



Boletín de la Sociedad Geológica del Perú

journal homepage: www.sgp.org.pe ISSN 0079-1091

Exploración de yacimientos mineros con los registros de pozo gamma ray y televiewer óptico

Juan Tito Mendoza Aranda¹, David Abarca Alfaro¹, Rosa Juárez Flores¹

¹Borettek, Calle Francia 173, Urb. Los Portales de Javier Prado, Ate, Lima

RESUMEN

Los registros Gamma ray (GR) y Televiewer óptico (OTV) han sido utilizados en la evaluación de un proyecto minero en el área San Cristobal, Bolivia. La litología consiste en areniscas arcillosas de edad Paleoceno-Mioceno con algo de piroclastos depositados en un ambiente lagunar. La superficie transgresiva y la superficie de inundación máxima fueron identificadas en tres pozos con GR con el objetivo de construir una sección estratigráfica. Una intrusión de una dacita porfirítica ocurrido en el Plioceno dio origen a un sistema de mineralización epitermal. Los análisis de leyes realizados en el pozo A indicaron que la mejor concentración de plata nativa y sulfuros precipitaron en el sistema transgresivo de las areniscas arcillosas. Las proyecciones estereográficas de fallas y fracturas en los tres pozos indicaron que la estructuración de rumbo bimodal WNW-ESE y N-S fueron los principales controles de la mineralización en el área.

Palabras claves: superficie transgresiva, superficie de inundación máxima, estructuración de rumbo bimodal

ABSTRACT

The Gamma ray (GR) and Optical Televiewer (OTV) logs were used to evaluate a project in the San Cristobal area, Bolivia. The lithology consists of Paleocene-Miocene shaly sandstone with some piroclasts deposited in a lake environment. The transgressive-flooding surface and the maximum flooding surface were identified with the GR log in three wells in order to construct a stratigraphic

cross section. During Pliocene a porphyritic intrusion took place and created an epithermal system ore deposit. Grade analysis done in well A indicated that better native Ag and sulphur grades, precipitated in the transgressive system tract of the shaly sandstone succession. Stereographic projections from all of the faults and fractures for the three wells indicated that a WNW-ESE and N-S bimodal structuration of strikes were the main mineral control in the area.

Keywords: transgressive surface, maximum flooding surface, bimodal structuration of strikes

INTRODUCCIÓN

Al registro de radioactividad Gamma ray (GR) todavía no se le ha dado un uso rutinario en la exploración minera como si ocurre en la industria de petróleo. El presente artículo explica cómo el registro Gamma ray pueden caracterizar yacimientos minerales que se ubican en cuencas. La sucesión se compone de areniscas arcillosas y en parte piroclastos volcánicos depositados en una cuenca lagunar. La herramienta mide el total del contenido de isótopo de potasio, torio y uranio y por lo tanto es un indicador de los minerales arcillosos que estas contienen. La herramienta usa un scintilómetro compuesto de un cristal de yoduro de sodio y un fotomultiplicador que mide los destellos radioactivos espontáneamente. Por otro lado, el Televiewer Óptico (OTV) escanea la pared del pozo mediante un lente de ojo de pez y un anillo de 10 luces led de iluminación dando imágenes de 360° en color verdadero. Con el procesamiento de los datos, se obtiene la tipificación

y orientación de las estructuras. Como el área fue receptáculo de sedimentos en ambiente lagunar, se ha utilizado los principios de la estratigrafía de secuencias en un intervalo relativamente corto, en la que se asume que las causas de la variación de las superficies estratigráficas claves son debidas a la variación relativa del nivel del lago. Una vez correlacionado estratigráficamente se ha usado los estereogramas para orientar las estructuras en todo el pozo.

GEOLOGÍA DEL ÁREA SAN CRISTOBAL

El distrito minero San Cristóbal se ubica en el departamento de Potosí, Bolivia, correspondiendo al alineamiento montañoso norte del altiplano con una altitud de 4200 msnm. San Cristóbal es una mina de plata de baja ley y es desarrollada como tajo abierto. Los pozos tienen una profundidad de 200m. Los registros GR y OTV de 3 pozos nombrados operativamente A, B y C han sido usados en la construcción de una sección estratigráfica. La roca se compone de arenisca arcillosa y conglomerados en parte retrabajados de edad Paleoceno- Mioceno Temprano (Formación Potoco) y tufos (Formación Quechua) de edad Plioceno, siendo cortados por una dacita porfírica con alto contenido de plagioclasa de edad Plioceno a Pleistoceno. En el Pleistoceno hace 35,000 años el área San Cristóbal se encontraba dentro del gran lago Minchin (salar de Uyuni, internet) cuyo remanente actual es el salar de Uyuni ubicada a 50 km de la mina. La mineralización fue de tipo epitermal.

CORRELACIÓN ESTRATIGRAFICA

La Estratigrafía de Secuencias es uno de los últimos paradigmas de la Geología. Es una metodología integracionista de la sedimentación, tectónica, eustacia y paleoestratigrafía que pone en sintonía la evolución geológica de los estratos. Desde su inicio aún se mantiene las bases que son la identificación de tres superficies estratigráficas claves: Límite de secuencia, Superficie transgresiva (ST) y Superficie de inundación máxima (SIM). El presente estudio solo se limita desde la Superficie transgresiva hasta la Superficie de inundación máxima. La ST indica el inicio de la transgresión lacustre y en la curva GR se le reconoce por una disminución abrupta de la radioactividad indicando un valor mínimo el que a su vez representa el límite de la regresión máxima de las areniscas. Desde este punto el nivel del lago va en constante subida y esto hace que la sedimentación sea cada vez más hacia tierra adentro, por ello, un pozo vertical indicara una sucesión de afinamiento de grano hacia arriba debido al aumento de profundidad de agua, hasta llegar a la superficie de inundación máxima que es la máxima de las sucesivas transgresiones. Aquí, por tener mayor arcillosidad el registro GR indicará un máximo de radioactividad. Estas superficies han sido identificadas en los pozos, A y B alineadas S-N y compuesta de arenisca arcillosa con contenido de capas delgadas de caolinita (color blanco en la imagen OTV) y el pozo C, ubicado al E del pozo B, compuesta de arenisca arcillosa con piroclastos.

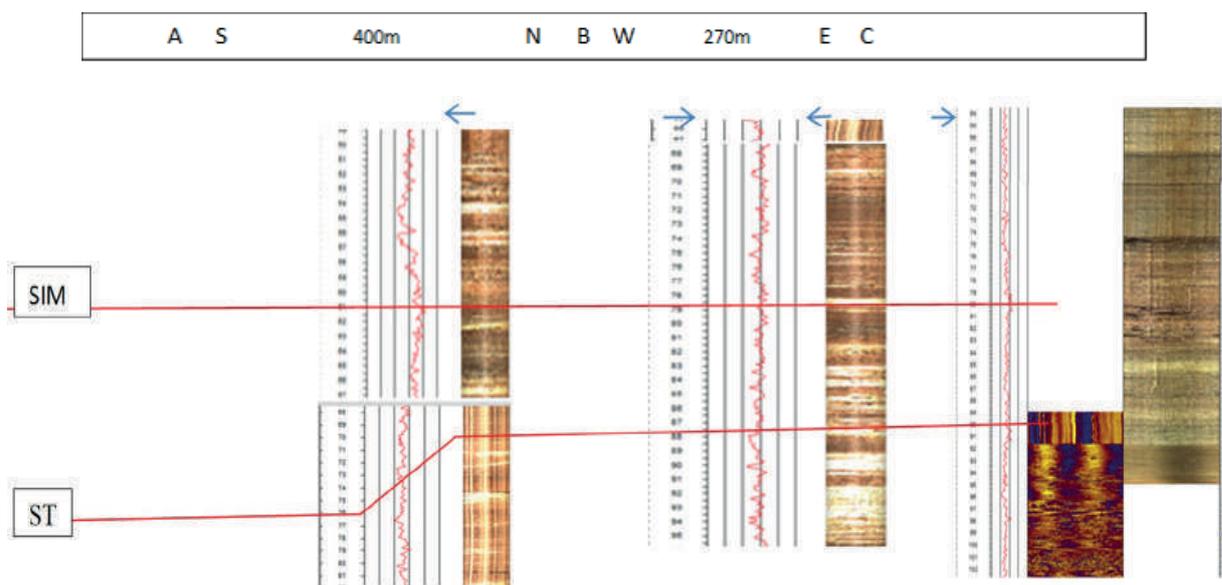


Figura 1. Sección estratigráfica, la curva en rojo es el GR, la superficie SIM es horizontalizada (Datum) porque fue una superficie sub-horizonta al momento de la sedimentación. En el pozo A, la superficie ST se encuentra a 76.5m y la superficie SIM a 61.5m.

ESTRUCTURA

El eje de un anticlinal regional N10°W pasa por el centro de la mina San Cristóbal y cerca al pozo A.

En este pozo en el intervalo 50.5-53.5m el registro OTV orienta 4 fallas y numerosas fracturas donde los testigos aparecen quebrados, fracturados y sin posibilidad de ser orientadas.

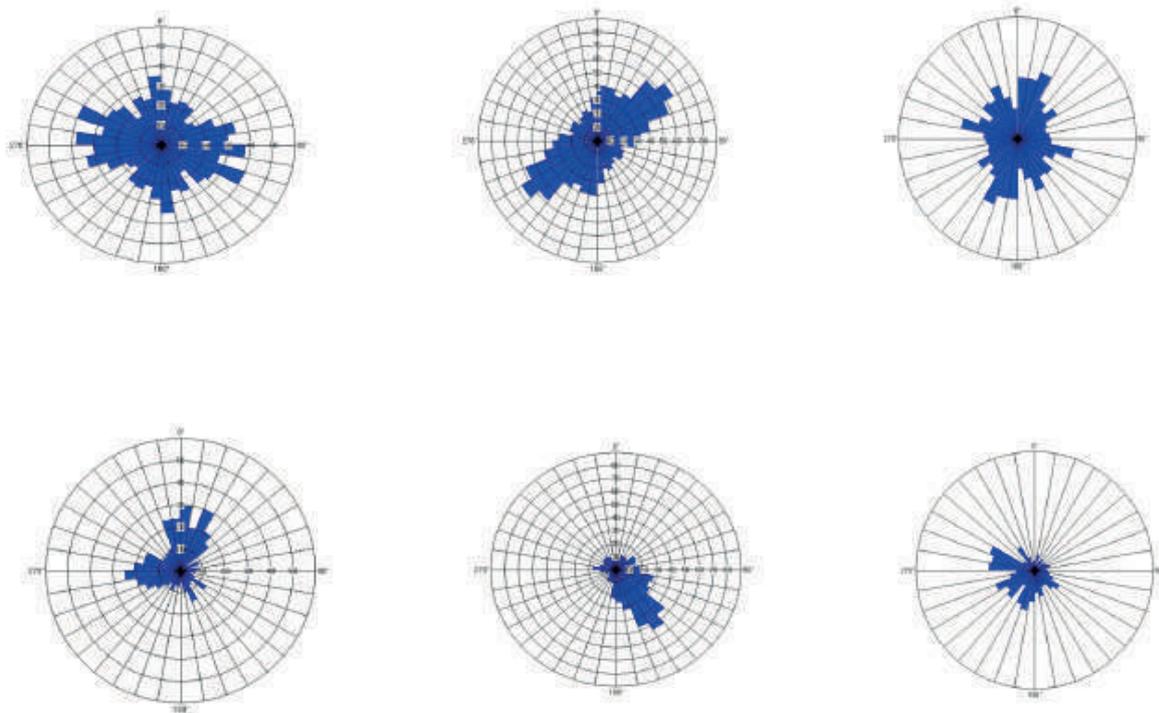
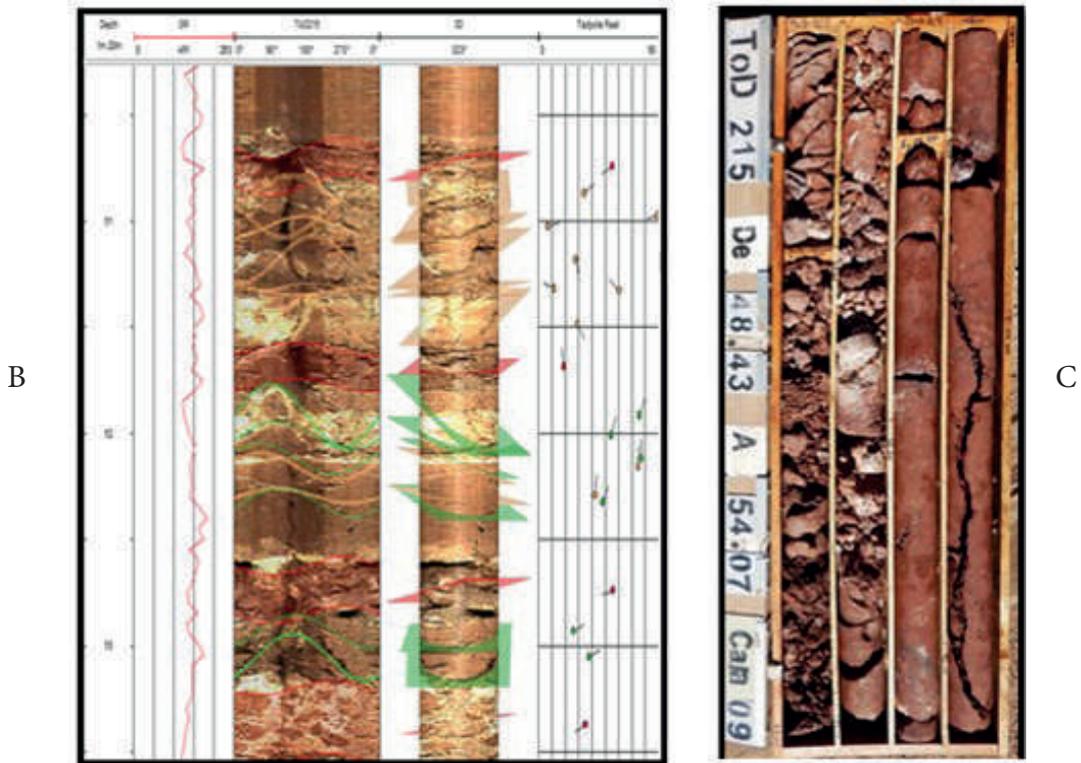


Figura 2. Estereogramas de rumbo de las estructuras (fallas y fracturas) (arriba) y de la dirección de buzamiento de estas (abajo) de los pozos A, B y C.

DESCRIPCIÓN E INTERPRETACIÓN

Las estructuras en el pozo A muestra rumbo bimodal WNW-ESE y N-S, y buzamientos hacia el NNE y al W, respectivamente. El pozo B, es de rumbo unimodal SW-NE pero con buzamiento al SE. El pozo C tiene un patrón estructural rumbo SSW-NNE pero con buzamientos contrarios al pozo B, hacia el W. El campo de esfuerzos compresivo W-E permitió la intrusión de la dac-

ita porfirítica y de depositos de flujos de lava de dacita con plata nativa, minerales sulfúricos (galena, esfalerita) y óxido de manganeso (molibdenita) (Jacobson, et al, 1969). Las mejores leyes de los metales migraron al ambiente reductor que se ubica en el sistema transgresivo (Figura 3) cuando aún se encontraba la cuenca lagunar activo. La frecuencia de fracturas se ha mantenido con variaciones similares en todo el pozo.

The image shows a 'DDH FIELD LOG' for 'Pozo A'. The log is divided into several columns: 'LITHOLOGY', 'ALTERATION', 'SPHERULIZATION (%)', 'SAMPLE NUMBER', and 'ANALYSIS'. The lithology column shows various rock types with different patterns and colors. The alteration column shows different mineralogical zones. The spherulization column shows percentages. The sample number column lists individual samples. The analysis column shows chemical analysis results for various elements.

Figura 3. Pozo A. Las leyes de Ag aumentan sustancialmente desde 7.65 a 21 g/Tn hasta la profundidad 61.5Mm donde termina el sistema transgresivo y se llega a la superficie SIM. Las leyes se mantienen relativamente altas en todo este sistema, 9.37-33 g/Tn. Lo mismo ocurre

CONCLUSIONES

Las areniscas arcillosas transgresivas por ser de ambiente reductor fueron favorables a precipitación de la plata nativa y sulfuros. Las fracturas y fallas fueron producidas por esfuerzos compresivos W-E, el pozo A con estructuración bimodal indica que se ubica en el centro del par de esfuerzos que ha dado origen al campo mineralizado.

REFERENCIAS

Jacobson, H., Murillo, C, Ruiz, L., Tapia O., Zapata H., Alarcon H., Delgadillo., E., Velasco C., 1969, Geology and Mineral Deposits of the San Cristobal District Villa Martin, Province Potosi, Bolivia, U.S. Geological Survey Bulletin 1273.

Salar de Uyuni, internet.