

---

**APLICACIÓN DE TÉCNICAS DE APRENDIZAJE DE MÁQUINAS A LA  
MODELACIÓN DE VARIABLES GEOLÓGICAS DE INDICADORES**

**JUAN IGNACIO MELLA VERGARA  
INGENIERO CIVIL EN MINAS**

**RESUMEN**

Dentro de la minería una de las etapas del proceso minero que mayor incertidumbre produce es dentro de la estimación de recursos, y para poder realizar estimaciones se hace uso de la geoestadística. Nuevas tecnologías están naciendo, con mayor capacidad de análisis de datos y procesamiento de ellos, y vienen a contribuir en la búsqueda de bajar la incertidumbre geológica, que se produce en la modelación de variables geológicas. El objetivo de la presente investigación de memoria plantea utilizar métodos alternativos a los ya utilizados en la minería, como por ejemplo, el Kriging de indicadores para la estimación de variables nominales. Por lo anterior, es que se plantean dos métodos del aprendizaje de máquinas, las redes neuronales artificiales y la regresión logística, y se utiliza una base de datos con distintos tipos de litologías, con el objetivo de realizar estimaciones a variables categóricas, y compararlas con el Kriging de indicadores. De los métodos propuestos, las redes neuronales artificiales resultan ser las que mejor estiman variables nominales de acuerdo con métricas de desempeño, en segundo lugar se encuentra la regresión logística y muy de cerca el Kriging de indicadores. Se concluye que a pesar del buen rendimiento de los métodos del aprendizaje de máquinas según los estadísticos de exactitud, precisión, sensibilidad y especificidad, no se puede asegurar que son significativamente mejores que el representante geoestadístico, es decir, el Kriging de indicadores, y por lo tanto queda en manos del experto que herramientas prefiere utilizar para modelar las variables geológicas.

## ABSTRACT

Within mining, one of the stages of the mining process that produces the greatest uncertainty is within the estimation of resources, and in order to make estimates, geostatistics are used. New technologies are being born, with greater capacity for data analysis and data processing, and they come to contribute in the search to lower geological uncertainty. The objective of the present memory research proposes to use alternative methods to those already used in mining, such as, for example, the Kriging of indicators for the estimation of nominal variables. Therefore, it is that two methods of machine learning are proposed, artificial neural networks and logistic regression, and a database with different types of lithologies is used, in order to make estimates to categorical variables, and compare them with the Kriging of indicators. Of the proposed methods, artificial neural networks turn out to be the ones that best estimate nominal variables, followed by logistic regression and very closely the Kriging of indicators. It is concluded that despite the good performance of the machine learning methods according to the statistics of accuracy, precision, sensitivity and specificity, it cannot be assured that they are significantly better than the geostatistical representative, that is, the Kriging of indicators, and therefore, it is up to the expert which tools he prefers to use to model geological variables.