

ORGANIZZAZIONE E ATTIVITÀ *

Nell'inverno 1965-66 apparve chiaro che le mineralizzazioni uranifere della Calabria non sembravano particolarmente promettenti o almeno tali da poter dare risultati di interesse economico entro breve termine.

Il CNEN decise quindi di sospendere le prospezioni in quella zona e di utilizzare il personale ed il materiale del « Gruppo di Prospezione » con sede a Napoli per creare un nuovo gruppo al quale affidare incarichi di ricerca mineraria propriamente detta. Fino alla data citata, infatti, le prospezioni che i Gruppi e le squadre del CNEN avevano condotto si erano limitate alla superficie e le moltissime anomalie individuate non erano mai state seguite in sotterraneo. Il compito che si affidò al Gruppo così formato, chiamato appunto « Gruppo di Attività Minerarie », fu quello di verificare nel sottosuolo la continuità delle anomalie superficiali, di individuarne i parametri minerari — principalmente cubaggi e tenori — ed infine studiare in laboratorio ed in impianto pilota i migliori schemi di trattamento.

Il lavoro iniziò con una revisione di tutte le anomalie trovate — revisione che dura tuttora — in modo da individuare tra esse quelle che da un punto di vista geologico si presentassero sotto l'aspetto più favorevole. Si decise quindi di centrare, per il momento, l'attenzione su due gruppi di anomalie geologicamente molto diverse tra di loro ma ugualmente promettenti:

anomalie disseminate nelle formazioni permiane e situate nella zona orientale delle Alpi Orobie, limitate grosso modo dallo spartiacque tra la Val Brembana e la Val Seriana a Ovest e la Val Camonica a Est, incluso il versante Valtellinese;

anomalie connesse alle vulcaniti recenti dell'Alto Lazio tra la provincia di Roma e la provincia di Viterbo.

La sede del Gruppo venne posta a Clusone (Bergamo) a causa della sua vicinanza al gruppo di anomalie più interessanti. I lavori di accertamento iniziarono quasi subito con una serie di sondaggi ai quali è previsto far seguire gallerie di ricerca e tutta quella serie di lavori che l'arte mineraria consiglierà per giungere allo scopo prefisso.

Finora nelle due zone citate sono stati richiesti quattro permessi di ricerca per minerali di uranio e torio.

Parallelamente ai lavori succitati il piccolo gruppo (due persone) del CNEN operante presso il Laboratorio per la Preparazione dei Minerali del CNR eseguiva alcuni lavori riguardanti la lisciviazione naturale dei minerali uraniferi,

la separazione elettrolitica del berillo ed altri lavori di carattere più generale. Ultimamente l'interesse si è centrato sui minerali poveri connessi con le vulcaniti laziali. Il problema è di grandissimo interesse e di notevolissima difficoltà ma, se risolto, potrà rendere economicamente sfruttabili giacimenti di minerali complessi oggi inutilizzabili a causa del basso tenore e delle difficoltà di trattamento.

Nel quadro delle attività del Gruppo sono stati inseriti anche i lavori svolti nel campo della statistica sismica, poiché svolti da personale del Gruppo.

Il Gruppo così presentato si è dimostrato adatto allo scopo per cui è stato creato. È flessibile, autosufficiente e abbastanza ben dotato di equipaggiamento da miniera e da laboratorio. In definitiva costituisce nel suo insieme un gruppo « tipo » di ricerca mineraria da utilizzare così com'è, anche in condizioni operative notevolmente difficili, così come hanno dimostrato i lavori eseguiti ed in corso nei cantieri a quote superiori ai 2.100 m.

REPARTO ATTIVITÀ MINERARIE - CLUSONE *

Il Reparto Attività Minerarie con sede a Clusone (Bergamo) (fig. 1) ha intrapreso, a partire dal 1° maggio 1966, un ampio e impegnativo programma di ricerche in profondità, allo scopo di mettere in evidenza i parametri fondamentali delle mineralizzazioni uranifere e torifere situate sul territorio nazionale. Gli studi e le ricerche eseguiti sino al 1965 dal Laboratorio Geominerario si sono per lo più limitati ad indagini di superficie. Per ampliare le conoscenze e giungere ad una stima delle quantità di minerale radioattivo estraibili, il che vuol dire compiere il ciclo completo delle ricerche prima di passare alla fase di sfruttamento, si è reso necessario intraprendere una successione ordinata di investigazioni in profondità sulle aree maggiormente indiziate.

L'attività svolta dal Reparto riguarda diverse linee di ricerca che si possono così sintetizzare:

- lavori minerari nell'Alto Lazio (Viterbo);
- lavori minerari del Belviso (Sondrio);
- lavori preparatori nel bacino della miniera di Novazza (Bergamo);
- revisione delle anomalie uranifere delle Alpi Orobie;
- lavori per conto terzi e per i Centri del CNEN;
- lavori di Sede.

* Fabio Pantanetti, direttore aggiunto del Settore Radiazioni.

* Antonio Fontanive.

Lavori minerari nell'Alto Lazio

Le segnalazioni ottenute nelle campagne di prospezione, iniziate nel 1956, e i nuovi studi intrapresi dal Laboratorio Geominerario utilizzando metodologie avanzate, hanno messo in evidenza, nel Viterbese, estese anomalie torifere e uranifere. In base ai lusinghieri risultati ottenuti in campagna e in laboratorio, nel luglio 1967, si dava corso ad una campagna di sondaggi a carotaggio continuo integrata da scavi a cielo aperto sotto la Direzione scientifica del suddetto Laboratorio. Sinora sono stati effettuati 12 fori per complessivi 761 m e numerose trincee. I dati ottenuti dalle analisi dei campioni hanno messo in evidenza dei livelli arricchiti in uranio e torio. Allo stato attuale delle conoscenze non si possono formulare stime realistiche sui tonnellaggi e tenori presenti nelle mineralizzazioni individuate in superficie e in profondità.

Lavori minerari del Belviso

Nelle zone limitrofe alla miniera di Novazza, ove la società Somiren del Gruppo ENI ha accertato la presenza di 1.318 t di U metallico, è stato intensificato, negli ultimi due anni il lavoro di ricerca. L'attenzione si è per ora polarizzata su un'area di qualche centinaio di ettari situata tra le Alpi Orobie e la Valtellina (Valle del Belviso). Le



Reparto Attività Minerarie. (sopra) Fig. 1 - Sede di Clusone (Bergamo). (sotto) Fig. 2 - Campo base del Belviso a quota 2100. Sulla destra il lago artificiale, a quota 1500, che alimenta la centrale di Ganda e sullo sfondo i monti della Svizzera



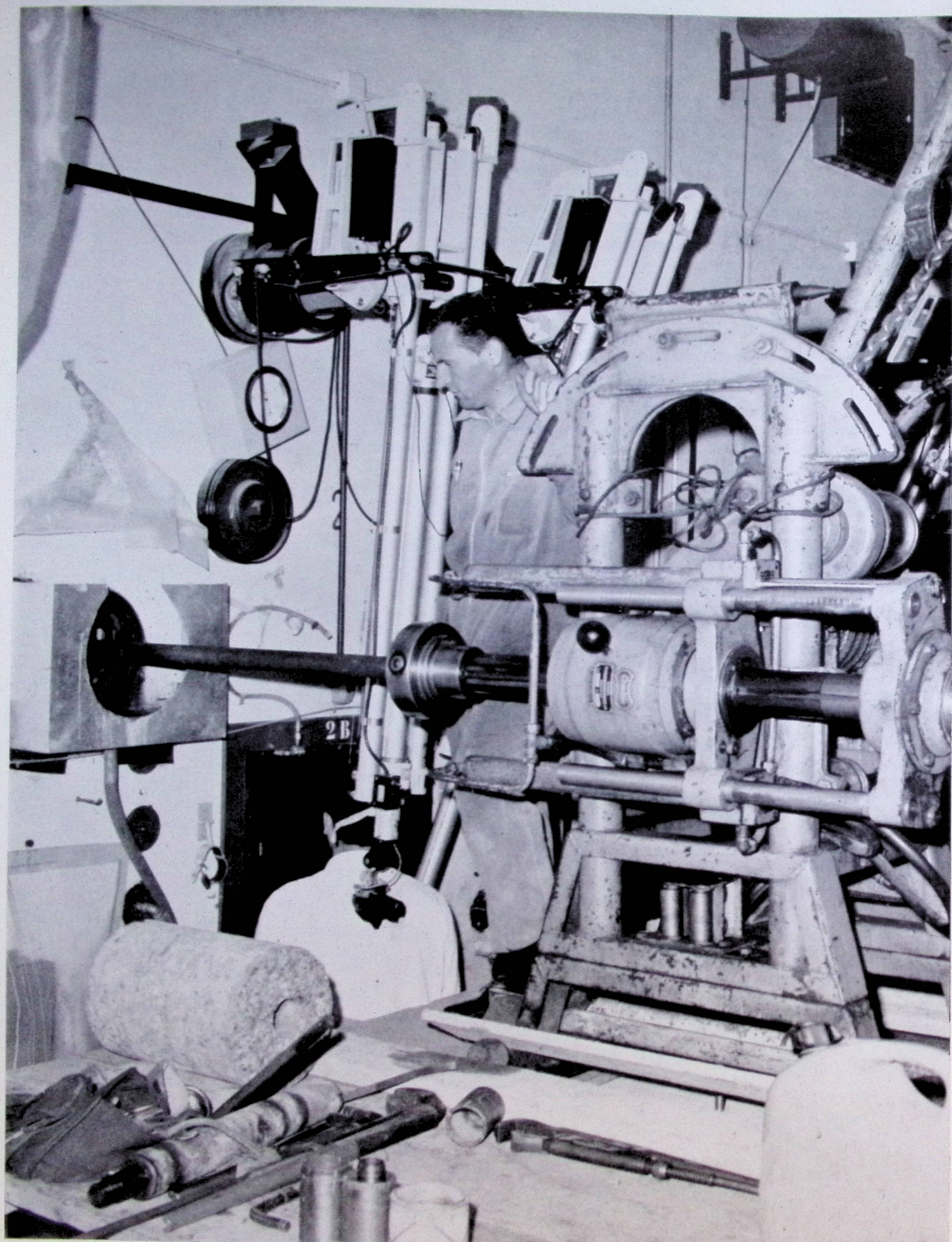


Fig. 3 - Sondaggi per la perforazione del reattore RC-1 del Centro Studi Nucleari della Casaccia

mineralizzazioni ad uranio si rinvenivano prevalentemente entro l'orizzonte siltoso-arenaceo tettonizzato della « Serie di Collio » di età permocarbonifera. Durante il 1967 sono stati effettuati 6 sondaggi e alcuni scavi (figg. 2 e 3). I dati ottenuti dai *gamma logging*, integrati da 290 analisi compiute sulle carote, hanno confermato il proseguimento delle mineralizzazioni in profondità. Purtroppo le ricerche devono essere interrotte nel periodo autunno-inverno a causa dell'elevata altitudine dei cantieri (2000-2400 m s.l.m.). Attualmente è in fase di avanzata attuazione un programma che prevede lavori di notevole entità.

Lavori preparatori nel bacino della miniera di Novazza

L'importanza del giacimento uranifero di Novazza è stata ampiamente documentata. Tuttavia nelle immediate vicinanze dello stesso non sono ancora state ultimate le ricerche a causa di situazioni contingenti verificatesi negli ultimi anni. Le prospettive di rinvenire altre concentrazioni di minerali d'uranio sono assai fondate. Si sta ora ampliando la prospezione radiometrica nelle zone rimaste scoperte dalle precedenti investigazioni e si è dato inizio ad un rilievo topografico particolareggiato. Correlativamente vengono compiute sul terreno tutte quelle osservazioni geologiche e minerarie utili per l'impostazione razionale dei futuri lavori.

Revisione delle anomalie uranifere delle Alpi Orobie

La revisione delle anomalie rinvenute nelle campagne di prospezione svoltesi nel periodo 1956-1961, è indispensabile per programmare lavori di ricerca più avanzati. È altresì essenziale conoscere sul terreno tutti i parametri che concorrono alla valutazione e a definire l'importanza di dette anomalie. Il Reparto Attività Minerarie sta compiendo numerose osservazioni su alcune delle zone indiziate a cavallo tra la Val Seriana e la Val Brembana. I risultati di campagna sono attualmente oggetto di un accurato esame critico.

Lavori per conto terzi e per i Centri del CNEN

Nel quadro della collaborazione con i diversi Centri del CNEN e con Enti Comunitari, il Reparto ha portato a compimento dei lavori particolarmente impegnativi.

Per il CERN (Contratto 0/84796/AR) sono stati effettuati cinque sondaggi a carotaggio continuo per un totale di 374 m entro l'area preposta per la costruzione del PS 300 GeV e situata nelle vicinanze di Doberdò del Lago (Gorizia). Le perforazioni hanno richiesto l'adozione di particolari accorgimenti atti a ridurre il tormento meccanico sulle carote. Detto lavoro ha anche permesso di approfondire alcune sperimentazioni, peraltro riuscite, sul recupero totale del carotaggio.

Durante il 1966 è stata completata la foratura dello schermo biologico del reattore RC-I del CSN della Casaccia (fig. 4). Per tale foro, avente diametri compresi tra i 305-203 mm, è stata messa in opera un'attrezzatura di perforazione che si diversifica da quella comunemente in uso nelle ricerche minerarie. La foratura, che ha presentato notevoli difficoltà date le particolari condizioni geometriche dello schermo e la diversità dei materiali da attraversare, è pienamente riuscita. Il primo foro di spia, utilizzato come guida

ai carotieri impiegati per i successivi alesaggi, è risultato perfettamente in asse. Per la completa aderenza del canale tagenziale e passante introdotto nel foro, è stato necessario effettuare fori inclinati nello schermo biologico aventi la funzione di sfogo durante l'immissione della boiaccia speciale sotto pressione. Per tale operazione è stata impiegata una sonda leggera normalmente utilizzata nelle gallerie di ricerca.

Un foro del diametro di 305 mm è stato effettuato nella parete della cella n. 2 del Laboratorio Operazioni Calde del CSN della Casaccia, usando le stesse tecniche di perforazione impiegate nella foratura dello schermo del reattore RC-1. Nonostante gli inconvenienti verificatisi, il lavoro è stato portato a termine nei limiti di tempo prefissati.

Sono stati inoltre compiute numerose perforazioni a carattere geognostico e per ricerche d'acqua nell'area del Centro della Casaccia.

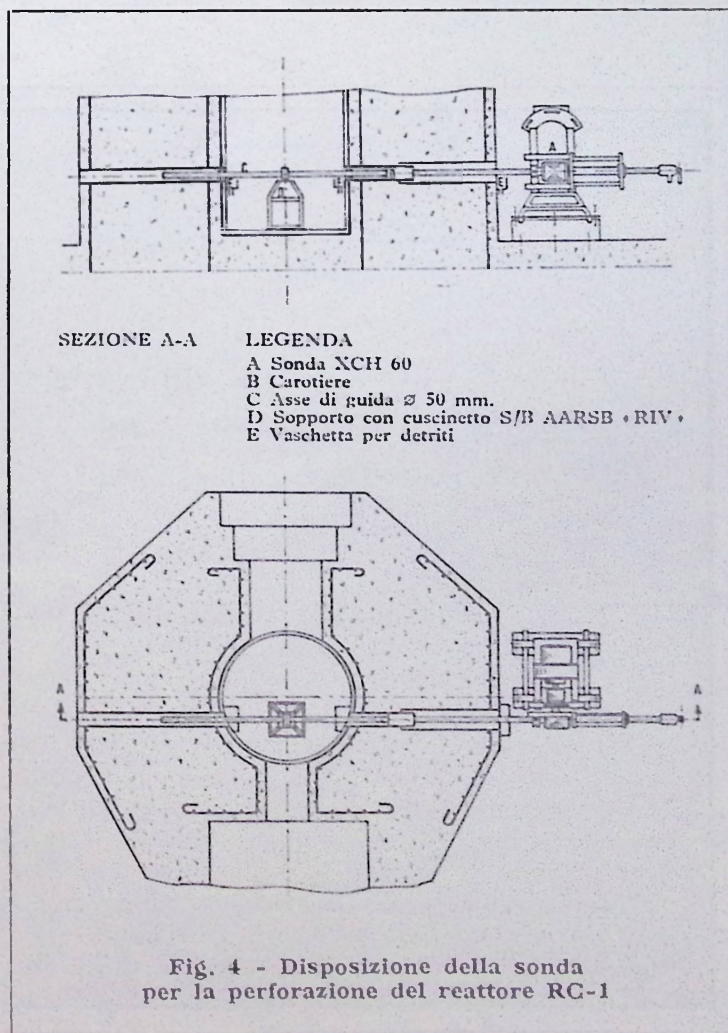
Lavori in Sede

Tutto il personale del Reparto è direttamente impegnato nell'attività di campagna. Ciò nonostante nei periodi di interruzione dei lavori per cause di forza maggiore, l'attività di Sede si esplica su due direttrici:

elaborazione dei dati di campagna;

organizzazione dei cantieri e messa a punto del materiale.

Il Reparto dispone di un'unità analitica in grado di compiere delle rapide determinazioni chimiche e fisiche sui campioni provenienti dai sondaggi e dagli scavi e di un



impianto di frantumazione, macinazione, omogeneizzazione e campionatura necessario per ottenere da campioni prelevati in campagna campioni medi ridotti adatti per le successive analisi chimiche e fisiche.

Per provvedere alle riparazioni d'emergenza del materiale impiegato sui cantieri di ricerca è stata attrezzata una piccola officina meccanica ed una falegnameria.

STATISTICA SISMICA *

La progettazione di impianti speciali che debbano rispondere ad esigenze molto particolari richiede in genere uno studio assai dettagliato di tutti i parametri relativi al sito. Tra i parametri più importanti, e talvolta esclusivi, sono i parametri sismici.

L'Euratom ha affidato al CNEN l'incarico di redigere una carta dell'Italia in cui fossero indicate delle zone che per la convergenza di più parametri non sfavorevoli potessero essere adatte per accogliere dei depositi definitivi di prodotti di fissione provenienti dagli impianti di ritrattamento di combustibile nucleare e solidificati attraverso un opportuno condizionamento. La durata di questi depositi è ovviamente commisurata con la vita media degli elementi a più lungo periodo contenuti nella massa dei prodotti di fissione: l'ordine di grandezza è di qualche cen-

tinaio di anni. Si pongono, cioè, oltre a problemi di ingegneria del tutto particolari anche problemi sismici di non facile soluzione perché, accettato come ovvio che la sismicità nella zona prescelta debba essere la più bassa possibile, si tratta di estrapolare ad un futuro molto distante i dati noti della sismicità disponibili invece per un passato molto recente, almeno dal punto di vista dell'attendibilità.

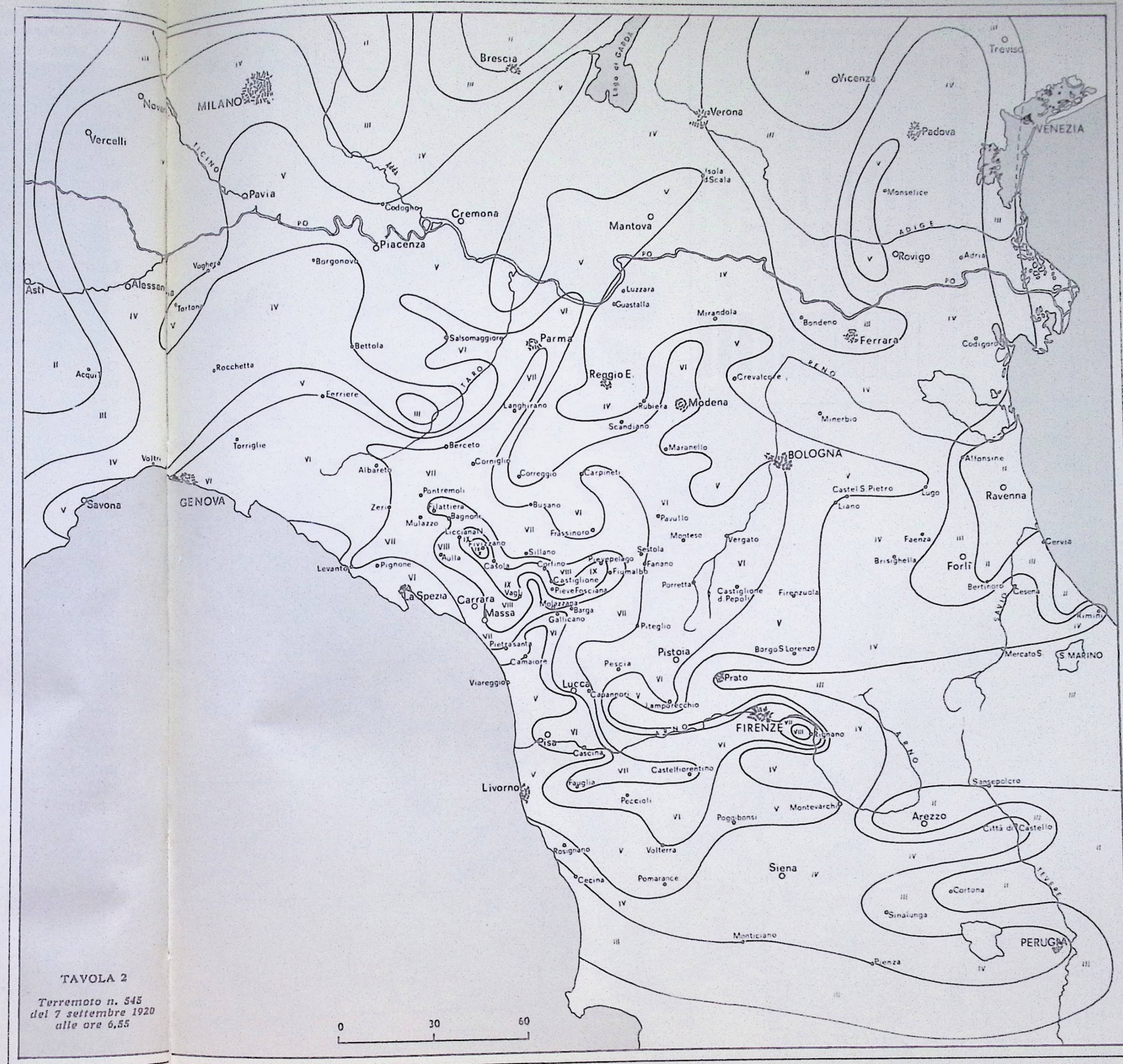
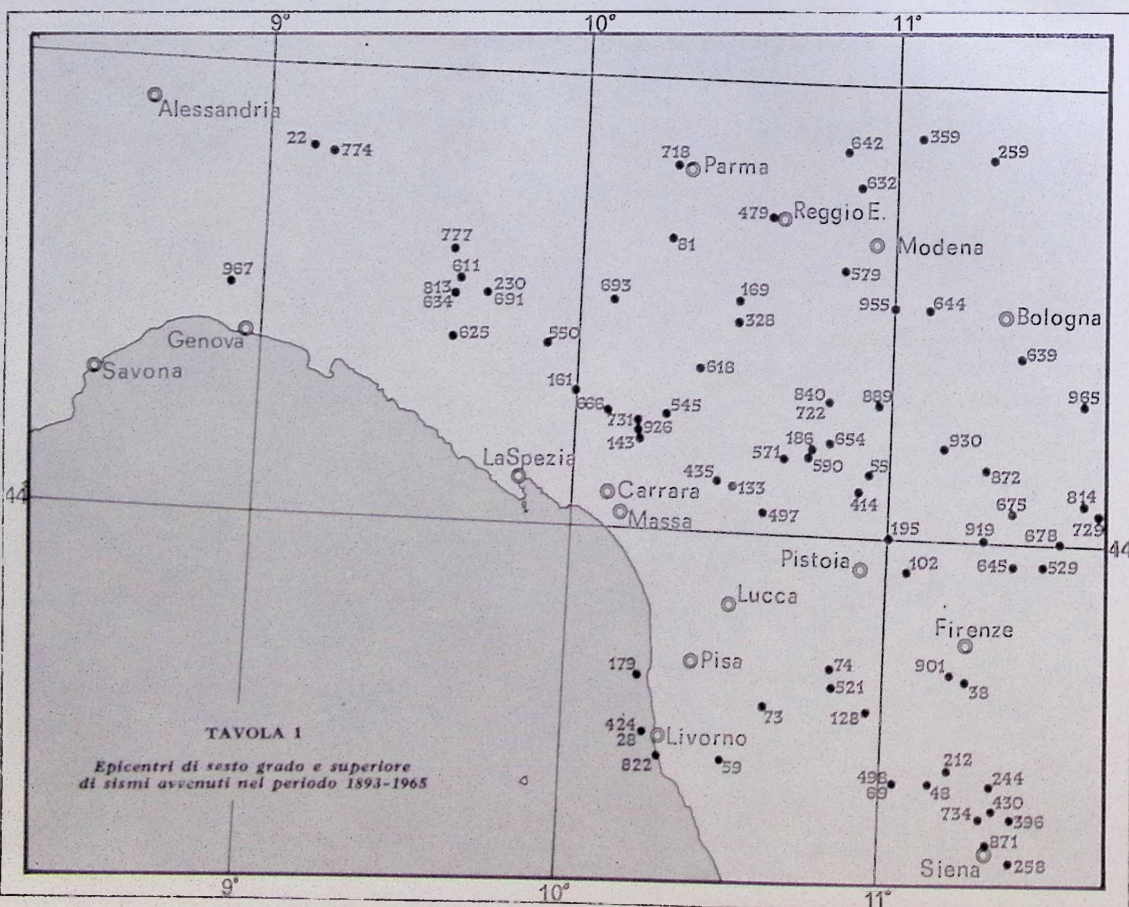
Studi di questo genere sono naturalmente simili a quelli necessari per definire la sismicità di una zona prescelta per un impianto nucleare in genere e in particolare per un reattore di potenza.

Da vari anni quindi un ricercatore del Gruppo si è applicato a pieno tempo allo studio statistico dei terremoti avvenuti in Italia e il suo lavoro si è concretizzato in tre pubblicazioni che hanno rappresentato un progressivo affinamento del suo lavoro. Rimandando chi volesse avere maggiori particolari alle tre pubblicazioni finora uscite (RT/GEO 64/11; 66/7; 68/14), ci limitiamo a presentare quattro tavole che danno una idea dei procedimenti adottati e dei risultati raggiunti:

Tavola 1 - Essa rappresenta uno stralcio della carta al 1.000.000 degli epicentri dei terremoti avvenuti in Italia dal 1893 al 1965.

Tavola 2 - In questa tavola sono tracciate le isosisme del terremoto n. 545 del 7 settembre 1920 alle ore 06 e 55 minuti. È stato scelto questo sisma non per le sue caratteristiche particolari ma perché è uno di quelli ricadenti

* Edoardo Iaccarino.



nella tavola 1. Questa tavola è una delle 544 che sono state disegnate per preparare le successive tavole 3 e 4.

Tavola 3 - Carta con aree di massima intensità dal VI all'XI grado per ogni mezzo grado ed eseguita tracciando la curva involuppo di tutte le isosisme di cui è stato possibile fare il disegno. In pratica si sono usati tutti i disegni delle isosisme (un esempio è la tav. 2) sovrapponendoli.

Tavola 4 - È uno stralcio della carta eseguita per tutta l'Italia e rappresenta il numero di scosse che si sono avute

dal 1893 al 1965 di grado VI e superiore in aree di 36 km².

Questa carta aggiunge alla carta precedente — che riportava solo l'intensità massima dei sismi verificatisi — un altro parametro e cioè il numero di scosse avvenute in un'area molto ristretta.

Lo studio sarà esteso indietro nel tempo, fino al 1500, e la difficoltà maggiore sarà data dalla incompletezza dei dati dal punto di vista sia qualitativo e sia quantitativo.

TAVOLA 3
COMITATO NAZIONALE ENERGIA NUCLEARE
Gruppo Attività Minerarie

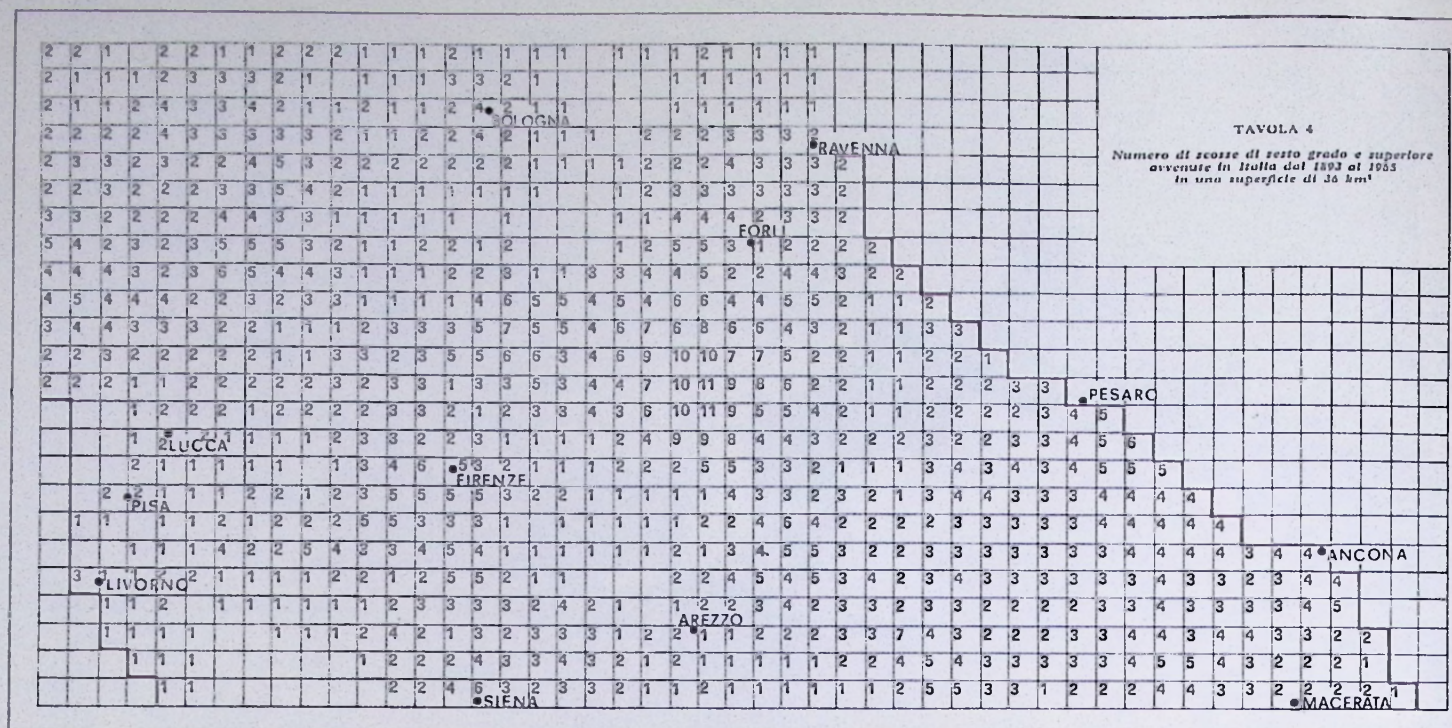
Edoardo Iaccarino

CARTA SISMICA D'ITALIA PER IL PERIODO 1893-1965
CON AREE DI MASSIMA INTENSITA

	VI	grado Mercalli
	VI-VII	grado Mercalli
	VII	grado Mercalli
	VII-VIII	grado Mercalli
	VIII	grado Mercalli
	VIII-IX	grado Mercalli
	IX	grado Mercalli
	IX-X	grado Mercalli
	X	grado Mercalli
	X-XI	grado Mercalli
	XI	grado Mercalli

Scala grafica
1:100.000





REPARTO PREPARAZIONE MINERALI *

Il Reparto Preparazione dei Minerali del CNEN opera presso il Laboratorio per il Trattamento dei Minerali del CNR, che ha sede in Roma, al km 11,6 della via Salaria. Per lo svolgimento della propria attività esso si avvale delle apparecchiature e delle installazioni del CNR alle quali si aggiungono quelle direttamente acquistate dal CNEN e congiuntamente gestite. Presso la stessa sede è stato montato dal CNEN un impianto pilota per prove in continuo di lisciviazione di minerali radioattivi della capacità di 1 t/giorno di greggio (figg. 1, 2 e 3).

Dalla sua costituzione (1966) il Reparto ha svolto attività sia di ricerca applicata sia di ricerca fondamentale, secondo temi che rientrano nelle tre seguenti grandi linee:

ricerche sul trattamento dei minerali base per la fabbricazione di elementi combustibili nucleari;

ricerche sul trattamento dei minerali di interesse nucleare strutturale;

ricerche fondamentali sulla separazione ad alta tensione di minerali dielettrici.

Ricerche sul trattamento dei minerali base per la fabbricazione di elementi combustibili nucleari

Studio della lisciviazione per percolazione di un minerale ad autunite dell'altopiano silano - Questo studio è stato condotto su due greggi a miche uranifere in matrice granitica provenienti da località dell'altopiano silano, ove le squadre di prospezione del CNEN avevano individuato a suo tempo, i relativi depositi.

La finalità dello studio, oltre che alla definizione di uno schema di trattamento economico per i minerali esaminati, era volta anche a trarre conclusioni di carattere generale circa la condotta degli attacchi più idonea a realizzare i massimi recuperi con i minori costi e nel minor tempo possibile. È infatti con la combinazione più favorevole di questi fattori che il processo di lisciviazione per percola-

zione può diventare un mezzo valido per lo sfruttamento di giacimenti a basso tenore, potendo essere accettato anche per trattamenti di quantità superiori alle 1.000 t/giorno.

Le prove sono state condotte in una batteria di cassoni in legno appositamente progettata e costruita ed hanno compreso la sperimentazione di 8 tipi differenti di attacco, caratterizzati soprattutto, oltre che dalla differente concentrazione in H_2SO_4 delle soluzioni attive, dalle diverse velocità di percolazione. Si è potuto così dimostrare che si possono ottenere ottimi risultati anche operando a velocità relativamente alta (60 litri/h · m²), purché i periodi di asperzione siano opportunamente alternati a periodi di riposo, in modo da realizzare il migliore equilibrio tra le due funzioni della soluzione in ciclo, che sono la solubilizzazione del componente uranifero ed il trasporto al di fuori della massa minerale dei prodotti di attacco (figg. 4, 5 e 6).

I recuperi realizzabili (90%), i minimi consumi di acido (~ 25 kg/t), ed il contenimento a 15 mm della frantumazione preliminare del greggio hanno permesso di prevenire per il metodo di trattamento messo a punto, costi di circa 0,45 \$/lb di U_3O_8 recuperata. Con tale metodo, inoltre, i tempi di lisciviazione sono praticamente ridotti a due giorni, per cui esso è attuabile anche per minerali a tenori dell'ordine dello 0,1% in quantità di 1.000-2.000 t/giorno.

Esperienze sulla possibilità di applicazione di metodi fisici nella concentrazione del greggio uranifero di Novazza (Bergamo) - Questo studio è stato condotto su campioni del greggio uranifero del giacimento individuato a Novazza (Bergamo) ove sono state accertate oltre 1.000 t di uranio metallo in forma prevalente di ossidi primari.

Il problema del trattamento di questo minerale, che per quanto riguarda la lisciviazione è nettamente affrontabile su un piano convenzionale, presenta aspetti particolari in quanto il greggio contiene una sensibile quantità di blenda, con tenori in Zn intorno al 2%.

Si è pertanto esaminata la possibilità di applicazione di metodi fisici di trattamento, prima del processo idrometalurgico, seguendo tre direttrici di sviluppo:

a) flottazione dello zinco, sia a scopo di recupero dello stesso in concentrati mercantili, sia per eliminare i

* Giorgio Rinelli.

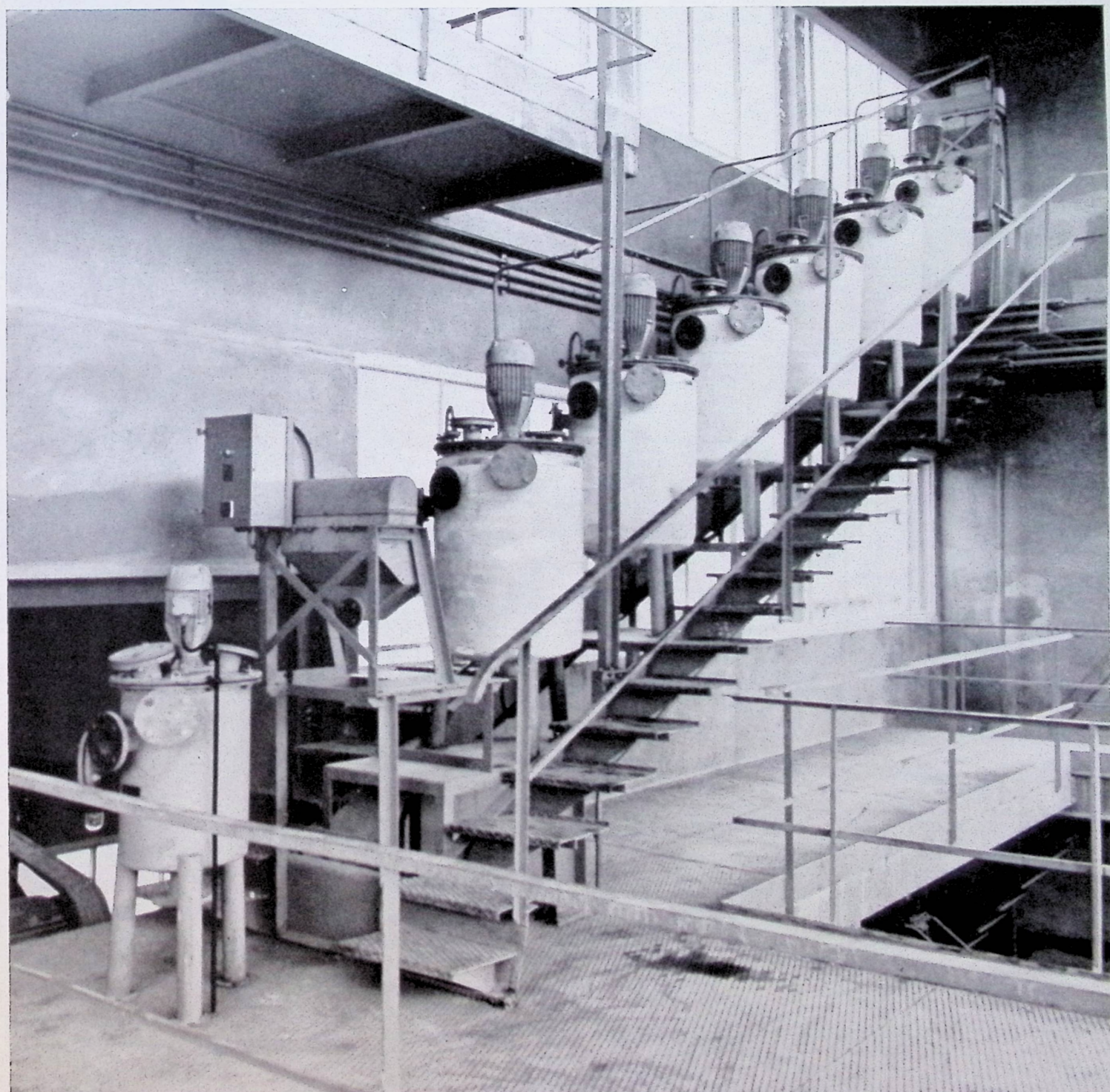
solfuri metallici in generale, la cui presenza costituisce elemento negativo in ordine a certe operazioni unitarie del processo globale, come la filtrazione delle torbide delle soluzioni ricche in uranio;

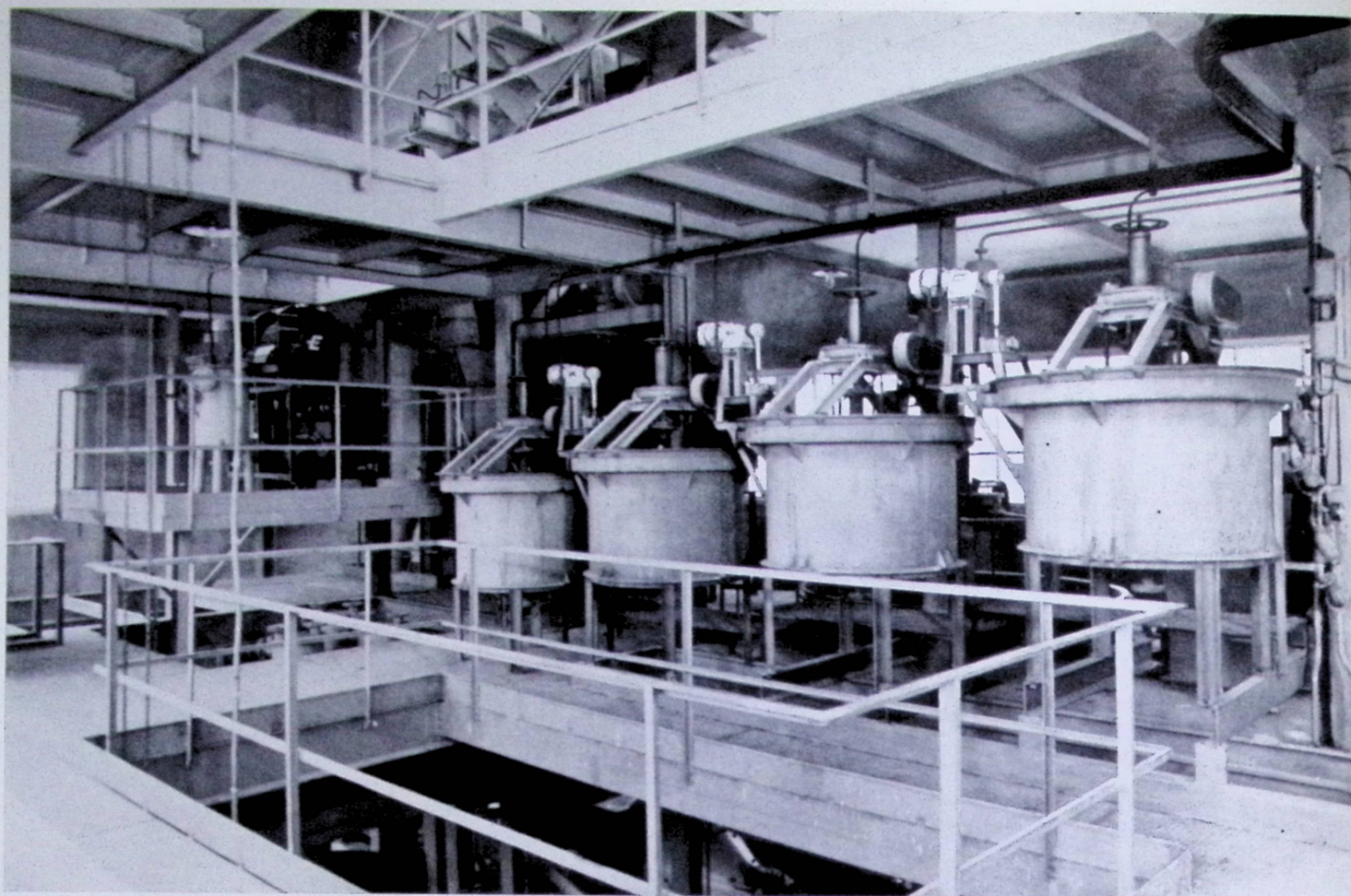
b) flottazione del componente uranifero del greggio, la pechblenda, a scopo di preconcentrazione od eventualmente a scopo di omogeneizzazione dei tenori del materiale di alimentazione della sezione chimica, dato che è necessario prevedere sensibili oscillazioni nel tenore del tout-venant che da una media presumibile dello 0,2% in U_3O_8 potrebbe scendere allo 0,05% o toccare localmente valori superiori all'1%;

c) preconcentrazione dei minerali pesanti per via gravimetrica con eliminazione di un'aliquota di greggio sterile sia in zinco che in uranio.

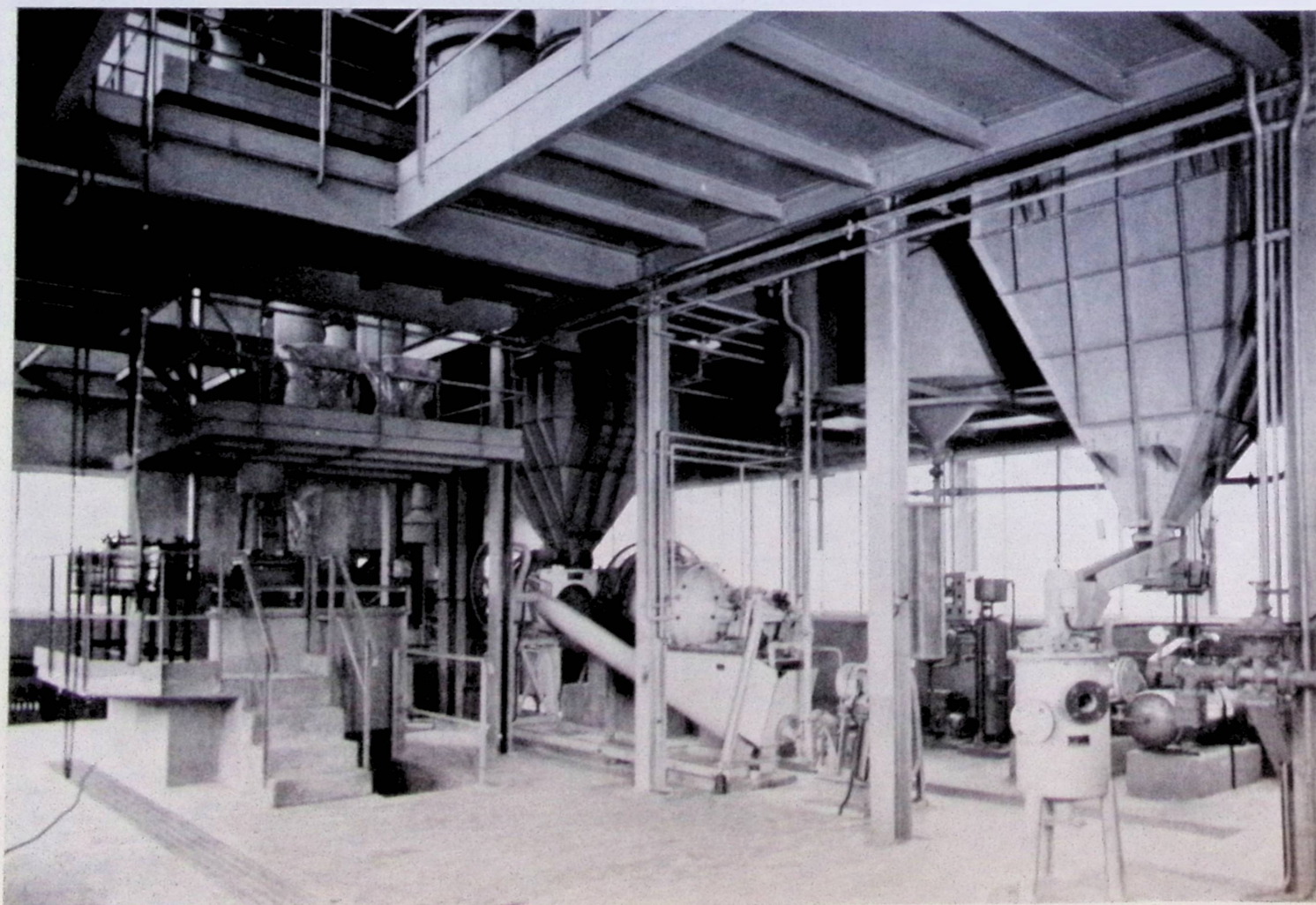
Operando secondo a) si sono eseguite prove di flottazione, in un solo stadio, in modo da ottenere gli indici indispensabili alla valutazione in linea orientativa della convenienza ed introdurre nel flow-sheet uno stadio di flottazione. I risultati ottenuti sono stati incoraggianti in quanto si è realizzato il recupero dell'85% in Zn con perdite in U_3O_8 contenibili al 3%. In termini economici ciò significa che la tendenza all'impiego della flottazione è valida, in quanto è possibile ricavare concentrati mercantili di blenda che ripaghino le perdite in uranio. In secondo luogo l'eliminazione della blenda del greggio avrà senz'altro riflessi positivi nella condotta dell'attacco acido, se non altro perché scompariranno le difficoltà nella filtrazione delle torbide post-attacco che conseguono alla presenza di blenda nel tout-venant.

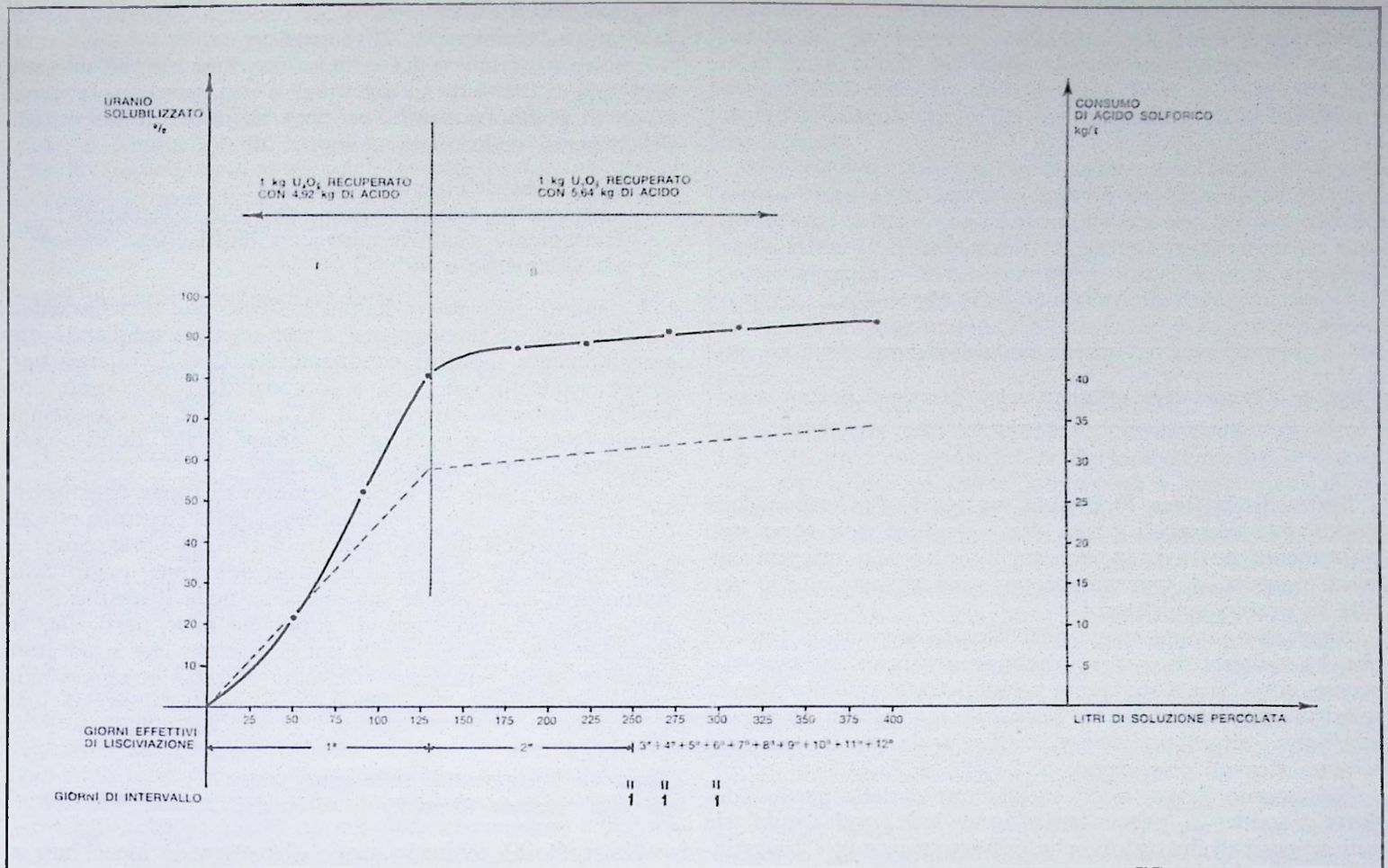
Fig. 1 - Centro Studi per la Preparazione dei Minerali - Impianto pilota per prove in continuo di lisciviazione di minerali radioattivi - Batteria di decantazione in controcorrente



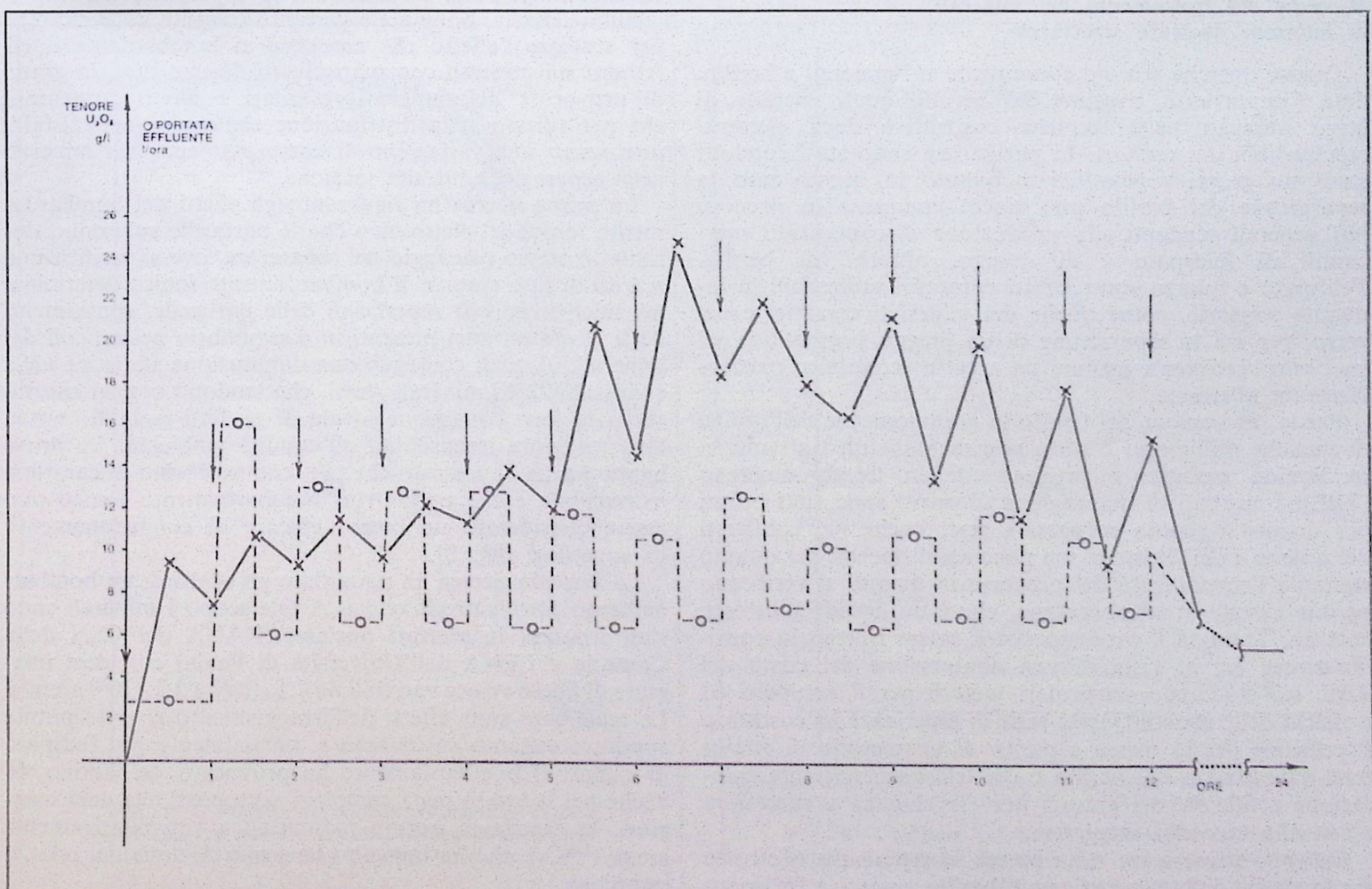


Centro Studi per la Preparazione dei Minerali - Impianto pilota per prove in continuo di lisciviazione di minerali radioattivi. (sopra) Fig. 2 - Batteria di lisciviazione. (sotto) Fig. 3 - Livello a terra - Sezione di macinazione e classificazione





(sopra) Fig. 4 - Lisciviazione per percolazione con processo accelerato. (sotto) Fig. 5 - Tenore e portate degli effluenti nel primo giorno di lisciviazione - La freccia indica il versamento di 10 litri di soluzione



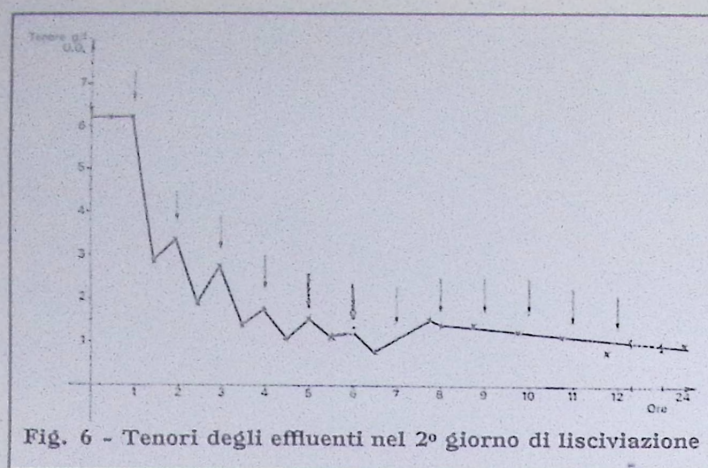


Fig. 6 - Tenori degli effluenti nel 2° giorno di lisciviazione

Seguendo la linea b) è stata tentata la flottazione della pechblenda con acidi grassi, ma i risultati non sono stati pienamente positivi, in quanto, pur avendo ottenuto discreti rapporti di concentrazione, sono rimaste alte le perdite in uranio negli sterili.

Risultati analoghi sono stati ottenuti secondo la linea c) che ha comportato prove di concentrazione su tavole a scossa, con e senza slimaggio preliminare in ciclone. Mentre quest'ultima operazione è effettuabile con perdite in uranio accettabili, altrettanto non si verifica sulle tavole, ove pure si sono ricavati concentrati al 33,7% in U_3O_8 .

Nonostante l'esito poco soddisfacente delle prove condotte a scopo di preconcentrazione della pechblenda, sia con processi di flottazione che gravimetrici, non è da escludere una possibilità di impiego di questi metodi a scopo di stabilizzare i tenori di testa dell'impianto chimico, la cui marcia sarà ovviamente regolata sui tenori medi presunti.

Ricerche sul trattamento dei minerali di interesse nucleare strutturale

Queste ricerche si sono concentrate sui minerali a berillo, data l'importanza rivestita dal berillio quale metallo di largo impiego nelle tecniche costruttive degli elementi combustibili dei reattori. In particolare sono stati condotti studi sui greggi pegmatitici in quanto in questo caso la separazione del berillo può essere compresa in processi più generali tendenti alla produzione di concentrati mercantili di feldspato e di quarzo, oltretutto di berillo. Feldspato e quarzo sono infatti entrambi utilizzabili in industrie primarie, come quelle dei materiali ceramici e del vetro, per cui la separazione di un greggio pegmatitico nei suoi vari costituenti assume un aspetto economico particolarmente allettante.

Per la separazione del berillo in granulometrie dell'ordine di qualche millimetro è stato sperimentato un trattamento in liquido pesante, e precisamente in tetrabromoetano (TBE). I risultati di questa serie di prove sono stati ottimi per quanto riguarda recuperi e rese, anche nei confronti del quarzo e dei feldspati, ma poco soddisfacenti per quanto riguarda l'economicità del processo in quanto si verificano perdite elevate in tetrabromoetano, che è un liquido piuttosto costoso. Tuttavia il processo potrà essere ripreso in considerazione, sia in vista di una diminuzione del costo del TBE, sia studiando particolari metodi per il recupero ed il riciclo dello stesso. Questa serie di esperienze ha costituito l'occasione per la messa a punto di un metodo di analisi semi-quantitativo del berillo o dei feldspati mediante colorazione artificiale dei granuli per via chimica e successiva conta alla tavoletta integratrice.

Ben più estese sono state invece le esperienze effettuate per lo studio della separazione di berillo, quarzo e feldspato

in granulometrie sottili, mediante processo ad alta tensione previo condizionamento di superficie.

Questo programma ha comportato l'esecuzione di varie centinaia di prove durante le quali è stata studiata la variazione di comportamento, nel separatore ad alta tensione, dei minerali menzionati, a seguito di:

- variazione dell'umidità ambiente;
- trattamento condizionante con acidi concentrati;
- trattamento condizionante con laurilsolfato sodico;
- riscaldamento a 400 °C.

I risultati delle prove hanno indicato che le separazioni ad alta tensione possono essere rese selettive scegliendo opportunamente i fattori condizionanti. Così il quarzo può essere separato dai suoi accompagnatori operando con umidità ambiente inferiore al 50%, mentre la separazione berillo-feldspato si realizza con ottimi indici dopo condizionamento con laurilsolfato sodico.

Lo studio svolto ha anche permesso di trarre conclusioni di carattere generale circa l'influenza delle strutture cristalline di superficie dei minerali studiati nelle separazioni ad alta tensione ed in ogni altro processo, come quello della flottazione, che trova le sue premesse nella diversificazione dello stato chimico-fisico di superficie delle particelle. In base alle osservazioni e alle considerazioni che sono state suggerite dalle esperienze effettuate è stata intrapresa una ricerca di carattere fondamentale, di seguito illustrata.

Ricerche fondamentali sulla separazione ad alta tensione di minerali dielettrici

Lo studio ha avuto lo scopo di mettere in luce l'importanza assunta dagli aspetti strutturali dei minerali dielettrici come il quarzo, i feldspati e il berillo, nelle separazioni ad alta tensione. È infatti dalle caratteristiche reticolari di questi minerali, che possono rientrare nella categoria dei semiconduttori, che dipendono le loro proprietà di conducibilità elettrica. Sono state pertanto eseguite delle ricerche per studiare l'effetto che consegue ai bombardamenti effettuati sui minerali con particelle di diverso tipo, in grado di provocare deformazioni reticolari e difetti strutturali, che per riflesso sulla distribuzione elettronica nei cristalli, provocano una variazione di comportamento dei minerali nella separazione ad alta tensione.

La prima ricerca ha riguardato gli effetti del bombardamento ionico ed elettronico che le particelle subiscono durante lo stesso passaggio nel separatore, ove si verifica una scarica di tipo corona. Il bombardamento ionico determina, nei microstrati più superficiali delle particelle, spostamenti degli atomi estranei presenti in disequilibrio nei reticoli dei minerali, ai quali consegue una diminuzione statistica nella conducibilità di minerali stessi, che tendono così al ritorno verso la loro condizione ideale di perfetti isolanti, e una loro maggiore insensibilità all'umidità ambiente. Le prove hanno anche dimostrato che tali fenomeni sono di carattere irreversibile e che pertanto il bombardamento ionico può essere considerato un mezzo efficace di condizionamento di superficie (fig. 8).

La seconda ricerca ha riguardato gli effetti di un bombardamento con neutroni veloci. A tale scopo i minerali sono stati irradiati in reattori nucleari (RANA del CSN della Casaccia e LENA dell'Università di Pavia) con dosi integrate di flusso veloce variabili da $7,5 \cdot 10^{15}$ a $2,2 \cdot 10^{18}$ n/cm²s. Le esperienze sugli effetti dell'irraggiamento si sono potute condurre soltanto sul quarzo e, parzialmente, sul feldspato in quanto il bombardamento ha provocato nel berillo, ed anche nel feldspato per i campioni sottoposti alle dosi maggiori, la nascita di isotopi radioattivi a vita relativamente lunga (^{137}Cs), che ha impedito la manipolazione dei relativi campioni.

Le esperienze hanno dimostrato che il bombardamento con neutroni veloci provoca effetti comparabili a quelli del bombardamento ionico finché la dose d'irraggiamento non supera un valore critico che per il quarzo si aggira sui 10^{18} n/cm². Oltre tale valore di flusso gli effetti sono opposti e conducono ad una minore resistività di minerali, che divengono conduttori relativamente buoni (fig. 9).

Anche in questo caso è stata eseguita tutta una serie di esperienze per accertare l'irreversibilità del fenomeno.

Studi in corso e programmi futuri

Da alcuni mesi è stato iniziato un vasto programma di ricerca inteso a studiare le possibilità di sfruttamento di rocce ignimbriche e laviche del vulcanismo quaternario del Vico, nel Lazio nord-occidentale.

In tali rocce, che costituiscono ammassi per un volume di 15 km³, si riscontrano arricchimenti anomali di uranio, torio, terre rare, zirconio, stronzio, rubidio, titanio, che pure di scarso significato economico se considerati singolarmente, potrebbero assumere diversa rilevanza con la messa a punto di un metodo globale per l'estrazione a costi ragionevoli di tutti gli elementi di valore contenuto.

Sono state già eseguite prove di arricchimento per via meccanica (separazione magnetica, separazione gravimetrica) le quali, se pure hanno fornito utili indicazioni circa la distribuzione degli elementi utili, sono risultate negative per quanto riguarda la possibilità di impiego dei metodi sperimentati dato che nella massa rocciosa, fondamentalmente amorfa, le forme cristalline organizzate sono scarsamente presenti e che in questa ultima non si riscontrano differenze significative, rispetto alla massa, nei tenori in elementi ricercati.

È stato pertanto impostato un piano di ricerca per la conduzione di esperienze di trattamento per via idro-e piro-

metallurgica, che prevede, in una prima fase, lo studio dei coefficienti di recupero realizzabili sui quattro tipi fondamentali di rocce nei quali si può suddividere la totalità delle formazioni. In una seconda fase si procederà allo studio della separazione dei vari elementi raccolti in « bulk » dal greggio.

Nell'anno in corso saranno svolte esperienze di arrostitimento clorurante, secondo metodi di concezione relativamente nuova per i quali ancora manca una idonea casistica applicativa. Lo studio risulterà pertanto notevolmente complesso in quanto investirà anche la stessa tecnica operativa. A questo scopo è già stato acquistato un forno autoregolante capace di raggiungere i 1.200 °C, ed è in corso l'allestimento delle apparecchiature in quarzo per i corpi di reazione.

L'interesse dello studio programmato, per il quale si deve prevedere uno svolgimento pluriennale, va oltre i limiti del problema particolare che sarà esaminato, in quanto esso permetterà di trarre indicazioni e conclusioni di carattere ben più generale, estensibile a tutti i problemi di valorizzazione di giacimenti poveri mediante tecniche estrattive idro-e pirometallurgiche. È pertanto probabile che in un più ampio contesto degli studi intrapresi, siano svolte anche ricerche di dettaglio a proposito delle varie operazioni unitarie che faranno parte del ciclo o per l'estensione dei metodi messi a punto ad altri tipi di mineralizzazione.

Nel caso di esito positivo delle ricerche di laboratorio è previsto, per quanto riguarda il metodo dell'arrostitimento clorurante, l'allargamento delle ricerche in un impianto pilota che sarà appositamente progettato.

L'attività futura del Reparto comprenderà, naturalmente, anche tutte quelle prove di trattamento sui minerali uraniferi che potranno essere individuati sul territorio nazionale nel corso delle prospezioni condotte dal CNEN, o che potranno pervenire dall'estero a seguito dei programmi congiunti ENI-CNEN attualmente in corso di sviluppo.

