

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA

FACULTAD DE GEOLOGÍA, GEOFÍSICA Y MINAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS



**“ANÁLISIS DEL VALOR PRESENTE NETO, SENSIBILIDAD Y
SIMULACIÓN EN DIFERENTES ESCENARIOS ECONÓMICOS Y
OPERATIVOS PARA LA EXPLOTACIÓN OPEN PIT DE UN
YACIMIENTO BROWNFIELD – MINERA HUBBAY”**

TESIS PRESENTADA POR:

CHAVEZ ZEBALLOS, VICTOR JESUS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO DE MINAS

ASESOR:

MSc. TACO PRADO LUCIANO ALEJANDRO

AREQUIPA – PERÚ

2021

RESUMEN

Evaluar un proyecto minero es proceso complejo debido a la cantidad de variables involucradas, incertidumbres y riesgos; por consiguiente, la correcta evaluación es crucial para la decisión de inversión y puesta en marcha. El presente estudio tiene por objetivo determinar el valor presente neto (VPN) en diferentes escenarios, analizar la sensibilidad del caso base (Cu 2.75\$/lb) y la simulación de bloques a diferentes leyes de Cu para un yacimiento tipo skarn de Cu-Mo, en el brownfield de una operación minera a tajo abierto explotada por el método convencional de palas y camiones para producir concentrados de Cu grado 25% y Mo grado 50%. Para el análisis se utilizó un modelo de bloques de recursos de 20x20x15m y los algoritmos Lerchs & Grossman y Milawa de Whittle para analizar 70 escenarios con variables de precio de Cu (2.0\$/lb a 3.5\$/lb), tasa de descuento (5% a 20%) y capacidades de planta (8 a 15.5 Mt/año); para el caso base se analizó la sensibilidad con $\pm 25\%$ y la simulación se realizó por el método Monte Carlo en Crystal Ball utilizando 6 bloques con leyes diferentes de Cu (0.1% a 1%) mediante 50,000 pruebas. El VPN para los 70 escenarios fue mayor a \$0 y se obtuvo las siguientes relaciones: mayor tasa de descuento menor NVP, mayor precio de Cu mayor VPN, mayor capacidad de planta mayor VPN; la sensibilidad identificó a las variables de Cu como las de mayor impacto y la simulación para el bloque de 0.1% de Cu identificó a la variable precio de Au como la de mayor influencia; las variables Mo, Ag e inversión de capital no son significativas. El análisis de VPN para los 70 casos indica que todos los escenarios son viables para invertir; la variable con mayor impacto (precio de Cu) no es controlable (depende de la oferta-demanda mundial), las variables recuperación de mina y planta deben ser optimizadas para minimizar el efecto negativo en la operación.

Palabras clave: brownfield, cobre, sensibilidad, simulación, valor presente neto.

ABSTRACT

Evaluating a mining project is a complex process due to the amount of variables involved, uncertainties and risks, therefore, the correct evaluation is crucial for the investment decision and start-up. The present study aims to determine the net present value (NPV) in different scenarios, analyze the sensitivity of the base case (Cu 2.75 \$/lb) and the simulation of blocks to different Cu grade for a Cu-Mo skarn-type ore deposit, in the brownfield of an open pit mining operation operated by the conventional shovel and truck method to produce 25% grade Cu and 50% Mo grade concentrates. For the analysis, a 20x20x15 m resource block model was used, and the Lerchs & Grossman and Milawa algorithms of the Whittle software to analyze 70 scenarios with Cu price variables (2.0 \$/lb to 3.5 \$/lb), discount rate (5% to 20%) and process plant capacities (8 to 15.5 Mt/year); for the base case, the sensitivity was analyzed with $\pm 25\%$ and the simulation was carried out by the Monte Carlo method in Crystal Ball using 6 blocks with different grade of Cu (0.1% to 1%) through 50,000 tests. The NPV for the 70 scenarios was greater than \$ 0 and the following relationships were obtained: higher discount rate, lower NVP, higher Cu price, higher NPV, higher process plant capacity, higher NPV; the sensitivity identified the Cu variables as the ones with the greatest impact and the simulation for the 0.1% Cu block identified the Au price variable as the one with the greatest influence; the variables Mo, Ag and capital investment are not significant. The NPV analysis for the 70 cases indicates that all the scenarios are feasible to invest; The variable with the greatest impact (Cu price) is not controllable (it depends on world supply-demand), the mine and process plant recovery variables must be optimized to minimize the negative effect on the mining operation.

Keywords: brownfield, copper, sensitivity, simulation, net present value.