

## I graniti e l'Uranio (\*) (Riassunto esteso)

ATTILIO BORIANI (\*\*)

### ABSTRACT

The lecture dealt with the genesis and emplacement of granites as well as the behaviour of Uranium in granite melts and rocks. After touching upon problems of granite genesis and classification, the data concerning the Val di Susa granitoids were examined. The characteristics of Uranium as a source of radiation were discussed, and the conclusion reached that, given the low activity of Uranium and the very low U-content (2-4 ppm) of the granites, including those of the Val di Susa, they should not be taken into consideration as a health hazard. Radon, a very heavy gas and a poisonous product of U radioactive decay, can accumulate dangerously in underground sites with insufficient ventilation, and should thus be effectively gauged in such places as inactive tunnels.

KEY WORDS: *Granite, Uranium, geological hazard, ionizing radiation.*

TERMINI CHIAVE: *Granito, Uranio, rischio geologico, radiazioni ionizzanti.*

### IL GRANITO

Tra le rocce magmatiche presenti nella crosta terrestre, il granito è la più comune, e quella che solidifica a temperatura più bassa, e cioè sui 600-700 C°, una temperatura comunque più alta di quella della crosta terrestre, che normalmente è solida, anche ai livelli profondi. Si forma per processi di fusione che hanno luogo come effetto di anomalie termiche, sia nella crosta che nel sottostante mantello. Il materiale di partenza può essere sia crostale che mantellico, ciò che assegna al mantello un ruolo importante, in quanto può fornire sia calore, sia propri prodotti di fusione. Il granito sale nella crosta (anche perché ha una relativamente bassa densità) e la arricchisce di quegli elementi che, o per il loro raggio ionico, o per altre ragioni geochimiche, entrano con difficoltà nei reticoli cristallini dei silicati di più alta temperatura, e tendono a concentrarsi in fase tardiva nei fusi più silicei, con composizione vicina all'eutectico quarzo-albite-ortoclasio. Tra questi elementi c'è anche l'Uranio.

Alle temperature, relativamente basse, che regnano nella crosta terrestre, la fusione richiede la presenza di acqua, assai scarsa tranne che a livelli superficiali. Modernamente si ritiene che venga utilizzata l'acqua «fissata» nei reticoli cristallini dei minerali idrati, in particolare,

delle miche (*dehydration melting*): argomento troppo specifico per essere affrontato in questa sede.

Esistono classificazioni dei graniti che mettono in relazione i caratteri chimico-mineralogici con l'ambiente genetico, con le varie fasi del processo orogenico e, in ultima analisi, con la dinamica delle placche. Le rocce granitiche – tutte paleozoiche – della Val di Susa sono del tipo più comune, quello «meta-alluminoso» (legato ad ambiente collisionale) nel quale il contenuto in Uranio si aggira tra le due e le cinque ppm. In effetti, nella Zona Pennidica delle Alpi occidentali, i graniti s.s. sono rari, mentre sono assai diffusi i loro prodotti di trasformazione metamorfica più o meno avanzata (meta-graniti, ortogneiss), tra i quali sono da annoverare le rocce granitiche l.s. («granitoidi») della Val di Susa.

Il magma granitico, a causa della sua viscosità, solo raramente raggiunge la superficie, dando origine a lave che ancora più raramente si incontrano conservate: dato il livello, sono infatti facilmente soggette a erosione. I fenomeni di superficie o poco profondi, ai quali sono soggette (idrotermalismo; trasporto e sedimentazione) facilitano l'arricchimento in Uranio e le rendono un *target* interessante per la prospezione: così è stato storicamente nelle Alpi occidentali. Le lave granitiche (rioliti) e i loro prodotti di trasformazione metamorfica sono scarse o assenti in Val di Susa (*n.d.r.*: cf., in questo stesso fascicolo, le relazioni di Volpe e di GATTIGLIO & SACCHI).

### L'URANIO

L'Uranio (simbolo U, numero atomico 92) è un elemento naturalmente radioattivo appartenente alla serie degli actinidi della Terre Rare (v. le relazioni di Volpe e di Cigna in questo fascicolo). È una miscela di tre isotopi ( $^{238}\text{U}$ ,  $^{235}\text{U}$  e  $^{233}\text{U}$  con grande prevalenza dell'isotopo 238 che forma oltre il 99%). L'Uranio 235 (0,72%) è usato per i reattori nucleari e per le armi nucleari, mentre l'Uranio impoverito, a causa delle sue proprietà (è piroforico e ha peso specifico altissimo) viene utilizzato per fabbricare proiettili. È un elemento raro, ma non rarissimo: ad esempio, è più abbondante di antimonio, berillio, cadmio, oro, argento, mercurio.

Per le ragioni già dette, l'Uranio tende ad arricchirsi nelle rocce granitiche, ma questo arricchimento è in realtà debolissimo: il tenore di pochi grammi per tonnellata rende il granito non utilizzabile come sorgente di uranio dal punto di vista minerario. Per dare un'idea, un reattore da 1 GW (e) utilizza ogni anno 160 tonnellate di Uranio naturale, il che significa 40 milioni di tonnellate di

(\*) Riassunto esteso (redazionale).

(\*\*) Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi di Milano, via Mangiagalli 15, 20133 Milano. [attilio.boriani@unimi.it](mailto:attilio.boriani@unimi.it)

granito con 4 ppm di U, che diventano 80 milioni prevedendo un'efficienza di estrazione del 50%. Chiaramente, per rendere possibile la coltivazione, un processo naturale deve avere creato una concentrazione «seria», ovvero il giacimento. Per usare un altro paragone, la radioattività del granito (1000 Bq/m<sup>3</sup>) è pari a quella del caffè, la metà di quella della cenere di carbone, e solo dieci volte superiore a quella del corpo umano. Per inciso, il granito emette anche una radiazione gamma, prodotta prevalentemente da uno dei suoi elementi maggiori, il potassio, contenuto nei graniti con percentuali dell'ordine di poche unità per cento.

Nella catena di decadimento dell'<sup>238</sup>U è presente un gas di emivita pari a 3,8 giorni, il radon (<sup>222</sup>Rn), altamente tossico in quanto decade producendo degli alfa-emettitori, isotopi del Polonio, che si depositano sui tessuti delle vie respiratorie con effetto cancerogeno.

Come evidenzia Cigna nella sua relazione (in questo fascicolo) la capacità di penetrazione della radiazione alfa è bassissima (centimetri in aria e frazioni di micron nel solido); l'Uranio, di conseguenza, rappresenta un fattore di rischio solo in relazione alla sua caratteristica di produrre il gas radon, che può raggiungere concentrazione nociva in ambiente chiuso (grotta, galleria inattiva e più generalmente spazi sotterranei, dato che si tratta di gas pesante). Esiste a tal proposito una normativa che tutela il lavoratore fissando il tempo massimo della sua permanenza in tali ambienti, quando la concentrazione ol-

trepassi i 500 Bequerel per metro cubo. Il rischio non sussiste in ambiente ventilato, e tanto meno all'aperto, ad esempio in una discarica, dove la possibilità di accumulo del gas è praticamente nulla.

### CONCLUSIONE

Nel caso specifico della Val di Susa, non sono stati individuati fattori di un rischio radiologico legato alle rocce granitiche presenti lungo il tracciato del TAV Torino-Lione. In particolare, simili fattori non emergono né dalla letteratura geologica, né dai dati delle vecchie campagne di prospezione (Somirem, Cnen, Agip Mineraria), né dalle indagini geologiche svolte come supporto della progettazione, né dai log gamma-rays di sondaggio, né soprattutto dalle misure che il Politecnico di Torino (DITAG) ha effettuato su campioni di roccia, carote e carototeche. Per quanto riguarda un ipotetico rischio radiologico legato alle rocce granitiche, la situazione che si configura non si distacca da quello che è il quadro consueto della geologia delle Alpi Occidentali. Si rimanda alla relazione di Cardone, Brondi, Ventura & Marmocchia (presentata al convegno di Roma) per quanto riguarda la descrizione della moderna tecnologia utilizzata per gestire il materiale anche con livelli di radioattività molto superiori a quelli che i tunnel del TAV sono destinati a incontrare.