

Treball de fi de grau:

**Mineralització i Cartografia dels Filons Ba-F-Pb-Zn de la
Mina Juanita (Serra de Collserola, Barcelona):
Interpretació del Jaciment dins el Sistema Varisc
Europeu.**



Eloi Guerrero Loran

Tutora: Maria Mercè Corbella

Universitat Autònoma de Barcelona (Juny de 2014)

Guió del treball:

Resum

1. Introducció: Filons de Ba-F-Pb-Zn a Catalunya. Relació amb la mina Juanita

1.1 Generalitats històriques de la Mina Juanita

2. Generalitats de la situació geogràfica i geològica de Collserola i la mina Juanita

3. Cartografia geològica de la mina

3.1 Cartografia general de la mina

3.2 Cartografia de les galeries

4. Caracterització de la mineralització

4.1 Caracterització dels minerals d'interès

5. Paragènesis de la mineralització

6. Discussió: Gènesis de la Mineralització.

7. Conclusions

8. Agraïments

Bibliografia

Resum

La mina Juanita està situada a la branca Sud - Est de les Carenes Costaneres Catalanes i està constituïda per un conjunt de filons de Ba-F-Pb-Zn encaixats dins d'un sòcol Paleozoic constituït per roques metasedimentaries d'edat Cambriana. Dins el Sistema Varisc europeu existeixen nombroses mines que presenten una morfologia i mineralogia semblants als de la mina Juanita. En aquest treball es presenta la cartografia de les galeries de la mina, descrivint les seves característiques dimensionals, morfològiques i mineralògiques; s'analitzen diferents mostres minerals en lamina prima i mostra de mà. Posteriorment, es realitza la paragènesis amb les dades obtingudes.

Per similitud amb altres mineralitzacions, la gènesis interpretada en la mina en qüestió correspon a un jaciment hidrotermal de baixa temperatura molt semblant als que trobem en d'altres punts del Sistema Varisc Europeu. Aquests són conseqüència de la precipitació d'ions que circulaven amb fluids calents per fractures formades durant una època d'extensió Mesozoica. Els signes de deformació en els minerals de la mina demostren períodes de reactivació d'aquestes fractures, segurament com a conseqüència de l'orogènia Alpina o de l'extensió Neògena durant l'obertura del mar Mediterrani.

Abstract

Juanita mine is located in the South - East branch of the Catalan Costal Ranges and consists of a set of Ba-F-Pb-Zn veins scored inside Paleozoic rocks constituted by metasediments of Cambrian age. Within the European Variscan System there are numerous mines that have a similar morphology and mineralogy to Juanita mine. This paper presents the cartography of the galleries of the mine, describing its dimensional, morphological and mineralogical features; different hand and thin sections of mineral samples are analyzed; subsequently, the paragenesis is reconstructed with the data obtained.

By similarity with other ores, the genesis of the Juanita mine must correspond to a low - temperature hydrothermal deposit similar to those found in other parts of the European Variscan System. These deposits are the result of precipitation of ions circulating within hot fluids through fractures formed during an epoch of Mesozoic extension. Signs of strain on the minerals of the mine show reactivation periods of these fractures, probably as a result of the Alpine orogeny or the Neogene extension during the opening of the Mediterranean Sea.

1. Introducció: Filons de Ba-F-Pb-Zn a Catalunya. Relació amb la mina Juanita

Des de temps immemorials l'esser humà a explotat diferents sectors de Catalunya i Europa per extreure'n els seus continguts minerals rics en metalls, sobretot durant els segles XIX i XX. Dins el nostre país, i a Europa en general, trobem una gran quantitat de mines que s'han explotat a través de filons metal·lífers relacionats amb jaciments hidrotermals de baixa temperatura.

A Catalunya, mines estudiades de forma singular relacionades amb aquest tipus de jaciments de Ba-F-Zn-Pb podrien ser l'Eugenia (Bellmunt del Priorat), l'Atrevida (Poblet) o la Berta (Sant Cugat del Vallès - El Papiol), entre d'altres. També als Pirineus Centrals Espanyols hi trobem venes minerals importants amb característiques similars, com les de Cierco o Parzan, així com en molts d'altres llocs dins el Sistema Varisc Europeu (França, Alemanya, etc).

A més d'una mineralogia semblant, els jaciments anteriorment esmentats guarden entre si una relació geològica de formació espai - temps. Tots estan formats en una roca encaixant d'edat Paleozoica afectada tant per l'orogènia Varisca com Alpina, i coberts per una cobertora mesozoica que en alguns casos es conserva i en d'altres no. Es pensa que en aquestes roques s'hi varen formar filons minerals com a conseqüència de la precipitació de fluids calents (amb temperatures pròximes als 150°C) que es té constància que circularen per fractures i falles extensionals creades per diversos estatges tectònics, sobretot durant el Mesozoic (Canals et al., 1992; Canals and Cardellach, 1993) i part del Cenozoic (Calvet et al., 1996; Travé i Calvet, 2001).

En tot cas, cada mineralització és evidentment diferent pel que fa a les seves condicions específiques de formació i paragènesis, ja que s'ha comprovat que les fractures s'obriren en èpoques diferents dins els períodes orogènics, i que els fluids que hi circularen tenien també orígens i composició química diferents (meteòrics, marins, etc). Així per exemple, els valors analitzats de $d^{34}\text{S}$ en la mineralització de les mines Berta, Cierco i Parzan en esfalerita i galena (H_2S dissolt) són: +11‰ (Cardellach et al, 2002), de -0.3 a (-1.9‰) (Craig et al, 1996), i de +7.7 a 13.3‰ (Fanlo et al, 1998), respectivament. Aquests canvis, que també es donen amb les temperatures i salinitats dels fluids, ens indiquen característiques puntuals en quan a la formació i origen de la mineralització (en aquest cas, un origen diferent del sofre existent en els sulfurs) , tot i això, el tipus de jaciment és el mateix.

A les Carenes Costaneres Catalanes (CCC) hi trobem evidències clares d'aquets tipus de jaciments formats per la circulació de fluids a través de fractures tectònicament actives en el passat (Cardellach et al., 2002). La mina Juanita, de la qual tracta aquets treball, està situada a

la branca sud-est de les CCC, i sembla guardar una relació parental amb les mines anteriorment esmentades, sobretot en quan al tipus de gènesi del jaciment, mineralització, i condició espai-temps de formació.

1.1 Generalitats històriques de la Mina Juanita

La primera referència que es té d'aquesta mina data de l'any 1734, però sembla ser que ja havia estat explotada amb anterioritat (Web: Amics del Museu Geològic de Catalunya, 2013). L'època de màxima activitat se situa entre finals del segle XIX i principis del XX. Aquesta mina va ser explotada de forma més o menys artesanal fins al 1934, any en que es va abandonar. L'única referència bibliogràfica d'interès científic trobada data del 1905, i correspon a un treball de tres pàgines publicat al butlletí de la Institució Catalana d'Història Natural amb el títol "*El jaciment de blenda y galena de St.Pere Martir*", escrita pel mossèn N. Font i Saguer.

2. Generalitats de la situació geogràfica i geològica de Collserola i la mina Juanita

La mina Juanita està situada a la vessant SE de la coneguda Serra de Collserola, que s'alça davant de la ciutat de Barcelona. La trobem concretament per sobre del monestir de Pedralbes, amb vistes al mar entre la carretera de les aigües i el turó del Portell, molt a prop de l'antena de Sant Pere Màrtir.

Aquesta Serra forma part de la Serralada Litoral, que correspon alhora a la unitat geològica de les Carenes Costaneres Catalanes (Fig. 1).

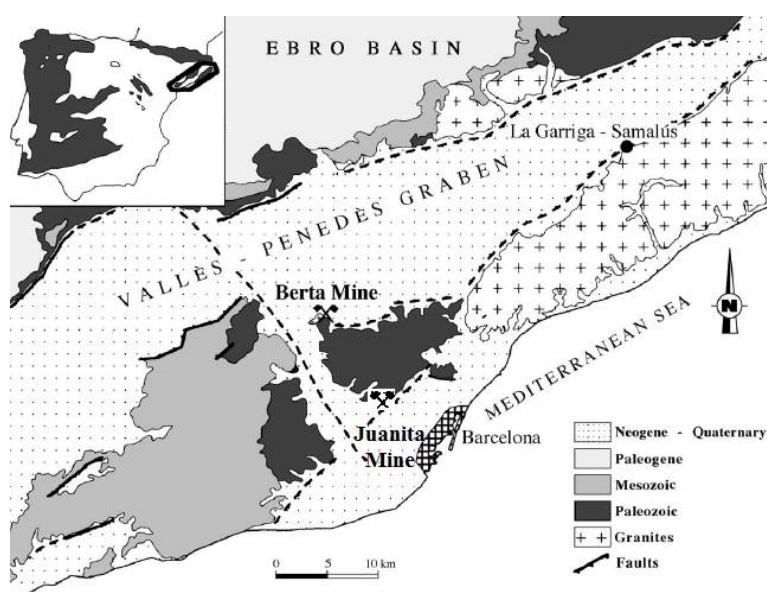


Fig. 1. Situació geològica de la Mina Juanita (modificat de E.Cardellach et al. 2003).

Aquest sistema de carenes muntanyoses paral·leles al mar varen emergir com a conseqüència de l'Orogènia Alpina, a través d'un conjunt de falles inverses de direcció NE-SO. Posteriorment, durant el Neogen, es va produir la reactivació d'aquestes falles com a resultat d'una etapa distensiva relacionada amb l'obertura del Mediterrani. Cal dir que la mina Juanita està situada molt a prop d'aquest conjunt de falles en direcció NE-SO, concretament a la que eleva Collserola respecte el pla de Barcelona. En l'entorn de Collserola, aquestes falles varen donar lloc a la depressió del Vallès Penedès i al pla de Barcelona, deixant els materials paleozoics de Collserola al descobert com a bloc aixecat (*Horst*). Així doncs, la Serra està delimitada per la fossa del Vallès - Penedès al NO, pel pla de Barcelona al SE, els sediments del riu Llobregat al SO i els del riu Besòs al NE.

Collserola està integrada quasi exclusivament per materials del sòcol Varisc, és a dir, roques ígnies i metamòrfiques d'edat paleozoica afectades per l'orogènia Varisca. Durant el Paleozoic inferior la zona de Collserola estava ocupada pel mar, per aquest motiu els materials que hi trobem es varen sedimentar en aquest ambient, i corresponen majoritàriament a fangs argilosos de gra fi (Alfàs, Inglès, Liesa i Rosell, 2008).

El conjunt es troba fortament afectat per l'aureola de contacte que es va produir amb la intrusió de la Granodiorita de Barcelona fa uns 300 M.a (Carbonífer – Permian) i que es troba molt a prop de la mina, uns pocs metres més al SE (Fig. 2). A la mina Juanita hi trobem com a roca encaixant el sòcol paleozoic d'edat Cambriana, constituït per fil·lites i cornubianites intercalades amb alguns nivells de quarsarenites.

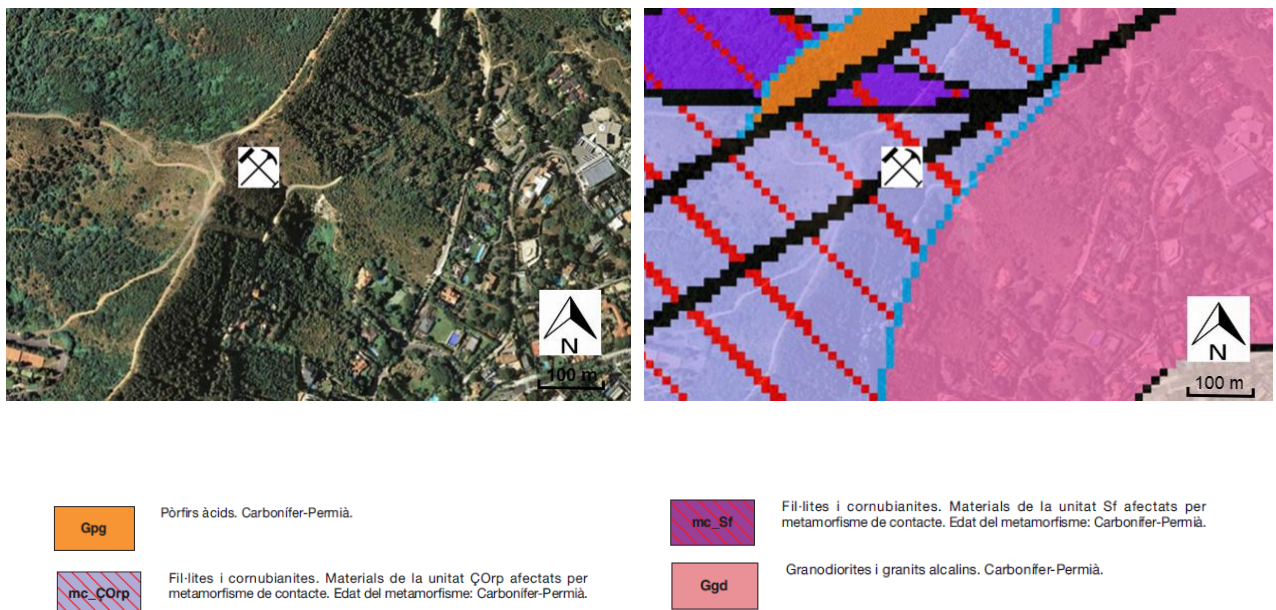


Fig. 2. Mapa geològic de l'àrea d'estudi amb la localització de la mina Juanita (Dades del IGC).

3. Cartografia geològica de la mina

3.1 Cartografia general de la mina

La mina Juanita explota un eixam de filons que tallen una roca encaixant formada per cornubianites i fil·lites els estrats de les quals segueixen una orientació i cabussament general de 160N/55 aproximadament (Fig. 3, i Annex: *Cab*). Les galeries de la mina segueixen els filons principals muntanya endins i creuen aquesta estratificació en una orientació aproximada de 110N. L'orientació i pendent dels filons es pot seguir a través del recorregut de la mina, ja que aquesta va ser construïda seguint la mineralització de galena. Segurament part dels filons van ser explotats a cel obert seguint el pendent format pel torrent de la Font del Lleó. El torrent coincideix aproximadament amb l'orientació dels filons, i arriba fins a les escombreres principals de la mina que estan més al SE, tot just travessada la carretera de les aigües, sobre la Granodiorita de Barcelona.

Cal dir que existeixen una sèrie de filons de quars de mida centimètrica a mil·limètrica força deformats que també tallen la roca encaixant. Aquets filons tenen una gènesi anterior al jaciment estudiat relacionada segurament amb la Orogènia Varisca durant el final del Paleozoic. Es per això que no són objecte d'estudi en aquest treball i els considerarem com a part de la roca encaixant.

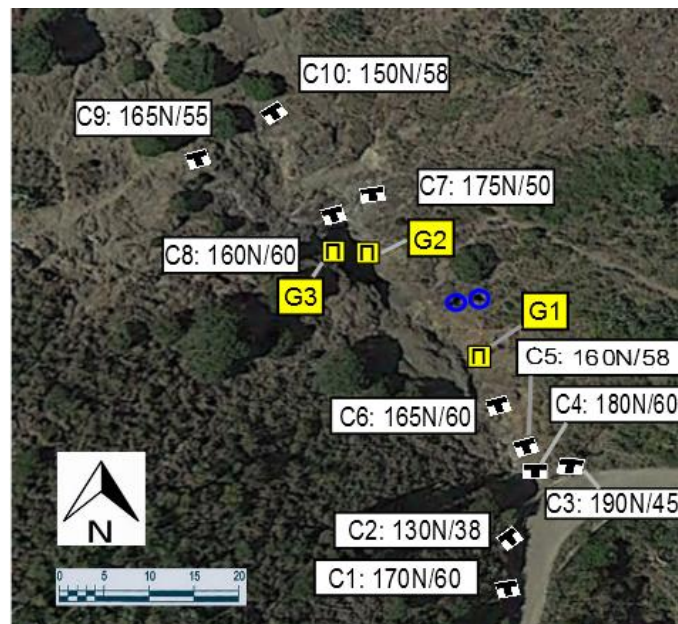


Fig. 3. Localització del Torrent de la font del Lleó i les galeries i pous de la Mina Juanita. S'hi observen els cabussaments presos en l'estratificació de la roca encaixant. Els requadres grocs marquen les entrades a les galeries de la mina. Les esferes blaves marquen els dos pous a cel obert situats al final de la galeria G1. A baix a la dreta s'hi observa un tram de la carretera de les aigües.

3.2 Cartografia de les galeries

A la mina hi trobem tres galeries diferents de longitud decimètrica. Aquestes s'han cartografiat en la mesura que s'ha pogut, tant dimensionalment com mineralògicament. Com s'ha esmentat anteriorment, les galeries segueixen l'orientació dels filons rics en galena que són observables al sostre d'aquestes.

- La galeria G1 (Fig. 4 i Annex: *Cart.G1*) no s'ha pogut cartografiar mineralògicament degut a l'alteració i brutícia que recobreixen les parets, però no hauria de ser molt diferent a la G2, ja que n'és la seva continuació. Segurament va ser construïda seguint el filó de galena i esfalerita que trobem al final de la G2. Segueix una orientació 170N els primers 6 metres, fins arribar a una cavitat més gran d'orientació 115N, on hi han oberts dos pous que serviren segurament per extreure'n el mineral i permetre'n el corrent d'aire.

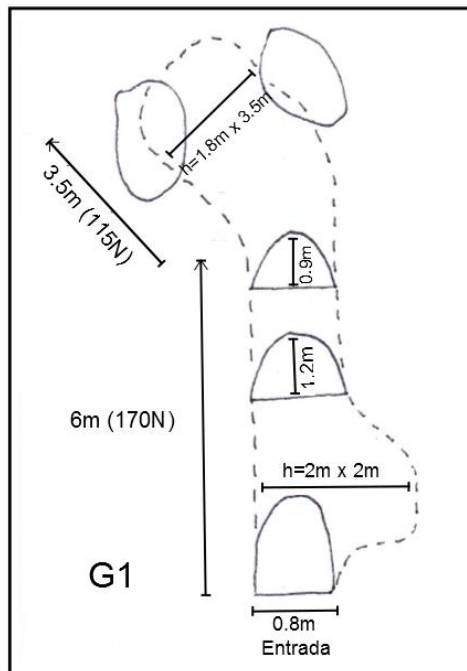


Fig. 4. Esquema dimensional de la galeria G1.

- La galeria G2 (Fig. 5 i Annex: *Cart.G2*) s'estén els primers 6 metres en direcció 128N amb una alçada mitjana de 2,5 metres per 2 metres d'amplada, es pot observar una inclinació de les parets de la galeria cap a la esquerra. Aquesta inclinació és provocada segurament pel seguiment durant l'explotació del cabussament dels filons on hi havia la Galena. A continuació trobem una cavitat més gran d'uns 3 metres d'alçada per 1,8 metres d'amplada, amb orientació 98N.

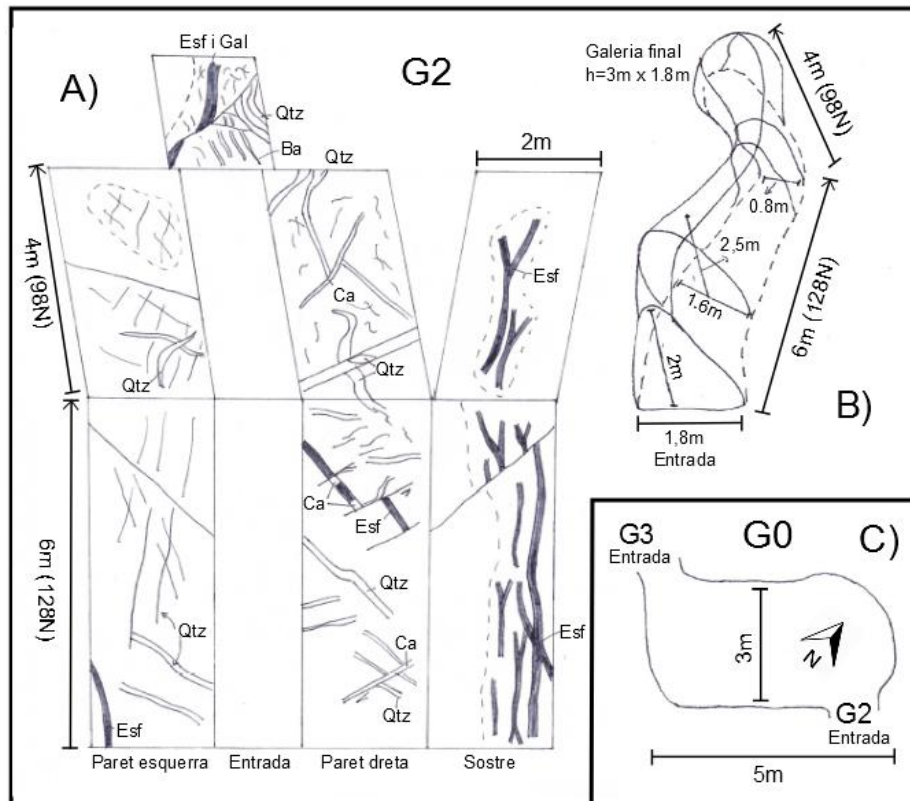


Fig. 5. Galeria G2. A) Cartografia de la mineralització. B) Esquema tridimensional. C) Esquema de la superfície excavada a cel obert on hi trobem les entrades a les galeries G2 i G3 (anomenada G0).

Al sostre d'aquesta galeria s'hi poden observar diverses vetes centimètriques d'esfalerita. A la paret frontal de la última cavitat hi trobem el filó principal de galena i esfalerita del qual s'han fet diferents preparacions de làmina prima per aquest treball (Annex: làmines L1, L2 i L5). A les parets laterals de la galeria s'hi observen algunes de les vetes centimètriques d'esfalerita esmentades anteriorment, juntament amb d'altres de barita i calcita, de mida mil·limètrica a centimètrica. També s'hi pot observar una gran presència de filons centimètrics de quars, que com s'ha dit anteriorment estan relacionats amb l'orogènia Varisca i estan inclosos en aquest treball com a roca encaixant. Tota la galeria presenta durant el seu recorregut una gran quantitat de fractures i plans que tallen les diferents generacions de vetes i filons.

- La galeria G3 (Fig. 6, i Annex: *Cart.G3*) s'estén en direcció 102N els primers 8 metres, a continuació canvia de direcció a 085N uns 5 metres més, on mor. L'alçada d'aquesta galeria es va reduint a mesura que s'hi avança, així passem dels 3.5 metres de l'entrada fins als 2 metres al final de tot. L'amplada es manté aproximadament

constant amb una mitjana d'1.8 metres en tota la galeria, excepte en l'entrada, que és només d'uns 0.8 metres.

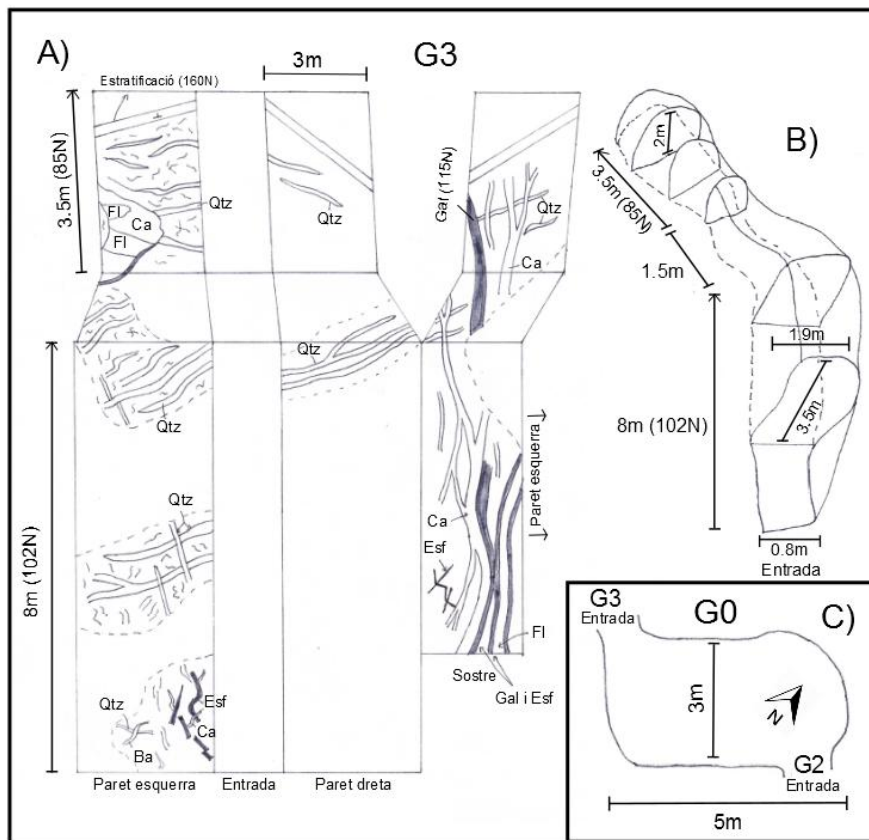


Fig. 6. Galeria G3. A) Cartografia de la mineralització. B) Esquema tridimensional. C) Esquema de la superfície excavada a cel obert on hi trobem les entrades a les galeries G2 i G3 (anomenada (G0)).

La galeria segueix la direcció dels filons de galena i esfalerita que s'observen al sostre d'aquesta. Aquets filons els trobem en contacte amb d'altres de calcita i fluorita, tots de mida centimètrica a decimètrica. Els filons de galena i esfalerita semblen haver precipitat posteriorment aprofitant la mateixa fractura que els de calcita i fluorita (Annex: *Cart.G3*). Aquest conjunt de filons s'estenen fins a la cavitat del final de la galeria, on hi trobem un altre filó de caràcter individual constituït per galena, el qual es perd en direcció 115N (direcció molt semblant a la primera secció de la galeria, veure Fig. 6). El pendent d'aquets filons sembla ser força vertical, tallant perpendicularment diferents generacions de vetes de quars observables en les parets de la galeria. En aquestes parets, també s'hi observen vetes mil·limètriques i centimètriques de barita, calcita i esfalerita, que es tallen entre elles durant tota la galeria.

4. Caracterització de la mineralització

La mina Juanita està constituïda per un eixam de vetes i filons d'alta variabilitat mineralògica de mida mil·limètrica a decimètrica. Aquets filons es troben entrecreuat uns amb els altres, fracturats per diferents períodes d'esforços, i molt alterats químicament per aigües meteòriques. L'alteració química generalitzada a tota la mina n'ha complicat la caracterització dels diferents filons i estructures, ja que la reprecipitació d'una gran varietat de minerals secundaris els ha amagat i alterat. Els diferents estadis de deformació també n'han complicat la caracterització mineralògica, ja que a part d'aportar nous fluids mineralitzants, n'han fracturat tot el conjunt prèviament precipitat, dificultant-ne així la reconstrucció de l'ordre paragenètic.

A la mina, els minerals de la mena que s'hi explotaven són els sulfurs de zinc i plom, esfalerita (ZnS) i galena (PbS); mentre que els principals minerals trobats en la ganga són calcita (CaCO_3), barita (BaSO_4), fluorita (CaF_2) i quars (SiO_2).

A més d'aquets minerals, s'hi poden trobar d'altres sense importància en aquest treball i d'abundància molt menor, com ara pirita (FeS_2), calcopirita (CuFeS_2), quiastolita (varietat d'andalusita precipitada en les cornubianites i relacionada amb l'aureola de metamorfisme de contacte), i altres minerals tardans com ara hidrozincita ($\text{Zn}_5(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_6$), melanterita ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), guix ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), goethita ($\text{FeO}(\text{OH})$), hematites (Fe_2O_3) o cerussita (PbCO_3), entre d'altres.

4.1 Caracterització dels minerals d'interès

Els minerals esfalerita, galena, calcita i barita que es descriuen a continuació a làmina prima corresponen a les mostres extretes del filó de galena i esfalerita que trobem al final de la galeria G2 (Fig. 5A i 9), mentre que la fluorita correspon a una mostra d'un dels filons de la galeria G3.

-L'esfalerita es presenta a les galeries seguint l'eixam principal de filons en forma de vetes monominerals de mida centimètrica i d'orientació i forma irregulars (Fig. 7 i 18, Annex: *Cart. G2* i G3). També la trobem a les vores dels filons de calcita i fluorita, i en un filó decimètric al final de la galeria G2, compartint espai amb galena i altres minerals de la ganga. Es troba en forma de cristalls mil·limètrics de color marró fosc.



Fig. 7. Vetes de calcita (CA) tallant altres d'esfalerita (ESF), les dos tallen la roca encaixant (cornubianita, CORN).
Inici de la paret esquerra a l'entrada de la galeria G3.

En làmina prima l'esfalerita es presenta com a cristalls euhèdrics amb morfologia col·loforme, són de mida mil·limètrica a centimètrica. Els cristalls estan fortament zonats, mostrant diferents bandes amb colors que van de grocs tronjosos a marrons més fosc (Fig. 8, esquerra). Els cristalls mostren fractures obertes, on hi trobem precipitats altres minerals (galena, calcita, barita i quars; Fig. 8, dreta).

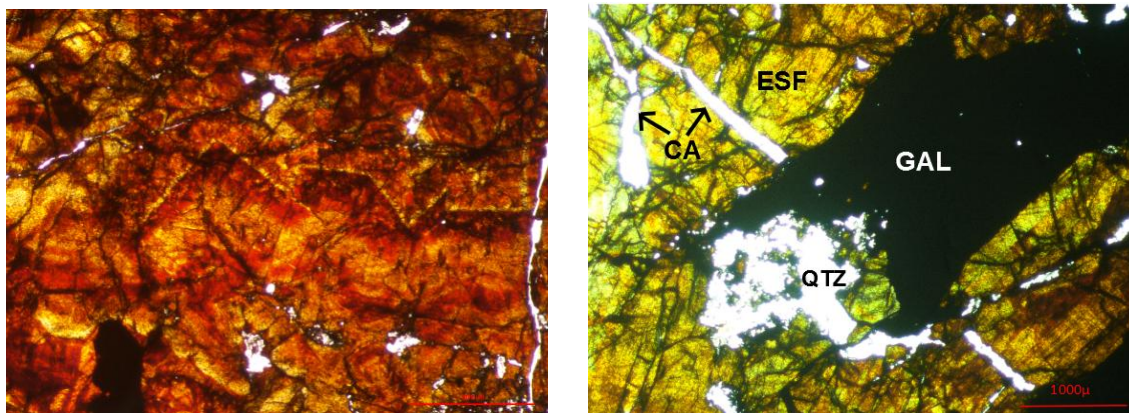


Fig. 8. Esfalerita vista al microscopi òptic (10x). Esquerra: Cristalls euhèdrics d'esfalerita, s'hi observen zonacions.
Dreta: Cristalls d'esfalerita fracturats, on hi trobem precipitació de galena i calcita.

-La galena es presenta a les galeries seguint la mateixa orientació que els demás filons de l'eixam principal en forma de vetes centimètriques i filons decimètrics monominerals (Fig. 9, esquerra). Al final de la galeria G2 sembla compartir espai amb l'esfalerita en un mateix filó (Fig. 9, dreta). Els cristalls de galena són de color gris platejat i de mida mil·limètrica.

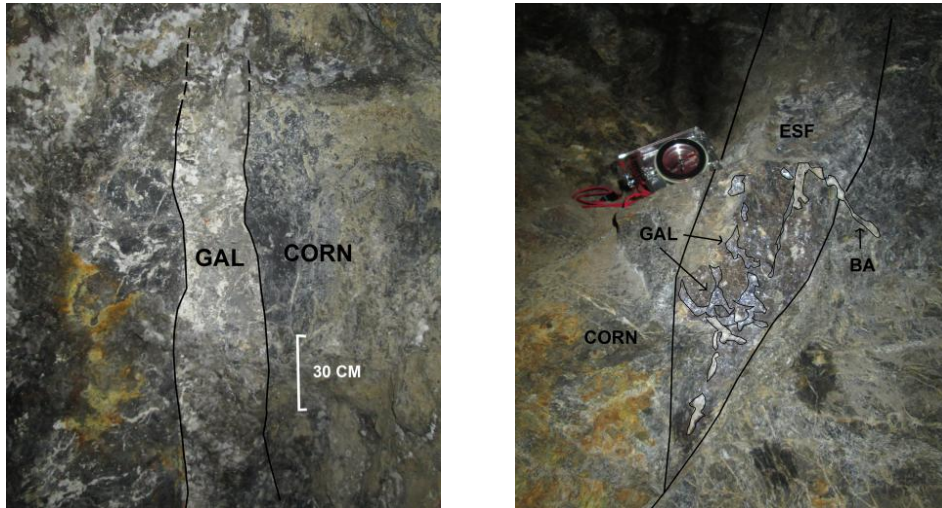


Fig. 9. Filons de galena. Esquerra: Filó decimètric monomineral de galena (GAL) situat al sostre de l'última cavitat de la galeria G3. Dreta: Filó decimètric de galena i esfalerita (ESF) del final de la galeria G2.

En làmina prima els cristalls de galena s'observen precipitats en fractures de mida mil·limètrica a centimètrica, formant textures dirigides ("fluides") que engloben dins seu fragments d'altres minerals (esfalerita, quars) i de roca encaixant (Fig. 10, esquerra). En alguns punts de les fractures els cristalls de galena es presenten intensament deformats (Fig. 10, dreta).

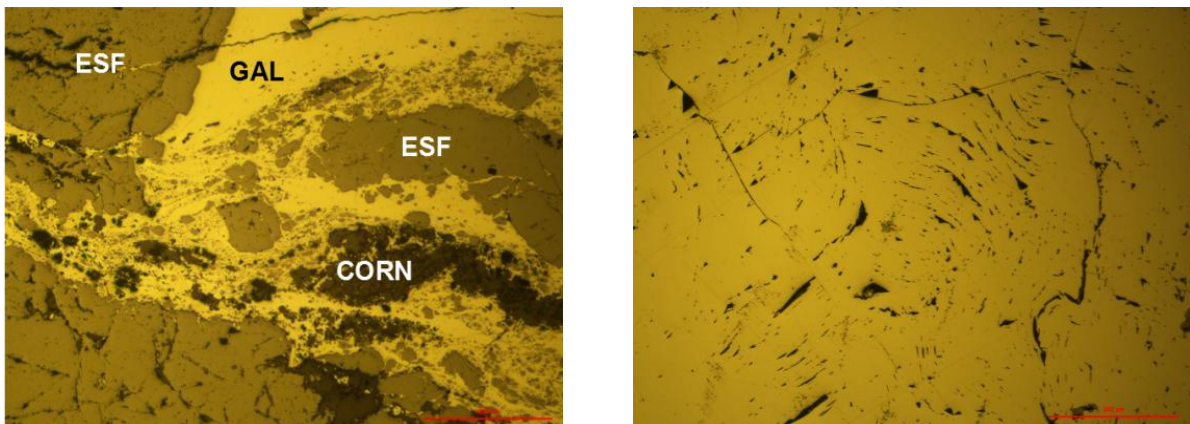


Fig. 10. Galena vista al microscopi òptic amb llum reflectida (10x). Esquerra: Galena (GAL) precipitada en una fractura travessant cristalls d'esfalerita massiva (ESF); engloba fragments de cornubianita (roca encaixant, CORN) i esfalerita. Dreta: Galena visiblement deformatada.

-La calcita es presenta de dos formes característiques: precipitada en fractures irregulars de mida mil·limètrica a centimètrica i d'orientació diversa repartides per tota la mina, i en filons decimètrics seguint l'orientació de la galeria G3 (Annex: *Cart.G2 i G3*). Els cristalls són de color blanc. També la trobem precipitada com a mineral secundari en les parets de la mina, formant crostes de color gris. En els filons de mida superior al centímetre s'hi poden observar cristalls centimètrics amb una exfoliació romboèdrica molt ben definida (Fig. 11).

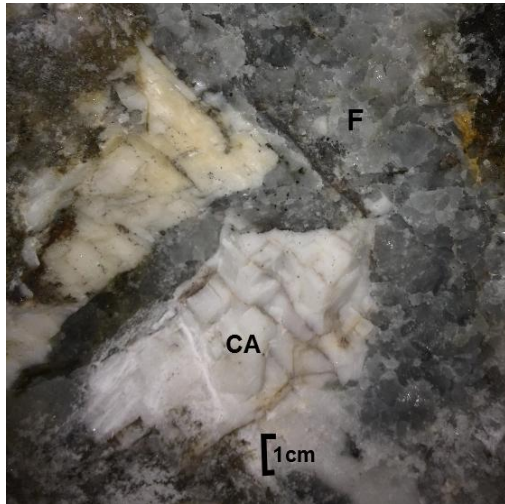


Fig. 11. Mostres de calcita i fluorita. Esquerra: Filó de calcita tallat per fluorita (paret dreta del final de la galeria G3). Dreta: Mostra de mà estreta del mateix filó. En les dos fotografies s'hi observa l'exfoliació romboèdrica dels cristalls de calcita.

En làmina prima la calcita es presenta precipitada a través de fractures mil·limètriques en l'esfalerita massiva que constitueix el filó. A vegades la trobem precipitada en associació amb cristalls de barita.

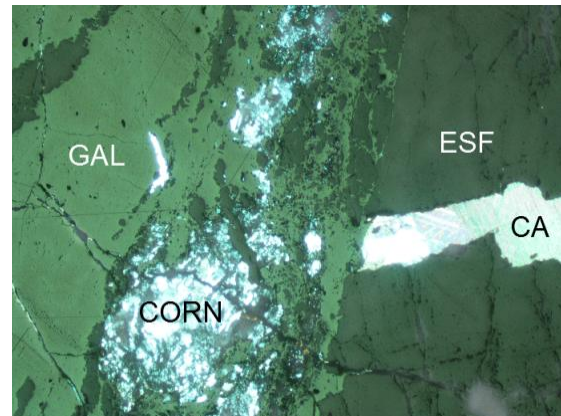
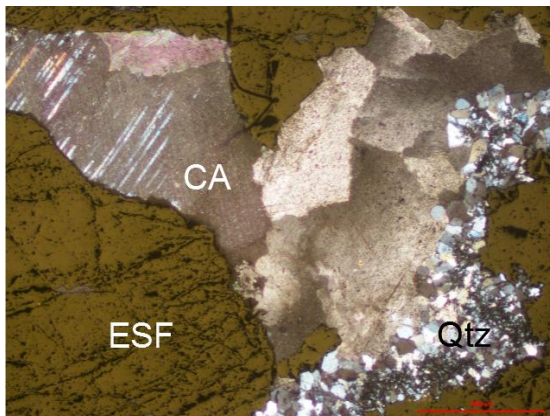


Fig. 12. Calcita vista a microscopi òptic (10x) , vistes amb llum transmesa i nícols encreuats. Esquerra: Calcita (CA) precipitada en una fractura de l'esfalerita (ESF). Dreta: Calcita precipitada en una fractura de l'esfalerita, el conjunt és tallat per galena (GAL), que engloba fragments de roca encaixant (cornubianita, CORN).

-La fluorita només s'ha trobat a la galeria G3. Es presenta seguint el recorregut de la galeria en forma de filó decimètric monomineral. En el filó s'hi poden observar cristalls blanc blavosos de mida centimètrica i de morfologia no ben definida (Fig. 11).

En làmina prima s'hi observa una facturació generalitzada. La Fig. 13 correspon a una làmina prima feta per la secció d'una mostra massiva monomineral de mida centimètrica.

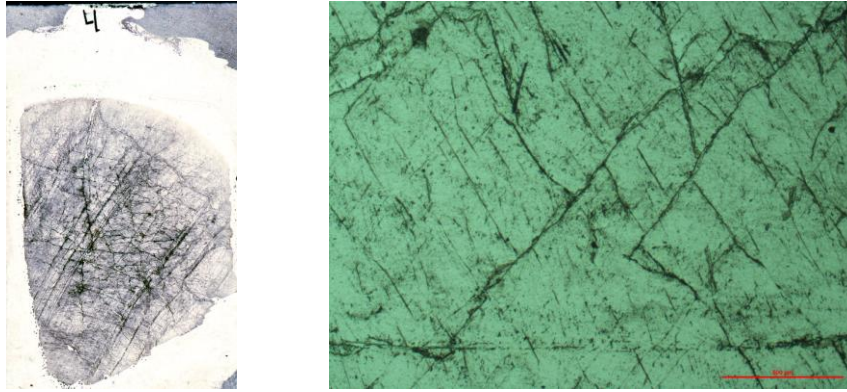


Fig. 13. Fotografies de fluorita. Esquerra: Làmina prima (L4) d'una mostra de fluorita extreta a la mina, l'amplada de la làmina és de 2,5 cm. Dreta: Fotografia feta al microscopi òptic de la làmina prima L4 a 2x.

-La barita es troba en vetes irregulars de mida mil·limètrica a centimètrica repartides per tota la mina. En les vetes més grans s'hi observen cristalls centimètrics tabulars de color blanc (Fig. 14 i 15. Annex: L3).

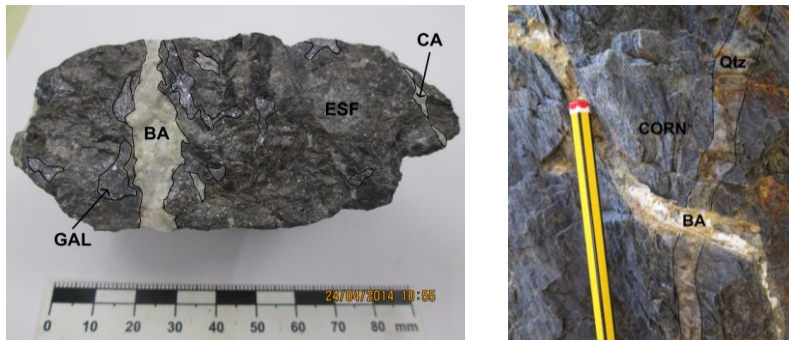


Fig. 14. Mostres de barita. Esquerra: Mostra de mà (M1) on s'hi observa l'hàbit tabular de la barita. Dreta: Veta de barita tallant una de quars Varisc a l'entrada de la galeria G3.

En làmina prima la barita es presenta precipitada en fractures mil·limètriques i centimètriques. Els cristalls són prismàtics elongats, amb agregats en forma de "llibre", d'hàbit tabular (Fig. 15.). En les fractures més grans s'hi observa com els cristalls han crescut des de les vores d'aquestes cap a l'interior.

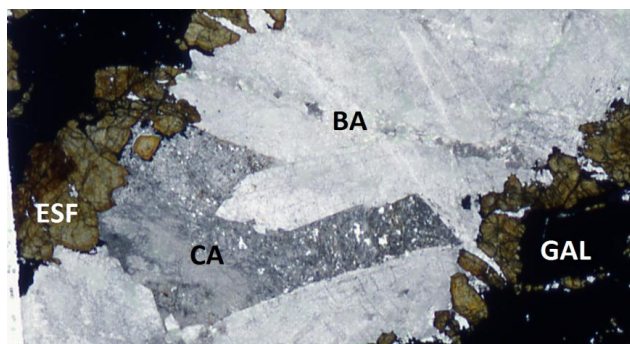


Fig. 15. Detall de la làmina prima L5. S'hi observa una fractura centimètrica oberta entre esfalerita (ESF) i galena (GAL), on hi han precipitat cristalls tabulars de barita (BA) i algun cristall de calcita (CA).

5. Paragènesi de la mineralització

La paragènesi està esquematitzada a la Fig. 16. Per a fer-la s'ha tingut en compte la superposició de les diferents generacions de filons i vetes minerals observades a la mina i en mostra de mà. Les textures i mineralogia observades al microscopi de diferents mostres de roca en làmina prima també s'han utilitzat per crear-la.

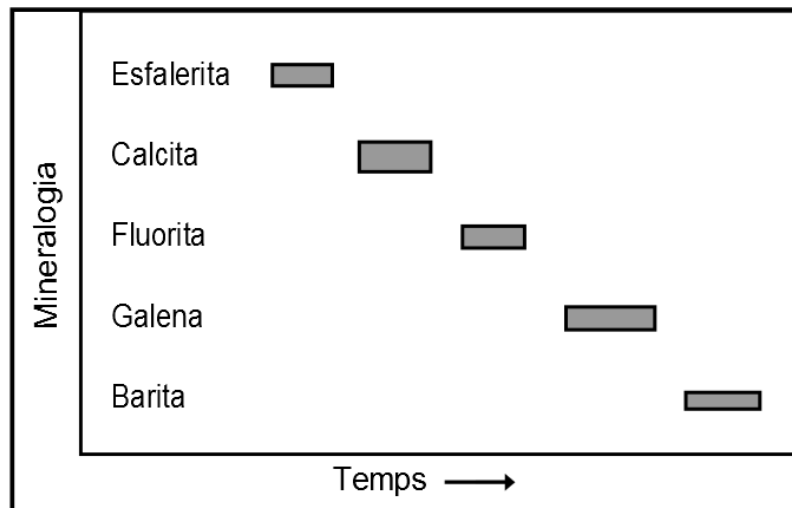


Fig. 16. Paragènesi de la mineralització primària del filó de la mina Juanita de Collserola.

A continuació s'esmenten les diferents característiques cronològiques per a les quals s'ha determinat la paragènesi proposada (entre parèntesis hi han les lletres i números corresponents a les fotografies de l'Annex).

En ordre cronològic invers, i deixant de banda els minerals d'alteració recents :

- La barita en mostra de mà talla galena (Fig. 14 (dreta), i 17. Annex: M2_F2), esfalerita (Fig. 14 i 17. Annex: M2_F2) i fluorita (Annex M8). A la mina i en làmina prima es veu com talla la roca encaixant incloent filons de quars (Fig. 14 (dreta)), vetes de galena, i d'esfalerita (Fig. 15; Annex: L1, 2 i 3).
- La galena s'observa a la mina, en mostra de mà, i en làmina prima, tallant esfalerita i calcita (Fig. 9, 10 (esquerra), 12 (dreta), i 17. Annex: (M2_F2, L1 i 3)).

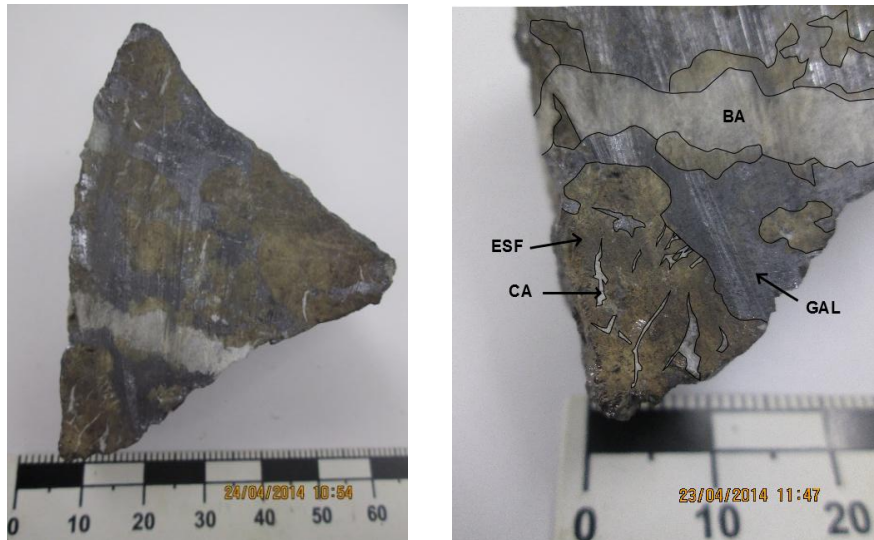


Fig. 17. Mostra de mà M5 que mostra les diferents relacions entre minerals (esquerra, i en detall dreta). S'hi observa que la barita talla esfalerita i galena, la galena talla calcita i esfalerita, i la calcita talla esfalerita. L'esfalerita no talla res.

- La fluorita a la mina es pot observar tallant calcita (Fig. 11).
- La calcita a la mina es troba tallant esfalerita (Fig. 7 i 18). En mostra de mà i en làmina prima es veu el mateix (Fig. 8, 12 i 17. Annex: L1 i 2).

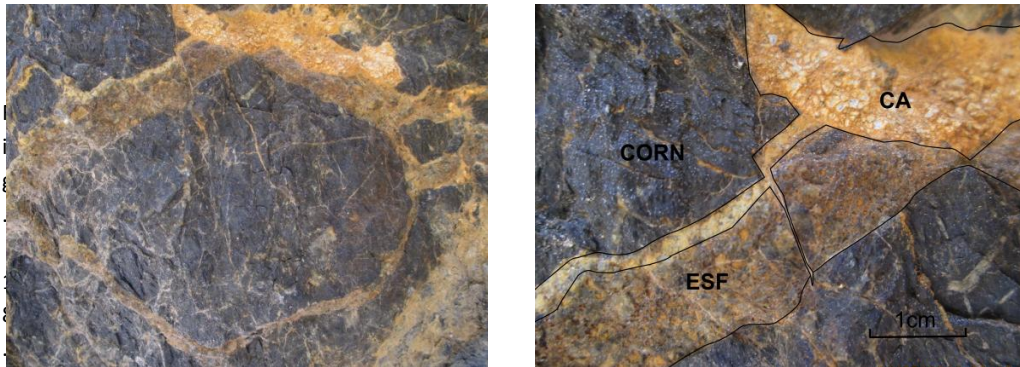


Fig. 18. Fotografia feta a la paret esquerra de l'inici de la galeria G3 (esquerra, i detall a la dreta). S'hi observa vetes de calcita (CA) tallant altres d'esfalerita (ESF). Les dues tallen alhora la roca encaixant (cornubianita, CORN).

- L'esfalerita no es veu tallant cap filó mineral a la mina, mostra de mà o làmina prima. Només es troba tallant la roca encaixant, la cornubianita (Fig. 7, 9 (dreta) i 18. Annex: G2).

6. Discussió: Gènesi de la Mineralització

La mina Juanita mostra moltes semblances amb d'altres mineralitzacions filonianes situades a les Carenes Costaneres Catalanes o en d'altres zones del Sistema Varisc Europeu. Hi observem la mateixa mineralogia (Ba-F-Zn-Pb) en forma de filons verticals emplaçats en zones de fractura que tallen una roca encaixant formada per materials Paleozoics, els quals estan afectats per l'orogènia Varisca i Alpina.

Aquets tipus de filons corresponen majoritàriament a jaciments hidrotermals de baixa temperatura que es varen formar com a conseqüència de la precipitació d'ions per mitjà de fluids calents (a temperatures pròximes als 150 °C) que varen circular a través de fractures obertes (Walter i Orville, 1982). La precipitació dels ions del fluid va poder ser causada per canvis en la seva temperatura, pH, per barreja amb d'altres fluids o per reaccions amb la roca encaixant.

Hi ha evidències que aquestes fractures varen formar-se durant èpoques distensives del Mesozoic, concretament entre el Triàsic inferior i el Cretaci inferior (García-Senz i Teixell, 1990). Posteriorment les fractures es varen reactivar en d'altres períodes tectònics, com ara l'orogènia Alpina o la distensió Neògena relacionada amb l'obertura del Mediterrani. A la mina Berta per exemple, hi trobem dos períodes diferents de precipitació de la fluorita, un lligat a la distensió Mesozoica durant el Juràssic, i l'altre a la distensió Neògena durant el Burdigalià (Cardellach et al. 2002).

La mina Juanita es podria haver format mitjançant les condicions anteriorment esmentades, però per confirmar-ho hauria calgut fer estudis més detallats relacionats amb la geoquímica de la mineralogia del jaciment (resultats isotòpics de $d^{34}\text{S}$, $d^{18}\text{O}$, $d^{13}\text{C}$, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, inclusions fluides, microtermometria, microanàlisis SEM-EDS, etc.). L'alteració mineral i el mal estat de la mina també n'han dificultat molt l'interpretació de la paragènesis, com ara en les textures morfològiques dels filons. A més, els filons de la mina Juanita els trobem només en el sòcol Paleozoic, sense la disponibilitat d'una cobertura mesozoica que ens pugui donar indicis cronològics relatius per saber si va estar també mineralitzada o afectada.

Tenint en compte els conceptes esmentats, la gènesis proposada per la paragènesis deduïda en la mina Juanita és la següent:

-En algun moment de l'extensió mesozoica entre el Triàsic inferior i el Cretaci inferior es varen formar fractures (segurament extensionals) en la roca encaixant paleozoica, i possiblement en la cobertura Mesozoica llavors existent (actualment erosionada a Collserola). Aquestes

fractures es poden observar a la mina en forma de filons decimètrics (veure apartat 3.2 Cartografia de les galeries).

-Posteriorment, per aquestes fractures circularen fluids calents rics en ions dels quals precipitaren minerals en forma de filó. La temperatura i origen d'aquets fluids no es pot saber sense estudis geoquímics relacionats amb la mineralogia dels filons de la mina. Per comparació amb estudis fets en fluids d'altres mines relacionades (Berta, Cierco, Parzan, etc) es podria interpretar que els de la mina Juanita podrien haver rondat temperatures al voltant dels 150°C, i sent d'origen segurament marí.

-El fet de trobar en la galena dels filons textures de deformació en làmina prima ens fa pensar que tot el conjunt (excepte la barita, veure paragènesis) va estar sotmès a esforços tectònics després de la seva precipitació, com a conseqüència segurament, de l'orogènia Alpina o de l'extensió Neògena. En els Pirineus es troben filons de fluorita amb evidències clares de deformació causades per l'orogènia Alpina (Herrero et al. 1988).

-La barita es podria haver format en un període posterior totalment diferent al del demás jaciment, ja que les venes que la formen no mostren signes de deformació ni facturació com les dels demás minerals. Sembla haver estat precipitada en les fractures de l'últim període tectònic visible a la mina, segurament causat per la reactivació de les fractures durant l'extensió Neògena del Mediterrani.

7. Conclusions

La mina Juanita està encaixada en un sòcol Paleozoic format per cornubianites i fil·lites intercalades amb nivells de quarsarenites d'edat Càmbrica. A la zona de la mina, l'estratificació té una orientació i cabussament general de 160N/55. La mineralització està constituïda per un conjunt de filons de mida centimètrica a decimètrica que tallen l'estratificació amb una orientació general de 110N, tot el conjunt es troba fortament fracturat i alterat. L'ordre de precipitació de la mineralització principal dels filons és esfalerita - calcita - fluorita - galena - barita.

En síntesis, la mineralogia, morfologia i roca encaixant de la Mina Juanita mostra semblances clares amb altres mines de Catalunya i el sistema Varisc Europeu. Per similitud amb aquestes, l'origen i edat de la mineralització podria ser també semblant: com a conseqüència de la precipitació de fluids calents en fractures formades durant una època d'extensió mesozoica.

Els signes de deformació en alguns minerals de la mina ens mostren períodes de reactivació de les fractures, segurament com a conseqüència de l'orogènia Alpina o de l'extensió Neògena durant l'obertura del Mediterrani.

8. Agraïments

M'agradaria agrair especialment a la Mercè Corbella el fet d'haver estat la meva tutora i haver-me ajudat i atès en tot moment durant la formació d'aquest treball. També a la dedicació del Dídac Navarro per ajudar-me sempre que l'he trobat al laboratori i al despatx. I finalment agrair al Eduard Recasens i al Pol Navarro per acompanyar-me en mes d'una ocasió a la mina.

Bibliografia:

Alías, G., Inglés, M., Liesa, M., Rosell, L., 2008. Guia de geologia de Collserola: amb itineraris. En quan als capítols: *Una pinzellada a la geologia de Collserola, La història geològica de Collserola, La història geològica pas a pas, i els itineraris El Paleozoic a Collserola (I) i (II)*. Consorci Parc de Collserola. VV.AA.

Calvet, F., Travé, A., Roca, A., Soler, A., Labaume, P., 1996. Fracturación y migración de fluidos durante la evolución tectónica neoógena en el Sector Central de las Cadenas Costero Catalanas. *Geogaceta* 20, 1715-1718.

Canals, A., Cardellach, E., 1993. Strontium and sulphur isotope geochemistry of low temperatures barite - fluorite veins of the Catalanian Costal Ranges (NE Spain): a fluid mixing model and age constraints. *Chen. Geol., Isot. Geosci. Sect.* 104, 269-280.

Canals, A., Cardellach, E., Rye, D.M., Ayora, C., 1992. Origin of the Atrevida vein (Catalonia Costal Ranges, Spain): mineralogic, fluid inclusion and stable isotope study. *Econ. Geol.* 87, 142-153.

Cardellach E., Canals, A., Grandia, F., 2002. Recurrent hydrothermal activity induced by successive extensional episodes: the case of the Berta F-(Pb-Zn) vein system (NE Spain). *Ore Geology Reviews.* 22, 133-141.

Craig, A. Johnson., Cardellach E., Tritlla, J., Hanan, B.B., 1996. Cierco Pb-Zn-Ag Vein Deposits: Isotopic and Fluid Inclusion Evidence for Formation during the Mesozoic Extension in the Pyrenees of Spain. *Society of Economic Geologist, Inc. Economic Geology*, v. 91, pp. 497-506.

Fanlo, I., Touray, J.C., Subías I., Fernández-Nieto C., 1998. Geochemical patterns of a sheared fluorite vein, Parzan, Spanish Central Pyrenees. *Mineralium Deposita* 33: pp 620-632.

Font N.S., 1905. El jaciment de blenda y galena de St. Pere Martir. *Butlletí de la Institució Catalana d'Història Natural.* 37-39.

García-Senz, J., and Teixell, A., 1990, Introduction to the early Paleogene of the South Pyrenean Basin. 1.2. Sedimentary evolution of the Pyrenean realm, *in* International Geological Correlation Programme Project no. 286 Early Paleogene First Meeting, Jaca, Spain, Field Trip Guidebook: Madrid, Instituto Tecnológico Geominero de España, p.25-39.

Herrero JM, Perez-Alvarez M, Touray JC, Velasco F (1988). Late tectonic events in the Mesozoic Basque basin: evidence from secondary fluid inclusions in Mississippi - valley type fluorite occurrences. *Bull Minéral* 111:413-420.

Travé, A., Calvet, F., 2001. Synrift geofluids in fractures related to the early-middle Miocene evolution of the Vallès-Penedès half-graben (NE Spain). *Tectonophysics* 336, 101-120.

Walther, J. V., Orville, P.M., 1982. Volatile production and transport in regional metamorphism. *Contrib. Mineral. Petrol.* 79, 252-257.

Web:

P.Web: Amics del Museu Geològic del Seminari de Barcelona, 2013. Museu Geològic de Barcelona.

Treball de fi de grau:

**Mineralització i Cartografia dels Filons Ba-F-Pb-Zn de la Mina Juanita
(Serra de Collserola, Barcelona): Interpretació del Jaciment dins el
Sistema Varisc Europeu.**

Annex

- 1. Estratificació de la roca encaixant (*Cab*)**
- 2. Fotografies de les galeries (*Cart*)**
- 3. Fotografies de mostres de mà (*M*)**
- 4. Fotografies de les làmines primes fetes amb el microscopi
òptic (*L*)**

Eloi Guerrero Loran

Tutora: Maria Mercè Corbella

Universitat Autònoma de Barcelona (Juny 2014)

1. Estratificació de la roca encaixant (*Cab*):

Els noms de les següents figures corresponen als llocs on es varen prendre els cabussaments i orientacions de l'estratificació de la roca encaixant (veure Fig.3 del treball). A les fotografies C4 i C9 el que s'hi observa són els plans d'estratificació.

C1:



C4:



C5:



C9:



C10:



C:10



2. Fotografies de les galeries (Cart):

-Superfície G0:

Paret frontal de la superfície G0 (esquerra) i superfície G0 (dreta):



Vista de l'entrada a la galeria G3:



Vista de l'entrada a la galeria G2:



-Galeria G1:

Entrada G1:



Pous del final de la galeria G1:



-Galeria G2:

Entrada G2:



Final de la galeria G2, s'hi observa el filó de galena i esfalerita.



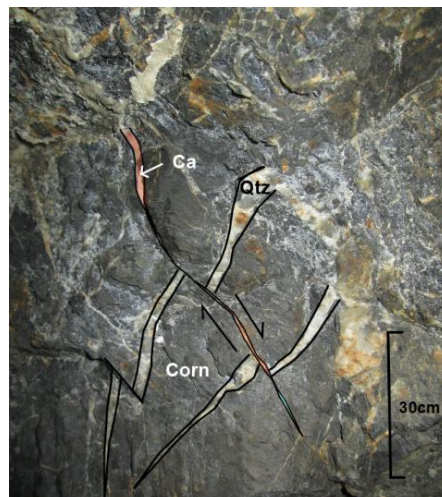
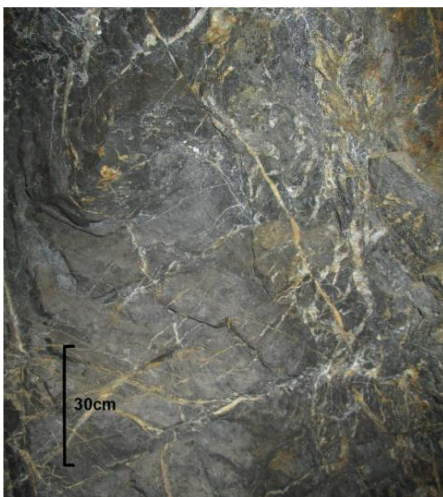
Entrada G2 vista des de dins la galeria:



Vista de la galeria G2 des de l'entrada.



Detalls de la paret dreta de la galeria G2. S'hi observa la cornubianita fortament alterada i fracturada. A les fractures hi han precipitat diferents minerals.

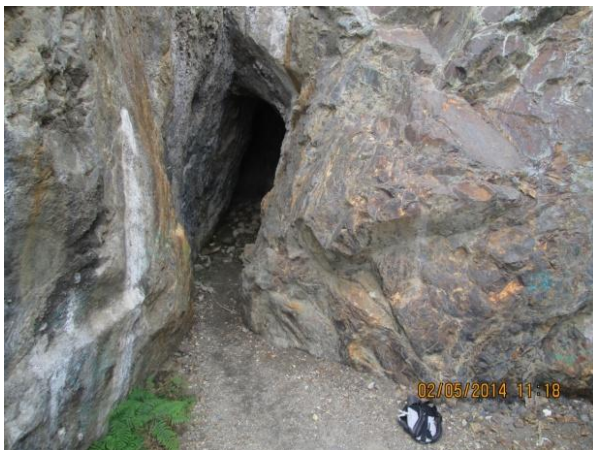




Vista del sostre al inici de la galeria G2, s'hi observen vetes d'esfalerita tallant la roca encaixant.

-Galeria G3:

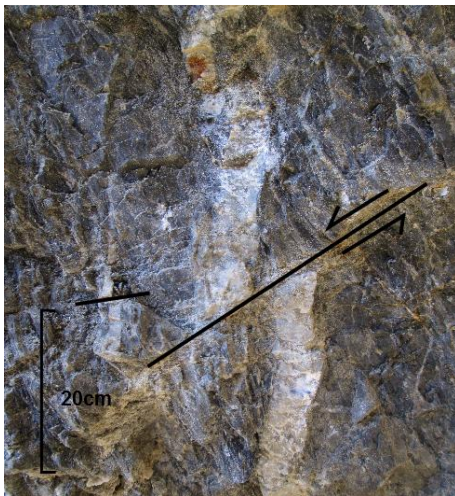
Entrada a la galeria G3, fotografies fetes des de la superfície G0.



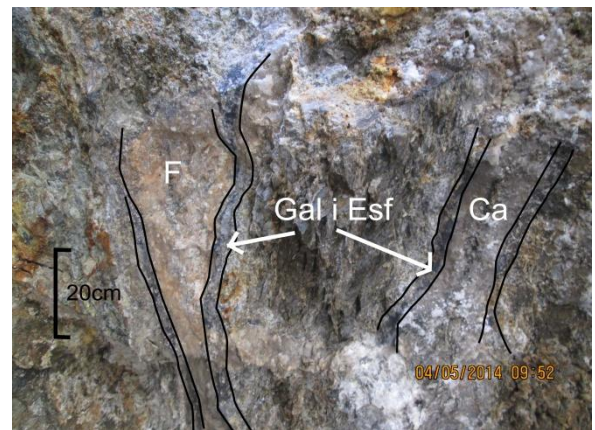
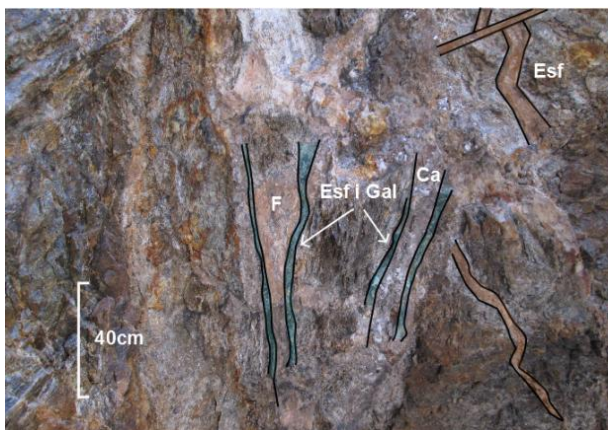
Tram direcció 98N de la galeria G3 (veure Fig. 6B) vista des del final de la mina (dreta) i des de el inici d'aquest.



Vetes de quars encaixades en la cornubianita. S'observen fracturades i entrecruades entre elles mateixes (diferents generacions). Fotografies fetes a la paret esquerra del inici de la galeria G3.



Filons de fluorita i calcita tallant la roca encaixant. Al voltant d'aquest s'hi observa galena i esfalerita precipitada. També s'hi veuen vetes d'esfalerita de primera generació. Fotografies fetes al sostre del inici de la galeria G3:



3. Fotografies de mostres de mà (M):

F1:



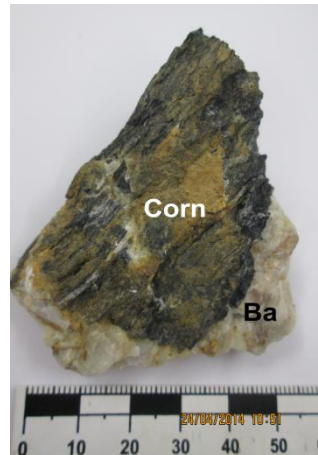
M2_F2:



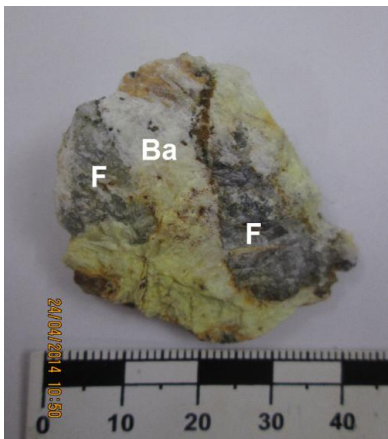
M3:



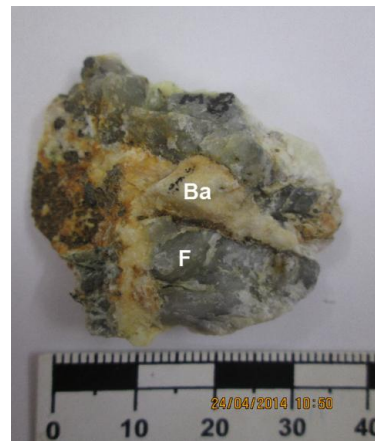
M9:



M8:



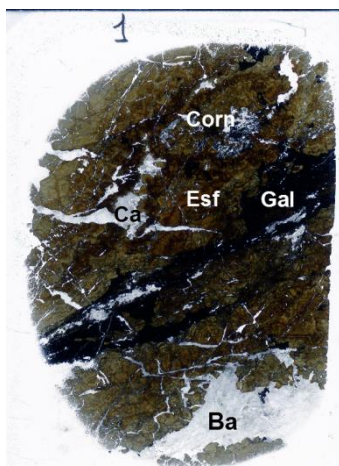
M8':



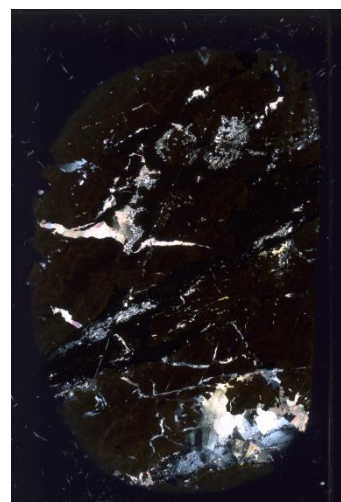
4. Fotografies de les làmines primes fetes amb el microscopi òptic (L):

-làmina L1

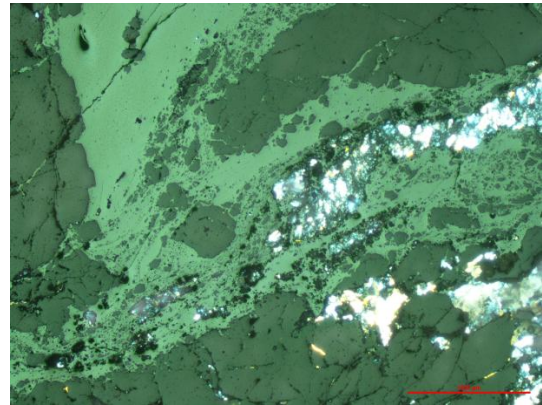
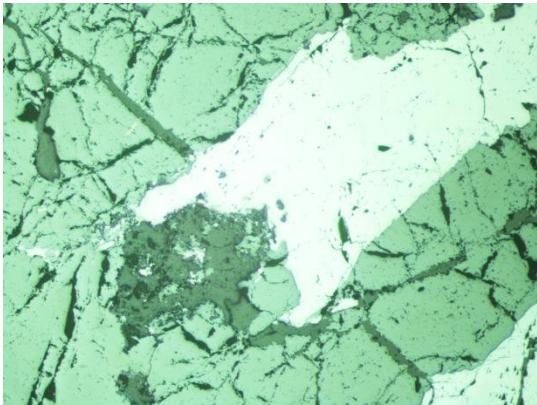
Nícols paral·lels:



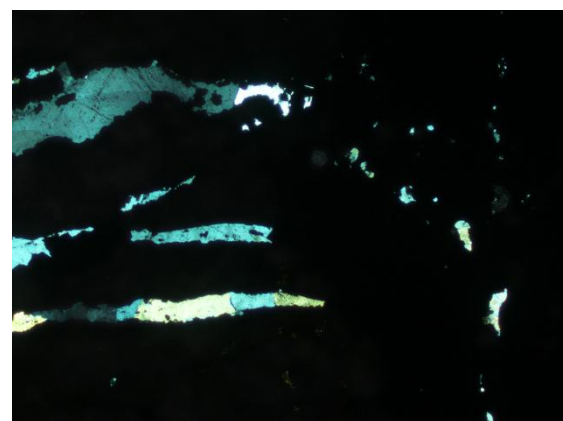
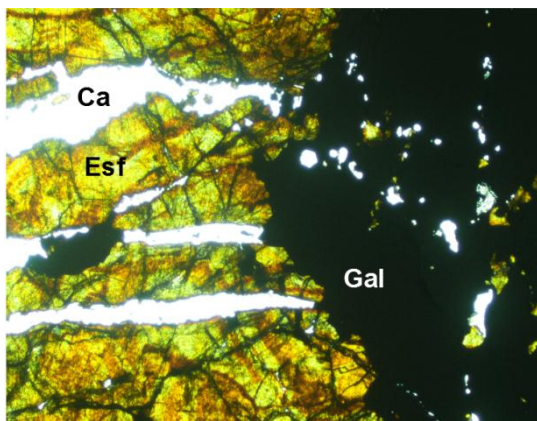
Nícols Creuats:



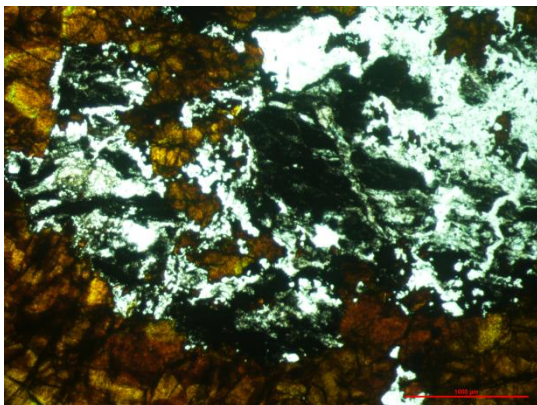
Figs. 8 i 10 del treball a nícols creuats. Detall làmina L1:



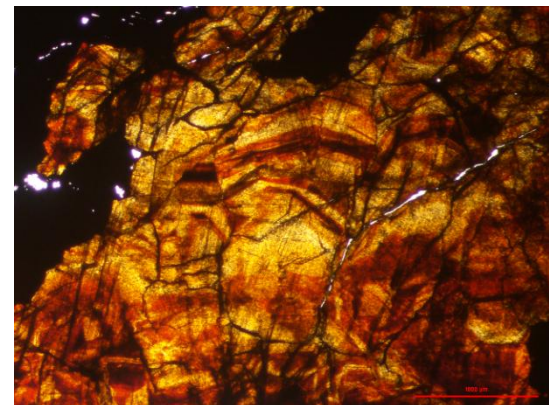
Detall làmina prima L1, s'hi observa calcita tallant esfalerita, i galena tallant calcita i esfalerita. Dreta, nícols creuats. Esquerra, nícols paral·lels:



Fragment de Cornubianita dins esfalerita:

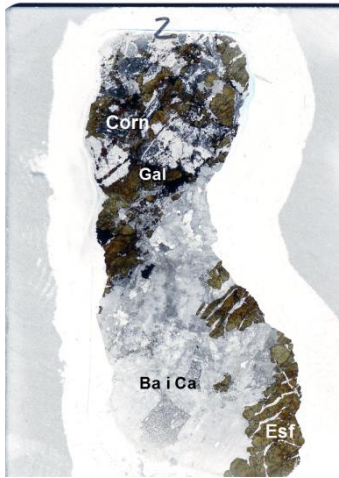


Cristalls zonats d'esfalerita:

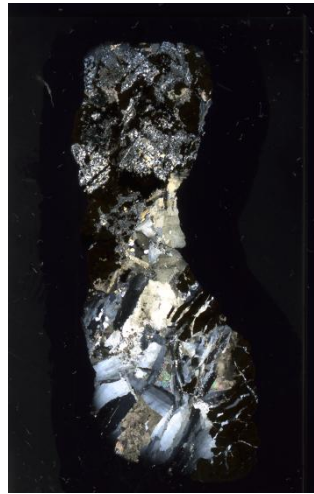


-Làmina L2

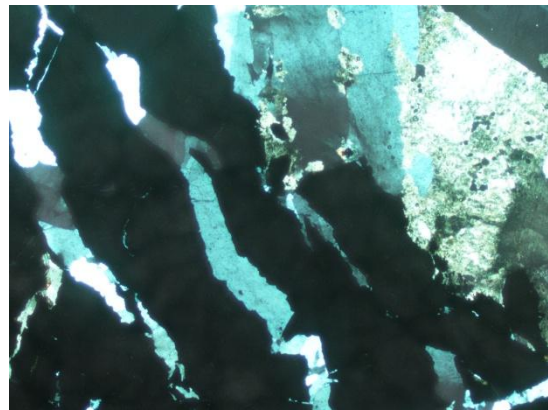
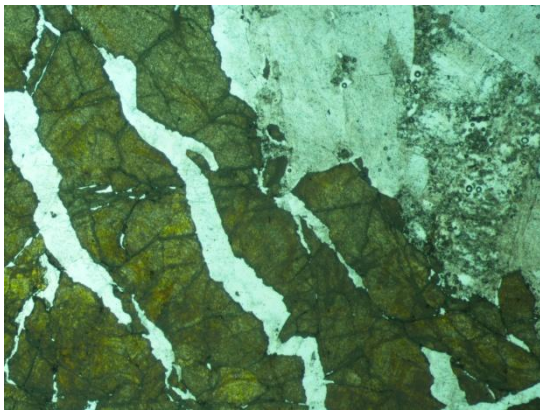
Nícols paral·lels:



Nícols Creuats:

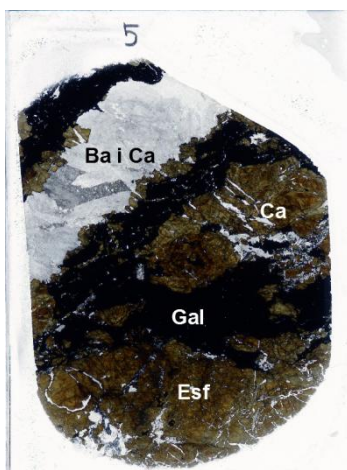


Detall làmina prima L2, s'hi observa calcita i barita tallant esfalerita. Dreta, nícols creuats. Esquerra, nícols paral·lels:

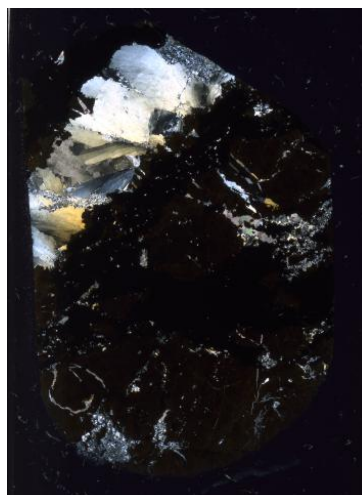


Làmina L3

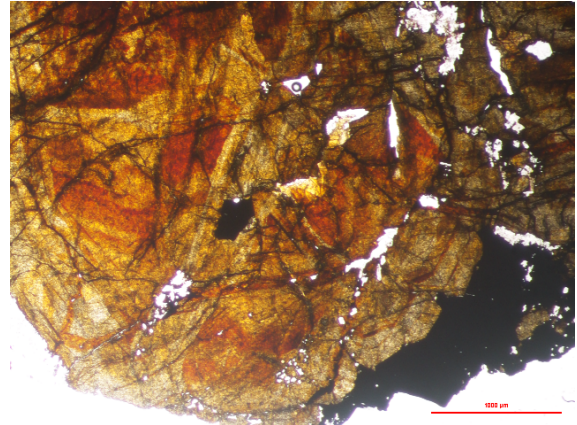
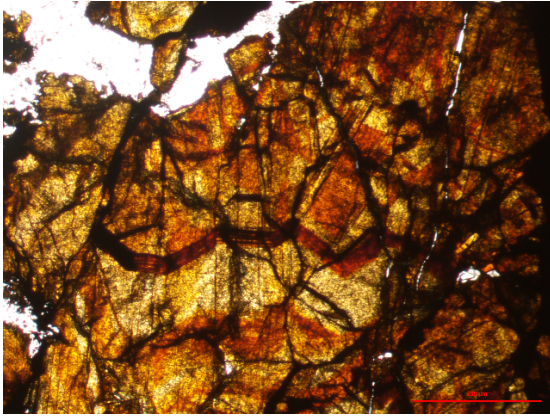
Nícols paral·lels:



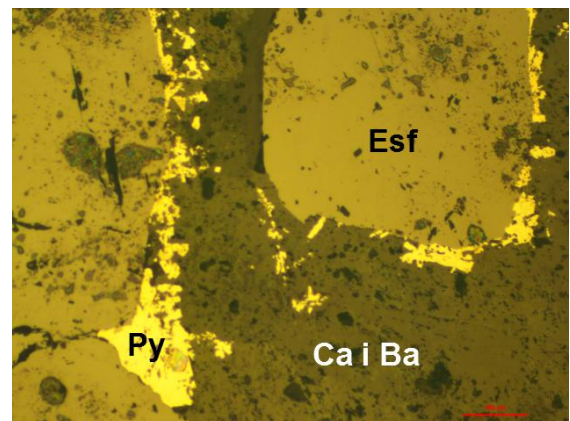
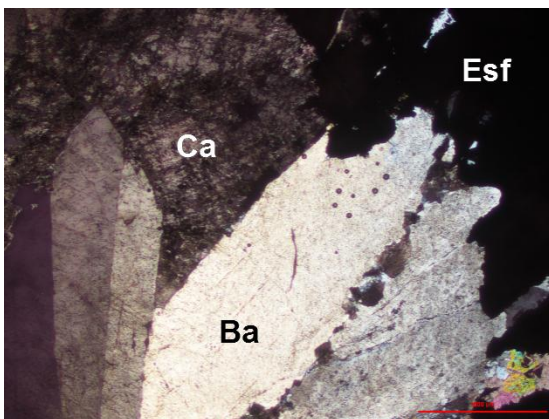
Nícols Creuats:



Detall làmina prima L5, s'hi observen cristalls zonats d'esfalerita:



Detall làmina prima L5. Dreta: cristalls de pirita precipitats entre d'altres d'esfalerita, calcita, i barita. Esquerra: cristalls de barita en associació amb d'altres de calcita, tallen l'esfalerita.



Detall làmina prima L5. Dreta: cristalls de galena i esfalerita. Esquerra: Cristalls de barita tallats per quars secundari.

