

XIV.

SEDUTA DI MARTEDI' 14 DICEMBRE 1976

PRESIDENZA DEL PRESIDENTE **FORTUNA**

INDI

DEL VICEPRESIDENTE **MIANA**

INDI

DEL VICEPRESIDENTE **ALIVERTI**

PAGINA BIANCA

---

---

**La seduta comincia alle 16,5**

**PRESIDENTE.** L'ordine del giorno reca l'audizione del professor Franco Barberi, dell'avvocato Pietro Bullio, del professor Piero Caldirola, del professor Umberto Colombo, del professor Giorgio Cortellesa, del professor Ugo Croatto, dell'ingegner Ferrante Pierantoni, del professor Sergio Ferrari, del professor Felice Ippolito, dell'ingegner Giancarlo Pinchera, dell'ingegner Vittorio Rimbotti, del professor Mario Silvestri, del professor Gherardo Stoppini e del professor Sergio Vaccà.

Ringrazio i nostri illustri ospiti per aver cortesemente raccolto l'invito della Commissione a partecipare all'odierna audizione.

Prego i colleghi che lo desiderino di rivolgere subito le proprie domande agli esperti intervenuti, che potranno così rispondere già nel corso dei loro interventi.

**FORMICA.** Vorrei chiedere al professor Ippolito alcuni chiarimenti in merito ad un suo articolo comparso circa un mese e mezzo fa su di un settimanale ed intitolato "L'ENEL è in ritardo di quindici anni".

**IPPOLITO, Docente presso l'Università di Napoli.** Di quale settimanale si tratta?

**FORMICA. Tempo illustrato.** In questo articolo il professor Ippolito ha sostenuto che, in primo luogo - e su questo concordo - il piano energetico presentato dal Governo è preminentemente un piano nucleare; inoltre ha evidenziato - e anche qui sono d'accordo - come ci sia la necessità, da parte del Parlamento, di operare con urgenza scelte che evitino la dipendenza energetica da una sola fonte. In questi anni è mancato uno sfruttamento delle fonti alternative rispetto al petrolio e all'uranio, non si sono cioè sfruttate le fonti geotermica, solare e così via.

Sempre in quell'articolo viene anche rivolta una critica all'ENEL per aver perdu-

to tempo prezioso, più precisamente per aver «perduto il treno nucleare» negli anni sessanta: se allora fosse stata effettuata la scelta nucleare, oggi saremmo addirittura concorrenti rispetto agli Stati Uniti. Quindi l'articolo conclude in disaccordo con l'ipotesi contenuta nel piano energetico, quella cioè della costruzione delle venti centrali nucleari, perché questa continuerebbe a mantenerci in posizione di dipendenza dagli Stati Uniti.

Vorrei ora chiedere al professor Ippolito di approfondire maggiormente questo argomento, anche se egli ha già sottolineato come non esista alcuna contraddizione tra la battaglia nucleare - che tutti conosciamo - da lui sostenuta quindici anni fa ed il suo atteggiamento attuale, sfavorevole al modo in cui viene presentato il piano per la costruzione delle venti centrali.

Da parte mia, sono d'accordo sul fatto che dobbiamo sottrarci dalla dipendenza dalle società multinazionali americane, ma è anche vero che quelle stesse società operano anche nel settore petrolifero. Se è vero, come io credo che sia, che le risorse petrolifere ormai hanno una riserva di venti anni o poco più, e se è vero, come molti sostengono, che per la produzione di energia elettrica nessuna fonte alternativa può veramente sostituire il petrolio, ne consegue che anche l'Italia dovrà orientarsi verso la produzione di energia nucleare, cercando di limitare al massimo i pericoli che da una tale scelta derivano, soprattutto per quanto riguarda il problema della sicurezza - e con questo intendo riferirmi non solo alla sicurezza delle popolazioni ma anche a quella degli operatori delle centrali.

Data anche la brevità dell'articolo in questione, forse dovuta anche a problemi di spazio, torno a ripetere che desidererei che il professor Ippolito chiarisse maggiormente il suo pensiero in merito al problema dell'indipendenza e dell'autonomia del paese. Io credo, contrariamente a quanto egli sostiene, che in tempi medio-lunghi sia ancora possibile liberarci dal peso delle

multinazionali americane per andare verso una tecnologia che ci renda realmente indipendenti.

Un'altra domanda vorrei rivolgerla a chi, tra i presenti, sia esperto in problemi di geotermia.

IPPOLITO, *Docente presso l'Università di Napoli*. Il più indicato sarebbe il professor Barberi, ma dal momento che non è presente cercherò di rispondere io.

FORMICA. Infatti desideravo porre questa domanda proprio al professor Barberi il quale, sempre in un articolo apparso sul settimanale *Tempo Illustrato*, ha negato anch'egli che l'alternativa per l'Italia possa essere costituita dall'atomo affermando, invece, che la fonte geotermica potrebbe fornire un contributo decisivo. Sono d'accordo sul fatto che l'ENEL ed il piano energetico non abbiano dato alla geotermia tutta l'importanza che le si sarebbe dovuta dare, ma questo non vuol dire che si possa parlare di contributo decisivo.

Per sostenere la propria opinione il professor Barberi cita la tesi di alcuni esperti americani i quali hanno calcolato che un chilometro cubo di roccia che abbia una temperatura compresa tra 350 e 117 gradi centigradi può produrre, se si trova ad una profondità non superiore ai quattro chilometri, una quantità di energia pari a quella ottenuta bruciando nove milioni di tonnellate di petrolio. Applicando questa teoria all'area di Larderello, che è di quattrocento chilometri quadrati, il prof. Barberi arriva alla conclusione che si potrebbero ottenere circa 19 mila miliardi di chilowattora, per cui Larderello da solo potrebbe coprire l'intero fabbisogno italiano di energia elettrica per circa centoventi anni.

Successivamente si dice che si tratta di un calcolo puramente teorico sufficiente però a dare una dimensione delle possibilità di impiego della geotermia. Ora io ritengo che, se è vero che questa fonte di energia non è sufficientemente sfruttata, non credo possa rappresentare l'alternativa al petrolio. Anche su questo problema chiedo al professor Ippolito o ad altri che volessero intervenire un maggiore chiarimento.

All'ingegner Pinchera vorrei ricordare che nel corso di questa indagine conoscitiva abbiamo sentito i pareri di diversi

esperti che hanno sostenuto in parte la filiera BWR e in parte la filiera PWR, portando a sostegno di quest'ultima la giustificazione che si tratta della più diffusa nel mondo. Vorrei sapere se egli ritiene che si tratti di un criterio di giudizio sufficiente, anche perché alcuni hanno sostenuto che tra i due tipi di filiera non esistono praticamente grosse differenze.

Un'altra domanda riguarda le modalità di committenza. In particolare, per l'isola nucleare vi sono due tesi che si confrontano: secondo la prima tesi l'ente o la società elettrica ordinano con un contratto la caldaia nucleare e fanno a parte i contratti per le forniture relative al resto dell'isola nucleare. Secondo l'altra tesi, invece, l'ente o la società elettrica ordinano con un contratto unico l'isola nucleare e tutto il resto. Questo metodo è più diffuso in Svezia, Germania e Gran Bretagna; vorrei dunque conoscere i vantaggi e gli svantaggi di questi due tesi, in modo da fornire alla Commissione elementi sufficientemente sicuri per questo spinoso problema delle modalità di committenza.

PORTATADINO. Ringraziando tutti coloro che sono cortesemente intervenuti, mi affretterò a fare alcune brevi domande per lasciare loro il massimo spazio. Vorrei chiedere innanzi tutto una valutazione delle iniziative già in atto per risolvere i problemi dell'energia e degli ostacoli che impediscono lo sviluppo delle suddette iniziative.

Associandomi a quanto ha già detto il collega Formica, vorrei conoscere il loro parere sui problemi della centrale di Caorso, che in questi giorni ha suscitato tante polemiche. Infatti qualcuno afferma che in determinati periodi dell'anno questa centrale non potrà funzionare al massimo della potenza, per ragioni ecologiche.

Per quanto concerne i siti, esiste poi un problema di normative di sicurezza industriale e sanitaria che è stato ampiamente discusso all'interno di questa Commissione: su questo problema vorrei conoscere anche la loro opinione.

In merito al combustibile, ed in particolare ai reattori ad acqua leggera, e cioè ad uranio arricchito, vorrei conoscere quale sia il loro parere sulle iniziative in atto o su quelle ancora da prendere in rapporto all'Eurodif e al Coredif. In particolare vor-

rei sapere quali motivi di convenienza abbiamo per insistere per la realizzazione in Italia dell'impianto.

VACCA', *Direttore dell'Istituto di economia delle fonti di energia dell'Università Bocconi di Milano*. Mi scusi, lei si è riferito alla convenienza di aderire a Coredif o alla localizzazione degli impianti di separazione isotopica?

PORTATADINO. A tutti e due i problemi: all'adesione sia nel caso che l'impianto venga realizzato sia che non venga realizzato in Italia; e alla eventualità e opportunità di subordinare tale adesione alle scelte che saranno adottate in tema di localizzazione.

IPPOLITO, *Docente presso l'Università di Napoli*. Le domande poste dall'onorevole Formica sono talmente vaste che investono tutto l'insieme del problema. Cercherò di essere breve e schematico e di toccare solo alcuni punti, quelli più controversi.

Non ho portato nessun documento scritto perché ritengo non sia il caso, poiché parlo a titolo personale. Ho tuttavia dato alla Presidenza della Commissione alcuni volumi miei o di documentazione scientifica in cui sono contenuti elementi interessanti. D'altra parte la mia opinione di uomo libero su questi problemi è ben nota. L'onorevole Formica si è riferito ad un mio articolo che è solo l'ultimo di quelli da me pubblicati sull'aspetto politico dei problemi energetici. Infatti è mia opinione che la mancanza di una politica energetica da parte del Governo negli ultimi 15 anni sia la causa della attuale situazione di crisi a parte gli eventi del 1973.

Questa mancanza completa di una politica energetica è anche causa della risonanza che ha avuto il piano energetico presentato dal ministro Donat-Cattin, che comunque è una manifestazione di buona volontà da parte di un uomo di governo, anche se il documento non è perfetto ed è suscettibile di critiche. Peraltro va dato credito a tale piano energetico di aver espresso una volontà del Governo dopo che, da anni, si è parlato, si è scritto, ma non si è costruito niente.

Aspettiamo tutti con ansia, come cittadini, che il Parlamento apra il dibattito su tale piano e quindi apprezzi altamente

l'iniziativa della Commissione industria di fare queste audizioni per sentire non solo l'opinione degli esperti, ma anche degli enti; infatti gli interessi in gioco sono notevolissimi, così come le colpe e i peccati di omissione compiuti da enti o da persone preposte agli enti.

La situazione è difficilissima e, supponendo che fossi venuto da un altro paese e avessi cercato di capire qualche cosa, anche essendo di media intelligenza, non ci sarei riuscito.

Venendo alle questioni sollevate, devo dire che dalla servitù da brevetti stranieri non ci si può liberare dall'oggi al domani. Questo è un problema che bisognava risolvere con una «politica» da 14 anni in qua; non ci si può svegliare una mattina e decidere di fare l'architetto-ingegnere, mentre per 15 anni si sono distrutte le strutture che servivano a tale fine.

Adesso dobbiamo guardare al futuro, ma il futuro è purtroppo figlio del passato. Con ciò non voglio dire che non si debbano costruire le venti centrali nucleari; ritengo, però che essendo già passati due o tre anni è necessaria una pausa di riflessione.

Tenendo conto dello svilupparsi della cosiddette fonti alternative, che io vorrei chiamare integrative, perché credo che l'energia geotermica o quella solare non possono essere al momento fonti alternative a quelle rappresentate da combustibile fossile di importazione, siamo costretti, per ragioni economiche ad usare l'energia nucleare.

Come sapete, l'energia elettronucleare non si può fare economicamente oggi se non con quelli che sono i così detti reattori provati, cioè con le «filiera» che tutti conosciamo, cioè dell'acqua leggera a uranio arricchito (che si dividono in acqua bollente e acqua pressurizzata) e con la filiera ad acqua pesante e uranio naturale, di cui esiste il prototipo di tipo CANDU cui si ricollegano anche gli esperimenti italiani della filiera del Cirene.

Anzitutto nel piano energetico v'è un piccolo errore: si è confusa la filiera con il fornitore. Vorrei spiegarmi meglio perché questo è un punto estremamente delicato in quanto tocca vari interessi.

Quando si dice acqua bollente o, acqua pressurizzata, è vero che in un caso prevale il brevetto della *General Electric* e

nell'altro della *Westinghouse*, però l'errore è di confondere la filiera con il fornitore, perchè oltre *General Electric* e *Westinghouse* esistono altri fornitori stranieri, e non solo americani, sia per l'una che per l'altra filiera.

Non voglio fare nomi, ma è necessario informarsi, perchè vi è spazio per una trattativa da condurre all'unico scopo di risparmiare quattrini e di guadagnare sulle licenze, imparando a liberarci, il più presto possibile, dai *know-how* stranieri.

Ho infatti sempre sostenuto che le trattative si dovrebbero fare con l'obiettivo fondamentale di dare la maggiore possibilità di sviluppo autonomo all'Italia. Certo sarebbe stato meglio fare questa discussione 15 anni fa, nel 1962, ma questo è un altro discorso.

E' impossibile chiedere a degli esperti, indipendenti di prendere delle decisioni sulle filiere e sulle forniture, perchè gli elementi necessari per una valutazione obiettiva non sono in loro possesso, mentre funzionari o dipendenti o consulenti di aziende, invece, dispongono di un maggior bagaglio di conoscenze.

La decisione sarà, per altro difficilissima e personalmente ritengo che non sia neppure matura. Questa mia affermazione può sembrare in contraddizione con quanto ho detto precedentemente intorno al tempo sprecato: ma proprio a causa di ciò e del polverone che è stato sollevato, oggi non si può ancora decidere e bisogna procedere con i piedi di piombo.

A chi spetta, comunque, il compito di decidere sulle filiere e sulle forniture? Io non so se spetti al Parlamento, al Governo o all'ENEL. Mi auguro che il dibattito parlamentare possa servire almeno a definire una metodologia e a stabilire i compiti del Parlamento, del Governo, del CIPE, del ministro dell'Industria, dell'ENEL e degli esperti, per arrivare ad un chiarimento della situazione che, attualmente, chiara non è affatto.

Riguardo al problema della committenza debbo subito dire che è inutile nascondersi dietro a un dito: bisogna ammettere che è in corso una polemica tra il ministro dell'industria e l'ENEL. Tale polemica è imperniata sul problema dell'identificazione dell'architetto ingegnere, di chi cioè deve progettare le centrali.

Il sistema del contratto unico adottato

per la costruzione di Caorso è stato escluso ed è da escludere: già si parla di isola nucleare, isola convenzionale etc., e si comincia a spezzettare l'un contratto in molti. Un architetto ingegnere che riuscisse a fare molti contratti diversi potrebbe ottenere una serie di vantaggi di carattere economico e tecnico. Ma a chi spetta questo compito?

Da alcune dichiarazioni rese, pare che il ministro dell'industria sia favorevole alla soluzione che vede come architetto ingegnere il «primo committente». L'ENEL, invece, sostiene che l'architetto ingegnere debba essere l'ENEL medesimo.

E' noto a tutti il mio atteggiamento polemico nei confronti dell'ENEL e dei suoi attuali dirigenti, non suoni perciò strano il fatto che, in questo caso, sono pienamente d'accordo con loro. E' il committente colui il quale deve avere in mano il progetto e il committente non può essere per l'appunto che l'ente di Stato.

Forse si può obiettare che l'ENEL, pur sostenendo oggi questa giustissima tesi, non abbia mai fatto niente nel passato affinché questa si potesse realizzare. Queste, però, sono colpe degli uomini.

Desideravo poi soffermarmi un momento sul problema delle fonti alternative che io chiamo integrative. Perchè? Perchè condivido pienamente quanto detto da chi mi ha preceduto sull'energia geotermica. Tale fonte energetica, negli ultimi dieci anni, non si è affatto sviluppata, com'è facile constatare leggendo i dati della produzione di energia elettrica. In questi ultimi anni non si riscontra, infatti, alcun sensibile incremento dell'energia elettrica di origine geotermica pur essendo l'Italia - a parere degli esperti - un paese d'elezione per l'energia geotermica.

Effettivamente, come geologo, devo dire che l'energia geotermica ha possibilità notevoli non solo nella Toscana, ma anche in Campania, nel Lazio, in Sardegna, nelle isole Eolie e, molto probabilmente, anche in altre località.

In pratica si può dire che la ricerca in questo settore non è andata avanti in questi ultimi 15 anni. E' inutile obiettare citando le cifre dei metri di sondaggi eseguiti: questi dati non interessano; quello che interessa è paragonare la produzione geotermica del 1962 con quella del 1976: è praticamente la stessa, pur essendo raddoppiata

la produzione di energia elettrica nel suo complesso.

Riferendomi all'articolo di Marinelli e Barberi devo subito dire, anzi ripetere, che l'energia geotermica non può essere oggi una alternativa. Comunque, quest'articolo, pubblicato sul settimanale *Tempo Illustrato* non è stato direttamente scritto dai detti professori: il giornalista che cura la rubrica ha preso dei dati dagli autori e poi si è fatto dare una autorizzazione generica a pubblicarli.

L'articolo in questione, citato dall'onorevole Formica, trova la sua origine in un calcolo, riportato da Marinelli sulla rivista *Ulisse* qualche anno fa. Le cifre riportate dal redattore *Tempo Illustrato* corrispondono a quelle citate sulla rivista *Ulisse*; però, il calcolo era puramente teorico e non si riferiva solo ad un campo di vapore naturale, ma anche alla sola presenza di rocce calde e anidre (*dry-rocks*).

Gli esperti chiamati ad esprimere un loro parere sull'argomento dell'energia geotermica hanno spiegato con chiarezza che quest'ultima potrebbe soddisfare oggi, da campi di vapore naturale all'incirca dal 10 al 25 per cento - nella migliore delle ipotesi - della produzione energetica che quest'anno è stata di 150 milioni di kilowattora. Ciò perché tale fonte non è stata sufficientemente presa in considerazione dalla ricerca, per cui non si è sviluppata, come dicevo poc'anzi, quasi per niente e, pertanto, allo stato attuale delle cose, può essere vista soltanto come fonte integrativa e non certo alternativa.

Quanto detto finora vale anche per l'energia solare che è soltanto alla fase d'uso domestico sperimentale e non industriale. Si tratta pur sempre, però, di una integrazione utile come lo sono gli impianti di pompaggio che vanno eseguiti, così come andrebbero rifatti molti impianti idroelettrici, costruiti oltre trent'anni fa per migliorarne il rendimento. Una riconsiderazione complessiva di tutti gli impianti idroelettrici, costruiti oltre trent'anni fa per migliorarne il rendimento. Una riconsiderazione complessiva di tutti gli impianti idroelettrici potrebbe fare aumentare l'attuale produzione di kilowattora da 40-50 milioni forse fino a 60.

Quindi positivi risultati possono essere ottenuti anche nel settore dell'energia idroelettrica. Esiste inoltre la possibilità di co-

struire nuovi impianti anche di una certa importanza già progettati, come quello dell'Abetone, studiato dalla società Terni nel 1958. Anche il problema del costo di tali impianti andrebbe riguardato rispetto alla situazione attuale e tenendo conto della bilancia dei pagamenti.

Da una valutazione complessiva, tuttavia, di queste fonti energetiche che io chiamo integrative appare chiaro come sia inevitabile il ricorso allo sfruttamento dell'energia nucleare. Il discorso relativo alle fonti integrative ha però una sua importanza rispetto all'opportunità di correggere alcune decisioni prese in passato alla luce delle soluzioni tecniche che il presente ci offre. Le venti centrali con reattori a fissione richieste nel 1973, pertanto, tenuto conto della possibilità di attingere a fonti integrative di energia e della possibilità di servirsi di altri tipi di reattori, come ad esempio i «veloci», potrebbero risultare troppe oggi a distanza di tre anni, dalla stesura del piano.

Sul numero delle centrali da costruire, per altro, non ritengo possano essere credibilmente fornite indicazioni precise. Il traguardo fissato per il 1985 è irraggiungibile; dire che entro il 1985 sarà ultimata la costruzione di 10-12 centrali nucleari significa prendere in giro l'opinione pubblica. Fino ad oggi, infatti, è stato individuato il sito solo per quanto riguarda le due centrali che saranno ubicate nell'alto Lazio, mentre per le altre centrali il problema dei siti rimane ancora irrisolto, anche se si sa che sono genericamente disponibili luoghi da scegliersi in Puglia, in Toscana e in Piemonte.

Il problema dei siti è stato affrontato male, perché si sono voluti usare i vecchi sistemi, dimenticando che la maturità democratica delle popolazioni è progredita fino al punto che esse desiderano oggi discutere e capire i problemi. I siti non possono essere imposti; è necessaria una opportuna opera di sensibilizzazione delle cittadinanze interessate, non va sottovalutato l'istintivo sospetto che la gente nutre nei confronti dell'energia nucleare, divenuta nota sotto il segno infamante delle distruzioni di Hiroshima e Nagasaki, bisogna spiegare che il paese ha bisogno di queste centrali. Sarebbe inoltre opportuno procedere ad una valutazione delle risorse energetiche esistenti nelle singole regioni: la

Toscana, ad esempio, dispone di una valida fonte energetica integrativa e di ciò si dovrebbe tener conto nel decidere la localizzazione delle centrali. Senza fare un discorso serio e democratico sarà impossibile risolvere il problema. All'affermazione resa pubblicamente dall'ex presidente dell'ENEL circa il fatto che dovunque i rappresentanti dell'ente si presentassero per fare le centrali, ricevevano «calci nel sedere», non si può che rispondere che essi venivano accolti così perché non si erano saputi presentare.

Per quanto riguarda la scelta relativa se l'impianto Coredif debba o meno essere realizzato in Italia, devo dire che si tratta di un problema che mi lascia assolutamente indifferente. Sono del parere che al nostro paese convenga più assicurarsi consistenti commesse che non la realizzazione di Coredif. Tale impianto, infatti, consentirà, a mio giudizio, di impiegare non più di 7 od 800 persone e certamente sarebbe più utile adoperarsi per ottenere commesse sia per l'Eurodif, che per Coredif. Quest'ultimo inoltre è stato usato come specchio per le allodole nei riguardi delle regioni, alle quali si vuol fare credere che esso è destinato a procurare consistenti vantaggi nel campo dell'occupazione, al fine di indurle ad accettare la costruzione delle quattro centrali nucleari che sono legate alla realizzazione di Coredif. Si tratta di un tentativo surrettizio per imporre la scelta di determinati siti superando le resistenze delle regioni per aggirare le disposizioni della legge 393 del 1975.

**RIMBOTTI, Consulente nucleare.** Il Presidente ha chiesto che ogni esperto si qualifichi. Io sono consulente nucleare da molti anni, e questo lo potete capire dai capelli, pochi e grigi, che mi sono rimasti. Ho cominciato a lavorare in questo settore nel 1955 da quando fui nominato dall'ingegner Mattei amministratore delegato della società SOMIREN. Da allora ho continuato ad occuparmi di energia nucleare e più recentemente anche di energia convenzionale, appunto per cercare di utilizzare le mie capacità di lavoro di fronte alla mancanza di un piano per le centrali nucleari. Attualmente sono consulente della società SPIN, ma sono indipendente, e in questa sede intendo quindi esprimere opinioni ed idee completamente indipendenti da quelle

della SPIN. In questo quadro risponderò anche ad altre domande che mi venissero eventualmente rivolte. Credo, naturalmente, di dover rispondere solo agli argomenti nei quali mi sento competente infatti non sono un geologo, anche se all'ENI mi sono occupato di ricerche uranifere che ho tuttavia dopo abbandonato.

Le domande dell'onorevole Formica alle quali intendo rispondere quindi sono quelle riguardanti in modo specifico i reattori: tipi, scelte, modalità di committenza, esercizio.

Non credo che in materia di tecnologie nucleari si sia ancora arrivati ad un punto tale da poter proporre una scelta definitiva, sia pure nel programma a medio termine. Non intendo tanto più riferirmi al programma a lungo termine, cioè ai reattori veloci. Riallacciandomi a quanto detto dal professor Ippolito, vorrei chiarire prima di tutto che quando si parla di filiere il francesismo è fuorviante perché in ogni filiera vi sono diverse imprese che operano e quindi diverse tecnologie. Da una tecnologia all'altra possono riscontrarsi differenze particolarmente interessanti per l'Italia. Quindi io proporrei - non so se i colleghi sono d'accordo - di dimenticare questa parola e di parlare, invece, di tecnologie, perché in tal modo possiamo collegarci con un disegno specifico di un impianto; in caso contrario contribuiremmo a creare del polverone.

Secondo me le tecnologie non si sono ancora assestate al punto tale da imporci una scelta univoca; d'altra parte non possiamo neanche fare un campionario di tecnologie per non andare incontro ad una improduttiva dispersione di forze. E' anche vero che il 90 per cento dei reattori provati costruiti od in corso di costruzione sono nell'ambito dell'acqua leggera. Bisogna prenderne atto e riconoscere che, per un motivo o per l'altro, nel mondo, i reattori ad acqua leggera hanno certamente la maggiore applicazione, e tra questi i più diffusi sono i reattori ad acqua pressurizzata. Non si può semplicisticamente dire che le multinazionali hanno spinto una tecnologia per imporre un prodotto; vi sono delle ragioni intrinseche, delle ragioni a monte che hanno preparato questa strada: l'acqua pressurizzata è stata utilizzata prima per almeno dieci anni nella propulsione navale. Evidentemente da ciò ne è derivata



tutta una messe di ricerche e di acquisizioni tecnologiche che oltre alla bontà dell'idea in sé, hanno fatto sì che essa progredisse ben oltre al fatto che questa tecnologia era stata applicata alla propulsione dei sottomarini. E' vero che era una delle possibili combinazioni dei vari elementi sufficienti e necessari per mantenere una catena di reazione; e questa combinazione è stata portata a perfezione nell'applicazione tecnologica: anche questo è un dato di fatto. Ma torno a ripetere che, secondo me, non siamo ancora arrivati ad una soluzione definitiva.

Mi pare interessante leggere due frasi contenute in un documento pubblicato da una delle più grandi società che operano nel settore (permettetemi di non fare nomi; si tratta comunque di un documento che è a disposizione di tutti): «di fronte alle grandi incertezze del settore nucleare, la società sta considerando fondamentali cambiamenti nell'affrontare i contratti e altri aspetti della sua partecipazione nell'affare nucleare. Nessuna decisione è stata ancora presa né il tempo nel quale questi cambiamenti avverranno». Questo per dire che c'è ancora molto da fare anche se i reattori che sono stati ordinati nelle varie tecnologie ad acqua leggera negli ultimi anni hanno dato ottimi risultati di efficienza, capacità e sicurezza.

Passando ad altro aspetto della domanda dell'onorevole Formica, bisogna dire che nell'ambito dei reattori ad acqua pressurizzata si può avere un interessante interscambio, nell'impianto unificato, in modo che nello stesso schema di impianto si possano inserire una od altra tecnologia, (cioè tipi di reattori fatti con l'una o l'altra tecnologia). Questo è molto importante perché il concetto dell'impianto unificato è un concetto che può portare a grossi risparmi. E vale la pena di perseguirlo senza tuttavia escludere la competitività. Su questo argomento non ho da aggiungere altro; se la Commissione vuole potrei procedere ad una illustrazione più dettagliata, ma credo che siano presenti colleghi più idonei di me ad un tale compito.

Una domanda è stata fatta sul «metodo» della committenza. Il metodo di committenza costituisce uno dei maggiori fattori di costo degli impianti nucleari. Originariamente - mi riferisco ad una ventina di anni fa - le società elettriche temendo che una

volta installati gli impianti questi non funzionassero adeguatamente, richiedevano che la committenza fosse del tipo «chiavi in mano». Per ragioni di garanzie globali. Oggi questo tipo di committenza permane soltanto nei paesi in via di sviluppo, cioè in quei paesi che si trovano in difficoltà nel reperimento delle capacità specializzate necessarie per una committenza articolata; invece nei paesi avanzati il concetto delle chiavi in mano è stato abbandonato e si segue generalmente il metodo di committenze per sistemi, e precisamente per sistemi più che per isola nucleare o per isola della turbina o isola del generatore elettrico.

In genere, chi abbisogna di una centrale, questi intende ottenere anche il continuo aggiornamento tecnologico che via via si matura attraverso gli anni della costruzione; ma se tale aggiornamento viene frustrato da strette norme contrattuali, chi ci rimette è colui che ha voluto la centrale e ha investito centinaia di miliardi con il desiderio di avere un impianto funzionante ed aggiornato al massimo ed invece non lo ottiene.

Su questo argomento è stato fatto dal *Massachusetts Institute of Technology* di Boston uno studio, che ha preso in esame 136 unità di varia taglia negli Stati Uniti. Di queste, 40 sono unità nucleari e le restanti unità convenzionali (queste ultime in questa sede non ci interessano). Sulle 40 unità nucleari è stato fatto un esame accurato sui metodi di committenza e sui tempi per la loro costruzione ed i risultati sono stati inseriti in un calcolatore elettronico dalla cui elaborazione è risultato che il sistema che ha dato il migliore risultato economico è stato quello dell'appalto per sistemi. Si tratta indubbiamente di risultati molto interessanti che possono applicarsi anche allo scenario europeo.

Per quanto riguarda la domanda rivolta dall'onorevole Portatadino sulle nostre (cioè SPIN) valutazioni sul contributo che possiamo portare per risolvere i problemi dell'energia nucleare, non ho alcuna difficoltà ad affermare quanto segue: l'esperienza che la SPIN possiede attraverso i suoi soci nel settore convenzionale e nucleare, il fatto che essa è formata da imprese con capacità industriale ed economiche specifiche di notevole riguardo, che essa si sia messa già da tre anni su questa

strada e che abbia acquisito una capacità tale da rispondere alle eventuali richieste dell'ENEL, è un fatto indubbiamente positivo per la soluzione del problema dell'energia nucleare in Italia.

Un risultato forse lo si vede già: la SPIN è un continuo stimolo per tutta la nostra industria a trovare le soluzioni migliori per i nostri specifici problemi. Per avere l'energia elettrica necessaria nei tempi brevi, dobbiamo lavorare molto, a condizioni economiche ed avere nel contempo la possibilità di acquisire una tecnologia che diventi nostra e che si possa poi gestire con un notevole grado di libertà.

Da quanto sopra deriva il necessario ruolo stimolante della SPIN.

COLOMBO, *Responsabile della divisione ricerca e sviluppo della Montedison*. Fra le mie attività inerenti ai problemi dell'energia, ho diretto, insieme con il prof. Sergio Vaccà, il progetto WAES (*Workshop on Alternative Energy Strategies*) per l'Italia. Si tratta di uno studio collettivo di carattere internazionale sui problemi dell'energia, organizzato dal prof. Carroll Wilson del *Massachusetts Institute of Technology*, cui partecipano 15 paesi, tra cui i maggiori consumatori di energia del mondo occidentale.

Non entrerò nei dettagli dell'organizzazione, degli obiettivi e dei risultati ottenuti dallo studio WAES, in quanto descritti nella mia relazione scritta e negli altri documenti distribuiti ai membri di questa Commissione. I risultati dello studio, inoltre, sono già in parte disponibili e comunque verranno interamente pubblicati entro la prima metà del 1977.

In sintesi il programma di lavoro WAES, iniziato nel 1974, e ormai prossimo alla conclusione, include:

a) un'analisi dei consumi energetici per categorie omogenee di consumo nei paesi maggiori consumatori di energia per l'anno 1972, scelto come anno base dello studio quale ultimo dell'era a prezzi dell'energia costanti o calanti;

b) studi proiettivi sull'evoluzione, nei singoli paesi, della domanda e dell'offerta di energia al 1985 e al 2000 come base per effettuare scelte energetiche alternative che si pongono ai paesi partecipanti;

c) studi sull'offerta mondiale delle

principali risorse energetiche primarie (carbone, petrolio, gas, uranio, eccetera);

d) integrazione tra domanda e offerta di energia a livello mondiale per verificare la fattibilità delle varie strategie nazionali e le relative implicazioni a livello regionale e mondiale.

Precipua funzione del WAES in Italia, in comune con quanto svolto negli altri paesi partecipanti, è stata quella di creare uno strumento atto a indagare le varie risposte del sistema energetico a variazioni nel reddito, nel prezzo del petrolio e a diverse politiche di razionalizzazione degli usi e consumi di energia.

Primo elemento di una tale analisi è stato una raccolta di informazioni che, per il suo grado di copertura e di completezza, è unica in Italia. Seguendo metodi classici di disaggregazione si è suddiviso il sistema energetico in 253 settori di consumo, per ciascuno dei quali sono state raccolte informazioni sulla dinamica di sviluppo che risalgono indietro nel tempo fino al 1960, e nella maggior parte dei casi fino all'inizio degli anni cinquanta.

In questo quadro si sono tracciati modelli dei singoli settori che descrivono il comportamento dei consumi energetici in funzione del reddito, del prezzo del petrolio e delle politiche di risparmio energetico. Questi modelli permettono la proiezione, sotto diverse ipotesi di sviluppo, della domanda di energia, con un buon grado di previsione fino al 1985, e con un grado di approssimazione ancora apprezzabile fino all'anno 2000.

In corrispondenza con quanto fatto negli altri paesi partecipanti al WAES, sono state prese in esame alcune ipotesi alternative di sviluppo di qui all'anno 2000, che considerano diverse dinamiche di accrescimento del reddito, diversi prezzi del petrolio e politiche energetiche alternative.

In questa sede l'esposizione dei risultati del WAES sarà limitata a due casi che appaiono rappresentativi dei limiti superiore e inferiore del più probabile sviluppo dell'economia italiana alla luce di alcune tendenze in atto nel contesto internazionale.

Si tratta di due ipotesi di sviluppo del reddito: la prima (scenario 1) del 4,5 per cento medio annuo in termini reali tra il 1977 e il 1985, seguita da una crescita del 3,5 per cento medio annuo fino al 2000, la

seconda (scenario 2) del 2,5 per cento fino al 1985 e del 2,4 per cento medio annuo dal 1986 al 2000. Il primo scenario corrisponde a una crescita mondiale relativamente alta, il secondo a una economia mondiale a sviluppo più contenuto.

La scelta dei valori da assegnare al tasso di crescita dell'economia del paese è importante, in quanto è questo il fattore che determina maggiormente l'aumento della domanda di energia, anche se il prezzo dell'energia e l'intervento delle politiche di risparmio hanno una certa influenza.

I valori del tasso di crescita del PNL da noi usati si armonizzano con quelli scelti dagli altri paesi partecipanti al WAES e sono stati discussi e verificati con numerosi esperti italiani di politica economica. Va fatto notare, in particolare, che il valore «alto» del tasso di crescita del 4,5 per cento annuo è di poco inferiore al valore verificatosi nel periodo del «miracolo economico» italiano.

Nell'ipotesi di crescita economica alta, cioè del 4,5 per cento, il fabbisogno energetico totale al 1985 sarà di 240 milioni di tonnellate di petrolio equivalente (tasso di crescita dei consumi energetici nel periodo 1977/85 pari al 6,2 per cento). Per confronto, ricordo che quest'anno il consumo energetico è stato, per tutte le fonti, di 140 milioni di tonnellate di petrolio equivalente.

Nell'ipotesi di crescita economica annua del 2,5 per cento, è previsto nel 1985 un consumo di 185 milioni di tonnellate di petrolio equivalente (tasso di crescita nel periodo 1977/85 pari al 3,1 per cento). Calcolando il fabbisogno al 2000 i dati sono rispettivamente, nei due scenari considerati, 396 e 283 milioni di tonnellate di petrolio equivalente, con tassi di crescita del 3,1 e 2,9 per cento nel periodo 1986-2000.

Per quanto riguarda la domanda di energia elettrica, essa è prevista aumentare nei due scenari a un ritmo maggiore dei consumi energetici complessivi, ma sempre a ritmi meno veloci che nel passato (tassi del 7,0 e 3,8 per cento annuo tra il 1977 e il 1985 nei due scenari). Negli ultimi 15 anni del secolo si dovrebbe assistere a un ulteriore calo del tasso annuo di crescita dei consumi elettrici al 5,1 e 3,7 per cento nei due casi. Questa prevista dinamica rappresenta comunque un andamento strutturalmente corretto dell'incidenza dell'energia

elettrica sui consumi energetici del paese. Tale incidenza, per un insieme di ragioni, fra cui il fortissimo sviluppo degli usi non elettrici del petrolio (benzina e petrolchimica soprattutto) è andata diminuendo dal 27 per cento del 1955 al 22 per cento nel 1970 in termini di energia primaria relativa.

Lo studio WAES ha effettuato anche delle valutazioni dell'offerta energetica, a livello sia nazionale sia mondiale, delle varie risorse energetiche primarie (petrolio, gas, carbone, uranio, etc.), valutazione che per ciascun paese è servita come base per la necessaria integrazione con la domanda, onde calcolare i fabbisogni di energia d'importazione e le relative implicazioni a livello nazionale e mondiale.

La disponibilità interna delle varie fonti primarie di energia in Italia al 1985 è stata prevista come segue, in termini di milioni di tonnellate equivalenti di petrolio: gas naturale 14; energia idraulica 12 (50 miliardi di kWh elettrici); petrolio 3; energia solare 2; energia geotermica 1 (4 miliardi di kWh elettrici); carbone 1; per un totale di 33 milioni di tonnellate.

Questa disponibilità interna rappresenta, a meno di eccezionali ritrovamenti di idrocarburi non prevedibili allo stato attuale, quanto di meglio appare conseguibile in Italia nel tempo relativamente breve che ci separa dal 1985.

Tale livello di offerta interna è stato logicamente considerato indipendente dai due scenari. Ora, poichè al 1985 la domanda di energia in Italia varierà da 240 a 185 milioni di tonnellate di petrolio equivalente, consegue, dal livello di disponibilità indicato, che le importazioni di energia primaria sotto le varie fonti dovranno raggiungere livelli da 152 a 207 milioni di tonnellate equivalenti di petrolio. L'obiettivo prioritario di una valida politica energetica è quello di ridurre la dipendenza da una singola fonte - il petrolio - vulnerabile sotto il profilo economico e politico, e di diversificare al massimo il rischio geopolitico delle importazioni energetiche.

Per quanto riguarda il gas naturale, l'audizione del presidente dell'ENI in questa sede ha messo in evidenza una disponibilità che al 1985 è valutata in 44 miliardi di metri cubi, pari a circa 37 milioni di tonnellate equivalenti di petrolio, di cui 14 di produzione interna e 23 d'importazione da URSS, Olanda, Libia e Algeria.

Ho detto che il livello di produzione petrolifera nazionale non dovrebbe, al 1985, superare i 3 milioni di tonnellate. Con questa affermazione, non ho voluto accreditare le voci di consistenti giacimenti di bitume e asfalto nei tripoli siciliani (Caltanissetta), in quanto considero tali bitumi assolutamente non recuperabili a livelli di prezzo del petrolio anche assai superiori agli attuali. Tutte le altre fonti energetiche, dovranno, al loro contributo, cooperare a ridurre l'importazione di petrolio che appare comunque di dimensioni molto rilevanti.

L'energia solare al 1985 è prevedibile solo nel campo del riscaldamento domestico e di minori applicazioni similari. Lo stato della tecnologia è oggi tale da rendere competitiva tale forma di energia solo per la produzione di acqua calda, mentre per l'ottenimento di energia elettrica col metodo fototermico o fotovoltaico del sole si prevede che debbano passare molti anni di studi e ricerche tesi soprattutto a migliorare l'economia di tali fonti mediante nuovi materiali o tecnologie meno costose delle attuali.

Per quanto riguarda l'uso del carbone solido, lo studio WAES ha stimato che il livello d'importazione possa ascendere nel 1985 a circa 12 milioni di tonn. di petrolio equivalente, con un incremento di circa il 25 per cento sui livelli attuali. Ciò è dovuto da un lato agli alti costi di investimento in opere strutturali e infrastrutturali per rendere possibile l'accoglimento, il trasporto e l'impiego del carbone solido, e dall'altro al fatto che il carbone solido è un combustibile transitorio, in quanto sono già allo studio, ed entro 10-15 anni diventeranno probabilmente economiche, tecnologie per la gassificazione e la liquefazione del carbone con ottenimento di idrocarburi sintetici.

L'energia geotermica convenzionale sembra avere possibilità non superiori, per il 1985, a 1 milione di tonn. di petrolio/equivalente, pari cioè allo 0,50 per cento dei fabbisogni energetici totali, mentre lo sfruttamento di rocce calde «secche», oggi allo studio sia in USA sia in URSS, avrà probabili applicazioni solo dopo il 1985.

Purtroppo l'assieme delle fonti minori di energia (rifiuti urbani, acque calde industriali e geotermali, venti, eccetera) daran-

no al 1985 un contributo al fabbisogno energetico nazionale dell'ordine di qualche punto per mille.

Resta così da analizzare il ricorso alla fonte nucleare. Premetto che la produzione di energia elettrica comporta la realizzazione d'impianti complessi che richiedono, specie quelli nucleari, tempi molto lunghi (8 anni) per la loro realizzazione. Di conseguenza in questo settore è necessaria una prudenza nella programmazione, al fine di evitare che l'insufficiente disponibilità di energia elettrica diventi il collo di bottiglia dello sviluppo economico del paese.

Per questo motivo si è preso in considerazione, nello studio dell'offerta di energia elettrica, solo lo scenario di «alto sviluppo del reddito», che prevede una domanda totale di 275 miliardi di kWh di energia elettrica prima della distribuzione (domanda che se fosse coperta da solo petrolio richiederebbe da sola circa 70 milioni di tonnellate di idrocarburi).

Lo studio WAES, in base ad attente valutazioni, che a noi sembrano assai prudenti e responsabili, indica che nuove centrali dovranno essere in servizio entro il 1985 per una potenza complessiva di 25.900 MW. Tenendo presente che è prevista dall'ENEL l'installazione di 1.900 MW idraulici e geotermici, nonchè di 4.600 MW per pompaggio e turbine a gas da usarsi nei periodi di picco, resta da installare per tempo una potenza di 19.400 MW. Di questi 8.400 possono convenientemente essere costituiti da centrali convenzionali a combustibili fossili già in corso di realizzazione. In definitiva, i restanti 10.000 MW di potenza in esercizio al 1985 dovrebbero secondo il WAES essere realizzati con centrali nucleari, col che si arriverebbe al 1985 a una potenza nucleare installata di 10.600 MW con un contributo al bilancio energetico pari a 16 milioni di tonn. di petrolio equivalente. Ciò equivale alla costruzione di 8 centrali (due da 1.000 MW e sei da 1.200 MW) in più rispetto a quelle oggi operanti e a quella di Caorso.

FORMICA. Perchè parla di 1.200 MW e non di 1.000 MW?

COLOMBO, *Responsabile della divisione ricerca e sviluppo della Montedison.* Perchè in relazione al problema dei siti si tenta di sfruttare le economie di scala.

FORMICA. Dietro le diverse taglie delle centrali stanno ben diverse tecnologie.

COLOMBO, *Responsabile della divisione ricerca e sviluppo della Montedison*. Non credo che questo sia vero in senso assoluto; comunque, le mie affermazioni non implicano la scelta di una filiera piuttosto che un'altra. Dal mio punto di vista che si facciano otto centrali da 1.200 MW o dieci da 1.000 MW è esattamente la stessa cosa. Ho citato le prime esclusivamente perchè pensavo alla difficoltà di reperimento dei siti.

Come dicevo, noi crediamo che l'obiettivo dei 10.600 MW sia il massimo realizzabile. Per conseguirlo, occorre che in aggiunta alla centrale di Caorso (800 MW) e alle 2 centrali da 1.000 MW già commissionate e che dovrebbero entrare in funzione al 1985, si riesca a ordinare, realizzare e mettere in funzione 3 centrali da 1.200 MW ciascuna nel 1984 e nel 1985. Ciò equivale a emettere ordini per altre 6 centrali nucleari entro il 1977.

Faccio presente che in questa ipotesi di piano, restano sempre 4.000 MW di riserva addizionale, rappresentata da centrali convenzionali e combustibili fossili, già previste dall'ENEL e non realizzate, e che potrebbero essere costruite nell'ipotesi che o il reddito cresca a un tasso medio superiore al 4,5 per cento o si abbiano ritardi nella realizzazione delle centrali nucleari. Se invece il reddito non riuscisse a crescere a un ritmo così sostenuto, non sarebbe neppure necessario far fronte ai ritardi nucleari con una potenza termoelettrica supplementare.

Fatti tutti i conti con le altre fonti energetiche, risulta che per saldare la domanda di energia al 1985 occorrerà importare da 108 a 156 milioni di tonnellate di petrolio grezzo. Ciò in assenza di una precisa politica di risparmio energetico.

La riduzione dei consumi energetici, che ha una fondamentale importanza, si può conseguire attraverso i seguenti effetti:

effetto spontaneo risultante da un aumento del prezzo internazionale del grezzo. Per l'Italia si è calcolato che al 1985 il consumo totale di energia, se il prezzo del grezzo si manterrà costante in termini reali al valore di 11,50 \$/barile, risulterà inferiore del 14 per cento rispetto al livello che si sarebbe verificato se il prezzo del grezzo

fosse rimasto al valore ante-crisi (tale prezzo equivale in moneta 1975 a 2,90 \$/barile);

effetto di politiche tendenti a conseguire risparmi energetici. Tali politiche possono essere del tipo *austerity*, cioè volte alla compressione del soddisfacimento dei bisogni finali, oppure volte alla razionalizzazione del sistema energetico con la creazione di un effettivo risparmio non accompagnato da sensibili sacrifici a livello del soddisfacimento dei bisogni finali. Il WAES ha valutato che il risultato di queste ultime politiche potrebbe portare al 1985, a risparmi dell'ordine del 7-8 per cento. Un risparmio energetico del 7 per cento corrisponde a una minore importazione di 17 e 13 milioni di tonn. di petrolio (negli scenari 1 e 2).

In molti Paesi (USA, Francia, Belgio, Danimarca, eccetera) sono state prese misure valide di razionalizzazione dei consumi energetici, e il nostro paese, che in questo settore è appena agli inizi, deve assolutamente darsi una politica in questo senso. A tale proposito, va sottolineato che a fronte della modestia delle iniziative sin qui prese nel nostro paese, si è assistito alla diffusione di voci, provenienti da ambienti male informati, in base alle quali l'Italia sarebbe il paese che ha messo in piedi le più efficienti misure di «*energy saving*».

Il riferimento a questo proposito è quello dell'anno 1975, quando in concomitanza a una forte diminuzione del reddito (-3,4 per cento) i consumi energetici sono diminuiti in modo vistoso (-4,7 per cento). Oltre all'effetto del reddito, che secondo lo studio WAES è stato preponderante, hanno inciso gli effetti di mercato del prezzo del greggio, non ancora interamente scaricati nel 1974, e il clima invernale assai mite.

E' legittimo affermare che senza questi fattori, indipendenti da una precisa volontà politica, non si sarebbe verificata in Italia nel 1975 alcuna diminuzione dei consumi energetici.

Da ciò si deduce che è necessario fare qualcosa di più nel nostro paese per risparmiare energia. La legge n. 373 del 1976 sul riscaldamento degli edifici fornisce idonei strumenti per il conseguimento di tale risultato. Si hanno peraltro notevoli perples-

sità sulle capacità strutturali di pronta attuazione delle norme.

Da quanto fin qui illustrato risulta che, a differenza di altri paesi consumatori (che per il fatto di essere dotati di una o più risorse energetiche primarie hanno la possibilità di darsi strategie alternative in materia di energia), la politica energetica italiana, riferita al 1985 come anno-obiettivo, presenta un forte grado di rigidità. I pilastri di tale strategia sono i seguenti: diversificazione politico-geografica delle importazioni di idrocarburi; avvio del programma elettronucleare nazionale; intensa politica di risparmio energetico; intensificazione delle attività di esplorazione di fonti energetiche primarie nazionali; intensificazione dello sforzo di ricerca e sviluppo, sia su scala nazionale, sia partecipando a programmi internazionali.

Ponendo invece il 2000 come anno obiettivo di una strategia energetica, si presentano al nostro Paese condizioni di maggiore flessibilità. Esse vanno tuttavia valutate alla luce di una situazione internazionale tutt'altro che facile. Lo studio WAES prevede, infatti, che nell'ultima decade del secolo, nonostante tutti gli sforzi che i paesi consumatori di energia faranno per una diversificazione delle fonti, si avrà un notevole *deficit* di petrolio sul mercato internazionale, il che potrebbe tradursi in forti aumenti di prezzo del grezzo.

Se da un lato la scelta nucleare rappresenta, anche per il 2000, un elemento portante della strategia italiana per l'offerta di energia, dall'altro va messa in rilievo l'esigenza che la programmazione energetica del paese sia, nel lungo termine, dotata della necessaria flessibilità e aperta alle modifiche che potranno rendersi opportune, in concomitanza al verificarsi di nuovi sviluppi di natura politico-economica o tecnologica.

Le esigenze di flessibilità inerenti alla possibile evoluzione del sistema nucleare e delle nuove tecnologie energetiche, impongono al nostro paese di considerare come elemento fondamentale della propria strategia energetica un adeguato impulso alle attività di ricerca e sviluppo. Infatti, soltanto se disporremo delle necessarie competenze scientifiche e tecnologiche, potremo affrontare con sicurezza le difficoltà e i mutamenti che incontreremo nel tempo in materia di energia.

Purtroppo, è necessario affermare che l'Italia è in una posizione di debolezza nel settore, e ciò potrà portare a grosse difficoltà, anche sul piano degli scambi tecnologici e industriali. Mentre per le ricerche sulle fonti più sofisticate s'impone la partecipazione a sforzi internazionali, per altri aspetti (esempio: esplorazione e produzione di idrocarburi, risparmio, applicazioni della energia solare, geotermica, sistemi a energia totale, eccetera) l'Italia può accentuare le attività di ricerca autonoma tendendo ad acquisire posizioni di forza anche agli effetti degli scambi internazionali sia con i paesi industrializzati, sia con quelli in via di sviluppo.

Sul lato della domanda di energia, il risparmio energetico dovrà costituire anche per il 2000 l'elemento portante della strategia italiana. Ma la razionalizzazione del sistema energetico dovrà nel lungo termine essere molto più accentuata e profonda, attraverso un migliore equilibrio tra sistemi centralizzati e sistemi decentrati di produzione e di utilizzazione della energia. Questa razionalizzazione sarà possibile naturalmente solo se diverrà parte di un riequilibrio generale del nostro sistema economico e territoriale, che consenta la valorizzazione degli agglomerati urbani medi e minori e un adeguato sviluppo del Mezzogiorno.

Per questi aspetti più vasti della problematica energetica, che comportano il ricorso a sistemi integrati del tipo *total energy systems*, è necessario il contributo innovatore di concetti e metodologie, non soltanto pertinenti alle discipline tecnologiche ma anche a quelle politiche e sociali.

Del resto, a livello internazionale, il problema dell'energia viene ormai considerato come elemento ordinatore del modello di sviluppo, e pertanto l'attenzione è rivolta sempre più alle implicazioni di carattere sociale e politico.

La partecipazione allo studio WAES, che ha reso disponibile al Paese una metodologia analitica, la cui validità è stata vagliata dai maggiori esperti del settore, ha costituito un mezzo assai efficiente di collegamento con importanti centri decisionali dei principali paesi consumatori di energia dell'area occidentale, impegnati a dare ai problemi energetici una visione sistematica e globale.

E' quindi auspicabile che chi ha la responsabilità strategica dei problemi energe-

tici italiani abbia a inserirsi autorevolmente nelle iniziative che emergeranno a seguito del lavoro fin qui svolto dal WAES.

Da ultimo desidero accennare ai problemi sollevati in precedenti interventi per quanto riguarda la partecipazione italiana ai programmi Eurodif e Coredif.

Riguardo a Coredif sono senz'altro favorevole alla partecipazione del nostro paese a questa iniziativa. L'Italia deve cercare di essere presente in Coredif con la massima quota consentita in quanto socia di Eurodif.

Per quanto riguarda l'ubicazione di Coredif nel nostro paese o all'estero, il problema è più complesso. E' indubbio che una ubicazione di Coredif in Italia porterebbe dei vantaggi rappresentati da un investimento dell'ordine di 2.500-3.000 miliardi di lire.

Inoltre, nel periodo di costruzione degli impianti, alcune migliaia di persone troverebbero occupazione, mentre il numero di addetti all'esercizio del futuro impianto è valutabile in almeno 1.000 persone. Potrebbero, a questi vantaggi, contrapporsi alcune controindicazioni, i cui effetti è bene cercare di ridurre al minimo. Ad esempio, quali garanzie verranno offerte all'Italia per le commesse relative agli impianti Coredif?

Se si dovesse verificare una ripartizione fra i soci internazionali, con il criterio del «giusto ritorno», non sarebbe certo un bene che all'Italia, approfittando del fatto che il sito è sul suolo italiano, venissero affidate principalmente commesse poco qualificanti come i lavori civili, le costruzioni in cemento armato, la carpenteria, lasciando ai *partners* francesi la fornitura dei supporti e delle barriere, che ne sono i componenti più sofisticati.

Inoltre, sussistono alcuni problemi per l'investimento necessario alle 3 o 4 centrali nucleari necessarie per alimentare Coredif di energia elettrica. Non vorrei, in altre parole, che l'Italia, dovendo ricorrere a un finanziamento internazionale per queste centrali, perdesse l'accesso a un corrispondente finanziamento per realizzare centrali nucleari destinate al fabbisogno interno di energia. Infine, è da considerare che almeno un sito verrebbe ad essere «bruciato» per le centrali Coredif, e questo potrebbe rallentare il programma di centrali nucleari per il paese.

Al di là di queste considerazioni, ritengo che la richiesta avanzata da alcuni grandi gruppi industriali pubblici e privati per ottenere di realizzare Coredif in Italia vada vista non solo per l'iniziativa che specificamente propone, ma anche nell'ottica di dare immediata concretezza allo sviluppo del programma nucleare italiano.

Per quanto riguarda Eurodif, mi limito a ricordare che nel febbraio del 1974 fu firmato dai soci italiani e francesi di Eurodif un accordo riservato, in base al quale il nostro paese rinunciava alla ubicazione di Eurodif in Italia, ottenendo in contropartita l'assicurazione che ci sarebbero state commesse fino al 50 per cento del totale per quanto riguardava sia i compressori sia i supporti ceramici delle barriere per la separazione isotopica mediante diffusione gassosa.

Purtroppo, però, dell'accordo non fu data tempestiva notizia alle industrie italiane interessate, con il risultato che, essendo poi mancato il tempo per il necessario sviluppo tecnologico su impianti pilota, il nostro paese si è trovato, al momento di avanzare delle proposte, in grave ritardo rispetto ai fornitori francesi di supporti di allumina.

Sono stati dunque commessi alcuni errori che bisogna evitare di ripetere in occasione della partecipazione del nostro paese alla realizzazione di Coredif. Oggi siamo però in una posizione migliore, perchè l'industria italiana, con la recente costituzione della MCN (Materiali ceramici nucleari), sta dando segno di maggior dinamismo e volontà.

FERRARI, *Responsabile del dipartimento ricerche tecnologiche di base del CNEN.* Una prima considerazione di carattere generale in merito alla parte del programma energetico nazionale presentato dal Governo relativo all'energia nucleare: dirò subito che il mio giudizio è estremamente critico per l'ampiezza dello spazio che è stato concesso alla scelta nucleare. Non voglio ripetere quanto è già stato ampiamente detto circa l'importanza dell'utilizzazione delle fonti di energia cosiddette minori o alternative e circa l'importanza del risparmio energetico; mi limito soltanto a sottolineare la necessità di dare a queste fonti di energia lo spazio che meritano nel piano energetico.

Desidero poi fare alcune osservazioni in merito al problema delle previsioni di sviluppo energetico cui ha già fatto cenno il professor Colombo.

E' chiaro che occorre individuare degli elementi di riferimento sui quali basare le previsioni relative al fabbisogno energetico futuro del nostro paese. Ma l'elemento che va valutato non si limita alla necessità di sapere se le centrali dovranno essere ad una certa data 20 o 12. Nel momento in cui si decide che si deve comunque far ricorso al contributo dell'energia nucleare, non offrendo altre alternative la potenzialità energetica del paese, bisogna tener presente che il numero delle centrali non deve essere stabilito soltanto in rapporto alle ipotesi delle necessità energetiche prevedibili a lungo termine, ma anche sulla base della necessità di offrire un riferimento certo all'industria.

Occorre cioè offrire agli operatori interessati gli elementi necessari per programmare gli investimenti. E' necessario equilibrare da una parte le previsioni a lungo termine e dall'altra le previsioni relative alle necessità minime. Se per caso, infatti, dati attendibili relativi alle previsioni a lungo termine dovessero rivelarci che sarebbe sufficiente la costruzione di due centrali, risulterebbe estremamente difficile avviare il discorso nucleare, perché si tratterebbe di mettere in moto un meccanismo assai costoso e complesso per produrre un paio di migliaia di megawatt. Oltre a tutto esistono margini obiettivi per non compromettere le due esigenze.

Quindi, se c'è una scelta nucleare da fare, occorre tenere presente che questa si qualifica, soprattutto rispetto alle altre fonti, in relazione ai grossi problemi tecnologici da affrontare e ai problemi industriali, che hanno inevitabilmente riflessi a livello politico economico e occupazionale. E' nei confronti di questi elementi che occorre valutare i contenuti e le modalità di attuazione del piano.

In sostanza, l'ipotesi di poter avere in esercizio venti centrali nel 1985 è incredibile oggi come lo era nel 1973, quando l'ENEL e il Ministero industria fecero una simile previsione. Il fatto è che la realizzazione di una simile ipotesi era immaginabile solo attuando una serie di acquisti «chiavi in mano» con il sistema più semplice,

cioè mettendo in moto tutti gli uffici commerciali esistenti presso tutti gli enti.

Se il problema dell'adozione dell'energia nucleare deve tradursi nel problema di come liberarsi da un certo tipo di dipendenza, direi che questa modalità è la più negativa, è come dichiarare di fallire in partenza. Ci si domanda, allora, quali dovrebbero essere «le qualità» di un piano nucleare e come sia possibile liberarsi dalle licenze.

Io vorrei solo dare una breve indicazione di carattere generale: se si porta su un diagramma la cosiddetta bilancia tecnologica dei pagamenti, cioè le spese per brevetti, conoscenza, eccetera, dal 1958 al 1975 e si fa il rapporto fra introiti ed esborsi, si constata un andamento decrescente.

Se si fa uguale a cento questo valore per il 1958 si vede che con andamento molto irregolare, ma abbastanza costante, ogni dieci anni si perdono venti punti (ovviamente si tratta di valori orientativi): negli anni sessanta era circa 80, negli anni settanta circa 60; cioè nell'arco di quindici o vent'anni la concorrenzialità tecnologica dell'industria nazionale sarà ridotta pressoché a zero e l'industria italiana produrrà tutto su licenza o produrrà sostanzialmente manufatti privi di contenuto tecnologico.

Per quanto riguarda il settore elettromeccanico credo che conosciate l'indagine fatta in materia e dalla quale risulta che circa l'80-85 per cento dei componenti tecnologici di una centrale convenzionale sono fatti su licenza estera. Nel campo nucleare c'è soltanto l'esempio di Caorso, la cui unica variante significativa credo sia costituita dal fatto che da un lavoro su licenza si è passati ad una serie di attività di transazioni commerciali.

Quali sono i motivi di questa situazione che ci porterà ad una gravissima condizione di incapacità produttiva? Per quanto riguarda il settore termoelettrico convenzionale, ad esempio, abbiamo da parte dell'ente elettrico un atteggiamento che praticamente ha portato a richiedere all'industria componenti in grado di offrire determinate caratteristiche e garanzie; questi componenti corrispondevano inevitabilmente a quelli progettati, messi a punto e adottati in altri paesi, in particolare in USA. Da qui il ricorso alle licenze.

C'è poi, una componente imprenditoriale che non possiede alcuno stimolo, diciamo, culturale per l'adeguamento delle pro-



prie capacità, per l'innovazione, a causa anche della richiesta del committente garantista, di per sé poco positiva per il capitale di rischio. C'è poi la componente tradizionale della carenza delle strutture di ricerca, della completa mancanza di collegamento tra industria e ricerca, tipica del nostro paese. Il voler esaminare a fondo questi motivi, ci porterebbe, in pratica, a fare un'analisi della storia d'Italia.

D'altra parte se queste sono le condizioni in cui si opera, il problema della scelta del tipo di committenza, il problema dei siti, tutto il problema della sicurezza, devono essere affrontati in un'ottica leggermente diversa o quanto meno complementare rispetto a ciò che è stato detto.

E veniamo, ad esempio, al tipo di committenza «chiavi in mano»: non è accettabile e non dà risultati positivi, come non ne dà la disaggregazione in pochissimi sottosistemi; ma la committenza fortemente disaggregata adottata finora per le centrali termoelettriche ha dato i risultati che tutti abbiamo visto. Esiste dunque un problema di fondo di come si ordinino i sottosistemi, di come le ordinazioni condizionino l'impresa alla fornitura di un componente esistente sul mercato internazionale, e quindi il problema di come raggiungere margini di autonomia tecnologica.

E' in questo senso che occorre vedere come l'ENEL possa e debba conservare la funzione di architetto industriale, anche perché dietro a questa denominazione vi sono alcuni equivoci e margini di interpretazione che non intendo in questo momento affrontare, ma che non vanno dimenticati.

Comunque sia occorre che dall'ENEL escano elementi tali da consentire all'industria uno sviluppo autonomo. Questo significa cambiare sostanzialmente il modo della committenza. Passiamo ora al problema delle scelte: anche qui siamo tutti d'accordo che in un sistema come quello italiano l'esistenza di tre filiere cosiddette provate sia un lusso chiaramente incongruente con l'obiettivo di un minimo di autonomia - non un massimo teorico possibile ma quanto meno un minimo - ma non si può disconoscere che non vi sono elementi tecnologici tali da consentire una scelta; infatti quello che oggi potrebbe sembrare un elemento a favore di una filiera, domani potrebbe rivelarsi insufficiente perché la de-

terminazione tecnologica di un impianto nucleare non è rigida ma cambia continuamente.

Bisogna dunque arrivare alla conclusione che la scelta non va fatta in base a criteri di natura tecnica bensì mettendo in discussione dei vantaggi e delle condizioni di natura politica, cioè collegando la scelta in questione ad una trattativa che ponga in discussione non solo la fornitura della progettazione della parte nucleare ma anche altri aspetti come la richiesta del passaggio delle conoscenze, la disponibilità ad agire sui mercati e non solo sul nostro, la disponibilità di conoscenze di esercizio, cosa che oggi notoriamente non è disponibile per l'industria manifatturiera, eccetera.

Si tratta di una serie di condizioni che vanno poste come elementi per una trattativa allargata con i vari possibili fornitori. Ciò significa qualificare la scelta, dal momento che non vi sono elementi tecnici, nè ci saranno mai, per farla.

Ci è stato chiesto se sia preferibile che la committenza riguardi separatamente la caldaia nucleare o l'intera isola nucleare. Io credo che se parliamo di committenza, dobbiamo distinguere due aspetti di cui il primo è la progettazione e l'altro è la fornitura manifatturiera dei componenti.

Riguardo alla progettazione, nell'ipotesi di unificazione delle strutture nazionali è difficile tecnicamente separare l'isola nucleare della caldaia. A livello di progettazione credo che occorra riferirsi all'isola nucleare. Invece, la fornitura dei componenti può benissimo essere disaggregata in quanto si tratta di cose diverse.

Sul problema dei siti è stato detto che occorre costruire una carta come elemento decisivo. Ci sono dei geologi e non voglio sostituirmi al loro contributo, ma credo che in tempi brevi, due anni, sia possibile costruire solo una carta di esclusione dei siti, cioè una serie di indicazione di aree dove non è possibile, per la vicinanza di centri urbani o altro, installare un reattore. Da qui per arrivare ad individuare i siti necessari occorre compiere ancora una lunga indagine *in loco*. Non mitizziamo dunque la carta dei siti.

Riguardo al problema Coredif, sono favorevole alla partecipazione italiana anche se, professor Colombo, l'esistenza per Eurodif di un accordo segreto non comunicato, non è un elemento polemico risolutivo,

perché quando si raggiunge un accordo di questo genere o si ha un retroterra per sopportarne le clausole, oppure queste sono facilmente eludibili. Con il programma Eurodif la partecipazione italiana è in grado di soddisfare la necessità di 20-25 centrali. E' difficile stabilire *a priori* di quante centrali avremo bisogno ed è pertanto inutile cercare da queste previsioni delle risposte certe per giudicare della partecipazione a Coredif così in anticipo.

La partecipazione a Coredif è per altri motivi in qualche modo necessaria e utile, anche se può comportare qualche ipotesi negativa. Il nostro paese poi non mi sembra in condizioni di rifiutare in questo momento investimenti di questa dimensione sul proprio territorio; è un problema di politica economica e industriale generale su cui non vorrei soffermarmi per non deviare troppo il discorso.

PINCHERA, *Ingegnere*. La mia esperienza di quasi venti anni nel campo dell'ingegneria nucleare ha avuto inizio presso il Politecnico di Milano e soprattutto in California, presso un centro di ricerche e sviluppo di una grande industria statunitense. Successivamente, nel Centro della Casaccia del CNEN, ho effettuato e diretto ricerche sperimentali e teoriche relative alla termoidraulica e alla sicurezza dei reattori termici e dei reattori veloci autofertilizzanti.

Vorrei prima di tutto fare un'affermazione forse scontata: esiste un ampio accordo sulla necessità di passare da una politica energetica basata sul petrolio ad una politica energetica di diversificazione delle fonti e degli approvvigionamenti che massimizzi il risparmio energetico, l'impiego di fonti diverse dal petrolio importato e, per quanto è possibile, la ricerca e lo sfruttamento delle risorse nazionali.

Va anche detto quanto sia importante e delicato il lungo periodo di transizione. Per questo è necessario ed urgente imporre una strategia per il breve e medio termine che punti agli obiettivi sopracitati e parta dalla consapevolezza che, qualsiasi sforzo si faccia, il petrolio avrà per diversi lustri il ruolo preponderante. Questa affermazione discende dalla constatazione che, secondo qualunque previsione, il consumo del petrolio in Italia continuerà ad aumentare in valore assoluto.

Non ripeto quello che è già stato detto su quanto è avvenuto in campo energetico negli ultimi quindici anni; noi non paghiamo solo carenze naturali, ma paghiamo anche il prezzo di determinati orientamenti, scelte ed errori politici.

Quali sono le possibilità che abbiamo di ridurre il peso del costo dei nuovi impianti sul bilancio ENEL?

Mi preme sottolineare l'urgenza e la necessità di ridurre l'indisponibilità delle centrali e idroelettriche esistenti e di accelerare i tempi di costruzione delle centrali elettriche già deliberate, che sono in ritardo e per le quali di conseguenza si è verificato un forte aumento dei costi. Del resto, non si è mai esaminato «verticalmente» (o almeno non sono disponibili i relativi documenti ENEL) quanto costi la costruzione e l'esercizio di ogni centrale idroelettrica, termoelettrica e elettronucleare.

Per quanto riguarda il risparmio di potenza elettrica installata nel paese, quasi nulla si sta facendo. In altri paesi si è arrivati a formulare tariffe elettriche articolate su quattro o cinque variabili (stagione, giorno, ora della giornata, ecc.) ed è auspicabile che anche da noi si arrivi a provvedimenti tesi a ridurre le differenze nel diagramma di carico.

Altra questione: può una politica di risparmio energetico produrre effetti consistenti nell'immediato e nel breve termine? Non mi riferisco ovviamente alle possibilità offerte (e ai relativi problemi) dall'aumento dei prezzi o delle tariffe o da provvedimenti del tipo, ad esempio, del razionamento dei prodotti petroliferi o del divieto di utilizzare le auto la domenica e di tenere in funzione le caldaie in certe ore. Mi riferisco in questa sede alla riduzione degli sprechi mediante accorgimenti tecnologici ed operativi, imposti mediante leggi e normative, tesi a migliorare l'efficienza dei sistemi.

Ciò premesso, la risposta alla domanda non può che essere, credo, negativa. Prendiamo ad esempio l'uso del gasolio per riscaldamento. Nel corso di un recente convegno promosso dal CEEP di Torino, sono sorte molte perplessità sui recenti provvedimenti governativi. Perché le leggi già approvate dal Parlamento abbiano un reale impatto sui consumi di gasolio, occorrerebbe intervenire non solo sugli edifici nuovi, ma anche su quelli esistenti.

Ma le caratteristiche di questi edifici, per il modo in cui sono stati realizzati, non permettono un risparmio consistente, a meno di rendere esecutive norme che lascino freddi molti vani. Se invece si potesse arrivare all'uso generalizzato di contatori di calore per famiglia, analogamente a quanto avviene per l'elettricità e il telefono, si avrebbe in questo caso uno strumento realmente efficace. Ma esistono, come è noto, enormi difficoltà tecniche ed economiche per realizzare ciò, in conseguenza del fatto che la maggior parte degli edifici ha una distribuzione verticale, e non orizzontale, dell'acqua calda negli appartamenti.

Certo, sarebbe molto utile eseguire almeno alcune modifiche negli impianti e negli edifici esistenti, cioè riequilibrare gli impianti di riscaldamento, montare isolanti termici e doppi vetri, automatizzare il funzionamento delle caldaie, ecc. ma la campagna di propaganda avviata dal Governo in questo senso rischia di non fare altro che un collage dei bollettini delle varie ditte fornitrici. Per ottenere risultati significativi occorre certamente realizzare i lavori citati, ma ritengo pregiudiziale la soluzione del problema finanziario: per effettuare i lavori sono necessari tanti soldi, molto di più, credo, delle 50.000 lire per appartamento che da parte di qualcuno si considerano sufficienti.

E poi, a chi affidare i controlli tecnici? Il Ministero dell'industria propone l'Associazione nazionale per il controllo della combustione. Come credere a queste indicazioni se si tiene conto delle condizioni in cui si trova tale ente?

Passiamo al medio termine. Le strategie per sostituire la importazione di petrolio, adottate nei paesi industrializzati, sono impennate sul ricorso a una o più delle quattro grandi risorse: carbone; gas naturale; energia nucleare; controllo degli sprechi e ristrutturazione dei consumi energetici.

In Italia la carenza di materia prima e i ritardi accumulati nel passato nello sviluppo di tecnologie e nell'adozione di nuove scelte produttive mettono in difficoltà il paese rispetto a tutte queste quattro risorse.

Circa il carbone non voglio ripetere quanto detto da altri, se non sottolineare la delicatezza dei problemi sollevati da un massiccio incremento dell'estrazione e il

notevole costo dei sistemi di depurazione per le centrali; basti pensare a paesi come gli Stati Uniti che incontrano crescenti difficoltà nell'estrazione del carbone. Ciò non toglie che dobbiamo utilizzare anche le poche risorse che abbiamo, cominciando con il modernizzare e riattivare il giacimento del Sulcis.

Per quanto riguarda il carbone estero, mi domando: è conveniente (nelle condizioni date) riattrezzare tutte le centrali, i porti e i trasporti in modo da poter ricorrere a una massiccia importazione di carbone? E ciò mentre nei paesi di origine si stanno sviluppando tecnologie per produrre combustibili sintetici, analoghi a quelli derivati dal petrolio?

Per le altre fonti sono d'accordo, in linea di massima, con quanto è già stato detto. Vorrei aggiungere che - per l'energia solare - noi paghiamo un prezzo derivante da come si è storicamente evoluta la tecnologia edilizia. E' stato messo in evidenza che se applicassimo le tecniche dell'energia solare alle nuove costruzioni, la quota sarebbe molto piccola, mentre di difficilissima, e comunque limitata, attuazione sono le applicazioni alle costruzioni già esistenti; quindi le possibilità di impatto dell'energia solare sono nel breve periodo limitate. L'energia solare sarà più utile quando, nel lungo periodo, potremo produrre da essa elettricità o meglio combustibile. Analogamente nel lungo periodo vanno collocate le prospettive dei reattori a fusione.

Circa le risorse nazionali vorrei rilevare come, nel settore degli idrocarburi, gassosi e liquidi, paghiamo il prezzo di un palese ritardo, ma comunque tutte le stime disponibili rilevano la limitatezza delle risorse presenti sul suolo nazionale e fuoricosta. La ricerca e sviluppo per la geotermia andrebbero fortemente potenziati, pur nella consapevolezza che lo sfruttamento con sistemi artificiali delle rocce calde e secche rappresenta, come ha detto Umberto Colombo, una incognita.

Per quanto riguarda l'energia e l'accumulazione idraulica, concordo anch'io sull'opportunità di sfruttare al massimo le risorse residue, nel quadro di un utilizzo plurimo delle acque e di un riassetto idrogeologico del territorio e soprattutto sulla necessità di mantenere e rafforzare l'impe-

gno ENEL nel campo delle stazioni di pompaggio.

Nodale è anche la questione della ottimizzazione degli impianti di trasformazione energetica a cominciare dalle centrali multiscopo elettricità più calore, che permetterebbero uno sfruttamento molto più alto delle risorse energetiche. Sono consapevole che non è facile la sostituzione di un tipo di impianto con un altro; proprio per questo occorre un grosso sforzo per affrontare e superare le difficoltà tecniche e socio-economiche che ostacolano la diffusione delle centrali multiscopo.

Vi sono le possibilità offerte dall'auspicata ristrutturazione della raffinazione, della distribuzione dei derivati del petrolio e di gestione delle scorte. Abbiamo uno dei sistemi di trasporto, raffinazione e immagazzinamento tra i più rigidi del mondo occidentale. In particolare le nostre raffinerie, in generale di tipi semplice, sono di ostacolo alla desiderata flessibilità nei confronti della domanda interna e del mercato internazionale.

Infine, *the last but not the least*, il tema dei nuovi investimenti produttivi e delle relative tipologie industriali. In sede di riconversione industriale ritengo necessaria una concreta inversione di tendenza rispetto al passato, nel senso che, in generale, vanno scartate le tipologie ad alta intensità di energia e di capitale e a bassa intensità di occupazione.

Sono convinto per altro che, per quanto si massimizzino le altre risorse citate, diverse dal petrolio importato, si rende necessario per il nostro paese un ricorso «contenuto, pianificato e controllato» all'energia nucleare. Dobbiamo però fare la massima attenzione affinché non si riproducano in Italia condizioni politico-economiche analoghe a quelle oggi esistenti per il petrolio. L'opzione nucleare dovrebbe cioè essere vincolata, mi sembra, ad alcune condizioni fondamentali a cominciare dalle seguenti: realizzare una adeguata crescita di autonomia tecnologica, progettuale, manifatturiera e imprenditoriale con una pianificazione degli obiettivi scaglionati nel tempo; esaltare la potenzialità energetica dell'uranio con l'adozione di adeguate strategie (scelte di filiera); eliminare i «colli di bottiglia» esistenti nel ciclo del combustibile, afferenti alla politica di ap-

provvigionamento dell'uranio naturale e alla chiusura del ciclo stesso.

La quota di incremento di domanda di energia elettrica da coprire con la fonte nucleare va fissata tenendo conto di due ordini di obiettivi e di criteri, oltre quello, cui è già stato accennato da Sergio Ferrari, della dimensione minima del programma per il decollo dell'industria nucleare. Il primo riguarda la riduzione del *deficit* della bilancia dei pagamenti, una valutazione economico-finanziaria complessiva dell'energia elettronucleare e delle altre fonti, possibilità e limiti offerti dallo sfruttamento delle risorse energetiche nazionali.

Il secondo, invece, riguarda le strozzature da superare per l'espansione della energia nucleare e cioè il problema dei siti, quello della chiusura del ciclo del combustibile, nonché il risanamento del bilancio dell'ENEL.

Passiamo all'argomento delle filiere, delle licenze e delle imprese. Premetto che non ritengo che abbia senso, per un paese come l'Italia, carente anche di minerali uraniferi, il ricorso alla opzione nucleare, se la strategia adottata non prevedesse uno sbocco valido e di lunga durata, che può essere offerto solo dalla tempestiva penetrazione commerciale dei reattori ad alto utilizzo delle potenzialità energetiche contenute nell'uranio, cioè dei reattori veloci autofertilizzanti. Questo tipo di reattore potrebbe, inoltre, permettere la chiusura del ciclo del combustibile nel modo probabilmente migliore. Tutto questo, però, richiede che la politica nucleare sia imperniata sull'asse reattori termici-reattori veloci.

Da tempo è stata riaffermata da più parti l'urgente necessità di un esame comparativo delle filiere nucleari e una valutazione complessiva e unitaria delle scelte e strategie possibili. La rimessa in discussione di scelte operate nel passato all'interno del mondo aziendale ha già fruttato alcuni risultati non trascurabili. Ad esempio le società licenzianti nord-americane oggi accettano di ridiscutere - forse anche per ridurre i rischi economici - i rapporti con le imprese licenzianti italiane, soprattutto modificando la ripartizione qualitativa e quantitativa del lavoro a favore di queste ultime. Alcuni nuovi accordi di collaborazione tecnologica e commerciale sono stati stipulati.

Inoltre, si è avuto un approfondimento delle conoscenze tecniche ed una crescita culturale del dibattito, per cui è maggiormente diffusa la consapevolezza necessaria per effettuare le scelte.

Per quanto riguarda i reattori provati concordo con quanto detto da chi mi ha preceduto, e cioè che non sembrano esistere sufficienti dati ed elementi di analisi tecnico-economica per indirizzare, in modo inequivocabile, la scelta definitiva delle filiere e delle licenze. Esiste certamente una larga convergenza sulla necessità di non disperdere gli sforzi su tutte le tecnologie possibili, ma le posizioni divergono, sia nel mondo tecnico ed imprenditoriale che in quello politico e sindacale, soprattutto in relazione ai seguenti nodi: quante filiere? due o una? quali filiere scegliere tra le due ad acqua leggera (PWR, BWR) e quella ad acqua pesante (CANDU)? occorre selezionare le licenze e quante? quali modalità di committenza? e infine, quali tempi e procedure per definire scelte e strategie?

Dall'indagine conoscitiva e da informazioni ufficiose risulta che esiste un ampio spettro di proposte formulate dalle diverse parti sociali e politiche:

vecchio progetto di Piano Energetico: PWR *Westinghouse* e BWR *General Electric*;

Finmeccanica: 1ª fase imperniata su BWR *General Electric* e PWR *Westinghouse*, seguita da una trattativa a livello imprenditoriale per la scelta di una sola filiera ad acqua leggera e dalla realizzazione di una centrale ad acqua pesante CANDU;

industria privata e Confindustria: monofiliera PWR, multilicenza (in particolare licenze *Westinghouse* e *Babcock Wilcox*);

Federazione CGIL-CISL-UIL: PWR *Westinghouse* e CANDU;

ENEL: scelte di filiera, licenze e imprese derivanti da gare effettuate sulla base di un progetto *standard* ENEL di centrale e scaglionate nel tempo, in accordo con i programmi di costruzione.

Se si vuole però operare nell'interesse del paese, occorre acquisire, in maniera certa e unitaria, i necessari dati informativi e quindi effettuare una valutazione complessiva dei diversi parametri e criteri che interessano la sfera tecnologica e produttiva, imprenditoriale ed economica, la politica estera e finanziaria, nonché la protezione della salute e dell'ambiente. Tenendo

presenti le citate condizioni necessarie perchè la opzione nucleare abbia senso per l'Italia.

Per quanto detto, ritengo opportuno che, ponendo fine alla attuale situazione di incertezza e di conflittualità, la formulazione definitiva del Piano energetico contenga esplicitamente una procedura che, partendo dal profondo riesame della materia effettuato dalla Commissione industria della Camera e dal «libro bianco» richiesto al Ministero dell'industria, permetta di acquisire offerte tecnico-economiche ed elementi di giudizio omogenei, che responsabilizzino le imprese nazionali, le società licenzianti ed i rispettivi paesi d'origine. Tutto ciò dovrebbe avvenire senza «fermare la macchina».

Una proposta che potrebbe soddisfare tali condizioni è quella di una gara di qualificazione condotta dall'ENEL, accompagnata da trattative di Governo con i paesi che originano le licenze e seguita da una decisione finale da parte del Governo e del Parlamento.

A questo scopo si potrebbe utilizzare la prevista gara dell'ENEL per l'ordinazione di nuove centrali nucleari, modificando le indicazioni fornite dal ministro Donat-Cattin nel senso di includere quegli indirizzi e quei vincoli che scaturiranno dal dibattito parlamentare e di escludere quei vincoli o limitazioni alle offerte che, se posti, impedirebbero di chiarire i nodi irrisolti relativi alle filiere, alle licenze, alla committenza della parte nucleare ed all'articolazione imprenditoriale.

Tra i nodi irrisolti includo: il numero e il tipo di filiera provate; la ripartizione eventuale degli ordini tra esse; il modo di ordinare l'isola nucleare (ordine unico oppure ordini separati per la caldaia e gli altri singoli sistemi); la possibilità e convenienza di utilizzare sistemi e/o componenti, derivanti da licenze diverse nella stessa centrale standard dell'ENEL.

La gara potrebbe portare all'aggiudicazione delle forniture relative a due centrali «testa di serie» ed alla qualifica dei fornitori anche per le successive costruzioni di centrali. Perchè due teste di serie? Innanzitutto perchè vi è una vasta convergenza di opinioni intorno alla esclusione di tre filiere provate per il mercato nazionale, poi perchè tale formula permetterebbe di esplorare e valutare le seguenti opzioni per

il pacchetto di centrali: due filiere, una filiera sola; una filiera principale e una seconda limitata a un programma dimostrativo.

Comunque, a parte la formula delle due centrali testa di serie, l'importante è una gara di qualificazione che permetta di effettuare le scelte indispensabili per il piano operativo delle centrali e la pianificazione degli investimenti e delle attività industriali.

CACCIARI. I reattori sono tre.

PINCHERA, *Ingegnere*. Le filiere offerte sono tre, due ad acqua leggera e una ad acqua pesante, con l'opzione per più licenze per quanto riguarda quella ad acqua pressurizzata. La gara e la trattativa porterebbero alla selezione, nel senso prima indicato, lasciando al Governo e al Parlamento l'ultima parola sulla strategia da adottare.

Per quanto riguarda le modalità di committenza, facendo riferimento al dibattito che si è svolto durante la conferenza di Perugia, confermerei all'ENEL il ruolo assegnatogli dalla legge di nazionalizzazione, cioè quello di direzione generale del progetto e di architetto ingegnere. Ciò comporta l'elaborazione di progetti generali *standard*, l'articolazione degli ordini, il coordinamento dei contratti di fornitura, la direzione dei cantieri, eccetera.

Non ci si fida fino in fondo dell'ENEL, che certamente non è l'EDF francese? Si operi per una seria riqualificazione dell'organizzazione dell'Ente e del suo modo di operare. Comunque sarebbe sicuramente un fatto positivo quello di restituire all'ente elettrico una delle sue più importanti funzioni, strettamente connessa alla responsabilità complessiva che l'Ente ha per la realizzazione economica e l'esercizio affidabile e sicuro delle centrali.

Sarebbe opportuno che il Parlamento controllasse che non venga impedita o alterata alcuna offerta di reattore elaborata dall'industria nazionale per la gara sopramenzionata.

Certamente la gara pura e semplice non è sufficiente; questa dovrebbe essere accompagnata - come ho già accennato - da una trattativa, a livello di governi, con i paesi di origine delle licenze, al fine di verificare quegli aspetti delle offerte per i

quali è necessario un impegno a livello governativo.

Le società licenzianti offrono ovviamente la continuità del flusso delle tecnologie e perciò le trattative devono essere condotte anche nei riguardi della certezza (e delle relative condizioni) della disponibilità delle conoscenze tecnologiche, delle eventuali forniture connesse con l'offerta principale di materie prime e semilavorati, di contropartite e di finanziamenti. Faccio riferimento in sostanza a trattative con i governi degli Stati Uniti e del Canada.

A conclusione della gara e delle trattative, il Governo dovrebbe prendere le decisioni finali che sarebbero poi oggetto di verifica parlamentare. Vorrei qui sottolineare che tra i criteri di valutazione da prendere in considerazione dovrebbero essere compresi: il pieno utilizzo delle risorse di progettazione, manifattura e ricerca disponibili in Italia; la disponibilità di strumenti e programmi di autonomizzazione tecnologica e commerciale delle imprese italiane; la fattibilità complessiva della strategia adottata, ivi comprese le scelte e i programmi per i servizi del combustibile (soprattutto la «chiusura del ciclo»); la capacità di assicurare una analisi di sicurezza e il controllo degli impianti nucleari sia per le parti propriamente nucleari, sia per le parti convenzionali; un problema spesso sottovalutato è quello dell'attuale grave insufficienza dei controlli convenzionali, per tutti i tipi di centrali elettriche e di impianti energetici.

In merito ai programmi di ricerca e sviluppo e di qualificazione industriale, ritengo pressante la necessità di dare nuovo impulso, portandole a termine, alle azioni programmate che risulteranno coerenti con quello che sarà il Piano energetico nazionale; ciò anche al fine di disporre del necessario potere contrattuale a livello internazionale, sia rispetto ai *partners* europei, i francesi innanzitutto, nel quadro degli accordi in corso di attuazione per lo sviluppo del reattore veloce e per l'Eurodif, sia rispetto ai paesi nord-americani per i reattori provati.

Riguardo a Coredif mi limito ad osservare che ritengo importante una nostra partecipazione e che non considero valido il ragionamento secondo il quale tale partecipazione risulterebbe inutile nel caso che

la strategia adottata includesse anche il reattore ad acqua pesante.

Per quanto riguarda la scelta del sito, mi sembra opportuno che si faccia tutto il possibile per creare le condizioni favorevoli a una localizzazione dell'impianto in Italia, anche se ritengo tale obiettivo difficilmente realizzabile per la probabile opposizione degli altri partners. Rispetto alla questione delle commesse Coredif all'industria italiana, non credo che la situazione possa migliorare significativamente nei confronti di quanto è avvenuto per l'Eurodif, a meno che tra l'altro non vengano rimossi gli attuali ostacoli che discendono dalla mancata partecipazione del nostro paese alla società di progettazione e *engineering* internazionale.

Per quanto riguarda, infine, la chiusura del ciclo del combustibile, ben altri impegni di ricerca e sviluppo e di iniziativa industriale sono necessari per affrontare con programmi nazionali, che prevedano il pieno utilizzo delle risorse e delle esperienze disponibili in Italia e le necessarie collaborazioni internazionali, la soluzione dei problemi connessi con le fasi di riprocessamento del combustibile bruciato e di trattamento e deposito delle scorie.

Siamo di fronte ad una situazione di emergenza per quanto riguarda gli approvvigionamenti energetici al nostro paese, nel breve e nel medio termine. Ritengo anch'io indispensabile pertanto: una impegnativa pianificazione complessiva che tenga conto di una valutazione delle varie fonti energetiche del tipo «costi-rischi-benefici», nell'ambito di una visione unitaria degli interessi generali del paese; una gestione rigorosa e ben coordinata degli enti che operano in campo energetico; un efficace controllo da parte della Commissione parlamentare.

CALDIROLA, *Presidente del Forum italiano dell'energia nucleare*. Vorrei anzitutto presentarmi. Sono professore all'Università di Milano, ho cominciato ad occuparmi di energia nucleare nell'immediato dopoguerra soprattutto nel settore della ricerca, però ho avuto anche qualche incarico nell'ambito industriale e a carattere organizzativo. In particolare alla fondazione dell'AGIP Nucleare fui chiamato dall'ingegner Enrico Mattei a far parte del consiglio d'amministrazione con un incarico di con-

sulenza per l'organizzazione del settore ricerca.

Mi riuscì in tale occasione di raggruppare un gran numero di giovani esperti italiani, che poi si sono dispersi in molte istituzioni europee e alcuni di essi occupano oggi posti di grande responsabilità nell'EURATOM o in altri importanti enti.

La mia attività di ricerca nel campo dell'energia nucleare si è indirizzata soprattutto all'arricchimento dell'uranio: me ne occupo da oltre venti anni. Feci parte del *Syndicat d'étude* per la costruzione di un impianto europeo fin dal 1955-56, progetto che purtroppo allora andò eluso, ed ho fatto parte del Comitato scientifico-tecnico dell'EURATOM.

Qui mi trovo in veste di presidente del FIEN (*Forum italiano dell'energia nucleare*), ente che riunisce i tre grandi interlocutori delle attività nel settore nucleare: la ricerca e lo sviluppo (in particolare vi partecipa il CNEN), la produzione elettrica (attraverso l'ENEL) e l'industria. Sono associati al FIEN le industrie impiantistiche e manifatturiere, le industrie interessate al ciclo del combustibile, i servizi, le banche, i centri di ricerca universitari, scienziati, tecnici e professionisti.

Come presidente del FIEN porto un documento che è stato elaborato dal FIEN stesso e nel quale, dunque, non è espressa alcuna opinione personale soprattutto per quanto riguarda il problema delle filiere, ma sono riassunte alcune considerazioni che scaturiscono dal parere dei vari componenti di detto organismo. Di tale documento, che ovviamente lascio alla Commissione, desidero solo ricordare i punti principali. Vi è contenuto un paragrafo dedicato ai rapporti tra atomo e petrolio, un altro dedicato alla bilancia dei pagamenti, uno all'ambiente, uno alle scorie radioattive, uno al plutonio ed infine uno dedicato alla salvaguardia per i materiali nucleari.

Naturalmente molte delle opinioni espresse in questo documento sono già state esposte in questa sede da alcuni degli interlocutori che mi hanno preceduto. Credo pertanto di poter sorvolare sulla prima delle domande poste rinviando alla lettura del documento stesso. Vorrei invece fornire qualche precisazione e qualche apprezzamento personale per ciò che riguarda il problema dell'uranio arricchito dal momento che oggi a più riprese è emerso il pro-

blema dell'Eurodif e del Coredif: credo infatti essere questo un argomento sul quale poter portar un piccolo contributo.

Preciso che su tale argomento posso parlare anche come presidente del GIAU (Gruppo italiano per l'arricchimento dell'uranio), Gruppo costituito in Italia nel 1967, ancora prima che venisse sul tappeto il progetto di Eurodif, su suggerimento della presidenza del CNEN, per riunire industrie, enti e tutti coloro che fossero interessati al problema dell'arricchimento dell'uranio.

Era cioè nostra convinzione che il paese si dovesse preparare a far fronte alla esigenza di uranio arricchito o acquisendo delle competenze da porre poi in comune con altri paesi per la costruzione di un impianto o anche eventualmente per procedere per proprio conto.

Desidero a questo punto sfatare un po' un'opinione che in genere è molto diffusa, e cioè che il problema dell'arricchimento dell'uranio va senz'altro al di là delle possibilità di singoli paesi come il nostro. Questo discorso è infatti valido se si parla di grossi impianti come quello di Eurodif; ricordo però che oggi esistono diversi procedimenti per l'arricchimento dell'uranio, alcuni dei quali stanno per entrare nella fase industriale. Voglio dire che oltre al procedimento della diffusione gassosa, indubbiamente il più sviluppato è quello utilizzato nell'impianto di Eurodif e che sarà utilizzato anche in quello di Coredif, esistono il procedimento dell'ultracentrifuga e quello dell'ugello supersonico messo a punto in Germania; ed è, infatti, una società tedesca, la STEAG di Essen, che offre impianti, basati su questo ugello supersonico, a scatola chiusa. Tutti avranno letto delle trattative in materia che erano in corso con il Brasile per la vendita di un tale impianto, trattative interrotte per l'intervento degli Stati Uniti, in quanto non era chiaro l'uso che il Brasile volesse farne.

Voglio dire che se l'impianto a diffusione gassosa è certamente il più sicuro e sviluppato, ha però la caratteristica di essere attuabile solo su taglia estremamente elevata e quindi di essere idoneo nei casi in cui diversi paesi si associano per la produzione di uranio arricchito. Ma qualora fosse necessaria una minore produzione oggi potrebbe essere utilizzato anche uno

degli altri sistemi sopra menzionati e in particolare quello dell'ugello supersonico. Grazie al lavoro che abbiamo svolto nel GIAU, ovviamente nell'ambito del CNEN e attraverso la collaborazione delle industrie per lo sviluppo dei vari componenti, l'industria italiana oggi è in grado di costruire totalmente o quasi i numerosi componenti di un impianto a diffusione gassosa e anche quelli di un impianto basato sull'utilizzazione dell'ugello supersonico. Qui si innesta il discorso delle commesse Eurodif. Il GIAU ha, tra l'altro, portato avanti due proposte per lo sviluppo di componenti tra i più qualificanti e remunerativi.

La prima riguarda i compressori che servono per Eurodif: le conoscenze acquisite hanno permesso ad un'industria italiana, il Nuovo Pignone, di ottenere la fornitura del 40 per cento dei compressori utilizzati nell'impianto; l'altra è quella delle barriere, come ha già anticipato il professor Colombo. Circa venti anni fa ho costruito con alcuni miei collaboratori la prima barriera per separazione isotopica e conosco quindi tutte le difficoltà che si incontrano in tale lavoro; in particolare, si devono risolvere i problemi del supporto delle barriere e quello relativo allo strato microporoso che viene steso sul supporto.

Risultati notevoli sono stati raggiunti nei laboratori Donegani della Montedison dove è stata realizzata una prima serie di barriere porose in materiale ceramico. Tali barriere sono state provate nei laboratori del CEA francese per gentile concessione di questo ente: a detta degli esperti francesi i campioni costruiti in Italia erano simili al tipo francese costruito alcuni anni fa e che erano stati montati sull'impianto militare di Pierrelatte.

Naturalmente non era possibile esprimere alcun giudizio sull'affidabilità delle barriere Montedison, vale a dire sulla capacità di funzionare ininterrottamente per un periodo dell'ordine di quattro cinque anni.

Debbo ricordare che i francesi consideravano e considerano ancora oggi uno dei maggiori segreti industriali i procedimenti per la costruzione dello strato microporoso che viene steso sul supporto. Il difetto del prodotto italiano consisteva dunque soprattutto nella scarsa affidabilità, in quanto, mentre le barriere attuali francesi funzionano perfettamente sull'impianto per un



periodo dell'ordine dei quattro anni, quelle italiane potevano vantare un buon funzionamento solo per pochi giorni. Ovviamente ciò rendeva a mio avviso estremamente difficile l'ottenere da parte dell'industria italiana una fornitura dell'intera barriera, pur rimanendo aperta la possibilità di ottenere una fornitura dei supporti (che dal punto di vista economico rappresentano l'affare più importante).

Non conosco i particolari dell'accordo, cui si è fatto cenno anche in questa sede, ma credo di poter affermare che i supporti delle barriere della Montedison siano tali da qualificare l'industria italiana ad ottenere la fornitura di una parte dei numerosi supporti richiesti dall'impianto.

Riguardo a Coredif, sempre attraverso il GIAU, si sta cercando di coordinare le varie attività di ricerca e sviluppo in modo da permettere all'industria italiana di raggiungere una maggiore qualificazione che le consenta di ottenere una percentuale maggiore di forniture anche dei componenti tecnicamente più qualificanti.

Vorrei ora riprendere i problemi, già accennati dal dottor Ferrari, dello scollamento fra la ricerca e l'utilizzazione industriale dei prodotti e dell'opportunità o meno che Coredif venga in Italia.

Il primo di questi problemi è molto serio e non è solamente italiano ma anche di molti altri paesi. Come esempio, posso dire che recentemente sono stato ospite per un periodo di due mesi dell'Accademia delle scienze sovietica e di aver constatato, nelle mie visite a vari laboratori, come anche in quel paese si verifici spesso una frattura fra gli istituti di ricerca dell'Accademia e quelli industriali di applicazione. Forse solo gli anglosassoni, in particolare gli americani, e in minor misura i tedeschi, riescono a superare queste difficoltà: si tratta di un problema che necessita di essere affrontato con molta cura e attenzione.

Veniamo ora al futuro impianto di Coredif. Premetto che da uno studio accurato di alcuni esperti si può rilevare che, sulla base del Piano energetico nazionale, e anche ammettendo nella attuazione di tale piano uno slittamento di due o tre anni, il fabbisogno di uranio arricchito per il nostro paese, nei prossimi venti anni, non potrà essere totalmente coperto dalla produzione di Eurodif e da quella eventuale di Coredif.

Anche con la costruzione di questo ultimo impianto si renderà pertanto necessario l'approvvigionamento di una frazione di uranio arricchito o attraverso l'acquisto da paesi produttori (USA e URSS) o attraverso la costruzione di nuovi impianti (nazionali o multinazionali).

Va inoltre ricordato in questo contesto come l'importazione di uranio arricchito sia diventata alquanto aleatoria e costosa.

Non mi dilungo sui vantaggi dell'installazione di Coredif in Italia: mi associo a quanto già detto in altri interventi e concordo col professor Ippolito nel sottolineare come un'eventuale costruzione di Coredif in Italia imponga anche la costruzione di quattro centrali nucleari che sarebbe altrimenti difficile realizzare. Si deve, infine, tener presente che un impianto di arricchimento trasforma del materiale greggio, come è l'uranio naturale, in un materiale pregiato con un alto contenuto tecnologico, per cui il vantaggio di avere in casa un impianto di questo genere risulta evidente.

La realizzazione di un impianto di arricchimento di Italia permetterà inoltre all'industria italiana di partecipare più direttamente a tutte le fasi della produzione dell'uranio arricchito. Se eviteranno così alcuni inconvenienti verificatisi nella partecipazione ad Eurodif: in questa impresa infatti, a mio avviso, non si è riusciti ad avere nella «sala dei bottoni» quella presenza italiana cui avevamo diritto e che avrebbe consentito la conoscenza dei punti più critici e qualificanti nelle varie fasi operative di un impianto complesso come quello per l'arricchimento dell'uranio.

Desidero terminare mettendo in risalto che il GIAU ha svolto una assai utile funzione dalla fine del 1967 ad oggi - tenendo ben 60 riunioni - nel riunire, in tutti questi anni, il CNEN, l'ENEL, la Confindustria, il FIEN e tutte le maggiori imprese nazionali. Esso ha permesso, con fondi limitati, l'inserimento dell'Italia sul piano europeo nel fondamentale settore dell'arricchimento dell'uranio. Pertanto, il documento del FIEN che abbiamo presentato suggerisce la costituzione di analoghi Gruppi per altri temi di preminente importanza nello sviluppo nucleare, che possono trarre grande utilità da un permanente scambio di idee e di informazioni e dallo studio di programmi comuni o coordinati.

BULLIO, *Segretario Generale del Forum italiano dell'energia nucleare*. Sono un avvocato a specializzazione internazionale e dal 1956 mi occupo delle applicazioni dell'energia nucleare per scopi industriali. Nel 1957 ho fondato il quindicinale *Atomo e Industria*, ora diffuso in tutto il mondo, che compie vent'anni di ininterrotta pubblicazione, e ne sono il direttore responsabile. Nel 1958, dopo un periodo quale consigliere speciale all'atto della creazione dell'EURATOM, ho promosso la fondazione del *Forum italiano dell'energia nucleare*, di cui da allora sono segretario generale. Successivamente, nel 1960, fui tra i promotori del *Forum atomique européen*, con sede a Parigi, che ora riunisce le analoghe associazioni di quindici Paesi d'Europa, divenendone il primo vice segretario generale. Nel 1961 creammo a Roma il Gruppo di contatto fra gli esperti in relazioni pubbliche nucleari (NPRCG - *Nuclear public relations contact group*) un club di carattere mondiale, di cui sono tuttora segretario. Nel 1969, infine, con altri giuristi fondammo il Centro italiano di studi di diritto dell'energia nucleare, di cui sono presidente.

Vorrei ricordare che vent'anni fa, nel 1956, quando cominciai ad occuparmi della materia, la prima cosa che appresi fu che la Banca mondiale stava effettuando uno studio per individuare il paese del mondo che, essendo altamente industrializzato ed al tempo stesso carente di proprie fonti energetiche, fosse il più adatto all'inserimento nella sua rete elettrica di una centrale nucleare. Tale studio indipendente arrivò alla conclusione che tali paesi erano due: il Giappone e l'Italia; se si arrivò al finanziamento da parte della Banca stessa di quella che fu poi la centrale del Gargliano, lo si deve principalmente al fatto che l'Italia ne aveva più bisogno del Giappone ed anche all'abilità del qui presente professor Felice Ippolito, allora segretario generale del CNEN.

Vorrei sottolineare che all'energia nucleare sono collegati enormi problemi industriali. L'altro giorno, il mio collega segretario generale del *Forum* tedesco (*Deutsches Atomforum*) mi raccontava che nella Repubblica Federale avendo disponibili, com'è noto, ampie riserve di carbone, avevano pensato, di fronte alle opposizioni locali nei riguardi degli impianti nucleari,

di costruire due gruppi da 1.000 MWe, alimentati, appunto, con il minerale. Hanno fatto tutti i calcoli ma, dovendo collocare i due gruppi in una regione distante qualche centinaia di chilometri dalle miniere, hanno scoperto che occorreva far partire dalla Ruhr, diretto alla centrale, un treno carico di carbone ogni sei minuti. In questa prospettiva, hanno scartato subito l'idea e sono tornati di nuovo a puntare sulla fonte nucleare, che anche colà rimane l'unica soluzione.

Vi sono, quindi, anche problemi di infrastrutture che giocano in favore dell'energia nucleare, oltre al costo del petrolio (soprattutto, per quanto riguarda l'Italia, sulla bilancia dei pagamenti) in rapporto al costo dell'uranio. Non mi dilungo su questo punto perché il documento presentato dal FIEN fornisce tutte le cifre.

Vi sono, poi, da considerare i problemi industriali di scala. Basti ricordare quello sollevato dai sindacati sul tondino di ferro per la centrale di Caorso. Tale tondino si è dovuto importare, infatti, malgrado l'Italia esporti tondino in tutto il mondo. Ma quello di Caorso, sempre per ragioni di sicurezza, ha un diametro di 57 millimetri e, quando ne è stata fatta richiesta ai fabbricanti di Brescia, questi hanno risposto che avrebbero fatto volentieri una fabbrica apposta per tale fornitura, ma volevano sapere quante centinaia o migliaia di tonnellate ne avrebbero potuto fornire... Vi sono, pertanto, problemi industriali che vanno affrontati con un programma di più centrali.

IPPOLITO, *Docente presso l'Università di Napoli*. E' la conseguenza delle «chiavi in mano».

BULLIO, *Segretario generale del Forum italiano dell'energia nucleare*. Vorrei anche aggiungere che l'industria italiana specializzata, che ho seguito passo passo dal 1958, dopo la fase iniziale affrontata con successo, ha dovuto aspettare molti anni per avere lavoro in campo nucleare e, se ha mantenuto parte delle sue strutture durante questi lunghi anni, lo deve soprattutto alle attività di esportazione ed alle iniziative promosse in sede internazionale e nel settore della ricerca e sviluppo. Anche ora, di fronte ad un programma elettronucleare che, finalmente, vede la luce, occor-

re rafforzare tali azioni di ricerca e sviluppo sia di carattere applicativo sia di tipo industriale e mi sia permesso di ricordare che, qualche anno fa, quando fu istituito il noto Fondo IMI per l'incentivazione della ricerca industriale, l'unica industria esclusa - perché, si disse allora, aveva altri canali cui rivolgersi - fu proprio quella nucleare.

Passando ad un altro argomento, quello che viene più sovente rinfacciato a chi è impegnato in campo nucleare, è il problema delle scorie radioattive, con particolare riguardo per quelle ad alto livello di radioattività che richiedono di essere isolate dall'ambiente per un lunghissimo periodo.

Ma sono stati sviluppati metodi, ora in via di perfezionamento tecnologico, per isolare permanentemente tali scorie, quando il loro ammontare sarà sufficientemente grande. Nei maggiori paesi ed anche in Italia, tale isolamento in formazioni geologicamente stabili, in miniere di sale od in argille, dopo vetrificazione ed incapsulamento, è tema che impegna molti scienziati e tecnici.

Si tratta, comunque, di quantità limitate. Negli Stati Uniti, un vostro collega parlamentare, il *congressman* Mike McCormack di Washington, che è anche un esperto nucleare, ha calcolato che da oggi al 2000 ogni cittadino americano dovrà attribuirsi per queste scorie, provenienti da tutti gli impianti esistenti o programmati, un piccolo cubetto di 4 centimetri di lato, dopo che tali rifiuti siano stati diluiti e poi solidificati nel vetro. Questi 250 milioni di cubetti, tanti potranno essere all'incirca gli abitanti degli USA nel 2000, entrerebbero agevolmente - precisa l'onorevole McCormack - in un campo regolamentare di *foot-ball* per un'altezza di 4 metri e, nel frattempo, mentre essi si accumuleranno, saranno pronti gli impianti per immagazzinarli permanentemente nelle viscere della terra.

Per l'Europa, si è calcolato che basterebbe una piscina di misura olimpica per collocare tutti i cubetti corrispondenti. Per l'Italia, poi, il problema è di misura molto minore, tale da far bastare il volume di una vasca per bambini...

Presentando al Congresso un *fac-simile* del suo cubetto, l'onorevole McCormack ha aggiunto che in paragone il cittadino medio degli Stati Uniti, in un periodo di 25

anni, produce quasi 30 tonnellate di rifiuti, di cui il 5 per cento non può essere assolutamente riciclato. Si tratta per ognuno di 1200-1500 chilogrammi e, ha concluso spiritosamente l'onorevole McCormack: «provate un po' a tenerli in una mano!».

Una parola, infine, sull'argomento delle multinazionali. Ho partecipato tre settimane fa alla Conferenza Internazionale di Washington che ha riunito tutti i *Forum* del mondo (i 15 europei e quelli del Canada, Giappone e Stati Uniti) oltre a due grandi Associazioni scientifiche: l'*American nuclear society* e la Società nucleare europea. Lì, appunto, mi è stato dato il fac-simile del cubetto dell'onorevole McCormack di cui parlavo dianzi. Ebbene, questa Conferenza mondiale mi ha indotto a dettare per il giornale *Atomo e Industria*, che dirigo, questo titolo: «La Conferenza Internazionale di Washington ha messo in risalto che oggi è l'Europa ad essere alla «guida dell'atomo». Infatti, dopo la nota dichiarazione del Presidente Ford dello scorso 28 ottobre ed in attesa che il nuovo Presidente Carter, il quale, tra l'altro, ha prestato servizio sui sottomarini nucleari, assuma i poteri il prossimo 20 gennaio (oltre al fatto che si aprirà una nuova legislatura del Congresso), negli Stati Uniti tutto è fermo, particolarmente nel nome della politica diretta verso la «non proliferazione».

A Washington, molti esponenti europei, in mezzo ad oltre 3000 americani che parlavano, oltre che della «non proliferazione», di «problemi insolubili del ritrattamento» e della «problematica del riciclo del plutonio», si guardavano tra loro, alquanto sbigottiti, domandandosi dove fossero capitati. Un acuto osservatore europeo ha notato che si tratta della consueta abitudine americana di trasferire sul piano internazionale i problemi non risolvibili su scala nazionale. Ma, comunque sia, oggi l'Europa è alla guida sia nel campo importantissimo dei reattori veloci sia in quello del ciclo del combustibile per i reattori provati, dall'arricchimento al ritrattamento. Dobbiamo, quindi, a mio avviso, saper giocare queste carte che abbiamo in mano, per poi poter meglio negoziare, eventualmente con lo stesso Governo americano e, in ogni caso, con le multinazionali che in America hanno sede, quando occorrerà sedersi al tavolo delle trattative.

CORTELLESA, *Direttore dell'ufficio coordinamento programmi del Gabinetto del Ministro della ricerca scientifica*. Vorrei premettere un problema di filosofia di fondo che non è stato toccato da coloro che hanno parlato prima di me.

Il problema dell'energia in Italia è il problema di utilizzare tutto ciò che è possibile utilizzare senza ragionare sui milioni o le decine di milioni di tonnellate di petrolio equivalente, con il gravissimo rischio di perdere di vista l'insieme del problema e fermarsi su alcuni comparti energetici e non su altri.

Gli insegnamenti che abbiamo in qualunque settore sono che si deve tentare di vedere cosa è possibile fare su tutto il fronte.

Non vorrei che, a livello delle decine e centinaia di milioni di tonnellate di petrolio equivalente, si decidesse da parte del Parlamento di avviare una politica energetica, trascurando le possibilità, piccole ma interessanti, esistenti.

L'energia è una cosa che serve sotto varie forme e sono sempre spaventato dall'equazione per cui tutta l'energia deve essere elettricità e tutta l'elettricità deve essere energia nucleare.

Nei prossimi 30 anni e forse più (gradirei essere smentito) la fonte essenziale di energia sarà il petrolio e il gas naturale. Non è vero, infatti, che il petrolio finirà tra 20 anni; il problema è solo di prezzo, cioè se potete accettare un prezzo maggiore di quello attuale.

Dobbiamo guardarci dall'affermare che non abbiamo bisogno di questa o quella fonte di energia. Come ho premesso, bisogna utilizzare tutto il possibile.

Non credo che sia fondata l'affermazione che il petrolio possa finire; si tratterà, ripeto, di utilizzarlo a seconda del prezzo e a seconda del costo delle altre fonti.

Un problema su cui vorrei richiamare l'attenzione dei parlamentari è quello della quota di elettricità nel futuro. Sono vere le stime per cui il 50 per cento, nel 2000, sarà sotto forma di elettricità? Sono vere le stime del Piano energetico italiano che dà una quota minore, pari al 30 per cento, nel 1990? Sono vere le stime di chi dice che se aboliamo gli usi termici della elettricità è possibile diminuire il totale di un 1 per cento?

Spero che gli onorevoli parlamentari si pongano queste domande poichè, siccome con l'energia nucleare si può fare operativamente solo energia elettrica, in base alle risposte date si potrà ottenere un parametro per calcolare lo sviluppo necessario della energia nucleare. Volevo dire, sempre in tema di filosofia di fondo, che il problema vero è quello della diversificazione delle fonti.

Usare carbone oggi vuol dire comprare energia da altri che non sono quelli che ci danno il petrolio: il piano energetico deve tenere conto di tutte le fonti possibili, valutandole in termini di politica energetica complessiva e non nei termini di una dia triba tra tecnici.

Con questo non voglio dire che i problemi tecnici siano di secondaria importanza, ma il punto nodale rimane quello di una politica di diversificazione delle fonti.

Nel caso in cui venissero sviluppati altri settori energetici, potremmo comprare uranio e carbone e vendere altri prodotti. Infatti, non si possono considerare, in un sistema aperto quale è il nostro, soltanto dei comparti energetici a sé stanti ed ignorare completamente i problemi del commercio con l'estero.

Desideravo poi dire qualcosa sul petrolio e sul gas che sono le materie prime che assicureranno, ancora per gli anni a venire, il rifornimento energetico. In particolare vorrei affrontare il problema della politica tariffaria e quello dell'uso di tali combustibili. Il problema di fondo delle tariffe petrolifere va risolto mediante la definizione di un sistema di determinazione delle tariffe dei prodotti petroliferi, per evitare una annuale negoziazione che, per altro, è già ben definita nei suoi estremi. La politica tariffaria andrebbe fissata una volta per tutte e seguita con costanza per anni. Non è possibile ammettere in un campo talmente importante continui mutamenti di linea politica.

Mi si potrebbe obiettare che, forse, sarebbe opportuno che tali mutamenti non si verificassero neppure in altri settori. Comunque, per quel che riguarda il sistema energetico, non bisognerebbe dimenticare che il tempo di costruzione di una centrale elettronucleare è pari a due legislature e che, pertanto, politicamente la definizione del Piano energetico - che non può non tener conto di questi tempi lunghi - è

particolarmente difficile. D'altra parte, è assolutamente necessario adottare una linea politica che sia durevole: se così non fosse i rischi che correremmo sarebbero davvero notevoli perchè si introdurrebbero dei continui cambiamenti in qualcosa che ha bisogno solo di certezze, anche a livello tariffario perchè, altrimenti, non è possibile portare avanti una coerente e fruttuosa politica industriale.

Riguardo al carbone, credo che tutti sappiano che la Comunità economica europea ha in animo di rivalutare questa fonte. So che l'Italia si è associata, con una minima quota, agli studi sulla gasificazione e sulla liquefazione. In questo campo, comunque, bisogna fare qualcosa di più, sempre nello spirito di quella diversificazione delle fonti di cui parlavo prima.

Vorrei, inoltre, ricordare l'assoluta necessità di portare avanti il discorso sul sistema integrato di gestione urbana al fine di risparmiare energia. Gli Stati Uniti ci insegnano che dare una spinta al sistema integrato urbano è un fatto particolarmente importante. L'Italia conta un unico esempio, quello di Brescia, in questo campo: è un fatto sicuramente lodevole, ma va generalizzato.

Per quel che riguarda l'energia solare, vorrei ricordare che esiste una legge sull'edilizia sperimentale scolastica che, all'articolo 7, prevede un finanziamento di 50 miliardi in cinque anni. Questa somma potrebbe essere utilizzata in parte per la sperimentazione solare in edifici pubblici, con l'applicazione di pannelli, nel momento della riprogettazione degli edifici stessi.

Una sperimentazione di questo tipo ci farebbe guadagnare abbastanza energia e avrebbe potuto, pertanto, benissimo essere prevista nel recentissimo piano edilizio. Il Governo, nel varare tale piano, ha accennato soltanto con poche frasi alla possibilità della sperimentazione solare. Forse, in sede parlamentare, converrà rendere più esplicito il discorso dell'utilizzazione delle tecniche solari in via sperimentale.

ALIVERTI. Al riguardo sono stati già completati degli appalti.

CORTELLESSA, *Direttore dell'Ufficio coordinamento programmi del Gabinetto del Ministro della ricerca scientifica*. Le posso fare un elenco preciso degli appalti,

però posso anche dirle che non sono stati fatti tenendo conto delle necessità di sperimentazione. Inoltre, le installazioni operate e gli appalti in corso non seguono i criteri della riprogettazione degli edifici in vista dell'utilizzazione dell'energia solare.

ALIVERTI. E' stato fatto un progetto nel quale è previsto un impianto di questo genere.

CORTELLESSA, *Direttore dell'Ufficio coordinamento programmi del Gabinetto del Ministro della ricerca scientifica*. Se si riuscisse a portare avanti una vera sperimentazione solare si andrebbe verso la costruzione di case «ad energia zero» come ne esistono in altri paesi a titolo sperimentale. Sono convinto che le iniziative italiane in corso siano molto importanti, però, si farebbe un grosso salto qualitativo se nella nuova legislazione venisse generalizzato il concetto della sperimentazione.

La mia opinione, ripeto, è che bisogna diversificare al massimo le fonti energetiche e in quest'ottica si colloca sicuramente un incremento della sperimentazione in generale.

Per quanto riguarda la geotermia concordo con quanto è stato detto fin'ora. Desidero soltanto aggiungere che, secondo me, bisognerà pur rendersi conto che, se durante i sondaggi si trova acqua calda e non vapore ad alta pressione per la produzione di energia, la prima deve comunque essere utilizzata. Non vorrei che si verificasse il caso di una richiusura delle trivellazioni solo perchè si era trovata acqua calda! In molti paesi anche dell'Europa occidentale l'acqua calda viene distribuita pure a distanze elevate.

Riguardo al discorso, che è stato appena sfiorato, della fusione nucleare, desidero dire che rimango dell'opinione che la fusione non è un problema dei prossimi anni. Dal punto di vista operativo, non esiste alcuna possibilità tecnica di avere un reattore a fusione che possa immettere energia nella rete a trent'anni da oggi almeno.

Non bisogna dimenticare che esistono dei tempi tecnici: se occorrono dieci anni per costruire una centrale nucleare con i reattori provati e tecnologie note, è ben immaginabile quanto sia lontana nel tempo la possibilità stessa di conoscer la fattibilità di tali reattori a fusione.

Il settore nucleare non figura tra quelli che beneficiano del fondo IMI per la ricerca applicata anche a causa della scarsità dei finanziamenti a disposizione entro tale fondo.

Desidero a questo punto attirare l'attenzione della Commissione sul problema dei costi. Quando si parla del costo di un programma nucleare è necessario tener conto di quanto su di esso grava la voce relativa allo smantellamento delle centrali. Il 9 dicembre scorso i ministri per l'ambiente della Comunità europea hanno approvato un nuovo programma di azione ambientale in cui figura un importantissimo capitolo dedicato al settore nucleare in cui c'è anche lo studio dello smantellamento dei reattori di cui sono evidenziati i costi estremamente elevati.

Riguardo al problema nucleare inteso in termini generali, va detto che Parlamento, Governo ed enti operanti nel settore hanno ognuno per proprio conto compiti importanti a cui devono corrispondere precise responsabilità. Sottolineo ciò, perché è opportuno evitare confusione di ruoli e di responsabilità. Se il ministro dell'industria, ad esempio, dovesse occuparsi anche delle scelte minute, ciò porterebbe ad una dannosa deresponsabilizzazione di quegli enti cui spetta il compito di compiere tali scelte.

Il problema della corretta attribuzione delle responsabilità è fondamentale: parte delle difficoltà riscontrabili nel settore sono infatti dovute all'esistenza di una diffusa deresponsabilizzazione.

Sono stato chiamato in causa nel corso della discussione, anche se non è stato fatto direttamente il mio nome, in rapporto al problema della centrale di Caorso. Sono stato infatti io a concedere l'intervista al settimanale *Panorama* ed ho ricevuto una strana risposta dall'ENEL che dispone evidentemente di una direzione generale che è un collettivo, in quanto non si firma.

Il problema dell'inquinamento termico è grave ed io sono dell'opinione che ci si sarebbe dovuti mettere al sicuro per quanto riguarda la centrale di Caorso. Vedremo poi quanto tempo sarà necessario tenere ferma la centrale per non aver rispettato le disposizioni in materia di inquinamento o, peggio, se ci sarà chiesto di passare sopra alle preoccupazioni dicendo che c'è assoluta necessità di produrre energia elettrica.

Riguardo alle strutture tecniche dell'ENEL, devo dire che sono del parere che sarebbe stato necessario attuare rispetto ad esse una politica di espansione ben diversa. Meglio sarebbe stato spendere meno in pubblicità e di più per le strutture; sembrerebbe infatti che le spese effettuate dall'ENEL per la pubblicità siano superiori a quelle effettuate per le strutture.

Per quanto riguarda il problema di Coredif ed Eurodif, desidero sottolineare come non esiste più una filosofia del giusto ritorno delle commesse. Essa, inoltre, quando è stata applicata, ha prodotto consistenti guasti, perché, invece di infondere una spinta a battere sul piano tecnico la concorrenza degli altri paesi, ci ha portato a raccogliere soltanto quanto gli altri avevano scartato.

Il nostro paese, in ogni caso, ha sviluppato intese internazionali e deve sforzarsi di raggiungere la migliore qualificazione tecnica possibile per poter partecipare vantaggiosamente ed efficacemente alla realizzazione di tali intese. Da questo punto di vista ritengo sarebbe conveniente realizzare Coredif in Italia, perché ciò significherebbe poter contare su qualche cosa di più rispetto ai semplici ritorni in termini monetari. Ritengo che non dovremmo assoggettarci troppo facilmente all'idea che il nostro paese non è in grado di offrire idonee localizzazioni per impianti dell'importanza di Coredif.

Desidero poi sottolineare come il problema dello sviluppo della ricerca sia in Italia estremamente pressante. E' presente in quest'aula l'onorevole Bucalossi che ha recentemente ricoperto la carica di ministro competente per il settore della ricerca e che certamente ha potuto toccare con mano in quali gravi difficoltà versa attualmente nel nostro paese il settore della ricerca.

Per quel che riguarda un problema di più stretta pertinenza del Parlamento, penso che gli onorevoli deputati non si dorranno se faccio un invito, come cittadino, a vedere quanta necessità di normativa esista nel settore energetico. Dalla necessità di incentivare la specializzazione nei vari comparti e quella di chiarire i ruoli dei singoli enti come quelli di coloro che devono occuparsi dei singoli settori, si riscontra un grave problema di legislazione. So che in Italia c'è spesso la tendenza a voler

risolvere tutto per via legislativa, ma in questo caso particolare del settore energetico devo dire che non si può confidare sulla attuale legislazione.

Da ultimo vorrei attirare l'attenzione sul problema ambientale. Mentre conosciamo quale sia la responsabilità unica, per fortuna, fuori d'Italia, per trattare il problema ambientale in campo europeo, quando torniamo in Italia dopo aver firmato intese europee magari della portata di un programma pluriennale, ci troviamo di fronte una miriade di disposizioni che devono essere riportate ad unità se non si vuole dar luogo a nuove molteplici difficoltà nel campo energetico anche per quel che riguarda il problema ambientale.

Mi scuso, signor Presidente, per la mia prolissità, ma avevo veramente molte cose da dire.

**PRESIDENTE.** La ringrazio. Poiché vedo che il tempo stringe mentre ancora cinque dei nostri ospiti devono prendere la parola e poiché, d'altra parte, desidereremmo arrivare alla conclusione di questa importante ed interessante audizione, pregherei tutti di essere, nei loro interventi, quanto più possibile stringati ed incisivi.

**STOPPINI, Professore di fisica generale all'Università di Pisa, membro del Consiglio di amministrazione e della giunta esecutiva del CNEN.** Per essere veramente schematico dovrei soltanto presentare una lista dei problemi di natura essenzialmente politica, illustrandone il significato e qualche possibile soluzione. Credo necessario, però, un discorso un po' più ampio soprattutto per ragioni di chiarezza.

Do' per scontato, innanzi tutto, che il piano nucleare per l'Italia sia ormai qualcosa di acquisito, intendendo per questo che sia decisa l'installazione a breve termine, di un certo numero di centrali nucleari; per quanto riguarda il numero preciso ed i tempi di realizzazione non credo che possano ormai essere quelli previsti nella delibera del CIPE.

L'obiettivo a breve termine che il piano si prefigge è quello, abbastanza ovvio, di diminuire lo squilibrio della bilancia dei pagamenti e mitigare il monopolio petrolifero nella produzione di energia elettrica (diversificazione delle fonti). Vi sono poi gli obiettivi a lungo termine: il primo è quello

di raggiungere una sostanziale autonomia di approvvigionamento energetico; il secondo quello di sviluppare contemporaneamente una industria nucleare capace di penetrare sui mercati mondiali e di inserirsi nel nuovo processo di innovazione tecnologica, quello nucleare, che ormai sta sviluppandosi su scala mondiale. La potenza nucleare installata nell'area politica dell'OCSE nel 1985 supererà i 500 mila megawatt (con un volume di ordine di circa 120.000 MW distribuiti nei prossimi 3-4 anni) e questo dimostra che quello delle centrali è un mercato di ampie dimensioni: è perciò giusto che un paese come il nostro, se vuole mantenere la sua dimensione di paese industriale si preoccupi di inserirsi nel nuovo processo produttivo.

L'obiettivo dell'autonomia potrebbe essere raggiunto sostituendo le centrali a combustibili fossili con centrali nucleari dotate di reattori veloci alimentati dal plutonio; ci sono anche altre possibilità, sempre con la fissione, come quella di riesumare il ciclo uranio-torio da impiegare nel reattore CANDU così da realizzare un reattore, termico autosostenentesi.

Si tratta, comunque, di arrivare intorno al 2000 quando la commercializzazione di questo tipo di reattori potrà rappresentare un fatto concreto: esiste così un intervallo da riempire tra l'immediato, che non potrà non essere quello dell'acqua leggera, ed il futuro lontano, quello del reattore autosostenentesi. (Aprendo una piccola parentesi vorrei dire che io personalmente sono favorevole al reattore veloce al sodio; ho voluto solo far rilevare l'importanza che può avere lo sviluppo dell'*advanced fuel cycle*, una problematica originata anche dall'opposizione politica di Ford, e successivamente di Carter, alla utilizzazione del plutonio).

Nel periodo intermedio, di inizio certo ma di termine impreciso, occorre perseguire l'ottimizzazione del combustibile certamente ottenibile sia attraverso la possibilità di aumentare lo sfruttamento dell'uranio riciclando il plutonio nei reattori termici, sia attraverso un'altra possibilità interessante, quella di produrre plutonio in maniera più abbondante (circa il doppio a parità di energia prodotta) con i reattori ad acqua pesante.

Ma tutto dipenderà dal momento in cui sarà matura la tecnologia del reattore velo-

ce autofertilizzante in grado di produrre tanto combustibile fissile quanto ne consuma: per un programma di reattori veloci accelerato e cospicuo, sarà meglio disporre di un certo numero di reattori ad acqua pesante; mentre un programma rallentato sui veloci renderebbe non necessarie le centrali CANDU. In ogni caso la sperimentazione sui reattori veloci richiederà grande disponibilità di plutonio. L'incertezza sul tempo di penetrazione dei reattori autofertilizzanti non consente una decisione, oggi, sulla strategia a medio termine e quindi sulla tecnologia dei reattori ad acqua pesante sulla quale conviene, però, rimanga aperta una opzione.

Le valutazioni tecnico-economiche non consentono, in conclusione, di definire una strategia a lungo termine: tutto ciò che si può concludere è che per gli ordini fino al 1979-1980 non è tecnicamente necessaria una tecnologia aggiuntiva a quella dei LWR (le versioni PWR e BWR sono equivalenti sul piano tecnico-economico), mentre gli ordini successivi dovranno tener conto delle evoluzioni della tecnologia. Il problema però, deve essere esaminato anche alla luce del secondo obiettivo a lungo termine, quello cioè, dello sviluppo industriale. Per questo conviene citare dati non ancora ricordati in questa sede. Oggi in commercio nel mondo ci sono sostanzialmente tre tipi di reattori - forse quattro se contiamo anche quello della *Babcock and Wilcock* - i due tipi ad acqua leggera, bollente o pressurizzata, ed il tipo ad acqua pesante: questi impianti vengono offerti dalle case-madri americane e canadesi, ma non dimentichiamo che soltanto in Europa ci sono almeno la tedesca KWU, la francese *Framatome*, la svedese *ASEA-atom* e le case costruttrici inglesi, che offrono indipendentemente ed in concorrenza tra loro sistemi completi LWR e con licenza GE, *Westinghouse* e BWR, e che nel complesso sul mercato mondiale operano circa 20 costruttori. La prima ha poi una struttura ed uno scopo sociale del tutto simili alla «monostruttura integrata» che l'IRI si sta preparando a mettere insieme per l'offerta dell'isola nucleare. Per quanto riguarda le esperienze di impianto di queste quattro organizzazioni possiamo dire che al 1.1.1976 la KWU aveva ottenuto ordini per complessivo 30.000 megawatt, la *Framatome* di 18.000 e l'*ASEA* di 6.000.

L'industria italiana (*Ansaldo meccanica nucleare* ed *Elettronucleare Italiana*) ha ottenuto finora commesse per circa 5000 megawatt ma, mettendo insieme tutta la capacità produttiva dell'industria elettromeccanica, potrebbe potenzialmente arrivare ad 8.000 megawatt installati all'anno. Secondo i dati OCSE da qui al 1979 si dovrebbero concretizzare ordini complessivi per circa 120.000 megawatt dei quali solo circa 40 verranno richiesti da paesi fuori dell'Europa occidentale e diversi da USA e Canada. Tenuto conto che il mercato europeo è già congelato, si tratta di poca cosa di fronte a circa 20 costruttori. Per un monopolio dei «quattro grandi» europei, rappresenterebbe poco più di 2000 MW per anno e per gruppo. In particolare, per quanto riguarda l'Italia, grazie alla politica del tutto petrolio degli ultimi anni, l'industria nazionale è l'ultima ad entrare in un mercato già fortemente occupato.

In conclusione, la previsione della domanda LWR a breve termine è alta, ma il mercato è fortemente occupato; la previsione della domanda di HWR a breve termine non è alta mentre il mercato per queste centrali è sostanzialmente libero: dunque neanche una politica industriale a medio termine, se orientata esclusivamente all'obiettivo della offerta di sistemi completi, può dare elementi per la scelta di una filiera.

Se, però, ci si vuole assicurare l'accesso al più ampio mercato, conviene orientare la capacità produttiva italiana sullo sviluppo di componenti facendolo guidare da gruppi di ingegneria dei sistemi. Questi gruppi potrebbero accumulare l'esperienza necessaria nell'attuazione del piano italiano acquisendo, attraverso accordi internazionali, le conoscenze già acquisite da altri. Essi agirebbero da tramite per la capacità manifatturiera della nostra industria agli sviluppi già conseguiti in altri paesi.

Lo sviluppo e la standardizzazione di particolari componenti potrebbe dare, a breve termine, risultati di rilievo a patto che vi siano accordi fra la nostra industria e le industrie licenziatarie o industrie che hanno già acquisito la licenza: in altre parole uno scambio tra le diverse capacità di ingegneria ed un coordinamento dello sviluppo di tipo componentistico che potrebbe aprire gli stessi mercati USA (che sono i più interessanti), perchè l'industria italia-



na non sarebbe allora concorrente ma collaboratrice.

Il problema della monofiliera come necessità per lo sviluppo industriale a breve termine diventa così inconsistente ed improponibile; la cosiddetta «gestione attiva delle licenze» va attuata attraverso una politica di alleanza e di accordi internazionali (è interessante l'accordo con la società di ingegneria ASEA svedese) che miri non solo all'offerta del sistema completo ma anche di ogni sua singola parte; e se ci si pone in questa ottica si vede subito che il mercato di componenti più interessante a medio termine è quello relativo ai sistemi LWR e che la massima apertura si avrà se si sarà in grado di concretizzare una offerta di componenti relative ad ambedue le versioni PWR e BWR.

Si pone il problema se è possibile ed opportuno convivere con ambedue le versioni o se viceversa non si debba operare una scelta ben precisa. Premesso che non è mai conveniente dichiarare pubblicamente ed a priori la volontà di una scelta precisa (se non altro per ragioni commerciali data la posizione italiana di fronte alle aziende licenziatarie), occorre considerare quanto segue: 1) le aree di sovrapposizione tecnologica fra BWR della GE e PWR della Westinghouse sono così estese da poter considerare i due impianti come una tecnologia unica; 2) in Italia, data la mancanza di esperienza, non è possibile una analisi di sicurezza autonoma e l'accordo fra NRC (USA) e CNEN garantisce l'identica documentazione per ambedue gli impianti; 3) la standardizzazione nucleare non ha bisogno di produzioni di grande serie; 4) in diversi paesi occidentali sono stati adottati impianti dei due tipi. Non vi sono dunque, almeno *a priori*, da aspettarsi ritardi o inconvenienti nel distribuire gli impianti a breve termine fra le due versioni.

Qui si apre il problema della struttura più idonea per raggiungere questo obiettivo, ma preferisco rinviarlo per illustrare un'ulteriore possibilità legata al fatto che l'industria nucleare non riguarda soltanto le centrali ma anche gli impianti dove si chiude il ciclo del combustibile: è una fase importante perchè senza la chiusura del ciclo del combustibile non vi è convenienza nell'energia nucleare.

In questo settore esiste ampio spazio

per iniziative industriali ed in questo particolare momento ci si trova in una fase particolarmente favorevole, soprattutto per il riprocessamento, poichè negli Stati Uniti (e in altri paesi) si sta sviluppando una forte opposizione alla lavorazione del plutonio.

Vi sono state, al riguardo, anche dichiarazioni a livello presidenziale e poichè il Presidente Carter non potrà venire meno agli impegni assunti in campagna elettorale, occorreranno alcuni anni per un reinserimento degli USA al livello industriale nel settore del plutonio. Soprattutto nel riprocessamento si sono, così, creati ampi spazi per iniziative industriali.

Naturalmente anche iniziative industriali nel settore del ciclo del combustibile implicano anche la ricerca di alleanze e l'ampliamento dei rapporti internazionali; in particolare il riprocessamento implica il dovere di lavorare nell'ambito del trattato di non proliferazione, il coordinamento con il Club di Londra, i rapporti con la *United Reprocessor*.

Occorre ricordare che sulla capacità di riprocessamento è fondata la possibilità di perseguire la strategia del plutonio, la penetrazione dei reattori veloci ed il necessario sviluppo industriale.

Per quanto riguarda l'arricchimento dell'uranio, vi è una tabella nella prima pagina del progetto Coredif nella quale si mostra come presumibilmente nel 1990 la domanda non coperta di uranio arricchito sarà pari a 5 volte, circa, la capacità dello stabilimento di Eurodif. Ciò equivale ad un investimento potenziale di 12 mila miliardi di lire attuali senza tener conto delle centrali che dovranno alimentare gli stabilimenti.

Sotto questo punto di vista l'Italia che è uno dei paesi che ha aderito per prima ad Eurodif potrà essere fra le protagoniste industriali di questa vicenda purchè si dia una struttura di tipo completamente diverso da quello esistente. A questo fine il CNEN sta maturando la proposta di una società di ingegneria per gli impianti di arricchimento dell'uranio avente per obiettivo anche l'autonoma realizzazione di stabilimenti completi: si noti che i paesi produttori di uranio preferiranno esportare uranio arricchito piuttosto che quello naturale.

Per completare l'analisi del ciclo del

combustibile meriterebbe considerazione la tecnologia dei servizi relativi al trattamento e stoccaggio dei rifiuti. Ma su questo problema mi limito a segnalare un aspetto singolare della situazione italiana e cioè la tendenza ad escludere i costi dei servizi dalle valutazioni economiche relative alla produzione di energia; come se si stesse pianificando di attribuirne ad imprese pubbliche separate i costi ed i benefici.

In conclusione e contrariamente a quello che riguarda l'offerta di sistemi completi di produzione di energia elettrica sia nel ciclo del combustibile che nella componentistica ci sarebbe un ampio spazio per iniziative industriali che, in breve tempo, senza necessariamente essere sottoposte alle forche caudine dell'acquisizione delle licenze e addirittura attraverso uno sviluppo autonomo, potrebbero condurre alla creazione di una struttura che operi sul mercato mondiale non escluso il mercato di «origine», quello USA (che è il più interessante).

Per questo non solo vi è da risolvere il problema di offrire prodotti con accettabile contenuto tecnologico ma anche quello di abbassare i costi di produzione, sui quali non trascurabili sono i costi di funzionamento legati alla particolare struttura gestionale di molte aziende.

Per quanto riguarda il contenuto tecnologico, questo non potrà essere altro che il prodotto di un programma di ricerca e sviluppo che dovrà essere impostato sulla base dello spazio di sviluppo realmente lasciato dalle aziende licenzianti (un esponente di una di esse ha dichiarato di non aver bisogno della ricerca italiana); verificato questo occorre stabilire quale frazione del costo di R & D deve gravare sulla finanza pubblica; infine va riconsiderato l'assetto istituzionale dell'ente di ricerca dello Stato per adeguarlo a compiti ben diversi da quelli degli enti di ricerca fondamentale.

Da questa conclusione può prendere l'avvio una discussione sulla committenza e sul ruolo dei diversi protagonisti della politica industriale, cioè sulla struttura generale.

Una politica che si ponesse l'obiettivo dell'offerta di sistemi nucleari provati anche all'estero ed in modo autonomo, non può vedere assegnata all'ENEL la funzione di architetto industriale, a meno che

non mutino radicalmente la legge istitutiva, i metodi e le strutture dell'Ente di Stato (si dovrebbe adottare una struttura tipo EdF francese).

Una politica industriale che si pone come obiettivo lo sviluppo e l'offerta all'estero di componenti può fondarsi su una struttura in cui l'ENEL (così come è oggi) svolge la funzione di architetto industriale ma a tre condizioni:

a) che gli accordi internazionali necessari siano gestiti da organismi diversi dall'ENEL;

b) che il sottosistema isola nucleare venga affidato ad una struttura industriale qualificata (o facilmente qualificabile) capace di gestire l'intero processo industriale dall'ingegneria alla manifattura;

c) che si verifichi quanto la committenza ENEL per l'isola convenzionale risente dalle esigenze strettamente aziendalistiche (eccessive garanzie, struttura di assistenza troppo complessa, metodi di gestione poco avanzati), esigenze che di norma costituiscono un ostacolo alla qualificazione del prodotto su un mercato già occupato da una non trascurabile concorrenza.

Su questo tema vi è ancora il problema della distribuzione del lavoro, cioè il problema delle sub-commesse che dovranno prendere le mosse dall'imprenditore generale. Per quanto riguarda l'isola nucleare, *main contractor* sarà la società di ingegneria del punto b); per quanto riguarda l'isola convenzionale imprenditore generale sarà l'ENEL. Occorre però prendere nota del fatto che in tecnologia nucleare la qualità del prodotto (anche per alcune componenti convenzionali e sicuramente per alcune parti del BONI) dovrà essere superiore a quella relativa a componenti di impianti tradizionali: così le aziende coinvolte non potranno essere quelle solite a meno di non premettere attività di riqualificazione (introduzione della normativa ASME). Dunque l'imprenditore ENEL, all'atto della distribuzione delle sub-commesse, si troverà di fronte al problema della qualificazione, che sarà particolarmente importante per le piccole e medie industrie.

E' un problema che ha due possibili soluzioni:

a) l'ENEL adatta le commesse alla qualità produttiva delle aziende prescelte: questo è il caso di più semplice attuazione e più semplicemente accettabile dall'azienda

ma non produce effetti di miglioramento industriale;

b) l'ENEL persegue una politica di qualificazione delle aziende minori: allora si pone il problema della distribuzione dei costi.

In particolare, nel secondo caso, dovrà essere deciso in quale misura i costi della qualificazione delle aziende e capitale privato dovranno gravare sul bilancio dello Stato, anzi su quale capitolo ed in quale connessione con i finanziamenti destinati alla ristrutturazione industriale.

Tornando al problema di partenza mi pare impossibile definire una strategia *a priori* al di là di una scelta dell'acqua leggera a breve termine e della logica del plutonio a lungo termine.

Per quanto riguarda il medio termine bisogna lasciare la possibilità di poter scegliere successivamente e non solo sulla base di dati tecnici ma anche sulla base di contrattazioni e di negoziazioni (infatti si potrebbe scambiare con il Canada un impegno sulla commercializzazione del reattore HWR).

Questa conclusione pone però due problemi, il primo dei quali è la creazione di un organismo con la delega ad impostare negoziati, concludere accordi, cambiare ed aggiustare la strategia a seconda delle condizioni al contorno. Il secondo quello di un organismo con l'autorità di coordinare le azioni dei diversi operatori del settore nucleare e di controllarne e modificarne la gestione, anche finanziaria. Oggi in Italia esiste lo scollamento più completo (ad esempio, dopo le polemiche connesse alle commesse industriali di Eurodif, al CNEN si era pensato di controllare l'adesione a Coredif per strappare condizioni migliori per l'industria italiana).

C'era potere contrattuale poichè al Governo francese, che anche per Eurodif era associato al capitale iraniano, interessava molto, anche per ragioni politiche interne, la copertura politica di una grande democrazia come quella italiana. Però, nello stesso tempo in cui il CNEN, d'accordo con il ministro dell'industria, cercava di rinviare l'adesione a Coredif per aprire lo spazio ad una contrattazione, senza alcun preavviso l'AGIP Nucleare dava un assenso acritico, indebolendo del tutto l'azione in corso.

Oggi l'ENI e l'IRI dipendono dal Mini-

sterio delle partecipazioni statali mentre l'ENEL ed il CNEN sono sottoposti alla vigilanza del Ministero dell'industria. Nello stesso tempo ogni accordo internazionale cade sotto il controllo del Ministero degli esteri. Ognuno degli organismi nominati tende ad attuare una politica aziendale che impone a ciascuno il rigetto degli oneri e l'acquisizione dei benefici, indipendentemente dal fatto che in ogni caso gli oneri saranno a complessivo carico dello Stato.

Gli organismi sopra proposti possono essere diversi o coincidenti ma quello di procedere all'unificazione è un passo estremamente importante, altrimenti in Italia non sarà mai possibile seguire una strategia, nemmeno se rigidamente prestabilita.

Per quanto riguarda la direzione politica e la verifica della congruità della gestione agli indirizzi politici, questo spetta al Parlamento, che si deve anche far carico del problema di una revisione delle leggi e degli aspetti istituzionali degli organismi che operano nel settore dell'energia, adeguandoli agli obiettivi ed eliminando le contraddizioni interne (per esempio l'articolo 2 della legge istitutiva dell'ENEL è contrario a qualunque forma di elasticità di strategia poichè, imponendo l'esecuzione di gare di appalto da farsi secondo legge, vanifica qualunque strategia decisa *a priori*).

Bisogna valutare se rinunciare a certe garanzie di carattere formale o se introdurre la possibilità di procedere per trattativa privata, sotto le direttive del CIPE o della Presidenza del Consiglio o di una Commissione parlamentare. In modo simile spetta al Parlamento rivedere e coordinare tutta la normativa dell'approvazione degli impianti per la protezione dell'ambiente e della popolazione, cioè il decreto n. 185.

Da questo punto di vista, la ricorrente proposta di separare il CNEN dagli organi di sicurezza (proposta vecchia di più di un decennio) sarebbe *a priori* ragionevole come dimostra anche la decisione USA di costruire ERDA e NRC separate. Si ponga, però, mente al fatto che in Italia, come già detto, non esiste una precedente esperienza impiantistica: chi fa l'analisi di sicurezza di una centrale, oggi, fa poco più che un lavoro ripetitivo attraverso un confronto fra la normativa fornita dall'NRC ed i progetti del costruttore (che, peraltro,

è lo stesso che in USA ha interagito con l'NRC per concordare quella normativa).

Isolare le attività di sicurezza a questo stadio significa accettare l'idea di un organismo che, a lungo tempo, assume caratteristiche puramente burocratiche (tipo l'ANCC eccetera): e questo potrebbe porre l'industria italiana in condizioni di inferiorità e subordinate al momento della penetrazione commerciale di nuovi prodotti come i reattori veloci. Se separazione deve esservi, essa va realizzata gradualmente dopo un periodo intermedio in cui per scambio di competenze con i settori industriale e della ricerca si è costruito un patrimonio di esperienza tale da consentire sviluppi autonomi. Si tenga infine conto del fatto che un separato organismo di sicurezza autonomo se non è solo burocratico ha sempre bisogno di strutture di ricerca e laboratori per i controlli: l'NRC ha un bilancio complessivo superiore a 150 miliardi di lire annue. Bisogna ben considerare se tale duplicazione di strutture è realmente necessaria o se non vi sono alternative.

Un ultimo commento su Eurodif e Coredif. Eurodif entrerà in funzione agli inizi del 1982, porrà in lavorazione circa 18.500 tonnellate di uranio naturale ogni anno e produrrà circa 3.800 tonnellate di uranio arricchito, al 2,5 per cento per ogni anno. L'Italia dovrà inviare ad Eurodif circa 4500 tonnellate di Unat/anno e potrà ritirare 950 tonnellate di uranio arricchito/anno. Una centrale da 1000 MW usa U arr. in misura di 32 tonnellate/anno se PWR e 40 tonnellate/anno se BWR: Eurodif può dunque alimentare circa 30 centrali da 1000 MW.

La partecipazione al progetto Eurodif costerà all'Italia complessivamente 500 miliardi pagati in circa 10 anni: i benefici sono rappresentati, oltre dall'uranio arricchito, da: *a)* commesse alle industrie italiane per circa 300 miliardi (nonostante le difficoltà la Nuovo Pignone ha avuto occupazione assicurata per circa 1000 dipendenti per 4 anni); *b)* da dividendi derivati dagli utili ottenuti dalla cessione di uranio arricchito a terzi (Giappone ed altri) e che dal 1985 ammonteranno a circa 100 miliardi annui (quota italiana stimata a lire attuali).

L'Eurodif sta impiegando, nella fase di realizzazione (circa 8 anni) da 5000 a 6000 dipendenti francesi: a regime avrà circa

2000 dipendenti. Questi i dati salienti di Eurodif dai quali si può dedurre quanto necessario per le decisioni su Coredif. Occorre soltanto aggiungere che tra qualche anno il poter fornire uranio arricchito agevolerà l'esportazione di centrali e di componenti dell'isola nucleare. Per quanto riguarda la localizzazione si tengano presenti gli aspetti economici ma non si trascuri l'importanza strategica e di politica industriale rappresentata dall'aver lo stabilimento in territorio nazionale. Infine si tenga conto di quale potrà essere l'effetto promozionale sull'industria nazionale dallo avere realizzato «in casa» un tale stabilimento con riguardo alle iniziative successive (benefici economici ritardati).

Per quanto riguarda la probabilità di riuscire ad ottenere questo scopo si noti: *a)* il potere contrattuale dato all'Italia dalla particolare composizione politica dei soci; *b)* lo stabilimento Eurodif sarebbe oggi a Montalto di Castro se l'ENEL fosse stato in grado di poter fornire l'energia elettrica necessaria.

Occorre però essere in grado di fornire le stesse agevolazioni (fiscali ed altre) che la Francia getta sul piatto della bilancia.

Infine si noti che le riserve uranifere dell'AGIP sono, a tutt'oggi di soltanto 12000 tonnellate: sufficienti ad alimentare soltanto i primi 3 anni di funzionamento di Eurodif.

VACCA', *Direttore dell'Istituto di economia delle fonti di energia dell'Università Bocconi di Milano*. Sono un esperto di problemi energetici ma non come tecnico, bensì come economista.

L'istituto che dirigo, a differenza di altri, attua, da almeno tre anni, una attiva collaborazione e integrazione tra tecnologi ed economisti. Il mio compito credo sia di illustrare ai parlamentari presenti il modo per orientarsi politicamente, in quanto il loro ruolo è decisionale e politico e quindi mi pare che indugiare eccessivamente su aspetti e opzioni tecnologiche, che comportano spazi notevoli di opinabilità, può non sortire alcun affetto utile.

Il professor Ippolito ha detto che occorre distinguere e non confondere una tecnologia con un fornitore, nel senso che ogni tecnologia può avere più di un fornitore. Benissimo, però il problema che sorge è quello di vedere se esiste una alternativa al

rapporto di licenza con le imprese multinazionali statunitensi che consenta, almeno in prospettiva, di essere più garantiti quanto alla nostra necessaria crescita tecnologica.

Ritengo che la risposta a questo interrogativo non sia facile, perchè purtroppo in questi ultimi tempi ci siamo abituati ad impostazioni di bandiera e a considerare i rapporti di licenza con le imprese multinazionali come inevitabili rapporti di dipendenza e i rapporti di collaborazione con le imprese «nucleari» europee come rapporti di reale collaborazione e partecipazione fra pari e quindi tali da consentirci una reale crescita ed autonomia tecnologica.

Ritengo che questo sia un punto estremamente importante da chiarire e non lo si può fare se non con una attenta verifica e con una trattativa (anche fra governi), volta ad accertare quali siano le reali condizioni di disponibilità delle imprese americane e di quelle europee in una prospettiva di confronto tra le diverse alternative che ci possono essere concretamente offerte.

Ritengo che sia quanto meno mistificatorio sostenere che se ci si muove in una certa direzione (quella europea) sia pregiudizialmente un fatto positivo, negativo se in diversa direzione (quella americana).

D'altra parte, se noi riteniamo che sia necessario effettuare una fase di accertamento, mi chiedo se tale fase di accertamento della reale convenienza a muoversi in una direzione piuttosto che in un'altra sia materia da discutere preventivamente nell'ambito parlamentare.

Sono invece convinto che sia materia di competenza del Parlamento la definizione dell'impegno quantitativo da assumere in campo nucleare rispetto agli impegni da assumere in altri settori.

Ripeto, pertanto, che - a mio modo di vedere - la scelta del fornitore e di una filiera è un problema che coinvolge la realtà nella quale esistono zone di riservatezza, ed esigenze di decisioni rapide, che richiedono l'intervento del Governo, al quale va anche consentito un ampio margine di discrezionalità nella concreta gestione dei rapporti con le forze imprenditoriali.

Pensare che un intervento parlamentare possa effettivamente meglio garantirci sulla convenienza e sul contenuto di tali rapporti, è per me una illusione che trascura il

fatto che non tutti gli aspetti possono essere evidenziati, in quanto si opera nel contesto di una economia sostanzialmente capitalistica. Non bisogna dimenticare che dobbiamo stabilire dei rapporti con centri imprenditoriali capitalistici che si muovono in una logica competitiva, alla ricerca del profitto. Pensare di poter analizzare *a priori* tutte le diverse condizioni che giustificano una scelta piuttosto che un'altra e che possano formare oggetto di un approfondito esame del Parlamento, può contribuire a vanificare quella impostazione dei rapporti secondo criteri di convenienza e di interesse nazionale che tutti hanno proposto e consigliato. Per quanto riguarda la committenza desidero dire che, pur essendo il problema tutt'altro che definito, non bisogna eccedere in astrattezza.

#### Presidenza del vicepresidente Aliverti

VACCA', *Direttore dell'Istituto di economia delle fonti di energia dell'Università Bocconi di Milano*. Ammesso che un tipo di committenza che privilegi l'ENEL, sia più conveniente, bisogna stabilire se quest'ultimo voglia assumere questo incarico e se sia in grado di svolgere il ruolo di architetto ingegnere industriale per l'intera centrale. Si tratta di problemi la cui soluzione è quasi data per scontata, mentre, invece, così non è.

Ho l'impressione che il problema non vada visto soltanto nei termini astratti di una convenienza in tema di costi: da questo punto di vista è chiaro che l'assunzione da parte dell'ENEL della funzione di architetto industriale è una soluzione conveniente. Ripeto, però, che è necessario accertare la reale capacità dell'ente di Stato di svolgere questa funzione e questo anche in considerazione del fatto che la direzione dell'ENEL, al contrario dei sindacati dell'ENEL, manifesta una notevole resistenza ad assumere una completa responsabilità di architetto industriale per l'intera centrale nucleare.

Se si insiste nel portare avanti una impostazione del genere, cioè quella che privilegia l'aspetto della convenienza aziendale che privilegia i costi che i fornitori dell'ENEL possono praticare, si corre il rischio di dar vita ad un rapporto di committenza che potrebbe rivelarsi alquanto pregiudizievole sotto il profilo della cresci-

ta di autonomia tecnologica e della tempestività della costruzione delle centrali.

Vorrei precisare, in riferimento a quanto detto dal professor Ferrari, che, pur essendo certo che anche per quanto concerne le centrali termoelettriche convenzionali si dà una rilevante incidenza di rapporti di licenza, non bisogna però dimenticare cosa sta dentro il rapporto di licenza. Non è possibile, infatti, paragonare il contenuto e la capacità di gestire il rapporto di licenza da parte dell'industria nazionale nel settore delle centrali convenzionali, con il modo di gestire, o di non gestire, tale rapporto in campo nucleare.

Si tratta di un problema molto importante. La Francia opera ancora su licenza per le centrali nucleari, però credere che l'Italia, che opera su licenza Westinghouse (ancora inutilizzata) e su licenza General Electric (con la quale è stata realizzata la centrale di Caorso), abbia oggi la capacità di gestire i rapporti di licenza, pervenendo al grado di autonomia conseguito in Francia, è veramente fuori dalla realtà.

La nostra capacità di produrre componenti per centrali convenzionali è ancora coperta da licenza: il problema importante è però quello di andare a vedere se sotto l'involucro della licenza vi è una capacità di instaurare dei rapporti sostanzialmente diversi da quelli esistenti nel nucleare, cioè se esiste una reale capacità di gestire attivamente il rapporto di licenza così da disporre di una reale autonomia commerciale.

Per quel che riguarda il problema dell'arricchimento dell'uranio è stato chiesto, da parte dei commissari, se è conveniente o meno aderire a Coredif. Dico subito che se non si aderisse, o meglio se non si fosse, in linea di principio, già verificata una forma di adesione, l'Italia per una serie di considerazioni che si riferiscono alla sua partecipazione ad Eurodif correrebbe gravi rischi.

Innanzitutto vedrebbe di fatto ridimensionata la sua partecipazione azionaria ad Eurodif. Riduzione che, al momento, potrebbe non essere pericolosa dato che esiste un accordo, valido fino al 1990, che stabilisce che l'Italia ha il diritto di ritirare una quantità di servizio di arricchimento in proporzione alla sua attuale partecipazione azionaria che è del 25 per cento. Ora non

sottoscrivendo e non partecipando con nostri capitali a Coredif, la nostra partecipazione azionaria in Eurodif si ridurrebbe grosso modo al 10 per cento. In questo caso potremmo correre il rischio, intorno al 1990 - quando probabilmente si avrà più bisogno di uranio arricchito - di trovarci nelle condizioni di dover subire un ridimensionamento della nostra quota di servizio di arricchimento dal 25 per cento al 10 per cento e di non poter accampare alcun diritto su Coredif, se non quello di un qualsiasi contraente che va alla ricerca di un fornitore sul mercato.

Per quale motivo ci siamo venuti a trovare in queste condizioni? In sostanza perché l'esperienza di Eurodif non rispetta una logica di collaborazione di tipo politico-statale, o politico-governativa (anche per una nostra grave carenza), per cui quel che è rimasto in piedi non è altro che una logica economico-privatistica a noi sfavorevole.

In questo senso è giusto quanto ha ricordato il collega Stoppini, cioè che bisogna riconoscere che esistono fondati motivi per sostenere che questi rapporti non andavano gestiti soltanto in chiave economico-privatistica, ma anche in chiave di rapporti politici fra governi.

E' emblematico, in questo senso, il fatto che quelle poche volte che il Governo italiano, tramite il nostro ambasciatore in Francia, ha richiamato l'attenzione del governo francese sul fatto che Eurodif era un'intesa fra Stati e non soltanto un affare fra «privati», si è trovato di fronte a giustificazioni inaccettabili, come quella che il governo francese non poteva intervenire per modificare il comportamento degli enti francesi interessati a Eurodif, per non violare la loro autonomia e quindi limitare lo spazio d'azione e di discrezionalità dei dirigenti delle imprese francesi.

Sappiamo che lo sviluppo nucleare rappresenta un'alternativa che dobbiamo entro certi limiti necessariamente seguire e sappiamo anche come essa rivesta un'importanza politica di estremo rilievo. Non dobbiamo nasconderci poichè, come dimostrano le più recenti vicende del sistema economico internazionale, quei paesi che sono oggi deboli o dipendenti sia in campo alimentare, soprattutto per quanto riguarda le risorse di base, sia in campo energetico

non possono illudersi di poter fare progressi in sede di divisione internazionale del lavoro e quindi anche in sede di programmazione del loro sviluppo industriale. Tali paesi non dispongono di capacità politiche ed economiche autonome per indirizzare il loro sviluppo economico, perché sono alla mercè delle altre nazioni per quanto riguarda il soddisfacimento dei loro fabbisogni alimentari ed energetici.

Alla luce di tali considerazioni appare chiaro come collaborazioni di tipo quelle possibili in Eurodif e Coredif rappresentino una forma di rapporto che deve essere gestita in modo da raggiungere l'indipendenza del Paese. Esse rappresentano un'occasione per giocare contropartite politiche, cioè sono le sedi in cui, al di là di una logica economica strettamente privatistica, è possibile assumere le proprie scelte rispetto a quelle di altri paesi.

Riguardo al fatto che convenga o meno realizzare Coredif in Italia, sono del parere - l'argomento sarà oggetto di ampia discussione domani, nel corso di un seminario di esperti che si svolgerà alla Bocconi - che sia necessario insistere perché la scelta cada sul nostro paese. E' necessario insistere, anche se ragionevolmente possiamo prevedere che difficilmente l'impianto sarà localizzato in Italia, perché questo è l'unico modo per potere ottenere un rafforzamento della nostra capacità di contrattazione che ci consenta di instaurare un tipo di rapporto a noi favorevole, specie per quanto concerne la partecipazione dell'industria italiana alla fornitura di componenti.

E' stato detto molto su come i francesi hanno gestito le nostre commesse riguardanti Eurodif, ma altrettanto si potrebbe dire su come non abbia saputo gestirle il nostro paese.

Sono queste le cose che il Parlamento deve discutere, e non tanto per insistere sulla scelta della filiera, che rappresenta certamente un problema importante, ma che rischia di fare perdere al nostro paese tempo prezioso, escludendolo da decisioni importanti alle quali invece è necessario che partecipi insieme con i suoi *partners*.

**PRESIDENTE.** La ringrazio per il suo intervento, professor Vaccà. Ella ha fatto alcuni accenni al potere politico ed io desi-

dero ricordare che in materia esiste una delibera del CIPE che risale al 23 dicembre 1975 che contiene precise indicazioni per quanto riguarda le filiere. Non abbiamo perso tempo, dunque; semmai altri ci hanno costretto a perderlo, perché, quando sono state rese note le decisioni del CIPE, si è scatenata nel paese una violenta polemica. Se abbiamo perso un anno di tempo, questo è accaduto perché la grande maggioranza dei tecnici ha trovato da ridire in merito alla decisione del CIPE.

**PIERANTONI, Docente presso l'Università di Bologna.** Desidero prima di tutto richiamare l'attenzione della Commissione su alcuni dati statistici. Mentre nel nostro paese si continua a discutere, gli americani producono energia elettrica nelle centrali elettronucleari ad un costo (1,2 cents/kwh) che è pari ad un terzo di quello delle centrali ad olio combustibile (3,4 cents/Kwh).

E' questo il primo punto che vorrei mettere come premessa al mio intervento.

Il secondo è un discorso generale che si riallaccia a quanto detto dal professor Vaccà a proposito della coerenza. Come tecnico mi è capitato a volte di trovarmi in difficoltà per il fatto che i politici spesso dicono una cosa e poi ne fanno un'altra.

Siamo tutti d'accordo sul fatto che si debba ridurre il *deficit* della bilancia dei pagamenti, ma poi nel settore energetico si sono perduti due anni senza fare niente. In ogni caso non ci si deve dimenticare che il *deficit* petrolifero aumenterà in modo spaventoso anche se fosse realizzato il piano del ministro, definito faraonico. Infatti anche con questo piano nel 1985 l'importazione di petrolio aumenterà di circa settanta milioni di tonnellate; verrà cioè quasi raddoppiata passando dagli attuali novanta a centosessanta milioni di tonnellate.

Siamo tutti d'accordo che in Italia si deve favorire lo sviluppo di una industria nucleare, ma si fa una legge per la sicurezza degli impianti nucleari che rende praticamente impossibile realizzare in Italia centrali che non siano l'esatta duplicazione di impianti già in esercizio negli USA.

Sempre a proposito di coerenza vorrei accennare al Sulcis. Se si vuole sfruttare questo bacino carbonifero non si deve dimenticare che esso produce carbone con il

7 per cento di zolfo. E se si vuole usare questo carbone nelle centrali dell'ENEL bisogna anche pensare a come tirar fuori dai guai i dirigenti dell'ENEL che verrebbero incriminati per aver violato la legge sugli inquinamenti.

Tutti dicono anche che si deve potenziare il lavoro di ricerca e sviluppo, ma poi si mette il CNEN negli enti parastatali per essere sicuri che non riesca a fare fronte ai suoi compiti.

Ancora un'osservazione sempre a proposito di coerenza: si parla di voler ridurre la dipendenza dell'Italia dalle conoscenze estere, ma poi si fa in modo che il nostro paese sia l'unico che prende una licenza doppia per ogni tipo di reattore che fa. Nell'ambito del tanto conclamato accordo ENI-IRI le licenze dell'IRI (prima carica) verranno prese anche dall'ENI (ricariche). Il fatto che il maggior onere sia solo 200.000 \$ per ogni tipo di centrale non cambia la sostanza.

Sempre per parlare di coerenza va fatta un'ultima considerazione: il Parlamento deve decidere se le sue leggi vanno rispettate o no. La legge n. 880 del 1973 e la legge n. 393 del 1975 vengono praticamente disattese, in particolare dalle regioni. Che cosa aspetta il Parlamento a riconoscere che non può imporre alle regioni la sua volontà? Non si possono aspettare degli anni. Le cose non vanno male solo per le centrali nucleari, ma anche per le centrali ad olio combustibile. La legge n. 880 del 1973 prevedeva la realizzazione di un certo numero di centrali ad olio combustibile localizzate in posti precisi: oggi, dopo due anni, per oltre la metà di esse deve ancora essere iniziata la costruzione. O si è in grado di imporre il rispetto di una legge o questa legge va cambiata, altrimenti si perde solo tempo.

A mio avviso si è parlato troppo di monofiliera e di problemi tecnici. Il problema energetico non è stato causato dai tecnici che si sono messi a discutere dopo che il CIPE aveva preso la sua decisione, ma è dovuto al fatto che l'ENEL è senza soldi; e finchè non avrete risolto questo problema e non avrete trovato il modo per adeguare le tariffe dell'ENEL ai costi reali e togliere fuori l'ente dalla spirale dei debiti, non ci sarà alcuna possibilità di azione per un ente che oggi ha solo la prospettiva di

veder aumentare il proprio deficit. Per fare le centrali nucleari ci vogliono finanziamenti assicurati, e quindi il bilancio dell'ENEL deve essere posto in condizione di far fronte agli impegni; finchè, invece, l'ente nazionale elettrico si troverà nella condizione di avere debiti a breve scadenza sui quali paga altissimi interessi, non ci saranno speranze di fare centrali nucleari.

Per finire vorrei dire che non si può sostenere che la situazione dell'energia nucleare non è oggi matura per operare una scelta. La maturità l'hanno già dimostrata la Francia e la Repubblica federale tedesca. La loro è stata anche una scelta dolorosa perchè per concentrarsi su una monofiliera hanno dovuto rescindere dei contratti già avviati ed hanno anche pagato delle penali. Mi sembra che alla Breda ci sia ancora un *vessel* di un reattore BWR che non verrà più costruito. Mentre la Germania e la Francia hanno già da tempo ritenuto che fosse opportuno concentrarsi su un unico tipo di filiera, l'Italia si perde ancora in dissertazioni teoriche.

#### Presidenza del Presidente Fortuna

PIERANTONI, *Docente presso l'Università di Bologna*. Se si vuole sviluppare un'industria che sia competitiva a livello internazionale bisogna fare da quattro a sei centrali ogni anno (su licenza); si tratta di una cifra che circola ovunque e sulla quale si sono basati i francesi. Se vogliamo avere un'industria nucleare nazionale anche in Italia bisognerebbe quindi orientarsi verso un'impresa che lavorasse in modo competitivo su licenza concentrandosi su di un'unica filiera. La soluzione migliore mi sembra quella cui ha accennato già il collega Pinchera, cioè fare una gara aperta a tutti per la caldaia nucleare nella quale si tenga conto anche degli investimenti che si intendono fare e delle condizioni che vengono offerte dalla casa licenziante.

E' inutile farsi sommergere da volumi di documentazioni e veline. Senza precisi impegni non è possibile arrivare ad alcuna conclusione; al contrario attraverso il meccanismo di una gara, che chieda alle ditte di fare un'offerta per le prime quattro centrali e di pronunciarsi sullo sconto che sono disposte a fare per le centrali succes-



sive, si ricorrerebbe né più né meno al metodo classico utilizzato tutte le volte che si è voluto decidere a favore di una sola filiera.

L'ultimo punto che mi sembra molto importante è quello del ritrattamento. Punto chiave del programma elettronucleare in Italia sarà un impianto di ritrattamento, unica garanzia per avere veramente un ciclo chiuso. Non si può varare un programma elettronucleare senza un adeguato impianto di ritrattamento.

A questo riguardo vorrei sottolineare che gli Stati Uniti hanno cominciato ad avere preoccupazione sulla proliferazione delle bombe atomiche solo quando hanno cominciato a perdere le gare (Iran, Brasile). Infatti per venti anni gli Stati Uniti, senza alcun problema, hanno regalato o venduto a tutto il mondo dei reattori di ricerca ad uranio arricchito al 93 per cento con il quale si possono fare delle bombe che sono migliori di quelle che si fanno con il plutonio prodotto nei reattori ad acqua leggera senza avere la necessità di disporre della tecnologia del plutonio. Essendo ad uranio 235 non richiedono per la loro fabbricazione di disporre di costosi laboratori, a tenuta alfa, per la lavorazione del plutonio.

*CROATTO, Docente presso l'Università di Padova.* Sono professore di chimica e direttore dell'Istituto di chimica generale e del centro di chimica nucleare nell'università di Padova; dirigo inoltre il laboratorio di chimica e tecnologia dei radioelementi del Consiglio nazionale delle ricerche.

Le ricerche in cui siamo attualmente impegnati riguardano l'estrazione dell'uranio dal mare, la separazione isotopica dell'uranio per via fotochimica a mezzo laser e dell'idrogeno per via gascromatografica, la chimica del plutonio.

Prima di esporre agli onorevoli parlamentari della Commissione la mia relazione nei suoi argomenti di maggior rilievo, vorrei riprendere brevemente qualche questione già trattata oggi da altri colleghi.

La valutazione in 20 anni della disponibilità delle risorse petrolifere nel mondo appare troppo pessimistica se si tiene conto che attualmente il consumo di petrolio viene quasi compensato dal contemporaneo

aumento della sua disponibilità a seguito delle scoperte di nuovi giacimenti.

La valutazione di disponibilità di energia geotermica appare invece troppo ottimistica. In linea di principio qualunque risorsa energetica è utilizzabile purché non superi la condizione limite di richiedere un costo di energia per poter venir utilizzata che sia superiore a quella che poi produce; è chiaro però che in pratica conviene utilizzare per ora solo le risorse più convenienti in termini di costo sia energetico che economico.

Come giudichiamo vantaggioso sfruttare per ora solo le risorse materiali più convenienti dal punto di vista dei costi estrattivi e non consideriamo quelle che si trovano in zone difficilmente accessibili, in condizioni di bassa concentrazione o comunque in materiali che richiedono trattamenti costosi, così dobbiamo riconoscere l'opportunità di attingere per ora solo alle risorse energetiche più convenienti e tra queste non possiamo certo includere le geotermiche. Durante una recente visita a Larderello ho avuto modo di constatare che la locale centrale geotermoelettrica dell'ENEL lavora già ai limiti di sfruttamento: aumentando ulteriormente il flusso del vapore, cade la pressione. Certo si potrà considerare lo sfruttamento geotermico di altre zone del paese, ma una analisi economica dei progetti mostrerà, a mio avviso, la non competitività di questa risorsa con le altre oggi utilizzabili.

Per l'utilizzazione dell'energia solare, infine, ricordo che oggi una centrale elioelettrica da 1000 megawatt funzionante con utilizzo dell'energia radiante come sorgente di calore, si deve sviluppare su ben 42 chilometri quadrati di terreno con costi elevatissimi di impianto, esercizio e manutenzione e conseguenti costi proibitivi del chilowattora elettrico.

*ALIVERTI.* Le ipotesi sono per centrali da 5 megawatt.

*CROATTO, Docente presso l'Università di Padova.* Se, onorevole Aliverti, scendiamo a centrali della potenza di soli 5 megawatt, il costo del chilowattora elettrico cresce ulteriormente.

La produzione di energia elettrica da quella solare è oggi accettabile solo per

imprese per la quali il fine giustifica i mezzi, come per i satelliti spaziali nel quale caso, tra l'altro, si sfruttano le celle solari (cioè la conversione diretta dell'energia radiante in energia elettrica) che sono ancora meno accettabili in termini di economia energetica; attualmente l'energia spesa per la loro realizzazione viene recuperata solo in vent'anni di funzionamento.

Pienamente valida ed importante nel bilancio energetico nazionale è invece l'utilizzazione dell'energia solare come fonte di riscaldamento urbano, dove i costi di manutenzione o non esistono perchè il servizio viene effettuato dagli stessi utenti, o sono dello stesso ordine di grandezza di quelli già in atto per il riscaldamento con combustibili fossili.

Passo ora ad esporre agli onorevoli parlamentari la parte principale della mia relazione, articolata su argomenti che ritengo utili per le scelte politiche relative alla produzione industriale dell'energia elettrica, tema questo di importanza preminente.

1) L'ubicazione delle centrali con combustibili sia fossili (petrolio, carbone, gas naturali) che fissili (uranio e/o plutonio), mi scuso per il bisticcio di parole, dovrebbe essere sempre (ma lo è stato solo in parte) in zone costiere. Infatti, l'utilizzazione dell'acqua marina, in luogo di quella fluviale, come fluido refrigerante nel ciclo del vapore, provoca danni da inquinamento termico molto minori e dal punto di vista della biologia marina la condizione è ulteriormente avvantaggiata se si tratta di mari profondi dove la fertilità è molto inferiore a quella dei mari poco profondi. L'ubicazione poi su zone insulari offre ulteriori evidenti vantaggi dal punto di vista della sicurezza e dell'impatto ecologico.

2) La convenienza delle centrali nucleoelettriche rispetto a quelle termoelettriche viene evidenziata da considerazioni sui costi dell'energia e sulla disponibilità e condizioni di approvvigionamento delle materie prime.

Lo scorso anno ho pubblicato insieme ad un collaboratore, sul periodico veneto *Scienza e lavoro*, uno studio analitico, di cui consegno qui copia, sul costo del chilowattora elettrico nelle due alternative, i cui risultati si possono riassumere nella tabella

che sarà allegata agli atti dell'indagine conoscitiva.

I dati sono riferiti al febbraio 1975 ma chiaramente sono tuttora validi a meno di un fattore correttivo di aggiornamento. La centrale nucleoelettrica considerata è una ad ossido di uranio isotopicamente arricchito al 2,7 per cento, ma sostanzialmente i dati sono validi anche per una ad ossido di uranio naturale. Infatti il combustibile naturale ha per chilogrammo un costo (1975) dell'ordine di 17.000 lire ed una resa (*burn up*) di 6 megawattgiorno, mentre quello arricchito ha per chilogrammo un costo dell'ordine di 170.000 lire ed una resa di 30 megawattgiorno. Si ha cioè col combustibile arricchito un costo circa 10 volte maggiore contro un fattore di resa solo 5 volte maggiore; un ulteriore addizionale fattore di guadagno 5 si realizza però poi con questo combustibile attraverso minori spese di impianto, esercizio e manutenzione dovuto alla maggiore compattezza della centrale cosicché agli effetti economici, trasferendo tali minori spese a favore del combustibile, la situazione risulta nei due casi approssimativamente la stessa.

Come è evidenziato nella tabella, il costo (1975) di produzione del chilowattora elettrico risulta di sole 10,2 lire con combustibile nucleare contro 15,3 lire con combustibile fossile.

Ma vi sono altri due punti fondamentali a favore dell'energia nucleoelettrica.

2. a) Consideriamo il costo dei combustibili riferendoci a quelle quote insopprimibili che incidono negativamente sulla bilancia dei pagamenti, cioè a quelle relative all'approvvigionamento delle risorse energetiche dall'estero. Ci riferiamo perciò ai costi del minerale di uranio e del petrolio greggio e non a quelli delle lavorazioni successive che già si eseguono, o comunque si potranno seguire in Italia.

Tali lavorazioni successive riguardano essenzialmente l'uranio in quanto quelle del petrolio greggio interessano e vanno conteggiate sui prodotti petroliferi pregiati che vengono estratti e non sulla frazione destinata alla produzione industriale di energia.

Sui costi globali del chilowattora elettrico il combustibile incide (1975) per i minerali di uranio con sole 0,4 lire e per il petrolio con ben 11,1 lire. Di conseguenza

se, ad esempio, il prezzo dei due combustibili dovesse raddoppiare, l'aumento del costo del chilowattora elettrico con il primo salirebbe soltanto da 10,2 a 10,6 lire e con il secondo da 15,3 a ben 26,4 lire.

2. b) Consideriamo ora il peso dei due combustibili consumati. Per produrre un chilowattora elettrico si consuma per fissione 137 milionesimi di grammo di uranio 235 e si consuma per cattura neutronica radiativa ed altro circa un ulteriore 20 per cento cosicchè il consumo totale di uranio 235 sale a 165 milionesimi di grammo. Tale quantità è contenuta in 6,1 millesimi di grammo di uranio arricchito al 2,7 per cento od in 23,2 millesimi di grammo di uranio naturale contro ben 215 grammi di combustibile fossile.

Da quanto riportato in 2.a) e 2.b) si ha che, ad esempio, una centrale da 1000 megawatt elettrici consuma in una giornata di funzionamento per fissione 3,30 chilogrammi di uranio 235 e globalmente 3,96 chilogrammi (quest'ultimo contenuto in 146,6 chilogrammi di uranio arricchito al 2,7 per cento od in 557,5 chilogrammi di uranio naturale) il cui costo (come minerale) ammonta a circa 9,5 milioni di lire (1975), contro 5110 tonnellate di prodotti petroliferi, il cui costo ammonta a circa 266 milioni di lire (1975).

A titolo di esempio tutta la produzione di energia elettrica dell'ENEL del 1972, pari a 100 miliardi di chilowattora, si sarebbe prodotta con l'importazione di 2320 tonnellate di uranio allo stato di minerale con pagamento all'estero di circa 40 miliardi di lire (1975), od in alternativa con l'importazione di 21,5 milioni di tonnellate di petrolio con un pagamento all'estero di ben 1120 miliardi di lire (1975).

In conclusione, a pari energia elettrica prodotta, l'uranio naturale consumato pesa rispetto al petrolio circa 10 mila volte di meno (circa un milione di volte di meno se riferito al puro combustibile uranio 235) e costa 28 volte di meno.

Quando poi entreranno in funzione i reattori nucleari veloci, i quali fissionano tutto l'uranio e non soltanto l'isotopo 235, la resa dell'uranio, tenuto conto dello sfruttamento in pratica non completo del combustibile, crescerà di un fattore circa 100, cioè l'energia prodotta da una data quantità di uranio naturale sarà 100 volte

maggiore di quella attuale. In queste condizioni l'incidenza del combustibile sul costo del chilowattora elettrico scenderà da 0,4 lire a 0,004 soltanto, sempre con riferimento al 1975.

Ciò significherà poter sfruttare minerali molto più poveri o più difficilmente accessibili sul pianeta spendendo per l'estrazione 100 volte di più senza cambiare l'incidenza attuale della materia prima uranio (0,4 lire) sul costo del chilowattora elettrico.

In tal caso anche il peso di uranio naturale richiesto per produrre un chilowattora elettrico scenderà di 100 volte e cioè da 23,2 millesimi di grammo a 0,232 millesimi di grammo contro il 215 grammi di combustibile fossile.

Nel già citato caso del consumo dei combustibili per i 100 miliardi di chilowattora prodotti dall'ENEL nel 1972, nelle nuove condizioni si avrà soltanto 23,2 tonnellate di uranio naturale contro 21,5 milioni di tonnellate di petrolio. Da ciò emerge la ragionevole possibilità, sia economica che di ingombro, di provvedere a creare sul territorio nazionale delle adeguate scorte di minerali di uranio (tra l'altro materiali solidi facilmente conservabili e non inquinanti), come del resto ha già fatto la Francia.

La possibilità di spendere molto di più per l'estrazione dell'uranio sia per la bassa incidenza che ciò comporta sul costo totale del chilowattora, sia perchè i reattori nucleari veloci consumeranno, a pari energia prodotta, 100 volte meno uranio naturale, è anche di fondamentale importanza per svincolare paesi non detentori di grossi giacimenti di uranio dal monopolio attuale. Infatti vi è la concreta prospettiva di poter lavorare minerali poveri, i quali sono molto più diffusi sull'intera crosta terrestre, e sino anche pensare all'estrazione dell'uranio disciolto nel mare.

L'acqua marina contiene mediamente 3,3 microgrammi di uranio per litro sotto forma di anione tricarbonato, ovvero 3,3 tonnellate per chilometro cubo; globalmente il mare, il cui volume è di 1,3 miliardi di chilometri cubi, contiene quindi la fantastica quantità di 4,3 miliardi di tonnellate di uranio. Vari paesi tra cui Inghilterra, Germania, Unione Sovietica e Giappone, stanno affrontando il problema ed anche in

Italia la ricerca si svolge nei nostri laboratori di Padova, come ho detto in apertura. Le tecnologie sono basate sull'uso di opportuni materiali inorganici, organici o biologici atti a fissare e concentrare l'uranio.

Valutazioni economiche in proposito formulate in vari paesi assumono ragionevolmente la possibilità tecnica di estrazioni di uranio dal mare a costi relativamente assai modesti ed economicamente accettabili. Ciò anche per la circostanza favorevole che, a differenza delle miniere, questo deposito ovviamente non richiede la costosa spesa di frantumazione del minerale.

In genere il problema di far fluire l'acqua di mare sul materiale estraente non è rilevante data la possibilità di sfruttare il moto delle maree o delle correnti. Tuttavia merita qui menzionare la circostanza che l'acqua di mare che transita come fluido refrigerante nelle centrali nucleoelettriche odierne contiene uranio naturale in quantità circa 100 volte minore di quello che viene contemporaneamente consumato (espresso pure come uranio naturale). Di conseguenza, con i reattori nucleari veloci, in cui, a parità di energia prodotta, l'uranio naturale richiesto sarà 100 volte minore, si raggiungerà la condizione che la quantità di uranio naturale consumato sarà la stessa contenuta nell'acqua di mare di raffreddamento e quindi in tale prospettiva le spese di pompaggio non incideranno sui costi estrattivi e si potrà realizzare eventualmente l'autosufficienza di ogni centrale nell'approvvigionamento del combustibile, a a parte la «prima carica».

3.) L'impatto ecologico e la pericolosità delle centrali nucleoelettriche, poi, necessitano un ridimensionamento rispetto a quella che l'opinione corrente, sia valutandoli nella loro reale portata che comparandoli con quelli delle centrali termoelettriche.

Come già detto, una centrale odierna da 1000 megawatt elettrici di potenza impiega nelle giornate lavorative circa 146,6 chilogrammi di uranio arricchito al 2,7 per cento o 557,5 di uranio naturale, ma di essi ne fissiona soltanto circa 3,30 chilogrammi che producono praticamente altrettanti rifiuti altamente radioattivi costituiti da prodotti di fissione e loro derivati. Questi rifiuti si trovano insieme a grandi quantità di uranio e/o plutonio e, a seguito del trattamento chimico di recupero di questi

ultimi, restano in soluzioni più o meno voluminose che devono venir conservate, per centinaia di anni e più, in condizioni di sicurezza umana ed ecologica e lo stesso vale per parti dell'impianto andate fuori uso e contaminate o rese radioattive dall'irraggiamento subito.

Voler conservare queste soluzioni come tali costituisce un'indubbio grosso problema per i grandi volumi, per la natura fluida e per la presenza contemporanea di vari radioisotopi con differente grado e tipo di pericolosità e con elevate dosi globali di radiazioni.

Ma vi sono varie altre possibilità valide per risolvere il problema. Tra queste menziono la separazione chimica dei vari elementi radioattivi presenti, in modo da eliminare prodotti non radioattivi ed ottenere rifiuti solidi differenziati per natura chimica e conservabili ciascuno nel modo più opportuno dato anche il loro modesto volume (in un anno lavorativo di 7000 ore il volume globale annuo di rifiuti radioattivi di una centrale da 1000 megawatt elettrici non supera alcune centinaia di litri).

Il problema della pericolosità dei rifiuti delle centrali nucleoelettriche è di due tipi: per la radioattività, cioè per i danni da irraggiamento ionizzante «esterno» esercitato sulle persone presenti nell'ambiente circostante e per la radiotossicità, cioè per il rischio di ingestione di quelle sostanze radioattive che vengono poi trattenute per tempi molto lunghi in particolari organi del corpo e quindi per i danni da prolungato irraggiamento ionizzante «interno» esercitato sulle persone.

I rifiuti delle centrali nucleoelettriche sono costituiti da circa 200 radioisotopi appartenenti a 35 elementi chimici (dallo zinco al gadolinio). Di questi una parte ha radioattività di vita breve, e come tale di nessuna rilevanza dopo trascorso un certo tempo, cosicché gli elementi da considerare si riducono ad una decina soltanto. Di questi ultimi molti non vengono trattenuti negli organismi (e quindi i loro radioisotopi non sono radiotossici) e devono venir conservati solo per il rischio di irraggiamento ionizzante esterno e pochissimi sono i radiotossici. Essi sono sostanzialmente gli stessi presi in considerazione nel *fall out* radioattivo delle esplosioni nucleari: principalmente stronzio 90 e cesio 137.

Il fenomeno della radiotossicità è in effetti il solo veramente insidioso agli effetti della sicurezza e protezione umana ed ecologica in campo nucleare perchè, se tali materiali vengono dispersi in ambiente acquoso, sono soggetti poi a fenomeni di riconcentrazione ed accumulo biologico che cresce progressivamente col risalire della catena biologica fino agli animali superiori, uomo compreso.

Pochi componenti dei rifiuti radioattivi (iodio, cripto e xeno) si liberano in fase aeriforme ma, data la breve vita del primo e l'inerzia chimica (e quindi non radiotossicità) degli altri, possono venir immessi direttamente nell'atmosfera oppure immobilizzati come solidi (su sali di argento il primo e su carbone attivo o gele di silice tenuti a bassa temperatura gli altri due).

Polveri radioattive sospese nell'atmosfera vengono infine trattenute con opportuni filtri pure da conservare per tempi lunghi.

Le considerazioni qui esposte evidenziano la possibilità di provvedere ai rifiuti radioattivi delle centrali nucleoelettriche in modo pienamente soddisfacente dal punto di vista della sicurezza umana ed ecologica.

Merita infine ricordare che le centrali nucleoelettriche presentano pericolosità e danni ecologici di gran lunga inferiori a quelli di molte altre attività industriali ed a quelli delle stesse centrali termoelettriche.

A titolo di esempio, la centrale termoelettrica di Porto Tolle di 5120 megawatt elettrici di potenza, quando entrerà in piena funzione, usando gasolio al 4 per cento di zolfo, produrrà per ogni giornata di attività oltre 2000 tonnellate al giorno di anidride solforosa aeriforme la quale, se ossidata completamente, formerà oltre 3000 tonnellate al giorno di acido solforico nebulizzato nell'atmosfera con danni rilevanti alle popolazioni ed anche alle opere d'arte esposte nei centri abitati, Venezia inclusa. A questo vanno aggiunti altri prodotti aeriformi dannosi: ossidi di azoto e di carbonio ed idrocarburi incombusti.

In relazione alla pericolosità dei materiali radioattivi mi sia permesso anche segnalare che talune norme vigenti sono ingiustificatamente restrittive e direi grottesche.

Un primo esempio: le norme di sicurez-

za nella manipolazione di composti dell'uranio. Esse comportano l'obbligo, per chi le manipola, di un controllo periodico del contenuto di uranio nelle urine per evitare ingestioni di dosi eccessive. D'altra parte un'acqua potabile resta tale se il suo contenuto in uranio è nel limite di ben 1 grammo per litro. Anzi dal punto di vista della radioattività tale concentrazione potrebbe essere ancora più alta ma il predetto limite discende da considerazioni di tossicità chimica e non radioattiva dell'uranio. In altre parole, un individuo, che in media beve 2,4 litri di acqua al giorno, può ingerire per tutta la vita 2,4 grammi di uranio al giorno senza danni. Di conseguenza il controllo delle urine presume una tesi assurda che chi lavora con l'uranio possa inavvertitamente ingerire più di 2,4 grammi di uranio al giorno.

Un secondo esempio: le norme assicurative. Uno dei paragrafi delle comuni assicurazioni autoveicoli RCA recita: "l'assicurazione non comprende i danni derivanti dalla detenzione o dall'impiego di sostanze radioattive o di apparecchi per l'accelerazione di particelle atomiche nonché i danni che, in relazione ai rischi assicurati, si siano verificati in connessione con fenomeni di trasmutazione del nucleo atomico o con radiazioni provocate dalla accelerazione artificiale di particelle atomiche".

Ciò porta alla paradossale ipotesi che durante il trasporto apparecchi per l'accelerazione di particelle atomiche possono essere in funzione.

4. La necessità di tempestive ed adeguate iniziative nel settore energetico è infine un argomento di fondamentale importanza.

Da un lato è necessario avviare con urgenza la realizzazione delle centrali nucleoelettriche già approvate. Dall'altro è necessario programmare contemporaneamente un piano energetico nazionale che sia veramente valido e che includa anche lo sviluppo di ricerche qualitativamente e quantitativamente adeguate nel settore onde svincolare il nostro paese da onerose condizioni di inferiorità o di sudditanza con l'estero assolutamente non necessarie.

Nel nostro paese si parla troppo e, rincrebbe dirlo, con leggerezza di varie programmazioni mentre in realtà ci si riferisce a mere estrapolazioni statistiche a breve

termine. Una vera programmazione, e nel caso del piano energetico ciò è particolarmente importante, deve tener conto invece dell'influenza di tutti i parametri connessi con il problema in esame e della loro interdipendenza e richiede l'uso di metodologie matematiche adeguate fra cui quella della dinamica dei sistemi.

SILVESTRI, *Direttore dell'Istituto di fisica tecnica della facoltà di ingegneria del Politecnico di Milano*. Desidero fare due osservazioni che rivolgo alla Commissione sotto forma di consiglio: in primo luogo, non bisogna dimenticare che l'energia per tre quarti non è convertita in energia elettrica e che solo un quarto viene trasformato in energia elettrica.

In secondo luogo ritengo che, dal punto di vista della discussione parlamentare, sia quasi del tutto irrilevante il problema dell'energia solare e quello dell'energia geotermica; secondo me l'argomento da privilegiare è quello dell'incremento della sorgente nucleare.

La produzione di energia elettrica dalla fonte geotermica e solare penso sarà poco importante anche nell'anno 2000. Un problema di maggiore rilevanza, invece, è quello del risparmio energetico che è, effettivamente, una fonte invisibile di energia. In questo campo noi non abbiamo inventato niente e non facciamo altro che seguire, in coda, gli altri paesi.

Il risparmio energetico è un componente indispensabile per la realizzazione di quella che, con un brutto neologismo, viene chiamata ristrutturazione industriale, ristrutturazione che dovrebbe seguire il criterio dell'ottimizzazione della produzione, tramite un minor consumo di energia rispetto a quella che viene utilizzata oggi.

Quasi tutto il lavoro di ricerca che oggi il CNR svolge, è imperniato sulla soluzione dei problemi connessi col risparmio energetico.

Altri argomenti che nell'ambito della discussione parlamentare non devono distarre sono: la fusione nucleare e il vettore idrogeno, oltre all'energia eolica, che non ha alcun peso, oggi come oggi, sulla soluzione dei problemi energetici italiani.

Lo stesso si può dire per i reattori veloci che, nella migliore delle ipotesi, avranno rilevanza a partire dall'anno 2000. In

quell'epoca, molto probabilmente, una quota abbastanza rilevante ma non grande – dal 4 al 5 per cento – di energia elettrica da energia nucleare sarà prodotta con reattori veloci. Oggi è opportuno però restringere la discussione ai soli reattori termici.

Nelle condizioni attuali, in base alle stime or ora citate dal professor Umberto Colombo, di un incremento – ipotesi «bassa» – del 2,5 per cento di aumento annuo del fabbisogno energetico, è ipotizzabile un raddoppio della produzione di energia entro il 2000. Per questi motivi penso che la discussione attuale non debba riguardare le otto o diciotto centrali da costruire entro il 1985, ma i 50 reattori che dovranno essere installati entro il 2000 per produrre all'incirca 350 miliardi di kilowattora che saranno come minimo necessari, contro i 150 attuali, dato che, per il fabbisogno elettrico è ipotizzabile una triplicazione del valore del 1975.

Le previsioni, pertanto, vanno fatte non per il 1985 ma per un periodo ben più lungo. Per quel che riguarda i tipi di reattori che verranno installati in Italia, desidero affermare che considero un errore trascurare il fatto che, nel campo dei reattori ad acqua pesante, abbiamo una autonomia progettuale che non ha rivali per nessun altro tipo di reattore, cosicché siamo in grado di discutere alla pari con i canadesi e di insegnare agli altri.

Un reattore che offra un ciclo del combustibile più semplice del reattore ad acqua pesante non esiste – il plutonio prodotto e valutato a valore zero non impone nessuna ipoteca sul futuro – cosicché, tenuto conto di questi elementi, ritengo che sia opportuno dare spazio anche ad essi ed iniziare la fase di costruzione industriale.

E' un problema la cui soluzione non è procrastinabile perchè non si tratta di una opzione ma di una necessità che si rivelerà quando fra alcuni anni, saranno insufficienti gli impianti di arricchimento e di trattamento. Inoltre ciò ci consentirebbe una alimentazione di parte del nostro mercato interno (ad esempio un quarto) e, probabilmente, l'accesso a mercati di esportazione più sensibili a certe esigenze politiche: sono i mercati poveri, i mercati del terzo mondo, e non, ovviamente, il mercato inglese, francese o tedesco. Sono i mercati sud americani, per intenderci, e

quelli del Medio Oriente, nei quali vi sono ampie possibilità di penetrazione.

Infine, riguardo al problema dell'architetto industriale, desideravo dire che, pur condividendo l'osservazione che forse l'ENEL non è un architetto-industriale perfetto, vorrei sapere chi altri potrebbe assumere questo ruolo. Personalmente credo che, per almeno cinque anni, non esista organizzazione industriale al di fuori dell'ENEL che possa svolgere tale funzione.

«Il peccato originale» dell'energia nucle-

are italiana e la ragione prima del suo insuccesso sta nel fatto che, nel 1955, comprammo il primo reattore di ricerca in America anzichè costruirlo, come potevamo, in Italia.

**PRESIDENTE.** Ringrazio tutti coloro che sono intervenuti e che ci hanno, così, fornito tutta una serie di elementi preziosi per la nostra indagine.

**La seduta termina alle 21,5.**