

# Geo-Temas



Sociedad  
Geológica  
de  
España

## Volumen 20

### XI Congreso Geológico de España



ÁVILA

2-6 DE JULIO 2024

XI Congreso Geológico  
de España



CSIC  
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS



IGME  
INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA 1849-2024

175 AÑOS

## Serie cartográfica de Rocas y Minerales Industriales de Angola. Resultados del proyecto CARMINA.

### *Cartographic series of Industrial Rocks and Minerals of Angola. Results of the CARMINA project.*

**J. Fernández<sup>1</sup>, J.V. Lisboa<sup>2</sup>, M. Iglesias-Martínez<sup>3,4</sup>, J.C. Gumiel<sup>5</sup>, M.C. Feria<sup>3,6</sup>, A. Francés<sup>2</sup>, E. Merino-Martínez<sup>5</sup>, J. Manuel<sup>7</sup> y J.L. García<sup>5</sup>**

- 1 Departamento de Recursos Geológicos para la Transición Ecológica, Centro Nacional Instituto Geológico y Minero de España, 33005 Oviedo, España. [j.fernandez@igme.es](mailto:j.fernandez@igme.es)
- 2 Laboratório Nacional de Energia e Geologia (LNEG), Lisboa, Portugal.
- 3 UTE-PLANAGEO (IGME/LNEG/Impulso), Parque tecnológico de Asturias, parcela 13 A, 33428, Asturias, España.
- 4 Mineral Resources, CSIRO, 26 Dick Perry Avenue, Kensington, Western Australia 6151.
- 5 Instituto Geológico y Minero de España (IGME), CSIC, c/Ríos Rosas 23, 28003 Madrid, España.
- 6 Sistemas Avanzados de Tecnología, S.A (SATEC), Av. Europa, 34 A, 28023, Madrid, España.
- 7 Instituto Geológico de Angola (IGEO), Centralidade do Kilamba, Rua Nr, Luanda, Angola.

**Resumen:** El Gobierno de la República de Angola, consciente de la importancia del sector de las rocas y minerales industriales en el desarrollo socioeconómico de su territorio, evitando la dependencia de la minería metálica, energética y diamantífera, ha promovido la realización una nueva serie cartográfica en el ámbito del subprograma CARMINA, dentro del Proyecto PLANAGEO (Plan Nacional de Geología) para elaborar un total de 30 mapas geológico-mineros. Con una metodología moderna, y definiendo Areas de Potencialidad Minera, esta serie cartográfica incluye unas memorias asociadas que recogen las investigaciones y resultados técnico-analíticos del área de estudio. Los trabajos han puesto de manifiesto el formidable potencial en el ámbito de las rocas y minerales industriales, recogido en esta nueva serie cartográfica que pretende profundizar en la situación actual del sector, realizando un exhaustivo repaso por todas las rocas y minerales explotadas en la actualidad o en el pasado, la tipología de los yacimientos donde se localizan dichas sustancias, una descripción de cómo se realiza la minería actual de los materiales, los usos principales a los que se destinan, etc., que permita mejorar el conocimiento y aprovechamiento minero de los mismos y tenga aplicación en la ordenación territorial.

**Palabras clave:** cartografía geológica, minería, rocas y minerales industriales, Angola.

**Abstract:** *The Government of the Republic of Angola, aware of the importance of the industrial rocks and minerals sector in the socioeconomic development of its territory, avoiding dependence on metal, energy, and diamond mining, has promoted the creation of a new cartographic series in the scope of the CARMINA subprogram, within the PLANAGEO Project (National Geological Plan of Angola) to prepare a total of 30 geological maps. This initiative aims to produce a total of 30 geological-mining maps, using modern technology as a fundamental contribution to the planning of mineral resource exploitation. The series defines Areas of Mineral Potential and includes accompanying reports that detail the research and technical-analytical results of the study area. The work has revealed the significant potential of industrial rocks and minerals, as documented in these new cartographic series. This project seeks to delve into the current state of the sector, conducting a thorough review of all rocks and minerals currently or historically exploited, the typology of the deposits hosting these substances, a description of contemporary mining practices for those materials, their primary uses, etc. This approach aims to enhance the knowledge and application of these resources within the mining sector with direct implementation in territorial planning.*

**Key words:** *geological mapping, mining exploration, industrial rocks and minerals, Angola.*

## INTRODUCCIÓN

Se establecen los Mapas de Angola de Rocas y Minerales Industriales a escala 1:50.000 como un mapa geológico-minero en el que se sintetiza, para el ámbito territorial considerado, el estado actual del conocimiento de la minería de rocas y minerales industriales y su potencialidad, con los siguientes objetivos:

- Conocer la realidad actual de las rocas y minerales industriales.
- Relanzar y dinamizar el sector minero nacional.
- Mejorar el conocimiento geológico-minero y el potencial de los recursos de rocas y minerales industriales del territorio nacional.
- Garantizar el desarrollo sostenible del país a través, de entre otras acciones, del aumento de la contribución del sector de la minería de rocas y minerales industriales.

Con este trabajo se pretende, profundizar en la situación actual del sector, realizando un exhaustivo repaso por todas las rocas y minerales industriales explotadas en la actualidad o en el pasado, la tipología de los yacimientos donde se localizan dichas sustancias, una descripción de cómo se realiza la minería actual de los materiales, los usos principales a los que se destinan, etc., reflejando esta información en una moderna serie cartográfica (Baltuille *et al.*, 2006), que constituye el Mapa de Rocas y Minerales Industriales, que permita mejorar el conocimiento y aprovechamiento minero de los mismos y tenga aplicación en la ordenación territorial.

La variedad de rocas y minerales industriales ha sido amplia, destacando, en la zona de estudio asociada a las 30 hojas del programa CARMINA (Cartas de Rocas y Minerales Industriales de Angola) (Fig. 1), los depósitos existentes en las pegmatitas y las rocas ornamentales.

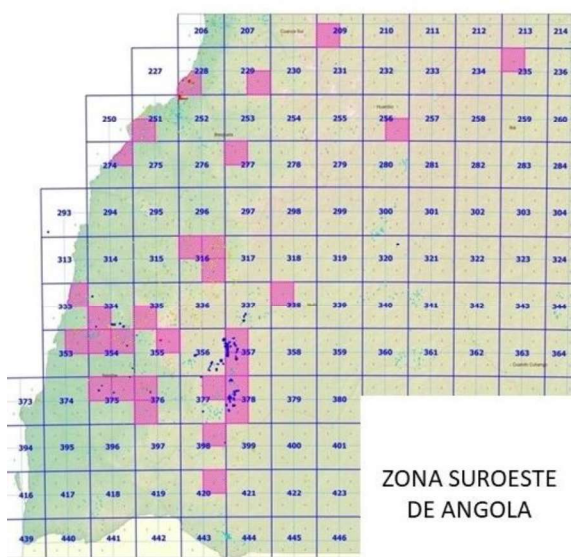


FIGURA 1. Distribución de los mapas de la serie CARMINA a escala 1:50.000, en la zona Suroeste de Angola.

Un trabajo de tal envergadura supone la aplicación de una metodología de trabajo que abarque todos los estadios del proyecto, desde el planteamiento de las propias rocas y minerales industriales hasta los productos finales. La experiencia desarrollada a lo largo de los años por los Servicios Geológicos de Portugal (LNEG) y España (CN IGME-CSIC) permitió el desarrollo de unas Especificaciones Técnicas encaminadas al conocimiento y caracterización de las rocas y minerales industriales. Tras los trabajos de campo realizados en las 30 hojas cartográficas del proyecto CARMINA, y su posterior procesado, se han conseguido elaborar tres productos destinados a la investigación y evaluación del potencial de las rocas y minerales industriales en Angola. Estos son la Base de Datos, las memorias y las cartografías geológico-mineras.

## PRODUCTOS DISPONIBLES PARA LA INVESTIGACIÓN MINERA Y LA ORDENACIÓN DEL TERRITORIO

La Base de Datos de Recursos Minerales, denominada “Arquivo de Rochas e Minerais Industriais de Angola” (ARMINA) integra la información geológico-minera sobre indicios y explotaciones de rocas y minerales de manera que toda la información esté disponible de manera fácil. La base de datos se distribuye en 11 pestañas de carga y acceso a la información en una sencilla interfaz de visualización (Fig. 2).



FIGURA 2. Una de las pestañas de consulta del formulario de la base de datos ARMINA. Sirva como modelo de distribución y aspecto de una de las pestañas de la base de datos (BBDD).

La organización de grandes volúmenes de información geológico-minera en una base de datos como ARMINA ha permitido, en primer lugar, disponer de toda la información sobre recursos de rocas y minerales industriales estructurada y en el formato conveniente. Así, se han podido emplear herramientas de procesado y representación, como visualización en tiempo real en entorno SIG, que han supuesto una optimización en el proceso de modelización, que redunda en una mejor comprensión de la geología para uso en minería y un ahorro en tiempo a la hora del acceso a la información.

Con idea de ofrecer una visión actual y moderna de las rocas y minerales industriales explotadas en estas zonas de Angola, así como de los explotadores, los materiales y de sus usos, se han elaborado las memorias, donde se recoge un inventario pormenorizado de este sector minero y se realiza un análisis minero-industrial del mismo en el ámbito geográfico de cada una de ellas.

El contenido de las memorias está estructurado en una serie de capítulos, el primero de los cuales, *Introducción y antecedentes*, aborda cuestiones generales relativas a las rocas y minerales industriales, el encuadre físico de cada una de las mismas, unos detallados antecedentes de investigaciones anteriores relacionadas con la temática y la metodología empleada para alcanzar los objetivos propuestos.

En el capítulo segundo, *Encuadre geológico*, se sintetiza la información sobre los límites geológicos de cada una de las cartas, los dominios geológico-estructurales que la conforman y su litoestratigrafía.

En el capítulo tercero, *Descripción de las explotaciones e indicios de rocas y minerales industriales*, se hace un exhaustivo análisis de todas las sustancias explotadas en la zona de estudio, ya sea actualmente o en el pasado, y de las sustancias potencialmente explotables. Para ello se realiza una descripción pormenorizada de las unidades litológicas donde aparecen más frecuentemente y se enumeran, describen y caracterizan las explotaciones activas, las explotaciones abandonadas y los indicios de cada sustancia referenciada.

En el cuarto capítulo, *Valoración minero-industrial*, se analizan los principales sectores industriales a los que se destina la producción de las sustancias explotadas y se cuantifica sectorialmente dicha producción.

El capítulo quinto, *Conclusiones y recomendaciones*, se dedica a analizar cuidadosamente los resultados obtenidos en las investigaciones de campo y laboratorio, así como a establecer una serie de sugerencias a la hora de enfocar las futuras investigaciones y las zonas de mayor potencial de yacimientos minerales.

En el sexto y último capítulo, *Bibliografía*, se listan las referencias bibliográficas citadas en el texto, así como páginas Web relacionadas. Se ha incluido, además, unos *Anexos*, que contienen el listado de explotaciones e indicios y los usos y sectores de consumo de cada una de las sustancias.

Como tercer pilar para la investigación minera de Angola, se han elaborado las cartografías de las 30 hojas a escala 1:50.000 (Fig. 3), que reflejan la distribución espacial de yacimientos y explotaciones de rocas y minerales industriales sobre una base geológica simplificada y adecuada a los objetivos del Mapa de Rocas y Minerales Industriales (MRMI). Los yacimientos y explotaciones se representan mediante una simbología que recoge la utilización del recurso, el estado del yacimiento y el tamaño del mismo. Las sustancias detectadas o explotadas se señalan mediante una abreviatura. Cada yacimiento y explotación tiene un número de identificación que permite la localización de la ficha de datos correspondiente. Las unidades cartográficas se diferencian por tramas de distintos patrones y colores.

Las Áreas de Potencialidad Minera (APM) indicadas en el MRMI son áreas con interés minero predecible y pueden proporcionar investigaciones más detalladas. La base para su demarcación fue la existencia en una determinada unidad o facies geológica, intrusión, dique, etc., de signos y/o actividad extractiva actual o pasada de potencial interés, incluidos trabajos de prospección, encaminados a la exploración de roca ornamental o minerales industriales. Corresponden por tanto a zonas que, por su geología y ubicación, pueden albergar zonas

potencialmente interesantes para los materiales en cuestión.

Poner en valor este tipo de cuestiones para “maximizar la actividad económica y el empleo”, en especial en zonas rurales, es fundamental para el desarrollo y la diversificación de la entrada de ingresos de un país (Calvo Pérez, 2000).

Estos mapas se constituyen como un inventario de las explotaciones, tanto activas como inactivas, y los indicios y afloramientos de rocas y minerales industriales, todos ellos determinados con su simbología, para así diferenciar los tipos de explotaciones existentes, el estado de la actividad y las sustancias y usos que tienen cada una de ellas.

Toda la información, además de servir para la evaluación de nuevos yacimientos, reevaluación de explotación de canteras abandonadas, también podrá utilizarse en la ordenación territorial, en concreto en espacios naturales o materias relacionadas con el urbanismo. La ordenación y planificación, en ocasiones, interfiere con intereses mineros y cuanto más y mejor se conozcan los depósitos minerales, mejor se podrá hacer la ordenación de todos los recursos naturales de rocas ornamentales y rocas y minerales industriales.

## CONCLUSIONES

En el ámbito de las rocas y minerales industriales (subprograma CARMINA) se han elaborado un total de 30 mapas geológico-mineros, definiendo Áreas de Potencialidad Minera de mayor interés mineral, con unas memorias asociadas que recogen las investigaciones y resultados técnico-analíticos del área de estudio. Los trabajos han puesto de manifiesto el formidable potencial de las rocas y minerales industriales.

Con la puesta en marcha de este proyecto y la entrega de los primeros mapas, las distintas administraciones de Angola disponen de una minuciosa cartografía geológico-minera y unas detalladas memorias descriptivas que presentan los resultados de la investigación de manera homogénea. Toda la información servirá para facilitar el acceso a los resultados y promover futuros estudios mineros basados en información científica, y suministrar una herramienta útil para la explotación del conocimiento minero por parte de distintas instancias, tanto públicas como privadas, aplicándola a la investigación y planificación del aprovechamiento de los recursos mineros y a la ordenación del territorio, de cara a un mayor desarrollo sostenible del marco natural del territorio donde se desarrolla.

Un concepto moderno, como es la ordenación del territorio, se presenta aquí como una oportunidad para combinar el aprovechamiento de los recursos mineros junto con otras actividades históricas de la zona, como la agricultura y la ganadería, y futuras, como el turismo, el urbanismo y la industria. El mejor conocimiento y la previa caracterización de los recursos minerales,

protegerá el futuro desarrollo minero de una zona necesitada de estímulos económicos estables y de calidad.

**AGRADECIMIENTOS**

Este trabajo es resultado de las investigaciones realizadas en el marco del Proyecto PLANAGEO (Plan Nacional de Geología de Angola), promovido por el Gobierno de la República de Angola, ejecutado con juntamente con el Servicio Geológico de Angola (IGEO), bajo la supervisión del Ministerio de Recursos Minerales, Petróleo y Gas (MIREMPET).

Nuestro más grande agradecimiento a las autoridades, personal civil y empresas mineras del sur de Angola por las facilidades de acceso a la información de sus

yacimientos y concesiones, y al personal de la empresa Impulso Industrial Alternativo en este proyecto.

**REFERENCIAS**

Baltuille Martín, J.M., Ferrero Martín, A., López López, M.T., Monteserín López, V., do Olmo Sanz, A., Fernández Suárez, J., Nuño Ortea, C. y Rubio Navas, J. (2006): *Protocolo de Realização do Mapa Nacional de Rochas e Minerais Industriais, à escala 1:200.000 (MANARMIN)*. IGME (informe inédito), Madrid, España, 87 p.

Calvo Pérez, B. (2000): As rochas e minerais industriais como elemento de desenvolvimento sustentável. En: *Rochas e Minerais Industriais de Iberoamérica* (B. Calvo Pérez, A. Gajardo Cubillos y M. Maya Sánchez, Eds.). ITGE, Madrid, España, pp. 17-32.

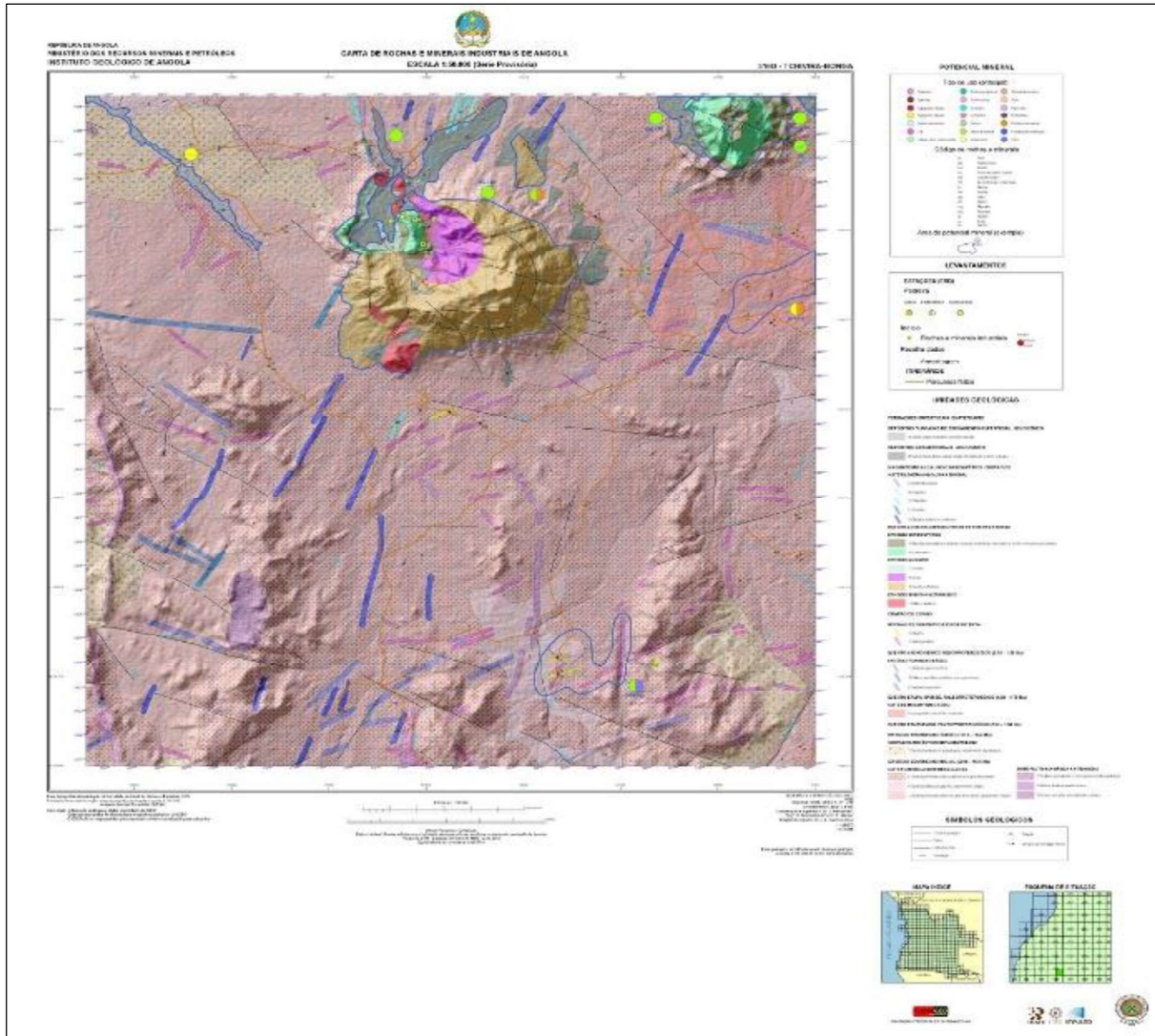


FIGURA 3. Aspecto y distribución de la información de la nueva serie cartográfica de rocas y minerales industriales de Angola. Sirva como modelo para la visualización de la distribución y aspecto del mapa.