



UNIVERSITAT DE BARCELONA



Departament de Ciència dels Materials i  
Enginyeria Metal·lúrgica  
Facultat de Química  
Universitat de Barcelona  
Martí i Franqués, 1  
08028 Barcelona  
Tel. 93 402 1317  
Fax. 93 402 12 91  
e-mail: [jvinalsvinals@ub.edu](mailto:jvinalsvinals@ub.edu)

## **ESTUDIO DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE UN CUARZO PRASIOTRINO**

Empresa peticionaria:  
Sr. D. Antonio Velasco Fuentes  
NIF 37725183 P  
Av. Severo Ochoa 71 At.1ª  
08906 L'Hospitalet de Llobregat

Barcelona, Octubre de 2009

## 1. Antecedentes

De acuerdo con una conversación previa mantenida con la Empresa, se ha procedido a examinar la composición química de tres tipos de gemas con el fin de atribuir su coloración a la posible presencia de algún elemento cromóforo. Las muestras han sido suministradas por la empresa y consisten en:

- A) Un cuarzo hialino con trazas de inclusiones muy finas distribuidas de forma no regular. Estas inclusiones se aparecen en forma de bandas y con coloración verdosa que pasa gradualmente a amarilla. La muestra es completamente natural y está pulida por una cara.

Esta gema se conoce como cuarzo **Prasiotriño**, con nombre comercial Shalimar. Según la empresa peticionaria, la procedencia de dicho cuarzo es Piquet Carneiro, Ceará, Brasil. Este cuarzo se encuentra descrito en la bibliografía gemológica brasileña a través del libro: Rochas e Minerales Industriales do estado de Ceará, Realce Editora & Industria Grafica Ltda., Fortaleza, 2005 (p.113). El material objeto del análisis procede de un descubrimiento en la zona en Noviembre del 2007 por el Sr. Hugo de Carvalho Mol.

- B) Una gema facetada de cuarzo citrino de intenso color amarillo topacio. La coloración puede ser en principio natural pero es más que probable que se deba al calentamiento de un cuarzo inicialmente amatista.
- C) Una gema también facetada de cuarzo de color verde azulado no muy intenso. Según la empresa, la coloración de este cuarzo es con seguridad artificial y probablemente se debe al tratamiento con radiaciones gamma, seguido posiblemente de un tratamiento térmico.

## 2. Técnicas utilizadas

Se han efectuado análisis elementales de todas las muestras mediante dos tipos de técnicas no destructivas: a) Microanálisis por Energía Dispersiva de Rayos X (EDS) asociada a un Microscopio Electrónico de Barrido. b) Análisis global por Fluorescencia de Rayos X (XRF) y dispersión por longitudes de onda (WDS)

Los microanálisis por EDS se han realizado en un equipo JEOL (JSM-840) provisto de un analizador INCA capaz de detectar elementos más pesados que el B. La observación y medidas se han efectuado operando a 20-30kV y 0.6 nA. Se han obtenido espectros tanto globales como puntuales de diferentes partes de las tres gemas.

Los análisis por XRF se han realizado en un equipo Panalytical PW 2400. Como fuente de excitación se ha empleado un tubo de Rh. Se han utilizado barridos con distintos cristales difractores para determinar la presencia de todos los elementos de nº atómico superior al F. En general se ha operado a 24kV y 125 mA, excepto para la región espectral correspondiente al rango V-Cu en la que el potencial de excitación ha sido de 50kV.

### 3. Resultados

#### 3.1. Microanálisis por Energía Dispersiva de Rayos X

No se ha detectado con seguridad ningún elemento distinto a los propios del cuarzo (Si, O) en ninguna de las muestras analizadas. Ello indica que la concentración de posibles elementos cromóforos, si los hubiera, es inferior al límite de detección de la técnica. Este límite depende de cada elemento en cuestión y de las condiciones operativas. No obstante, podemos asegurar que las concentraciones de posibles elementos cromóforos son inferiores al 0.5%. En la muestra A) que contiene inclusiones, probablemente el pulido las arranque de la zona superficial y al ser la excitación mediante esta técnica poco penetrante (0.001mm), las inclusiones internas no han sido detectadas.

#### 3.2. Análisis global por Fluorescencia de Rayos X

La XRD tiene las ventajas de que la excitación es mucho más penetrante y tiene también mayor sensibilidad (hasta 0.001% en elementos favorables). La desventaja es que no permite saber la distribución puntual de los elementos, sólo la composición global. Esto último, sin embargo, no tiene demasiada importancia si la coloración o las microinclusiones se presentan bien distribuidas. Los espectros de los distintos barridos se adjuntan en el anexo. Los resultados pueden resumirse en:

##### A) Cuarzo Prasiotrino:

Aparte de Si del cuarzo, se detectan con seguridad Fe y Al y con menor seguridad K y Mg.

##### B) Gema facetada de cuarzo citrino:

Aparte del Si del cuarzo se detecta con seguridad Fe y K

##### C) Gema facetada de cuarzo prasio (artificial):

No se detecta con seguridad ningún elemento distinto de los del cuarzo.

### 4. Conclusiones y recomendaciones

- La detección de Si, Fe, Al y K en la muestra de cuarzo **Prasiotrino** es consistente con la presencia de finas inclusiones de silicatos del grupo de la esmectita, como la ferroccladonita ( $K(Fe^{2+}, Mg^{2+})(Fe^{3+}, Al)[(OH)_2/Si_4O_{10}]$ ) o de la clorita, como la chamosita ( $(Fe^{2+}, Mg^{2+})_5Al[(OH)_8/AlSi_3O_{10}]$ ). Estos minerales son de color verdoso-azulado tendiendo al amarillo o marrón por oxidación del  $Fe^{2+}$  de su estructura. Normalmente, estos silicatos se forman durante la alteración hidrotermal de rocas ricas en silicatos básicos, depositándose posteriormente en las cavidades donde tienen lugar la cristalización del cuarzo. De aquí que pueden aparecer como inclusiones de cristales de cuarzo.

- La gema facetada de cuarzo citrino debe su color al Fe, elemento que ha sido claramente detectado. Es bien conocido que el cuarzo amatista contiene entre el 0.001-0.01% de Fe ([www.mindat.org](http://www.mindat.org)) y que por calentamiento hay cambios de estado de oxidación del Fe que conducen al color amarillo. Los resultados obtenidos son por tanto consistentes.

- La gema facetada de cuarzo prasio (artificial) no contiene elementos cromóforos detectables por XRF. Lo razonable es que el color sea debido a un proceso de irradiación seguido o no de tratamiento térmico.

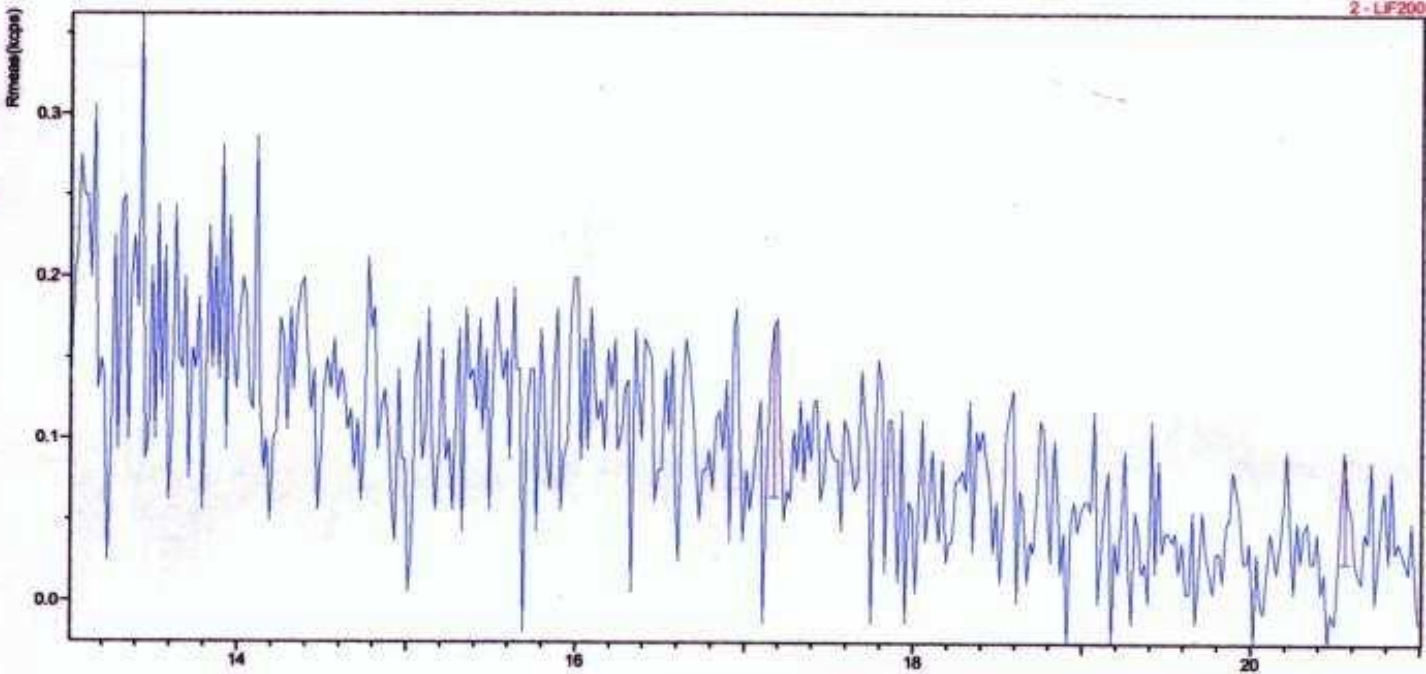
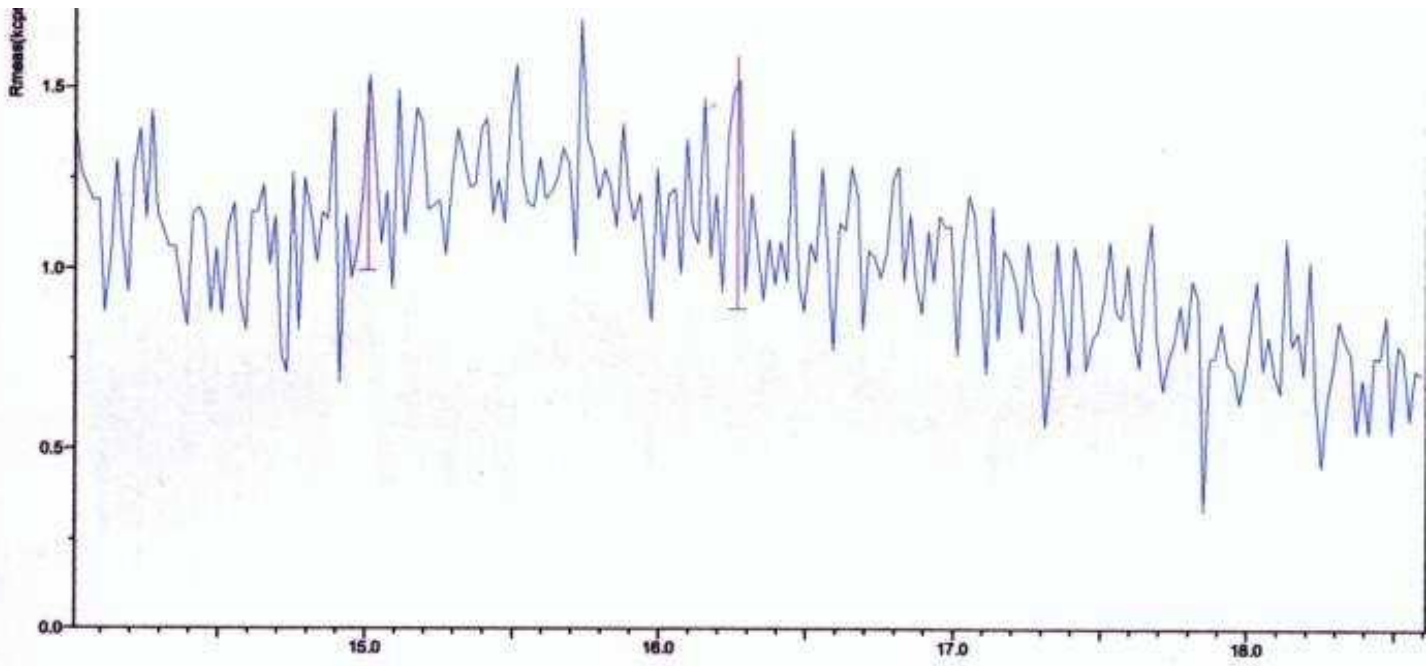
Como recomendación para posteriores estudios se debe indicar que los resultados de la XRD mejorarían en sensibilidad y seguridad si la muestra a estudiar estuviera pulverizada. Se evitarían los numerosos picos de difracción que aparecen a causa del facetado, lo que interfiere en la detección de los niveles de trazas necesarios para la detección de elementos potencialmente cromóforos.



Dr. J. Viñals

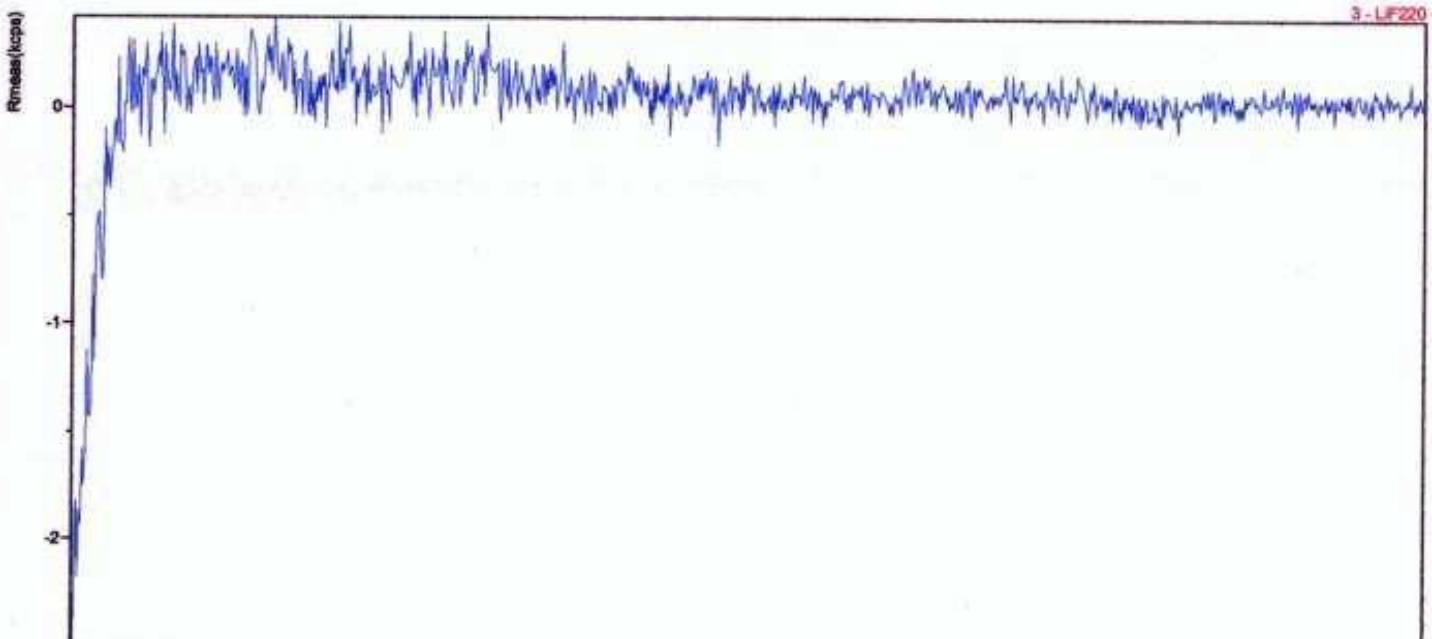


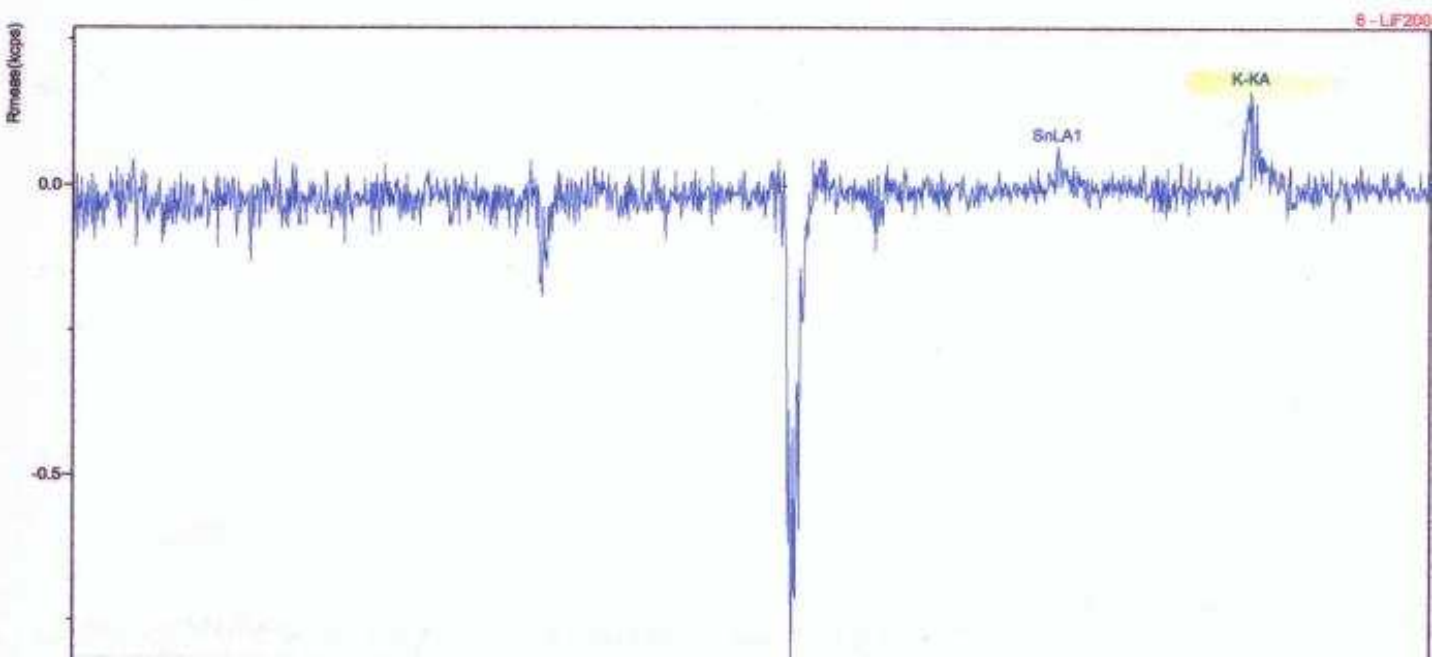
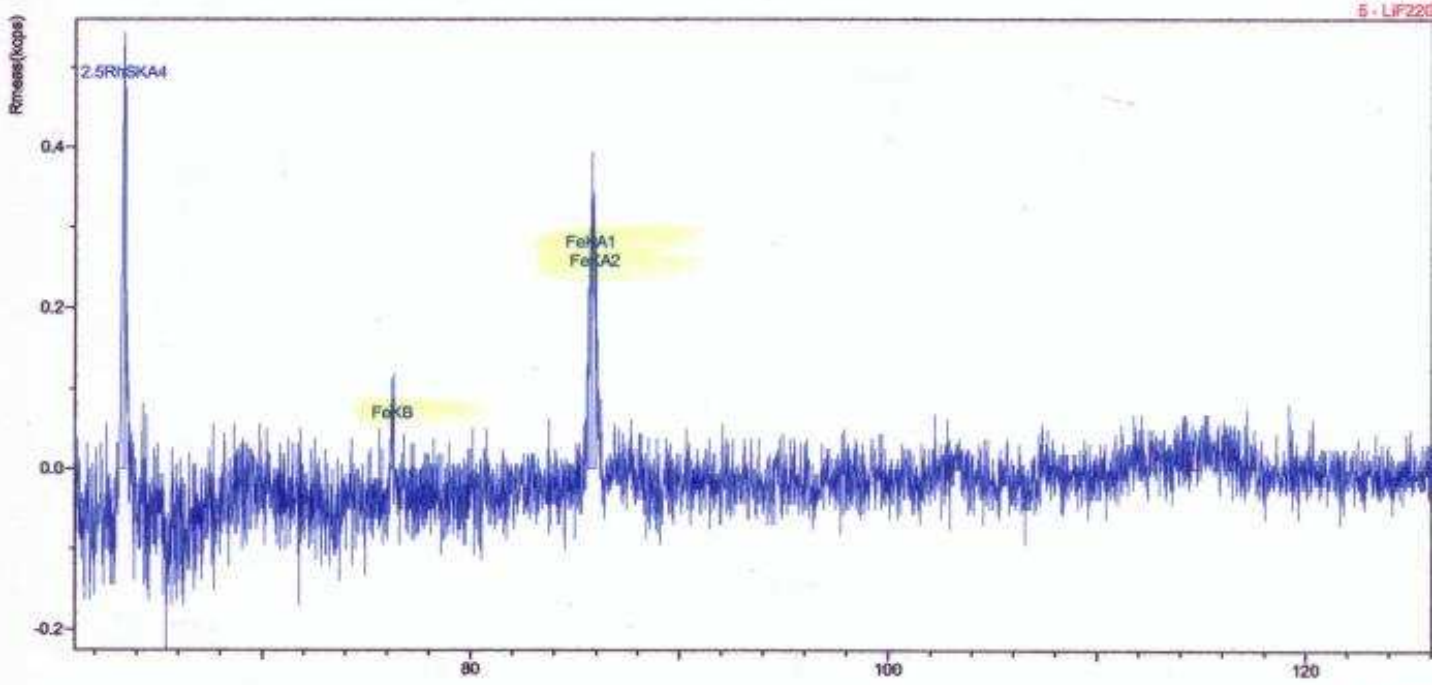
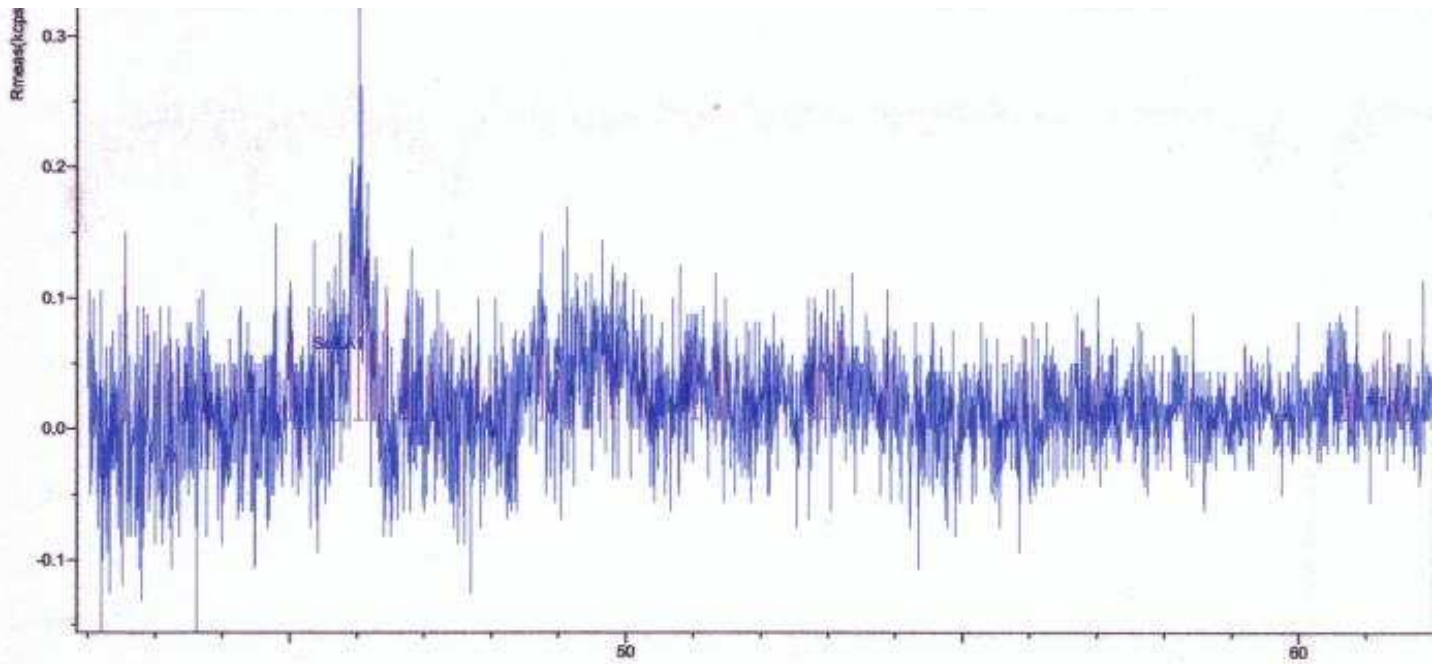
Dra. N. Llorca

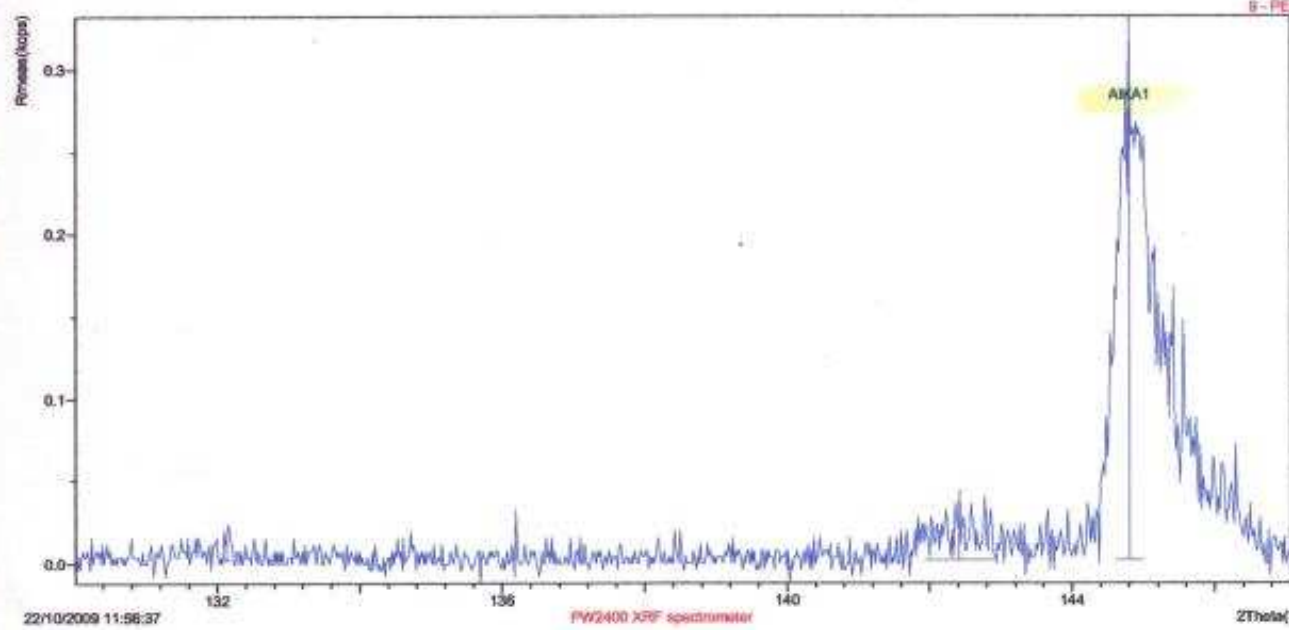
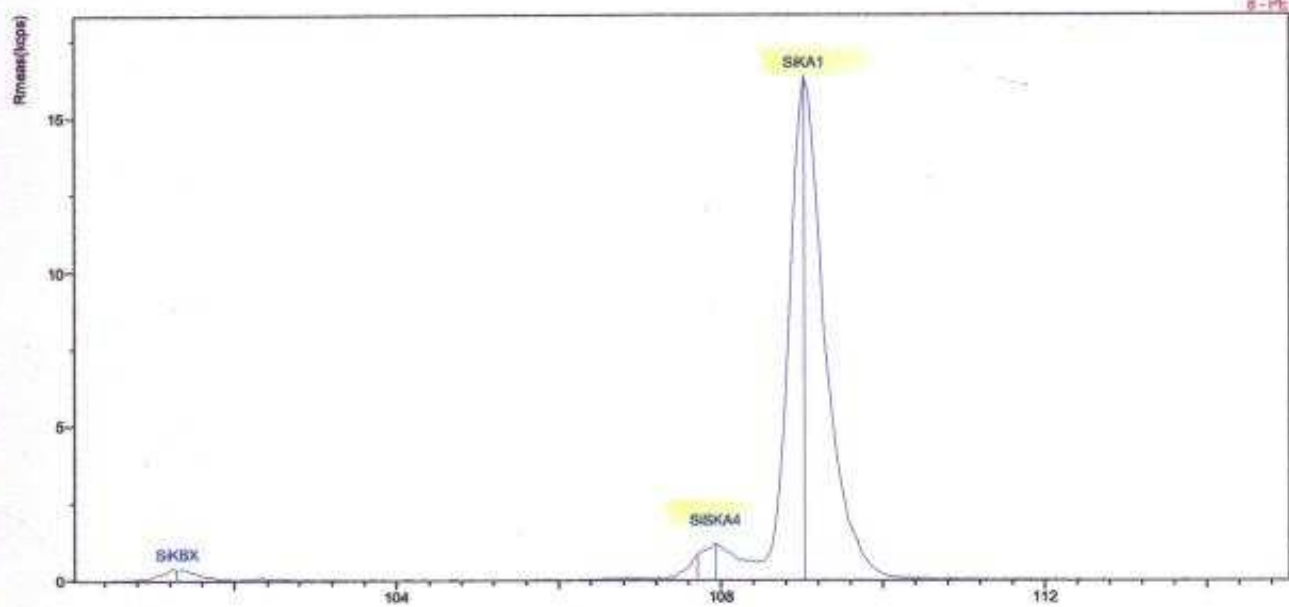
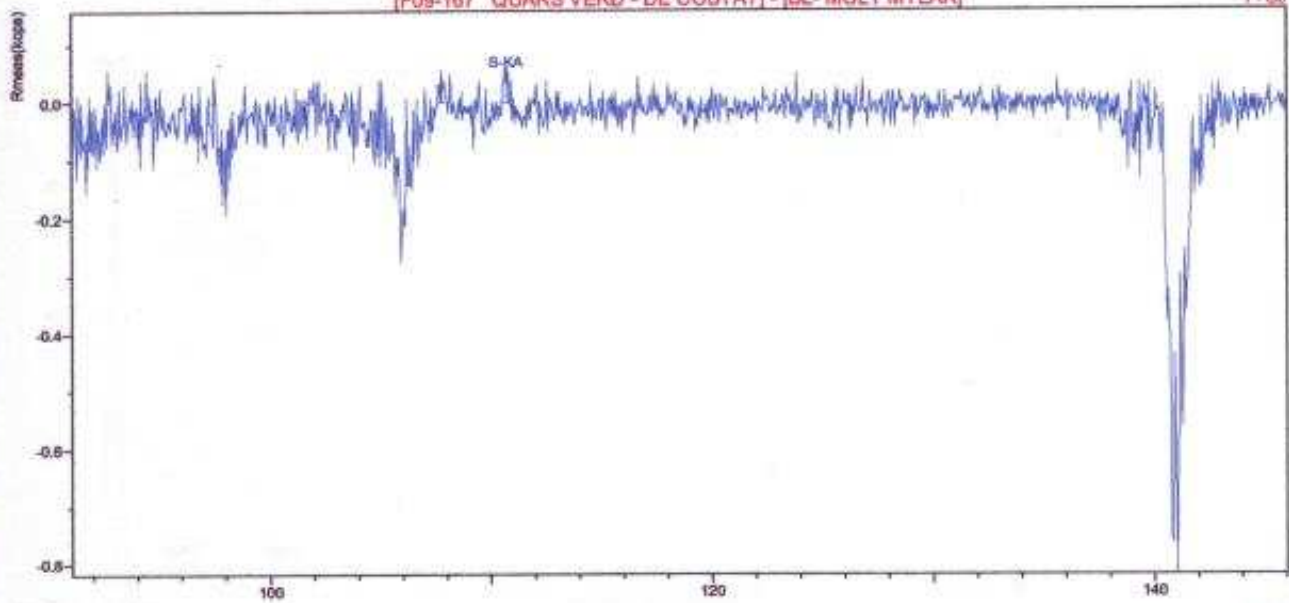


2 - LIF200

3 - LIF220

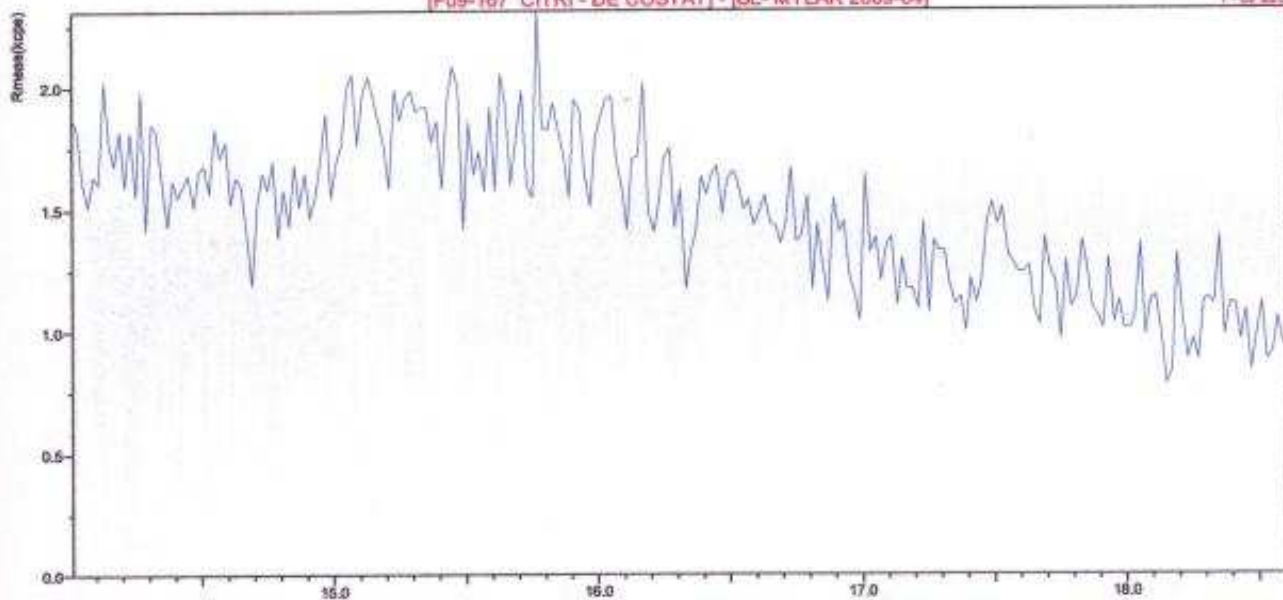




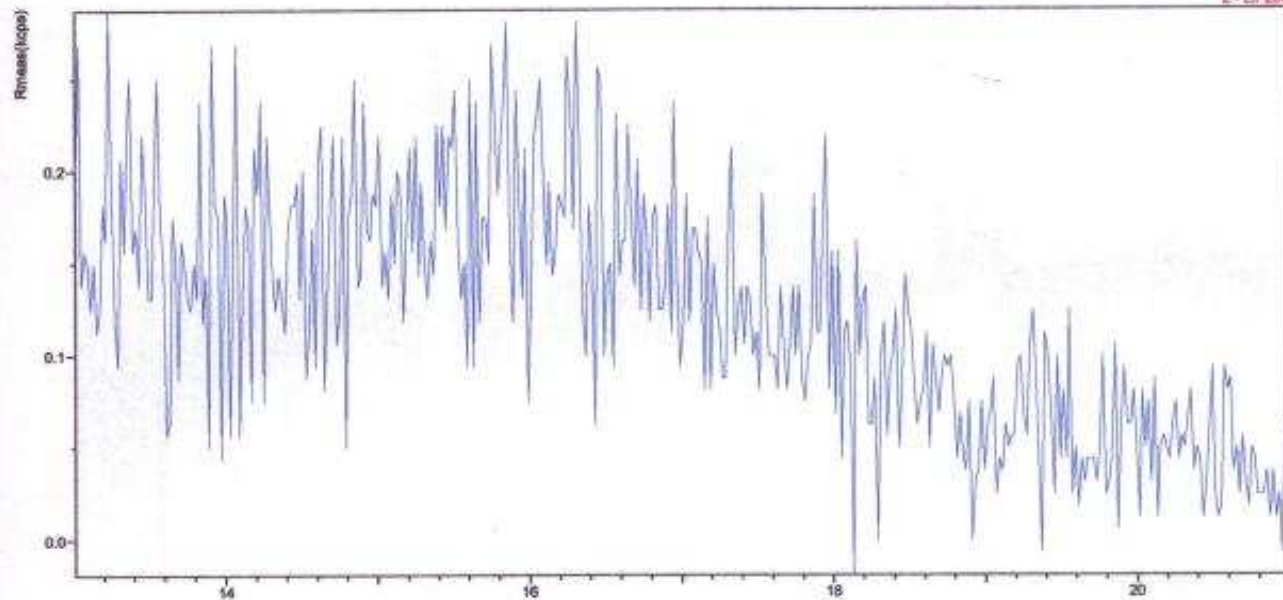


[F09-167 CITR] - DE COSTAT] - [BL-MYLAR 2009-04]

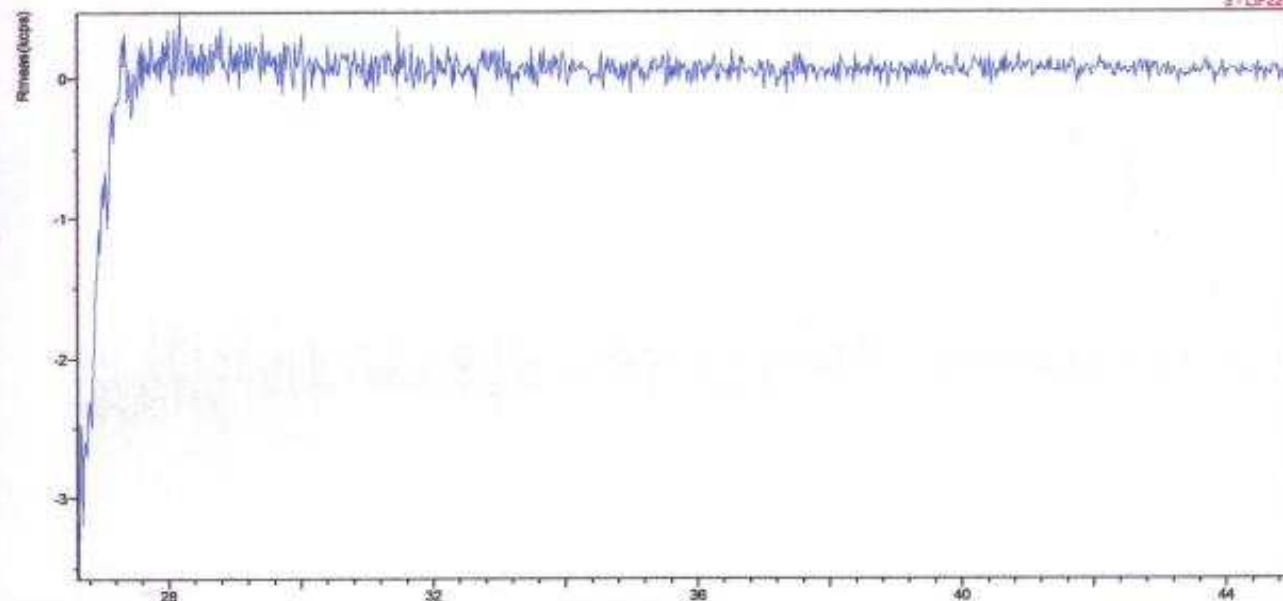
1 - LF220



2 - LF200



3 - LF220

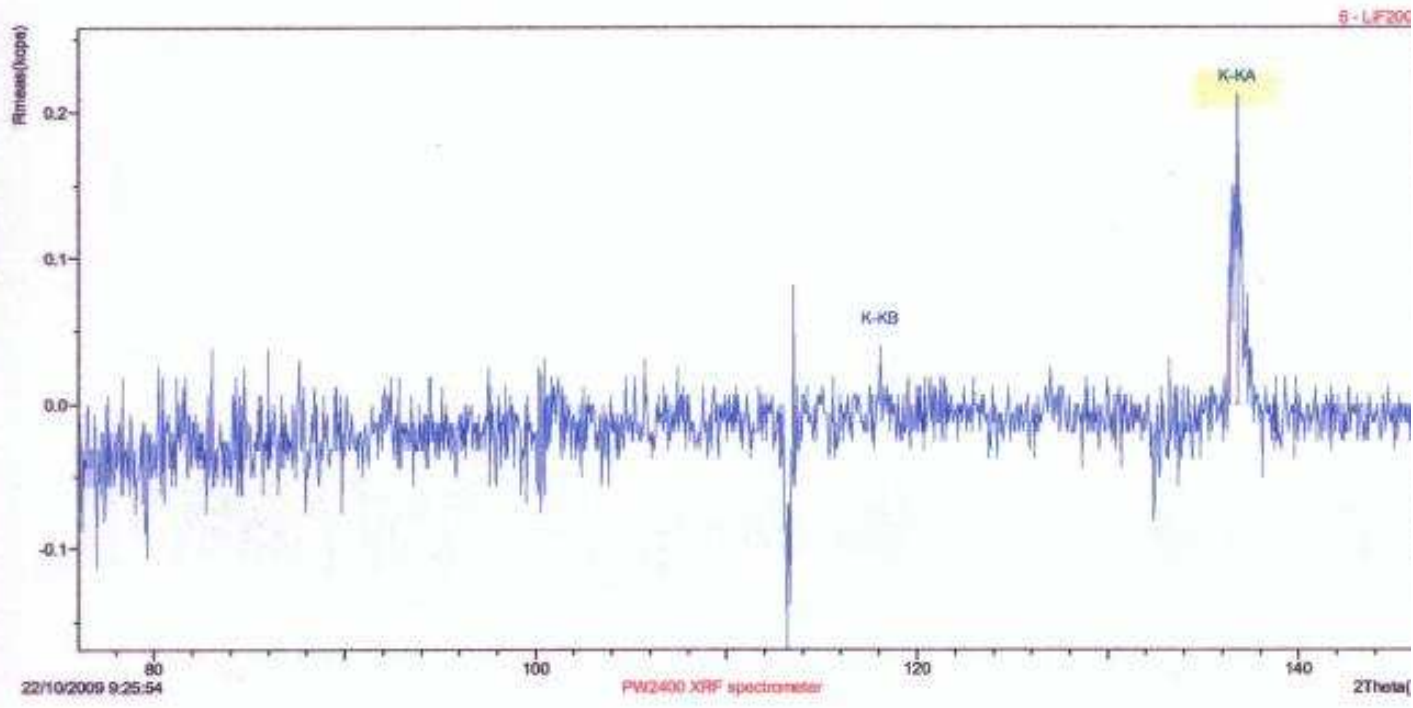
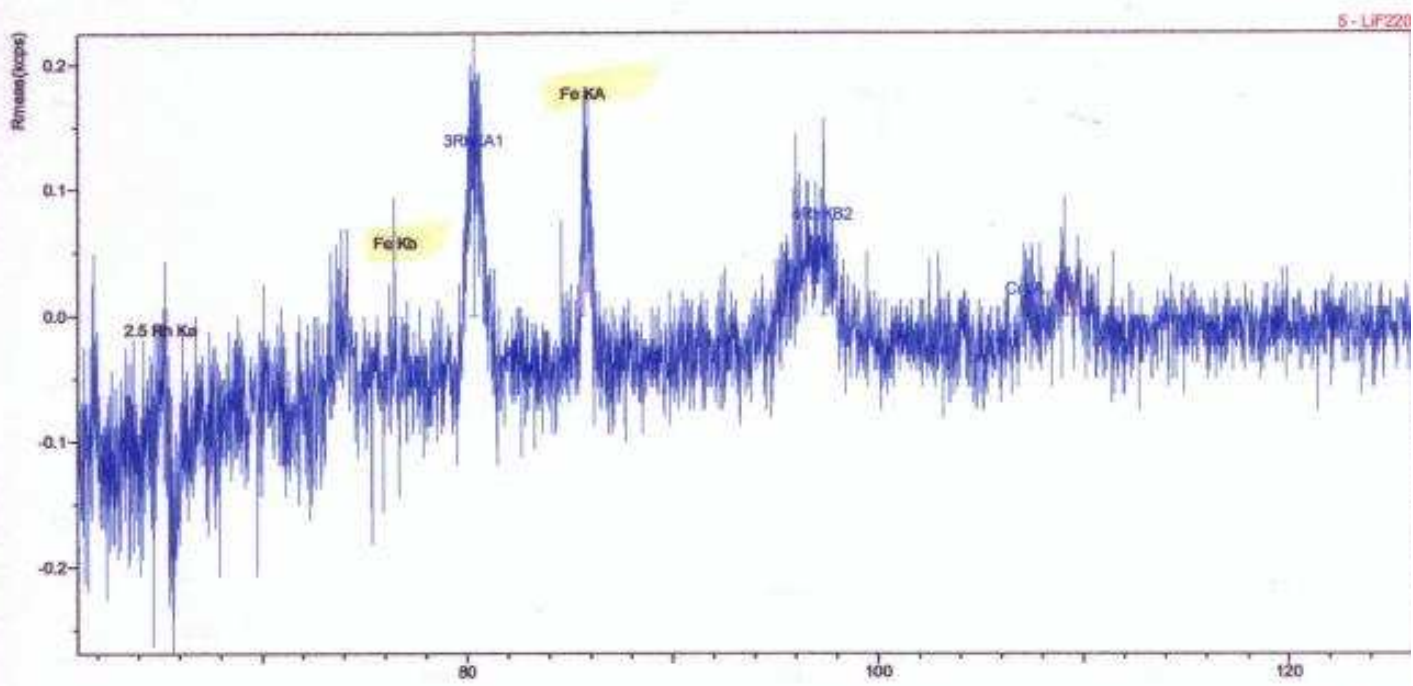
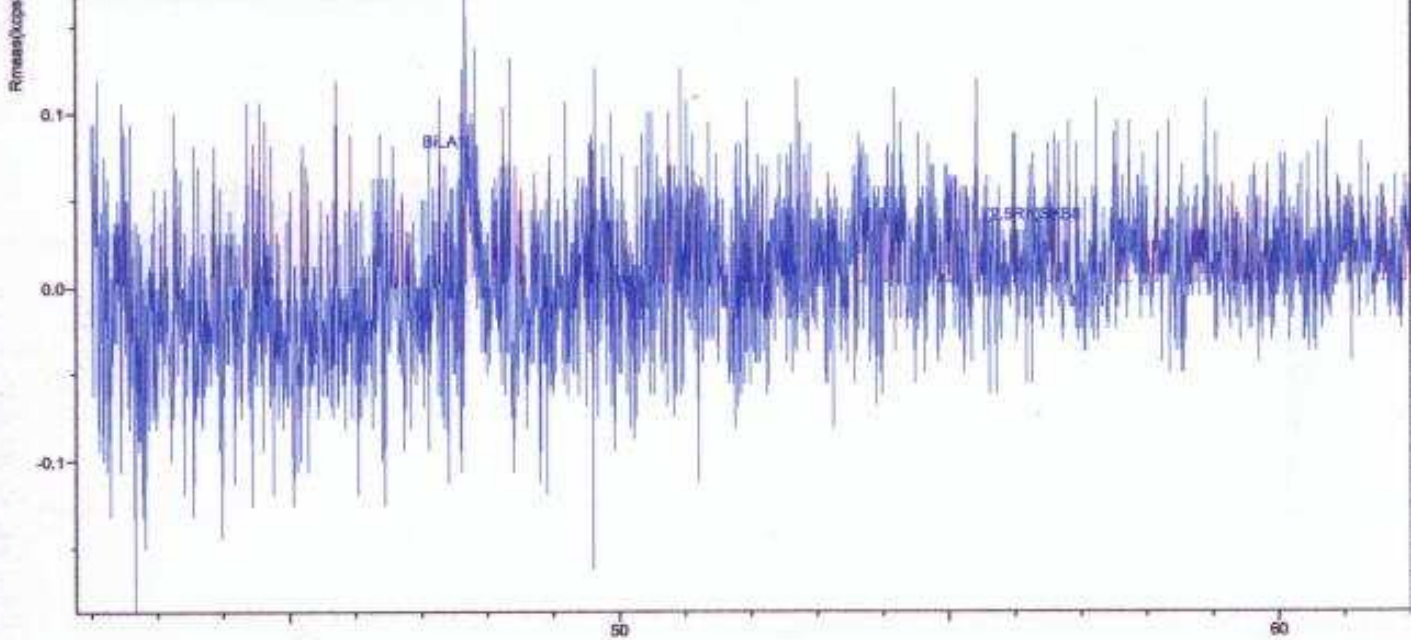


22/10/2009 9:25:54

PW2400 XRF spectrometer

2Theta(°)





22/10/2009 9:25:54

PW2400 XRF spectrometer

2Theta

