



Prime indagini su estrusioni da micro-fessurazioni di ossidi di ferro (goethite) in terreni carsici di Dalmazia, Istria e Carso triestino

ENRICO MERLAK¹

¹ CGEB – Commissione Grotte E. Boegan, Società Alpina delle Giulie, Trieste. E Mail: emerlak@alice.it

Abstract

Some extrusions are presents in highly karst soils. These extrusions are made of goethite and in small part of phyllosilicates and have been identified in Dalmatia (island of Krk, Croatia), Istria (locality Minjera, Buzet, Croatia) and in the “Impossible Cave” in Cattinara (Trieste, Italy).

CaCO₃ is absent in the extrusions and the origin of goethite is due to the iron content in some of the Flysch minerals including: biotite, pyrite, magnetite, pyroxene.

The origin of extrusions is to impute to intense tectonic movements near the contact between limestones and Flysch.

Keywords

Mineralizations, Goethite, Krk, Istria

Riassunto

Sono riportate le risultanze delle prime indagini condotte su un fenomeno poco studiato: estrusioni da microfessurazioni di ossidi di ferro presenti nei calcari di Dalmazia, Istria e Carso triestino. Si tratta di estrusioni di materiale costituito prevalentemente da goethite (α -FeOOH) e in piccole quantità di fillosilicati.

Di queste estrusioni, poco o niente citate in bibliografia, sono documentati alcuni affioramenti:

– tre affioramenti in prossimità della località di Baska (isola di Krk, Croazia)

– un affioramento presso Buzet (Croazia) in località Minjera

– alcuni affioramenti nella caverna principale della Grotta Impossibile di Cattinara (Trieste).

Le estrusioni sono presenti in calcari estremamente fessurati, in corrispondenza di importanti dislocazioni tettoniche. Non si rilevano rapporti specifici tra le estrusioni e l'incarsimento delle rocce di contenimento e la formazione precisa rimane al momento di difficile interpretazione

Parole Chiave

Mineralizzazioni, Goethite, Krk, Istria

Introduzione

Sono riportate le risultanze delle prime indagini condotte su un fenomeno poco conosciuto: estrusioni da micro – fessurazioni di ossidi di Fe presenti nella successione di calcari di Dalmazia (Isola di Krk), Istria centrale (Buzet) e Carso triestino (Grotta Impossibile di Cattinara).

Si tratta di vere e proprie estrusioni di materiale costituito da goethite (α -FeOOH) e, in minor misura, da fillosilicati (prevalentemente caolinite). Nelle estrusioni è assente la fase calcitica, e sono assenti le mineralizzazioni nei calcari incassanti le estrusioni.

Di queste estrusioni, poco o niente studiate e poco citate in bibliografia, l'autore documenta alcuni casi:

- Comprensorio di Baska (isola di Krk, Croazia)
- Località Minjera (Buzet, Centro Istria, Croazia)
- Galleria principale e grande caverna della Grotta Impossibile di Cattinara (Carso triestino, Trieste).

Le estrusioni finora osservate e qui documentate sono rare e si rinvengono in calcari molto fratturati del Cretaceo superiore, Paleocene ed Eocene, in corrispondenza di importanti dislocazioni tettoniche ed in prossimità spaziale del contatto con la formazione silicoclastica del Flysch.

Non sono osservati rapporti specifici tra le estrusioni stesse e l'incassamento delle rocce calcaree di contenimento e il meccanismo preciso di formazione rimane al momento enigmatico.

Le estrusioni di goethite rilevate

In fig. 1 sono riportate le ubicazioni dei siti nei quali sono state rinvenute le estrusioni di goethite:

a) isola di Krk (località Baska – Croazia) in calcari radiolitici, termini superiori del cretaceo ed in calcari paleoceni, a ridosso di sistemi di pieghe-faglia, in prossimità del contatto con il Flysch. Le estrusioni sono state individuate ad ovest (fig. 2, 3 e 4) e a sud (fig. 5) di Baska. L'analisi diffrattometrica rivela una composizione a prevalenza di goethite (α -FeOOH) con una percentuale ridotta di fillosilicati (prevalentemente caolinite)¹. Le estrusioni emergono in rilievo rispetto alla superficie calcarea e sono coperte da una sottile patina di ossidazione rilevabile dalla differenziazione cromatica tra superficie e parte interna. La goethite risulta strizzata da micro – fessurazioni quasi invisibili ad occhio nudo ed è limitata a pochissimi punti. Da qui la rarità del fenomeno descritto.

L'analisi mineralogica e chimica della estrusioni rivela l'assenza di carbonati. L'analisi dei calcari incassanti rivela un residuo insolubile molto basso (<0,5%) e l'assenza di mineralizzazioni.

b) Istria (località Minjera – Buzet – Croazia) in calcari eocenici, in corrispondenza di una imponente dislocazione tettonica che interessa tutta l'area ed in prossimità della fuoriuscita delle acque termali di Santo Stefano. È stata rinvenuta una unica estrusione ma di spessore e quindi di vo-



Fig. 1. Località di rinvenimento delle estrusioni di goethite

lume maggiore e lungo una singola traccia di fessurazione (fig. 6) a differenza delle estrusioni di Baska che risultano sviluppate in un sistema caotico di micro fessurazioni.

c) Grotta Impossibile, galleria principale e grande caverna (Carso triestino – Trieste) in calcari paleocenici, in corrispondenza di una grossa dislocazione tettonica ed in vicinanza del contatto con la formazione silicoclastica del Flysch. Nel caso di questa cavità le analisi chimiche e diffrattometriche possono essere più complesse e fuorvianti in quanto le estrusioni sono state parzialmente coperte in alcuni punti da una calcificazione successiva al fenomeno di strizzamento (fig. 7).

Origine e provenienza del ferro presente nelle estrusioni

Riguardo origine e provenienza del ferro delle estrusioni sono necessarie alcune precisazioni.

a) Il contenuto di ferro nei calcari esaminati è basso, così come è basso in tutti i calcari della regione.

Le prime ricerche mineralogiche accurate sulla geochimica dei calcari sono state condotte in Istria (Croazia) ed hanno rivelato un contenuto variabile di ferro tra i 300 ppm e gli 800 ppm².

Analisi accurate fatte negli anni ottanta sul Carso triestino hanno rivelato un contenuto medio di ferro di 30 ppm, con minimi di 7 ppm e massimi di 184 ppm.³ Tale contenuto corrisponde a circa il 6% (in termini di minerali di Fe) del residuo insolubile dei calcari stessi. Il ferro nei calcari, sempre presente sotto forma di (idr)ossidi, è stato trovato quasi esclusivamente nella frazione silt del residuo insolubile per un 20%, silt che a sua volta rappresenta circa il 30% circa del residuo insolubile complessivo.

Studi più recenti⁴ hanno consentito di accertare che il ferro è presente nel residuo insolubile dei calcari di Istria e Dalmazia in una quantità variabile tra il 2% ed il 6% del residuo stesso con una media di 400 ppm. Nel residuo insolubile dei calcari il ferro è sempre rinvenuto come ossido o idrossido anche qui nella frazione silt e solo in alcuni campioni in minore misura nella frazione clay.

I dati forniti dai ricercatori quindi non si discostano molto tra loro e ciò è significativo, considerati i tempi e le diverse metodologie delle analisi applicate tra il 1974 ed il 2001.

Riassumendo si può affermare che nei calcari della successione calcarea del Carso, dell'Istria e della Dalmazia settentrionale, comprendente termini che vanno dall'Albiano all'Eocene, il tenore del ferro è stimabile mediamente in qualche centinaia di ppm, ma sempre inferiore a 1000 ppm, come (idr)ossido principalmente nella frazione silt, e solamente in alcuni casi anche nella frazione clay.

Salvo eccezioni, il residuo insolubile complessivo dei calcari varia tra 0,1 e 1,5%. Di questo residuo dunque solamente il 6% è composto da minerali di ferro.

b) La formazione silicoclastica del Flysch che segue ai calcari è costituita da un'alternanza di arenarie e marne e contiene una discreta quantità di ferro.

Nelle arenarie del Flysch il ferro è presente nelle piriti, nelle biotiti, nelle magnetiti, nei pirosseni. Le quantità di FeO + Fe₂O₃ rinvenute variano mediamente da 2% a 4% (corrispondenti a 40.000 ppm).

Nelle argille (marne) del Flysch il ferro è presente sia nei minerali di neoformazione, sia nella forma di idrossido Fe(OH)₂, sia come ossi-idrossido. Le quantità di FeO + Fe₂O₃ variano mediamente da 5% a 7% (corrispondenti a 60.000 ppm).

La quantità di ferro contenuta complessivamente nelle arenarie e nelle marne del Flysch è quindi notevolmente superiore ai tenori di ferro presenti nel residuo insolubile dei calcari, in un rapporto indicativo di 100:1.

Il sistema Fe – H₂O e la goethite nei terreni carsici oggetto dell'indagine.

Le analisi mineralogiche compiute nel corso degli ultimi anni sul territorio su terre rosse, bauxiti, Flysch e residuo insolubile dei calcari hanno rivelato che nella maggior parte dei casi le concentrazioni di ferro del territorio sono presenti come un insieme di minerali debolmente cristallini (principalmente goethite ed ematite) miscelati con idrossidi di ferro allo stato amorfo – principalmente Fe(OH)₃. Fe₂⁺ ed Fe₃⁺ in natura coesistono e possono entrare entrambi in soluzione.

I fattori che governano ed indirizzano la precipitazione e la ricristallizzazione del ferro sono vari, e difficili da interpretare: Eh, pH, temperatura, concentrazione della soluzione, pressione.

Discussione

Attraverso i processi di alterazione del Flysch, il ferro (originariamente presente nei minerali come Fe₂⁺ ed Fe₃⁺) è trasformato in un prodotto leggermente solubile e parzialmente stabile che è l'idrossido ferrico Fe(OH)₃ presente in struttura amorfa.

I processi avvengono lentamente nel tempo e possono esser favoriti anche da fattori di temperatura e pressione⁵.

In tutti i casi studiati i calcari incassanti le estrusioni di goethite non presentano tracce di mineralizzazione neppure nelle immediate superfici di contenimento delle estrusioni stesse: sono rocce con un residuo insolubile dell'ordine di 1% o inferiore. È ragionevole escludere la diffusione di minerali nel calcare nella fase di formazione delle estrusioni.

I casi di estrusione di goethite sono rinvenuti tutti in aree in cui sono presenti importanti dislocazioni tettoniche associate in alcuni punti a pieghe faglia e, almeno nel caso di Baška (isola di Krk), a locali sovrascorrimenti. In queste strutture, corrispondenti sempre al contatto tra rocce calcaree e rocce silicoclastiche, è ipotizzabile la presenza di superfici di accavallamento, piegamento e strizzamento di argille immerse dentro la compagine calcarea.

È possibile che frammenti di rocce argillose del Flysch, già soggette a trasformazioni termodinamiche a causa di elevate pressioni interstiziali, siano migrate attraverso si-

stemi di microfessurazioni imposti dallo stesso movimento tettonico in corso. Lo strizzamento è giustificabile dalla duttilità delle argille (ad elevato contenuto di ferro) e dalle elevate pressioni di spinta locali⁶.

Queste pressioni generano un processo, limitato come estensione, e per questo raro, che si conclude con l'estrusione finale di materiale attraverso le microfessurazioni dei calcari⁷.

Per l'esatta interpretazione del fenomeno sono necessarie ulteriori indagini, estese anche in altri terreni carsici.



Fig. 2. Estrusioni in prossimità della località di Baška. Si osservano minuscoli frammenti di calcare dell'ordine del decimo di mm immersi accidentalmente nelle estrusioni di goethite a seguito di frantumazione della roccia incassante

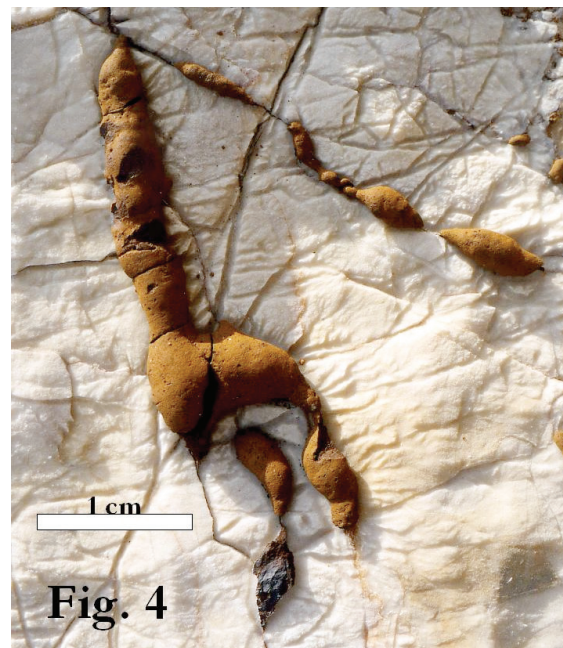


Fig. 4. Particolare di un'estrusione di cui alla fig. 3. Si osserva, in basso, la massa bruno scuro dell'ossido di ferro che contrasta con il colore marrone chiaro della patina di alterazione superficiale

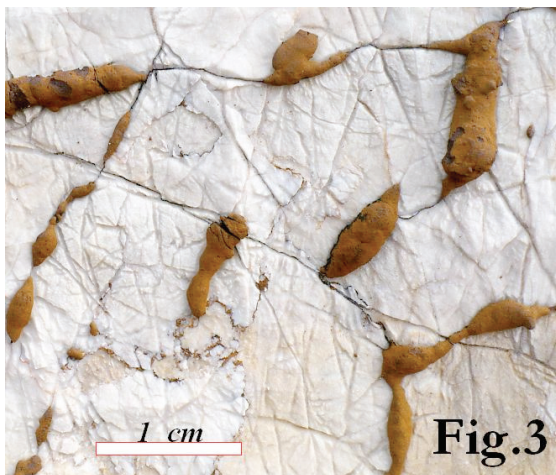


Fig. 3. Estrusioni diffuse entro un caotico reticolo di microfessurazioni (2 km ad ovest di Baška)

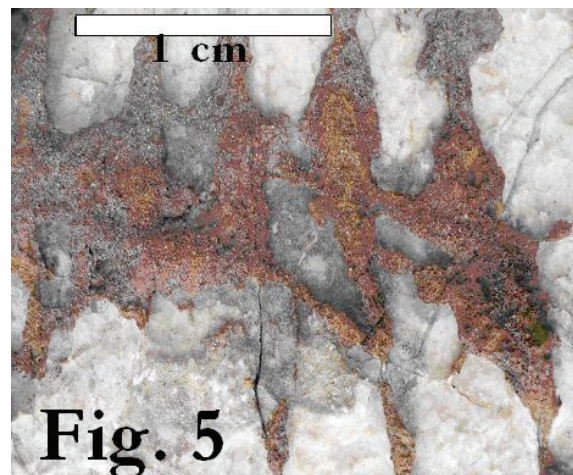


Fig. 5. Dettaglio ingrandito di un sistema di estrusioni sviluppato su due direzioni preferenziali di fessurazioni

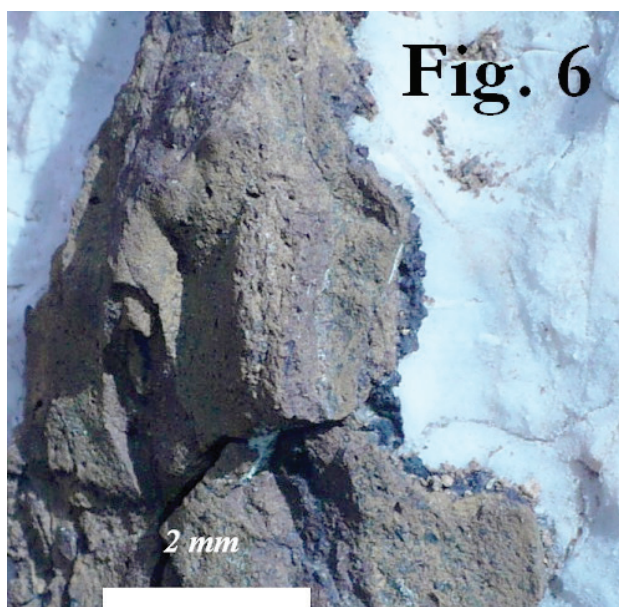


Fig. 6. Particolare dell'estrusione rilevata in una miniera di bauxite in località Minjera presso Buzet (Istria – Croazia)

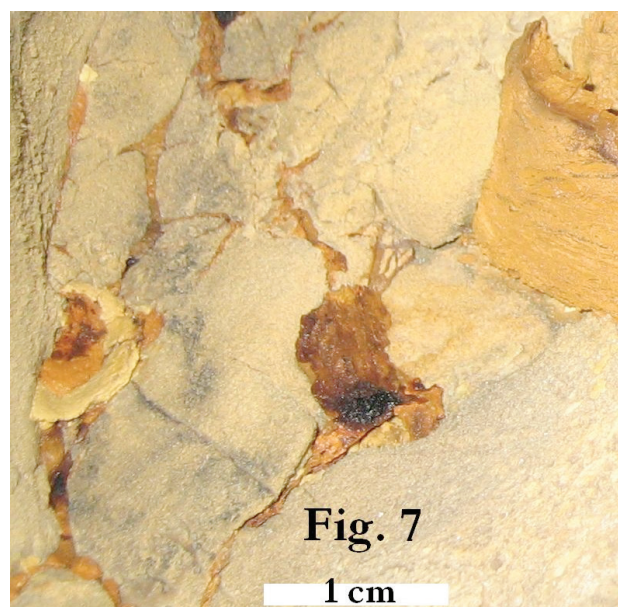


Fig. 7. Estrusioni diffuse in un complesso reticolo di microfessurazioni sul fondo della caverna principale della Grotta Impossibile (Caverna Finocchiaro, Carso triestino)



Fig. 8. Estrusione emersa da accrescimento di calcite. Fondo della caverna principale della Grotta Impossibile (Caverna Finocchiaro, Carso triestino)



NOTE

- 1 Le analisi diffrattometriche sono state gentilmente eseguite da Davide Lenaz del Dipartimento di Geoscienze dell'Università degli studi di Trieste.
- 2 SINCOVEČ B., 1974 – *The origin of Terra Rossa in Istria*. Geol. Vjesnik, 27: 227-237.
- 3 COMIN CHIARAMONTI P., PIRINI RADDRIZZANI C., STOLFA D. & ZUCCHI STOLFA M. L., 1982 – *Contributo alla conoscenza di alcuni termini carbonatici del Carso triestino (Monte Lanaro – Cedas)*. Gortania, 4: 5-30.
- 4 DURN G., SLOVENEČ D. & COVIC M., 2001 – *Distribution of iron and manganese in terra rossa and its genetic implications*. Geologia Croatica, 54 (1): 27-36.
- 5 I campi di stabilità di goethite ed ematite in determinate condizioni possono coincidere (GARRELS R. M. & CHRIST C. L., 1965 – *Solutions, Minerals and Equilibria*. Harper Row. New York, pp 450). Un esempio è dato dal fatto che nelle aree studiate di Baska i giacimenti bauxitici rinvenuti contengono sia ematite che goethite, in diverse proporzioni (LENAZ D. & MERLAK E., 2011 – *Litotipi bauxitici dell'isola di Krk (Baska e Stara Baska – Croazia)*. Atti e memorie della Commissione Grotte E. Boegan, 43: 3-29.
- 6 Il concetto è stato bene studiato ed esposto da HUBBERT M. K. & RUBEY W. W., 1959 – *Role of Fluid Pressure in Mechanics of Overthrust Faulting*. Geol. Soc. America Bull., 70: 115-166.
- 7 Fenomeno già conosciuto come extrusion – spreading o extrusion – étalement e descritto da MERLE O., 1986 in: *Pattern of Stretch Trajectories and Strain Rates within Spreading – Gliding Nappes*. In: *Tectonophysics*, 39: 211-222.