

# ANÁLISIS DE PELOIDES DE LA SALINAS DE CHILCA. UN ESTUDIO POR ESPECTROSCOPIA MOSSBAUER, DIFRACCIÓN DE RAYOS-X Y FLUORESCENCIA DE RAYOS-X DEL <sup>57</sup>Fe

Cerón M.<sup>(1)</sup>; Raysa N.<sup>(2)</sup>; Bustamante A.<sup>(1)</sup>; Olivera P. [polivera@ipen.gob.pe](mailto:polivera@ipen.gob.pe)<sup>(3)</sup>;  
Bravo J.<sup>(1)</sup>; Quispe J.<sup>(1)</sup>

(1) *Laboratorio de Análisis de Suelos – Laboratorio de Espectroscopia Mössbauer – Facultad de Ciencias Físicas – Universidad Nacional Mayor de San Marcos / Lima, Perú*

(2) *Centro Nacional de Investigaciones Científicas / La Habana, Cuba*

(3) *Departamento de Química – Instituto Peruano de Energía Nuclear / Lima, Perú*

## 1 RESUMEN

En la actualidad, los peloides o barro minero-medicinales constituyen uno de los recursos naturales de gran potencial industrial debido a sus propiedades terapéuticas, por esa razón el estudio de sus propiedades relacionadas con sus efectos curativos es objeto de interés científico. El empleo de los barro minero-medicinales para el tratamiento de diversas afecciones esta bastante difundido en nuestro país, pero su uso esta restringido a un conocimiento empírico de sus propiedades.

En el presente trabajo se reporta un estudio preliminar sobre la composición mineralógica y la identificación de las fases portadoras de hierro presentes en los peloides de una laguna ubicada en la provincia de Cañete, Lima-Perú.

Las técnicas experimentales empleadas en el desarrollo del presente trabajo fueron la difracción de rayos X, espectroscopia Mössbauer por transmisión y fluorescencia de rayos X. Así mismo, se realizaron análisis físico-químicos midiendo el grado de acidez de las muestras.

Los resultados obtenidos muestran que en los peloides analizados las fases portadoras del hierro están asociadas a la pirita y al sulfato ferroso. También se detectó la presencia de arcilla tipo bentonita.

## 2 INTRODUCCIÓN

Desde la antigüedad los médicos han recomendado los tratamientos basados en la aplicación de sedimentos naturales, puesto que descubrieron propiedades terapéuticas en ellos. Particularmente para el tratamiento

de los dolores reumáticos, para aliviar la piel irritada y revitalizar los tejidos [1-3].

Los peloides son un producto natural que se forman en las capas poco profundas del fondo de los depósitos hídricos y salinos. Básicamente, están constituidos por los minerales presentes en el suelo y en el agua (Fe, Mg, Mn, S, Zn, P y Cu), oligoelementos y minerales geológicos (silicatos, feldespato, cuarzo, mica y otros) los cuales en combinación con sedimentos naturales forman de una masa homogénea finamente dispersa [4-6]. Esta combinación le confiere propiedades físico, químicas y biológicas particulares que permiten que estas puedan ser empleadas con fines terapéuticos.

En el presente trabajo se reporta un estudio preliminar sobre la composición mineralógica y la identificación de las fases portadoras de hierro presentes en los peloides de la laguna “La Milagrosa ó Qoricocha”, ubicada en el balneario “Las Salinas” distrito de Chilca, provincia de Cañete, Lima-Perú.

## 3 PARTE EXPERIMENTAL

Se estudiaron diferentes tipos de peloides obtenidas de dos pozos diferentes pertenecientes a la laguna “La Milagrosa”, las cuales fueron extraídas desde una profundidad de 30 cm respecto al fondo de la laguna. La identificación de los peloides se muestra en a Tabla 1.

Con el objetivo de identificar la composición mineralógica de los peloides, algunos de estos se sometieron a un proceso de eliminación de la materia orgánica con peróxido de hidrógeno. Para realizar el análisis de las muestras estas se secaron en una mufla a 27°C.

**Tabla 1.** Muestras analizadas.

Código	Laguna	Característica	color
MLG1	La Milagrosa (Pozo grande)	Muestra sin materia orgánica	plomizo
MLG2	La Milagrosa (Pozo grande)	Muestra con materia orgánica	plomizo
MLGC	La Milagrosa (Pozo pequeño)	Muestra con materia orgánica	crema

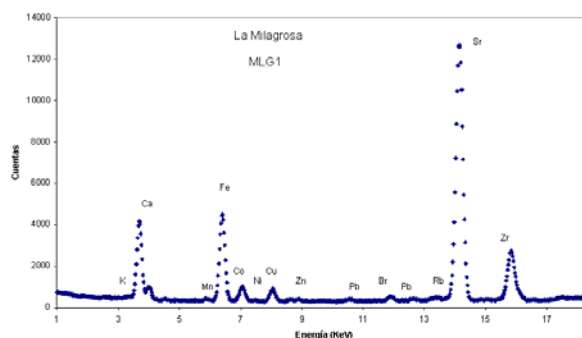
Las mediciones por espectroscopia Mössbauer se realizaron a temperatura ambiente en el Laboratorio de Espectroscopia Mössbauer de la Facultad de Ciencias Físicas (U.N.M.S.M) y la preparación de las muestras para el análisis químico-físico se realizó en el laboratorio de Análisis de Suelos de la misma Facultad. Los espectros Mössbauer fueron en geometría de transmisión usando una fuente de  $^{57}\text{Co}$  en una matriz de Rh, los cuales fueron analizados empleando el programa Normos de Brand [7]. La identificación estructural de los compuestos presentes en las muestras se realizó empleando la difracción de rayos X, usando un difractómetro MINIFLEX RIGAKU el cuál empleó una radiación de  $\text{Cu-K}\alpha$  ( $\lambda=1,54178 \text{ \AA}$ ). Los análisis Físico-Químico se realizaron midiendo el grado de acidez de cada muestra empleando un meter de electrodo, tipo PH testr BNV OAKTON.

La identificación de los elementos presentes en los peloides así como su concentración se realizó mediante el análisis por fluorescencia de rayos X (FRX), en el Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN).

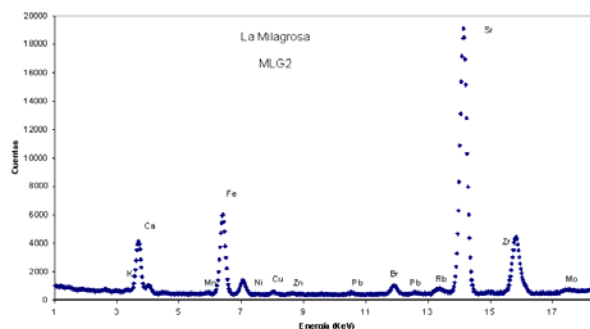
## 4 RESULTADOS

### 4.1 Fluorescencia de rayos-X

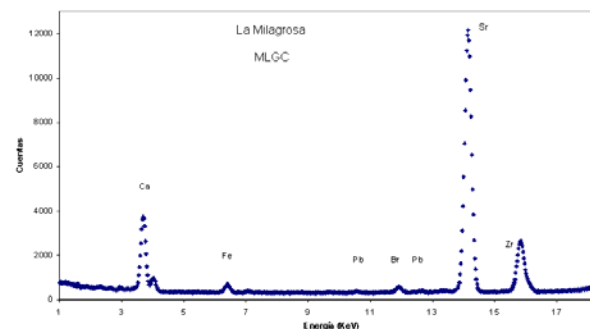
Los resultados obtenidos por FRX se muestran en la tabla 2 y en las Figuras 1, 2 y 3 en donde se observa un alto contenido de Sr en las tres muestras. También se observa que la concentración de Cu en la muestra MLG2 es menor en comparación con la MLG1, lo cual podría atribuirse a un efecto de apantallamiento del material orgánico (humus, restos orgánicos etc) sobre el Cu. Por otro lado, la muestra MLGC presenta un bajo porcentaje de Fe respecto de las muestras MLG, mientras que la concentración de Ca es similar en las tres muestras.



**Figura 1.** Espectro FRX correspondiente a la muestra MLG1.



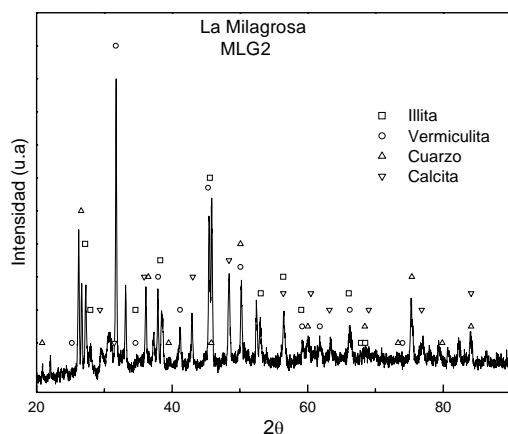
**Figura 2.** Espectro FRX correspondiente a la muestra MLG2.



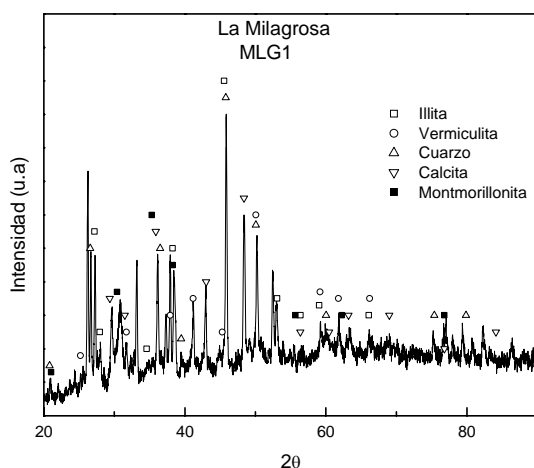
**Figura 3.** Espectro FRX correspondiente a la muestra MLGC.

### 4.2 Difracción de rayos X

Los difractogramas obtenidos por difracción de rayos X (DRX) exhiben que la muestra MLG2 presenta las fases asociadas a los minerales Calcita, Vermiculita, Cuarzo e Illita, mientras que MLG1 presenta la mismas componentes mineralógicas más el mineral Montmorillonita. Por otra parte, en la muestra MLGC se pudieron identificar las fases asociadas a los minerales Cuarzo, Sepiolita, Kaolinita y Calcita.



**Figura 4.** Difractograma de rayos X correspondiente a la muestra sin eliminación de materia orgánica MLG2.

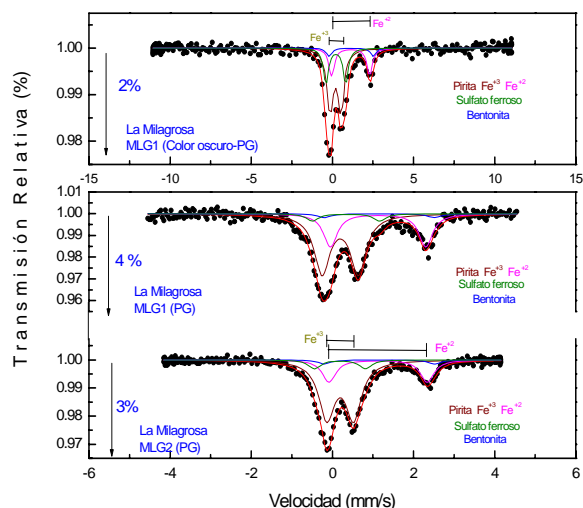


**Figura 5.** Difractograma de rayos X correspondiente a la muestra sin materia orgánica MLG1.

### 4.3 Espectroscopia Mössbauer

Los resultados obtenidos por la espectroscopia Mössbauer muestran que MLG2 presenta tres dobletes cuadrupolares asociándose éstos a sitios de Fe presentes en la pirita, sulfato ferroso y bentonita. Determinándose en la pirita sus dos estados divalentes de hierro:  $Fe^{+3}$ , y  $Fe^{+2}$ .

Los resultados obtenidos para la muestra MLG1 presentan los mismos sitios de Fe, observándose en esta muestra un mayor efecto de absorción. Por otro lado, para la muestra MLGC no se pudo obtener un espectro Mössbauer debido al bajo contenido en Fe, como se muestra en los resultados obtenidos por FRX.



**Figura 6.** Espectros Mössbauer correspondientes a las peloides MLG1 y MLG2.

En la tabla 3 se muestra los parámetros hiperfinos Mössbauer de las muestras analizadas.

**Tabla 3.** Parámetros hiperfinos Mössbauer de Peloides de la Laguna La Milagrosa.

MUEST	D1 Fe <sup>+3</sup>		D2 Fe <sup>+2</sup>		D 3		D 4	
	$\delta$ (mm/s)	$\epsilon$ (mm/s)	$\delta$ (mm/s)	$\epsilon$ (m/s)	$\delta$ (mm/s)	$\epsilon$ (m/s)	$\delta$ (m/s)	$\epsilon$ (m/s)
RAS								
MLG2	0.193	0.606	1.126	2.7 3	1.156	2.7 2	0.2 06	1.1 4
MLG1	0.193	0.602	1.126	2.7 3	1.156	2.7 2	0.2 06	1.1 4
MLGC	0.193	0.602	1.126	2.7 3	1.156	2.7 2	0.2 06	1.1 4

\* Los valores de  $\delta$  están referidos a los del Fe.

### 4.4 Medida del grado de alcalinidad

La tabla 4 registra los resultados obtenidos de las medidas del grado de alcalinidad de las muestras. Estas se registraron *in situ* en el instante de extraer las muestras y *ex situ*, en el laboratorio después de tres días. Todas las muestras presentan un alto grado de alcalinidad, esto debido a su alta concentración de iones básicos presentes en las muestras como se muestran en los resultados obtenidos por FRX.

**Tabla 4.** Medidas del P.H de los peloides extraídos de la laguna de "La Milagrosa"

Muestras	P.H (In situ de las aguas )	P.H (en el Laboratorio)
La Milagrosa MLG	7.1	8.9
La Milagrosa MLGC	In situ no se pudo determinar porque es bastante seca	9.5

## 5 CONCLUSIONES

Los resultados preliminares de esta investigación muestran que los peloides analizados presentan una variada composición elemental en donde los elementos con mayor proporción son Sr, Ca y Zr. Por Espectroscopia Mössbauer se determinó que las fases portadoras de hierro presentes en las muestras analizadas son la pirita, el sulfato ferroso y la bentonita los cuales fueron confirmados por DRX.

Se vienen realizando intensos trabajos para completar la identificación mineralógica y composicional, así como estudios microbiológicos y farmacológicos para completar la caracterización de estos peloides.

## 6 BIBLIOGRAFÍA

- [1] Pérez M, Segarte FR. Utilización de recursos termales en la búsqueda de salud y belleza. Rev. Cubana Farm. 2001; 35(3): 207-10.
- [2] San Martín J. Peloides en general. Características físicas, efectos biológicos e indicaciones terapéuticas en: curas balnearias y climáticas, talasoterapia y helioterapia. Ed. Complutense. Madrid: España. 1994. p. 313-331.
- [3] Furet NR, Rodríguez AC, Quinteros MJ, Portilla C. Evaluación química de peloides de varias salinas de Cuba. Contribuciones a la Hidrología y Medio Ambiente en Cuba. 1996. p. 349-356.
- [4] Herrea AC, Rodríguez C, Toledo C, Furet NR, Cañizares H. Caracterización químico estructural de fangos.
- [5] Medicinales. Contribuciones a la hidrología y medio ambiente en Cuba, 1996. p. 325-339.
- [6] Brand RA. Normos Programs, Angewandte Physik, Univ. Duisburg. Ecole des Mines, Nancy. 1995.