

**UNIVERSITATEA “BABEȘ-BOLYAI” CLUJ-NAPOCA**

**Facultatea de Biologie și Geologie**

**Departamentul de Geologie**

**MINERALIZAȚII AURO-ARGENTIFERE DIN  
NORDUL ZĂCĂMÂNTULUI ROȘIA MONTANĂ,  
MUNȚII APUSENI, ROMÂNIA**

**REZUMATUL EXTINS AL TEZEI DE DOCTORAT**

**Conducător științific**

**Conf. dr. *habil.* Călin Gabriel Tămaș**

**Doctorand**

**Sergiu Drăgușanu**

**Cluj-Napoca**

**Septembrie 2017**

## Cuvânt înainte

Lucrarea de față reprezintă rezumatul extins al tezei de doctorat „*Mineralizații auro-argentifere din nordul zăcămintului Roșia Montană, Munții Apuseni, România*” realizată de student doctorand Sergiu Drăgușanu sub conducerea științifică a Conf. dr. *habil.* Călin Gabriel Tămaș, Departamentul de Geologie, Universitatea Babeș-Bolyai din Cluj-Napoca, România

Teza de doctorat este redactată în limba română iar structura ei este redată mai departe (vezi *Cuprins*). Teza cuprinde 10 capitole precum și „Concluzii” și o listă bibliografică (238 titluri). O parte a abstractului în limba engleză a fost preluată din Drăgușanu și Tămaș (in print).

Cuvinte cheie: Roșia Montană, zăcăminte hidrotermale, brezii freatomagmatice, brezii hidrotermale, *low-sulphidation*, mineralizații auro-argentifere, EPMA

## CUPRINS

CAPITOLUL 1 – INTRODUCERE.....	6
CAPITOLUL 2 – ÎNCADRAREA GEOLOGICĂ A ZĂCĂMÂNTULUI ROȘIA MONTANĂ.....	9
2.1. Munții Apuseni.....	9
2.2. Vulcanismul neogen.....	12
CAPITOLUL 3 – ZĂCĂMÂNTUL ROȘIA MONTANĂ.....	20
CAPITOLUL 4 – MATERIALE ȘI METODE DE STUDIU.....	30
CAPITOLUL 5 – SECTORUL MINIER COȘ.....	36
5.1. Localizare.....	36
5.2. Unități litologice.....	38
5.3. Mineralizații.....	41
5.3.1. Corpuri de minereu.....	41
5.3.2. Microscopie optică.....	46
5.3.2.1. Alterări hidrotermale.....	46
5.3.2.2. Minerale metalice.....	48
5.3.3. Descrierea zonelor de probare.....	50
5.3.4. Analize chimice la microsonda electronică.....	78
5.3.5. Analize de conținut.....	84
CAPITOLUL 6 – SECTORUL MINIER VĂIDOAIA.....	85
6.1. Localizare.....	85
6.2. Unități litologice.....	86
6.3. Mineralizații.....	93
6.3.1. Corpuri de minereu.....	93
6.3.2. Microscopie optică.....	97
6.3.2.1. Alterări hidrotermale.....	97
6.3.2.2. Minerale metalice.....	98
6.3.4. Analize chimice la microsonda electronică.....	100
6.3.5. Analize de conținut.....	102
CAPITOLUL 7 – SECTORUL MINIER ȚARINA.....	103
7.1. Localizare.....	103
7.2. Unități litologice.....	104
7.3. Mineralizații.....	105
7.3.1. Corpuri de minereu.....	105
7.3.2. Microscopie optică.....	108
7.3.3. Analize de conținut.....	108
CAPITOLUL 8 – SECTORUL MINIER ORLEA.....	109
8.1. Localizare.....	109
8.2. Unități litologice.....	110
8.3. Mineralizații.....	114
8.3.1. Filon suborizontal cu gangă de rodocrozit.....	114
8.3.2. Structură <i>breccia dyke</i> tectonică.....	119
8.3.3. Filon cu sulfuri comune.....	123
8.3.4. Analize chimice la microsonda electronică.....	127
8.3.5. Analize de conținut.....	131
CAPITOLUL 9 – DISCUȚII ȘI INTERPRETĂRI.....	132
CAPITOLUL 10 – MODEL EVOLUTIV PENTRU NORDUL ZĂCĂMÂNTULUI ROȘIA MONTANĂ.....	147
CONCLUZII.....	158
BIBLIOGRAFIE.....	161

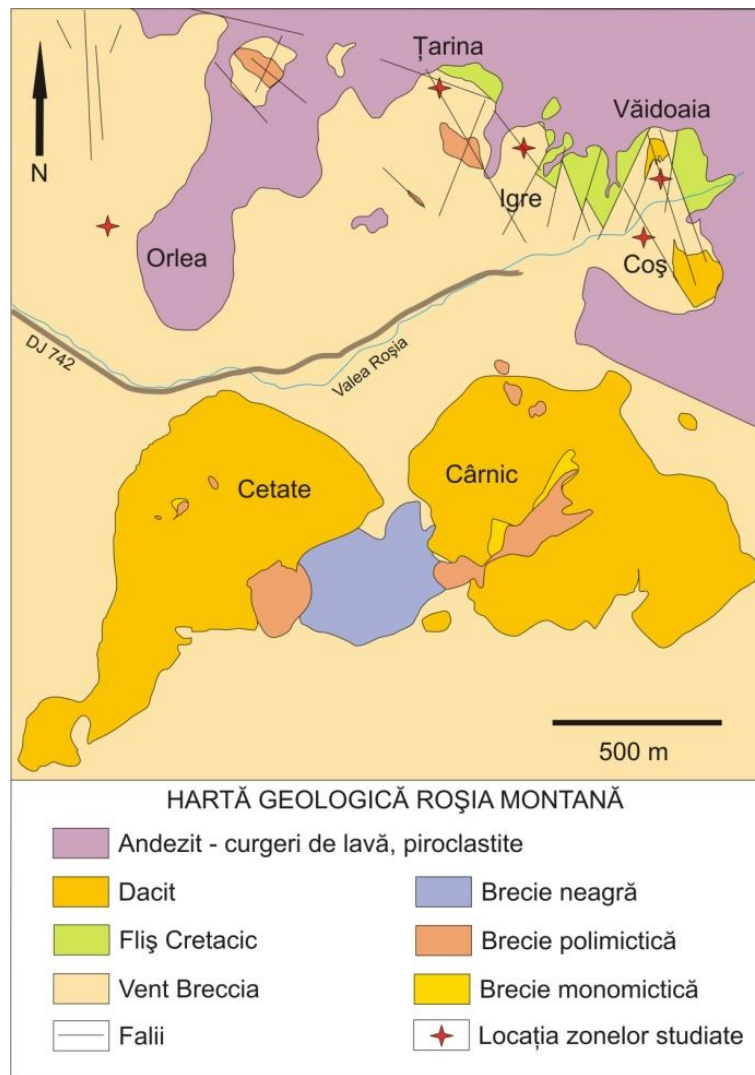
# CAPITOLUL 1

## INTRODUCERE

Prezenta teză de doctorat aduce noi contribuții cu privire la litologiile, alterațiile hidrotermale, corpurile de minereu, precum și asociația mineralelor metalice din patru sectoare miniere localizate în nordul zăcămintului Roșia Montană, respectiv Coș, Văidoaia, Țarina și Orlea.

Zăcămintul Roșia Montană este localizat în Munții Apuseni, în partea vestică-centrală a României, într-o zonă istorică minieră numită Patrulaterul Aurifer (Udubașa et. al, 2001). Conform Manske et al. (2001), zăcămintul Roșia Montană este cel mai mare zăcămint de aur din Europa, cu o rezervă de minereu identificată de 400 milioane de tone cu un conținut mediu de 1,3 g/t Au și 6 g/t Ag.

Zăcămintul Roșia Montană este cantonat într-o structură de tip *maar*-diatremă (*vent breccia*) pusă în loc în roci sedimentare cretacice de tip fliș - ambele fiind intruse de corpuri de dacit (Leary et al., 2004; Manske et al., 2006; Tămaș, 2010) (fig. 1). Zăcămintul a fost clasificat *low sulphidation* de Mârza et al. (1997), după care a fost interpretat de tip *intermediate sulphidation* de Manske et al. (2006), Tămaș et al. (2006) și Wallier et al. (2006). Tămaș (2010) precizează faptul că la scara zăcămintului există o tranziție de la un caracter timpuriu *low sulphidation* la unul final *intermediate sulphidation*.



*Fig. 1. Harta geologică simplificată a perimetrului Roșia Montană, cu principalele sectoare miniere, preluată de la compania RMGC. Traseul faliilor este preluat după Hewson et al., (2005).*

## CAPITOLUL 2

### ÎNCADRAREA GEOLOGICĂ A ZĂCĂMÂNTULUI ROȘIA MONTANĂ

Munții Apuseni sunt situați în estul provinciei geodinamice Alpino-Balcanică-Carpatică-Dinarică. Aceștia sunt localizați între Bazinul Transilvaniei și Bazinul Panonic. Fundamentul regiunii este format din două blocuri tectonice numite Tisia-Dacia spre sud, unde sunt localizați și Munții Apuseni și ALCAPA spre nord (Balla, 1987; Csontos et al., 1992; Royden, 1993; Csontos, 1995; Fodor et al., 1999 etc.). Aceste blocuri tectonice au suferit rotații în sensuri opuse în eocen și începutul miocenului după cum urmează: blocul Tisia-Dacia a suferit o rotație în sensul acelor de ceasornic în timp ce ALCAPA s-a rotit invers acelor de ceasornic. Aceste rotații combinate cu rămânerea pe loc a zonei Mecsek-Villany (Seghedi et al., 2007) a dus la formarea unui seting tectonic extensional cu deschiderea unor bazine în vestul munților Apuseni (Royden, 1988; Săndulescu, 1988; Balintoni and Vlad, 1998) (Fig. 2).

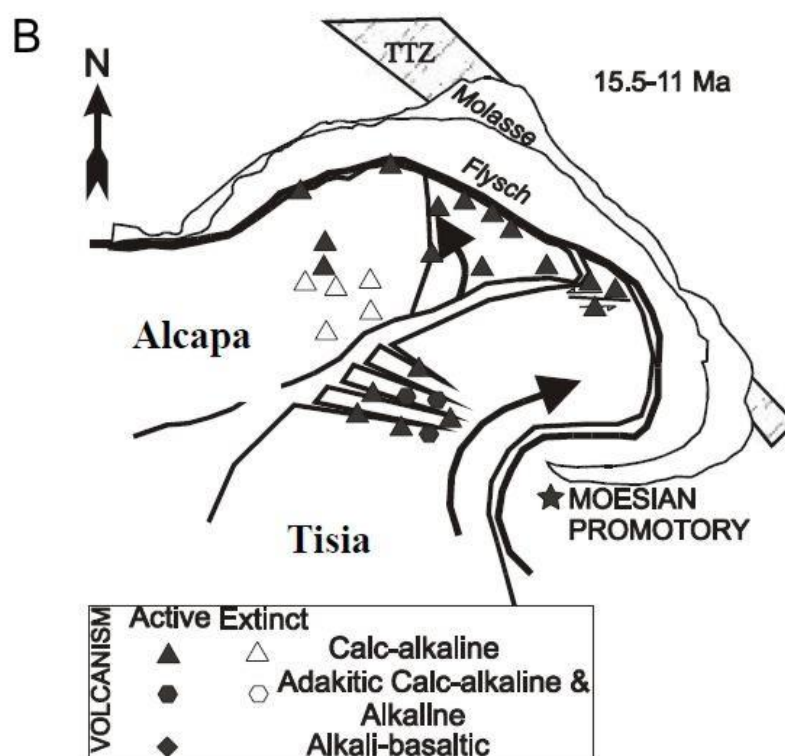


Fig. 2. Model geotectonic ce asociază vulcanismul neogen din cadrul blocului Tisia (Munții Apuseni) cu mișcările de rotație a microplăcilor Alcapa și Tisia și deschiderea bazinelor neogene extensionale (Seghedi et al., 2004).

## CAPITOLUL 3

### ZĂCĂMÂNTUL ROȘIA MONTANĂ ORE DEPOSIT

Zăcământul Roșia Montană este asociat unei activități vulcanice dacitice ce a avut loc în urmă cu 13.5 Ma (Roșu et al., 1997 and 2004a). Fundamentul perimetrului este format din roci sedimentare cretacice, fiind reprezentate în general de gresii, marne și conglomerate (fliș). Aceste roci aflorază de jur împrejurul zăcământului (Bordea et al., 1979).

Fundamentul cretacic a fost străpuns de erupții freatomagmatice ce au dus la formarea structurii *maar*-diatremă Roșia Montană (Tămaș, 2010). Umplutura aceste structuri a fost interpretată anterior de Borcoș și Mantea (1968) ca fiind o succesiune formată din „*formațiunea vulcanogen-sedimentară*”, „*orizontul marnelor cenușii*” și „*orizontul șisturilor marnoase - argiloase*”. Leary et al. (2006) denumește aceleași roci „*Vent Breccia*”, Wallier et al. (2006) interpretează această unitate litologică ca „*brecie vulcanoclastică*”, iar Tămaș (2007) numește aceste roci „*brecii intracrateriale*”. Toate aceste denumiri au vrut să surprindă mecanismul genetic de formare și anume erupții freatomagmatice, precum și co-existența unor secvențe sedimentare intercalate cu cele vulcanice. În acord cu Tămaș (2010), formațiunea *vent breccia* este expresia subterană a structurii *maar*-diatremă Roșia Montană, fiind primul produs vulcanic al unei activități hidrovulcanice ce a continuat ulterior cu punerea în loc a dacitului de Cetate, urmat de formarea altor structuri *breccia pipe* freatomagmatic, spre exemplu breciile Cetate, Corhuri și Corna.

Formațiunea *vent breccia*/brecia Roșia Montană a fost străpunsă ulterior de dacitele ce aflorază în masivele Cetate și Cârnic (fig. 1). Aceste corpuri de dacit sunt separate de o structură de brecie *maar*-diatremă cunoscută sub numele de formațiunea de Glamm (Mârza et al., 1990; 1995) sau Brecia Neagră (Leary et al., 2004; Manske et al., 2006). Această structură a fost interpretată de Tămaș (2002, 2007 și 2010) ca fiind conductul de fluidizare al Breciei de Cetate. Brecifierea freatomagmatică ce include brecia de Cetate și conductul său de fluidizare străpunge diatrema Roșia Montană și afectează și dacitele ce erau deja pus în loc. La sfârșitul activității vulcanice, brecifierea freatomagmatică a fost urmată de o activitate hidrotermală datorită căreia s-au format mineralizațiile auro-argentifere, respectiv alterările hidrotermale (Tămaș 2002). Corpurile de minereu sunt reprezentate prin impregnații, structuri de brecii, stockwork-uri și filoane cantonate în rocile dacitice, brecia diatremică (*vent breccia*) și flișul cretacic (Tămaș 2002).

O ultimă etapă vulcanică este reprezentată prin apariția andezitelor de Rotunda. Produsele andezitice se găsesc în nordul zăcământului și sunt reprezentate prin corpuri înrădăcinate (Rotunda), curgeri de lave și vulcanoclastite (Bordea et al., 1979).

## CAPITOLUL 4

### MATERIALE ȘI METODE DE STUDIU

Cercetările de teren (cartare, observații, probare) s-au realizat atât la suprafață, cât și în lucrări miniere subterane, precum în patru sectoare miniere, respectiv Coș, Văidoaia, Țarina și Orlea (fig. 3).

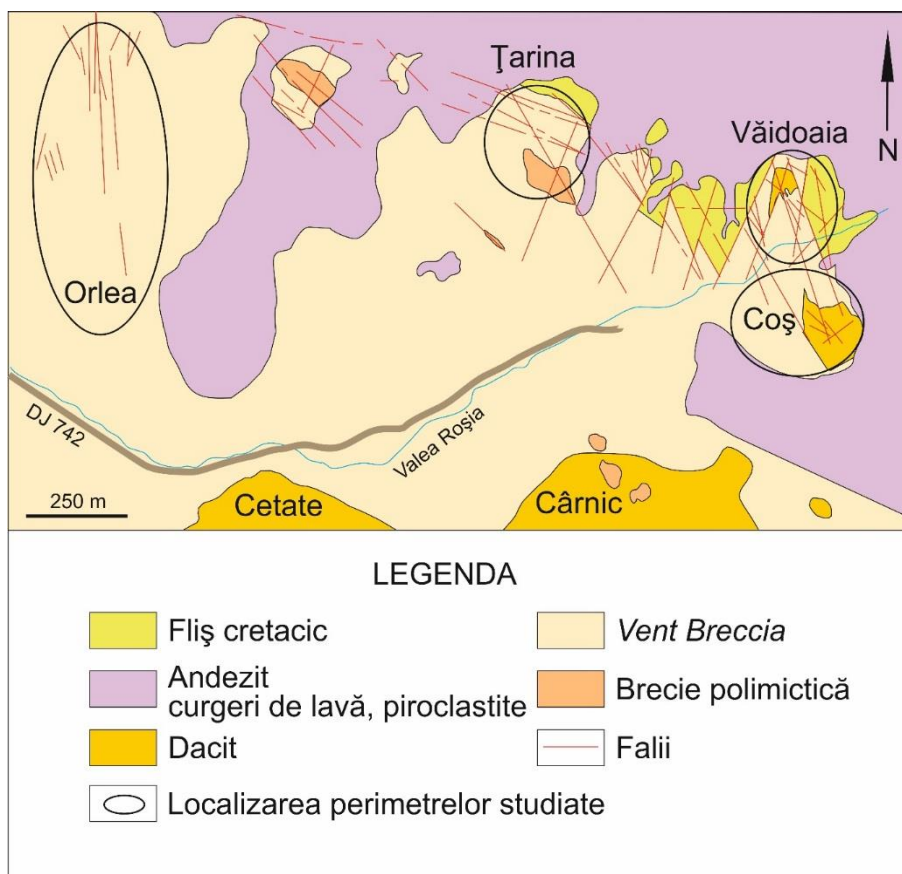


Fig. 3. Localizarea sectoarelor miniere ce au fost studiate, poziționate pe harta geologică a zonei nordice a zăcămintului Roșia Montană, în conformitate cu datele companiei Roșia Montană Gold Corporation și Hewson et al. (2005).

Pe parcursul etapei de teren au fost recoltate 779 probe din lucrări miniere subterane și 90 de la suprafață. Din eșantioanele prelevate au fost realizate 329 secțiuni lustruite și 139 secțiuni subțiri.

Ulterior s-a realizat o selecție de secțiuni lustruite care au fost studiate prin microscopie electronică și analizate la microsonda electronică în cadrul laboratorului GET (*Géosciences Environnement Toulouse*), Universitatea Paul Sabatier, Toulouse, Franța. și în cadrul Universității Paris Lodron, Salzburg, Austria.

Observațiile microscopice electronice incluzând date semicantitative s-au realizat cu un microscop electronic JXA Superprobe 8600 (SEM) la Universitatea Paris Lodron, Salzburg,



Austria. Imagini de electroniretrodifuzăți (BSE) au fost realizate pe două secțiuni lustruite. Alte date de microscopie electronică au fost obținute în laboratorul GET (*Géosciences Environnement Toulouse*), Toulouse, Universitatea Paul Sabatier, Franța.

Analizele chimice punctuale realizate la GET, Toulouse au fost efectuate cu o microsondă CAMECA SX50.

Au mai fost realizate 5 analize de conținut pentru Au la laboratorul *ALS Minerals* din localitatea Gura Roșiei, comuna Roșia Montană, jud. Alba.

Tabelul 1 oferă date referitoare la probele stuate din parea nordică a zăcămintului Roșia Montană.

*Tabelul 4.1. Repartiția probelor prelevate, a preparatelor microscopice (secțiuni lustruite și subțiri) și a secțiunilor analizate la microsonda electronică (EPMA) pentru fiecare sector studiat.*

Nr. crt.	Sector minier	Nr. probe	Zona de probare	Secțiuni lustruite	Secțiuni subțiri	EPMA
1	Coș	50	suprafață	41	53	
2	Coș	368	subteran	110	32	2
3	Văidoaia	20	suprafață	15	12	
4	Văidoaia	245	subteran	85	12	1
5	Țarina	11	subteran	10	10	
6	Orlea	20	suprafață	20	10	
7	Orlea	175	subteran	60	20	1
Total		869		329	139	4

## CAPITOLUL 9

### DISCUȚII ȘI INTERPRETĂRI

Studiul de față a abordat zona nordică a zăcămintului Roșia Montană. Factorul general de control al mineralizațiilor din această zonă a zăcămintului l-a reprezentat contactul diatremei Roșia Montană/*vent breccia* cu fundamentul cretacic. În acest sens, pornind de la est spre vest, au fost cercetate sectoarele miniere Coș, Văidoaia, Țarina și Orlea. În acest capitol sunt prezentate pentru fiecare sector în parte *discuții și interpretări* pe baza rezultatelor obținute.

#### 9.1. SECTORUL MINIER COȘ

În cadrul sectorului minier Coș, galeria de coastă Cătălina Monulești interceptează două șantiere miniere numite Coranda Mare și Coranda Mică. Galeria străbate trei tipuri litologice în această zonă: *vent breccia*, șisturi argiloase și gresii cretacice.

În coperișul șisturilor argiloase s-a pus în loc o structură de brechie freatomagmatică diferită de structura *vent breccia*. Structura de brechie este de tip *matrix-supported*, fiind întâlnite zone în care aceasta este de tip *clast-supported*. Brechia conține claste de dacit, roci sedimentare, cuarțit și fragmente de lemn incarbonizat.

Structura de brechie a fost pusă în loc la contactul dintre *vent breccia* și șisturile argiloase cretacice, fiind ecranată de gresiile cretacice. După punerea în loc a structurii de brechie freatomagmatică a avut loc o activitate hidrotermală. În acest sens au fost identificate mai multe aliniamente pe care au circulat fluidele hidrotermale (fig. 4). Dintre aceste aliniamente, cele mai importante sunt cele din zonele de probare C1, C2 și C5 din Coranda Mare (fig. 5A, C, D) și C9 din Coranda Mică (fig. 5B). Aceste aliniamente sunt de fapt structuri de tip *breccia dyke* hidrotermale mineralizate (fig. 5).

Structura de brechie hidrotermală pusă în evidență în Coranda Mare a putut fi urmărită pe o lungime de aproximativ 10 m și posedă o lățime de până la 1,5 m. (fig. 5A, C, D) Corpul de brechie este orientat nord-sud și are un unghi de înclinare de 50° spre est. Structura de brechie hidrotermală este dezvoltată la contactul dintre brechia freatomagmatică, șisturile argiloase cretacice și formațiunea *vent breccia*.

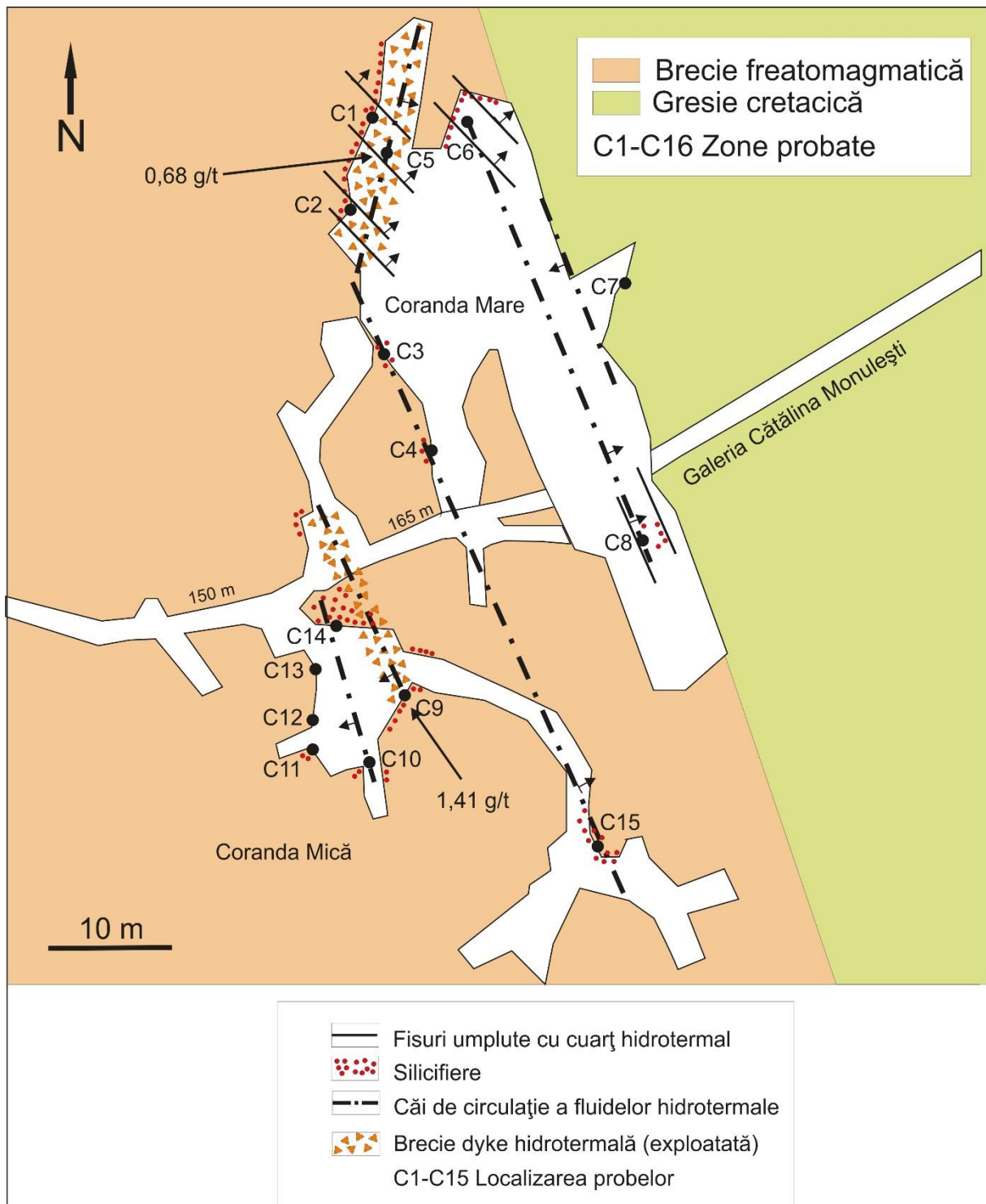


Fig. 4. Harta lucrărilor miniere subterane de exploatare din sectorul Coș (oferită de RMGC), cu localizarea zonelor de probare, figurarea litologiilor, a alterărilor, a structurilor de brecii hidrotermale și reprezentarea căilor de circulație a fluidelor hidrotermale în urma interpretării datelor geologice proprii.



Fig. 5. Structuri de breccii hidrotermale mineralizate în sectorul Coș. A) dyke de breccie hidrotermală cantonat în structura de breccie polimictică freatomagmatică exploatat în Coranda Mare; B) dyke de breccie hidrotermală deschis prin lucrări de exploatare în Coranda Mică - în chenar, detaliu al brecciei hidrotermale ilustrând aspectul clast supported al brecciei, cu spații libere abundente; C) filonașe de cuarț hidrotermal ce străbat dyke-ul de breccie hidrotermală exploatat preferențial în camera de exploatare Coranda Mare; D) detaliu al unui filonaș de cuarț ce intersectează structura de breccie hidrotermală prezentată.

Dyke-ul de brechie hidrotermală din Coranda Mare măsoară cca 1,5 m lățime și 10 m lungime, are direcție N-S și înclinare de 50° spre est. Această brechie a fost pusă în loc la contactul dintre structura de brechie freatomagmatică și șisturile argiloase negre cretacice. *Vent breccia* a fost identificată în coperișul dyke-ului de brechie hidrotermală. Dyke-ul de brechie hidrotermală este străbătut de un sistem de fisuri umplute cu cuarț hidrotermal. Conținutul minereului din zona de probare C5 este de 0,68 g/t.

În Coranda Mică a fost identificată o structură de brechie hidrotermală *clast-supported* ce este formată din claste subangulare de șist argilos de dimensiuni de până la 5 cm prinse într-un liant de tip ciment hidrotermal (fig. 5B). Roca gazdă (șist argilos) a fost silicifiată în vecinătatea corpului de brechie. Conținutul de aur din zona de probare C9 este de 1.41 g/t

Trei stiluri de mineralizare au fost identificate în cadrul copurilor de minereu urmărite în cele două camere de exploatare din sectorul minier Coș: 1) impregnații în cadrul rocilor sedimentare precum și în cadrul structurilor de brechie; 2) brechie hidrotermale (buzunare de brechie și dyke-uri de brechie) cu injecții de ciment și cuarț hidrotermal în apropierea structurii de brechie freatomagmatică; 3) filonașe de cuarț hidrotermal târzii ce străbat structurile de brechie hidrotermale. Pe lângă structura de brechie hidrotermală identificată în Coranda Mare și cantonată în brechia freatomagmatică se poate confirma că au existat mai multe structuri de acest fel. Exploatarea lor a dus la formarea golului subteran (fig. 6).



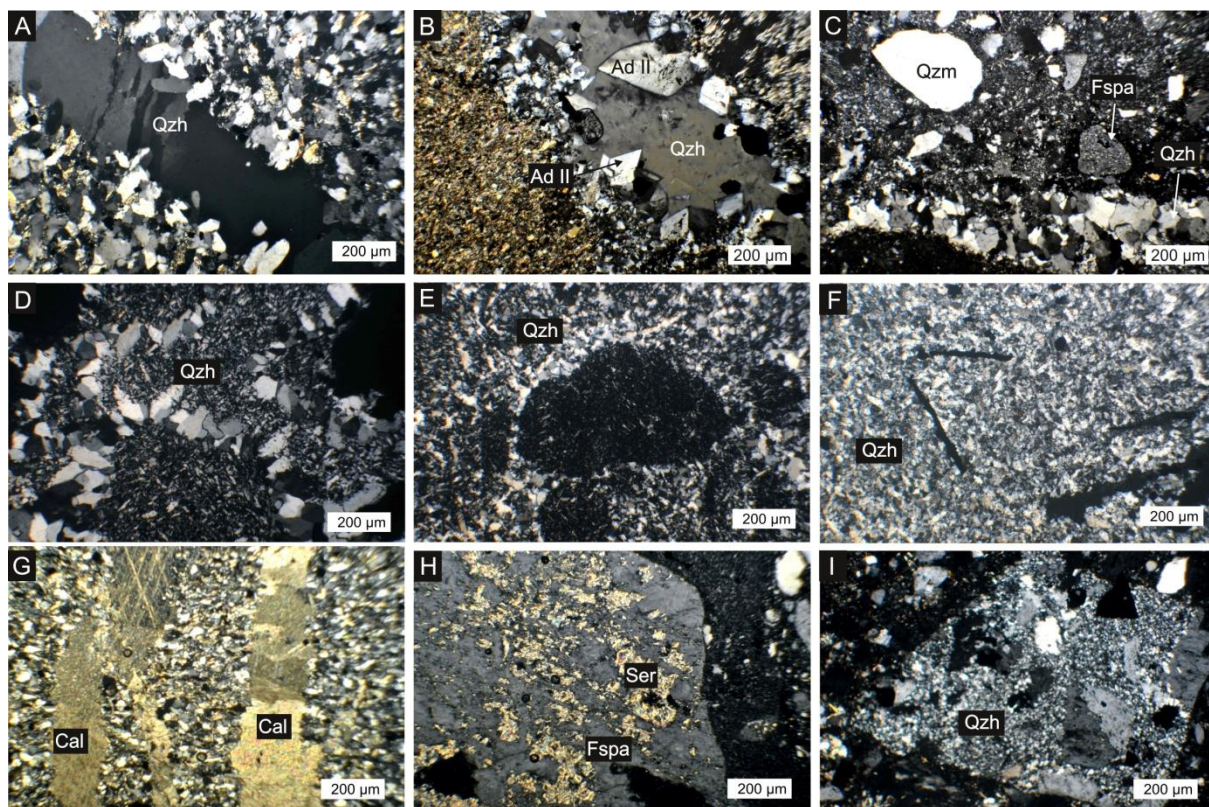
Fig. 6. Imagine de ansamblu a Corandei Mari, cu semnalarea poziției dyke-urilor de brechie hidrotermală (linie punctată) pe peretele nordic al acestei camere de exploatare.

Alterațiile hidrotermale reprezintă dovada faptului că fluidele hidrotermale au străbătut rocile afectate prin diferite căi de circulație, respectiv prin pori, fisuri, fracturi, contacte sau zone brecciate. În sectorul Coș, în urma observațiilor macroscopice și microscopice au fost puse în evidență următoarele tipuri de alterații hidrotermale: silicifiere, alterație potasică (adularizare) și alterație filică (sericitizare).

Silicifierea este întâlnită în toate tipurile de roci, fiind asociată cu filonașe de cuarț și ciment hidrotermal (fig. 7A, B). Silicifierea mărește duritatea rocii și micșorează (sigilează) porozitatea. Este întâlnită la nivelul masei fundamentale din dacite și la nivelul matricei (fig. 7C, D, E, F) și a clastelor (fig. 7I) din cadrul brecciilor.

Două tipuri de adularizare a fost identificată: *i*) adular I, format prin metasomatoză potasică pe suportul fenocristalelor de feldspați primari și *ii*) adular II, depus în golurile rocii și asociat cu cuarțul hidrotermal (fig. 7B). Adularul I se dezvoltă strict pe fenocristalele de feldspați din cadrul clastelor de dacit din *vent breccia* (fig. 7H), în timp ce adularul II este depus direct din fluide hidrotermale și postdatează adularul I. Acesta apare în mod frecvent sub formă de cristale rombice idiomorfe asociate cu cuarț hidrotermal. Sericitizarea a fost identificată doar uneori în cadrul fenocristalelor de feldspați adularizați (fig. 7H).

În Coranda Mare au fost identificate sporadic filonașe de clacită ce străbat gresiile cretacice (fig. 7G).



*Fig. 7. Microfotografii cu alterațiile hidrotermale din sectorul Coș: A – gresie străbătută de un filonaș de cuarț hidrotermal (Qzh); B – șist argilos străbătut de un filonaș de cuarț hidrotermal (Qzh) asociat cu adular II (Ad II); C – breccie freatomagmatică formată din fenocristale de cuarț magmatic (Qzm) și feldspați adularizați (Fspa) prinse într-o matrice de tip detritus de rocă (rock-flour), străbătută de un filonaș de cuarț hidrotermal (Qzh); D – cuarț hidrotermal depus în golurile matricei din breccie; E – clast de șist argilos afectat de silicifiere înconjurat de cuarț hidrotermal (Qzh); F – silicifiere masivă asociată cu minerale aciculare opace; G – gresie străbătută de filonașe de calcită; H – adular I (Fspa) și sericit (Ser) depus pe un fenocristal de feldspat; I – clast de dacit cu masa fundamentală silicifiată (Qzh).*

Observațiile microscopice au confirmat ocurența următoarelor minerale metalice: pirită, calcopirită, sfalerit, galenă, pirotină, tetraedrit și electrum.

Pirita este mineralul cel mai frecvent (fig. 8A), fiind asociat cu toate celelalte minerale. Cristalele de pirită au dimensiuni cuprinse între 10 și 250  $\mu\text{m}$ , dar majoritatea sunt cuprinse între 100 și 200  $\mu\text{m}$ . Calcopirita este cel de-al doilea cel mai frecvent mineral observat la microscop (fig. 8F). A fost identificată sub formă de plaje de maxim 300  $\mu\text{m}$ , dar apare și sub formă de incluziuni în sfalerit. Galena a cristalizat în golurile din cadrul piritei sub formă de depuneri/granule cu dimensiunea de 10 - 50  $\mu\text{m}$ , mai rar până la 100  $\mu\text{m}$ , dar și sub formă de plaje de 200 - 300  $\mu\text{m}$  ce înglobează cristalele de pirită sau o acoperă parțial (fig. 8D, E). Tetraedritul apare sub formă de granule xenomorfe de până la 100  $\mu\text{m}$  (fig. 8B). Sfaleritul a fost identificat asociat cu pirită, calcopirită și galena (fig. 8E), însă apare și sub formă de depuneri în spațiile libere din cadrul piritei sau cu calcopirita (fig. 8C). Pirotina este depusă pe fisuri și se găsește în asociație cu pirită.

O mineralizație abundentă cu electrum (aur) a fost identificată asociată cu pirita (fig. 8A). Dimensiunea granulelor de aur este cuprinsă între 10 și 20  $\mu\text{m}$ .

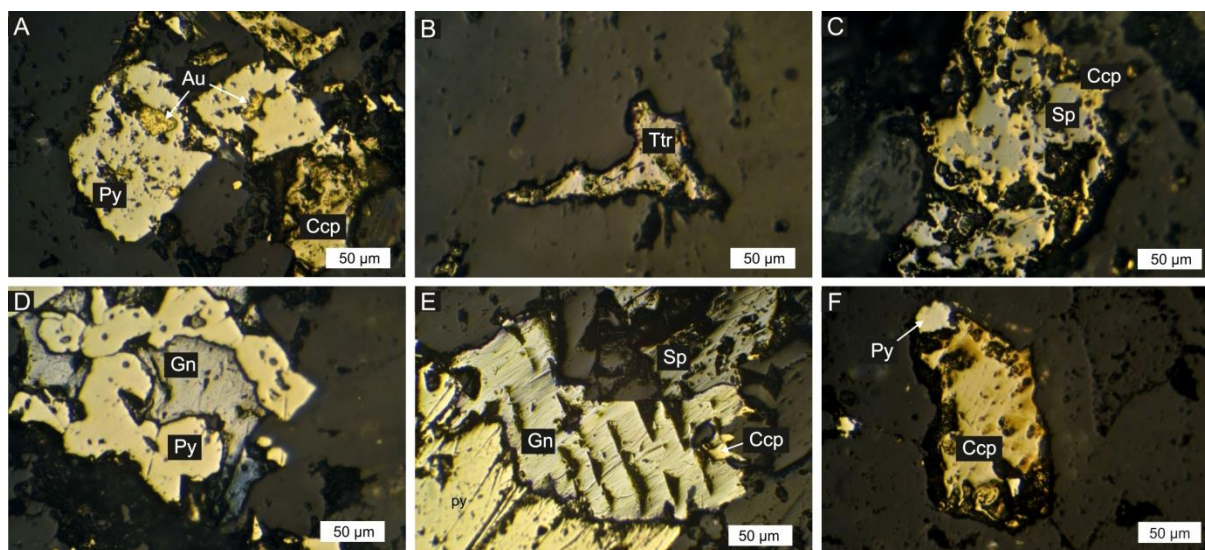
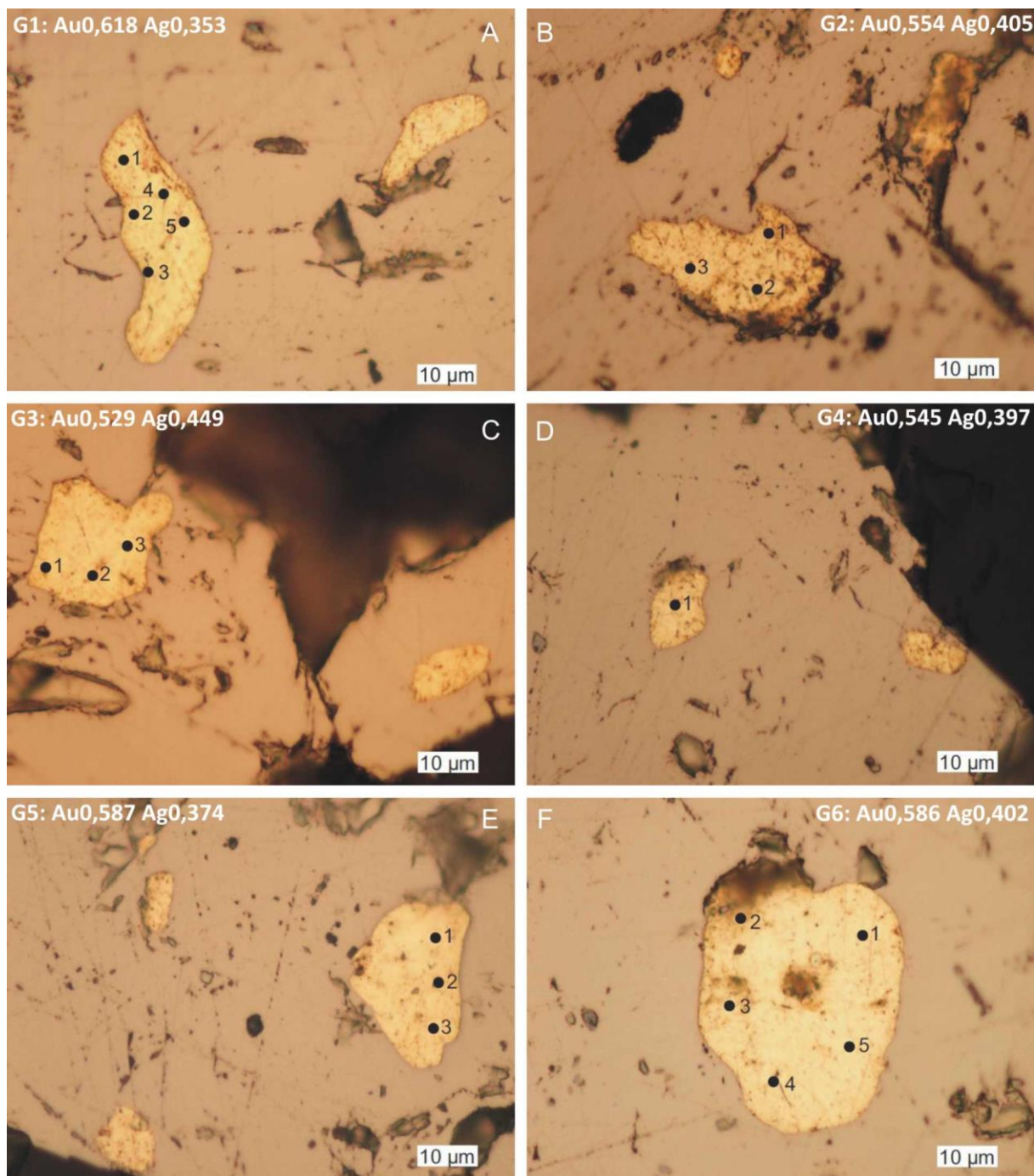


Fig. 8. Mineralele metalice identificate în sectorul minier Coș. A - electrum asociat cu pirită și calcopirită; B - tetraedrit deșus într-un gol; C - sfalerit asociat cu calcopirită; D - galenă asociată cu pirită; E - galenă asociată cu pirită, sfalerit și calcopirită; F - calcopirită asociată cu pirită; Abrevieri: Au–electrum; Ccp–calcopirită; Gn–galenă; Py–pirită; Sp–sfalerit; Ttr–tetraedrit.

Au fost realizate analize chimice de microsondă electronică (EPMA) pe 9 granule de electrum, un cristal de tetraedrit și o granulă de calcopirită. Rezultatele au confirmat faptul că electrumul este un aliaj natural între aur și argint. În acord cu Palache et al. (1944) și IMA (*International Mineralogical Association*), electrumul nu este considerat o specie mineral, ci o varietate de aur bogată în argint.

Electrumul din sectorul Coș a fost identificat în structura hidrotermală *breccia dyke* din Coranda Mare. Acesta este asociat cu pirită (fig. 9A, B, C, D, E, F). Din 29 de puncte analizate, 13 puncte au depășit intervalul de toleranță de  $\pm 2\%$  de masă, având valori ce nu se încadrează în intervalul 98-102 % masă pentru totalul cumulat. Conținutul de argint din electrum este între 21.9 – 28.6 % masa în timp ce conținutul aurului este între 68,43 - 75,27 % masa. Formula chimică calculată pentru electrumul din sectorul Coș este următoarea:  $\text{Au}_{0,573} \text{Ag}_{0,396}$ .





*Fig. 9. Microfotografii la microscopul polarizant, în lumină reflectată, cu un filtru polarizant ce prezintă granulele de electrum din sectorul minier Coș ce au fost analizate la microsonda electronică, cu indicarea poziției punctelor de analiză cantitativă și a formulei chimice calculate pentru fiecare granulă analizată. Toate granulele de electrum analizate sunt cantonate în pirită.*

## 9.2. SECTORUL MINIER VĂIDOAIA

Sectorul minier Văidoaia este localizat în extremitatea nord-estică a zăcămintului Roșia Montană, la cca 500 m de centrul istoric al comunei.

Cercetările de teren au vizat o cameră de exploatare, denumită în limbajul local *Coranda Văidoaia*, o galerie, precum și aflorimentele de la suprafață. Camera de exploatare este săpată în *vent breccia*, în apropiere de contactul cu flișul cretacic și corpul de dacitul. În cadrul corănzii Văidoaia, ce este parțial rambleiată, se mai păstrează pilieri verticali ce asigură stabilitatea acesteia. O galerie orientată spre vest pornește din nordul corănzii și traversează formațiunea *vent breccia* în apropierea contactului cu flișul cretacic. La suprafață sunt conservate urmele unei activități miniere ce a vizat structuri filoniene/structuri *breccia dyke* localizate la vest de intrarea în corandă.

În cadrul sectorului aflorează un corp de dacit ce reprezintă un martor de eroziune al unei curgeri de lave. Dacitul din sectorul Văidoaia are o culoare cenușie albastruie (fig. 10) și are caracteristicile unei curgeri de lave fiind format preponderent din masă fundamentală microcristalină și cu rare fenocristale de cuarț magmatic și de feldspați cu dimensiuni mai mici în comparație cu cele ale dacitelor din sectoarele Coș, Cârnic sau Cetate.

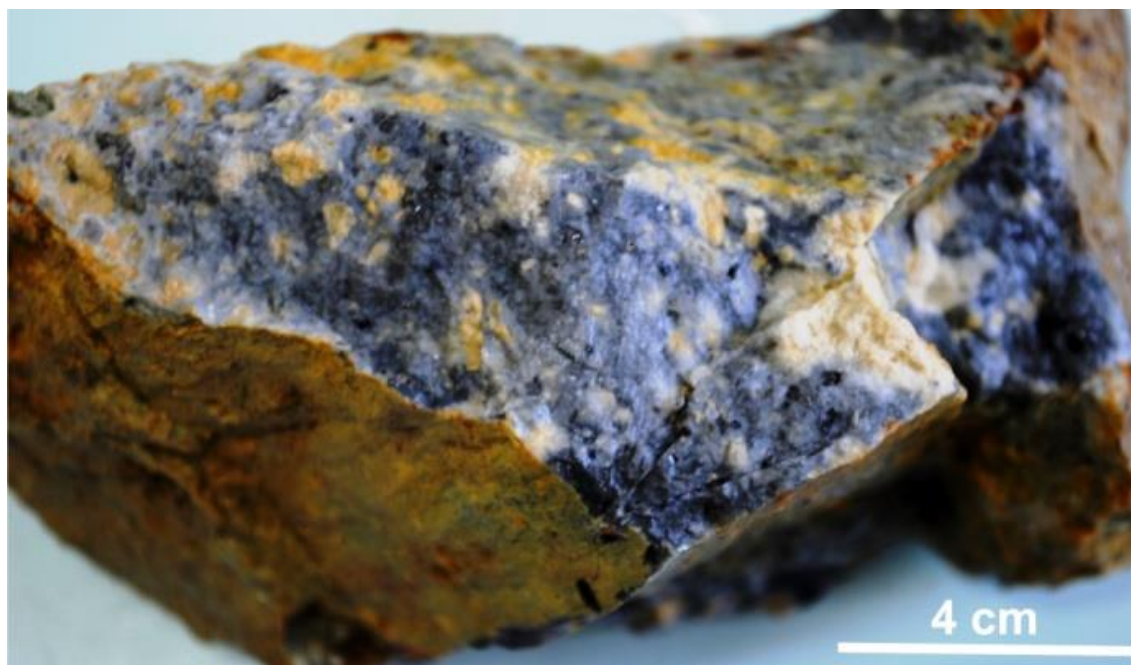


Fig. 10. Dacitul de Cetate din sectorul minier Văidoaia. Se observă caracterul său porfiric și prezența fenocristalelor de feldspați alterați într-o masă fundamentală de culoare cenușie albastruie (Drăgușanu și Tămaș, in print).

Mineralizațiile din sectorul minier Văidoaia sunt cantonate cu precădere în formațiunea *vent breccia* și sunt reprezentate prin impregnații, stockwork-uri (fig. 11), filoane și structuri de breccii tabulare (fig. 12), local apărând și buzunare de breccii și filonașe de cuarț și de ciment hidrotermal.

Impregnațiile sunt controlate de porozitatea matricei formațiunii *vent breccia*. Pirită este foarte frecventă în cadrul formațiunii *vent breccia*, iar expunerea acestei roci la suprafață generează o peliculă galben maronie. Impregnații cu pirită au fost de asemenea identificate în dacite și mai puțin în rocile cretacice.

Mineralizațiile de tip stockwork (fig. 11) apar în rocile cretacice, *vent breccia* și de-a lungul contactului estic dintre *vent breccia* și Cretacic. Mineralizațiile de tip stockwork au fost urmărite la suprafață dar și în subteran. Mineralizațiile de tip stockwork sunt însoțite de impregnații de pirită în matricea *vent breccia* și sunt intens silicificate.



Fig. 11. Mineralizație de tip stockwork cantonată în *vent breccia* din sectorul minier Văidoaia, cu o dispunere neorientată a fisurilor mineralizate (Drăgușanu și Tămaș, in print).

Principalele corpuri mineralizate din sectorul Văidoaia sunt reprezentate prin structuri de tip *breccia dyke*. Cea mai bine dezvoltată structură de acest tip este expusă pe peretele de la intrarea în corandă (fig. 12), are direcție NNE și un unghi de înclinare de 70° spre VVN. Această structură de tip *breccia dyke* este cantonată în formațiunea *vent breccia* și are o grosime de 50 cm. A fost exploatată inițial la suprafață, după care în subteran într-o cameră de exploatare cu pilieri de protecție, ce se mai păstrează și în prezent în coranda Văidoaia. Structura de brechie este de tip *clast-supported*, fiind formată din claste subrotunjite la subangulare cu dimensiuni de până la 10 cm. Acestea sunt adesea acoperite cu secvențe de cuarț hidrotermal. Între claste există și goluri. A fost de asemenea observat un sistem format din cinci dyke-uri de brechie paralele, cu direcție NV și înclinare de 80° spre SV. Primele trei structuri, de la sud spre nord, au fost exploatate la suprafață (fig. 13), în timp ce ultimele două structuri sunt vizibile doar în tavanul corănzii Văidoaia. Toate aceste dyke-uri de brechie au o grosime de până la 1 m și lungimi de peste 10 m, după cum sugerează urmele activității minier din trecut, dar probabil se dezvoltau pe întreaga deschidere a formațiunii *vent breccia* între contactul estic și vestic cu rocile cretacice.



Fig. 12. Structura *breccia dyke* vizibilă la intrarea în Coranda Văidoaia. Această structură are o dispoziție secantă față de sistemul *breccia dyke* paralele din acest sector minier. (Drăgușanu și Tămaș, in print).

Structurile paralele de tip *breccia dyke* din sectorul Văidoaia au rezultat în urma unei activități hidrotermale ce a fost controlată tectonic. Contactul dintre litologii contrastante a reprezentat un alt factor ce a favorizat formarea acestor structuri mineralizate. Structurile *breccia dyke* paralele s-au format în principal datorită ascensiunii fluidelor hidrotermale pe plane paralele de prăbușire (falii listrice) formate în procesul de subsidență a formațiunii *vent breccia* spre centrul diatremei. Structura *breccia dyke* Văidoaia ce intersectează structurile paralele de breccii (fig. 13) reprezintă o extindere spre sud a contactului dintre gresiile cretacice și formațiunea *vent breccia*. Mai mult decât atât, forma contactului dintre rocile sedimentare și formațiunea *vent breccia* sugerează o prăbușire tectonică a sectorului corespunzător zonei de aflorare a dacitului. Această prăbușire a permis păstrarea corpului de dacit neerodat doar în această zonă, în timp ce în zonele învecinate, spre est și spre vest, curgerile dacitice și formațiunea *vent breccia* au fost erodate până la rocile cretacice din fundament.

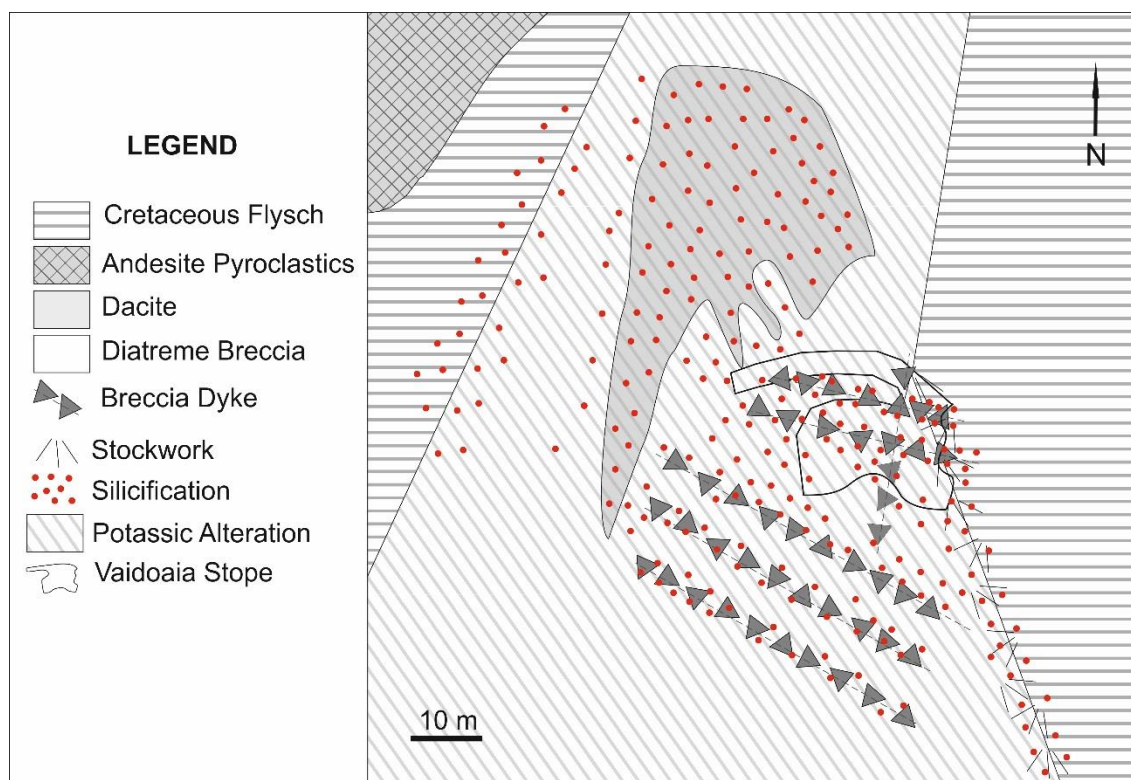


Fig. 13. Harta geologică a sectorului Văidoaia (pusă la dispoziție de RMGC), pe care a fost poziționată distribuția spațială a alterațiilor hidrotermale și a corpurilor de minereu.

Studiul microscopic în lumină polarizată a pus în evidență următoarele tipuri de alterări hidrotermale: silicifiere, adularizare și subordonat sericitizare.

Silicifierea se recunoaște la nivelul masei fundamentale a dacitului sau la nivelul matricei formațiunii *vent breccia* și apare sub formă de filonașe de cuarț hidrotermal și de umpleri de cavități. Cuarțul hidrotermal a fost identificat de asemenea de asemenea deasupra pe conturul clastelor din *vent*

*breccia* (dacite, argile etc.). Intensitatea silicifierii variază de la intensă la moderată. Au mai fost observate și borduri de cuarț hidrotermal depuse pe fenocristalele de cuarț magmatic.

Alterarea potasică este reprezentată prin 1) o metasomatoză potasică a feldspaților magmatici care se transformă în adular (adular I), precum și 2) prin apariția unor cristale de adular idiomorfe cu formă rombică (adular II), ce sunt asociate cu filonașe de cuarț hidrotermal (fig. 14A). În unele cazuri, în urma adularizării feldspaților apar goluri în interiorul fenocristalelor, spații libere ce au fost ulterior umplute cu cuarț hidrotermal.

Alterarea filică (sericitizarea) a fost identificată în cadrul feldspaților adularizați dar și în interiorul matricei din formațiunea *vent breccia*, fiind asociată cu silicifierea intensă (fig. 14B).

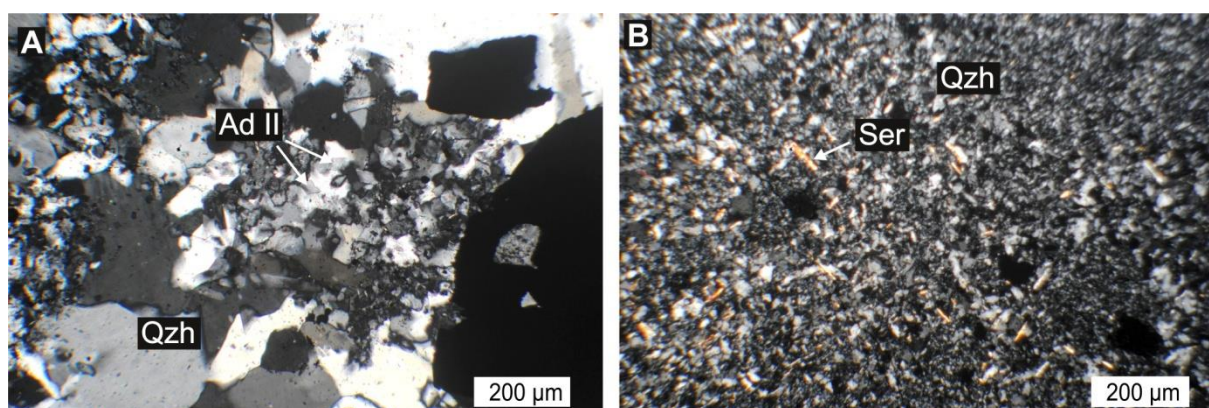


Fig. 14. Microfotografii în lumină polarizată, cu două filtre polarizante. A - filonaș de cuarț hidrotermal (Qzh) asociat cu cristale rombice de adular II (Ad II) în vent breccia; B: silicifiere masivă la nivelul matricei din vent breccia urmată de sericitizare (alterație filică) minoră (Ser) (Drăgușanu și Tămaș, in print).

Asociația mineralogică identificată calcografic în sectorul Văidoaia este următoarea: pirită, calcopirită, galenă, sfalerit și electrum. Pirită este cel mai frecvent mineral din cadrul impregnațiilor și stockwork-urilor, în timp ce calcopirita este minoritară. Pirită ajunge la o participare de maxim 5% de volum în cadrul filoanelor.

Electrumul (fig. 16) a fost identificat în filoane și brecii. Aurul a fost observat în pirită din cadrul unei injecții de ciment hidrotermal de tip *chingă* și cuarț hidrotermal însoțit de calcit și adular II (fig. 15). Aurul este depus în goluri în asociație cu cristale de pirită și are dimensiunea maximă de cca 60 μm (fig. 16).

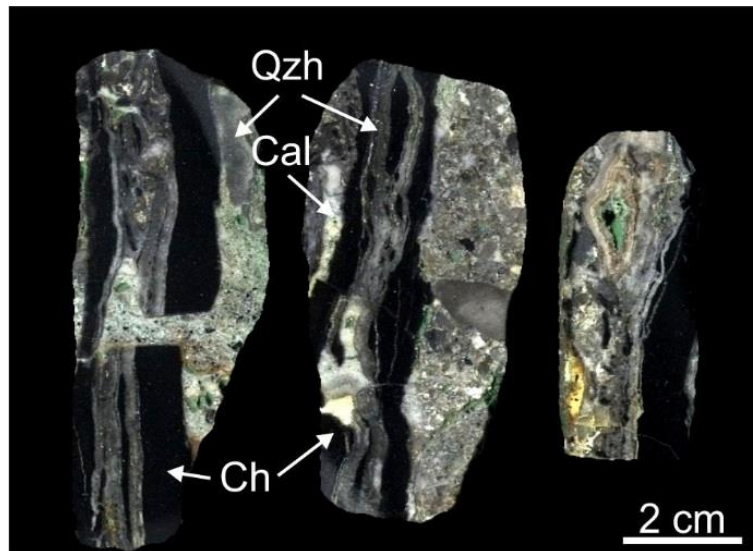


Fig. 15. Detaliu asupra unei breșfieri tardive cu ciment hidrotermal, cuarț hidrotermal și calcit. Abrevieri: Cal-calcit; Ch- ciment hidrotermal; Qzh-cuarț hidrotermal.

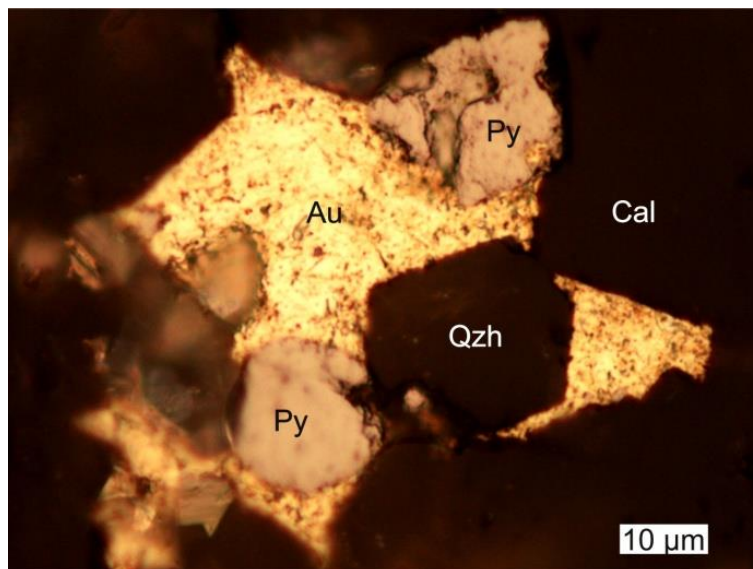


Fig. 16. Microfotografie la microscopul polarizant prin reflexie, cu un filtru polarizant, ce ilustrează asociația mineralogică a electrumului din sectorul Văidoaia, ce este asociat cu pirită, cuarț hidrotermal și calcit (Drăgușanu și Tămaș, in print). Abrevieri: Au-electrum; Cal-calcit, Py-pirită; Qzh-cuarț hidrotermal;.

Conform analizelor chimice cantitative la microsonda electronică, compoziția electrumului este de 71 – 72 % masă Au și 25 - 28 % masă Ag. Compoziția chimică medie calculată a electrumului din sectorul Văidoaia este  $\text{Au}_{0,59}\text{Ag}_{0,41}$ , iar analizele de conținut pentru breșia hidrotermală au indicat 5,19 ppm Au.

### 9.3 SECTORUL MINIER ȚARINA

Sectorul minier Țarina este localizat la cca 650 m nord-vest de sectorul minier Văidoaia. La suprafața sectorului minier află breția intracraterială (*vent breccia*) ce acoperă spre nord flișul cretacic, ambele unități fiind acoperite la rândul lor de curgerile de lave și piroclastitele andezitice de Rotunda. Cercetarea în această zonă s-a desfășurat în subteran, deoarece la suprafață vegetația maschează în totalitate substratul geologic. Accesul în subteran s-a realizat prin galeria de coastă Arama. Ea străbate pe primii 10 m formațiunea *vent breccia* după care interceptează șisturile argiloase negre cretacice.

Fundamentul cretacic în sectorul Țarina este constituit din șisturi argiloase de culoare neagră, ce prezintă fragmente grezoase cu dimensiuni centimetrice. Formațiunea *vent breccia* expusă în galeria Arama este de tip polimictic *matrix-supported*, cu claste de dacit, șisturi argiloase și gresii. Clastele sunt în general subrotunjite la subangulare și au dimensiuni centimetrice. Unitatea *vent breccia* este străbătută de fisuri orientate est-vest, cu înclinare de 25° spre sud, ce provoacă o silicifiere perifiloniană.

La contactul dintre formațiunea *vent breccia* și flișul cretacic s-a pus în loc o structură de breție freatomagmatică. În subteran, structura de breție este deschisă pe o lungime de 7 m și o lățime de 2 m. În cadrul acestei structuri de breție au fost identificate din punct de vedere genetic 2 tipologii de breții: o structură de breție freatomagmatică peste care s-a dezvoltat o structură de breție hidrotermală. În acest caz structura de breție freatomagmatică reprezintă roca gazdă, în timp ce breția hidrotermală reprezintă corpul de minereu (fig. 17A). Breția freatomagmatică este de tip *matrix-supported*, cu matrice de tip detritus de rocă, claste subrotunjite și o participare redusă a golurilor. Clastele sunt constituite din dacit, roci sedimentare și cuarțit (fig. 17B). Ulterior, structura de breție freatomagmatică a fost străbătută de fluide hidrotermale ce au determinat o brețifiere hidrotermală. Cea mai importantă/vizibilă transformare a breției freatomagmatice a fost silicifierea, depunerea cimentului hidrotermal și a mineralelor metalice asociate (fig. 17C). Analizele de conținut realizate pe o probă colectată din breția hidrotermală au indicat 7,88 g/t Au.



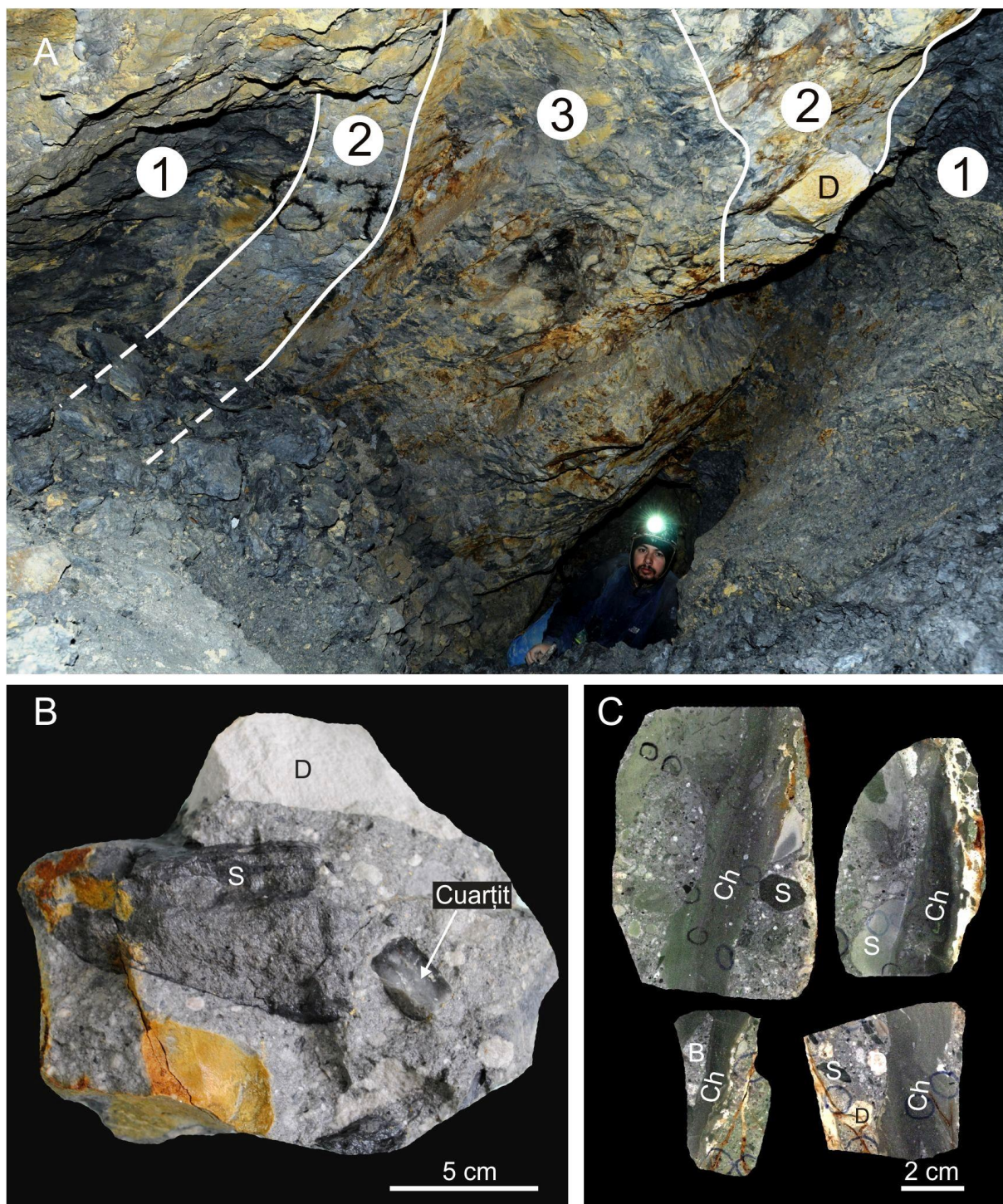


Fig. 17. Relația dintre breccia freatomagmatică și breccia hidrotermală în sectorul Țarina. A – secțiune transversală în cele două structuri de breccie, respectiv freatomagmatică (2) și hidrotermală (1), cantonate în șisturile argiloase cretacice (1); B – fragment din breccia freatomagmatică; C – probe din breccia hidrotermală dezvoltată pe suportul brecciei freatomagmatice. Abrevieri: B – claste de breccie; Ch – ciment hidrotermal; D – dacit; S – roci sedimentare,

#### 9.4. SECTORUL MINIER ORLEA

Sectorul minier Orlea este localizat în nord-vestul zăcămintului Roșia Montană. Acesta a prezentat interes încă din vremea romanilor, dovadă în acest sens fiind galeriile romane cunoscute în acest sector. În conformitate cu harta geologică, sectorul minier Orlea este cantonat în totalitate în formațiunea *Vent Breccia*, aceasta fiind acoperită parțial spre nord de curgerile andezitice (lave și în special piroclastite) de tip Rotunda.

Cercetarea geologică realizată în prezenta lucrare pentru sectorul minier Orlea a vizat lucrările miniere subterane de la nivelul orizontului +730 m. Accesul în acest orizont minier este posibil numai prin intermediul lucrărilor miniere ce fac parte din Muzeul mineritului “Galeriile Romane” de la Roșia Montană. Din lucrările miniere subterane ale sectorului minier Orlea s-au prelevat 145 probe din 3 locații diferite (fig. 18), din care s-au confecționat 48 de secțiuni lustruite și 20 de secțiuni subțiri.



Fig. 18. Harta topografică a lucrărilor miniere subterane din sectorul Orlea, orizontul +730 m, cu localizarea zonelor probate. Baza topografică a fost preluată din documentația pusă la dispoziție de compania RMGC.

Formațiunea *vent breccia* reprezintă roca gazdă pentru diferite corpuri de minereu, din care în prezentul studiu au fost analizate: 1) un filon suborizontal cu gangă de rodocrozit; 2) un filon cu sulfuri comune; și 3) un dyke de brechie tectonică.

## Filon suborizontal cu gangă de rodocrozit – Zona de probare O1

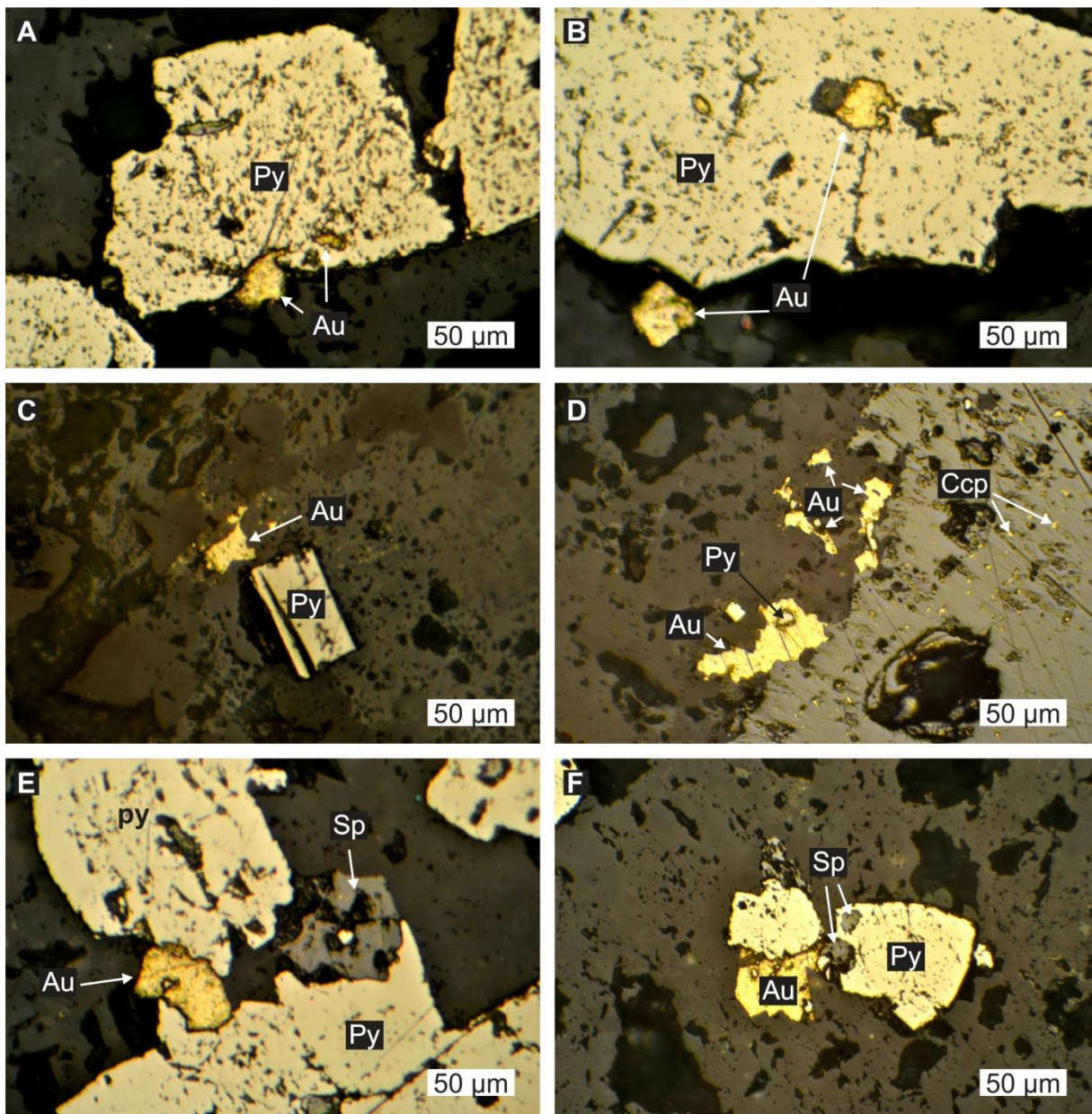
Filonul cu rodocrozit are o grosime de până la 5 cm (fig. 19) și o înclinare de maxim 10° spre sud. Din observațiile realizate în lucrările miniere subterane s-a putut constata că această structură filoniană se dezvoltă pe o suprafață ce depășește 100 m<sup>2</sup>. În prezent acesta este expus în pilierii verticali.



*Fig. 19. Pilier de protecție vertical în care este vizibil un filon suborizontal de rodocrozit cantonat în vent breccia. Se remarcă pelicula de oxizi-hidroxiți de mangan formată pe suportul rodocrozitului și culoarea caracteristică a carbonatului de mangan care apare după „curățarea” aliniamentului negru (chenar stânga sus). În stânga pilierului se observă rambleierea spațiului exploatat. Filonul are un conținut de 101 g/t Au.*

Studiul microscopic optic la microscopul polarizant prin transmisie a confirmat prezența rodocrozitului. Acesta este însoțit de cuarț hidrotermal și adular II.

Studiul microscopic în lumină reflectată a permis identificarea asociației mineralogice din filonul cu gangă de rodocrozit: pirită, calcopirită, sfalerit, galenă și electrum. Granulele de electrum sunt cuprinse între 20 și 150 μm (fig. 20)



*Fig. 20. Microfotografii în lumină reflectată (un polarizator) în care sunt prezentate asociația mineralogică a electrumului din filonul cu rodocrozit, orizontul +730, sectorul Orlea. Abrevieri: Au – electrum (aur), Ccp – calcopirită, Py – pirită, Sp – sfalerit.*

## Structură breccia dyke tectonică - Zona de probare O2

În zona de probare O2 a fost identificat un dyke de breccie tectonică (fig. 21). Acesta este cantonat în unitatea *vent breccia*, are o lungime accesibilă în lucrările miniere de cca 25 m și o lățime de aproximativ 15 – 20 cm. Dyke-ul de breccie este orientat nord-sud și este subvertical, fiind deschis în tavanul unei galerii de explorare direcționale.



Fig. 21. Detaliu al structurii breccia dyke de natură tectonică de la orizontul +730 m, sectorul minier Orlea.

Structura de breccie corespunde unui aliniament tectonic generat de setting-ul tectonic regional, pe care, inițial au circulat fluide hidrotermale ce au determinat formarea unei structuri filoniene cu aspect rubanat, cu o gangă abundantă de cuarț hidrotermal. Ulterior, activitatea tectonică a continuat pe respectivul aliniament și a determinat breccifierea mineralizației pre-existente, rezultând astfel un dyke de breccie cu claste de minereu. După breccifierea tectonică, fluide hidrotermale tardive au circulat din nou pe aliniamentul brecciei tectonice și au determinat depunerea unei pelicule de cuarț hidrotermal ce a acoperit clastele de minereu și au „sigilat” astfel contactele dintre claste.

Studiul microscopic a permis identificarea următoarei asociații mineralogice: pirită, calcopirită, galenă și pirotină.

### Filon cu sulfuri comune - zona de probare O3

În zona de probare O3 a fost investigat un filon cu sulfuri comune și ciment hidrotermal (fig. 22A, B, C). Acest filon (O3) are o grosime maximă de până la 10 cm, o lungime accesibilă în lucrările miniere de 15 m.

Asociația mineralogică a filonului cu sulfuri comune constă din pirită, calcopirită, arsenopirită, galenă și pirotină. Ganga are o pondere redusă (cuarț hidrotermal).

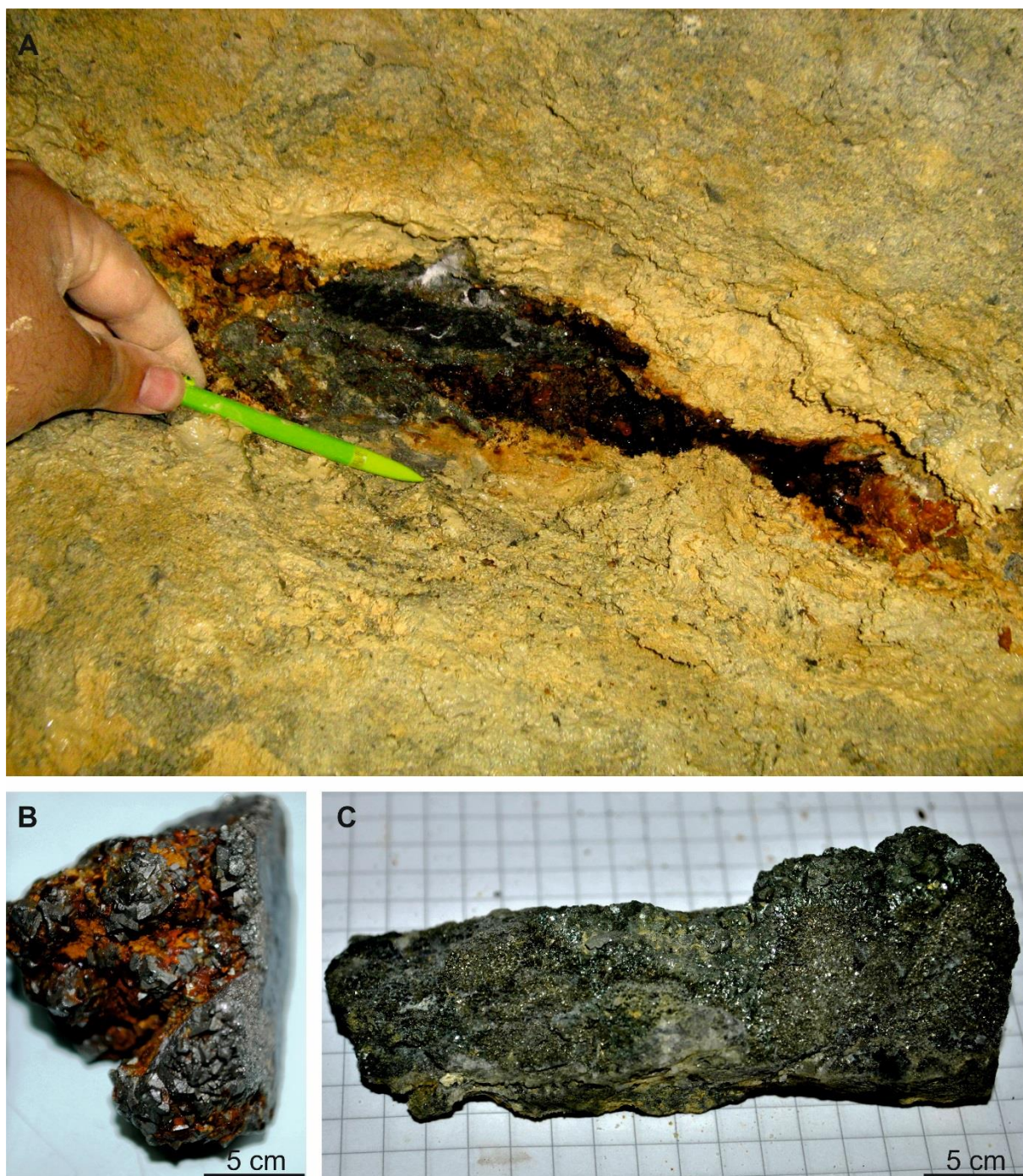


Fig. 22. Filonul cu sulfuri comune de la orizontul +730 m, sectorul minier Orlea. A: imagine din subteran cu filonul cu sulfuri comune și roca gazdă; B și C: eșantioane de minereu prelevate din filonul cu sulfuri comune ce au fost investigate mineralogic.

## **Analize chimice la microsonda electronică**

Analizele chimice la microsonda electronica au vizat granule de electrum, galena și pirită din filonul cu rodocrozit. Conținutul de argint al electrumului este cuprins între 26,42 și 30,93 % masa, în timp ce conținutul de aur este cuprins între 66,67 și 74,55 % masa. Formula chimică calculată pentru electrumul din sectorul Orlea este **Au<sub>0,564</sub> Ag<sub>0,421</sub>**.

Filonul cu rodocrozit are un conținut de aur de 101 ppm (g/t).

## CAPITOLUL 10

### MODEL EVOLUTIV PENTRU NORDUL ZĂCĂMÂNTULUI ROȘIA MONTANĂ

Zăcământul Roșia Montană este de tip epitermal cantonat într-o structură vulcanică de tip *maar*-diatremă, pus în loc în flișul cretacic. Prezenta teză de doctorat s-a concentrat asupra zonei nordice a diatremei Roșia Montană, unde contactul dintre flișul cretacic și umplutura diatremei – așa numita formațiune *vent breccia* – a avut un rol important în depunerea mineralizațiilor auro-argentifere.

Proiecția la suprafață a diatremei Roșia Montană (formațiunea *vent breccia*) are formă de circulară. Pe verticală, pornind de la suprafață, diatremă are forma unui con răsturnat ce continuă în zona profundă sub formă columnară. Au fost constatate două tipuri de control tectonic. Primul este unul regional și a condus la formarea corpurilor de minereu orientate N-S. Al doilea este unul local, iar originea sa a putut fi descifrată.

Diatrema Roșia Montană a fost locația unei activități freatomagmatice prelungite pe parcursul a aproximativ 3 Ma (Tămaș, 2010). Acest autor arată că hidrovulcanismul a debutat în jurul vârstei de 14 Ma și s-a încheiat la cca 11 Ma. Erupțiile freatomagmatice au fost complexe și s-au succedat în timp cu episoade de mineralizare, brecifierile fiind din acest motiv pre-, sin-, târzii și post-mineralizare. În cursul acestei perioade de timp, în cadrul diatremei Roșia Montană s-au produs nenumărate evenimente explozive, care prin expulzarea la suprafață a produselor extracrateriale au determinat producerea unui deficit de material în cadrul diatremei, ceea ce a condus la apariția unei subsidențe active spre partea centrală profundă a diatremei. Subsidența s-a realizat și prin intermediul unor falii normale cu contur circular/inelar și cădere spre centrul diatremei *vent breccia*. La scara zăcământului aceste falii inelare sunt constituite dintr-o serie de falii individuale cu orientare diferită: NV – SE în sectoarele Coș și Văidoaia, E - W în sectorul Țarina și and NE – SW în sectorul Orlea (fig. 23).

Din cele menționate anterior concluzionăm faptul că formarea corpurilor de minereu din nordul zăcământului a fost controlată de:

- contactul dintre diatrema Roșia Montană și rocile sedimentare cretactice;
- falii N-S datorate *setting*-ului extensional regional
- falii listrice apărute ca urmare a subsidenței *vent breccia* în urma activității freatomagmatice prelungite;
- contactul dintre secvențe litologice diferite în cadrul flișului cretacic (gresii și șisturi argiloase).



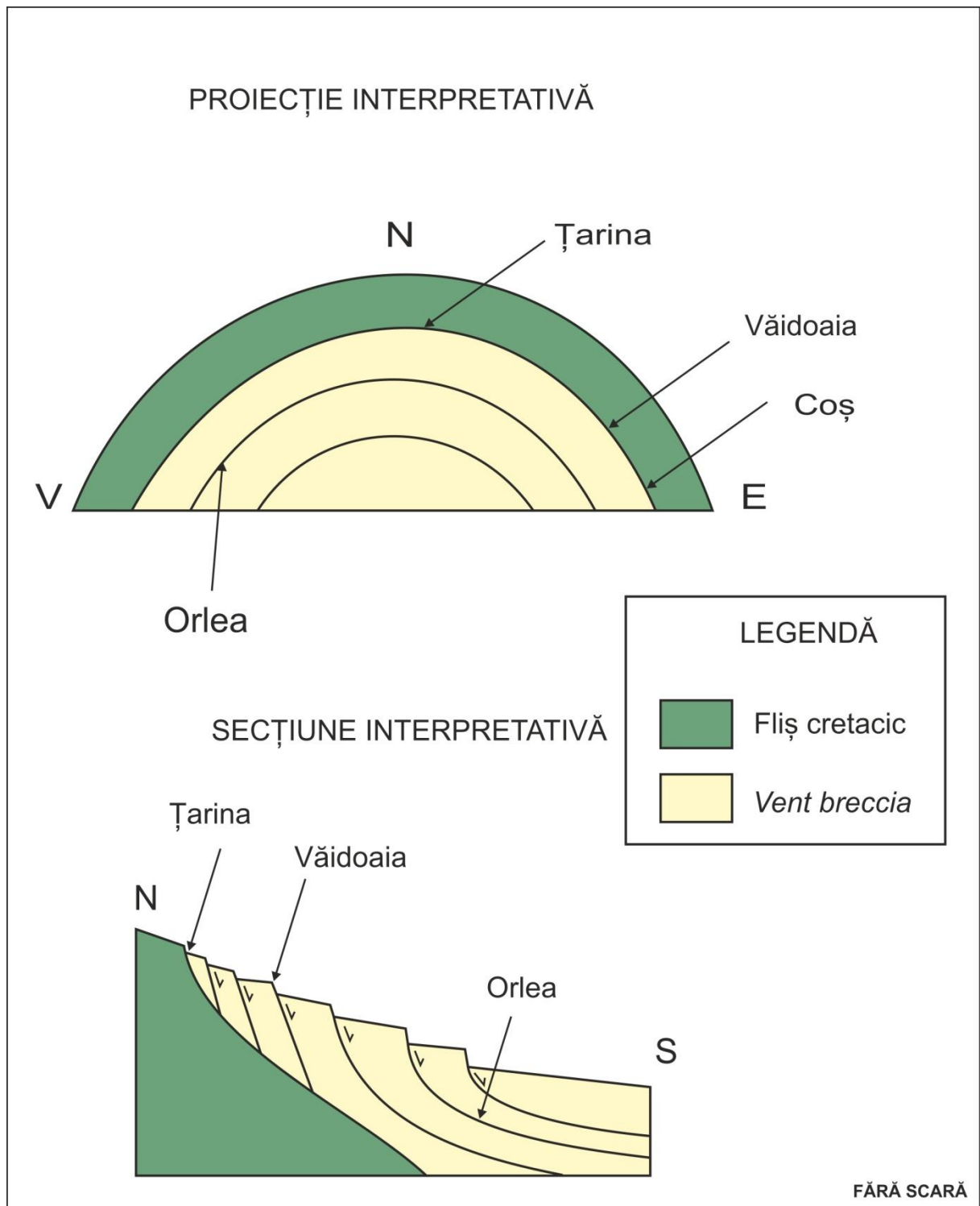


Fig. 23. Proiecție orizontală interpretativă (imaginea de sus) și secțiune interpretativă (imaginea de jos) a părții nordice a zăcămintului Roșia Montană, în care este prezentat contactul dintre diatrema Roșia Montană și flișul cretacic din fundament, fiind sugerat și procesul de subsidență spre centrul diatremei a umpluturii acesteia și formarea faliiilor listrice ca urmare a activității freatomagmatice prelungite care a generat un deficit de material în zona centrală a diatremei prin erupțiile freatomagmatice (Brecia de Cetate și conductul său de fluidizare, Brecia Neagră) ce au ejectat piroclastite în exteriorul dar și în interiorul craterului echivalent diatremei Roșia Montană.

Principalele corpuri de minereu din nordul zăcământului Roșia Montană sunt reprezentate prin structuri *breccia dyke* hidrotermale și filoane. Dacă brecciile sunt subverticale, filoanele pot fi atât subverticale cât și suborizontale (fig. 24).

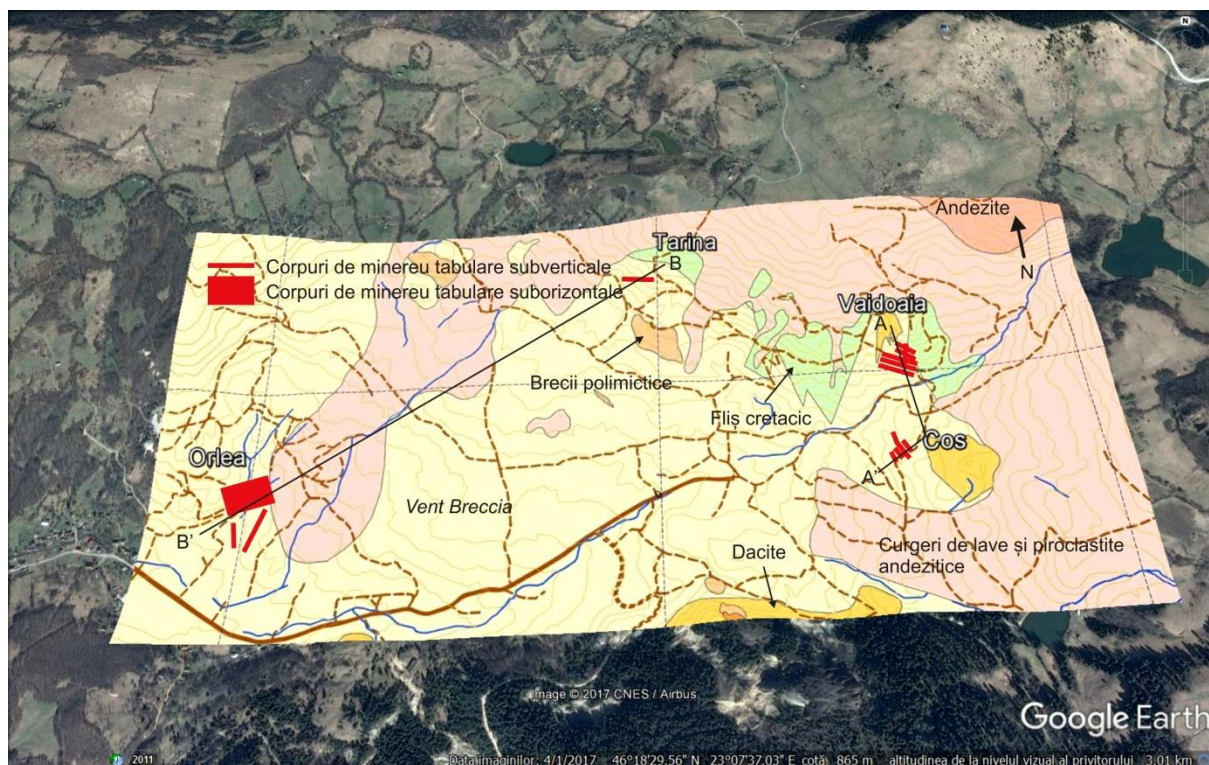


Fig. 24. Harta geologică a compartimentului nordic a zăcământului Roșia Montană, georeferențiată în Google Earth, pe care sunt reprezentate corpurile de minereu studiate, respectiv corpuri de breccii mineralizate în sectoarele Coș, Văidoaia și Țarina și structuri filoniene în sectorul Orlea (contextul geologic conform RMGC).

Fiecare sector minier din nordul zăcământului Roșia Montană posedă anumite caracteristici definitorii, pe care le prezentăm în cele ce urmează, în succesiune de la est spre vest.

Controlul mineralizațiilor din sectorul Coș este reprezentat printr-un plan de alunecare datorat subsidenței *vent breccia*, accentuat de un contact tectonic între șisturile argiloase și gresiile cretacee din fundament. Pe contactul dintre șisturile argiloase și *vent breccia* s-a pus în loc o breccie freatomagmatică, pentru ca ulterior, pe același aliniament să circule spre suprafață fluide hidrotermale ce au generat breccii hidrotermale și filoane cu gangă de cuarț post-brecifiere (fig. 25).

Factorul de control major din sectorul Văidoaia este reprezentat de un sistem de plane de alunecare subverticale apărute ca efect al subsidenței *vent breccia* în vecinătatea contactului dintre fundament și umplutura diatremei. Fluidele hidrotermale s-au ridicat spre suprafață prin intermediul acestor aliniamente, determinând brecifieri hidrotermale și implicit depunerea mineralizațiilor (fig. 25)

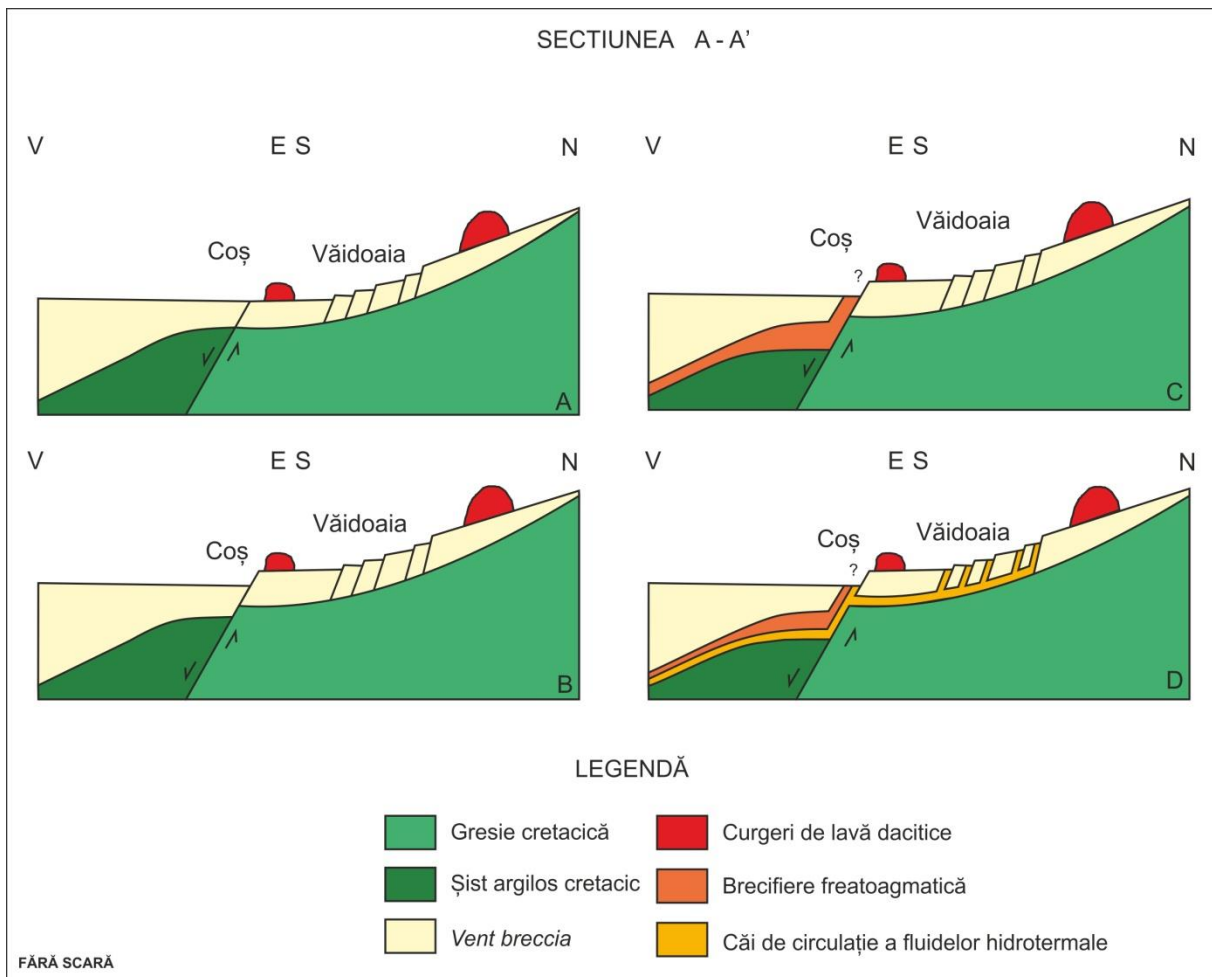


Fig. 25. Model genetic evolutiv pentru sectoarele Văidoaia și Coș (nord-estul zăcămintului Roșia Montană). (A, B) În contextul unui proces de subsidență au apărut falii listrice în cadrul umpluturii vent breccia. (C) Pe suprafața de contact dintre flișul cretacic și diatrema Roșia Montană s-au deplasat spre suprafață brecii freatoagmatică a căror sursă a reprezentat-o interacțiunea hidrovulcanică din zona centrală a diatremei Roșia Montană. Aceste brecii freatoagmatică au fost injectate sub presiune și pe accidentele tectonice aflate în conexiune cu zona de contact dintre fundamentul cretacic și vent breccia (spre exemplu sectorul Coș). După încheierea activității freatoagmatică, în cursul activității hidrotermale, aceleași discontinuități au fost parcurse și de fluidele hidrotermale în cursul lor ascendent spre suprafață. (D) În acest mod au apărut corpuri de minereu breccia dyke și filoniene găzduite de vent breccia.

În sectorul Țarina, contactul dintre fundamentul cretacic și umplutura vent breccia a favorizat într-o primă etapă punerea în loc a unei brecii freatoagmatică, pentru ca ulterior, aceeași suprafață de minimă rezistență să fie circulată de fluide hidrotermale ce au generat brecifierea hidrotermală a breciei freatoagmatică (fig. 26).

Corpurile de minereu tabulare cu orientare N-S din sectorul Orlea sunt controlate structural de regimul tectonic regional extensional. Controlul tectonic local a avut și el un rol important, în special în formarea filoanelor suborizontale. Evidențele din teren indică o durată mai lungă a controlului structural regional comparativ cu durata manifestărilor metalogenetice. Corpurile de minereu sunt reprezentate prin structuri breccia dyke subverticale și filoane subverticale și suborizontale (fig. 26).

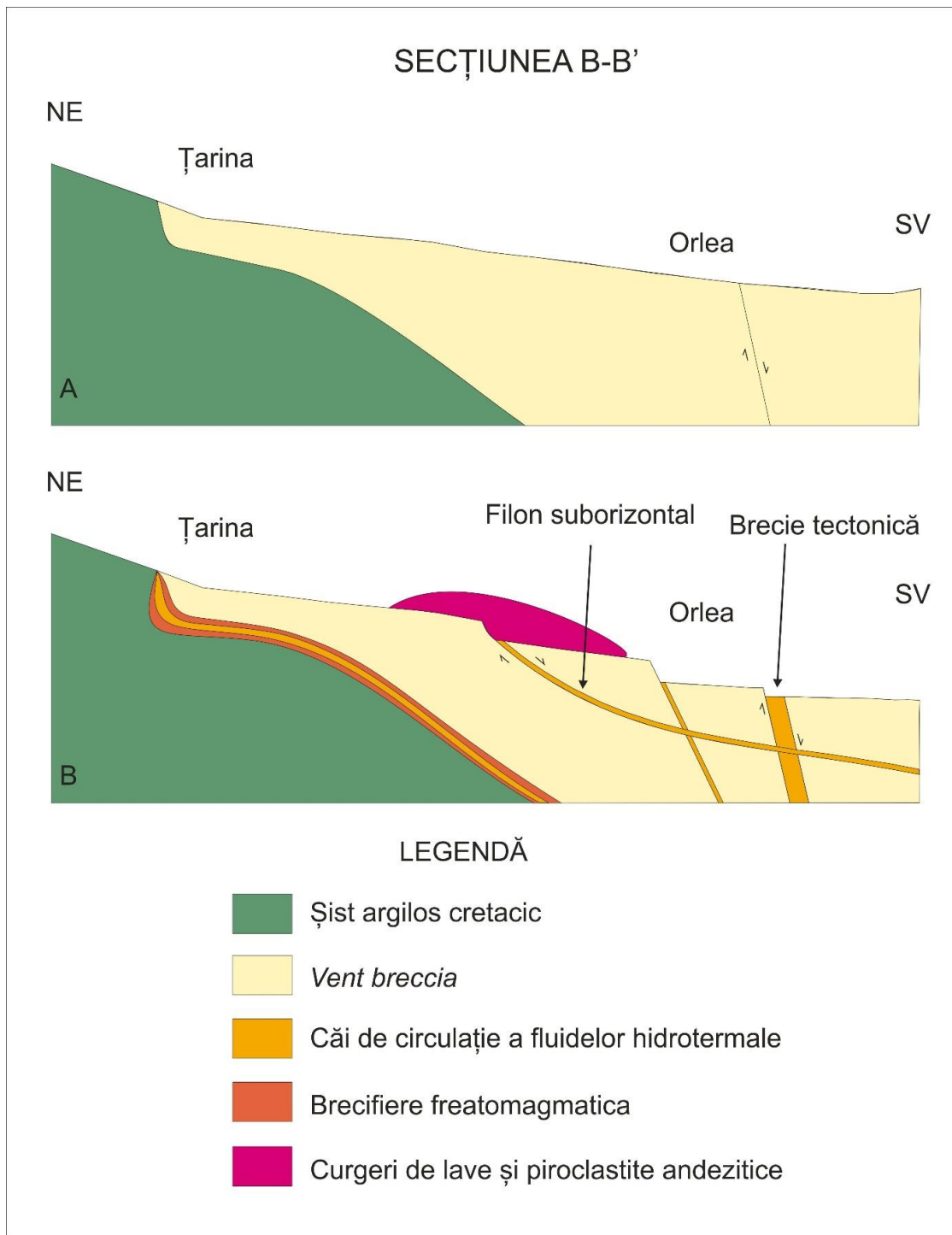


Fig. 26. Model genetic evolutiv pentru sectoarele Țarina și Orlea (nordul și nord-vestul zăcămintului Roșia Montană). Într-o primă etapă a avut loc breциiere freatomagmatică de-a lungul contactului dintre formațiunea vent breccia și rocile sedimentare cretacice (injectare sub presiune), după care fluidele hidrotermale au circulat de-a lungul aceleiași zone de discontinuitate dând naștere unor corpuri de breциii hidrotermale, cum sunt cele din sectorul Țarina. Faliile subverticale și cele suborizontale apărute în cursul mișcării de subsidență a umpluturii vent breccia au devenit la rândul lor căi de deplasare a fluidelor hidrotermale și astfel au apărut filoane suborizontale și subverticale, cum sunt cele din sectorul Orlea.

## CONCLUZII

Mineralizațiile din partea nordică a zăcămintului Roșia Montană au caracter *low sulphidation* și sunt reprezentate prin structuri filoniene, stockwork-uri, structuri de brezii și impregnații. Dintre acestea, cele mai semnificative sunt breziile mineralizate și filioanele.

Corpurile de minereu au fost controlate de: 1) contactul dintre diatrema Roșia Montană și fundamentul sedimentar cretacic; 2) faliilor orientate nord-sud tributare controlului tectonic regional; 3) falii normale cu înclinare variabilă (falii listrice) și proiecție la suprafață inelară determinate de controlul tectonic local ca urmare a subsidenței determinate de o activitate freatomagmatică prelungită; și 4) controlul tectonic dintre șisturile negre și gresiile masive ale flișului cretacic.

Alterările hidrotermale din partea de nord a zăcămintului Roșia Montană sunt reprezentate prin silicifiere, alterare potasică (adularizare), parțial amprentate de sericitizare. Adularizarea apare sub două forme, 1) o metasomatoză potasică, responsabilă de formarea adularului I pe suportul feldspaților magmatici; și respectiv 2) adular II, depus din soluțiile hidrotermale sub formă de cristale idiomorfe asociate cu cuarțul hidrotermal.

Mineralogia minereului a fost stabilită prin microscopie optică, microscopie electronică (SEM) și analize efectuate la microsonda electronică (EPMA). Au fost identificate: electrum, tetraedrit, pirită, calcopirită, galenă, sfalerit, covelin, arsenopirită și pirotină. Datele de microsondă indică pentru electrum o compoziție predominant auriferă (68 – 75 % masă Au), un conținut mediu de cca 28 % masă Ag, precum și prezența minoră a unor impurități, spre exemplu Fe (max. 1,99 % masă), Cu (max. 0,11 % masă), As (max. 0,11 % masă), Bi (max. 0,27 masă), Sb (0,02 % masă).

Analizele de conținut au revelat faptul că filioanele cu rodocrozit din sectorul Orlea au cel mai mare conținut de aur dintre toate corpurile de minereu studiate, respectiv 101 g/t Au. Conținuturi ridicate de aur posedă structura de brechie hidrotermală din sectorul Țarina (7,88 g/t Au), brechia hidrotermală cu ciment hidrotermal de tip *chingă* și gangă de cuarț și calcit din sectorul Văidoaia (5,19 g/t Au), în timp ce breziile din sectorul Coș au conținuturi mai reduse (1,41 g/t Au în Coranda Mică).

Cercetările din partea de nord a zăcămintului Roșia Montană, un perimetru aproape necunoscut în literatura de specialitate, au permis obținerea de date noi asupra mineralizațiilor auro-argentifere și a factorilor de control ce au favorizat apariția lor. Interpretarea complexă a rezultatelor a permis propunerea unui model metalogenetic integrator pentru nordul zăcămintului Roșia Montană.

## BIBLIOGRAFIE

- Balla, Z., (1987): Tertiary paleomagnetic data for the Carpatho-Pannonian region in the light of Miocene rotation kinematics. *Tectonophysics*, 139: 67–98.
- Balintoni, I., Vlad, Ș. (1998): Tertiary magmatism in the Apuseni Mountains and related tectonic setting. *Studia Univ Babeș-Bolyai. Geologie IX*, 1 – 11.
- Borcoș, M., Mantea, Gh. (1968): Vârsta formațiunilor și a activității vulcanice neogene din Bazinul Roșia Montană. *St. Cerc. Geol., Geof., Geogr., Ser. Geol.*, 13, nr. 2: 363-377, Ed. Acad., București.
- Bordea, S., Ștefan, A., Borcoș, M. (1979): Harta geologică a României, sc. 1:50.000, foaia Abrud. *Inst. Geol. Geofiz., București*.
- Csontos, L., Nagymarosy, A., Horváth, F., Kovác, W. (1992): Tertiary evolution of the Intra-Carpathian area: a model. *Tectonophysics*, 208: 221-241.
- Csontos, L. (1995): Tertiary tectonic evolution of the Intra-Carpathian area: a review. *Acta Vulcano*, 7: 1-13.
- Drăgușanu, S., Tămaș, C.G. (2017): New geological data on Văidoaia mining field, Roșia Montană Au-Ag epithermal deposit Apuseni Mountains, România. *Romanina Journal of Mineral Deposits*, București (in print).
- Fodor, L., Csontos, L., Bada, G., Györfi, I. & Benkovics, L. (1999): Tertiary tectonic evolution of the Pannonian Basin system and neighbouring orogens: a new synthesis of paleostress data. In Durand, B., Jolivet, L., Horváth, F. & Séranne, M. (eds.): *The Mediterranean Basins: Tertiary Extension within the Alpine Orogen*. Geological Society of London Special Publication, 156: 295–334.
- Hewson, N., Leary, S., Feier, N. (2005): Tarina and Rodu: Gold Mineralization Hosted in maar-diatreme contact environments in the Apuseni Mountains, Romania. *Geochemistry, Mineralogy and Petrology*, 43: 93-101.
- Leary, S., O'Connor, G., Minuț, A., Tămaș, C., Manske, S. & Howie, K. (2004): The Roșia Montană deposit. În Cook, N. J. & Ciobanu, C. L. (eds.): *Gold-silver-telluride deposits of the Golden Quadrilateral, South Apuseni Mts., Romania: guidebook of the International Field Workshop of IGCP project 486, Alba Iulia, Romania, August-September 2004*. IAGOD Guidebook Series, 12: 89–98.
- Manske, S.L., Hedenquist, J.W., O'Connor, G., Tămaș, C., Cauuet, B., Leary, S. & Minuț, A. (2006): Roșia Montană, Romania: Europe's largest gold deposit. *Society of Economic Geologists Newsletter*, 64: 9-15.

- Mârza, I., Ghergari, Lucreția, Nicolescu, Șt., Avram, R. (1990): Studiul petrografic – mineralogic al zăcământului auro-argenter de la Roșia Montană (Masivul Cetate), jud. Alba. Raport (nepublicat), Arh. E.M. Roșia Montană, 42 p.
- Mârza, I., Tămaș, C. & Ghergari, L. (1997): Low sulfidation epithermal gold deposits from Roșia Montană, Metaliferi Mountains, Romania. *Studii și Cercetări Geologie*, 42: 3-12.
- Palache, C., Berman, H., Frondel, C. (1944): *Dana's System of Mineralogy*. 7th Edition, John Wiley and Sons, New York, 834 p.
- Roșu, E., Pécskay, Z., Stefan, A., Popescu, G., Panaiotu, C. & Panaiotu, C.E. (1997): The evolution of the Neogene volcanism in the Apuseni Mountains (Romania): constraints from new K–Ar data. *Geologica Carpathica*, 48: 353–359.
- Roșu, E., Seghedi, I., Downes, H., Alderton, D.H.M., Szakács, A., Pécskay, Z., Panaiotu, C., Panaiotu, E.C. & Nedelcu, L. (2004a): Extension-related Miocene calc-alkaline magmatism in the Apuseni Mountains, Romania: origin of magmas. *Schweizerische Mineralogische und Petrographische Mitteilungen*, 84: 153–172.
- Royden, L.H., (1988). Late Cenozoic tectonics of the Pannonian basin system. In: Royden, L., Horvath, F. (Eds.), *The Pannonian Basin: A study in Basin evolution*. AAPG Memoir, vol. 45, pp. 27– 48.
- Royden, L.H. (1993): Evolution of retreating subduction boundaries formed during continental collision. *Tectonics*, 12: 629-638.
- Seghedi, I., Downes, H., Szakács, Al., Mason, P.R.D., Thirlwill, M.F., Roșu, E., Pécskay, Z., Márton, E. & Panaiotu, C. (2004): Neogene-Quaternary magmatism and geodynamics in the Carpathian-Pannonian region: a synthesis. *Lithos*, 72: 117–146.
- Seghedi, I., Bojar, A.V., Downes, H., Roșu, E., Tonarini, S., Mason, P. (2007): Generation of normal and adakite-like calc-alkaline magmas in a non-subductional environment: An Sr-O-H isotopic study of the Apuseni Mountains neogene magmatic province, Romania. *Chemical Geology*, 245: 70-88.
- Tămaș, C.G. (2002): Structuri de „breccia pipe“ asociate unor zăcăminte hidrotermale din România. Teză de doctorat, Universitatea Babeș-Bolyai, Cluj-Napoca, 336p.
- Tămaș, C.G. (2007): Structuri de breccii endogene (breccia pipe – breccia dyke) și petrometalogenia zăcământului Roșia Montană (Munții Metaliferi, România). Casa Cărții de Știință, 230 p., Cluj-Napoca.
- Tămaș, C.G. (2010): Structuri de breccii endogene (breccia pipe – breccia dyke) și petrometalogenia zăcământului Roșia Montană (Munții Metaliferi, România). Ediția a 2-a, Editura Mega, 168 p., Cluj Napoca.

- Tămaș, C.G., Bailly, L., Ghergari, L., O'Connor, G., Minuț, A. (2006): New occurrence of tellurides and argyrodite at Rosia Montana, Apuseni Mountains, Romania and their metallogenetic significance. *Can. Min.*, 44/2: 689-705.
- Udubașa, Gh., Roșu, E., Seghedi, I., Ivășcanu, P.M. (2001): The “Golden Quadrangle” in the Metaliferi Mts., Romania: what does this really mean? *Rom. Journ. Mineral Deposits*, v. 79, Suppl. 2, Geodynamics and ore deposit evolution of the Alpine-Balkan-Carpathian-Dinaride Province. ABCD – GEODE 2001, Workshop Vața Băi, Romania, 8-12 June, 2001, Abstract Volume, IGR, p. 3-23, București.
- Wallier, S., Rey, R., Kouzmanov, K., Pettke, T. (2006): Magmatic Fluids in the Breccia-Hosted Epithermal Au-Ag Deposit of Roșia Montană, Romania. *Economic Geology*, 101: 923-954.
- Whitney, D.L., Evans, B.W. (2010): Abbreviations for names of rock-forming minerals. *American Mineralogist*, 95: 185-187.