

**Departament de Cristal·lografia,
Mineralogia i Dipòsits Minerals.**

**GEOLOGIA I METAL·LOGENIA DEL
CONTACTE SUD DEL GRANIT
D'ANDORRA (PIRINEU CENTRAL).**

Albert SOLER i GIL

Gener 1990

7.- PROSPECCIO ESTRATEGICA A LA BATEA.

7.- PROSPECCIO ESTRATEGICA A LA BATEA.

7.1 INTRODUCCIO.

L'objectiu d'aquesta campanya de prospecció és la localització dels diferents skarns de l'àrea mineralitzats en scheelita i or. Per aquest motiu s'ha realitzat una campanya de prospecció estratègica a la batea, per tal de mitjançant la presència de scheelita, or, òxids de ferro i calcosilicats localitzar els skarns dels que provenen. Es va descartar la realització d'una campanya de geoquímica en sediments (stream sediments) ja que resultava molt més costosa (anàlisis químiques), alhora que els concentrats a la batea ens asseguraven la presència del wolframi en forma de scheelita.

La presència a l'àrea estudiada de nombrosos indicis de scheelita en diàclasis intragranítiques, l'ampli abast de l'aurèola de metamorfisme de contacte i la forta meteorització del granit a sauló, han limitat els resultats d'aquesta campanya.

7.1.1 FONAMENT DE LA PROSPECCIO AL LUVIONAR.

Les roques inestables a les condicions atmosfèriques superficials, estan sotmeses a una sèrie de processos destructius coneguts amb el nom d'agents erosius. Aquests fenòmens erosius depenen de diferents factors, tals com les condicions climàtiques, la natura de la roca mare i l'ambient químic del mitjà.

Hom diferencia dos tipus de meteorització: la física i la química. La primera desintegra mecànicament la roca i la segona modifica la composició química d'alguna o totes les fases minerals que formen la roca primària. A mesura que l'alteració química de

la roca augmenta, disminueix la cohesió d'aquesta arribant a enrrunar-se.

Tant la meteorització física com la química produeixen l'alliberament de constituents sòlids de la roca, estables en condicions atmosfèriques, que són dispersats per diversos agents tals com l'aigua, el vent, el glaç o la gravetat.

Segons Vaquero (1977) els diferents mitjans de transport produeixen una classificació segons el pes específic i la forma de les partícules, la qual depèn de llur resistència mecànica. En aquest sentit, Kukharenko (1961) defineix que en condicions d'igualtat en les dimensions inicials de les partícules, velocitat de transport, condicions climàtiques, etc, el poder de migració d'un mineral és proporcional a llur resistència a l'abrasió, i a llur estabilitat als agents erosius, i inversament proporcional a llur pes específic, tenen també importància la morfologia dels grans i llur mullabilitat.

Així, els minerals menys estables són dissolts o destruïts i tant sols els més estables perduren lluny de llur àrea de procedència, essent barrejats amb altres minerals menys madurs procedents d'àrees més pròximes.

7.1.2 OBJECTIUS.

L'objectiu fonamental de la prospecció al·luvionar és la detecció dels minerals pesants presents als materials detrítics, ja sigui perquè poden constituir un jaciment econòmic per sí mateixos, ja perquè ens permetran descobrir el jaciment primari del qual procedeixen.

Delimitarem, per tant, zones anòmales en els minerals buscats a través de les quals podrem acotar

l'àrea on es situen els dipòsits primaris en que s'han originat.

7.1.3 METODE.

Segons Guigues i Desvismes (1969), consisteix en realitzar mostretjos sistemàtics dels al.luvions a intervals regulars al llarg de la xarxa hidrogràfica de la zona a prospectar, amb vistes a anotar a cadascun dels punts mostrejats la composició mineralògica, ja sigui qualitativa, semiquantitativa o quantitativa. Així s'establiran mapes de repartició dels minerals, especialment d'aquells que presenten un interès econòmic en mineria.

7.1.4 MOSTREIG.

En les campanyes de prospecció al.luvionar a escala estratègica s'utilitza una separació entre mostres que oscil.la entre 1 i 5 Km Vaquero (1977), Manour (1979). I una densitat de mostreig de 1 mostra cada 5 a 10 Km² Stendal (1980), depenen de les condicions orogràfiques i climàtiques.

Fernandez (1983), a la propera àrea de la Val d'Aran va utilitzar una separació entre mostres de 2 Km, i una densitat d'una mostra cada 9 Km². Aquest autor fa servir la prospecció al.luvionar sols com a suport a una campanya de geoquímica en sediments amb una densitat de mostreig molt més gran. Malgrat que les condicions orogràfiques de la Val d'Aran són força semblants a les de la nostra àrea d'estudi. La meteorització de les roques i principalment la del granit són absolutament diferents. Tal com ja hem vist al capítol 3, el granit sofreig una importantíssima meteorització que enrruna la roca (sauló) i una forta erosió del sauló que no permet la implantació del sòl en molts casos. Això, provoca un gran aport de residus sòlids de la roca a les xarxes fluvials que dona lloc

a un important factor de dilució dels minerals detrítics. Per aquest motiu la nostra distància entre mostres ha estat de 400 m. El mostreig és dicotòmic a les confluències dels rius i sistemàtic al llarg del curs fluvial. S'han recollit 209 concentrats a la batea en un àrea de 743 Km², el que ens dóna una densitat de 1 mostra cada 3,5 Km² (Fig. B-1, annex 2). Les excepcions són degudes a la manca de llit fluvial, circumstància que generalment té lloc a les àrees de carena.

7.1.5 TECNICA DE MOSTREIG.

En el present estudi s'han utilitzat batees tipus "pan" califòrnia de 40 i 25 cm de diàmetre (Foto 7.1).

Tal com recomanen Vaquero (1977) i Stendal (1978), s'han mostrejat 10 litres de sediment per mostra. Aquests s'han agafat de diversos punts separats pocs metres per cada punt de mostreig. S'ha procurat agafar la mostra als llocs òptims per l'acumulació de minerals pesants, tals com meandres, barreres, rocoses, darrera grans blocs, etc.

Posteriorment per tal d'assolir una homogeneïtat de la sorra a batear, s'han tamisat els 10 litres amb un sedàs de 3 mm de llum. El tamisat s'ha realitzat sota l'aigua per tal de separar la fracció fina que pogués estar adherida als grans més grollers. La fracció superior a 3 mm de diàmetre ha estat observada i rebutjada en el cas de no observar-se cap mineralogia interessant.

Després, ja dins de la batea de 40 cm Ø, s'ha netejat d'argiles la fracció inferior a 3 mm i s'ha fet un primer concentrat. El concentrat es torna a tamisar, amb un sedàs de 1 mm de llum, per tal d'homogenitzar la mostra altre cop abans de realitzar la concentració final en la batea de 25 cm Ø.

La fracció superior a 1 mm és observada i rebutjada en el cas de no contenir cap mineralogia interessant. La fracció inferior a 1 mm de diàmetre es col·loca a la batea de 25 cm \varnothing i es torna a concentrar. Per tal de no apurar massa la concentració i perdre part dels minerals pesants, aturem la concentració quan observem una part de sorra enfosquida (minerals pesants) envoltada per sorra blanca (minerals més lleugers) (Foto 7.1). D'aquesta manera obtenim el concentrat definitiu de camp. A la Figura nº 7.1, podem observar l'esquema de passos seguits per tal d'assolir el concentrat de camp.

7.1.6 TRACTAMENT AL LABORATORI.

Els concentrats assolits al camp mitjançant la batea són assecats a l'estufa a uns 40-50 °C i posteriorment s'han separat els minerals lleugers dels pesants mitjançant líquids densos. Hem escollit com a líquid dens el bromoform (densitat 2,89 g/cm³). De la fracció concentrada de minerals pesants, hem preparat els minerals magnètics.

De la fracció restant, hem separat 3 fraccions diferents segons llur susceptibilitat magnètica. Per aconseguir-ho hem utilitzat un separador Frantz isodinàmic. Malgrat que no existeixen coincidències entre els diferents autors, hem adoptat, a l'igual que Parfenof (1967) i Vaquero (1977), una inclinació lateral de 15° i una pendent longitudinal de la regleta de Frantz de 15°.

D'aquesta manera hem aconseguit 4 fraccions de minerals amb densitat superior a 2,89 g/cm³: Fracció magnètica; Fracció amb susceptibilitat magnètica <0.5 mA; Fracció amb susceptibilitat magnètica entre 0.5 i 1 mA; Fracció amb susceptibilitat magnètica >1 mA. Les

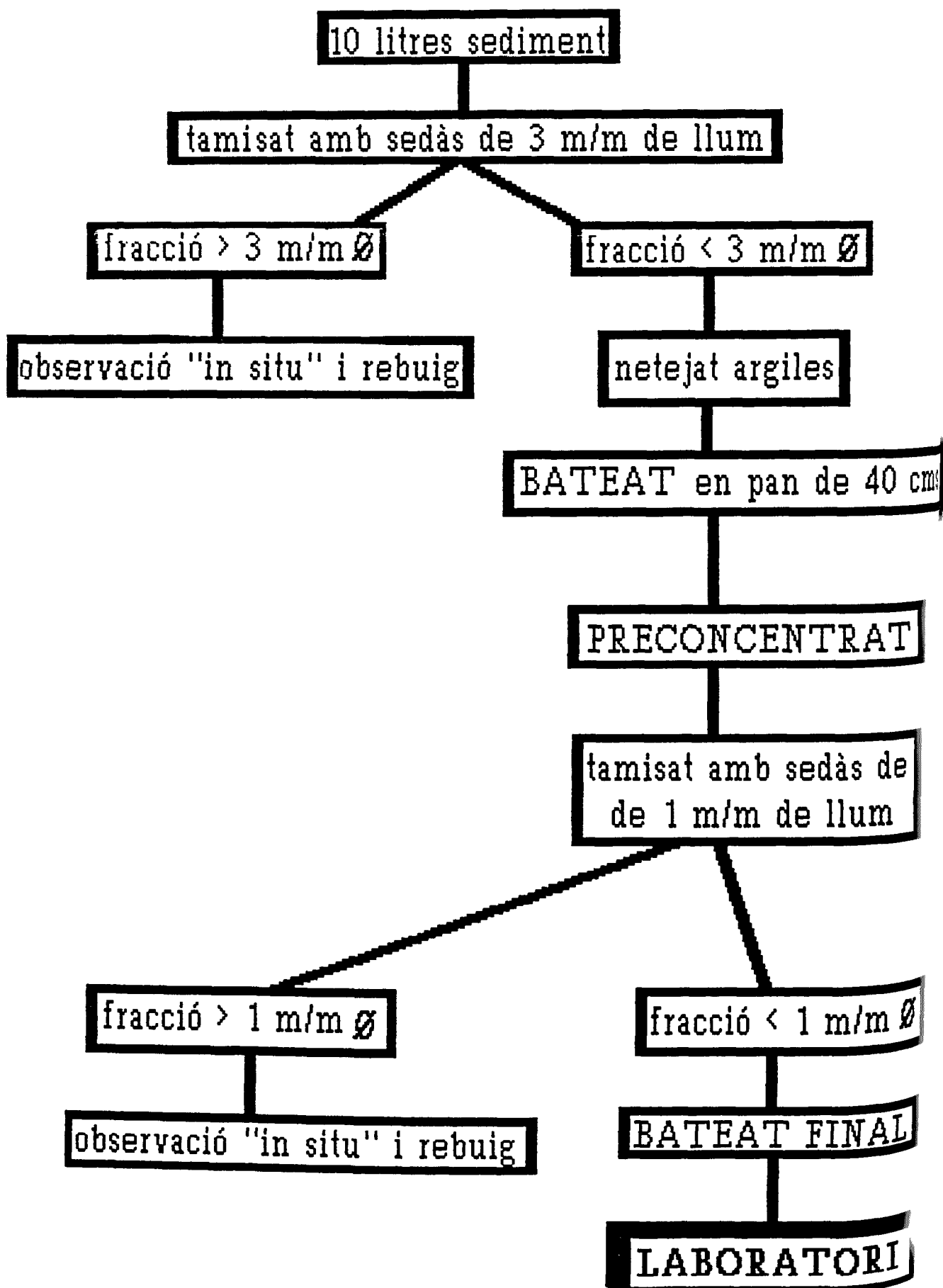


Fig. 7.1.- Esquema on es mostren els passos seguits per aconseguir un concentrat de camp.

scheelites i l'or han quedat concentrats a la fracció amb susceptibilitat magnètica superior a 1 mA.

Per tal de poder avaluar millor el contingut en partícules d'or i scheelites s'ha realitzat un tamisat de la fracció amb susceptibilitat magnètica superior a 1 mA en tres fraccions granulomètriques: Fracció amb mida de gra comprès entre 1 mm i 0.3 mm; Fracció amb mida de gra comprès entre 0.3 mm i 0.1 mm; Fracció amb mida de gra inferior a 0.1 mm.

Un esquema dels passos seguits al laboratori es pot veure a la Figura 7.2.

7.1.7 MINERALOGIA PRESENT ALS AL.LUVIONS.

A les fraccions observades al camp i amb una granulometria superior als 3 mm, s'han observat majoritàriament fragments de roca polimineràlics, tals com fragments d'esquiste, granit, corneanes calciques, etc. Sols al riu Madriu s'han observat fragments de minerals pesants consistents en còdols de quars amb fluorita i galena, posteriorment ha estat localitzat l'indici del que provenen.

A les fraccions observades al camp i amb una granulometria superior a 1 mm, s'han observat majoritàriament fragments de quars, feldspats, silicats de Ca, miques, concrecions calcàries, fragments d'esquist, i en el riu Valira gran quantitat de pirites cristal·litzades i oxidades.

A les fraccions lleugeres, separades amb bromoform al laboratori, s'han observat principalment quars i feldspats.

A les diferents fraccions pesants separades amb bromoform al laboratori, s'han observat els següents minerals:

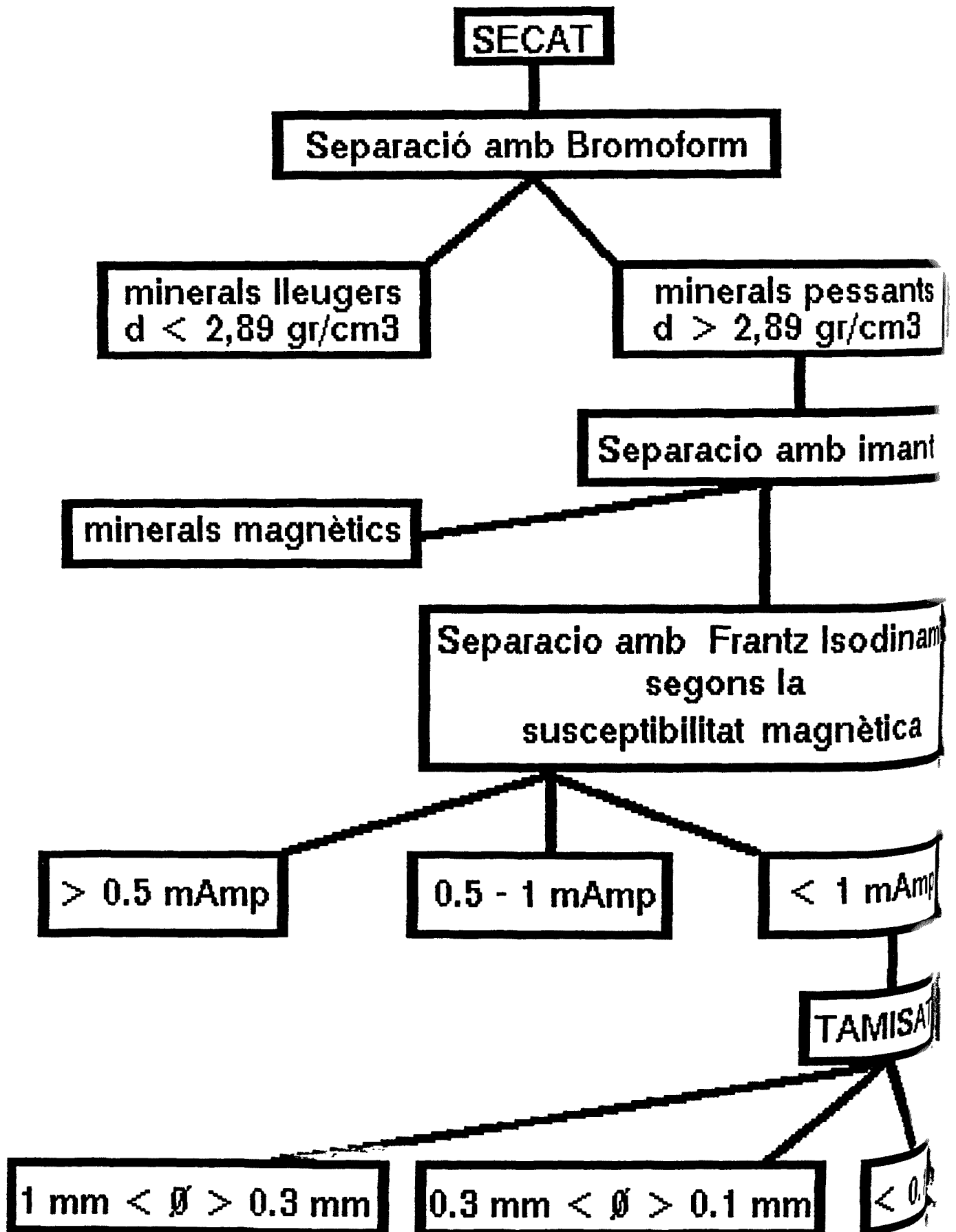


Fig. 7.2.- Esquema on es mostren els passos seguits per aconseguir el concentrat al laboratori, així com les fraccions en que ha estat subdividit el concentrat.

MAGNETITA en cristalls.
MAGNETITA en esferes.
PIRITA en cristalls oxidats.
PIRITA.
PIRROTINA.
HORNBLENDA parcialment clorititzada.
BIOTITA molt clorititzada.
MOSCOVITA.
CLORITA.
EPIDOTA.
GRANAT.
IDOCRASA.
APATITA.
ZIRCO.
BARITINA.
CINABRI.
GALENA.
CALCOPIRITA.
FLUORITA.
MALAQUITA.
ANATASA.
RUTIL.
CASSITERITA.
SCHEELITA.
CERUSSITA.
OR.
OR en esferes.

En les xarxes que drenen principalment granit, el mineral predoninant de les fraccions de granulometria inferior a 0.1 mm, és el zircó (Foto 7.2).

Tant sols s'ha realitzat el comptatge del número de grans en el cas de la scheelita, per tal de poder trobar les diferents àrees anòmales d'aquest mineral mitjançant l'anàlisi estadístic unielemental. Els resultats són a la taula 7.1 (annex 2). També s'ha realitzat el comptatge de grans d'Or, els resultats són a la taula 7.2.

7.2 LA SCHEELITA.

7.2.1 TRACTAMENT DE LES DADES.

El tractament estadístic s'ha realitzat sobre núvols de punts el més homogenis possibles, per això s'han separat les dades en dos grups segons la

litologia que drena el riu. D'aquesta manera hem separat les mostres dels rius que drenen el granit de les que drenen la sèrie paleozoica regional.

Amb les dades de cada grup s'ha realitzat l'anàlisi estadística elemental o anàlisi univariant. L'ur finalitat és determinar el model de distribució que segueix un mineral dins d'un conjunt prèviament definit. Es a partir d'aquest model de distribució quan podem calcular els paràmetres que ens permetran definir els llindars d'anomalia del mineral dins d'aquest conjunt.

7.2.2 ANALISI ESTADISTICA ELEMENTAL.

La scheelita en els dos grups, àrea granítica i àrea regional, presenta una distribució lognormal o de Galton (Lepeltier, 1969).

Hem calculat els llindars d'anomalia d'una manera gràfica mitjançant la projecció en una gràfica log-probabilística de les classes amb llur tant per cent de freqüència acumulada, hem trobat els llindars d'anomalia amb la projecció en abscisses de les interseccions de la recta de distribució, amb les ordenades de 50, 16, 2.5 i 0.3 (segons Lepeltier, 1969). La nomenclatura d'anomalies utilitzada, ha estat la definida per Marcelo (1978): anomalia possible, probable i certa.

Observant el mapa d'anomalies trobat per l'àrea granítica (Fig. B-2, annex 2), hom pot observar nombroses anomalies certes. Aquestes queden concentrades majoritàriament a la vora del batòlit granític, havent-hi també anomalies certes dins de la roca regional lluny del granit i de llur aurèola de contacte. Si observem els histogrames de distribució de classes ja veiem que hi ha una mitjana molt representativa de les dades que es situa entre 400 i

Data	Element	Tipus mostres	Area	N° mostres	Ref. mostres	\bar{X}_a	\bar{X}_g	s(r)	c %	Fons	Llindar	AREA GRANITICA		
	W	ALLUVIONS	CFR-AND-URGE.	209								N° grans scheelita		
log valor max	Interval	classe	HISTOGRAMA									Freqüència	Freq %	% Acum.
		10001												
4.0	7945-	10000												
3.9	6311-	7944												
3.8	5013-	6310												
3.7	3982-	5012												
3.6	3163-	3981												
3.5	2513-	3162												
3.4	1996-	2512												
3.3	1586-	1995										2	143	0
3.2	1260-	1585										2	141	1.4
3.1	1001-	1259										2	139	2.8
3.0	795-	1000										2	137	4.2
2.9	642-	794												
2.8	502-	631										7	135	5.6
2.7	399-	501										9	128	10.5
2.6	317-	398										12	119	16.8
2.5	253-	316										8	107	25.2
2.4	201-	251										5	99	30.8
2.3	160-	200										4	94	34.3
2.2	127-	159										6	90	37.1
2.1	101-	126										8	84	41.3
2.0	80-	100										4	76	46.9
1.9	64-	79										5	72	49.7
1.8	51-	63										4	67	53.1
1.7	41-	50										5	63	55.9
1.6	33-	40										4	58	59.4
1.5	26-	32										4	54	62.2
1.4	21-	25										5	50	65.0
1.3	17-	20										4	45	68.5
1.2	14-	16										1	41	71.3
1.1	11-	13										6	40	72.0
1.0	9-	10										4	34	76.2
.9	7-	8										6	30	79.0
.8	5-	6										3	24	83.2
.7	4-	5										2	21	85.3
.5	3-	3										3	19	86.7
	2-	2										5	16	88.8
	1-	2										6	11	92.3
												5	5	96.5

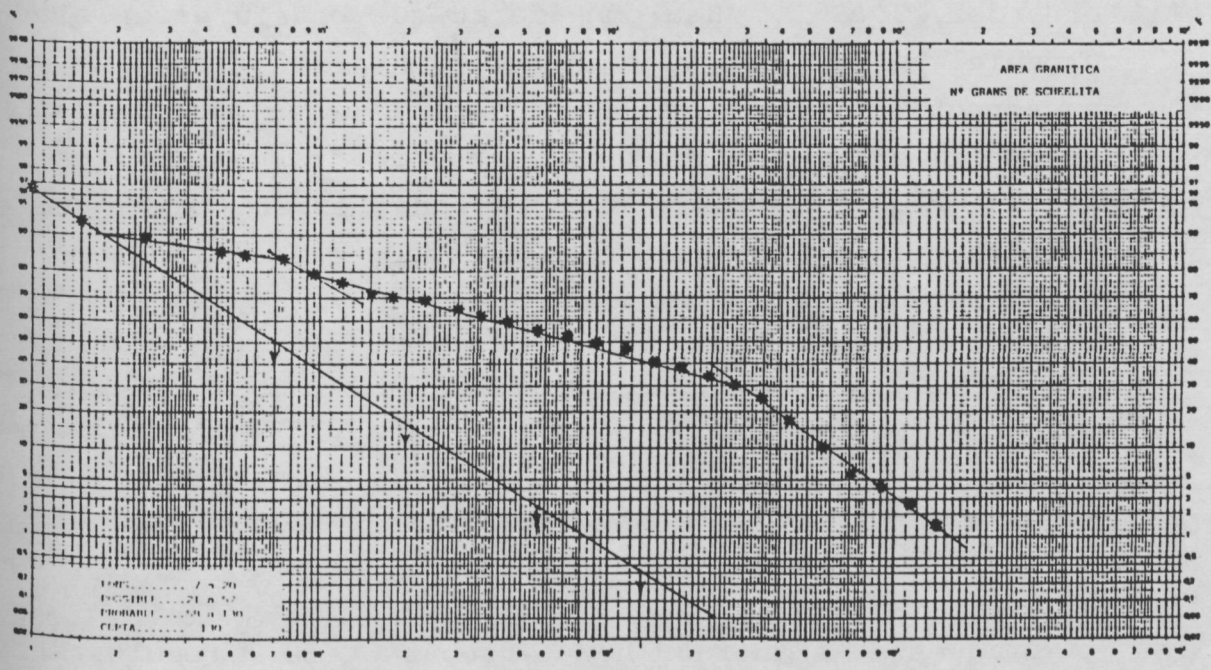


Fig. 7.3.- Histogrames i gràfiques log-probabilístiques dels continguts de scheelita en número de grans a l'àrea granítica.

700 grans de scheelita. En el cas de la gràfica log-probabilística (Fig 7.3, 7.4), hom pot observar que la població de fons costa de distingir i que fàcilment la poden confondre amb una altra població de continguts molt més alts que ens donaria un valor de fons situat entre 80 i 420 grans que ja veiem que són exagerats.

Si observem la distribució del número de grans de scheelita segons la fracció granulomètrica veiem que a la fracció més fina, la 0.1 mm de diàmetre, és on molt sovint hi ha un número més alt de grans. Considerar equiparable un gra de 1 mm de diàmetre amb un altre de 0.1 mm, ens ha semblat un error força incontrolable. Malgrat que a la bibliografia tothom realitza els càlculs segons el número de grans, sense tenir en compte la seva mida (Hallenstein et al., 1981; Fernandez, 1983). Hem considerat que podria ésser el culpable de la mala visualització de les poblacions, per aquest motiu hem realitzat una avaluació aproximada del pes de scheelita present a cada mostra, assimilant cada fracció granulomètrica a una esfera amb un diàmetre mitjà. Els valors assignats per les fraccions amb diàmetres compressos són:

<u>fracció</u>	<u>Diàmetre mitjà assimilat:</u>
1 mm i 0.3 mm	0.8 mm
0.3 mm i 0.1 mm	0.2 mm.
inferior a 0.1 mm.	0.08 mm.

D'aquesta manera hem trobat els resultats aproximats en pes de scheelita (veure taula 7.1, annex 2), amb els que hem realitzat una nova anàlisi estadística elemental (Fig. 7.5, 7.6) i un nou mapa d'anomalies (Fig. B-3, annex 2).

En el mapa d'anomalies obtingut, amb les dades en forma de mil.ligrams de scheelita, podem observar que

Dotó	Element	Tipus mostres	Area	N° mostres	Ref. mostres	\bar{X}_0	\bar{X}_g	s(r)	c %	Fons	Llindor	AREA REGIONAL		
	W	AL·LUVIONS	CERD-AND-URGE	209								N° grans scheelita		
log. valor max.	Interval	classe	HISTOGRAMA									Freqüència	Freq %	% Acum.
		10001												
4.0	7945-	10000												
3.9	6311-	7944												
3.8	5013-	6310												
3.7	3982-	5012												
3.6	3163-	3981												
3.5	2513-	3162												
3.4	1996-	2512												
3.3	1586-	1995												
3.2	1260-	1585												
3.1	1001-	1259												
3.0	795-	1000												
2.9	632-	794										1	66	0
2.8	502-	631												
2.7	399-	501												
2.6	317-	398										1	65	1.5
2.5	252-	316										3	64	3.0
2.4	201-	251										2	61	7.6
2.3	160-	200										1	55	10.6
2.2	127-	159												
2.1	101-	126										1	58	12.1
2.0	80-	100										4	57	13.6
1.9	64-	79										2	53	19.7
1.8	51-	63										1	51	22.7
1.7	41-	50										3	50	24.2
1.6	33-	40												
1.5	26-	32										2	47	28.8
1.4	21-	25										1	45	31.8
1.3	17-	20												
1.2	14-	16										2	44	33.3
1.1	11-	13										1	42	36.4
1.0	9-	10										3	41	37.9
.9	7-	8										3	38	42.4
.8	5-	6										5	35	47.0
.7	4-	5										1	30	54.5
.5	2-	3										7	29	56.1
	1-	2										5	29	66.7
												17	17	74.2

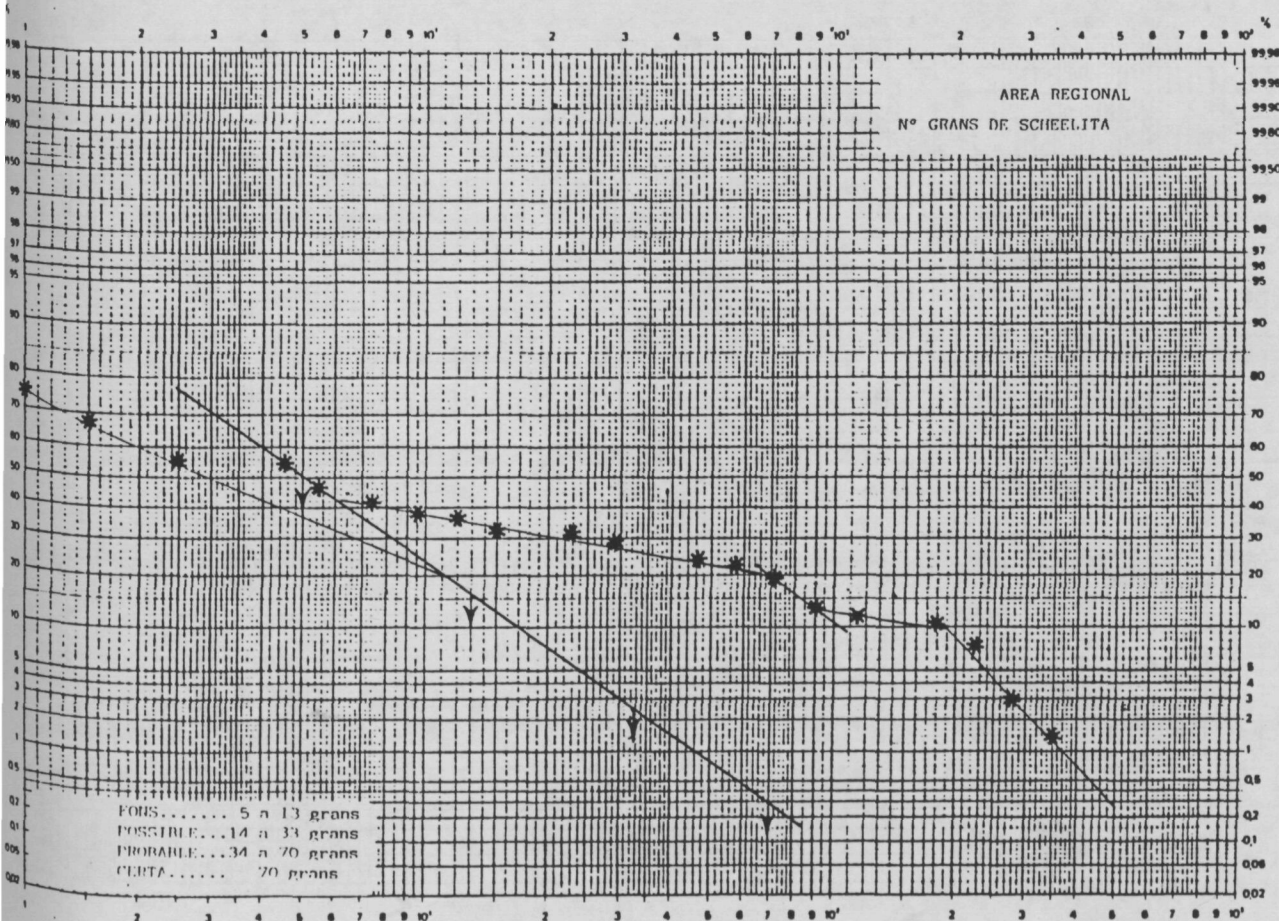


Fig. 7.4.- Histogrames i gràfiques log-probabilístiques dels continguts de scheelita en número de grans a l'àrea regional.

Data	Element	Tipus mostres	Area	N° mostres	Ref. mostres	Xo	Xg	s(r)	c %	Fons	Llindar	AREA GRANITICA		
1987	W	AL. LUVIONS	CERDANYA-AND-I	RG. 209								mil.ligrams scheelit		
log. valor max	Interval classe	HISTOGRAMA										Freqüència	Freq %	% Acum.
	10001													
4.0	7945 - 10000													
3.9	6311 - 7944													
3.8	5013 - 6310													
3.7	3982 - 5012													
3.6	3163 - 3981													
3.5	2513 - 3162													
3.4	1996 - 2512													
3.3	1586 - 1995													
3.2	1260 - 1585													
3.1	1001 - 1259													
3.0	795 - 1000													
2.9	632 - 794													
2.8	502 - 631													
2.7	399 - 501													
2.6	317 - 398													
2.5	252 - 316											1	143	0
2.4	201 - 251											1	142	0.7
2.3	160 - 200													
2.2	127 - 159													
2.1	101 - 126											1	141	1.4
2.0	80 - 100													
1.9	64 - 79													
1.8	51 - 63											2	140	2.1
1.7	41 - 50											1	138	3.5
1.6	33 - 40											4	137	4.2
1.5	26 - 32											4	133	7.0
1.4	21 - 25											1	129	9.8
1.3	17 - 20											1	128	10.5
1.2	14 - 16											1	127	11.2
1.1	11 - 13											3	126	11.9
1.0	9 - 10											8	123	14.0
.9	7 - 8											7	115	19.6
.8	5 - 6											4	108	24.5
.7	4 - 5											4	104	27.3
.5	2 - 3											17	100	30.1
	1 - 2											78	83	42.0
												5	5	96.5

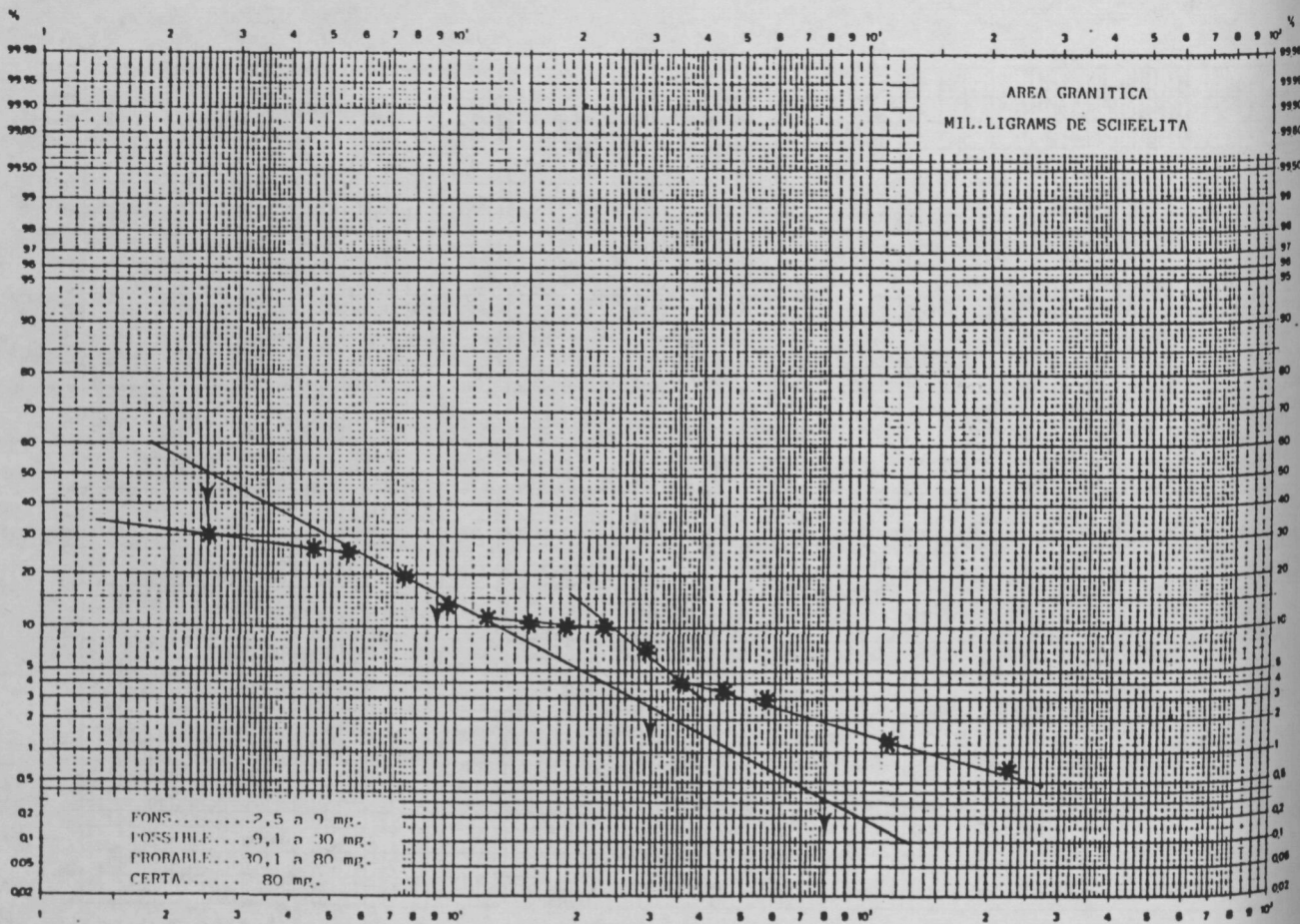


Fig. 7.5.- Histogrames i gràfiques log-probabilístiques dels continguts de scheelita en mil.ligrams de scheelita de l'àrea granítica.

Data	Element	Tipus mostres	Area	N° mostres	Ref mostres	\bar{X}_a	\bar{X}_g	s(r)	c %	Fons	Llindar	AREA REGIONAL	
	W	AL. LUVIONS	CER-AND-URGE.	209								mil.ligrams scheelita	
log prob max	Interval classe		HISTOGRAMA								Freqüència	Freq %	% Acum.
	10001												
1.0	7945 - 10000												
0.9	6311 - 7944												
0.8	5013 - 6310												
0.7	3982 - 5012												
0.6	3163 - 3981												
0.5	2513 - 3162												
0.4	1996 - 2512												
0.3	1586 - 1995												
0.2	1260 - 1585												
0.1	1001 - 1259												
0.0	795 - 1000												
-0.1	632 - 794												
-0.2	502 - 631												
-0.3	399 - 501												
-0.4	317 - 398												
-0.5	252 - 316												
-0.6	201 - 251												
-0.7	160 - 200												
-0.8	127 - 159												
-0.9	101 - 126												
-1.0	80 - 100												
-1.1	64 - 79										2	66	0
-1.2	51 - 63												
-1.3	41 - 50												
-1.4	33 - 40												
-1.5	26 - 32												
-1.6	21 - 25												
-1.7	17 - 20										2	64	3
-1.8	14 - 16												
-1.9	11 - 13										3	62	6.1
-2.0	9 - 10										1	59	10.6
-2.1	7 - 8										1	58	12.1
-2.2	5 - 6										1	57	13.6
-2.3	4 - 5										2	56	15.2
-2.4	3 - 4										7	54	18.2
-2.5	2 - 3										30	47	28.8
-2.6	1 - 2												
											17	17	74.2

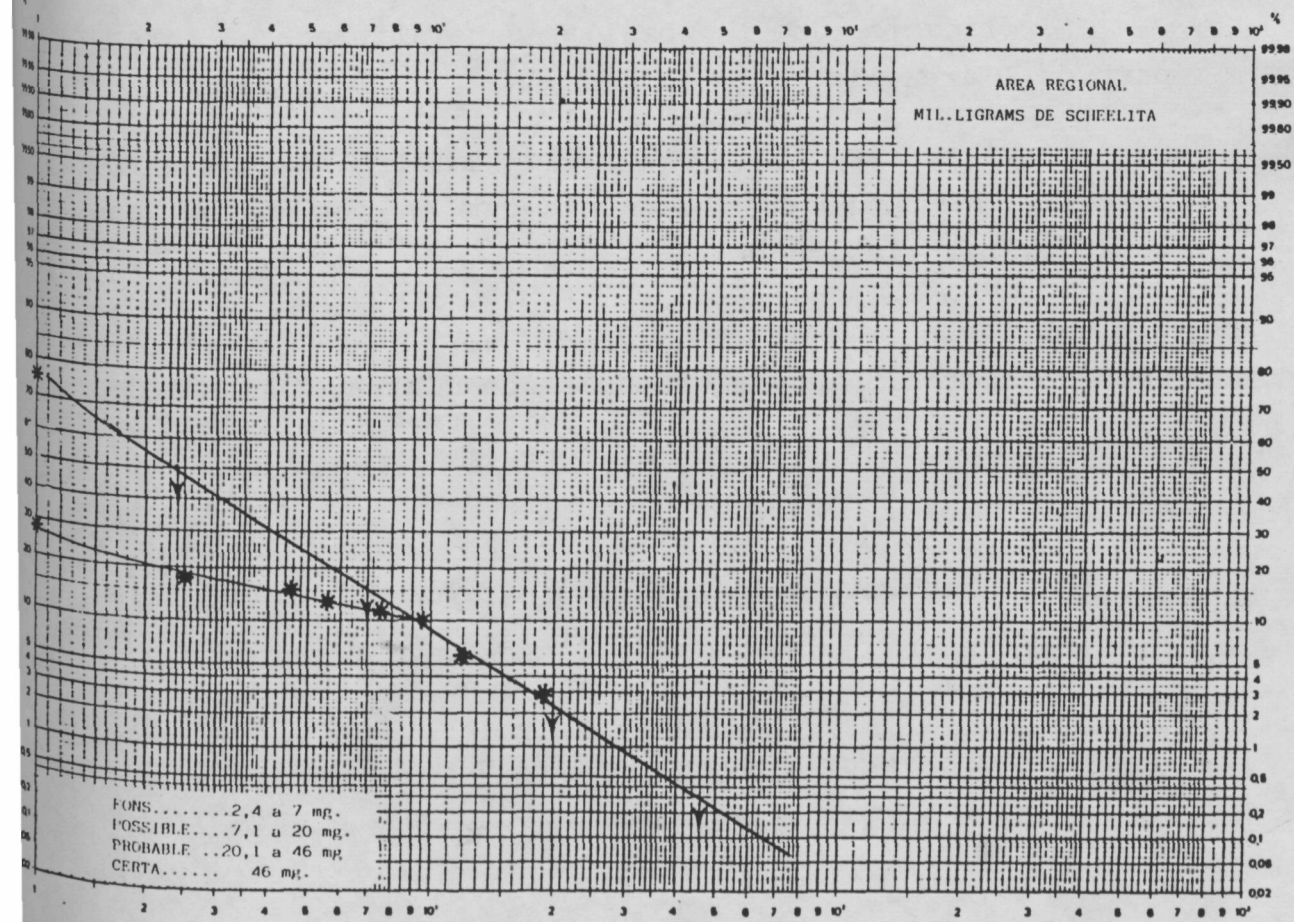


Fig. 7.6.- Histogrames i gràfiques log-probabilístiques dels continguts de scheelita en mil.ligrams de scheelita de l'àrea regional.

el nombre d'anomalies certes a tota l'àrea disminueix, restant tant sols una única àrea anòmala a Andorra. Aquesta està situada en el sector d'Andorra la Vella - Encamp - Prats.

Degut a la gran extensió de l'aurèola metamòrfica d'aquest batòlit no ha estat possible establir una connexió entre la presència de grans de Scheelita i de silicats de calci-magnesi per tal de diferenciar les anomalies de Scheelita en skarns, de les de Scheelita en diàclasis intragranítiques. Tots els rius que drenen l'aurèola presenten un gran contingut en Idocrasa i granat que provenen principalment de la meteorització de les coornees càlciques (skarns de difusió). No sent possible diferenciar aquesta mineralogia de la dels skarns que també és predominantment d'Idocrasa i granat.

7.2.4 INTERPRETACIO DE LES ANOMALIES DE SCHEELITA.

L'explicació de l'anomalia generalitzada a gran part de l'àrea, la podem trobar en:

-L'existència de diàclasis mineralitzades en scheelita distribuïdes homogèniament en les fàcies de vora del batòlit granític.

-La forta meteorització química a la qual ha estat sotmès el granit en una gran part de l'àrea.

-L'alteració hidrotermal lligada a les falles NW-SE.

-La meteorització física provocada per la gelifracció i produïda majoritàriament als plans de diaclasi, ja siguin mineralitzats o no.

-La forta erosió generalitzada a tota l'àrea i que no permet la formació de sols.