



Boletín de la Sociedad Geológica del Perú

journal homepage: [www.sgp.org.pe](http://www.sgp.org.pe) ISSN 0079-1091

## Implementación de un método analítico de Óxidos de Zinc y su aplicación en el modelo económico del proyecto Florida Canyon

M. Campos<sup>1</sup>, J. Mejía<sup>2</sup>, J. Hinostroza<sup>3</sup><sup>1</sup>Nexa Resources

### RESUMEN

En este trabajo se muestran las etapas desarrolladas durante la implementación de una nueva metodología de determinación de óxidos de Zinc que permite cuantificar los tres tipos de menas que existen en el yacimiento tipo Missisipi Valley del Proyecto Florida Canyon. Durante las campañas de perforación diamantina anteriores al 2013, las menas de óxidos, sulfuros y mixtos fueron clasificadas visualmente durante el logueo; con estos resultados se tenía un componente fuertemente subjetivo y cualitativo en el modelo de recursos. Para la implementación del método analítico de óxidos de zinc, se realizaron algunas actividades previas al remuestreo total de contra muestras; se inicia con la búsqueda y testeo de un método analítico que brinde mayor precisión y exactitud en el análisis de zinc secuencial en muestras seleccionadas que en conjunto eran representativas de la población total proveniente de las campañas de perforación, luego se aplicaron dirimencias en laboratorios de mayor escala operacional que permitieran replicar las condiciones analíticas y con un control de calidad aceptable, para finalmente aplicar las leyes secuenciales al remuestreo y al modelo de recursos. La implementación del método analítico que se expone permite cuantificar con mayor precisión el contenido metálico de Zn sulfuro (ZnS) y Zn óxido (ZnOx) dentro del modelo, y a su vez permitirá seleccionar el método recuperación metalúrgica más conveniente para la planificación extractiva.

Palabras clave: óxidos de zinc, remuestreo, dirimencias, ratio de óxidos.

### ABSTRACT

This paper shows the stages developed during the implementation of a new methodology for determining zinc oxides that allows to quantify the three types of ores that exist in the Mississippi Valley type site of the Florida Canyon Project. During diamond drilling campaigns prior to 2013, oxides, sulfides and mixed ores were visually classified during logging; with these results there was a highly subjective and qualitative component in the resource model. For the implementation of the analytical method of zinc oxides, some activities were carried out prior to the total resampling of samples; It starts with the search and testing of an analytical method that provides greater precision and accuracy in the analysis of sequential zinc in selected samples that together were representative of the total population from the drilling campaigns, then they were applied in laboratories of higher operational scale that would allow to replicate the analytical conditions and with an acceptable quality control, to finally apply the sequential laws to the resampling and the resource model. The implementation of the analytical method that is exposed allows to quantify with greater precision the metallic content of Zn sulfide (ZnS) and Zn oxide (ZnOx) within the model, and in turn will allow to select the most convenient metallurgical recovery method for extractive planning.

Key words: zinc oxides, resampling, check assays, oxides ratio.

### INTRODUCCIÓN

El estudio fue aplicado al modelo de recursos del

proyecto “Florida Canyon”, un yacimiento tipo Missisipi Valley (MVT), rico en metales base de Zn y Pb con mineralización presente dentro del Grupo Pucará – Formación Chambará. La mineralización económica típica presenta sulfuros como esfalerita y galena principalmente y óxidos tales como hemimorfita y cerusita que generan un área mixta de mineralización. HAY

Durante la exploración diamantina la información de menas fue clasificada visualmente por la proporción mayoritaria de sulfuros, óxidos y mixtos de los minerales ya mencionados, dejando un sesgo de exactitud en la definición de pruebas metalúrgicas o una estimación de sulfuros a procesar por flotación.

La planificación de actividades que dieron lugar a la implementación partieron con un test de prueba con 35 muestras preclasificadas visualmente como “óxidos”, “sulfuros” y “mixtos” durante el logeo, los resultados analíticos obtenidos muestran discrepancias con la clasificación visual de mena.

## DETERMINACIÓN DEL PROCEDIMIENTO ANALÍTICO PARA ÓXIDOS DE ZINC.

### Implementación analítica y validación

El procedimiento analítico se basó en la dilución de las muestras en cloruro de amonio y acetato de amonio durante un tiempo de dilución y granulometría específica.

Paralelamente se aplicó el método tradicional de Zn total por absorción atómica (AAS), con lo cual se logró calcular por diferencia aritmética la cantidad de sulfuros de Zn presentes en cada muestra de prueba (Ej.:  $ZnT - ZnO \approx ZnS$ ).

La validación del método analítico aplicado en óxidos se realizó mediante un estudio de difracción de rayos DRX en las 35 muestras ensayadas. Los resultados de difracción verificaron la existencia de minerales considerados como óxidos (Hemimorfita y Esmitsonita), mientras que como minerales sulfurados a la esfalerita.

Durante el estudio no se evidenció la presencia de otros sulfuros que pudieran ser perjudiciales para la recuperación de Zn como la zincita.

De acuerdo a los porcentajes de mineral identificado para cada muestra, se realizó un cálculo estequiométrico para obtener las leyes de Zn provenientes de los minerales oxidados (Hemimorfita,

Esmitsonita) y leyes de Zn provenientes de sulfuros (Esfalerita). Las leyes obtenidas por estos cálculos estequiométricos, fueron comparados versus las leyes resultantes de la metodología analítica, obteniendo como máximo una variación de 10%, dada la diferencia de procedimientos ensayados.

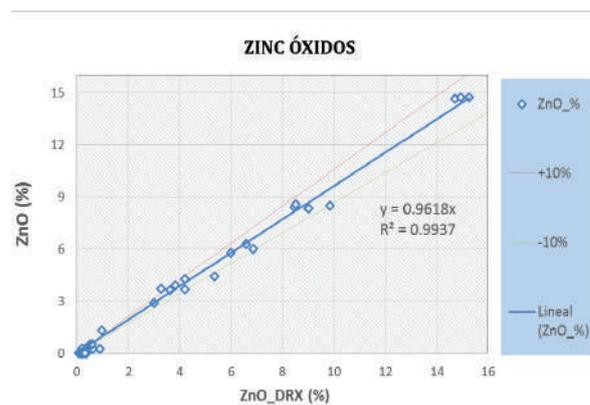
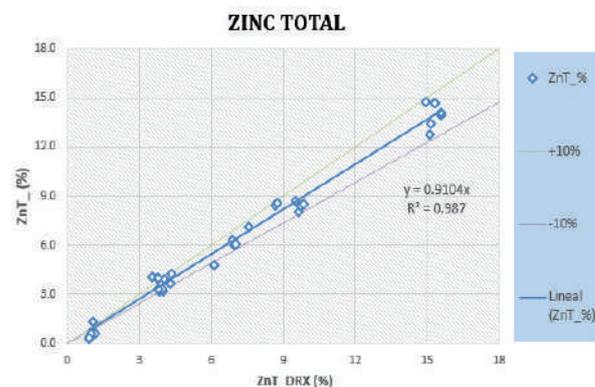


Fig. 3. Muy buena correlación de Zn óxidos entre resultados de método analítico y XRF.

Conjuntamente a la validación por difracción de rayos x, se aplicaron dirimencias analíticas que intentaron replicar los resultados obtenidos en el primer análisis mediante las condiciones ya establecidas, confirmándose una variación menor al 5%.

### Selección y re-muestreo

El proceso de re-muestreo se basó en la selección de muestras de rechazo disponibles y su prioridad según el grado de impacto en el modelo de recursos precedente. Sin embargo, ante la baja disponibilidad de estos respaldos se planteó tomar las contra-muestras de testigos ejecutados durante las campañas de perforación (1/2 y 1/4 de caña) para completar las áreas de influencia directa en el modelo de recursos (ver fig.3).

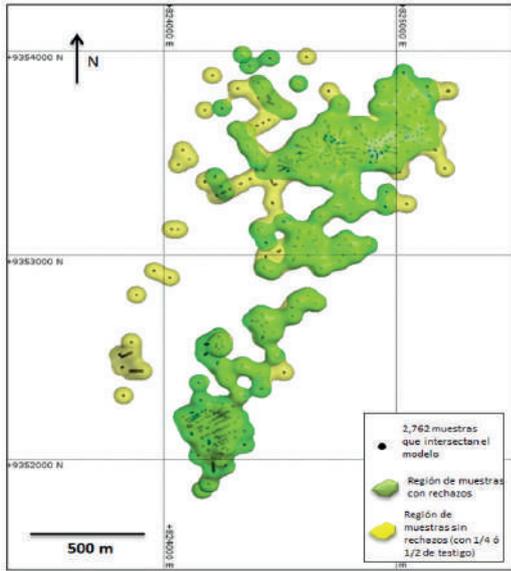


Fig.3. Distribución del re-muestreo y tipo de soporte. Amarillo: muestras de testigo y Verde: muestras de rechazo.

**Resultados de re-análisis y definición de ratios**

La correlación entre los resultados de Zn total, analizados por el laboratorio primario versus los resultados obtenidos por el laboratorio secundario (durante la implementación análisis por óxidos), muestran que las muestras del tipo “rechazo”, presentaron un alto coeficiente de correlación y un sesgo máximo de 1.5% entre el laboratorio primario y secundario (ver fig.4).

Sin embargo las muestras del tipo “¼ o ½ testigo, presentaron muy baja correlación entre ambas mediciones y no fueron consideradas para la nueva estimación.

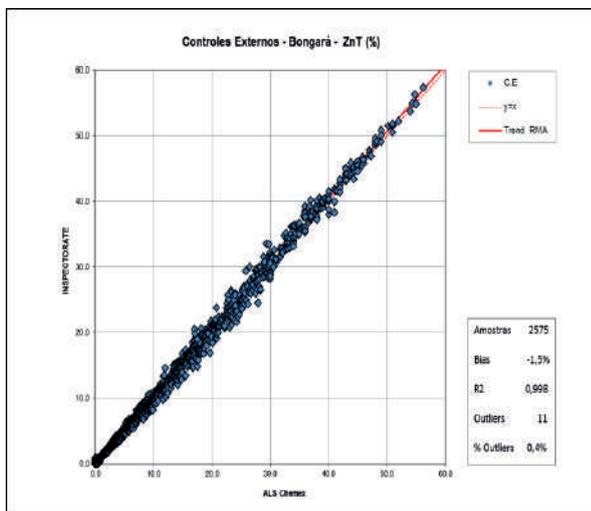


Fig.4. Check assay de Zn total entre laboratorio primario y secundario.

Los resultados de Zn total y Zn óxidos permitieron conocer por diferencia aritmética el contenido de Zn sulfuro, sin embargo, los dos primeros permitieron definir un ratio ZnOx/ZnT, que permitió conocer la distribución de tres poblaciones y sus posibles rangos de delimitación para cada tipo de mena. Teniendo como sulfuros a aquellos ratios menos a 0.2, como mixtos a los ratios entre 0.2 y 0.85 y como óxidos a los ratios mayores a 0.85 (ver fig.5.)

La definición de estos rangos en los ratios permite definir los nuevos dominios de estimación, y/o producción.

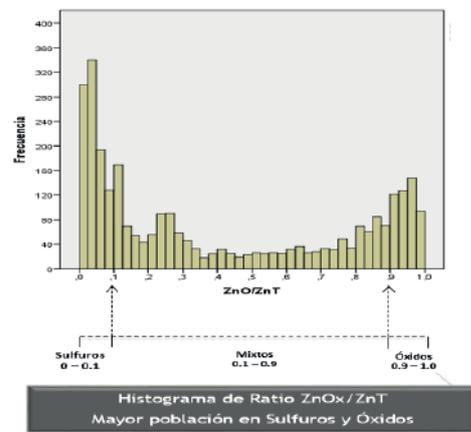


Fig.5. Histograma de ratio ZnOx/ZnT.

**Estimacion de oxidos y sulfuros en el modelo de recursos**

Se tienen dos poblaciones, una que proviene del muestreo Votorantim (campañas anteriores al 2013), y otra realizada por Milpo (2016) al muestreo de testigos y contra muestras de las campañas de perforación de Votorantim. La revisión visual y gráficos estadísticos validan los resultados de ambas poblaciones.

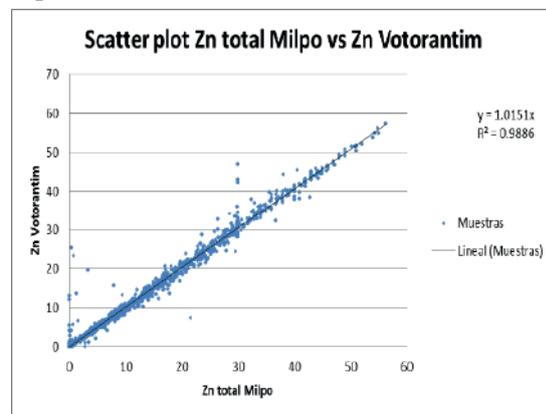


Fig.6. Gráfico de dispersión entre resultados analíticos Milpo versus Votorantim.

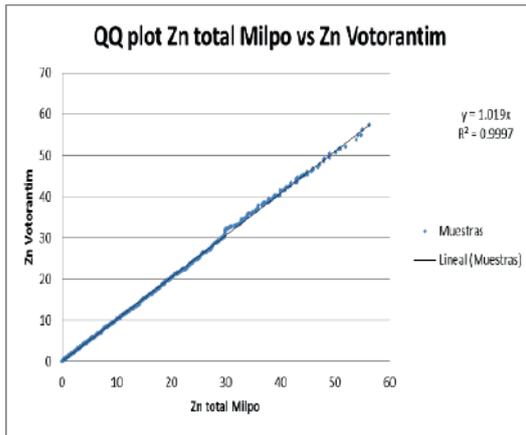


Fig.7. Gráfico cuantil-cuantil entre resultados analíticos Milpo versus Votorantim.

En consecuencia, se decide utilizar los resultados de zinc total de Votorantim para estimar el contenido fino en el modelo de bloques, y los resultados de zinc secuencial de Milpo para definir zonas de mena en el modelo de bloques y el ratio “Znoxido/Zntotal”.

A nivel de compósitos, se realiza un análisis de sensibilidad al ratio “Znoxido/Zntotal” para darle mayor soporte al umbral de mena. Este análisis permite definir como zona de óxidos aquellos bloques con el ratio mayor a 0.85, zona de sulfuros aquellos bloques con el ratio menor a 0.2, y entre ambos valores las zonas de mixtos.

Finalmente, se valida en vistas de sección y planta la correspondencia de mena a nivel de modelo de compósitos y modelo de bloques.

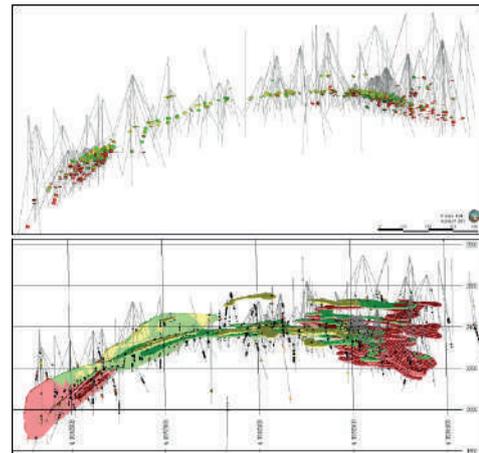


Fig.9. Validación visual de zonas de mena entre compósitos y modelo de bloques.

### CONCLUSIONES

Los resultados analíticos permiten diferenciar con mayor confianza las zonas de mena en el proyecto, planificar mejor la actividad extractiva, y calcular con mayor robustez el retorno financiero del proyecto.

Esto le permite a NEXA situar al proyecto en la posición estratégica que le corresponde en relación a sus otros proyectos minero.

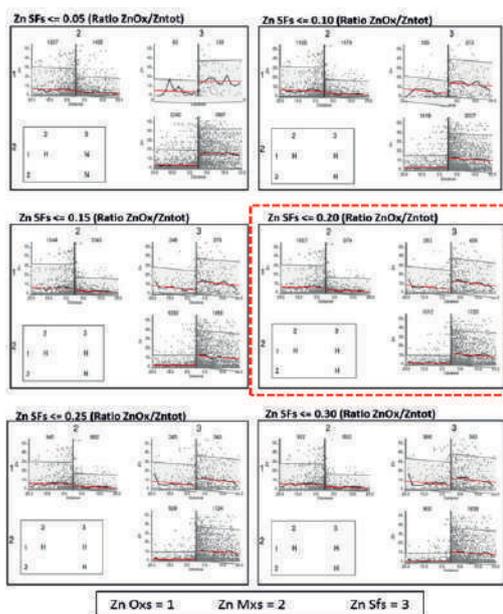


Fig.8. Análisis de sensibilidad a nivel de compósitos de Milpo.