

**GUIA DEL USUARIO PARA EL MANEJO Y GESTION
DE LA COLECCIÓN DE YACIMIENTOS MINERALES**

Bucaramanga, Noviembre 2023

Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN	4
1. INGRESO DE NUEVO MATERIAL.....	4
2. CLASIFICACIÓN DE MATERIAL	5
3. DESCRIPCIÓN EN LA BASE DE DATOS DE LA COLECCIÓN DE YACIMIENTOS MINERALES.....	5
3.1 IDENTIFICACION	6
3.2 GEOREFERENCIACION	7
3.3 CARACTERIZACIÓN DEL DEPÓSITO	9
3.4 METALOGENESIS	10
3.5 ECONOMIA	12
3.6 ANEXOS	13
4. ALMACENAMIENTO.....	13
5. ACCESO A LA INFORMACIÓN.....	14
6. ENTREGA DE NUEVOS EJEMPLARES PARA LA COLECCIÓN.....	14
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	15

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Base de Datos: Entidad Identificación.....	6
Tabla 2. Base de Datos: Entidad Georeferenciación.....	8
Tabla 3. Base de Datos: Entidad Caracterización del Depósito	9
Tabla 4. Base de Datos: Entidad Metalogénesis.....	11
Tabla 5. Base de Datos: Entidad Economía	12
Tabla 6. Base de Datos: Entidad Anexos.....	13

INTRODUCCIÓN

Este manual de usuario hace referencia a los aspectos importantes que deben tomarse en consideración para actualizar datos en la colección o añadir material para complementarla, como la verificación de la localización de las muestras, el tipo de depósito y sus características principales, con el fin de tener una colección competente para el aprendizaje. Es indispensable, nombrar un administrador de la colección el cual dará el visto bueno al ingreso de una muestra a la base de datos y así garantizar un material de consulta, para estudiantes y docentes.

1. INGRESO DE NUEVO MATERIAL

Los ejemplares seleccionados para ser añadidos pueden provenir de trabajos de grado, capítulos estudiantiles, donaciones de empresas mineras o individuos particulares, siempre y cuando la muestra se encuentre en buenas condiciones para su exposición y represente información relevante sobre un yacimiento. Para esta última parte, se definieron 3 categorías de tipos de muestras para su clasificación (yacimientos, alteración, estructura).

Las mejores muestras para la colección se pueden obtener a partir de trabajos de grado, en los cuales se hayan realizado técnicas de análisis como petrografía en sección delgada, microscopía electrónica de barrido (SEM) o difracción de rayos X (DRX). Esta información es determinante para la descripción de entidades como localización, caracterización, metalogénesis e interés económico. Si bien se requieren estudios más avanzados para obtener atributos como edad, evento, génesis, etc., estos datos pueden obtenerse mediante una revisión bibliográfica.

La idea principal de la colección es resaltar el potencial de recursos del territorio nacional, añadiendo muestras de yacimientos en Colombia. Sin embargo, limitantes geológicos que no permiten el desarrollo de algunos de estos en el país y yacimientos explotados antiguamente sin ejemplares en la actualidad impiden la obtención de materiales para la colección (Diamantes, Cromo podiforme, carbonatitas, BIF, etc). Por esta razón, se ha permitido el ingreso de muestras de yacimientos alóctonos de Colombia (Chuquicamata, Chile) con el fin de enriquecer y tener una colección más completa.

2. CLASIFICACIÓN DE MATERIAL

Una vez se encuentre el material en propiedad se procede a categorizar las muestras dentro de la clasificación de Yacimientos Minerales de acuerdo al tipo de depósito al cual pertenezcan. Si el depósito no aparece registrado en la clasificación, es deber del validador actualizar esta misma. Si la muestra coincide con algún depósito ya anexado, puede continuar su proceso siempre y cuando presente características distintivas al material presente. De presentarse la duplicidad de material, se retirará aquella muestra que presente escasez de información o datos incompletos en entidades como Georeferenciación y Metalogénesis.

3. DESCRIPCIÓN EN LA BASE DE DATOS DE LA COLECCIÓN DE YACIMIENTOS MINERALES

La información consignada para cada muestra, se organizó dentro de una base de datos en Excel, estructurada a partir de 6 entidades de mayor orden, cada una compuesta por una serie de atributos que permiten identificar, localizar, caracterizar, contextualizar y clasificar los ejemplares, tanto muestras de mano como secciones delgadas.

3.1 IDENTIFICACION

Esta entidad hace referencia a la información necesaria para reconocer y registrar las muestras de la colección y de los depósitos.

Entidad	Atributo		Descripción
Identificación	Tipo de Depósito		Clase, grupo o categoría de orden jerárquico mayor con respecto al atributo Yacimiento, clasificación que se basa en la agrupación a partir de semejanzas como: naturaleza de la roca huésped (p.e. depósitos peralcalinos y asociados a magmas máficos básicos); naturaleza de las mineralizaciones (p.e. depósitos de uranio, ferrosos, orgánicos, gemas y piedras semipreciosas), relación temporal/espacial roca huésped y mineralización (p.e. otros depósitos relacionados a intrusivos, hospedado en sedimentos epigenéticos, etc); y los procesos geológicos endógenos o exógenos concentradores de elementos de mena (p.e. depósitos de placer y residual oxidado) (Celada A, et al, 2018). Se encuentran en la entidad macro de la clasificación de yacimientos.
	Código Base		Combinación alfanumérica que posee la muestra de una anterior clasificación o inventario.
	Código Colección		Combinación de letras y números enteros positivos, único, asignado manualmente.
	Muestras	Yacimiento	Representación física, descriptiva, gráfica o matemática de las concentraciones anómalas de elementos o minerales generados durante el curso de los procesos ígneos, sedimentarios y metamórficos, que existe en la naturaleza y que sintetiza sus características. Se encuentran consignados en la clasificación de yacimientos.
		Alteración	Representación del conjunto de las modificaciones de las propiedades fisicoquímicas de los minerales y, por lo tanto, de las rocas.
		Estructura	Aspecto que presenta el conjunto de caracteres físicos como la forma de presentación y disposición de los minerales.
	Fotografía		Visualización pequeña de la muestra que se va a describir.

Tabla 1. Base de Datos: Entidad Identificación

Para los atributos Tipo de Depósito y Yacimiento la información se deriva de la clasificación de yacimientos minerales previamente realizada. La fuente de consulta para añadir información que no se encuentre registrada en la clasificación son el *Mapa Metalogenético de Colombia* (2016) y la *Base de datos de los depósitos minerales colombianos* (2018) elaborados por el Servicio Geológico Colombiano para muestras del territorio, para aquellas muestras foráneas se puede consultar *de las bases de datos de depósitos e indicios minerales del Servicio Geológico de la Columbia Británica* (<http://minfile.ca/>) y del Servicio Geológico de Canadá (<http://www.nrcan.gc.ca/home>).

Para los atributos código base y colección, solo el segundo es de carácter obligatorio debido a que los ejemplares pueden no estar rotulados anteriormente. Sin embargo, si la muestra si proviene de una antigua colección, inventario o proyecto, es imprescindible consignar su código previamente establecido. El primer paquete de números en el código corresponde a un tipo de depósito mientras que el segundo corresponde a la muestras. De acuerdo a esto todas las muestras sobre depósitos Peralcalinos comenzarán “YM-01” y solo cambiaran el último paquete de números, cuyo ejemplo para una nueva muestra seria “YM-01-10” para seguir el orden consecutivo. Con el fin de tener la mayor descripción posible, se dividió el atributo Muestras en 3 secciones que están relacionadas entre sí. Por ejemplo: podemos tener un ejemplar que exponga una estructura originada por una alteración de un yacimiento; así como también simplemente una muestra con la mineralogía típica de un yacimiento. En estos casos es la muestra la que determina el nivel de detalle que se va a consignar en la base de datos.

3.2 GEOREFERENCIACION

En esta entidad se agrupan los atributos para definir lo más preciso posible la localización de las muestras del yacimiento.

Entidad	Atributo	Descripción
Georeferenciación	Latitud	Localización espacial de carácter puntual en el sistema de referencia World Geodetic System 84-WGS84 (Sistema Geodésico Mundial 1984). La representación numérica de la longitud y la latitud se hace en grados y fracciones decimales o coordenadas planas en metros. (Celada A, et al, 2018)
	Longitud	
	Departamento	Localización del depósito mineral dentro de uno de los 32 departamentos en los que se divide el territorio nacional. (Celada A, et al, 2018)
	Municipio	Municipio en el cual se encuentra localizado el depósito mineral, de los 1120 que integran el territorio colombiano. (Celada A, et al, 2018)
	Localización	Ubicación geográfica más específica del depósito con respecto a algún rasgo topográfico local, mina de explotación, o centro poblado.

Tabla 2. Base de Datos: Entidad Georeferenciación

Los atributos de la entidad relacionados con las coordenadas geográficas son obtenidos a través de Imágenes de Google Earth, mapas geológicos y cartográficos, imágenes satelitales o toma de datos en campo mediante un GPS. La unidad de medida puede darse tanto en grados como en coordenadas planas. Continuando con los otros atributos, es importante tanto la revisión de mapas geológicos desde las escalas disponibles como el análisis de imágenes de Google Earth, con el propósito de identificar rasgos topográficos y geomorfológicos específicos o evidencias de actividades mineras que resalten y complementen la ubicación del material. Si no se encuentra con suficiente información verídica de la localización pero la muestra contiene una información de gran valor, puede describirse como “Ubicación desconocida”/ “Coordenadas desconocidas” e incluirse a la base de datos hasta tener un mejor ejemplar localizado. En caso de no contar con las coordenadas exactas de la extracción de la muestra pero si el resto de información geográfica, se escogen unas coordenadas con respecto a un punto de referencia y se debe indicar que son “coordenadas relativas” en el atributo de localización.

3.3 CARACTERIZACIÓN DEL DEPÓSITO

Esta entidad está compuesta por los atributos que describen los minerales de interés económico, Commodities, subproductos, minerales ganga, minerales de alteración, composición, edad y métodos de datación que permiten caracterizar las muestras dentro del yacimiento.

Entidad	Atributo	Descripción
Caracterización del Depósito	Minerales Económicos Principales	Minerales o agregados de interés o valor económico que puede ser extraído con ganancia económica razonable. Se registran en orden decreciente desde MEP_1 hasta MEP_5.
	Commodities	Materia prima o producto principal de interés económico del depósito. Se registran en orden decreciente desde COM_1 hasta COM_4.
	Minerales Ganga	Minerales menos valiosos en un depósito mineral, parte de una mena que no es económicamente deseable y que se separa de los minerales de mena durante la concentración. Se registran en orden decreciente desde MG_1 hasta MG_6.
	Mineral Secundarios	Minerales o agregados sin interés económico que completan la configuración de la roca o de la muestra. Se incluyen los minerales que son producto de la meteorización o alteración no hidrotermal. Se registran en orden decreciente desde MS_1 hasta MS_4.
	Mineral Alteración Hidrotermal	Minerales o agregados producto de un tipo de alteración hidrotermal. Se registran en orden decreciente desde MAH_1 hasta MAH_4.
	Composición de la muestra (%)	Distribución en porcentajes de los componentes minerales de la muestra.
	Método de Clasificación	Procedimiento o Conjunto de parámetros utilizados para describir la roca según los diversos autores.
	Edad	Edad registrada según la Carta Cronoestratigráfica Internacional – Comisión Estratigráfica Internacional, Cohen <i>et al.</i> , 2016 y valor numérico arrojado por el método de datación.
	Método de Datación	Procedimientos o técnicas para asignar la edad a una roca, mineralización, alteración o estructura.

Tabla 3. Base de Datos: Entidad Caracterización del Depósito

En esta entidad los atributos se describen de acuerdo a lo que la muestra refleja y los análisis o estudios que se le hagan. Los métodos de clasificación de las muestras deben resaltar su composición mineralógica, por eso se deben utilizar las clasificaciones tradicionales como el Diagrama de Strekeisen, Dunham, Folk y la IUGS_SCMR para rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas.

Los atributos donde se describen los minerales presentes en las muestras, se deben consignar en orden decreciente, siendo el primer el de mayor importancia, abundante o interés dentro del yacimiento.

Es posible que algunas muestras no se les haya hecho los análisis necesarios para obtener la información de la edad, sin embargo, si se han hecho estudios a muestras similares del depósito es posible poner la edad de esos estudios junto con la referencia. Si no se cuenta tampoco con esa información, se recomienda dejar la casilla en blanco hasta un próximo estudio o una nueva muestra, evitar poner edades a consideración o por intuición.

3.4 METALOGENESIS

En esta entidad se reúnen los atributos para el estudio de la génesis de las muestras del depósito mineral, con énfasis en sus relaciones espaciales y temporales respecto a las características geológicas de la corteza terrestre.

Entidad	Atributo	Descripción
Metalogénesis	Ambiente Tectónico	Configuración tectónica o geodinámica donde se dio origen al depósito mineral
	Canales/Transporte	Métodos por los cuales se movilizó los elementos de interés económico (Commodities, menas).
	Trampa	Se refiere al detonante que provoca la mineralización, alteración o estructura o en su defecto la concentración del mineral.
	Roca Huésped	Cuerpo de roca que contiene la mineralización, alteración o estructura.
	Evento	Se refiere a los procesos geológicos conocidos que dieron origen a la mineralización. (P.e. metamorfismo regional, intrusión ígnea, colisiones continentales, formación de terrenos etc).
	Condiciones de Formación	Características propias limitantes para que ocurra la mineralización o formación de la roca mineralizada. (P.e. Presión, temperatura, Profundidad).
	Génesis	Descripción detallada corta sobre el proceso de formación de la muestra.

Tabla 4. Base de Datos: Entidad Metalogénesis

Estos atributos pretenden describir los mecanismos a través de los cuales se da origen a la muestra que tenemos a disposición. Para la descripción del ambiente tectónico se pueden basar en la geodinámica que explica los ciclos de Wilson en los cuales muchos yacimientos tienen una gran relación. Al llenar la base de datos, puede que en la teoría la muestra de un yacimiento específico tenga una génesis en varios ambientes tectónicos, pero prevalece en la base la que representa la muestra. Para el caso de los yacimientos sedimentarios, se deben ingresar la información correspondiente a la cuenca y su evolución para dar origen al yacimiento. En el lugar de los depósitos residuales, se deben acoplar la información correspondiente a la evolución tectónica desde la roca original hasta el producto final.

En el atributo Evento, se debe resaltar la relación que exista entre el yacimiento y un proceso geológico de gran escala. No siempre esta información va a obtenerse debido a la escala en la que se pueden presentar los depósitos, sin embargo, debe ser consultada en diferentes estudios y documentos si existe algún tipo de relación, para contribuir con el entendimiento de la génesis del depósito.

Por último el atributo Génesis, requiere una descripción de todos los procesos geológicos y/o tectónicos involucrados para dar origen al yacimiento o a la muestra específica. Esta descripción puede ser más general o más específica dependiendo del ejemplar que se esté analizando. No se limita la extensión en este atributo pero si se busca ser lo más concreto posible al transmitir la información más relevante para la asimilación del público.

3.5 ECONOMIA

En esta entidad se describen los aspectos económicos de las muestras, la aplicabilidad de los minerales económicos principales y el interés económico de su exploración y explotación en el mundo.

Entidad	Atributo	Descripción
Economía	Interés Económico	Valor económico de la muestra, áreas de consumo.

Tabla 5. Base de Datos: Entidad Economía

En el atributo de interés económico se hace un pequeño escrito sobre los principales usos que tiene la mineralización que se extrae del yacimiento, o la importancia que tienen los Commodities en el mercado.

3.6 ANEXOS

Esta entidad hace referencia a datos adicionales de las muestras, fuera de un contexto geológico como lo son los datos de quien dona las muestras, la disponibilidad en físico de las muestras, etc.

Entidad	Atributo	Descripción
Anexos	Observaciones	Datos adicionales de las muestras (P.e. Donante, Disponibilidad de sección delgada, Bibliografía, etc)

Tabla 6. Base de Datos: Entidad Anexos

4. ALMACENAMIENTO

Con la clasificación realizada y la descripción de la muestra, se procede a guardar en material junto con el resto de la colección. Para la rotulación de la muestra se utilizan tanto una base blanca como tinta china permanente para escribir el código que se le fue otorgado.

Si la muestra lleva escrito un código previo debido a su anterior participación en una colección o su procedencia de un trabajo de grado se debe sustituir. Ese anterior código se debe anexar dentro de la base de datos para tener un buen registro del material pero solo se exhibirá físicamente el nuevo código.

Una vez finalizado la etiqueta de la muestra, se debe anexar a las demás muestras dentro de una caja de cartón de dimensiones 15,2x12,7 cm.

5. ACCESO A LA INFORMACIÓN

Para que el estudiante tenga acceso a la información de las muestras que se exhiben en la colección se diseñó una ficha técnica. Este documento consta de los atributos de la entidad Identificación junto con un código QR que le permitirá al usuario ingresar de manera virtual a la base de datos de la colección.

El QR es de acceso libre y gratuito, solo deberá actualizarse si se mueve la base de datos de la carpeta en drive en la que se encuentra. A su vez, si se añaden más muestras solo es necesario crear una nueva ficha con los siguientes ejemplares teniendo como base la plantilla de la ficha.

6. ENTREGA DE NUEVOS EJEMPLARES PARA LA COLECCIÓN

El estudiante, docente o particular que desee donar muestras para que sean ingresadas en la colección, debe dirigirse ante el profesor de la asignatura de Yacimientos Minerales junto con la información que posea de la muestra. A su vez, el profesor remitirá la muestra al validador designado para que realice la verificación y actualice la base de datos.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Ariosa-Iznaga, J. D., & Díaz-Martínez, R. (2011). Modelos de yacimientos minerales: tipologías y aplicaciones. *Minería y Geología*, 18(2), 12.

Berger, B. R., Cox, D. P., Case, J. E., Singer, D. A., Hodges, C. A., Albers, J. P., & Ashley, R. P. (1984). CREACION DE UNA BASE DE DATOS COMPLETOS PARA EL PLANEAMIENTO Y DESARROLLO DE RECURSOS MINERALES EN AMERICA CENTRAL. *Development of Mineral, Energy, and Water Resources and Mitigation of Geologic Hazards in Central America*, 83.

Celada A., C. M., Sepúlveda O., J., Leal-Mejía, H., López-Isaza, J.A., Luengas B, C.S., Velásquez C., L.E., Prieto G., D.A., Roa R., C. y Gómez C., M. (2018). Guía del Usuario. Base de Datos de Depósitos Minerales de Colombia. Bogotá: Servicio Geológico Colombiano.

Celada, C. M., Luengas, C., Velásquez, L., Prieto, D., Cáceres, A., López, J., Moyano, I., Prieto, G., Leal Mejía, H. Jenkins, S., Bissig, T. y J.R. Hart, C. (2016). Mapa Metalogénico de Colombia. Escala 1:1'000.000. Dirección de Recursos Minerales

(DRM) - Servicio Geológico Colombiano (SGC) y Mineral Deposit Research Unit (MDRU) - The University of British Columbia (UBC).

Cohen, K. M., Finney, S.C., Gibbard, P.L. y Fan, J-X. (2013, actualizado). *The ICS International Chronostratigraphic Char. Episodes* 36:199-204.

Cox, D.P., Singer, D.A., 1986. Mineral deposits models. USGS Bulletin 1693 (379 pp.)

Miquel, C. (2013). *Yacimientos minerales: los tesoros de la Tierra*. Fondo de Cultura Economica.

González-Álvarez, I., Pirajno, F., Kerrich, R. (Eds.), 2013. Hydrothermal nickel deposits: secular variation and diversity. *Ore Geology Reviews* 52, pp. 1–112.

Groves, D.I., Vielreicher, R.M., Goldfarb, R.J. & Condie, K.C. 2005b. Controls on the heterogeneous distribution of mineral deposits through time. In: McDonald, I., Noyce, A.J., Butler, I.B., Herrington, R.J. & Polya, D.A. (eds) *Mineral Deposits and Earth Evolution*. Geological Society, London, Special Publications, 248, 71–101.

Groves, D. I., & Bierlein, F. P. (2007). Geodynamic settings of mineral deposit systems. *Journal of the Geological Society*, 164(1), 19-30.

Lindgren, W. (1913). *Mineral deposits*. McGraw-Hill Book Company, Incorporated.

López-Isaza., J.A., Leal-Mejía,H., Luengas B., C.S., Velásquez C., L.E., Celada A., C.M., Sepúlveda O., M.J., Prieto G., D.A., Gómez C., M. y Hart, C.J.R. (2018). Mapa Metalogénico de Colombia: Principios, conceptos y modelos de depósito y manifestaciones u ocurrencias minerales para Colombia. Bogotá. Servicio Geológico Colombiano.

Piragno, F. (2016). A Classification of mineral systems, overview of plate tectonic margins and examples of ore deposit associated with convergent margins. *Gondwana Research* 33 (2016) 44-62.

Prince Gutiérrez, E. G. (2016). Caracterización mineralógica (macroscópica y microscópica) de las muestras de la colección de yacimientos minerales.

Servicio Geológico de Canadá (<http://www.nrcan.gc.ca/home>)

Unión Internacional de Ciencias Geológicas - IUGS (2017). Tipos, grado y facies metamórficas. Subcomisión sobre Sistemática de Rocas Metamórficas-SCMR. Disponible en http://www.ugr.es/~agcasco/personal/IUGS/0_IUGS.htm

Vélez Otálvaro, M. V., Mora Bayter, A. A, Pachecho Cohecha, B.A, Jiménez, F. M. P. (2021). Guía de buenas prácticas para la Exploración y estimación de recursos y reservas de Materiales de Arrastre. Bogotá. Agencia Nacional de Minería.