Zonas potenciales para el almacenamiento geológico de CO_2 en capas de carbón de la Fm. Olmos, Noreste de México.

Ponente: Genaro de la Rosa-Rodríguez, (**genaro_rodriguez@uadec.edu.mx**)

Coautores: Cristina Fernanda Alves Rodrigues, Fernando Núñez-Useche, Juan Josué Enciso-Cárdenas, Yuriko Yarel Bueno Yamamoto, Diego de Jesús Martínez-Hernández, Luis Fernando Camacho-Ortegón, Arturo Bueno-Tokunaga, Manuel João Lemos de Sousa, Eduardo González-Partida.

Acapulco Guerrero, México a 20 de noviembre del 2025

Contenido

- Introducción
- Metodología
- Marco geológico
- Resultados
- Conclusiones
- Agradecimientos

Introducción

Problema: Aumento de Gases de Efecto Invernadero (GEI), específicamente el dióxido de carbono (CO_2).

Fuentes: Emisiones antropogénicas y naturales.

Efecto: Calentamiento multidécada sobre el clima.

Impacto: Perturbaciones en los ecosistemas naturales y las sociedades (Ghiat & Al-Ansari, 2021).

Consecuencias: Aumento del nivel del mar, océanos calentados y acidificados, menores cantidades de hielo, temperaturas superficiales más altas, enfermedades en seres vivos, entre otras especies.

Posible solución: Almacenamiento de CO_2 en subsuelo en formaciones geológicas específicamente en capas de carbón.

Fuentes naturales y antropogénicas de emisiones de CO_2 (Mota, 2013).

El cambio climático es afectado por el incremento de las emisiones de CO_2 en la atmosfera.

Introducción

Aprovechamiento geológico de CO_2

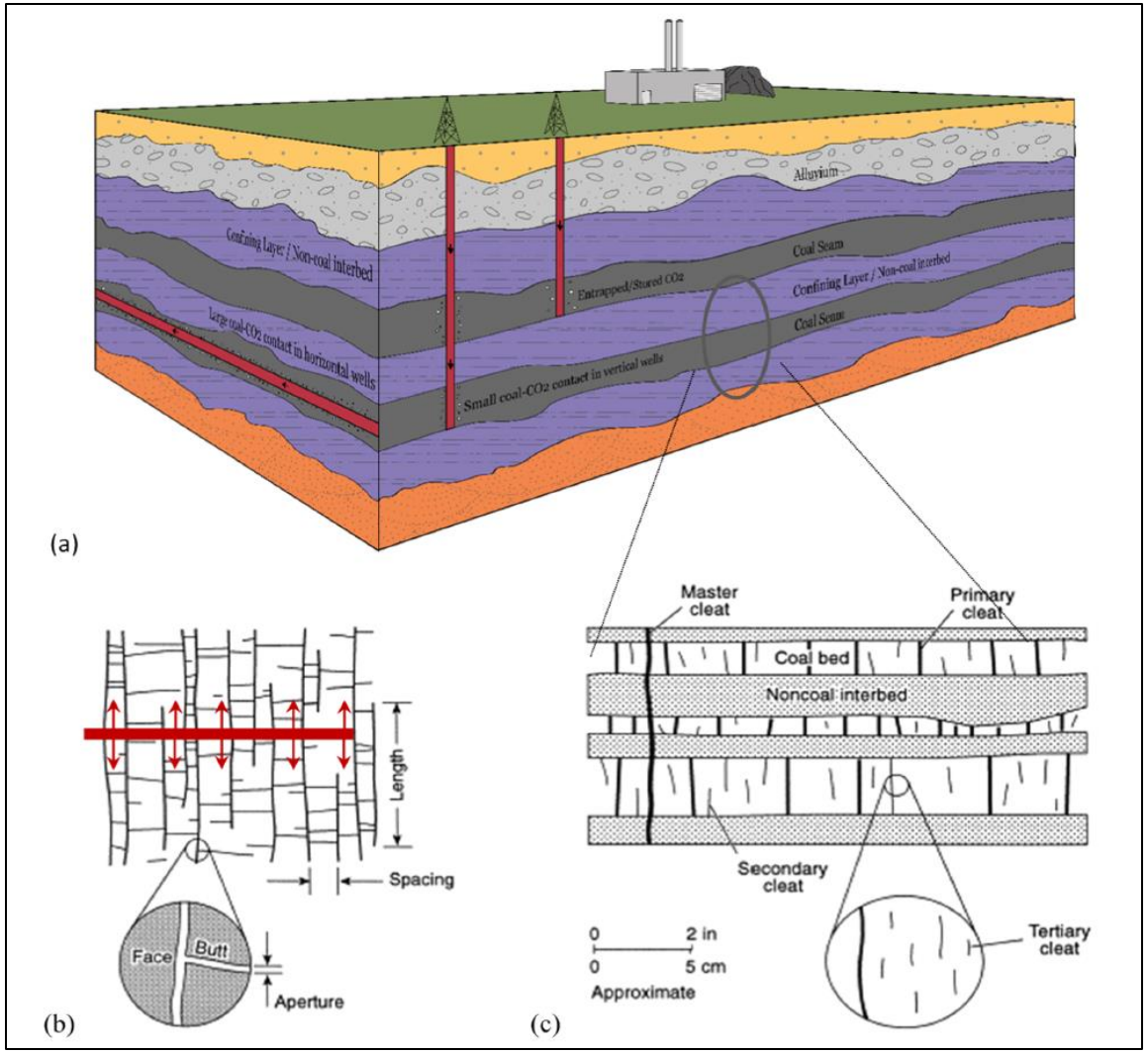
tres configuraciones geológicas generales (Mangal, 2010):

- Yacimientos maduros o agotados de petróleo y gas
- Acuíferos salinos profundos
- **Capas de carbón con recuperación de CBM**

Proceso:

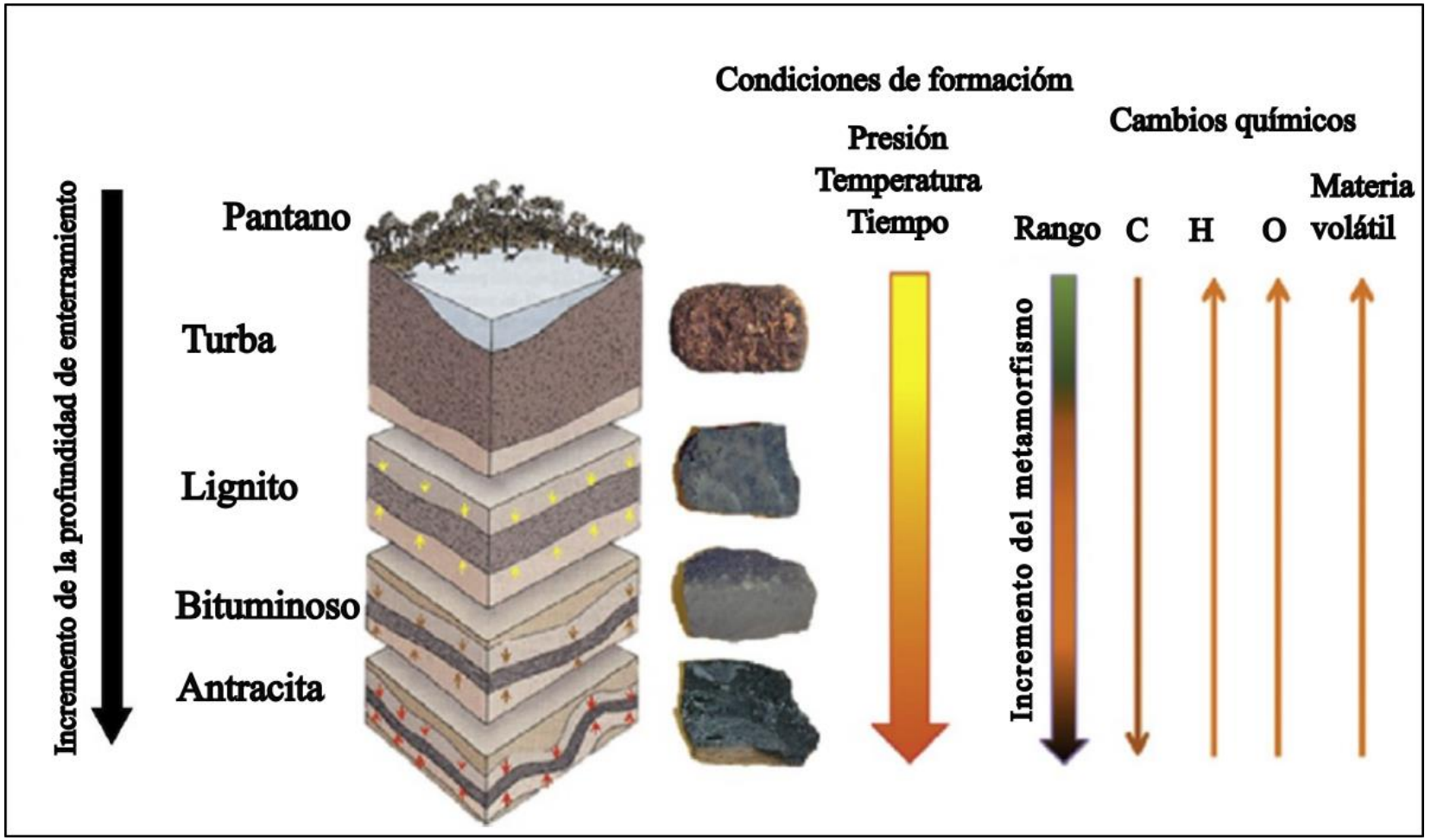
1. Gas CO_2 fluye a través de las fracturas;
2. Se difunde en la matriz y;
3. adsorbe en superficie de los microporos (Metz, 2005).

- Profundidad óptima: **300 y 1,500 m** (Gale, 2004; Laenen y Hildenbrand, 2005; Katyal et al., 2007; Tang et al., 2014; Sarhosis et al., 2016; Shi et al., 2019).



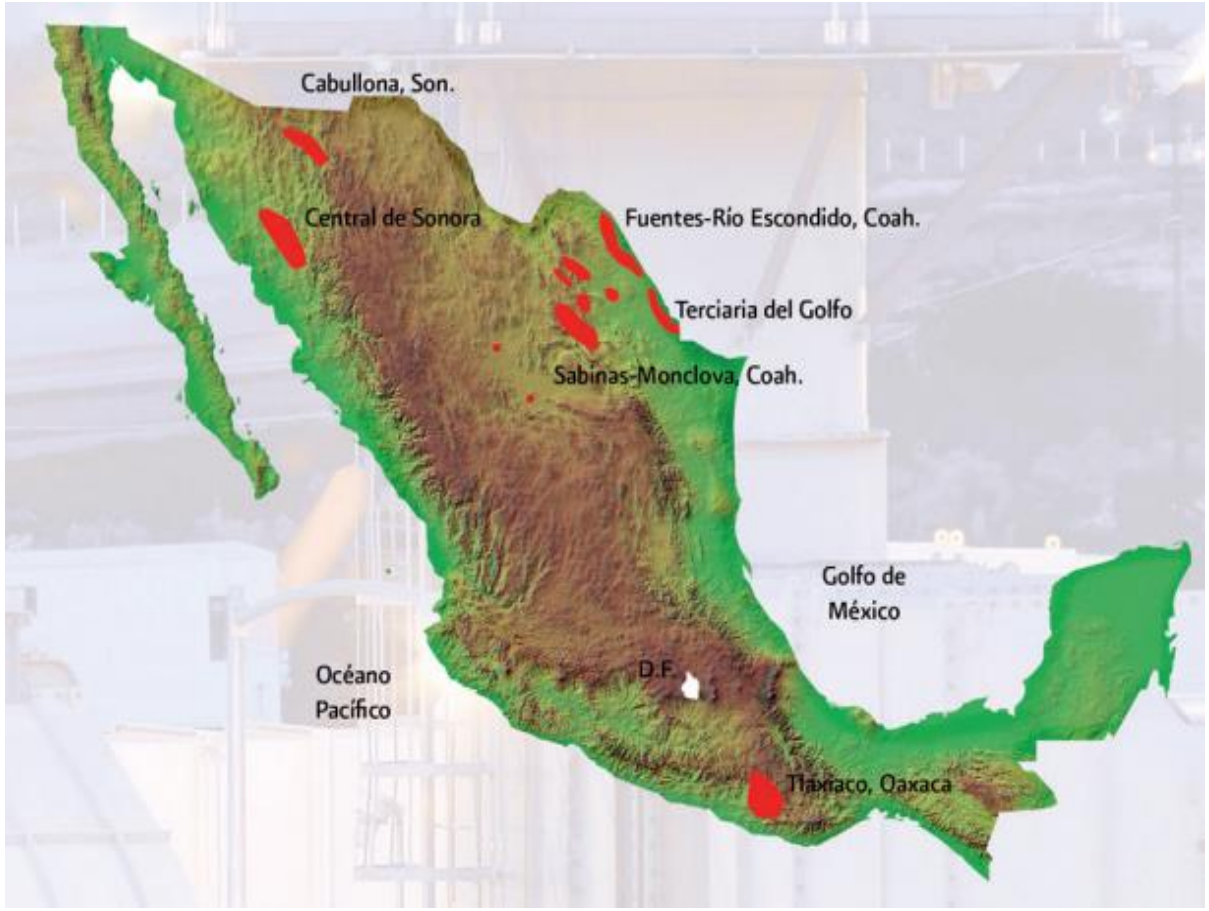
Esquema del almacenamiento de CO_2 en depósitos subterráneos de carbón

Introducción

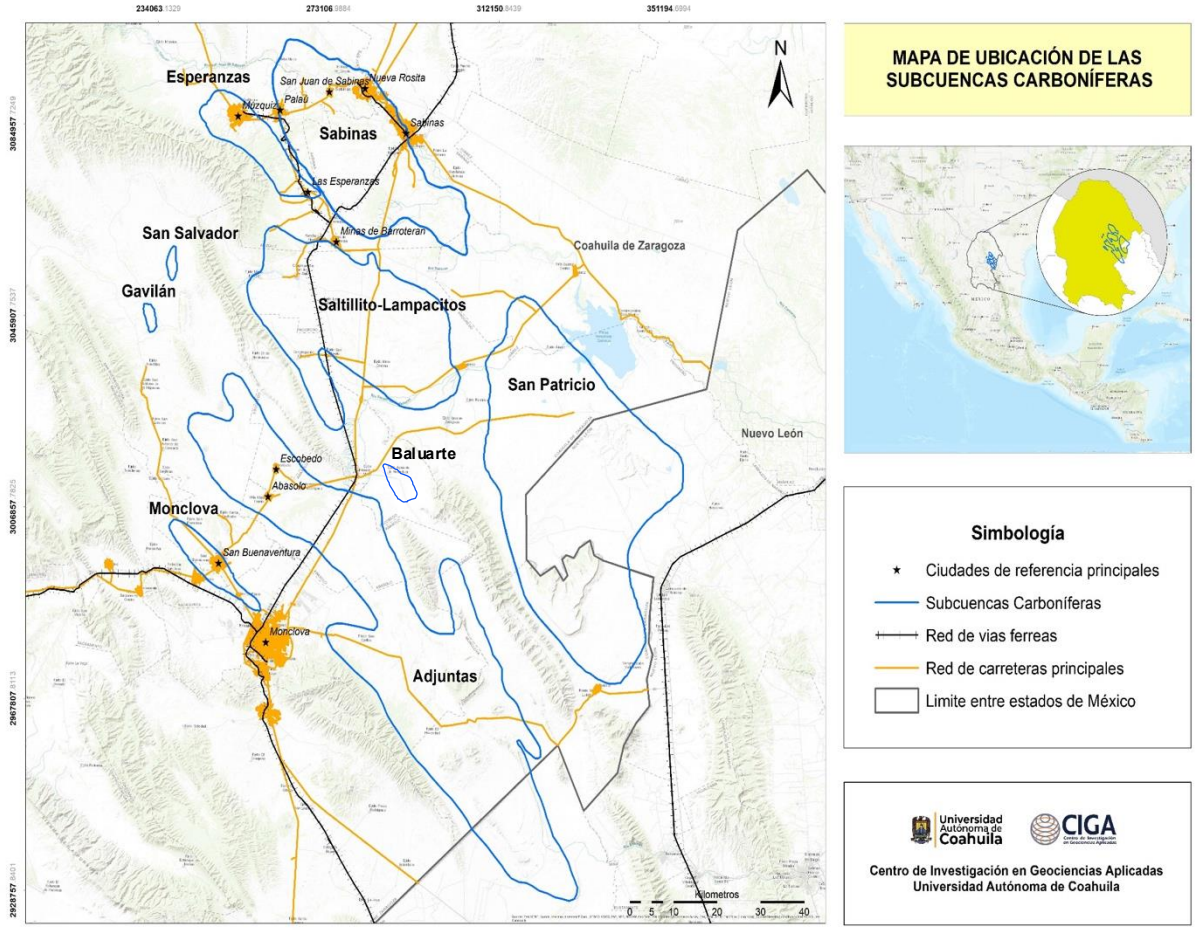


Esquema de formación del carbón en términos de rango (serie de coalificación). C – Carbono, H – Hidrógeno, O- Oxígeno (Modificado de Pajares y Díez, 2014; Suarez Ruiz et al., 2019).

Introducción

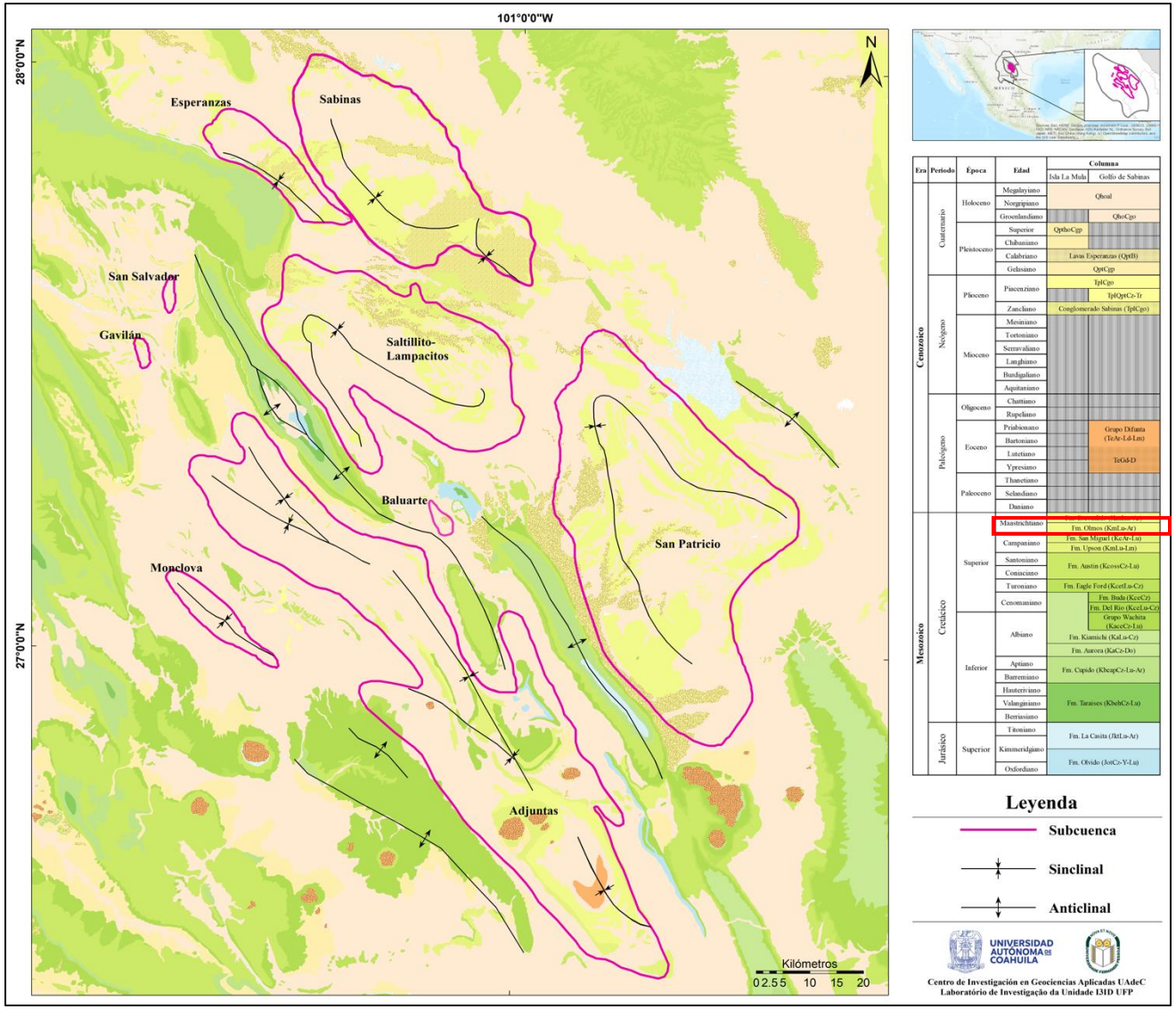


Localización de las principales cuencas carboníferas en México.



Localización de las subcuencas 9 carboníferas en el Estado de Coahuila, México.

Marco geológico



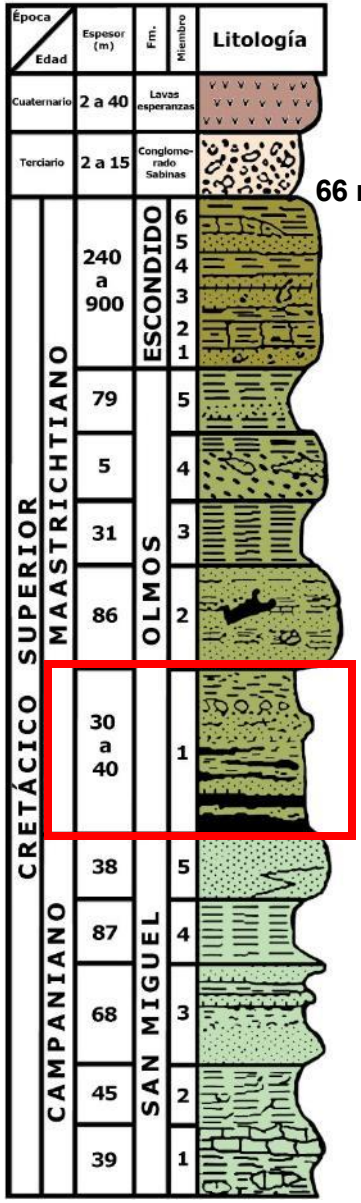
Mapa geológico regional y localización de las 9 subcuencas de carbón:

1) Sabinas, 2) Saltillito-Lampacitos, 3) Adjuntas, 4) Las Esperanzas, 5) San Patricio, 6) Monclova, 7) Baluarte, 8) El Gavilán y 9) San Salvador.

Superficie total: 6,883 km²

Fm. Olmos (Lu-Ar): K. Maastrichtiano (72 ma)

Marco geológico

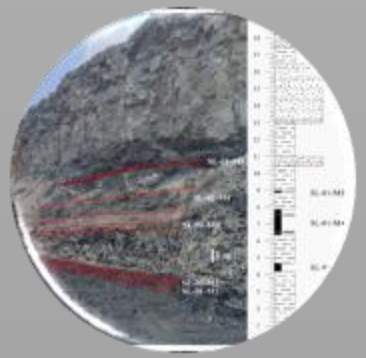


Columna litoestratigráfica en la Región Carbonífera de Coahuila

Fm. Olmos (Lu-Lm-Ar-Carbón)

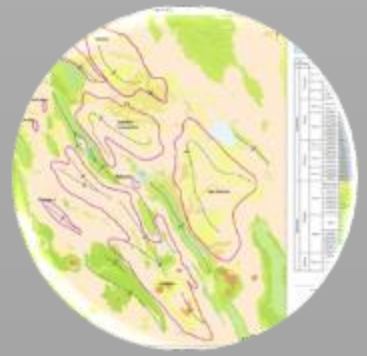
Metodología

Trabajo de campo



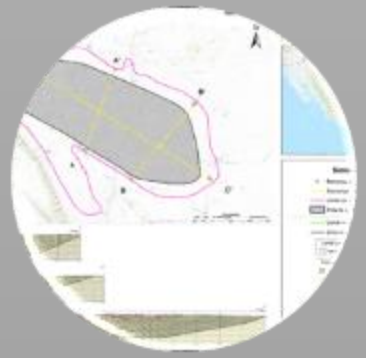
- Gestión de permisos
- Reconocimiento geológico
- Levantamiento de datos

Modelado geoestadístico



- Secciones geológicas-estructurales
- Mapas de áreas potenciales

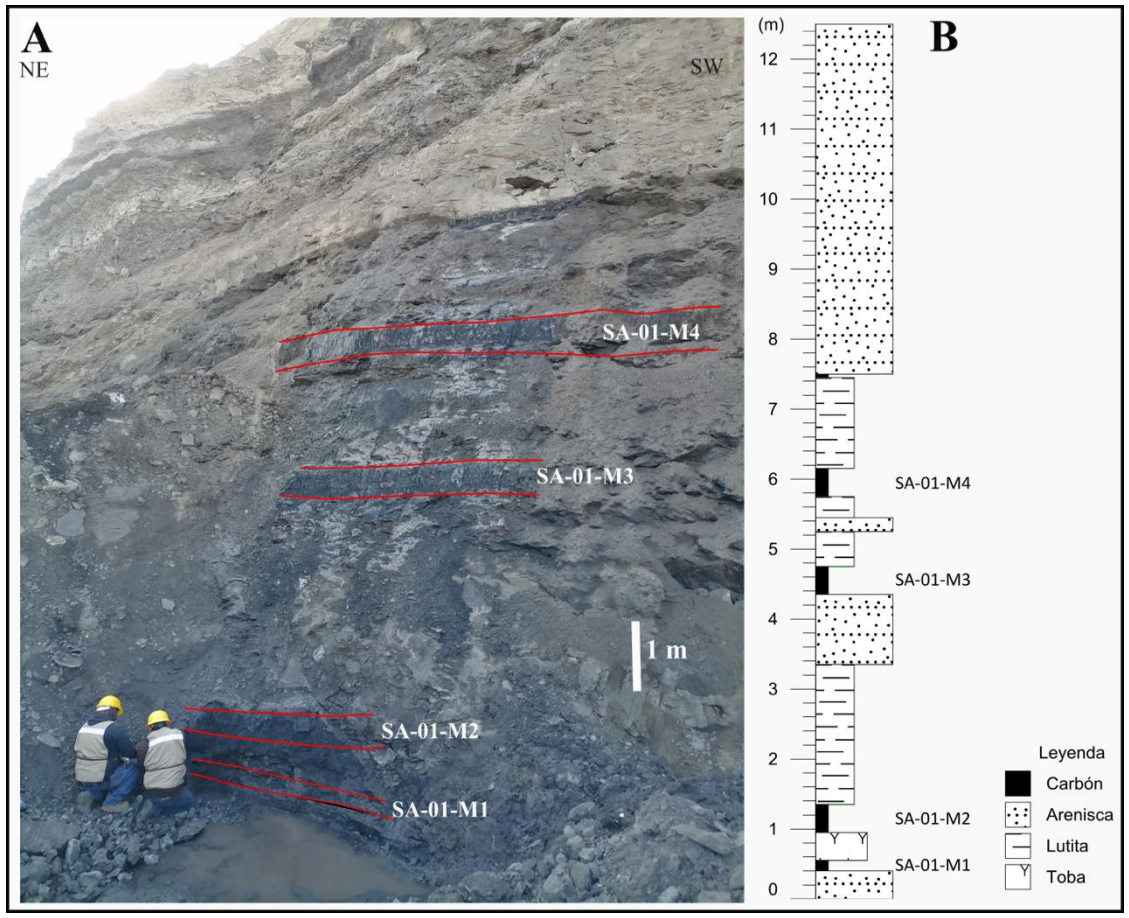
Estimación de recursos y evaluación del potencial de CO_2



- Estimar los recursos de carbón
- Evaluar el almacenamiento geológico de CO_2 para cada subcuenca.

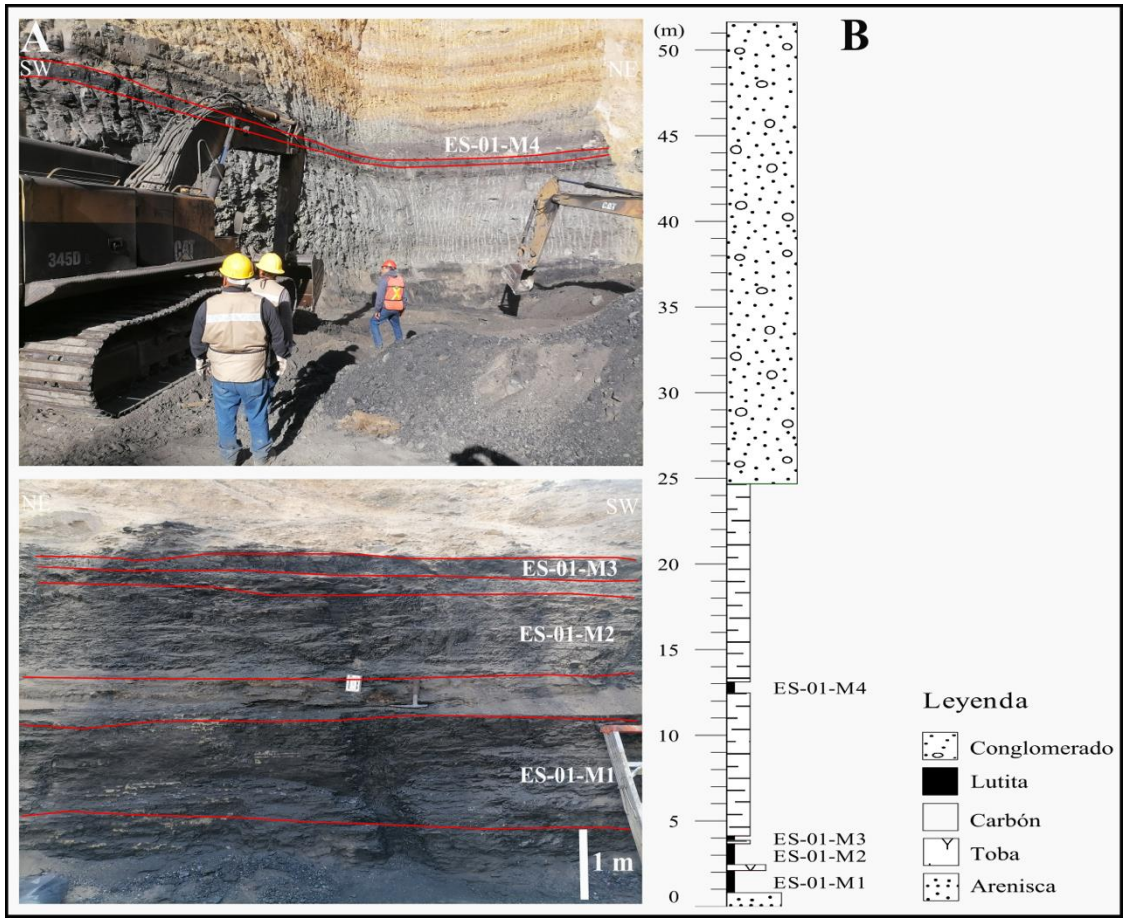
Resultados

Trabajo de campo



Reconocimiento geológico y columna litoestratigráfica en la Subcuenca Sabinas

4 Capas de carbón: 0.15 m – 0.40 m (espesor)

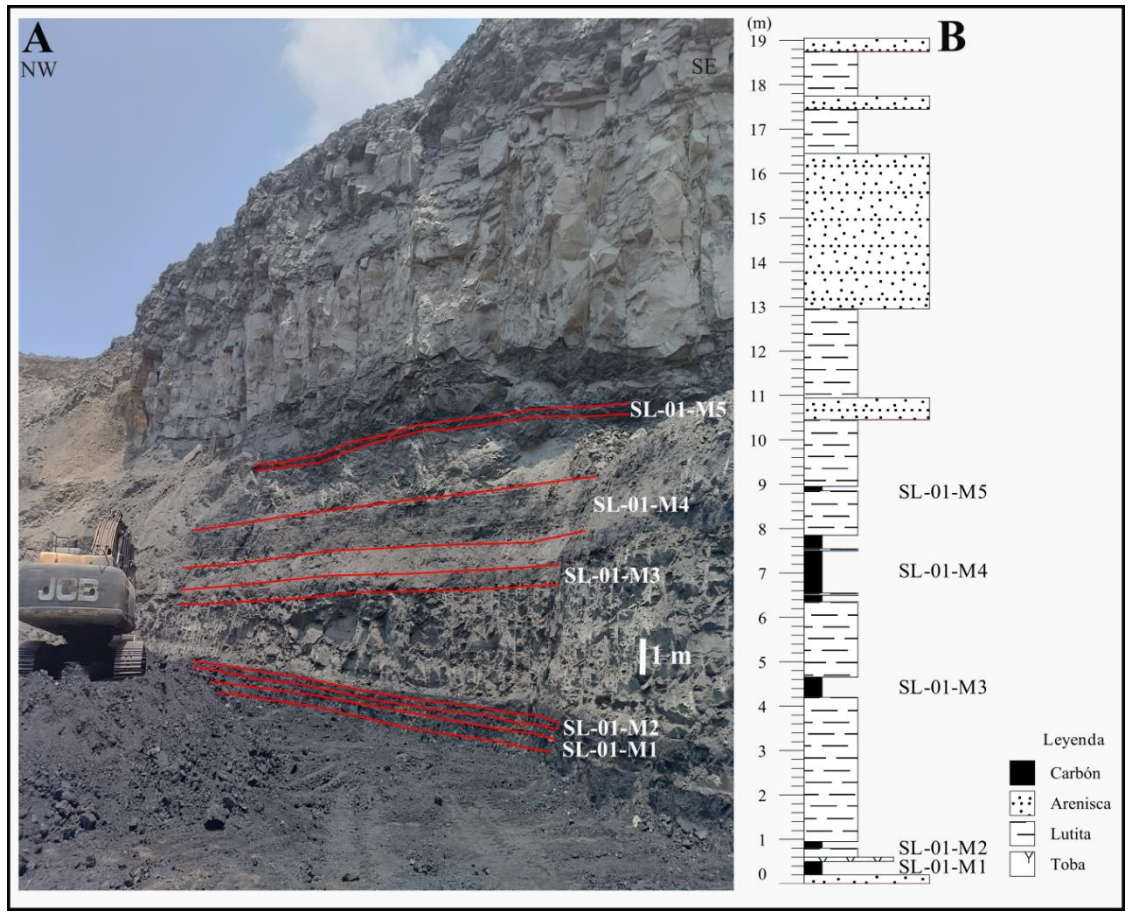


Reconocimiento geológico y columna litoestratigráfica en la Subcuenca Las Esperanzas

4 Capas de carbón: 0.25 m – 1.30 m (espesor)

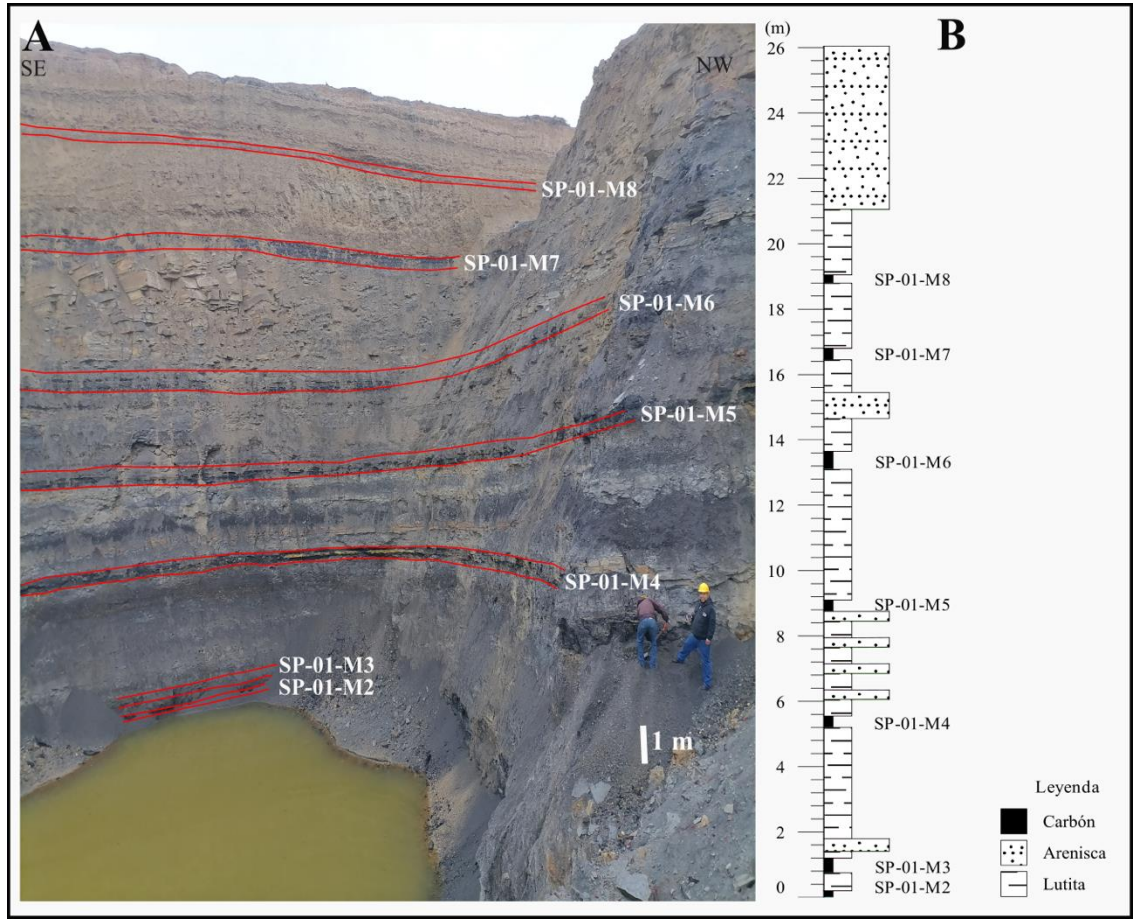
Resultados

Trabajo de campo



Reconocimiento geológico y columna litoestratigráfica en la Subcuenca Saltillito-Lampacitos

5 Capas de carbón: 0.25 m – 1.57 m (espesor)

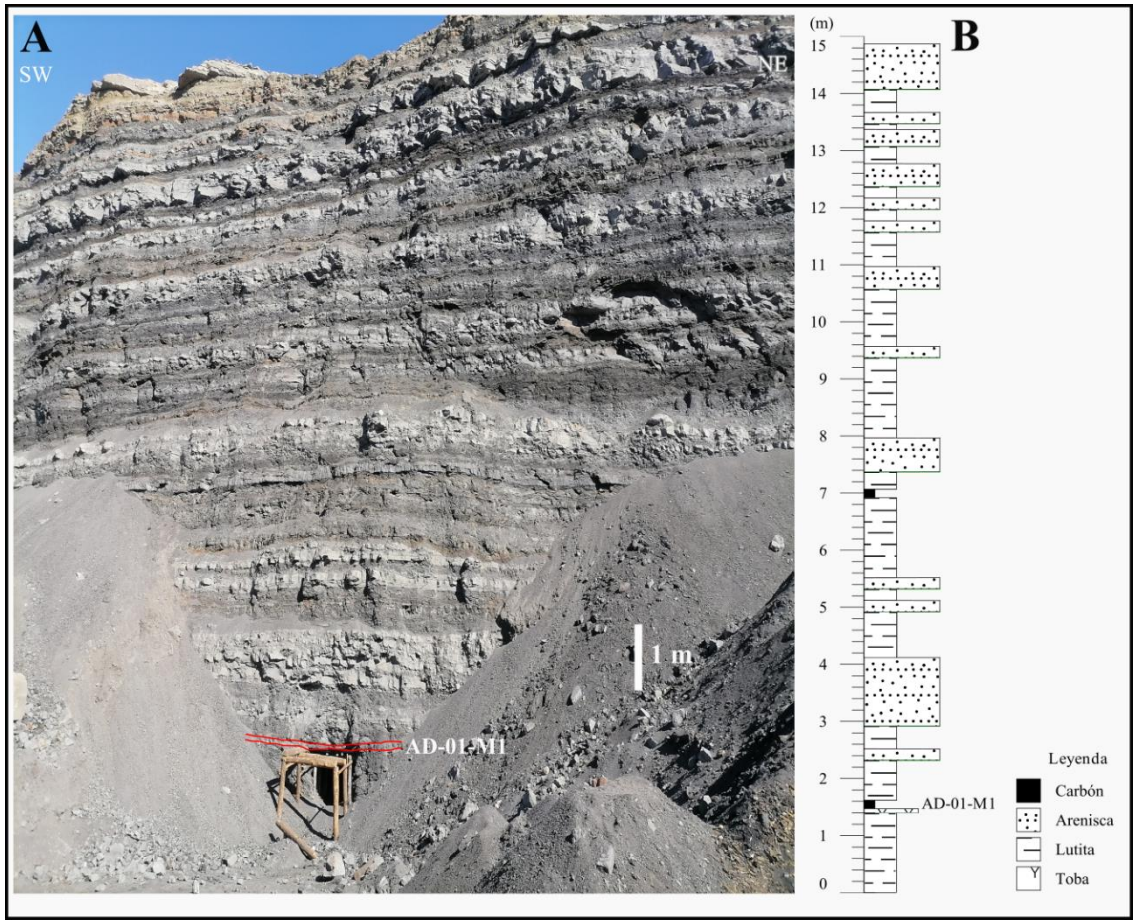


Reconocimiento geológico y columna litoestratigráfica en la Subcuenca San Patricio

7 Capas de carbón: 0.25 m – 0.55 m (espesor)

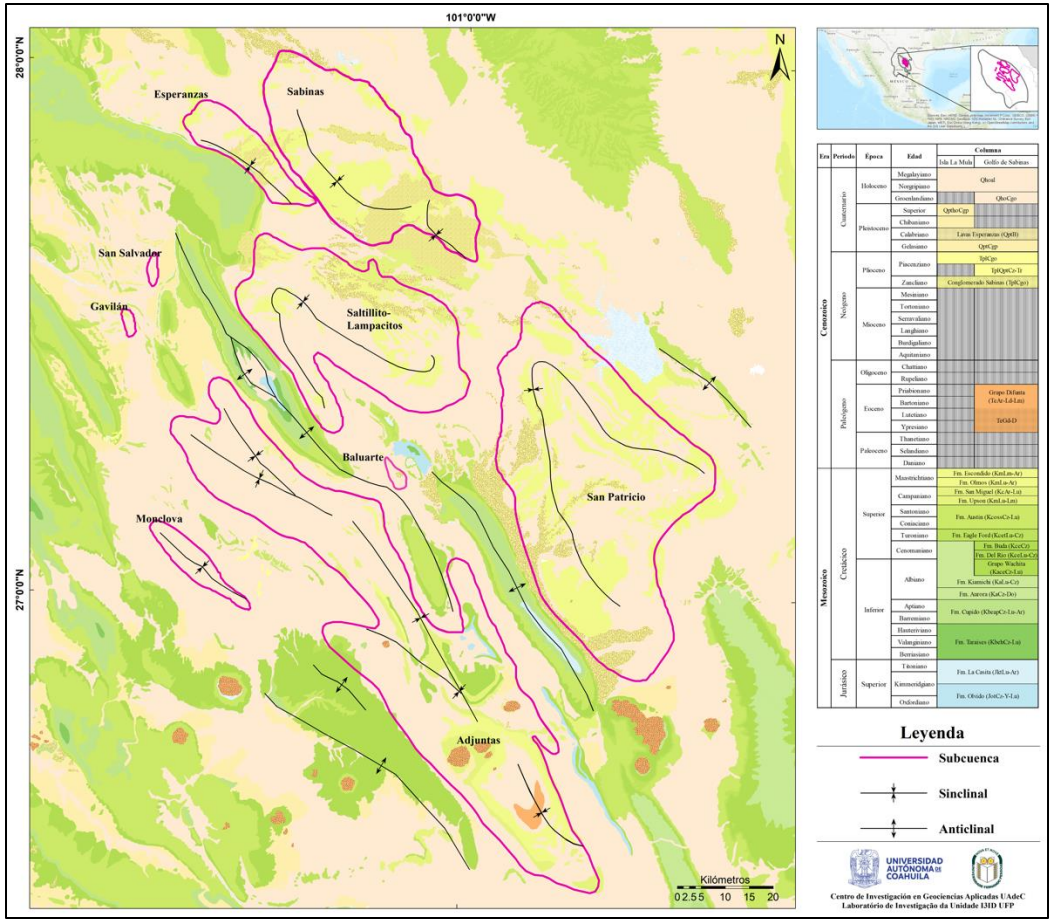
Resultados

Trabajo de campo



Reconocimiento geológico y columna litoestratigráfica en la Subcuenca Adjuntas

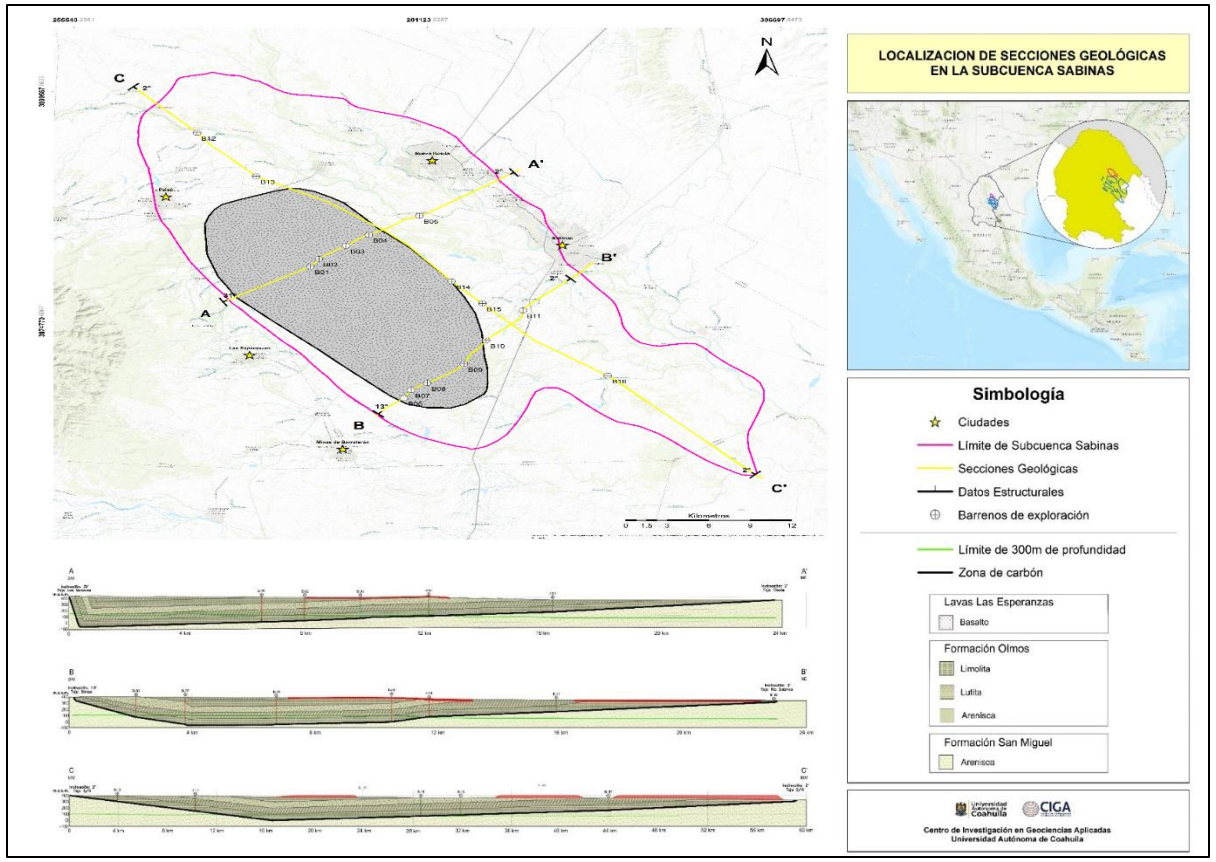
2 Capas de carbón: 0.15 m (espesor)



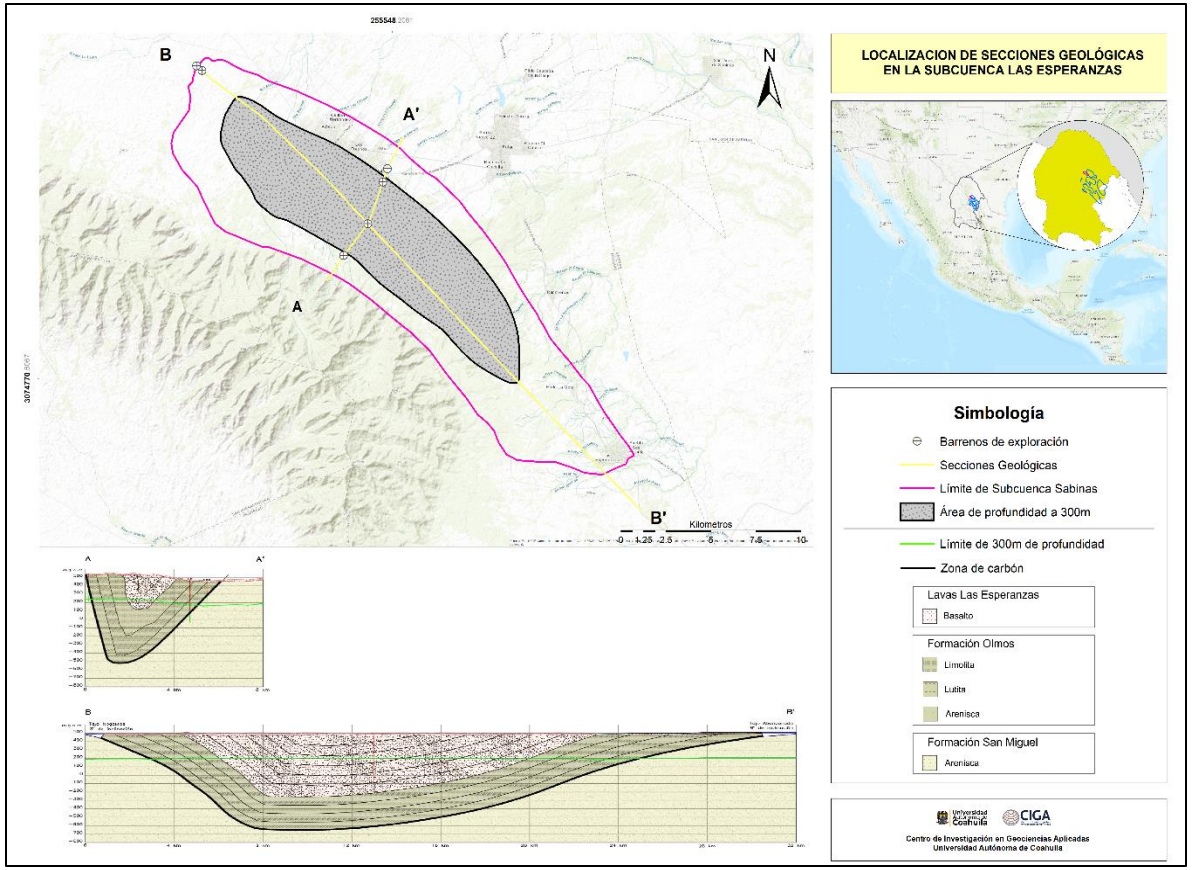
Mapa geológico regional y localización de las subcuencas de carbón

Resultados

Modelado geoestadístico: Delimitación de áreas de carbón > 300 m de profundidad



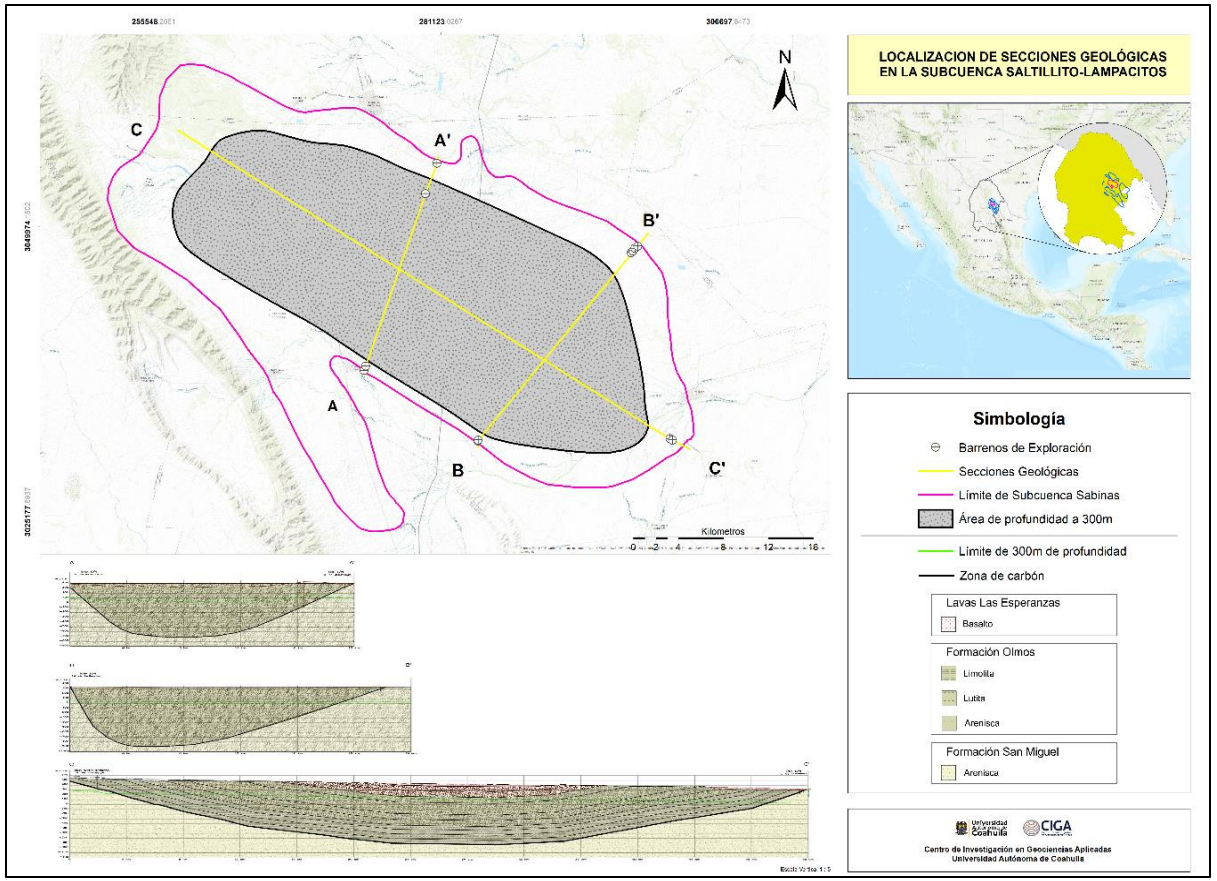
Subcuenca Sabinas (287 Km², 300 m – 467 m)



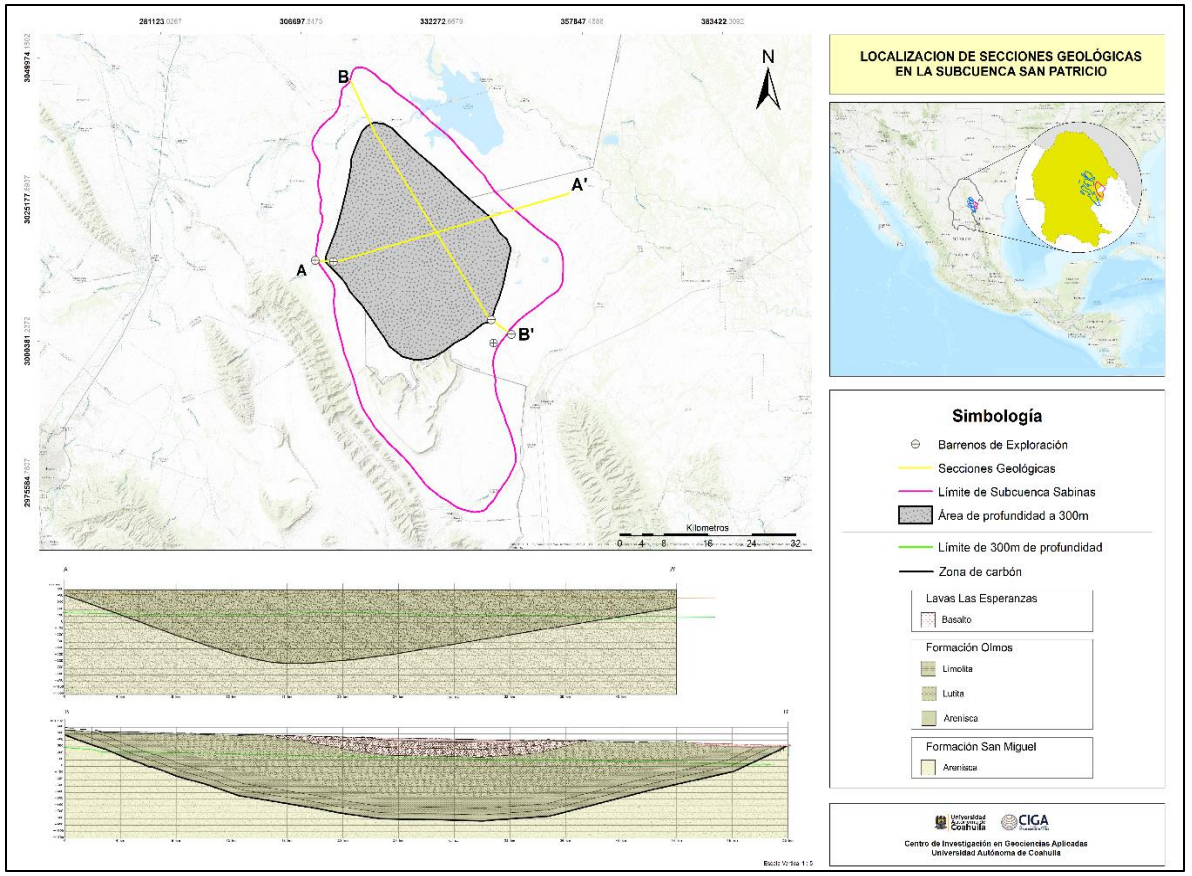
Subcuenca Las Esperanzas (87 km², 300 m – 1,200 m)

Resultados

Modelado geoestadístico : Delimitación de áreas de carbón > 300 m de profundidad



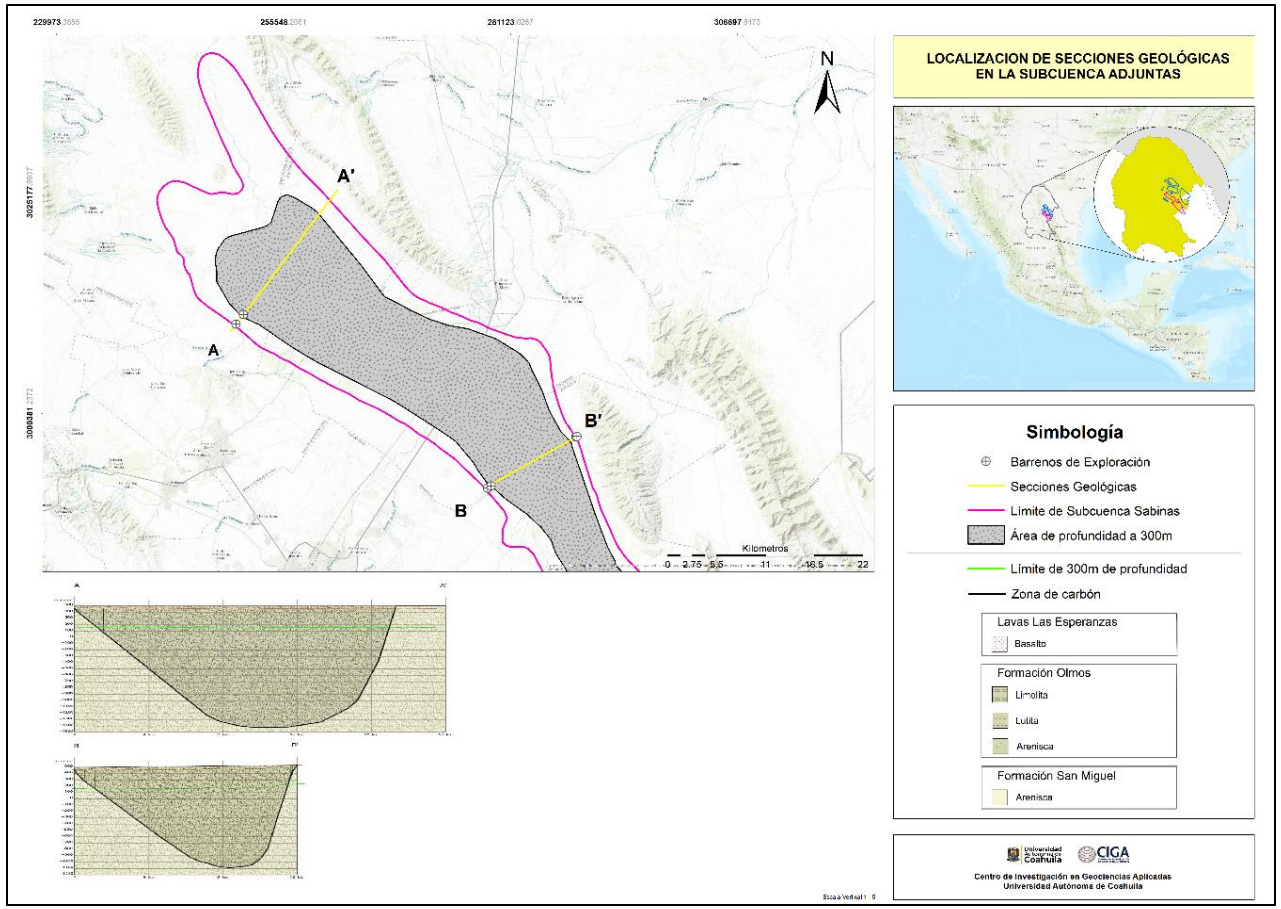
Subcuenca Saltillito-Lampacitos (676 km^2 , 300 m- 1,200 m)



Subcuenca San Patricio (876 km^2 , 300 m- 1,200 m)

Resultados

Modelado geoestadístico: Delimitación de áreas de carbón > 300 m de profundidad



Subcuenca Adjuntas (603 km^2, 300 m – 1,850 m)

Subcuenca	Área potencial para almacenamiento de CO_2
	Km^2
Sabinas	287
Las Esperanzas	87
Saltillito - Lampacitos	676
San Patricio	876
Adjuntas	603
TOTAL	**2,529**

Resultados

Estimación de recursos y evaluación del potencial de CO_2

Subcuenca	Área de estudio	Espesor	Densidad	Recursos inferidos	Adsorción de CH_4	Potencial de CH_4	Relación de CO_2/CH_4	Potencial CO_2	Potencial CO_2	Relación Potencial CO_2/Emisión Anual nacional	Relación Potencial CO_2/Emisión Anual Estatal
	Km^2	m	g/cm^3	Mt	m^3/t	Mm^3		Mm^3	Mt	Años	Años
Sabinas	287	2.02	1.53	887	9.67	8,582	1.80	15,447	10,504	21	164
Las Esperanzas	87	1.25	1.41	153	8.48	1,300	1.80	2,340	1,591	3	25
Saltillito - Lampacitos	676	1.21	1.50	1,227	7.80	9,570	1.80	17,226	11,714	24	183
San Patricio	876	1.10	1.43	1,378	10.33	14,230	1.80	25,614	17,418	35	272
Adjuntas	603	0.15	1.40	127	8.96	1,135	1.80	2,043	1,389	3	22
TOTAL	2,529	1.15	1.45	3,772				62,670	42,616	86	666

Conclusiones

1. El levantamiento de datos de campo de cinco subcuencas carboníferas de la Cuenca de Sabinas y su modelado geoestadístico con ArcMap permitieron delimitar una extensión de **2,529 km^2 de áreas potenciales** para el almacenamiento geológico de CO_2.

2. La inyección y almacenamiento de CO_2 en capas de carbón en las cinco subcuencas representa una **alternativa** para impulsar políticas y proyectos sostenibles para la minería del carbón.

3. La Cuenca Sabinas presenta un potencial de almacenamiento geológico de **42,616 Mt de CO_2 en 3,772 Mt de carbón**, el cual no es explotable por los métodos de minería convencional.

4. El almacenamiento geológico de CO_2 estimado en este trabajo, representa un potencial equivalente a **86 años de las emisiones de carbono a nivel nacional** en México y **666 años** de las emisiones de este gas de efecto invernadero en el **Estado de Coahuila**.

Agradecimientos

Proyecto IMPULSA-UAdeC 2024-59 de la Dirección de Investigación y Posgrado de la UAdeC.

Programa Nacional de Becas para Estudios de Posgrado de la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI) de México y al fondo Estancias sabáticas vinculadas a la consolidación de grupos de investigación convocatoria 2025 - SECIHTI por el financiamiento del Proyecto 11038806.

COECYT-FONCYT COAH-2022-C19-C148 del Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología de Coahuila (COECYT) por el apoyo financiero para desarrollar este producto académico.

Agradecimientos

Apoyo institucional de la Universidad Fernando Pessoa (UFP), Centro de Investigación en Geociencias Aplicadas (CIGA-UAdeC) y al Centro de Estudios e Investigaciones Interdisciplinarios (CEII) por su contribución científica y tecnológica.

Consejo Directivo Nacional de la AIMMGM por su apoyo y promoción de la presente investigación en la temática del carbón.

"El valor de las cosas no reside en su duración, sino en la intensidad con la que ocurren. ¡Por eso hay momentos inolvidables y personas únicas!“.

Fernando Pessoa

Muchas gracias