

---

**CO-SIMULACIÓN GEOESTADÍSTICA POR BANDAS ROTANTES ENTRE LA  
INTENSIDAD VOLUMÉTRICA DE FRACTURAS (P32) Y FRECUENCIA DE  
FRACTURAS (FF) PARA DATOS DE SONDAJE**

**FERNANDO ANTONIO MANCILLA PEÑA  
INGENIERO CIVIL EN MINAS**

**RESUMEN**

La caracterización de las discontinuidades presentes en el macizo rocoso corresponde a una componente importante en la evaluación geotécnica de una operación minera, debida a la baja resistencia de las fracturas en comparación con la roca intacta. La intensidad de fracturas es un factor que mide el grado de fracturamiento presente en el macizo, esta variable es medible tanto en operaciones de rajo abierto como subterráneas a partir de sondajes, scanline, o mapeo de galerías, y está relacionada con las principales problemáticas geomecánicas que afectan el diseño minero, la estabilidad, necesidades de soporte, fragmentación, entre otras. En la siguiente memoria se realiza una co-simulación por bandas rotantes para una base de datos de intensidad de fracturas, caracterizada por la frecuencia de fracturas (FF), y la intensidad volumétrica de fracturas (P32), correspondiente a datos hidrogeológicos de una mina a rajo abierto ubicada en el norte de Chile. Se realizó un modelo variográfico completo, luego este se validó por técnicas de validación cruzada, y se generaron cien realizaciones de co-simulación geoestadística, además de un modelo de cokriging para la comparación de resultados. Las realizaciones obtenidas de la simulación pueden ser utilizadas como una distribución probabilística para la variable simulada en cada bloque, en base a esto se pueden utilizar algunas aplicaciones probabilísticas que ayudan a definir las zonas geotécnicas en base al grado de fracturamiento en el macizo. Se generó un modelo insesgado, con una validación cruzada correcta por la metodología de leave one out, se demostró la mayor presencia de datos atípicos, y menor suavizamiento en comparación con un modelo de cokriging. Al utilizar técnicas de simulación para estimar parámetros geotécnicos como la intensidad de fracturas es posible crear una imagen de la heterogeneidad presente en un macizo rocoso, de manera de generar un modelo

---

geotécnico que considere la incertidumbre en el grado de fracturamiento y por ende con menor un riesgo económico y operacional.

## ABSTRACT

The characterization of the discontinuities present in a rock mass is an important component in the geotechnical evaluation of a mining operation, due to the lowest fracture strength compared with intact rock. Fracture intensity is a factor that measures the degree of fracturing in a mass rock, this variable is measurable in open pit and underground operations from boreholes, scanlines or tracemaps, and is related to the main geomechanic problems that affects the mining design, stability, support needs and fragmentation, among others. In the following case a co-simulation by turning bands is performed for a database of fracture intensity, characterized by the corrected fracture frequency (FF), and the volumetric fracture intensity (P32), corresponding to data from an open pit mine located in the northern of Chile. A complete variographic model was made, then it was validated by cross-validation techniques, one hundred realisations were generated, and a cokrige model to contrast the results. The obtained realisations can be used as the distribution of values for each block and thus make probabilistic applications that helps to define the main geotechnical zones based in the degree of fracturing in the rock mass. An unbiased model was generated, with a correct cross-validation carried out by the methodology of leaving one out, the simulation mean results shows more atypical data and less smoothing effect compared with cokriging results. By using simulation techniques to estimate geotechnical parameters such as fracture intensity, it is possible to create an image of the heterogeneity in a rock mass and model its uncertainty, with applications in the current geotechnical characterization as fault zones, to manage the concentration of stresses, and estimate the productivity of the extraction points, in order to generate an economic model that considers uncertainty, and therefore, with lower associated risk.