

Il progetto ha permesso il restauro e la valorizzazione di una parte significativa dei reperti archeologici conservati presso la Raccolta Archeologica di Villa Savorgnan a Lestans, con l'obiettivo di migliorarne le condizioni conservative, ampliarne la fruibilità e consolidare il ruolo del museo quale riferimento culturale per il territorio friulano. L'intervento si è concentrato in particolare su manufatti metallici di età protostorica, romana e medievale, in larga parte provenienti dagli scavi del Castello di Solimbergo. Sono stati sottoposti a restauro 150 reperti finora inediti, prevalentemente in lega ferro-carbonio, bronzo e peltro, e a manutenzione conservativa 80 reperti già esposti ma interessati da fenomeni di corrosione. Le operazioni, condotte secondo aggiornati standard scientifici, hanno incluso pulitura meccanica e chimica, lavaggi con soluzioni specifiche, processi di disidratazione, stabilizzazione dei fenomeni corrosivi, integrazioni strutturali e applicazione di adeguati protettivi finali. Tra i risultati più rilevanti si evidenziano il sensibile miglioramento degli standard di conservazione e l'ampliamento dell'offerta espositiva. In prospettiva, con il completamento del secondo lotto di interventi — attualmente in corso nell'ambito di un ulteriore progetto finanziato dalla Fondazione Friuli e in via di conclusione nei prossimi mesi — si prevede una piena diversificazione dell'offerta culturale e un ulteriore rafforzamento del ruolo del museo quale polo di riferimento per il territorio. Il piano di comunicazione, finalizzato a sensibilizzare il pubblico sull'importanza della tutela del patrimonio archeologico e a valorizzare gli interventi realizzati, sarà attuato al termine complessivo del progetto, in concomitanza con la conclusione del restauro del secondo lotto di reperti. Esso prevede la realizzazione di materiali divulgativi, documentazione fotografica, attività informative e momenti di presentazione pubblica.

Si allega la relazione finale della ditta restauratrice sul progetto.

.

INTERVENTO DI RESTAURO
DI UNA COLLEZIONE DI OGGETTI METALLICI
PROVENIENTI DAL CATELLO DI SOLIMBERGO



Committente: **COMUNE DI SEQUALS (PN)**
P.zza Municipio n.2
33090 Sequals (PN)

Direttore dei Lavori: **dr. Luca Villa archeologo**

Direzione Scientifica: **Soprintendenza Archeologica, Belle Arti e Paesaggio**
del Friuli Venezia Giulia
dr. Roberto Michieli funzionario archeologo
dr.ssa Micol Siboni funzionario restauratore

Ditta Esecutrice: **A.RE.CON. soc. coop.**
Via Napoleonica n. 62 Campoformido (UD)

Periodo: **agosto 2025/gennaio 2026**

STATO DI CONSERVAZIONE E OSSERVAZIONI SUGLI OGGETTI

Il lotto si compone di un congruo numero di elementi ferrosi: placchette facenti parte di una armatura medioevale, altre placche piatte (frammenti che sembrano appartenere a degli utensili), 3 dardi (di arco o di balestra), una fibbia di cintura, frammenti di cotta di maglia, utensili quali un compasso, un falcetto, una punta e una paletta.

A questo lotto di oggetti ferrosi va aggiunto un puntale di cintura in lega di rame.

Placchette di armatura, di brigantina e altre placche (inv. 464742 ; 464340 ; 464646 ; 464660 ; 464371 ; 20.1876 ; 201941): 464758

Le forme sono per lo più quadrangolari: se ne possono distinguere almeno di 4 tipologie diverse per dimensioni e forme. Certe placchette risultano arcuate. Molte placchette sono complete, altre frammentate e frammentarie. In un caso è stata trovata una giunzione tra frammenti.

Il loro stato di conservazione è variabile: alcune placchette sono relativamente ben conservate, con una corrosione che si è sviluppata solo superficialmente, altre sono totalmente mineralizzate e fragilissime. Si notano perdite di scaglie superficiali e lacune che interessano tutto lo spessore.

La maggioranza conserva i rivetti di fissaggio posizionati lungo uno dei lati lunghi, la loro testa è appiattita su una faccia. In rari casi si notano delle piccole placchette quadrangolari poste forse a rinforzo di un assemblaggio.

La pulitura ha messo in evidenza, sulle placchette meglio conservate, una superficie in metallo bianco, conservata su ambo le facce. L'analisi al SEM condotto su due aree ha confermato la presenza di stagno (e in minima parte di piombo) : questo dato, unito all'osservazione visuale, ci permette di dire che le placchette erano stagnate¹ per rallentare il processo ossidativo del ferro, aggiungendo un dettaglio importante allo studio tecnologico degli oggetti. In entrambe le placche esaminate è stata riscontrata la presenza di stagno (Sn) e piombo (Pb) oltre ossidi di ferro.

Delle rare vestigia non metalliche sono state osservate: minimi resti di tessuto, totalmente mineralizzato e ammassi di colore aranciato, senza struttura riconoscibile, ma che suggeriscono la presenza di un materiale organico, forse cuoio. Questa impressione è supportata dall'osservazione di una perforazione perfettamente tubolare all'interno del materiale aranciato, visibile su una placchetta.

Un altro segno degno di nota è rappresentato dalla perforazione di forma vagamente triangolare, dovuta probabilmente a un impatto (forse con una freccia o un coltello?).

Alcune placchette non fanno probabilmente parte dell'armatura, perché prive di rivetti e più piatte, sono forse frammenti appartenenti ad altri oggetti. Uno di questi frammenti ha un bordo seghettato.

Falcetto (inv. 134524)

Il falcetto è incompleto, la punta è assente. La lama è relativamente ben conservata, arcuata, inspessita sul dorso; su una faccia si nota una gola che corre lungo il dorso, ottenuta con utensili

¹ Lo strumento utilizzato per l'analisi dei reperti è un SEM ZEISS EVO 40 corredato da sonda Oxford per microanalisi EDXS. Gli ingrandimenti sono indicati nella barra bianca ai piedi dell'immagine alla voce "MAG". La sigla "Signal" indica il tipo di detector utilizzato per acquisire l'immagine. "NTS BSD" acquisisce gli elettroni ad alta energia e la differenza delle tonalità di grigio sono legate alla composizione chimica della porzione osservata: più chiare sono, maggiore è il peso atomico della fase. Le immagini con indicato "SE 1" sono state acquisite con gli elettroni secondari a bassa energia, pertanto con maggiore profondità di campo con maggiori dettagli morfologici.

che hanno lasciato delle tracce di taglio. Il codolo ha una sezione rettangolare, che si rastrema verso l'estremità ed è impostato con un angolo inferiore ai 90° rispetto alla lama.

La corrosione ha sollevato la superficie e in certi casi ha fatto staccare delle scaglie, ocasionando la perdita dell'epidermide.

Paletta (inv. 464596)

La paletta è piatta, di forma quadrangolare con bordi arrotondati in prossimità del manico, che è massiccio, di sezione quadrangolare su quasi tutta la lunghezza, elicoidale all'estremità. L'estremità del manico è incompleta, così come la superficie della paletta, che risulta anche fessurata e deformata. La corrosione ha sollevato e fatto cadere delle scaglie superficiali, soprattutto su un lato della paletta, causando la perdita dell'epidermide.

Sulla superficie del manico si notano delle tracce di materiale organico, totalmente mineralizzate: la loro struttura sembra ricordare fibre non organizzate (contatto casuale o tracce di un manico?). Alcuni frammenti superficiali non sono stati riposizionati, perché non sono stati trovati i contatti certi. I frammenti ricollocati sono però sufficienti a determinare la forma globale.

Compasso (inv. 134466)

L'oggetto è completo e relativamente ben conservato. Le due punte sono articolate ad incastro in una testa cilindrica, fissate per ribattitura. La corrosione superficiale ha provocato la perdita di una parte dell'epidermide e la deformazione di alcune zone.

Tre dardi (inv. 20,1947 ; 14461 ; 134465)

I tre dardi, di balestra hanno forme e dimensioni diverse :

La punta più corta ha sezione piramidale, ben distinta dalla gorbia (immanicatura a cannone) ; il secondo dardo ha una punta di sezione piramidale non distinta dalla gorbia. La terza, la più lunga, ha una testa di forma piramidale, con una strozzatura mediana e asta a codolo. La loro conservazione è relativamente buona.

Fibbia (inv. 134534)

La fibbia è di forma semicircolare, ha un ardiglione piatto, di sezione rettangolare che si rastrema verso la punta e che si avvolge attorno all'asse. Delle fessurazioni e alcune fratture indeboliscono la fibbia nella zona dell'asse. La corrosione è omogenea, ci sono dei sollevamenti di scaglie, che non deformano tuttavia sostanzialmente la forma.

Frammenti di cotta di maglia (inv. 134493)

Il piccolo frammento di maglia è composto da minuti anelli circolari intrecciati. Diversi anelli e frammenti di anello sono staccati. La conservazione della materia è relativamente buona.

Punta (succhiello) (inv. 464367)

E' un piccolo utensile dalla sezione circolare: la punta è elicoidale e incompleta.

L'altra estremità del ferro è piegata a 90° e forma un piccolo "dente" appiattito. Questi innesti servivano probabilmente a fissare un manico perpendicolare, utile a imprimere il movimento di rotazione alla punta.

Puntale di cintura in lega di rame (inv. 134491)

L'oggetto ha un profilo triangolare ed è ottenuto per fusione. Tre borchie a testa emisferica e ghiera zigrinata alla base decorano la superficie, conferendo il tipico aspetto a "testa di cavallo". Sul retro sono conservate due piastrine per il fissaggio, di forma quadrangolare e perforate.

Prima della pulitura la superficie era generalmente composta di carbonati di rame, che inglobavano dei grani minerali provenienti dai sedimenti.

La pulitura ha messo in evidenza una superficie non omogenea, ricoperta di cuprite rossastra e di prodotti di corrosione verdi, nerastri sul retro.

In allegato e come parte integrante della presente relazione si riportano le immagini e gli spettri ottenuti durante l'osservazione al SEM eseguita presso il Dipartimento di Ingegneria e Architettura dell'Università di Udine, grazie alla collaborazione con il prof. Alex Lanzutti e il tecnico di laboratorio Michele Magnan.

Lo strumento è SEM Zeiss – Evo40 con filamento in tungsteno.

L'INTERVENTO DI RESTAURO

Operazioni condotte sugli oggetti in ferro

- Pulitura meccanica è stata condotta per microsabbiatura (inerte: micro biglie di vetro da 45-90 μM) e tramite abrasione con punte diamantate montate su micromotore. La pulitura ha eliminato in gran parte i sedimenti e i prodotti di corrosione esterni, cercando di raggiungere per quanto possibile la superficie significativa (ricoperta di magnetite o stagnata), preservando i resti organici ritenuti interessanti.



La microsabbiatura con sfere di vetro



La rimozione di alcune concrezioni mediante microfresa diamantate.



Alcune punte sono state svuotate dei residui terrosi con l'aiuto di un bisturi.



Tassello di pulitura.

- L'adesione dei frammenti staccati è stata eseguita con ciano acrilato (Loctite superglue 3), adesivo che presenta il vantaggio di non aggiungere spessore alle superfici accostate e consente di stabilizzare rapidamente i frammenti in situazioni in cui il rischio di perdita è elevato, in alcuni casi si è utilizzato l'adesivo bicomponente Uhu Plus.



Incollaggio con Uhu Plus della pinza frammentata

- Passivazione della corrosione per applicazione di una soluzione idroalcolica di Fertan® allo scopo di convertire i prodotti di corrosione instabili in composti stabili. Dopo il trattamento i reperti sono stati sciacquati per rimuovere gli eccessi di prodotto, tamponati delicatamente e disidratati mediante immersione in alcool etilico, poi in acetone ed infine con aria tiepida. Nel prossimo lotto la passivazione verrà eseguita con soluzione idroalcolica di acido tannico, in modo da poter mettere a confronto l'efficacia di entrambi i metodi applicati su reperti provenienti dallo stesso scavo e conservati nel medesimo ambiente, fornendo un ulteriore elemento di conoscenza.



Applicazione del convertitore di corrosione

- Consolidamento delle parti fragili e integrazioni di alcune lacune per applicazioni di una resina epossidica : base EPO 155, indurente K156 (2:1), caricata con farina di silice e carbonato di calcio, quindi pigmentata. La resina una volta indurita è stata portata a livello con punte in corindone montate su micromotore.
- Piccole integrazioni superficiali sono state fatte con un mastice composto da Paraloid B44 con aggiunte di talco e pigmenti.



Integrazione delle lacune a supporto delle fragilità materiche con Epo 155



Armonizzazione cromatica delle integrazioni plastiche.

- Per proteggere le superfici dagli agenti atmosferici, scongiurando la ripresa dei processi ossidativi al termine del restauro su tutti i reperti in ferro è stata stesa una resina a base acrilica (Paraloid B44 al 10% in acetone), seguita, dopo la completa essiccazione, da una seconda stesura di protettivo a base cerosa (Soter ferro) per metalli ferrosi.



Stesura del protettivo.

Operazioni condotte sul puntale a base rame

- Sul puntale di cintura in lega di rame la pulitura meccanica è stata condotta con bisturi e spazzoline in fibre sintetiche montate su micromotore per rimuovere i sedimenti e i prodotti di corrosione esterni.
- Stabilizzazione della corrosione: applicazione di Incralac a pennello (soluzione di resina acrilica e benzotriazolo).
- Infine si è proceduti alla protezione della superficie mediante applicazione di una cera microcristallina: Soter bronzo OC per bronzo.

Consigli di conservazione

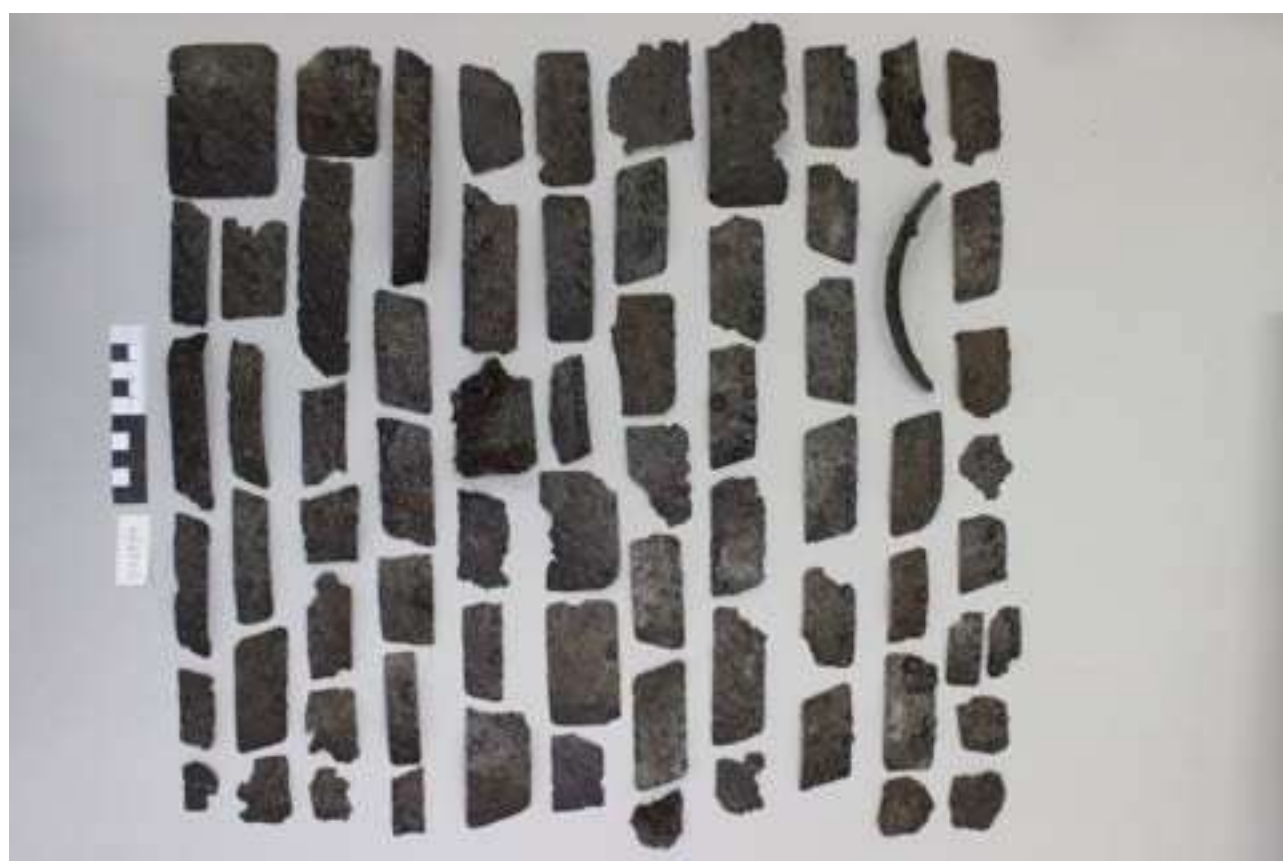
Manipolare gli oggetti con attenzione e muniti di guanti.

Questi oggetti, che mantengono un'anima metallica e probabilmente anche delle specie clorurate al loro interno, sono potenzialmente reattivi in condizioni di umidità superiori ai 50%.

Si consiglia quindi di conservarli ad una umidità inferiore a 50% ($\pm 10\%$) e in condizioni di temperatura intorno a 20°C ($\pm 10\%$), prestando attenzione che non ricevano direttamente sulla superficie i raggi solari e/o che l'illuminazione all'interno delle vetrine non li scaldi eccessivamente.

SEGUE L'APPENDICE FOTOGRAFICA CON I REPERTI PRIMA E DOPO L'INTERVENTO CONSERVATIVO



























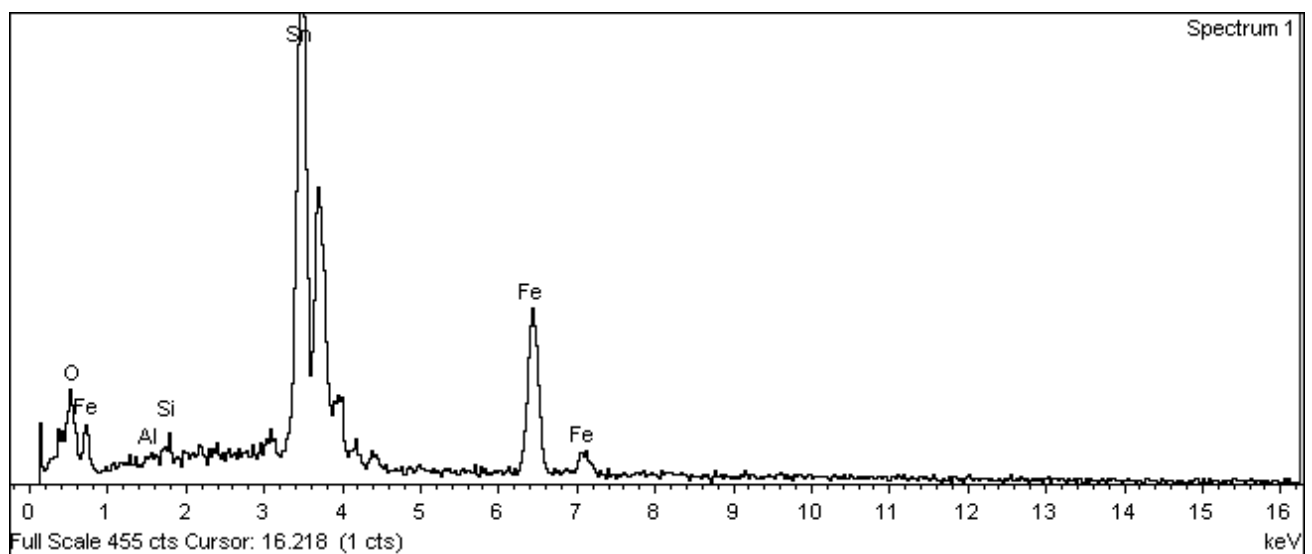
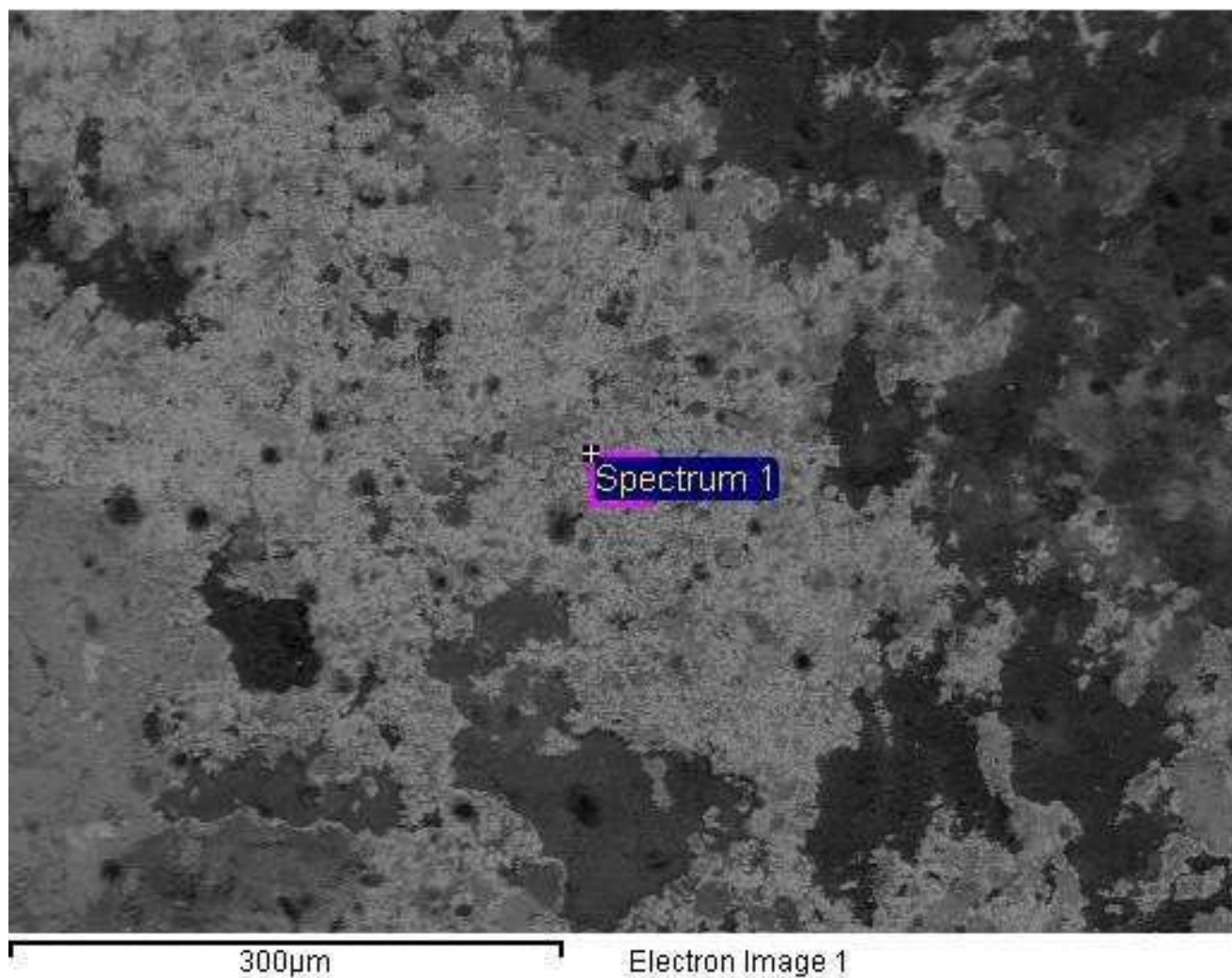




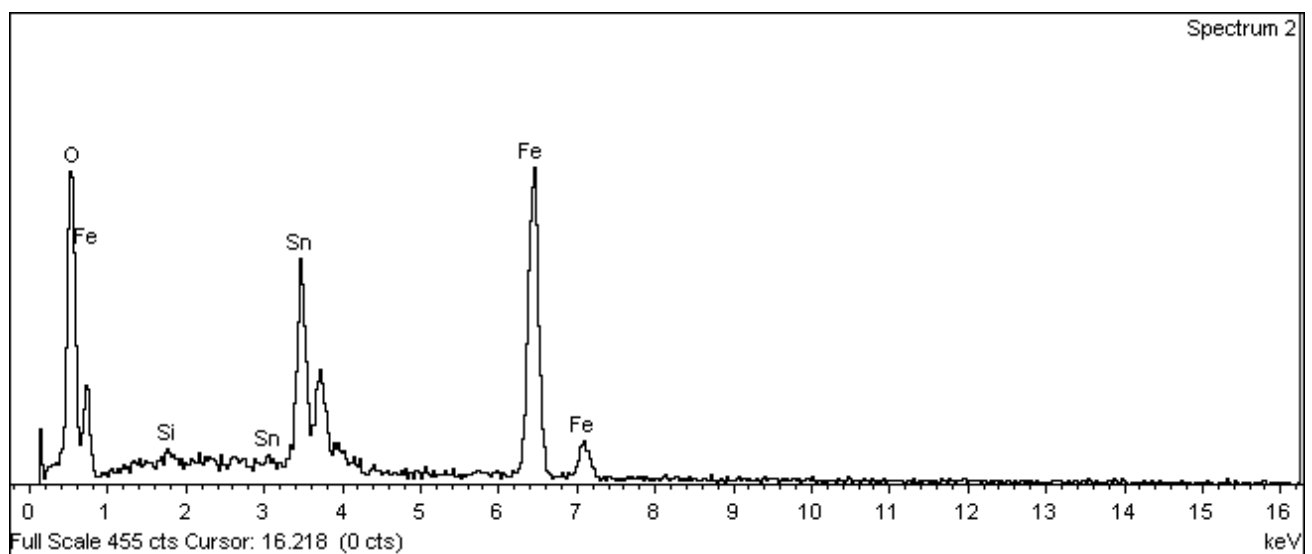
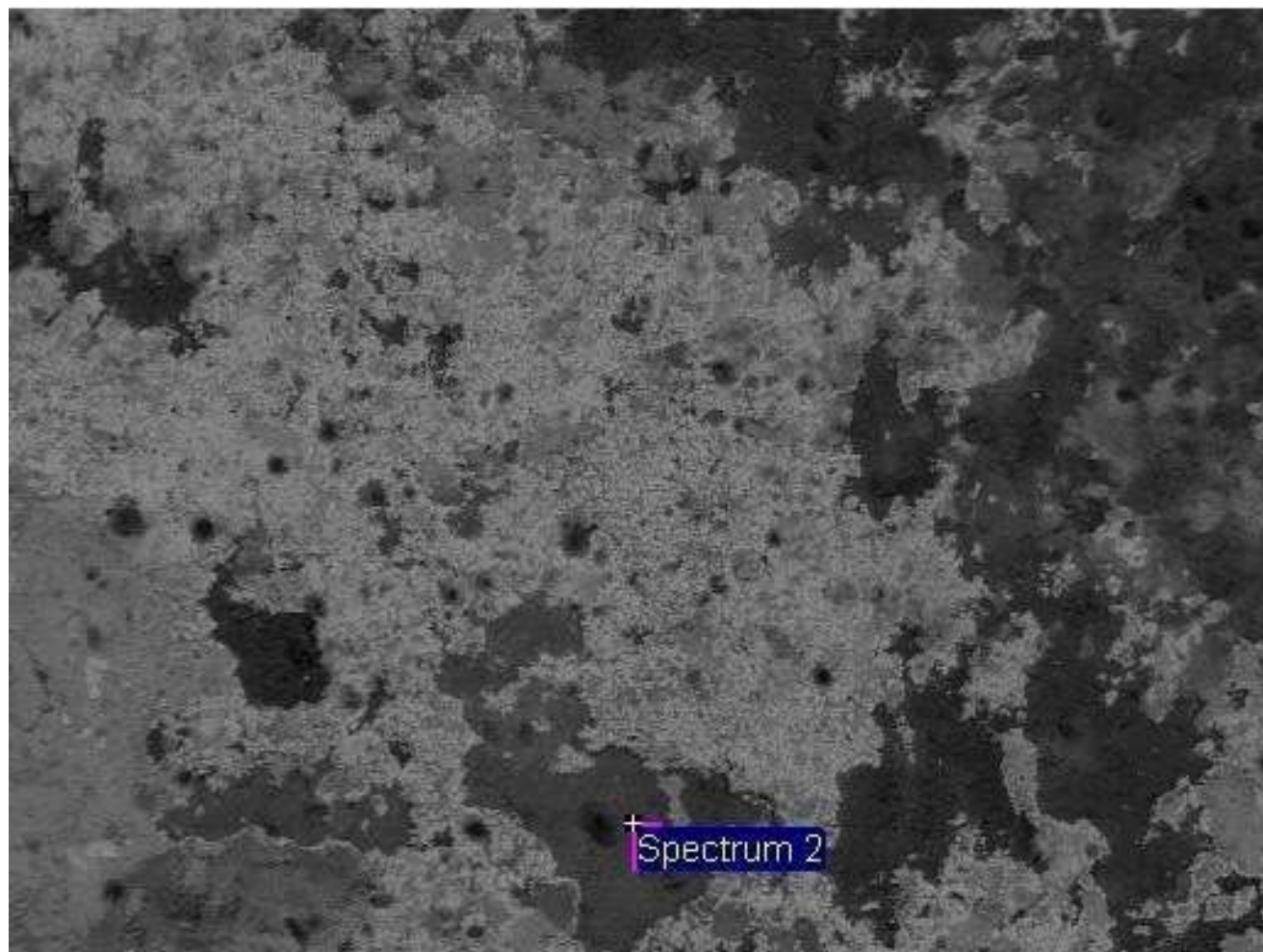




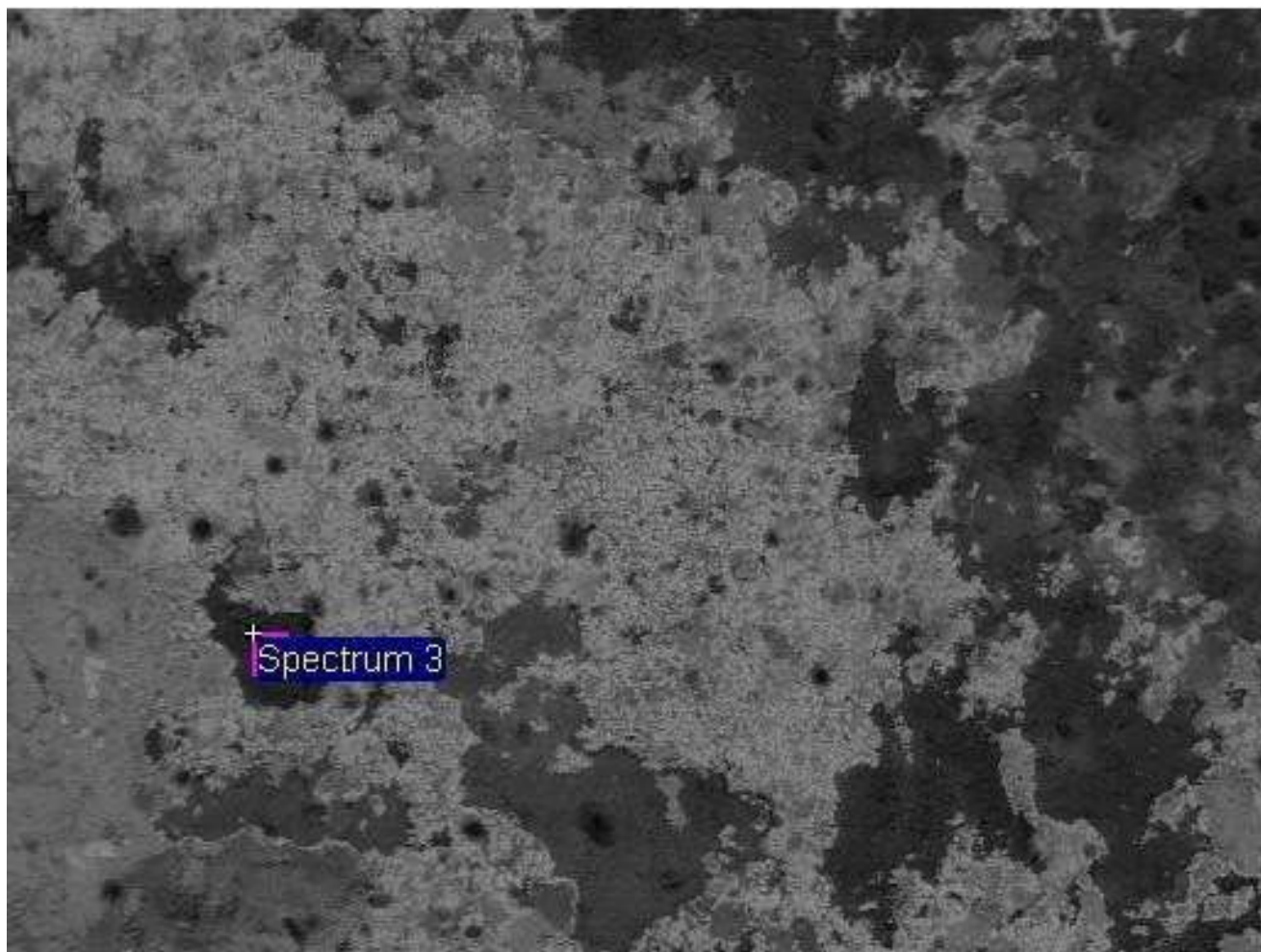




Comment:

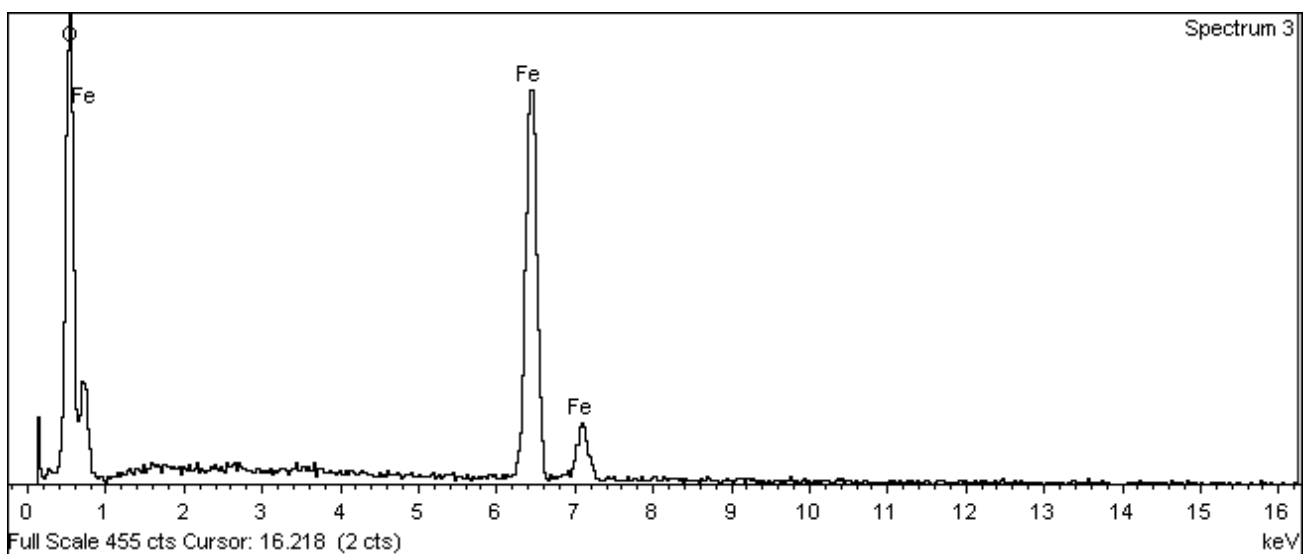


Comment:

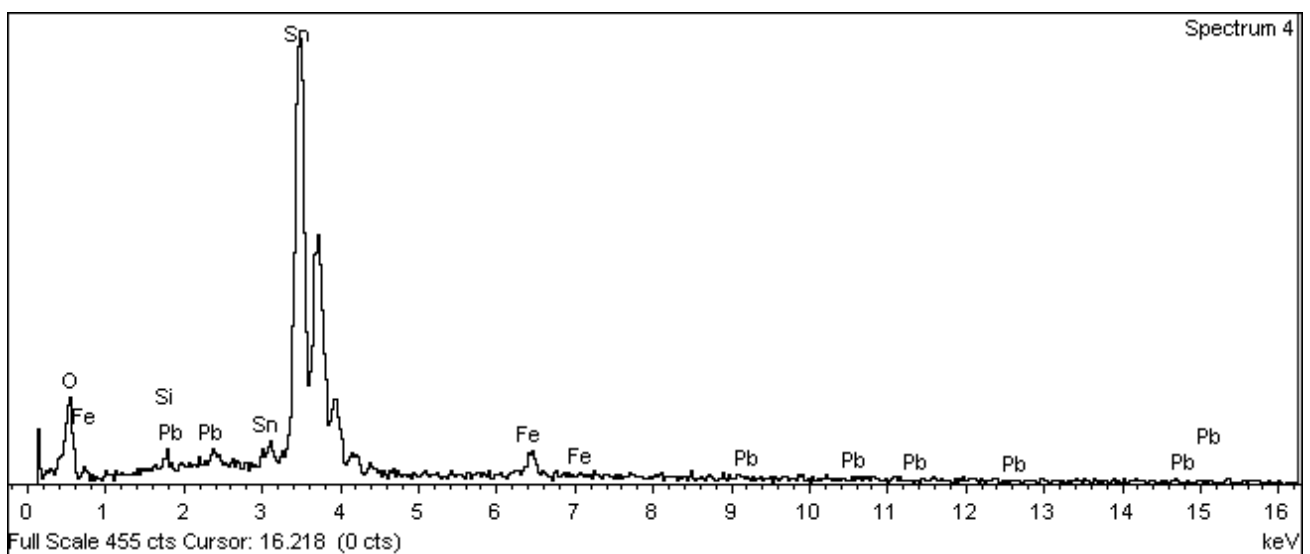
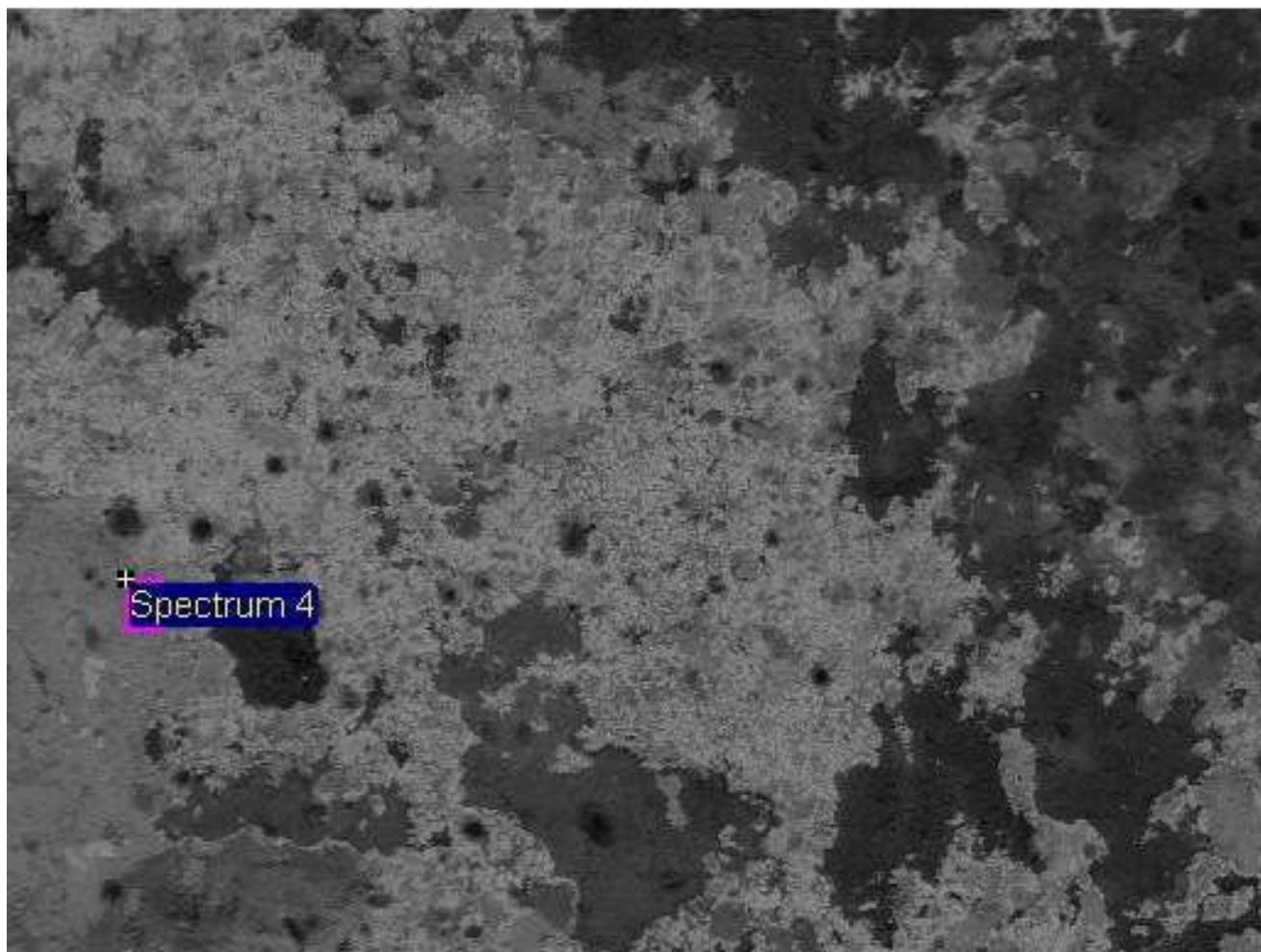


300µm

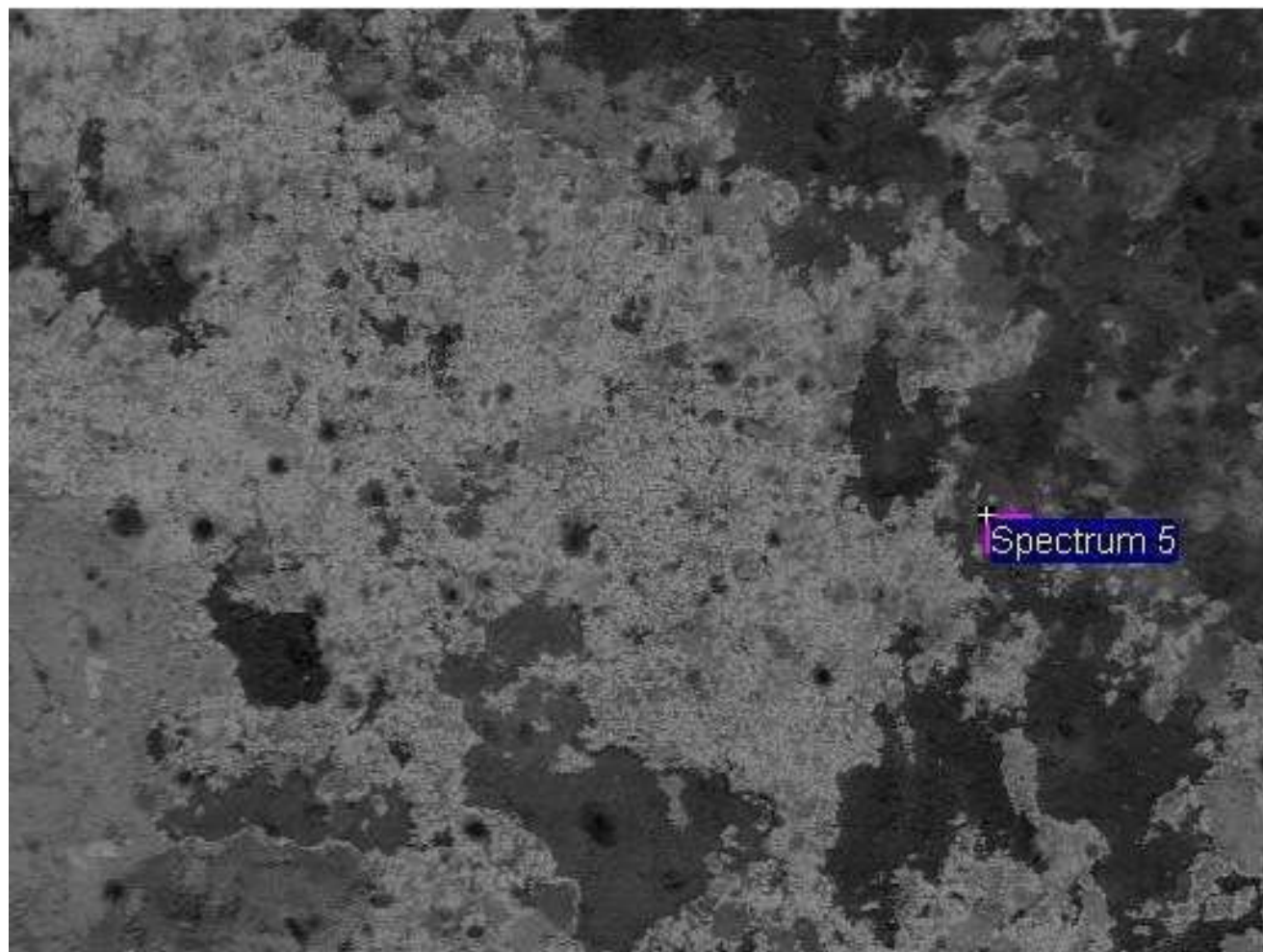
Electron Image 1



Comment:

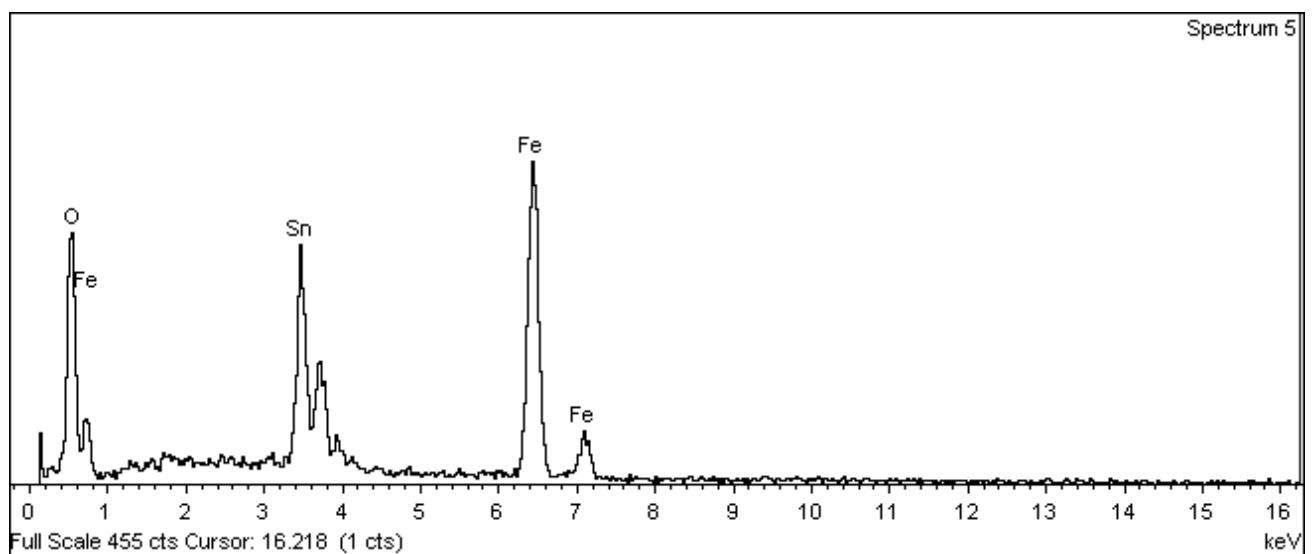


Comment:

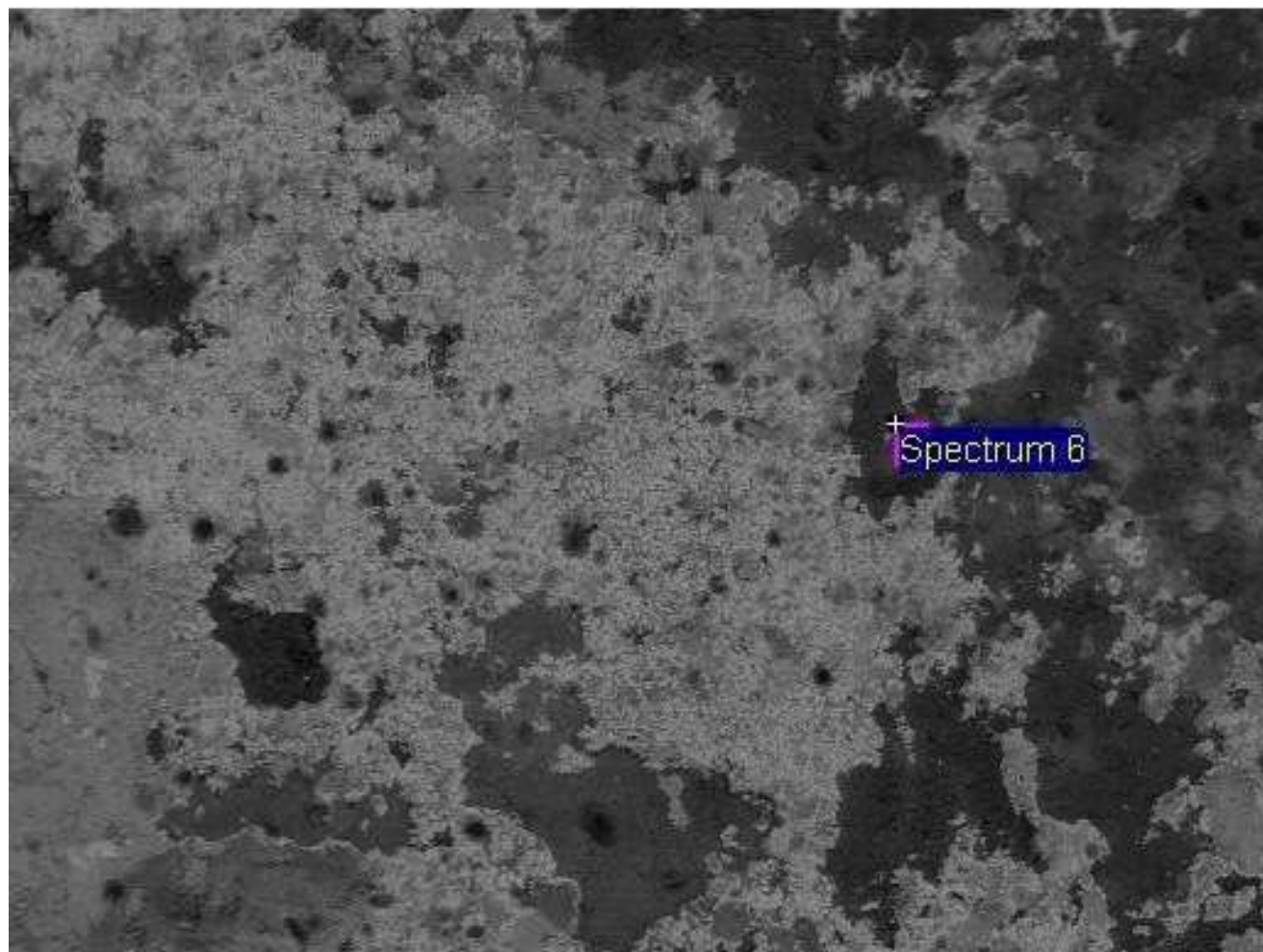


300µm

Electron Image 1

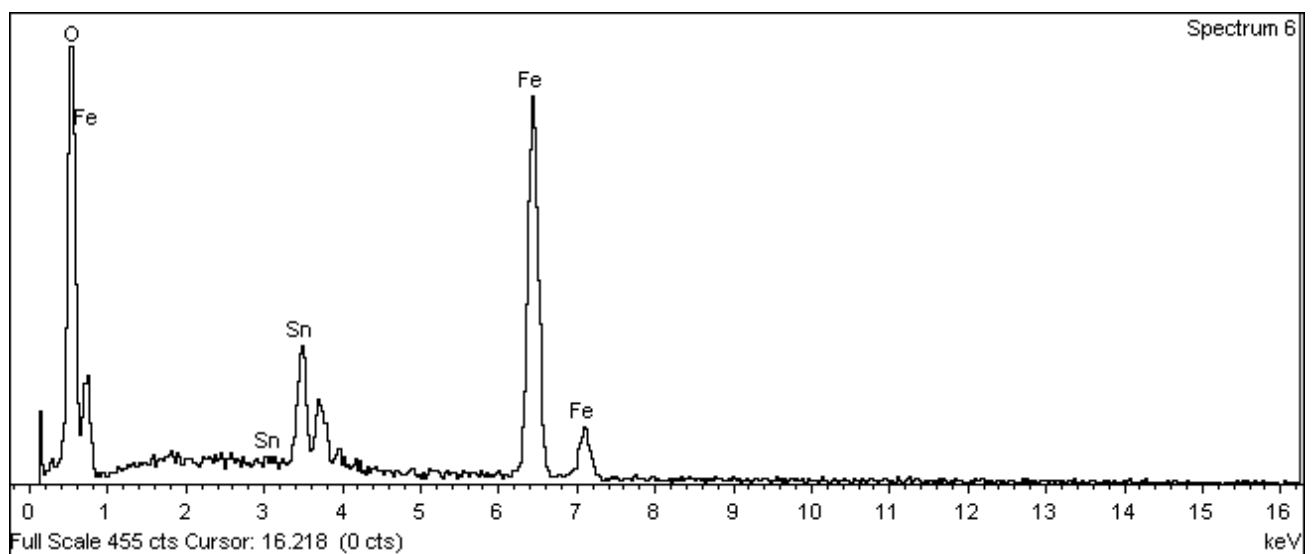


Comment:



300µm

Electron Image 1



Comment:

Project 1

1/29/2026 3:28:11 PM

Project: Project 1

Owner: Administrator

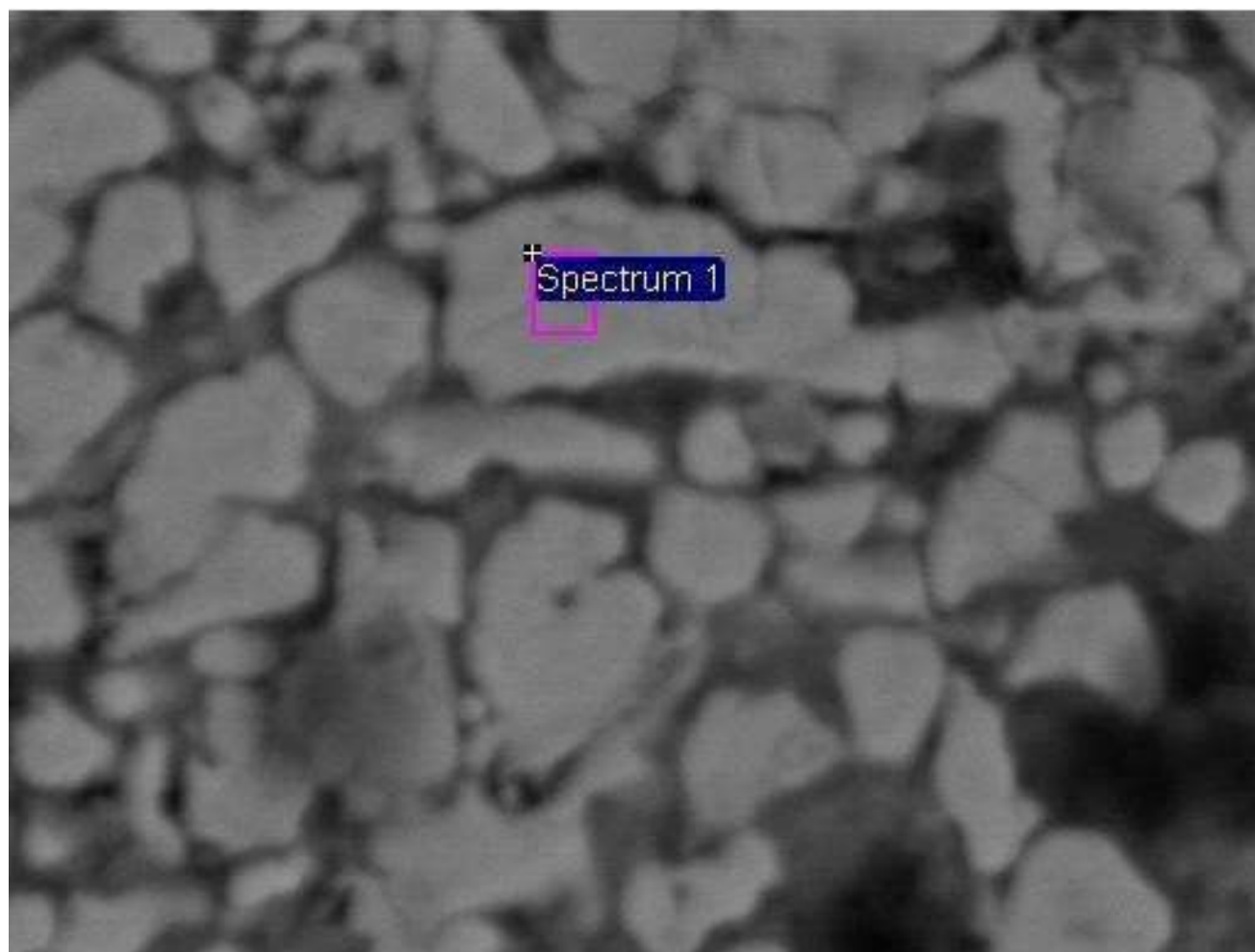
Sample: Sample 1

Type: Default

Processing option : All elements analysed (Normalised)

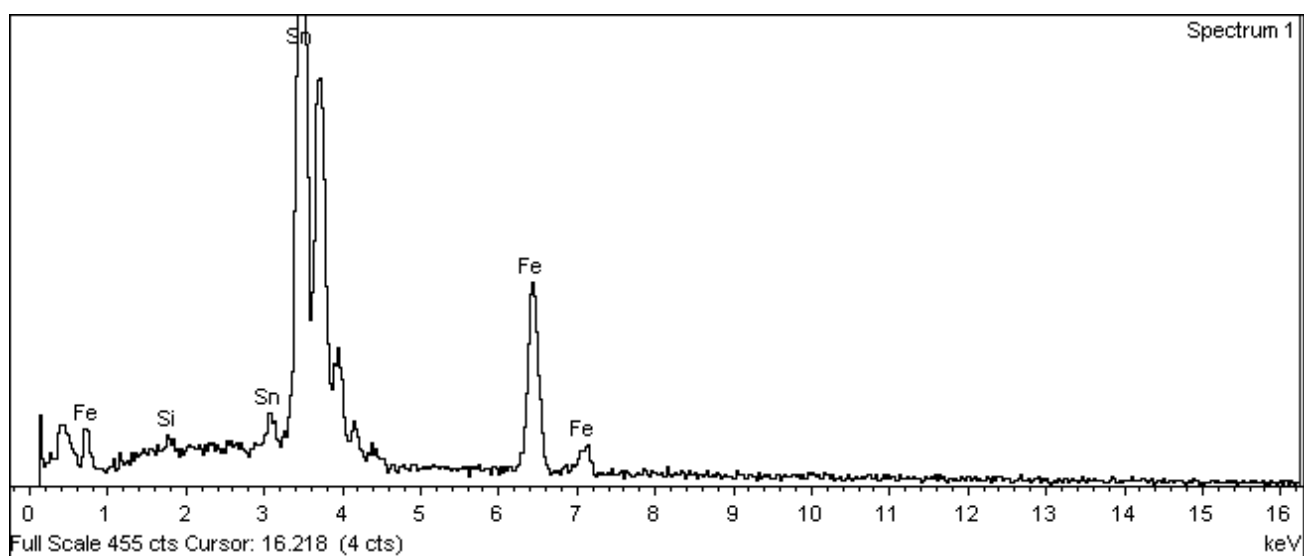
Spectrum	In stats.	O	Al	Si	Fe	Sn	Pb	Total
Spectrum 1	Yes	23.99	0.19	0.64	17.68	57.50		100.00
Spectrum 2	Yes	46.02		0.27	32.08	21.63		100.00
Spectrum 3	Yes	39.78			60.22			100.00
Spectrum 4	Yes	31.79		0.68	2.64	63.27	1.63	100.00
Spectrum 5	Yes	40.73			35.08	24.19		100.00
Spectrum 6	Yes	46.45			40.16	13.40		100.00
Max.		46.45	0.19	0.68	60.22	63.27	1.63	
Min.		23.99	0.19	0.27	2.64	13.40	1.63	

All results in weight%

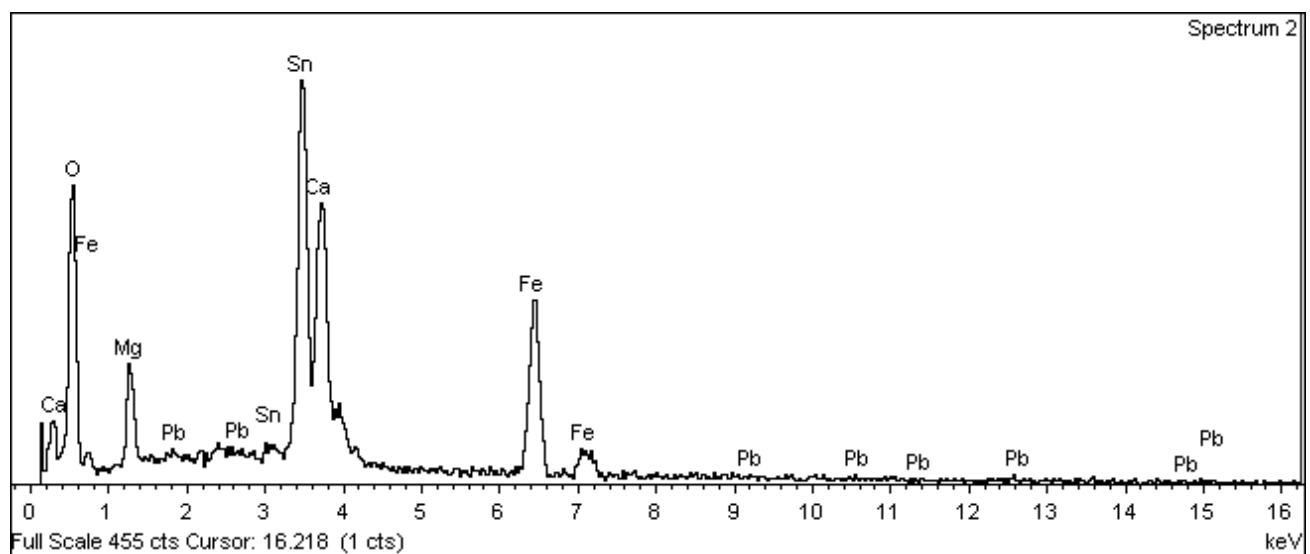
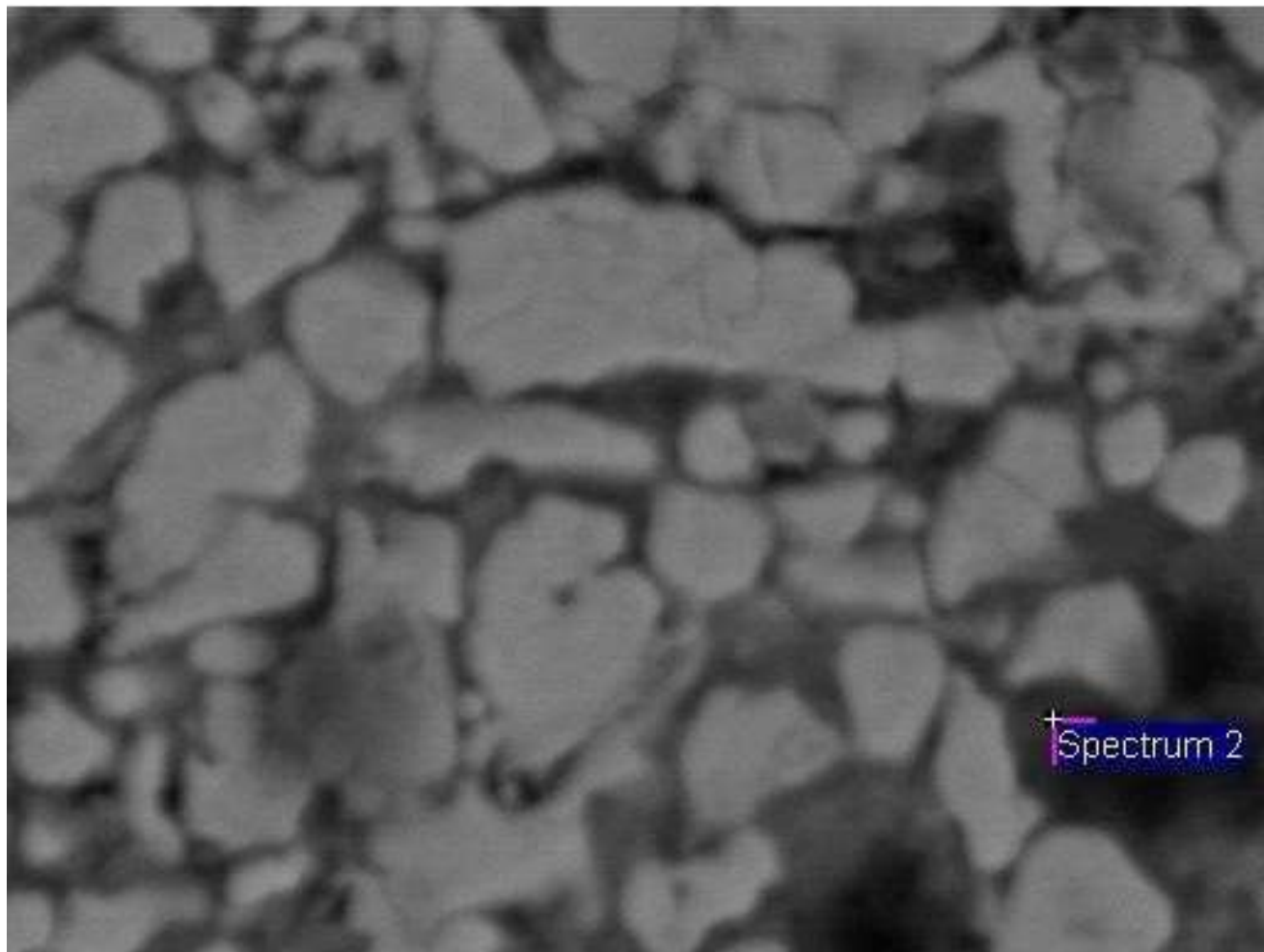


10µm

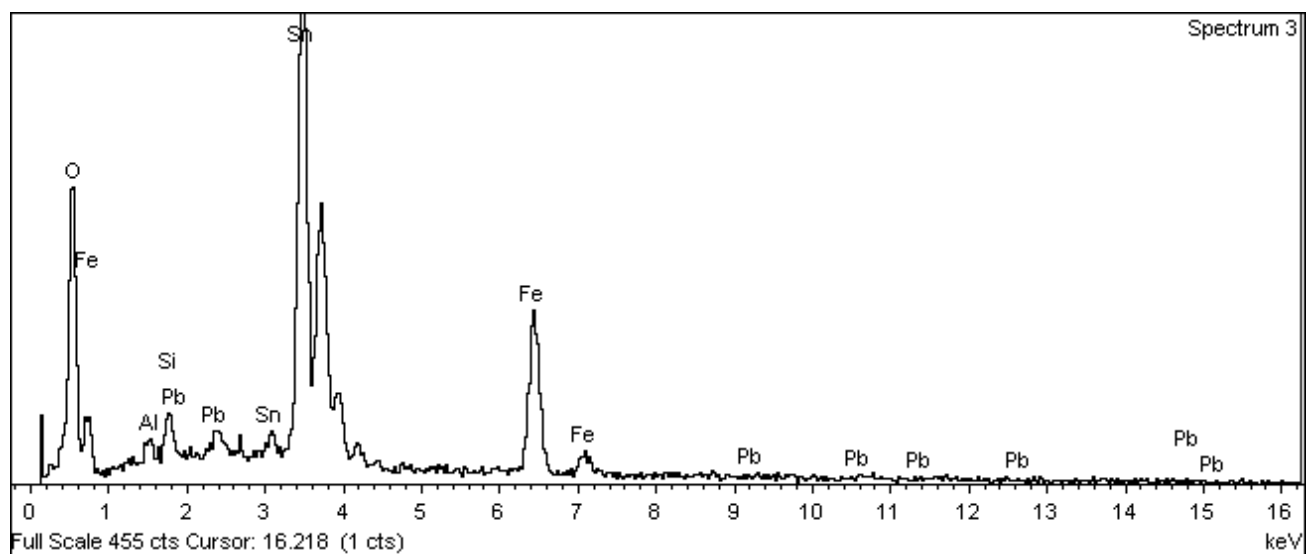
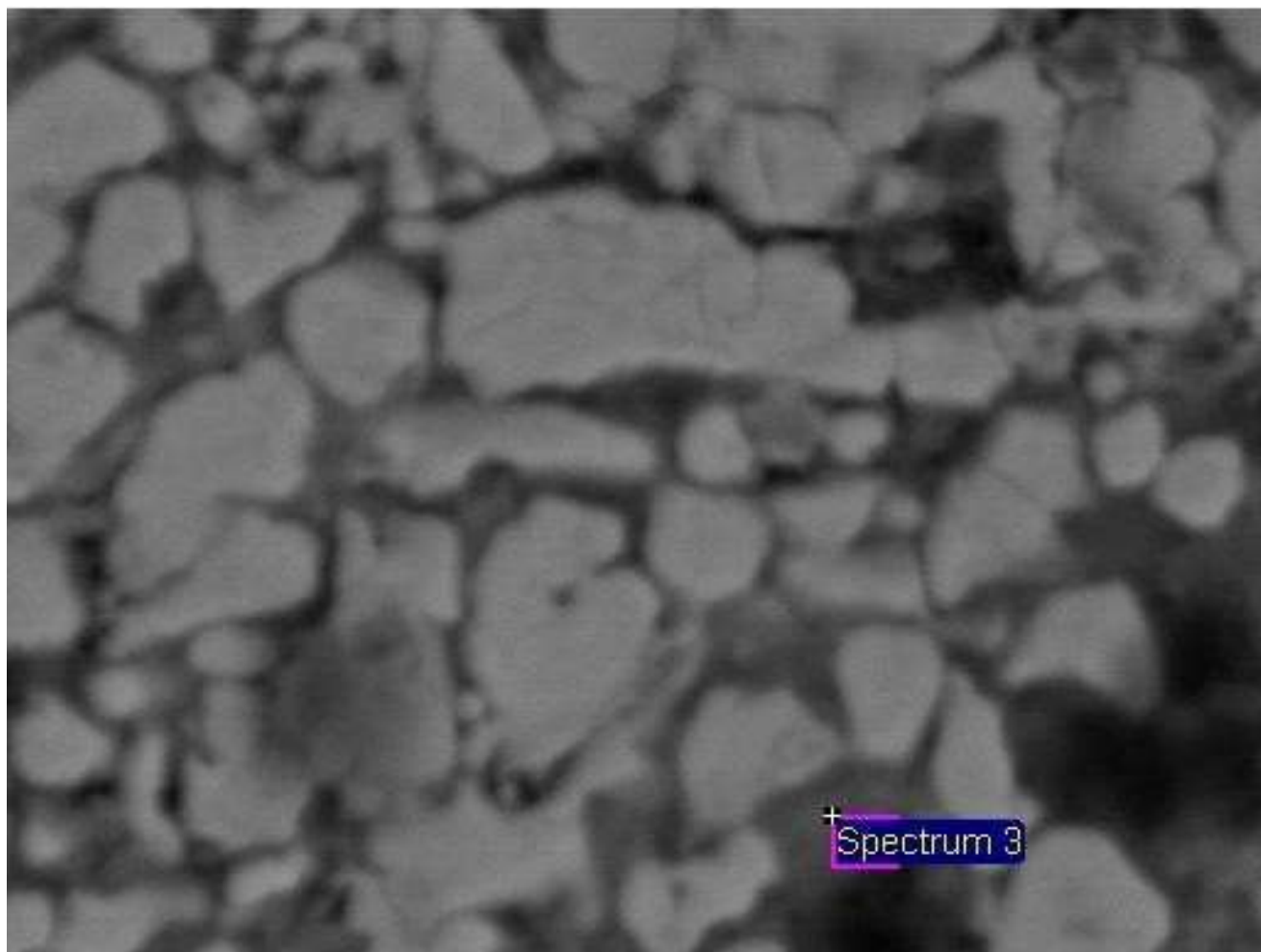
Electron Image 1



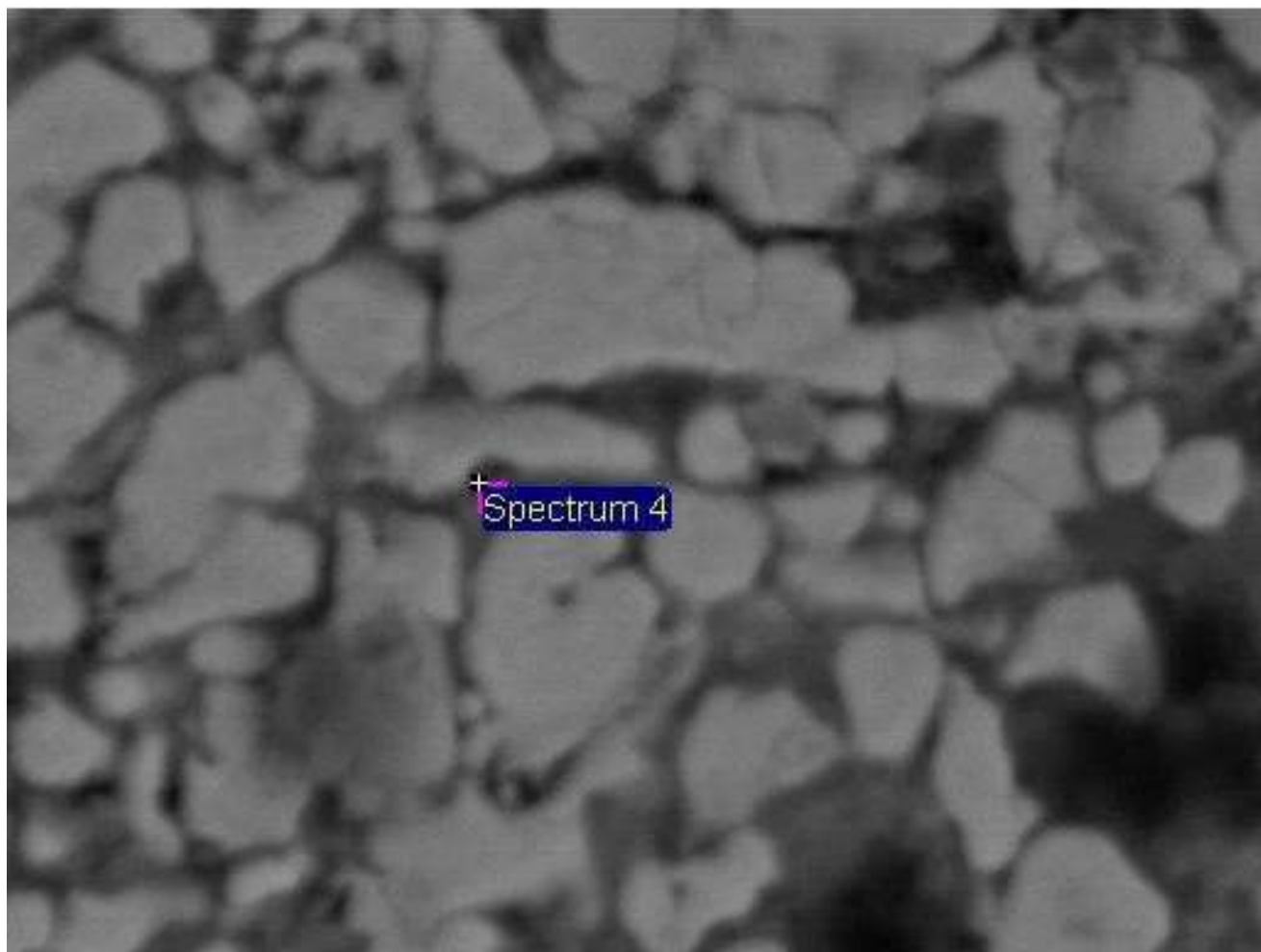
Comment:



Comment:

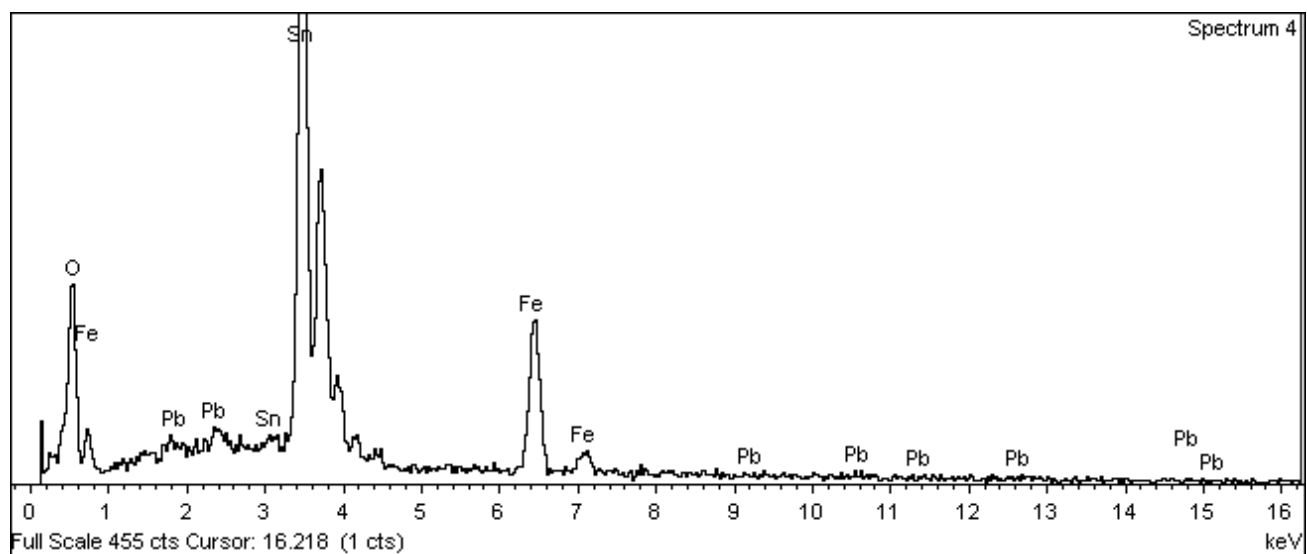


Comment:



10µm

Electron Image 1



Comment:

Project: Project 1

Owner: Administrator

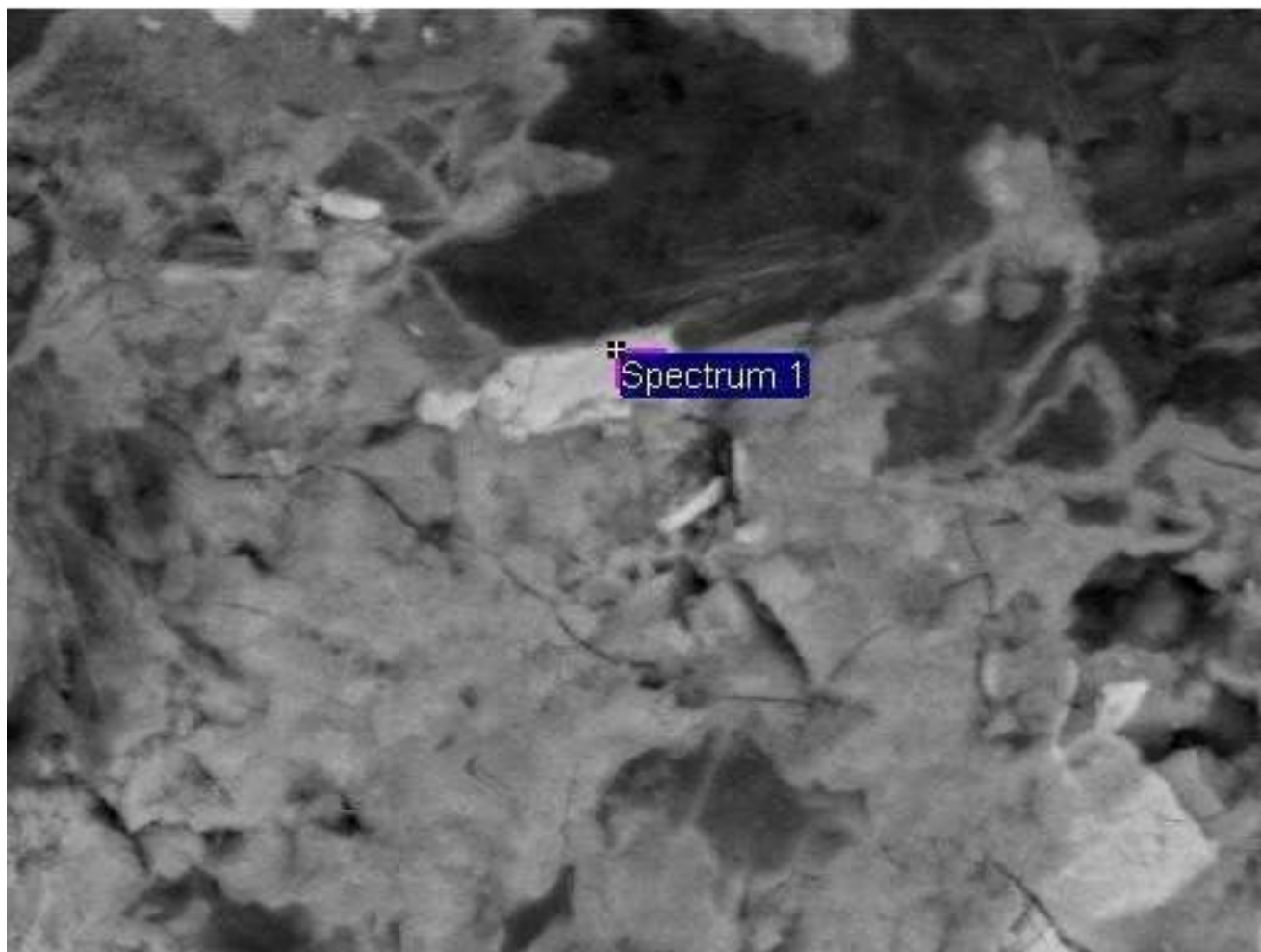
Sample: Sample 1

Type: Default

Processing option : All elements analysed (Normalised)

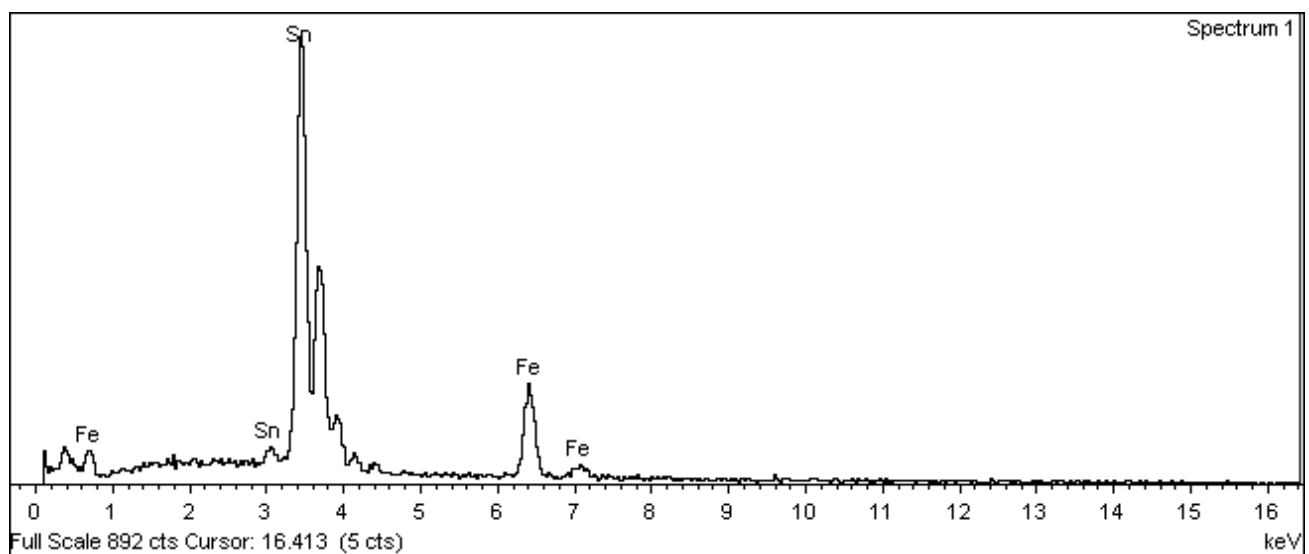
Spectrum	In stats.	O	Mg	Al	Si	Ca	Fe	Sn	Pb	Total
Spectrum 1	Yes				0.43		19.17	80.40		100.00
Spectrum 2	Yes	45.26	4.24			3.56	14.89	31.20	0.85	100.00
Spectrum 3	Yes	44.78		0.67	1.17		12.35	39.37	1.65	100.00
Spectrum 4	Yes	37.32					12.78	48.20	1.70	100.00
Max.		45.26	4.24	0.67	1.17	3.56	19.17	80.40	1.70	
Min.		37.32	4.24	0.67	0.43	3.56	12.35	31.20	0.85	

All results in weight%

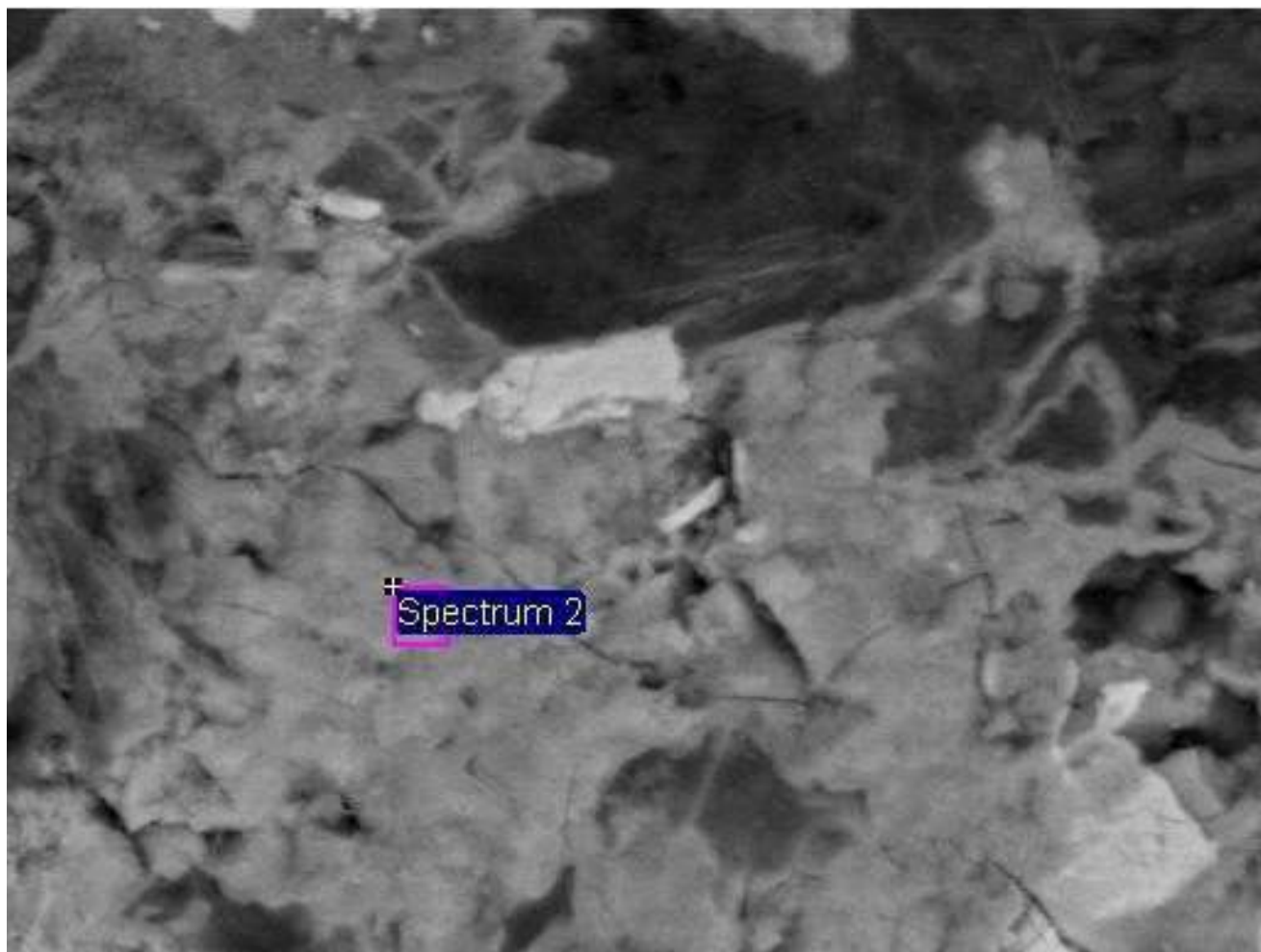


30µm

Electron Image 1

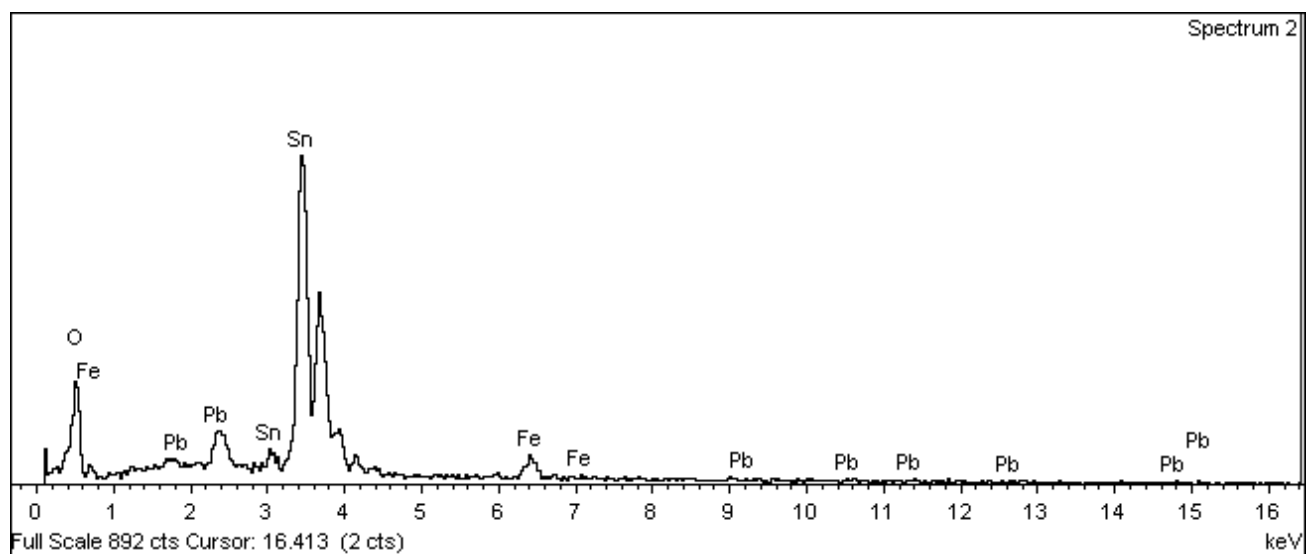


Comment:

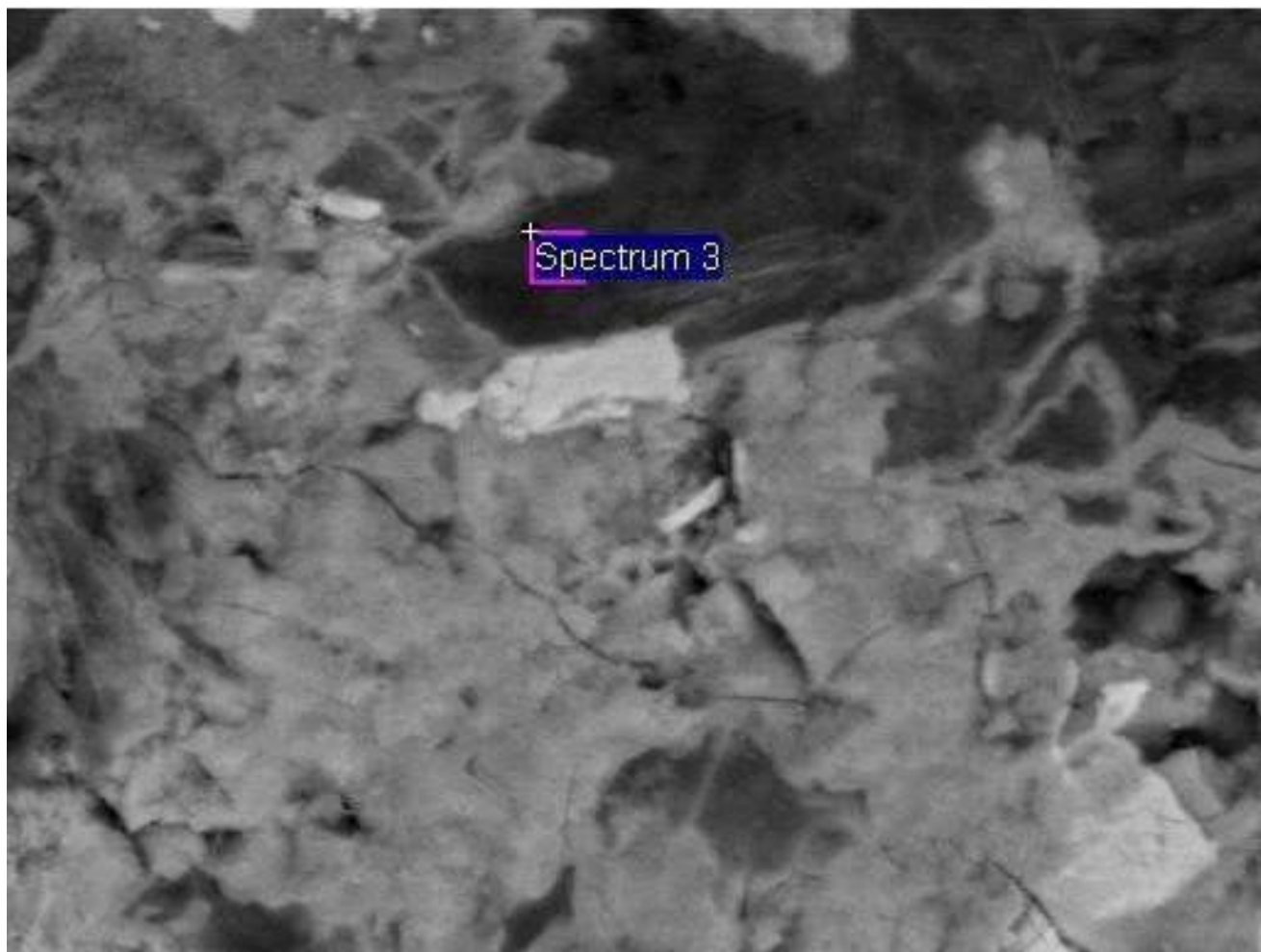


30µm

Electron Image 1

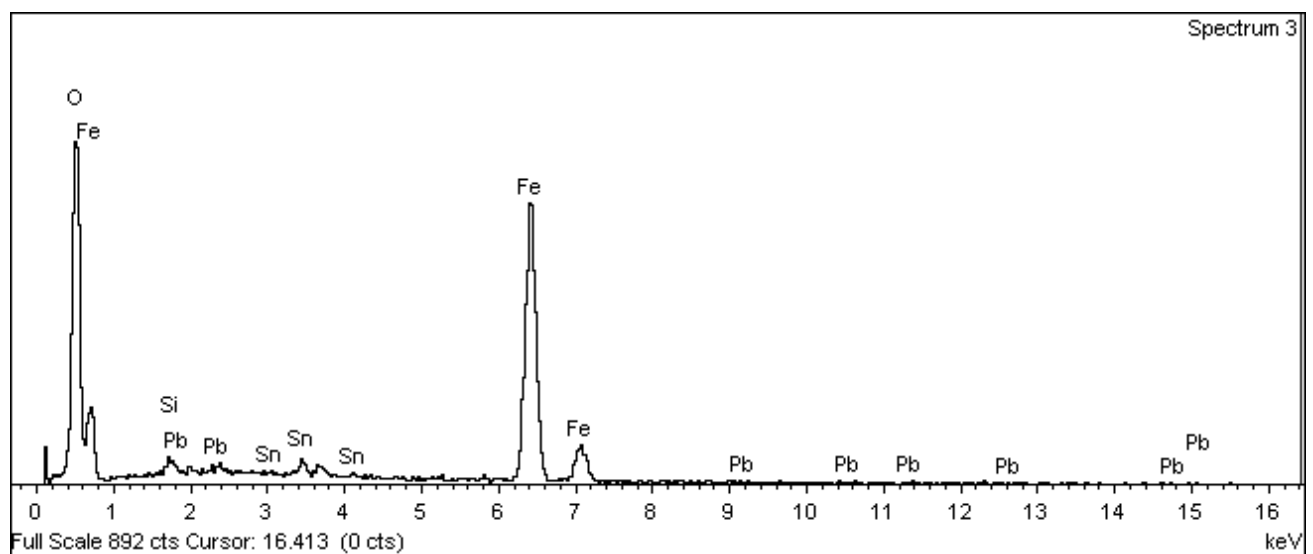


Comment:



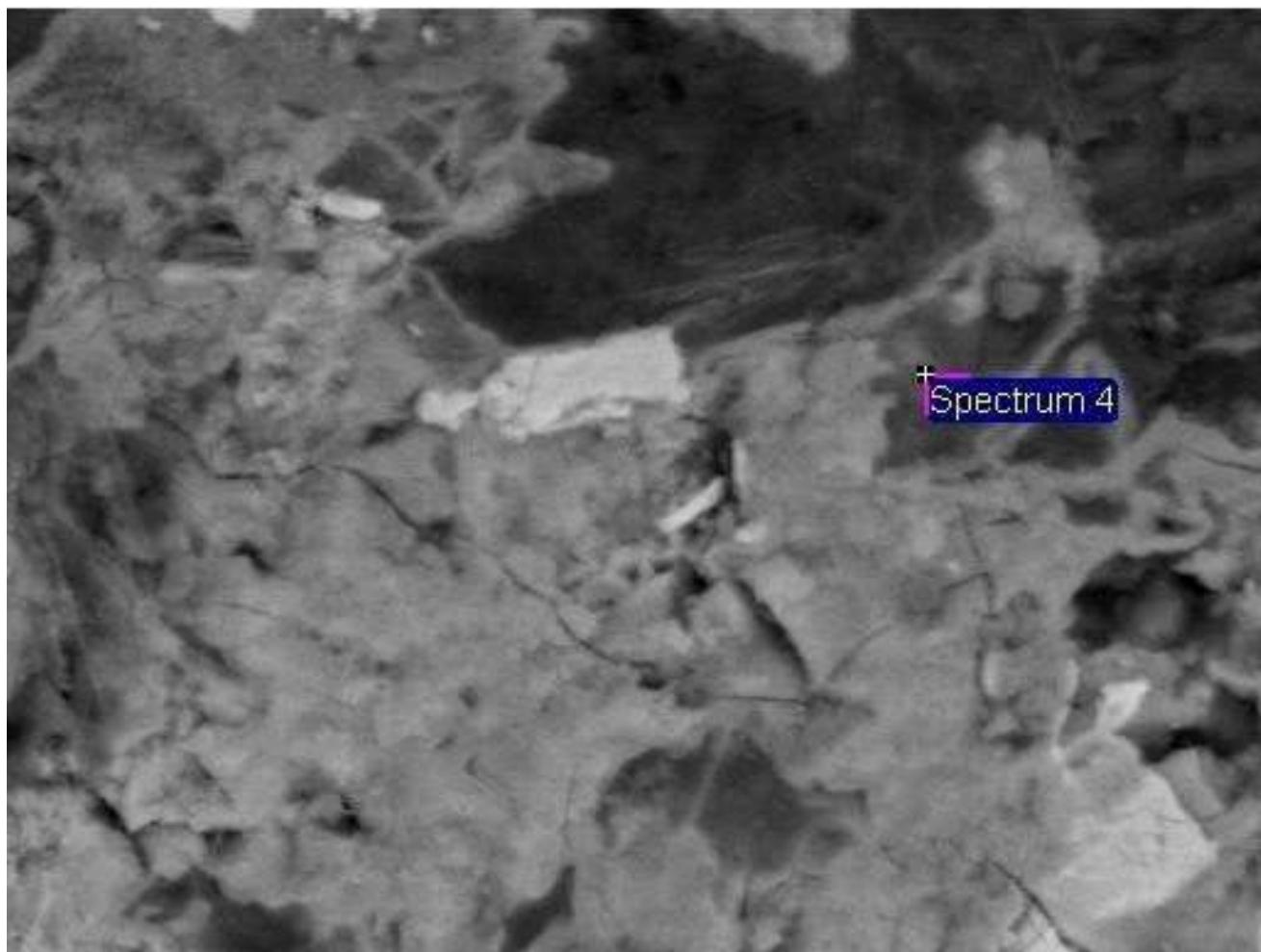
30µm

Electron Image 1



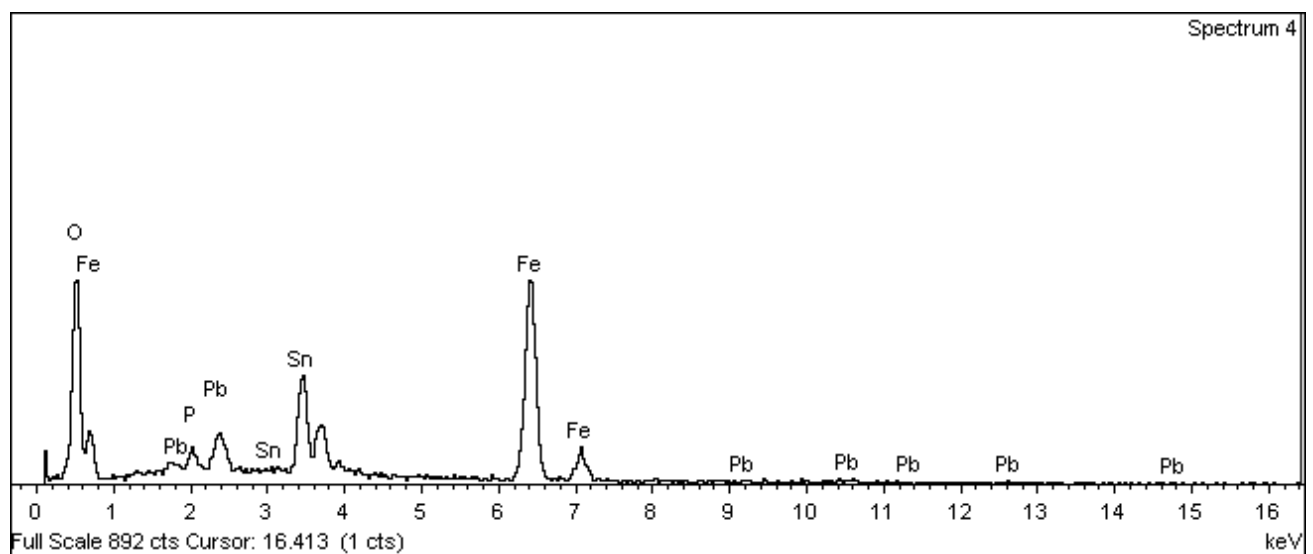
Comment:

Inca



30µm

Electron Image 1



Comment:

Project: Project 1

Owner: Administrator

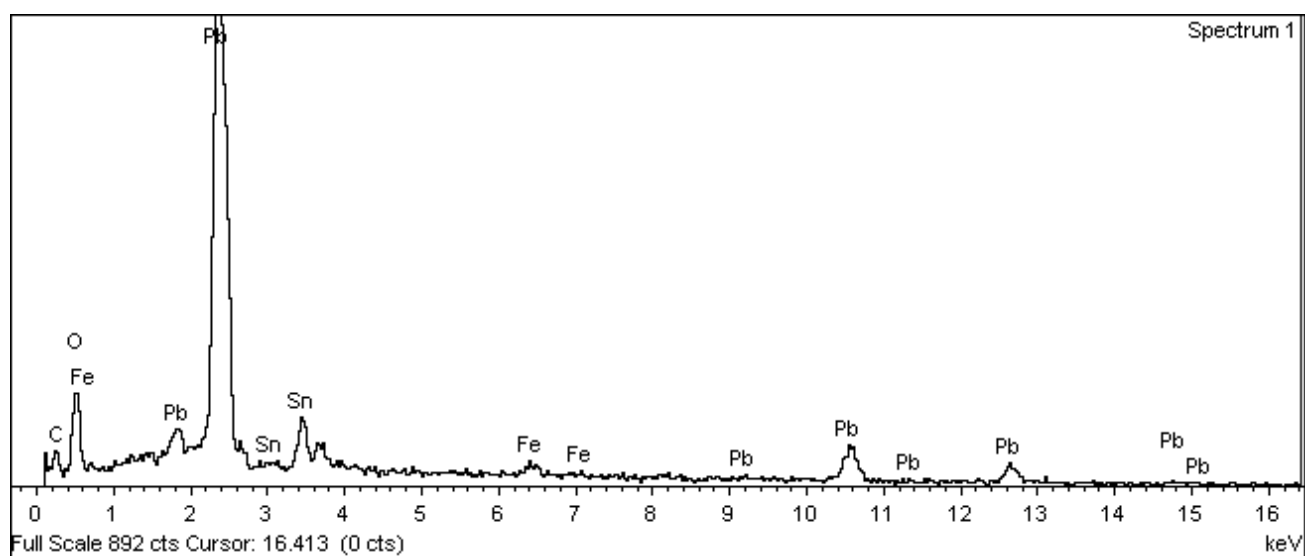
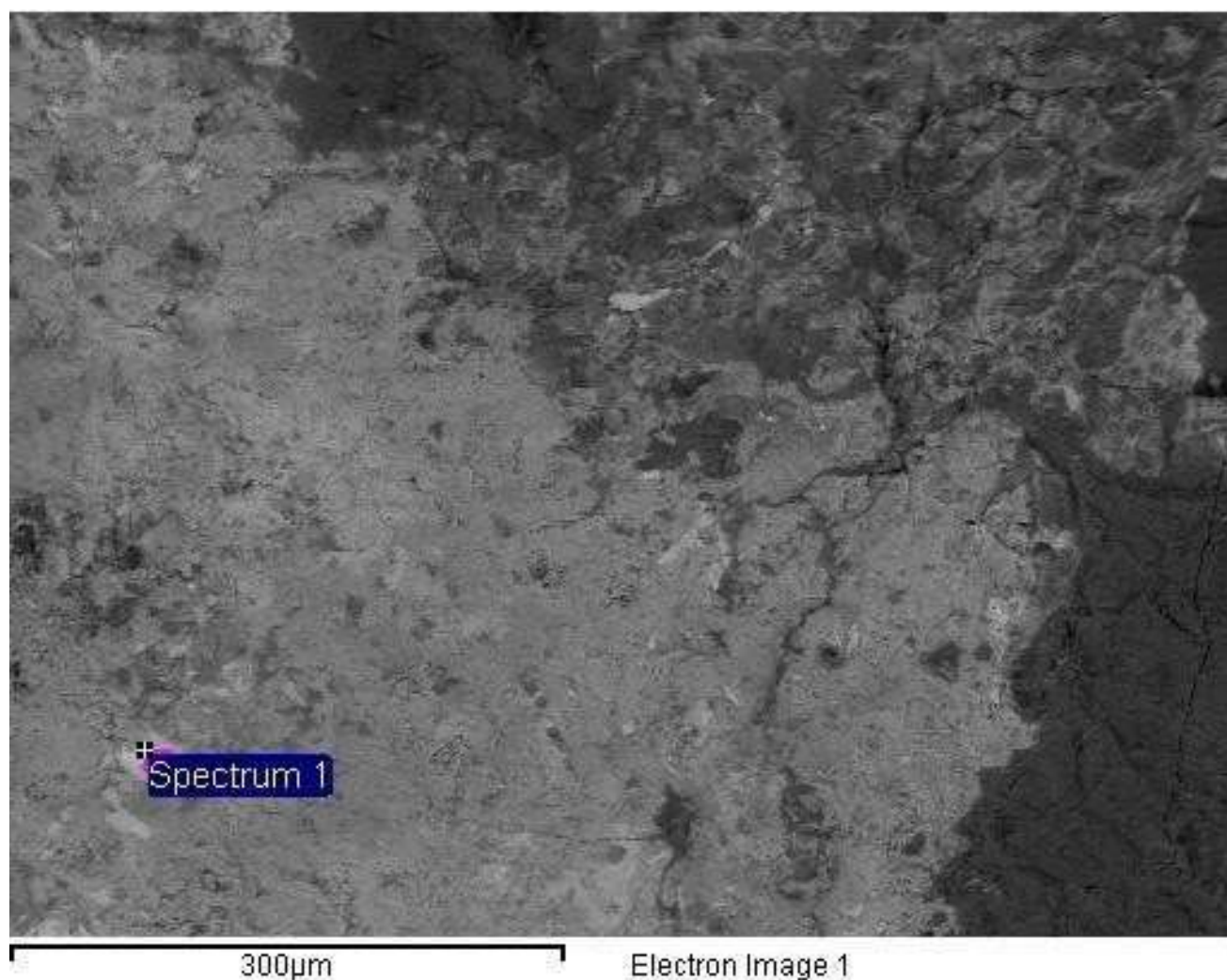
Sample: Armatura 2

Type: Default

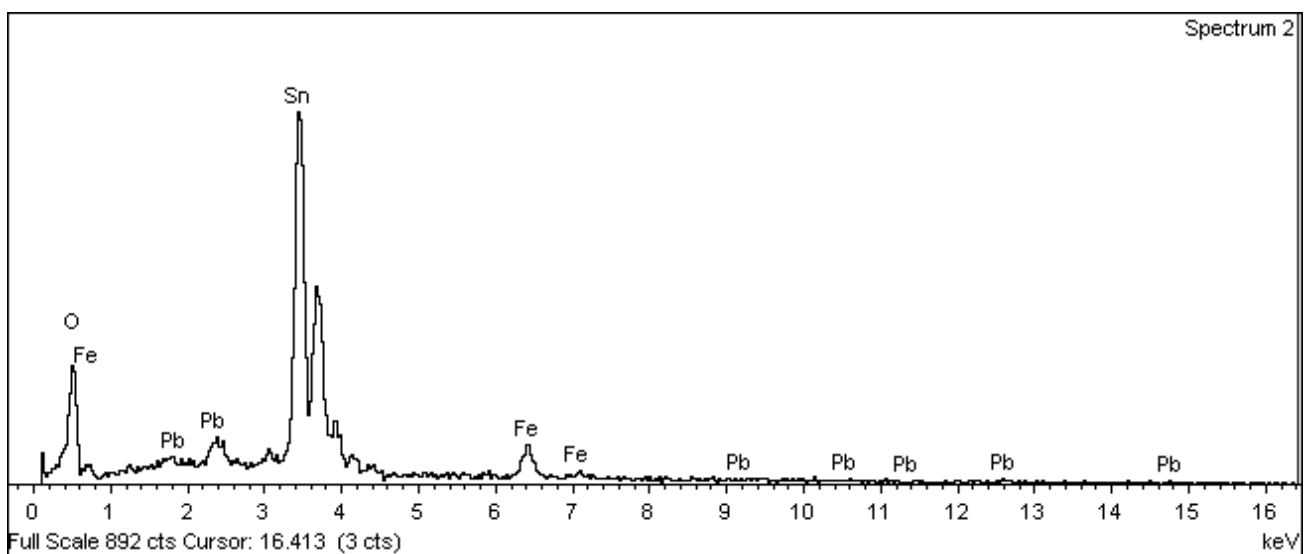
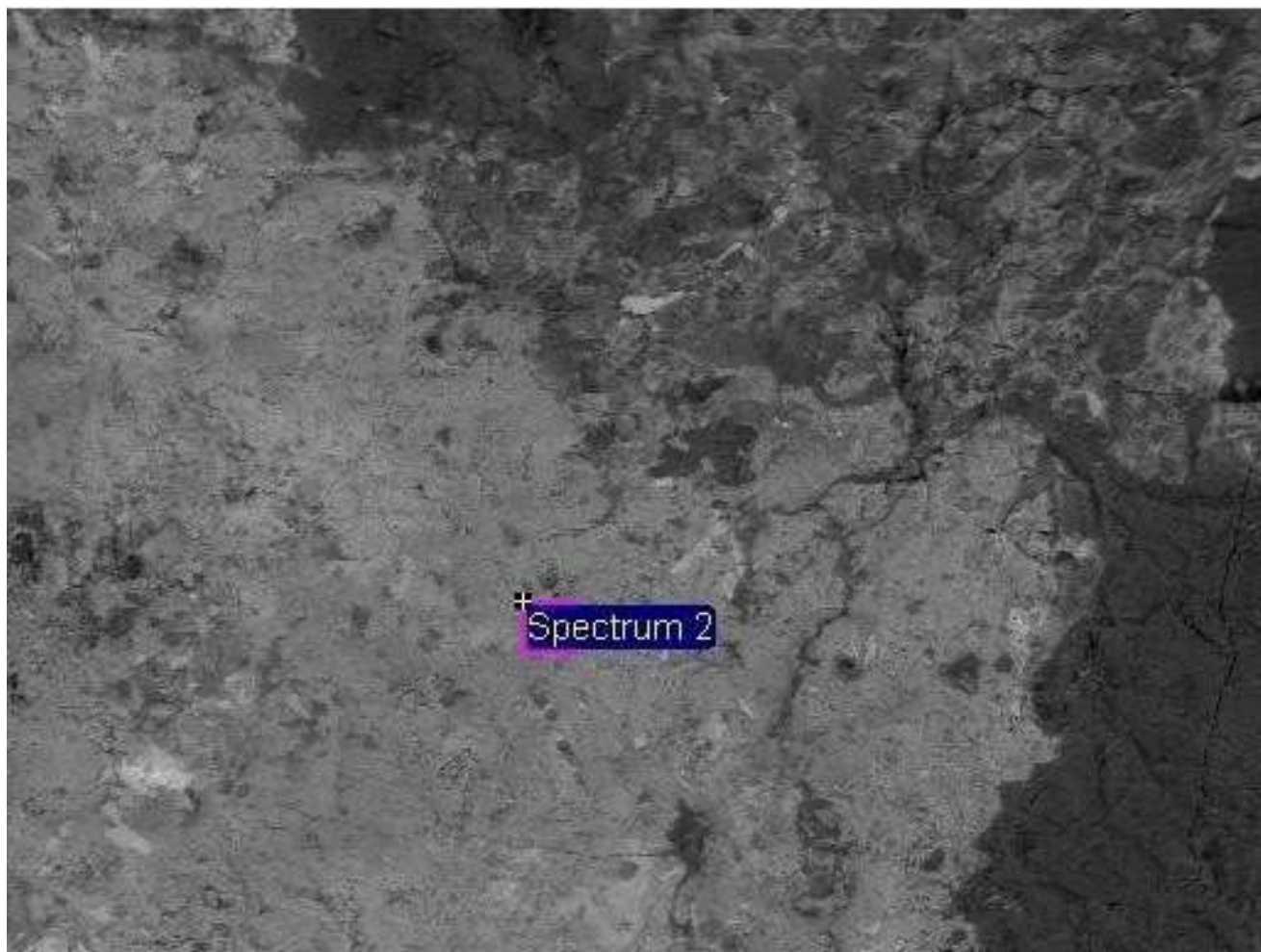
Processing option : All elements analysed (Normalised)

Spectrum	In stats.	O	Si	P	Fe	Sn	Pb	Total
Spectrum 1	Yes				17.71	82.29		100.00
Spectrum 2	Yes	39.00			3.16	52.98	4.86	100.00
Spectrum 3	Yes	44.44	0.93		50.29	3.20	1.14	100.00
Spectrum 4	Yes	42.14		1.14	33.72	17.56	5.43	100.00
Max.		44.44	0.93	1.14	50.29	82.29	5.43	
Min.		39.00	0.93	1.14	3.16	3.20	1.14	

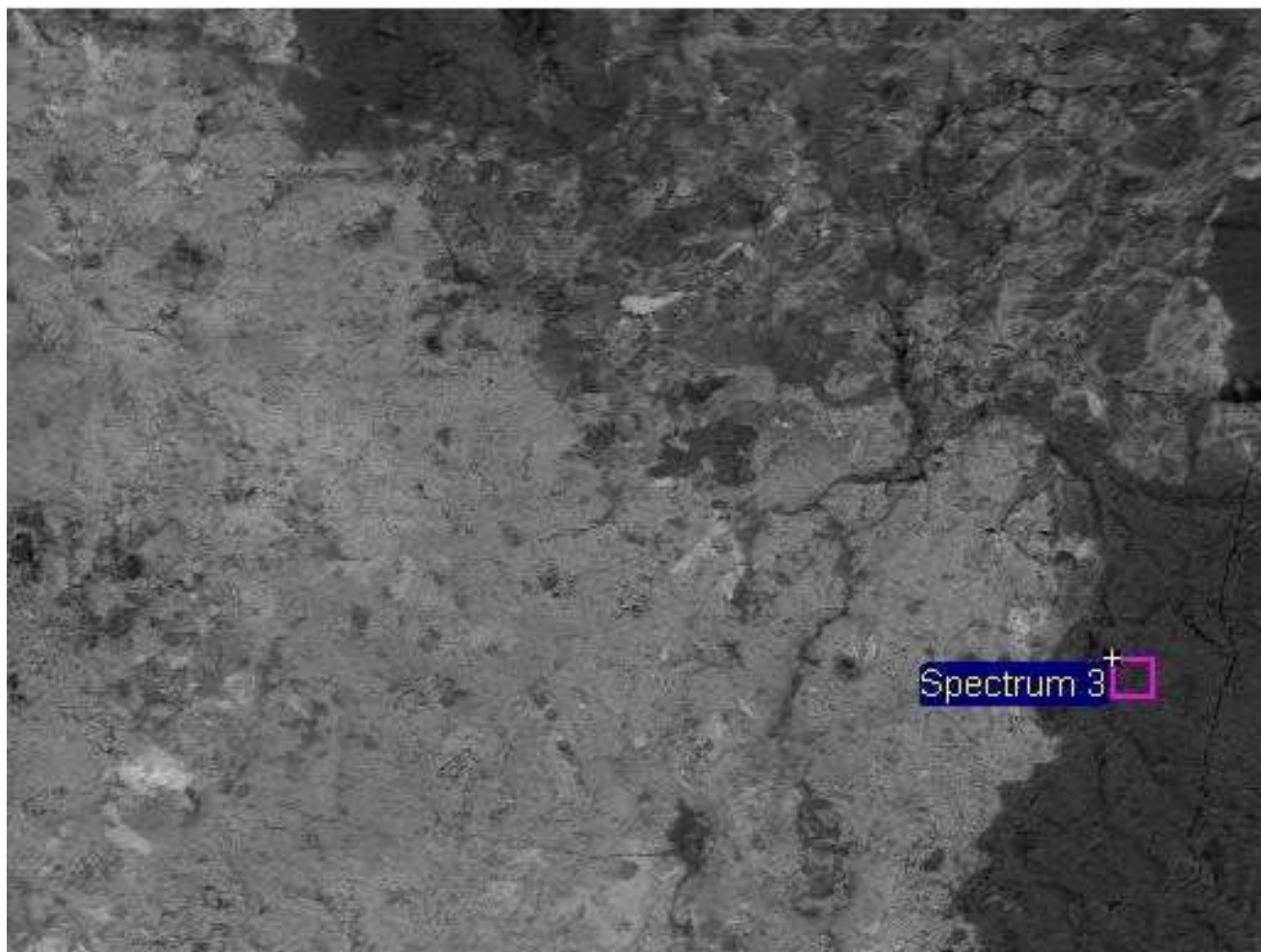
All results in weight%



Comment:

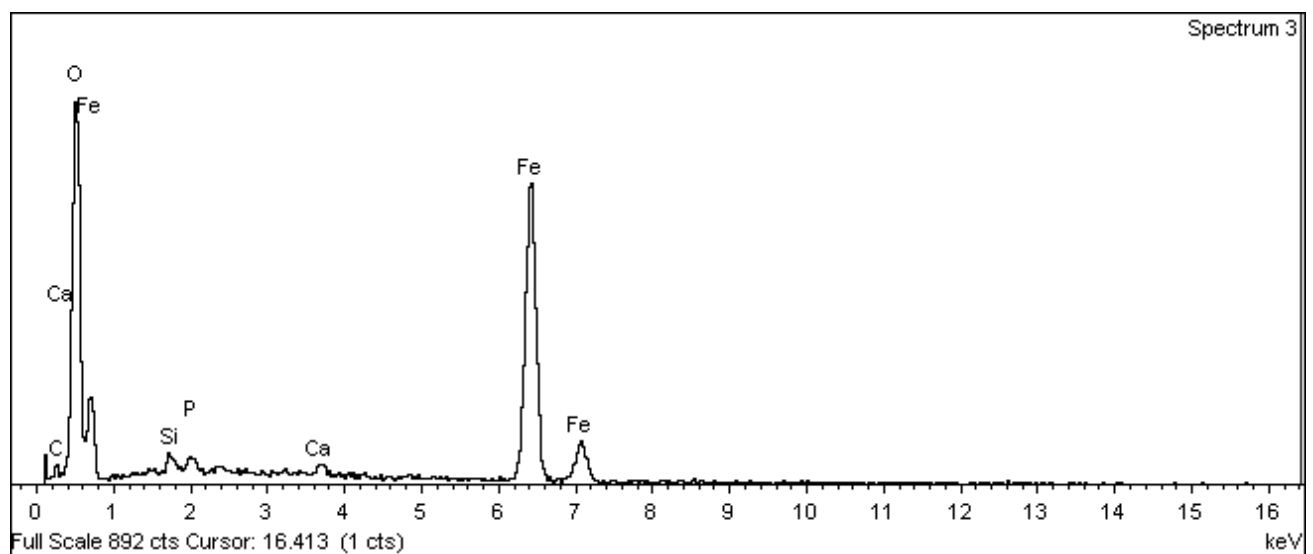


Comment:

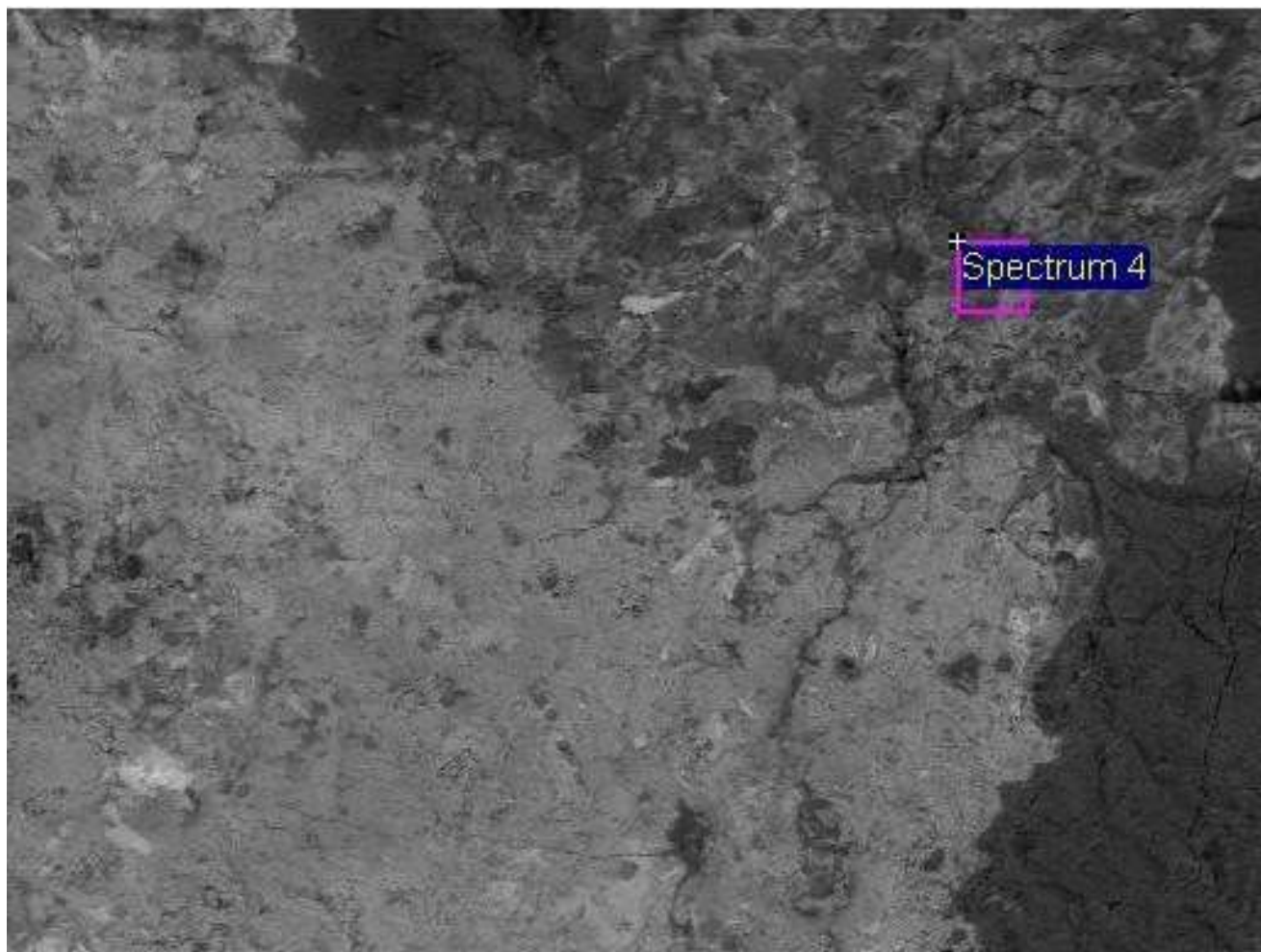


300µm

Electron Image 1

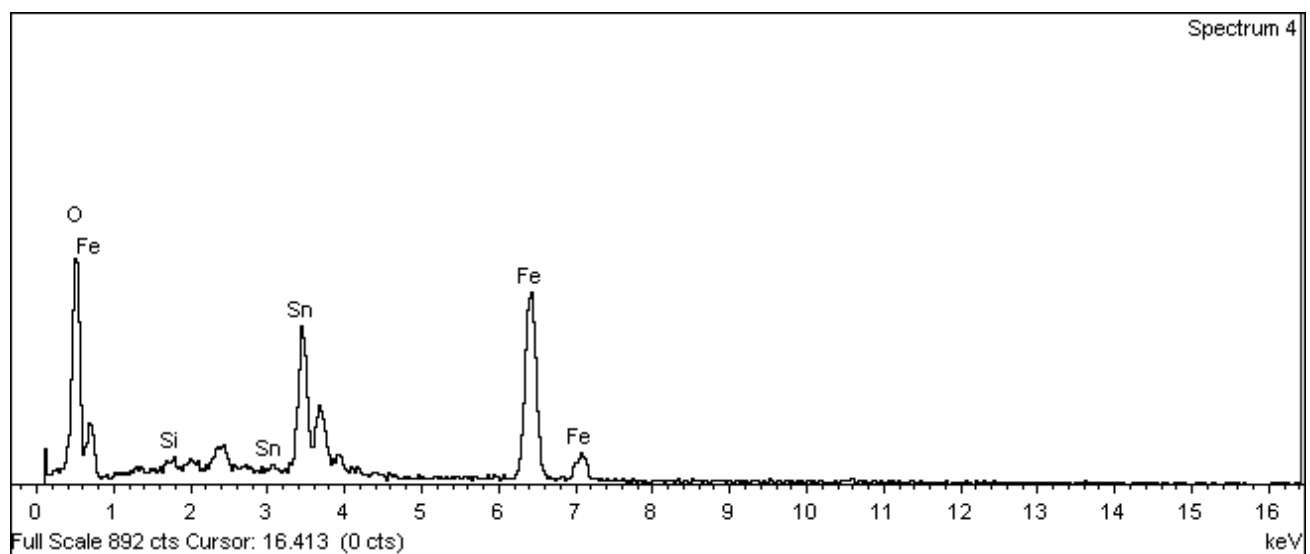


Comment:



300µm

Electron Image 1



Comment:

Project: Project 1

Owner: Administrator

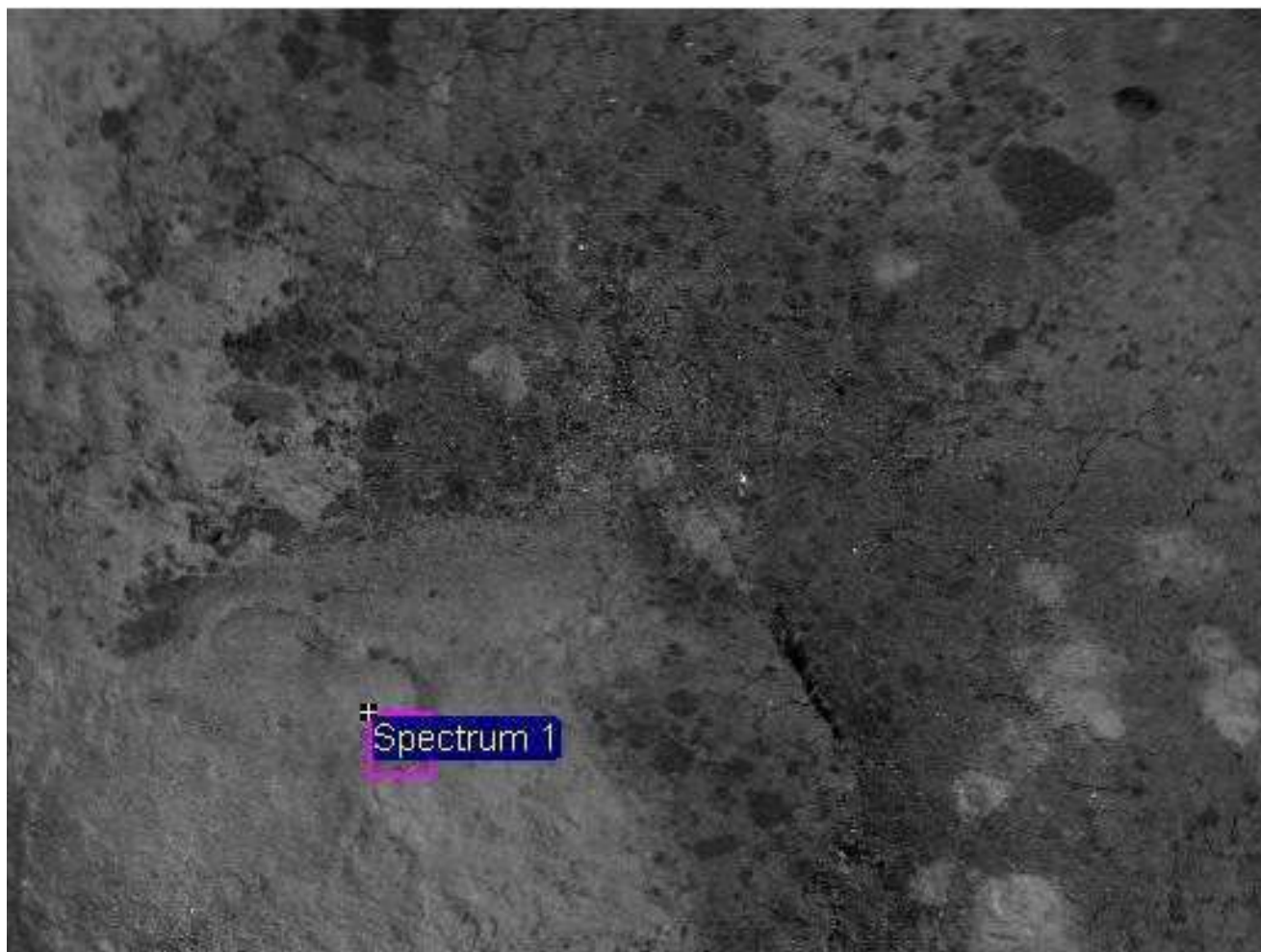
Sample: Armatura 2

Type: Default

Processing option : All elements analysed (Normalised)

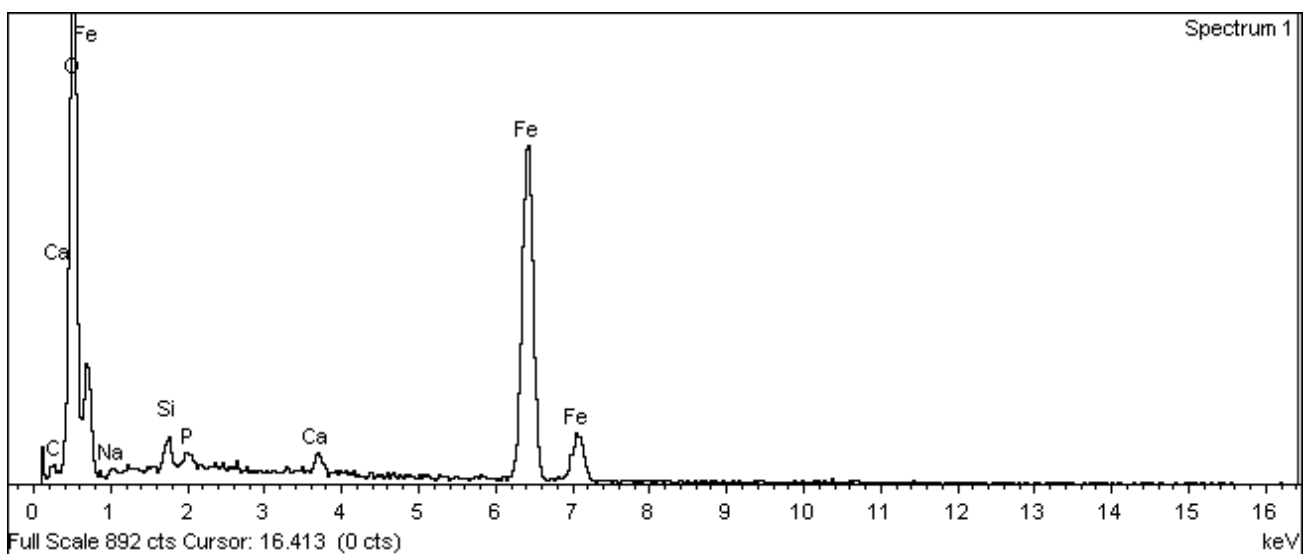
Spectrum	In stats.	C	O	Si	P	Ca	Fe	Sn	Pb	Total
Spectrum 1	Yes	7.73	22.28				1.40	9.28	59.31	100.00
Spectrum 2	Yes		39.39				4.24	53.63	2.73	100.00
Spectrum 3	Yes	4.94	43.49	0.97	0.97	0.83	48.80			100.00
Spectrum 4	Yes		46.26	0.66			31.14	21.94		100.00
Max.		7.73	46.26	0.97	0.97	0.83	48.80	53.63	59.31	
Min.		4.94	22.28	0.66	0.97	0.83	1.40	9.28	2.73	

All results in weight%

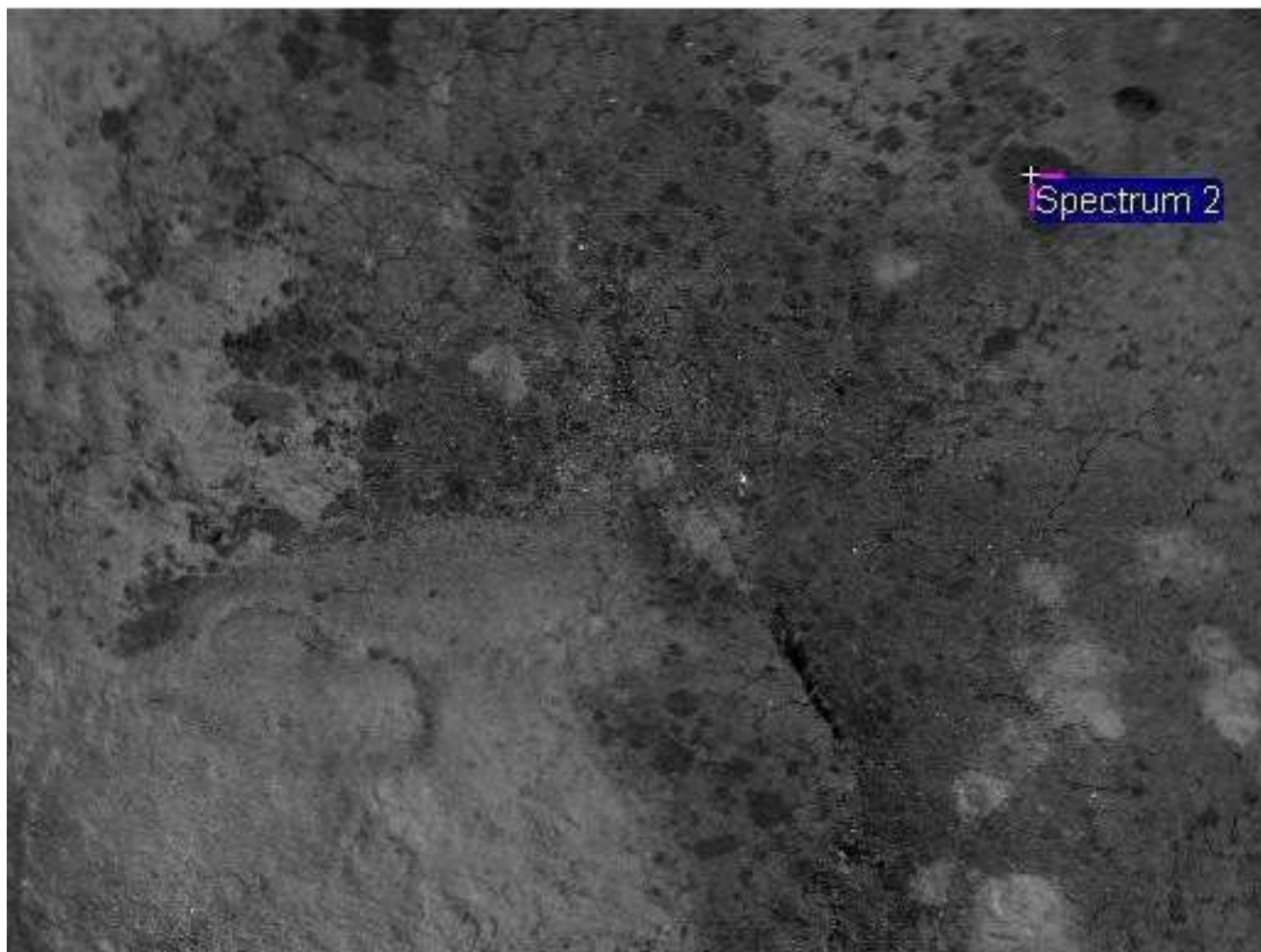


1mm

Electron Image 1

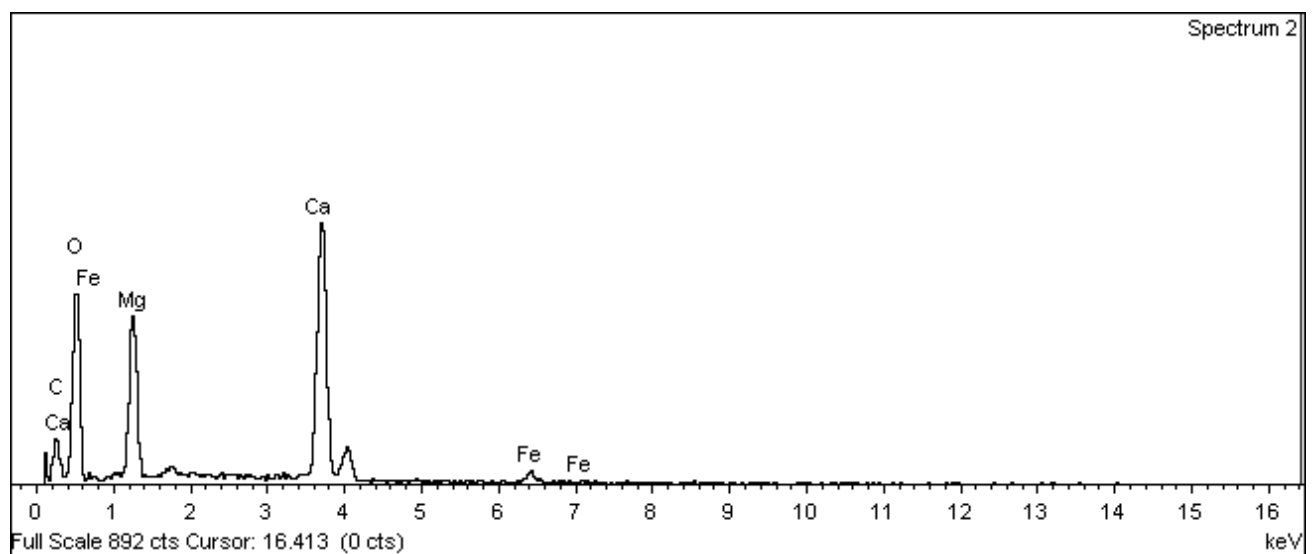


Comment:

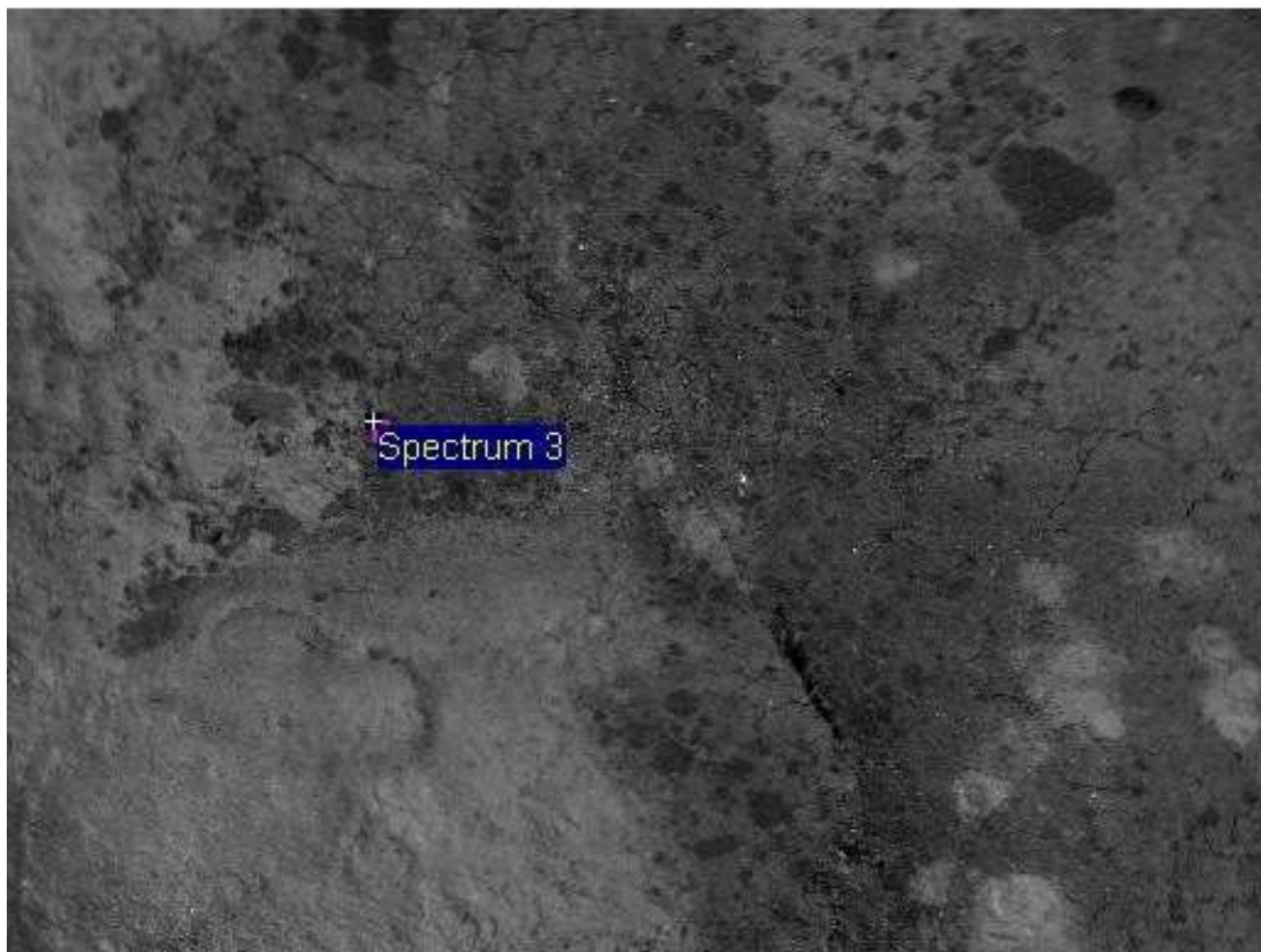


1mm

Electron Image 1

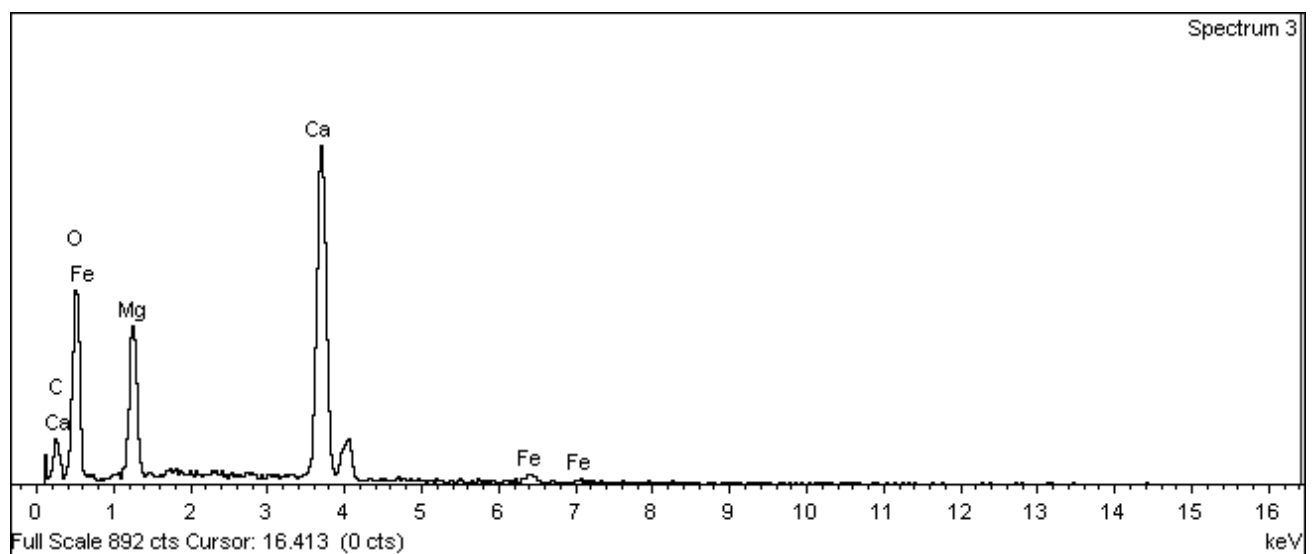


Comment:

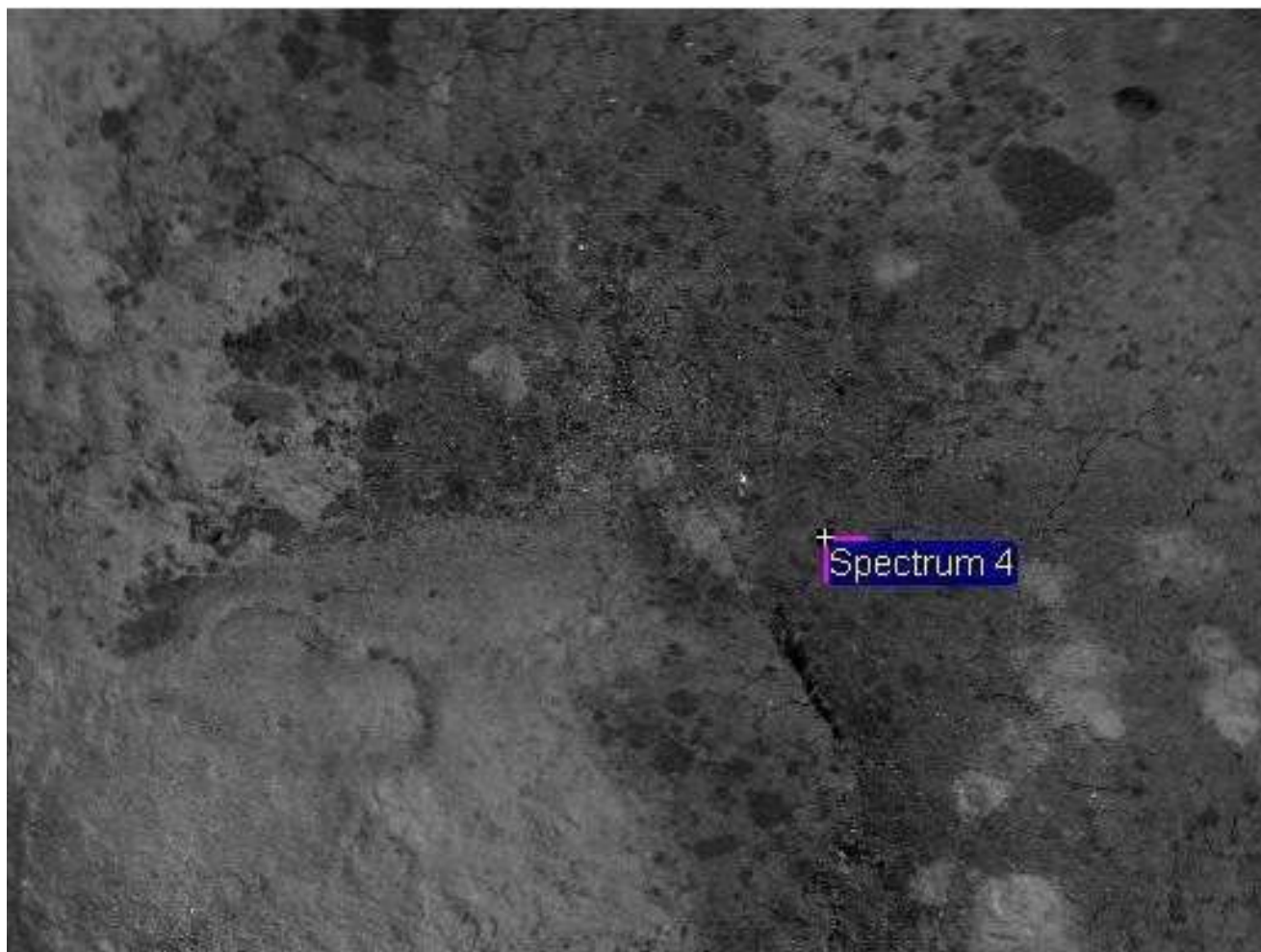


1mm

Electron Image 1

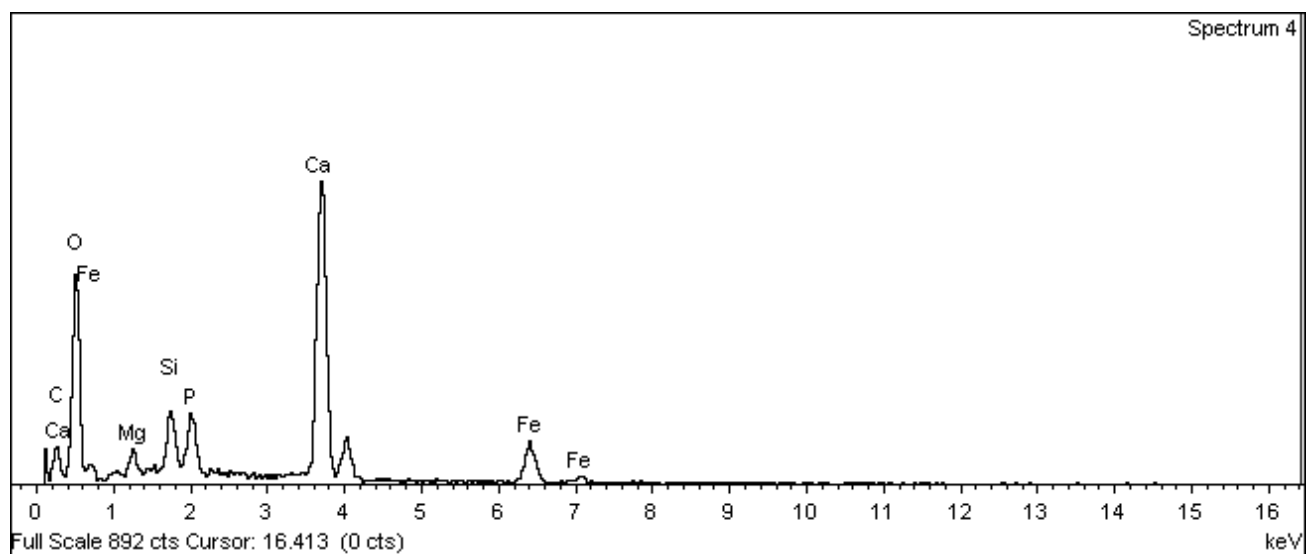


Comment:

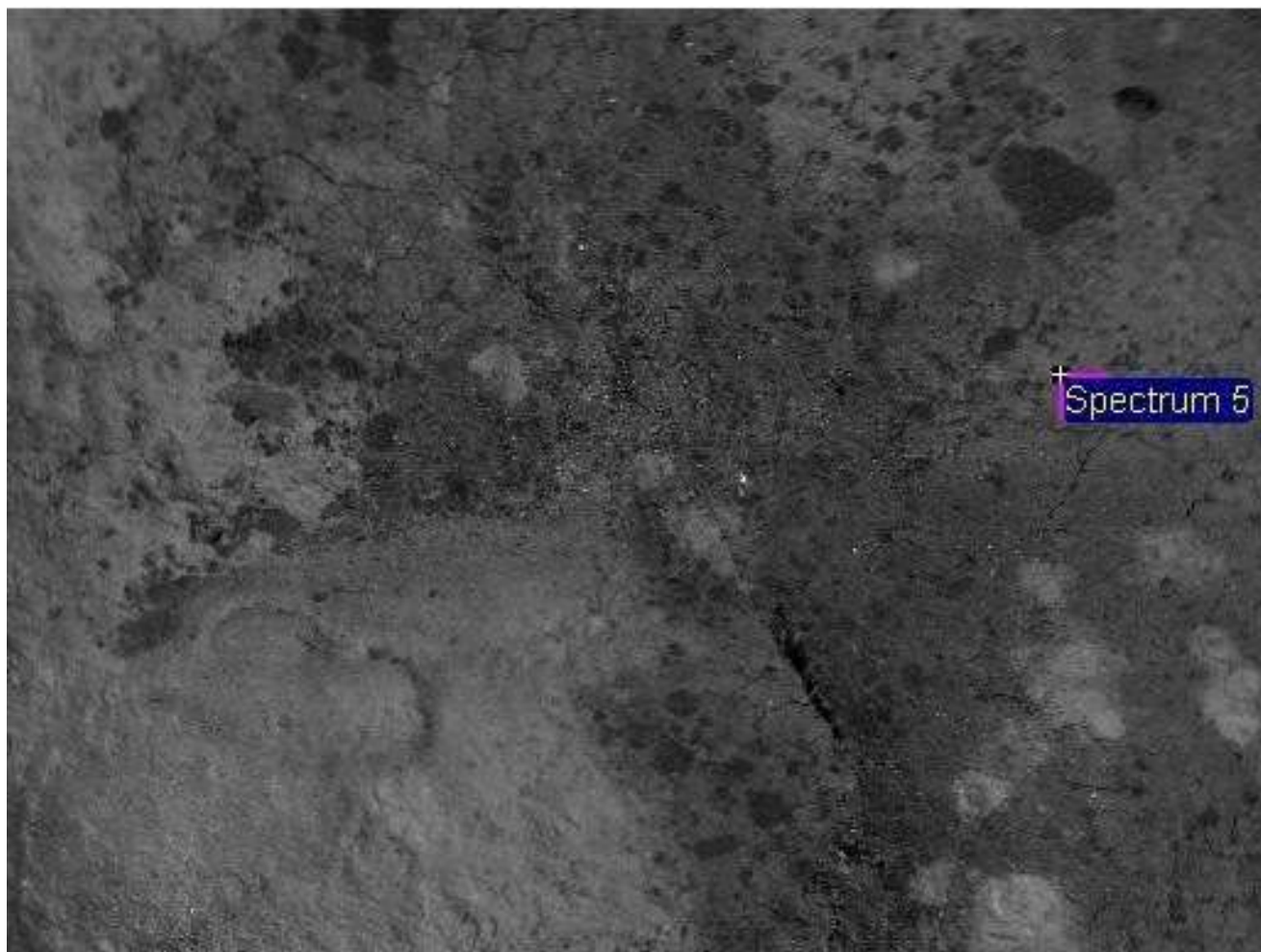


1mm

Electron Image 1

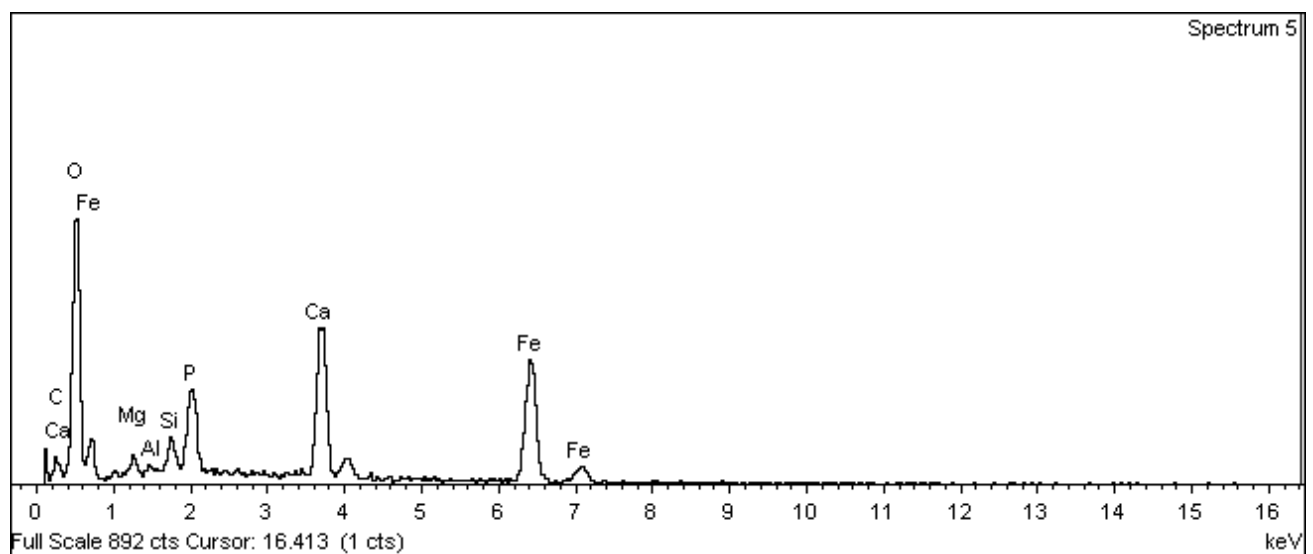


Comment:



1mm

Electron Image 1



Comment:

Project 1

1/29/2026 4:15:16 PM

Project: Project 1

Owner: Administrator

Sample: Armatura 2

Type: Default

Processing option : All elements analysed (Normalised)

Spectrum	In stats.	C	O	Na	Mg	Al	Si	P	Ca	Fe	Total
Spectrum 1	Yes	4.82	45.16	0.96			1.42	0.74	0.97	45.93	100.00
Spectrum 2	Yes	12.64	56.15		10.98				18.57	1.66	100.00
Spectrum 3	Yes	11.53	55.15		9.48				22.47	1.38	100.00
Spectrum 4	Yes	10.68	55.07		1.63		2.80	3.13	20.38	6.29	100.00
Spectrum 5	Yes	8.43	51.96		1.32	0.42	1.49	4.85	10.69	20.83	100.00
Max.		12.64	56.15	0.96	10.98	0.42	2.80	4.85	22.47	45.93	
Min.		4.82	45.16	0.96	1.32	0.42	1.42	0.74	0.97	1.38	

All results in weight%

