

# RESULTADOS DEL ANALISIS RADIOMETRICO REALIZADO EN MUESTRAS MINERALES DE LA EMPRESA FUNESTAÑO

(\*) Abelardo Alarcón - (\*) Marcelo Ramírez

(\*\*) Samuel Fernández - (\*) Carola Iñiguez - (\*) Verónica Ergueta

(\*) Instituto de Investigaciones Físicas (U.M.S.A.).

(\*\*) Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear.



## RESUMEN

Se describe la metodología utilizada para el análisis radiométrico de una muestra de un mineral importado por la empresa metalúrgica Funestaño (Oruro). Se realizó el análisis utilizando dos técnicas: Espectrometría Gamma y Contaje Alfa Total. En el primer caso, se utilizaron detectores de Germanio de alta pureza (HPGe) y detectores de Ioduro de Sodio (NaI, T1) y en el segundo caso, un detector de Sulfuro de Zinc (ZnS). Realizada la medición, no se encontraron elementos radiactivos diferentes de aquellos presentes en una muestra ambiental.

## ABSTRACT

It is described a methodology used for radiometric analysis of a sample taken from a mineral imported by the metallurgic enterprise Funestaño (Oruro). The analysis was carried out using two techniques: Gamma Spectrometry and Total Alpha Counting. In the first case, two detectors were used a High Purity Germanium detector (HPGe) and a Sodium Iodide detector (NaI, T1), in the second case, a Zinc Sulfide (ZnS) detector. Measurements showed no radioactive elements different from those present in an environmental sample.

## 1. INTRODUCCIÓN

A principios del mes de mayo del anterior año, se conocieron a través de algunos medios de comunicación (1) denuncias sobre la internación al país de 648

toneladas de mineral exportado por la empresa inglesa Capper Pass, a través de la comercializadora Metal Base Synergy para su procesamiento a cargo de la empresa FUNESTAÑO de la ciudad de Oruro. De acuerdo a un informe de la organización ecologista Green Peace (2) el mineral contenía altos niveles de concentración de los siguientes elementos: plomo, arsénico y azufre, también se mencionaba la posible existencia de elementos radiactivos, específicamente polonio (Po-210).

En fecha 18 de mayo, el grupo que elaboró el presente informe, inició el análisis de una muestra del mineral mencionado anteriormente, para ello se escogieron las técnicas de Espectrometría Gamma de Alta Resolución y Contaje Alfa Total. Sin embargo, antes de explicar la metodología empleada, es necesario mencionar el tema de la radiactividad ambiental.

Existen dos tipos de isótopos radiactivos: artificiales (producidos por el hombre en reactores nucleares, aceleradores, etc.) y naturales (presentes en forma natural en el medio ambiente).

Se presentan en la naturaleza dos series radiactivas importantes : la del Uranio (U), cuyos principales emisores gamma son el Pb-214 y el Bi-214; y la del Torio (Th), cuyo principal emisor gamma es el Tl-208. En ambas series existen también emisores alfa, como ser el Th-232, Ra-228, Ac-228, etc. en la serie del Torio y el U-238, U-234, Th-230, Ra-226, etc. en la serie del uranio(3). Por lo tanto, es común encontrarlos en cualquier muestra ambiental (suelos, aguas, aire, etc.).



- Detector de germanio de alta pureza (HPGe). Mod. 7229p CANBERRA.
- Amplificadores de espectroscopia. Mod. 2020 y 2021 CANBERRA.
- Fuentes de voltaje. Mod. 3102/2, 3002d, 3105, 3102 CANBERRA.
- Analizadores multicanal. Series 35 Plus y Series 40 CANBERRA.
- Detector de pozo NaI (TI). CANBERRA.
- Detector de partículas alfa. Mod. SIA 7-1 NARDEUX.
- Contador. Mod. ECS1 NARDEUX.
- Poliradímetro I.P.A.B. 7-1, Tipo E 500 NARDEUX.
- Balanza analítica. Mod. i 1800 0.1 mg. SARTORIUS.
- Mufla Mod. TP1 NABER.
- Material común de vidrio.
- Viales de polietileno.

## 2. PROCEDIMIENTO

### 2.1 Equipos y material utilizado

### 2.2 Metodología

#### 2.2.1 Preparación de la muestra

Debido a que la muestra estaba húmeda, se procedió al secado de la misma en una mufla, durante tres horas a una temperatura de 80°C.

#### 2.2.2 Espectrometría Gamma

El primer paso fue la determinación del ruido de fondo de los detectores haciendo un conteo de 3000 y 4000 segundos con dos blindajes diferentes (B1 y B2). Seguidamente, se colocaron en tres viales de polietileno 42.2127 gramos de muestra frente al detector de Germanio de alta pureza (Res. 2.2 KeV 1.332 MeV Co-60) y se contó durante 3000 y 4000 segundos con los blindajes B1 y B2, respectivamente. Las Figs. 1 y 2 muestran los espectros del ruido de fondo y de la muestra para B1, de la misma forma, las Figs. 3 y 4 para B2. La diferencia observada entre las Figs. 1 y 3 se debe a que los blindajes en cada caso eran diferentes, en

razón de que en la disposición B2 se mejoró el Blindaje del detector, eliminando de esta forma los fotopicos que se observan en la Fig. 1. Las tablas 1 y 2 muestran los datos obtenidos para el ruido de fondo del detector

**TABLA 1**

Energía Fotopico (KeV)	Ruido de fondo del detector C/3000s	Muestra C/3000s	Isótopo Radiactivo
352	75 ± 26	81 ± 27	Pb-214 (U)
511	184 ± 41	141 ± 36	K - 40
583	73 ± 26	57 ± 23	Tl - 228 (Th)
609	64 ± 24	57 ± 23	Bi - 214 (U)
911	34 ± 17	67 ± 25	Ac - 228 (Th)
969	25 ± 15	34 ± 18	Ac-228 (Th)
1120	28 ± 16	15 ± 12	Bi-214 (U)
1460	202 ± 43	236 ± 46	K - 40
1588	13 ± 11	15 ± 12	Ac - 228 (Th)

**TABLA 2**

Energía Fotopico (KeV)	Ruido de fondo del detector C/3000s	Muestra C/3000s	Isótopo Radiactivo
511	149 ± 37	119 ± 33	K-40
1460	107 ± 31	112 ± 32	K-40

utilizando B1 y B2, respectivamente. En la cuarta columna se especifica el isótopo radiactivo y entre paréntesis la serie a la que pertenece (4).

Se realizó un tercer análisis cualitativo, colocando 7.7941 gramos de muestra en un vial de polietileno utilizando un detector de pozo de NaI (TI) (Res. 7% .662 MeV. Cs-137) por espacio de 75000 segundos. Este espectro se muestra en la Fig. 5, donde se notan claramente los fotopicos de 0.511 y 1.460 MeV del K-40.

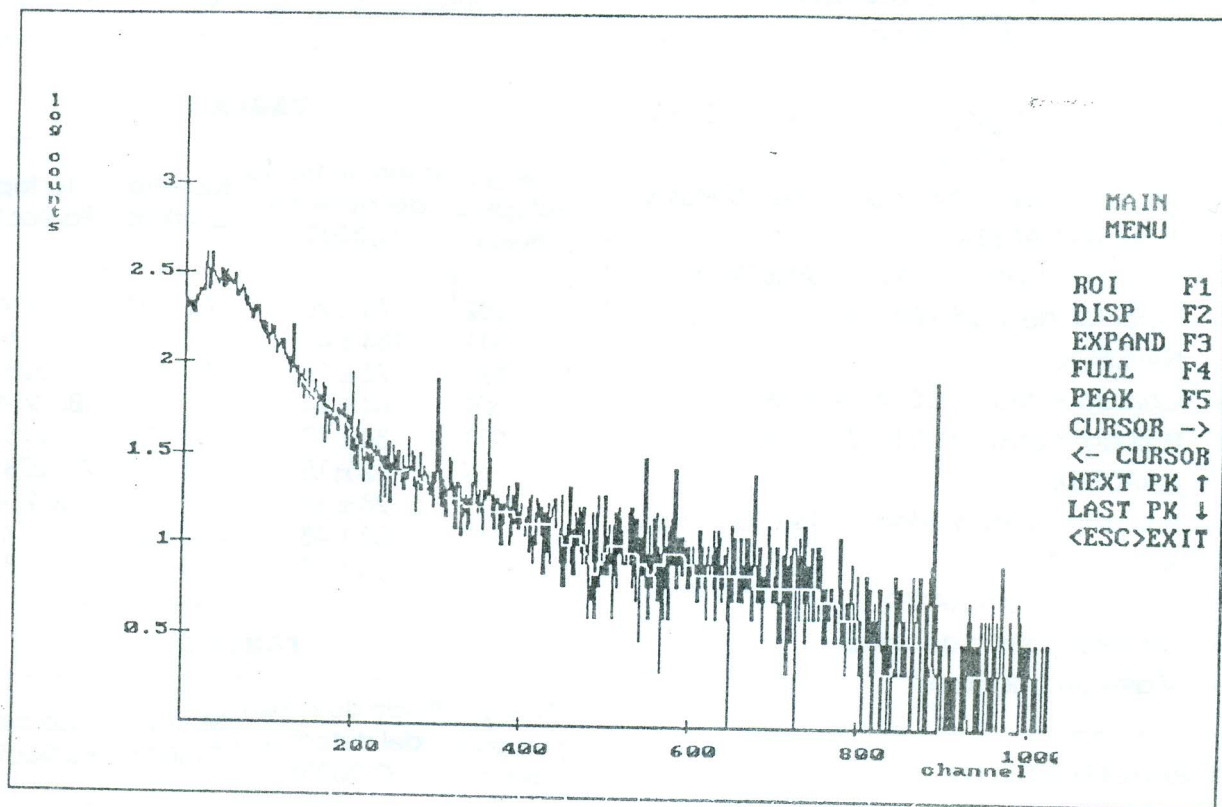
#### 2.2.3 Contaje Alfa Total

Para este análisis, se colocaron 7.4123 gramos de muestra en una caja petri, en forma de película delgada,

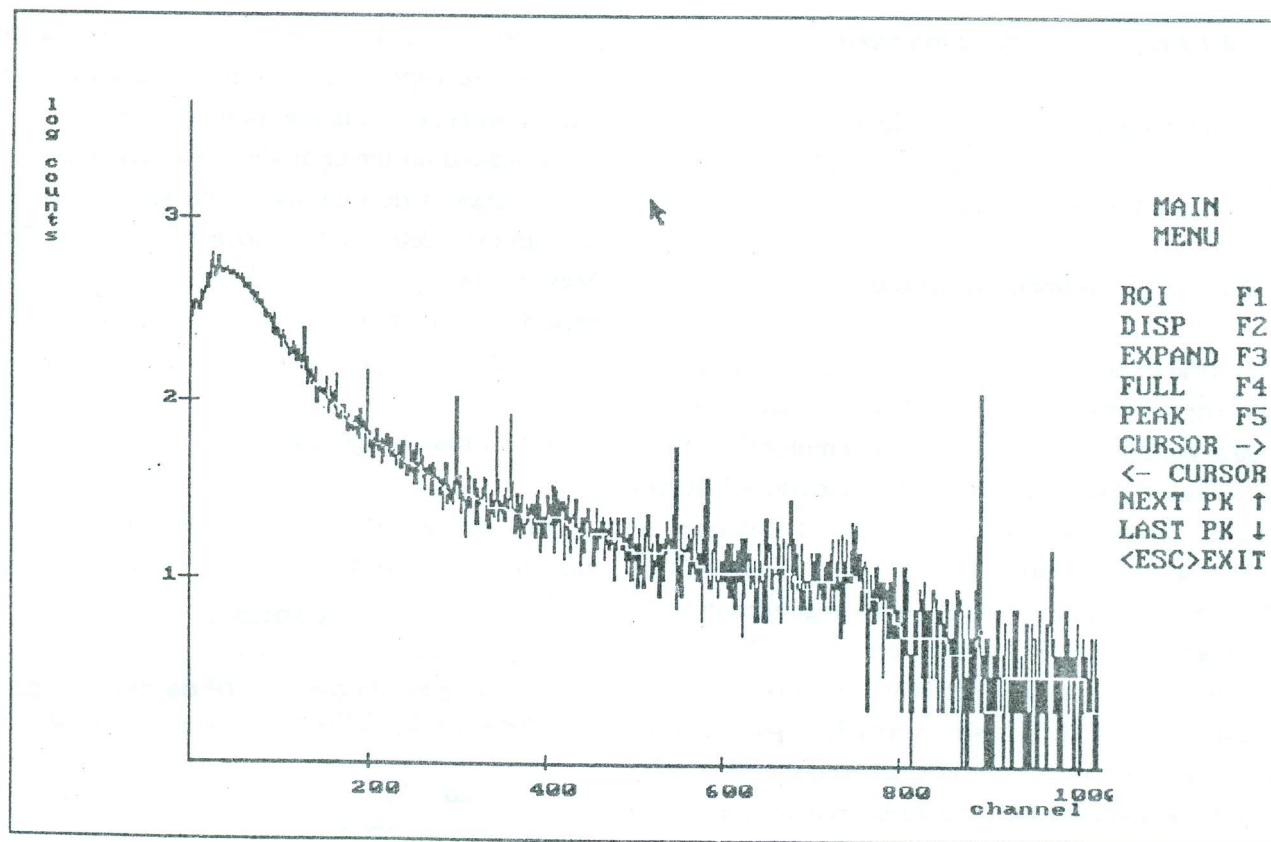
**TABLA 3**

Ruido de fondo del detector C/1000s	Nº de cuentas de la muestra C/4000s
20 ± 13	60 ± 23

**Figura 1**  
**Espectro de ruido de fondo. Blindaje B1**

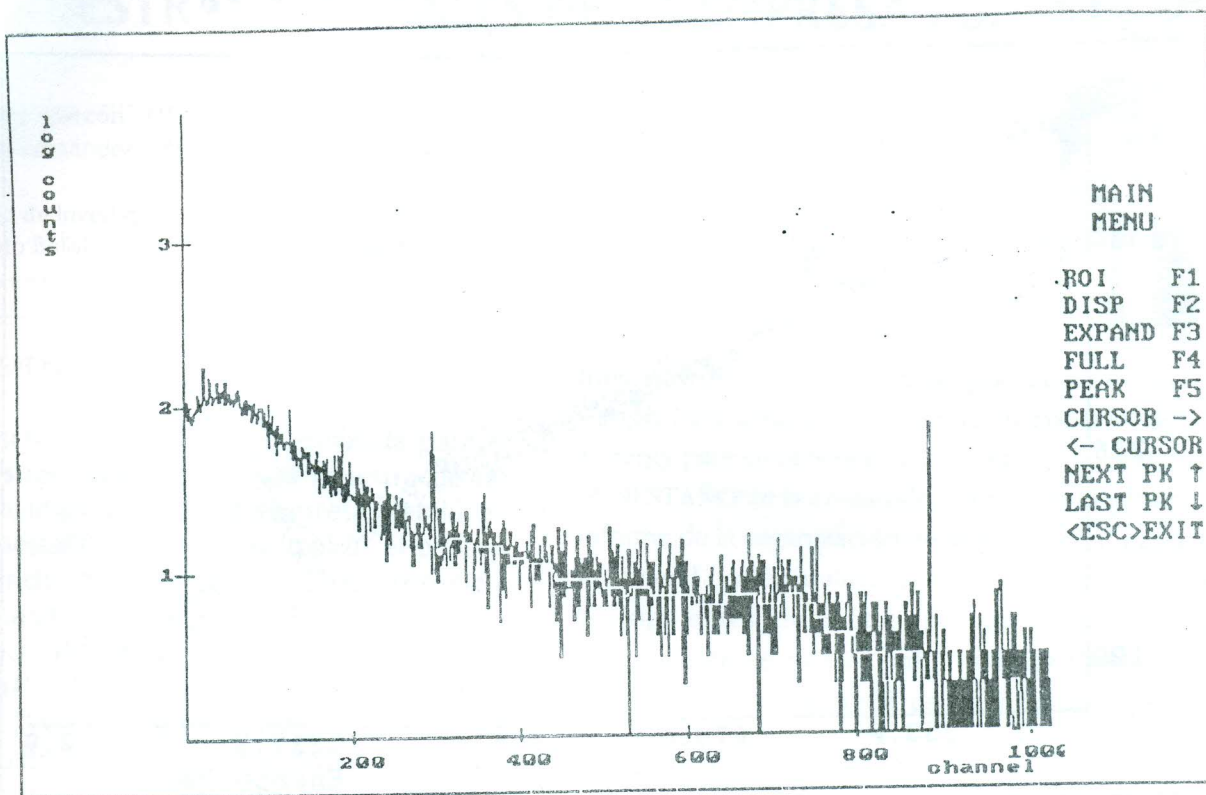


**Figura 2**  
**Espectro de la muestra. Blindaje B1**

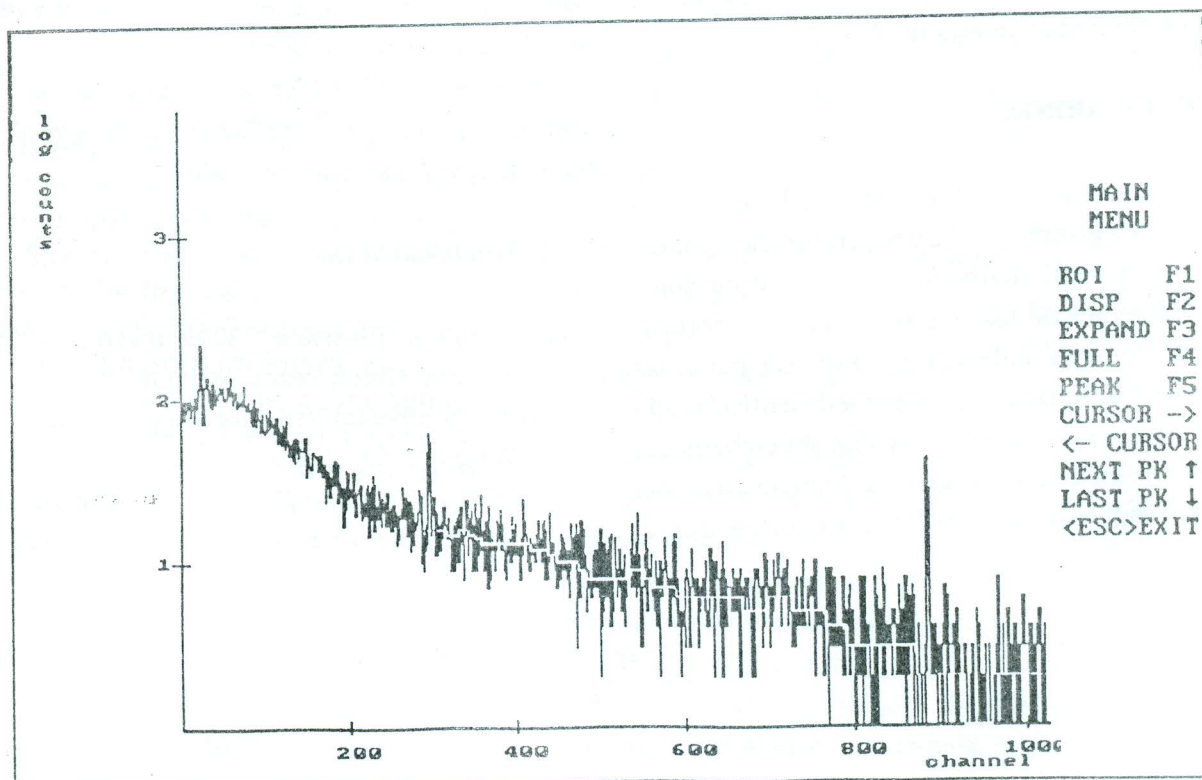




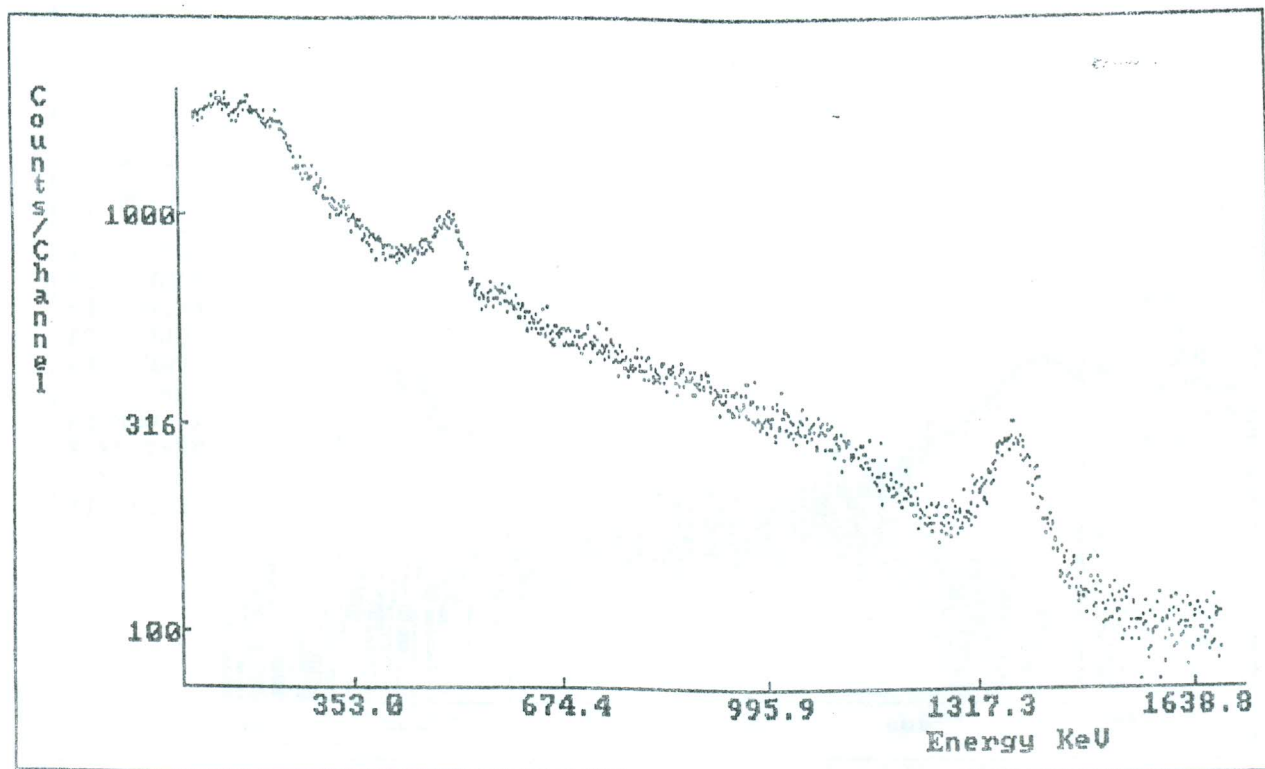
**Figura 3**  
**Espectro de ruido de fondo. Blindaje B2**



**Figura 4**  
**Espectro de la muestra. Blindaje B2**



**Figura 5**  
**Espectro de la muestra. Detector NaI (TI) (75000 s)**



para evitar efectos de autoabsorción de las partículas alfa de la muestra. En la tabla 3 se muestran los resultados obtenidos de esta medición.

### 3. CONCLUSIONES

Las mediciones realizadas utilizando la técnica de espectrometría gamma de alta y baja resolución, muestran que el mineral analizado no contiene emisores gamma diferentes de los que se encuentran normalmente en muestras ambientales. Por otra parte, las mediciones realizadas con el detector de partículas alfa indican la presencia de emisores alfa, sin embargo, el no haber encontrado líneas gamma diferentes a las del ruido de fondo natural, nos lleva a concluir que el

incremento del conteo alfa es debido a emisores alfa naturales; un análisis más específico se podría realizar utilizando un detector de silicio.

De acuerdo a la evidencia experimental, se puede concluir que la muestra analizada no contiene elementos radiactivos, salvo los naturales.

### 4. BIBLIOGRAFÍA

- (1) Matutino "Presencia". 30 de mayo de 1993.
- (2) Informe Green Peace, Mayo de 1993.
- (3) Environmental Radiation Measurements. NCRP Report N° 50. 1976.
- (4) Informe Técnico CIN-001/93. Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear, Mayo de 1993.