

# CIRENE:

## storia di un progetto atomico italiano

di Enrico Cerrai, Anna Maria Lombardi e Flavio Parozzi

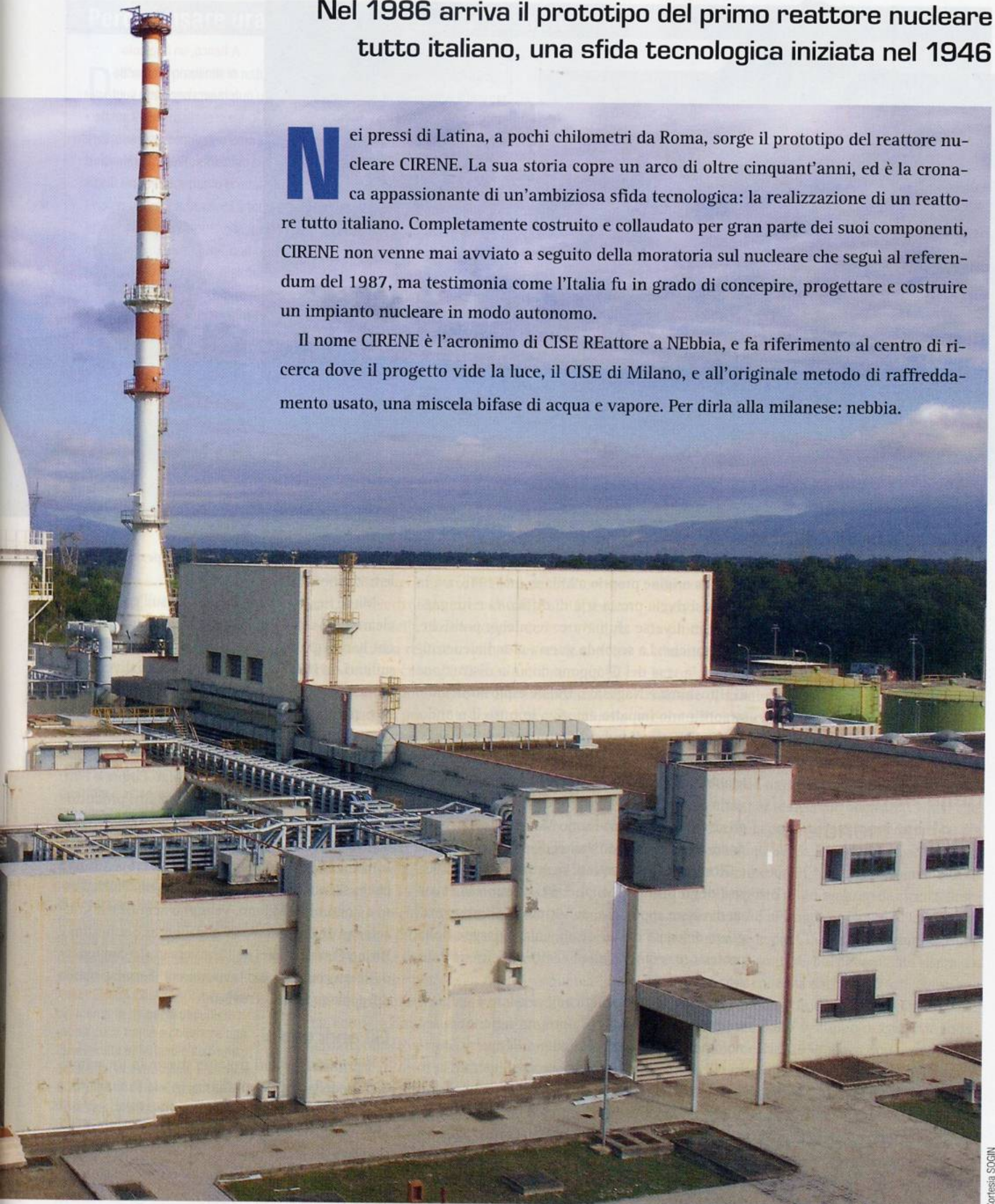
### IN SINTESI

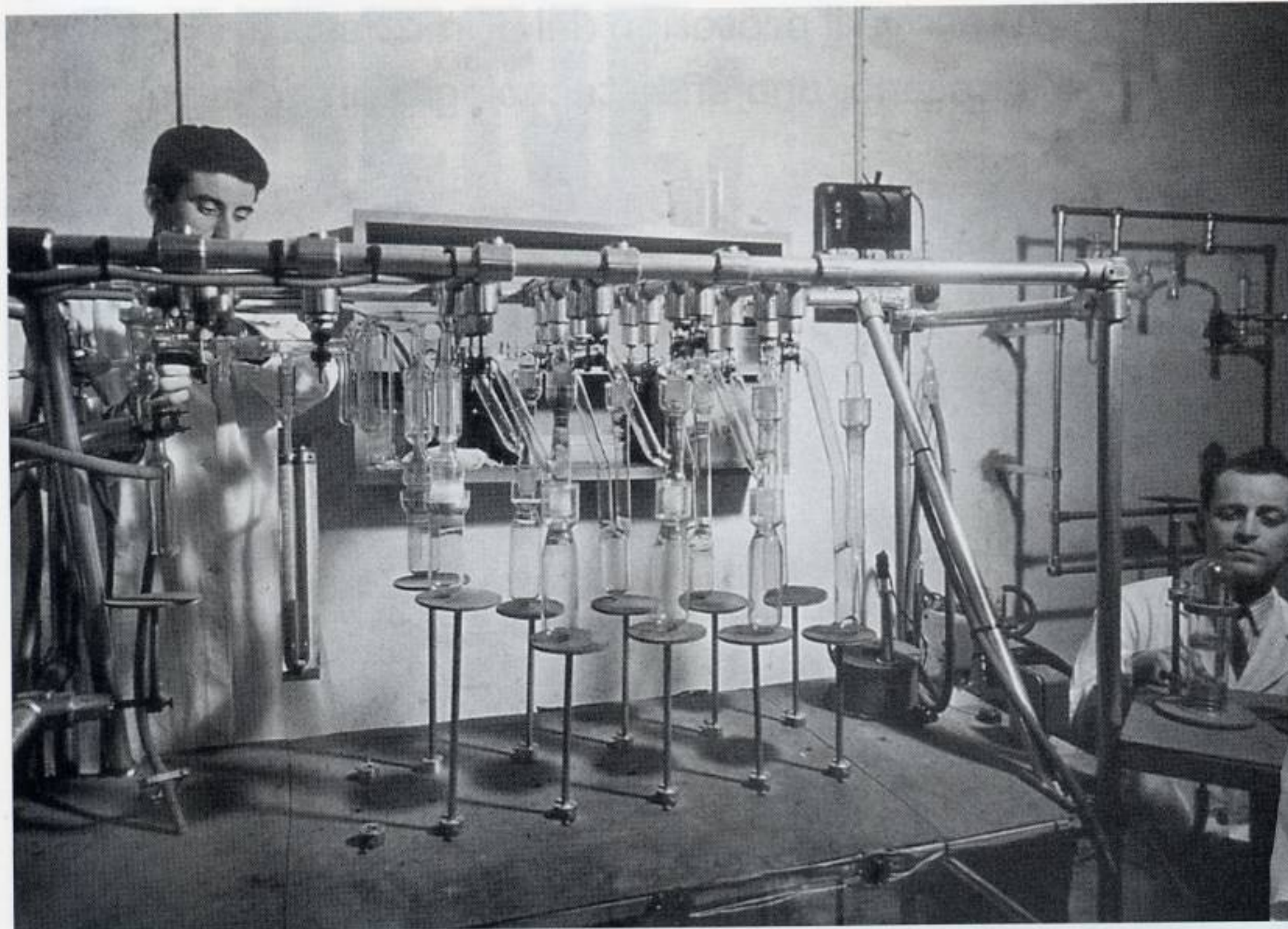
- Subito dopo la fine della seconda guerra mondiale un gruppo di giovani ricercatori decide di sviluppare una tecnologia tutta italiana per le centrali nucleari.
- Il progetto prende corpo nel 1946 con l'apertura a Milano del CISE, un centro studi a cui partecipano vari soggetti industriali del nostro paese. L'obiettivo è la costruzione di un prototipo: CIRENE.
- Dopo aver affrontato problemi politici e tecnici, nel 1986 la costruzione del prototipo è ultimata. Quell'anno però l'incidente di Chernobyl e il seguente referendum sul nucleare affossano CIRENE, la cui costruzione aveva portato allo sviluppo di importanti processi industriali.

## Nel 1986 arriva il prototipo del primo reattore nucleare tutto italiano, una sfida tecnologica iniziata nel 1946

**N**ei pressi di Latina, a pochi chilometri da Roma, sorge il prototipo del reattore nucleare CIRENE. La sua storia copre un arco di oltre cinquant'anni, ed è la cronaca appassionante di un'ambiziosa sfida tecnologica: la realizzazione di un reattore tutto italiano. Completamente costruito e collaudato per gran parte dei suoi componenti, CIRENE non venne mai avviato a seguito della moratoria sul nucleare che seguì al referendum del 1987, ma testimonia come l'Italia fu in grado di concepire, progettare e costruire un impianto nucleare in modo autonomo.

Il nome CIRENE è l'acronimo di CISE REattore a NEbbia, e fa riferimento al centro di ricerca dove il progetto vide la luce, il CISE di Milano, e all'originale metodo di raffreddamento usato, una miscela bifase di acqua e vapore. Per dirla alla milanese: nebbia.





**LABORATORIO DEGLI ANNI CINQUANTA.**  
A fianco, un impianto di distillazione a bassa temperatura sotto vuoto per la preparazione di campioni di acqua pesante nei laboratori del CISE. Qui sotto Mario Silvestri, ideatore del CIRENE.



## L'idea di costruire un reattore nucleare con tecnologia tutta italiana nasce alla fine della seconda guerra mondiale

L'idea di costruire un reattore di brevetto italiano ha origine proprio a Milano, nel 1945, ma la strada si rivela presto irta di difficoltà e lungaggini con diverse sfumature: tecniche, politiche, burocratiche. La seconda guerra mondiale termina con la resa del Giappone dopo la distruzione di Hiroshima e Nagasaki. Quelle esplosioni, dallo straordinario impatto emotivo in tutto il mondo, hanno l'effetto di indurre alcuni giovani milanesi a indagare su quale straordinaria forma di energia le abbia rese possibili, e se non sia possibile impiegarla a scopo civile per produrre elettricità. Quegli straordinari ragazzi sono Mario Silvestri, ingegnere appena assunto dalla Edison, Carlo Salvetti e Giorgio Salvini, giovani ricercatori dell'Università degli Studi di Milano. I tre hanno la fortuna di essere appoggiati da Vittorio de Biasi, consigliere delegato della Edison, e da Giuseppe Bolla, professore ordinario alla Facoltà di fisica dell'ateneo milanese.

In quei mesi gli americani, per dare esempio di trasparenza e sfoggiare la propria superiorità tecnologica, divulgano il cosiddetto *Rapporto Smyth*, in cui per la prima volta vengono illustrate la reazione nucleare a catena e le ricerche-chiave sulla bomba atomica. Dal rapporto emerge che quello militare non è l'unico impiego possibile dell'energia nucleare e che, con tecnologie più semplici rispetto a quelle usate per costruire le bombe, è possibile realizzare centrali di generazione elettrica la

cui potenzialità è enormemente superiore a quelle tradizionali.

Ma se negli Stati Uniti gli studi sull'energia nucleare sono sostenuti dalle istituzioni governative, che hanno già fatto forti investimenti per i suoi usi militari, in Italia la situazione è molto diversa. La modesta industria italiana sopravvissuta alla guerra è assai debole, e il paese è più attento alla ricostruzione rispetto all'avvio di indagini in nuovi campi scientifici. L'iniziativa nasce dal fronte privato, e il gruppo di Bolla coinvolge Cogne e Fiat, mentre Edison prende contatti con altri produttori di elettricità come Montecatini e SADE. Nel novembre 1946 queste industrie danno vita al Centro Informazioni Studi Esperienze, ovvero il CISE, a cui in seguito aderiscono anche Pirelli, Falck, Termini e Comune di Milano. Vengono acquisite le consulenze di Edoardo Amaldi, Gilberto Bernardini e Bruno Ferretti, fisici dell'Università «La Sapienza» di Roma che avevano lavorato con Fermi, e quella del geologo pisano Trevisan.

### Gli anni eroici

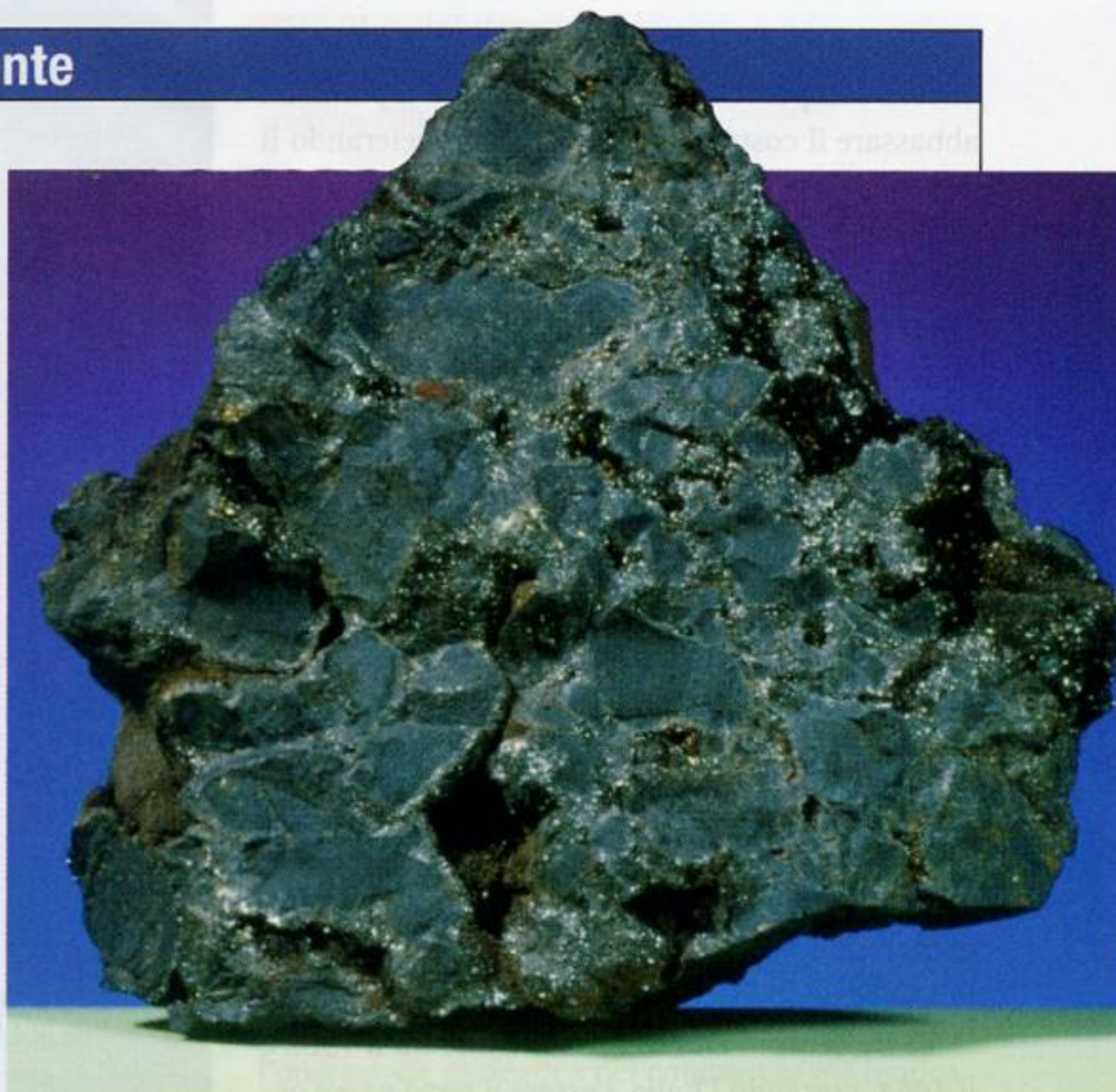
I primi laboratori trovano spazio in un seminterrato della Edison a Milano, in via Procaccini, e ben presto al CISE arrivano come allievi preziosi giovani ricercatori, quali Ugo Facchini, Emilio Gatti, Elio Germagnoli, Alberto Bracci ed Enrico Cerrai, uno degli autori di questo articolo. Si tratta di anni eroici, considerato il segreto che co-

## Perché usare uranio naturale e acqua pesante

Dell'uranio presente in natura, solo lo 0,72 per cento è uranio-235, cioè l'isotopo che si può usare per la reazione di fissione nucleare a catena. Per la realizzazione di una bomba è necessario separare l'isotopo 235, che poi verrà usato come combustibile, quasi totalmente dal resto dell'uranio. Questo obiettivo si ottiene con il «processo di arricchimento». Ma in un reattore per la produzione di energia elettrica è sufficiente impiegare concentrazioni anche basse di uranio-235.

Infatti, oltre al combustibile, nel reattore è presente un altro materiale, chiamato «moderatore», come acqua o grafite. Il moderatore rallenta i neutroni generati dalle disintegrazioni dei nuclei di uranio, portandoli alla velocità ottimale per colpire altri nuclei e facilitando la reazione a catena. In particolare l'acqua pesante ha la proprietà di essere un ottimo moderatore, e consente di ottenere la reazione a catena anche con uranio naturale, senza ricorrere al processo di arricchimento, che richiede impianti molto complessi e costosi, e che possono costituire una strada d'accesso alle armi atomiche. Strada che è ovviamente preclusa all'Italia, uscita sconfitta dalla seconda guerra mondiale.

Sulla possibilità offerta dall'acqua pesante, la cui estrazione non è così difficile come lo è invece la produzione di uranio arricchito, si basa l'idea del reattore CIRENE.



### FONTE DI URANIO.

La pechblenda è un minerale che costituisce una delle principali fonti di uranio.

### GLI AUTORI

**ENRICO CERRAI** è stato tra i primi ricercatori del CISE, di cui è stato direttore e vicepresidente. È stato presidente dell'AEM di Milano e oggi presiede la Commissione energia dell'Ordine degli ingegneri di Milano e Provincia. **FLAVIO PAROZZI** è ingegnere nucleare, si occupa di ricerca nucleare da circa trent'anni: inizialmente in ENEL e poi in CESI e CESI RICERCA. È promotore di indagini documentaristiche sulla storia dell'industria nucleare in Italia.

**ANNA MARIA LOMBARDI** è dottore di ricerca in fisica, si occupa di storia della fisica e collabora con l'Università di Milano e l'Istituto nazionale di astrofisica. È autrice di *Keplero* (Codice Edizioni, 2008). Gli autori ringraziano la società SOGIN, attuale proprietaria dell'impianto CIRENE, e in particolare il suo presidente Maurizio Cumo, per la preziosa collaborazione fornita.

priva la fisica e la tecnologia nucleare. Le prime ricerche si concentrano sulla fisica dei reattori nucleari, sull'elettronica strumentale e sullo studio sperimentale delle caratteristiche dei materiali da impiegare nella realizzazione di un reattore, senza ricorrere a tecnologie di cui l'Italia non può disporre. Tra le prime scelte c'è quella di usare l'accoppiata acqua pesante e uranio naturale (si veda il box in questa pagina).

A partire dal 1955, dopo la morte di Stalin, il presidente americano Dwight Eisenhower dà segnali di distensione all'Unione Sovietica. Seguendo questa linea politica, le Nazioni Unite promuovono la prima conferenza internazionale sugli usi pacifici dell'energia atomica, che si tiene a Ginevra nell'agosto 1955 e ha come titolo *Atomi per la Pace*. Tra gli obiettivi della conferenza c'è la nascita dell'Agenzia internazionale per l'energia atomica (IAEA), con sede a Vienna, che avrà il compito di controllare che i materiali nucleari scambiati tra i paesi non siano impiegati per scopi bellici.

La cooperazione lanciata dagli americani ha un chiaro obiettivo: non potendo impedire le ricerche nucleari nelle nazioni considerate nemiche o in quelle che potrebbero sviluppare un'indipendenza industriale e militare, gli Stati Uniti puntano ad avere un forte controllo tecnologico. E la via dell'acqua pesante come moderatore prospettata dai ricercatori di molti paesi, tra i quali gli italiani del CISE, si scontra con gli interessi politici

e commerciali che stanno prendendo corpo nella nascente industria nucleare. Infatti le nazioni che hanno intrapreso per prime la via dell'atomo per la produzione di armamenti hanno già fatto investimenti ragguardevoli in laboratori e impianti, e le tecnologie che intendono esportare si basano sull'uso di uranio arricchito, di cui detengono un monopolio difficilmente violabile.

In Italia, nel 1952 l'organizzazione delle ricerche nucleari italiane viene affidata a un apposito ramo del Consiglio nazionale delle ricerche: il Comitato nazionale per le ricerche nucleari (CNRN) che, in sintonia con la politica americana delineata alla conferenza *Atomi per la Pace*, promuove trattative e impegni internazionali. Nel 1956 il comitato decide quindi l'acquisto di un reattore da ricerca americano sviluppato all'Argonne National Laboratory per la nuova sede del CISE in costruzione a Ispra, presso Varese. Il reattore, poi denominato «Ispra-1», implica una dipendenza dall'uranio arricchito, e vi sono quindi contrasti rispetto alla politica del CISE, che punta invece allo sviluppo di capacità industriali autonome. Nel 1959, poco dopo essere stato ultimato, il centro di Ispra viene ceduto alla Comunità atomica europea (CEA), mentre il fulcro delle ricerche del Comitato nazionale per l'energia nucleare (CNEN), che da quell'anno ha preso il posto del CNRN, viene spostato nel nuovo centro vicino Roma, alla Casaccia. Il CISE e i suoi ambiziosi progetti subiscono un duro ridimensionamento.

Negli anni cinquanta l'energia nucleare non è ancora competitiva con le altre fonti e si punta ad abbassare il costo del chilowattora accelerando il passaggio dalla fase di ricerca a quella di industrializzazione. Dunque per lo sviluppo di una tecnologia nucleare italiana i margini si riducono al minimo, e questo fa sì che con la costruzione delle prime tre centrali, la cui tecnologia nucleare è completamente importata, il nostro paese si allinei alla politica *Atomi per la Pace*. Così, nel gennaio 1956, la Edison prende accordi con la Westinghouse per la centrale di Trino Vercellese, da dotare di reattore ad acqua naturale in pressione e uranio arricchito. Qualche mese dopo i due colossi statali ENI e IRI annunciano la costruzione della centrale di Latina, che ospiterà un reattore a gas-grafite di concezione inglese. Infine, nel 1958, la SENN, un'emanazione dell'IRI, per la centrale che intende costruire nel Garigliano chiede la fornitura di un reattore ad acqua naturale bollente all'americana General Electric.

Le tre centrali entrano in funzione tra il 1962 e il 1964, portando l'Italia a essere il terzo paese occidentale per produzione nucleare dopo Stati Uniti e Regno Unito.

Negli anni sessanta non ci sono opposizioni ambientaliste e siamo lontani dall'incidente di Chernobyl e dal referendum contro il nucleare. Ma la strada italiana dell'atomo è piena di ostacoli. Con l'apertura alla sinistra operata nella III Legislatura parlamentare, nel 1962 viene costituito l'ENEL (Ente nazionale per l'energia elettrica): non solo la ricerca, ma anche il nucleare per la produzione di energia elettrica, e lo stesso CISE, vengono messi nelle mani dello Stato. Ma nel giro di pochi mesi ENI ed ENEL, al centro dei forti interessi legati al mercato energetico, subiscono un forte shock con l'uscita di scena di Enrico Mattei e Felice Ippolito, i fautori di una politica di difesa degli interessi statali. In contraddizione con gli scopi della nazionalizzazione del settore elettrico, lo spazio per la produzione elettronucleare diventa molto piccolo, mentre avviene un forte sviluppo del settore petrolchimico: dopo l'avvio della centrale di Trino Vercellese voluta dalla Edison l'ENEL metterà in esercizio solo il reattore di Caorso, mentre la potenza termoelettrica generata con gli idrocarburi aumenterà al ritmo di circa 1000 megawatt all'anno.

### Il prototipo: tra tecnologia e politiche

È in questo scenario, non certo favorevole allo sviluppo del nucleare come avviene in altri paesi, che viene realizzato il prototipo del CIRENE. I primi studi vengono condotti grazie a finanziamen-

## CRONOLOGIA

**19 novembre 1946**

Viene costituito il CISE

**1949**

Al CISE si avviano i laboratori per ottenere l'acqua pesante e per lavorare l'uranio

**1952**

Al CISE nasce il Progetto Pila, per la costruzione di un reattore nucleare

**1959-1962**

Il reattore CIRENE conquista una propria identità e partono i contratti con l'Euratom per la realizzazione di un prototipo

**1965-1967**

Parte il programma per un reattore da 500 megawatt elettrici. Si decide di costruire un prototipo da 35 megawatt elettrici a Latina e si forma a Roma l'Unità CIRENE per la costruzione del prototipo

**1972**

Ansaldo Meccanico Nucleare si aggiudica l'appalto a Latina (sito ENEL di Borgo Sabotino)

**1973**

Dopo lo scoppio della prima crisi energetica, legata alla guerra del Kippur tra Israele ed Egitto, il ministero concede il nulla osta per la realizzazione dell'«isola nucleare» di CIRENE

**1977-1978**

Accordi per esportare CIRENE all'estero

**26 aprile 1986**

Incidente di Chernobyl

**Dicembre 1986**

Pubblicato expertise AECL su CIRENE

**Luglio 1989**

Decisione di annullare definitivamente il collaudo del reattore CIRENE



ti Euratom, in collaborazione con l'Ansaldo per la parte impiantistica e l'americana Nuclear Development Corporation per la progettazione del reattore. In questi anni viene sviluppato l'originale sistema di raffreddamento dei reattori mediante miscele bifase, volto a migliorare la sicurezza intrinseca del reattore. Si tratta di un settore di studio completamente nuovo, in cui gli ingegneri del CISE conseguiranno risultati importanti a livello internazionale. Dal 1967 si avvia la convenzione tra CNEN ed ENEL che ha come obiettivi progettazione, realizzazione ed esercizio di un prototipo del CIRENE da circa 40 megawatt elettrici nei pressi della preesistente centrale elettronucleare di Latina. La progettazione e la realizzazione del reattore vengono affidate a un'organizzazione chiamata Unità CIRENE, situata a Roma, a cui partecipa personale del CNEN, dell'ENEL, del CISE e della Progettazioni meccaniche e nucleari del gruppo IRI-Finmeccanica. La costruzione viene demandata all'Ansaldo Meccanico Nucleare, sempre dello stesso gruppo IRI-Finmeccanica.

Le attività di ricerca e sviluppo sono curate direttamente dal CNEN nei propri laboratori. Al CISE



VISTO DA VICINO. Un particolare del contenitore di sicurezza dell'impianto prototipo CIRENE realizzato a Latina.

vengono affidate commesse dedicate in particolare alla termoidraulica, alla sicurezza e alle tecnologie costruttive.

### Il rischio proliferazione

Per ottenere le alte concentrazioni di uranio-235, uno degli isotopi dell'uranio, richieste per realizzare una bomba sono necessari impianti di dimensioni industriali notevoli, che per esempio usano diffusori con setti porosi molto fini o un gran numero di speciali centrifughe. Per costruire un ordigno nucleare c'è però anche un'altra strada, che non passa dall'arricchimento dell'uranio, ma si basa sulla produzione di plutonio-239 con reattori nucleari.

Nella reazione a catena che avviene nei reattori, infatti, non tutti i neutroni emessi dalle scissioni dei nuclei provocano altre scissioni. Una parte di questi neutroni viene assorbita da nuclei di uranio-238, l'isotopo che è il maggior costituente dell'uranio naturale. Grazie a successive reazioni, una parte dell'uranio si trasforma in plutonio. Estrahendo dal reattore il combustibile che è stato parzialmente «bruciato», è poi possibile separare il

plutonio prodotto con processi chimici più semplici rispetto alla separazione dell'uranio-235.

Per ottenere l'isotopo plutonio-239 con il grado di purezza adatto alla fabbricazione di una bomba occorre che nel reattore non ci sia il tempo necessario a generare isotopi del plutonio non fissili in concentrazione eccessiva. Per questo scopo, è necessario estrarre il combustibile dal reattore dopo un periodo opportunamente breve.

I reattori che hanno goduto del maggior appoggio politico e commerciale nel mondo occidentale sono stati progettati proprio per impedire questa manovra: l'estrazione del combustibile richiede la fermata dell'impianto e una serie di operazioni che non sfuggono facilmente ai controlli dell'Agenzia internazionale per l'energia atomica.

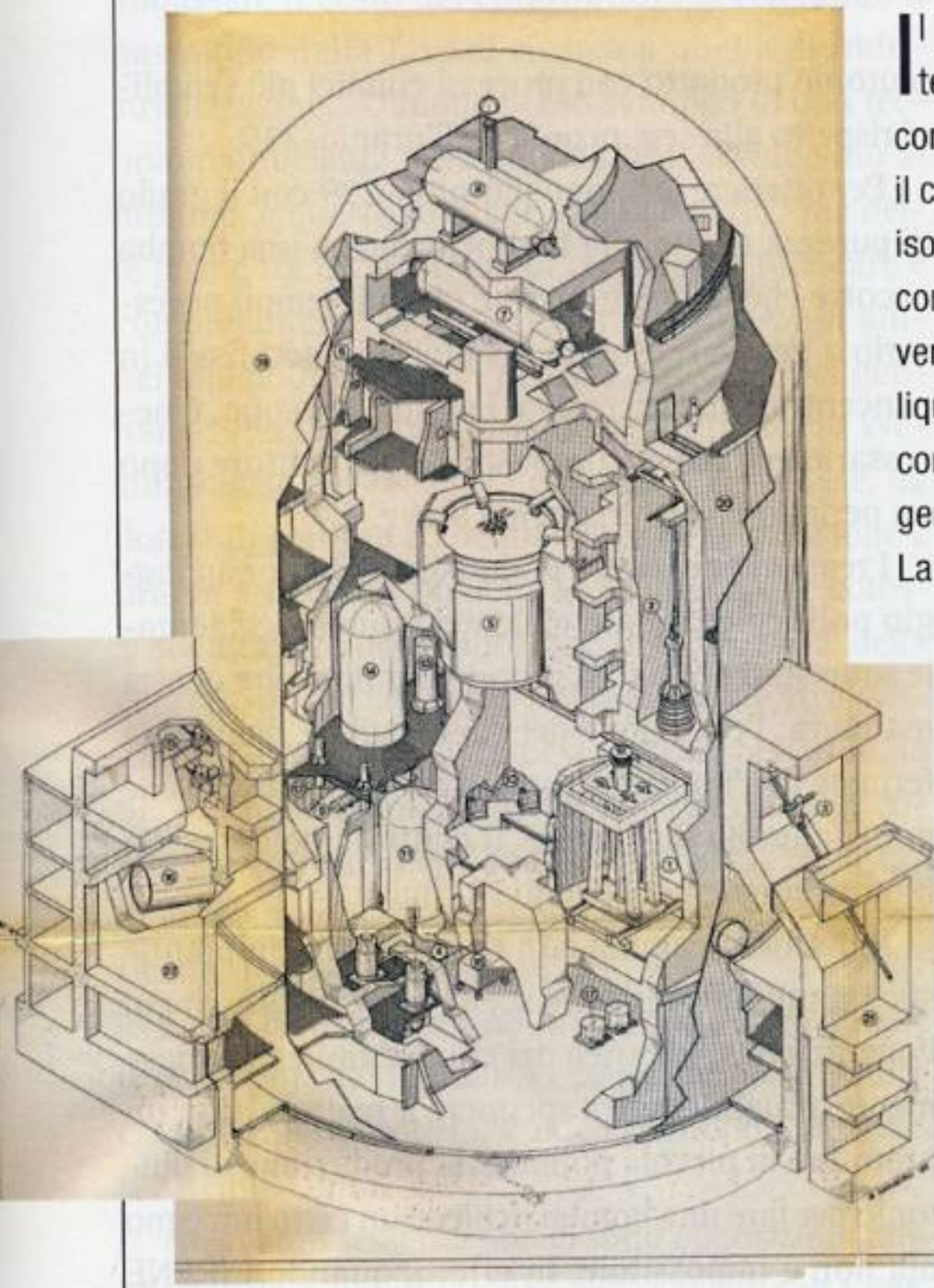
Il discorso cambia con l'architettura impiantistica a tubi in pressione scelta per CIRENE, in cui l'operazione di ricarica del combustibile è teoricamente attuabile senza spegnere il reattore. Con un prototipo di piccola potenza, la produzione di plutonio per fare una bomba richiede un certo impegno ma non è impossibile. In effetti, quando CIRENE è ancora allo stadio di progetto la possibilità di ricarica con il reattore a potenza è una questione aperta e, nei contesti scientifici internazionali, suscita perplessità e interrogativi.

Nel maggio 1974 avviene un colpo di scena: nel deserto del Rajasthan, l'India sperimenta il suo primo ordigno atomico. La bomba era stata realizzata con il plutonio prodotto in un reattore ad acqua pesante di tecnologia canadese, che ha molte caratteristiche simili a CIRENE.

L'esplosione, denominata *Smiling Buddha*, determina con tutta probabilità una svolta politica in materia di energia nucleare. Due anni dopo il presidente americano Jimmy Carter, che da ufficiale di marina ha maturato competenze in materia nucleare, esercita forti pressioni internazionali per vietare il riciclo del plutonio. Tra le precauzioni prese, la filiera dei reattori veloci autofertilizzanti, potenziale fonte di grandi quantità di plutonio, diviene un bersaglio importante della politica di Carter: il reattore veloce Superphenix, la cui costruzione è stata avviata nel 1976 in Francia con partecipazione anche italiana e tedesca, rimarrà un impianto dimostrativo e verrà fermato dopo pochi anni di esercizio. Anche i reattori a uranio naturale, come quelli canadesi e l'italiano CIRENE, rimarranno esclusi dai piani energetici delle nazioni occidentali.

**Dopo il test nucleare militare indiano del 1974 i reattori a uranio naturale come CIRENE sono stati banditi dai piani energetici delle nazioni occidentali**

## Come funziona CIRENE



Il progetto si basa su un sistema in cui il moderatore è acqua pesante, mentre il fluido termovettore è acqua naturale in regime bifase. Il reattore nucleare è costituito da una vasca contenente il moderatore, al cui interno sono alloggiati verticalmente i canali di potenza contenenti il combustibile. L'impiego di acqua pesante come moderatore consente di evitare l'arricchimento isotopico dell'uranio, mentre la soluzione a canali di potenza non richiede la costruzione di componenti ad alta pressione di grandi dimensioni. L'acqua naturale percorre i canali dal basso verso l'alto e viene parzialmente convertita in vapore, mantenendo sempre un sottile strato di liquido sulla superficie dell'elemento di combustibile. La miscela acqua-vapore è quindi convogliata nel corpo cilindrico, dove il vapore viene separato e inviato alla turbina per poi generare energia elettrica.

La principale difficoltà tecnica di questo progetto consiste nel fatto che l'acqua di raffreddamento, che è acqua naturale, viene vista dal nocciolo come un assorbitore dei neutroni. Il reattore non ha quindi la caratteristica di autocompensare un possibile incremento della reazione a catena con un'evaporazione del moderatore. La scelta di operare con miscela bifase consente di attenuare questa mancanza di autoregolazione, per la minore densità specifica del fluido termovettore. Al tempo della progettazione del reattore si riteneva che questa instabilità fosse gestibile grazie a opportuni sistemi di controllo. Reattori simili erano infatti in programma anche in Canada e Svezia.

Il reattore canadese di Gentilly diede però una conferma sperimentale di queste difficoltà e venne fermato dopo un breve periodo di prove, mentre l'impianto svedese di Marviken, anche se completato, non entrò mai in funzione.

La difficoltà dovuta al vapore di acqua naturale nei canali di potenza è stata successivamente superata nella filiera canadese di reattori con tecnologia CANDU, in cui è impiegata l'acqua pesante anche come termovettore.

### ANATOMIA DEL PROTOTIPO.

Qui sopra lo spaccato dell'impianto nucleare prototipo CIRENE tratto da un disegno originale. A destra, la sala di manovra dell'impianto prototipo CIRENE. La foto nella pagina a fronte riprende lo schema dei canali di potenza sul pannello di controllo situato nella sala di manovra.

### La costruzione del CIRENE

Dopo la prima crisi energetica del 1973, per ridurre la dipendenza energetica da petrolio l'Italia sembra tornare al nucleare. E nel 1974 il Ministro dell'Industria Carlo Donat Cattin presenta un piano faraonico, che prevede la costruzione di 20 centrali nucleari in tempi stretti. In questo clima, il ministero concede il nulla osta per la realizzazione dell'«isola nucleare» del CIRENE e nel 1978 inizia la costruzione dell'impianto prototipo.

Nel 1979 il programma delle 20 centrali nucleari non è stato ancora approvato. Il CNEN si trova ad affrontare una situazione di crisi dell'ente, con finanziamenti di pura sopravvivenza, che provoca l'arresto di molte attività e rischia di creare gravi problemi tecnici e contrattuali a molti dei progetti in corso, CIRENE compreso.

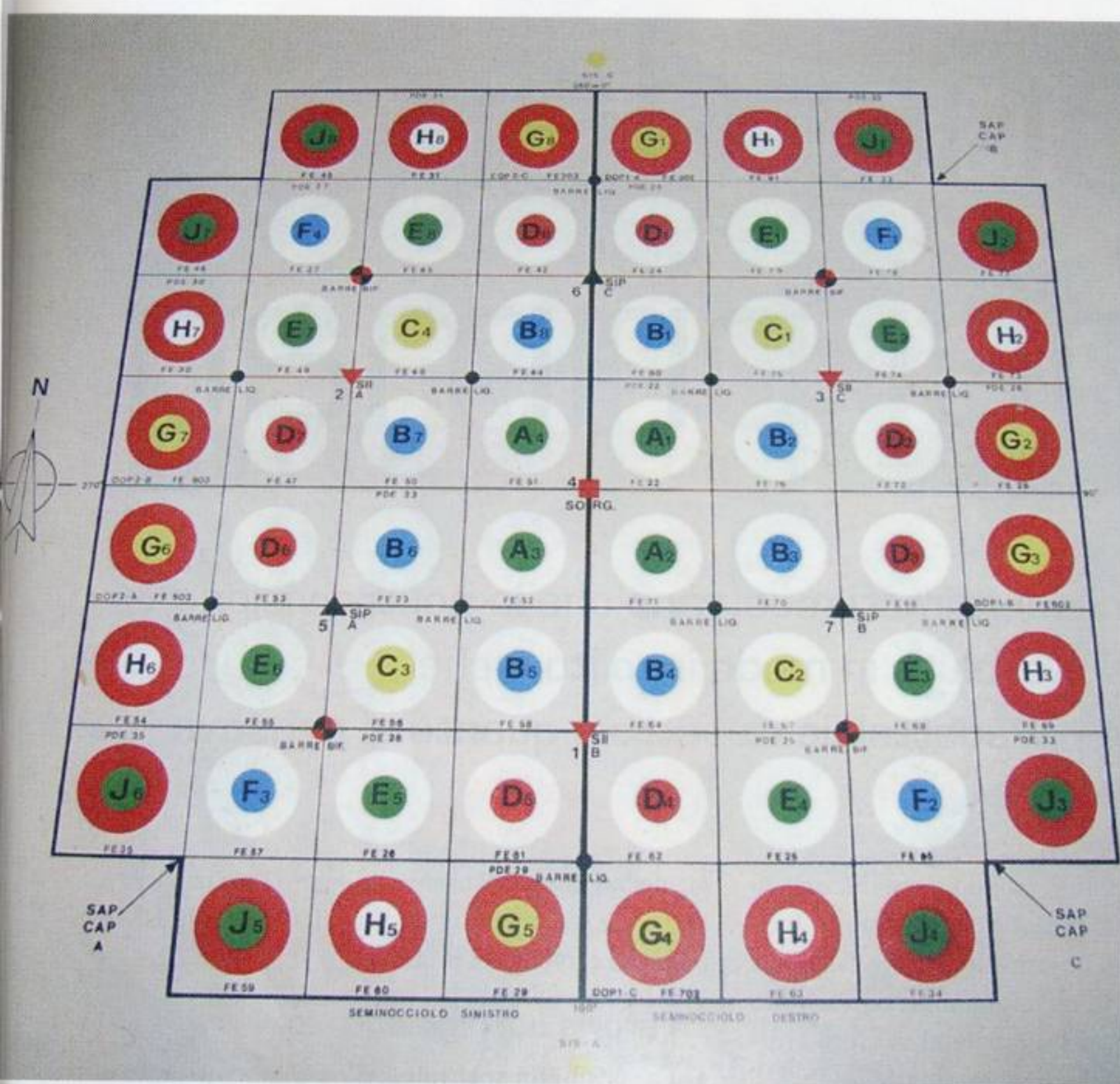
Nello stesso anno si verifica un grave incidente nella centrale americana di Three Mile Island, in cui verifica la fusione del nocciolo del reattore. Tuttavia non ci sono vittime, e la contaminazione dell'ambiente esterno è praticamente nulla grazie alla presenza di sistemi di sicurezza e contenimento. Mentre la ricerca scientifica prenderà spunto dal caso di Three Mile Island per una riconsiderazione meno catastrofista degli incidenti possibili, gli av-



versari del nucleare lo indicheranno come la prova che gli incidenti gravi sono un'eventualità reale.

In Italia, che solo nel 1976 ha vissuto gli incidenti di Seveso e Manfredonia, che hanno portato alla fuoriuscita di imponenti quantità rispettivamente di diossina e arsenico e alla contaminazione di migliaia di lavoratori e abitanti, l'evento di Three Mile Island contribuisce a rafforzare i movimenti antinuclearisti.

Come molti progetti nucleari, l'impresa CIRENE



se all'uso dell'atomo. L'Italia abbraccia definitivamente la scelta degli idrocarburi, e diviene l'unica nazione dotata di tecnologia nucleare a rinunciare all'uso di questa fonte energetica dopo avere dimostrato di avere competenze e capacità realizzative di prim'ordine.

Nel 1999 le centrali nucleari italiane, fermate dopo l'incidente di Chernobyl, vengono cedute alla nuova società governativa appositamente costituita: la SOGIN. Con esse, il mai avviato reattore CIRENE, che non è stato contaminato ed è ancora in ottime condizioni. Per il suo valore storico, la SOGIN lo conserva accuratamente. Non essendo stato contaminato da radiazioni e avendo molti componenti scoperti dagli isolanti termici, offre ai futuri ingegneri nucleari un insegnamento eccezionale e unico nel suo genere.

A Milano, l'associazione culturale CISE 2007, costituita in buona parte da ex ricercatori, insieme a Centro cultura d'impresa, Italia Nostra e Greem, ha elaborato un progetto di recupero della documentazione storica e scientifica dell'avventura che ha caratterizzato non solo CIRENE, ma mezzo secolo di storia del centro di ricerca tecnologica CISE. Il progetto è patrocinato da Regione Lombardia, Provincia di Milano, Comune di Milano, Politecnico di Milano, Ordine degli ingegneri di Milano e Provincia, AEIT/AEE (Associazione Energia Elettrica).

rallenta, ma non viene abbandonata. Si apre la possibilità di vendere all'estero la tecnologia del reattore ad acqua pesante, perché CIRENE attrae le nazioni che non vogliono o non possono dipendere dal vincolo dell'arricchimento dell'uranio. Come abbiamo già visto, inoltre, l'indipendenza nella produzione di energia elettrica non è l'unico argomento che può rendere interessante un reattore come CIRENE, e in questo periodo vengono presi accordi preliminari con Iraq, Indonesia e Kuwait. Emblematico a questo proposito è il richiamo con cui, nel giugno 1981, il Consiglio di Sicurezza delle Nazioni Unite riprende l'Iraq per i suoi tentativi di acquistare un reattore con tecnologia CIRENE, definendolo una possibile fabbrica di plutonio.

Anche se i lavori procedono con una lentezza esasperante, nel 1986 la costruzione del prototipo è praticamente ultimata: manca l'installazione della macchina per il carico e scarico del combustibile che, come si è detto, è una delle componenti più sensibili per i suoi risvolti legati alla proliferazione di ordigni nucleari. Il 26 aprile di quell'anno però avviene il gravissimo incidente di Chernobyl, nell'allora Unione Sovietica, che si presta a creare allarmismi ingiustificati e funzionali soprattutto alle spinte economiche e politiche avver-

### Una sfida ingenua o ambiziosa?

Per l'Italia, uscita sconfitta dal secondo conflitto mondiale, la strada con meno ostacoli per avviare il settore nucleare sarebbe stata quella di importare tecnologia dall'estero, senza cercare soluzioni domestiche. Il mondo industriale e della ricerca hanno tuttavia tentato una sfida, che non si può dire persa se molte scelte tecnologiche legate ai concetti di CIRENE hanno avuto successo e seguito in altre nazioni, come il Canada, dove la classe politica ha garantito appoggi e continuità.

Con il CIRENE sono stati sviluppati processi industriali, come la mandrinatura dei tubi di forza in lega di zirconio, e sono stati studiati processi fisici, come lo scambio termico in regime bifase, per cui sono state messe a punto correlazioni entrate nei manuali scientifici internazionali. Dallo sviluppo di processi industriali legati a CIRENE sono arrivati anche molti importanti brevetti, come quello sulle «barre di regolazione liquide».

Ricerche come quella che ha portato a CIRENE sono state realizzate, non senza errori, in tutte le nazioni che hanno maggiormente investito in ricerca e innovazione tecnologica, e che hanno un obiettivo in comune: l'acquisizione di consapevolezza e autonomia scientifica.

### Letture

- Il costo della menzogna. Italia nucleare (1945-1968).** Silvestri M., Einaudi, Torino, 1968.
- Ricerca, innovazione, impresa: storia del CISE: 1946-1996.** Zaninelli S., Laterza, Bari, 1996.
- Il petrolio, l'atomo e il metano. Italia nucleare (1946-1997).** Fornaciari P., 21/mo Secolo, Milano, 1998.
- Il progetto nucleare italiano (1952-1964). Conversazioni con Felice Ippolito.** Curli B., Rubbettino, Soveria Mannelli (CZ), 2000.

CISE2007/SOGIN