

## San Carlos, Formación.....Cretácico Tardío (Coniaciano-Maastrichtiano)

**Referencia(s):** Vaughan, T.W., 1900, Reconnaissance in Rio Grande coal fields of Texas: United States Geological Survey Bulletin, 164, 73-88.

**Historia nomenclatural de la unidad:** El nombre de Formación San Carlos fue propuesto por Vaughan (1900) para las rocas que afloran en la Mina San Carlos. Posteriormente, Miller (1957 *en* Nichols, 1958) propone tres miembros de la formación San Carlos, los cuales del más antiguo al más reciente son el miembro lutita, el miembro arenoso, y el miembro variado. Finalmente, Lehman (1985) divide informalmente a esta unidad en un miembro inferior de arenisca, miembro medio de lutita, miembro superior de arenisca, y miembro superior de lutita.

**Localidad tipo:** Vaughan (1900) establece que la localidad tipo se encuentra en el Rancho Mina Carbón (Coal Mine Ranch) ubicado en el oriente del Arroyo San Carlos al noroeste de Presidio County, Texas, EE. UU.

**Descripción litológica:** Vaughan (1900) describe que esta formación está constituida de la cima a la base por (3) areniscas y arcillas que contienen vertebrados cretácicos, (2) horizontes de carbón, (1) areniscas y arcillas las cuales contienen tres o cuatro horizontes de fósiles invertebrados, menciona que la arenisca es de grano grueso, de colores amarillo y café, con estratificación cruzada y concreciones de caliza; la arcilla es de color púrpura y amarillo, con presencia de concreciones calcáreas las cuales contienen abundantes fósiles bien conservados, también se observa lutita carbonosa; mientras que el carbón es impuro. Por su parte, Hernández-Noriega *et al.* (2000) mencionan que en el estado de Chihuahua esta unidad se constituye por una secuencia terrígena representada por areniscas de tipo calcáreo, de color café a gris verdoso y tamaño de grano fino a grueso, en estratos delgados a gruesos, en algunas partes con estratificación cruzada, cementada por una matriz arcillosa y calcárea, en ocasiones con granos muy finos de cuarzo, éstas areniscas están en alternancia con lutita de color café oscuro a café claro y verdosa, con estratificación delgada a media, las cuales en algunas porciones contienen bioclastos, en ocasiones se observa laminación dando la impresión de corresponder a carpetas de algas; en dicha unidad se encontraron algunos fragmentos de troncos fósiles. Pérez-De la Cruz *et al.* (2000) agrega que la arenisca también se observa de color gris oscuro, conglomerática, con horizontes de lutita arenosa las cuáles presentan alto contenido de material carbonoso.

**Espesores:** Inicialmente Vaughan (1900) reportó un espesor de 823 m. Posteriormente se han reportado espesores variables para esta unidad que van de 100 m (Mendoza-Romero y Guillén-Ortíz, 2004), 129 a 215 m (Wolleben, 1966); 236 a 350 m (García, 1989 *en* Padilla-Palma *et al.*, 1997); 605 m (Zaldívar-Ruiz y Gallo-Padilla, 1991), 914.4 m (Nichols, 1958), alcanzando un espesor máximo de 2000 m (Hernández-Noriega *et al.*, 2000).

**Distribución:** Las rocas de esta formación afloran ampliamente en Texas, Estados Unidos; en Chihuahua, Coahuila y Durango, México. En Texas están expuestas en los alrededores del poblado San Carlos, Condado de Presidio (Vaughan, 1900), en el área de Rim Rock (Wolleben, 1965); en las Sierras Magistral, San José y El Carrizo (Padilla-Palma *et al.*, 1997). En Chihuahua se observan al oriente de

Sierra Vieja (Vaughan, 1900), en la Sierra de Los Fresnos (Nichols, 1958), en el área de Ojinaga (Wolleben, 1966); en la porción noroeste de la cuenca de Ojinaga (Cabrera *et al.*, 1984), en el Cerro Los Olanes (Zaldívar-Ruiz y Gallo-Padilla, 1991), al norte de la Sierra Rica, al noroeste del poblado El Mezquite (Escamilla-Herrera *et al.*, 1991); en los alrededores del poblado Carrillo y al noreste del ejido La Flor (Barbosa-Luna *et al.*, 1998), en la esquina noreste de la Sierra La Mezcalera (Hernández-Noriega *et al.*, 1999); en la Ranchería Potrero del Llano, al suroeste de la Sierra El Morrion (Hernández-Noriega *et al.*, 2000), en los poblados de Cerros Colorados (Hernández-Noriega *et al.*, 2003), de Santa Elena (Jiménez-González *et al.*, 2004); en las lomas Severo Beltrán al noroeste de Coyame (Mendoza-Romero y Guillén-Ortiz, 2004). En Coahuila se distribuye al noreste y oeste del poblado Laguna del Rey (Pérez-De la Cruz *et al.*, 2000). Finalmente, en Durango se reporta en subsuelo en los pozos Tlahualilo-1, Escalón-1, Ceballos-1, Mapimí-1 y Durango-1 (Zaldívar-Ruiz y Gallo-Padilla, 1991).

**Relaciones estratigráficas:** Su contacto inferior es concordante con la Formación Ojinaga (Nichols, 1958; Cabrera *et al.* 1984; Zaldívar-Ruiz y Gallo-Padilla, 1991; Mendoza-Romero y Guillén-Ortiz, 2004); discordante con la Formación Buda (Hernández-Noriega *et al.*, 2000); concordante con la formación Indidura (Pérez-De la Cruz *et al.*, 2000); mientras que el contacto superior es discordante con el Grupo Vieja (Nichols, 1958), concordante con la Formación El Picacho (Cabrera *et al.*, 1984; Haenggi, 2002); discordante con un conglomerado oligomítico de edad Maastrichtiano-Paleoceno (Hernández-Noriega *et al.*, 2000); lo cubren la riolita y toba riolítica del Oligoceno y sedimentos recientes del Holoceno (Mendoza-Romero y Guillén-Ortiz, 2004); asimismo, está afectado por una falla inversa con la Formación Aurora (Zaldívar-Ruiz y Gallo-Padilla, 1991).

**Contenido paleontológico:** Vaughan (1900) menciona que en la mina San Carlos y sus alrededores se encontró el siguiente material fósil: *Pecten* sp., *Veniella* sp., *Cardium carolinense*, *Cardium* sp., *Cyprimeria* sp., *Maetra* sp., *Corbula* sp., *Dentalium* sp., *Gyrodes petrosa*, *Anchura* sp., *Pugnellus* sp., *Rostellites* sp., *Pyropsis trochiformis*, *Placenticeras guadalupoe*, *Exogyra costata*, *Avicula linguiformis*, *Inoceramus proximus*, *Inoceramus cripsi*, *Inoceramus vanuxemi*, *Pinna* sp., *Cucullaea* sp., *Gyrodes* sp., *Pholadomya* sp., *Turritella trilira*, *Strepsidura* sp., *Nautilus dekeyi*, *Schloenbachia delawarensis*, *Baculites asper*, *Baculites ovatus*, *Scaphites* sp. También contiene *Placenticeras syrtale*, *Pseudoschloenbachia chispaensis*, *Exogyra ponderosa*, *Submorticeras tequesquitense* (Wolleben, 1966); *Inoceramus cumminsi*, *Cymbophora*, *Crassostrea cusseta* y *Kritosaurus* (Lehman, 1985).

**Ambiente de depósito:** Wolleben (1966) menciona que la Formación San Carlos fue depositada durante una extensiva regresión marina que ocurrió en el Cretácico Tardío. Lehman (1985) documenta que las facies sedimentarias dentro de la Formación San Carlos reflejan una depositación en el interior de una plataforma continental, prodeltaica, progradacional hacia la costa, y ambientes deltaico y de playa, costero y pantanoso, fluvial, y de planicie aluvial. Por su parte, Cantú-Chapa *et al.* (1985) concluyen que a causa de una regresión regional ocurrida durante el Cretácico Superior, se depositaron principalmente sedimentos terrígenos, con algunos carbonatos, en ambientes marinos y continentales, derivados de la erosión de regiones emergidas situadas en el centro y occidente de México, estos sedimentos están representados en la actualidad en las formaciones Ojinaga, San Carlos y El Picacho para el área de

Ojinaga. Finalmente, Haenggi (2002) establece que ésta unidad recorre la transición desde sedimentación marina a no marina en la Cuenca de Chihuahua.

**Edad:** Con base en el contenido fósil, Vaughan (1900) le asigna una edad de Cretácico Tardío, Coniaciano-Maastrichtiano; posteriormente, Wolleben (1966) restringe su edad al Santoniano-Campaniano. Años después, Young (1969) concluye que con base en la presencia de la Zona de *Delawarella delawarensis*, ésta unidad corresponde al Campaniano Inferior. Por su parte, personal del Instituto Mexicano del Petróleo (1991 en Hernández-Noriega *et al.*, 2003) y Mendoza-Romero y Guillén-Ortiz (2004) mencionan que de acuerdo a su posición estratigráfica dicha formación es del Coniaciano-Santoniano.

**Correlación:** Esta unidad se correlaciona con las formaciones El Nogal de la región Ojinaga, Terlingua de Big Bend National Park (Nichols, 1958); con el Grupo Taylor del norte de México y Texas, con las formaciones Aguja del Big Bend Texas y San Miguel de la Cuenca Fuentes Río Escondido (Cabrera *et al.*, 1984); y con la Formación Caracol (Araujo-Mendieta y Casar-González, 1987).

**Importancia económica:** González-Reyna (1956) menciona que en estas rocas se encuentra parte de la mineralización del distrito minero de San Carlos, mismos que corresponden a tres yacimientos metalíferos distintos: el primero está integrado por los depósitos ferríferos, el segundo está representado por los cuerpos plumbíferos de la mina de San Carlos, que contiene además, sulfuros de hierro, zinc, poco cobre y pequeñas cantidades de vanadio. El tercer tipo de criaderos está constituido por mercurio; los yacimientos son del tipo de reemplazamiento metasomático y relleno de cavernas preexistentes en la caliza, donde los minerales identificables son galena, cerusita, blenda, vanadinita, pirita, pequeñas cantidades de calcopirita, malaquita, hematita, limonita, calcita, cuarzo y selenita. En los criaderos de mercurio, contenidos también en calizas, se encuentra cinabrio en pequeña cantidad. Por otra parte, Tovar-Rodríguez (1981) documenta que la lutita negra carbonosa tiene características geoquímicas para haber generado hidrocarburos, agrega que los desarrollos arenosos pueden considerarse roca almacenadora en condiciones favorables en el subsuelo, mientras que los desarrollos arcillosos corresponden a las rocas sello; menciona que en general, en los sedimentos del Cretácico Superior, se han corroborado numerosas manifestaciones de gas, asfalto y aceite vivo en superficie y subsuelo.

**Estado nomenclatural:** Aunque ésta formación fue propuesta antes de que existiera algún código de nomenclatura estratigráfica, cumple con los requisitos necesarios, por lo menos en las primeras versiones del Código Estratigráfico Norteamericano, por lo tanto; se considera como una unidad formal.

**Última actualización:** Marzo 2010.

**Unidad analizada por:** Sáenz-Pita, M.R. y López-Palomino, I.

**Citas bibliográficas:**

- Araujo-Mendieta, J., Casar-González, R., 1987, Estratigrafía y sedimentología del Jurásico superior en la cuenca de Chihuahua, norte de México: Revista del Instituto Mexicano del Petróleo, 19(1), 6-29.
- Barbosa-Luna, D., Martínez-Ramos, C.J., Santiago-Carrasco, B., Izaguirre-Ramos, M.A., Gracia-Valadéz, M.J., 1998, Carta Geológico-Minera Tlahualilo de Zaragoza G13-6, escala 1:250,000: Pachuca, Hidalgo, México, Consejo de Recursos Minerales, informe, 138 p.
- Cantú-Chapa, C.M., Sandoval-Silva, R., Arenas-Partida, R., 1985, Evolución Sedimentaria del Cretácico Inferior en el Norte de México: Revista del Instituto Mexicano del Petróleo, 17(2), 14-37.

- Escamilla-Herrera, A., Hernández-Mejía, J., Eguizábal-Martínez, F.J., 1991, Estudio integral del Paleozoico en Chihuahua y Coahuila, Proyecto CAO-3515, Instituto Mexicano del Petróleo, 253 p.
- Cabrera, F., Narváez, G., Chávez, M.J., Hernández, R., Alcántara, J., Gómez, F., 1984, Exploración carbonífera en la Cuenca de Ojinaga: Comisión Federal de Electricidad, Informe interno, 45, 41-61.
- González-Reyna, J., 1956, Memoria Geológico-Minera del estado de Chihuahua, en XX Congreso Geológico Internacional: México, D.F., 280 p.
- Haenggi, W.T., 2002, Tectonic history of the Chihuahua trough, Mexico and adjacent USA, Part II: Mesozoic and Cenozoic: Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, 55(1), 38-94.
- Hernández-Noriega, L., Hernández-Vargas, M., Pérez-Vargas, M.A., Ramírez-Tello, E., Rivera-Ruiz, T., Giménez-Carrillo, G., Zubiate-Ruiz, J.L., 1999, Carta Geológico-Minera Ciudad Camargo G13-2, escala 1:250,000: Pachuca, Hidalgo, México, Consejo de Recursos Minerales, informe, 52 p.
- Hernández-Noriega, L., Carrizales-Aguilar, A., Ávila-Lugo, F., Ramírez-Tello, E., 2000, Carta Geológico-Minera Ciudad Delicias H13-11, escala 1:250,000: Pachuca, Hidalgo, México, Consejo de Recursos Minerales, informe, 85 p.
- Hernández-Noriega, L., García-Duarte, R., Meléndrez-Rodríguez, A., 2003, Carta Geológico-Minera San Antonio El Bravo H13-5, escala 1:250,000: Pachuca, Hidalgo, México, Consejo de Recursos Minerales, informe, 68 p.
- Jiménez-González, G., Valencia-Castro, C.M., Carrillo-Reyes, A., 2004, Factibilidad de establecer un Área Natural Protegida en el "Cañón y Sierra del Peguis" (Bajo Conchos), Biodesert, A. C., Torreón, México, Reporte final, 40 p.
- Lehman, T.M., 1985, Stratigraphy, Sedimentology and Paleontology of Upper Cretaceous (Campanian-Maastrichtian) sedimentary rocks in Trans-Pecos Texas: Austin, Texas, The University of Texas, tesis doctoral, 299 p.
- Mendoza-Romero, M., Guillén-Ortiz, J.M., 2004, Carta Geológico-Minera Coyame H13-C39, escala 1:50,000: Pachuca, Hidalgo, México, Consejo de Recursos Minerales, informe, 45 p.
- Nichols, J.C., 1958, Stratigraphy of Sierra de Los fresnos, Chihuahua, Mexico: Austin, Texas, University of Texas, tesis de maestría, 64 p.
- Padilla-Palma, M.L., Herrera-Galván, D., Hernández-Velázquez, M., Pérez-De la Cruz, J.A., García-Guzmán, J., Torres y Espinosa, J.A., 1997, Carta Geológico-Minera Chihuahua H13-10, escala 1:250,000: Pachuca, Hidalgo, México, Consejo de Recursos Minerales, informe, 136 p.
- Pérez-De la Cruz, J.A., Arzabala-Molina, J., Tarín-Zapata, G., De los Santos-Montaño, J., 2000, Carta Geológico-Minera Ocampo G13-3, escala 1:250,000: Pachuca, Hidalgo, México, Consejo de Recursos Minerales, informe, 107 p.
- Tovar-Rodríguez, J.C., 1981, Provincias con posibilidades petrolíferas en el Distrito de Chihuahua, XVIII Congreso Nacional de la Asociación de Ingenieros Petroleros de México, A.C.: Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, 33(1), 25-51 p.
- Vaughan, T.W., 1900, Reconnaissance in Rio Grande coal fields of Texas: United States Geological Survey Bulletin, 164, 73-88.
- Wolleben, J.A., 1965, Nomenclatura litoestratigráfica de las unidades del Cretácico Superior en el Oeste de Texas y el Noreste de Chihuahua: Boletín de la Sociedad geológica Mexicana, 28(2), 65-74.
- Wolleben, J.A., 1966, Biostratigraphy of the Ojinaga and San Carlos formations of west Texas and northeastern Chihuahua: Austin, Texas, University of Texas, tesis doctoral, 62 p.
- Young, K., 1969, Ammonite Zones of Northern Chihuahua, Guidebook of The Border Region: New Mexico Geological Society, 20 th Field Conference, 97-101.
- Zaldívar-Ruiz, J., Gallo-Padilla, I., 1991, Análisis Tectónico y Estructural de una porción del Mar Mexicano en el Prospecto Torreón-Bermejillo, Proyecto CAO-4030, Instituto Mexicano del Petróleo, 100 p.