

# LES MINES NEOLÍTIQUES DE GAVÀ:

EL PAPER DE LA GEOARQUEOLOGIA I L'ARQUEOMETRIA  
EN EL CONEIXEMENT DEL PASSAT

Yael Díaz Acha

Llicenciada en geologia i Phd en Ciències de la Terra

Conservadora de Petrologia del Museu de Ciències Naturals de Barcelona

# ÍNDEX

**CONCEPTES (15 diapos)**

**Coneixements actuals sobre Geoarqueologia i Arqueometria del  
COMPLEX NEOLÍTIC MINER de GAVÀ (57 diapos)**

**Recursos didàctics (6 diapos)**

**Activitat 1: Qui és què**

**Activitat 2: L'enigma de la variscita**



*Conceptes*



# CONCEPTES: Arqueometria i Geoarqueologia

## GEOLOGIA

Ciència que estudia la composició, estructura, processos i història de la Terra.



## GEOARQUEOLOGIA

Aplica mètodes i conceptes de la geologia per entendre:

1. processos de formació de jaciments arqueològics
2. ús de matèries primeres
3. interacció de les societats amb el medi.

## ARQUEOMETRIA

Aplicació de tècniques científiques per analitzar materials arqueològics, datar restes i determinar la seva composició i origen.

## ARQUEOLOGIA

Estudia les societats del passat mitjançant l'anàlisi de les seves restes materials, estructures i contextos culturals.





# CONCEPTES: Arqueometria i Geoaqueologia

## Gearqueologia



**Definició:** Aplicació de la geologia a l'arqueologia per estudiar els contextos naturals dels jaciments.



**Objectiu:**

- Entendre la formació i evolució dels jaciments.
- Analitzar els processos geològics que els han afectat (erosió, sedimentació, etc.).
- Estudiar l'origen i ús de materials geològics en eines i estructures.



**Mètodes principals:**

- Sedimentologia i estratigrafia.
- Petrografia, mineralogia i anàlisi de minerals.
- Estudis geomorfològics i de paleoambient.



**Exemple d'aplicació:**

Analitzar la disponibilitat de matèries primeres geològiques per a eines neolítiques.

# CONCEPTES: Arqueometria i Geoarqueologia

## Arqueometria



**Definició:** Aplicació de tècniques físico-químiques per analitzar materials arqueològics



**Objectiu:**

- Determinar la composició i origen dels materials.
- Datació de restes arqueològiques.
- Analitzar tècniques de manufactura i processos tecnològics.



**Mètodes principals:**

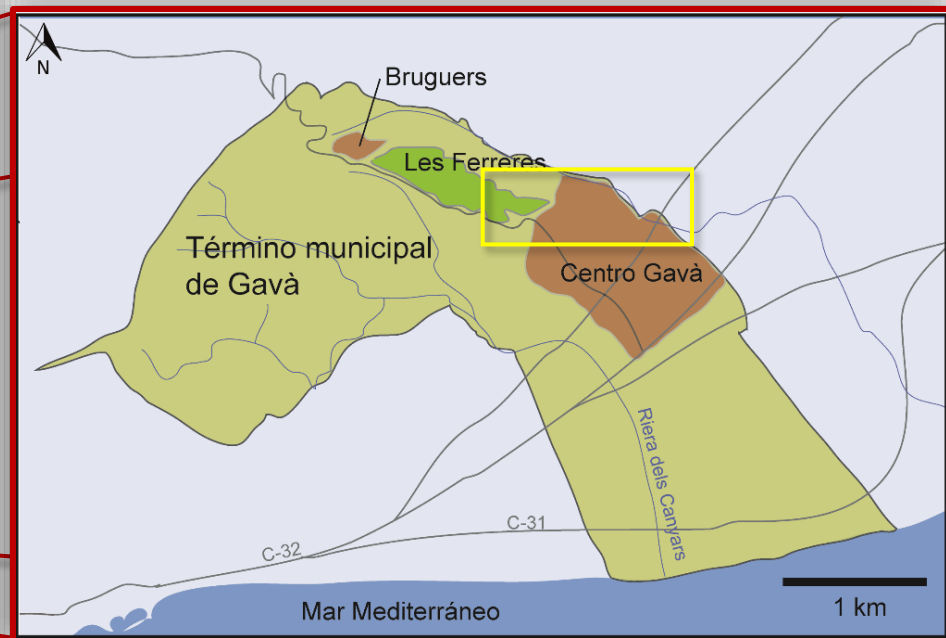
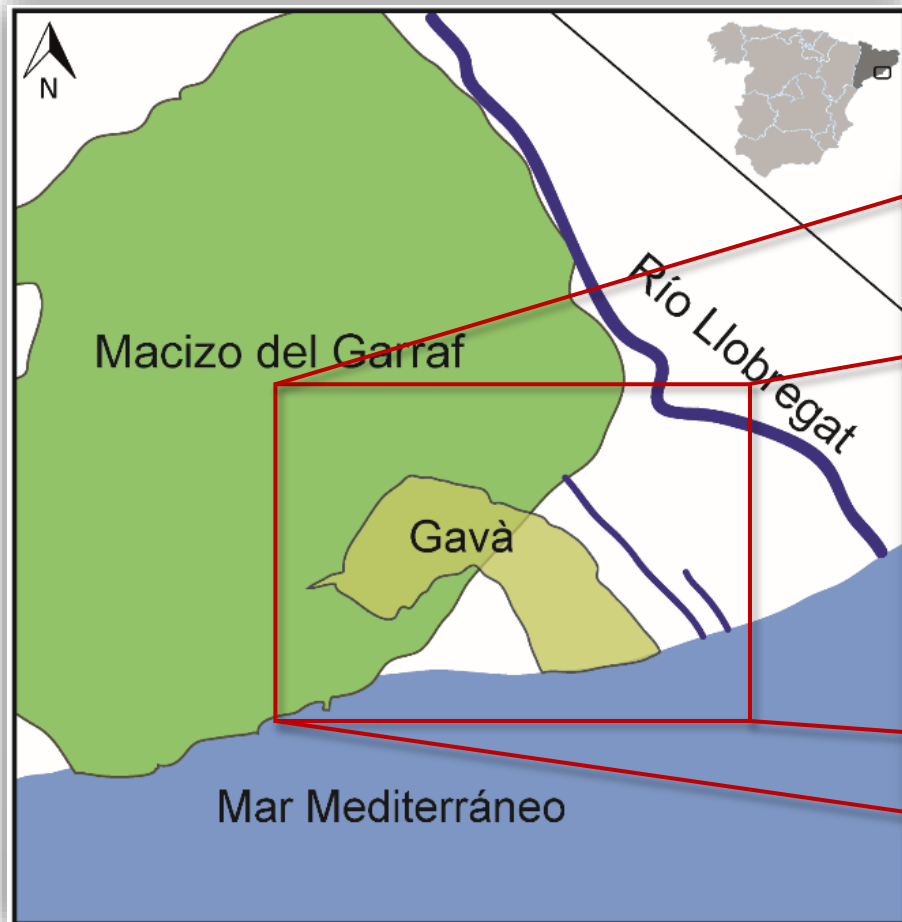
- Datació per radiocarboni, termoluminescència, etc.
- Espectrometria de masses i anàlisi d'isòtops.
- Fluorescència de raigs X, Difracció de raig X, microscòpia electrònica,..



**Exemple d'aplicació:**

Determinar l'origen geogràfic d'una variscita a partir de la seva composició química.

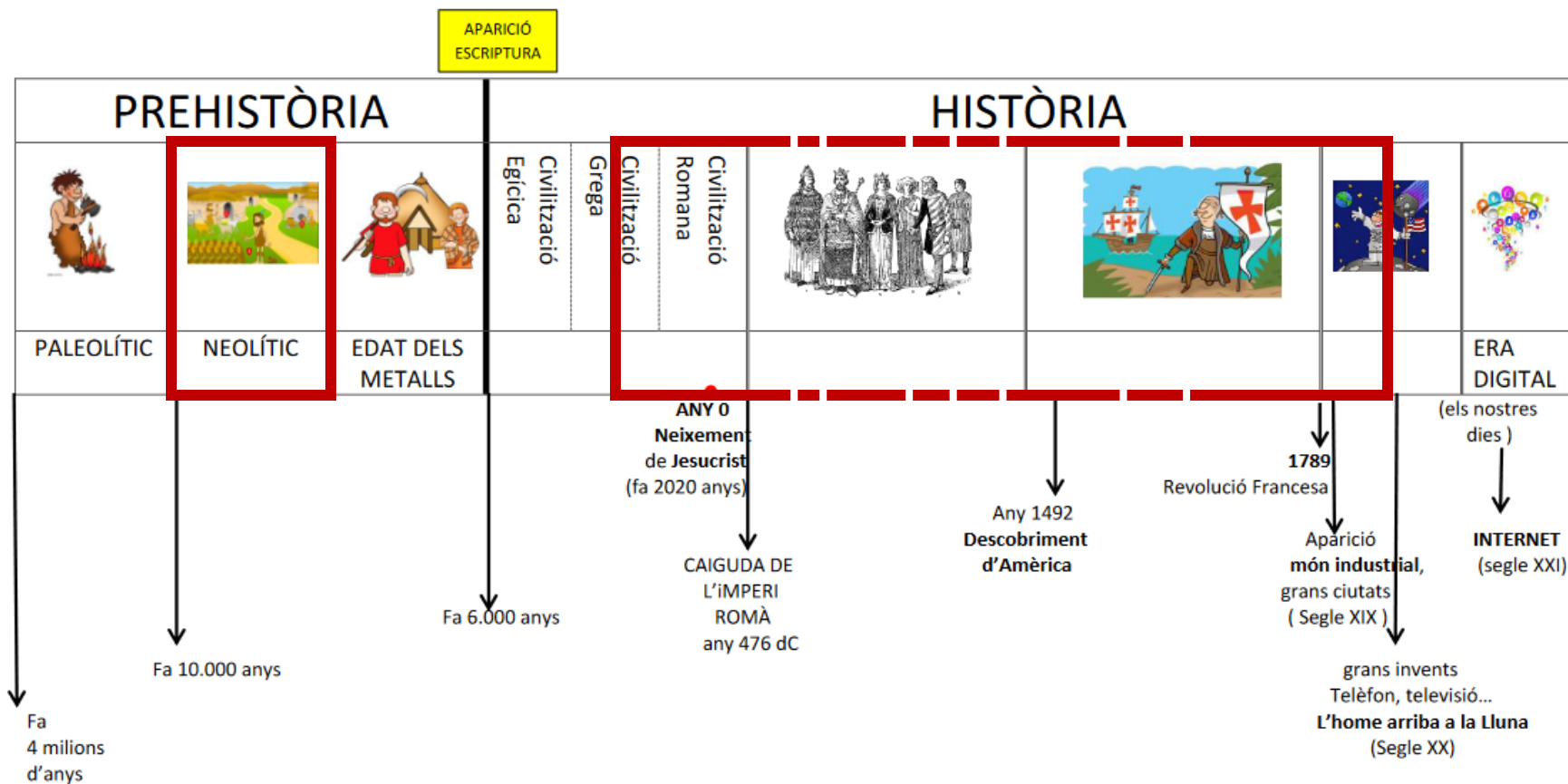
## CONCEPTES: Zona d'estudi, Gavà





# CONCEPTES: Prehistòria i Història de Gavà

## LÍNIA DEL TEMPS



## CONCEPTES: Neolític i Gavà

Neolític Antic o Inicial	Neolític Ple o Mitjà	Neolític Recent o Final
Des del <b>6.500</b> aC. Fins el <b>5.500</b> aC.	Des del <b>5.500</b> aC. Fins el <b>4.000</b> aC.	Des del <b>4.000</b> aC. Fins el <b>2.500</b> aC.
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arribada de l'agricultura i la ramaderia des del Pròxim Orient.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consolidació de l'agricultura i la ramaderia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perfeccionament de l'agricultura i la ramaderia. Innovacions en l'ús de l'aram (Calcolític).</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Primeres comunitats sedentàries en cabanes de fusta i fang.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construcció de poblats estables i diversificació econòmica. Domesticació dels animals.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aparició de les primeres ciutats, desenvolupament del megalitisme i aparició de jerarquies socials i primers líders.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ús d'eines de pedra polida i primeres ceràmiques senzilles.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Expansió de la ceràmica decorada i dels primers intercanvis comercials.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Primers treballs amb els metalls.</li> </ul>



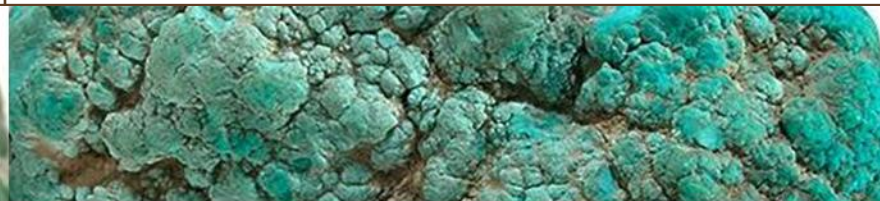
**Mineria neolítica de Gavà datada de 4.500 aC. a 2.500 aC.**

# CONCEPTES: Minerals

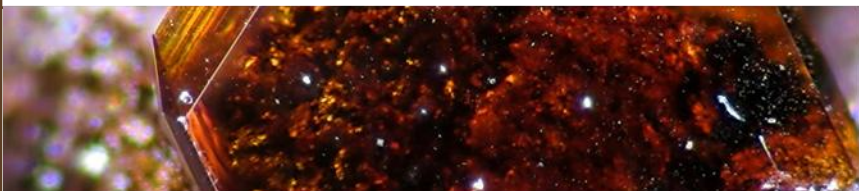
**Variscita (Metavariscita)**  $\text{AlPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$



**Turquesa**  $\text{CuAl}_6(\text{PO}_4)_4(\text{OH})_8 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$



**Jarosita**  $\text{KFe}^{3+}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$



**Fosfosiderita (Strengita)**  $\text{FePO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$



**Caolinita**  $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$



**Notronita**  $\text{Na}_{0.3}\text{Fe}_2((\text{Si},\text{Al})_4\text{O}_{10})(\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$



**Hal·loysita**  $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$

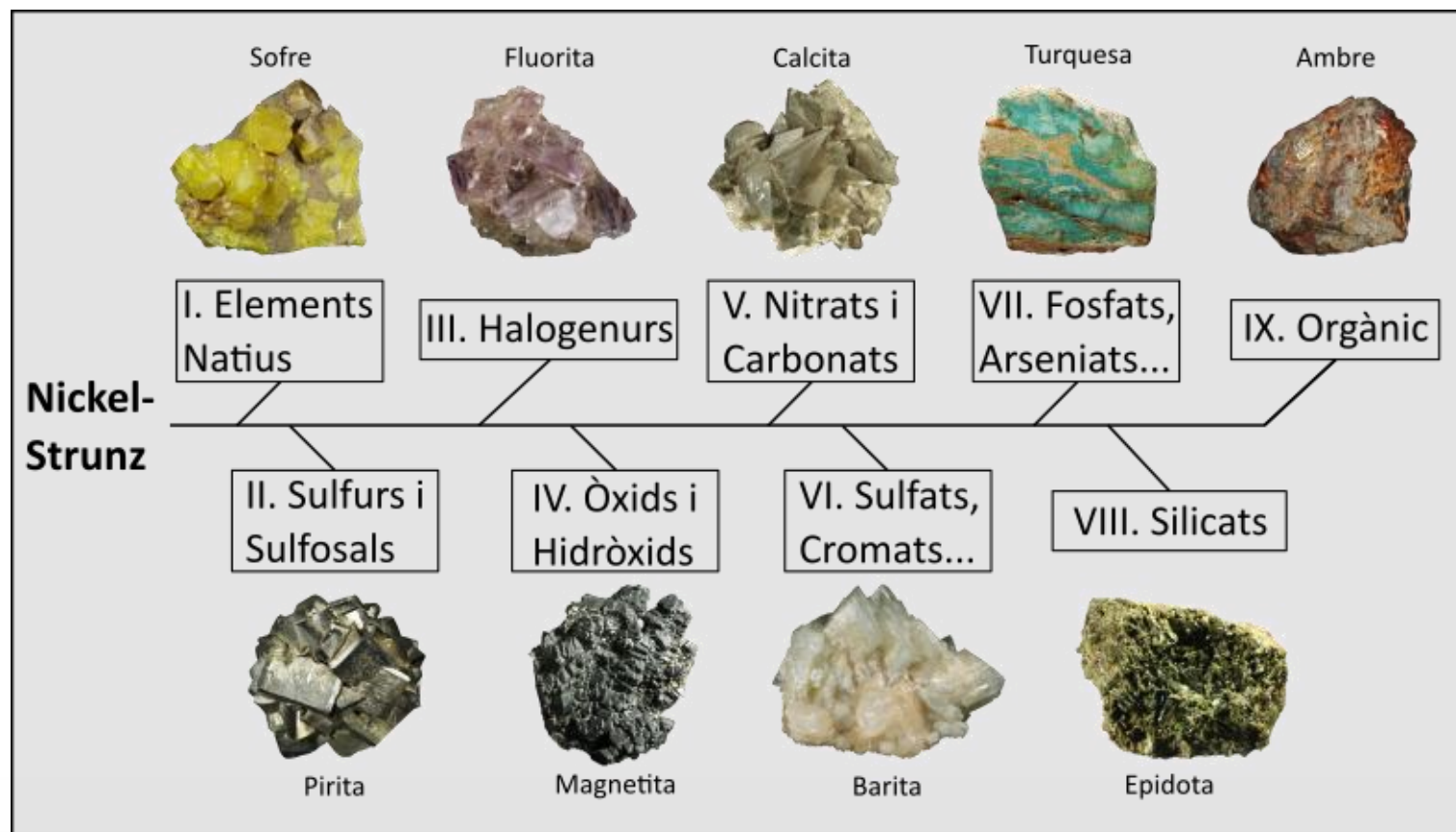


**Crandallita**  $\text{CaAl}_3(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_5 \cdot \text{H}_2\text{O}$

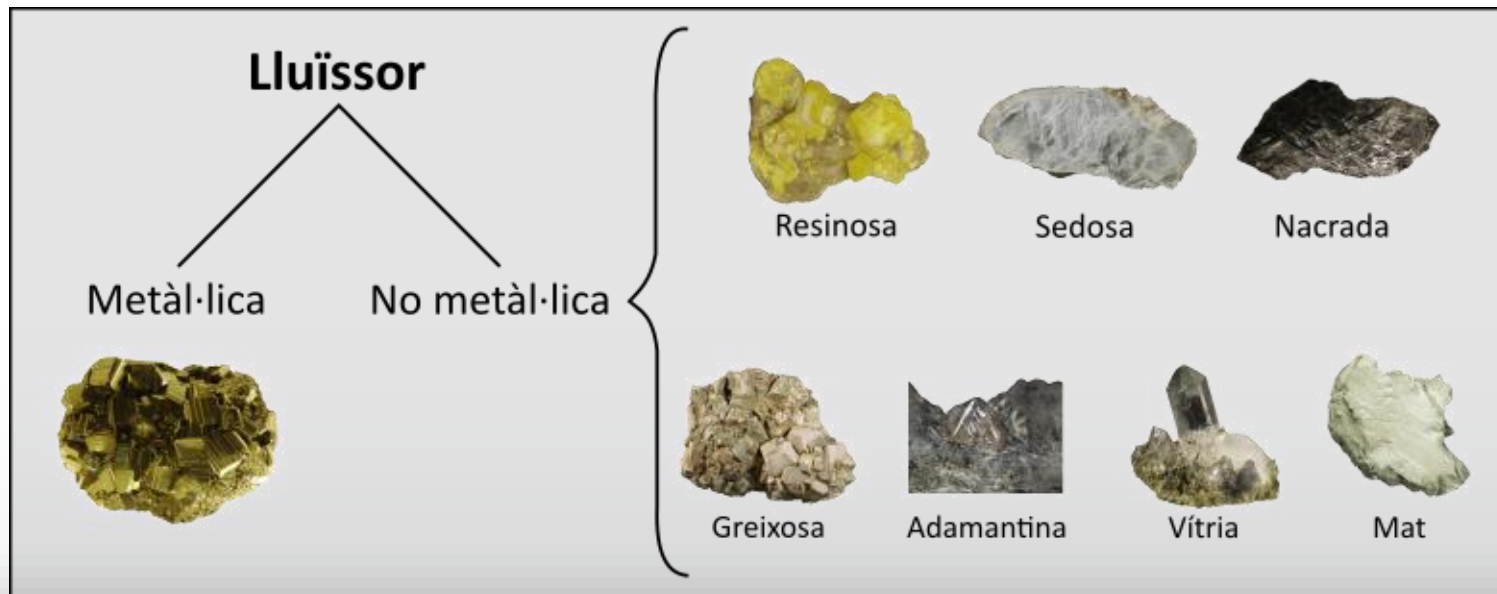
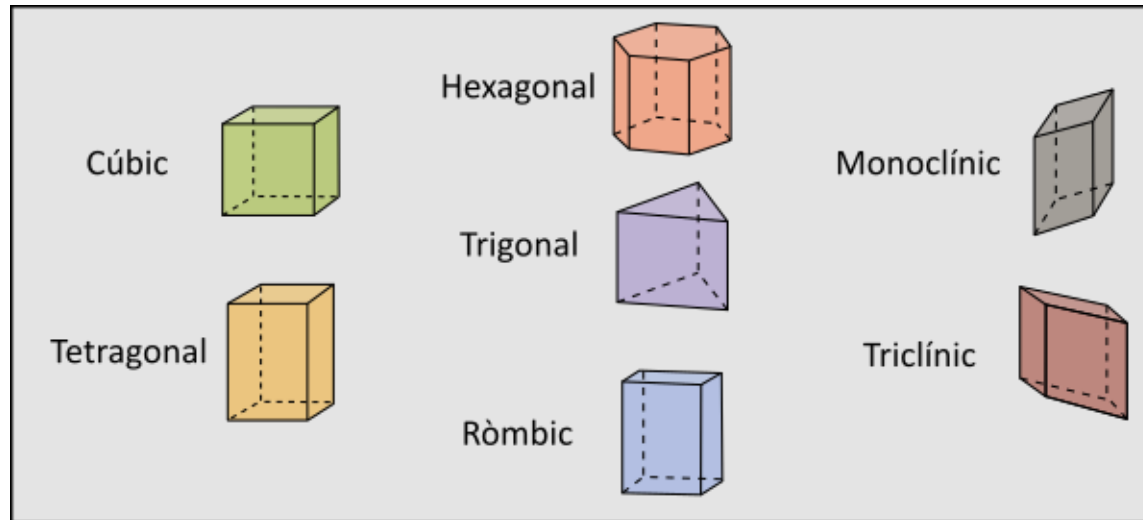




# CONCEPTES: Minerals

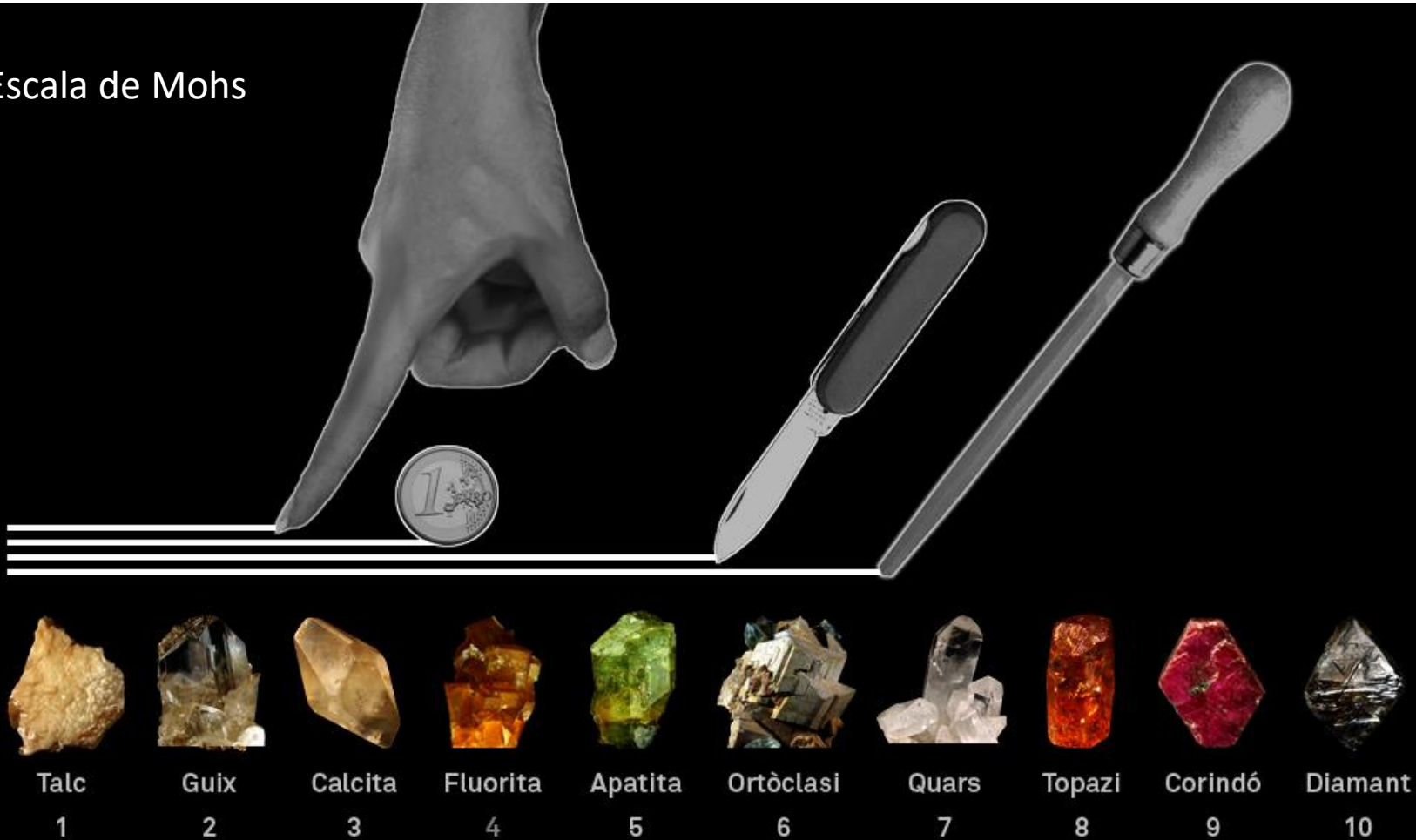


# CONCEPTES: Minerals



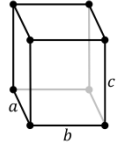
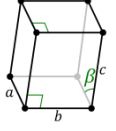
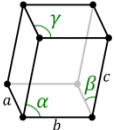



# CONCEPTES: Minerals

Escala de Mohs

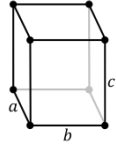
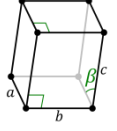
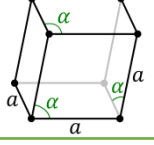







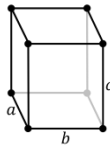
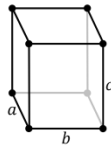
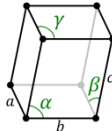
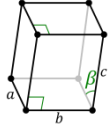



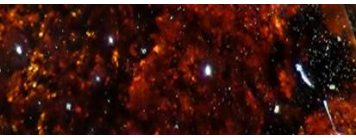
# CONCEPTES: Minerals

	Variscita	Metavariscita	Turquesa
Fórmula química	$\text{AlPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	$\text{AlPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	$\text{CuAl}_6(\text{PO}_4)_4(\text{OH})_8 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$
Sistema cristal·lí	Ortorròmbic 	Monoclínic 	Triclínic 
Color	Verd, verd blavós 	Verd pà·lid, groguenc verdós 	Blau cel, blau verdós, verd 
Brillantor	Víttria a cerosa	Víttria a mat	Cera a mat
Duresa (Mohs)	3,5 - 4,5	Similar (3,5 - 4,5)	5 - 6
Ocurrència	Comuna en dipòsits de fosfats secundaris	Menys comuna que la variscita	Dipòsits secundaris associats a coure

# CONCEPTES: Minerals

	Strengita	Fosfosiderita	Crandallita
Fórmula química	$\text{Fe}^{3+}\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	$\text{Fe}^{3+}\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	$\text{CaAl}_3(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_5 \cdot \text{H}_2\text{O}$
Sistema cristal·lí	Ortorròmbic 	Monoclínic 	Trigonal 
Color	Incolor, groc, violeta, vermell 	Rosa, violeta, vermellós 	Blanc, groc, verd, marró 
Brillantor	Víttria a cerosa	Víttria a mat	Cera a mat
Duresa (Mohs)	3,5 - 4,5	3,5 - 4,5	4,5 - 5
Ocurrència	Comuna en zones d'oxidació de jaciments de ferro	Comuna en dipòsits de fosfats secundaris	Comuna en zones d'oxidació de jaciments de ferro

# CONCEPTES: Minerals

	Notronita	Halloysita	Caolinita	Jarosita
Fórmula química	$\text{Na}_{0.3}\text{Fe}^{3+}_2(\text{Si},\text{Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	$\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	$\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$	$\text{KFe}^{3+}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$
Sistema cristal·lí	Monoclínic 	Monoclínic 	Triclínic 	Trigonal 
Color	Verdós, groc, marró 	Blanc, gris, groc pàl·lid 	Blanc, gris, beix 	Groc, marró, ocre 
Brillantor	Terrosa	Terrosa a setinada	Terrosa a mat	Víttria a sedosa
Duresa (Mohs)	1 - 2	1 - 2,5	2 - 2,5	2,5 - 3,5
Ocurrencia	R. Volc. alterades i dip. hidrotermals	Dipòsits argilosos.	Sòls tropicals i argiles sedimentàries	Ambients d'oxidació de sulfurs.



# CONCEPTES: Tècniques analítiques

## ESTRUCTURALS:

### Difracció de Raigs X (DRX)

Llancem raigs X sobre un material, i quan xoquen amb els seus àtoms, es dispersen formant un patró únic, com si fos una empremta digital del mineral.

Els resultats es presenten en un difractograma. Les seves parts són:

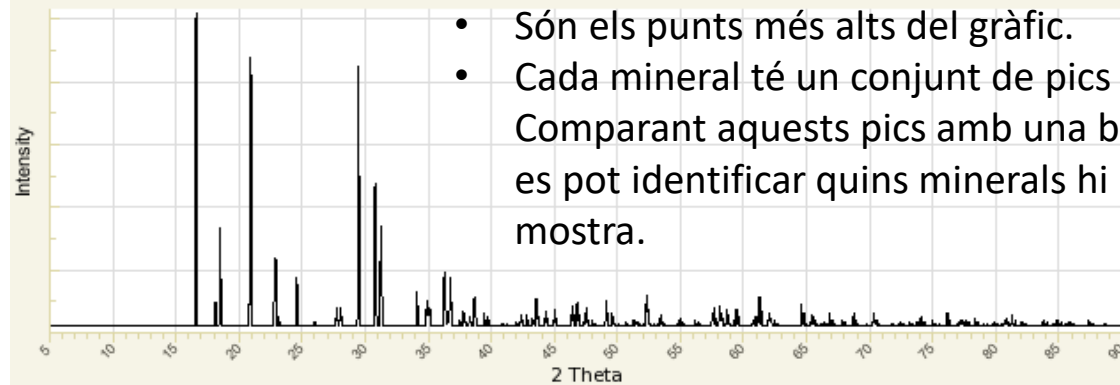
#### Eix vertical (Y):

##### Intensitat

- Indica quanta energia (o quants raigs X) han estat desviats en cada angle.
- Com més alt és un pic, més present està aquell mineral a la mostra.

#### Pics

- Són els punts més alts del gràfic.
- Cada mineral té un conjunt de pics característic. Comparant aquests pics amb una base de dades, es pot identificar quins minerals hi ha a la mostra.



#### Eix horitzontal (X): Angle 2θ (2 theta)

- Representa els angles en què els raigs X s'han desviat en xocar amb els minerals.
- Cada mineral desvia els raigs d'una manera diferent, creant un "patró únic" com una empremta dactilar.

# CONCEPTES: Tècniques analítiques

## ESTRUCTURALS:

---

### Espectroscòpia Raman

És com un escàner làser que ens diu de què està fet un material. Quan llancem llum làser sobre un objecte, part de la llum rebotada canvia de color depenent de la seva composició, creant un espectre únic.

## COMPOSICIONALS:

---

### Microscopi Electrònic de Rastreig (SEM)

És un microscopi superpotent que no usa llum, sinó electrons, per veure les superfícies de materials amb molt detall. Ens permet veure, per exemple, la textura d'un mineral amb molta resolució i fer anàlisis puntuals.

### Microsonda Electrònica (EPMA)

Com un SEM però més complet. Dispara un feix d'electrons sobre un material i mesura la llum que emet. Això ens diu exactament quins elements químics té el material i la composició de les fases.



*Geoarqueologia i Arqueometria del*  
**COMPLEX NEOLÍTIC MINER de GAVÀ**

# ÍNDEX

1

**Introducció històrica**

2

**Geologia i context geològic**

3

**Coneixements actuals en Geoarqueologia**

4

**Coneixements actuals en Arqueometria**

5

**Conclusions**



1

2

3

4

5

6

# Introducció històrica

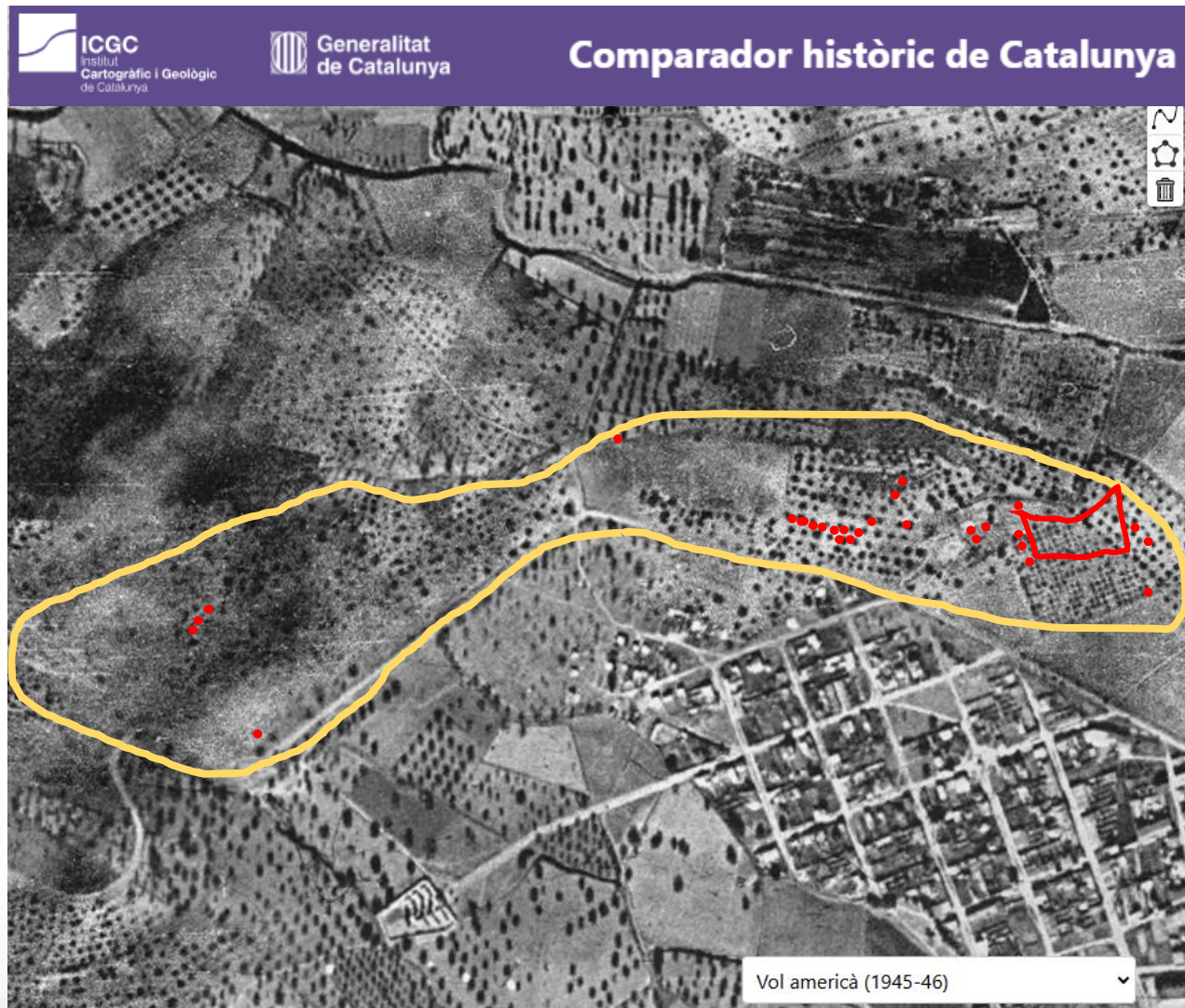


# CONCEPTES



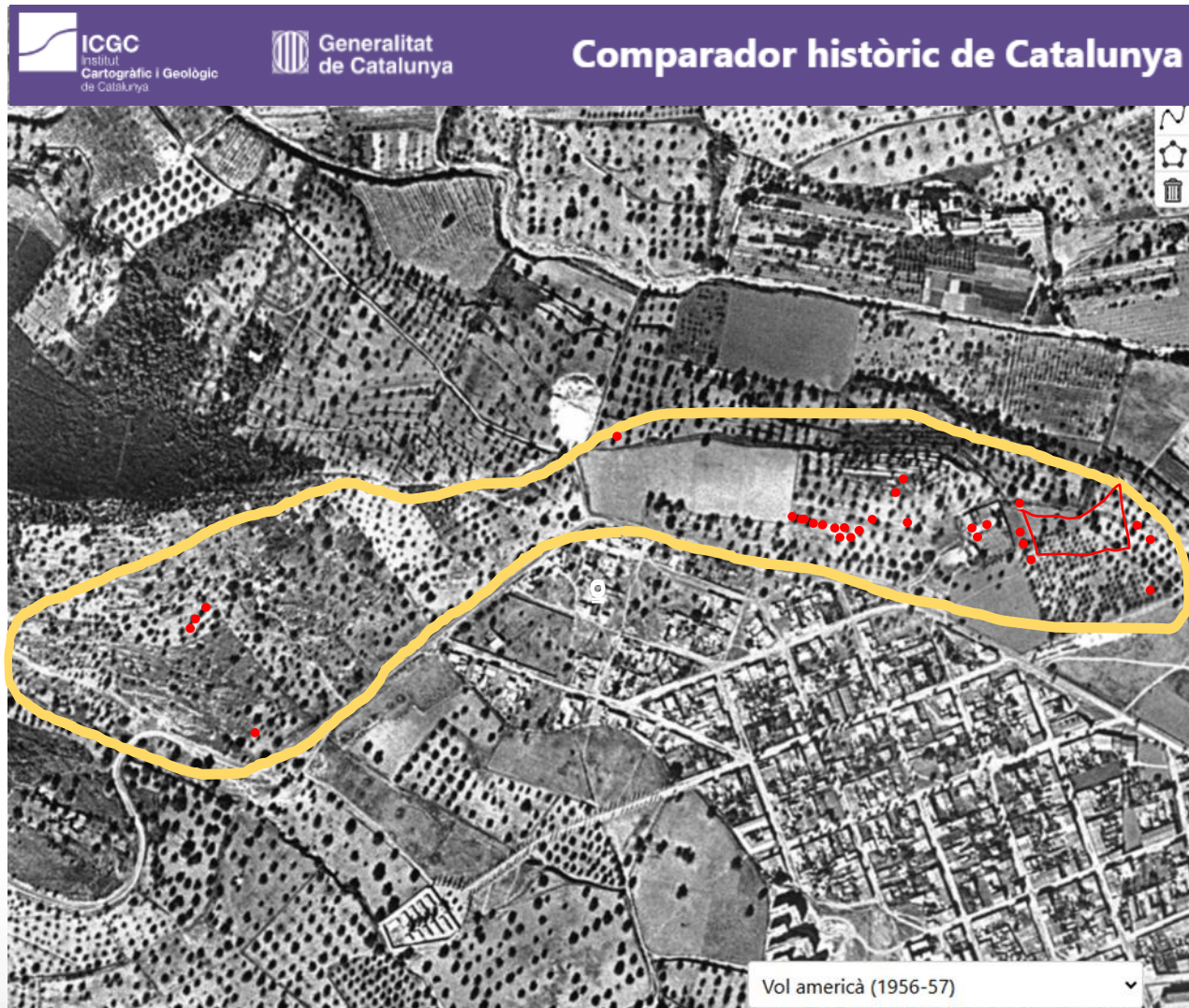


# INTRODUCCIÓ HISTÒRICA



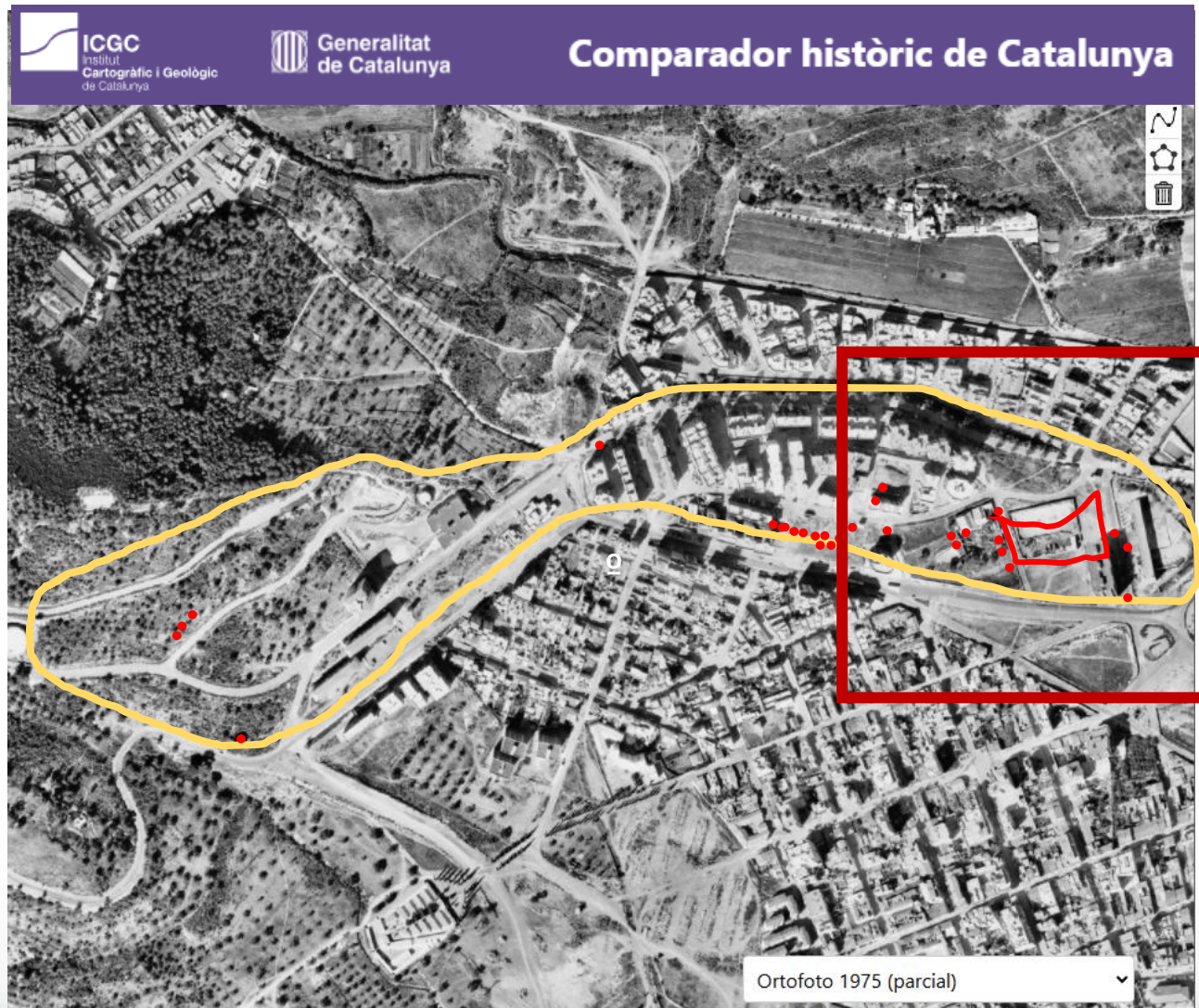


# INTRODUCCIÓ HISTÒRICA

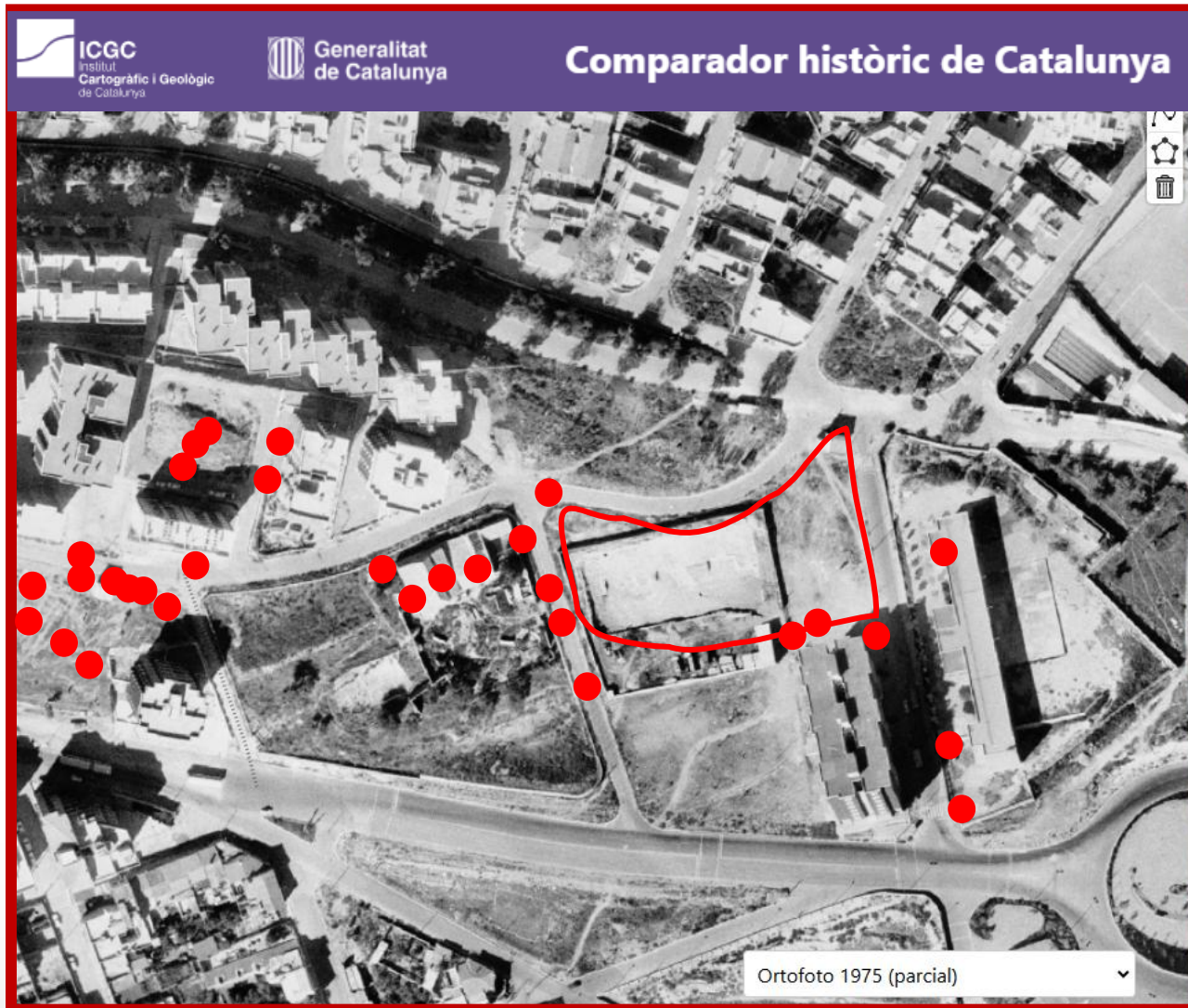




# INTRODUCCIÓ HISTÒRICA

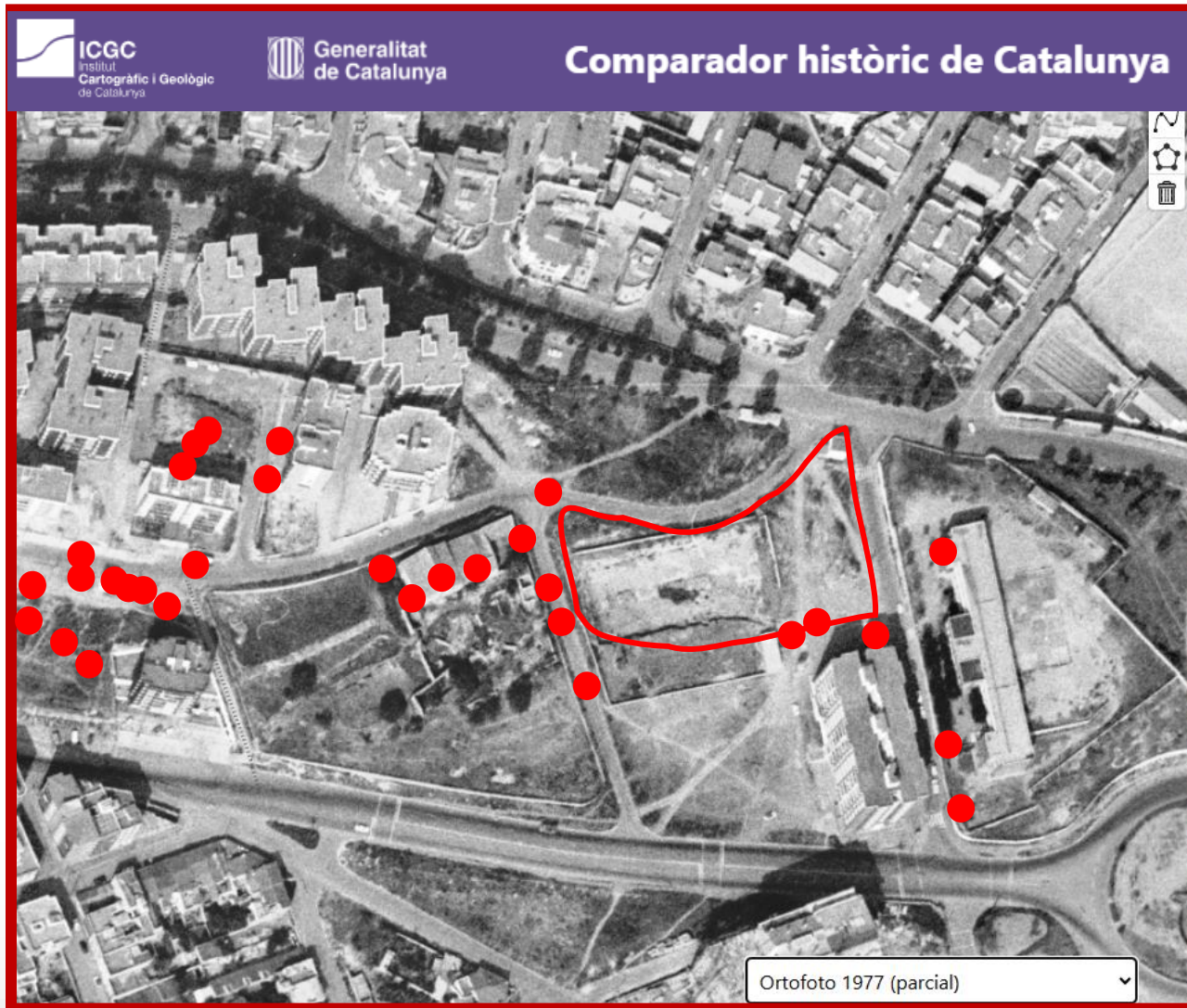


# INTRODUCCIÓ HISTÒRICA

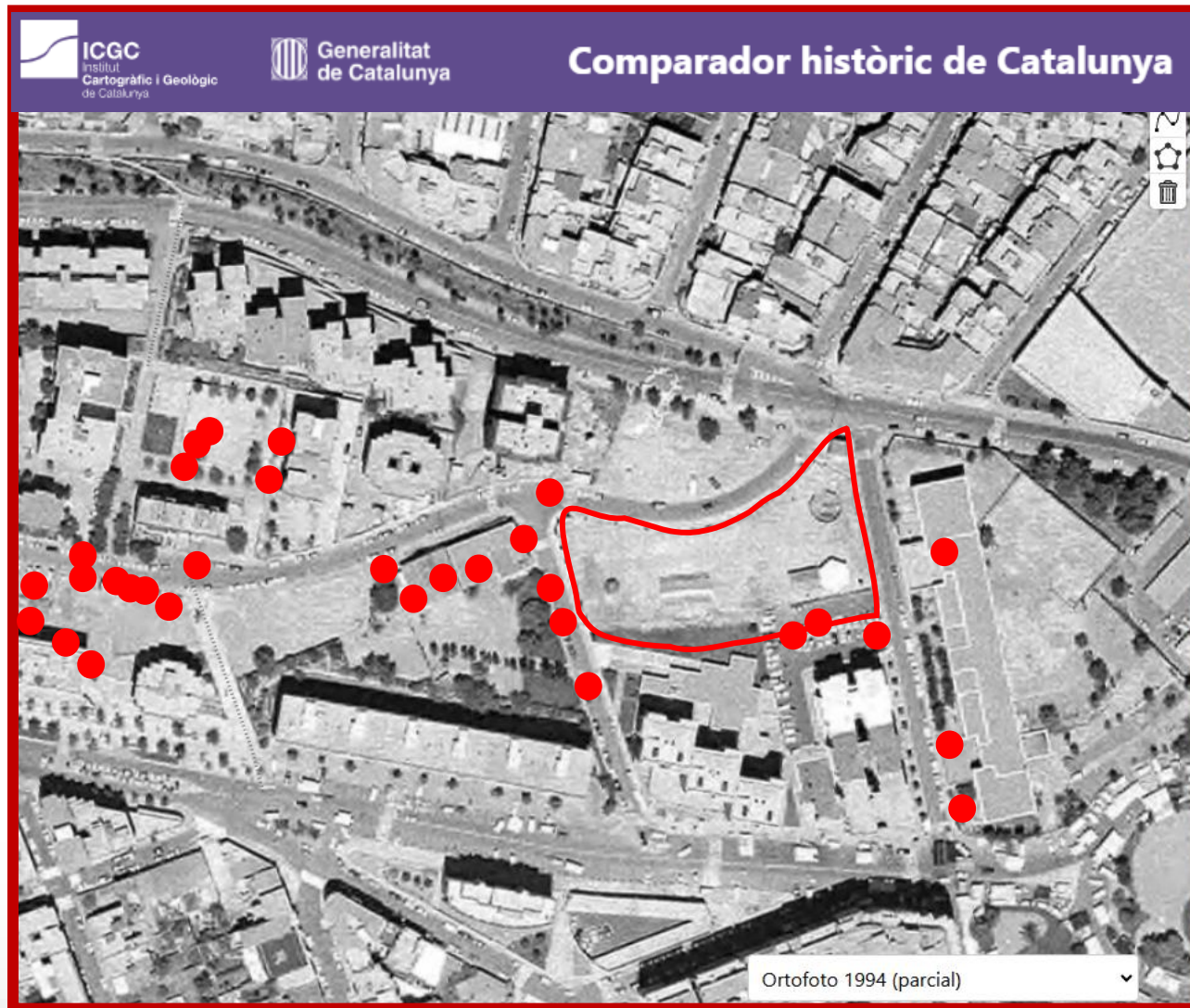




# INTRODUCCIÓ HISTÒRICA

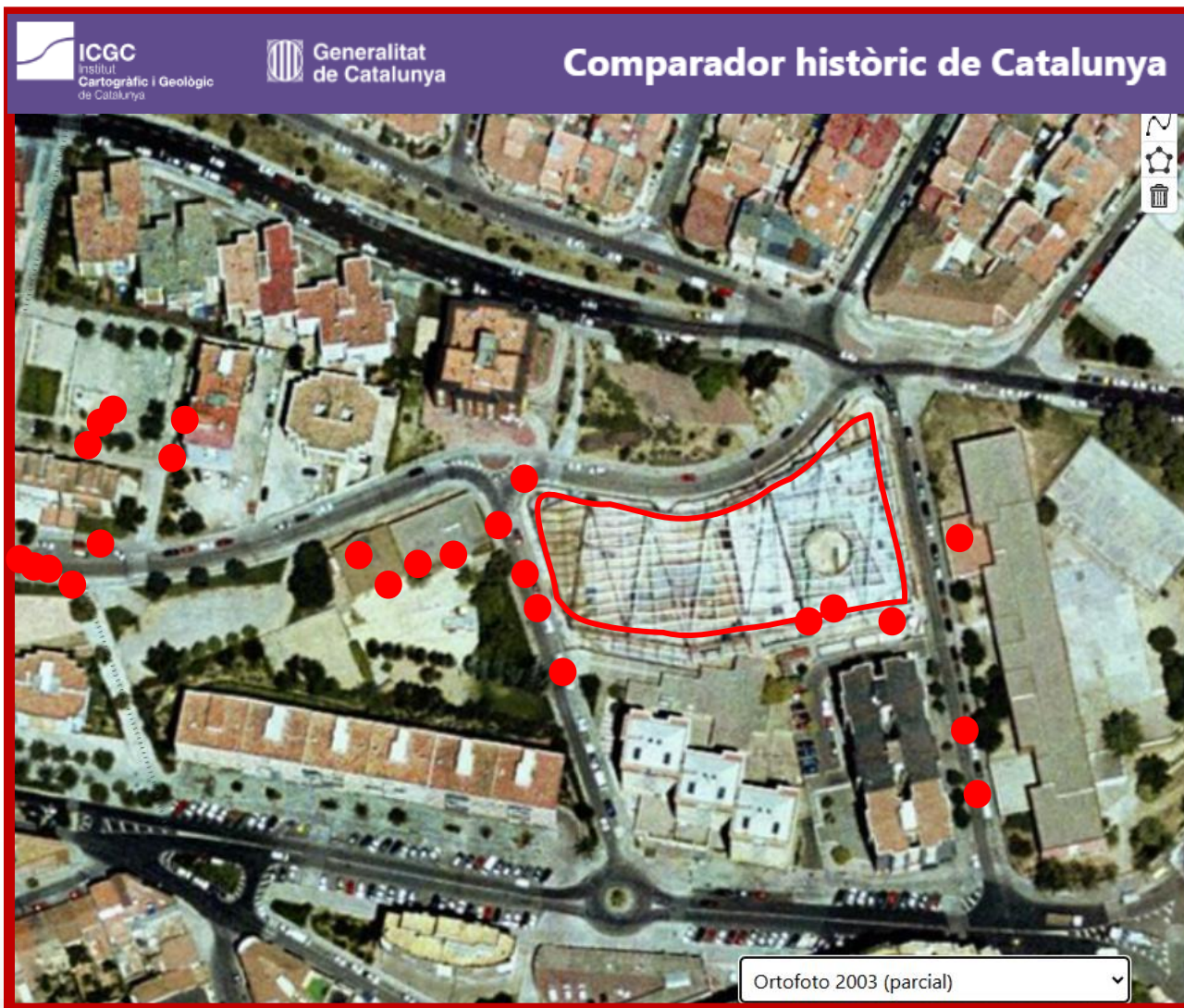


# INTRODUCCIÓ HISTÒRICA





# INTRODUCCIÓ HISTÒRICA



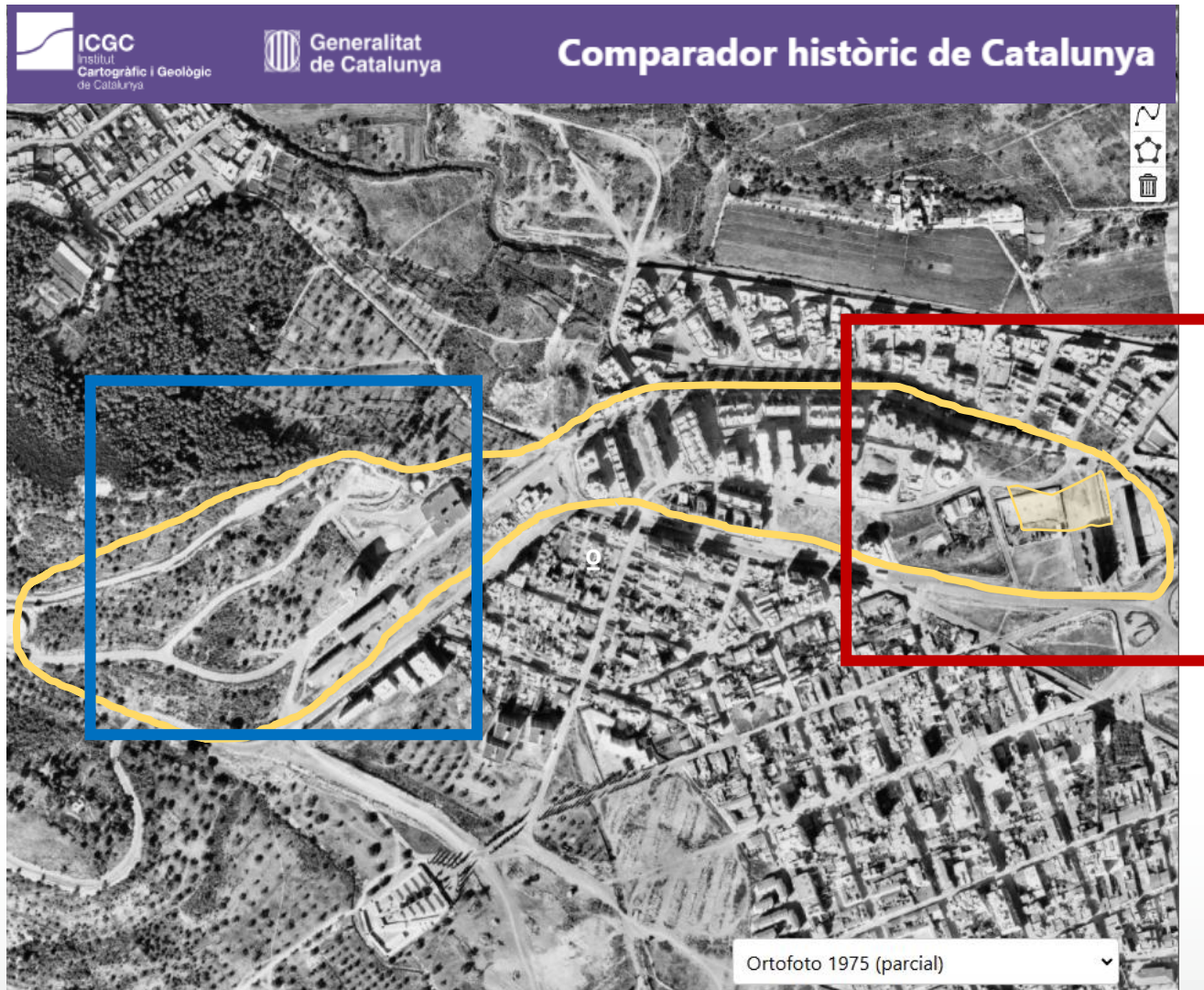


# INTRODUCCIÓ HISTÒRICA





# INTRODUCCIÓ HISTÒRICA

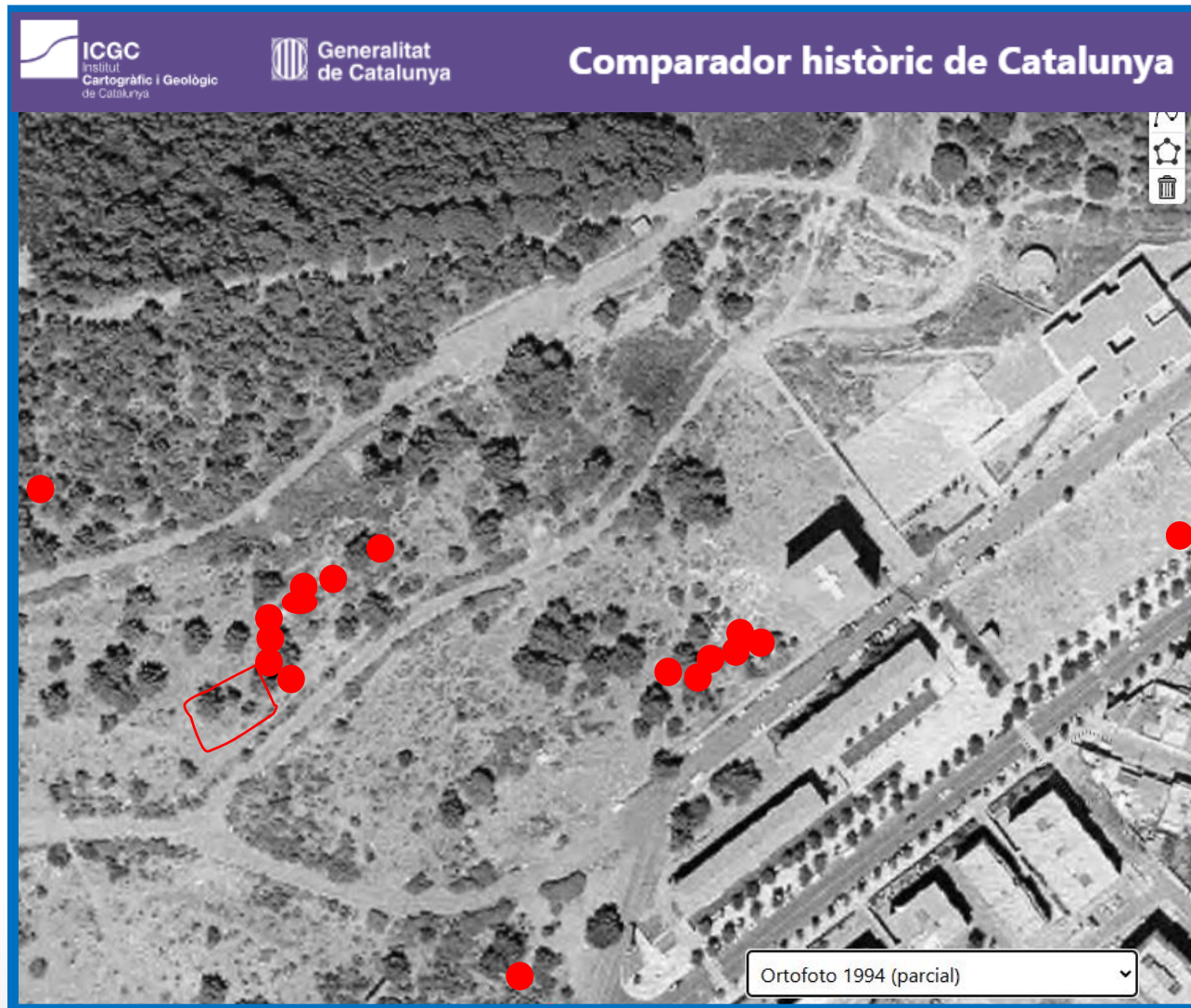


# INTRODUCCIÓ HISTÒRICA





# INTRODUCCIÓ HISTÒRICA



# INTRODUCCIÓ HISTÒRICA





# INTRODUCCIÓ HISTÒRICA



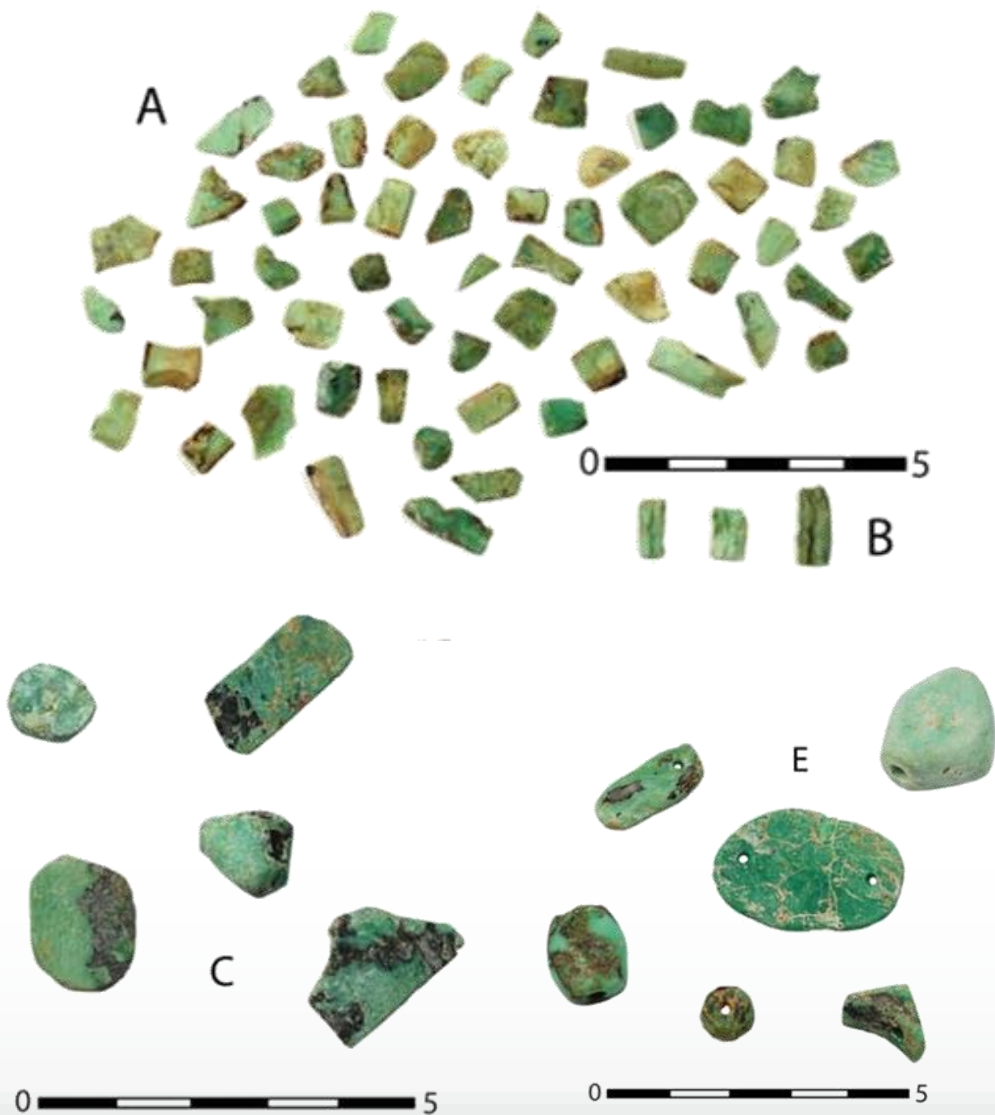


# INTRODUCCIÓ HISTÒRICA

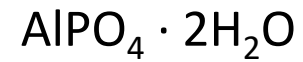




# INTRODUCCIÓ HISTÒRICA



**Variscita**



(Borrell *et al.*, 2015)

1

2

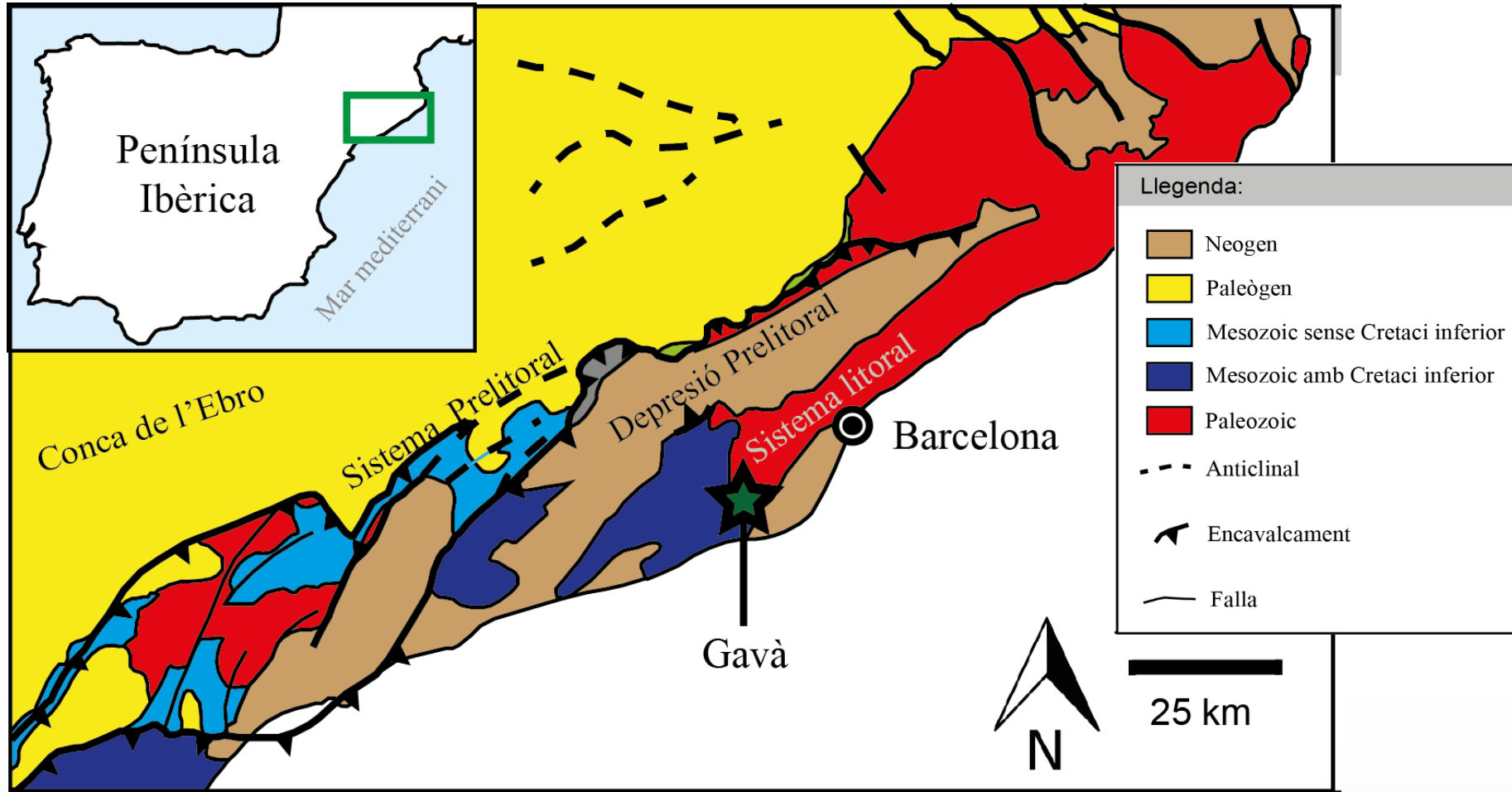
3

4

5

*Geologia i  
context geològic*

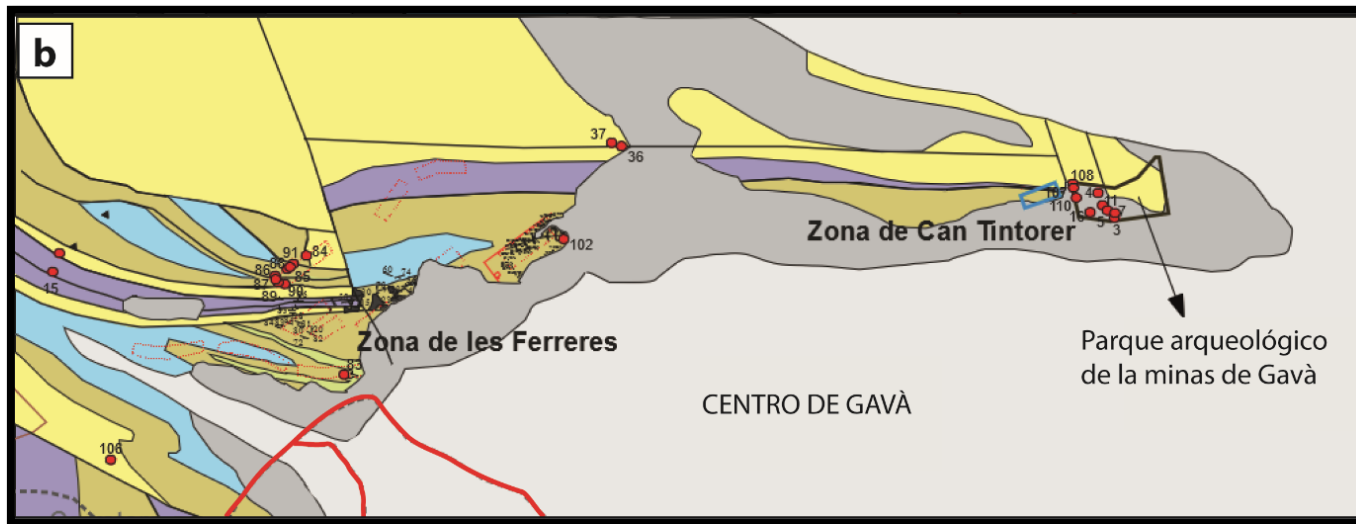
# Geologia i context geològic





# Geologia i context geològic

## DETALL



Devonià	Superior	Famennià	358.9 ±0.4
		Frasnià	372.2 ±1.6
	Mitjà	Givetjà	382.7 ±1.6
		Eifeljà	387.7 ±0.8
	Inferior	Emsià	393.3 ±1.2
		Pragujà	407.6 ±2.6
Lochkovià		410.8 ±2.8	
Silurià	Pridolià	419.2 ±3.2	
	Ludlowià	Ludfordià	423.0 ±2.3
		Gorstià	425.6 ±0.9
	Wenlockià	Homerià	427.4 ±0.5
		Sheinwoodià	430.5 ±0.7
	Llandoveryà	Telychià	433.4 ±0.8
	Aeronià	438.5 ±1.1	
	Rhuddanià	440.8 ±1.2	

	Zona urbanizada (Cuaternario)
	Calcreta (Cuaternario)
	Conglomerados rojos, areniscas (Triásico inferior)
	Liditas (Carbonifero inferior)
	Pizarras rojizas con calizas (Lockoviense inferior)

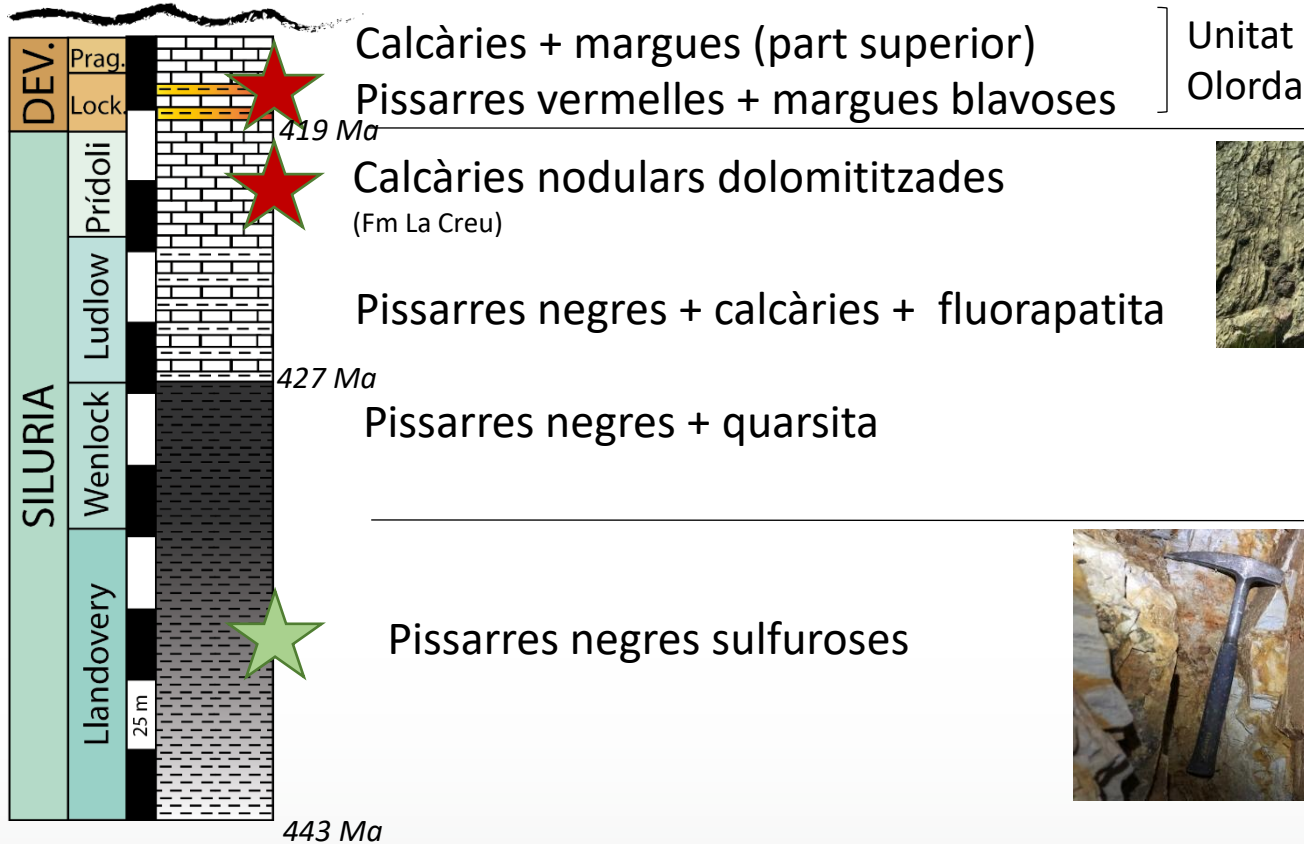
	Pizarras negras (Lochkoviense)
	Calizas nodulosas (Pridoli)
	Pizarras negras (Wenlock)
	Pizarras negras con chert (Llandovery)

	Edificios
	Mina (número)
	Falla
	Cabalgamiento
	Carretera

# Geologia i context geològic

Quaternari: CALCRETA

Sediment Mesozoic



Unitat Olorda



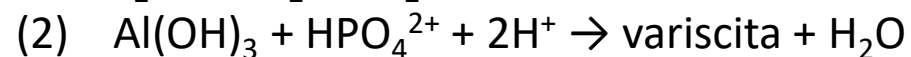
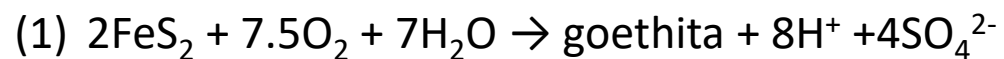
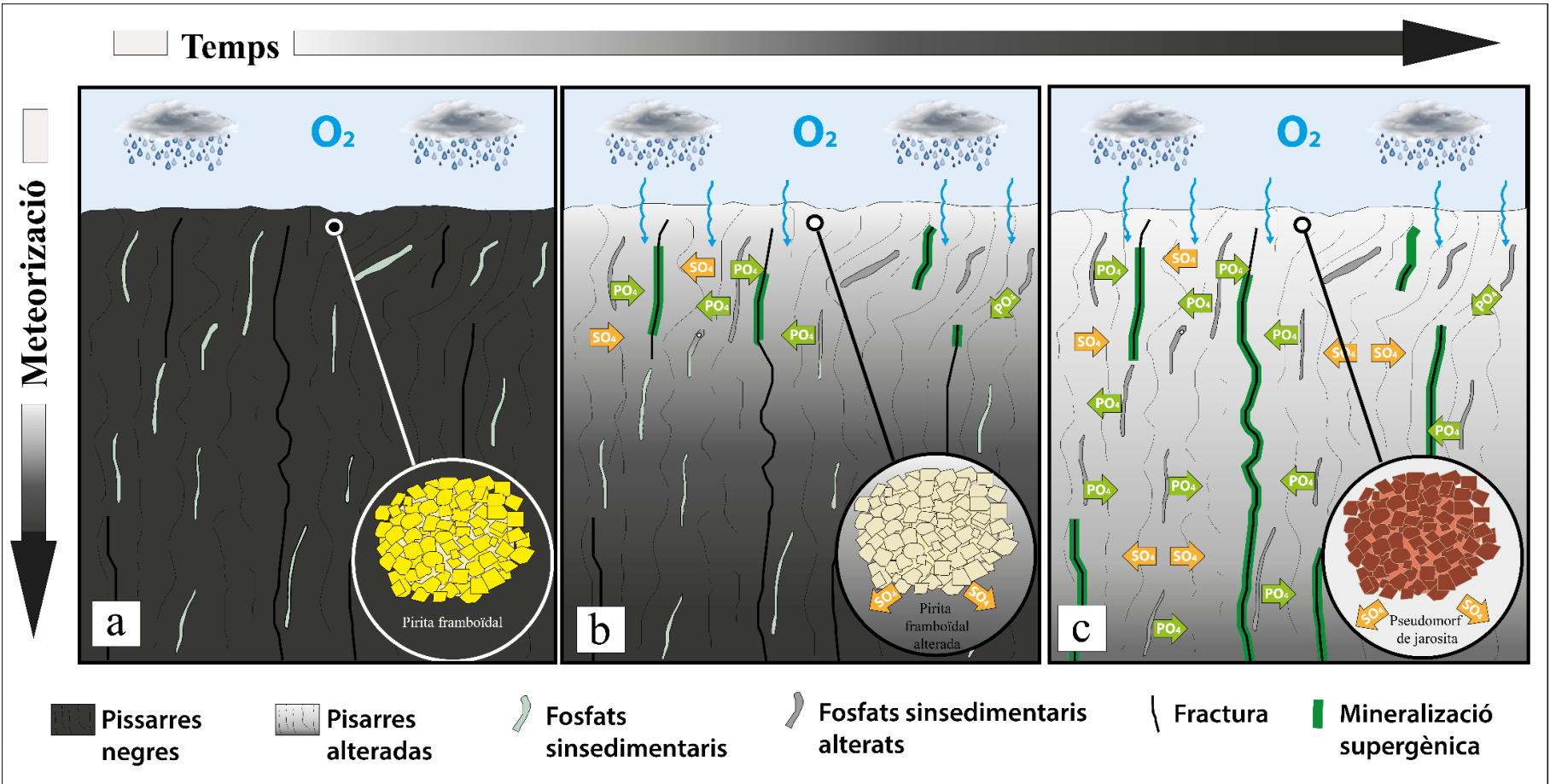
★ Variscita

★ Minerals de Ferro



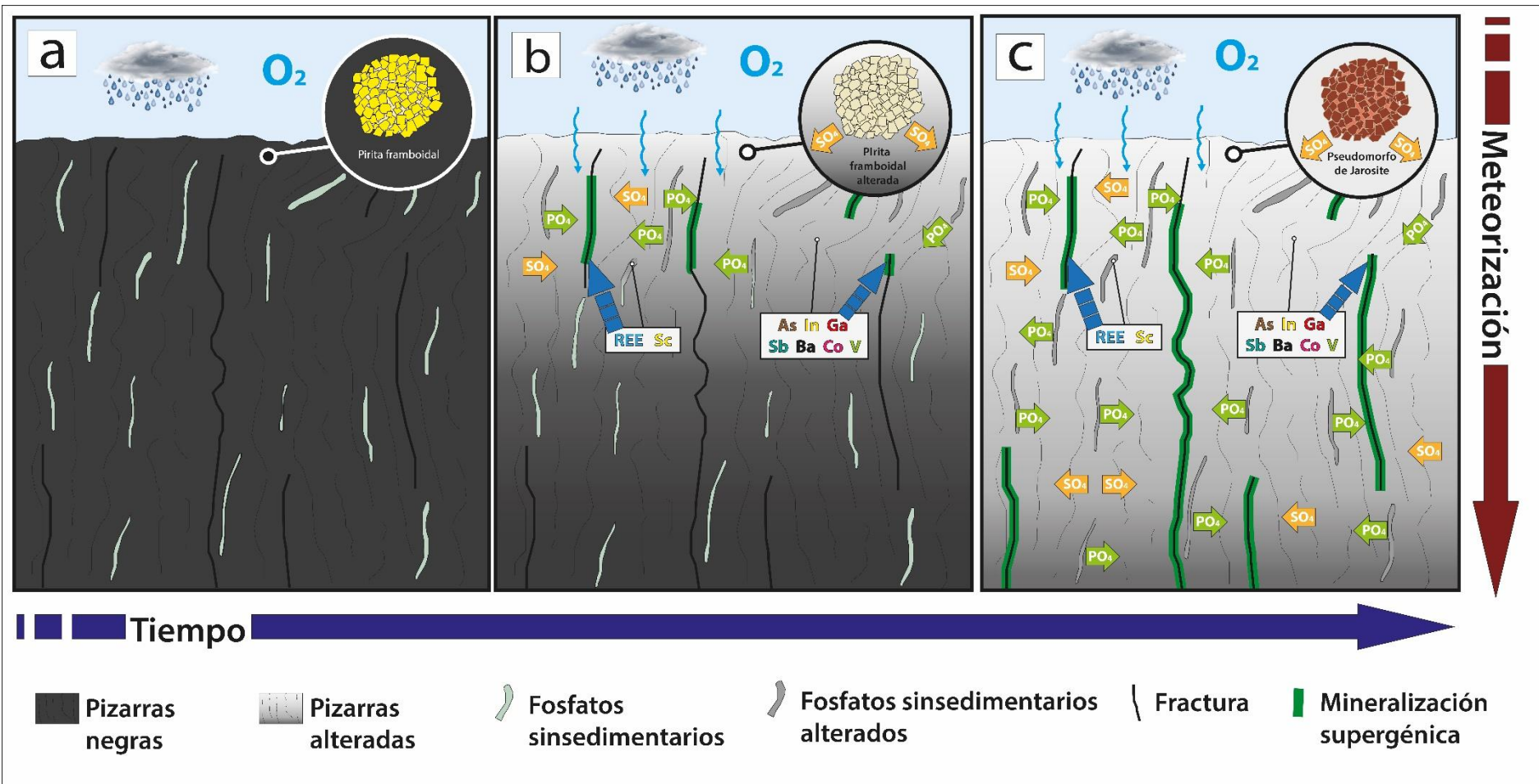
# Geologia i context geològic

## Formació de les mineralitzacions



(Dill, 2001)

# Geologia i context geològic



REE Sc  
As In Ga  
Sb Ba Co V

Els elements crítics són elements estratègics per el desenvolupament tecnològic i industrial.



1

2

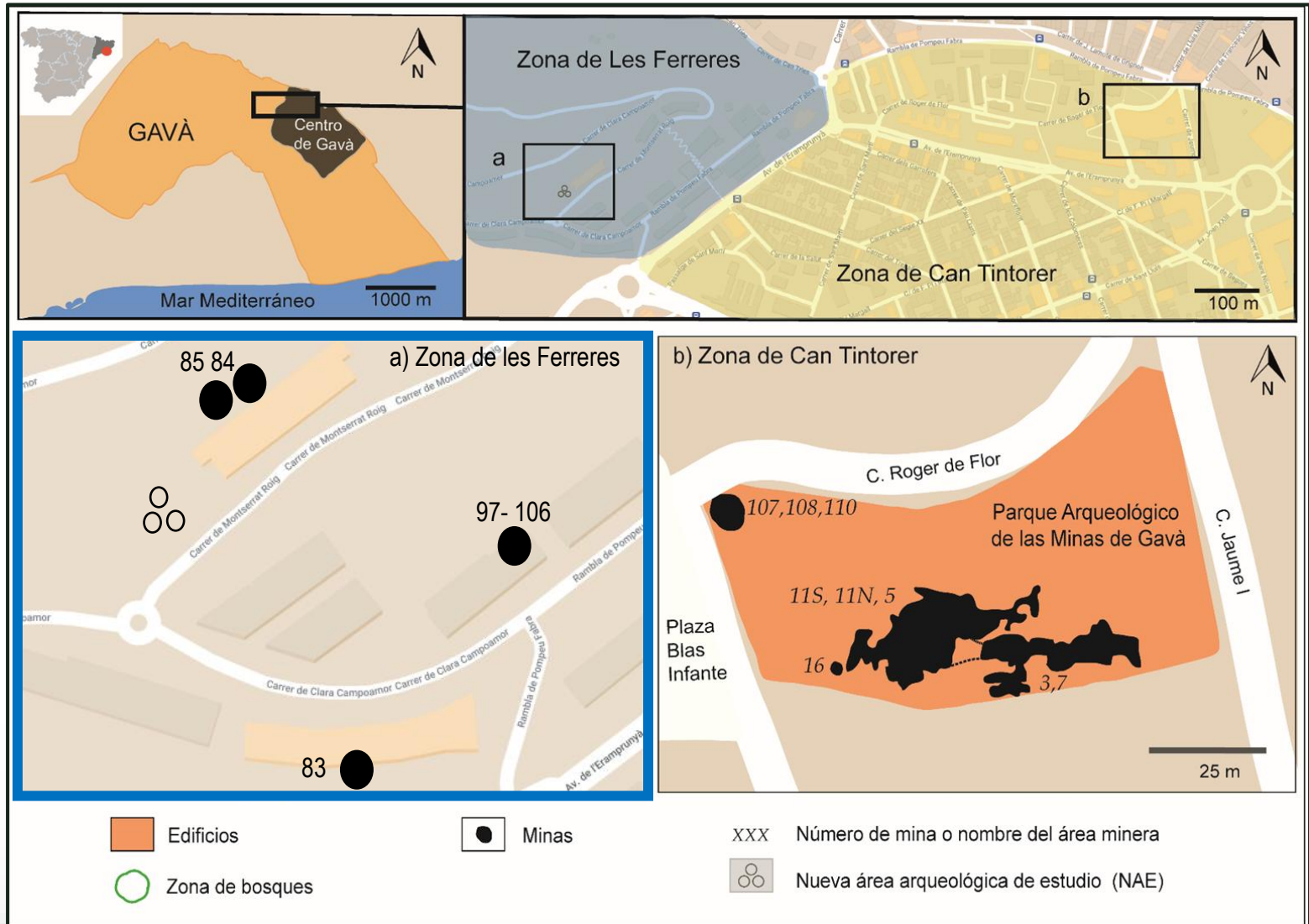
3

4

5

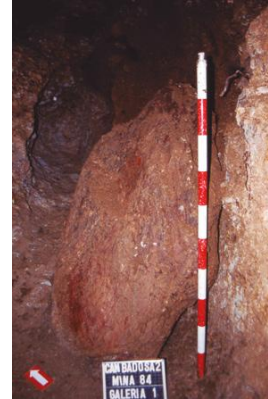
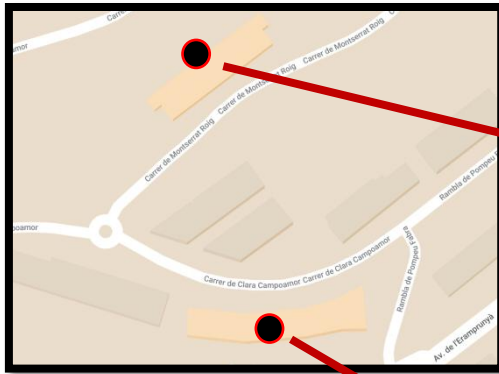
*Coneixements  
geoarqueològics  
actuals*

# Coneixements actuals: GEOARQUEOLOGIA





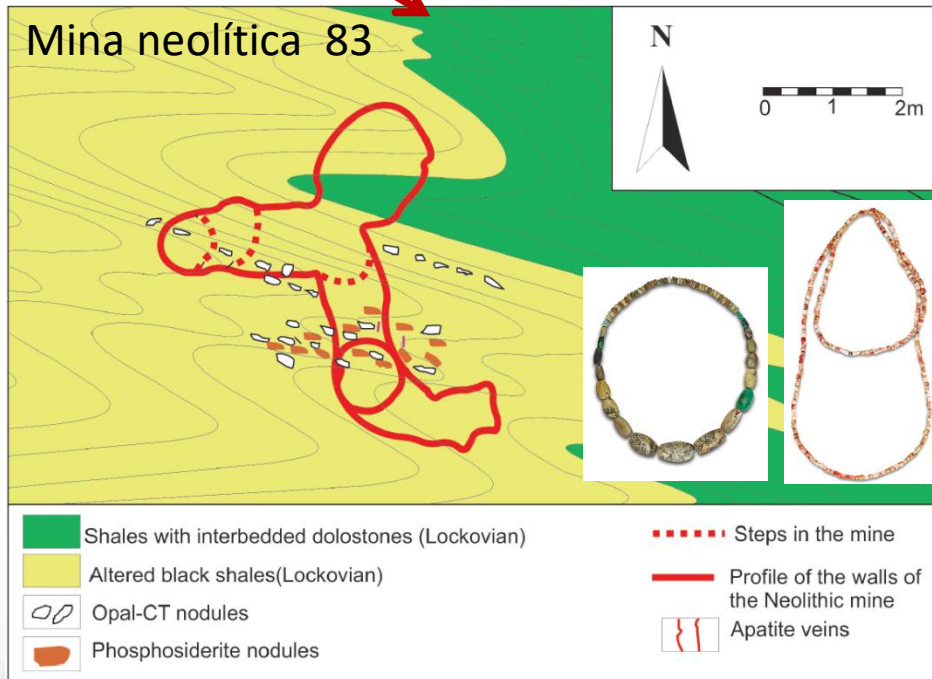
# GEOARQUEOLOGIA de Les Ferreres



Mina neolítica 84

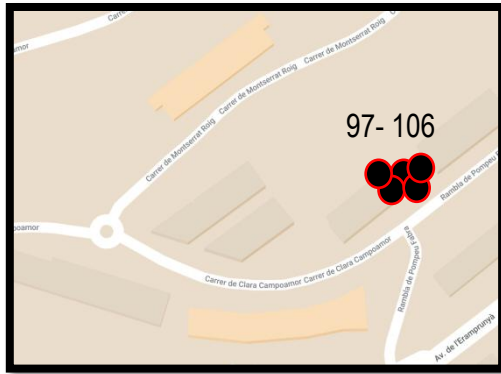


Mina neolítica 83

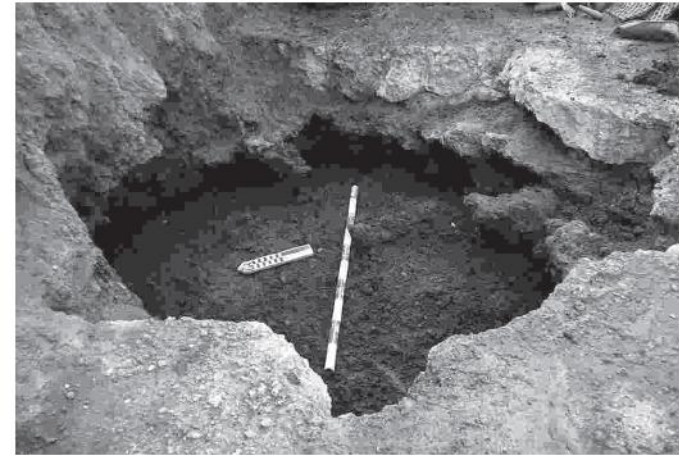




# GEOARQUEOLOGIA de Les Ferreres



I. Palarea, A.Bordas, et al. "*Les mines històriques al sector de la Serra de les Ferreres: darreres aportacions a l'estudi de la mineria del Ferro a Gavà.*" *Rubricatum: revista del Museu de Gavà* (2009): 247-262.



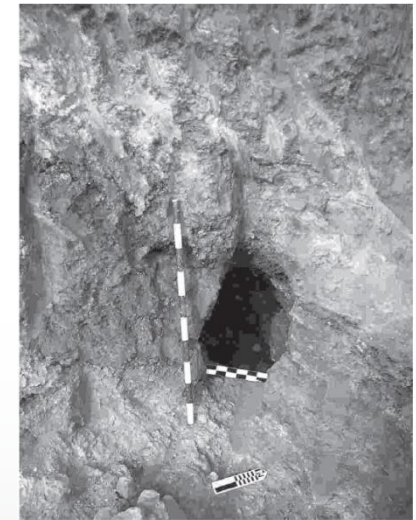
FOTOGRAFIA 7: IMATGE GENERAL DE LA MINA 101.  
FOTO: R. MOLINAS



FOTOGRAFIA 6: IMATGE GENERAL DE LA MINA 100.  
FOTO: R. MOLINAS



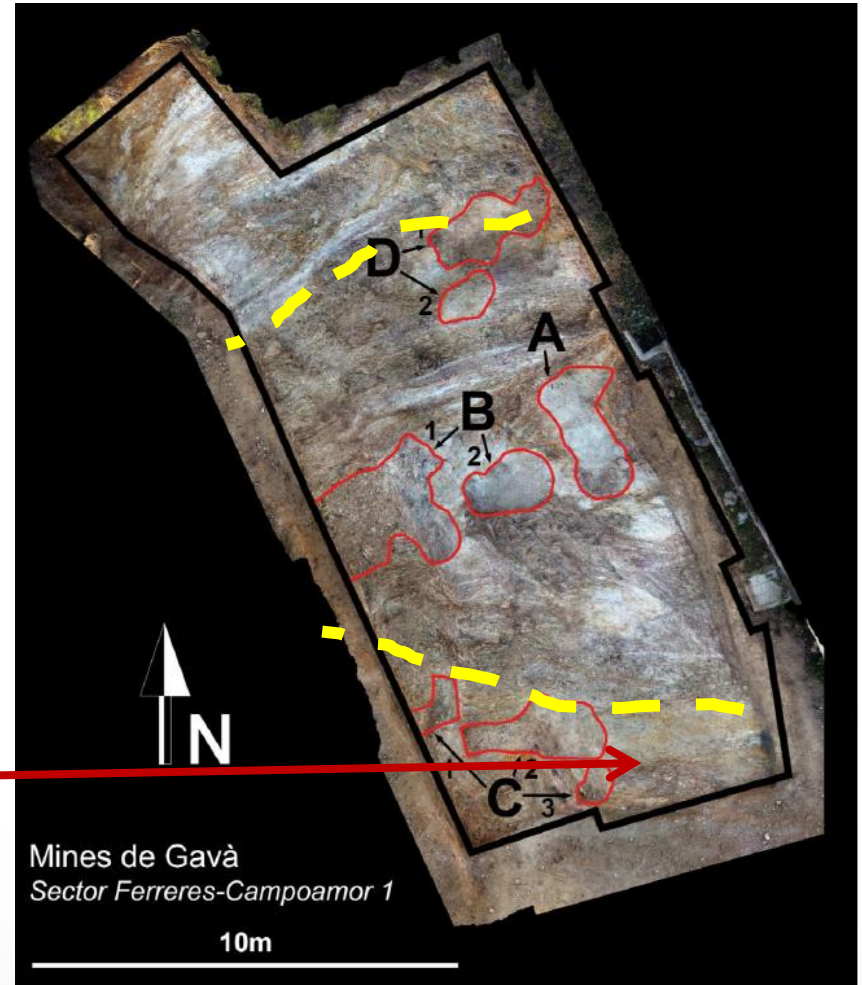
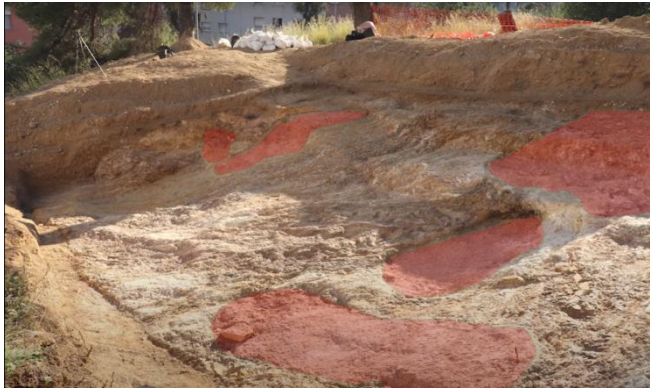
FOTOGRAFIA 8: IMATGE DE LA BOCA I LA GALERIA DE LA MINA 102. FOTO: R. MOLINAS



FOTOGRAFIA 2: BOCA DE LA MINA 97. FOTO: R. MOLINAS.

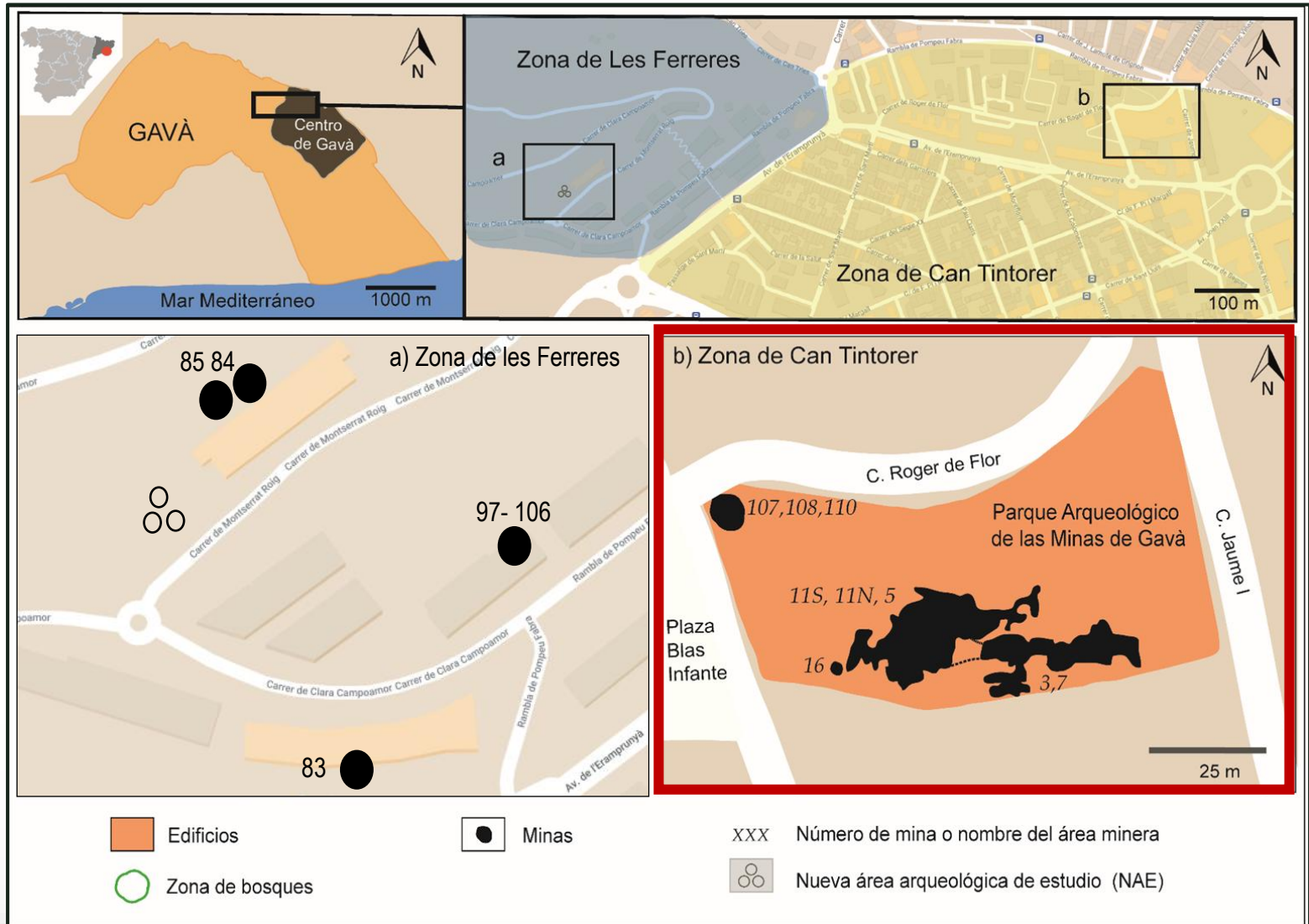


# GEOARQUEOLOGIA de Les Ferreres



(Ferran Borrell, 2020)

# Coneixements actuals: GEOARQUEOLOGIA





# GEOARQUEOLOGIA de Can Tintorer

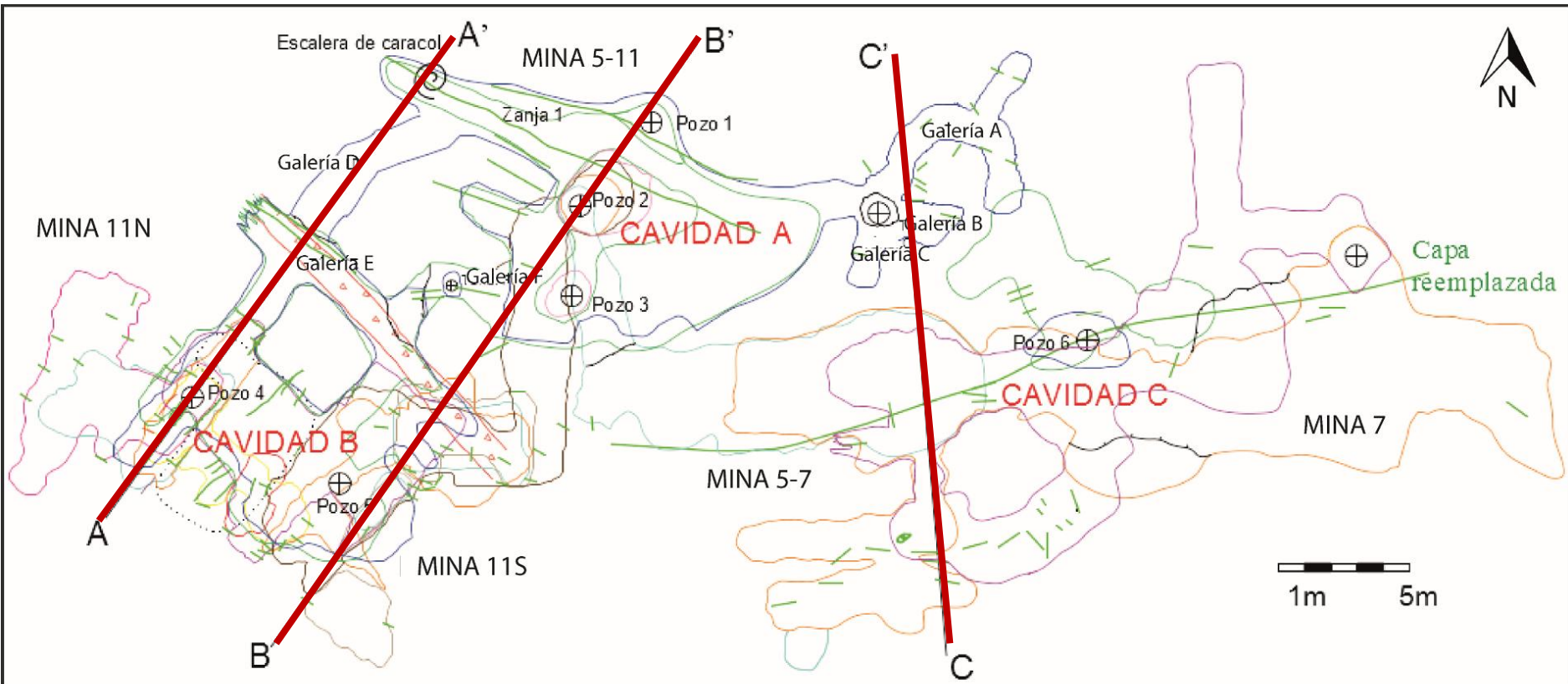
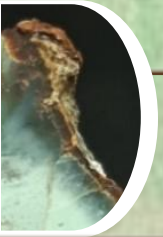




# GEOARQUEOLOGIA de Can Tintorer



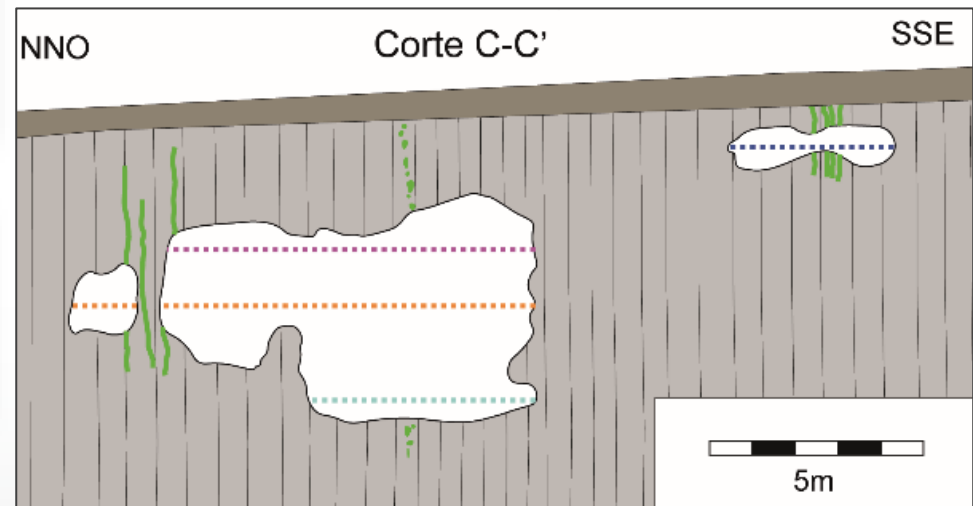
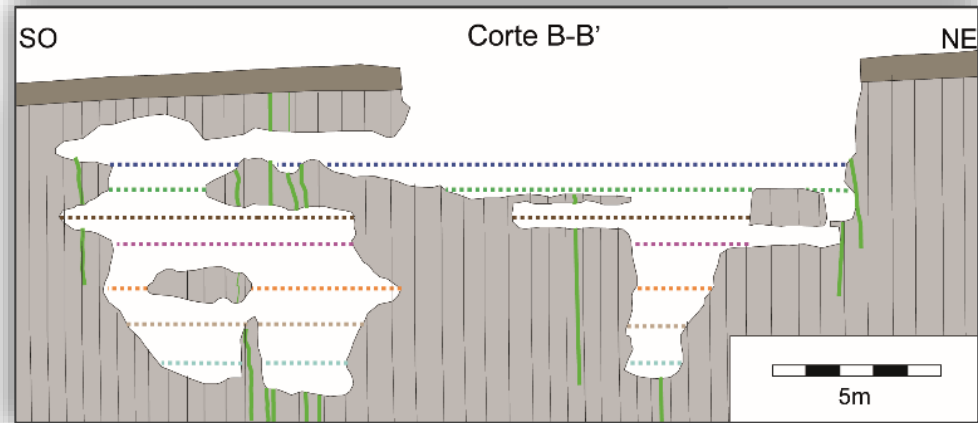
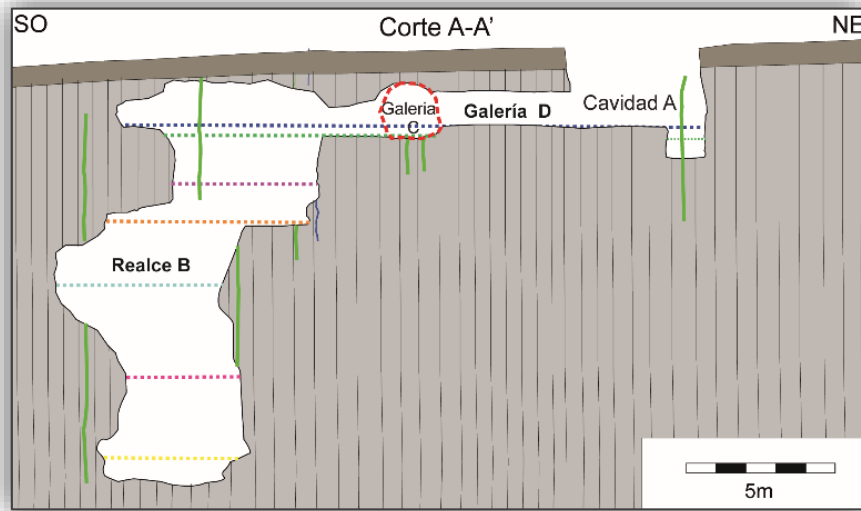
# GEOARQUEOLOGIA de Can Tintorer









	Escalones		Nivel 1		Nivel 3		Nivel 5		Nivel 8
	Pozo		Nivel 2		Nivel 4		Nivel 6		
	Filón de variscita		Nivel 2,5		Nivel 4,5		Nivel 7		



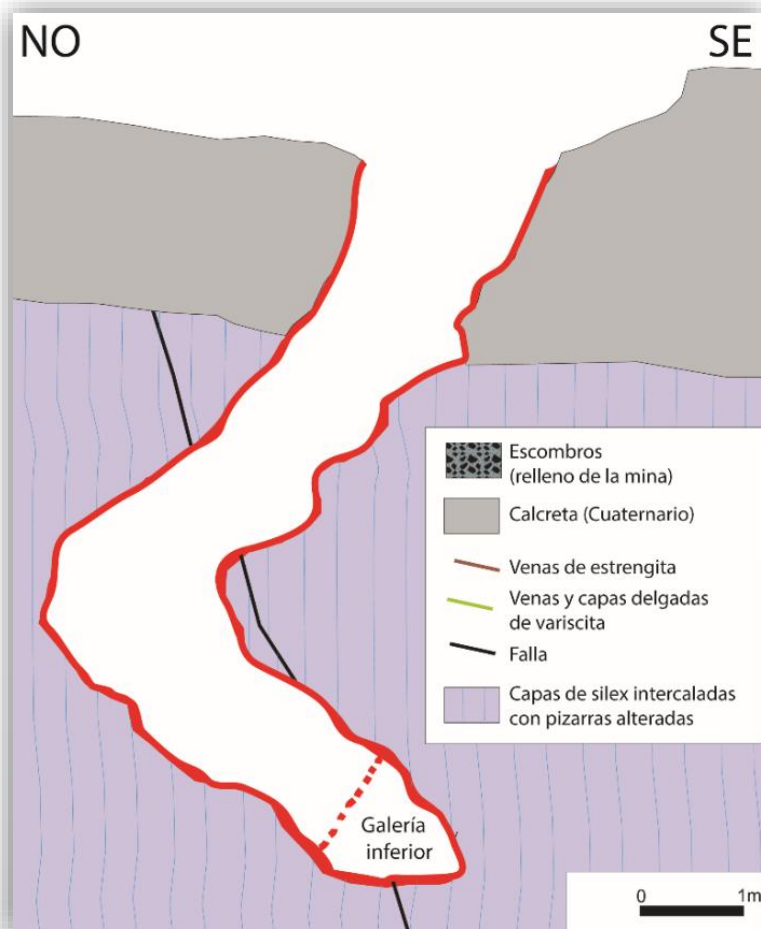
# GEOARQUEOLOGIA de Can Tintorer



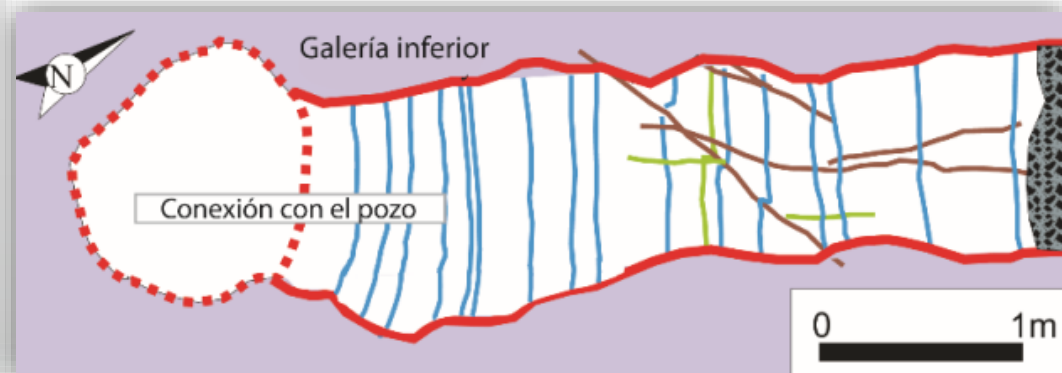
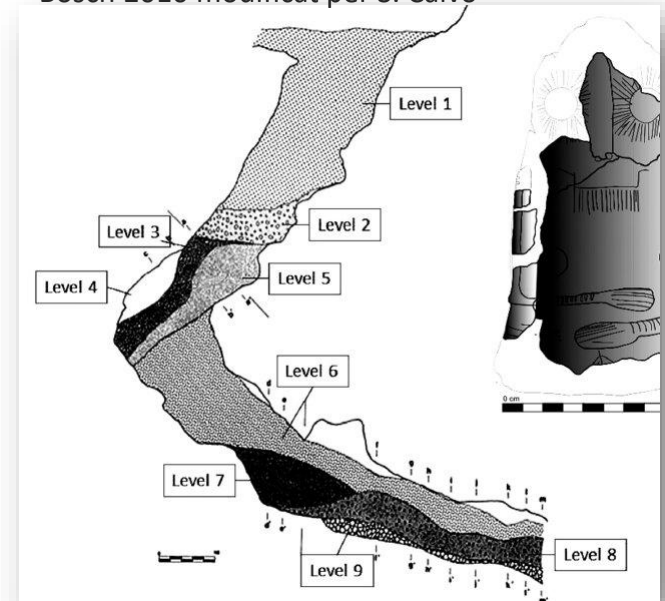
- |  |                               |   |                    |
|--|-------------------------------|---|--------------------|
|  | Calcreta (Cuaternario)        |  | Filón de Variscita |
|  | Pizarras alteradas (Silúrico) |  | Variscita nodular  |
|  | Galerías y túneles oblicuos   |  | Otros filones      |

# GEOARQUEOLOGIA de Can Tintorer

• Mina 16



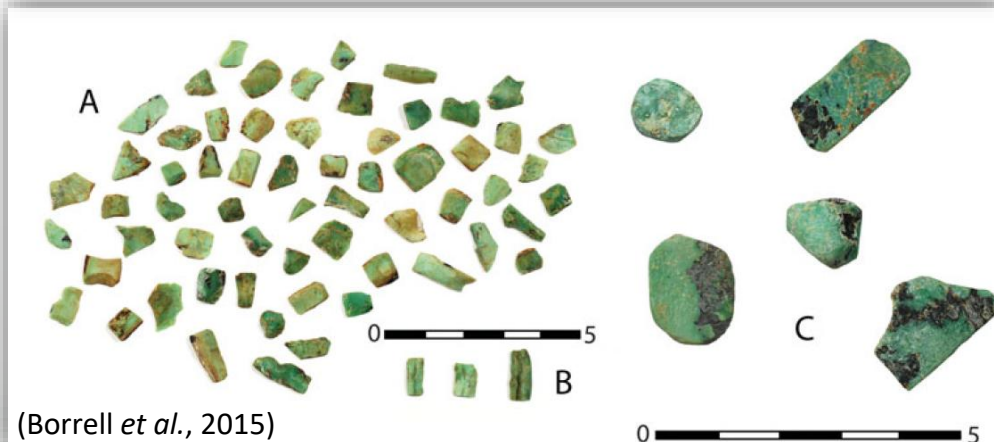
Bosch 2010 modificado per S. Calvo





# GEOARQUEOLOGIA de Can Tintorer

## ❖ Material extret



## ❖ Material manufacturat



1

2

3

4

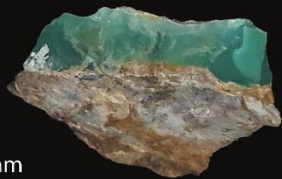
5

*Coneixements  
arqueomètrics  
actuals*



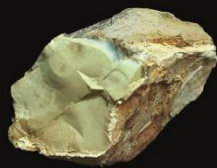
# ARQUEOMETRIA: materials de Gavà

GM-11N-L4



4 mm

GM-11N-5.2



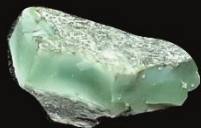
4 mm

GM-11S-3.2



4 mm

GM-11S-5.1



4 mm

GM-7-3.9



4 mm

GM-7-4.5



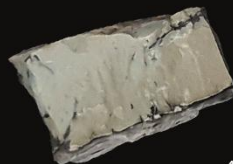
4 mm

GM-11S/3-4.5.1



4 mm

GM-5/7-3.1



4 mm

GM-11S-3.4



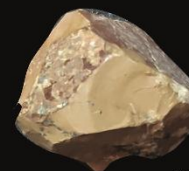
4 mm

GM-5/11-3.4



4 mm

GM-7-4.7



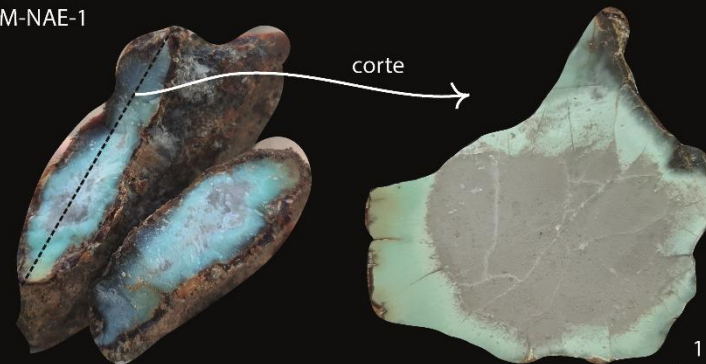
4 mm

Pizarra alterada



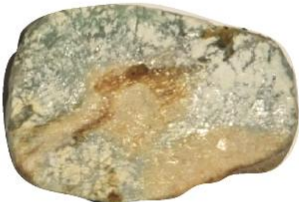




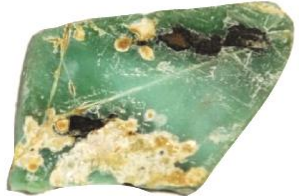








1 cm

GM-NAE-1



1 cm

# ARQUEOMETRIA: materials de Gavà

a) Mina 85		b) Mina 16		M16-5211	M16-7049
M85-60		M16-5202			
	5 mm		5 mm	5 mm	5 mm
M85-5	M85-66	M16-1511	M16-5686	M16-6087	
					
5 mm	5 mm	5 mm	5 mm	5 mm	
M85-41	M85-121	M16-1468	M16-8520	M16-8773	
					
5 mm	5 mm	5 mm	5 mm	5 mm	



# ARQUEOMETRIA: materials de Gavà

HALA ALARASHI & FERRAN BORRELL



Fig. 1. Selection of variscite beads and pendants from mines 83 and 85 (Ferrerres sector Gavà). Mine 83: Short beads from concentration A (a-f) and B (k-l); Barrel beads concentration A (q-r). Mine 85: Short beads (m-p); Barrel beads (gg-kk); Flat pendants (mm, pp & rr); Double perforated object (qq); L-shaped pendant (ll); Bead/pendant (oo). (Scan: H. Alarashi; drawings: F. Borrell).

Constructing identities in Neolithic times: the variscite ornaments of Gavà (Barcelona)



Fig. 2. Selection of variscite fragments and broken beads from mines 83 and 85 (Ferrerres sector Gavà). Mine 83: Blanks (a-r); Three broken beads broken during the manufacturing process (ll). Mine 85: Preforms of short beads (s) and broken short beads (s-w); Large worked exploitable blanks (x-kk). (Scan: H. Alarashi).



# ARQUEOMETRIA: Estudi

## ❖ Caracterització mineralògica:

- DRX mostres + denes
- Microscopi Electrònic de Rastreig mostres
- Espectroscòpia Raman mostres + denes
- Microsonda electrònica mostres

## ❖ Geoquímica d'elements majoritaris, minoritaris i traça (14 mostres columna):

- Elements majoritaris:  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$

- Elements minoritaris i traça:

Sc, Be, V, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Ge, As, Rb, Sr, Zr, Nb, Mo, Ag, In, Sn, Sb, Cs, Ba, Bi,  
REE, Y, Hf, Ta, W, Tl, Pb, Th y U

## ❖ Estudi de la coloració:

- Espectro-colorímetre portàtil: 16 elements arqueològics i 12 mostres geològiques

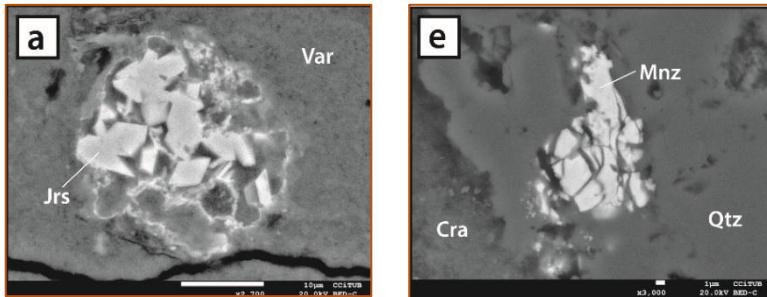


# ARQUEOMETRIA: Caracterització

## PISSARRES BLANQUEJADES

### ❖ Caracterització mineralògica

- DRX: hal·loysita + quars, jarosita
- SEM



Jarosita reemplaçant la pirita framboïdal primària (els cristalls de jarosita tenen forma romboédrica)  
El quars i la halloïsite són criptocristal·lins.

### ❖ Geoquímica d'elements majoritaris i traça

% en pes	Calcreta	Shale
CaO	38,7	-
SiO <sub>2</sub>	12,4	81,3 - 92,26
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fins 5,71	Fins 4,41
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,71	3,3 – 8,6

**Calcretes:** no presenta anomalies composicionals significatives.

**Pissarres:** no mostren anomalies de composició que puguin estar relacionades amb la meteorització. En general, es componen principalment de sílice.

# ARQUEOMETRIA: Caracterització

## MINERALIZACIÓ SUPERGÈNICA

### ❖ Geoquímica d'elements majoritaris:

Mineral	VARISCITA													
ID muestra	3-n	5/11-2A2	11S-3.4	11S-3.3	7-3.1	7-3.3	7-3.7	7-3.8	7-4.5	11S/3-4.1	11/3-4.5	11S/3-4,5.5/7-5.1	11N-5.1	
Nivel mina	1	2	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4,5	5	5
peso %														
SiO <sub>2</sub>	1.75	0.15	0.62	0.19	2.87	4.08	3.60	2.10	1.69	9.52	2.29	7.33	0.13	2.45
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	29.6	28.9	28.4	29.0	29.5	28.6	29.2	27.0	27.3	25.83	28.5	30.24	29.1	29.9
FeO	2.79	3.05	2.82	2.51	1.91	2.59	1.28	1.74	4.12	1.90	1.82	0.59	2.63	1.47
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> calculado	3.10	3.39	3.13	2.79	2.12	2.88	1.42	1.93	4.58	2.11	0.46	0.66	2.92	1.63
MgO	bdl	bdl	bdl	bdl	bdl	0.07	bdl	bdl	0.05	0.09	0.11	0.00	bdl	0.12
CaO	0.28	0.21	0.36	0.06	0.67	1.29	1.04	0.68	0.35	0.98	0.39	0.79	0.16	2.31
K <sub>2</sub> O	0.04	0.02	0.04	0.03	0.02	0.04	0.03	0.02	0.07	0.73	0.27	0.42	0.01	0.07
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	45.0	44.7	44.6	45.0	43.7	41.2	43.0	41.5	44.1	39.08	44.2	39.60	46.1	41.0
SO <sub>3</sub>	0.03	0.02	0.14	0.08	0.06	0.11	0.06	1.80	0.08	0.05	0.13	0.03	0.08	0.16
V <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.23	bdl	0.08	0.02	0.07	0.03	0.07	0.04	0.11	0.16	0.15	0.10	0.05	0.06
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.05	0.08	0.06	0.07	0.05	0.07	0.04	0.07	bdl	bdl	0.04	bdl	0.14	0.17
Total	79.5	77.1	77.1	76.8	78.7	78.0	78.1	73.1	77.6	78.57	77.7	79.22	78.1	77.3

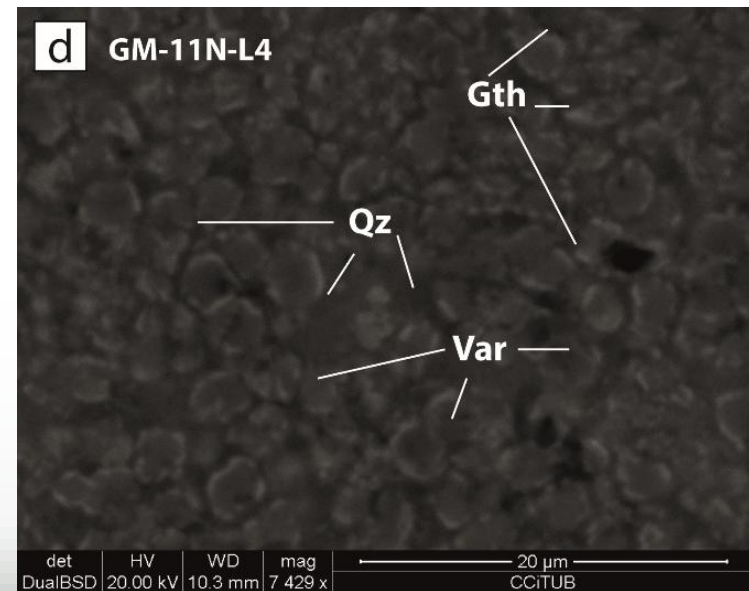
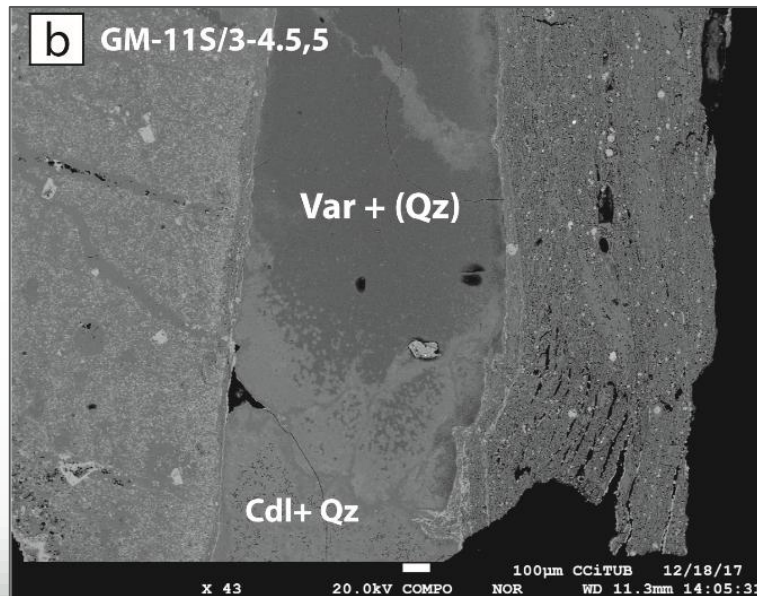
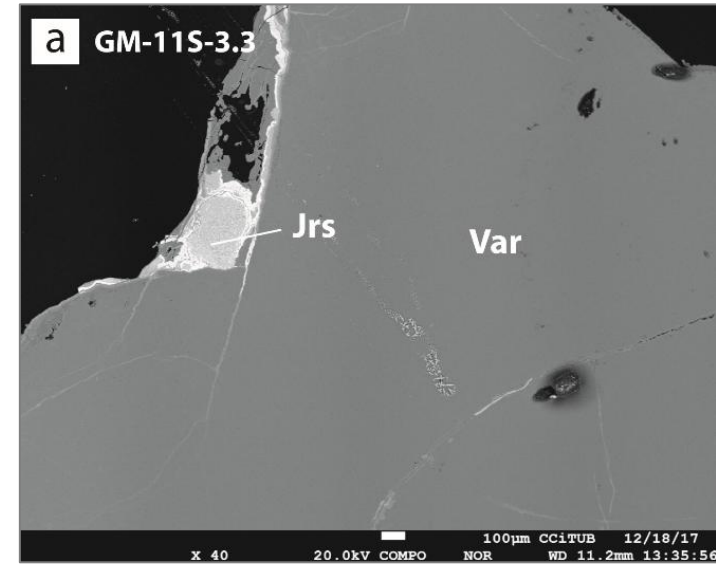
- **Fases criptocristal·lines i agregats porosos** → Baix percentatge en pes total (incloent H<sub>2</sub>O calculada).
- **Variacions principals: Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>**: 0,5 – 6 % en pes (variscita-strengita).
- **SiO<sub>2</sub>**: Contingut variable per mescles (quars, caolinita, halloysita, altres silicats).
- **Elements menors: Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>**: < límit de detecció – 0,17 % en pes.
- **V<sub>2</sub>O<sub>3</sub>**: Fins a 0,14 % en pes.



# ARQUEOMETRIA: Color

## ❖ Microsonda electrònica

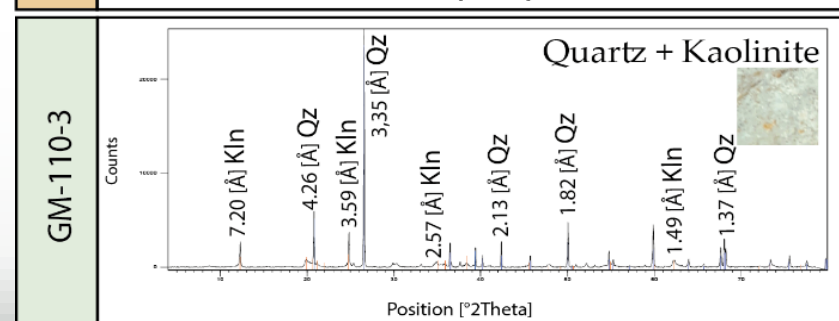
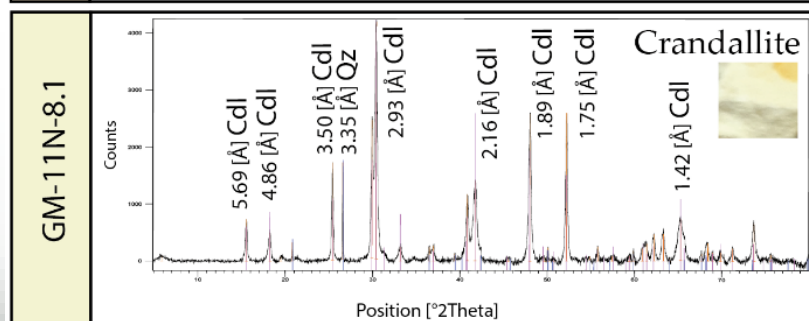
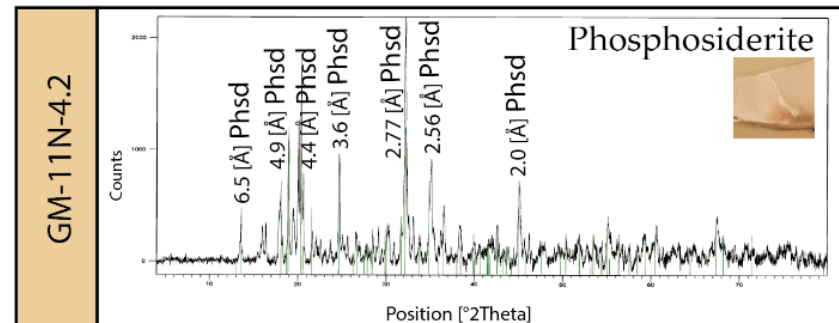
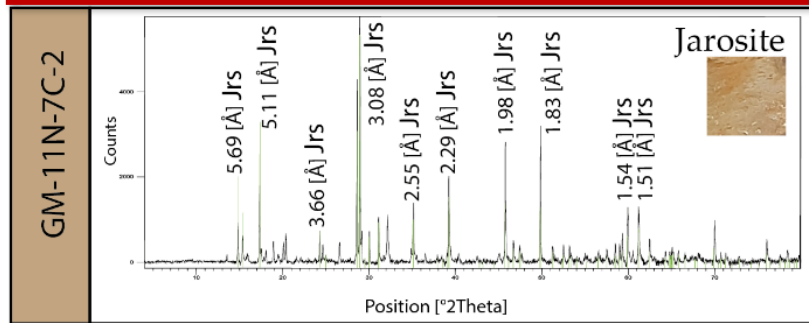
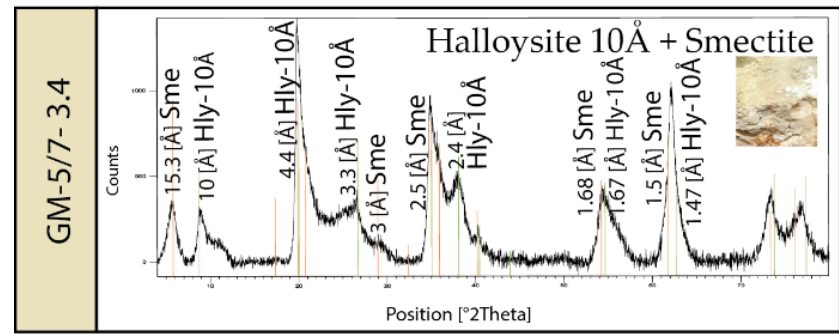
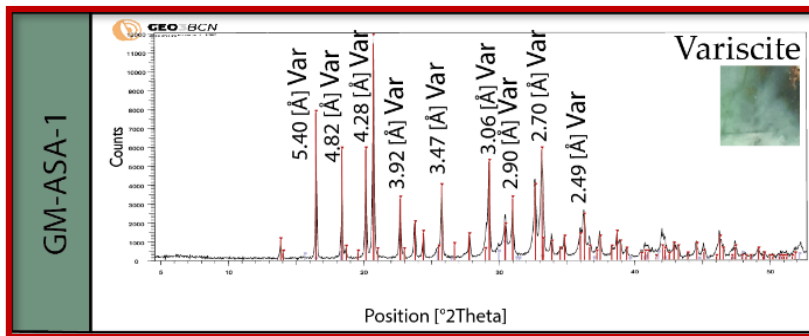
- Agregats criptocristal·lins, amb textura interna simple o agregats monomineràlics homogenis, de vegades travessats per venetes posteriors d'altres minerals.
- A major augment, es poden observar mescles de grafi en unitats aparentment homogènies, amb variscita criptocristal·lina, sílice criptocristal·lina i petites plaques de goethita.



# ARQUEOMETRIA: Caracterització

## MINERALIZACIÓ SUPERGÈNICA

❖ Difractogrames dels minerals principals trobats vs color:

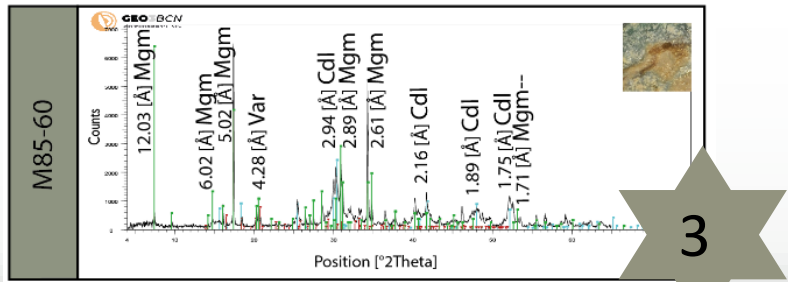
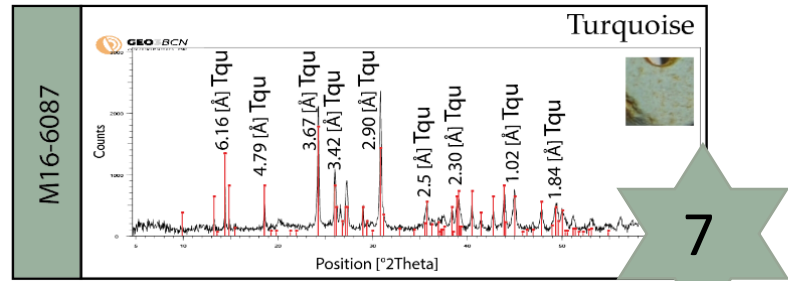
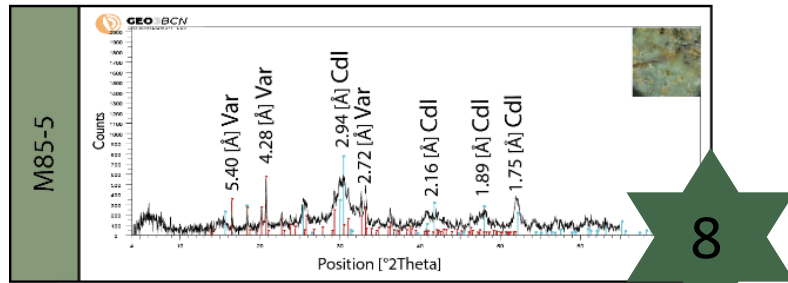




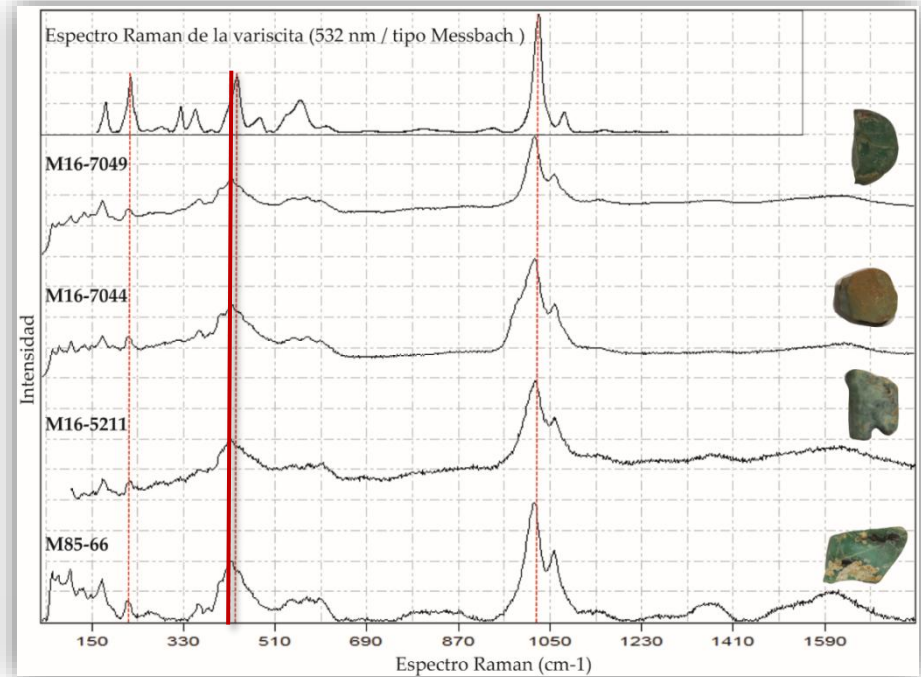
# ARQUEOMETRIA: Caracterització

## DENES ARQUEOLÒGIQUES

### ❖ Difractogrames de les denes:

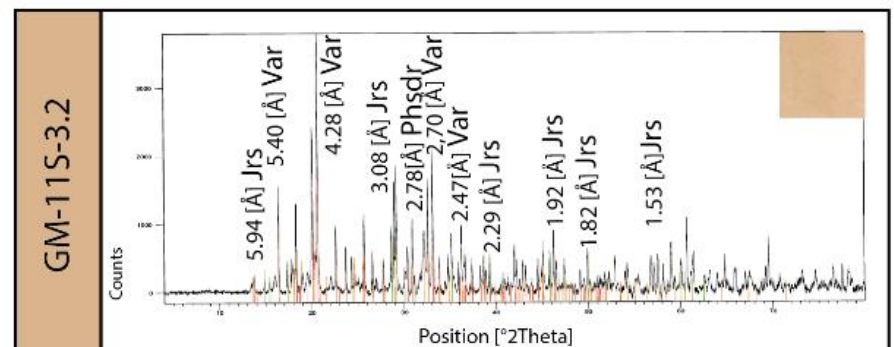
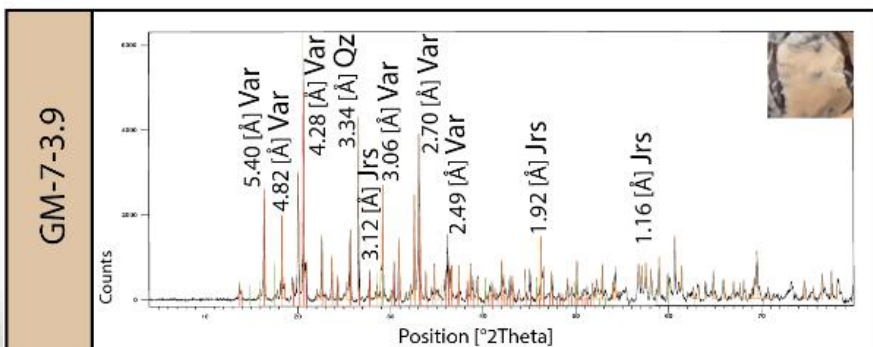
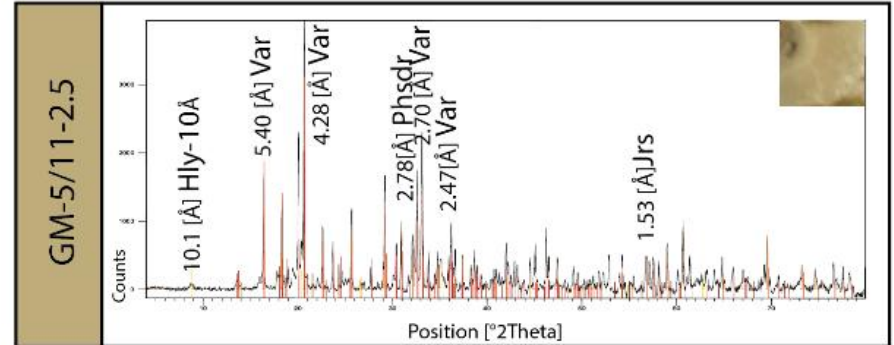
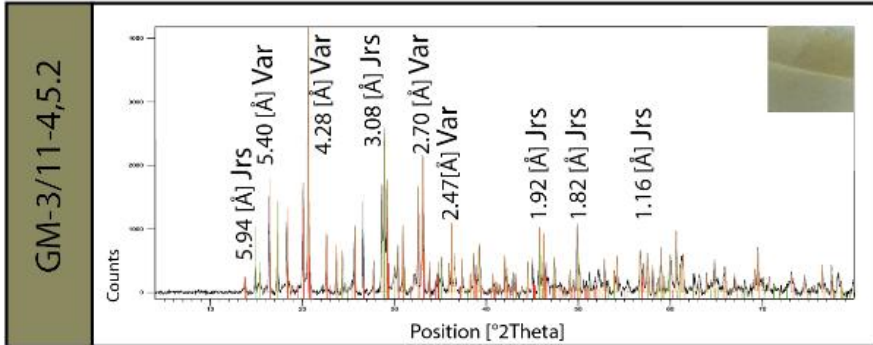
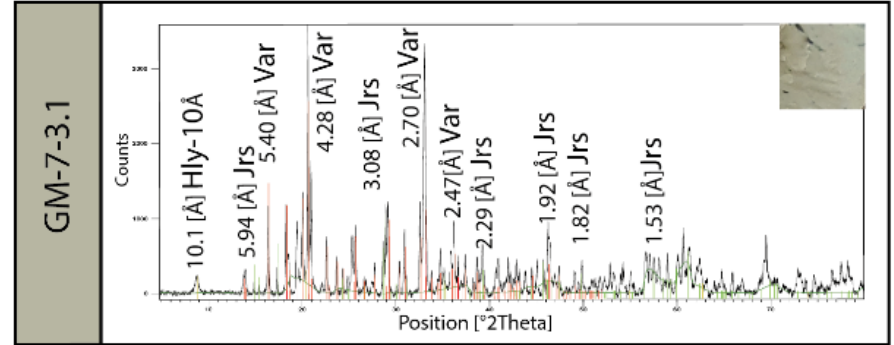
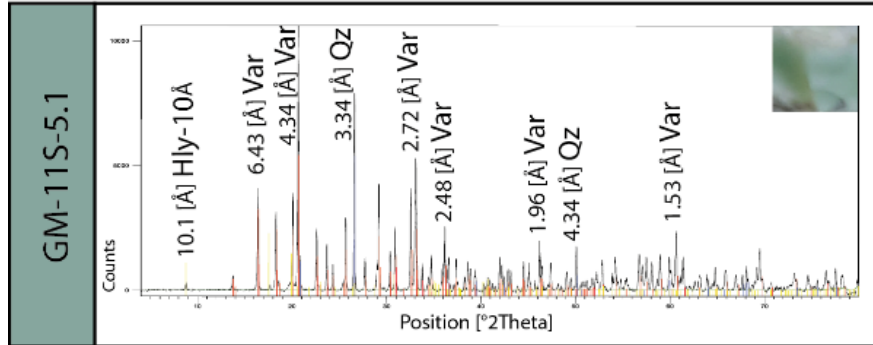


### ❖ Raman de les denes de variscita



# ARQUEOMETRIA: Color

❖ Difractogrames de les barreges de minerals vs color:





# ARQUEOMETRIA Color

## ❖ Efectes de la coloració per la mescla amb altres fases minerals

**Tons marrons**

Fosfosiderita

Jarosita

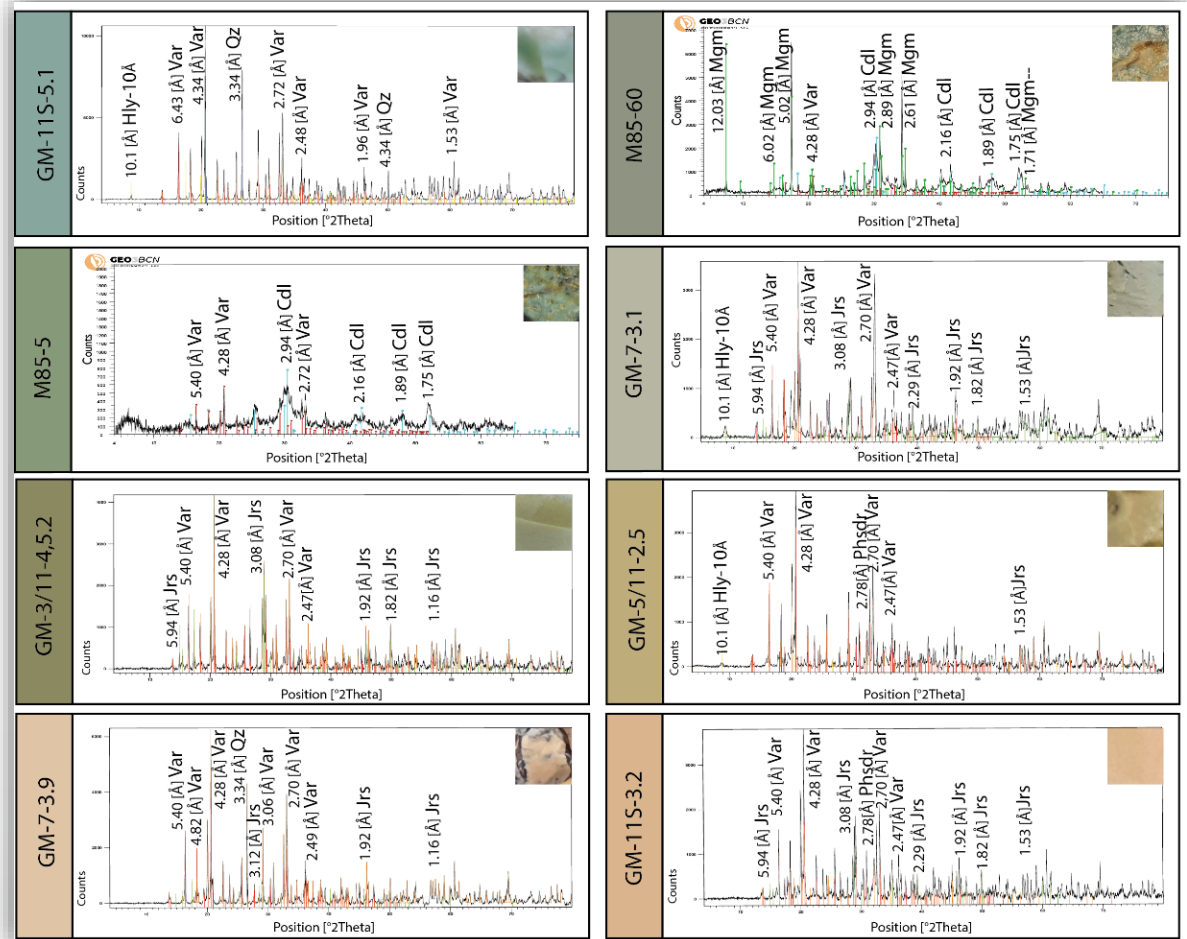
Goethita

**Tons esblanqueïts**

Halloysita

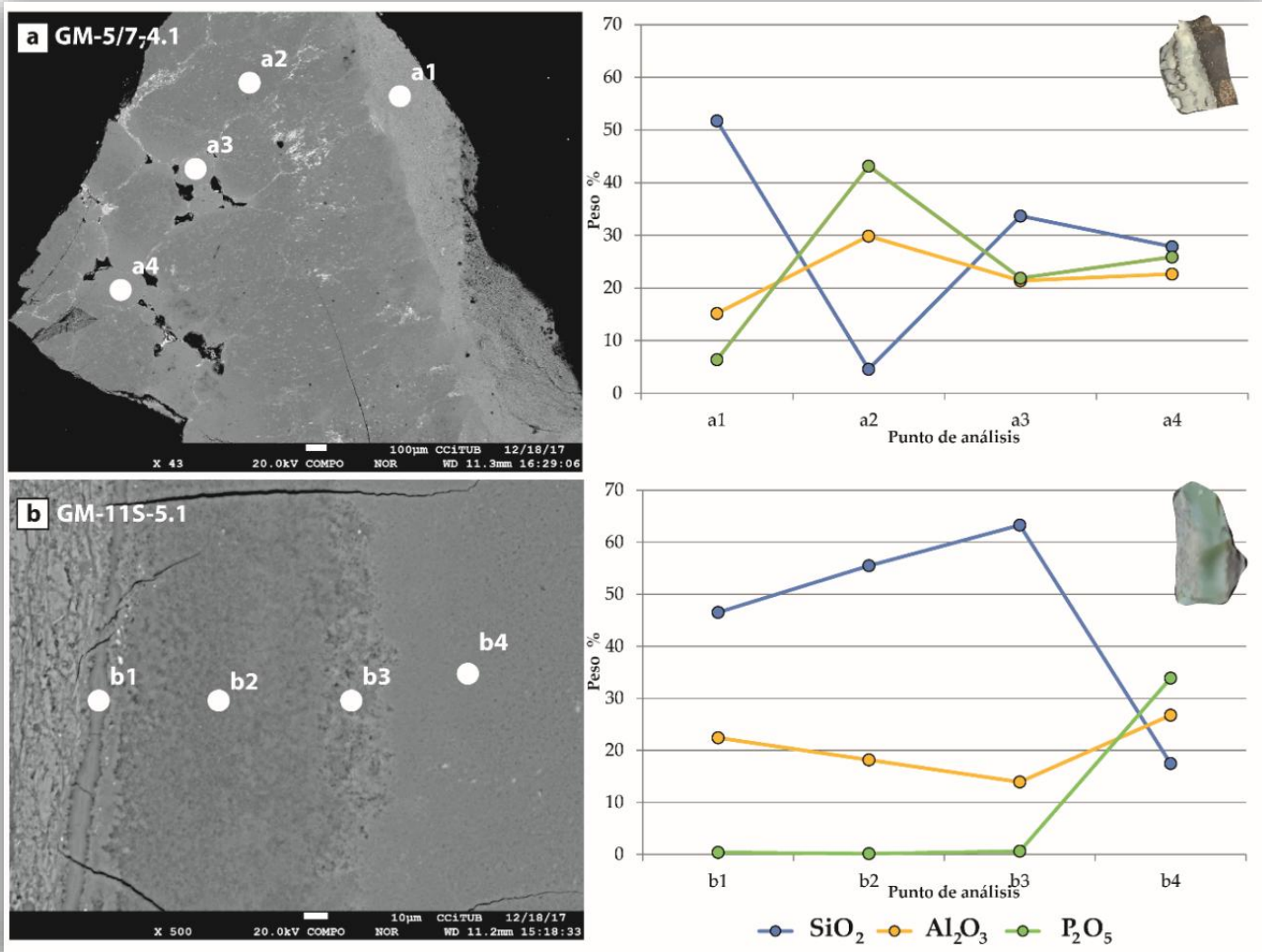
Crandallita

Quars



# ARQUEOMETRIA: Color

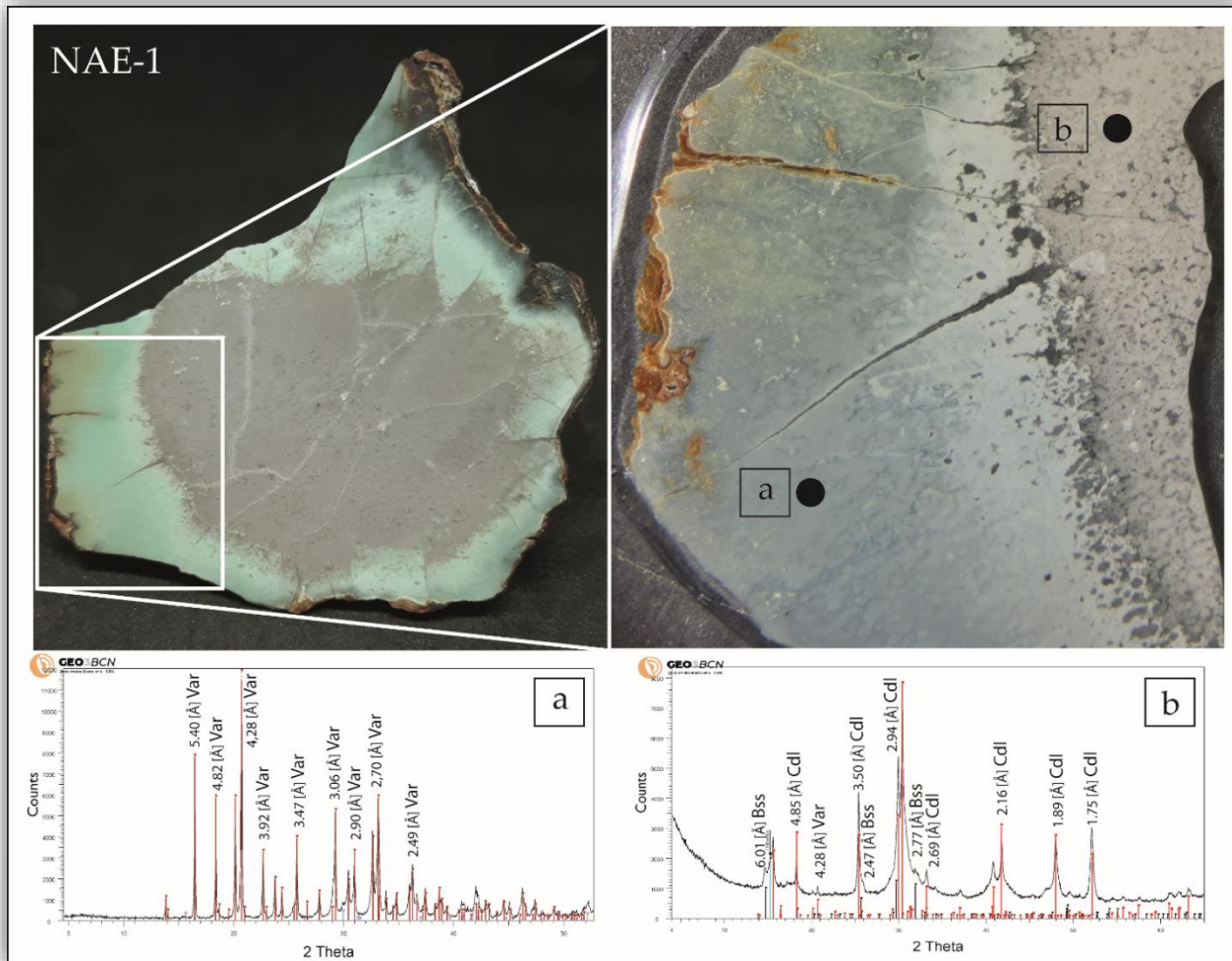
❖ Efectes de la coloració per la mescla amb altres fases minerals





# ARQUEOMETRIA dels materials de Gavà

❖ Efectes de la coloració per la mescla amb altres fases minerals

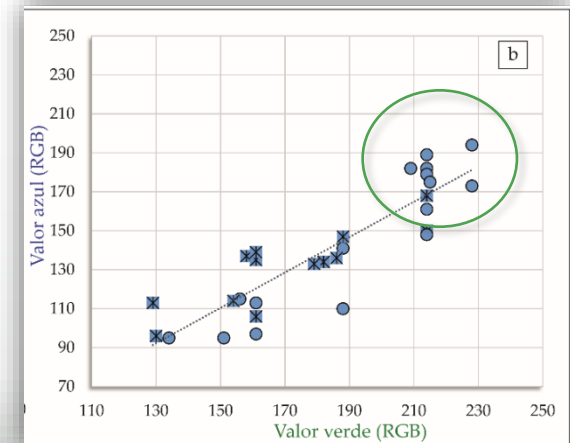
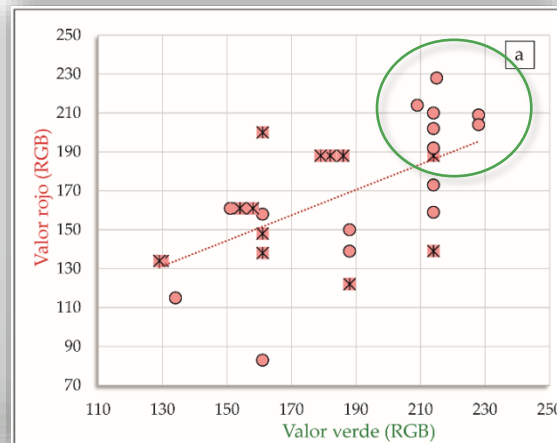


# ARQUEOMETRIA: Color

## ❖ Colorimetria

- **Correlació positiva** entre els valors dels tres valors de color.
- **Correlació més alta** entre els valors **blau i verd**.
- Mostres amb **predomini del vermell** → Color **parduscat**, valors RGB baixos.
- Mostres amb **RGB alts** → Valor **G (verd)** més alt que R i B

Muestras arqueológicas				Muestras minerales			
Muestra	Color NCS	Color Hex	Color	Muestra	Color NCS	Color Hex	Color
M16-1468	S2010-Y	#d6d1b6		GM-7-3.3	S3020-Y	#bec385	
M16-1511	S2020-G40Y	#c0d694		GM-7-3.7	S4010-G30Y	#94a187	
M16-5202	S1515-Y10R	#e4d7af		GM-7-3.9	S4020-Y	#a19a72	
M16-5211	S3020-G10Y	#8bbc8d		GM-7-4.5	S3020-G80Y	#bcba88	
M16-5868	S2020-B90G	#9fd6a1		GM-5/7-3.1	S2020-G50Y	#c8d696	
M16-6087	S1510-G20Y	#cce4c2		GM-5/11-2A.2	S5020-G90Y	#868260	
M16-7044	S4020-G90Y	#a19c73		GM-11N-5.2	S3020-G90Y	#bc6868	
M16-7049	S4020-G10Y	#cad6b3		GM-11N-7.2	S5010-Y10R	#868171	
M16-8520	S2010-G60Y	#d2d6b6		GM-11S-5.1	S3020-G	#7abc93	
M16-8669	S2010-G	#add6bd		GM-11S/3-4,5,2	S4010-G90	#a19e89	
M16-8773	S2010-G	#add6bd		GM-11N-4	S4030-G10Y	#67a16a	
M85-5	S2020-G10Y	#9fd6a1		GM-ASA-1	S2020-G	#8bd6a8	
M85-41	S3030-G30Y	#96bc6e					
M85-60	S2010-G20Y	#c0d6b7					
M85-66	S4030-G	#53a171					
M85-121	S5020-G30Y	#73865f					





# ARQUEOMETRIA:Color

## ❖ Efectes de la coloració per les característiques estructurals i composicionals.

Tonalitats de verd associades a característiques estructurals

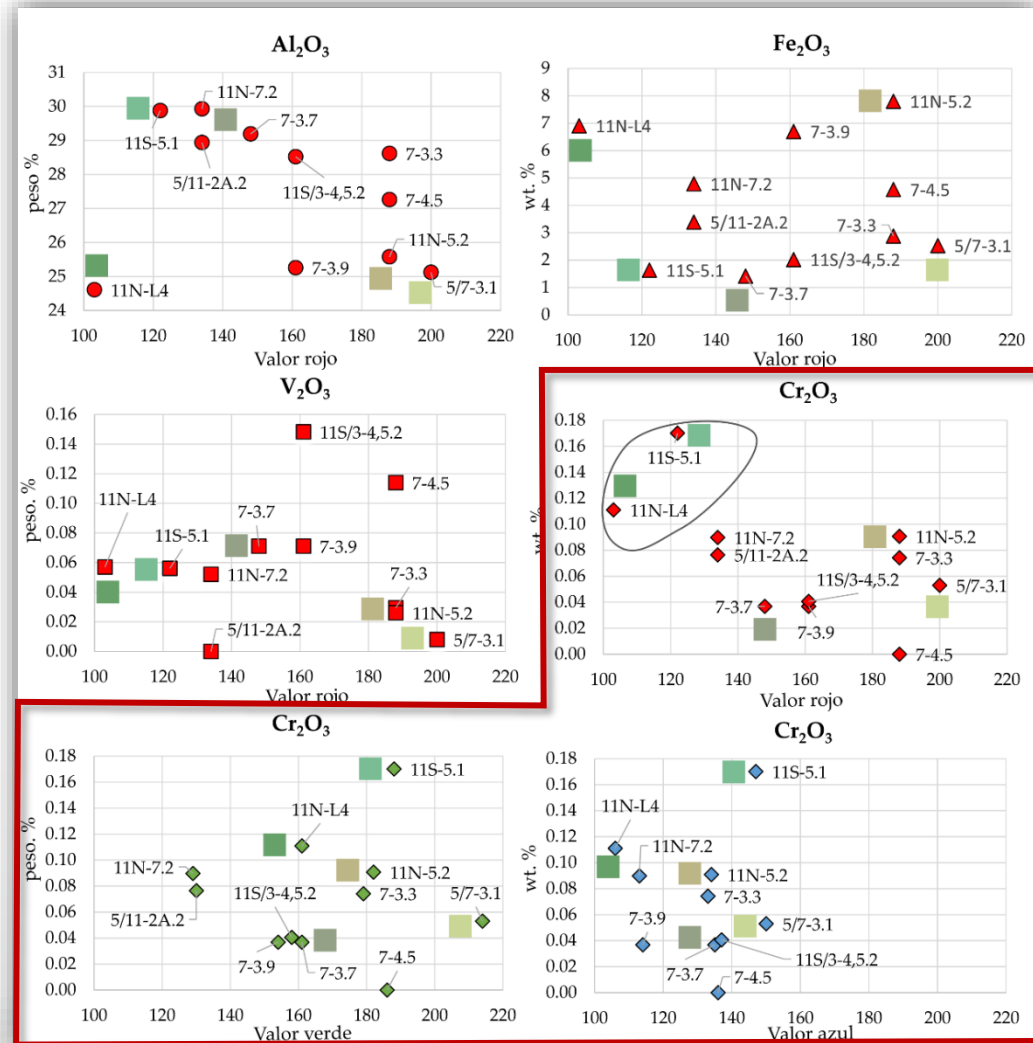
-> Els politips **Messbach/Lucin** influeixen?

Tonalitats de verd associades a variacions composicionals

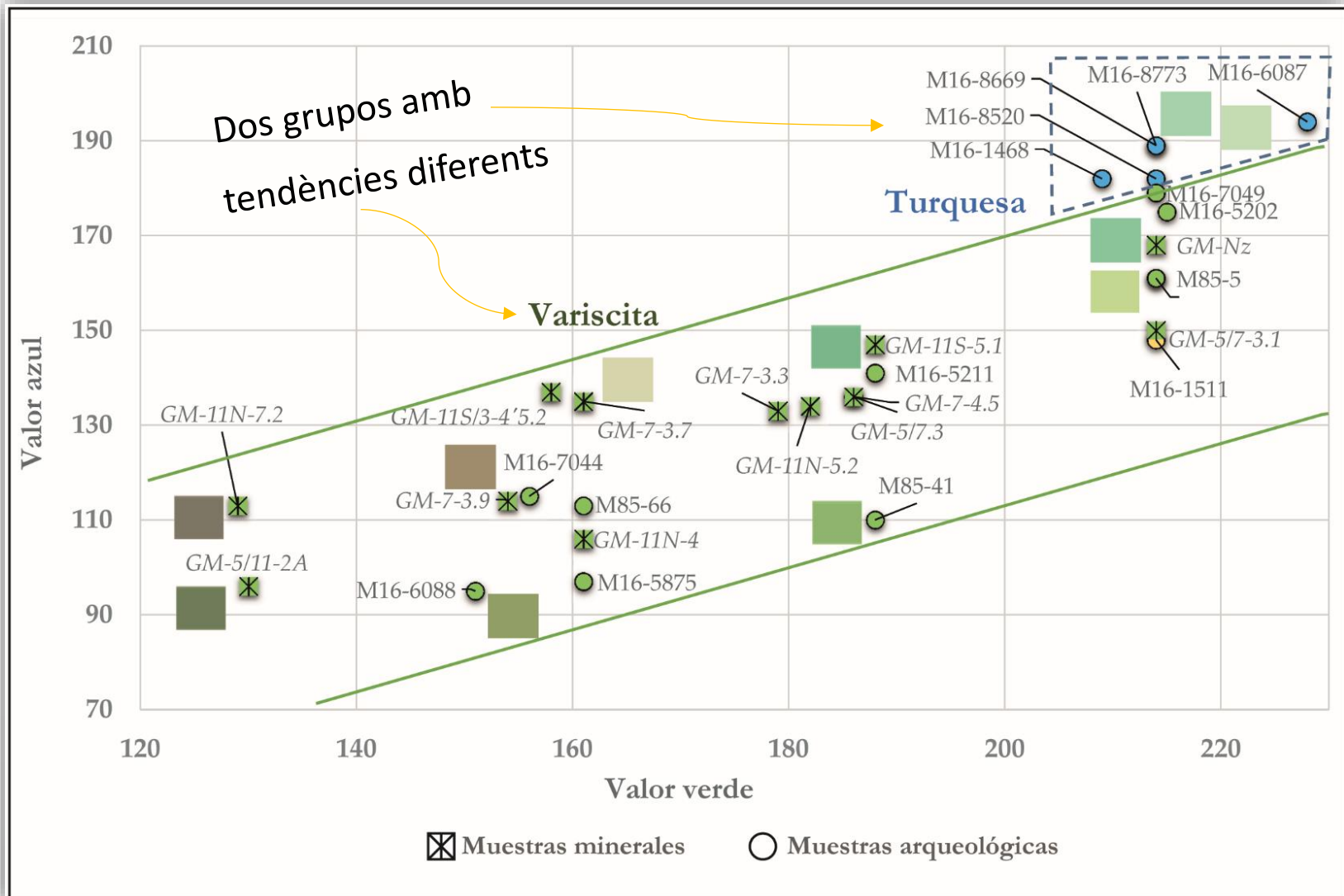
-> Pot atribuir-se al contingut de **Fe**?

I al de **Mn**?

-> I al de **Cr<sup>3+</sup>**?



# ARQUEOMETRIA dels materials de Gavà





1

2

3

4

5

*Conclusions*

# CONCLUSIONS



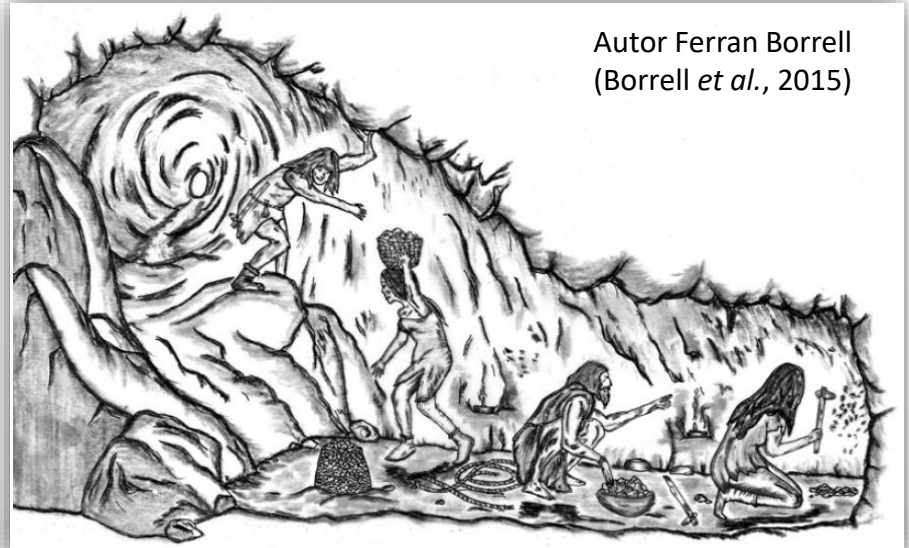
Els **miners neolítics** van saber aprofitar la calcreta quaternària com a sostre de les mines, i van usar els pilars per a millorar la seva estabilitat. Possiblement van trobar la manera de mantenir ventilades les galeries.



Les galeries i pous segueixen les **vetes** de variscita pura o vetes de les seves barreges amb altres minerals. Algunes segueixen vetes d'argiles verdes, essent aquestes explotacions abandonades.



En el sector de Les Ferreres, la presència de fosfosiderita, probablement, es va utilitzar com a **criteri d'exploració** per a trobar variscita.





# CONCLUSIONS

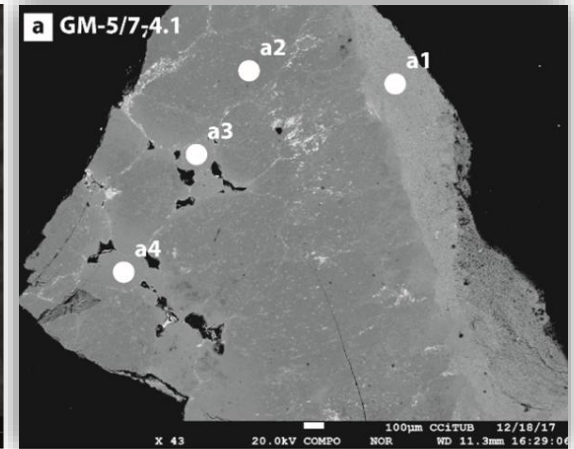
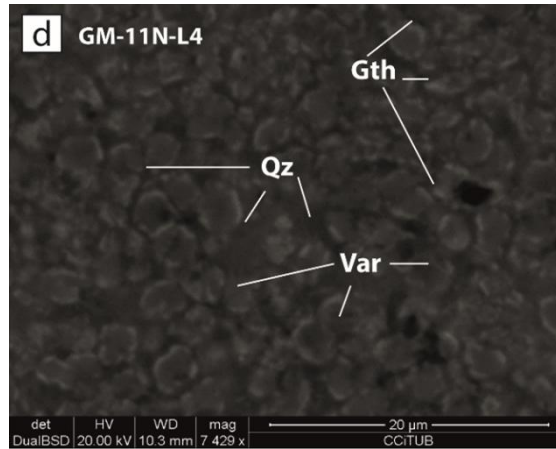
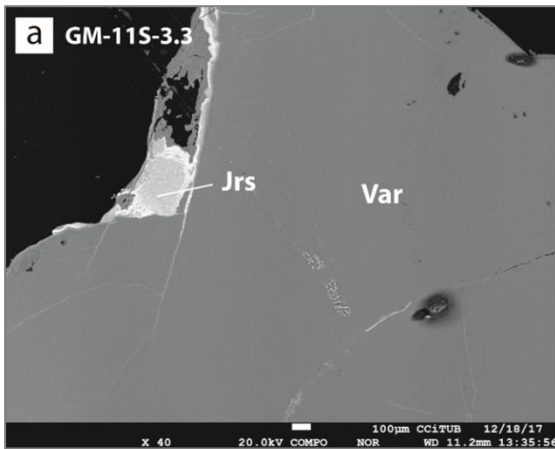


Les **denes de collar** s'elaboraven principalment de variscita i turquesa, però existeixen denes d'altres minerals dèbilment acolorits que s'associen amb la variscita en les vetes (e.g., crandallita, hal·loysita).

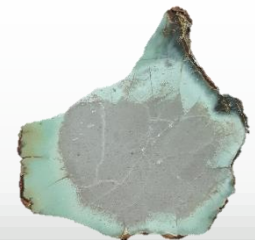


# CONCLUSIONS

La **variscita** és criptocristal·lina, del politip Messbach, no conté  $\text{Fe}^{2+}$  ni  $\text{Mn}$  i està barrejada amb altres minerals criptocristal·lins com quarz, hal·loysita, fosfosiderita o crandallita.



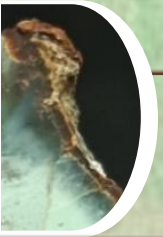
El color intens en la **variscita** es correlaciona positivament amb la quantitat de  $\text{Cr}^{3+}$  i, les variacions de color, a les barreges amb altres minerals.







*Recursos  
didàctics*



# MUSEU DE GAVÀ



## MUSEU DE GAVÀ: Exposició permanent

### Horari:

De dimarts a divendres de 10 a 14 h i de 16 a 19 h

Dissabtes d'11 a 14 i de 16 a 19 h

Diumenges d'11 a 14 h



Explica el nostre paisatge i fa un recorregut per la història del territori a través de sis sales, entre les que es troba la imprescindible col·lecció d'objectes i aixovars funeraris originals trobats a les mines prehistòriques de Gavà:

Sala 1: Què és el paisatge?

Sala 2: Els primers habitants del paisatge.

Sala 3: Els primers pagesos.

Sala 4: Pagesos i comerciants a l'antiguitat.

Sala 5: Cavallers, monjos i pagesos.

Sala 6: El paisatge contemporani.





# MUSEU DE GAVÀ



## PARC ARQUEOLÒGIC MINES DE GAVÀ: Exposició permanent

### **Horari d'hivern**

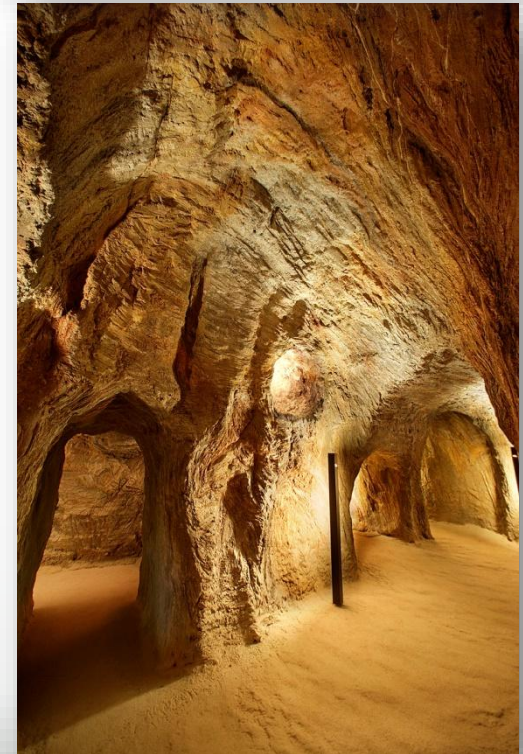
Dilluns - divendres 10 - 14.30 h

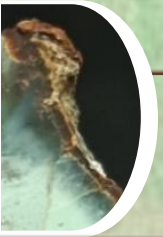
Dissabtes 10 - 18.45 h

Diumenges i festius 10 - 14.30 h

Permet reviure l'experiència d'investigar, junt amb una expedició arqueològica, com era la vida fa 6.000 anys i endinsar-se en la màgia de les mines en galeria més antigues d'Europa.

1. El jardí neolític.
2. Audiovisual.
3. La mina central i l'excavació.
4. El laboratori del medi natural.
5. El laboratori de la tecnologia.
6. El laboratori de l'ésser humà.
7. Audiovisual de la mineria.
8. La mina reproduïda.
9. Objectiu: Neolític (sala d'interactius).





# MUSEU DE GAVÀ



## MUSEU DE GAVÀ + PARC ARQUEOLÒGIC MINES DE GAVÀ : *Activitats*

### Oferta educativa



Els espais de Patrimoni Cultural de Gavà posem a l'abast de la comunitat educativa una oferta diversa d'activitats, quant a nivells i temàtiques. Fomentem l'educació i la formació, des d'un punt de vista lúdic i experiencial. Consulteu les activitats disponibles i contacteu amb nosaltres per a més informació i reserves, així com per fer-nos arribar necessitats especials.

📞 93 263 96 50

✉️ [museu@gava.cat](mailto:museu@gava.cat)

✉️ [parcarqueologic@gava.cat](mailto:parcarqueologic@gava.cat)

### VISITA GUIADA DE DUES HORES AMB TALLER AL PARC ARQUEOLÒGIC



Durada: 2 hores

Nivell educatiu:

Educació infantil, Educació primària, ESO, Batxillerat

### ROQUES I MINERALS A LES MINES PREHISTÒRIQUES DE GAVÀ



Durada: 1 hora

Nivell educatiu:

Educació primària, ESO

### VISITA GUIADA DE TRES HORES AMB TALLER AL PARC ARQUEOLÒGIC



Durada: 3 hores

Nivell educatiu:

Educació primària, ESO, Batxillerat

### TREBALL DE SÍNTESI "L'ÉSSER HUMÀ, ACTOR EN EL PAISATGE"



Durada: 2 dies

Nivell educatiu: ESO

### VISITA DINAMITZADA "EL FUTUR JA ÉS AQUÍ"



Durada: 1:30 h

Nivell educatiu:

Educació primària, ESO

### VISITA GUIADA DE DUES HORES AL PARC ARQUEOLÒGIC



Durada: 2 hores

Nivell educatiu:

Educació primària, ESO, Batxillerat



# MUSEU DE CIÈNCIES NATURALS DE BARCELONA

## EXPOSICIONS



Jardí Botànic



Centre Martorell  
d'Exposicions



Castell dels Tres  
Dragons



Fòrum



# MUSEU DE CIÈNCIES NATURALS DE BARCELONA

## ACTIVITATS



Jardí Botànic



Centre Martorell  
d'Exposicions



Castell dels Tres  
Dragons



Fòrum

<https://edunat.museuciencies.cat/>



En construcció?

Els processos de formació geològica de la Terra

- [Museu de Ciències Naturals - Parc del Fòrum](#)
- [1r Eso, 2n Eso, 3r Eso, 4t Eso](#)
- [Activitat dinamitzada](#)
- 3 h [2 educadores]



I després de la foscor?

Com s'ha format la Terra d'avui?

- [Museu de Ciències Naturals - Parc del Fòrum](#)
- [5è de Primària, 6è de Primària, 1r Eso, 2n Eso](#)
- [Activitat dinamitzada](#)
- 3 h [2 educadores]



# MUSEU DE CIÈNCIES NATURALS DE BARCELONA

## COL·LECCIONS



Jardí Botànic



Centre Martorell d'Exposicions



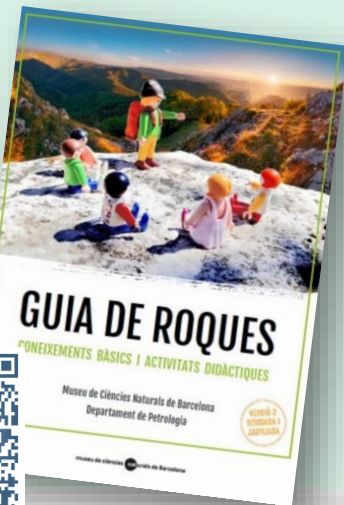
Castell dels Tres Dragons



Fòrum

### Guia de Roques:

Coneixements bàsics i activitats didàctiques



AR i BR  
Cat i Cast



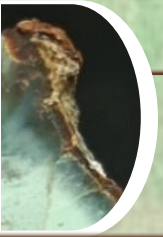
- Consulta i assessorament
- Material geològic didàctic.
- Servei de làmina prima.





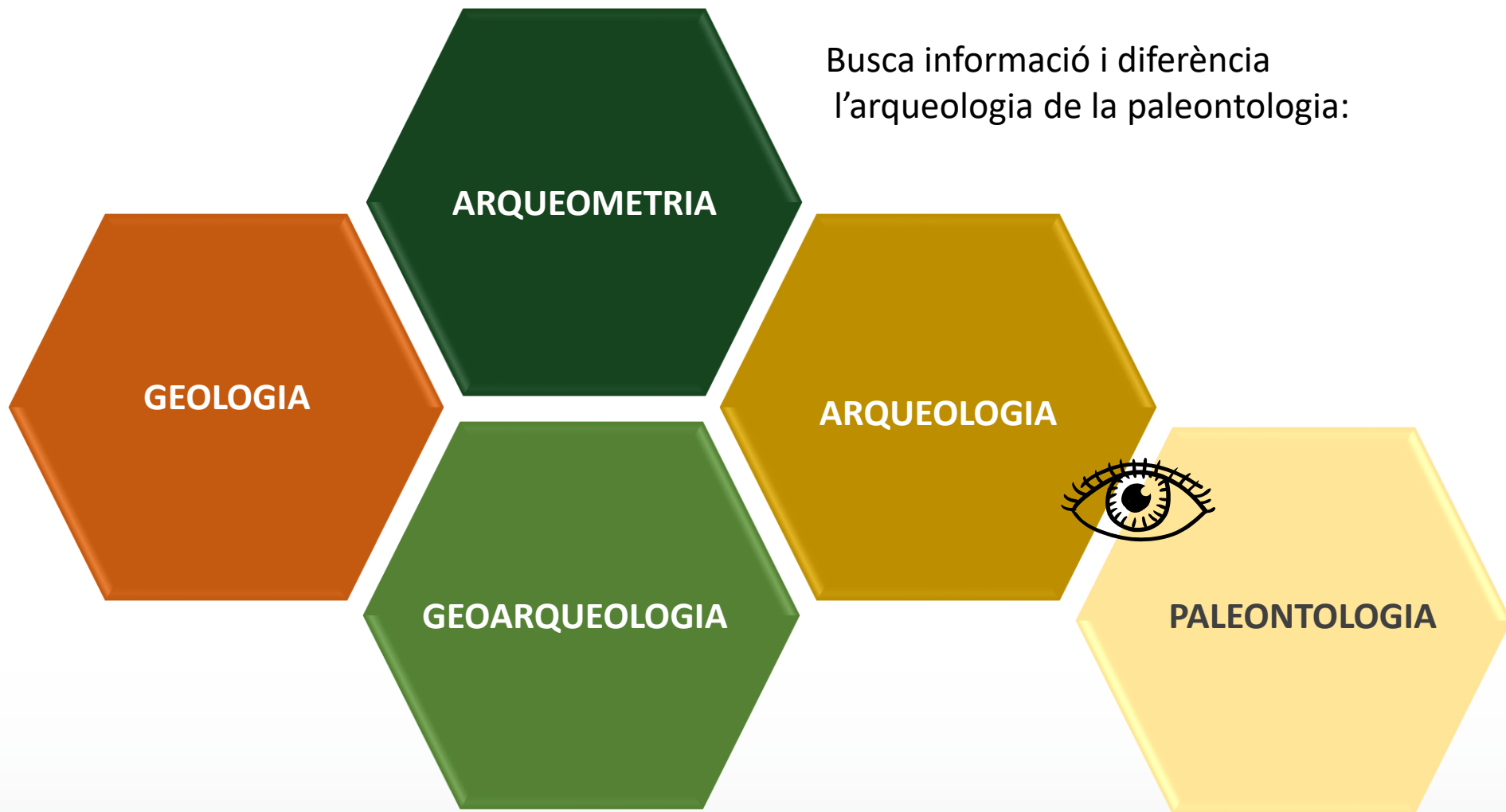
*Activitat 1:  
Qui és què*





# ACTIVITAT 1: Qui és qui

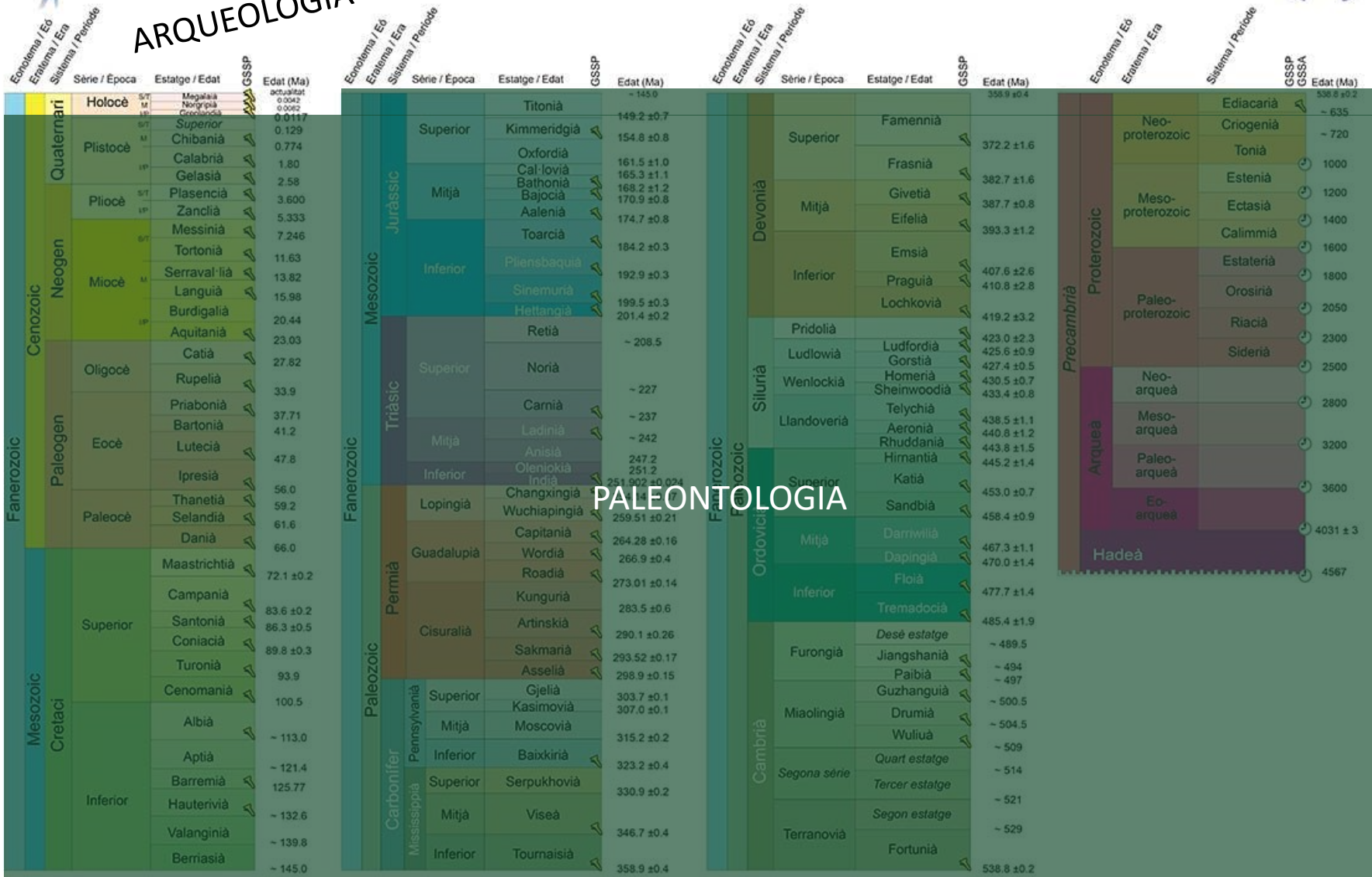
Busca informació i diferencia  
l'arqueologia de la paleontologia:





# ACTIVITAT 1: Qui és qui

## ARQUEOLOGIA



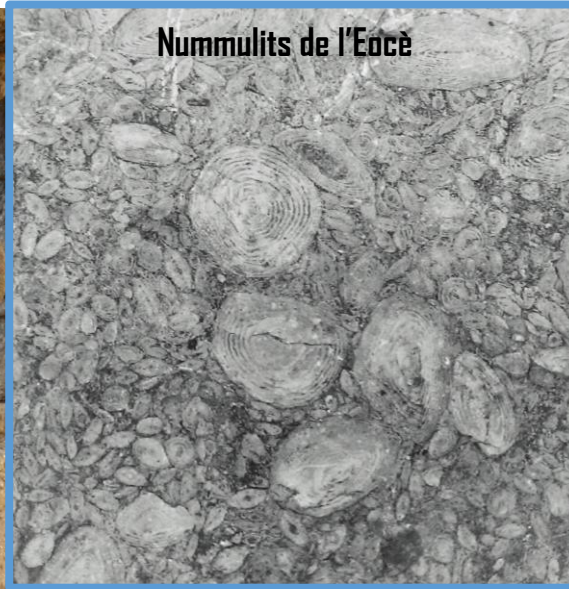


# ACTIVITAT 1: Qui és qui

1.



Nummulits de l'Eocè

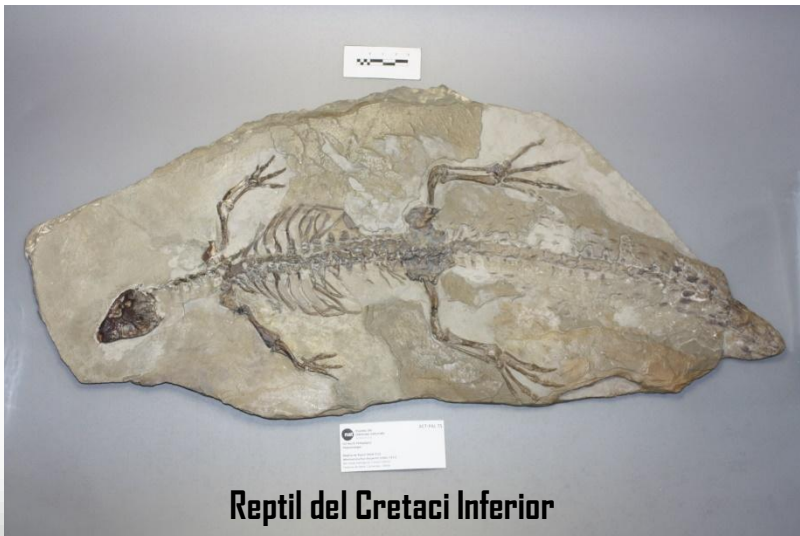


3

ORIGEN DEL GÈNERE *Homo*  
2,5 Milions d'anys aprox.



2



Reptil del Cretaci Inferior

3

OS DE LES CAVRENES  
*Ursus spelaeus*  
24.000 anys



# ACTIVITAT 1: Qui és qui

Ara busca informació i diferència geologia, georqueologia, arqueometria

**GEOARQUEOLOGIA**

**GEOLOGIA**

**ARQUEOLOGIA**

Estudia les societats del passat mitjançant l'anàlisi de les seves restes materials, estructures i contextos culturals.  
A partir Holocè aprox.

**ARQUEOMETRIA**

**PALEONTOLOGIA**

Ciència que estudia els organismes del passat a través dels seus fòssils, incloent la seva evolució i interacció amb el medi ambient.  
Fins al Holocè aprox.



# ACTIVITAT 1: Qui és qui

## GEOLOGIA

Ciència que estudia la composició, estructura, processos i història de la Terra.

## GEARQUEOLOGIA

Aplica mètodes i conceptes de la geologia per entendre:

1. processos de formació de jaciments arqueològics
2. ús de matèries primeres
3. interacció de les societats amb el medi.

## ARQUEOLOGIA

Estudia les societats del passat mitjançant l'anàlisi de les seves restes materials, estructures i contextos culturals. A partir Holocè aprox.

## ARQUEOMETRIA

Aplicació de tècniques científiques per analitzar materials arqueològics, datar restes i determinar la seva composició i origen.

# ACTIVITAT 1: Qui és qui

Cal que us dividiu en tres grups i formuleu preguntes segons cada rol:

**GEÒLEGS  
ESPECIALISTES EN  
GEOARQUEOLOGIA**

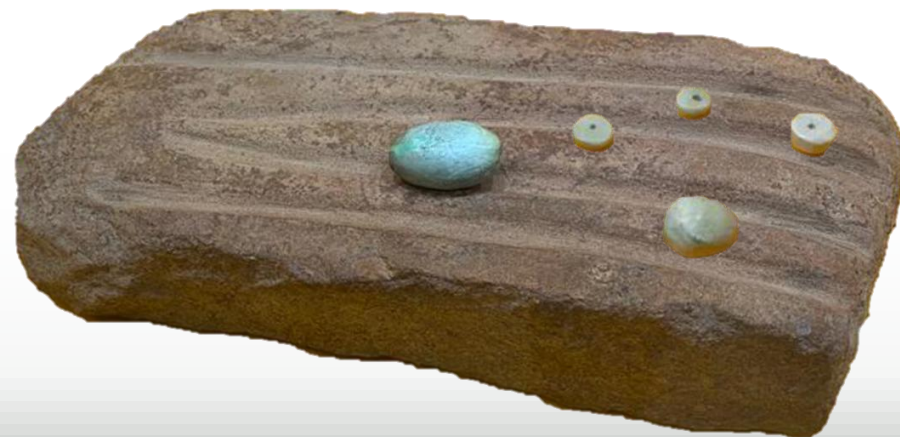
**GEÒLEGS  
ESPECIALISTES EN  
ARQUEOMETRIA**

**ARQUEÒLEGS**





# ACTIVITAT 1: Qui és qui



# ACTIVITAT 1: Qui és qui

## GEÒLEGS ESPECIALISTES EN GEOARQUEOLOGIA

- Com es va formar els minerals associats de la mina?
- Quines roques i minerals trobem a la mina i com estan distribuïts?
- La disposició de les vetes va afectar a la seva explotació?
- Quina és l'àrea font de les eines utilitzades en la mina?
- ...

## GEÒLEGS ESPECIALISTES EN ARQUEOMETRIA

- De quins minerals estan formades les denes?
- Les denes són dels mateixos materials que les vetes?
- Quines tècniques analítiques ens poden anar bé per conèixer i comparar la composició química de les vetes i les denes? (FRX, espectrometria de masses, difracció de raigs X...)
- Per què les variscites tenen diferents colors?
- ...

## ARQUEÒLEGS

- Quines tècniques de mineria podrien haver fet servir els miners neolítics?
- Hi ha evidències de com duien a terme l'explotació de la mina?
- Com obtenien, transformaven i distribuïen les denes de variscita?
- Quant va durar?
- ...





*Activitat 2:  
L'enigma de la  
variscita*

## ACTIVITAT 2: L'enigma de la variscita



### PLANTEJAMENT DEL PROBLEMA



Per què les variscites de Gavà tenen diferents colors?

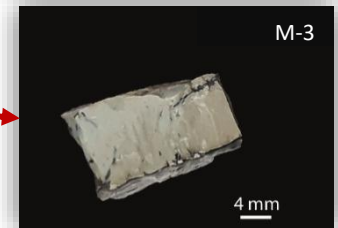
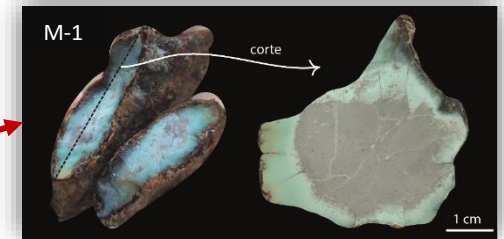
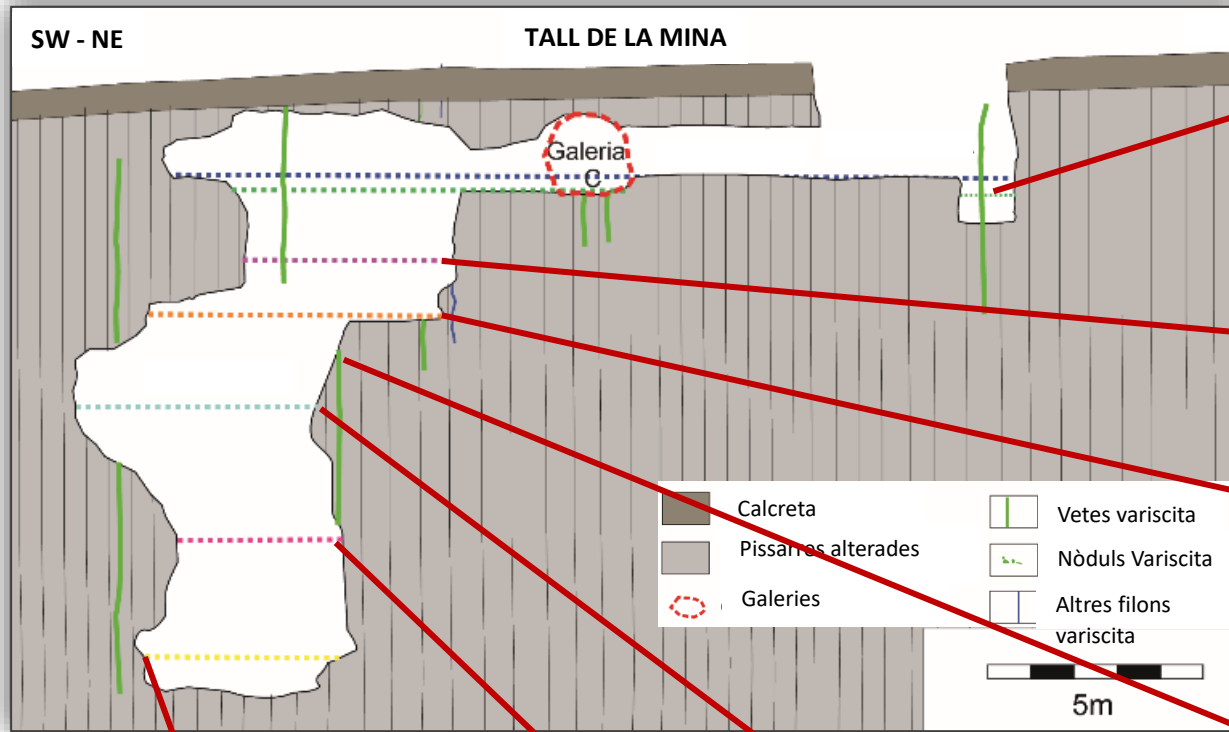
**Pluja d'idees:  
HIPOTESIS?**






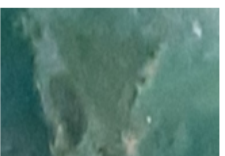
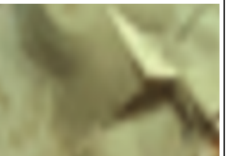

# ACTIVITAT 2: L'enigma de la variscita

**MOSTREIG: 1. Mira la columna estratigràfica i les mostres en profunditat: El color de la variscita té relació amb la profunditat?**



# ACTIVITAT 2: L'enigma de la variscita

## RESULTATS GEOQUÍMICA:

Mostra	M-1	M-3	M-4	M-4,5	M-5	M-6	M-7
<b>GEOQUÍMICA (pes %)</b>							
<b>SiO<sub>2</sub></b>	1,15	21,89	10,40	2,29	0,59	1,15	0,14
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	31,44	27,12	24,61	28,52	30,90	28,00	1,54
<b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	0,69	0,53	7,91	2,02	1,68	5,61	39,14
<b>MgO</b>	0,10	0,06	0,10	0,11	0,00	0,06	0,01
<b>CaO</b>	10,06	1,59	0,85	0,39	0,28	0,69	0,60
<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	39,02	28,49	33,16	44,23	45,26	46,17	38,07
<b>Na<sub>2</sub>O</b>	0,00	1,02	0,09	0,05	0,00	0,02	0,02
<b>V<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	0,02	0,01	0,057	0,15	0,00	0,05	0,00
<b>Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	0,08	0,05	0,111	0,04	0,14	0,04	0,00
<b>H<sub>2</sub>O</b>	17,31	19,24	22,22	22,14	21,28	18,73	24,31



## ACTIVITAT 2: L'enigma de la variscita

2. Amb l'ajuda de la taula següent descobreix quin mineral o minerals hi ha a cada mostra (considerar els percentatges superiors al 5 %). El mineral ens donarà una pista per a explicar el color de cada mostra.

		Na <sub>2</sub> O	CuO	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	H <sub>2</sub> O	SO <sub>3</sub>	CO <sub>2</sub>
Fosfats	Variscita o Metavariscita						■				■	■		
	Turquesa		■				■				■	■		
	Montgomerita			■	■		■				■	■		
	Crandallita			■			■				■	■		
	Fosfosiderita o estregueta								■		■	■		
	Apatita			■							■			
	Hidroxilapatita			■							■			■
	Evansite						■				■	■		
	Perhamita			■			■			■	■	■		
	Delvauxite			■	■		■		■		■	■	■	
Òxid	Quars									■				

3. Fes una cerca dels minerals que han donat i anota les propietats que els diferencien.

## ACTIVITAT 2: L'enigma de la variscita

4. Comparant els espectres de la difracció amb els patrons a continuació, pots concretar més respecte quins minerals hi ha? PLANTILLES (<https://rruff.info/>). Ajuda: fixa't en els pics amb el angle 2 Theta més baix.

Torna a anotar els minerals resultants de cada mostra.

M-1	M-3	M-4
Variscita + crandallita	Variscita + quars	Variscita + fosfosiderita + quars
M-4,5	M-5	M-6
Variscita	Variscita	Variscita
M-7		
Fosfosiderita		










## ACTIVITAT 2: L'enigma de la variscita

### RESULTATS COLORIMETRIA:

Sabem, per la bibliografia, que hi ha ions que poden donar color blau als minerals com són el Vanadi 3+ o el Crom 3+. Els dos els hem valorat en la geoquímica.

Per altre banda com volem conèixer les diferències color de manera més precisa hem utilitzat un espectro-colorímetre portàtil, un dispositiu que mesura el color d'un material analitzant com reflecteix o absorbeix la llum. Els resultats de cada mostra és el següent:

Mostra	M-1	M-3	M-4	M-4,5	M-5	M-6	M-7
<b>COLORIMETRIA</b>							
Valor vermell	193	179,00	103	214,00	122	188	134
Valor verd	228	189	161	210	188	182	129
Valor blau	179	147	106	180	147	134	113

## ACTIVITAT 2: L'enigma de la variscita

5. Amb les dades de la colorimetria i dels percentatges de la geoquímica en  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  i  $\text{V}_2\text{O}_3$  fes les següents gràfiques i treu conclusions sobre el color i respecte els dos cations representats..

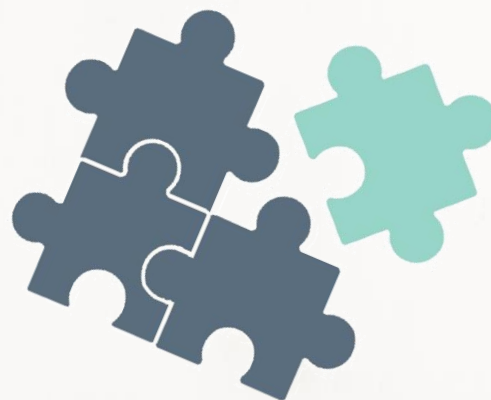
- Y: valor blau/ X: valor verd
- Y: %  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  / X: valor vermell
- Y: %  $\text{V}_2\text{O}_3$  / X: valor vermell

6. Mira les imatges dels collarets que hem fet servir de referència per mostrejar. De quins minerals estan fetes?



## ACTIVITAT 2: L'enigma de la variscita

### CONCLUSIONS GRUPALS:



Moltes gràcies!

Contacte:

[ydiaz@bcn.cat](mailto:ydiaz@bcn.cat)