

XIII.

SEDUTA DI VENERDI' 10 DICEMBRE 1976

PRESIDENZA DEL PRESIDENTE FORTUNA

PAGINA BIANCA

---

**La seduta comincia alle 9,40.**

**PRESIDENTE.** L'ordine del giorno reca l'audizione del professor Lo Giudice, preside della facoltà di architettura dell'università di Palermo, del professor Nebbia, consigliere nazionale dell'associazione "Italia Nostra" e docente presso l'istituto di merceologia dell'Università di Bari, dell'ingegner Pierini, direttore della società ITALECO, del dottor D'Elia, presidente della federazione nazionale dirigenti d'aziende industriali, del professor Pochiari, direttore dell'Istituto superiore di sanità, e che sarà accompagnato dai professori Tabet e Frullani.

Do ora la parola al professor Lo Giudice che, a causa di successivi improrogabili impegni, ha chiesto di poter essere ascoltato per primo.

**LO GIUDICE,** *Preside della facoltà di architettura dell'università di Palermo.* Ringrazio della cortesia usatami, che nello stesso tempo mi richiede un maggior impegno, dal momento che mi obbliga a parlare per primo senza il conforto di alcuna precedente esposizione.

So che questa Commissione ha già avuto una nutrita serie di incontri sui problemi dell'energia; sinteticamente, perciò, cercherò di affrontare il problema delle fonti alternative e della crisi energetica, che è poi soprattutto crisi petrolifera, prevista dai tecnici molti anni prima di quanto gli sceicchi ci hanno obbligato a prenderne atto.

Tengo a precisare che sono direttore di un istituto di tecnologia ambientale e che mi occupo dei problemi relativi all'energia non convenzionale e alla qualità dell'ambiente.

Devo dichiarare che la fonte alternativa più decisiva è senza dubbio quella nucleare; voi tutti sapete quali siano i problemi, sapete che in Italia vi sono già in servizio tre centrali nucleari - quattro con quella di Caorso - e che vi è pur sempre il problema dell'approvvigionamento dell'u-

ranio, forse in parte risolvibile con reattori veloci autofertilizzanti. Sapete, inoltre, che vi è il problema della sicurezza degli scari-chi radioattivi.

A quest'ultimo proposito credo di poter dire che non esistono dati scientifici certi, ma che si tratta di un problema ancora allo studio, anche se devo ricordare che, ormai, nel mondo sono in funzione più di una quarantina di grossi impianti senza che si siano dovuti lamentare gravi inconvenienti.

Voglio comunque ribadire che si tratta di un problema allo studio, tuttora oggetto di ricerche scientifiche. L'impegno in campo nucleare consente delle economie notevoli; mi pare che il presidente dell'ENEL, professor Angelini, abbia recentemente detto che il ritardo nella costruzione delle centrali nucleari abbia comportato, in tre anni, l'acquisto di 2 milioni di tonnellate di petrolio, con un esborso di mille miliardi in più.

Altre forme di energia non convenzionale sono costituite dall'energia geotermica, eolica e solare. Per quanto riguarda l'energia eolica, si tratta di una fonte divertente e interessante, da studiare ai fini di applicazioni locali, ma troppo "capricciosa" per essere posta alla base dei nostri propositi.

Per quanto riguarda l'energia geotermica non mi trovo assolutamente d'accordo con quanto ha dichiarato recentemente, in una intervista, un noto scienziato italiano - al quale va per altro tutto il mio rispetto - circa la possibilità di avere un intervento geotermico dell'ordine del 20-30 per cento del fabbisogno totale.

Personalmente non ci credo; ma soprattutto credo che sia impossibile stabilire qualcosa di dimostrabile in questo campo. Allo stato attuale mi pare che l'energia geotermica copra circa il 2 per cento del fabbisogno energetico; non mi risulta che l'ENEL, del quale non sono qui a fare l'avvocato difensore, si sia disinteressato del suo giacimento di Larderello. C'è un

decadimento generale per cui si è costretti ogni anno a fare dei pozzi aggiuntivi, mantenendo a fatica lo stato attuale.

Mi risulta che siano state fatte trivellazioni in altre località che, però, non hanno avuto esito felice. E' noto che Larderello è uno dei giacimenti più ricchi ed attivi del mondo intero ed io non penso assolutamente - nonostante lo auguri all'ENEL - che si possano trovare con facilità altri campi simili o si possa, comunque, superare una cifra dell'ordine del 5-10 per cento, nonostante tutti i problemi delle rocce calde, del pompaggio e così via, sui quali non mi dilungo in quanto ritengo che persone più esperte di me l'abbiano già fatto.

Trascurando di parlare dell'energia idroelettrica, ormai giunta quasi a saturazione, passo a dire qualcosa sulla energia solare, che secondo me trova la sua più immediata applicazione nel campo del riscaldamento per uso domestico, campo nel quale, nel 1975, sono stati consumati *grosso modo* venti milioni di tonnellate di petrolio equivalente, pari al 25 per cento del consumo totale di energia. Ovviamente intendo riferirmi ai combustibili sia liquidi sia gassosi sia solidi, questi ultimi usati in quantità assai ridotta.

Per fare un esempio quantitativo, immaginiamo di installare a Roma, che è una città emblematica per il suo clima medio - va detto che le differenze di irraggiamento solare tra Bolzano e la Sicilia, contrariamente a quanto si crede, non variano moltissimo e per ordine di grandezza sono molto vicine, mentre giocano altri fattori di tipo climatico -, un collettore opportunamente inclinato (i collettori sono più o meno inclinati secondo la latitudine). Secondo i nostri calcoli a Roma da novembre a marzo, cioè durante la stagione invernale, si ricevono circa 405 mila chilo-calorie per metro quadrato; se si moltiplica questa cifra per i milioni di metri quadrati che costituiscono il nostro paese, si ottiene una potenza sufficiente ad alimentare praticamente tutta l'Europa.

In realtà di queste 405 mila chilo-calorie se ne possono raccogliere soltanto il 30 o il 40 per cento, cioè circa 140 mila, ed è già una previsione ottimistica. Ciò significa che per risparmiare l'un per mille dei venti milioni di tonnellate di combustibile consumati per il riscaldamento, cioè per risparmiare ventimila tonnellate, avremmo biso-

gno di circa un milione di metri quadri di pannelli. Questo tenendo conto soltanto del calore invernale, in quanto non siamo ancora pronti a sfruttare adeguatamente il calore estivo, per il quale bisognerebbe mettere in moto tutta una tecnologia particolare per gli assorbitori.

Oltre al vincolo imposto dalle grandi superfici occorrenti, un altro potrebbe essere costituito dal livello di produzione attualmente raggiunto dalle nostre industrie per tali pannelli. Ho avuto contatti con alcune grosse aziende italiane che operano nel settore, come la Zanussi o la Metallurgica Italiana, e sono dell'opinione che, nonostante tutto, esse praticino un prezzo forzoso, non reale, probabilmente dovuto alle modeste richieste di mercato: dalle cinquanta alle cento mila lire.

Gli stessi americani - ho parlato con alcuni rappresentanti della Westinghouse - perseguono l'obiettivo di portare il prezzo del pannello da sei a due dollari per piede quadrato, il che vuol dire ventimila lire al metro quadrato: con un simile prezzo il pannello comincerebbe a diventare competitivo.

Attualmente l'industria nazionale sembra poter produrre un milione e duecentomila metri quadrati di pannelli l'anno, ma allo stato attuale, di fatto, ne produce circa centoventimila - circa diecimila metri quadrati al mese - ed ha già uno *stock* di invenduto. Quindi, in dieci anni, se ci vogliamo proiettare al 1985, potremmo avere teoricamente a disposizione dodici milioni di metri quadrati di pannelli. Questo, collegato a quanto detto in precedenza, tenendo conto anche di una eventuale utilizzazione estiva, vuol dire che nel 1985 potremmo avere dal 2 al 4 o anche al 5 per cento di energia solare in sostituzione del combustibile per riscaldamento di uso domestico.

Per ottenere tali risultati, però, bisognerebbe passare attraverso una politica di incentivazione; si potrebbe ricorrere a benefici fiscali, come è già stato fatto all'estero, o ad altre forme di promozione.

Per concludere ripeto che, con adeguati incentivi, si potrebbe arrivare entro il 1985 al massimo ad un risparmio del 5 per cento del combustibile che ora bruciamo per ottenere il riscaldamento domestico. Tra l'altro non credo nemmeno al fatto che i consumi di combustibile per il riscaldamento domestico andranno aumentando.

Devo, anzi segnalare che dalle indagini fatte dal Centro combustibili liquidi negli ultimi due anni si rileva che si è già verificata una flessione.

La gente, cioè, anche per il costo del gasolio, ha già ridotto i consumi e credo sia la prima volta che si è registrata una inversione di tendenza.

Per questi motivi sono critico verso la legge n. 373, che è stata varata e di cui si attende il regolamento. La legge n. 373 è per lo meno criticabile quando si ritiene di poter risparmiare buona parte del combustibile obbligando i proprietari di impianti, con potenzialità oltre le 100 mila chilocalorie, a fornirsi di attrezzature di regolamentazione e controllo che sono di difficile esercizio persino per ditte aventi conduttori specializzati.

La legge, inoltre, prevede un controllo dell'Associazione nazionale per il controllo della combustione, organismo per il quale fino ad uno o due anni fa si parlava di soppressione, per circa 1 milione di impianti, quanti cioè sono quelli stimati in Italia. Tale organismo dovrebbe fare un accertamento della corrispondenza dei prototipi e delle serie, dando un parere di affidabilità. Lascio giudicare a voi cosa significhi dichiarare che un apparecchio è affidabile; è già abbastanza difficile definire «l'affidabilità».

In proposito vorrei ricordare che il Comitato termotecnico italiano, al quale appartengo, in 20 anni di lavoro ha dato solo 8 o 9 normative. L'assicurazione nazionale per il controllo della combustione, dovrebbe darne 200 o 300.

Sarebbe stato più opportuno privilegiare l'importanza di un corretto modo di costruire.

Si tratta infatti di un punto essenziale, poiché, con tecniche costruttive quali le doppie vetrate e le doppie pareti e gli isolanti termici, il risparmio può diventare notevole, dell'ordine del 40/50 per cento.

Vorrei tuttavia sottolineare che la legge ha messo in moto un meccanismo complicatissimo, dimenticando di trovare un raccordo con circolari diventate leggi, perennemente disattese, che già davano normative circa l'isolamento delle pareti esterne, il rapporto superficie vetrata-superficie opaca, ed altri fattori importanti in caso di regime variabile come quello climatico. Mi riferisco in particolare alla circolare del

Ministero dei lavori pubblici n. 3151 del 1967, recentemente trasformata in legge.

Sarebbe inoltre interessante che il Ministero dell'industria spendesse i milioni che sono previsti all'ultimo articolo della legge n. 373 per la ricerca, tenendo presente che esiste un Consiglio nazionale delle ricerche e quindi tenendo conto di un eventuale raccordo con detto ente.

Vorrei dire che la legge, anche nell'ipotesi che riesca a far risparmiare il 50 per cento dei consumi nei nuovi fabbricati e nell'ipotesi che vengano costruite annualmente 400 mila unità abitative (mi permetto di far notare che i livelli attuali sono di 200-250 mila unità), porterebbe ad un risparmio che va da un mezzo ad un 1 per cento del consumo di combustibile, destinato a riscaldamento per uso domestico. Ciò, evidentemente, per la mancanza di qualsiasi intervento sui piccoli fabbricati.

Non sarebbe sbagliato che, come già avviene in altri paesi, anche in Italia, per determinati progetti che coinvolgono tutta la comunità, venisse effettuata una analisi costi-benefici.

Tutto ciò non per invocare un tecnicismo assoluto, ma per offrire al potere politico un ventaglio di soluzioni valide sotto il profilo tecnico ed economico.

**PIERINI, Direttore dell'ITALECO.** L'ITALECO è una società del gruppo IRI impegnata nel settore dell'ecologia.

Ieri loro hanno avuto modo di ascoltare che la nostra società si occupa anche di telerilevazioni, di una tecnica, cioè, che rende possibile la programmazione delle attività ricorrendo a strumenti avanzati, così come avviene in altri paesi.

In Italia solo oggi ci stiamo avvicinando al problema dell'energia; abbiamo aspettato troppo tempo, ed ora i costi ci stanno strangolando e dobbiamo accorgerci che era troppo facile acquistare il petrolio e su di esso impiantare tutta la nostra tecnologia.

Siamo passati dall'uso di energia indirettamente solare a quella, come ITALECO lo speriamo, solare.

Dico indirettamente solare alludendo alla civiltà del legno ed alla tecnologia del carbone e del petrolio, i quali, in fin dei conti, sono prodotti la cui esistenza dipende dall'azione del sole. L'albero, infatti,

nasce soltanto se vi è il sole e se avviene la fotosintesi clorofilliana; se vi è l'albero è possibile avere il petrolio.

Guardiamo al sole perché l'energia solare ci sembra la più pulita e, dal punto di vista ecologico, la più interessante.

Poco fa il professor Lo Giudice ha detto che l'energia nucleare non ha dato luogo, finora, a disastri.

Non riteniamo che ciò sia esatto. Se infatti avvenisse un disastro nel campo dell'energia nucleare esso sarebbe tenuto nascosto accuratamente. Si ritiene, del resto, che sovente accadono dei fatti piuttosto incresciosi, che possono derivare, ad esempio dalla mancanza di impianti per la protezione degli individui che vivono in prossimità delle centrali nucleari. Un esempio lo si è avuto in Italia, dove l'impianto di sicurezza di bisolfato di sodio è stato realizzato in una centrale nucleare molto tempo dopo che essa era entrata in esercizio. Fatti del genere sono riscontrabili e perciò abbastanza allarmanti.

Inoltre l'energia nucleare è un'energia "sporca", checché se ne dica.

Il problema dei rifiuti di una centrale nucleare crea sempre il fastidio dell'individuazione dei luoghi di deposito; né è da sottovalutare il problema dell'inquinamento rapido delle acque dal punto di vista termico, data la rapida successione con cui si verificano gli inquinamenti nei dintorni delle centrali nucleari.

Riteniamo pertanto che l'energia solare potrebbe contribuire alla soluzione di questi problemi e che varrebbe la pena di cominciare a pensare ad essa con serietà.

Il professor Lo Giudice ha affermato che se la captazione dell'energia solare in Italia avvenisse soltanto mediante pannelli la superficie di questi ultimi nel nostro paese dovrebbe esser pari a settecentoquaranta chilometri quadrati.

Questo calcolo mi ha sorpreso. L'Italia infatti ha una superficie di 301.226 chilometri quadrati, due terzi della quale è costituita da montagne; se decidessimo di risolvere tutti i problemi con l'energia solare, il nostro paese diventerebbe uno specchio.

Quello che invece si dovrebbe fare è l'applicazione dei pannelli per la captazione dell'energia solare alle nuove costruzioni, cui bisognerebbe provvedere con incentivi adeguati - come ha sottolineato il pro-

fessor Lo Giudice - rispetto all'esigenza di introdurre il criterio del risparmio in taluni consumi di energia nelle abitazioni e negli uffici. Tutto questo comporta problemi piuttosto rilevanti dal punto di vista costruttivo. Se si accenna all'energia solare come ad una forma di energia di facile captazione si dice il vero. Infatti la tecnologia in questo campo è in fase di evoluzione ed il costo dei pannelli solari - sia di quelli che trasformano l'energia solare in calore sia di quelli che la trasformano in energia elettrica - va calando rapidamente per il notevole impulso dato alla loro realizzazione in paesi come l'Olanda, gli Stati Uniti d'America ed il Giappone.

L'immissione nel mercato di questi pannelli potrà creare il problema del loro uso, che noi leghiamo al problema della loro costruzione.

Non è vero, infatti, che essi si possano applicare dovunque e che si possano inserire con facilità sui tetti delle costruzioni attualmente esistenti, perché la captazione dell'energia solare richiede certe condizioni di esposizione - a sud, a sud-est od a sud-ovest - che rendono necessario un determinato intervento di natura urbanistica, nel senso di tenere presente, fin dalla progettazione dei nuovi edifici e delle nuove città, la necessità di orientare il fabbricato in funzione della possibilità di captare l'energia del sole. Gli edifici così come vengono oggi concepiti e realizzati non sono adatti a captare l'energia solare perché essa - al contrario di quanto si sostiene diffusamente - non si sposa con gli impianti tradizionali.

L'energia solare viene oggi considerata come succedanea rispetto all'energia termica convenzionale; questa concezione costringe a costruire impianti di captazione e di uso dell'energia solare il cui costo si aggiunge a quello degli impianti già esistenti in qualsiasi fabbricato perché essa non è captabile sempre ed in quantità rilevante e perché generalmente crea il problema dell'accumulo: cioè l'energia solare che si riesce a catturare deve essere accumulata per poter essere poi distribuita nelle ore nelle quali non è possibile captarla.

Questi problemi, collegati tra di loro, danno luogo a dei tipi costruttivi di edifici ed a dei complementi di impianti che sono del tutto particolari.

Fino ad oggi si è badato, nel costruire

gli edifici, a limitarne i costi; cosicché abbiamo, come risultati, delle cattive costruzioni poiché nessuno ha imposto delle regole sul modo di costruirle.

Il professor Lo Giudice ha accennato all'esistenza di regole per le costruzioni ad uso scolastico. Esistono anche normative per le costruzioni ad uso civile; ma, se non applicate, esse non impediscono dispendi di energia notevoli.

E' necessario dunque legare le costruzioni edilizie alla possibilità di uso dell'energia solare ed alla possibilità di usufruire di strumenti adeguati per ridurre il consumo di energia mediante l'installazione di impianti che possano coesistere con quelli ad energia solare, come, ad esempio, quelli elettrici e quelli meccanici che consumino energia di prima qualità; questo però presuppone la riduzione dei costi di installazione.

Il costo della casa non deve essere più un costo di pura costruzione, ma un costo che tenga conto dei benefici e della gestione degli impianti energetici.

Sono a disposizione degli onorevoli membri della Commissione per fornire risposte ad eventuali loro domande.

NEBBIA, *Docente presso l'Università di Bari, Consigliere nazionale dell'Associazione "Italia Nostra"*. Desidero innanzitutto ringraziare il Presidente e i membri di questa Commissione per aver offerto la possibilità all'associazione «Italia Nostra» di esporre il proprio punto di vista sui problemi del futuro energetico del nostro paese. L'associazione, da oltre venti anni, cerca di richiamare l'attenzione dell'opinione pubblica sui grandi problemi dell'uso del territorio e delle risorse naturali, mostrando come è possibile aumentare il benessere generale italiano evitando degradazioni ecologiche, congestione urbana, inquinamenti ambientali. In questo quadro di interessi «Italia Nostra» ha espresso il proprio dissenso su certe scelte e indicazioni del programma energetico approvato dal CIPE nel dicembre 1975.

Quando si esprime un dissenso su scelte economiche e tecnologiche è facile sentirsi accusare, come è avvenuto più volte a «Italia Nostra», di voler fermare tutto, riportare il paese ad una dimensione bucolica. Voglio subito dichiarare fermamente

che l'associazione respinge questa accusa: come soci di «Italia Nostra» abbiamo gli occhi ben aperti sulla realtà italiana, su un paese in cui esistono ancora forti differenze di condizioni di vita, oltre che economiche e sociali, fra le sue diverse parti e fra le diverse classi, in cui molti bisogni essenziali – case, servizi, educazione, assistenza sanitaria, occupazione, condizioni dignitose di vita degli anziani – non sono ancora soddisfatti, soprattutto fra le classi più povere.

«Italia Nostra» ritiene per altro che i bisogni essenziali degli italiani possano essere soddisfatti con scelte merceologiche, di produzione e di consumo, con una utilizzazione del territorio e delle risorse naturali diverse da quelle seguite in passato; finora le scelte ispirate ad una presunta convenienza economica a breve termine si sono tradotte, di fatto, in costi collettivi sociali gravi derivanti dalle frane, dagli inquinamenti, dalla congestione urbana, dall'abbandono dell'Italia interna. Il dissenso di «Italia Nostra» nei confronti di alcuni aspetti del programma energetico del 1975 deriva dalla convinzione che è possibile attuare uno sviluppo economico e sociale del paese con minori costi sociali e ambientali rispetto a quanto è avvenuto in passato. A questo proposito va sottolineato che la degradazione ambientale ha un suo costo monetario, oltre che sociale, anche se l'analisi economica tradizionale non ne tiene conto. Una corretta analisi costi-benefici mostra, per esempio, che alluvioni, congestione, inquinamenti sono costati alla collettività cifre enormi.

Un primo ordine di problemi, fra quelli oggetto della presente indagine, riguarda le previsioni dei consumi energetici, premessa indispensabile per stabilire in quale modo e con quale intensità ci si propone di dare energia all'Italia nei prossimi decenni. Tali fabbisogni – da soddisfare con fonti di energia primarie e secondarie; fra queste seconde un ruolo importante ha l'energia elettrica – si possono individuare soltanto se si è identificato un quadro di riferimento della maniera in cui si vogliono soddisfare i bisogni del paese.

Un bisogno fondamentale è certamente quello di muoversi, di spostarsi da un punto all'altro del territorio per raggiungere i posti di lavoro, per le attività ricreative,

per raggiungere le scuole, attività tutte che producono benessere e reddito. Il consumo di energia è però molto diverso se gli spostamenti avvengono con mezzi privati o con mezzi pubblici, per strada o per ferrovia; a maggior ragione il consumo complessivo di energia dipende dalla maniera in cui viene pianificata la distribuzione dei posti di lavoro, delle scuole, delle Università, delle abitazioni nel territorio nazionale.

In ogni paese esistono delle tendenze di consumi di energia, la cui estrapolazione al futuro, per ricavarne indicazioni sui possibili consumi futuri, richiede molte cautele.

Innanzitutto la stessa definizione di consumo di energia richiede delle precisazioni: esiste un consumo totale corrispondente alla quantità di energia, prodotta in un paese o importata, che passa attraverso il sistema economico; spesso però - è stato per molti anni ed è tuttora il caso del nostro paese - solo una parte corrispondente al soddisfacimento di reali bisogni: una parte, infatti, è esportata e una parte va perduta nei processi di trasformazione da una forma all'altra. Nel 1973, l'ultimo anno prima della crisi energetica, il bilancio energetico del paese è risultato il seguente [cfr. G. Nebbia, "Alla ricerca di una contabilità energetica", *Rassegna Economica*, Napoli, 39, (6), 1367-1383 (novembre-dicembre 1975)] (i valori sono in  $10^{15}$  Joule; una tonnellata di petrolio equivalente è uguale a  $41,9 \times 10^9$  J):

Fonti primarie nazionali	340
Importazioni	6.097
Utilizzazioni energetiche	3.624
Utilizzazioni non energetiche	500
Esportazioni e bunkeraggi	1715
Perdite	1.032

Le esportazioni di fonti di energia sono associate ad un certo numero di posti di lavoro all'interno del paese, creano del valore aggiunto, ma comportano anche un carico ecologico sul territorio. Le perdite energetiche dipendono dalla scelta delle fonti primarie e secondarie con cui si soddisfano i bisogni del paese e possono essere ridotte. Quello che occorre rendere massimo è il consumo netto di energia - le "utilizzazioni energetiche" - consumo da cui dipende il funzionamento delle fabbriche, che consente di muoversi, di scaldare

le case e gli edifici, l'illuminazione, eccetera.

L'analisi energetica consente di identificare come è possibile rendere massimo il valore aggiunto per unità di energia effettivamente consumata, come rendere massima l'energia netta utilizzata all'interno del paese per unità di energia in entrata. Nel caso dell'Italia nel 1973 per ogni unità di energia entrata nel sistema economico solo 0,6 unità sono state impiegate per soddisfare i reali bisogni energetici italiani. E' anche importante esaminare non solo i "settori finali" di utilizzazione dell'energia, ma anche come circola l'energia attraverso un sistema economico. Dalle statistiche appare, ad esempio, che l'agricoltura assorbe soltanto circa il 3% dell'energia totale; in realtà il settore agricolo assorbe una maggiore quantità di energia sotto forma di fertilizzanti e di macchine agricole per la cui produzione è stata assorbita energia, energia che queste merci portano incorporata in sé quando vengono usate.

La circolazione dell'energia in un sistema economico ha una struttura notevolmente complessa nella quale ogni decisione in un settore influenza molti altri settori e altre decisioni, con effetti lontani che si fanno sentire nella stessa maniera di vivere e di comportarsi. E viceversa: le decisioni sulla struttura sociale ed economica influenzano i consumi di energia.

Mi permetto pertanto di raccomandare che venga elaborato un quadro di riferimento dello sviluppo civile italiano come premessa per la successiva elaborazione di diverse alternative di fabbisogni di merci e servizi e dei relativi fabbisogni energetici; che ciascuna alternativa sia sottoposta a scrutinio politico ed economico in termini di occupazione, di reddito nazionale, di dipendenza dalle importazioni, di impatto ecologico e sul territorio.

E' possibile soddisfare una parte dei fabbisogni energetici italiani con fonti di energia interne del paese? Abbiamo ancora delle risorse energetiche non adeguatamente utilizzate? Vorrei qui indicare alcune prospettive che del resto sono state oggetto di analisi da parte dell'associazione «Italia Nostra» [vedi "Alla ricerca di una società neotecnica", *Bollettino Italia Nostra*, 18, (136/137), p. 15-22 (maggio-giugno 1976)].

Una fonte di energia nazionale non utilizzata è rappresentata dalle riserve di car-

bon fossile nel bacino del Sulcis in Sardegna; si tratta di un carbone di qualità merceologica un po' scadente e con potere calorifico relativamente basso, ma le sue riserve sono stimate di circa un miliardo di tonnellate, equivalenti, come potere calorifico, a circa 300-400 milioni di tonnellate di petrolio greggio, cioè al consumo di energia totale italiano per circa tre anni.

Le miniere sono state ammodernate alla fine degli anni 60, davano lavoro a molte centinaia di operai e hanno fornito il carbone che alimentava la centrale termoelettrica dell'ENEL di Porto Vesme, costruita proprio vicino alle miniere e progettata proprio per utilizzare il carbone sardo. A partire dal 1972 - proprio alla vigilia della crisi petrolifera - l'ENEL ha cessato di utilizzare come combustibile il carbone e ha usato nella centrale termoelettrica olio combustibile. La riattivazione delle miniere del Sulcis contribuirebbe non solo ad alleggerire le nostre importazioni di combustibili fossili, ma anche ad assicurare alcune migliaia di nuovi posti di lavoro in Sardegna.

Il nostro paese ha delle risorse idroelettriche che potrebbero essere ancora utilizzate; si usa dire che tutte le risorse "economicamente convenienti" sono già state utilizzate; il criterio di convenienza economica è quello dell'equilibrio fra investimenti per nuove dighe e invasi e ricavo dalla vendita dell'energia elettrica. Ritengo che sia necessario integrare questa valutazione con un'analisi costi-benefici che confronti gli investimenti per la regolazione del corso dei fiumi, soprattutto nell'Italia centrale e meridionale, non solo con i ricavi dalla vendita dell'energia elettrica, ma anche con i benefici relativi all'aumento delle risorse idriche per le popolazioni e per l'irrigazione, alla difesa del suolo contro l'erosione; con i benefici relativi alla diminuzione delle frane e alluvioni; con quelli del rimboschimento delle valli e dell'aumento della biomassa che possiede un suo valore "economico".

Fra i benefici di queste opere a fini multipli (va ricordato che Roosevelt, negli Stati Uniti, dopo la crisi del 1929-1933, nell'ambito del *New Deal* lanciò un programma di iniziative per la costruzione di dighe e per la regolazione del corso del Tennessee proprio in una visione a fini multipli) va compresa la possibilità di ridar-

re vita a paesi e centri storici dell'Italia interna, recuperando un patrimonio abitativo già esistente; di decentrare attività industriali decongestionando le zone già affollate; di redistribuire la disponibilità di fonti di energia elettrica nel territorio nazionale.

Senza contare che le risorse idroelettriche sono risorse rinnovabili che, una volta fatte le opere adeguate, ritornano disponibili, ogni anno, con minime perdite.

Anche le risorse geotermiche italiane sono suscettibili più profonda utilizzazione; esistono campi geotermici che meritano di essere studiati più a fondo e che possono essere utilizzati sia come fonti di calore a bassa temperatura, sia per la produzione di energia elettrica.

Vorrei presentare, a questo punto, la raccomandazione che sia effettuata una rassegna critica delle risorse energetiche interne ancora utilizzabili, valutando la loro «convenienza economica» anche in relazione ai benefici derivanti da una minore dipendenza dalle importazioni, da miglioramenti della situazione ambientale, dal rallentamento della degradazione ecologica del territorio.

Per quanto si riferisce alla scelta nucleare, varie perplessità e critiche sono già state espresse da «Italia Nostra» [cfr., per esempio, *Bollettino Italia Nostra*, 18, (133/135), p. 3-7 e 51-52 (febbraio-aprile 1976)] e da me personalmente [cfr., per esempio, «I conti sbagliati del programma nucleare», *Mondoperaio*, 29, (10), 67-75 (ottobre 1976); si vedano però anche le critiche a tale articolo apparse nei numeri successivi e la mia replica che apparirà in un fascicolo della stessa rivista nel corso del 1977. Cfr. anche: *Quale energia per chi?*, Bari, febbraio 1976; *Italia Nostra*, Milano, dicembre 1976].

Le principali critiche del «dissenso nucleare» si riferiscono: a) alla convenienza economica dell'energia elettrica di origine nucleare; b) alla sicurezza delle centrali; c) ai pericoli di inquinamento nelle fasi di ritrattamento del combustibile irradiato e di conservazione delle scorie radioattive; d) ai problemi militari associati alla scelta nucleare.

Le analisi del costo dell'energia elettrica che si propongono di dimostrare che l'energia elettrica di origine nucleare è notevolmente più «economica» dell'energia

ricavata da fonti idroelettriche o da combustibili fossili sottovalutano, secondo la mia critica, alcuni fattori del costo nucleare e ne omettono altri. Tali analisi sottovalutano il costo dell'uranio naturale, le cui riserve nel mondo sono scarse, per cui il costo dell'uranio naturale è in continuo aumento.

Nel caso dei reattori del tipo americano ad acqua leggera le analisi dei costi sottovalutano il costo del processo di arricchimento dell'uranio. Sottovalutati sono inoltre i costi dei reattori e delle centrali e quelli del ritrattamento del combustibile irradiato.

Le stesse analisi omettono del tutto il costo economico ed ambientale della conservazione delle scorie radioattive. Infine omettono il costo dello smantellamento delle centrali dopo l'uso, dopo la vita utile che si estende a circa 25 anni. Il costo di smantellamento è valutato, a seconda delle varie fonti, da qualche unità per cento (Atomic Industrial Forum, *Nuclear Info* n. 23, gennaio 1977) fino al 45 per cento [si veda il documentato articolo su *Chemical and Engineering News*, 54, (32) p. 21-23 (2 agosto 1976)] rispetto al costo iniziale dell'impianto.

Per la prima volta nella storia, l'uso di una tecnologia impone a coloro che non avranno più alcun beneficio dalla tecnologia stessa l'onere e i costi, noti in anticipo, dello smantellamento degli impianti, quando questi sono diventati inutilizzabili, e della vigilanza sui cimiteri di rifiuti.

Nella valutazione della possibile convenienza economica dell'energia nucleare va tenuto presente che un programma di costruzione di numerose centrali non fornisce elettricità presto e non contribuirebbe quindi, in Italia, a soddisfare le dichiarate urgenti necessità di energia per la ripresa produttiva. Prima che una centrale nucleare cominci a produrre energia occorre spendere grandi quantità di energia per la fabbricazione del cemento, dell'acciaio e degli altri materiali da costruzione per le strutture; inoltre occorre energia per l'arricchimento della carica iniziale di uranio.

Secondo alcuni calcoli, tale consumo iniziale di energia corrisponde alla quantità di energia prodotta dalla centrale stessa nei primi due anni di funzionamento, un periodo lungo se si pensa che la vita utile di una centrale nucleare è di circa 25 anni.

Il programma nucleare italiano delle venti centrali da 1000 megawatt ciascuna, se venisse attuato, invece di rendere disponibile presto nuova energia al paese assorbirebbe, per molti anni, una grande quantità di energia per la costruzione e l'avviamento delle sole centrali; qualcuno ha parlato del carattere "cannibalistico" dei programmi nucleari nei quali ciascuna centrale consuma per anni, nella fase di costruzione, energia e, quando comincia a produrre, l'energia prodotta è assorbita per la costruzione delle centrali successive, e così via. Problemi di sicurezza delle centrali. In condizioni di funzionamento "normali" i problemi di inquinamento radioattivo sono probabilmente modesti, anche se una centrale da 1000 megawatt di potenza deve smaltire nell'ambiente circostante tanto calore da scaldare di 10 gradi centigradi un flusso di 40-50 metri cubi al secondo di acqua, una portata che corrisponde ad un terzo della portata del Po a Torino, al 10-20 per cento della portata di magra del Po a Pontelagoscuro.

Gli incidenti nei reattori nucleari esistenti nel mondo occupano già un lungo elenco, anche se, fortunatamente, finora non si sono avuti disastri esterni gravi, ma solo interruzioni di funzionamento e danni economici.

E' stato scritto che l'industria nucleare propone alla società un patto del diavolo: offre una fonte di energia abbondante e pulita, ma chiede alla società un'eccezionale fermezza e vigilanza per quanto riguarda la costruzione di impianti senza difetti, il controllo del funzionamento dei reattori, la conservazione delle scorie radioattive. Le nostre strutture burocratiche e amministrative sono in grado di garantire agli italiani di saper tener fede ad un simile patto faustiano?

Nei reattori nucleari a fissione, dalla fissione dei nuclei di uranio (e di plutonio) si formano sia dei nuclei più piccoli, sia dei nuclei di elementi transuranici, tutti radioattivi.

Il cesio e lo stronzio radioattivi ed altri isotopi continuano ad essere radioattivi per alcuni secoli; il plutonio che resta nel combustibile ha una radioattività che dura migliaia di secoli. Questi prodotti devono essere separati dal "combustibile irradiato", cioè quando viene estratto dal reattore; il ritrattamento comporta delicati processi

chimici: E' questa la fase - dice lo stesso programma energetico italiano del 1975 - più critica del ciclo del combustibile, in quanto la più affetta da incertezze, sia tecniche, sia economiche, sia ecologiche". E' certo soltanto che, con le tecnologie note, ancora per lo più al livello sperimentale, si hanno inquinamenti ambientali radioattivi di rilevante entità.

Ancora più incerta è la fase successiva di immagazzinaggio delle scorie radioattive; per i lunghissimi periodi di tempo sopra ricordati - nel caso del plutonio al di là degli orizzonti delle epoche storiche - le scorie e i materiali radioattivi devono essere tenuti segregati dall'ambiente, protetti contro incidenti, sabotaggi, furti, terremoti, eccetera. Il pericolo di furti esiste soprattutto perché gruppi criminali potrebbero tentare di appropriarsi del pericoloso plutonio, che potrebbe essere usato come mezzo di ricatto, o come minaccia di azioni terroristiche o di fabbricazione di bombe atomiche. La scelta nucleare comporta la necessità di nuovi rigorosi sistemi di controllo da parte delle strutture tecnico-politiche e poliziesche.

**PRESIDENTE.** Si parla di una nuova casta sacerdotale!

**NEBBIA,** *Docente presso l'Università di Bari, Consigliere nazionale dell'Associazione "Italia Nostra".* Una casta con forti tentazioni autoritarie e repressive.

Come alternativa ai problemi di immagazzinaggio del plutonio e per far fronte alla riconosciuta scarsità delle riserve di uranio, è stato proposto di accelerare la costruzione dei reattori autofertilizzanti che potrebbero utilizzare meglio l'uranio naturale e potrebbero utilizzare il plutonio. Peraltro il funzionamento e l'economia dei reattori autofertilizzanti sono ancora pieni di incertezze.

"L'atomo non favorisce la pace". Con questo titolo lo svedese Hannes Alfvén, Premio Nobel per la fisica, ha scritto un articolo pubblicato nel periodico delle Nazioni Unite *Development Forum* (edizione italiana n. 19, aprile 1975). Riporterò qui soltanto alcuni passi di tale articolo che viene da una persona che, oltre ad essere un fisico, un conoscitore del problema, è un militante della causa della pace:

«In una prospettiva generale e a lungo

termine l'energia nucleare non è necessaria; essa è inoltre estremamente pericolosa per il genere umano... Quando, come adesso, ci troviamo di fronte alla prospettiva di produrre una gran parte dell'energia mondiale mediante la fissione, ci rendiamo conto che stiamo iniziando la produzione di massa degli elementi più tossici e, siccome il plutonio è la materia prima delle bombe nucleari, facilitiamo la diffusione di questi mezzi di distruzione di massa. Con i massicci investimenti programmati per la tecnologia nucleare stiamo creando un mondo sempre più terrificante...».

«Gli Europei devono sapere quale sarà la situazione dell'Europa (e del mondo) quando saranno costruiti tutti i reattori ora in programma. Devono capire che la diffusione dell'energia nucleare porterà inesorabilmente alla diffusione delle bombe nucleari, le quali nei momenti di crisi saranno probabilmente utilizzate per il loro scopo originario. Devono sapere che in Europa esistono già più di 10.000 bombe nucleari; ciò significa che gli "addetti ai lavori" dell'est e dell'ovest hanno già preparato per l'Europa 10.000 'catastrofi di Hiroshima'. Ecco alcuni fatti fondamentali del pericolo nucleare, di cui gli "addetti ai lavori" raramente fanno menzione. Discutere della crisi energetica senza tener conto di questi fatti è forma di evasione ingenua e irresponsabile».

Vorrei concludere sottolineando anche quanto sia incerto il successo della fusione nucleare basata su reazioni di combinazione ad altissima temperatura (milioni di gradi centigradi) dei pur abbondanti nuclei di deuterio (idrogeno pesante). In un articolo recente (P.H. Abelson, «*Glamorous nuclear fusion*», *Science*, 193, 23 luglio 1976) è stato messo in evidenza che forse la fusione nucleare, con le conoscenze e i materiali disponibili, può non essere mai controllabile e che tale fonte di energia non deve essere considerata come una soluzione certa, che consenta di distrarci, in una attesa, da misure meno brillanti come la produzione di energia da materiali ottenuti per fotosintesi o il risparmio dell'energia.

Le molte incertezze precedenti sulla convenienza economica, sulla opportunità politica per il nostro paese, sul successo di un programma nucleare con tante incognite, in parte messe in evidenza dallo stesso programma energetico del 1975, mi induco

no a raccomandare che vengano sospese le decisioni di attuazione del programma nucleare almeno fino a quando non siano ragionevolmente risolti i problemi ancora aperti, soprattutto quelli relativi al ritrattamento del "combustibile irradiato", all'immagazzinaggio delle scorie, allo smantellamento dei reattori nucleari.

Esaminiamo ora alcune considerazioni sulle fonti di energia alternative.

La prima di queste, come importanza, è rappresentata dall'energia solare ed è per me doveroso ricordare che, presso l'Università di Bari, dove insegno, le ricerche sperimentali sull'uso dell'energia del sole sono iniziate nel 1953, quasi un quarto di secolo fa, in uno speciale Laboratorio per lo studio delle fonti di energia nella facoltà di studi economici (cfr. G. Righini e G. Nebbia, *L'energia solare e le sue applicazioni*, Feltrinelli, Milano, 1966). L'esperienza raccolta nel corso di molti anni mostra che l'energia solare può avere un'applicazione immediata per il riscaldamento dell'acqua o per la produzione di acqua dolce del mare per distillazione: più dubbie sono le proposte di ricorrere all'energia solare per riscaldare gli edifici al fine del risparmio di prodotti petroliferi.

L'intensità della radiazione solare è minima quando la richiesta di calore da parte degli edifici è massima e molte proposte di impianti di riscaldamento solare di edifici rischiano di essere destinate all'insuccesso.

Più promettente è invece la situazione della produzione di energia elettrica per trasformazione dell'energia solare mediante fotocelle: in Italia una superficie di un metro quadrato di fotocelle fornisce in un anno in media 100 chilowattore di elettricità, naturalmente distribuite irregolarmente nel tempo. Se le fotocelle scendessero ad un costo di 100.000 lire/m<sup>2</sup>, pari a circa un milione di lire per chilowatt di potenza, l'elettricità ottenuta dal sole potrebbe considerarsi una favorevole alternativa, soprattutto per piccole unità decentrate.

A proposito dell'energia solare troppo poca attenzione, a mio avviso, è stata dedicata alla possibilità di utilizzazione come fonte di energia e di materiali della biomassa vegetale, cioè dell'insieme di sostanze organiche "fabbricate" dal sole attraverso i processi di fotosintesi. I prodotti e i sottoprodotti agricoli sono suscettibili di

tenuti per via sintetica e petrolchimica) e fonti di energia.

Se la biomassa vegetale disponibile ogni anno nel nostro paese e non usabile direttamente (calcolabile in alcune centinaia di milioni di tonnellate all'anno) venisse utilizzata, anche solo in piccola parte, previa adeguate trasformazioni con tecnologie in gran parte note, potrebbe fornire combustibili, carburanti e materie prime in quantità tale da far risparmiare una frazione corrispondente ad alcune unità per cento del nostro fabbisogno totale di fonti di energia.

Una di queste applicazioni è rappresentata dall'uso dell'alcool etilico ottenuto per fermentazione da prodotti e sottoprodotti agricoli, come parziale sostituto della benzina nell'autotrazione [cfr. i miei articoli sull'argomento apparsi in *Sapere*, 74, (759), p. 25 (aprile 1973) e *L'Informatore Agrario*, 32, (38), 24065-24066 (7 ottobre 1976)].

L'alcool etilico può essere ottenuto, con tecnologie ben note, in impianti già esistenti (quindi senza bisogno di nuovi investimenti) partendo da prodotti o sottoprodotti agricoli, utilizzando cioè delle risorse rinnovabili, che ogni anno ritornano disponibili, «fabbricate» dal sole attraverso i grandi cicli naturali, a differenza dei combustibili fossili, che una volta consumati, non sono più disponibili.

La convenienza economica dell'uso dell'alcool etilico come carburante per motori a scoppio va vista in un quadro integrato: l'alcol etilico presenta un elevato numero di ottani e pertanto la sua addizione alla benzina consente di diminuire (in accordo con quanto è chiesto al nostro paese dalla Comunità Europea) il contenuto in piombo tetraetile delle benzine, col risultato anche di far diminuire l'inquinamento atmosferico (ogni anno in Italia vengono immessi nell'aria dieci miliardi di grammi di piombo attraverso i gas di scappamento degli autoveicoli).

E' ragionevole prevedere che si possa sostituire con alcol etilico circa il 10 per cento della benzina attualmente consumata nel paese; a parità di petrolio greggio importato, sarebbe così possibile, mediante adeguati mutamenti nei cicli di raffinazione petroliferi, rendere disponibile una maggiore quantità di olio combustibile con il quale sarebbe possibile aumentare, come vedremo fra poco, la produzione di energia

elettrica negli impianti termoelettrici esistenti, senza dover ricorrere a ingenti investimenti per la costruzione di nuove centrali.

L'alcol etilico come carburante per motori a scoppio è già usato in Brasile, un paese povero di risorse petrolifere interne, dove circolano già autoveicoli commerciali, anche di marche italiane e tedesche, funzionanti con miscele di benzina e alcol etilico.

A proposito delle fonti energetiche alternative, mi permetto di raccomandare che venga effettuata una rassegna dei problemi tecnici ed istituzionali da risolvere per aumentare l'uso di tali fonti energetiche e perché vengano potenziate le ricerche di base ed applicate in tale campo.

Una adeguata modificazione di consumi energetici può consentire un rilevante risparmio di energia.

Fin dai tempi della crisi petrolifera, molti paesi industriali avanzati hanno preso iniziative per attuare un risparmio dell'energia che non significa mortificazione dello sviluppo o del benessere, ma razionalizzazione del comportamento in modo da evitare gli sprechi che, in un caso come l'Italia, si traducono in costi per la collettività sotto forma di esportazione di valuta pregiata, di investimenti per nuovi impianti, eccetera.

Già il Governo ha preso iniziative, attraverso il Ministero dell'Industria, per una campagna diretta a ridurre gli sprechi nel riscaldamento domestico e l'ENEL ha preso qualche iniziativa per dare suggerimenti per un uso più razionale dell'elettricità. A mio avviso occorrerebbe una azione molto più incisiva, che non soltanto facesse leva sopra il vantaggio economico privato, ma sottolineasse anche il significato sociale e collettivo del risparmio energetico.

Ciò è particolarmente importante nel caso dell'energia elettrica, soprattutto se si considera che le nostre centrali termoelettriche a combustibili fossili funzionano con un fattore di utilizzazione di appena il 50 per cento (producono cioè soltanto il 50 per cento dell'energia che potrebbero produrre lavorando 24 ore al giorno per 365 giorni all'anno). Un fattore di utilizzazione del 100 per cento è naturalmente impossibile, ma il valore italiano del 50 per cento è basso. Si tenga presente che, aumentando dal 50 al 60 per cento il fattore di

utilizzazione delle centrali termoelettriche esistenti, si renderebbe disponibile tanta nuova energia elettrica quanta ne darebbero quattro nuove centrali termoelettriche (fossili o nucleari) da 1000 megawatt ciascuna. Sarebbe così possibile evitare un investimento stimato fra 2000 e 4000 miliardi di lire: occorrerebbe, naturalmente, consumare olio combustibile o carbone. La proposta, fatta prima di risparmiare una parte della benzina sostituendola con alcol etilico consentirebbe, con adatti mutamenti tecnologici e senza aumentare le importazioni di petrolio greggio, di rendere disponibile l'olio combustibile per la produzione di energia elettrica attraverso l'aumento del fattore di utilizzazione delle centrali già esistenti.

Si può ricordare a questo proposito che la società elettrica privata americana Consolidated Edison ha lanciato da anni la campagna «*save-a-watt*» per indurre gli utenti a concentrare i propri consumi nelle ore notturne e nei periodi non di punta, in modo da aumentare la produzione (e la vendita) di elettricità senza dover ricorrere a nuovi investimenti.

Un altro accorgimento per risparmiare energia elettrica è rappresentato dall'adozione, per tutto l'anno, come suggerisce la Comunità Europea, dell'ora legale; l'efficacia dell'iniziativa è dimostrata da molti decenni di esperienza. Nei paesi anglosassoni l'ora legale è chiamata «*light saving time*», cioè quella che fa risparmiare luce artificiale sfruttando la luce naturale.

Infine può essere interessante ricordare che un rilevante risparmio di energia si ottiene riutilizzando e riciclando residui e rottami, perché si consuma meno energia a fabbricare una tonnellata di ferro o di alluminio dal rottame piuttosto che dal minerale, una tonnellata di carta dalla carta straccia piuttosto che dall'albero.

PRESIDENTE. Ringrazio il professor Nebbia per la relazione cortesemente svolta e do ora la parola al dottor D'Elia, presidente della Federazione nazionale dirigenti aziende industriali, che è qui intervenuto accompagnato dal professor Castellano e dall'ingegner Paoletti.

D'ELIA, *Presidente della Federazione nazionale dirigenti aziende industriali*. In qualità di responsabile della Federazione

nazionale dirigenti aziende industriali desidero anzitutto elevare una cortese, ma decisa protesta per il fatto che, ancora una volta, si è voluto dimenticare, per una valutazione che certamente non ci permettiamo di far risalire a lei, signor Presidente, e che in questa sede non riteniamo opportuno approfondire, quale è la natura della nostra federazione che rappresenta una categoria di lavoratori subordinati ed ha quindi diritto ad essere ascoltata nel corso del ciclo delle audizioni riservate alle organizzazioni sindacali dei lavoratori.

L'esser ascoltato in questa fase dell'indagine conoscitiva, inoltre, dedicata all'approfondimento degli aspetti tecnici del problema in esame, pone chi come me soffre di congenita idiosincrasia nei confronti delle attribuzioni non giustificate nella posizione di chi abusa del titolo di esperto. Lascero' pertanto al professor Castellano ed all'ingegner Paoletti il compito di illustrare il documento che abbiamo predisposto, limitandomi a svolgere alcune brevi considerazioni.

Desidero sottolineare anzitutto la necessita' di giungere al piu' presto a compiere scelte definitive riguardo al problema delle centrali nucleari, essendo il nostro paese in gravissimo ritardo ed essendo veramente grave che mentre nel mondo sono in attivita' numerosissime centrali, in Italia si stenta ancora a prendere delle decisioni, dimenticando che il problema comporta delicate implicazioni di ordine civile e militare.

Le scelte relative alle centrali nucleari, inoltre, sono strettamente connesse ad un problema la cui soluzione e' di fondamentale importanza per il nostro paese, cioe' quello della riconversione industriale. E' assolutamente necessario pertanto che, sia a livello politico che tecnico ed economico, si compiano interventi che rispondano ad opportuni criteri di programmazione e coordinamento delle attivita'.

In caso contrario, infatti, sarebbe il popolo italiano ancora una volta a farne le spese e a sopportare il peso delle deficienze esistenti e degli sbagli compiuti.

CASTELLANO, *Esperto della Federazione nazionale dirigenti aziende industriali*. Desidero precisare che il documento da noi presentato e' frutto del lavoro di una

commissione composta da dirigenti appartenenti ad un largo numero di aziende italiane, pubbliche e private, impegnate nel settore impiantistico ed in quello manifatturiero; erano presenti inoltre rappresentanti dei dirigenti dell'ENI, cioe' dell'industria pubblica che opera nel campo dei combustibili nucleari, e di quelli dell'ENEL.

Il documento, essendo espressione di uno sforzo unitario di valutazione di una cosi' vasta rappresentanza dei dirigenti delle aziende industriali, non contiene un'analisi approfondita di tutti gli aspetti del problema sul tappeto, ma indica una serie di elementi che sono a nostro giudizio di centrale importanza.

Non intendo illustrare tutto il documento, perche' penso che la Commissione avra' occasione di leggerlo con maggiore attenzione; vorrei sottolineare due o tre punti importanti, lasciando all'ingegner Paoletti la trattazione degli aspetti piu' tecnici.

Nel nostro documento abbiamo sottolineato - e' un punto che certamente la Commissione gia' conosce, ma che penso sia opportuno ribadire - l'esigenza che una politica energetica non sia semplicemente una politica di definizione di un piano energetico in quanto tale, ma comporti anche la necessita' di un legame ad una visione piu' generale dello sviluppo del nostro paese e quindi dei problemi essenziali che caratterizzano l'evoluzione economico-sociale delle industrie in Italia. Generalmente ci si limita a fare una stretta correlazione tra fabbisogno di energia e incremento o decremento del prodotto nazionale lordo; si tratta di un problema importante, che pero' non e' sufficiente a sottolineare con sicurezza l'importanza di una politica energetica che non e' soltanto un adeguamento naturale spontaneo all'andamento del prodotto nazionale lordo, ma deve essere anche un intervento volto a modificare alcune variabili che fanno parte del consumo energetico. Voglio cioe' dire che, avendo il fabbisogno energetico una grossa componente industriale ed avendo avuto negli anni scorsi un peso determinante le industrie ad alta intensita' di consumo di energia, e' evidente che se si vuole attuare una possibile riduzione dei consumi si deve pensare non solo ad una tradizionale politica di risparmio, ma anche a forme di intervento che vengano a favorire gli investi-

menti industriali a basso assorbimento energetico.

Questo collegamento fra politica energetica e politica industriale è un aspetto importante che dovrebbe essere tenuto presente in sede parlamentare nel dibattito sul progetto di riconversione industriale, perché altrimenti quanto è accaduto negli anni passati, avverrà anche negli anni futuri e non si otterrà alcuna determinante riduzione di consumo energetico.

Un secondo punto sul quale intendo soffermarmi riguarda la parte del nostro documento in cui abbiamo riconosciuto il programma nucleare come momento caratterizzante dell'intero programma energetico. Noi riteniamo che la scelta nucleare vada urgentemente fatta e debba essere valutata in funzione delle risorse che il paese vuole accordare alla fonte nucleare e agli investimenti nucleari; vogliamo però ribadire che è una scelta che non possiamo assolutamente più rimandare per tre ordini di considerazioni.

In primo luogo perché crediamo che la fonte nucleare, nella produzione di energia elettrica, sia l'unica risposta coerente alle esigenze di soddisfare i fabbisogni energetici diminuendo la dipendenza dall'estero. E' questo un aspetto che è certamente presente alla Commissione, la quale avrà senz'altro avuto degli elementi al riguardo, ma che noi desideriamo sottolineare ugualmente perché qualunque alternativa, qualunque politica diversa che non punti sulla scelta nucleare, non fa che alimentare nuovi impieghi di petrolio nelle centrali tradizionali e quindi non porta a ridimensionare il suo ruolo nella nostra economia e nella nostra bilancia dei pagamenti.

In secondo luogo pensiamo che lo sviluppo del settore nucleare consenta alla nostra industria di non essere esclusa da un settore tecnologicamente e strategicamente determinante. Questo è un aspetto importante che nel progetto di programma energetico nazionale non era stato sufficientemente sottolineato, mettendo in evidenza - forse in modo eccessivo - il legame strumentale fra programma nucleare e programma di costruzione delle centrali nucleari. Noi riteniamo che il programma di costruzione delle centrali debba puntare sulla realizzazione in Italia di una industria nucleare che per le sue componenti è un'industria ad altissimo contenuto tecno-

logico. Bisogna dire quindi esplicitamente se si vuole favorire questo processo e lo sviluppo di questo tipo di industrie, oppure se si ritiene che il nostro paese debba essere lasciato fuori da questo settore.

In terzo luogo riteniamo che la scelta nucleare sia importante, perché permette al nostro paese di recuperare rapidamente le gravi carenze che abbiamo ancora oggi nel settore della ricerca delle conoscenze tecnico-scientifiche. Non possiamo accettare una emarginazione del nostro paese da un campo così importante della tecnologia come è quello della tecnologia nucleare e dei processi ad essa connessi; non possiamo ritenere che questo settore rimanga fuori dalle possibilità di un paese industrializzato come il nostro. Non possiamo andare contro corrente in modo velleitario rispetto alla realtà di tutti i paesi industrializzati. Un discorso circa le altre fonti alternative è importante - specie per quanto riguarda l'energia solare - però noi oggi dobbiamo dire chiaramente che nella realtà attuale uno sviluppo della politica energetica non può che passare - se non vogliamo legarci anche in futuro al petrolio - attraverso la fonte nucleare.

Nella parte conclusiva del documento abbiamo sottolineato che la realizzazione effettiva, cioè l'avvio della costruzione delle centrali già ordinate nel 1973 e nel 1974 e non ancora iniziate, costituisce la condizione necessaria per dare credibilità a qualunque programma energetico. Non si può infatti pensare di avviarlo se il paese non dimostra che le centrali, ordinate tre anni fa, verranno costruite.

Legata al problema dei siti è la questione delle centrali tradizionali, termoelettriche, e delle difficoltà che si sono incontrate. Sappiamo tutti che ci sono industrie, sia private che pubbliche, che hanno in magazzino turbine, alternatori e caldaie che, già costruite, non possono essere consegnate perché manca la disponibilità dei siti. Questa situazione, evidentemente, ci sembra intollerabile e riteniamo si debba dare immediatamente una risposta.

Circa le decisioni che ci attendiamo dal Parlamento in merito al programma energetico nazionale, riteniamo che sia arrivato il momento di giungere a decisioni conclusive. Sappiamo che la presentazione da parte del Governo nel luglio del 1975 del piano energetico e la delibera del CIPE

non hanno sciolto i nodi che adesso il Parlamento dovrà affrontare.

Le decisioni del Parlamento dovrebbero pertanto concernere: la individuazione della dimensione e delle caratteristiche salienti del programma nucleare; la determinazione della grandezza e delle caratteristiche delle risorse finanziarie necessarie per l'attuazione del programma stesso; la definizione di una politica nazionale per il «reperimento dei siti» per la realizzazione di centrali nucleari. Per quanto concerne le filiere e la committenza per le centrali nucleari come pure per il ciclo del combustibile, si ritiene che il Parlamento debba determinare gli orientamenti fondamentali che dovrebbero caratterizzare questi «nodi» del programma nucleare, senza tuttavia pervenire a soluzioni operative, quali la scelta di una specifica filiera.

In altre parole si sottolinea che è necessario che il Parlamento individui per questi ultimi problemi le sedi politico-tecniche ove queste scelte vanno operate, e soprattutto i tempi entro i quali operarle, tenendo conto che esse presuppongono non soltanto indirizzi politici, ma anche complessi problemi tecnici e finanziari, suscettibili di verifica e di confronto. In questo senso possono essere individuate soluzioni innovative che permettano un coinvolgimento delle diverse istanze tecniche produttive nel quadro di una coerente visione politica del programma energetico.

Soluzioni pratiche ed efficaci risultano particolarmente determinanti anche per promuovere la penetrazione industriale sui mercati esteri che deve rappresentare un punto di forza del piano nucleare.

PAOLETTI, *Esperto della Federazione nazionale dirigenti d'aziende industriali*. Esaminando le condizioni per realizzare in tempi brevi il programma nucleare nel nostro paese, abbiamo individuato una serie di nodi - che forse saranno già stati indicati da altri intervenuti - quali il finanziamento del programma, il reperimento dei siti, la scelta delle filiere, il problema della committenza ed, infine, il ciclo del combustibile.

Per quanto riguarda il finanziamento del programma, noi, come sostenuto anche dalle altre organizzazioni sindacali dei lavoratori, teniamo a ribadire che esso non può avvenire soltanto tramite un sistema di

revisione delle tariffe elettriche, ma pensiamo che si debbano trovare i finanziamenti a livello statale. Intendiamo però sottolineare un fatto, e cioè che parte dei finanziamenti potrebbero essere reperiti condizionando l'adozione di un certo tipo di tecnologie al finanziamento del programma di costruzione delle centrali elettronucleari da parte del gruppo estero che verrebbe ad essere privilegiato da questo tipo di scelta. Ho detto «estero» perché bisogna essere molto obiettivi - pur essendo d'accordo che si debba salvaguardare l'autonomia tecnologica del nostro paese e che si debba cercare di raggiungere in tempi abbastanza brevi una nostra indipendenza nella realizzazione delle centrali - nel riconoscere che attualmente la realizzazione di una centrale dipende nella misura del 30 o del 40 per cento dalle forniture di quelle case estere che sono licenzianti dei sistemi per la produzione dell'energia nucleare.

Quindi qualunque sarà la scelta della filiera - che noi riteniamo debba essere affrontata a livello politico per gli aspetti economici, di ricerca e finanziari che comporta - va tenuto presente che il licenziante che verrà privilegiato da tale scelta potrebbe fornire dei finanziamenti nella misura in cui vede favoriti certi suoi piani commerciali.

Per quanto riguarda il nodo del reperimento dei siti, diciamo che la legge n. 393 non è certamente il veicolo che permetta di arrivare all'insediamento di centrali in tempi accettabili; questo è dimostrato dal fatto che per le centrali nucleari del 1973-74 ancora si attende l'autorizzazione, e in particolare per quella del Molise siamo ancora al punto di partenza. Per le centrali termoelettriche la situazione è diversa in quanto la programmazione è partita da lontano: praticamente ora si stanno realizzando centrali programmate nel 1969-70. Nel 1983-1984 con altri 15 mila megawatt installati, la dipendenza della produzione di energia elettrica del petrolio sarà ancora più aggravata; nello stesso tempo altre centrali termoelettriche per un totale di settemila megawatt vedono maturare la possibilità di insediamento. Poiché questi siti non possono essere tramutati per impianti nucleari ed esiste la difficoltà di arrivare ad insediamenti di questo tipo in breve tempo, ne consegue che le centrali nucleari

slittano continuamente nel tempo a favore delle termoelettriche che di siti già dispongono, per cui il 1986 avremo altri ventunomila megawatt di tipo termoelettrico, e probabilmente non più di tre o quattromila di tipo nucleare.

Tutto questo significa in pratica che nel sistema elettrico italiano viene favorita una tendenza di maggiore penetrazione dell'energia termica, ma bisogna stare attenti perché quando arriveremo al traguardo degli anni 1985-1990 lo scenario energetico italiano non sarà sostanzialmente mutato, ma piuttosto si sarà aggravato. Chiediamo dunque al potere politico di impegnarsi per promuovere delle procedure transitorie in grado di accelerare questo reperimento dei siti accordando interessi locali e generali, magari attraverso la costituzione di una commissione nella quale siano rappresentati l'ente elettrico nazionale, gli enti di controllo e le regioni.

La scelta delle filiere è una scelta di tipo politico che ha riflessi generali per cui sembra opportuno individuare una serie di criteri che potrebbero essere tenuti presenti per operare la scelta più adeguata al nostro sistema. Dato che la scelta nucleare richiede una mobilitazione di risorse finanziarie non indifferenti, dovremmo affidarci a filiere di reattore fortemente sperimentate che permettano di realizzare la produzione di energia nucleare in tempi e dimensioni certi. Nello stesso tempo il numero delle filiere deve essere compatibile con le capacità e le possibilità tecnologiche del nostro sistema, che sono abbastanza limitate. La scelta delle filiere deve anche essere congruente con i programmi di sviluppo del sistema italiano, per cui bisogna verificare i programmi di ricerca nel campo nucleare ed in particolare quelli del Comitato nazionale per l'energia nucleare per ciò che si riferisce al Cirene.

Dunque la scelta della filiera deve essere ampiamente sperimentata ma non nel senso che sia necessario adottare una filiera sperimentata in tutto il mondo, bensì che l'industria italiana abbia già sperimentato l'approccio ingegneristico ed impiantistico di questo tipo di filiera e nello stesso tempo esista per essa già una esperienza di esercizio. Noi siamo quindi favorevoli alla filiera ad acqua leggera ad uranio arricchito, ma riteniamo che si debba verificare nello stesso tempo se la coesistenza dei

due tipi ad acqua bollente e ad acqua pressurizzata sia compatibile con le modeste possibilità tecnologiche del nostro paese. Non diciamo sì alla monofiliera, ma ci sembra che sia la più consona al nostro sistema, almeno nei tempi brevi.

D'altra parte siamo critici nei confronti della presa di posizione dei rappresentanti delle organizzazioni sindacali dei lavoratori sulla scelta immediata del CANDU, considerato simile al Cirene, reattore nel quale l'Italia ha conseguito una certa esperienza tecnologica. In realtà i due reattori sono del tutto diversi da un punto di vista impiantistico, e noi non abbiamo ancora realizzato un prototipo. Dunque insierire nel sistema italiano il CANDU vuol dire acquisire un'altra licenza, significa favorire solo un'operazione di tipo commerciale perché in questo momento non sono maturi i tempi per un collegamento alla esperienza del Cirene, che inizierà a funzionare al più presto nel 1980, per cui bisogna spostarsi verso il medio termine.

C'è poi anche la necessità di verificare certi presupposti come la competitività economica, o la possibilità di realizzare economie nel ciclo del combustibile, e quella di verificare se effettivamente questo reattore permetta una maggiore penetrazione commerciale nel mercato estero. Nessuno ha mai fatto un'analisi delle possibilità di penetrazione nel mercato esterno della nostra industria, e che in genere sono maggiori nell'area occidentale ad alto contenuto tecnologico; non facciamo troppo affidamento sulla possibilità di penetrazione nei mercati dei paesi emergenti, sulla possibilità di fornire impianti nucleari che coinvolge aspetti strategici che provocano la diffidenza dei paesi egemoni in questo campo.

Per quanto riguarda la committenza sono costretto a dare lettura di un passo della nostra relazione. Si ritiene che le scelte operative che si riterrà opportuno adottare in tema di committenze debbono essere coerenti al più generale ruolo che si intende riconoscere da un lato all'ENEL e dall'altro lato alle industrie, tenendo conto che il mercato nazionale costituisce la base fondamentale, ma non esaurisce il loro campo di attività.

Si riconosce che l'ENEL, per la realizzazione delle sue centrali nucleari abbia la responsabilità delle scelte fondamentali re-

lative alle centrali stesse e inoltre debba svolgere funzioni di architetto e progettista generale. In tale veste l'ENEL può assicurare che vengano adottate le soluzioni impiantistiche più valide e vengano inserite nel progetto dell'impianto le conoscenze che derivano dall'esercizio e dalla manutenzione delle centrali. In questa funzione l'ENEL può, inoltre, essere di grande beneficio all'industria orientandola su soluzioni appropriate alle esigenze nazionali, ma che siano riutilizzabili e compatibili per i mercati esteri.

E' perciò auspicabile che l'ENEL promuova quelle attività che facilitino la presenza e l'espansione dell'industria italiana sui mercati stranieri.

L'ENEL con l'industria devono individuare le più opportune forme di collaborazione affinché le capacità di architetto industriale generale e l'esperienza di esercizio diventino una valida referenza per la presenza e l'espansione dell'industria italiana sui mercati esteri.

Nel contempo si riconosce che è funzione dell'industria - per le centrali costruite in Italia - la progettazione, la fabbricazione e la installazione di sistemi e di componenti, sviluppando al massimo le capacità progettuali sia per il mercato nazionale che internazionale. E' compito dell'industria la gestione attiva delle licenze, sviluppando quindi la capacità di interiorizzare le conoscenze sui processi e sul sistema nucleare e sui sistemi ausiliari.

Le scelte in tema di «committenza» devono essere tali da permettere di sfruttare e di utilizzare razionalmente e pienamente tutte le risorse disponibili già presenti nell'industria nucleare italiana, sotto il profilo sia impiantistico sia manifatturiero. Nei paesi esteri l'industria italiana deve anche essere in grado di fornire centrali nucleari complete.

Circa il ruolo del combustibile, oltre a mettere in evidenza la necessità di una serie di investimenti che tengano conto di esigenze di tipo strategico e di tipo economico, noi rivendichiamo l'esigenza che si arrivi ad una chiara definizione dei ruoli, come è avvenuto tra l'ENI e il gruppo Finmeccanica, circa la fornitura della prima carica della centrale nucleare. Si tratta di definire quali siano le responsabilità dell'ENI, quale combustibilista nazionale e dell'ENEL che, come un esercente, ha il

compito di una migliore utilizzazione del combustibile, e del CNEN che ha come compito la ricerca e lo sviluppo.

PRESIDENTE. Abbiamo ascoltato con estremo interesse gli apporti da loro arrecati, apprezzandone la chiarezza e l'ampiezza. Purtroppo non ci sarà possibile approfondire ulteriormente gli argomenti da loro trattati, dal momento che dovremo ora ascoltare il direttore dell'Istituto superiore di Sanità.

In ogni caso la Commissione, dopo aver concluso il ciclo delle audizioni, non per questo concluderà i suoi lavori, ma avendo ormai acquisito un patrimonio di nomi e di competenze, si permetterà di continuare a richiedere l'utilizzazione della vostra competenza e della vostra capacità.

**La seduta, sospesa alle 11,25, è ripresa alle 11,40.**

PRESIDENTE. Do la parola al professor Francesco Pocchiari, direttore dell'Istituto superiore di sanità.

POCCHIARI, *Direttore dell'Istituto superiore di sanità*. Il mio intervento sarà molto breve, avendo l'Istituto superiore di sanità inviato alla Commissione industria due relazioni sull'argomento oggi in discussione, elaborate nel 1975 e nel 1976.

La situazione attuale, dal punto di vista della sanità pubblica in questo settore, non è mutata molto rispetto a quella illustrata nella relazione che fu svolta durante la conferenza nazionale sul piano energetico tenutasi a Perugia nel dicembre del 1975.

Mi permetto di illustrare brevemente i punti principali di quel documento, mantenendomi il più possibile sulle linee generali - come è d'uso da parte di chi dirige un istituto abbastanza complesso come il nostro - e lasciando ai tecnici che mi hanno accompagnato il compito di entrare nei dettagli dei problemi sui quali i membri della Commissione volessero porre domande.

Il problema del piano energetico presenta due aspetti: quello che riguarda le centrali di tipo convenzionale e quello che riguarda le centrali nucleari.

Per quanto riguarda le centrali di tipo convenzionale l'Istituto superiore di sanità, come organo tecnico del Ministero della

sanità, si occupa degli scarichi continui e, in particolare, dei problemi associati all'emissione di anidride solforosa e di anidride solforosa mista a polveri.

L'Istituto superiore di sanità ha svolto a Venezia un monitoraggio continuo in tutta l'area interessata dall'anidride solforosa ricavandone dati che danno l'impressione dell'arretratezza in cui il nostro paese si trova sia sul piano tecnologico sia su quello legislativo.

Sul piano legislativo il Ministero della Sanità sta rivedendo la legge n. 615 sugli scarichi di anidride solforosa, mentre sul piano tecnologico l'eliminazione di tali scarichi non è stata ancora realizzata in modo soddisfacente; tanto è vero che in alcune zone nelle quali l'inquinamento dalle diverse fonti è più forte e, di conseguenza, l'inquinamento dovuto alle centrali termoelettriche si avverte ancora di più, si è suggerito di utilizzare un altro tipo di combustibile, in modo da avere la minore quantità possibile di anidride solforosa.

Non intendo entrare nel discorso del combustibile da utilizzare - se ad esempio, sia o no conveniente affrontare tutta la grande problematica del metano - perché non spetta all'Istituto superiore di sanità il compito di risolvere questo problema; ma desidero mettere in evidenza come problema di sanità pubblica quello degli scarichi di anidride solforosa da parte delle centrali termoelettriche e quello dell'inquinamento in generale affinché vengano approfonditi tutti quei problemi che derivano dal contatto nell'atmosfera tra anidride solforosa, polveri e ossidi di azoto e dalle reazioni chimiche che si possono sviluppare a quel livello.

Prendiamo ora in considerazione le centrali nucleari, inserite nel ciclo del combustibile nucleare, cioè viste nella problematica più ampia del riprocessamento e delle scorie che vengono prodotte da questo tipo di centrali.

Il problema degli scarichi continui - che abbiamo considerato come difficilmente risolvibile per le centrali convenzionali - è stato risolto da un punto di vista tecnologico per le centrali nucleari.

Mentre non desta preoccupazioni, dal punto di vista tecnologico, la quantità degli scarichi continui, andrebbero invece visti alcuni problemi di carattere sanitario, che potremmo definire a tre termini: a breve, a

lungo e a medio termine, ed inoltre problemi di carattere più generale, dove la problematica e della ricerca e della tecnologia non ha ancora fatto dei progressi, anche se su questo molto si sta lavorando nel mondo. In proposito mi permetto di ricordare l'importanza del fatto che, in ogni modo ed in ogni forma, venga potenziata la ricerca nel settore, per le importanti implicazioni che può avere sulla soluzione di alcuni nodi del settore nucleare.

Sui problemi a breve termine sarebbe necessaria una revisione legislativa, in modo da ridurre i livelli degli scarichi adesso permessi, perché la tecnologia su questa questione ha fatto un notevole passo avanti: tutto ciò è in armonia con l'operato di altri Stati (Germania, ad esempio) che già hanno adottato provvedimenti di revisione del genere; basandosi, appunto, sui risultati della tecnologia.

Parlando dei problemi a medio termine, ci si riferisce in particolare alla tematica della sicurezza degli impianti. E' una questione circa la quale, anche se il dibattito è stato assai approfondito, vi sono ancora dei consistenti margini di incertezza in relazione alle garanzie di sicurezza (sempre dal punto di vista della protezione sanitaria) che impianti di questo genere possono offrire, benché si muove nell'ambito di una tecnologia assai raffinata ed avanzata.

Un'attenzione particolare merita poi tutto il problema del riprocessamento. Quando si procede a riprocessare il materiale proveniente dalle centrali elettro-nucleari, occorre tener presente due aspetti fondamentali: l'igiene del territorio (preoccuparsi, cioè dell'ambiente) e quella dei lavoratori. E' da ritenersi che la soluzione dei problemi sanitari connessi alla gestione degli impianti di riprocessamento vada situata nel medio termine. Incidentalmente, nella questione del riprocessamento, s'inserisce un altro discorso di notevole importanza, e che, oltre che il Ministero della sanità, dovrebbe interessare anche altre strutture dello Stato: quello, cioè, relativo alla possibilità di furti del plutonio. Le quantità di plutonio che vengono riprocessate sono infatti tali da poter causare legittime preoccupazioni in relazione all'eventualità di un furto.

Infine, c'è da considerare il problema, su cui molto si discute nell'ambiente scientifico, della gestione dei rifiuti radioattivi.

Si tratta di una problematica molto complessa, presumibilmente risolvibile solo nel lungo termine. Ricorderemo qui che la vita media di queste sostanze è dell'ordine dei ventimila anni, paragonabile cioè ai tempi geologici. Si creano quindi rilevantissimi problemi circa il modo di trattare tali rifiuti radioattivi, nonché il modo con cui viene affrontato il problema della gestione di questi stessi rifiuti: data la loro lunga vita, la problematica relativa acquista anche risvolti di carattere non puramente tecnico-scientifico.

Sono stato, credo, molto breve nell'illustrare per sommi capi quanto è scritto con maggiore dettaglio nelle nostre relazioni: sono, ovviamente, con gli esperti a disposizione della Commissione per qualsiasi domanda o chiarimento dovesse occorrere.

**PRESIDENTE.** Le rivolgo per primo una domanda. Negli Stati Uniti sono stati sdoppiati gli enti, operanti nel settore nucleare, stabilendosi che quelli che curano la produzione non possano esercitare anche il controllo, per ragioni chiaramente intuibili. Tale decisione è stata presa da poco tempo: non abbiamo quindi un'adeguata letteratura in materia, ma comunque disponiamo già di elementi sicuri. Certamente l'Istituto si sarà dato carico di valutare anche questo tipo di normativa.

Vorrei poi anche sapere se vi sia qualche idea sui problemi inerenti al trasporto del materiale radioattivo. Negli Stati Uniti, a questo proposito, si pensa sempre al trasporto solido, ed attraverso certi particolari sistemi di sicurezza. E' in corso, da noi, una elaborazione in materia? Vi sono dei programmi? E non solo nel settore particolare, ma nel complesso, per l'individuazione di tutta la problematica relativa alle scorie radioattive, sia vicino alle centrali, sia in sistema più vasto? Che ricomprenda tutti i rifiuti di questo genere? Vi sono delle indagini, in proposito, o l'indicazione si ferma solo alla Basilicata? Sono in corso studi, in Europa o altrove?

**TABET, Ricercatore dell'Istituto superiore di sanità.** Per quanto riguarda la questione dello sdoppiamento degli enti, mi pare che l'America abbia deciso saggiamente. Certo, in un paese come il nostro, questa decisione non è indolore, anche perché si tratta di assicurare alle strutture

di controllo quelle possibilità di ricerca tecnologica e di capacità tecniche, senza le quali esse diventerebbero subito subalterne alla struttura di promozione. Come Istituto, abbiamo spesso inoltre avvertito, anche in relazione alla nostra esperienza di lavoro, una certa vischiosità della struttura di controllo del CNEN a dover intervenire sui programmi nucleari.

A proposito del problema del trasporto delle sostanze radioattive, devo dire che non abbiamo un'esperienza italiana significativa: questa assenza è dovuta al fatto che non è stato risolto il problema del «cimitero» dei rifiuti, dove appunto dovrebbero essere stoccati i depositi di materiale radioattivo, a breve, a media e a lunga vita. Ma in realtà nessun paese ha esperienza in proposito, perché si tratta di un problema non risolto sul piano scientifico, e quindi non risolvibile su quello tecnico-commerciale. Attualmente, i rifiuti prodotti dalle centrali stanno presso le centrali stesse, salvo delle porzioni che sono ritratte all'estero; non abbiamo una capacità industriale e tecnologica di ritrattamento, salvo un impianto pilota. C'è una normativa abbastanza precisa sulle caratteristiche dei sistemi di trasporto, sulle garanzie di sicurezza, e noi la seguiamo quando essa dev'essere applicata. Non esiste, comunque, una posizione nostra, diversa o originale rispetto a quella degli altri paesi, vista la dimensione ancora embrionale che ha questo problema da noi; anche per questo è per ora relativo l'interesse sul problema da un punto di vista sanitario.

**FRULLANI, Ricercatore dell'Istituto superiore di sanità.** Per una centrale di mille megawatt occorrono 30 tonnellate di combustibile all'anno. Ciò significa che se in un determinato comprensorio si prevedono un certo numero di centrali, bisogna moltiplicare questo numero per 30 per avere la quantità di combustibile in tonnellate che viene annualmente trasportata. Il problema è posto non tanto dal combustibile fresco, quello che va alla centrale, quanto da quello irradiato che viene prima immagazzinato in piscine, per «raffreddarlo» quindi viene portato fuori dalla centrale per essere inviato agli stabilimenti di ritrattamento. Ora tutta questa operazione richiede un certo numero di trasporti annui su strada, o su mare o per altre vie.

PRESIDENTE. Lei quindi ritiene che sarà necessaria una normativa in questa direzione?

FRULLANI, *Ricercatore dell'Istituto Superiore di Sanità*. Indubbiamente sarà necessario stabilire dei percorsi; inoltre, quando vengono effettuati questi trasporti le autorità competenti del territorio dovranno mettere a disposizione dei mezzi onde fronteggiare casi di incidenti.

PRESIDENTE. Qual'è la sua opinione sui reattori veloci?

FRULLANI, *Ricercatore dell'Istituto superiore di sanità*. Per quanto riguarda il combustibile irradiato i reattori veloci costituiscono forse un rischio ancora più pericoloso per la quantità di materiale radiattivo che essi producono; infatti il livello di irradiazione dei reattori veloci è notevolmente superiore.

FORMICA. Il fatto di avere qui presenti gli esperti in problemi sanitari e di sicurezza collegati ai problemi energetici, costituisce una occasione fortunata. Poco fa abbiamo ascoltato una relazione di un rappresentante di «Italia Nostra» che oltre ad esprimere alcune giuste preoccupazioni, era anche nettamente ostile all'energia nucleare; personalmente ne capisco le ragioni anche se non le condivido in pieno. E' anche vero che una parte di queste preoccupazioni non sono state del tutto diramate.

Infatti credo, e su questo vi chiedo un giudizio, che lo stesso piano energetico nazionale varato dal Governo non contenga tutte quelle norme e procedure di sicurezza che le popolazioni stesse richiedono per l'installazione delle centrali nucleari e convenzionali, poiché talvolta la legislazione vigente in materia si dimostra inadeguata.

Desidero dunque chiedere alcuni chiarimenti. E' stata pronunciata una parola strana e che conosciamo poco: sinergismo. Si sa che esiste una carenza di informazioni sul problema del sinergismo. Esso pare che sia provocato dalla combinazione della polvere con ossido di azoto e di anidride solforosa. Credo che ciò costituisca un pericolo rilevante anche in considerazione del fatto che il problema dell'inquinamento oggi è all'attenzione delle popolazioni;

chiedo perciò maggiori dettagli su questo grave fenomeno e sui rimedi per combatterlo.

Il professor Pocchiari ha poi parlato della revisione della legge n. 615. Sappiamo che presso il Ministero esiste una commissione che ha il preciso compito di adeguare questa legge. Gli studi di revisione svolti da questa commissione sono iniziati nel dicembre 1973; vi domando quali sono le difficoltà incontrate per procedere alla revisione di questa legge, considerato che sono ormai trascorsi 3 anni, e che esiste anche il problema di coordinare la 615 con la legge n. 880 del 1973.

Voi dite che non si hanno ancora risultati certi circa l'esposizione delle popolazioni alle varie fonti di inquinamento per tempi lunghi, in particolare alla esposizione a piccole dosi di radiazioni; inoltre pare che esista anche una possibile conseguenza cancerogena derivante dalla prolungata esposizione alle diverse fonti di inquinamento. Quest'ultimo è un problema molto rilevante e voi sapete bene quanto oggi abbiamo bisogno di ritrovare delle fonti alternative ai combustibili fossili e non sia più procrastinabile avviare la costruzione di centrali nucleari. Anche su questo assetto, pertanto, desidero avere ulteriori dettagli conoscitivi.

In merito al problema dell'inquinamento termico nel vostro rapporto avete detto che non esistono ancora grossi problemi in rapporto al dato che ritenete nocivo (cioè il superamento della temperatura, di oltre tre gradi, che determinerebbe uno squilibrio nella zona interessata dall'inquinamento termico). Esiste comunque la necessità, per l'immediato futuro, di non utilizzare l'acqua di raffreddamento naturale, bensì di utilizzare le torri di raffreddamento.

Su questo ultimo fatto tutti sono d'accordo, ma vorrei sapere in particolare dal punto di vista sanitario le cose che potranno essere fatte.

Nella relazione, a proposito degli scarichi dei reattori, è stato detto che la USA-EC ha stabilito dei limiti molto ridotti sull'attività scaricata. A questo punto esiste la necessità di adeguare la nostra legislazione a quella di questo ente americano, legislazione che riduce notevolmente i rischi derivanti dall'inquinamento. Quali so-

no le prospettive a tempi brevi di questo adeguamento?

**CITARISTI.** Al CNEN sono stati attribuiti dei compiti in materia di predisposizione dei sistemi di sicurezza delle centrali nucleari. Penso che sia dovere del CNEN controllare perché siano rispettate tutte quelle norme intese a limitare al massimo i pericoli derivanti dall'installazione di centrali nucleari.

Vorrei inoltre sapere quali siano i rapporti di collaborazione fra il CNEN e il Ministero della sanità, se ritenete che tali rapporti di collaborazione siano soddisfacenti o se ritenete utile una loro intensificazione.

La seconda domanda è questa: ieri in un convegno tenuto sul problema dell'energia nucleare è stato affermato che le probabilità di accadimento di incidenti sono talmente minime che da studi fatti sarebbe risultato che quando sul pianeta Terra saranno funzionanti mille centrali nucleari vi sarà la possibilità di un incidente ogni mille anni; questa affermazione è, a vostro giudizio, suffragata da serie basi, ovvero si tratta di una dichiarazione dovuta alla fantasia di uno scienziato?

**TOCCO.** Poiché rilevo dalla relazione e dalle dichiarazioni fatte in altre circostanze da rappresentanti dell'Istituto superiore di Sanità una certa ombra di dubbio sulla agibilità dell'energia nucleare e sulla sicurezza, mentre si sta ormai procedendo con quattro centrali nucleari, vorrei conoscere quale posizione assume l'Istituto, in particolare sul fatto che della sicurezza sia stato incaricato il CNEN. Si tratta di una posizione passiva, lasciate che le cose vadano avanti? Avete dei dubbi e quali?

E' stata ricordata quanto meno la complessità ed il pericolo derivante dal ritrattamento del materiale di risulta delle centrali nucleari con reattori provati, senza parlare poi di quelli veloci; si è detto che occorre «raffreddare» il prodotto per poi ritrattarlo ancora; sapete certamente che l'Inghilterra, che fino a poco tempo fa ritrattava i nostri prodotti di risulta, si è ora rifiutata di continuare a farlo se non assumiamo l'impegno di riprendere in consegna l'ulteriore prodotto di scarto; e credo che analoga posizione sia stata adottata anche nei confronti di altri paesi. Questo, evidente-

mente, significa che le preoccupazioni da più parti manifestate sono legittimate anche da prese di posizione di paesi che in fatto di energia nucleare hanno una esperienza superiore alla nostra. Si va verso la creazione di un impianto di tipo Eurodif, dell'impianto di Montalto di Castro, delle due centrali da 1200 megawatt che servirebbero unicamente al ritrattamento del materiale fissile; tutto questo avvicina il problema e quindi anche i pericoli; tutto ciò premesso, in quale posizione trova la sanità?

Un collega molto opportunamente ha parlato del fenomeno del sinergismo. Effettivamente ancora non si conoscono gli effetti sull'ambiente e quelli sull'uomo delle radiazioni nucleari insistenti in una certa misura su di una certa unità di territorio; non vi è nessuna esperienza in proposito; cosa accadrà quando vi fossero 20-30-40 centrali? Evidentemente andremmo incontro a pericoli che oggi non sappiamo, che nessuno sa. In questo senso cosa ne pensa l'Istituto superiore di Sanità?

**PORTATADINO.** Vorrei chiedere una quantificazione, cioè un paragone il più preciso possibile tra i rischi di incidenti, e le conseguenze di questi incidenti per le centrali nucleari con i problemi connessi al ciclo del combustibile, rispetto ai rischi attualmente presenti - che mi sembrano considerevoli anch'essi - nelle centrali termoelettriche o meglio nel ciclo del combustibile di queste centrali. Fino a qualche tempo fa era di moda ricordare pubblicamente il rischio di catastrofe ecologica per naufragio di una petroliera: vorrei, se possibile, un tentativo di paragone tra questi due termini.

Senza retorica, si potrebbe anche ricordare che un impianto teoricamente sicuro come un impianto idroelettrico provocò qualche anno fa una catastrofe con migliaia di morti. La percentuale indicata di un incidente ogni mille anni è qualcosa che rientra nell'imponderabile, oppure rientra in una logica di tipo diverso e quale?

Una seconda quantificazione utile di rischio potrebbe essere quella relativa all'impianto nella sua gestione ordinaria, prescindendo dalla possibilità di un incidente.

Esistono una normativa e degli accordi internazionali in materia di gestione e di

immagazzinamento dei rifiuti, delle scorie nucleari? Questo è un problema che riguarda una zona particolare vicina alla mia città, in relazione al ventilato progetto svizzero per l'immagazzinamento delle scorie radioattive nei pressi del Gottardo.

MIANA. Non ho ancora avuto il tempo materiale di meditare sul documento dell'Istituto superiore di sanità, che mi pare però molto preciso e molto puntuale sotto il profilo tecnico e scientifico, e che va ad aggiungersi alle relazioni, già conosciute, presentate nel 1974 e 1975.

Evidentemente nella elaborazione o rielaborazione - diciamo - del piano energetico, che dovrà naturalmente contenere delle scelte ben meditate, si dovrà andare molto rapidamente, io direi quasi a tappe forzate, ad una diversificazione delle fonti da utilizzare nel nostro paese. E' chiaro, per i motivi talmente ben conosciuti da non dover essere ripetuti, che non si potrà pensare a 20, ma forse a 10-12 centrali, da costruire secondo programmi a breve termine.

Nel corso dell'audizione degli esperti del CNEN, poi, è emerso il preoccupante problema relativo al collocamento dei rifiuti radioattivi, la cui soluzione, secondo quanto ci è stato detto, non è prevedibile a breve termine.

A tale rilevante questione, inoltre, sono strettamente connesse le difficoltà poste dalle regioni e dagli enti locali al momento della localizzazione dei siti ove costruire le prime centrali nucleari. Alle regioni ed agli enti locali è stata rivolta l'accusa di rimanere insensibili rispetto ad esigenze di carattere generale, addossando quasi loro la responsabilità di aver bloccato la costruzione delle prime centrali nucleari; ma, in realtà, non si può certo negare che non è ancora possibile offrire a questi ultimi precisi elementi di valutazione per quanto riguarda il problema della sicurezza.

Sarei pertanto loro grato se volessero fornire alla Commissione ulteriori elementi di chiarimento circa il preoccupante problema della sicurezza che, nonostante siano stati compiuti passi in avanti riguardo al riprocessamento dei rifiuti, rimane irrisolto.

Nel corso delle precedenti audizioni, tra l'altro, sono state sottoposte all'attenzione della Commissione alcune considerazioni

riguardanti le responsabilità morali che la nostra generazione starebbe per assumere nei confronti di quelle future.

Mi rendo conto che i problemi derivanti dall'attività delle centrali nucleari formano oggetto di studio a livello internazionale e che è molto difficile che un singolo Stato, operando da solo, possa riuscire a risolverli; ma non posso ignorare la fondatezza delle obiezioni che in sede di localizzazione dei siti vengono poste con forza dalle cittadinanze interessate. Desidero pertanto sapere come l'Istituto superiore di sanità ed il Ministero competente intendano affrontare tali problemi, sia quelli che già oggi possono essere risolti, sia quelli che non sono ancora superabili, ma sono oggetto di studio a livello internazionale.

PRESIDENTE. Desidero sapere se è elemento di preoccupazione per le popolazioni e le regioni interessate anche il fatto che lo stoccaggio delle scorie debba necessariamente essere effettuato presso le centrali e se loro sono in grado di prevedere quanto tempo dovrà ancora durare tale situazione.

Desidero inoltre sapere se vi è giunta notizia di un disastro nucleare che, secondo quanto riferito da numerosi giornali esteri, sarebbe recentemente avvenuto in Estonia.

POCCHIARI, *Direttore dell'Istituto superiore di sanità*. Affronterò alcuni problemi di carattere generale, lasciando ai miei colleghi il compito di rispondere alle domande più specifiche.

Desidero subito dire che la nostra collaborazione con il CNEN è molto attiva. Come ho affermato nel corso del convegno di Perugia è una collaborazione di tipo dialettico, nella quale noi cerchiamo di giocare un ruolo di «promozione» per ciò che riguarda i problemi di peculiare interesse del nostro Istituto, cioè quelli di protezione sanitaria.

Per quanto riguarda il sinergismo devo dire che si tratta di un discorso che ha cominciato ad apparire nella letteratura quando è stata posta in evidenza la rete dei sensori per misurare l'anidride solforosa.

Dalle esperienze fatte abbiamo appreso che queste reti devono essere di carattere continuativo; infatti abbiamo osservato

nell'area di Venezia che l'anidride solforosa aumenta alle due del mattino, per cui se, per avventura, si facessero delle rilevazioni solo alle cinque del pomeriggio, ci si troverebbe di fronte a livelli assai più bassi.

A questo punto emerge il discorso secondo cui l'anidride solforosa, da sola, non è sufficiente a dare un indice del tipo di inquinamento, anche se nei fatti è evidente il rapporto fra la quantità di anidride solforosa e la salute degli animali. Si deve comunque tenere presente, per verificare i dati epidemiologici, che una certa quantità di anidride solforosa o di diossina - tanto per fare un esempio tristemente attuale - provoca effetti diversi a seconda delle condizioni ambientali.

In questo quadro abbiamo in corso nell'area di Venezia un'indagine sui bambini, a livello di bronchite, per cercare di capire il sinergismo fra anidride solforosa e polveri. Abbiamo visto, infatti, che vi è un sinergismo, dal momento che «uno» di anidride solforosa e «uno» di polveri non fanno «due» ma «quattro». Abbiamo spinto e spingiamo - ora crediamo di essere arrivati in porto - il Ministero della sanità a rivedere la legge n. 615, proprio perché abbiamo constatato che non è possibile considerare in assoluto ed isolatamente determinati valori, poiché, a causa del sinergismo, una quantità di anidride solforosa, inserita in un contesto industriale, caratterizzato dalla presenza di cementifici o di industrie chimiche e petrolifere, provoca effetti molto più nocivi di quelli prodotti normalmente.

Nell'area di Venezia abbiamo anche constatato l'utilità del controllo, giacché nel secondo anno, per il solo fatto di aver messo una rete di rilevamento, la quantità di anidride solforosa è diminuita.

Stiamo inoltre iniziando, come dicevo, un discorso epidemiologico preventivo per studiare i primi danni che possono derivare da forti concentrazioni di anidride solforosa per evitare l'insorgere di tumori che arrecano un danno irreversibile alla salute.

TABET, *Ricercatore dell'Istituto superiore di sanità*. Circa i nuovi limiti stabiliti dal NRC - questa è la nuova denominazione dell'USAEC (parte «controllo») - a cui accennava l'onorevole Formica, devo precisare che essi sono derivati da un com-

promesso serio fra le nuove capacità tecnologiche e le forti spinte provenienti dalle associazioni protezionistiche, le quali non ritenevano più giustificato esporre le popolazioni all'effetto di dosi nelle quantità previste dalle leggi precedenti. Quindi le dosi, sono state ridotte di circa un fattore trenta. Faccio presente che la capacità degli impianti installati dietro nostra richiesta, nelle centrali italiane, è tale da ridurre le dosi a questi stessi livelli.

In questo campo finora ci siamo mossi sulla base della legge del 1964 che è piuttosto avanzata, ma che, naturalmente, fa riferimento a capacità tecnologiche non più attuali; è necessario quindi procedere ad una revisione urgente della legge, anche perché la buona volontà dei funzionari del ministero e dell'Istituto non può sempre fronteggiare le spinte, anche di natura economica, delle industrie.

Per quanto riguarda l'inquinamento termico, nel nostro documento non abbiamo fatto una netta distinzione fra i problemi dell'inquinamento termico derivante dalle centrali tradizionali e quelli dell'inquinamento termico derivante dalle centrali nucleari, perché, se è vero che le centrali nucleari hanno una efficienza minore, è anche vero che si tratta di una differenza non qualitativamente significativa sul piano ambientale.

Anche qui, ovviamente, vi è stata un'evoluzione sia delle conoscenze tecniche, sia della normativa; comunque abbiamo preso posizione, dicendo che non si potevano utilizzare i nostri fiumi nel ciclo di raffreddamento, perché essi, ad eccezione del Po che per altro viene già utilizzato, hanno una portata tale - si deve pensare che Caorso ha bisogno di una quantità d'acqua di circa quaranta metri cubi al secondo - che l'innalzamento termico prodotto dall'acqua di raffreddamento, provocherebbe dei carichi ambientali troppo pesanti. Questo è il motivo per cui si è indirizzato l'insediamento delle nuove centrali in prossimità del mare.

Per ciò che concerne le torri di raffreddamento, riteniamo che si debba adottare una politica del caso per caso; le torri, sono delle soluzioni positive che possono però creare dei problemi di microclima. Circa gli usi alternativi devo rilevare che i problemi sono ancora da studiare e da definire.

Si pone qui il problema, oltretutto, di una differente organizzazione della produzione di energia: sappiamo che alcuni paesi (per esempio la Svezia e l'Unione Sovietica), stanno facendo delle esperienze in proposito.

Passiamo adesso ad un problema delicato, che è quello degli incidenti: mi pare che siano state fatte varie domande in merito ed è stato anche chiesto un confronto tra il rischio del mondo convenzionale e quello del mondo nucleare, nonché quale sia il nostro atteggiamento in proposito, anche in relazione alle posizioni assunte da «Italia Nostra».

E' stato chiesto se sia vero che con mille centrali in funzione la probabilità di incidenti è di uno ogni mille anni. Credo che faremmo un torto al lavoro di ricerca che si fa nel mondo se dicessimo che le cose stanno o non stanno così. L'analisi della frequenza di incidenti nelle centrali nucleari è una delle questioni più difficili da risolvere, data la complessità, appunto, dell'oggetto al quale si indirizza, e deve servirsi sia di modelli di calcolo sia di dati sperimentali.

Per quanto riguarda i dati sperimentali vi è una situazione di notevole incertezza dovuta al fatto che mentre per alcuni componenti esistono statistiche sui loro tassi di guasto, per altri ciò non si verifica.

D'altra parte, per quanto riguarda i metodi di calcolo va detto che tali metodi descrivono sistemi di dimensioni colossali, basandosi o sull'esperienza di funzionamento dei reattori che già ci sono, oppure su esperienze su scala ridotta - esperienze che tra l'altro hanno dato risultati contraddittori. In definitiva in base ai reattori finora «accumulati», si può solo dire che la possibilità di incidente per anno non è superiore ad uno su mille: è chiaro, tuttavia, che questa valutazione è forse troppo pessimista.

In realtà esistono elaborazioni americane abbastanza raffinate, (condotte però non per tutti i tipi di reattori), che danno un quadro interessante della situazione degli incidenti distinguendo tra incidenti gravi ma non catastrofici ed incidenti catastrofici. Al primo tipo lo studio in parola assegna una probabilità dell'ordine di uno su diecimila per reattore per anno e ciò vuol dire, su una popolazione di mille reattori, un incidente ogni 10 anni; la probabilità

per i secondi è, invece, dell'ordine di uno su un milione. Dallo stesso studio, però, emergono grossi margini di incertezza (di circa un fattore dieci, o anche cento) e questa incertezza non è dovuta a posizioni soggettive bensì al modo in cui è costruito lo studio, che si basa in parte su dati sperimentali certi, in parte su statistiche limitate e in parte su codici di calcolo di significato dubbio.

Per quanto riguarda il rapporto tra il rischio di incidenti nel campo nucleare ed in quello tradizionale, anche in questo settore l'analisi è molto complessa. Esiste un settore di ricercatori negli Stati Uniti secondo il quale i rischi del mondo nucleare sono ben al di sotto di quelli del mondo convenzionale; altri settori scientifici, sempre negli Stati Uniti, esprimono la convinzione che nei due campi esistono rischi confrontabili. Vorrei essere certo di aver illustrato, in questa mia breve esposizione, come si tratti di un problema su cui sono stati fatti grossi passi avanti, ma per il quale non abbiamo ancora una base di calcolo e sperimentale sufficiente a garantire una risposta sicura a tanti quesiti. Si potrebbe dire paradossalmente che il numero citato relativo alla probabilità di incidenti è un numero corretto se diviso per cento e moltiplicato per cento.

Vorrei dire, però, che è possibile intervenire sui rischi connessi agli incidenti, oltre che con vari meccanismi di sicurezza, anche attraverso la scelta dei siti. Sono d'accordo sul fatto qui ricordato che le regioni non siano state fornite di informazioni credibili, unificate e, diciamo, definitive - dando a questa parola significato scientifico - ed in particolare sul fatto che le regioni non abbiano avuto una chiarificazione sui criteri di scelta dei siti.

Ho letto, in merito, la relazione del presidente del CNEN e mi pare che su alcuni punti non ci si sia mossi con la prudenza necessaria in quanto la scelta di un impianto nucleare comporta una serie di vincoli sul territorio che devono porre il paese in una condizione di tranquillità, rispetto alla possibilità di eventi catastrofici. Mi pare invece di aver riscontrato, nella relazione del professor Clementel, una posizione di eccessivo ottimismo, nel senso che io ritengo che i vincoli territoriali in questione debbano essere più vasti: si deve parlare di aree a sviluppo controllato dalla dimensione

ben maggiore di quella citata nella relazione dell'CNEN. Nei rapporti con le regioni bisogna partire dalla franchezza che deriva dalla realtà dei dati: è necessario disaccoppiare un impianto dall'ambiente esterno sia per la sicurezza della popolazione sia per la salvaguardia dell'impianto stesso da eventuali malintenzionati, e deve trattarsi di un disaccoppiamento serio, reale, che implica una dimensione che non può certo essere di un chilometro.

Questo implica anche per le regioni una chiarezza nelle scelte che devono compiere tra lo sviluppo generale territoriale e lo sviluppo energetico ed economico.

Circa l'incidente sovietico (credo che il Presidente si riferisse a quello accaduto ad un reattore sul Mar Caspio; si tratta di un reattore raffreddato a sodio), non sono state date precise informazioni se non un cenno in una recente conferenza: si sarebbe trattato di un incidente non catastrofico, ma che ha provocato grossi danni agli impianti.

Vi è poi la questione dei problemi etici, associati alla gestione dei rifiuti. In merito parlerà il dottor Frullani, ma vorrei dire che vi è un problema di stabilità; cioè si va sempre più affermando la convinzione che una gestione sicura di questi rifiuti non solo richiede una soluzione del problema su basi scientifiche, che non è ancora stata trovata, ma pone anche problemi di stabilità politica ed istituzionale, cioè della creazione di una istituzione che sappia fronteggiare i problemi del controllo dei depositi con grosso potenziale di pericolosità.

**FRULLANI** *Ricercatore dell'Istituto superiore di sanità.* Cercherò di rispondere alle domande sollevate circa gli effetti delle piccole dosi, il problema generale del plutonio, il problema dei rifiuti in particolare, il piano energetico visto nella sua interezza.

Le nostre maggiori conoscenze sui danni causati dalle radiazioni ionizzanti nell'uomo derivano da quello che l'esperienza ci ha fornito in seguito ad irradiazioni ad alto livello e ad alta intensità causata da incidenti, dalle bombe nucleari o da applicazioni di radioterapia. Altri dati provengono dalle indagini sui minatori esposti ad atmosfera contaminata da *radon*. V'è inoltre una abbondante sperimen-

tazione sugli animali che, in genere, è coerente con i risultati ottenuti sull'uomo.

I danni possono essere somatici, quando le manifestazioni patologiche, quelle tipiche sono le leucemie e diverse forme di cancro, si evidenziano nella persona irraggiata o genetici quando le conseguenze delle mutazioni e aberrazioni dei cromosomi indotte dalle radiazioni si evidenziano patologicamente nei discendenti delle persone irraggiate. In base all'informazione scientifica e sperimentale si afferma che, con ipotesi sufficientemente cautelative, si possono dedurre gli effetti possibili di irraggiamenti a piccole dosi per mezzo di una estrapolazione lineare degli effetti sperimentali ad alte dosi.

Questa condizione cautelativa è data dal fatto che non supponiamo l'esistenza di soglie di danno sotto le quali non sussisterebbero effetti sanitari. Siccome non c'è evidenza sperimentale unanime e per tutti gli effetti dell'esistenza di tale soglia, si pone tale condizione restrittiva. L'unico punto che potrebbe essere non cautelativo, data la mancanza di dati, è la stima degli effetti a lunga latenza.

Abbiamo un'esperienza trentennale. Negli ultimi tempi si è verificato che l'indice che dà i casi sanitari per una certa dose di radiazione aumenta quanto più lungo si assume il tempo di osservazione. Mentre prima si consideravano gli effetti delle radiazioni verificati in venti anni, poi si è constatata, anche nel successivo decennio, una incidenza di morti più elevata nei soggetti che potevano aver subito irraggiamenti da esplosioni nucleari. Quindi esistono effetti sanitari con latenze che possono raggiungere anche i trenta anni; non possiamo sapere oltre.

A parte questo aspetto, ma che non può cambiare in modo sostanziale le cose, tutti gli altri calcoli, circa la relazione dose-effetti, sono fatti su basi cautelative. Il fatto, pertanto, non va visto come un grosso problema per la determinazione degli eventi sanitari attesi a seguito di piccole dosi, anche se il dibattito è tutt'ora in corso.

Vi è il problema della legislazione. Essa permette irradiazioni dovute a cause industriali all'incirca dello stesso livello della irradiazione naturale alla quale siamo sottoposti giornalmente (bombardamento cosmico).

La legislazione italiana, dunque, permet-

te che vi sia approssimativamente un raddoppio di tali dosi; quella americana invece, sulla base di dimostrazioni per cui il numero di casi sanitari era decisamente alto ed anche in considerazione che alle radiazioni naturali non si può porre rimedio ma a quelle industriali sì, ha stabilito il criterio per cui nella protezione sanitaria nucleare si deve abbassare il limite di esposizione *as low as practicable* cioè fino al possibile operativo. E' stato così stabilito in America che le dosi consentite dovevano essere ridotte da 200 a 15 mRem/anno, con un abbassamento, pertanto, di oltre 10 volte. Quindi noi pensiamo che questo dovrebbe essere fatto anche in Italia.

Il problema del plutonio è molto grave. Si tratta infatti di un elemento la cui chemiotossicità e la cui radiotossicità sono estremamente elevate.

Il massimo *intake*, cioè la massima quantità che un lavoratore professionalmente esposto può inalare è di un milione-simo di grammo annuo. E' necessario, pertanto, esercitare un controllo estremamente accurato.

Da una centrale, come quelle attualmente esistenti, da mille megawatt elettrici, vengono prodotti ogni anno, in seguito alle reazioni nucleari che avvengono nel reattore, duecento chilogrammi di plutonio; ciò significa che, dal combustibile di una centrale, a seguito del processo di ritrattamento, possono venir estratti ogni anno duecento chilogrammi di plutonio che dovrebbero entrare di nuovo nel ciclo del combustibile.

Il problema nasce dal fatto che, a parte tutta la complessa tecnologia che ciò presuppone, se si fa entrare in un impianto di ritrattamento una certa quantità di plutonio, allo stato attuale delle tecniche, non è possibile mantenere una contabilità dei quantitativi presenti nelle varie fasi del processo con una precisione maggiore del "per cento".

Se dunque si hanno duecento grammi di plutonio l'incertezza nella contabilità è di oltre due chilogrammi di plutonio, questo perché le norme amministrative adottate e gli strumenti a disposizione non hanno sufficiente sensibilità. Questi due chilogrammi di plutonio possono non trovarsi nel bilancio finale tra plutonio entrato e plutonio controllato in un impianto di riprocessa-

mento. E questo per ogni reattore servito e per ogni anno.

Poiché la massa critica del plutonio (critica è la massa in cui può verificarsi, autosostenuta, una reazione nucleare di tipo esplosivo; basta che una radiazione colpisca cinque chilogrammi di ossido di plutonio in opportune condizioni fisiche, perché si cominci a produrre una reazione a catena divergente, cioè non più controllabile) a seconda delle condizioni fisiche in cui si trova il composto, varia da 500 grammi a 5 kg, si capisce come si possano avere, negli anni e con il crescente numero di reattori, delle contabilità che difettano per parecchie masse critiche.

Altro problema relativo al plutonio è quello della sua lunga vita media, cioè del tempo occorrente a ridurre della metà una certa quantità di esso: tale tempo (per il plutonio - 239) è di ventiquattromila anni. Ciò significa che se non riutilizziamo il plutonio (l'isotopo 239) e lo confiniamo in un determinato ambiente, per ridurre a metà la sua pericolosità devono trascorrere ventiquattromila anni. Né vi sono procedimenti chimici che possano abbreviare questo tempo, a meno che non si ipotizzino dei processi fisici che non è pensabile possano avvenire sulla scala delle quantità prodotte.

Pertanto, quando si parla del problema dei rifiuti a lungo termine si deve pensare a delle soluzioni che abbiano validità sull'ordine delle molte migliaia di anni.

Questa è la dimensione del problema; tanto che Weinberg ha posto la questione dell'età del plutonio sostenendo che essa comporta una trasformazione del modo di pensare della società e del suo strutturarsi, che egli ha paragonato come qualità e vastità di cambiamenti a quelli richiesti dal passaggio dall'età della caccia a quella dell'agricoltura. Bisogna perciò muoversi verso tutt'altro tipo di società sia per quanto riguarda i problemi della produzione sia per quanto riguarda quelli del controllo dell'energia nucleare.

Passando ora al problema dei rifiuti e del loro riprocessamento vorrei invitarvi a considerare la tabella numero 11, a pagina 58 del nostro rapporto del 1976. Essa è stata ripresa da una pubblicazione dell'Ente per lo sviluppo dell'energia atomica degli Stati Uniti d'America (ERDA, *Energy Research and Development Administra-*

tion) e perciò costituisce una fonte non sospetta in quanto non proviene da un ente istituzionalmente protezionista ma da un ente di sviluppo.

Come potete osservare, i problemi posti e non risolti sono quelli del *back-end*.

Vi sono tre fasi nel ciclo del combustibile, una di esse è quella del dopo-centrale, cioè del *back-end*.

Su tale argomento, a parte qualche «sì» – che si potrebbe anche contestare – vi è tutta una serie di «no» a livello di tecnologia dimostrata commercialmente.

Non esiste oggi alcun impianto di riprocessamento funzionante su scala commerciale. Quelli esistenti negli Stati Uniti d'America sono stati chiusi in seguito al progetto "GESMO". In Europa ne esistono essenzialmente due: uno a Windscale (Inghilterra) ed uno a La Hague (Francia); ma quello di La Hague deve ancora cominciare le operazioni su un tipo di combustibile diverso da quello per reattori a gas grafite sui cui ha lavorato fino ad oggi ed

in quello di Windscale le attività sono sospese.

A noi sembra che il piano energetico non dovrebbe limitarsi a trattare del numero delle centrali che si vuole realizzare nel nostro paese, ma dovrebbe anche indicare – ed in modo operativo – le soluzioni da adottare per tutto il ciclo del combustibile, sia dal punto di vista della nostra "indipendenza" sia dal punto di vista sanitario al fine di individuare tutti i problemi connessi non tanto o non solo con le centrali come tali quanto con tutto ciò che sta "a valle" di esse

**PRESIDENTE.** Ringrazio gli intervenuti a nome di tutta la Commissione. E' stata, quest'ultima, un'audizione assai interessante, dalla quale aspettavamo – e li abbiamo ottenuti – elementi utili da aggiungere a quelli già in nostro possesso.

**La seduta termina alle 13.**