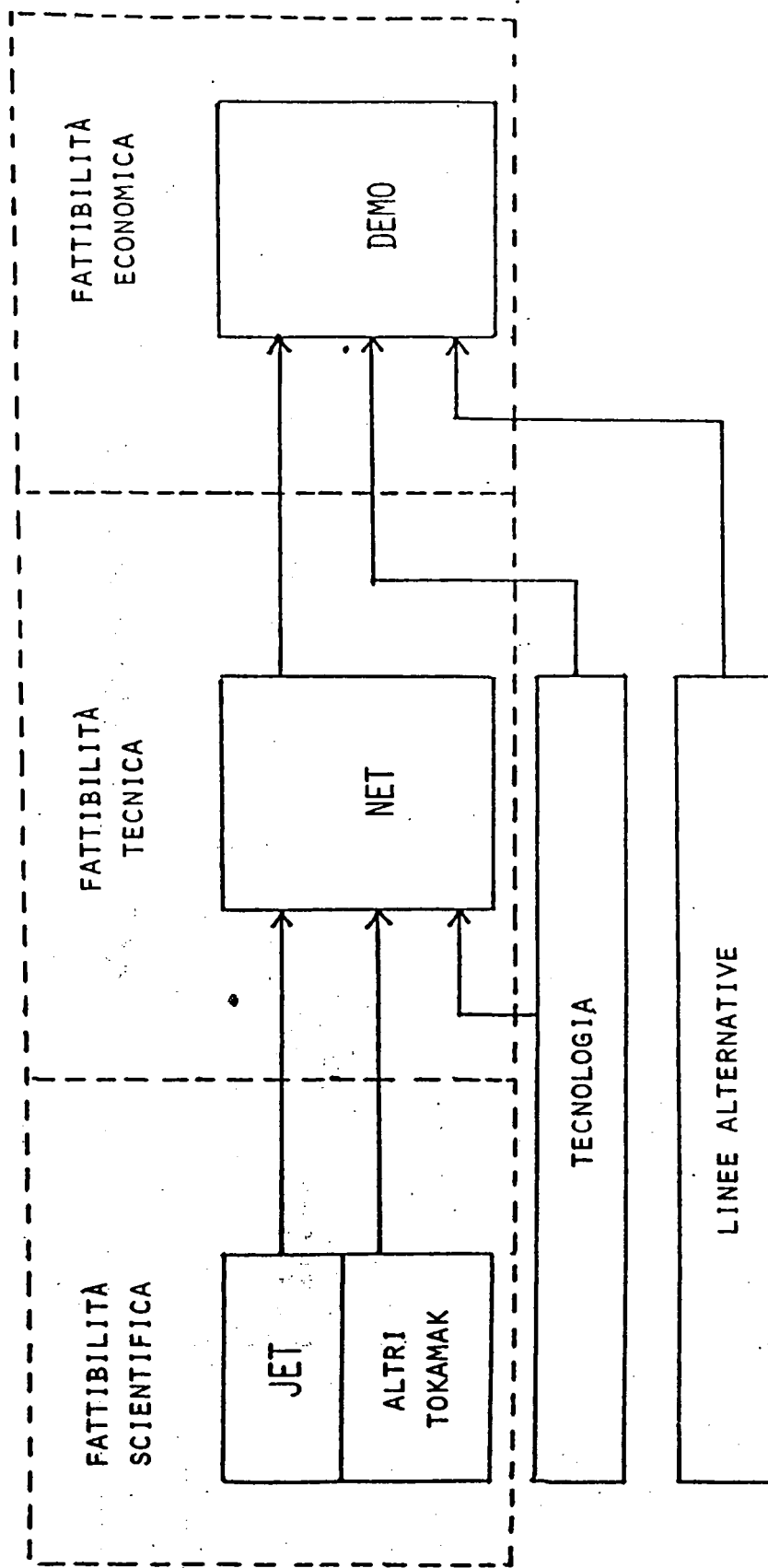


FIG. 2

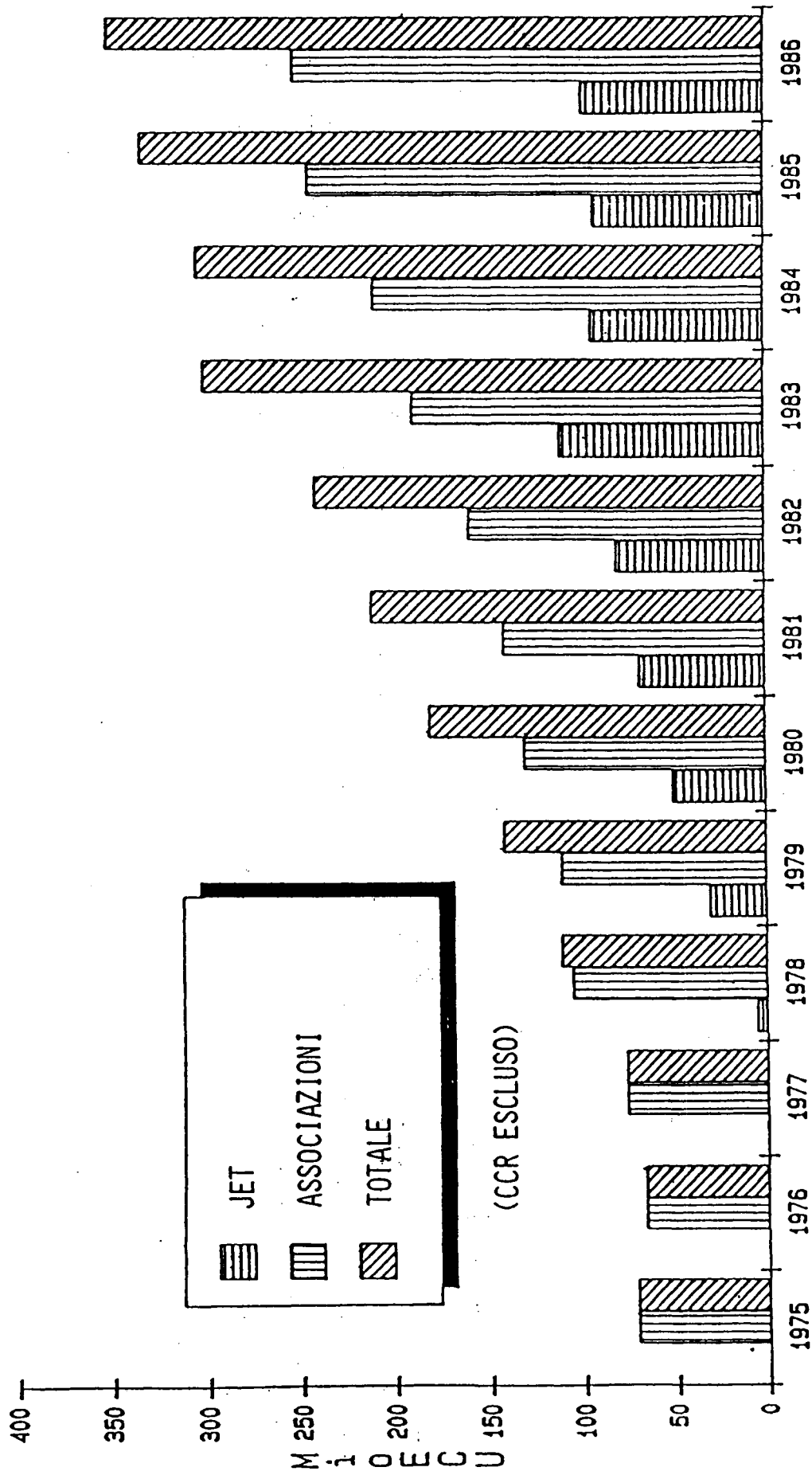


FIG. 3

PROGRESSI VERSO LA FUSIONE

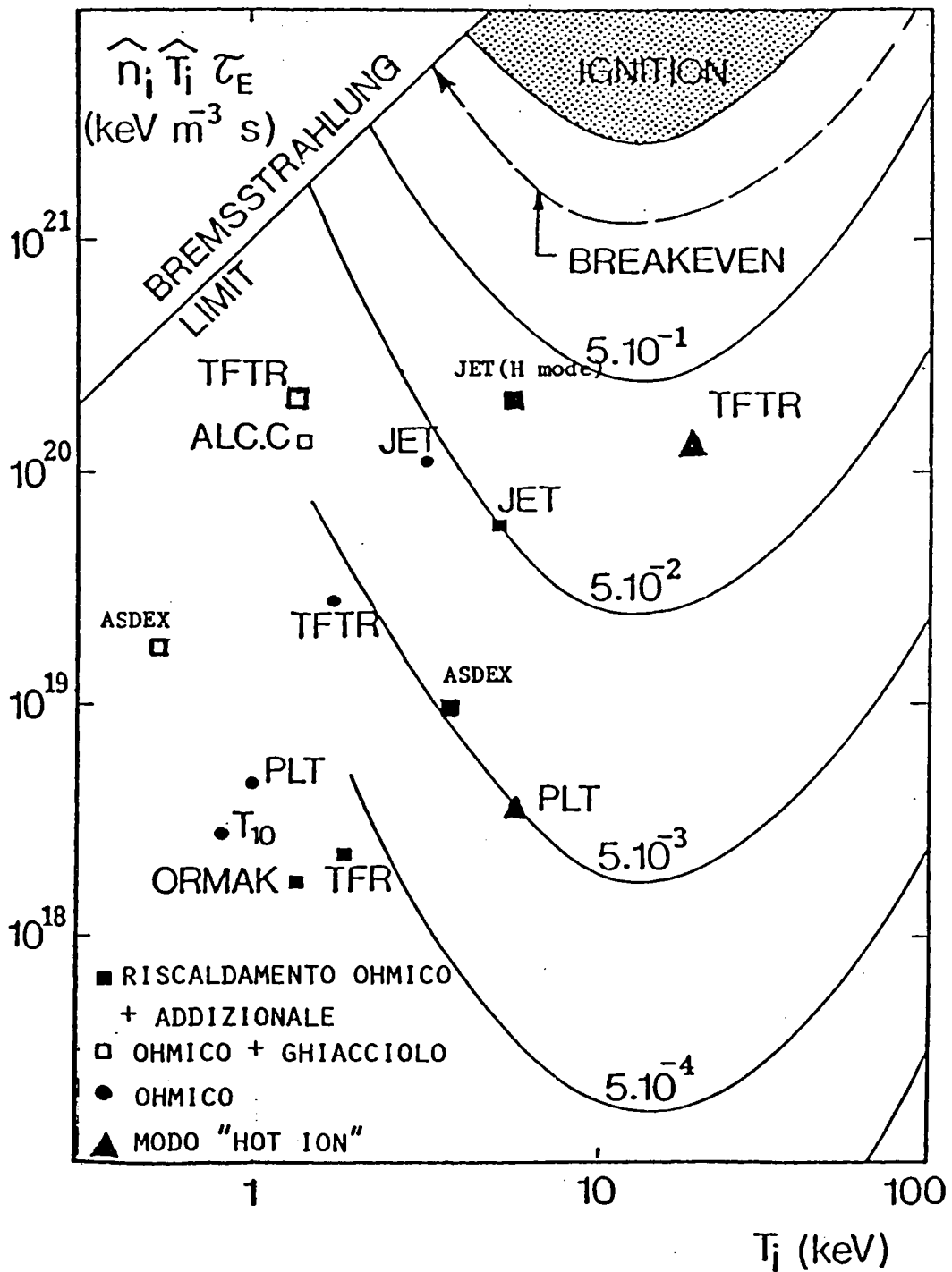


Fig. 4

FIG. 5

CONTRIBUTI DELLE ASSOCIAZIONI A JET E NET

- SCIENTIFICI/TECNOLOGICI (lista non esaustiva):
 - . Carbonizzazione Limiter raffreddati (TEXTOR a Jülich)
 - . Scoperta del modo H (ASDEX a Garching)
 - . Sviluppo di antenne RF (TFR a Fontenay)
 - . Sviluppo di fasci di atomi neutri (Fontenay, Culham)
 - . Produzione di corrente tramite onde (Petula a Grenoble)
 - . Iniezione di ghiaccioli (Risø)
 - . Riscaldamento LH (FTU a Frascati, PETULA a Grenoble)
 - . Diagnostica (molti laboratori, in particolare Frascati che ha sviluppato un analizzatore di particelle neutre e uno spettrometro a raggi X).

- CONTRIBUTI DI PERSONALE

La maggior parte del personale del JET proviene dalle Associazioni e dispone di un "biglietto di ritorno": una metà circa del personale è già ritornata alle Associazioni di origine ed è stata sostituita da altro personale più qualificato per i nuovi compiti da svolgere. Le Associazioni contribuiscono anche alla costituzione del team NET.

Fig. 6

DOVE SONO STATI STIPULATI I CONTRATTI PER LA FUSIONE ?
(CIFRE IN MioECU)

- A) CONTRATTI JET STIPULATI (EDIFICI ESCLUSI) :
- EUR 12 + CH E S : 327,1
 - IN ITALIA : 29,2 (8,9 %)
- B) PRINCIPALI CONTRATTI STIPULATI DALLE ASSOCIAZIONI DURANTE 1982-1985 :
- EUR 12 + CH E S : 140,2
 - IN ITALIA : 36,6 (26,1 %)
- C) PRINCIPALI CONTRATTI STIPULATI DALLE ASSOCIAZIONI DURANTE IL SOLO 1985 :
- EUR 12 + CH E S : 40,9
 - IN ITALIA : 13,1 (32 %)

PER CONFRONTO

- EUR 12 + CH E S : 3.005.000
- PRODOTTO NAZIONALE LORDO (1983) :
- ITALIA : 397.000 (13,2 %)