



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO
INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA

ÁREA ACADÉMICA DE MATERIALES Y METALURGIA

**"MINERALES DE LOS DISTRITOS MINEROS METÁLICOS
ZIMAPÁN, PACHUCA-REAL DEL MONTE, MOLANGO Y
SU APLICACIÓN DIDÁCTICA"**

**MONOGRAFÍA
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO MINERO METALÚRGICO**

Presenta:

P. D. I. Andrés Azpeitia Caballero

Director: Dr. Raúl Moreno Tovar

Diciembre 2007

**“MINERALES DE LOS DISTRITOS MINEROS METÁLICOS ZIMAPÁN, PACHUCA-
REAL DEL MONTE, MOLANGO Y SU APLICACIÓN DIDACTICA”**

CONTENIDO

RESUMEN

I.- INTRODUCCIÓN	1
II.- ANTECEDENTES	3
III.- OBJETIVO DEL ESTUDIO	4
III.1.- Objetivo general	4
III.2.- Objetivos específicos	4
IV.- CONCEPTOS SOBRE LA GEOLOGÍA DEL ESTADO DE HIDALGO	5
IV.1.- Gneiss Huiznopala	6
IV.2.- Formación Guacamaya	6
IV.3.- Formación Huizachal	8
IV.4.- Formación Huayacocotla	8
IV.5.- Formación Cahuasas	8
IV.6.- Formación Tepexic	8
IV.7.- Formación Santiago	8
IV.8.- Formación Chipoco	9
IV.9.- Formación Tamán	9
IV.10.- Formación Pimienta	9
IV.11.- Formación Trancas	10
IV.12.- Formación Santuario	10
IV.13.- Formación Doctor, Abra, Tamabra, Tamaulipas inferior y superior, La Negra, San Joaquín, El Socavón y Cerro Ladrón.	10
IV.14.- Formación Soyatal, Méndez, Agua Nueva, San Felipe y Mezcala	10
IV.15.- Intrusivos	11
IV.16.- Formación Chicontepec	11
IV.17.- Formación El Morro	11
IV.18.- Formación Las Espinas y Grupo Pachuca	11
IV.19.- Formaciones Don Guiño, Zumate y Unidad Riolítica	12
IV.20.- Formaciones Las Navajas, Las piletas, Guajolotes y Tlanchinol	12
IV.21.- Formaciones Atotonilco El Grande y Tarango.	12
V.- DISTRITOS MINEROS	13
V.1.- Distrito minero Zimapán	13
V.1.1.- Localización y clima	13
V.1.2.- Historia del distrito minero	13
V.1.3.- Geología local	15
V.1.4.- Yacimientos minerales	18
VI.1.4.1.- Morfología	18

VI.1.4.2.- Mineralogía	19
V.I.5.- Producción Minera del distrito	20
V.2.- Distrito minero Pachuca-Real del Monte	21
V.2.1.- Localización y clima	21
V.2.2.- Historia del distrito minero	21
V.2.3.- Geología local	25
V.2.4.- Yacimientos minerales	27
V.2.4.1.- Morfología	27
V.2.4.2.- Mineralogía	28
V.2.5.- Producción minera del distrito	28
V.3.- Distrito minero Molango	30
V.3.1.- Localización y clima	30
V.3.2.- Historia del distrito minero	30
V.3.3.- Geología local	31
V.3.4.- Yacimientos minerales	34
V.3.4.1.- Morfología	34
V.3.4.2.- Mineralogía	34
V.3.5.- Producción minera del distrito	35
VI.- MANUAL DE CLASIFICACIÓN DE MINERALES	36
VII.- METODOLOGÍA	
VII.1.- Revisión Bibliográfica	47
VII.2.- Elaboración de Fichas Técnicas	47
VIII.- FICHA TÉCNICA PARA DETERMINAR MINERALES	48
Minerales del distrito minero Zimapán	49
Minerales del distrito minero Pachuca-Real del Monte	56
Minerales del distrito minero Molango	63
IX.- CONCLUSIONES	70
BIBLIOGRAFÍA	72
ANEXOS	75
Manual de clasificación de minerales	76
Realización de una Litoteca.	93
GLOSARIO	94

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Plano de localización del estado de Hidalgo y sus límites estatales (INEGI, 2007).	5
Figura 2. Provincias fisiográficas que conforman el estado de Hidalgo (INEGI, 2007)	6
Figura 3. Columna estratigráfica del estado de Hidalgo, (Yta, et al., 1999)	7
Figura 4. Plano de localización del distrito minero Zimapán.	13
Figura 5. Mapa geológico del distrito minero Zimapán, estado de Hidalgo, (Yta, et al., 1999)	16
Figura 6. Plano de localización del distrito minero Pachuca-Real del Monte	22
Figura 7. Mapa simplificado del distrito minero Pachuca-Real del Monte (Yta, et al., 1999)	26
Figura 8. Plano de localización del distrito minero Molango.	30
Figura 9. Mapa geológico del distrito minero Molango, estado de Hidalgo, (Yta, et al., 1999).	32
Figura 10. Ejemplo de minerales idiocromáticos; azul = azurita, Rodocrosita = rosa/rojo.	38
Figura 11. Minerales con diferente tipo de brillo (pirita=brillo metálicos), (natrolita = brillo vítreo).	40
Figura 12. Determinación del peso específico y/o densidad relativa de un mineral (http://www.geovirtual.cl).	42
Figura 13. Principales sistemas cristalinos que conforman las redes de Bravais (http://www.geovirtual.cl).	43
Figura 14. Minerales (cuarzo y crisotilo) y vidrios volcánicos (obsidiana) mostrando los diferentes tipos de fractura, concoidal, fibrosa e irregular (http://www.geovirtual.cl).	44
Figura 15. Minerales que presentan diferente hábito: (dendrítico, el cobre nativo); (botroidal radial y globular, la hematita); (acicular, la kutnahorita); (Columnar el berilo y grupo de cristales de la calcita). (http://www.themineralgallery.com).	45
Figura 16. Mueble tipo que muestra las características físicas (dimensiones) para una litoteca	47

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Producción de la Compañía Peñoles, período 1975 a 1985.	20
Tabla 2. Producción de la Compañía Pachuca-Real del Monte, S. A., período 1963 a 1981.	29
Tabla 3. Producción acumulada de la Compañía Autlán.	35
Tabla 4. Tabla que presenta algunos colores para identificación de minerales idiocromáticos.	38
Tabla 5. Clasificación para minerales metálicos y no metálicos en función de su brillo.	39
Tabla 6. Escala de dureza de Mohs, para medir la dureza en los minerales.	40
Tabla 7. Clasificación de minerales en función de su composición química (Hurlbut, 1980).	46
Tabla 8. Ficha para la identificación de minerales, con información básica a determinar (observaciones) en laboratorio y campo.	48

RESUMEN

El Estado de Hidalgo ha sido un productor importante de oro, plata, plomo, zinc y cobre en México durante más de 450 años. Este trabajo habla sobre los minerales de los distritos mineros metálicos (menas) más relevantes del Estado (Zimapán, Pachuca-Real del Monte y Molango) y su aplicación didáctica, dentro del cuál se da un resumen, explicando lo de los Minerales y Productos derivados de ellos. Lo cual prevaleció desde los sílex de la edad de piedra hasta hoy en día, con los cuales estamos familiarizados de todos los productos hechos de minerales y que gozamos la gran mayoría de los artículos inorgánicos, ya que si no son minerales por si mismos, lo son por su origen, que ha formado la corteza terrestre, de lo cual es la historia mas importante de la tierra. Donde hoy en día el mineralogista define que un Mineral es un elemento ó compuesto inorgánico de aparición natural que tiene estructura interna ordenada y propiedades características de composición, forma cristalina y rasgos físicos. Por otra parte, los minerales que constituyen la gran mayoría de las rocas que conforman la corteza terrestre (minerales formadores de rocas) son los llamados silicatos y ocurren de manera más abundante.

En esta colaboración de trabajo, se muestra de una manera general el contexto geológico regional del Estado de Hidalgo dando una descripción de las rocas que están asociadas con los yacimientos de los distritos minerales mas relevantes del Estado como: Zimapán, Pachuca-Real del Monte y Molango. Donde la columna estratigráfica esta formada por paquetes litológicos que son denominadas geológicamente Formaciones, datos que son registrados de acuerdo a sus edades que le atribuyen. Es así, como se dan a conocer los 3 distritos mineros más importantes del Estado de Hidalgo, los cuales están constituidos por un considerable número de obras mineras que comprenden minas, socavones, niveles, tiros, pozos, entre otros, se plasman imágenes de localización de cada distrito, como también descripciones de la historia minera, la geología local de cada distrito, morfología del yacimiento, mineralogía y su producción de cada uno de los distritos.

Es así, como la elaboración de este manual da un amplio conocimiento sobre los minerales más comunes en el Estado, para que con ello, los alumnos de nivel medio superior (BACHILLERATO), puedan crear un conocimiento teórico-práctico y poder enriquecer los programas educativos de manera sencilla y dinámica, de manera que pueda darse una buena interacción maestro-alumno.

Finalmente, el crear una pequeña litoteca, servirá para consulta bibliográfica (fichas técnicas a realizar) y práctica (realización de las actividades del manual) para realizar trabajos de laboratorio en las asignaturas de: Geografía, Química, Física, Ecología entre otras.

I.- INTRODUCCIÓN

El estado de Hidalgo, se ha caracterizado por ser una entidad minera con actividades económicas de mayor tradición, que cuenta con un desarrollo historial de más de 450 años. Donde los minerales y productos derivados de ellos han figurado primordialmente en el desarrollo de nuestra cultura técnica actual, desde los sílex de la edad de piedra hasta las menas de uranio de la era atómica. Las sustancias y productos minerales son indispensables para el bienestar, la salud del hombre y son los recursos naturales más valiosos que guarda una nación. Las rocas de la montaña, la arena de la playa ó el suelo del jardín están totalmente, formados por minerales. Más familiarizados nos son aún, con nuestra experiencia cotidiana, los productos hechos de minerales, ya que la mayoría de los artículos del comercio que son inorgánicos, si no son minerales por si mismos, lo son por su origen. Todos los materiales de uso común empleados en las modernas edificaciones, tales como el acero, el cemento, los ladrillos, el vidrio y el yeso, tiene su origen en minerales (Hurlbut, 1980).

En general, podemos estimar los minerales como los materiales que forman las rocas de la corteza terrestre (formadas por varias especies mineralógicas, en ocasiones por un solo mineral) y como tales constituyen el eslabón, tangible y físico, más importante de la historia de la tierra. Estas rocas están en un cambio constante y lento, que a lo largo del tiempo sufren transformaciones debido a diferentes procesos (asimilación, meteorización, erosión y sedimentación) dando origen a las rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas (ciclo de las rocas). La denominación mineral y el estudio de la mineralogía se limitan a materiales de origen natural. De esta forma, el acero, el cemento, el yeso y el vidrio, aunque todos ellos derivan de minerales naturales como materia prima, no se consideran como tales, ya que han sufrió un proceso de transformación por la mano del hombre. (Hurlbut, 1980).

Este trabajo muestra de una manera general y subjetiva el contexto geológico regional del estado de Hidalgo (descripción de unidades rocosas y columna estratigráfica), para que el lector tenga el conocimiento básico de la geología del estado, ya que la descripción de las unidades rocosas es compleja y en ocasiones difícil de interpretar.

Donde se muestran las rocas que están asociadas con los yacimientos minerales de los distritos minerales más relevantes del estado, como: Pachuca-Real del Monte, Zimapán y Molango. Estas rocas en ocasiones son denominadas geológicamente formaciones, unidades o paquetes litoestratigráficos (Yta, et al., 1999), las cuales permiten tener un conocimiento sobre el contexto geodinámico de formación (origen) de los yacimientos y el conocimiento sobre los minerales típicos de cada depósito. Esto es una parte fundamental de este trabajo, ya que se realizará una identificación de algunos de estos minerales de cada distrito con fines didácticos, mediante la realización de una ficha técnica. Cada ficha técnica contiene la información general, las características físicas y químicas, además de imágenes del mineral en cuestión, obtenidas en diferentes direcciones electrónicas. Lo cual generará un manual como material didáctico y de apoyo bibliográfico para el aprendizaje integral de la asignatura de Geografía del nivel medio superior. Este trabajo será complementado con la creación de una pequeña litoteca (*como primera etapa*), para la enseñanza integral de esta asignatura. Por lo que se espera que los estudiantes obtengan el conocimiento teórico y práctico sobre los minerales comunes en el Estado, además de aprender a manejar el conocimiento para clasificar cualquier mineral.

Por otra parte y dada la riqueza de los distritos mineros en variedades minerales, sólo se indican 18 fichas técnicas, mostrando 6 minerales de cada distrito (los más comunes y abundantes), con lo que se pretende que en un futuro, este manual se enriquezca, tanto en variedades de minerales como de rocas.

II.- ANTECEDENTES

En los programas educativos la enseñanza debe de ser sencilla, dinámica y despertar el interés de los alumnos para tener una interacción maestro-alumno, lo cual se reflejará en el mejor conocimiento y aprovechamiento de las asignaturas que conforman el programa de estudio que realiza el alumno, buscando así el aprendizaje significativo.

Actualmente, no se cuenta con material didáctico (instructivos, folletos, manuales de prácticas, entre otros), ni el equipo necesario básico (muestras de rocas y minerales, lupas, mecheros, morteros, etc.) que permitan llevar a acabo temas específicos de la asignatura de Geografía (rocas, minerales, tectónica de placas, meteorización, entre otros). Tampoco se cuenta con mobiliario (muebles ó módulos para la litoteca), por lo que se pretende realizar el mobiliario con materiales (madera de triplay) de bajo costo. Además que aun no se cuenta con proyectos a corto plazo que permitan resolver este problema que afecta de manera general a la mayoría de las asignaturas que forman la currícula del programa de bachillerato (educación media superior) del estado de Hidalgo.

Se ha contado con el apoyo del Área Académica Ciencias de la Tierra de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, por medio de conferencias, visitas al museo de Mineralogía de la misma institución, para poder tener un panorama general de lo que son las rocas, modelos cristalográficas realizados en: madera y resina, equipo básico para identificación de minerales, fósiles, entre otros y que con ello poder cumplir con los objetivos del programa educativo. Sin embargo, esto no es posible cuando los planteles de educación media superior se encuentran muy apartados de la capital del Estado.

III.- OBJETIVO DEL ESTUDIO

III.1.- Objetivo general

El objetivo de este trabajo, es la realización de un manual con la descripción de algunas de las principales especies minerales, donde se dan a conocer sus principales propiedades físicas y químicas (6 de cada uno) de los distritos mineros más importantes del estado de Hidalgo, así como la creación de una pequeña litoteca, que servirá de apoyo didáctico para algunos temas específicos de la asignatura de Geografía que cursan los estudiantes de nivel medio superior.

III.2.- Objetivos específicos

Los objetivos específicos que comprenden este trabajo son:

- ✓ Conocer las principales propiedades físicas y químicas de los minerales.
- ✓ Conocer las características geológicas de los distritos mineros metálicos (Zimapán, Pachuca-Real del Monte y Molango) y algunos de sus minerales característicos.
- ✓ Conocer por medio de imágenes, el hábito (forma) de algunos de los minerales de los distritos mineros Zimapán, Pachuca-Real del Monte y Molango.
- ✓ Realizar fichas técnicas para clasificar minerales.
- ✓ Creación de una litoteca, donde los alumnos observarán y analizarán físicamente los minerales.

IV.- CONCEPTOS SOBRE LA GEOLOGÍA DEL ESTADO DE HIDALGO

El estado de Hidalgo está situado en la porción de centro-sur de la República Mexicana, cuenta con una superficie de 20,905.12 Km²; colinda al norte con el estado de San Luis Potosí, al sur con los estados de México y Tlaxcala, al este con los estados de Veracruz y Puebla y al oeste con el estado de Querétaro (Figura 1).

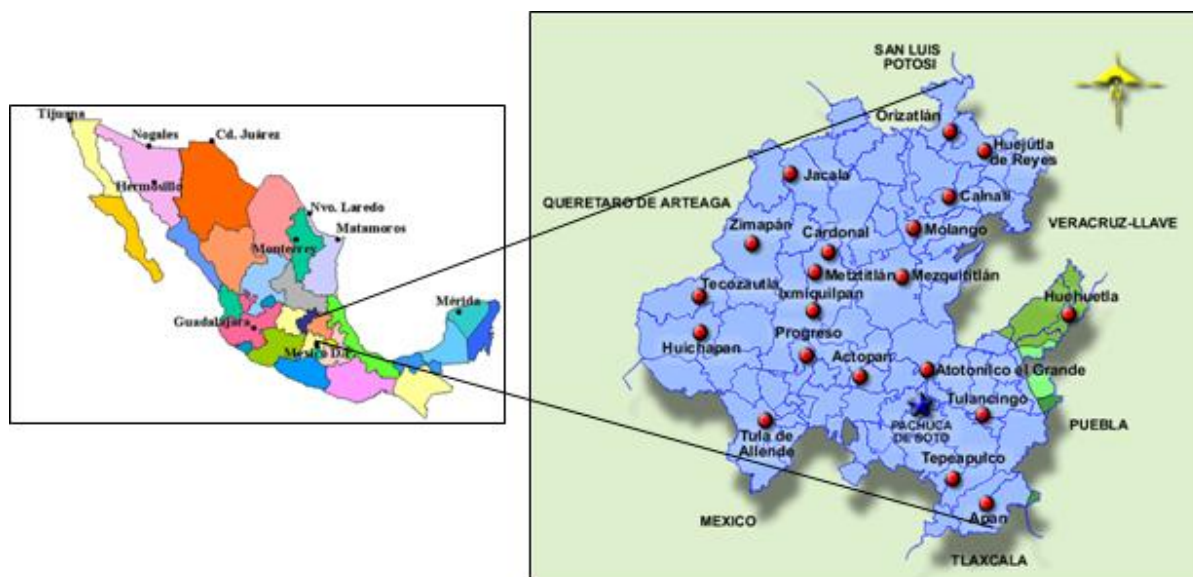


Figura 1.- Plano de localización del Estado de Hidalgo y sus límites estatales (Tomada de INEGI, 2007).

Fisiográficamente, el estado incluye la provincia del Eje Neovolcánico en la porción del sur y al norte se encuentra la provincia Sierra Madre Oriental (Tomada de INEGI, 1992).

La provincia del Eje Neovolcánico de edad Pliocuaternaria, está constituida por rocas volcánicas de composición básica a básica-intermedia con escasos horizontes intercalados de rocas volcánicas ácidas. La provincia de la Sierra Madre Oriental con espesor variable y sobrepasando los 3,000 m. se caracteriza por un paquete sedimentario que incluye rocas mesozoicas y algunas paleozoicas con un basamento Greenvilliano (Figura 3), (Yta, et al., 1979).



Figura 2.- Provincias fisiográficas que conforman el estado de Hidalgo (Tomada de INEGI, 2007).

La columna estratigráfica está formada por paquetes litológicos reconocidos como Formación, en ocasiones de manera formal y en otras de manera informal, de edades que van del Precámbrico al Cuaternario (Figura 3), la cual se explica a continuación:

IV.1.- Gneiss Huiznopala (pEGn)

El gneiss representa al basamento en la zona de Molango y subyace por contacto tectónico a la formación Tepexic. La edad radiométrica Pb-Ar (Fries y Rincón, 1965) reportada va de 1240 ± 140 m.a. a 1212 ± 132 m.a. por U-Pb, se evidencia el metamorfismo del protolito ígneo de 987 ± 3 m.a., datos que lo confirman como una localidad Greenwillana (Fries y Rincón, 1996; Ortega, et al., 1997), (Figura 3).

IV.2.- Formación Guacamaya (PeiLu-Ar)

Se observa en la porción noreste del Estado esta representada por una secuencia de arenisca y lutita con fauna de trilobites, equinodermos y braquiópodos. Se encuentra sobreyacida por la formación Huizachal, la edad relativa asignada por medio de fósiles va del Pensilvánico superior al Pérmico (Martínez, 1962; Carrillo, 1961; Ochoa, 1996-1997; Rosales, et al., 1997), (Figura 3).

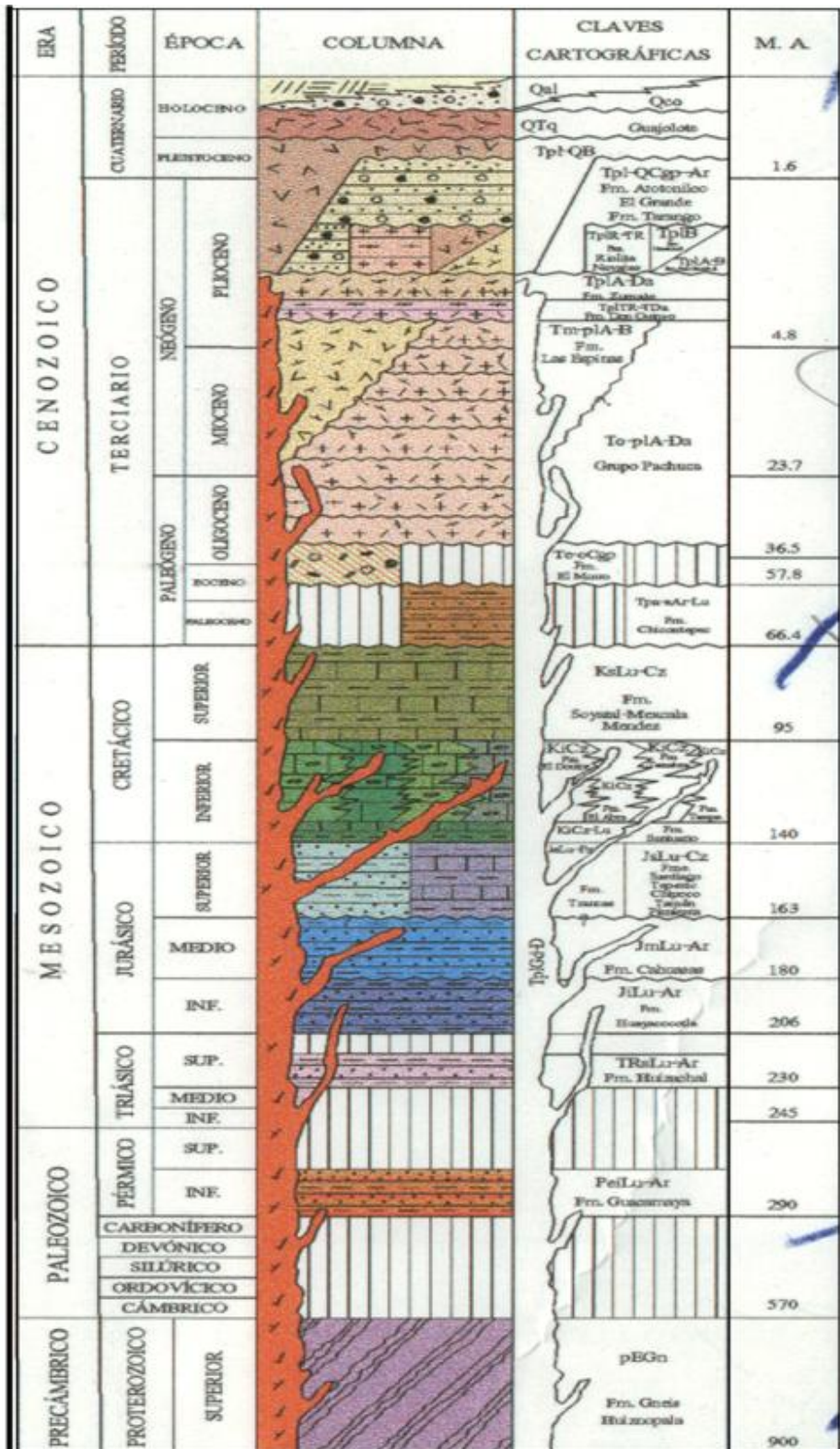


Figura 3.- Columna estratigráfica del estado de Hidalgo (Yta, et al., 1999).

IV.3.- Formación Huizachal (TRsLu-Ar)

Aflora en sector noreste del Estado, constituida por una secuencia de conglomerado con fragmentos de cuarzo, arenisca cuarcífera, lutita y limonita con restos de plantas. Se encuentra sobreyaciendo discordantemente al Gneiss Huiznopala, de edad Triásica. Dicha fauna permite ubicar a esta formación como un depósito continental en un clima cálido y húmedo (Silva, 1981), (Figura 3).

IV.4.- Formación Huayacocotla (JiLu-Ar)

Se observa al noreste del Estado, esta representada por una secuencia de lutita con intercalaciones de arenisca, conglomerado y escasos lentes de caliza y estratos con fósiles y limolita con plantas terrestres de posible edad Pliensbaquiano (Schmidt, 1980; Salvador, 1991; Revén, 1995; Ochoa, 1997), (Figura 3).

IV.5.- Formación Cahuwasas (JmLu-Ar)

Aflora en la porción noreste del estado, es equivalente a la formación Huizachal, esta constituida por una secuencia de arenisca, conglomerado con elementos de arenisca, gneiss, limolita, lutita y roca volcánica, se encuentra piritizada sobre todo en los niveles lutíticos. La edad asignada por relación tectónica es Toarciano- Batoniano (Suter, 1987-1991; Ochoa, 1997), (Figura 3).

IV.6.- Formación Tepexic (JsLu-Cz)

Se observa en la parte noreste del estado, esta compuesta por conglomerado, arenisca de grano de cuarzo, caliza arcillosa y marga, contiene abundantes fósiles excepto en la base. Sobreyace a la formación Huayacocotla en discordancia angular (Ochoa, 1997). Por dotación relativa se le asigna una edad Caloviano (Cantú, 1971), (Figura 3).

IV.7.- Formación Santiago (JsLu-Cz)

Aflora en el sector noreste del estado, compuesta por limonita negra calcárea, ocasionalmente presenta estratos de caliza negra en forma aislada, contiene amonites y pirita diseminada, se le ha asignado una edad Caloviano-Oxfordiano. Sobreyace a la

formación Tepexic en aparente contacto discordante y subyace discordante a la formación Chipoco (Figura 3).

IV.8.- Formación Chipoco (JsLu-Cz)

Se observa en la porción noreste del estado, se compone de una alternancia de caliza de grano grueso y lutita calcárea, calcarenita, limolita, y caliza arcillosa. La formación en la región de Molango gradúa de la base a la cima en caliza arcillosa manganesífera, estratificada, con algunas intercalaciones de lutita negra con vetillas de calcita, pirita y manganita; le sigue una arenisca calcárea con algunos horizontes de elementos de cuarzo lechoso retrabajado e intercalaciones de lutita arenosa.

En los niveles de lutita carbonosa y lentes de calcarenita los contenidos de manganeso bajan considerablemente. Se encuentra subyaciendo a la formación Pimienta en contacto concordante y transicional. La edad asignada basada en los amonoides encontrados, es Kimmeridgiano temprano- Titoniano temprano (Cantú, 1971), (Figura 3).

IV.9.- Formación Tamán (JsLu-Cz)

Aflora al noreste del estado, comprende una secuencia de caliza arcillosa, lutita, lutita carbonosa y calcárea con algunos horizontes de terrígenos, lentes y capas de pedernal y concreciones calcáreas. Es subyacida por la formación Santiago y sobreyacida por la formación Pimienta, ambos contactos son concordantes y transicionales. Su edad es del Kimmeridgiano- Oxfordiano (Heim, 1926), (Figura 3).

IV.10.- Formación Pimienta (JsLu-Cz)

Se observa en el sector noreste del estado. Se compone de caliza negra, caliza arcillosa, niveles de lutita calcárea lutita. Se caracteriza por encontrarse sumamente plegada, con pliegues tipo chevron. La edad asignada es Titoniano, (Heim, 1926). Las formaciones Tepexic, Santiago, Chipoco, Taman y Pimienta se han agrupado en un solo paquete, dada la dificultad para su diferenciación (Figura 3).

IV.11.- Formación Trancas (JsLu-Pz)

Aflora en la porción noreste del estado. Está constituida por una secuencia documentada como volcanosedimentaria compuesta por filita, lutita calcárea, limolita, caliza micrítica con pirita, arenisca y pedernal, han sido reportados en ella niveles de lavas y piroclásticos andesíticos y riolíticos, esta secuencia ha sido documentada como Kimmeridgiano- Barremiano (Carrillo y Suter, 1991), (Figura 3).

IV.12.- Formación Santuario (KiCz-Lu)

Se observa en la parte centro-noreste del estado, se presenta como la cima de la formación Trancas y esta constituida por una intercalación de grauwvaca, lutita filitizada, caliza arcillosa y marga. Por edad relativa de amonoides se le considera Valanginiano-Hauteriviano (Seegerstrom, 1961), (Figura 3).

IV.13.- Formación Doctor, Abra, Tamabra, Tamaulipas inferior y superior, La Negra, San Joaquín, El Socavón y Cerro Ladrón (KiCz)

Aflora en la parte centro-norte del estado como formaciones y unidades correlacionables. Representan cambios de facies correspondientes a sedimentación de plataforma, talud y cuenca. Se compone de caliza arrecifal pelágica con intercalaciones delgadas de lutita con materia orgánica con capas nodulares de pedernal y niveles de caliza masiva de grano grueso recristalizada y dolomitizada. Se le asigna una edad Aptiano-Cenomaniano en función de los fósiles de la formación Doctor (Carrillo y Suter, 1991), (Figura 3).

IV.14.- Formación Soyatal, Méndez, Agua Nueva, San Felipe y Mezcala (KsLu-Cz)

Se observa en casi todo el estado, se compone de un paquete de flysch, constituido por lutita, marga y caliza micrítica. La litología varía lateralmente con frecuencia, siendo más calcárea en unos sitios y pelítica en otros. La edad atribuida es Turoniano-Campaniano (Carrillo y Suter, 1991), (Figura 3).

IV.15.- Intrusivos

Afloran en casi toda el área occidental y tienen composición principalmente cuarzo-monzonítica con variación de granodiorita a diorita. Se les asigna una edad radiométrica por Rb/Sr de 62.2 m.a. hasta de 50 y 38 m.a. (Gaytán, 1975; JICA, 1980), (Figura 3).

IV.16.- Formación Chicontepec (Tpa-cArLu)

Se observa en la parte noreste del estado. Se caracteriza por una secuencia de cuenca continental tipo flysch, constituida de una interestratificación areno-arcillosa gradacional predominante calcárea hacia la base y clástica a la cima, con un nivel intermedio predominantemente arcilloso. La edad asigna a esta Formación es Paleoceno-Eoceno (Ojeda, 1980), (Figura 3).

IV.17.- Formación El Morro (Conglomerado epicontinental) (Te-oCgp)

Tiene escaso afloramiento en el Estado. (al sur en Zimapán y al norte de Pachuca-Real del Monte). Es un conglomerado fluvio-lacustre, compuesto por elementos de caliza, marga, lutita, pedernal y en escasa proporción rocas volcánicas, en una matriz arenosa oxidada, lo que le da una coloración rojiza característica. La edad relativa asignada es Paleoceno-Oligoceno (Edwards, 1955; Simons y Mapes, 1957; Frías, 1960; Ponce y Clark, 1988), (Figura 3).

IV.18.- Formación Las Espinas y Grupo Pachuca (Tm-plA-B) (To-plA-Da)

Se observa desde Pachuca hasta Zimapán, corresponde a un paquete volcánico de composición andesítica a dacita con intervalos de andesita basáltica y escasos riolíticos. Comprende una secuencia de lava masiva, de textura afanítica a porfídica, con tobas y brechas de derrame. Presenta horizontes poco consolidados y cuerpos andesítico-latíticos en forma de diques (Simons y Mapes, 1957; Geyne et al., 1963; JICA, 1980; Reyes, 1997). La formación Las espinas y el Grupo Pachuca sobreyacen al conglomerado EL Morro y su afloramiento mas extenso es hacia Pachuca-Real del Monte. Este paquete es tipo Sierra Madre Occidental, donde se tienen reportadas edades desde 38 a 27 m.a., correspondientes al Oligoceno (Figura 3).

IV.19.- Formaciones Don Guiño, Zumate y Unidad Riolítica (TpltR-TDa) (TplA-Da) (Tplr-TR)

Expuestas en afloramientos aislados en diferentes partes del Estado. Corresponden a una riolita masiva e ignimbrítica con algunos horizontes de brecha (tipo Sierra Madre Occidental). En Zimapán se le asigna una edad 26-27 m.a. (JICA, 1980), lo que corresponde al Oligoceno superior. Por relación estratigráfica diferentes autores sitúan a esta secuencia del Mioceno al Plioceno (Simons y Mapes, 1957; Geyne et al, 1963; López et al., 1997), (Figura 3).

IV.20.- Formaciones Las Navajas, Las Piletas, Guajolotes y Tlanchinol (Tplr-TR) (QTq)

Se observa en diferentes localidades del Estado. Se trata de una secuencia de edad Plio-cuaternario, constituida en su mayor parte de basalto de olivino con tezontle y algunas variantes a traquiandecita con interstratificación de riolita. Al este de la sierra de Pachuca se observa un nivel de riolita (Fm. Las Navajas) donde se encuentra obsidiana de color verde, negra y dorada, (Figura 3)

IV.21.- Formaciones Atotonilco el grande y Tarango (Tpl-QCgp-Ar)

Se trata de una secuencia de deposito continental documentada del Plio-Cuaternario, que se deposita al mismo tiempo que la actividad basáltica, rellenando los amplios valles con gravas, arenas, limos y arcilla, formando un conglomerado poligmítico y areniscas. Sobreyaciendo a estas unidades se tienen aluviones y coluviones derivados de las rocas preexistentes (Figura 3) (Época Holoceno, Qal; Qco).

V.- DISTRITOS MINEROS

V.1.- Distrito minero Zimapán

V.1.1.- Localización y clima

El distrito minero de Zimapán se sitúa en la porción occidental del estado de Hidalgo a 95 km al noroeste de la ciudad de Pachuca, por la carretera estatal no. 85 Actopan-Ixmiquilpan-Tasquillo. Sus coordenadas geográficas son 20° 44' 00" de latitud norte y 99° 23' 00" de longitud oeste. El distrito está situado en una región con un clima subcálido, con una precipitación media anual de 1 070 mm y una temperatura promedio de 21°C. Este distrito está constituido por un considerable número de obras mineras (se tienen registradas 45) que comprenden minas, socavones, niveles, tiros, entre otros, en donde las Mina Las Animas y Lomo de Toro han sido las más relevantes (Figura 4).



Figura 4.- Plano de localización del distrito minero Zimapán.

V.1.2.- Historia del distrito minero

Según en el relato de Alexo de Murgía (documento antiguo, en el archivo de Indias de Sevilla, con la asignatura "Papeles de Simancas"), juez repartidor de minas, en la época precortesiana, Zimapán formó parte de la Alcaldía Mayor de Xilotepec, centro de mayor importancia en las tribus otomíes. Algunas de las minas fueron descubiertas en 1575, lo que originó que españoles procedentes de Xilotepec, poblaran la zona de Zimapán,

donde se levantaron las primeras haciendas de beneficio. Zimapán fue fundado en febrero de 1576, siendo virrey de la Nueva España, Don Martín Enríquez de Almazá. El misionero Juan de Zavala, estableció la población en el lugar que actualmente ocupa.

En 1579 las minas se localizaban en Tolimán, Monte y Santiago, las dos primeras en lugares difíciles para su explotación y para el acarreo de metales, las bestias no podían llegar a ellas por lo abrupto del terreno. Las minas de Tolimán estaban próximas al Cerro Gordo, asientos de metales de fundición sobre abundancia de plomo y poca ley de plata, mientras que en Zimapán hubo caja real para preservar el derecho de las plantas del rey. En el siglo XVII Zimapán pertenecía a la alcaldía mayor, habiendo aumentado su importancia minera, al ser descubierta la célebre mina de Lomo de Toro, por el indígena Lorenzo Zabra en el año de 1632, con lo cual principió la etapa de esplendor del distrito, definiendo su importancia dentro de la minería del país.

Para el año de 1790, las minas Bonanzas, San Cayetano y la Cuchilla fueron descubiertas por gambusinos. En este último tercio del siglo XVIII el primer Conde de Regla (Pedro Romero de Terreros) adquirió los derechos de explotación sobre la mina Lomo de Toro donde anualmente sacaba 3 000 toneladas de mineral, que transportaba a lomo de mula hasta su Hacienda de Regla (en Huasca, Hgo.), para su beneficio (Yta. y Moreno, 1997).

A principios de 1800, don Manuel Andrés del Río, vino a México como catedrático del Real Seminario de Minería, donde recibió plomo “pardo” de Zimapán, que tras un concienzudo análisis se encontraron con una sustancia desconocida procedente principalmente de la mina La Purísima. A esta sustancia se le llamó provisionalmente “Zimpanio”. El barón alemán, Alexander von Humbolt vino a México y junto con su compañero de estudios Don Manuel del Río estudiaron la nueva sustancia. Von Humbolt da a conocer el zimpanio en Europa. No fue hasta 1830 que el químico sueco Sefroém, realizó estudios en este material, declarando públicamente la existencia de un nuevo metal al que puso el nombre de *vanadium* en honor de una diosa de la mitología sueca. Actualmente se conoce que el vanadio, es un elemento metálico de color

argentífero y de gran dureza. Durante la Guerra de Independencia en 1811, Don Julián Villagrán toma posesión de Zimapán y trabajó una mina de plata que utilizaba para acuñar moneda, donde se asentaba la siguiente leyenda “Julián I, Emperador de las Huastecas”, hasta 1813.

La explotación de las minas de Zimapán se interrumpió por un período de trece años. Una vez terminada la Guerra de Independencia, poco a poco las minas volvieron a ser explotadas con grandes problemas, principalmente por la falta de vías de comunicación y del combustible necesario para el beneficio. Después de 1823, se tuvo un gran esplendor ya que por esos años se contaron hasta 60 minas, trabajando a su vez como veinte haciendas de beneficio. En el año de 1844 se estableció una planta de fundición y laminado de hierro.

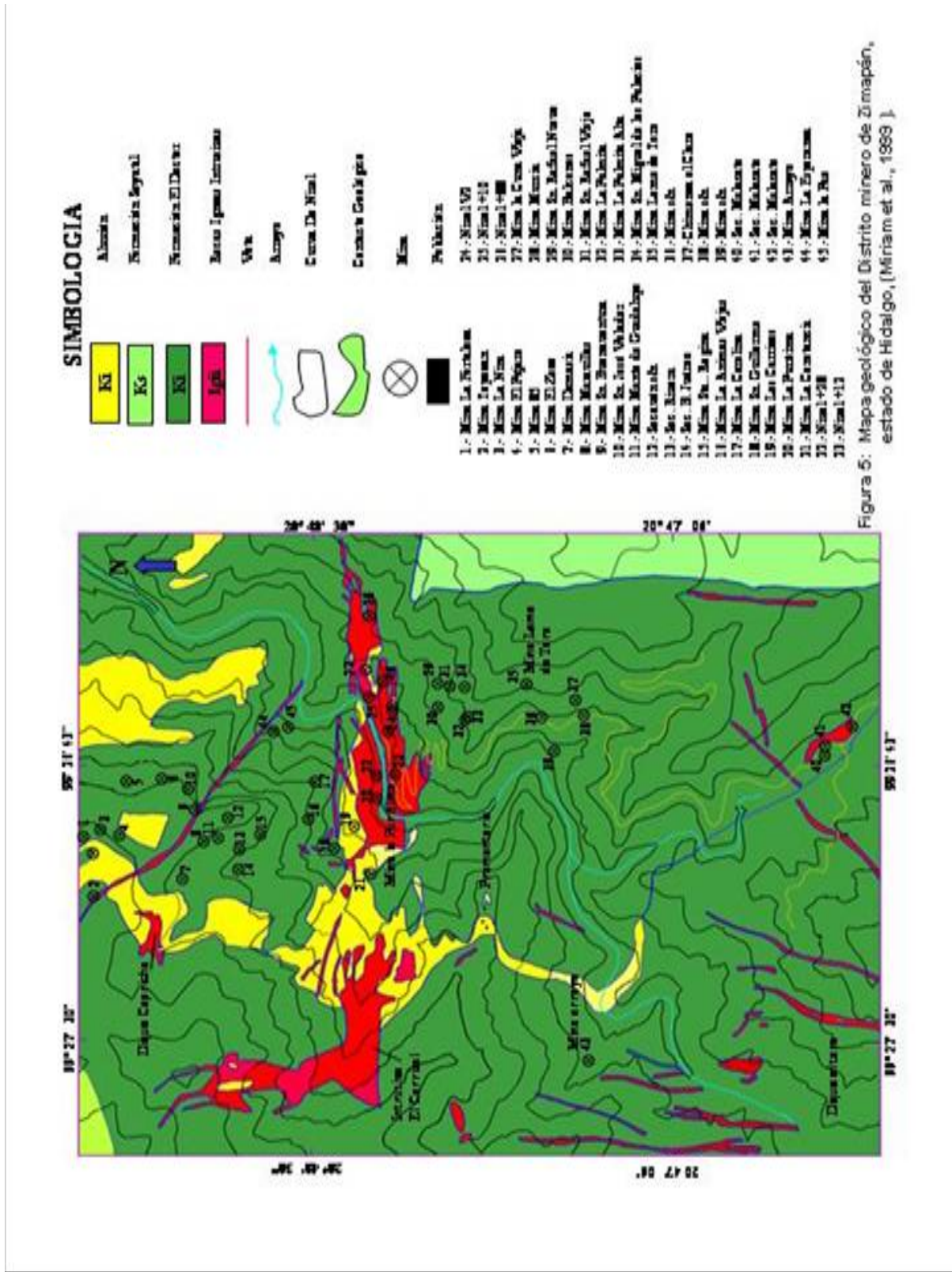
En la primera década del siglo veinte, existía un gran número de minas con magníficos rendimientos que producían diferentes metales, tales como: plata, zinc, plomo, cobre y oro, así como algunos minerales no metálicos, como: wollastonita, fosforita y mármol.

En 1945 fueron descubiertos nuevos cuerpos de óxidos en la mina Lomo de Toro, incrementándose la extracción en esta mina y en la de Balcones. En esta misma década, la compañía Fresnillo, S.A. de C.V., inició sus actividades de exploración y explotación de óxidos y sulfuros a pequeña escala en el área El Monte (Moreno, 2006).

V.1.3.-Geología local

La columna litológica en la zona de la base a la cima comprende:

- Secuencia volcánico-sedimentaria: en los alrededores del distrito, descrita por Simons y Mapes (1957) y definida por Segerstrom (1962) como Fm. Las Trancas, constituida por una secuencia de lutita calcárea, limolita, caliza micrítica con pirita, areniscas y pedernal. Contiene niveles de lava y piroclásticos andesíticos y riolíticos con alteración hidrotermal (Carrillo y Suter, 1991), con una edad Kimeridgiano-Barremiano (Carrillo y Suter, 1991) (Figuras 3 y 5).



- Unidad calcáreo-pelítica: Fm. Tamaulipas (término local) que yace discordantemente a la anterior, fue descrita por Simons y Mapes (1957) y es correlacionable con la Fm. El Doctor, está formada por caliza pelágica de estratificación delgada, con finos horizontes de lutita y materia orgánica, capas nodulares de pedernal y niveles de caliza masiva de grano grueso recristalizada y dolomitizada. De edad Aptiano-Cenomaniano (Carrillo y Suter, 1991). Desde el punto de vista económico, es la unidad más importante del área, ya que en ella se aloja la mineralización polimetálica.

- Unidad pelítico-calcárea; Fm. Soyatal de tipo flysch, yace concordantemente sobre la Fm. Tamaulipas (Carrillo y Suter, 1991), está constituida por lutita, la cual alterna con marga y caliza micrítica negra, presentando una variación lateral en composición de calcárea a pelítica. Con una edad del Turoniano tardío- Campaniano (Carrillo y Suter, 1991).

- Cuerpos intrusivos; estos afloran en casi toda el área occidental de Zimapán, presentan una composición cuarzo-monzonítica con variación de diorita a granodiorita. Se le asignó una edad entre 62 a 57 m.a. (Rb/Sr) (González y Jaimes, 1986). Otras edades radiométricas reportadas de 50 a 38 m.a. (K/Ar) que pudieran estar relacionadas con etapas tardías de intrusión o bien con la mineralización, afectan rocas mesozoicas sedimentarias provocando metasomatismo en el contacto de la Fm. Tamaulipas (JICA, 1980; Gaytán, 1975).

- Conglomerado epicontinental; conocido como Fanglomerado El Morro, descrito por Simons y Mapes (1957), con un afloramiento extenso. Está relacionado con la mineralización hidrotermal. Consiste de un conglomerado fluvio-lacustre que se interdigita con algunos niveles volcánicos. Los componentes son de caliza, marga, lutita y pedernal y menor proporción volcánicos andesíticos. Los clastos están en una matriz arenosa oxidada. Este fanglomerado tiene sus equivalentes en el centro y sur de México; Conglomerados de Guanajuato (Edwards, 1955), Balsas de los estados de Morelos y Guerrero (Fries, 1960) y Rojo de Zacatecas. Estas rocas se depositaron desde el Paleoceno hasta el Oligoceno.

- Unidad Volcánica andesítica; Fm. Las Espinas, yace concordantemente sobre el Fanglomerado El Morro, y discordante sobre las Fms. Tamaulipas y Soyatal (Simons y Mapes, 1957). Está constituida por lava masiva de afanítica a porfídica, con interestratificación de toba y brecha de derrame con horizontes mal consolidados hacia la base y cuerpos andesítico-latíticos en forma de diques.

Estas rocas han sido caracterizadas como de afinidad calcoalcalina (Geyne et al., 1963; JICA, 1980). Desde el punto de vista geológico y económico, estas rocas son importantes por contener la mineralización en forma de estructuras tabulares (vetas) en los dos distritos, representando parte del evento hidrotermal terciario que se desarrolló en el centro de México.

- Unidad Volcánica Riolítica; esta representada por ignimbrita y riolita masiva, con algunos horizontes de brecha. Se le ha asignado una edad de 26 a 27 m. a., que corresponde a la parte tardía del Oligoceno (JICA, 1980).

- Unidad volcánica basáltica: está constituida por derrames y diques de carácter calcoalcalino, típicos de la Faja Volcánica Transmexicana, de edad plio-cuaternaria,

V.1.4.- Yacimientos minerales

V.1.4.1.- Morfología

La morfología de los cuerpos minerales del distrito minero de Zimapán está representada por mantos, chimeneas y disseminaciones tanto en el intrusivo como en el skarn. Los mantos se asocian a la Fm. Tamaulipas, principalmente a estratos delgados, carbonosos, con lentes y nódulos de pedernal, sus texturas son generalmente bandeadas del tipo de reemplazamiento. Las chimeneas presentan en ocasiones hasta 65 m de longitud por 35 de ancho. Su estructura es caótica y se asocia a la intersección de diques o de fallas. Son de morfología burdamente elíptica. Los cuerpos disseminados generalmente están alojados en el intrusivo, acompañados por fracturas irregulares individuales o en stockwork (Yta y Moreno, 1997).

V.1.4.2.- Mineralogía

La mineralogía en este distrito, que comprende las minas El Carrizal y el Monte, es realmente muy diversa (minerales de mena), estando constituida principalmente por galena (PbS), esfalerita (ZnS), pirita (FeS₂), calcopirita (CuFeS₂), arsenopirita (FeAsS), pirrotita (Fe_{1-x}S), bornita (Cu₅FeS₄), estibina (Sb₂S₃) y boulangerita (Pb₅Sb₄S₁₁). Específicamente, en la chimenea Las Animas se ha reconocido wollastonita Ca(SiO₃), andradita Ca₃Fe₂(SiO₃)₂, diópsida (CaMg(SiO₃)₂), idocrasa [Ca₆[Al(OH,F)]Al₂(SiO₄)₅], piroxeno-manganeso SiO₃(FeMn), salita [CaFe(SiO₃)₂], magnetita (Fe₃O₄), scheelita Ca(WO₄), galenobismutina (PbS.Bi₂S₃), cuarzo (SiO₂), calcita (CaCO₃) y sulfosales de plomo meneghinita (4PbS.Sb₂S), jamesonita (FePb₄Sb₆S₁₄), freibergita [(AgCu)₁₀(CuPbZnHgFe)₂(AsSb)₄S₁₃], pirargirita (Ag₃SbS₃), proustita (Ag₃AsS₃) y bindheimita [Pb₂Sb₂O₆(O,OH)] de carácter supergénico (Villaseñor et al., 1987). La textura cataclástica es común en la mineralización y se refleja en la fracturación de la pirrotita y en el relleno de calcopirita (Gemmell, 1983). Entre los minerales no metálicos se encuentra una variedad de minerales de calcosilicatos (principalmente la ganga) entre los cuales se observa calcita, cuarzo, wollastonita, tremolita, actinolita, augita, granates, hedenbergita, entre otros.

V.1.5.- Producción minera

Dentro del distrito Zimapán operan varias compañías mineras siendo la Compañía Peñoles, la que tiene los niveles de producción más altos; en segundo término la Compañía Metalúrgica San Miguel y de menor importancia la Compañía Minera Lomo de Toro, y Compañía el Espíritu. Para el cálculo de la producción del distrito minero solamente se considera lo extraído por la Compañía Peñoles de 1975 a 1985.

El promedio mensual de producción de concentrados de Plomo es de 900 ton secas, las cuales registran las siguientes leyes: Ag 3 820 g/ton; Pb 40.34%; Zn 3.91%; Cu 6.70% y Fe 14.70%.

La producción de concentrados de zinc es de 950 ton como promedio mensual, con el registro de las siguientes leyes: Ag 144 g/ton; Pb 0.73% Zn 50.22%; Cu 1.06% y Fe 11.50 por ciento. La recuperación en el concentrado de zinc es de 66.81 por ciento.

La producción del periodo 1975 a 1985 se muestra en la tabla 1:

DATOS DE LA COMPAÑÍA PEÑOLES, 1985					
Mina	Toneladas	Ag g/ton	Pb %	Zn %	Cu %
El Monte	1' 634 932	150	1.14	2.12	0.51
El Carrizal	833 322	187	2.40	4.82	0.41
Total	2' 468 254	163	1.59	3.03	0.48

Tabla 1. Producción de la Compañía Peñoles, período 1975 a1985.

V.2.- Distrito minero Pachuca-Real del Monte

V.2.1.- Localización y clima

El distrito minero de Pachuca-Real del Monte se localiza en la parte centro-meridional del estado de Hidalgo, abarcando una superficie de 130 km², entre la ciudad de Pachuca, capital del Estado y el poblado de Real Monte a 6.0 km al noreste de la capital, entre las coordenadas geográficas 20°07'30" de latitud norte y 98°44'00" de longitud oeste (Figura 6).

El clima predominante en el estado de Hidalgo es del tipo templado, con una temperatura media anual de 17° C y una precipitación media anual de 514 mm. Existiendo variaciones climatológicas aun en regiones relativamente próximas entre si. El distrito Pachuca-Real presenta un clima frío principalmente en los meses de invierno, la precipitación pluvial media anual es de 702 mm aproximadamente y una temperatura promedio de 13° a 15 ° C.



Figura 6.- Plano de localización del distrito minero Pachuca-Real del Monte

V.2.2.- Historia del distrito minero

El descubrimiento del distrito minero de Pachuca-Real del Monte se atribuye al año 1552, poco después de la llegada de Hernán Cortés a México, lo que propició la

explotación de los yacimientos tanto en Pachuca como en Real del Monte, siendo uno de los principales productores mundiales de plata hasta el año de 1963, aproximadamente. (Geyne, et al., 1963).

En 1554, con el descubrimiento de Bartolomé de Medina para concentrar la plata utilizando el sistema de beneficio de patio, la actividad minera se intensificó. Este método permitió beneficiar mineralizaciones con baja ley, incosteables si se sometían al proceso de fundición utilizado en ese tiempo. Sin embargo, la disminución en los valores de las menas, el incremento en la profundidad de las vetas, las inundaciones en las obras mineras (tiros, niveles, pozos, etc.) y la dificultad para el abasto del mercurio, propició una época alternada de borrascas y bonanzas durante el siglo XVII y las primeras décadas del XVIII (Herrera y Ortiz, 1997). A finales de 1730, José Alejandro de Bustamante y Bustillo elaboró un plan para reactivar la minería en Real del Monte, el objetivo era drenar las minas situadas sobre la estructura Vizcaína (una de las más importantes del distrito) para habilitarlas. Su plan tuvo problemas financieros, por lo que en 1741, se asocia con Pedro Romero de Terreros (Conde de Regla), quien culmina la obra con excelentes resultados y obteniendo fuertes ingresos desde 1762 hasta su muerte en 1781. El éxito del Conde se debió principalmente a la reducción de gastos e incremento en las utilidades gracias al control que logró sobre el proceso productivo de la plata. Integró el proceso de beneficio de explotación edificando sus propias plantas de amalgamación (Regla y San Miguel), la ubicación de las haciendas estuvo determinada por la existencia de agua en abundancia que era utilizada como fuerza motriz, lo cual permitió que Romero de Terreros obtuviera ganancias tanto por su calidad de minero, así como de refinador independiente.

Desde 1781 a 1794, el segundo conde de Regla se ocupa de la operación del complejo minero-metalúrgico, teniendo un descenso en las ganancias. En 1801, la producción descendió a causa de las inundaciones en los niveles más profundos. Los trabajos de explotación se hicieron más lentos bajo la administración del tercer conde, cuyo inicio coincide con la Guerra de Independencia. Después de la Independencia Mexicana, la mayoría de los distritos mineros del país se encontraban en total depresión por la falta

de capitales para la rehabilitación de las minas. El interés del gobierno por fomentar esa industria y la atracción que ejercía la plata en el exterior propiciaron la formación de diversas compañías de capital externo.

Entre estas empresas destacó la empresa Británica que explotó Real del Monte entre 1824 y 1849. La compañía Británica amplió el espacio de operaciones minero-metalúrgicas, extendió sus propiedades minera sobre todo en Real del Monte y en Pachuca hacia mediados de 1840. Compró y arrendó tierras madereras entre los años 1830 y 1840 y construyó una planta de beneficio por toneles (Randall, 1977, in Ruiz, 1995). Esta compañía invirtió fuertes sumas de capital y controló en buena medida el proceso productivo de la plata. Sin embargo, a diferencia de Romero de Terreros que obtuvo grandes beneficios durante veinticinco años de operación de esta empresa y a pesar de la introducción de máquinas de vapor y del sistema de amalgamación de barril (desarrollado en 1843), constituyó un gran fracaso financiero. La causa principal obedeció al elevado costo que implicaba la explotación de las galerías más profundas de la veta Vizcaína, en donde las menas minerales fueron menos ricas y abundantes de lo que se esperaba.

En 1849, inversionistas mexicanos adquirieron las instalaciones de la compañía Británica. Bajo la nueva administración la compañía mostró ser rentable, lo cual permitió la reinversión de una parte de las utilidades en la expansión del complejo minero-metalúrgico. En 1850 la compañía adquirió: a).- minas por denuncia, avío, compra de barras aviadas y a partir de 1887, mediante concesiones que le otorgaban su propiedad. b).- El derecho de uso de agua primero por denuncia y después por concesión. c).- Salinas en Texcoco para abastecer parte de la sal para el proceso de amalgamación. Bienes inmuebles de diversa índole (montes con recursos forestales, tierras de labor, terrenos propios y arrendados cerca de las minas que sirvieron de patio y edificaciones para alojar la maquinaria). También construyó casas habitación, oficinas, talleres, depósitos de leña, almacenes, caballerizas, haciendas de beneficio, fábrica de ladrillos, de sulfato de cobre y apartado de metales, carpintería, carrocería y herrería y un presidio que proporcionó mano de obra entre 1850 y 1874. La rentabilidad de la empresa dependía de la eficiencia en la organización y administración de minas y

establecimientos, con el apoyo de la contaduría general, los departamentos médico y de ingenieros (creados en la última década del siglo XIX) y una adecuada comunicación con agentes comerciales dentro y fuera del país. Sin embargo, sin una constante reinversión de capital, la explotación de las minas decayó paulatinamente hasta que fueron completamente abandonadas.

La administración mexicana, al igual que sus antecesores tuvo que invertir capital inicial, sólo que a diferencia de ellos distribuyó dividendos entre sus accionistas y destinó una fuerte reinversión para la ampliación y transformación del complejo minero-metalúrgico. Constituyéndose en una organización que además de continuar operando fincas rurales, minas y haciendas de beneficio, tenía el control sobre el apartado de la plata, las salinas que proporcionaban la sal que requería, los veneros para el abastecimiento de agua, la reparación y fabricación de partes y maquinaria utilizada en las diferentes unidades de la compañía. Este nuevo desarrollo mostró que las actividades de las haciendas de beneficio y demás establecimientos continuaban siendo factores importantes para la producción de plata, como en la época de la Colonia. Sin embargo, sólo bajo la administración mexicana la explotación minero-metalúrgica, núcleo alrededor del cual giraban las demás unidades de producción, fue productiva a más de medio siglo de haberse iniciado (Ruiz, 1995).

En 1906 la United Status Smelting Refining and Mining Company, adquirió todos los derechos de la Antigua compañía minera, conservando el nombre de la Compañía Real del Monte y Pachuca. En mayo de 1906 la nueva empresa instaló una planta piloto en Loreto, para hacer pruebas de cianuración, con capacidad de 10 ton. Al año siguiente se amplió para moler 300 ton/día; en 1909 la Compañía Real del Monte y Pachuca tenía la hacienda de beneficio de Cianuración más grande del Mundo.

En 1948 La compañía Real del Monte construyó y puso en operación una planta de flotación para 100 toneladas diarias, con el objeto de tratar las menas de ley relativamente alta en metales innobles procedentes de una parte del área del distrito.

En 1951, con el éxito del tratamiento de menas más pobres y de los “jales” de flotación en el circuito de cianuración, la compañía amplió la planta de flotación hasta una capacidad de 1000 toneladas diarias. Los concentrados de zinc se trataron con cianuro para extraer la plata y el oro solubles y posteriormente se manda a la fundición. Los jales de la planta de flotación, junto con el resto de las menas del distrito se tratan en la planta principal de cianuración. En 1957 la Comisión de Fomento, construyó otra planta para tratar 7500 a 10000 toneladas diarias de jales de cianuración. (Geyne, et al., 1963).

V.2.3.- Geología local

En el distrito minero de Pachuca-Real del Monte solo afloran cuatro paquetes litológicos, que de la base a la cima están constituidos por un conglomerado epicontinental; un paquete volcánico andesítico; un paquete volcánico riolítico; y un paquete volcánico basáltico. Sólo se observa el conglomerado epicontinental en el límite septentrional del distrito (Figuras 3 y 7), (Simons y Mapes, 1957; Fries, 1960).

- Conglomerado epicontinental; conocido como Fanglomerado El Morro, descrito por Simons y Mapes (1957). Consiste de un conglomerado fluvio-lacustre que se interdigita con algunos niveles volcánicos. Constituido por fragmentos de caliza, marga, lutita, pedernal y en menor proporción andesíticos, emplazados en una matriz arenosa oxidada. Este fanglomerado tiene sus equivalentes en el centro y sur de México; Conglomerados de Guanajuato (Edwards, 1955), Balsas de los estados de Morelos y Guerrero (Fries, 1960) y Rojo de Zacatecas. Estas rocas se depositaron desde el Paleoceno hasta el Oligoceno.

- La unidad volcánica andesítica yace concordantemente sobre el Fanglomerado El Morro y discordante sobre las formaciones Tamaulipas y Soyatal (Simons y Mapes, 1957). Su afloramiento es muy amplio en este distrito. Está constituida por una secuencia de lava masiva de textura afanítica a porfídica su composición va de andesita basáltica a riolita, con interstratificación de toba y brecha de derrame con horizontes mal consolidados en la base y cuerpos andesítico-latíticos en forma de diques. Estas rocas han sido caracterizadas como de afinidad calcoalcalina (Geyne et

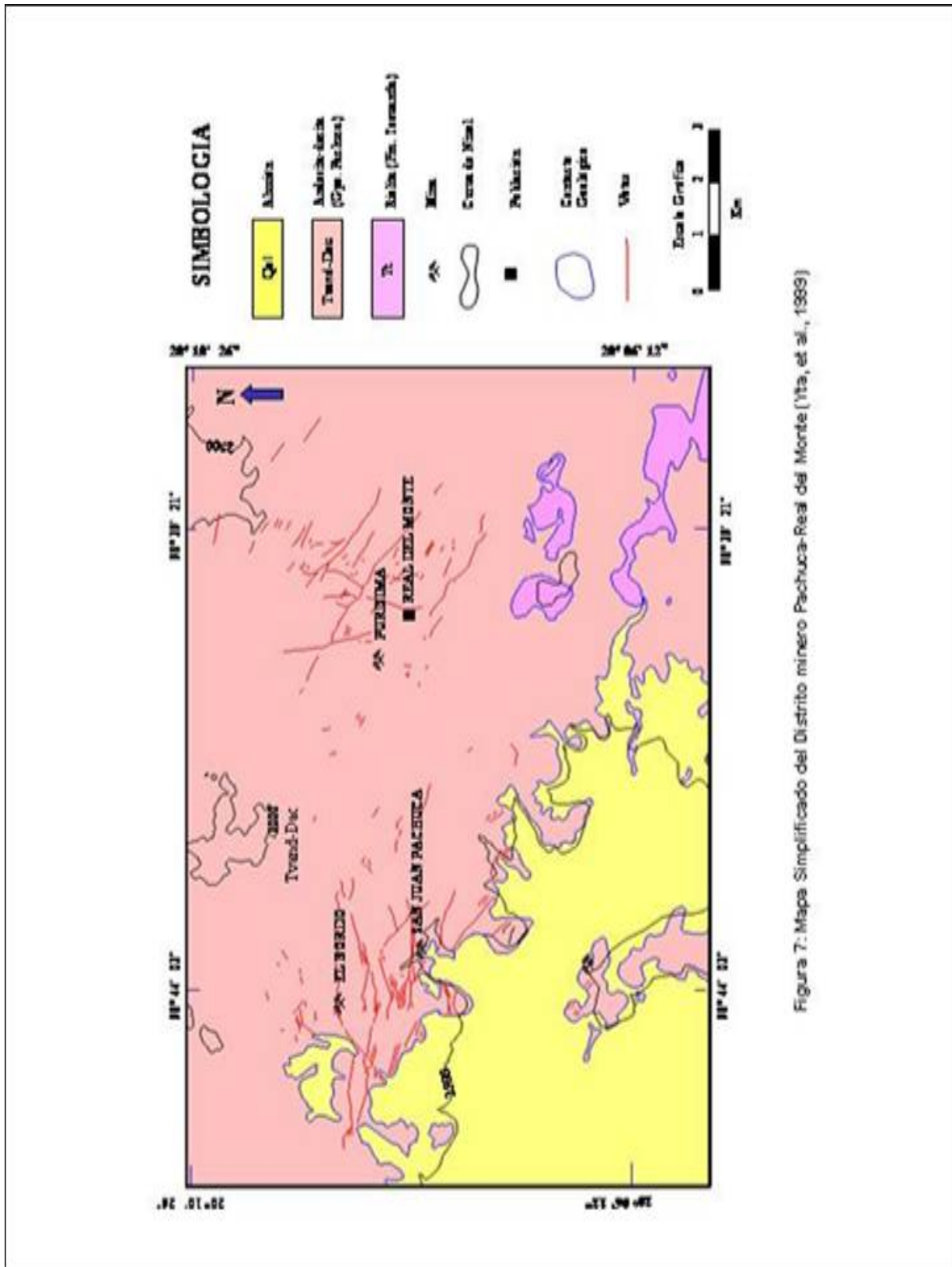


Figura 7: Mapa Simplificado del Distrito minero Pachuca-Real del Monte [Yts, et al., 1989]

al., 1963; JICA, 1980). Estas rocas son importantes por contener la mineralización en forma de estructuras tabulares (vetas). Representan parte del evento hidrotermal terciario que se desarrolló en la región central de México. Por correlación con el distrito de Zimapán se le asigna una edad correspondiente al Oligoceno, 38 a 27 M.a. (JICA, 1980).

- La unidad volcánica riolítica está poco expuesta en el distrito, siendo representada por ignimbritas y riolita masiva, con algunos horizontes de brecha. En los alrededores de Zimapán, se le ha asignado una edad de 26 a 27 M.a. (JICA, 1980), que corresponde a la parte tardía del Oligoceno. Desde el punto de vista metalogénico, la riolita contiene mineralización de elementos preciosos bajos en sulfuros en este distrito. (JICA, 1980).

- La unidad volcánica basáltica está constituida por derrames y diques de carácter calcoalcalino con pequeñas intercalaciones de niveles riolíticos, de edad plio-cuaternaria, típicos de la Faja Volcánica Transmexicana. Los depósitos basálticos son comunes hacia la porción central del estado, donde las lavas se intercalan con depósitos fluvio-lacustres o coronan a éstos.

V.2.4.- Yacimientos minerales

V.2.4.1.- Morfología

En el distrito minero de Pachuca, la morfología de las estructuras mineralizadas es tabular (vetas), que varían tanto en espesor (cms hasta 40 m), como en longitud (100 m hasta 15 km). Se han definido dos sistemas de vetas E-W y N-S. (Geyne, et al., 1963). El sistema E-W presenta un rumbo promedio de N75°W, con inclinaciones al SW principalmente y algunas al NE, que se caracterizan por un espesor y longitud superior a las del sistema N-S (0.5 a 35 m y hasta 15 km). El sistema N-S se desarrolla notablemente hacia Real del Monte, donde intersectan a las de dirección E-W (espesores de 0.50 a 12.0 m y longitudes de varios cientos de metros) (Geyne et al., 1963).

V.2.4.2.- Mineralogía

Los minerales primarios y secundarios identificados en las vetas del distrito consisten en aproximadamente veinticinco especies, dentro de las cuales las más comunes son sulfuros de metales base que constituyen principalmente la mena (pirita FeS_2 , esfalerita ZnS , galena PbS , calcopirita CuFeS_2), sulfuros argentíferos (argentita Ag_2S y acantita Ag_2S) y sulfosales (polibasita $\text{Ag}_{16}\text{Sb}_2\text{S}_{11}$, estefanita Ag_5SbS_4 , miargirita $\text{Ag}_2\text{Sb}_2\text{S}_4$, pirargirita Ag_3SbS_3 , proustita Ag_3AsS_3 y stenbergita $\text{Ag}_2\text{Fe}_4\text{S}_6$). El oro nativo (Au) se presenta muy escaso en granulometría muy fina. Los sulfuros cupríferos secundarios, como calcocita (Cu_2S) y covelita (CuS), son comunes aunque sólo en cantidades pequeñas. Estos minerales están presentes en todas las vetas del distrito, aunque no en todas partes de las vetas (Geyne et al., 1963). De los minerales no metálicos, el cuarzo (SiO_2) es el mineral más abundante en la ganga, seguido de calcita (CaCO_3) que se encuentra en pequeñas cantidades en todas las vetas. La albita $\text{Na}(\text{Si}_3\text{AlO})$ es mineral común en la ganga de la mayoría de las vetas. La rodonita $\text{Mn}(\text{SiO}_3)$ y la bustamita $[\text{CaMn}_5(\text{SiO}_3)_6]$ se hallan en cantidades pequeñas en muchas de las vetas y sólo localmente en mayor cantidad, normalmente se encuentran asociadas con menas ricas de plata. La clorita $[\text{Mg}_3(\text{Si}_4\text{O}_{10})(\text{OH})_2\text{Mg}_3(\text{OH})_6]$, prehnita $[\text{Ca}_2\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_2]$, caolinita $\text{Al}_4(\text{OH})_3(\text{Si}_4\text{O}_{10})$, barita (BaSO_4), sericita $[(\text{KAl}_2(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{OH})_2)]$, adularia $\text{KAl}(\text{Si}_3\text{O}_8)$, y epidota $[\text{Ca}_2(\text{F,OH})\text{Fe}_2(\text{SiO}_4)_3]$, se presentan en cantidades que difieren de uno a otro lugar, en general son menos abundantes que los minerales mencionados anteriormente. Muchos minerales secundarios formados por la oxidación supergénica también se presentan en pequeñas cantidades en la mayoría de las vetas (Geyne, et al., 1963).

V.2.5.- Producción minera

La producción minera anual (1960-1963) fue de casi un millón de toneladas con ley aproximada de 250 g/ton de Ag, 1.4 g/ton de Au y menos de 1% de zinc y plomo.

En la siguiente tabla se muestra la producción de la Compañía Real del Monte y Pachuca, S.A., durante el período de 1963 a 1981, en onzas troy (Salas et al., 1988).

AÑO	PLATA/ONZA TROY	ORO/ONZA TROY
1973	2'735 675	14 148
1974	2'616 450	13 729
1975	2'801 675	9 280
1976	3'544 550	14 948
1977	3'265 959	19 396
1978	2'955 550	25 029
1979	2'607 938	14 555
1980	1'982 647	11 156
1981	2'252 218	11 709
TOTAL	24'762 667	133 950

Tabla 2. Producción de la Compañía Pachuca-Real del Monte, S. A, período 1963 a1981.

V.3.- Distrito minero Molango.

V.3.1.- Localización y clima

El distrito minero Molango se sitúa en la porción noreste de Hidalgo, aproximadamente a 260 km al noreste de la ciudad de México, cubre un área de aproximadamente de 1250 km². La posición geográfica del centro del área de estudio es de 98° 45´ de longitud oeste y 20° 55´ de latitud norte, está comprendida dentro de los municipios de Lolotla, Molango, Tepehuacan y Xochicoatlán (Figura 8).



Figura 8. Plano de localización del distrito minero Molango.

V.3.2.- Historia del distrito minero

La compañía minera Autlán fue fundada en 1953 para explotar recursos de manganeso localizados en el estado de Jalisco. Las operaciones en las minas de Molango y Nonoalco, Hidalgo, empezaron en 1960 y 1964, respectivamente. El horno rotatorio de nodulización en Molango inició operaciones en 1968, la planta de ferroaleaciones Teziutlán fue adquirida por la compañía en 1973 y la planta Tamós fue inaugurada en 1976. En 1993, Autlán adquirió la planta ferroaleaciones Gómez Palacio a través de la adquisición de Ferroaleaciones de México, S.A. de C. V.

La compañía minera Autlán, es una empresa minera verticalmente dedicada a la exploración, extracción, beneficio y venta de minerales de manganeso, así como a la

producción y comercialización de ferroaleaciones. La compañía es el único productor de nódulos de manganeso en el mundo, es además el único productor de minerales de manganeso y el principal productor de ferroaleaciones de manganeso en Norte y Centroamérica, así como el segundo mayor productor de minerales y ferroaleaciones de manganeso en el continente americano. Cuenta con dos minas de manganeso, Molango y Nonoalco, las tres plantas de ferroaleaciones con una capacidad anual instalada aproximada de 221 000 toneladas. Los productos de la empresa son; nódulos y carbonatos de manganeso, ferromanganeso alto carbón, ferromanganeso refinado, silicomanganeso, bióxido de manganeso grado batería, bióxido de manganeso cerámico y óxido manganeso. La compañía minera Autlán tiene aproximadamente 32 millones de reservas probadas y 256 millones de toneladas de reservas probables de manganeso.

Este distrito contiene los depósitos de mineral de manganeso de grado metalúrgico más importantes de América de Norte (alojando casi todas las reservas probadas de manganeso en México). La explotación en este distrito es en minas a cielo abierto y subterráneas, en donde el proceso de minado de la primera consiste en retirar el material inerte y explotar el mineral, el cual es extraído y transportado a una planta procesadora donde es triturado y procesado para remover sustancias no deseadas, en la segunda, la explotación se realiza por el método de minado llamado corte y relleno, en el que se aprovecha el material inerte para rellenar las zonas explotadas, según las características estructurales de la roca que encajona al mineral. El mineral es triturado, lavado y clasificado bajo especificaciones muy rígidas, La mayoría del volumen de producción de carbonatos es enviado directamente a la zona industrial de la mina para ser triturado, luego se calcina y noduliza el horno rotatorio tipo cementero que utiliza gas natural como combustible. Este proceso elimina sustancias volátiles y aumenta el contenido de manganeso (Minera Autlán, 2005).

V.3.3.- Geología local

La geología local se encuentra incluida en el dominio calcáreo-pelítico-arenoso, que comprende una serie litológica desde el Pensilvánico-Pérmico (Paleozoico) hasta el

Jurásico superior (Mesozoico) y constituido por las formaciones Guacamaya, Huizachal, Huayacocotla, Cahuassas, Tepexic, Santiago, Chipoco, Tamán y Pimienta. En donde, a la base se considera un ambiente volcanosedimentario, seguida por un relleno de cuenca de extensión continental y a la cima un ambiente marino totalmente carbonatado (Figura 3 y 9).

Con base en estudios de núcleos de barrenación y de estratigrafía detallada, se describen cuatro unidades litológicas distintas (Ochoa, 1997), de base a la cima:

- Unidad manganesífera, constituida por caliza manganesífera arcillosa negra, en estratos de 10 a 20 cm, con algunas intercalaciones de lutita calcárea negra. La parte basal (4 a 8 m) está constituida por caliza negra, laminar, con brillo vítreo, que al meteorizarse adquiere un aspecto ferroso; presenta pirita diseminada y cantidades menores de magnetita. Esta unidad tiene un espesor de 40 hasta 80 m.

- Unidad arenosa, constituida por arenisca calcárea gris oscura en estratos de 20 a 60 cm con algunos horizontes de gránulos de cuarzo blanco lechoso. Los gránulos están bien redondeados y bien clasificados; intercalaciones de lutita calcárea arenosa son comunes, tiene un espesor de 20 a 30 m.

- Unidad limolítica, caracterizada por un predominio de limolita y lutita calcárea gris oscura con algunas intercalaciones de caliza negra. Presenta un espesor de 20 a 40 m.

- Unidad rítmica, constituida por una secuencia de caliza negra recristalizada, en estratos de 10 a 40 cm; interestratificada en forma rítmica con lutita negra en estratos de 2 a 5 cm. Tiene un espesor de 20 a 40

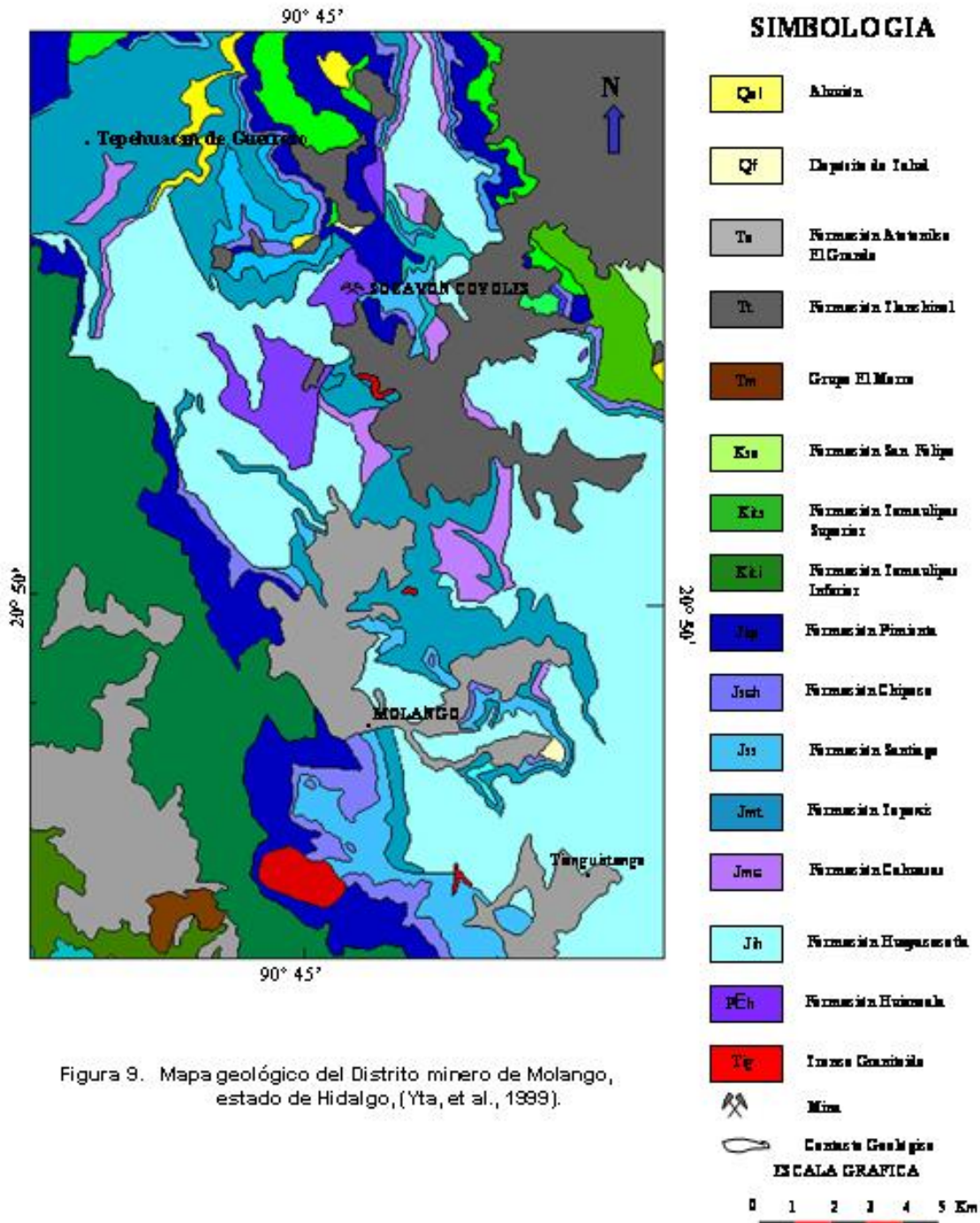


Figura 9. Mapa geológico del Distrito minero de Molango, estado de Hidalgo, (Yta, et al., 1999).

El contacto inferior de la formación Chipoco, por lo general es concordante y abrupto con la formación Santiago y se encuentra en forma discordante encima de la formación Huiznopala. El contacto superior de la formación Chipoco es transicional con la formación Pimienta. El espesor de la formación Chipoco varía de 40 hasta 240 m. La edad que se le ha asignado a esta formación en base a amonites, comprende del Kimmeridgiano temprano al Titoniano (Cantú, 1971).

V.3.4.- Yacimientos minerales

V.3.4.1.- Morfología

El yacimiento presenta una morfología estratiforme con una orientación NNW-SSE, de aproximadamente 30 km de ancho y longitud no determinada. El espesor del horizonte manganesífero es de aproximadamente 65 m, aunque sólo de los 10 a los 18 m inferiores son de importancia económica. Se encuentra encajonado en un dominio calcáreo-pelítico-arenoso, en una secuencia jurásica superior (formación Chipoco) del Kimmeridgiano-Titoniano. La mineralización se emplaza en niveles calcáreo-arcillosos, de una alternancia de lutita, lentes de calcarenita, limolita, caliza limolítica y fosilífera (Cantú, 1971).

V.3.4.2.- Mineralogía

El yacimiento se divide en dos partes, al norte Tetzintla, con una mineralogía compuesta por: manganocalcita (MnCaCO_3), kutnahorita $\text{Ca}(\text{Mn,Mg,Fe})(\text{CO}_3)_2$, rodocrosita (MnCO_3), y calcita (CaCO_3) con minerales accesorios de arcilla, cuarzo (SiO_2), pirita (FeS_2), magnetita (Fe_3O_4) y plianita (De Pablo, 1965; Okita, 1992; Ochoa 1996). El espesor de la mena es de ± 65 m con una ley de 25 a 30% de Mn en la parte basal (10 m); hacia la cima los valores bajan gradualmente hasta un 2%.

En la parte sur del yacimiento (Nonoalco) la mineralogía se compone de nsutita $[(\text{Mn}_{2+x}\text{Mn}_4?x(\text{O})_2?_2x(\text{OH})_2x)]$ con pequeñas cantidades de psilomelano $[(\text{Ba,H}_2\text{O})\text{Mn}_5\text{O}_{10}]$, pirolusita (MnO_2), criptomelano $[\text{K}(\text{Mn,Mn})_8\text{O}_{16}]$ y hausmanita (Mn_3O_4), donde la ley varía de 12% a 18%, dentro de la caliza manganesífera se observan intercalaciones concordantes de sulfuros de Fe (pirita) las cuales a su vez

presentan alternancia de diminutos niveles calcáreos. El origen del yacimiento ha sido interpretado como sedimentario (Okita, 1992), sin embargo, la evolución geológica interpretada para el Jurásico inferior de relleno de cuenca de extensión con presencia de niveles volcánicos, permite visualizar características volcanosedimentarias (distal?).

V.3.5.- Producción minera

En la actualidad el distrito Molango, perteneciente a la Compañía Minera Autlán, se procesan carbonatos de manganeso para producir manganeso grado metalúrgico, importante materia prima para la industria siderúrgica. La capacidad instalada de la planta es de 525 000 ton nódulos anuales. A diciembre de 1988, la producción acumulada es la siguiente (Tabla 3):

PRODUCCION ACUMULADA A 1988	
Explotación total de carbonatos de Mn	10' 977 203/ton
Producción de nódulos	6' 670 074/ton

Tabla 3. Producción acumulada de la Compañía Autlán.

De acuerdo a datos, de la Compañía Minera Autlán, S.A. de C.V., la unidad Molango cuenta con reservas probadas que garantizan su operación, a los niveles actuales de producción, por los siguientes 20 años.

En la unidad Nonoalco se producen concentrados de bióxido de manganeso grado batería, que se utiliza en la fabricación de pilas secas. La capacidad de la planta es de 40 000 ton/año.

En 1988, la unidad Nonoalco produjo más de 150 000 ton de concentrado de bióxido de manganeso. En gran medida, la producción anual de la planta está sujeta a las fluctuaciones de precio en el mercado.

VI.- MANUAL DE CLASIFICACIÓN DE MINERALES

El Manual de clasificación de identificación de minerales es una herramienta que será de gran utilidad para los alumnos que cursan la asignatura de Geografía y materias afines a esta, del nivel medio superior. Para determinar las características de identificación de los minerales, sobre todo las físicas, se debe contar con un material sencillo, como:

- ✓ 1 martillo de campo ó sustituirlo por un pequeño marro (2 libras)
- ✓ 1 navaja ó un exacto (*cutter*) de tamaño medio
- ✓ 1 lupa de mano de 10x (es la más común, aunque existen de 20x)
- ✓ 1 trozo de cerámica ó vidrio
- ✓ 1 frasco de ácido clorhídrico de 100 ml al 20%
- ✓ 1 gotero de plástico
- ✓ 1 caja de cerillos y/o un mechero
- ✓ 2 pliegos de papel cartoncillo de colores
- ✓ 1 pliego de papel cascarón
- ✓ 1 tijeras
- ✓ 1 caja de palillos redondos
- ✓ 1 bolsa de esferas de unicel del número 0
- ✓ 1 pinturas de agua, marca Vinci

Estas herramientas serán de mucha ayuda para observar las características de los minerales que se irán definiendo poco a poco: el martillo ayudará a reducir los minerales o muestras de mineral a un tamaño cómodo de observar con la lupa de mano y también con la lupa estereoscópica.

A determinar su fractura dependiendo del tipo de rompimiento que presente (se toma como base a los más comunes, como son el de la obsidiana y el cuarzo).

Rayarlo con la navaja para observar el color de su raya, así como para determinar el grado de dureza que presenta ese mineral, con respecto a la tabla de dureza de Mohs.

El uso del ácido nos permitirá determinar de forma rápida y simple si la composición del mineral o minerales, contienen minerales de composición carbonatada y/o saber si los minerales se encuentran embebidos en una matriz de esta composición.

El mechero nos ayudará a determinar características físicas como la decrepitación de minerales, que es el método simple de identificación para la barita.

El material de papel y unicel servirá para realizar las figuras de los sistemas cristalinos, para conocer y determinar que es un motivo, un retículo, una celda unidad, y hasta llegar a comprender los diferentes sistemas cristalinos existentes en la naturaleza, además de entender los parámetros y/o leyes que rigen a estos, como; centro de simetría, plano de simetría, eje de simetría, distancia longitudinal, ángulos formados entre los ejes cristalográficos, entre otros.

A continuación se enumeran características que son básicas y sencillas de determinar para la identificación de los minerales (en este manual sólo se realizó la identificación de 18 minerales de los tres distritos mineros de Hidalgo, con 6 cada uno, en base a su abundancia y por ser los más comunes).

Color: es cuando la luz incide en la superficie de un mineral, parte de ella se refleja y parte se refracta. Si la luz no sufre absorción, el mineral es incoloro, tanto en la luz reflejada como en la transmitida. Los minerales son coloreados porque se absorben ciertas longitudes de onda de la luz, y el color es el resultado de una combinación de aquellas longitudes de onda que llegan al ojo.

En algunos minerales, el color es una propiedad fundamental directamente relacionada a uno de sus elementos constitutivos principales y es, por consiguiente, constante y característico. Estos minerales son llamados idiocromáticos, el color les sirve como medio de identificación importante. Así la malaquita siempre es verde, la azurita azul y la rodonita y rodocrosita son rosas o rojas (Figura 10 y Tabla 4).

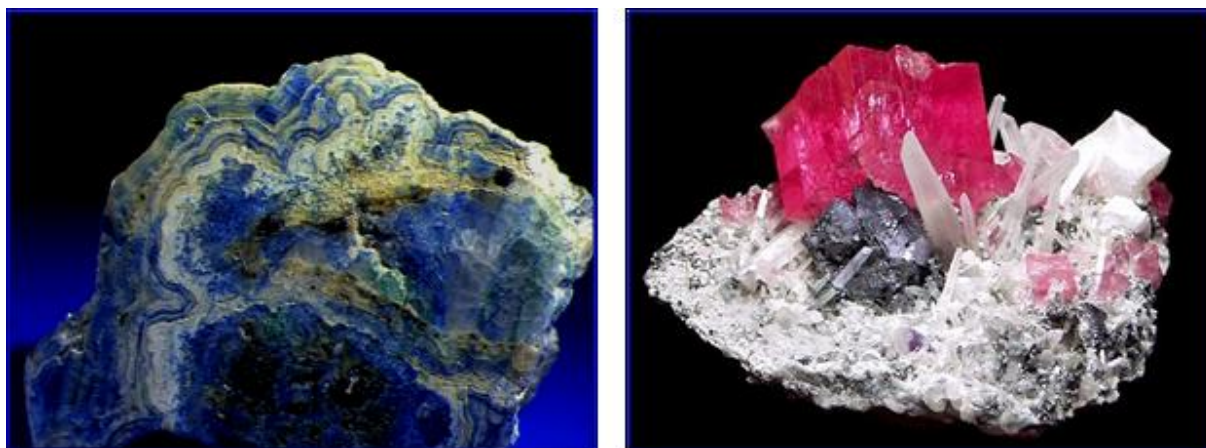


Figura 10. Minerales idiocromáticos; azul = azurita, rodocrosita = rosa/rojo, (Hurlbut, 1980).

Mineral	Color
Magnetita	negro
Hematita	rojo
Epidota	verde
Clorita	verde
Lapis lazuli	azul oscuro
Turquesa	azul característico
Malaquita	verde brillante
Cobre nativo	rojo cobrizo

Tabla 4. Tabla de colores para identificación de minerales idiocromáticos

Los minerales que presentan una variación de color, dependiendo de la presencia de impurezas (presencia de un componente químico principal), defectos en la estructura cristalina, o de finas inclusiones se llaman alocromáticos. Algunos minerales que pertenecen a los alocromáticos pueden ser:

- Feldespato potásico: cuyo color varía de incoloro a blanco pasando por color carne hasta rojo intenso o incluso verde.

- Cuarzo: Cuarzo puro es incoloro. La presencia de varias inclusiones líquidas le da un color blanco lechoso. Amatista es de color púrpura característico que probablemente es debido a impurezas de Fe^{3+} y Ti^{3+} y la irradiación radioactiva.

- Corindón: Corindón puro es incoloro. Corindón portando cromo como elemento traza es de color rojo y se le llama rubí. El zafiro es una variedad transparente de corindón de varios colores.

Por la existencia de minerales alocromáticos, el color es a veces un factor que presenta problemas para realizar la identificación de un mineral.

- Esfalerita, la sustitución progresiva del zinc por el hierro cambia el color blanco, pasando por amarillo y pardo, hasta negro.

Brillo: es el aspecto general de la superficie de un mineral cuando se refleja la luz se conoce con el nombre de brillo (Figura 11). El brillo de los minerales puede ser de dos tipos, metálico y no metálico (Tabla 5). No hay una línea clara de separación entre estos dos grupos y ciertos minerales que están entre ambos tipos se les conocen algunas veces con el nombre de semimetálicos ó submetálicos.

Brillo		Ejemplos/Descripción
Metálico		pirita, magnetita, hematina, grafito
Semimetálico		uraninita (pechblenda, UO_2), goethita
No metálico	Vítreo	tiene el reflejo del vidrio; cuarzo, olivino, turmalina
	Resinoso	presenta el aspecto de la resina; esfalerita, azufre.
	Graso	parecen estar cubiertos por aceite; yeso fibroso, malaquita,
	Oleoso	olivino
	Perlado	como el brillo de las perlas: talco, biotita, siderita
	Sedoso	como el brillo de seda: yeso de estructura fibrosa, sericita, goethita
	Mate	como el brillo de la tiza
Adamantino		Reflejo fuerte y brillante: diamante, rutilo

Tabla 5. Clasificación para minerales metálicos y no metálicos en función de su brillo.

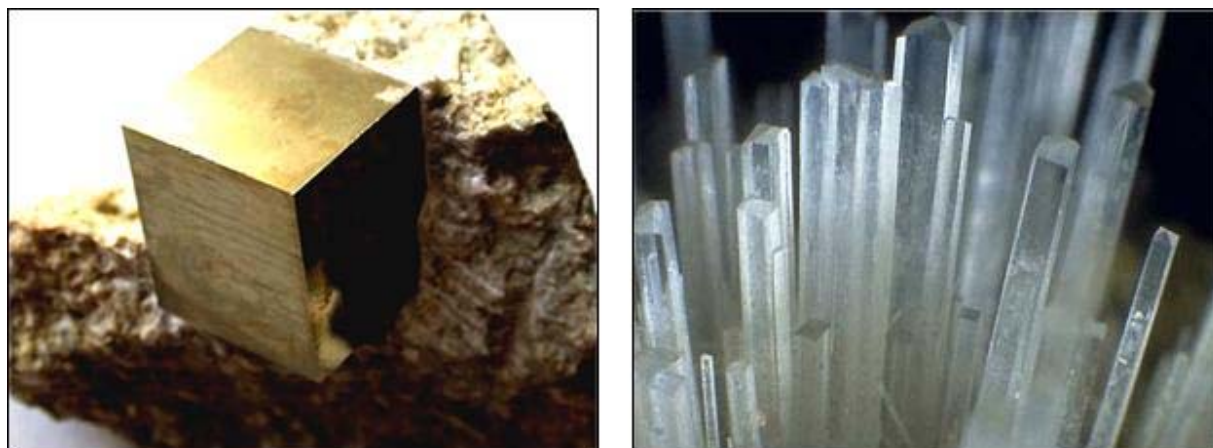


Figura 11. Minerales con diferente tipo de brillo (pirita=brillo metalicos), (natrolita = brillo vítreo), (Hurlbut, 1980).

- Dureza: es la resistencia que ofrece la superficie lisa de un mineral a ser rayada (H). El grado de dureza viene determinado por la observación de la facilidad o dificultad relativa con que un mineral es rayado por otro o por una navaja o un cuchillo (Tabla 6), también suele utilizarse como herramienta de dureza la uña, ya que con esta podemos determinar durezas de 1 a 3, inclusive hasta 3 con un poco de trabajo.

ESCALA DE DUREZA DE MOHS		
Dureza	Mineral	Comparación
1	Talco	La uña lo raya con facilidad
2	Yeso	La uña lo raya
3	Calcita	La punta de una navaja lo raya con facilidad
4	Fluorita	La punta de una navaja lo raya
5	Apatito	La punta de una navaja lo raya con dificultad
6	Ortosa	Un trozo de vidrio lo raya con dificultad
7	Cuarzo	Puede rayar un trozo de vidrio
8	Topacio	Puede rayar un trozo de vidrio
9	Corindón	Puede rayar un trozo de vidrio
10	Diamante	Puede rayar un trozo de vidrio

Tabla 6. Escala de dureza de Mohs, para medir la dureza en los minerales.

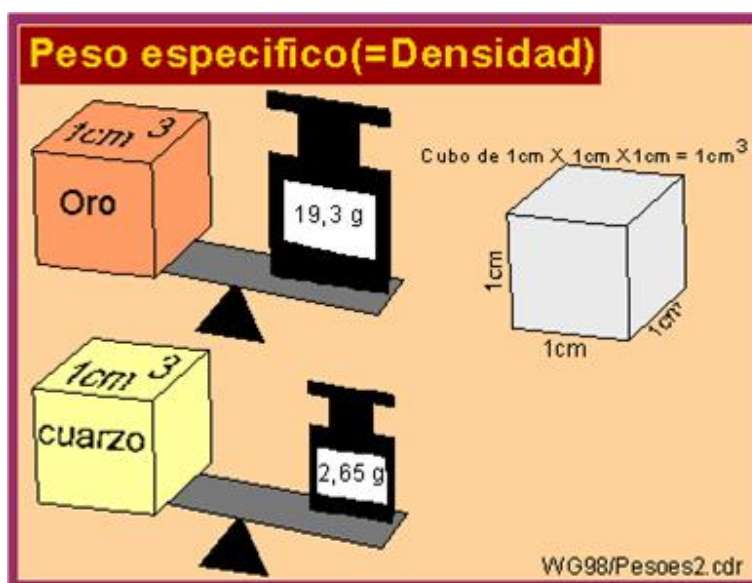
- Raya: El color del polvo fino de un mineral se conoce con el nombre de raya. La raya se emplea frecuentemente para la identificación de minerales, porque aunque el color de un mineral puede variar ampliamente, el de la raya es normalmente constante.

- Fluorescencia y fosforescencia, los minerales que se hacen luminiscentes* al ser expuestos a la acción de los rayos ultravioletas, rayos X ó rayos catódicos, son llamados fluorescentes. Si la luminiscencia continúa después de haber sido cortada la excitación, se dice entonces que el mineral es fosforescente,

* Luminiscencia, es cuando se produce una emisión de luz por un mineral que no es el resultado directo de la incandescencia.

- Peso específico: el peso específico (G) ó densidad relativa (Figura 12)* de un mineral es un número que expresa la relación entre su peso y el peso de un volumen igual de agua a 4°C. Si un mineral tiene peso específico de 2, ello significa que una muestra determinada de dicho mineral pesa dos veces lo que pesaría un volumen igual de agua.

- El peso específico de un mineral de composición determinada es constante, y su determinación es, con frecuencia, un valor importante en la identificación de un mineral (Figura 12 a).





Figuras 12 y 12a. Determinación del peso específico y/o densidad relativa de un mineral, (<http://www.geovirtual.cl>)

- Sistemas cristalinos: los sistemas cristalinos están agrupados en seis grupos, cada uno con sus ejes cristalográficos y la simetría característica de cada uno (Figura 13):

- El sistema cúbico, es una forma poliédrica constituida por seis caras cuadradas que forman ángulos de 90° entre si, cada una de las caras corta uno de los ejes cristalográficos y es paralela a los otros dos.

- En el sistema tetragonal, los cristales tienen un único eje de simetría cuaternario. Los cristales se refieren a los dos horizontales, pero el eje vertical es de longitud diferente de los otros dos.

- El sistema ortorrómbico, se caracteriza por tener tres elementos de simetría binarios, es decir, planos de simetría o ejes de simetría binarios. Se refieren a tres mutuamente perpendiculares todos de distinta longitud.

- En el sistema hexagonal, todos los cristales tienen un eje de simetría ternario o senario. Se forman cuatro ejes cristalográficos, tres ejes horizontales, iguales entre si, que se cortan en ángulos de 120° , el cuarto de longitud diferente a aquellos y perpendicular al plano de los otros tres.

- Los cristales del sistema monoclinico se caracterizan por poseer un eje binario o un plano de simetría o la combinación de un eje binario y un plano. Los cristales se refieren a tres ejes desiguales, dos de los cuales se cortan según un ángulo oblicuo y el tercero es perpendicular al plano de los otros dos.
- En el sistema triclínico, los cristales tienen un eje monario como única simetría. Esta puede ser un eje giratorio sencillo o un eje monario de inversión. Los cristales se refieren a tres ejes desiguales, todos ellos de intersección oblicua entre si.

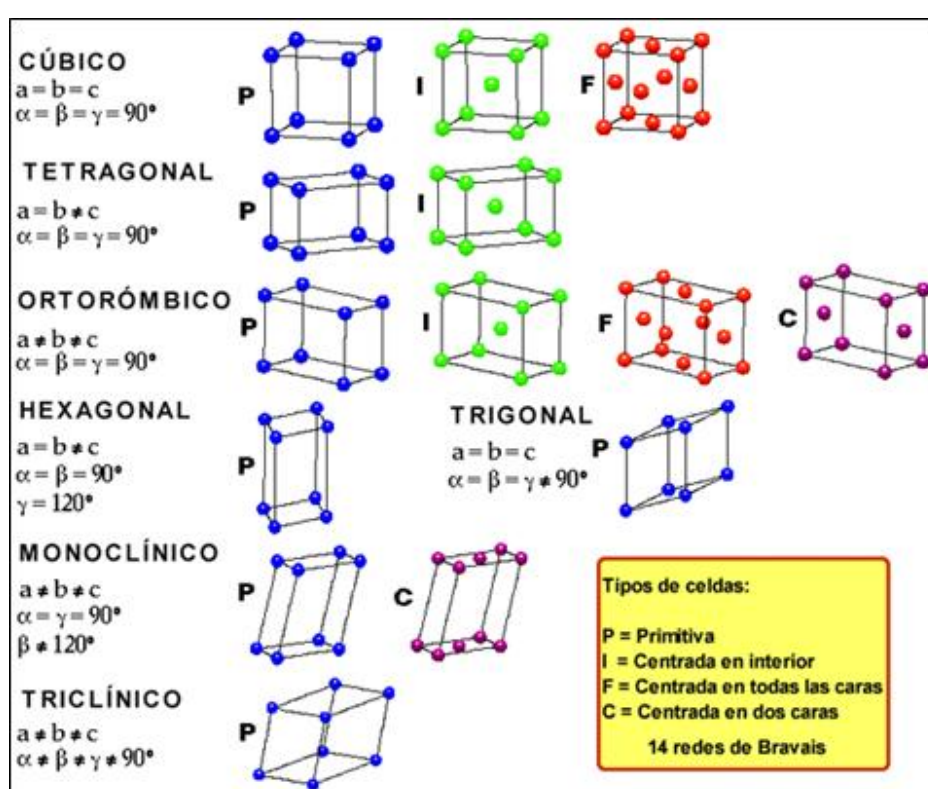


Figura 13. Principales sistemas cristalinos que conforman las redes de Bravais, (<http://www.geovirtual.cl>)

- *Fractura*: Es la manera o forma de cómo se rompe un mineral cuando no se exfolia o se parte (Figura 14); a) *concoidal*, cuando la fractura tiene superficies suaves y lisas como la cara interior de una concha. Se observa normalmente en sustancias como el vidrio y el cuarzo. b) *fibrosa o astillosa*, cuando un mineral se rompe en astillas o fibras. c) *ganchuda*, cuando un mineral se rompe según una superficie irregular, dentada y/o

con filos puntiagudos. d) *desigual o irregular*, cuando un mineral se rompe según superficies bastas e irregular.



A)



A)



B)



D)

Figura 14. Minerales (cuarzo y crisotilo) y vidrios volcánicos (obsidiana) mostrando los diferentes tipos de fractura, A) concoidal, fibrosa B) e D) irregular, (<http://www.geovirtual.cl>).

- *Hábito cristalino*: se usa para designar las formas geométricas de los cristales como cúbica, octaédrica, prismática. Debido a que el hábito es controlado por el medio ambiente en el que crecen los cristales, puede variar con la localidad, en un sitio puede ser normal y en otro tabular o fibroso (Figura 15). Uno de los factores que lo hacen variar es la temperatura (T°) de formación ó bien la presión (P°) a la cual se formaron los minerales.



A)



B)



B)



C)



D)



D)

Figura 15. Minerales que presentan diferente hábito: A) dendrítico, el cobre nativo; B) botroidal, radial y globular, la hematita; C) acicular, la kutnahorita; D) columnar, el berilo y grupo de cristales de la calcita, (<http://www.themineralgallery.com>).

- *magnetismo*: los minerales magnetita Fe_3O_4 y pirrotita $\text{Fe}_{(1-x)}\text{S}$, son los únicos minerales comunes atraídos por un pequeño imán de bolsillo. Son ferromagnéticos un imán natural con el poder de atracción y la polaridad de un imán verdadero. Son paramagnéticos, todos aquellos minerales que contienen hierro, mientras que los que son repelidos son diamagnéticos.

- *clasificación de minerales*: los minerales pueden clasificarse de diferentes maneras, pero la basada en su composición química, es la universalmente aceptada y la más utilizada (Tabla 7). Las principales divisiones de la clasificación son:

CLASIFICACIÓN DE MINERALES	
1.- Elementos nativos	7.- Nitratos
2.- Sulfuros	8.- Boratos
3.- Sulfosales	9.- Fosfatos
4.- Óxidos e Hidróxidos	10.- Sulfatos
5.- Haluros	11.- Tungstos
6.- Carbonatos	12.- Silicatos

Tabla 7. Clasificación de minerales en función de su composición química (Hurlbut, 1980).

Estas clases se subdividen en familias, basándose en los tipos químicos y la familia, a su vez, se divide en grupos, que presentan una gran similitud cristalográfica y estructural. El grupo está formado por especies, que pueden formar series entre sí, y finalmente, la especie puede tener diversas variedades. En cada clase, los minerales con mayor proporción de metal se citan primero, siguiendo con los que tienen progresivamente menos.

VII.- METODOLOGÍA

La metodología desarrollada en este trabajo consistió de los siguientes puntos:

VII.1.- Revisión bibliográfica

Esta consistió en la recolección, análisis y comprensión de temas relacionados a la mineralogía en libros, textos, manuales (Huang, 1968; Hurbult, 1980; Klein, 2002), y sobretodo en los sistemas de telecomunicaciones.(direcciones electrónicas en internet). Esta revisión llevó a conocer el contexto geológico general del Estado de Hidalgo (tipos de rocas y edades). Los distritos mineros más importantes del Estado de Hidalgo, de acuerdo a su tipo de yacimiento mineral y su magnitud, los conceptos generales de la Mineralogía, para conocer tanto las características físicas de los minerales: sistema cristalino, habito, color, dureza, raya, brillo; como las características químicas: composición, alteración, entre otras.

VII.2.- Elaboración de fichas técnicas

Las fichas técnicas se elaboraron siguiendo los conceptos del Manual y del Tratado de Mineralogía de Dana (Hurbult, 1980; Klein, 2002) y las cuales tendrán la siguiente información:

- se pondrán unas imágenes del mineral en cuestión (imágenes obtenidas en diferentes direcciones de la Internet),
- el nombre del mineral,
- sistema cristalino al que pertenece el mineral,
- color y/o colores del mineral,
- raya en función de la tabla de dureza de Mohs,
- brillo y otras características físicas y químicas,
- además de la información sobre su uso y/o aplicaciones y tipo de yacimiento mineral al que corresponde.

Para estas fichas se seleccionaron solamente 18 minerales más representativos de los tres distritos mineros (6 de cada uno), de Zimapán, Pachuca- Real del Monte y Molango, en función de ser los más comunes y abundantes.

VIII.- FICHA TÉCNICA PARA DETERMINAR MINERALES

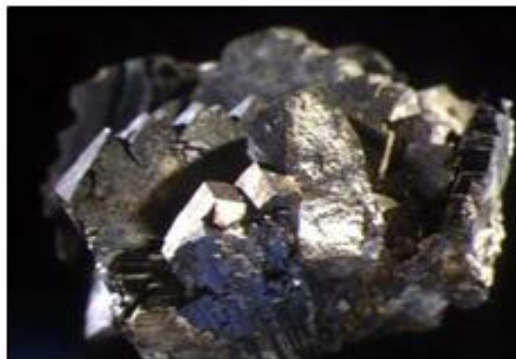
Para determinar la especie mineral, existen varios métodos, dentro de los más eficaces está el ensayo físico que es el de manejo manual en función a la respuesta del mineral. Esta ficha tiene la finalidad de practicar la identificación de los minerales encontrados en el estado de Hidalgo.

FICHA PARA IDENTIFICACIÓN DE MINERALES		
Propiedades	Descripción	Observaciones
1.- Color	<i>a) idiocromático, b) alocromático</i>	
2.- Brillo	<i>a) metálico, b) no metálico, c) submetálico</i>	
3.- Dureza	<i>En función de la escala de Mohs, 1 al 10</i>	
4.- Raya	<i>a) incolora, b) coloreada</i>	
5.- Sistema cristalino	<i>En función de los 6 sistemas cristalinos: a) isométrico, b) tetragonal, c) hexagonal, d) ortorrómbico, e) monoclinico, f) triclinico</i>	
6.- Fractura	<i>En función de su rompimiento (concoidal, fibrosa ó astillosa, ganchuda e irregular.</i>	
7.- Hábito cristalino	<i>Designa las formas geométricas de los cristales como cúbica, octaédrica, prismática.</i>	
8.- Respuesta física	<i>a) calor, b) magnetismo,</i>	
9.- Respuesta química	<i>a) ácidos, b) bases, c) agua</i>	
10.- Familia	<i>Elementos nativos, Sulfuros, Sulfosales, Óxidos/hidróxidos, Haluros, Carbonatos, Boratos, Nitratos, Sulfatos, Tungstanatos, Molibdatos, Fosfatos, Arseniatos, Vanadatos y Silicatos.</i>	
11.- Posible nombre	<i>Existe un considerable número de minerales, pero se refiere a los más comunes y representativos de los distritos mineros del estado de Hidalgo.</i>	
12.- Posible fórmula	<i>De acuerdo a los elementos observados.</i>	
13.- Usos	<i>Aplicaciones en la industria.</i>	
14.- Composición química	<i>En función de las fórmulas teóricas establecidas por técnicas analíticas.</i>	
15.- Yacimiento	<i>En función de su ocurrencia.</i>	

Tabla 8. Ficha para la identificación de minerales, con información básica a determinar (observaciones) en laboratorio y campo.

MINERALES DEL DISTRITO MINERO ZIMAPAN

I- INFORMACIÓN GENERAL
Nombre: Mispiquel (arsenopirita)
Clase: Sulfuros
Fórmula química: $AsFeS_3$
Etimología: es una contracción del antiguo término <i>Pirita arsenical</i>
Variaciones:
Composición: Fe=34.3 %; As=46 % y S= 19.7%, el Fe puede ser sustituido por el Co (Co, Fe) $_2$ As $_2$ S $_3$
Yacimiento: en pegmatitas y depósitos metamórficos de contacto.
II- CRIPTOLOGRAFIA
Sistema Cristalino: Monoclínico
Hábito: cristales prismales, maclados y en forma masiva.
III- PROPIEDADES FÍSICAS
Brillo: metálico
Color: blanco de plata
Raya: negra
Densidad: 6.07
Dureza: 5.5-6.0
Fractura: de igual
IV- PROPIEDADES QUÍMICAS
Peso molecular: 162.832 g
Uso: principal fuente de As, aleaciones con Pb, en medicina, pinturas y fuegos artificiales, insecticidas, pigmentos y fabricación de vidrio.



<http://www.uned.es/verisitem/informacion/arsenopirita/arsenopirita.htm>



<http://www.uned.es/verisitem/informacion/arsenopirita/arsenopirita.htm>

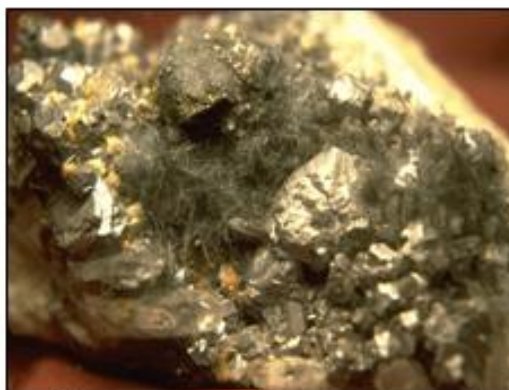


<http://www.uned.es/verisitem/informacion/arsenopirita/arsenopirita.htm>

I- INFORMACIÓN GENERAL
Nombre: Boulangerita
Clase: Sulfosales
Fórmula química: $Pb_2Sb_4S_{11}$
Etimología: en honor del ingeniero de minas francés C.L. Boulanger
Variedades:
Composición: Pb = 55.34%; Sb = 25.305%; S = 18.08% y Fe = 0.52%
Yacimiento:
II- CRIPTOLOGRAFIA
Sistema Cristalino: Monoclínico
Forma y Hábito:
III- PROPIEDADES FÍSICAS
Brillo: metálico mate
Color: gris plomo azulado
Raya: pardo rojizo - negra
Densidad: 6.0
Dureza: 2.5 - 3.0
Fractura: de igual
IV- PROPIEDADES QUÍMICAS
Peso molecular: 1075.65 g
Uso: mina de Pb y mina muy secundaria de Sb.



<http://www.uned.es/cristalografia/imagenes/boulangerita.htm>



<http://www.uned.es/cristalografia/imagenes/boulangerita.htm>

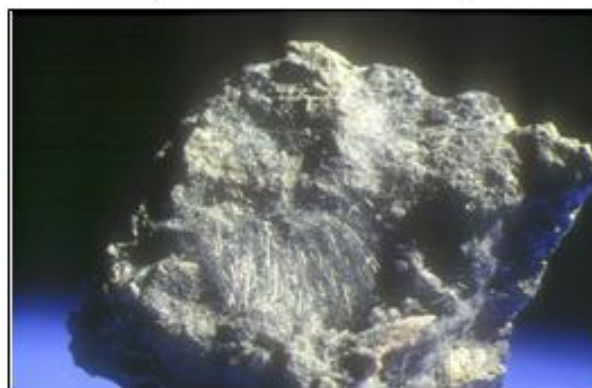


<http://www.uned.es/cristalografia/imagenes/boulangerita.htm>

I- INFORMACIÓN GENERAL
Nombre: Jamesonita
Clase: Sulfosales
Fórmula química: $Pb_2FeSb_6S_{14}$
Etimología: en honor del Mineralogista Inglés Robert Jameson (1774-1854)
Varietades: plumosita, comprende un cierto número de minerales similares a la jamesonita, tanto en composición como en características físicas generales
Composición: en S_{14}, Sb_6, Pb_2, Fe ; Pb = 40.16%; Fe = 2.71%; Sb = 35.33%; S = 21.74%. El Cu y Zn pueden hallarse en pequeñas cantidades.
Vicinito: está asociada con otros sales de plomo, galena, esfalerita, y estalerita, se halla en vetas de baja a moderada temperatura.
II- CRIPTALOGRAFIA
Sistema Cristalino: Monoclínico
Hábito: en cristales aciculares o en formas capilares
III- PROPIEDADES FÍSICAS
Brillo: metálico
Color: gris de acero a negro grisáceo
Raya: gris de acero a negro grisáceo
Densidad: 5.6
Dureza: 2.0 - 3.0
Fractura: concoidal
IV- PROPIEDADES QUÍMICAS
Peso molecular: 2064.00 g
Uso: una muestra menor de plomo
Bibliografía: Huribut, Jr., C. H., 1998. Manual de Mineralogía de Dana, Ed. Reverte, S. A. México, p. 520



<http://www.uned.es/veritem/informacion/jamesonita.htm>



<http://www.uned.es/veritem/informacion/jamesonita.htm>



<http://www.uned.es/veritem/informacion/jamesonita.htm>

I- INFORMACIÓN GENERAL
Nombre: Pirargirita
Clase: Sulfosales
Fórmula química: Ag_3SbS_3
Etimología: deriva de dos palabras griegas que significan fuego y plata, alusión a su color y composición.
Varietades: poliborita $Sb_2Sb_2Ag_{10}$ y astenita Sb_2SbAg_2
Composición: Ag = 53.79%; Sb = 22.59%; S = 17.89%, hay una solución sólida muy pequeña entre la pirargirita y la proustita.
Yacimiento: esta se asocia a la proustita y otros sulfosales de plata, argentita, tetradrita y plata nativa.
II- CRIPTALOGRAFIA
Sistema Cristalino: Hexagonal
Hábito: normalmente en masas compactas y cristales diseminados.
III- PROPIEDADES FÍSICAS
Brillo: adamantino
Color: rojo
Raya: roja
Densidad: 5.57
Dureza: 2.0 - 2.5
Fractura:
IV- PROPIEDADES QUÍMICAS
Peso molecular: 87.35 g
Uso: mina de plata
Bibliografía: Hurlbut, Jr., C. S., 1958. <i>Manual de Mineralogía de Dana</i> , Ed. Reverte, S. A. México, p. 520



<http://www.uned.es/verisitem/informacion/pirargirita.htm>



<http://www.uned.es/verisitem/informacion/pirargirita.htm>



I- INFORMACIÓN GENERAL
Nombre: Pirrotita
Clase: Sulfuros
Fórmula química: $Fe_{1-x}Ni_xS$
Etimología: el nombre de pirrotina deriva del griego rojo
Variaciones: troilita es próxima a Fe puro.
Composición: tiene una composición variable, con deficiencia de hierro, $(Fe_{1-x})S$ con x entre 0 y 0.2.
Yacimiento: esta asociada con rocas ígneas básicas. También se encuentra en depósitos metamórficos de contacto, en vetas y en pegmatitas
II- CRIPTOLOGRAFIA
Sistema Cristalino: Hexagonal
Hábito: cristales tabulares, piramidales, y granular lamelar
III- PROPIEDADES FÍSICAS
Brillo: metálico
Color: bronce pardo
Raya: negra
Densidad: 4.58-4.65
Dureza: 4.0
Fractura:
IV- PROPIEDADES QUÍMICAS
Peso molecular: 87.311 g
Uso: se beneficia por su contenido de níquel, cobre y platino. (Sudbury, Ontario) también es fuente de azufre y manganeso de hierro.



<http://www.uned.es/cristalismo/fichas/spirrotita.htm>



<http://www.uned.es/cristalismo/fichas/spirrotita.htm>



<http://www.uned.es/cristalismo/fichas/spirargirita.htm>

I- INFORMACIÓN GENERAL
Nombre: Vanadinita
Clase: Vanadatos
Fórmula química: $Pb_5(VO_4)_3Cl$
Etimología: relativo al vanadio
Variaciones: andlitchita, intermedia entre la vanadinita y mimetita, la proporción de V_2O_5 y As_2O_5 es casi de 1:1.
Composición: PbO = 78.79%; Cl = 2.59%; V_2O_5 = 18.49%.
Yacimiento: es un mineral muy raro, de origen secundario, que se encuentra en las zonas de oxidación de las vetas de plomo.
II- CRIPTALOGRAFIA
Sistema Cristalino: Hexagonal
Hábito: cristales prismáticos y redondos, cavernosos algunas veces y en forma globular.
III- PROPIEDADES FÍSICAS
Brillo: resaca y adamantina
Color: rojo de rubí
Rayo:
Densidad: 6.9
Dureza: 3.0
Fractura:
IV- PROPIEDADES QUÍMICAS
Peso molecular: 1416.23 g
Uso: para la fabricación de acero duro, el ácido metavanádico VO_3H es un colorante amarillo al cual se emplea como mordiente de tintarías.



<http://www.uned.es/cristalografia/vanadinita.htm>



<http://www.uned.es/cristalografia/vanadinita.htm>



<http://www.uned.es/cristalografia/vanadinita.htm>

MINERALES DEL DISTRITO MINERO PACHUCA-REAL DEL MONTE

I- INFORMACIÓN GENERAL
Nombre: Argentita
Clase: Sulfuros
Fórmula química: Ag ₂ S
Etimología: procede del latín <i>argenteum</i> , que significa plata
Variaciones:
Composición: Ag = 87.19%; S = 12.81%
Yacimiento: mineral primario en vetas asociado a plata nativa, plata roja, polibazita, estibnita, galena y esfalerita, también en inclusiones microscópicas en la galena argentífera.
II- CRYSTALOGRAFIA
Sistema Cristalino: Isométrico
Hábito: normalmente en masas o revestimientos.
III- PROPIEDADES FÍSICAS
Brillo: metálico
Color: negro
Raya: negra
Densidad: 7.3
Dureza: 2.0 - 2.5
Fractura:
IV- PROPIEDADES QUÍMICAS
Peso molecular: 247.8 g
Uso: mena de plata
Bibliografía: Hurlbut, Jr., C. S., 1958. Manual de Mineralogía de Dana, Ed. Reverte, S. A. México, p. 520.



<http://www.uned.es/ver/tam/interficha/argentita.htm>



<http://www.uned.es/ver/tam/interficha/argentita.htm>



<http://www.uned.es/ver/tam/interficha/argentita.htm>

I- INFORMACIÓN GENERAL
Nombre: Galena
Clase: Sulfuros
Fórmula química: PbS
Etimología: deriva del nombre latino dado en un principio a las manos de plomo.
Varietades:
Composición: Pb = 86.6%; y S = 13.4%
Yacimiento: se encuentra en vetas, asociado con esfalerita, pirita, marcasita, calcopirita, cerusita, anglesita, dolomita, calcita, cuarzo, barita, y fluorita. En vetas hidrotermales se asocia a menudo con minerales de plata.
II- CRI TALOGRAFIA
Sistema Cristalino: isométrico
Hábito: la forma más común es en cubo y a veces en octaedro.
III- PROPIEDADES FÍSICAS
Brillo: metálico
Color: gris plomo
Raya: gris plomo
Densidad: 7.4 – 7.6
Dureza: 2.5
Fractura:
IV- PROPIEDADES QUÍMICAS
Peso molecular: 239.25 g
Usos: en la fabricación del vidrio y el barniz de la laca, en la fabricación de tuberías, láminas, perdigones, y como pantallas de protección en el trabajo del uranio y otras sustancias radiactivas.



<http://www.uned.es/cristalografia/galena.htm>



<http://www.uned.es/cristalografia/galena.htm>

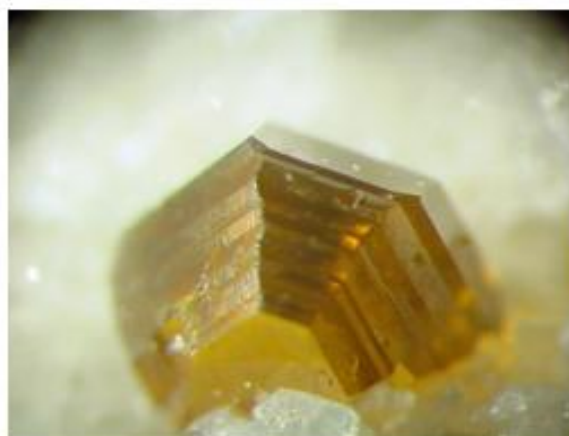


<http://www.uned.es/cristalografia/galena.htm>

I- INFORMACIÓN GENERAL
Nombre: Estalrita
Clase: Sulfuros
Fórmula química: ZnS
Etimología: es del griego y significa traidor
Varietades: la wurtzita, y la forma dimorfa
Composición: Zn = 67.09%; S = 32.90%, el manganeso y el cadmio normalmente se hallan presentes, aunque en pequeñas cantidades.
Yacimiento: se encuentra principalmente en vetas y depósitos en calizas, vetas en rocas ígneas y depósitos metamórficos de contacto.
II- CRISTALOGRAFIA
Sistema Cristalino: Isométrico
Hábito: se encuentra generalmente en masas estalactitas o granulares, compacta y botroidal.
III- PROPIEDADES FÍSICAS
Brillo: resinoso
Color: blanco cuando es puro y verde cuando es el puro, normalmente amarillento, pardo o negro.
Raya: blanca a amarilla parda
Densidad: 3.9 - 4.1
Dureza: 3.5 - 4
Fractura:
IV- PROPIEDADES QUÍMICAS
Peso molecular: 153.28 g
Uso: galvanización del hierro, obtención del latón, aleación de cobre y zinc, en baterías eléctricas y como planchas de zinc, fabricación de pinturas, conservador de madera, tintorerías y medicina, además de fuente importante de cadmio, indio, galio y germanio.
Bibliografía: Hurlbut, Jr., C. H., 1958. Manual de Mineralogía de Dana, Ed. Reverte, S. A. México, p. 520.



<http://www.uned.es/seri/stam/Inerffche/stalrita.htm>



<http://www.uned.es/seri/stam/Inerffche/stalrita.htm>



<http://www.uned.es/seri/stam/Inerffche/stalrita.htm>

I- INFORMACIÓN GENERAL
Nombre: Oro
Clase: Nativos
Fórmula química: Au
Etimología: deriva de la palabra latina "aurum"
Variedades:
Composición: entre el oro y la plata existe una serie completa de soluciones sólidas y la mayor parte del oro contiene plata, el oro de California contiene de 10 a 15% de plata y cuando este último elemento está en proporción mayor del 20%, la aleación se llamada electrum. La pureza o ley del oro se expresa en partes por 1000, la mayor parte del oro nativo, contiene un 10% aproximadamente de otros metales y por lo tanto su ley es 900.
Yacimiento: la principal fuente de oro son las vetas hidrotermales de cuarzo y oro, junto con la pirita y otros sulfuros.
II- CRYSTALOGRAFIA
Sistema Cristalino: Isométrico
Hábito: frecuentemente en grupos arborescentes con cristales alargados, con formas filiformes, reticuladas y dendríticas, raras veces en cristales, normalmente en placas irregulares, a veces como masas.
III- PROPIEDADES FÍSICAS
Brillo: opaco
Color: varias tonalidades de amarillo
Raya: amarilla brillante
Densidad: 19.3
Dureza: 2.0-2.5
Fractura: Irregular
IV- PROPIEDADES QUÍMICAS
Peso molecular: 196.97 g
Uso: en la fabricación de monedas y en joyería, una pequeña parte se emplea con fines dentales.
Bibliografía: Hurlbut, Jr., C. S., 1958. Manual de Mineralogía de Dana, Ed. Reverte, S. A. México, p. 520.



<http://www.uned.es/serlistam/Inerfichs/oro.htm>



<http://www.uned.es/serlistam/Inerfichs/oro.htm>

I- INFORMACIÓN GENERAL
Nombre: Plata
Clase: Nativos
Fórmula química: Ag
Etimología: nombre de origen desconocido
Variaciones:
Composición: contiene frecuentemente mercurio, cobre y oro en aleación, en casos menos frecuentes platino, antimonio y bismuto.
Yacimiento: está extensamente distribuida en pequeñas cantidades, principalmente en la zona de oxidación de los depósitos minerales.
II- CRIPTALOGRAFIA
Sistema Cristalino: Isométrico
Hábito: frecuentemente en grupos arborescentes y reticulados, normalmente en masas irregulares, placas y escamas, a veces granular o en finas alambres.
III- PROPIEDADES FÍSICAS
Brillo: metálico
Color: blanco de plata
Raya: blanco de plata
Densidad: 10.5
Dureza: 2.5 - 3.0
Fractura: estriada
IV- PROPIEDADES QUÍMICAS
Peso molecular: 107.87 g
Uso: ornamento, moneda y plataba, se emplea además para formar aleaciones con el cobre.
Bibliografía: Huribut, Jr., C. H., 1958. Manual de Mineralogía de Dana, Ed. Reverte, S. A. México, p. 520.

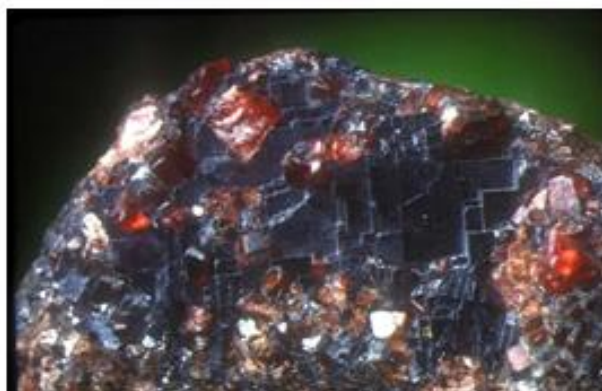


<http://www.uned.es/seris/tem/inert/che/splata.htm>



<http://www.uned.es/seris/tem/inert/che/splata.htm>

I- INFORMACIÓN GENERAL
Nombre: Rodonita
Clase: Silicatos {Piroxenoide}
Fórmula química: $Mn\{SiO_3\}$
Etimología: derive de una palabra griega que significa rosa, por su color.
Varietades: tetrarita, mineral de color rojo a gris asociado a la rodonita.
Composición: MnO = 54.19%, SiO_2 = 45.9, generalmente están presentes el calcio y el hierro, reemplazando en parte al manganeso y en la variedad fosalita, el Zn sustituye al Mn.
Yacimiento: se encuentra asociado con otros minerales de manganeso y minerales de hierro.
II- CRISTALOGRAFIA
Sistema Cristalino: Triclinico
Hábito: generalmente en forma masiva, tallada o compacta.
III- PROPIEDADES FÍSICAS
Brillo: vítreo
Color: rosa-rojizo
Rayo: blanco
Densidad: 3.4 - 3.7
Dureza: 5.5 - 6.0
Fractura:
IV- PROPIEDADES QUÍMICAS
Peso molecular: 131.02 g
Uso: pulido se usa como piedra de adorno.



<http://www.uned.es/seris/bm/iner/che/rodonita.htm>



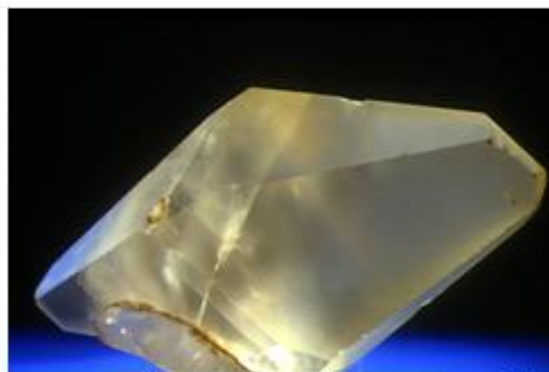
<http://www.uned.es/seris/bm/iner/che/rodonita.htm>



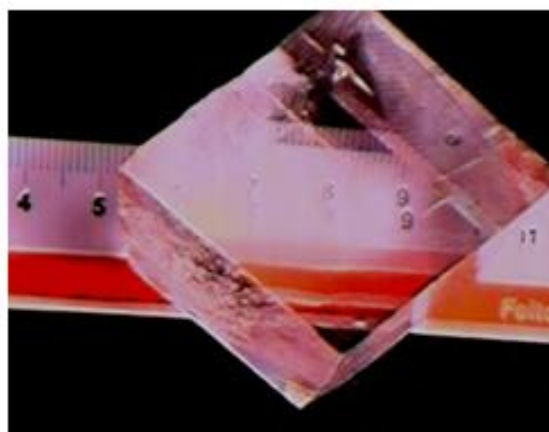
<http://www.uned.es/seris/bm/iner/che/rodonita.htm>

MINERALES DEL DISTRITO MINERO MOLANGO

I- INFORMACIÓN GENERAL
Nombre: Calcita
Clase: Carbonatos
Fórmula química: CaCO_3
Etimología: de la palabra latina calx, de significado cal viva.
Variaciones:
Composición: $\text{CaO} = 56\%$, $\text{CO}_2 = 44.0\%$, el manganeso y el hierro ferrroso pueden sustituir al calcio y una serie isomorfa completa se extiende hasta la rodocrosita.
Yacimiento: aparece como enormes y extensas masas de rocas sedimentarias, en las cuales la calcita es el mineral más importante, siendo el único mineral presente en ciertas calizas.
II- CRISTALOGRAFIA
Sistema Cristalino: Hexagonal
Hábito: cristales en hábitos extremadamente variados, generalmente muy complicados.
III- PROPIEDADES FÍSICAS
Brillo: vítreo a terroso
Color: generalmente blanco, pero puede tener diversos tonos de gris, rojo, verde, azul y amarillo
Raya: blanca
Densidad: 2.71
Dureza: 3.0
Fractura:
IV- PROPIEDADES QUÍMICAS
Peso molecular: 84.31 g
Uso: fabricación de cementos y cal para confección de morteros.
Bibliografía: Hurlbut Jr., C. D., 1958. Manual de Mineralogía de Dana, Ed. Reverte, S. A. México, p. 520.



<http://www.uned.es/verifcam/Inerficha/Calcita.htm>



<http://www.uned.es/verifcam/Inerficha/Calcita.htm>



<http://www.uned.es/verifcam/Inerficha/Calcita.htm>

I- INFORMACIÓN GENERAL
Nombre: Rodocrosita
Clase: Carbonato
Fórmula química: $MnCO_3$
Etimología: deriva de dos palabras griegas rosa y color en solución o color rosa
Variaciones:
Composición: $MnO = 61.7\%$; $CO_2 = 38.3\%$, el hierro y el calcio están normalmente presentes.
Yacimiento: mineral relativamente raro, aparece en vetas de plomo, plomo, cobre y otros minerales de manganeso.
II- CRYSTALOGRAFIA
Sistema Cristalino: Hexagonal
Hábito: generalmente en masas estalladas, granular y compacta.
III- PROPIEDADES FÍSICAS
Brillo: vítreo
Color: rosa
Rayo: blanco
Densidad: 3.5 - 3.7
Dureza: 3.5 - 4.0
Fractura:
IV- PROPIEDADES QUÍMICAS
Peso molecular: 114.95 g
Uso: masa secundaria de manganeso, pequeñas aplicaciones con fines ornamentales.



<http://www.uned.es/seris/tem/instrfich/rodocrosita.htm>



<http://www.uned.es/seris/tem/instrfich/rodocrosita.htm>



<http://www.uned.es/seris/tem/instrfich/rodocrosita.htm>

I- INFORMACIÓN GENERAL
Nombre: Pirrolusita
Clase: Óxido
Fórmula química: MnO ₂
Etimología: deriva de las palabras griegas "pyros", que significa fuego y "lupos" lavar, debido a que se emplea por su efecto oxidante para limpiar el vidrio de los colores debidos al hierro.
Variaciones: wed, es una masa de manganeso formada por una mezcla de óxido de manganeso.
Composición: Mn = 63.2; O = 36.8%, normalmente contiene un poco de agua.
Yacimiento: es un mineral supergénico, se halla también en vetas con el cuarzo y otros minerales metálicos.
II- CRIPTALOGRAFIA
Sistema Cristalino: Tetragonal
Hábito: normalmente en fibras o columnas radiales, masiva granular, reniforme y dendrítica.
III- PROPIEDADES FÍSICAS
Brillo: metálico
Color: negro de hierro
Raya: negro de hierro
Densidad: 4.75
Dureza: 1.0 - 2.0
Fractura: estriada
IV- PROPIEDADES QUÍMICAS
Peso molecular: 86.54 g
Uso: como oxidante en la fabricación de cloro, bromo y oxígeno, desinfectante en el pargameno papirico, secante en las pinturas, decolorante del cristal y en baterías y acumuladores eléctricos.
Bibliografía: Hurlbut, Jr., C. S., 1958. Manual de Mineralogía de Dana, Ed. Reverte, S. A. México, p. 520.



<http://www.uned.es/cri/stom/Inerffich/spiralu/sla.htm>



<http://www.uned.es/cri/stom/Inerffich/spiralu/sla.htm>



<http://www.uned.es/cri/stom/Inerffich/spiralu/sla.htm>

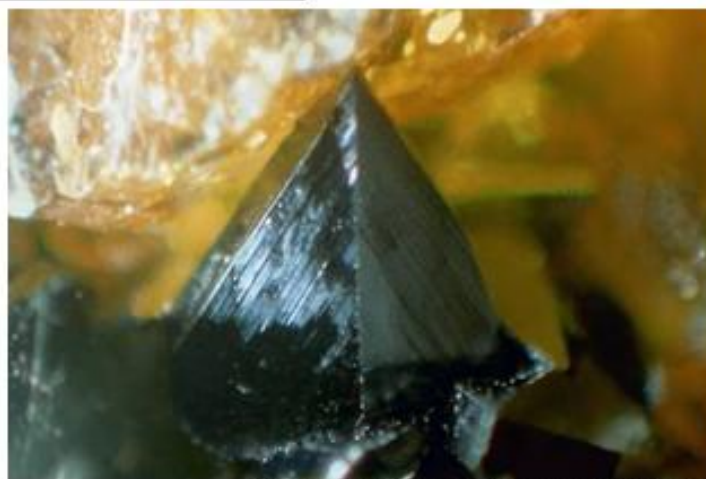
I- INFORMACIÓN GENERAL
Nombre: Manganita
Clase: Hidróxidos
Fórmula química: $MnO(OH)$
Etimología:
Variaciones:
Composición: Mn = 62.49%; O = 27.39%; H_2O = 10.39%.
Yacimiento: se encuentra asociada con óxidos de manganeso en cavidades formadas por las lluvias, a menudo en vetas hidrotermales de baja temperatura asociada a barita, siderita y calcita.
II- CRISTALOGRAFIA
Sistema Cristalino: Monoclínico
Hábito: cristales agrupados en forma de concreciones, masas radiales y columnar.
III- PROPIEDADES FÍSICAS
Brillo: metálico
Color: gris oscuro a negro
Raya: pardo oscuro
Densidad: 4.3
Dureza: 4.0
Fractura: de igual
IV- PROPIEDADES QUÍMICAS
Peso molecular: 87.95 g
Uso: meta secundaria de manganeso.



<http://www.uned.es/cristalografia/manganita.htm>

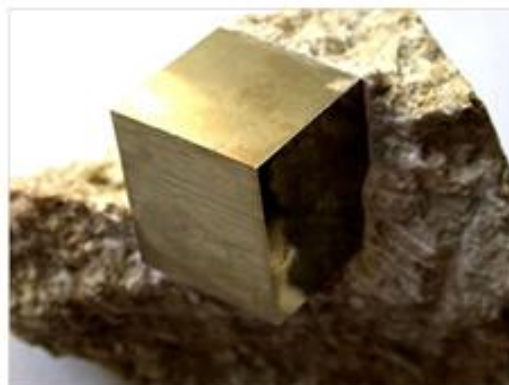


<http://www.uned.es/cristalografia/manganita.htm>



<http://www.uned.es/cristalografia/manganita.htm>

I- INFORMACIÓN GENERAL
Nombre: Pirita
Clase: Sulfuros
Fórmula química: FeS_2
Etimología: se deriva de la palabra griega fuego, en alusión a que al ser golpeada con un martillo salen chispas.
Variaciones: su contenido hace que a veces se le llame como pirita de hierro.
Composición: Fe = 46.49%; S = 53.51%, contiene pequeñas cantidades de níquel y cobalto.
Yacimientos: es el sulfuro más común y abundante, se forma tanto a alta como a bajas temperaturas, para las masas mayores son probablemente de alta temperatura.
II- CRISTALOGRAFIA
Sistema Cristalino: Isométrico
Hábito: la forma más común es el cubo, con caras que normalmente están rayadas con estrías, también masiva, granular, reniforme, globular y estalactita.
III- PROPIEDADES FÍSICAS
Brillo: metálico
Color: amarillo latón
Rayo: verde a negro
Densidad: 5.02
Dureza: 6.0 - 6.5
Fractura: concoidal
IV- PROPIEDADES QUÍMICAS
Peso molecular: 119.97 g
Uso: se beneficia frecuentemente por el oro o cobre asociado con ella, debido a la gran cantidad de azufre, el mineral se emplea como mena de hierro en los países que no disponen de menas de óxidos.
Bibliografía: Hurlbut, Jr., C. H., 1958. Manual de Mineralogía de Dana, Ed. Reverte, S. A. México, p. 520.



<http://www.uned.es/cristalografia/imagenes/spirita.htm>

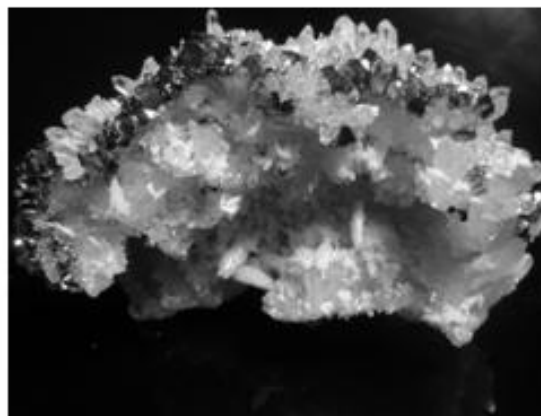


<http://www.uned.es/cristalografia/imagenes/spirita.htm>



<http://www.uned.es/cristalografia/imagenes/spirita.htm>

I- INFORMACIÓN GENERAL
Nombre: Manganoceolita
Clase: Carbonato
Fórmula química: $MnCO_3$
Etimología:
Varietas:
Composición:
Yacimiento: asociada a minerales como rodocrosita, neulita, y otros carbonatos de Mn
II- CRI TALOGRAFIA
Sistema Cristalino: Trigonal
Hábito: presenta un color blanquecino uniforme, es semidura, ligera y soluble en ácido clorhídrico.
III- PROPIEDADES FÍSICAS
Brillo: metálico
Color: blanco y rosa
Rayo: blanco
Densidad: 5.02
Dureza: 3.0
Fractura:
IV- PROPIEDADES QUÍMICAS
Peso molecular: 155.03 g
Uso: puede ser utilizada en la industria metalúrgica y química y en actividades agrícolas.



http://www.bolivia.gov.bo/mineral_011.htm



http://www.bolivia.gov.bo/mineral_011.htm



http://www.peru.ecologica.com.pe/Mineral_manganoceolita.htm

IX.- CONCLUSIONES

- Este trabajo muestra de una manera general el contexto geológico regional del estado de Hidalgo, para que el lector tenga el conocimiento básico de la geología del estado, ya que la descripción de las unidades rocosas es compleja y en ocasiones difícil a entender e interpretar.
- Se muestran las rocas que están asociadas con los yacimientos minerales metálicos de los distritos mineros más relevantes del estado (tipo de yacimiento, dimensiones, importancia económica, entre otras) como; Zimapán, Pachuca-Real del Monte y Molango.
- Se creará una litoteca (*mineraloteca*), la cual servirá de apoyo didáctico para algunos temas específicos de la signatura de Geografía que cursan los estudiantes de nivel Medio Superior (Bachillerato). Dicha litoteca contará con 75 espacios (cada mueble) para las muestras de minerales que serán clasificadas mediante la realización de fichas técnicas.
- Cada ficha técnica contiene información general, características físicas y químicas, además del apoyo visual de imágenes del mineral obtenidas en diferentes direcciones electrónicas. Esto generará un Manual como material didáctico y de apoyo bibliográfico, con lo que se pretende que en un futuro, este manual se enriquezca, tanto en variedades de minerales como en rocas.
- Este manual se realizará por medio de las prácticas de laboratorio que deberán realizar los alumnos y que comprenderán las lecciones básicas de la cristalografía (planos, ejes, centro de simetría y sistemas cristalinos), mineralogía física (hábito, color, luminiscencia, fosforescencia, entre otras), mineralogía química básica (reacciones con los ácidos principalmente) y mineralogía determinativa por medio de las pruebas anteriores (determinar el tipo y nombre del mineral en revisión).

- Se realizaron 18 fichas técnicas de los tres distritos, 6 de Zimapán (arsenopirita, boulangerita, jamesonita, pirargirita, pirrotita, vanadinita), 6 de Pachuca-Real del Monte (argentita, galena, esfalerita, oro nativo, plata nativa, rodonita) y 6 de Molango (calcita, rodocrosita, pirolusita manganita, piritita, manganocalcita), que son algunos de los minerales más comunes y abundantes de cada distrito.

- Finalmente, el aprendizaje teórico-práctico e interactivo por medio de este método y del material auxiliar (manual y litoteca), permitirá a los estudiantes de bachillerato tener una mejor comprensión de las asignaturas a estudiar.

BIBLIOGRAFÍA

- Cantú Ch., A., 1971, La serie Huasteca (Jurásico medio-superior) del centro de México. Revista del Instituto Mexicano del Petróleo, Vol. 3 p. 17-40.
- Carrillo B., J., 1961, Geología del Anticlinorio Huizachal-Peregrina al NW de Ciudad Victoria, Tamaulipas. Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, Vol. 13, 100 p.
- Carrillo M., M. y Suter, Max, 1991, Región de Zimapán, Hidalgo, observación de un ejemplo de la tectónica de la Sierra Madre Oriental: Universidad Nacional Autónoma de México, Inst. de Geología; Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Inst. de Invest. en Ciencias de la Tierra; Soc. Mex. de Mineralogía; Sría. de Educ. Pública; Subsría de Educ. Sup. e Invest. Científica, Conv. Sobre la Evol. Geol. de México y Congr. Mex. de Mineralogía, 1, Pachuca, Hgo. México, Excur. Geol., 41 p.
- Edwards, J. D., 1955, Studies of some early Tertiary red conglomerates of central Mexico. U. S. Geological Survey, Professional Paper 264-H, p. 153-185.
- Erben, H. K., 1956, El Jurásico Inferior de México y sus amonitas. México, D. F., 20º Congreso Geológico Internacional, Monografía, 393 p.
- Fries, Carl, Jr., 1960, Geología del Estado de Morelos y de partes adyacentes de México y Guerrero, región central meridional de México. Universidad Nacional Autónoma de México, Inst. de Geología, Bol. 60, 236 p.
- Fries, Carl, Jr. y Rincón O., C., 1965, Contribuciones del laboratorio de geocronometría. Nuevas aportaciones geocronológicas y tectónicas empleadas en el Laboratorio de Geocronometría. Universidad Nacional Autónoma de México, Inst. de Geología, Bol. 73, pte. 2, p. 57-133.
- García, L. y Manrique, M. 2003. Glosario de Términos Geológicos, 1ª. Edicion. Coordinado y Editado : Consejo de Recursos Minerales y AIMMGM,A.C., 225 p.
- Gaytán R., J. E., 1975, Exploration and development at La Negra mine, Maconí, Querétaro, Mexico: Tucson, Arizona, Universidad de Arizona, tesis de maestría, 98 p.
- Gemmell, J. B., 1983. Ore microscopy study of the Concordia NW block, El Monte mine, Zimapan district, Mexico, Compañía Fresnillo, 28 p.
- Geyne, A. R., Fries, C., Segestrom, K., Black, R. F. y Wilson, J. F., 1963, Geology and mineral deposits of the Pachuca-Real del Monte district, State of Hidalgo, México. Consejo de Recursos Naturales no Renovables, D. F., México, Bol. 5E, 203 p.
- Heim, Arnold, 1926, Notes on the Jurassic of Tamazunchale (Sierra Madre Oriental), Mexico. *Eclogae Geologicae Helvetiae*, Vol. 20, p. 84-87.
- Huang, W. T., 1968. Petrología. 1ª. Edición, Editorial Hispano-Americana, p.p. 545.
- Hurlbut Jr., C. S., 1980. Manual de Mineralogía de Dana, Editorial Reverté, S. A., p.p. 653.
- JICA, 1980, Report on geological survey of the Pachuca-Zimapán area, central Mexico: Fotogeological interpretation Geological Survey (Phase I). Metal Mining Agency of Japan-Consejo de Recursos Minerales, México, 109 p., 15 anexos, 4 mapas.
- Klein, C., 2002. Mineral Science. 22ª Edición. Editorial John Wiley & Sons, Inc. p.p. 640
- López R., L., De los Santos M., J. J., Cacho C., S. y Sánchez B., G., 1997., Informe de la carta geológico-minera y geoquímica Hoja Pachuca F14-11, escala 1:250,000, Estado de

- Hidalgo. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, Consejo de Recursos Minerales, Pachuca, Hidalgo, México, Tomo I: texto, Tomo II: análisis, cartas.
- Martínez P., J., 1962, Estudio geológico de una porción de la Sierra Madre Oriental al oriente de Zacualtipán y Tianguistengo, Hgo., México, D. F., Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, tesis profesional, 48 p.
- Ochoa, C., H., 1996, Geología del anticlinorio de Huayacocotla en la región de Molango, estado de Hidalgo, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias, tesis de maestría, 91 p.
- Ochoa C., H., 1997, Geología del anticlinorio de Huayacocotla en la región de Molango, Hidalgo, México. II Convención sobre la Evolución Geológica de México y Recursos Asociados, Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo e Inst. de Geol. de la Universidad Nacional Autónoma de México, Pachuca, Hidalgo., México. Libro-guía de las Excursiones geológicas. Excursión 1, p. 1-17.
- Ojeda Rivera, Jesús, 1974, Depósitos de turba-negra del área de Tamazunchale, San Luis Potosí. Consejo de Recursos Naturales No Renovables, sobretiro n° 68 de Geomimet, 15 p.
- Okita, P. M., 1992, Manganese carbonate mineralization in the Molango district, Mexico. *Economic Geology*, Vol. 87, pp. 1345-1366
- Ortega G., F., Lawbor, P., Cameron, K. L. y Ochoa C., H., 1997, New studies of the grenvillean Huiznopala gneiss, Molango area, State of Hidalgo, Mexico- Preliminary resultats. Libro de excursiones, II Convención sobre la Evolución Geológica de México y Recursos Asociados, Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo – Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, Pachuca, Hgo., p. 19-25.
- Ponce S., J. C., y Clark, K. F., 1988, The Zacatecas mining district, a Tertiary caldera complex associated with precious and base metal mineralization. *Economic Geology*, Vol. 83, p. 1668-1682.
- Reyes S., M. A., 1998, Características mineralógicas y texturales de los yacimientos tipo skarn e hidrotermal en el distrito minero de Zimapán, Estado de Hidalgo. Instituto Politécnico Nacional-Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, tesis de maestría, 136 p.
- Rosales L., L., Centeno García, E., Ochoa Camarillo, H. y Sour Tovar, F., 1997, Permian volcanism in eastern Mexico; a preliminary report. Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Pachuca, Hgo., Inst. de Geología de la Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F., Libro guía de las excursiones geológicas, Excursión 1, p. 27-32.
- Salvador, A., 1991, Triassic-Jurassic, *in* Salvador, Amos, ed., *The Gulf of Mexico Basin: Boulder, Co., Geological Society of America, The geology of North America*, Vol. J, p. 131-180.
- Schmidt E., R., 1980, The Huayacocotla Aulocogen in Mexico (Lower Jurassic) and the origin of the gulf of Mexico, *in* Pilger, R. H., ed., *The origin of the Gulf of Mexico and the early opening of the central North Atlantic Ocean*. Baton Rouge, Louisiana State University, Symposium proceedings, p. 79-86.
- Segerstrom, K., 1961, Geología del suroeste del Estado de Hidalgo y del noreste del Estado de México. *Asociación Mexicana Géólogos Petróleros, Bol.*, Vol. 13, Nos. 3-4, p. 147-168.

- Silva P., A., 1981, *Asterotheca y plantas asociadas de la Formación Huizachal (Triásico superior) del estado de Hidalgo*. Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, Rev., Vol. 5, No. 1, p. 47-54.
- Simons, F. S. y Mapes Vázquez, E., 1957, *Geología y yacimientos minerales del distrito minero de Zimapán, Hidalgo, México*. Instituto Nacional para la Investigación de Recursos Minerales, Bol. 40, 270 p.
- Suter, M., 1987, *Structural traverse across the Sierra Madre Oriental fold-thrust belt in east-central Mexico*. Geological Society of America Bulletin. Vol. 98, p. 249-264.
- Suter, M., 1990, *Hoja Tamazunchale 14Q-e(5)*. Geología de la Hoja Tamazunchale Estado de San Luis Potosí, Hidalgo y Querétaro. Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, 58 p., 1 lam. en color.
- Villaseñor C., M. G., Gómez C., A., Medina de la Paz, J. L., Condliffe, E. y Lozano S., R., 1987, *Boulangerita de la chimenea Las Ánimas, Zimapán, estado de Hidalgo, mineralogía y metalogenia*. Soc. Mex. de Mineralogía, A. C., México, D. F., Boletín de Mineralogía, Vol. 3, 30 p.
- Yta, M. y Moreno T., R., 1997, *La mineralización en los distritos mineros Pachuca-Real del Monte y Zimapán, su papel en la evolución metalogénica del Estado de Hidalgo*. II Convención sobre la Evolución Geológica de México y Recursos Asociados, Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo e Inst. de Geol. de la Universidad Nacional Autónoma de México, Pachuca, Hgo., México. Libro-guía de las Excursiones geológicas. Excursión 3, p. 73-87.
- Yta, M., Moreno Tovar, R., Galván Chávez, J. y Esparza Contreras, R. 1999. *Carta Metalogenética del Estado de Hidalgo*. Consejo de Recursos Minerales y Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

DIRECCIONES ELECTRÓNICAS

<http://www.es.Wikipedia.org/wiki>

<http://www.geovirtual.cl>)

<http://www.greco.fmc.cie.uva.es>

http://www.peruecologico.com.pe/mineral_

<http://www.themineralgallery.com>

<http://www.uam.es/cultura/museos/mineralogia/especifica/mineralesAz/html>

<http://www.uned.es/cristamine/fichas/htm>

ANEXOS

MANUAL DE CLASIFICACIÓN DE MINERALES

El Manual de clasificación de identificación de minerales es una herramienta que te será de gran utilidad para algunos temas de la asignatura de Geografía y materias afines a esta. Para determinar las características de identificación de los minerales, sobre todo las físicas, debes de contar con un material sencillo, el cual podrás ir juntando poco a poco y que consiste en:

- ✓ 1 martillo de campo ó sustituirlo por un pequeño marro (2 libras)
- ✓ 1 navaja ó un exacto (*cuter*) de tamaño medio
- ✓ 1 lupa de mano de 10x (es la más común, aunque existen de 20x)
- ✓ 1 trozo de cerámica ó vidrio
- ✓ 1 frasco de ácido clorhídrico de 100 ml al 20%
- ✓ 1 gotero de plástico
- ✓ 1 caja de cerillos y/o un mechero
- ✓ 2 pliegos de papel cartoncillo de colores
- ✓ 1 pliego de papel cascarón
- ✓ 1 tijeras
- ✓ 1 caja de palillos redondos
- ✓ 1 bolsa de esferas de unicel del número 0
- ✓ 1 pinturas de agua, marca Vencí

Estas herramientas te serán de mucha ayuda para observar y determinar las características de los minerales que irás definiendo poco a poco. Estas características las observarás, probarás, determinarás y clasificarás por medio de las prácticas de laboratorio que realizarás.

NOMBRE DE LA PRÁCTICA : Sistemas cristalinos

No. DE PRÁCTICA:

No. DE SESIONES:

No. DE INTEGRANTES MÁXIMO POR EQUIPO:

OBJETIVO:

Conocer los diferentes sistemas cristalinos (isométrico, hexagonal, romboédrico, tetragonal, ortorrómbico, monoclinico y triclínico). Así como determinar la notación cristalográfica en un cristal.

MARCO TEÓRICO:

El cristal es un sólido homogéneo que posee un orden interno tridimensional, que bajo condiciones favorables, puede expresarse externamente por la formación de superficies planas y pulidas.

Para la comprensión de la notación cristalográfica de x sistema cristalino es necesario dominar los siguientes términos; Ley de Bravais, Ley de Steno, Plano de simetría, Eje de simetría, Centro de simetría, entre otros.

CANTIDAD	MATERIAL Y EQUIPO	ESPECIFICACIONES
1	Cartulina	blanca
1	Papel cascarón	blanco
2	Tijeras	para papel
1	Pegamento blanco	resistol
1	Cinta adhesiva	Tesa
1	Cutter	
50	Esferas de unicel	dos tamaños
1	Palillos de madera	
5	Botes de pintura	vinílica

MEDIDAS DE SEGURIDAD:

Para esta practica, solo se trabaja con material (papelería) que no presenta ningún riesgo.

PROCEDIMIENTO PARA EL DESARROLLO DE LA PRÁCTICA:

- ✓ Se trazan figuras geométricas en papel cartulina, en las cuales se van a identificar: centro de simetría, eje de simetría, plano de simetría. Esto se hará en todas las figuras que representan los sistemas cristalinos-
- ✓ Con el papel cascarón se hace un cristal del sistema isométrico para mostrar las notaciones cristalográficas internas.
- ✓ Con las esferas de unicel se harán las redes de Bravais (retículos), que representan los diferentes sistemas cristalinos (Así mismo, se presentaran algunos arreglos atómicos en las diferentes caras de un cristal para la comprensión del arreglo atómico de un mineral dado.

CROQUIS O DIAGRAMA DE LA INSTALACIÓN DEL EQUIPO :

CUESTIONARIO:

- 1.- Cuales son los valores de los ejes longitudinales (ejes cristalográficos) y de los ángulos que forman los ejes cristalográficos (motivos) en cada sistema cristalino?
- 2.- Las sustancias amorfas presentan algún tipo de cristalización?
- 3.- Los vidrios volcánicos a que sistema cristalino pertenecen?

BIBLIOGRAFÍA:

- Cornelis Klein y Cornelius S. Hurlbut, Jr., Basado en J. Dana, Manual de Mineralogía, 1997, Edit. Reverté
- Salisbury D., E. Y Ford, W. E., 1979. Tratado de Mineralogía, Edit. Continental, 7ª Edición, México, 912 p.
- Schmitter, V., E. y Martín del Campo, R., 1980. Glosario de especies minerales. UNAM, Inst. de Geol., 620 p.
- Asselborn, E., Chiapero, P. J., y Galvier, J., 1987. Les mineraux. Edit. Solar, Colección Guide vert, España, 384 p.

INDICACIONES PARA EL REPORTE DE LA PRÁCTICA:

Complementar el marco teórico

Escribir el seguimiento en el desarrollo de la práctica

Escribir los resultados obtenidos en el desarrollo de la práctica

Contestar el cuestionario

Escribir las conclusiones

Anotar la bibliografía consultada

NOMBRE DE LA PRÁCTICA : Propiedades de los minerales (propiedades físicas)

No. DE PRÁCTICA: 3, 4 No. DE SESIONES: 4

No. DE INTEGRANTES MÁXIMO POR EQUIPO: 2

OBJETIVO:

- Conocer la forma (hábito y agregado cristalino) de cómo se presentan los minerales en la naturaleza.
- Conocer características comunes en los minerales como: exfoliación, partición, fractura, dureza, entre otros).
- Determinar algunas propiedades de los minerales que dependen de la luz: (brillo, color, entre otros).

MARCO TEÓRICO:

El término hábito cristalino y agregado cristalino son los términos empleados para expresar el aspecto físico o hábito (forma) de los cristales cuando se presentan en forma individual o en forma de agregados cristalinos, por ejemplo: (acicular, dendrítico, columnar, hojoso, micáceo, exfoliable, etc.).

Las propiedades como exfoliación, partición, fractura, dureza, etc; son aquellas características en que los minerales al ser golpeados o aplastados siguen sus planos de debilidad (exfoliación), al romperse (fractura y partición), dureza (rayarse), aplastados (maleabilidad, ductibilidad, sectilidad, etc.). Las propiedades que dependen de la luz se

PROCEDIMIENTO PARA EL DESARROLLO DE LA PRÁCTICA:

refieren en esta práctica al aspecto (forma, estructura y color) que se observa de manera megascópica y de un análisis microscópico (lupa de mano) en un cierto mineral.

MEDIDAS DE SEGURIDAD:

Para esta práctica solo se requiere tener un mínimo de cuidado al utilizar el ácido clorhídrico y la navaja.

- ✓ Se harán observaciones megascópicas y microscópicas (lupa de mano) para observar el hábito de los minerales disponibles para esta práctica. Se tienen minerales de calcita, calcita óptica, pirita, yeso, azufre, granate, calcopirita, esfalerita, cuarzo, sulfosales en cristales individuales y agregados.
- ✓ También se determinarán propiedades como el color característico en cada mineral (ejem: azufre, amarillo; yeso, blanco y/o translúcido; pirita, amarillo claro; calcopirita, amarillo latón; esfalerita, gris oscuro; gris metálico; entre otros. Dureza, se determinará la dureza de algunos minerales, teniendo como referencia la tabla de Dureza de Mohs que va de una escala del 1 a 10 ejem (yeso =1, calcita 3, cuarzo =7, etc.). Raya, que es una propiedad que difiere mucho del color de los minerales, por ejemplo en la pirita aunque este mineral es de color amarillo, la raya la presenta de color negro. El brillo que se presenta de diferentes formas teniendo un mineral que lo presenta de forma espectacular, es el ópalo (iridiscencia) propiedad de la luz, que es percibida al ojo desnudo (sin lupa) y el diamante.

CROQUIS O DIAGRAMA DE LA INSTALACIÓN DEL EQUIPO :



EQUIPO Y MATERIAL		
CANTIDAD	MATERIAL Y EQUIPO	ESPECIFICACIONES
1	Lupa de mano	10x ó 20x
1	Navaja	
1	Trozo de porcelana	
1	Gotero	
	Minerales	

CANTIDAD	REACTIVOS	ESPECIFICACIONES
1	100 ml de ácido clórhídrico	al 20%
1	Bote con agua	

CUESTIONARIO:

- 1.- En base a que se determina el hábito de un mineral y cuales son los hábitos?
- 2.- De acuerdo a la tabla de dureza de Mohs, en que lugar quedaría la pirita, galena, halita y boulangerita?

- 3.- Los vidrios volcánicos presentan alguna de las siguientes propiedades físicas descritas?
- 4.- Los minerales presentan colores muy diversos y variados cuando se observan megascópicamente, estos colores son los mismo cuando se hace el análisis microscópico óptico (MOP)?, explique y de algunos ejemplos.
- 5.- Cuales son los minerales que presentan una excelente tenacidad.?

BIBLIOGRAFÍA:

- Cornelis Klein y Cornelius S. Hurlbut, Jr., Basado en J. Dana, Manual de Mineralogía, 1997, Edit. Reverté
- Salisbury D., E. Y Ford, W. E., 1979. Tratado de Mineralogía, Edit. Continental, 7ª Edición, México, 912 p.
- Schmitter, V., E. y Martín del Campo, R., 1980. Glosario de especies minerales. UNAM, Inst. de Geol., 620 p.
- Asselborn, E., Chiapero, P. J., y Galvier, J., 1987. Les mineraux. Edit. Solar, Colección Guide vert, España, 384 p.

INDICACIONES PARA EL REPORTE DE LA PRÁCTICA:

- Complementar el marco teórico
- Escribir el seguimiento en el desarrollo de la práctica
- Escribir los resultados obtenidos en el desarrollo de la práctica
- Contestar el cuestionario
- Escribir las conclusiones
- Anotar la bibliografía consultada

NOMBRE DE LA PRÁCTICA : Propiedades de los minerales (propiedades físicas)

No. DE PRÁCTICA: 5, 6

No. DE SESIONES:2

No. DE INTEGRANTES MÁXIMO POR EQUIPO:2

OBJETIVO:

- Conocer la forma (hábito y agregado cristalino) de cómo se presentan los minerales en la naturaleza.
- Conocer características comunes en los minerales como: exfoliación, partición, fractura, dureza, entre otros).
- Determinar algunas propiedades de los minerales que dependen de la luz: (brillo, color, entre otros).
- Realizar cortes en muestras megascópicas de rocas para la preparación de secciones pulidas para la observación de minerales en el microscopio óptico de polarización (MOP), y su determinación por medio de métodos ópticos (ángulos de extinción, relieve, clivaje, entre otros).

MARCO TEÓRICO:

El término hábito cristalino y agregado cristalino son los términos empleados para expresar el aspecto físico o hábito (forma) de los cristales cuando se presentan en forma individual o en forma de agregados cristalinos, por ejemplo: (acicular, dendrítico, columnar, hojoso, micáceo, exfoliable, etc.,).

PROCEDIMIENTO PARA EL DESARROLLO DE LA PRÁCTICA:

Las propiedades como exfoliación, partición, fractura, dureza, etc; son aquellas características en que los minerales al ser golpeados o aplastados siguen sus planos de debilidad (exfoliación), al romperse (fractura y partición), dureza (rayarse), aplastados (maleabilidad, ductibilidad, sectilidad, etc.,).

Las propiedades que dependen de la luz se refieren en esta práctica al aspecto (forma, estructura y color) que se observa de manera megascópica y de un análisis microscópico (lupa de mano) en un cierto mineral.

MEDIDAS DE SEGURIDAD:

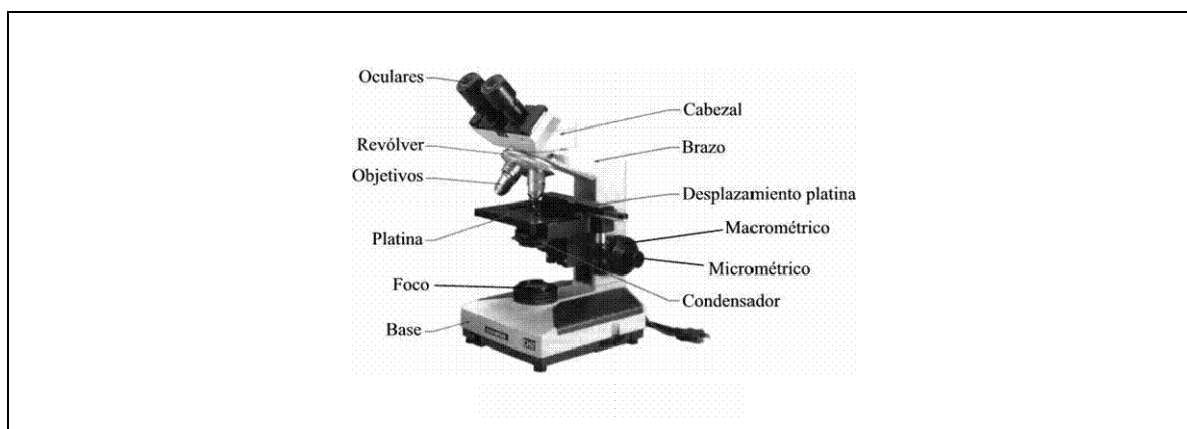
- Para esta práctica solo se requiere tener un mínimo de cuidado al utilizar el ácido clorhídrico y la navaja.
- Pero para el uso de la cortadora de rocas, esta se hará bajo la supervisión del profesor de la asignatura.

- ✓ Se harán observaciones megascópicas y microscópicas (lupa de mano) para observar el hábito de los minerales disponibles para esta práctica. Se tienen minerales de calcita, calcita óptica, pirita, yeso, azufre, granate, calcopirita, esfalerita, cuarzo, sulfosales en cristales individuales y agregados.
- ✓ También se determinarán propiedades como el color característico en cada mineral (ejem: azufre, amarillo; yeso, blanco y/o translúcido; pirita, amarillo claro; calcopirita, amarillo latón; esfalerita, gris oscuro; gris metálico; entre otros. Dureza, se determinará la dureza de algunos minerales, teniendo como referencia la tabla de Dureza de Mohs que va de una escala del 1 a 10 ejem (yeso =1, calcita 3, cuarzo =7, etc.,). Raya, que es una propiedad que difiere mucho del color de los minerales, por ejemplo en la pirita aunque este mineral es de color

amarillo, la raya la presenta de color negro. El brillo que se presenta de diferentes formas teniendo un mineral que lo presenta de forma espectacular, es el ópalo (iridiscencia) propiedad de la luz, que es percibida al ojo desnudo (sin lupa) y el diamante.

- ✓ Los cortes en la roca serán de 1 cm de espesor, los cuales serán reducidos a cuadros de 3x 4cm aprox.

CROQUIS O DIAGRAMA DE LA INSTALACIÓN DEL EQUIPO :



CUESTIONARIO:

- 1.- En base a que se determina el hábito de un mineral y cuales son los hábitos?
- 2.- De acuerdo a la tabla de dureza de Mohs, en que lugar quedaría la pirita, galena, halita y boulangerita?
- 3.- Los vidrios volcánicos presentan alguna de las siguientes propiedades físicas descritas?
- 4.- Los minerales presentan colores muy diversos y variados cuando se observan megascópicamente, estos colores son los mismo cuando se hace el análisis microscópico óptico (MOP)?, explique y de algunos ejemplos.

5.- Cuales son los minerales que presentan una excelente tenacidad.?

BIBLIOGRAFÍA:

- Cornelis Klein y Cornelius S. Hurlbut, Jr., Basado en J. Dana, Manual de Mineralogía, 1997, Edit. Reverté
- Salisbury D., E. Y Ford, W. E., 1979. Tratado de Mineralogía, Edit. Continental, 7ª Edición, México, 912 p.
- Schmitter, V., E. y Martín del Campo, R., 1980. Glosario de especies minerales. UNAM, Inst. de Geol., 620 p.
- Asselborn, E., Chiapero, P. J., y Galvier, J., 1987. Les mineraux. Edit. Solar, Colección Guide vert, España, 384 p.

INDICACIONES PARA EL REPORTE DE LA PRÁCTICA:

Complementar el marco teórico
Escribir el seguimiento en el desarrollo de la práctica
Escribir los resultados obtenidos en el desarrollo de la práctica
Contestar el cuestionario
Escribir las conclusiones
Anotar la bibliografía consultada

NOMBRE DE LA PRÁCTICA : Propiedades de los minerales (propiedades químicas)

No. DE PRÁCTICA: 6,7

No. DE SESIONES: 3

No. DE INTEGRANTES MÁXIMO POR EQUIPO: 2

OBJETIVO:

- Conocer las características químicas de los minerales (polimorfismo, hábito, composición química, entre otras).
- Determinar algunas propiedades de los minerales que dependen de la luz: (brillo, color, entre otros).
- Realizar cortes en muestras de rocas para la preparación de secciones pulidas para la observación de minerales en el microscopio óptico de polarización (MOP), y su determinación por medio de métodos ópticos (ángulos de extinción, relieve, clivaje, entre otros).
- Interpretar los resultados de un análisis de difracción de rayos x (DRX).

MARCO TEÓRICO:

La composición química de un mineral tiene importancia fundamental, ya que de ella dependen, en una gran medida, todas las demás propiedades del mismo. Sin embargo, estas propiedades no solo dependen de la composición química sino también de la

PROCEDIMIENTO PARA EL DESARROLLO DE LA PRÁCTICA:

disposición geométrica de los átomos constituyentes y de la naturaleza de las fuerzas eléctricas que los unen.

Las propiedades como exfoliación, partición, fractura, dureza, etc; son aquellas características en que los minerales al ser golpeados o aplastados siguen sus planos de debilidad (exfoliación), al romperse (fractura y partición), dureza (rayarse), aplastados (maleabilidad, ductibilidad, sectilidad, etc.). Las propiedades que dependen de la luz se refieren en esta práctica al aspecto (forma, estructura y color) que se observa de manera megascópica y de un análisis microscópico (lupa de mano) en un cierto mineral. La determinación de fases minerales mayores, menores y minoritarias en una muestra por medio de DRX nos muestra la concentración de minerales y presencia de otros no visibles.

MATERIAL Y EQUIPO		
CANTIDAD	REACTIVOS	ESPECIFICACIONES
1	100 ml de ácido clórhídrico	al 20%
1	Bote con agua	

MEDIDAS DE SEGURIDAD:

- Para esta práctica solo se requiere tener un mínimo de cuidado al utilizar el ácido clorhídrico y la navaja.
- Pero para el uso de la cortadora de rocas, esta se hará bajo la supervisión del profesor de la asignatura.
- El difractor es manipulado por el técnico asignado en esta área.

- ✓ Se harán observaciones megascópicas y microscópicas (lupa de mano) para observar el hábito de los minerales disponibles para esta práctica. Se tienen minerales de calcita, calcita óptica, pirita, yeso, azufre, granate, calcopirita, esfalerita, cuarzo, sulfosales en cristales individuales y agregados.
- ✓ También se determinarán propiedades como el color característico en cada mineral (ejem: azufre, amarillo; yeso, blanco y/o translúcido; pirita, amarillo claro; calcopirita, amarillo latón; esfalerita, gris oscuro; gris metálico; entre otros. Dureza, se determinará la dureza de algunos minerales, teniendo como referencia la tabla de Dureza de Mohs que va de una escala del 1 a 10 ejem (yeso =1, calcita 3, cuarzo =7, etc.). Raya, que es una propiedad que difiere mucho del color de los minerales, por ejemplo en la pirita aunque este mineral es de color amarillo, la raya la presenta de color negro. El brillo que se presenta de diferentes formas teniendo un mineral que lo presenta de forma espectacular, es el ópalo (iridiscencia) propiedad de la luz, que es percibida al ojo desnudo (sin lupa) y el diamante.
- ✓ Los cortes en la roca serán de 1 cm de espesor, los cuales serán reducidos a cuadros de 3x 4cm aprox.
- ✓ La preparación de los polvos, se realiza con pequeños fragmentos de la roca y/o mineral (mena), los cuales son arrancados con una pica de la muestra a analizar.

CUESTIONARIO:

- 1.- Mencione algunos minerales que presenten polimorfismo.
- 2.- Que propiedades se tienen que tomar en cuenta para determinar esta propiedad química en un mineral.
- 3.- Los minerales presentan colores muy diversos y variados cuando se observan megascópicamente, estos colores son los mismo cuando se hace el análisis microscópico óptico (MOP)?, explique y de algunos ejemplos.
- 4.- Que es el isomorfismo y que minerales lo presentan?

BIBLIOGRAFÍA:

- Cornelis Klein y Cornelius S. Hurlbut, Jr., Basado en J. Dana, Manual de Mineralogía, 1997, Edit. Reverté
- Salisbury D., E. Y Ford, W. E., 1979. Tratado de Mineralogía, Edit. Continental, 7ª Edición, México, 912 p.
- Schmitter, V., E. y Martín del Campo, R., 1980. Glosario de especies minerales. UNAM, Inst. de Geol., 620 p.
- Asselborn, E., Chiapero, P. J., y Galvier, J., 1987. Les mineraux. Edit. Solar, Colección Guide vert, España, 384 p.

INDICACIONES PARA EL REPORTE DE LA PRÁCTICA:

Complementar el marco teórico
Escribir el seguimiento en el desarrollo de la práctica
Escribir los resultados obtenidos en el desarrollo de la práctica
Contestar el cuestionario
Escribir las conclusiones
Anotar la bibliografía consultada

REALIZACIÓN DE UNA LITOTECA

La litoteca estará conformada por varios muebles (tantos como sean necesarios de acuerdo a la sala donde se ubique) realizados en madera de pino, contará con tres cajones o divisiones; en donde cada cajón tendrá 3 compartimentos y los compartimentos contarán con 25 espacios para las muestras de minerales que serán clasificadas, contabilizadas, almacenadas (fichas técnicas) y cada cajón será similar a los otros dos compartimentos (mismo tipo y número de muestras). Las características físicas (dimensiones) de un mueble que conformará la litoteca serán las siguientes: 1.20 m de altura; 0.50 m. de largo por 0.45 m. de ancho (Figura 16).

Por lo tanto, al alumno se le permitirá observar, practicar y realizar sencillas pruebas (físicas principalmente y químicas) sobre esos minerales para su identificación. Así mismo, el manual servirá como material de apoyo bibliográfico tanto para docentes como para los alumnos que cursan la asignatura de geografía dentro del sistema de bachillerato a nivel Estado.

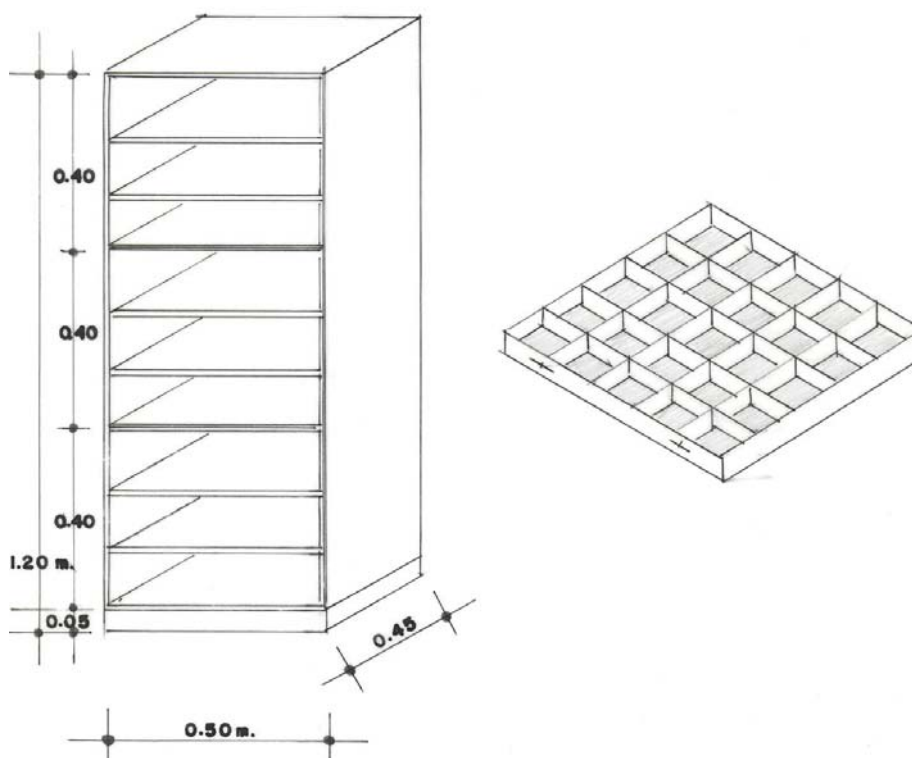


Figura 16. Mueble tipo que muestra las características físicas (dimensiones) para una litoteca.

GLOSARIO

ACICULAR (cristal): Se dice de un cristal que tiene forma de aguja.

AMIGDALOIDE: Roca estrusiva ò intrusiva que contiene numerosas amígdalas.

AMORFO (a) : Se dice de la sustancia o mineral al que le falta estructura cristalina ò cuyo arreglo interno es tan irregular que no tiene forma externa característica.

ANION: Iones cargados negativamente.

ATOMO: Es la partícula más pequeña de un elemento que puede participar en un cambio químico.

BOTROIDAL: Que tiene la forma de racimo de uvas, se dice de los yacimientos minerales.

BRILLO: Aspecto general de la superficie de un mineral, cuando se refleja la luz se conoce con el nombre de brillo.

CATION: Iones cargados positivamente.

CENTRO DE SIMETRIA: Se dice que un cristal tiene centro de simetría cuando se hace pasar una línea imaginaria desde un punto cualquiera de su superficie a través del centro se allá sobre dicha línea y a una distancia igual, más allá del centro, otro punto similar al primero.

COLOR (min.): Fenómeno de la luz ò de la percepción visual por el cual pueden diferenciarse objetos que en otros sentidos son idénticos.

COLUMNAR: Uno de los numerosos segmentos verticales individuales (asiculos ò placas) que forman la columna o tallo de equinodermo. Las columnares son circulares ò poligonales, discoideas ò en forma de botón.

CONCOIDAL: Se dice de un tipo de fractura en minerales ò rocas que da superficies curvadas y lisas. Es el hábito característico del cuarzo y la obsidiana.

CRISTAL: Cuerpo sólido homogéneo de un elemento químico, compuesto ò mezcla isomorfa, que tiene arreglo atómico regularmente repetido y que extrañamente puede expresarse por caras planas.

CRISTALOGRAFIA: El estudio de los cristales, incluyendo su crecimiento, estructura, propiedades físicas y clasificación por forma.

CUARZO: Sílice cristalina, mineral importante como formador de rocas: SiO_2 ; es el más común de los minerales presentándose en cristales hexagonales transparentes (incolores o coloreados por impurezas) o en masas cristalinas o criptocristalinas.

CUARZO AHUMADO: Variedad de cuarzo cristalino de color amarillo ahumado a gris pardo, con frecuencia transparente a veces usada como piedra semipreciosa.

DENDRITICO: Se dice de un mineral que ha cristalizado con patrón ramaleado; perteneciente a una dendrita.

DUREZA: Es la resistencia que ofrece la superficie lisa de un mineral a ser rayada.

ELASTICO: Es un mineral que recobra su forma primitiva al cesar la fuerza que lo ha deformado.

EJE DE SIMETRIA: El eje de simetría es una línea imaginaria a través del cristal, alrededor de la cual puede hacerse girar el cristal y repetir este su aspecto dos o más veces durante una revolución completa.

ELEMENTOS NATIVOS: Engloban a los que ocurren en la naturaleza en forma pura. Estos son cobre, plata, oro, platino, arsénico, bismuto, fierro, azufre y carbón en forma de grafito o diamante.

ESCALA DE MOHS: Conjunto de diez minerales con los cuales se puede estimar la dureza de cualquier mineral. La escala incluye, desde el más blando, al más duro y numerado del uno al Diez; talco, yeso, calcita, fluorita, apatita, ortoclasa, cuarzo, topacio, corindón y diamante.

ESTALACTITICO: Cuando un mineral aparece en forma de conos o cilindros colgantes. Las estalactitas se forman por la deposición procedente del goteo de agua que contiene el mineral desde la bóveda de una cavidad.

EXFOLIABLE: Cuando un mineral se separa fácilmente en placas u hojas.

EXFOLIACION: Es cuando un mineral se le aplica una fuerza necesaria, la cual se rompe dejando dos superficies planas

EXTRUSIVO: Se dice de la roca ígnea que ha sido arrojada sobre la superficie terrestre.

FALLA (cristal): Término general para una dislocación en un cristal. Falla de acomodo.

FERROMAGNETICOS: La piedra, imán, una variedad de la magnetita, es un imán natural con el poder de atracción y la polaridad de un imán verdadero.

FERROMAGNETISMO: Tipo de orden magnético en el cual todos los átomos magnéticos en un dominio tienen sus momentos alineados en la misma dirección; libremente, cualquier tipo de orden magnético.

FIBROSA O ASTILLOSA: Es cuando un mineral se rompe en astillas o fibras.

FLEXIBLE: Se dice del mineral que puede doblarse sin quebrarse, pero no regresa a su forma original; por ejemplo, el talco.

FORMACION: Cuerpo de estratos rocosos de rango intermedio en la jerarquía de las unidades litoestratigráficas que está unificada con respecto a los estratos adyacentes por consistir predominantemente de cierto tipo litológico o la combinación de tipos, o por poseer otros rasgos litológicos unificadores.

FRACTURA (Geol. Estruct) : Término general para cualquier ruptura en la rocha bien sea que cause o no desplazamiento, debida a la falla mecánica por los esfuerzos. La fractura incluye grietas, juntas y fallas.

FRAGIL: Se dice de la roca que se fractura con menos de 3-5% de deformación o esfuerzo.

GEMA: Cualquier mineral, roca u otro material natural (incluyendo los materiales orgánicos como las perlas, ámbar, azabache, marfil y coral), que al ser cortados y pulidos, tienen suficiente belleza y durabilidad para el uso como adorno persona o de otra índole.

GEODA: Cuerpo globular o subesférico hueco o parcialmente hueco, de 2.5 a 30cm o más de diámetro, encontrado en ciertas capas de caliza y rara vez en lutitas.

GEOLOGIA: El estudio del planeta tierra, los materiales de que está compuesta, los procesos que actúan sobre esos materiales, los productos formados y la historia del planeta con sus formas de vida desde su origen.

GRASO: Se dice de los minerales que parecen aceitosos al tacto o a la vista.

HABITO CRISTALINO: La forma general de los cristales, por ejemplo cúbico. Prismático, fibroso. Para un tipo determinado de cristal.

HOJOSO: Pertenece a una estructura sedimentaria que se parece a una hoja, o se dice de la roca que contiene tal estructura; por ejemplo, la arenisca laminada que contiene capas micáceas.

INCLUSION: Fragmento de roca más antigua dentro de una roca ígnea.

LATITUD: La distancia angular a partir de un círculo especificado o de un plano de referencia.

LEY DE BRAVAIS: Es la frecuencia con que una cara dada se observa en un cristal, es aproximadamente, proporcional al número de nodos que posee, cuanto mayor es el número, la cara es más frecuente.

LUSTRE SUBMETÁLICO: Lustre mineral entre metálico y no metálico. Por ejemplo, la acronita tiene lustre metálico a submetálico.

LUSTRE VÍTREO: Tipo de lustre que se asemeja al vidrio. Algún cuarzo, por ejemplo, tiene lustre vítreo.

MAGNETISMO: Clase de fenómeno físico asociado con electricidad en movimiento, incluyendo las fuerzas mecánicas mutuas entre magnetos y corrientes eléctricas.

MAGNETISMO DE ROCA: El estudio de los orígenes y características de la magnetización en las rocas y minerales.

MALEABLE: Se dice del mineral, por ejemplo oro, plata, cobre o platino, que pueden ser deformados plásticamente bajo fuerzas de compresión, es decir, por martilleo.

MENA: Material de encuentro natural de la cual se pueden uno o varios minerales con valor económico y con utilidad razonable.

METALURGIA: La ciencia y el arte de separar los minerales metálicos y los no metálicos de sus gangas por procesos mecánicos y químicos.

MINA: Una excavación subterránea para la extracción de depósitos minerales, en contraste con las excavaciones superficiales para las canteras. El término se aplica también a varios tipos de trabajos a cielo abierto.

MINERAL: Un elemento o compuesto inorgánico de aparición natural que tiene estructura interna ordenada y propiedades características de composición forma cristalina y rasgos físicos.

MINERALOIDE: Sustancia inorgánica por lo general, de presentación natural, que no es considerada mineral por que es amorfa y carece de forma cristalina característica; por ejemplo, el ópalo.

MINERALOGIA: Es la ciencia que estudia a los minerales, entre otras su composición química, sus propiedades físicas y su origen.

MINERALOGISTA: Alguien que estudia la formación, presentación, propiedades, composición y clasificación de los minerales, un geólogo cuyo campo de estudio es la mineralogía.

MOTIVO: Las fuerzas que unen a los átomos entre si en los cristales, hacen que los átomos adopten disposiciones geométricas específicas.

NACARADO: Que tiene el aspecto iridiscente de la perla.

OVOLITICO: Un agregado mineral formado por pequeñas esferas semejantes a ovas de pescado.

PARAMAGNETICOS: Donde los minerales son atraídos por sus cargas opuestas, principalmente las que contiene hierro.

PARTICION: Es cuando ciertos minerales están sujetos a tensión o a presión, desarrollan planos de debilidad estructural a lo largo de los cuales puede luego romperse.

PIRITA: Mineral isométrico común, de color pálido de bronce a amarillo latón: FeS_2

PIROELECTRICIDAD: Los cambios de temperatura en un cristal pueden producir el desarrollo simultáneo de cargas positivas y negativas en los extremos opuestos en un eje polar.

PIRROTITA: Mineral común de color pardo rojizo a bronceado, pseudohexagonal: $\text{Fe}_{(1-x)}\text{S}$.

PLANO DE SIMETRIA: Un plano de simetría es un plano imaginario que divide un cristal en dos mitades, cada una de las cuales es la imagen especular de la otra.

RAYA (min.): Color de un mineral en forma de polvo, obtenido usualmente al frotar el mineral en una placa de porcelana y observando la marca que deja.

RECRISTALIZACION: La formación esencialmente en estado sólido, de granos de mineral cristalino en una roca.

ROCA: Agregado de uno o mas minerales, (granito, lutita, mármol) o un cuerpo de material mineral no diferenciado, (obsidiana) o de material orgánico sólido (carbón).

SECTIL: Se dice del mineral que puede ser cortado con una navaja; por ejemplo, la argentita.

TENACIDAD: Es la resistencia que opone un mineral a ser roto, molido, doblado o desgarrado, en resumen su cohesión, se conoce con el nombre de tenacidad.

TERMOLIMINISCENCIA: Propiedad que poseen algunos minerales de producir luz visible, cuando se calientan a una temperatura por debajo del rojo.

TRIBOLUMINISCENCIA: Propiedad que poseen algunos minerales de hacerse luminosos al ser molidos, rayados o frotados.

VETA (yac min.): Relleno de mineral epigenético en una falla u otra fractura en la roca encajonante.

VITREO: Que tiene reflejo de vidrio, ejemplo el cuarzo y la turmalina.

VOLCAN: Abertura en la superficie de la tierra, por la que son arrojados magma y los gases asociados; también, la forma o estructura usualmente cónica, que se produce por el material eyectado.

VOLCANISMO: Los procesos por los cuales el magma y sus gases asociados se elevan en la corteza y son extraídos sobre la superficie terrestre y a la atmósfera.