



Gobierno de
México



Extracción de litio de salmueras de campos petroleros de Pemex

Proyecto en colaboración con el Instituto Mexicano del Petróleo y LitióMX

IMP

Creando **tecnología**
para **energizar** la vida



2025
Año de
**La Mujer
Indígena**



Gobierno de
México



Contenido

- Origen y justificación del proyecto
- Marco geológico del litio en salmueras petroleras y geotérmicas
- Actividades para evaluar el potencial en campos de Pemex



2025
Año de
La Mujer
Indígena



Gobierno de
México



Origen y justificación del proyecto



2025
Año de
La Mujer
Indígena

Origen y justificación del proyecto



Gobierno de
México



- El litio en México, al igual que en otros países del mundo, ha sido declarado elemento estratégico para la transición energética
- El Gobierno Federal busca impulsar el desarrollo de la cadena de valor, desde su extracción hasta la elaboración de productos terminados, tales como baterías.
- La empresa Litio para México (LitioMX) fue creada en 2022 y tiene como objeto la exploración, explotación, beneficio y aprovechamiento del litio, ubicado en territorio nacional, así como la administración y control de las cadenas de valor económico de dicho mineral.
- Con el fin de contribuir a satisfacer las necesidades futuras de minerales críticos de México, y en particular el desarrollo de las etapas iniciales de la cadena de valor del litio, Pemex, en coordinación con LitioMX y el Instituto Mexicano del Petróleo, evaluarán el potencial de extracción de litio a partir de las salmueras producidas por los campos de Pemex.
- Para los campos en los que se encuentre litio, el proyecto permitirá extender la vida útil de pozos e infraestructura de producción, así como extraer valor del agua congénita que hoy por hoy representa un subproducto sin valor.

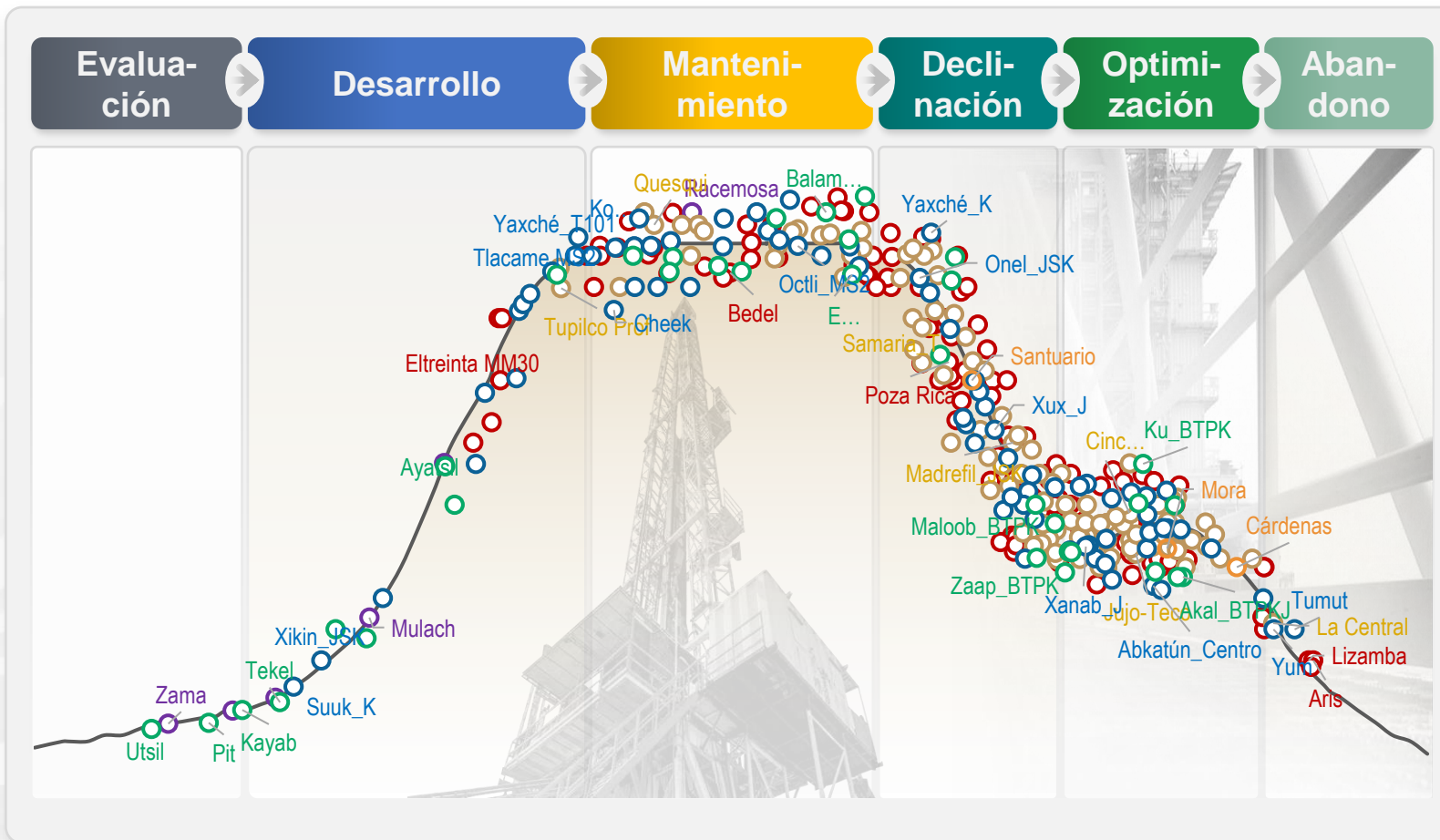


2025
Año de
**La Mujer
Indígena**

Pemex cuenta con una gran cantidad de campos y activos al final de su vida útil para fines petroleros



Gobierno de México



Oportunidades para reconversión de activos:

- Extracción de litio y otros minerales en campos con alta producción de agua (minería de salmueras)
- Conversión a pozos geotérmicos
- Generación de energía marina en plataformas fuera de operación
- Almacenamiento de gas, CO₂, o H₂ en yacimientos agotados
- Conversión de ductos para otros fines,

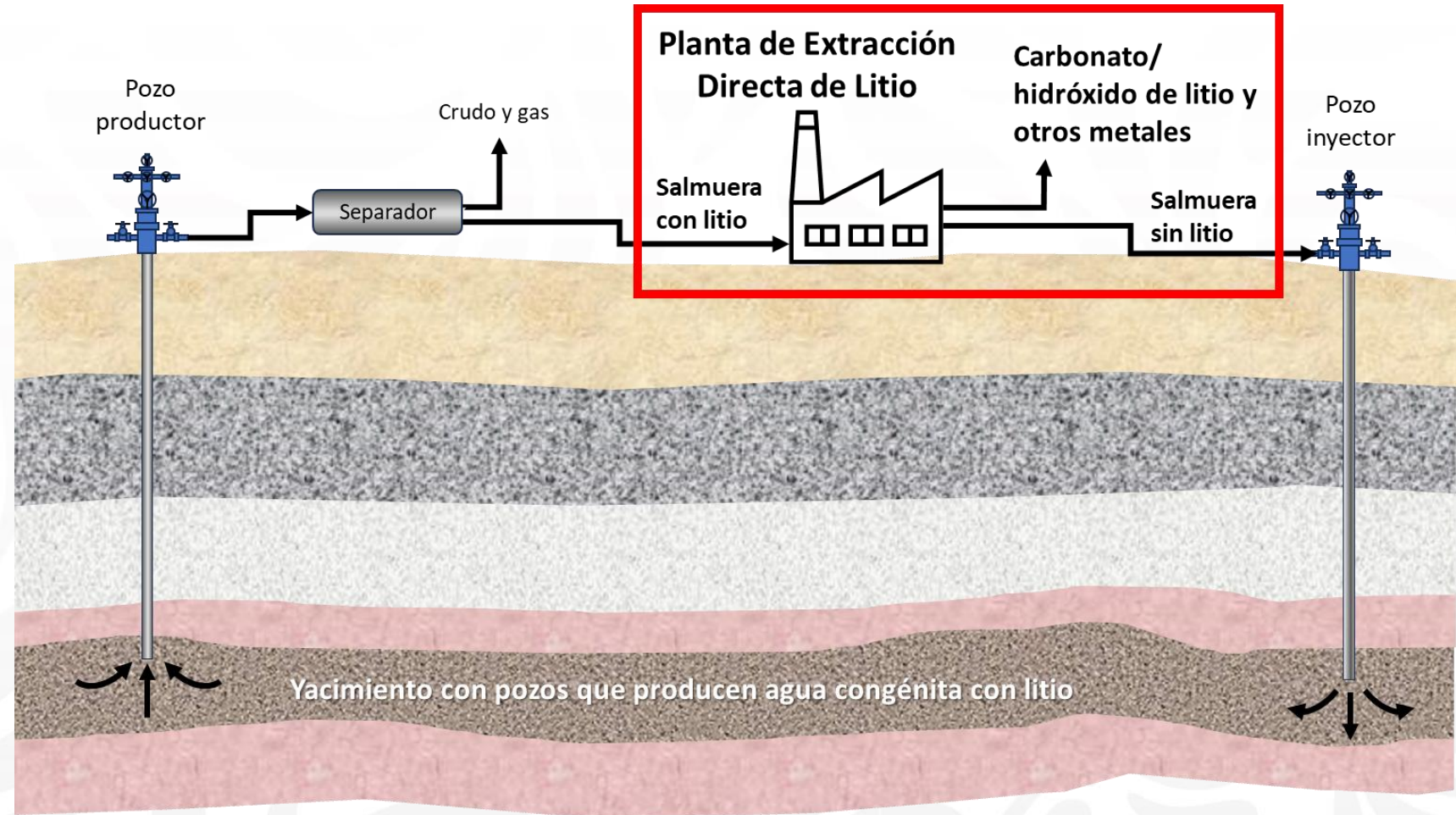
El objetivo es evaluar el potencial de extracción de litio del agua congénita



Gobierno de México



- Recientemente se han tenido avances importantes en el desarrollo de las tecnologías de Extracción Directa de Litio (EDL) a partir de salmueras de campos petroleros y geotérmicos.
- Se evaluará el potencial de los campos que producen agua congénita y la aplicabilidad de alguna de las tecnologías de EDL.

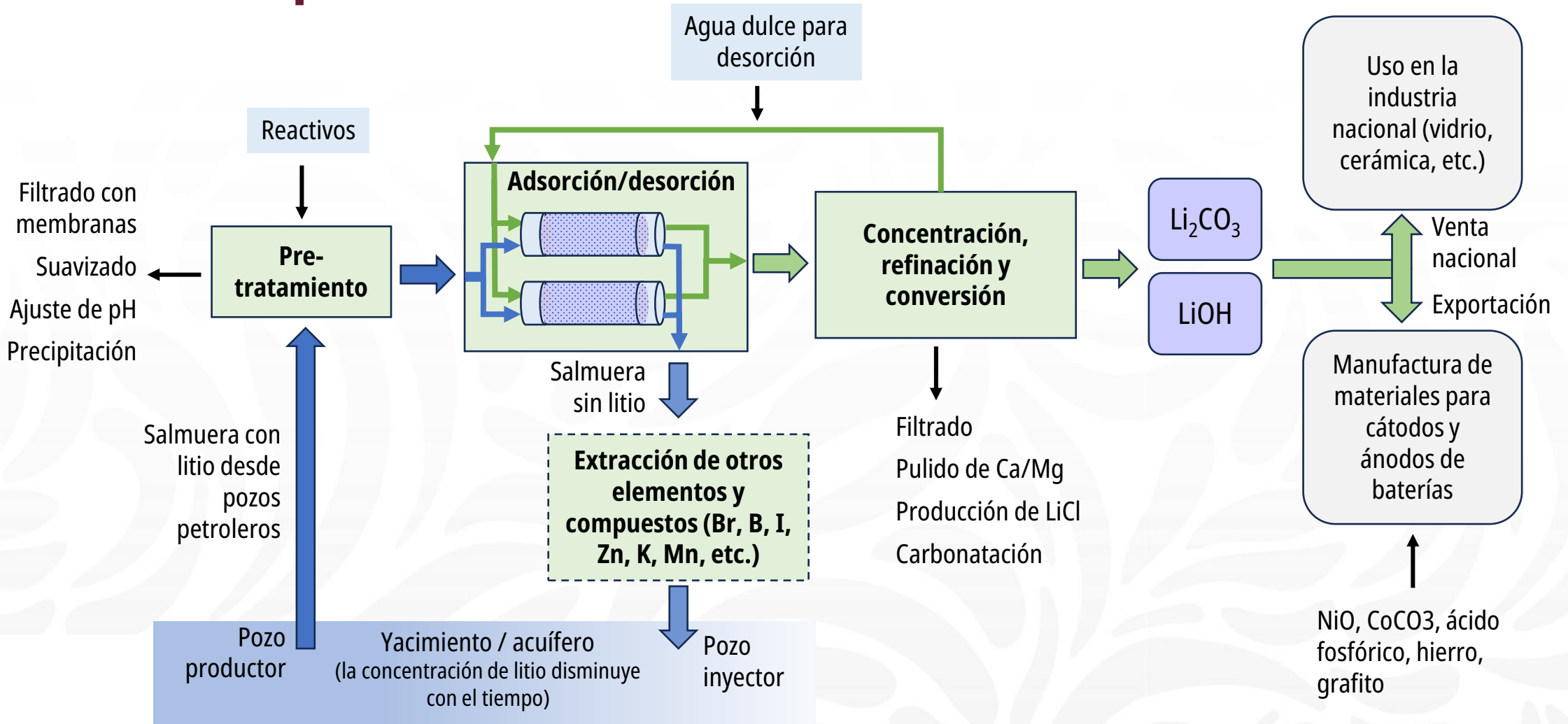


2025
Año de
La Mujer
Indígena

Proceso conceptual de extracción directa de litio por adsorción



Gobierno de México





Gobierno de
México



Marco geológico del litio en salmueras petroleras y geotérmicas



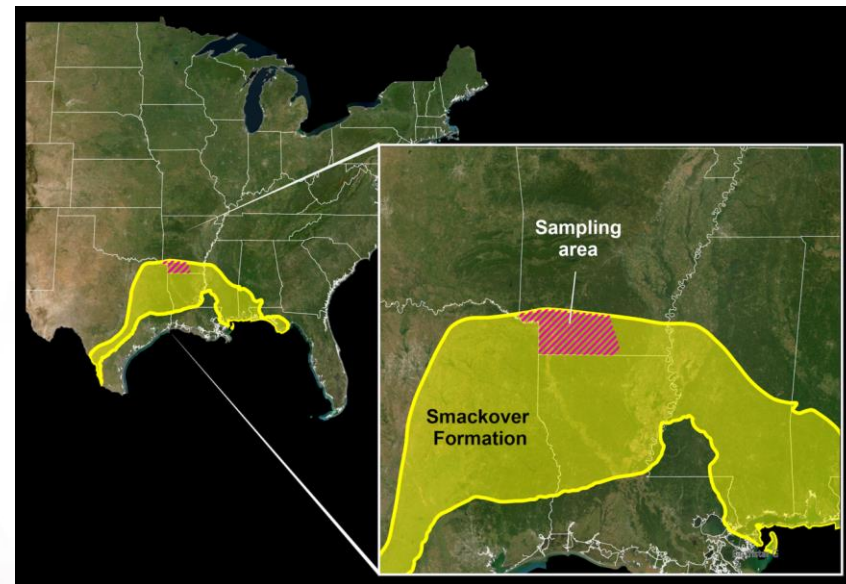
2025
Año de
La Mujer
Indígena

El litio también se ha encontrado en salmueras geotérmicas y petroleras

- El agua congénita de la Formación Smackover contiene concentraciones importantes de bromo y litio
- También se identificó a salmueras geotérmicas de Lago Salton en California y Cerro Prieto en México



Fuente: D.L. Alles, 2011, *Geology of the Salton Trough*, Western Washington University, <https://fire.biol.wvu.edu/alles/GeologySaltonTrough.pdf>



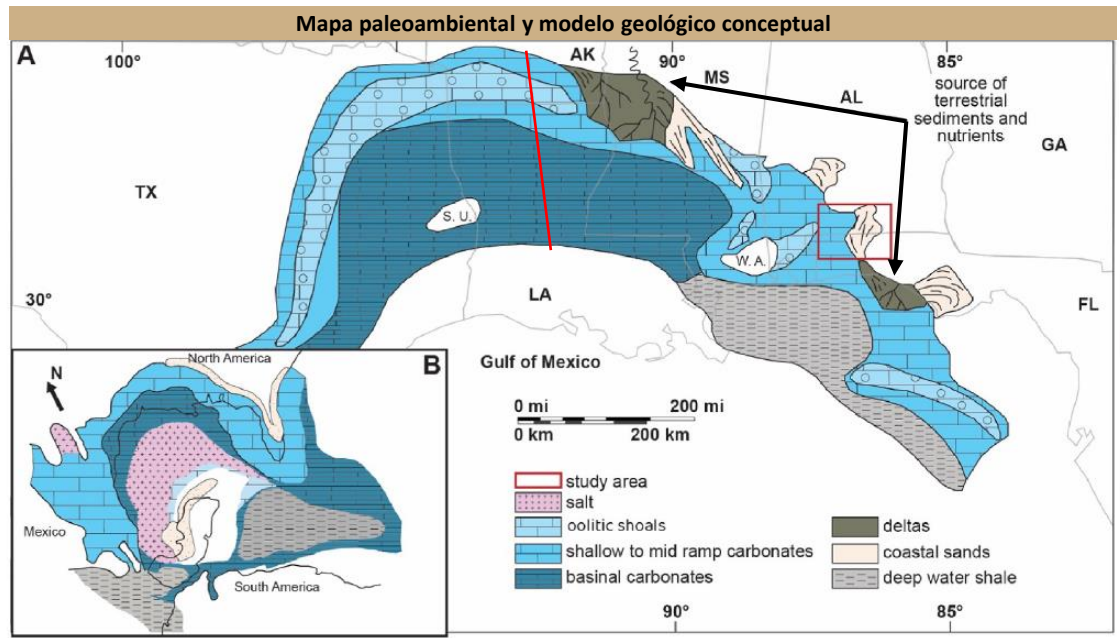
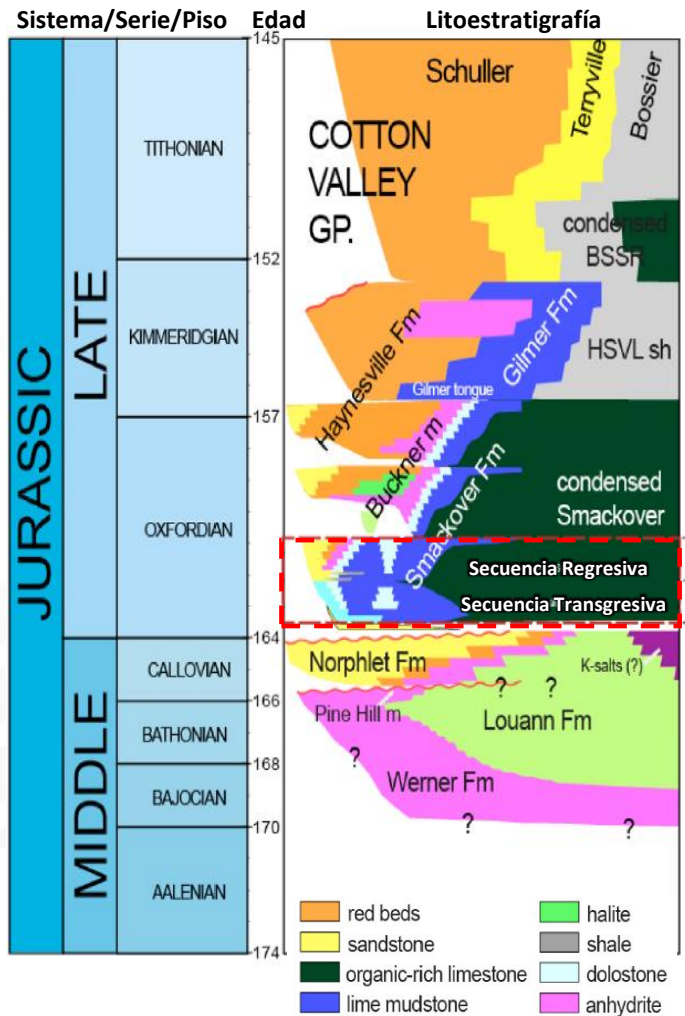
Fuente: USGS, 2024, *Lithium in Smackover Formation*. <https://www.usgs.gov/media/images/lithium-smackover-formation>

Cerro Prieto

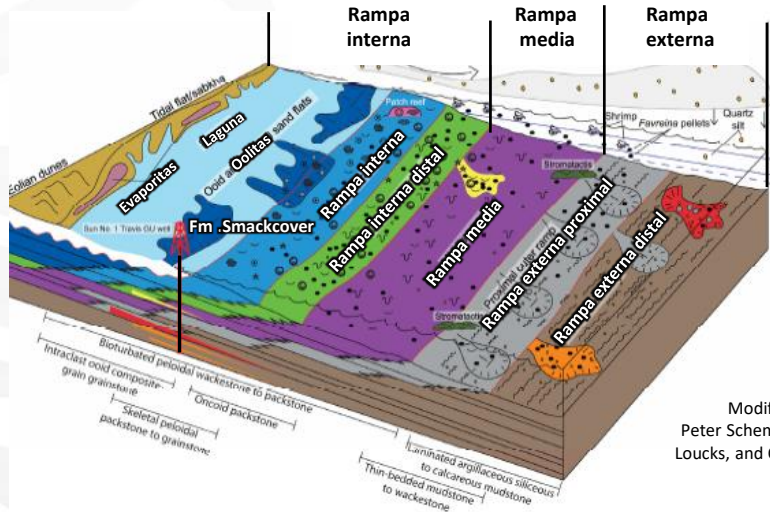


Fuente: <https://crisolvirtual.wordpress.com/2018/01/19/concluyen-que-geotermica-de-cerro-prieto-no-contamina/>

De los campos petroleros con mayor contenido de litio y bromo se ubican en la Fm Smackover en el sur de Arkansas



Mapa paleotopográfico mostrando la distribución de facies de la Fm. Smackover en el NE del Golfo de México. (modificado de Crevello and Harris, 1984; Galloway, 2008; Enos, 1983; Salvador, 1987 y Snedden and Galloway, 2019).



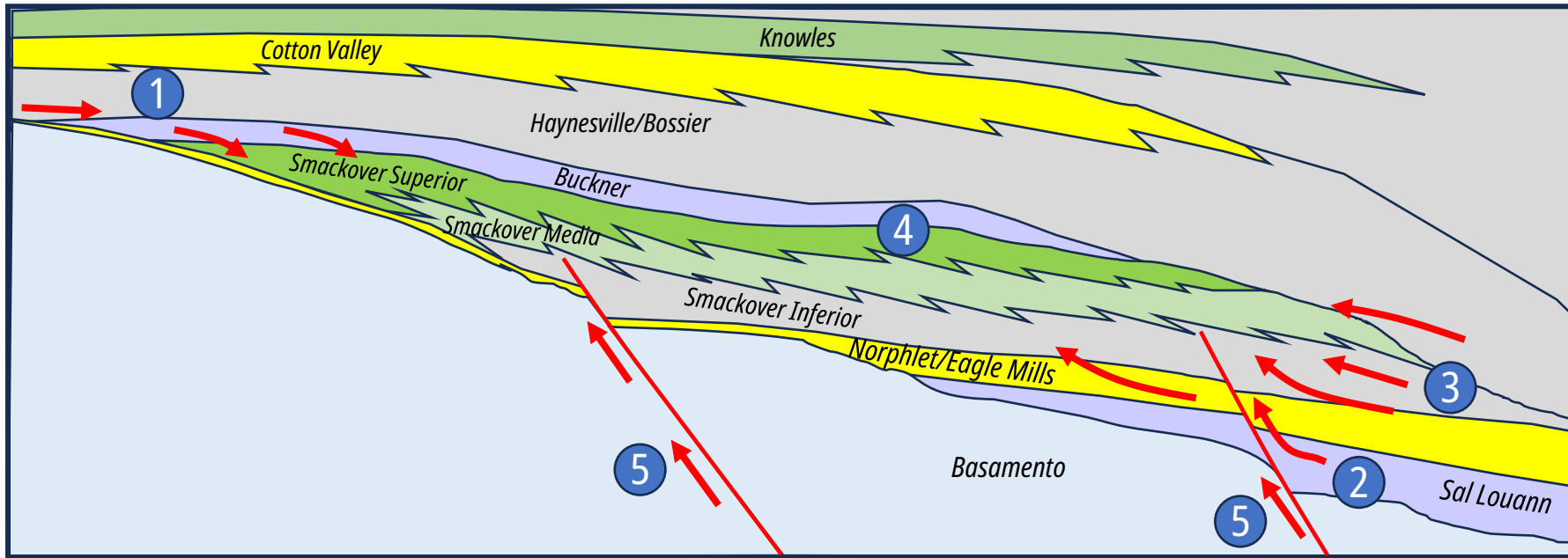
Modificado de Peter Schemper, Robert G. Loucks, and Qilong Fu, 2022.

Fuentes:
 2018, Daich, MS thesis, Li brines extraction oilfields.
 2023, Bradford e. Prather, Dolomitization of reservoir rocks in the Smackover Formation, southeastern Gulf Coast, U.S.A.
 2024, Souvik Bhattacharjee, Investigating the controls on architecture and facies distribution of a carbonate ramp to shelf system: Insights from stratigraphic forward modeling of the Jurassic Smackover Formation, Gulf of Mexico.

Posibles orígenes del litio en la Smackover del sur de Arkansas



Gobierno de México



Elementos favorables para la concentración de litio:

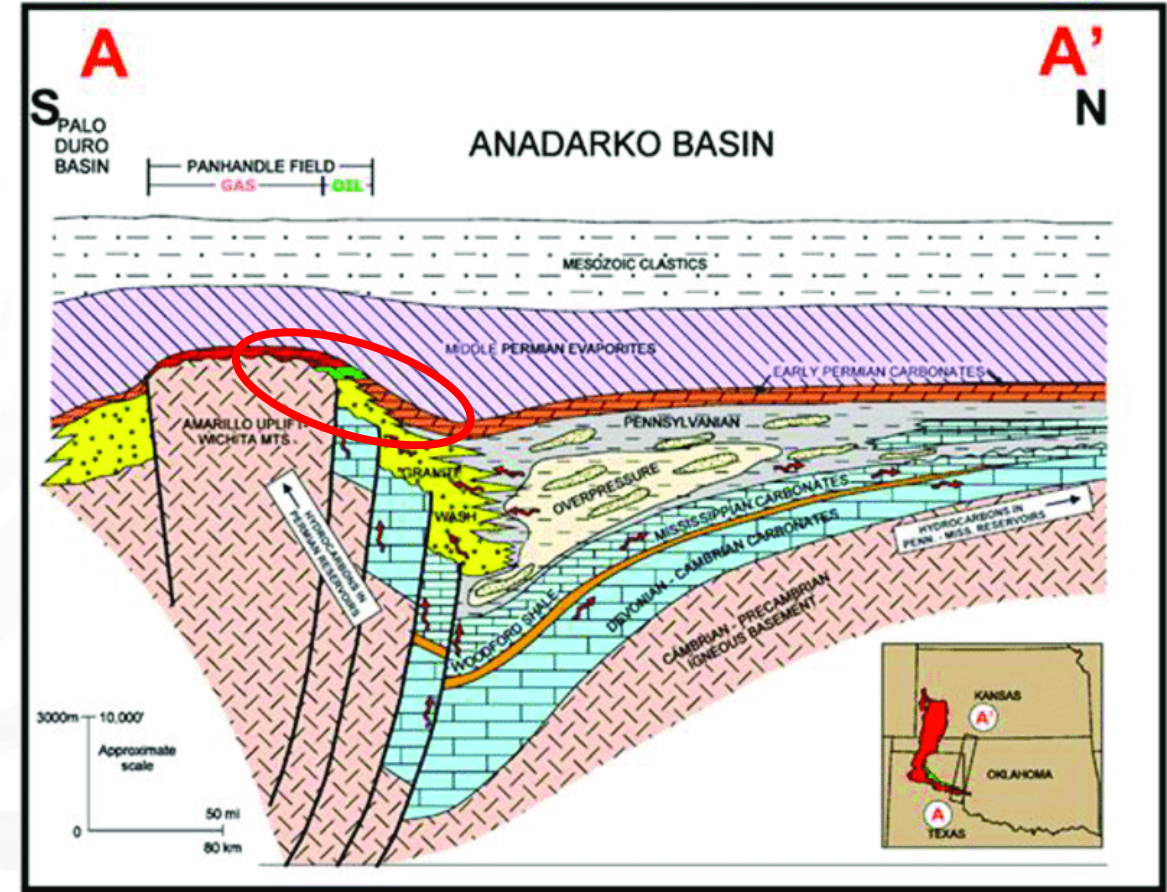
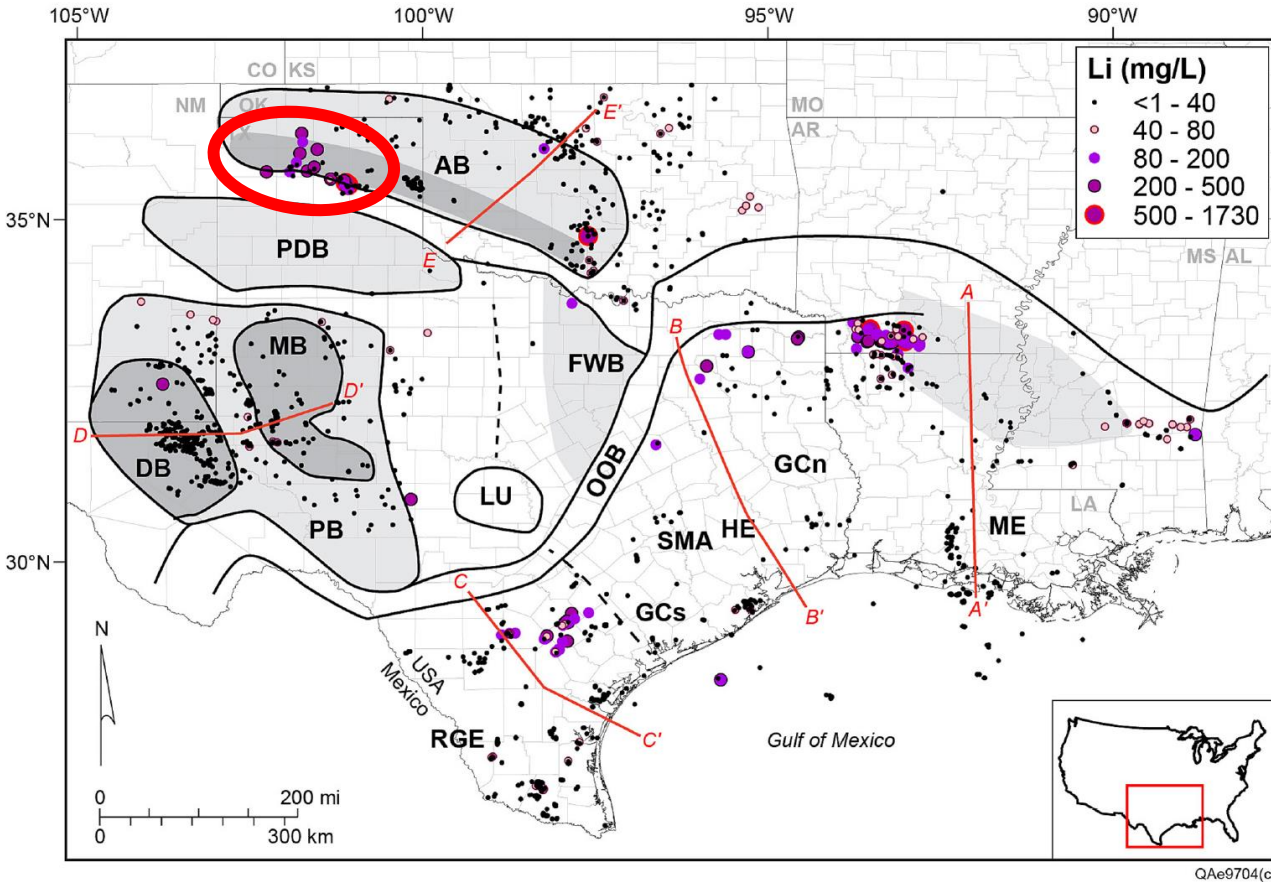
- Rocas evaporíticas subyacentes y suprayacentes
- Proximidad a basamento y capas rojas continentales.
- Fallas, fracturas y juxtaposición entre rocas, favorecen la circulación de fluidos y permiten la movilización de elementos disueltos.



1. Agua congénita enriquecida en **Li** por lixiviación de rocas de basamento, sedimentos siliciclásticos deltaicos adyacentes, y rocas volcánicas, así como por evaporación durante el depósito de las evaporitas de la Buckner (paleo salar).
2. Enriquecimiento en **Br** en aguas intersticiales de sedimentos subyacentes hacia el Golfo de México por concentración en el agua marina o cuenca cerrada en etapas tempranas del rift, como el Br del Mar Muerto en rift del Jordán y expulsión de agua de secuencias evaporíticas profundas durante el sepultamiento y compactación, recristalización de halita (Sal Louann).
3. Aporte de H₂S, B, **Li** y Rb por diagénesis profunda (alta temperatura) de minerales arcillosos (conversión de esmectitas a illita) y feldespatos, y maduración de kerógeno.
4. Interacción roca fluido (dolomitización, precipitación de sulfatos, diagénesis de arcillas, albitización de plagioclasas cálcicas y reducción de sulfato dieron lugar a enriquecimiento en Ca y empobrecimiento en Mg, K y SO₄ en la salmuera.
5. Enriquecimiento en litio por fluidos hidrotermales con fuente profunda.

Integrado a partir de: 1. Moldovanyi, E.P, y Walter, L.M., 1992, Regional trends in water chemistry, Smackover Formation, Southwest Arkansas: Geochemical and Physical Controls. AAPG Bulletin, v. 76, No. 6, p. 864-894. 2. Williams, L.B. et al., 2015, Tracing hydrocarbons in gas shale using lithium and boron isotopes: Denver Basin USA, Wattenberg Gas Field. Chemical Geology, V. 417, 6 December, p. 404-413.

También se han reportado altas concentraciones de litio en salmueras de la cuenca Anadarko



Las mayores concentraciones de litio se han reportado en dolomías del Pérmico (Brown Dolomites, Wolfcampian) en el flanco norte del Levantamiento Amarillo (Amarillo Uplift). La cuenca no presenta unidades de evaporitas significativas. El enriquecimiento en litio se infiere que está relacionado con aporte de fluidos a través de las fallas que afectan el basamento y lixiviación de los siliciclásticos erosionados del basamento.

Fuentes Darvari et al., Controls on lithium content of oilfield waters in Texas and neighboring states (USA), Journal of Geochemical Exploration 257 (2024) 107363, El-kaseeh, G. et al., 2017, Multi-scale seismic measurements for CO2 monitoring in an EOR/CCUS project, Energy Procedia 114 (2017) 3656-3670..

Prefactibilidad de proyectos de EDL de salmueras petroleras

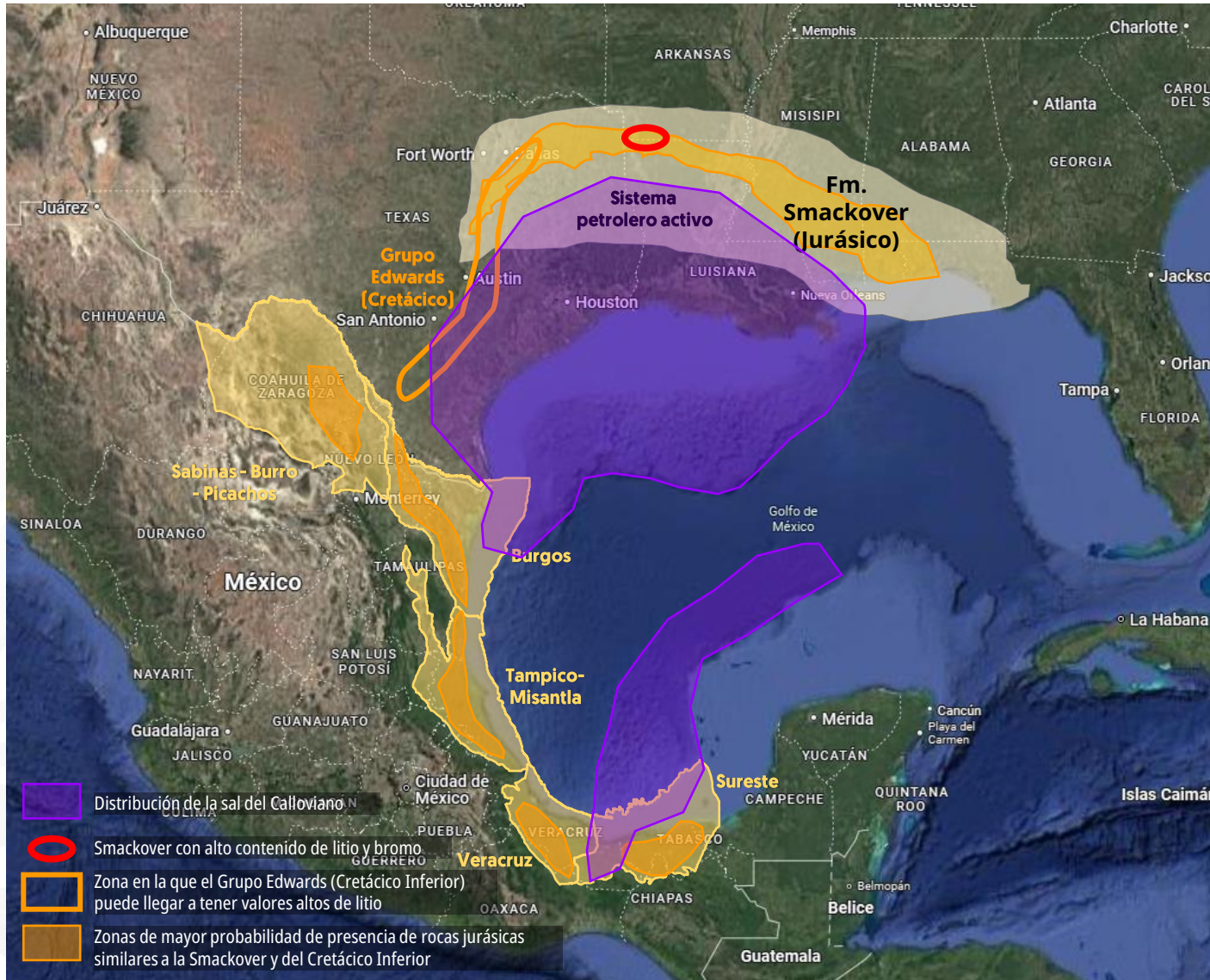


Gobierno de México



	Lanxess South Plant, Arkansas	South West, Arkansas	Clearwater, Alberta
Empresas	Standard Lithium	Standard Lithium/Equinor	E3 Lithium
Formación	Smackover (Jurásico)	Smackover (Jurásico)	Leduc (Devónico)
Profundidad	1,900-3,000 m	1800-4800 m	2,400-3,000 m
Concentración de Litio	204 mg/L	446/405 mg/L (indicado/inferido)	75 mg/L
Infraestructura Crítica	Se utilizará la infraestructura existente de producción de bromo en Lanxess South Plant, incluyendo pozos y tuberías, etc. Se requerirán plantas de pretratamiento, EDL, CRC, de secado, molido y empaque	21 pozos productores de salmuera, 22 inyectores, plantas de pretratamiento, EDL, CRC, electrolizadores para convertir cloruro de litio a hidróxido de litio, 6 pozos de extracción de agua dulce, subestación eléctrica.	93 pozos productores con bombas electro sumergibles y 93 inyectores (38 peras), tuberías, pretratamiento, EDL, CRC, cuarto de control, suministro eléctrico, caminos de acceso, estanque de aguas pluviales, laboratorio, etc.
Ritmo de producción de salmuera esperado	102,650 bpd	≈271,720 bpd	≈1,462,380 bpd
CAPEX	365 MMUsd	1,360 MMUsd	2,466 MMUsd
OPEX (all in)	7,390 Usd/t	5,060 Usd/t	7,250 Usd/t
VPN (después de impuestos)	550 MMUsd	3,736 MMUsd	3,720 MMUsd

Áreas prospectivas en condiciones similares a las formaciones Smackover y Edwards



- Presencia de litio y otros elementos en salmueras de rocas del Jurásico (Smackover) y Cretácico (Edwards) en EUA.
- Las condiciones de origen y evolución geológica son similares en algunas cuencas mexicanas.
- Se realizan campañas de muestreo de pozos para determinar contenido de litio y determinar el potencial.

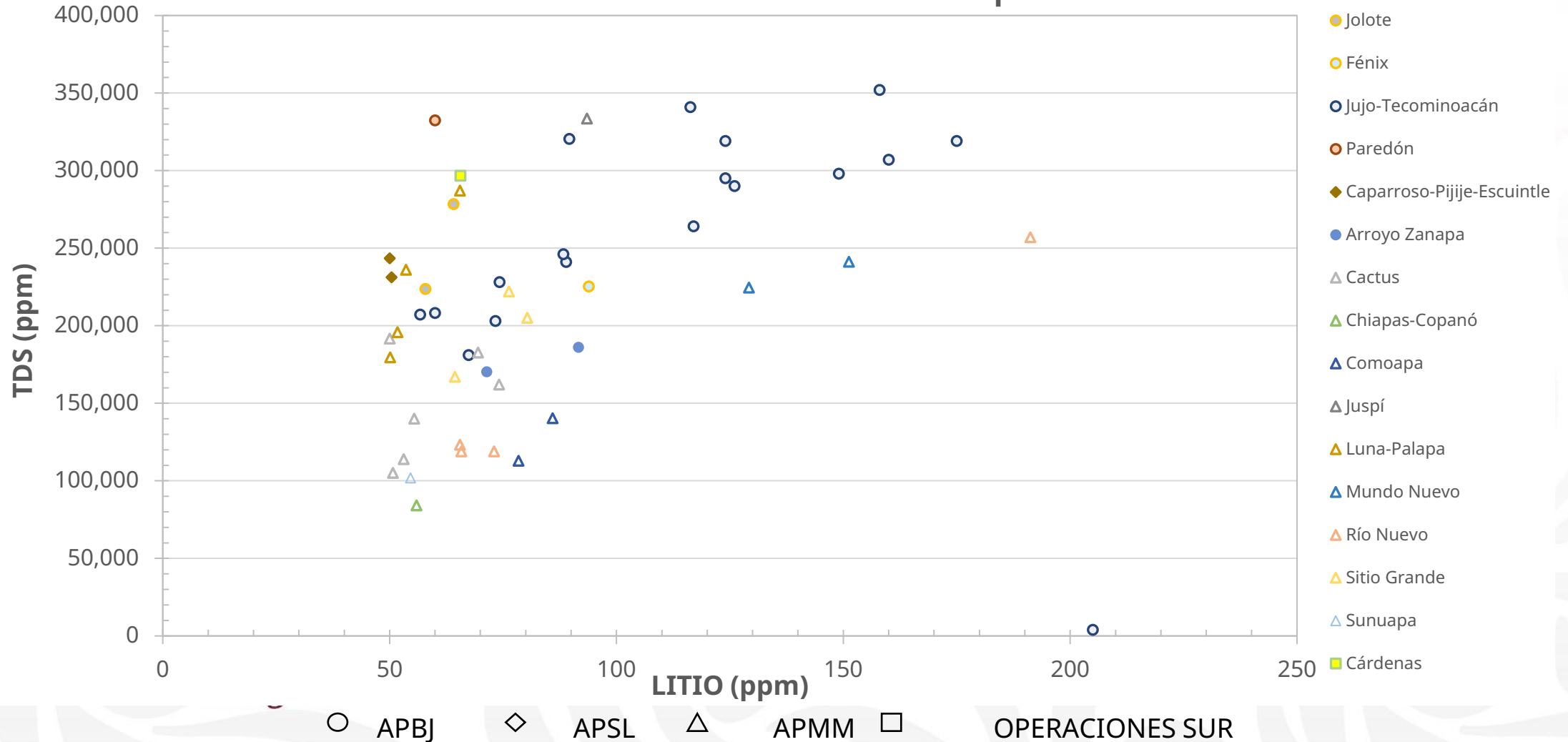
Algunos campos de petroleros contienen concentraciones interesantes de Li



Gobierno de México



Concentración de Litio Vs TDS en campos de la RS



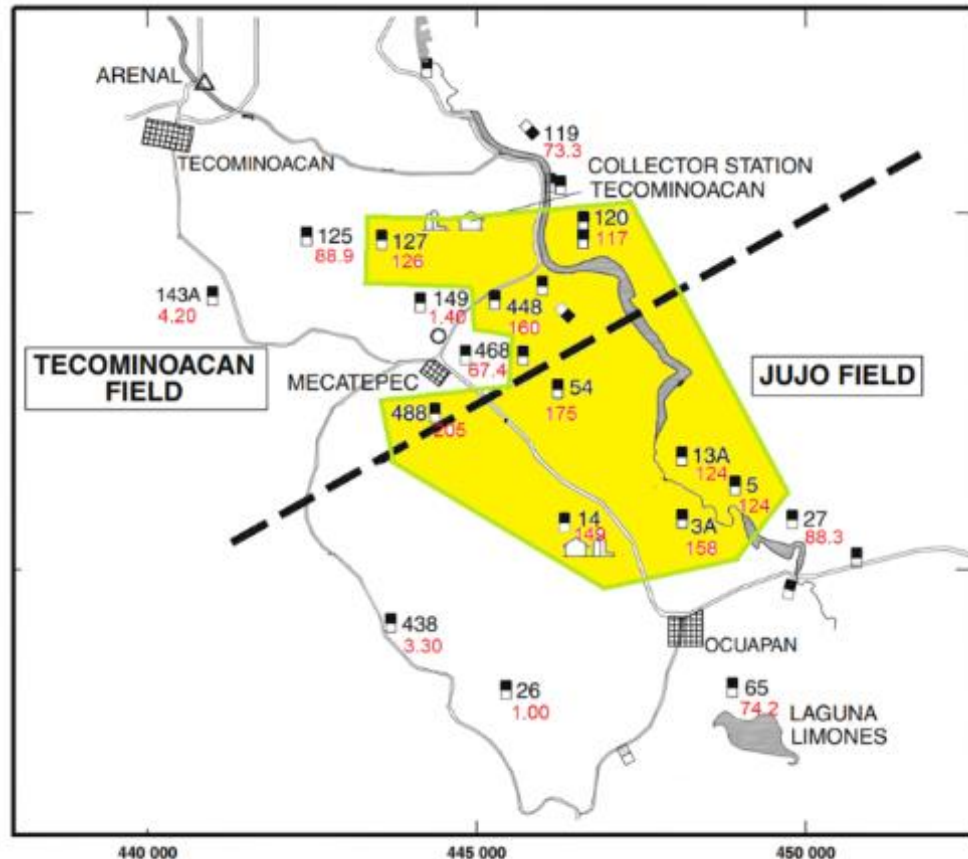
A la fecha, los campos Jujo-Tecominoacán muestran las concentraciones más altas



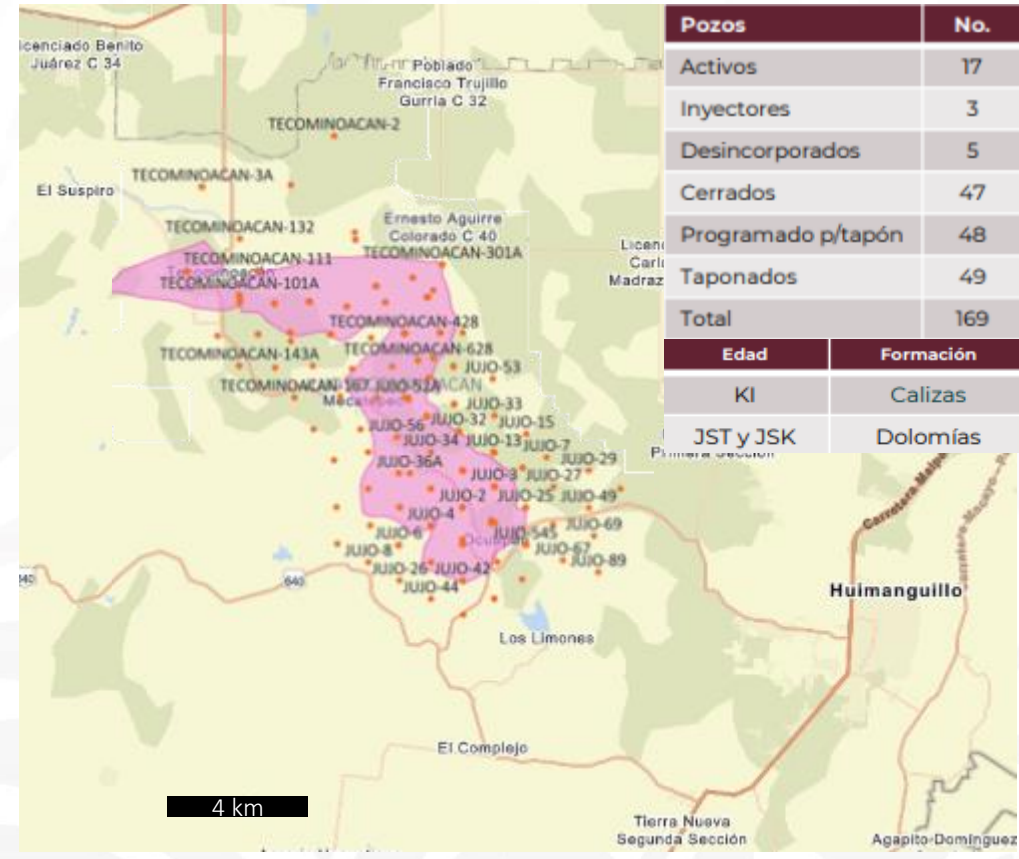
Gobierno de México



México tiene campos petroleros cuyas aguas de formación contienen cantidades importantes de Li (73-205 mg/L): campo Jujo-Tecominoacán.



Concentraciones de litio en salmueras (en ppm, Birkle 2009)



Campos Jujo-Tecominoacán

Se han seleccionado diversos campos para muestrear salmueras y determinar concentración de litio



Gobierno de México





Gobierno de
México



Actividades para evaluar el potencial en campos de Pemex



2025
Año de
La Mujer
Indígena

Etapas del proyecto



Gobierno de
México



Evaluación del potencial (12-18 meses, 2025)

Objetivos:

- Identificar los pozos/campos con aguas congénitas enriquecidas en litio.
- Hacer los modelos de los acuíferos de mayor potencial (actualización/ampliación modelos de yacimientos)
- Estimar los recursos de litio.

Selección de campo y ejecución de proyecto piloto (2-3 años, 2026-2028)

Objetivos:

- Seleccionar el campo para proyecto piloto.
- Seleccionar tecnología(s) de Extracción Directa de Litio a probar con base en la química de la salmuera.
- Seleccionar contraparte tecnológica.
- Diseñar el proyecto piloto para probar la(s) tecnología(s) y evaluar la comercialidad del proceso a escala de campo.
- Ejecutar el proyecto piloto.

Implementación modular en campo existente (2-5+ años, 2029->)

Objetivos:

- Con base en los resultados del proyecto piloto, diseñar el proyecto para el campo de mayor viabilidad.
- Administrar el riesgo con un esquema modular.
- Ejecutar el primer módulo del proyecto y ejecutar nuevos módulos (litio y/u otros metales) conforme a resultados.



2025
Año de
**La Mujer
Indígena**



2025
Año de
**La Mujer
Indígena**

Gracias



Gobierno de
México

