

Creación y visualización de mapas prospectivos de mercurio mediante técnicas de inteligencia artificial

Daniel Carrasco Pardo (1*), Julio Alberto López-Gómez (2), Pablo Higuera (1), José María Esbrí (1), Saturnino Lorenzo (1)

(1) Instituto de Geología Aplicada. Escuela de Ingeniería Minera e Industrial de Almadén. Universidad de Castilla la Mancha, 13400, Almadén (España)

(2) Departamento de Tecnologías y Sistemas de Información. Escuela de Ingeniería Minera e Industrial de Almadén. Universidad de Castilla la Mancha, 13400, Almadén (España)

* corresponding author: Daniel.Carrasco1@alu.uclm.es

Palabras Clave: Mapas prospectivos, Mercurio, Sinclinal de Almadén, Aprendizaje automático. **Key Words:** Prospective maps, Mercury, Almadén syncline, Machine learning.

INTRODUCCIÓN

La elaboración de mapas prospectivos, también conocidos como cartografía de la prospección mineral (en inglés *Mineral Prospectivity Mapping*, MPM), para ofrecer una herramienta de apoyo al trabajo de geólogos, ingenieros de minas y otros especialistas de áreas afines, se ha realizado tradicionalmente confiando en un equipo de expertos. Así, los mapas prospectivos se construyen en base a las opiniones y evaluaciones de los expertos acerca de los procesos que podrían haber ocurrido durante la formación de los depósitos minerales en el entorno geológico de la región analizada (ver Harris et al., 2015).

En los últimos años, el uso de técnicas de inteligencia artificial, y más concretamente de técnicas de aprendizaje automático que permiten obtener patrones y aprender relaciones existentes entre variables de grandes conjuntos de datos, se han aplicado con éxito en numerosos sectores. En este trabajo se presenta una propuesta metodológica de aplicación de técnicas de aprendizaje automático para la creación y visualización de mapas prospectivos de mercurio en el sinclinal de Almadén. Se pretende que esta metodología pueda ser de aplicación a distintos elementos y distintos entornos geológicos, como por ejemplo, en la investigación de yacimientos de Antimonio en el sinclinal de Guadalmez.

METODOLOGÍA

El procedimiento para la creación y visualización de mapas prospectivos de mercurio en el sinclinal de Almadén mediante el uso de técnicas de aprendizaje automático se divide en las siguientes etapas (ver Fig.1).

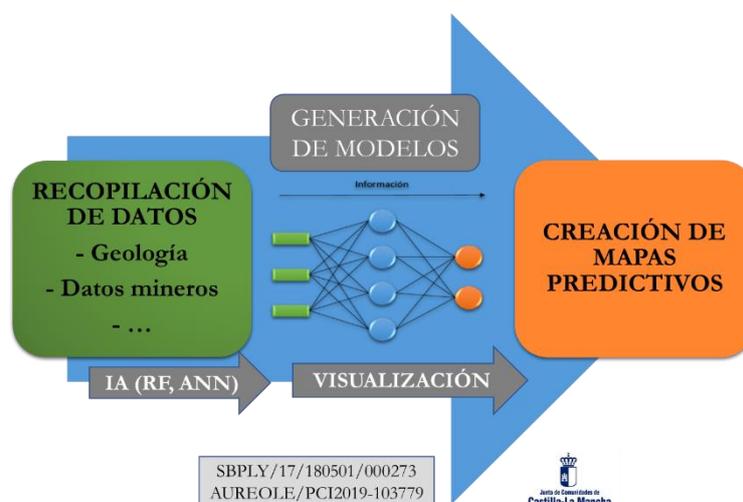


Fig 1. Metodología para la creación y visualización de mapas prospectivos. RF: Random Forest. ANN: Artificial Neural Network

Recopilación de datos

El corazón de cualquier modelo de aprendizaje automático es el conjunto de datos de partida. Para ello se ha elaborado un repositorio de datos que incluye las coordenadas geográficas y las principales características geológicas de un total de 24798 puntos en el sinclinal de Almadén. Los puntos geográficos estudiados pertenecen a un total de 77 localidades mineralizadas y, para cada una, se han identificado un total de 24 características geológicas. Algunas de ellas son la tipología de la mineralización, su posición estratigráfica, etc. (Hernández et al., 1999).

Generación de modelos

A partir del pre-procesamiento del conjunto de datos es posible construir distintos modelos de aprendizaje automático, para multitud de propósitos. Estos modelos se encargarán de detectar patrones, regularidades y aprender relaciones entre las distintas variables del repositorio de datos. En este trabajo se pretende construir un modelo que, aprendiendo del conjunto de datos creado en el apartado anterior, permita determinar si para un punto concreto con una serie de características geológicas, existe la posibilidad de encontrar un yacimiento de mercurio, y de qué tipo; esto es, si se trataría de un indicio de mineralización, una mina pequeña, una mineta, una mina mediana o una mina grande. A pesar de que los modelos de aprendizaje automático no han sido ampliamente utilizados en el contexto de la prospección minera, diversos estudios muestran que el uso de modelos como las Redes Neuronales Artificiales (RNA) o las máquinas de vectores de apoyo (SVM) son modelos que permiten obtener resultados significativos (Sun et al., 2019 y Guerra et al., 2020).

Creación de mapas prospectivos

Una vez validado el modelo construido en el apartado anterior, será posible utilizar éste para elaborar un mapa prospectivo que indique la posibilidad de encontrar un yacimiento de mercurio en una zona de estudio, y de qué tipo de yacimiento se trataría. Así, a modo de *mapa de calor*, se puede ofrecer una herramienta que, unida a los mapas prospectivos generados por los expertos y al conocimiento de estos, permita ahorrar esfuerzos e incrementar las probabilidades de éxito en la exploración de un nuevo yacimiento.

CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

En este trabajo se presenta una propuesta metodológica para la elaboración de mapas prospectivos de mercurio mediante la aplicación de técnicas de aprendizaje automático. Para ello, se ha hecho un esfuerzo notable en la generación de un repositorio de datos suficientemente completo para poder entrenar el modelo sobre un escenario real. Finalmente, se pretende trabajar con el modelo construido para la prospección de mercurio; se desea que sirva de base en la generación de un modelo para la prospección de antimonio en el sinclinal de Guadalmez (próximo al sinclinal de Almadén). En la actualidad, el antimonio es considerado un metal estratégico por la Unión Europea, lo que convierte esta área en un escenario real propicio para seguir avanzando en la aplicación de métodos de aprendizaje automático a la prospección minera.

AGRADECIMIENTOS

Los autores de este trabajo quieren agradecer a los proyectos con referencias ANR-19-MIN2-0002-01 y MICIU/AEI/REF.: PCI2019-103779, así como a las instituciones pertenecientes al proyecto ERA-MIN2 AUREOLE.

REFERENCIAS

- Guerra Prado, E.M., de Souza Filho, C.R., Carranza, E.M., Motta, J.G. (2020). Modeling of Cu-Au prospectivity in the Carajás mineral province (Brasil) through machine learning: Dealing with imbalanced training data. *Ore Geology Reviews*, **124**, 1-20.
- Harris, J.R., Grunsky, E., Corrigan, D. (2015). Data- and knowledge-driven mineral prospectivity maps for Canada's North. *Ore Geology Reviews*, **71**, 788-803.
- Hernández, A., Jébrak, M., Higuera, P., Oyarzun, R., Morata, D., Munhá, J. (1999). The Almadén mercury mining district, Spain. *Mineralium Deposita*, **34**: 539-548.
- Sun, T., Chen, F., Zhong, L., Liu, W., Wang, Y. (2019). GIS-based mineral prospectivity mapping using machine learning methods: A case study from Tongling ore district, eastern China. *Ore Geology Reviews*, **109**, 26-49.