

## **DISTRIBUCIÓN DE DEPÓSITOS MINERALES EN EL ESTADO DE HIDALGO Y SU RELACIÓN CON LAS PROVINCIAS GEOLÓGICAS**

Luis Enrique Ortiz-Hernández, J.C Escamilla-Casas, A. Blanco-Piñón, E. Cruz-Chávez  
Área Académica de Ciencias de la Tierra y Materiales, UAEH, Mineral de la Reforma, Hidalgo  
leoh@uaeh.edu.mx

### **RESUMEN**

El Estado de Hidalgo se sitúa en México central y constituye un sitio privilegiado desde el punto de vista geológico, ya que confluyen en su territorio cuatro provincias geológicas diferentes: la porción sudoriental del Cinturón Mexicano de Pliegues y Fallas, que cubre aproximadamente el 55% del estado; la porción oriental de la Faja Volcánica Transmexicana, que abarca el 25% del territorio estatal; la terminación meridional del Miogeoclinal del Golfo de México, que comprende el 10% del estado y finalmente la terminación sudoriental de la Plataforma de Valles-San Luis Potosí, que conforma el 10% restante. Los depósitos minerales se distribuyen en todas las provincias geológicas que confluyen en el territorio hidalguense, pero son más abundantes en el Cinturón Mexicano de Pliegues y Fallas y en la Faja Volcánica Transmexicana. La presencia de litologías y estructuras geológicas propicias, hace que existan depósitos tipológicamente diversos y de edades diferentes. Se hace un análisis sucinto de su distribución. El territorio hidalguense, aunque pequeño, suministra diversos recursos (manganeso, plata, plomo, zinc, oro, cobre, arcillas, carbonato de calcio, cantera, pómez, mármol y cemento, entre otros), lo que explica el por qué, la minería ha estado en auge desde hace más de 500 años.

**Palabras Clave:** Depósitos minerales, metálicos, no-metálicos, Hidalgo, provincias geológicas.

### **ABSTRACT**

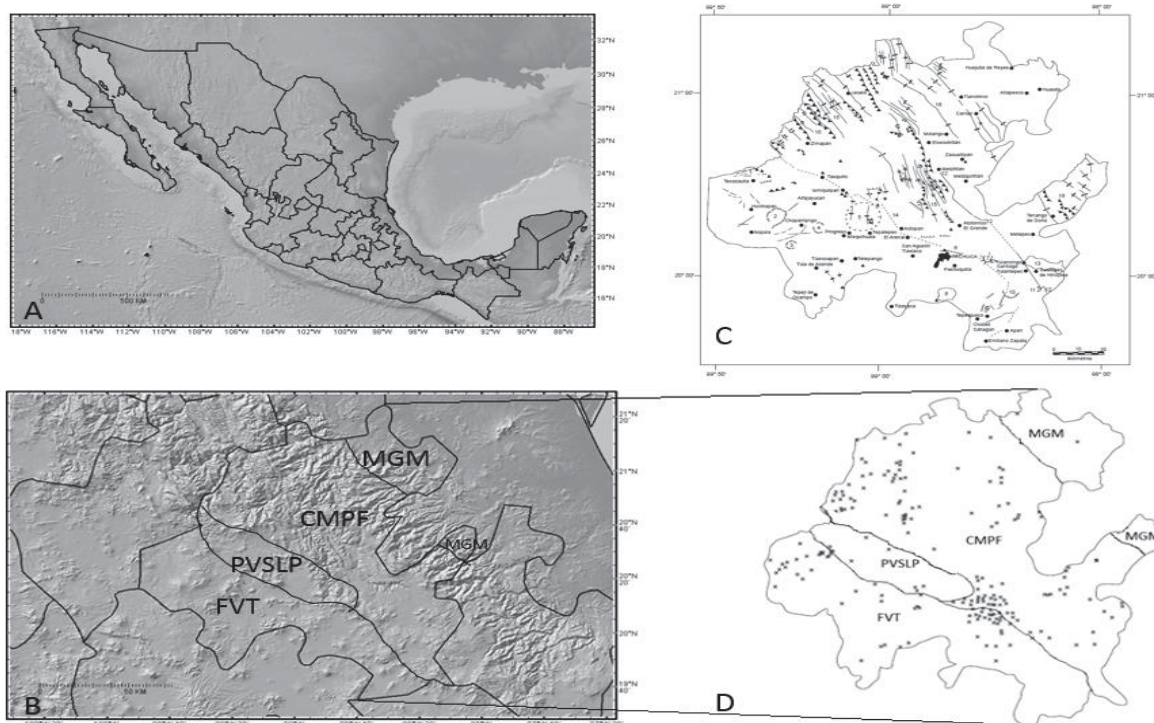
In the state of Hidalgo, central Mexico, concur four geological provinces, with a wide variety of geologic contexts: the southeastern portion of the Folded and Faulted Mexican Belt, covering 55% of the Hidalgo state, the eastern segment of the Trans Mexican Volcanic Belt, covering 25% of the state, the southern edge of the Gulf of Mexico Geocline (10% coverage), and the southeastern edge of the Valles-San Luis Potosi Platform, covering the remainder 10%. Ore deposits are present in the assemblage of the geological provinces of the Hidalgo state, but they are mostly widespread in the Folded and Faulted Mexican Belt and the Trans Mexican Volcanic Belt. From the point of view of their typology and age, both, lithological and geological favorable structures are responsible for the occurrence of diversified ore deposits. This work is a short analysis of the ore deposit distribution in the State. Compared with the extension of Mexico, state of Hidalgo has a short extension; nevertheless, it is the source of raw material as well as manganese, silver, lead, zinc, gold, copper, claystones, calcium carbonate, quarry, pumice stone, marble, and cement industry. The abovementioned deposits explain the more than 500 years mining boom of the state of Hidalgo.

**Keywords:** ore deposits, metallic, non-metallic, Hidalgo State, geologic provinces.

## 1. INTRODUCCIÓN Y MARCO GEOLÓGICO

En el estado de Hidalgo, situado en México central (Figura 1A): confluyen cuatro provincias geológicas [1], a saber (Figura 1B): La porción sudoriental del Cinturón Mexicano de Pliegues y Fallas (CMPF) de edad Mesozoico, origen sedimentario marino y ambiente geotectónico orógeno, que cubre el 55% del estado, la porción oriental de la Faja Volcánica Transmexicana (FVT) de edad Cenozoico, origen volcánico y ambiente geotectónico de arco continental, que abarca el 25% del territorio estatal, la terminación meridional del Miogeoclinal del Golfo de México (MGM), de edad Cenozoico, origen sedimentario marino y ambiente geotectónico de geoclinal, que comprende el 10% del estado y finalmente, la terminación sudoriental de la Plataforma de Valles-San Luis Potosí (PVSLP) de edad Mesozoico, origen sedimentario marino y ambiente geotectónico de plataforma, que conforma el 10% restante (Tabla 1).

Esto hace a Hidalgo un estado litológicamente diversificado, ya que su almacén geológico consiste de un basamento precámbrico, rocas paleozoicas marinas que ocurren en la porción nororiental del estado (Formación Tuzoncoa con fauna del Pérmico) [2]), lechos rojos continentales y una gran acumulación (3 000 m de espesor) de sedimentos marinos, ambos del Jurásico.



**Figura 1.** Localización del estado de Hidalgo en México central (A)(tomado de [3]), provincias geológicas que lo conforman (B), FVT=Faja Volcánica Transmexicana, PVSLP=Plataforma de Valles-San Luis Potosí, CMPF= Cinturón Mexicano de Pliegues y Fallas, MGM= Miogeoclinal del Golfo de México. Rasgos estructurales más notables mostrando principales ejes de pliegues, lineamientos, fallas y estructuras circulares (C) y distribución de depósitos metálicos y no metálicos (D). Los límites de las provincias geológicas son aproximados.

El Mesozoico está representado esencialmente por lutita, lutita calcárea, arenisca, limolita y conglomerado de la Formación Huizachal del Triásico Superior (2 000 m de espesor), por sedimentos clásticos marinos y continentales del Jurásico Inferior, que son cubiertos por rocas marinas clásticas y calcáreas del Jurásico Medio y Superior. El Cretácico Inferior es esencialmente de naturaleza calcárea (depósitos de la cuenca intracratónica de Zimapán y de la plataforma de Valles-San Luis Potosí), mientras que en el Cretácico Superior se depositaron sedimentos tipo flysch.

Estas formaciones sedimentarias están plegadas y falladas con orientación predominante NW-SE.

El Terciario debuta con depósitos marinos (lutita y arenisca) del Paleoceno-Eoceno Inferior de las formaciones Velasco y Chicontepec. Estos depósitos están distribuidos en la porción nororiental del estado, y constituyen la provincia geológica del Miogeoclinal del Golfo de México, que es una acumulación de sedimentos marinos cenozoicos esencialmente detríticos, que incluyen la planicie costera del Golfo de México.

No obstante, el Terciario en el estado de Hidalgo es predominantemente volcánico y está representado por el Grupo Pachuca (Oligoceno-Mioceno) [4], que comprende ocho formaciones volcánicas con derrames andesíticos-dacíticos, tobas y brechas cubiertas por derrames y tobas riolíticas-dacíticas y escasos basaltos, que en conjunto alcanzan un espesor de 2 000 m y cubren discordantemente a sedimentos cretácicos.

Derrames y aglomerados andesítico-dacíticos con intercalaciones de basalto de la Formación Las Espinas [5], se interdigitan localmente con la Formación El Morro, del Paleoceno-Eoceno [6].

En la región noroccidental del estado existen domos riolíticos y basaltos que arrojan edades isotópicas  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  miocénicas ( $7.7\pm 0.1$  a  $7.1\pm 0.2$  Ma; [7]), aunque algunas secuencias volcánicas arrojan edades isotópicas pliocénicas como las andesitas, riolitas, tobas y basaltos extravasados hace 4.5 Ma, durante la actividad volcánica de la caldera de Huichapan [8], los derrames de basaltos interestratificados con ignimbritas alcalinas con edad isotópica 4.4 Ma [9], en la región de Tulancingo, los basaltos de Atotonilco El Grande ( $2.38\pm 0.008$  Ma y  $2.56\pm 0.08$  [9]) y los basaltos columnares de Santa María Regla de  $1.8\pm 0.4$  Ma [10].

En la Tabla 1 se muestra un resumen de principales rocas o formaciones y depósitos asociados.

**Tabla 1.** Provincias geológicas, edad, ambiente geotectónico, rocas o formaciones que las constituyen, así como los tipos de depósitos asociados.

PROVINCIA GEOLOGICA	EDAD	ORIGEN	AMBIENTE GEOTECTÓNICO	PRINCIPALES ROCAS O FORMACIONES	DEPÓSITO ASOCIADOS
Cinturón Mexicano de Pliegues y Fallas	Mesozoico	Sedimentario marino	Orógeno	Basamento precámbrico, rocas paleozoicas marinas, lechos rojos continentales y	Skarns de Zn, Ag, Pb (±W), skarns de Fe, Cu, Au, Mn sin- sedimentario , caolín en

				<p>rocas sedimentarias calcáreo-detriticas del Mesozoico, Formación Las Espinas (Oligoceno-Plioceno medio), Formación El Morro (Paleoceno-Eoceno)</p>	<p>domos riolíticos, caliza, barita, cantera, arena, grava, sílice, diatomita y carbón.</p>
<p>Faja Volcánica Transmexicana</p>	<p>Cenozoico</p>	<p>Volcánico</p>	<p>Arco continental</p>	<p>Grupo Pachuca (Oligoceno-Mioceno), Secuencias volcánicas indiferenciadas del Terciario, complejos de domos riolíticos</p>	<p>Cantera, grava, pómez, sílice, caolín, tezontle, bentonita, carbonato de calcio, mármol, dolomita, depósitos epitermales de Ag, Au, Pb y Zn</p>
<p>Plataforma de Valles-San Luis Potosí</p>	<p>Mesozoico</p>	<p>Sedimentario marino</p>	<p>Plataforma</p>	<p>Secuencias calcáreo-pelíticas del Cretácico Inferior y depósitos tipo flysch del Cretácico Superior</p>	<p>Diseminaciones y vetas de Au, Ag, Pb, Zn, en riolitas, diatomita, mármol, carbonato de calcio, yeso</p>
<p>Miogeoclinal del Golfo de México</p>	<p>Cenozoico</p>	<p>Sedimentario marino</p>	<p>Geoclinal</p>	<p>Depósitos marinos (lutita y arenisca) del Paleoceno-Eoceno Inferior de las formaciones Velasco y Chicontepec</p>	<p>Carbón</p>

## 2. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Se comparó la distribución de los depósitos minerales que ocurren en el Estado de Hidalgo y se efectuó la correlación de éstos con las diferentes provincias geológicas [1], que confluyen en el territorio hidalguense.

## 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN (DISTRIBUCIÓN DE DEPÓSITOS MINERALES)

La diversidad de ambientes geotectónicos en el estado, así como la presencia de variadas litologías y estructuras geológicas (Tabla 1 y Figura 1C), hace que existan depósitos de gran riqueza mineral. No obstante que la superficie total concesionada estatal representa sólo un 6.73%, la entidad suministra diferentes minerales metálicos y no metálicos. Los depósitos minerales se distribuyen en todas las provincias geológicas que confluyen en el territorio hidalguense, pero son más abundantes en la FVT, sobretodo en la transición con el CMPF (Figura 1D). Asimismo, las manifestaciones termales se sitúan preferentemente en estas dos provincias geológicas. De acuerdo con el análisis de las mineralizaciones, se constata que la FVT suministra materiales no metálicos principalmente cantera, grava, pómez, sílice, caolín, tezontle, bentonita, carbonato de calcio, mármol y dolomita, además de la mineralización polimetálica (Ag, Au, Pb, Zn) del distrito minero de Pachuca-Real del Monte.

Con lo que respecta al CMPF, suministra una mayor diversidad de sustancias minerales como son: Au, Pb, Ag, Zn, Cu, Fe, manganeso sin-sedimentario, caolín, caliza, barita, cantera, arena, grava, sílice, diatomita y carbón. Hay yacimientos en skarn de Zn, Pb, Ag ( $\pm$ W) y de Fe, Cu, Au que se asocian a los granitoides terciarios, mientras que los depósitos de tipo epitermal polimetálico o de metales preciosos están localizados preferentemente en el contacto entre la FVT y el CMPF.

Otros depósitos minerales están asociados con secuencias volcánicas terciarias o plioceno-cuaternarias, que muestran sobretodo una afinidad magmática calcoalcalina y algunas más con tendencia adakítica. Según [11], existen cuatro episodios volcánicos en el CMPF, que podrían extenderse a la FVT. El más antiguo, andesítico (Formación Las Espinas [11]), ocurrió entre  $38.1 \pm 1.9$  y  $31.1 \pm 1.6$  Ma, el siguiente representado por andesitas y riolitas oligocénicas con edades de  $27.2 \pm 1.4$  a  $25.5 \pm 1.3$  Ma. El tercer episodio volcánico, más diversificado desde el punto de vista magmático, corresponde al Mioceno medio y superior, caracterizado por la presencia de basalto y andesita basáltica con edades de  $15 \pm 0.7$  a  $12 \pm 0.6$  Ma [12] y riolitas con edad de  $8.8 \pm 0.3$  a  $6.7$  Ma. La PVSLP contiene depósitos de Au, Ag, Pb, Zn, diatomita, mármol, carbonato de calcio, así como un depósito de yeso en su porción noroccidental. Finalmente, el MGM sólo contiene tres depósitos de carbón en la Formación Chicontepec (turbiditas) del Paleoceno-Eoceno Inferior, compuesta por lutitas, areniscas y limos.

Se constata que el territorio hidalguense ocupa el primer lugar nacional en producción de manganeso, ha suministrado el 6% de la plata que circula en el mundo, y una gran cantidad de cemento, que representa más del 38% de la producción nacional. Asimismo, el Estado incrementó un 28.7% su producción minera en 2014 con respecto a la del 2013. Los recursos pétreos tales como grava, cantera, arena y piedra pómez son abundantes, así como el carbonato de calcio y dolomita, ya que más del 50% de la entidad hidalguense está conformado por secuencias calcáreas mesozoicas. No obstante, en algunos municipios la producción minera es casi inexistente, como son: Almoloya, Atlapexco, Chapantongo, Chapulhuacán, Huejutla, Huautla, Molango, Pacula, Santiago de Anaya, Tecozautla, Tezontepec de Anaya y Yahualica.

#### 4. CONCLUSIONES

El presente trabajo muestra que la distribución de los depósitos minerales en el estado de Hidalgo está influenciada por la historia evolutiva de cada una de las cuatro provincias geológicas que lo conforman, pero también por la existencia de estructuras geológicas propicias tales como calderas volcánicas, fallas y pliegues con tendencia predominante NW-SE. Se constata que la mayor diversidad de tipos de mineralización metálica y no metálica se localiza en el CMPF, debido al hecho de tener una historia geológica que abarca desde el Precámbrico al Reciente y por la gran cantidad de procesos mineralizadores a que ha estado sujeta esta provincia. Por una parte, un evento de metamorfismo regional en el Precámbrico, al menos seis episodios de vulcanismo que van desde el Pérmico, el Jurásico Superior, el Terciario y el Plioceno-Cuaternario, dos episodios de magmatismo granítico-diorítico post-laramídicos, un probable rifting en el Jurásico Superior coincidente con la abertura del Golfo de México, así como un lineamiento regional orientado NW-SE, que controla en parte la distribución de menas metálicas y el emplazamiento de domos riolíticos con manifestaciones de caolín (Agua Blanca, San Clemente). La FVT, por su parte, suministra una buena cantidad de materiales no metálicos principalmente, así como la mineralización polimetálica del distrito minero de Pachuca-Real del Monte, debido al hecho de que esta provincia volcánica registra cuando menos cuatro episodios volcánicos y las estructuras volcánicas (calderas, domos, derrames, conos cineríticos) y tectónicas (fallas y fracturas), son propicias para albergar mineralización. La PVSLP, posee depósitos de Au, Ag, Pb, Zn, diatomita, mármol y calcita debido al hecho de que existe encajonante calcáreo y granitoides, y evaporitas en su borde noroccidental. El MGM contiene únicamente depósitos de carbón que fueron formados en la cuenca de Chicontepec. El territorio hidalguense, aunque pequeño, ya que representa sólo el 1.06% de la superficie total del país, suministra una cantidad diversificada de recursos minerales (manganeso, zinc, plata, plomo, oro, cobre, caliza, arcillas, calcita, dolomita, mármol y cemento, entre otros), lo que explica el por qué la minería ha estado en auge desde hace más de 500 años.

#### BIBLIOGRAFÍA

1. ORTEGA-GUTIÉRREZ, F., MITRE-SALAZAR, L. M., ROLDÁN-QUINTANA, J., ARANDA-GÓMEZ, J. J., MORÁN-ZENTENO, D., ALANIZ-ÁLVAREZ, S. A. y NIETO-SAMANIEGO, Á. F., 1992, Texto explicativo de la quinta edición de la carta geológica de la República Mexicana escala 1:2'000,000: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología y SEMIP Consejo de Recursos Minerales, 74 p.
2. ROSALES-LAGARDE, Laura, CENTENO-GARCÍA, Elena, OCHOA-CAMARILLO, Héctor y SOUR-TOVAR, Federico, Permian volcanism in eastern México-preliminary report. En: II Convención sobre la Evolución Geológica de México y Recursos Asociados (Pachuca, Hidalgo, 12-14 de Septiembre 1997), 1997, Libro-guía de las excursiones geológicas, v. 1, excursión 1, p. 27-32.
3. GEOMAPAPP, 2014, Marine Geoscience Data System. Disponible en Web: <http://www.geomapapp.org/>.
4. *Geology and mineral deposits of the Pachuca-Real del Monte district, State of Hidalgo, Mexico.* Consejo de Recursos Naturales No Renovables, 1963, Publication 5E, México, 222 p.
5. *Geología y yacimientos minerales del distrito minero de Zimapán, Hidalgo.* Instituto Nacional para la Investigación de Recursos Minerales, 1957, Boletín 40, 270 p.

6. CARRASCO-VELÁZQUEZ, B., E., MARTÍNEZ-HERNÁNDEZ, E. y RAMÍREZ-ARRIAGA, E., Estratigrafía de la Formación El Morro del Paleoceno-Eoceno en Zimapán, Hidalgo. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, 2009, vol. 61, núm. 3., p. 403-417.
7. SUTER, M., CARRILLO-MARTÍNEZ, M., LÓPEZ-MARTÍNEZ, M., y FARRAR, E. The Aljibes half-graben; active extension in the transition zone between the trans-Mexican volcanic belt and the southern Basin and Range, Mexico: Geological Society of America Bulletin, 1995, vol. 107, p. 627-641.
8. AGUIRRE-DÍAZ, Gerardo de Jesús y LÓPEZ-MARTÍNEZ, Margarita. Evolución geológica de la caldera de Huichapan, Hidalgo, en base a nuevas edades  $^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$ , Geos, 2001, vol. 21, p. 320-321.
9. CANTAGREL, J.M. y ROBIN, C. K-Ar dating on eastern Mexican volcanic rocks. Relations between the andesitic and the alkaline province. Journal of Volcanology and Geothermal Research, 1979, vol. 5, p. 99-114.
10. NELSON, S.A. y LIGHTHART, A. Field excursion to the Sierra Las Navajas, Hidalgo, Mexico-A Pleistocene peralkaline rhyolite complex with a large debris avalanche deposit. En: II Convención sobre la Evolución Geológica de México y Recursos Asociados (Pachuca, Hidalgo, 12-14 de Septiembre 1997), 1997, Libro-guía de las excursiones geológicas, v. 1 excursión 4, p. 89-96.
11. SILVA-MORA, Luis. Esquema magmático de la Sierra Madre Oriental en la región de Zimapán-Jacala-El Realito, estados de Hidalgo y San Luis Potosí. En: Simposio sobre geología regional de México, 3 (México, D.F., Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología), 1989, p. 74-77.
12. GARCÍA-PALOMO, Armando, MACÍAS, José Luis., TOLSON, Gustavo, VALDEZ, Gabriel y MORA, Juan Carlos. Volcanic stratigraphy and geological evolution of the Apan region, east-central sector of the Trans-Mexican Volcanic Belt. Geofísica Internacional, 2002, vol. 41, núm.2, p. 133-150.