

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

Cartografía Geológica del Plan Nacional de Geología de Angola (PLANAGEO).

Geological Mapping of the National Geological Plan of Angola (PLANAGEO).

E. Merino-Martínez^{1*}, J.F. Rodrigues², J. Escuder-Viruete¹, R. Martín-Banda¹, A. Frances², M.C. Feria³, M.T. López-Bahut¹, E. Ferreira^{1,3}, J.L. García-Lobón¹, J.C. Gumiel¹, I. Cuervo³, A.M.L. Victorino⁴ y J. Manuel⁴

- 1 Instituto Geológico y Minero de España (IGME), CSIC, c/ Ríos Rosas 23, 28003, Madrid, España. * e.merino@igme.es
- 2 Laboratório Nacional de Energia e Geologia (LNEG), Estr. da Portela 999, Amadora, Portugal.
- 3 UTE-PLANAGEO (IGME/LNEG/Impulso), Parque tecnológico de Asturias, parcela 13 A, 33428, Asturias, España.
- 4 Instituto Geológico de Angola (IGEO), Centralidade do Kilamba, Rua Nr, Luanda, Angola.

Resumen: La cartografía geológica fue la actividad central en la que se basó el Plan Nacional de Geología de Angola (PLANAGEO). Los trabajos de cartografía geológica realizados por el consorcio UTE PLANAGEO (IGME/LNEG/IIA) en el sur de Angola (476.512 km²), desarrollados entre 2016 y 2020, comprendieron 44 cartas a escala 1:250.000, 15 cartas a escala 100.000, 8 mapas de síntesis a escala 1:500.000 y 4 mapas geotemáticos a escala 1:1.000.000. A partir de estos trabajos, fueron distinguidos diversos dominios geológicos en el sur del Escudo de Angola, delimitados por macroestructuras bien definidas en los modelos geofísicos. Los mapas y sus memorias asociadas reúnen todo el conocimiento generado durante PLANAGEO, siendo un manual de referencia geológica y un modelo para futuros estudios geológico-mineros. Los mapas geológicos realizados constituyen la base de una infraestructura regional de conocimiento geológico de la región sur de Angola, y proporcionan información básica para el aprovechamiento óptimo del territorio y desarrollar el potencial de los recursos naturales del país.

Palabras clave: Cartografía Geológica, PLANAGEO, Escudo de Angola, Cratón del Congo, Angola.

Abstract: Geological mapping was the core activity on which the National Geological Plan of Angola (PLANAGEO) was based. The UTE PLANAGEO consortium (IGME/LNEG/IIA) conducted geological mapping works in southern Angola (476,512 km²) between 2016 and 2020. The works included 44 maps at a scale of 1:250,000, 15 maps at a scale of 100,000, 8 synthesis maps at a scale of 1:500,000, and 4 geothematic maps at a scale of 1:1,000,000. Several geological domains were identified in the southern Angolan Shield through this work, delimited by well-defined geophysical macrostructures. The maps and associated data consolidate all PLANAGEO knowledge, making it a geological reference manual and a model for future geological and mining studies. The geological maps produced constitute the basis of a regional infrastructure of geological knowledge for the southern region of Angola. They provide basic information for the optimal use of the territory and the development of the country's natural resources.

Keywords: Geological mapping, PLANAGEO, Angolan Shield, Congo Craton, Angola.

INTRODUCCIÓN

El Plan Nacional de Geología de Angola (PLANAGEO) fue un proyecto de investigación geológica promovido por el Gobierno de la República de Angola en el año 2009, y desarrollado por el Instituto Geológico de Angola (IGEO) bajo la supervisión del Ministerio de Recursos Naturales, Petróleo y Gas (MIREMPET). Su principal objetivo fue el de crear unas bases sólidas de conocimientos geológicos para la investigación de sus recursos naturales y promover el desarrollo socioeconómico del país. El consorcio UTE PLANAGEO, formado por el Instituto Geológico y Minero de España (IGME), el Laboratorio Nacional de Energía y Geología (LNEG) de Portugal y la empresa Impulso Industrial Alternativo (IIA), fue el responsable de la ejecución de los trabajos de cartografía geológica, geofísica y geoquímica de la región sur del país (Bloque UTE), que cubría una superficie aproximada de 480.000 km² (Fig. 1).

Entre julio de 2014 y finales de 2022, los integrantes de UTE PLANAGEO realizaron una diversidad de estudios multidisciplinares que resultaron en una colección integral de mapas, informes y documentos científico-técnicos. Uno de los principales objetivos de PLANAGEO fue el de crear una base geológica actualizada y de detalle, que permitiese una interpretación adecuada de las anomalías geofísicas y geoquímicas detectadas, así como de los procesos geológicos responsables de las mineralizaciones reconocidas. Estos trabajos dieron lugar a diversas series de la denominada Carta Geológica de Angola.

ANTECEDENTES

Los estudios geológicos realizados durante los siglos XIX y XX en la República de Angola dieron lugar a avances muy importantes en la geología de la región, con la producción de varios mapas geológicos a escalas 1:100.000 y 1:250.000, elaborados por los Servicios

Geológicos coloniales (*Direção Geral de Geologia e Minas*, DGGM) y algunos mapas geológicos de síntesis a menor escala, como el Mapa Geológico del Planalto Meridional de Angola a escala 1:500.000 (Pascal, 2006) o las diversas cartas del Mapa Geológico de Angola a escala 1:1.000.000 (Carvalho, 1982; Araújo et al., 1988). Una revisión histórica exhaustiva de los trabajos geológicos desarrollados en el SW de Angola hasta 1975 puede encontrarse en Figueiredo Nunes (1991). Tras la independencia de Angola (ca. 1975), los trabajos de reconocimiento geológico en la región sur de Angola continuaron con el trabajo de geólogos portugueses, soviéticos, brasileños, franceses y sudafricanos, a pesar de que el trabajo de campo fue casi imposible durante la guerra civil. Desde esta época hasta la actualidad, se han llevado a cabo numerosos estudios de caracterización petrológica, geocronológica y geoquímica que, junto con los trabajos realizados en PLANAGEO, han permitido conocer en mayor profundidad la geología del Escudo de Angola, en el contexto geológico del Cratón del Congo (p.ej., Carvalho et al., 2000, Jelsma et al., 2018).

CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA DEL SUR DE ANGOLA

La actividad central del proyecto PLANAGEO, tras la adquisición e interpretación de los datos aerogeofísicos (magnéticos y radiométricos a escala regional) obtenidos entre 2014 y 2015, fue el Levantamiento Geológico

Regional y elaboración de la Carta Geológica de Angola a escala 1:250.000, aunque fueron elaborados otros productos a distintas escalas a raíz de estos trabajos. La distribución de las cartas geológicas a escala 1:250.000 fue proporcionada por el IGEO siguiendo la división del Instituto Geográfico y Catastral de Angola (Fig. 1).

Los trabajos de cartografía geológica realizados por la UTE PLANAGEO (IGME/LNEG/IIA), con hasta una veintena de equipos IGME-LNEG desplegados de manera simultánea en distintas zonas de Angola, acompañados de personal local contratado, fueron desarrollados en el periodo entre 2016 y 2020. Comprendieron 44 cartas a escala 1:250.000 (área aproximada de 12.000 km² por carta), que cubrieron toda la superficie de la Zona UTE, y 15 cartas a escala 1:100.000 (ca. 3.500 km² por carta) en regiones específicas de interés geológico-minero (Fig. 1). Los levantamientos geológicos realizados en las diversas hojas de la Carta Geológica de Angola a escalas 1:100.000 y 1:250.000 sirvieron de base para los mapas geológicos e hidrogeológicos a escala 1:500.000 de los 8 bloques de la Zona UTE (Fig. 1), así como para los 4 mapas geotemáticos (geológico, tectónico, hidrogeológico y metalogenético) del sur de Angola a escala 1:1.000.000, los cuales fueron finalizados entre los años 2021 y 2022 y sintetizan el conocimiento adquirido durante PLANAGEO en la región meridional del país.

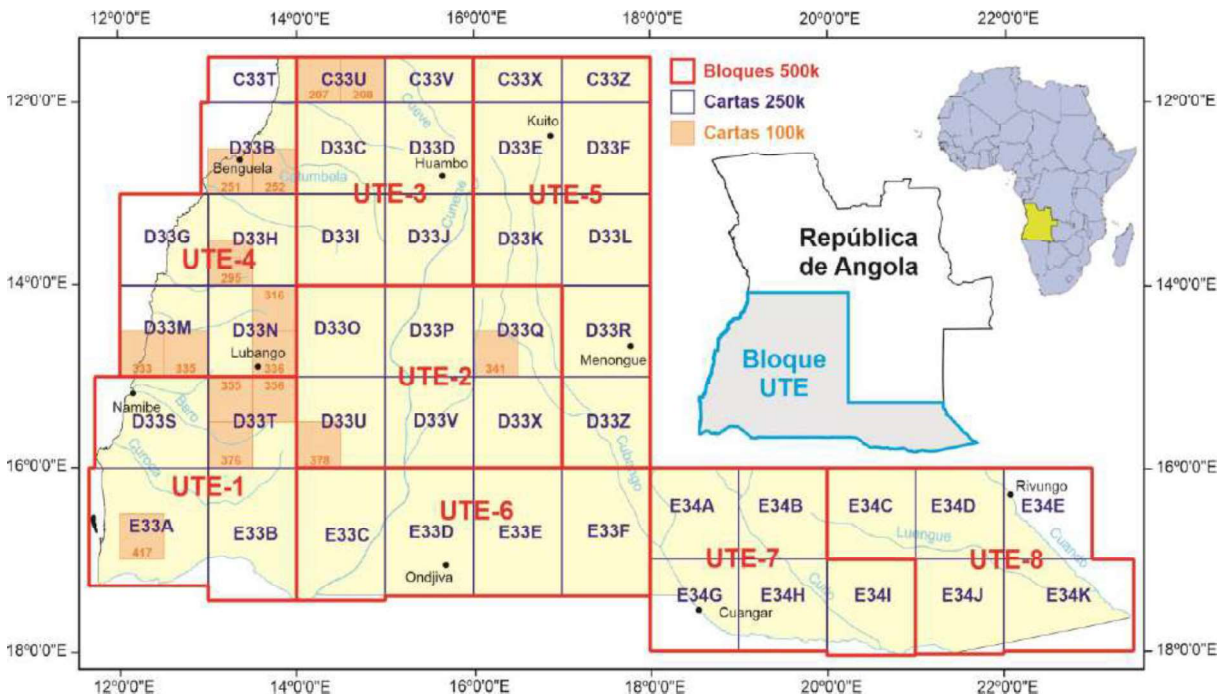


FIGURA 1. Cartograma a escala 1:1.000.000 de la superficie trabajada por el consorcio UTE-PLANAGEO en el sur de Angola durante PLANAGEO, mostrando la distribución de las cartas geológicas a escalas 1:250.000 (azul) y 1:100.000 (naranja), dentro de los bloques a escala 1:500.000 (rojo).

La metodología utilizada para elaborar los mapas geológicos se basó en las siguientes etapas (Fig. 2):

i) Recopilación y análisis de la información disponible, a partir de la información bibliográfica y los mapas geológicos y geotemáticos existentes, que

permitió establecer el grado de conocimiento geocientífico previo mediante un esquema de leyenda única presentado al IGEO en agosto de 2014 y una primera edición de mapas geológicos preliminares (CGP1) a escala 1:250.000.

ii) Interpretación de imágenes satelitales multiespectrales (Landsat 8 y Sentinel 2) y de los datos aerogeofísicos (mag/rad) obtenidos en las etapas iniciales del proyecto, e integración con la información geológica disponible. Esta fase dio lugar a generación de la segunda edición de los Mapas Geológicos preliminares (CGP2) y facilitó el planteamiento logístico de los trabajos.

iii) Cartografía geológica de campo, con recogida de datos litoestratigráficos, estructurales, petrológicos y paleontológicos en más de 22.400 Estaciones de Recogida de Datos (ERDs), unificadas en formato digital en la *Cuaderneta Digital de Campo* (CDC). Fueron recogidas durante estos trabajos más de 10.000 muestras geológicas georreferenciadas, que fueron depositadas en los laboratorios de IGEO en Congenge (Huíla, Angola). La armonización de toda esta información dio lugar a los Mapas Geológicos Intermedios.

iv) Análisis petrográficos, litogeoquímicos, geocronológicos (U-Pb, Ar-Ar), isotópicos (Sr-Nd) y biocronoestratigráficos de muestras seleccionadas e interpretación de la información complementaria disponible para producir los mapas que componen la Carta Geológica de Angola a diversas escalas y las memorias geológicas asociadas, siguiendo las "Especificaciones técnicas para la cartografía geológica a escala 1:250.000", aportadas por el IGEO.

Durante el proyecto PLANAGEO se obtuvieron alrededor de 225 dataciones U-Pb en circón utilizando métodos geocronológicos actuales de alta sensibilidad (SHRIMP, TIMS o LA-ICP-MS), que se complementaron con dataciones isotópicas Ar-Ar (n=30) en roca total o en separados minerales (feldespato potásico, plagioclasa, biotita, flogopita o anfíbol), y con geoquímica isotópica (Sr-Nd) en roca total (n=111) en aquellas unidades ígneas o metamórficas del basamento cristalino y unidades volcánicas más recientes. El fin de estos trabajos no sólo fue obtener una mayor precisión geocronológica de los diferentes eventos tectono-termales registrados en el basamento, sino también conocer la evolución geológica seguida por las diferentes unidades litoestratigráficas y litodémicas que componen el registro geológico del territorio angoleño y, en consecuencia, un mayor conocimiento de su historia geológica. Para la definición de los depósitos meso- y cenozoicos, se utilizaron criterios litoestratigráficos junto con los datos cronoestratigráficos disponibles. La designación de los grandes ciclos tectono-metamórficos y magmáticos se basó en la compilación de los datos estructurales y geocronológicos publicados y de los obtenidos durante el Proyecto PLANAGEO, correspondientes a intervalos restringidos del tiempo geológico, que cubren una historia geológica compleja desde el Arcaico hasta la actualidad.

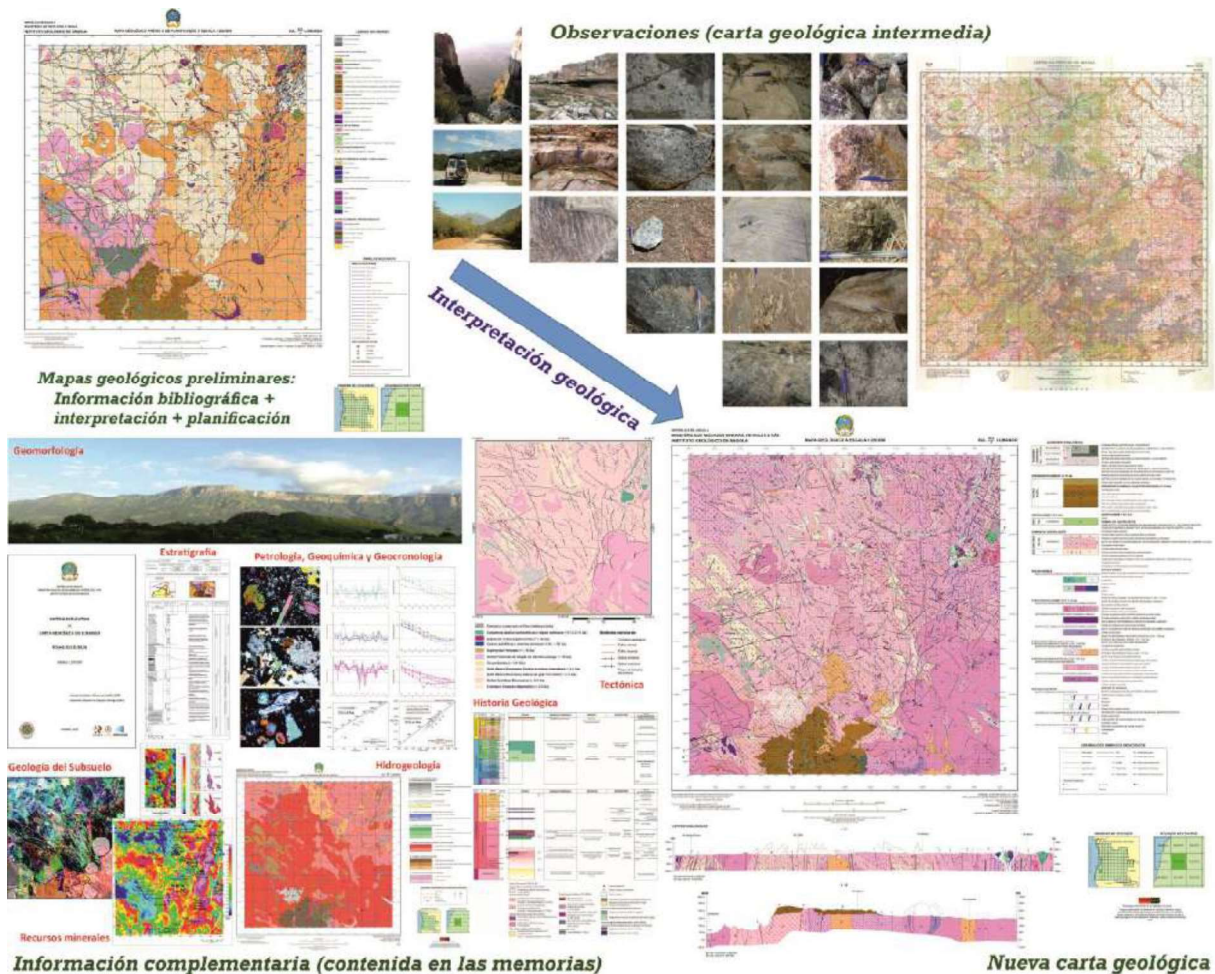


FIGURA 2. Metodología seguida en los trabajos de cartografía geológica del sur de Angola. Se muestra también la información contenida en las memorias geológicas y un ejemplo de mapa geológico a escala 1:250.000 (Carta SUL D33/N de Lubango; Merino-Martinez y Goicoechea, 2021).

