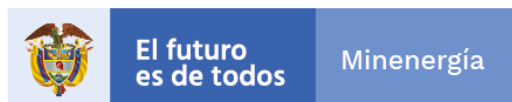




**ATLAS GEOQUÍMICO DE COLOMBIA
VERSIÓN 2020
NOTAS EXPLICATIVAS**

Bogotá, Diciembre del 2020



SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO ©

Oscar Paredes Zapata
Director General

Gloria Prieto Rincón
Director Técnico de Recursos Minerales

Catalina Sánchez Caballero
Coordinadora de Grupo
AUTORES

Adrián Pérez Ávila
Juan Fernando Jiménez Guevara
Olger Giovanni Mendoza Villabona
Omar Herney Mendoza Monguí
Fredy Stid Ajiaco Castro
Fabio Castellanos Sanabria
Leonardo Ceballos Joven
Johanna Duarte Ordóñez
Karina Andrea Portilla Mendoza
Nataly Cruz Sarmiento
Gloria Prieto Rincón
Peter Winterburn

Citación: Pérez, A., Jiménez, J.F., Mendoza, O., Mendoza, O.H., Ajiaco, F., Castellanos, F., Ceballos, L., Duarte, J., Portilla, K., Cruz, N., Prieto, G., & Winterburn, P., compiladores. 2020. Atlas Geoquímico de Colombia versión 2020. Bogotá. Servicio Geológico Colombiano.

CONTENIDO

| | |
|-------------------------|---|
| RESUMEN | 4 |
| ABSTRACT | 5 |
| INTRODUCCIÓN | 6 |
| 1 NOTA EXPLICATIVA | 7 |

RESUMEN

El Servicio Geológico Colombiano – SGC entidad de ciencia y tecnología perteneciente al sector minas y energía, aporta conocimiento geocientífico del territorio colombiano. Durante más de 100 años, la entidad ha adelantado proyectos de exploración e investigación geoquímica con múltiples propósitos y actualmente cuenta con un importante volumen de datos e información que le permite fundamentar productos en geoquímica y sus aplicaciones para recursos minerales y otros recursos del subsuelo y para estudios del medio natural con aplicaciones en geomedicina, procesos geoquímicos endógenos y exógenos, huella digital de minerales, metalogenia, entre otros.

El Servicio Geológico Colombiano – SGC, a través de la Dirección de Recursos Minerales ha publicado varias versiones del Atlas Geoquímico de Colombia, los cuales han representado, en cada momento, los avances en datos y en información geoquímica de Colombia.

El Atlas Geoquímico de Colombia versión 2020, conformado por 228 mapas, compendia el conocimiento geoquímico del país e identifica los principales dominios geoquímicos existentes en el territorio nacional. La escala de presentación del Atlas Geoquímico de Colombia (AGC) versión 2020 es de 1:6.000.000 y para su construcción se utilizaron datos de concentración de 57 elementos químicos de sedimentos finos activos de corriente y sedimentos finos activos de lecho seco, registrados y documentados en la Base de Datos **EXPLORA**. Los datos fueron verificados con parámetros de control de calidad y se les efectuó procesamiento mediante metodologías estadísticas, a partir de lo cual se elaboraron mapas de distribución y mapas de concentración geoquímica.

Para cada elemento se presentan cuatro tipos de mapas: (a) Concentración química por Elemento, (b) Distribución de muestras totales incluidas y excluidas del análisis, (c) Distribución de muestras por Técnica Analítica y (d) Distribución de muestras por técnica de descomposición de cada muestra. Para cada elemento se presentan los parámetros estadísticos básicos, se detalla el procesamiento estadístico utilizado, y se analiza su naturaleza geoquímica, sus usos y su patrón de distribución en Colombia.

ABSTRACT

The Colombian Geological Survey (SGC), a science and technology entity belonging to the mining and energy sector, provides geoscientific knowledge of the Colombian territory. For more than 100 years, the entity has carried out geochemical exploration and research projects with multiple purposes and currently has an important volume of data and information that allows it to base products in geochemistry and its applications for mineral resources and other subsoil resources and for studies of the natural environment with applications in geomedicine, endogenous and exogenous geochemical processes, mineral fingerprint, metallogeny, among others.

The Colombian Geological Survey, through the Directorate of Mineral Resources has published several versions of the Geochemical Atlas of Colombia, which have represented, always, the advances in data and geochemical information of Colombia.

The Geochemical Atlas of Colombia version 2020, made up of 228 maps, summarizes the geochemical knowledge of the country and identifies the main geochemical domains existing in the national territory. The presentation scale of the Geochemical Atlas of Colombia (AGC) version 2020 is 1:6,000,000 and for its construction concentration data of 57 chemical elements of stream sediments and fine active sediments of dry bed were used, registered, and documented in the EXPLORA Database. The data were verified with quality control parameters and processed using statistical methodologies, from which distribution maps and geochemical concentration maps were elaborated.

For each element, four types of maps are presented: (a) Chemical concentration by Element, (b) Distribution of total samples included and excluded from analysis, (c) Distribution of samples by Analytical Technique and (d) Distribution of samples by decomposition technique of each sample. For each element, the basic statistical parameters are presented, the statistical processing used is detailed, and its geochemical nature, its uses and its distribution pattern in Colombia are evaluated.

INTRODUCCIÓN

Una de las actividades fundamentales del Servicio Geológico Colombiano - SGC es estudiar las características geocientíficas naturales del territorio colombiano y proveer información que se aplique a múltiples propósitos para el servicio de la sociedad. En cumplimiento de lo anterior, el SGC ha adelantado estudios geoquímicos desde su fundación en 1916, con el objetivo, entre otros, de aportar al conocimiento de la evolución geológica, los recursos naturales y las restricciones de origen natural que ocurren en Colombia.

En el año 1996 y atendiendo a la convocatoria del Proyecto de Mapeo Geoquímico Internacional (Proyectos 259 y 360 de UNESCO, (Darnley, Björklund, Bølviken, Gustavsson, Koval, Plant, Steenfelt, Tauchid, Xie, Garrett y Hall, 1995) liderado por Arthur Darnley, el Servicio Geológico Colombiano inició un programa de levantamiento sistemático de información geoquímica del territorio a diferentes densidades, mediante muestreo en red bidimensional, estratificado, balanceado, y aleatorio, que tomó como unidad de muestreo cuencas de drenaje. El objetivo fundamental del programa fue adquirir sistemáticamente información geoquímica multimedio,, multidensidad y multipropósito, que contribuyera a enriquecer el conocimiento del territorio colombiano y de esta manera, aportar información y datos para planear soluciones a problemas de la población en recurso minerales, salud, planeación agrícola y medio ambiente.

En el año 1997 se realizó un diagnóstico de la información geoquímica existente en Colombia, a partir del cual se iniciaron programas de muestreo geoquímico a diferentes densidades de muestreo en el año 1998. El programa de Ultra Baja Densidad (UBD) se adelantó durante los años 1998 a 2004 colectando sedimentos de planicie de inundación (*overbank* y *floodplain*) en grandes cuencas, cubriendo 600.000 km², con una densidad de 1 muestra/ 1600 km². Paralelamente se ejecutaron programas sistemáticos de muestreo de baja, media y alta densidad, colectando muestras de sedimentos finos activos de corriente, suelos y aguas. Como resultado de estos programas geoquímicos, se cubrieron amplias regiones de Colombia con muestreos de baja densidad (104.000 km²) colectando 1 muestra/400 km², media densidad (9.600 km²) colectando 1 muestra/ 100 km², y alta densidad (6.000 km²) colectando 1 muestra/25 km² y 1 muestra/1km².

Para los años 2006 y 2007 se continuó con el muestreo sistemático de la región Central del país, zona de Los Cinturones Esmeraldíferos de Colombia, con una densidad de muestreo de 1 muestra/ 9 km² y de la Costa Atlántica de Colombia, cubriendo 24.000 km² en la región de la Sierra Nevada de Santa Marta con densidad de 1 muestra/ 4 km², y 7.200 km² de la región de La Alta Guajira. En ésta última región, por tratarse de una zona semidesértica, con drenajes intermitentes que son activos solamente en época de

altas lluvias, y que posee alta influencia marina, se utilizó como medios de muestreo sedimentos de lecho, complementado con suelos que en general son poco evolucionados.

A partir del año 2010 y hasta la fecha se avanzó en nuevos muestreos geoquímicos de ultra baja densidad, baja, media y alta densidad, cubriendo otras zonas del territorio colombiano, lo que permite disponer de un volumen apropiado de información geoquímica, para aportar al Atlas Geoquímico de Colombia versión 2020 y para generar otros productos de información geoquímica que requiere el país.

El Atlas Geoquímico de Colombia (AGC), producido por el grupo del proyecto de Investigación y Exploración Geoquímica de la Dirección de Recursos Minerales del Servicio Geológico Colombiano (SGC), es una colección de mapas temáticos que representan la distribución espacial de la concentración de 57 elementos químicos en el territorio nacional, con lo cual se sintetizan más de 100 años de información generada por programas geoquímicos en el país.

1 NOTA EXPLICATIVA

Debido a la gran variedad de programas geoquímicos ejecutados por el Servicio Geológico Colombiano a lo largo de su existencia y a las prioridades y circunstancias temporales que determinaron el objetivo de los proyectos de investigación geoquímica, la información y los datos disponibles son diversos y heterogéneos. Los múltiples programas de muestreo geoquímico han incluido diferentes tipos de materiales geológicos como sedimentos, suelos, rocas y aguas, cuya composición ha sido determinada utilizando diversas metodologías analíticas, sin embargo, en todos los casos, se utilizaron los parámetros óptimos de calidad disponibles.

En la **Figura 1** se muestra un mapa que contiene más de 115.000 puntos con datos geoquímicos disponible en el territorio colombiano, obtenidos en los múltiples programas geoquímicos que utilizaron diversas metodologías y medios de muestreo o materiales geológicos, tales como sedimentos, suelos, rocas y aguas. En todos los casos los datos fueron obtenidos utilizando los mejores estándares de calidad disponibles en el momento de su ejecución.

La versión 2020 del AGC, elaborado a una escala de 1:6'000.000, contiene información de aproximadamente el 35 % del territorio nacional con datos geoquímicos respaldados por el análisis de más de 70.000 muestras. Esta versión del Atlas incluyó muestras de sedimentos finos activos y de lecho seco.

Se seleccionaron los sedimentos activos por su representatividad, por ser un medio muy efectivo para obtener información de la distribución geoquímica de los elementos en la superficie de un territorio. El objetivo principal de AGC es mostrar una distribución de la concentración de cada uno de los 57 elementos, resaltando contrastes y tendencias de distribución en diferentes áreas y regiones. En el mapeamiento geoquímico producido por estudios más detallados y con objetivos más específicos, tales como la ubicación de depósitos minerales, se producen mapas geoquímicos con datos de otros medios geológicos como suelos, rocas, aguas, entre otros.

En la generación del AGC 2020 se han empleado diferentes herramientas estadísticas y geoestadísticas para el control de calidad del dato y para el procesamiento e interpolación de los datos. Los valores de concentración obtenidos para cada elemento han sido evaluados y validados mediante la integración de la información geológica, geoquímica, geofísica, geomorfológica, tectónica, metalogénica, e información del inventario y del catastro minero de la nación.

Para cada elemento químico se presenta una colección de 4 mapas, un resumen de las estadísticas básicas y se incluye una relación de muestras con su técnica de análisis y las gráficas de distribución e histogramas en escala lineal y logarítmica. El mapa que representa la distribución de la concentración de cada elemento en el territorio está respaldado por un mapa que describe la distribución de las muestras incluidas y un registro de muestras excluidas en el análisis. En el tercer mapa se discrimina el método analítico empleado y en el cuarto mapa se indican las técnicas de descomposición de la muestra para su análisis.

El AGC 2020 tiene múltiples usos y aplicaciones, entre las que se pueden mencionar:

- La información geoquímica, integrada con la información geológica, geofísica, geográfica, de biodiversidad y del ambiente sociocultural, es base para planear el desarrollo sostenible del país.
- Los mapas geoquímicos son fundamentales para identificar áreas con potencial para alojar mineralizaciones de metales metálicos, minerales industriales y minerales energéticos, entre otros.
- Los mapas geoquímicos identifican zonas de acumulación de elementos cuya deficiencia o exceso permiten o restringen su uso para actividades productivas agrícolas, ganaderas, asentamientos urbanos, desarrollo de industrias, entre otros.
- Los mapas geoquímicos aportan al planteamiento de estrategias para el estudio, entendimiento y manejo de problemas de salud pública relacionados

con el exceso o deficiencia de elementos potencialmente peligrosos como flúor, litio, selenio, arsénico, cadmio, arsénico, plomo, selenio, entre otros.

- Los mapas geoquímicos son insumo fundamental para el diagnóstico y análisis de la calidad del medio natural.



Figura 1. Localización de puntos con información geoquímica en el territorio colombiano para todos los medios de muestreo (115000 muestras de sedimentos, suelos, rocas y aguas) contenidos en la geodatabase (30/12/2020) de la Dirección de Recursos Minerales del Servicio Geológico Colombiano.

Esta versión del AGC 2020, incluye mapas de distribución geoquímica de elementos mayores (Al_2O_3 , CaO , Fe_2O_3 , K_2O , MgO , Na_2O , P_2O_5 , SiO_2 , TiO_2), así como de elementos menores y trazas, incluidos elementos de tierras raras (REE), (Ag, As, Au, Ba, Be, Bi, Cd, Ce, Co, Cr, Cs, Cu, Dy, Er, Eu, Ga, Gd, Hg, Ho, In, La, Li, Lu, Mn, Mo, Nb, Nd, Ni, Pb, Pr, Pt, Rb, S, Sb, Sc, Se, Sm, Sr, Tb, Th, Tm, U, V, Y, Yb, Zn, Zr).