



Conocimiento geológico-hidrogeológico integral de las cuencas Sabinas y Burgos para apoyar las evaluaciones en yacimientos no convencionales (Shale Gas).



# CURSO DE GEOLOGÍA ECONÓMICA ASOCIADA A LAS CUENCAS DE SABINAS Y BURGOS

*por*

**CARLOS MANUEL TEJEDA GALICIA**

*Con apoyo de*

*ARMANDO LINARES PEREZ*

*FRANCISCO GAMA MARTÍNEZ*

*JUAN MANUEL NIETO CALLEJA*

**Departamento de Geohidrología**  
GERENCIA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL  
COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD

JUNIO DE 2016



# Conocimiento geológico-hidrogeológico integral de las cuencas Sabinas y Burgos para apoyar las evaluaciones en yacimientos no convencionales (Shale Gas).



## CONTENIDO

### INTRODUCCIÓN

#### DATOS GENERALES

*Provincias geológicas y Provincias Petroleras*

*Estratigrafía de las Cuencas de Sabinas y Burgos, Basamentos y Flujo de Calor*

### RECURSOS ENERGÉTICOS

#### 1.- Hidrocarburos

*-Convencional*

*-No--Convencional*

#### 2.- Uranio

#### 3.- Carbón tiempo geológico

*-Gas grisú*

#### 4.- Geotermia

### RECURSOS MINERALES

#### 5.- No Metálicos

#### 6.- Metálicos

### RECURSOS HÍDRICOS

#### 7.- Agua Superficial

#### 8.- Agua Subterránea

#### 9.- Agua Termal

#### 10.-Almacenamiento Geológico de CO<sup>2</sup>

Otras Empresas asociadas a la Geología Económica

### SÍNTESIS



# Conocimiento geológico-hidrogeológico integral de las cuencas Sabinas y Burgos para apoyar las evaluaciones en yacimientos no convencionales (Shale Gas).



## INTRODUCCIÓN

Se presenta un panorama sobre el aspecto físico, que la Geología en general, muestran las Provincias y Cuencas de Sabinas y Burgos, desde el punto de visto de los recursos naturales que contienen y que han representado los atractivos económicos en esas dos áreas.

Se explica de modo evolutivo, con base en los trabajos y estudios publicados, con el fin de relacionar, en su caso, los futuros trabajos geológico – exploratorios dirigidos hacia el descubrimiento de los yacimientos no convencionales y que de alguna manera se visualicen los potenciales problemas con el agua subterránea antes, durante y después de la explotación de este recurso.

## DATOS GENERALES

Las provincias de Sabinas y Burgos se localizan en la parte norte-noreste y noreste, de la República Mexicana, respectivamente. La Provincia de Sabinas tiene una área aproximada de 37,000 km<sup>2</sup>, y cubre a los estados de Coahuila y la parte oeste del estado de Nuevo León mientras que la Provincia de Burgos es de un área aproximada de 110,000 km<sup>2</sup>, cubriendo la parte este del estado de Nuevo León y la totalidad del estado de Tamaulipas.



# Conocimiento geológico-hidrogeológico integral de las cuencas Sabinas y Burgos para apoyar las evaluaciones en yacimientos no convencionales (Shale Gas).

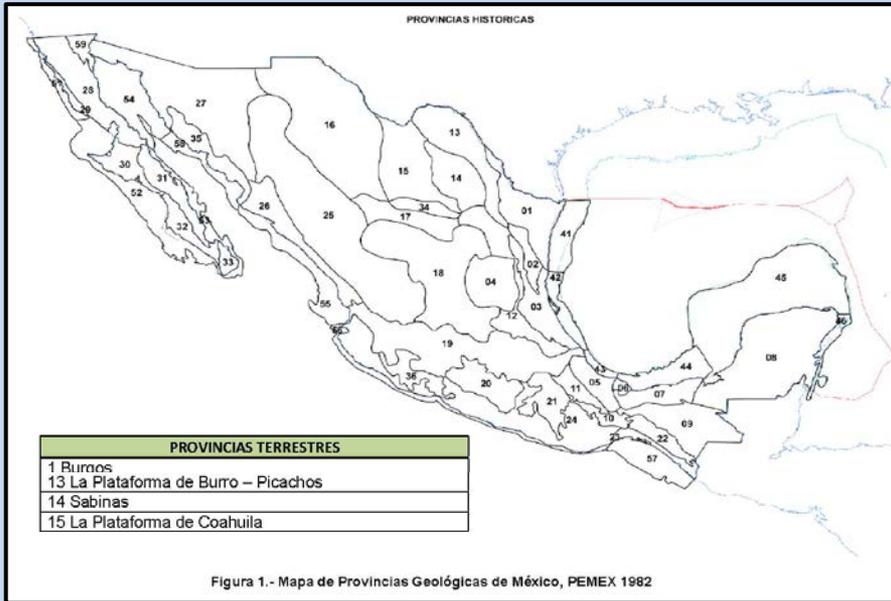


Figura 1.- Mapa de Provincias Geológicas de México, PEMEX 1982

## EVOLUCIÓN DE LOS LÍMITES DE PROVINCIAS GEOLÓGICAS Y DE LAS PROVINCIAS DE SABINAS Y BURGOS

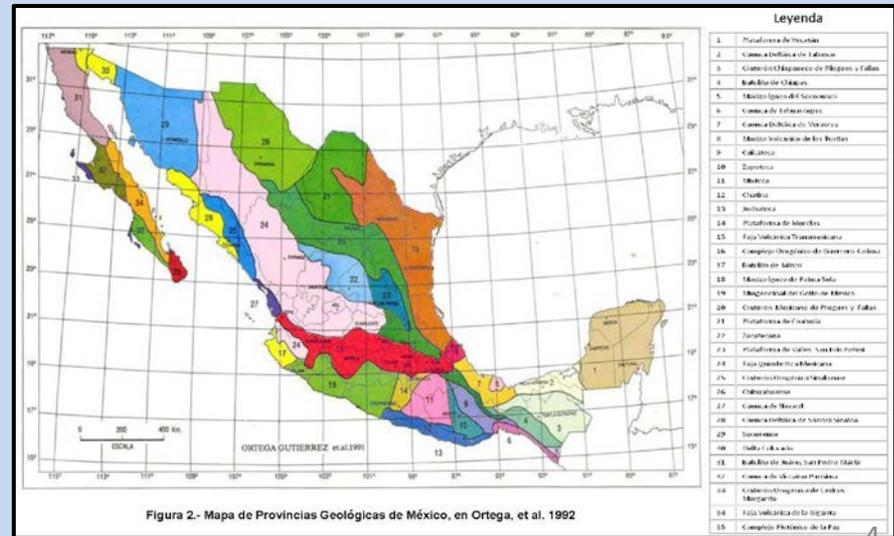


Figura 2.- Mapa de Provincias Geológicas de México, en Ortega, et al. 1992



# Conocimiento geológico-hidrogeológico integral de las cuencas Sabinas y Burgos para apoyar las evaluaciones en yacimientos no convencionales (Shale Gas).



## - Síntesis de las Provincias Geológicas de México

1. **Sabinas.**- Se localiza en los estados de Coahuila y Nuevo León, extendiéndose al norte de la Sierra Madre Oriental y de la Plataforma de Coahuila. Provincia caracterizada por sierras orientadas noroeste-sureste formadas por rocas sedimentarias plegadas. Su columna estratigráfica está formada por secuencias del Jurásico Superior y Cretácico, mismas que son expuestas en los pliegues de diferentes magnitudes, los cuales fueron formados durante la deformación laramídica.
2. **Plataforma del Burro-Picachos.**- Ubicada en los estados de Coahuila y Nuevo León, corresponde a altos de basamento que separan las cuencas de Sabinas al suroeste y Burgos al sureste. Presenta sierras orientadas noroeste-sureste formadas por pliegues amplios característicos de zonas cratónicas menos deformadas. La columna estratigráfica aflorante consiste principalmente de secuencias carbonatadas cretácicas, la cuales son expuestas en los pliegues formados durante la deformación laramídica, mismos que presentan intrusiones ígneas.
3. **Burgos.**- Abarca principalmente el estado de Tamaulipas y el extremo oriental de Nuevo León, al norte se extiende en el territorio de Estados Unidos y al Este se extiende costa afuera hacia la plataforma continental del Golfo de México. Está formada por sistemas sedimentarios terciarios progradantes hacia el oriente y afectados por sistemas de fallas lístricas con caída al oriente.





## Conocimiento geológico-hidrogeológico integral de las cuencas Sabinas y Burgos para apoyar las evaluaciones en yacimientos no convencionales (Shale Gas).



Provincia geológica.- Es toda la parte cartografiable de la superficie sólida del planeta, de centenares a millones de kilómetros cuadrados de extensión, caracterizada por sus rocas, por su estructura y por una secuencia de eventos tal que integre una historia evolutiva singular diferente a la de las áreas adyacentes, de las cuales esta separada por límites estratigráficos, tectónicos o por ambos (Ortega 1992).

Provincia Petrolera.- Es un área donde ocurren cantidades comerciales de petróleo o en la que se ha identificado condiciones favorables para la acumulación de hidrocarburos (Potencial Medio-Bajo) (Pemex 2010, vigente a 2013)

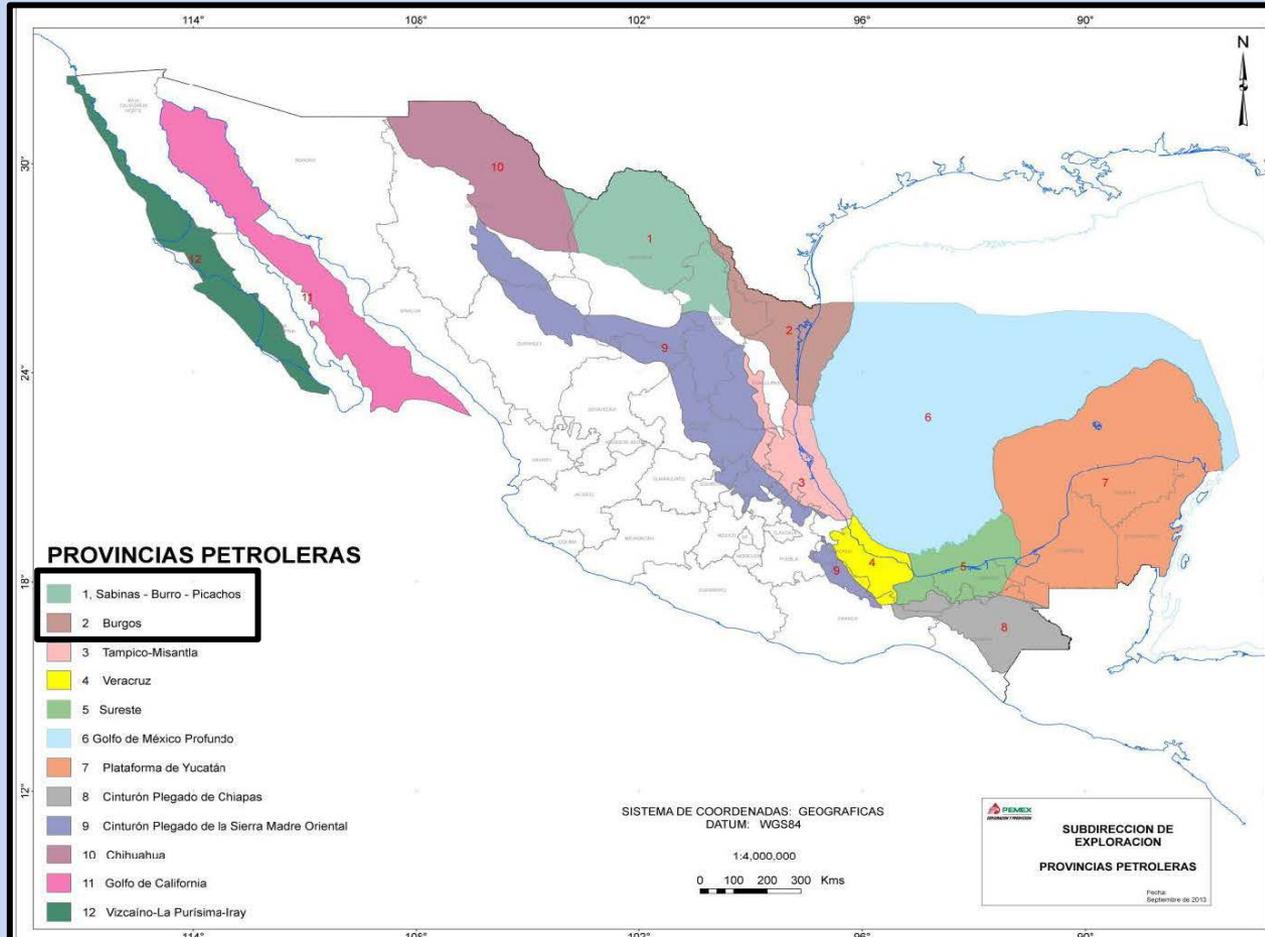
Provincia Fisiográfica.- Conjunto estructural de origen geológico unitario, con morfología propia y distintiva(INEGI, 2016)



# Conocimiento geológico-hidrogeológico integral de las cuencas Sabinas y Burgos para apoyar las evaluaciones en yacimientos no convencionales (Shale Gas).



## PROVINCIAS GEOLÓGICAS Y LA VISIÓN DE PEMEX COMO PROVINCIAS PETROLERAS



Bajo las provincias petroleras se localizan las Cuencas, tales como las de Sabinas y Burgos



Conocimiento geológico-hidrogeológico integral de las cuencas Sabinas y Burgos para apoyar las evaluaciones en yacimientos no convencionales (Shale Gas).



**ESTRATIGRAFÍA GENERAL  
DE LAS  
CUENCAS DE SABINAS Y BURGOS,  
BASAMENTOS  
Y  
GRADIENTES GEOTÉRMICOS**

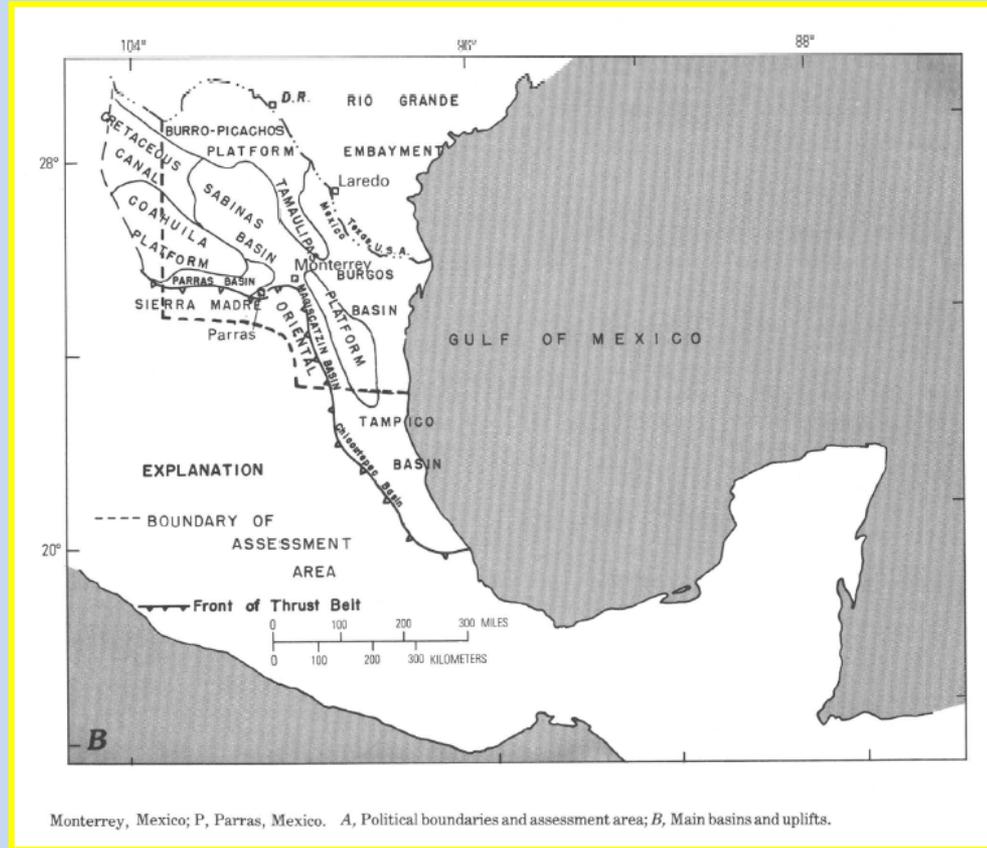
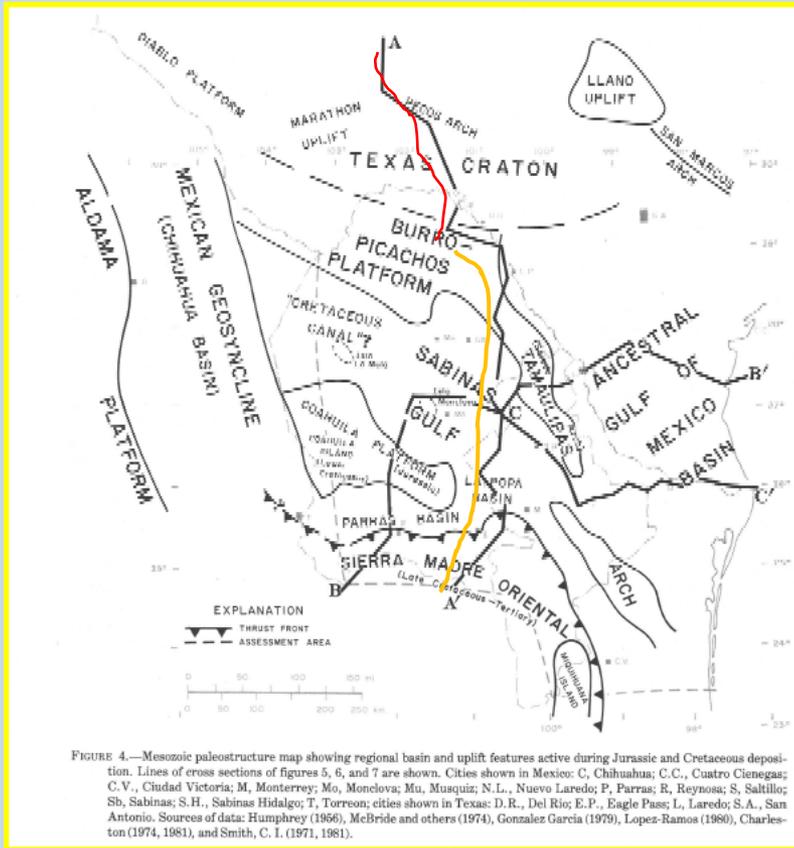


# Conocimiento geológico-hidrogeológico integral de las cuencas Sabinas y Burgos para apoyar las evaluaciones en yacimientos no convencionales (Shale Gas).



## PALEOESTRUCTURA MESOZOICA CUENCA DE SABINAS

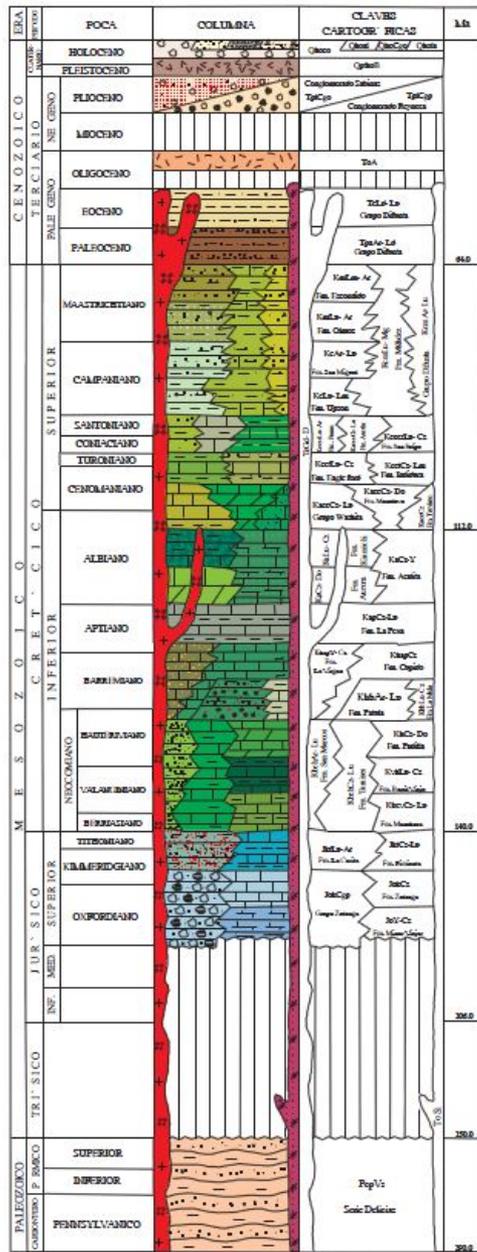
## PALEOESTRUCTURA MESOZOICA – CENOZOICA CUENCAS DE SABINAS Y BURGOS



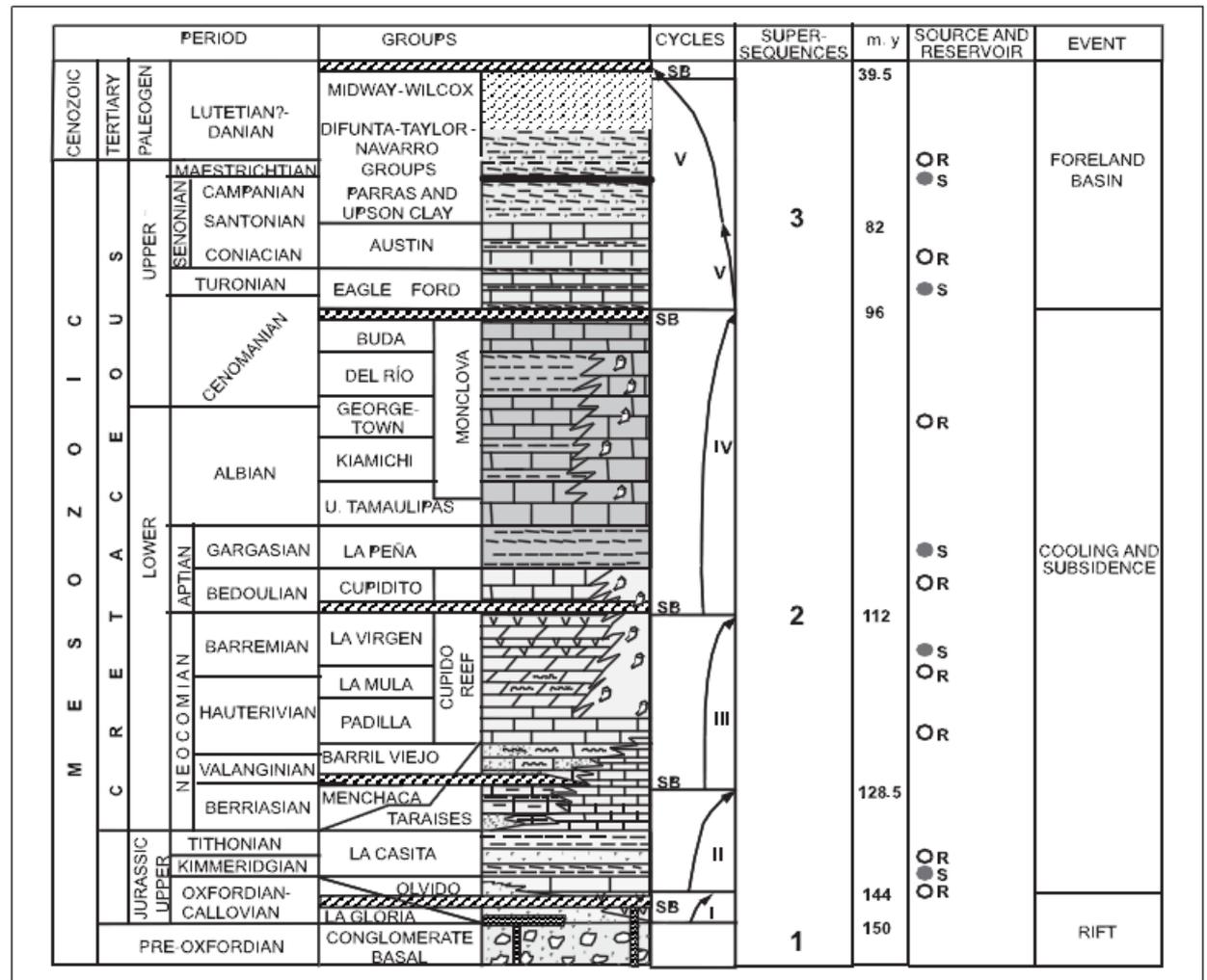
<http://pubs.usgs.gov/circ/1985/0943/report.pdf>

<http://pubs.usgs.gov/circ/1985/0943/report.pdf>

# COLUMNA GEOLÓGICA

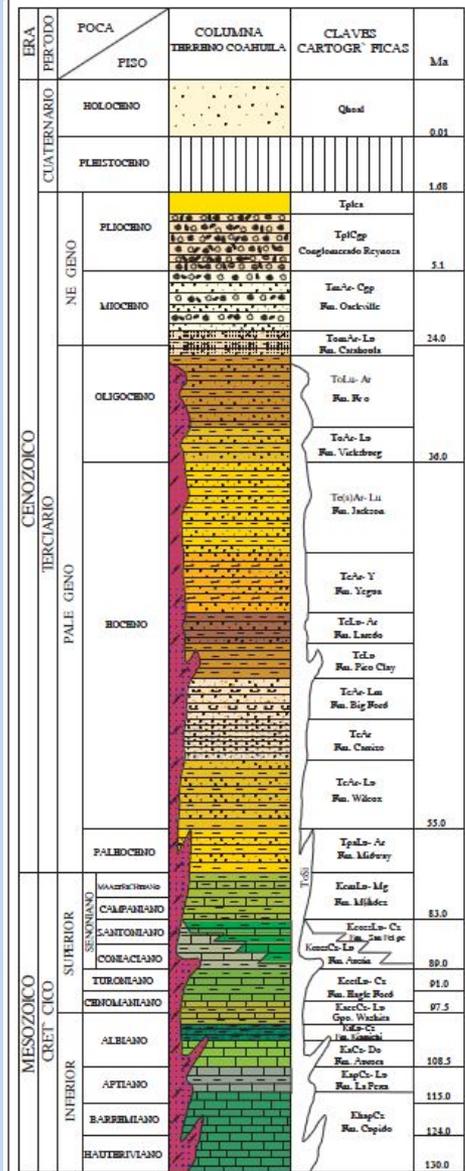


# ESTRATIGRAFÍA DE LA CUENCA DE SABINAS



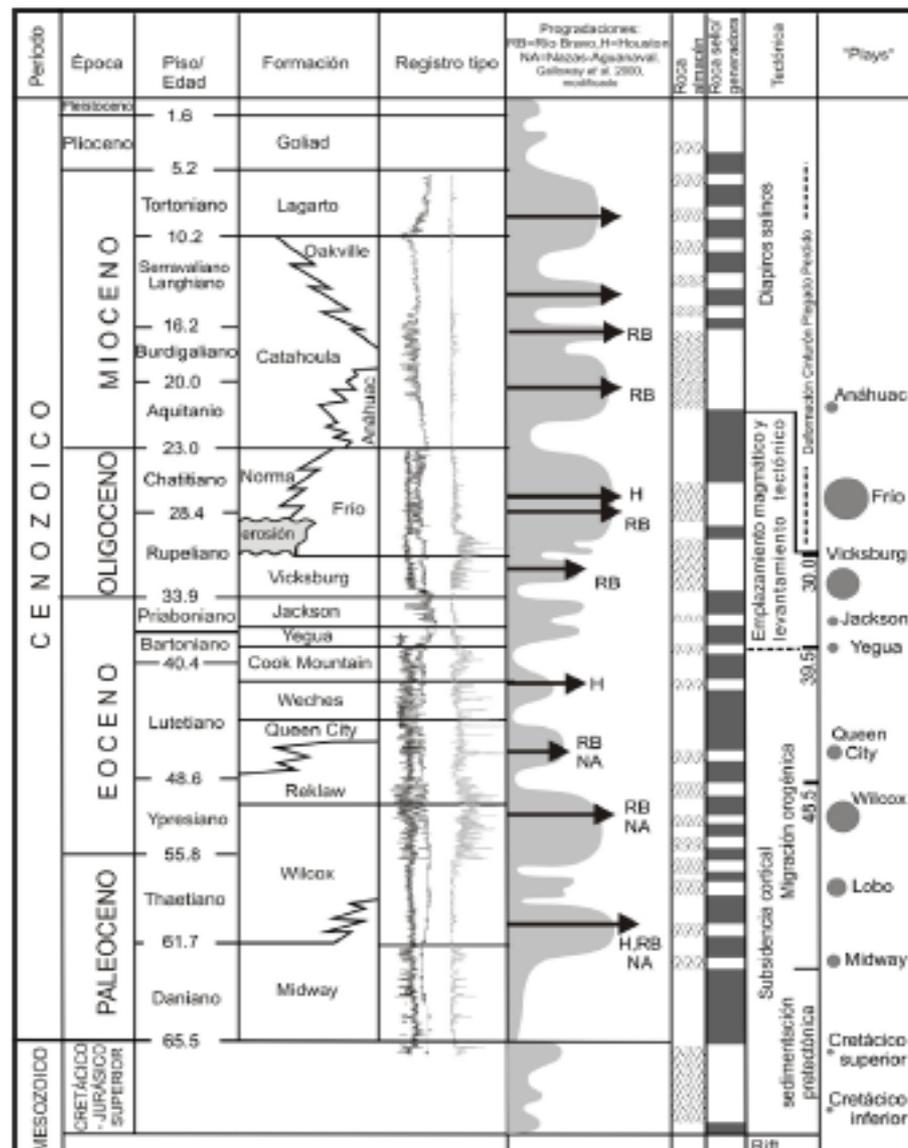
Tomado de Eguiluz de Antuñano, S., 2001,

## COLUMNA GEOLÓGICA



Tomado de SGM, Carta Geológica-Minera, Reynosa, G14-5, Tamaulipas y Nuevo León

## ESTRATIGRAFÍA DE LA CUENCA DE BURGOS



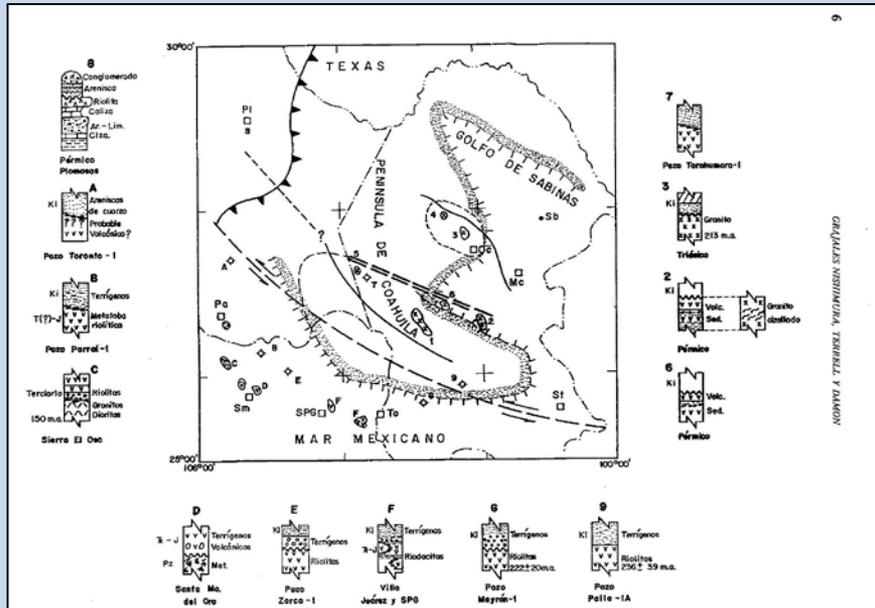
Tomado de Eguiluz de Antuñano, S., 2011



# Conocimiento geológico-hidrogeológico integral de las cuencas Sabinas y Burgos para apoyar las evaluaciones en yacimientos no convencionales (Shale Gas).



## ROCAS BASALES CUENCA DE SABINAS



Tomado de Grajales N. J.M., et al., 1992

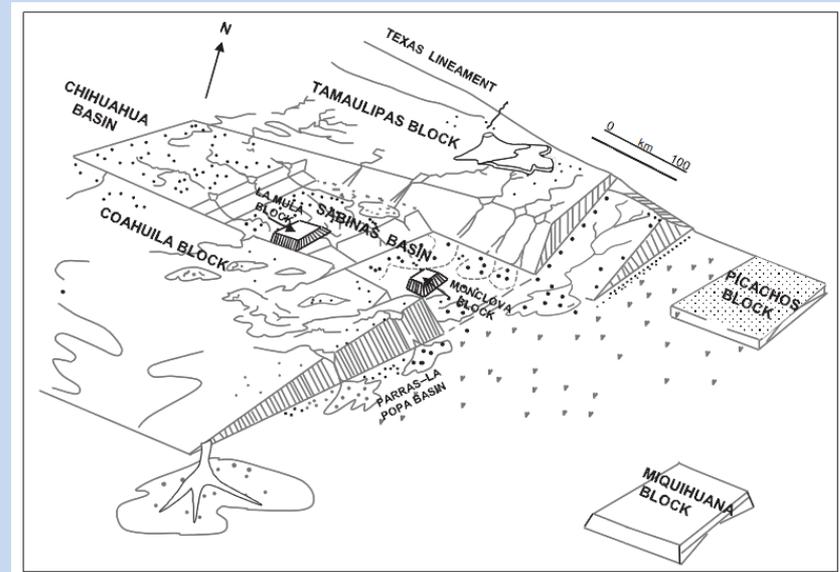


FIGURE 2. Sketch of the Sabinas Basin during the mid-Jurassic.

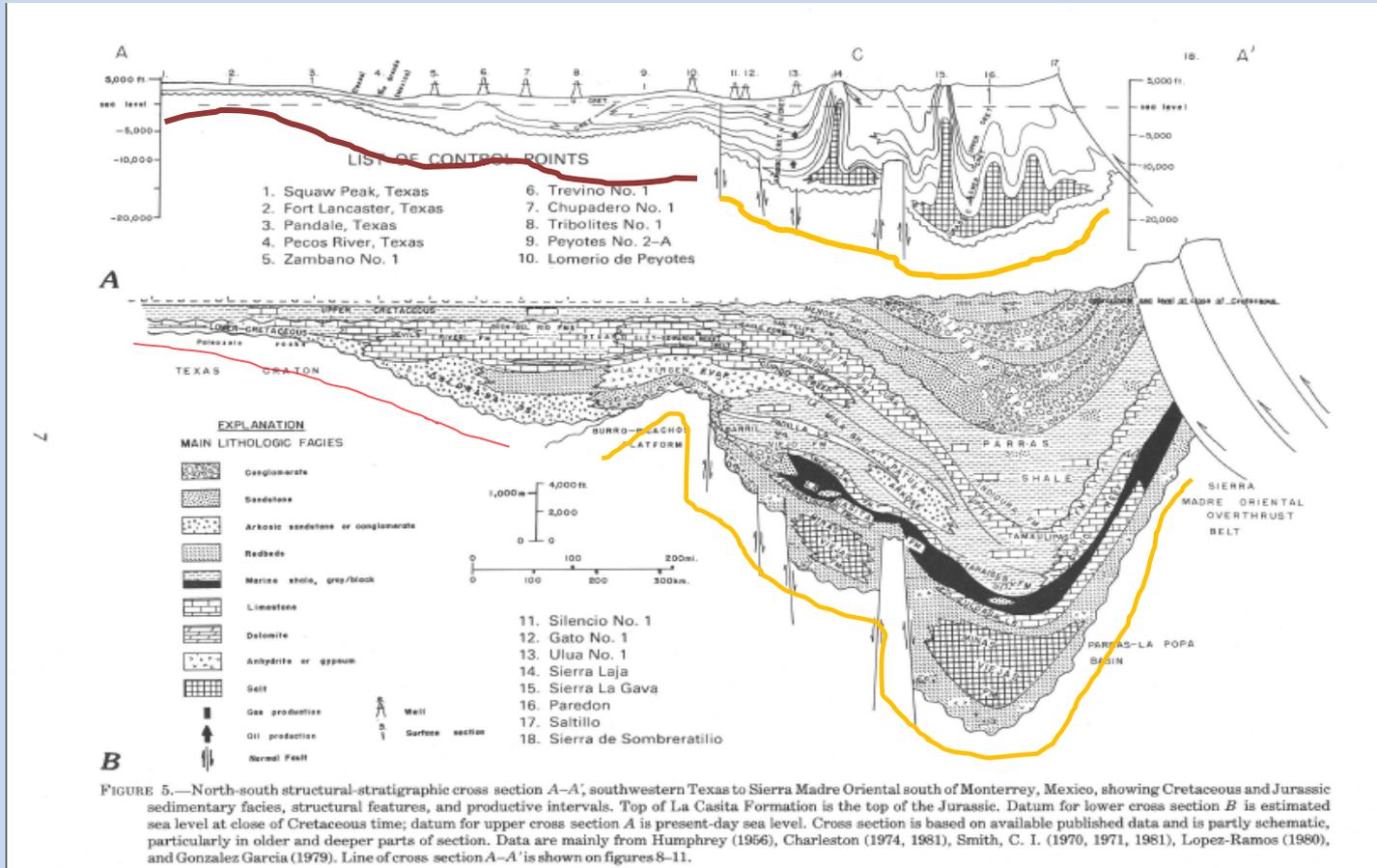
Tomado de Eguluz de Antuñano, S., 2001,



# Conocimiento geológico-hidrogeológico integral de las cuencas Sabinas y Burgos para apoyar las evaluaciones en yacimientos no convencionales (Shale Gas).



## ROCAS BASALES CUENCA DE SABINAS



### SECCIONES ESTRUCTURALES Y ESTRATIGRAFICAS

<http://pubs.usgs.gov/circ/1985/0943/report.pdf>



# Conocimiento geológico-hidrogeológico integral de las cuencas Sabinas y Burgos para apoyar las evaluaciones en yacimientos no convencionales (Shale Gas).



## ROCAS BASALES CUENCA DE SABINAS

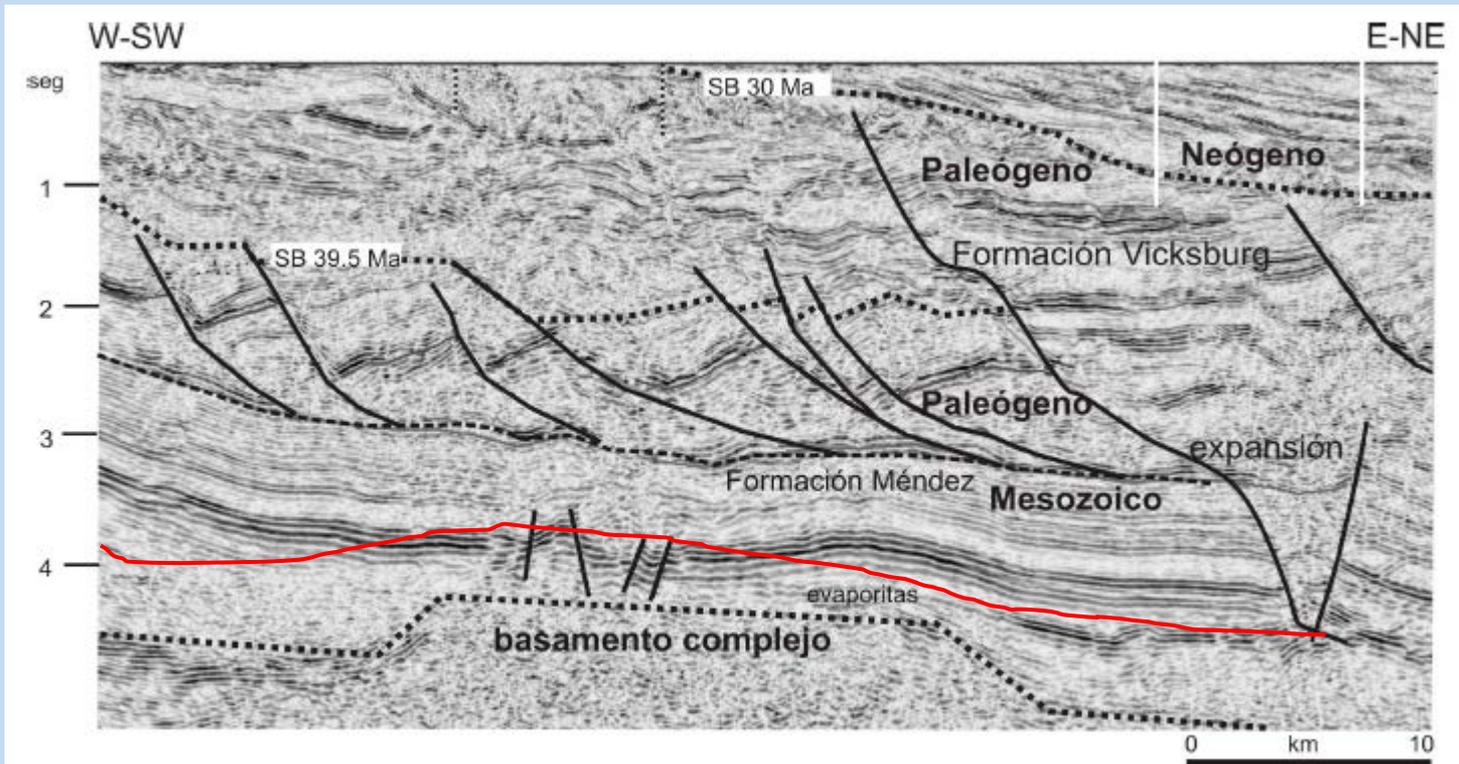


Figura 4. Sección sísmica regional que muestra un basamento inclinado al oriente y escalonado. Un nivel inferior de despegue sobre evaporitas del Jurásico Superior, con pliegues por acortamiento y un nivel superior de despegue sobre lutita del Cretácico Superior (Formación Méndez) con extensión que afecta a rocas del Paleógeno. Se observan dos discordancias prominentes, una corresponde a 39.5 Ma y otra a 30 Ma (Eguiluz de Antuñano, 2009).

Tomado de Eguiluz de Antuñano, S., 2011



# Conocimiento geológico-hidrogeológico integral de las cuencas Sabinas y Burgos para apoyar las evaluaciones en yacimientos no convencionales (Shale Gas).



## FLUJO DE CALOR

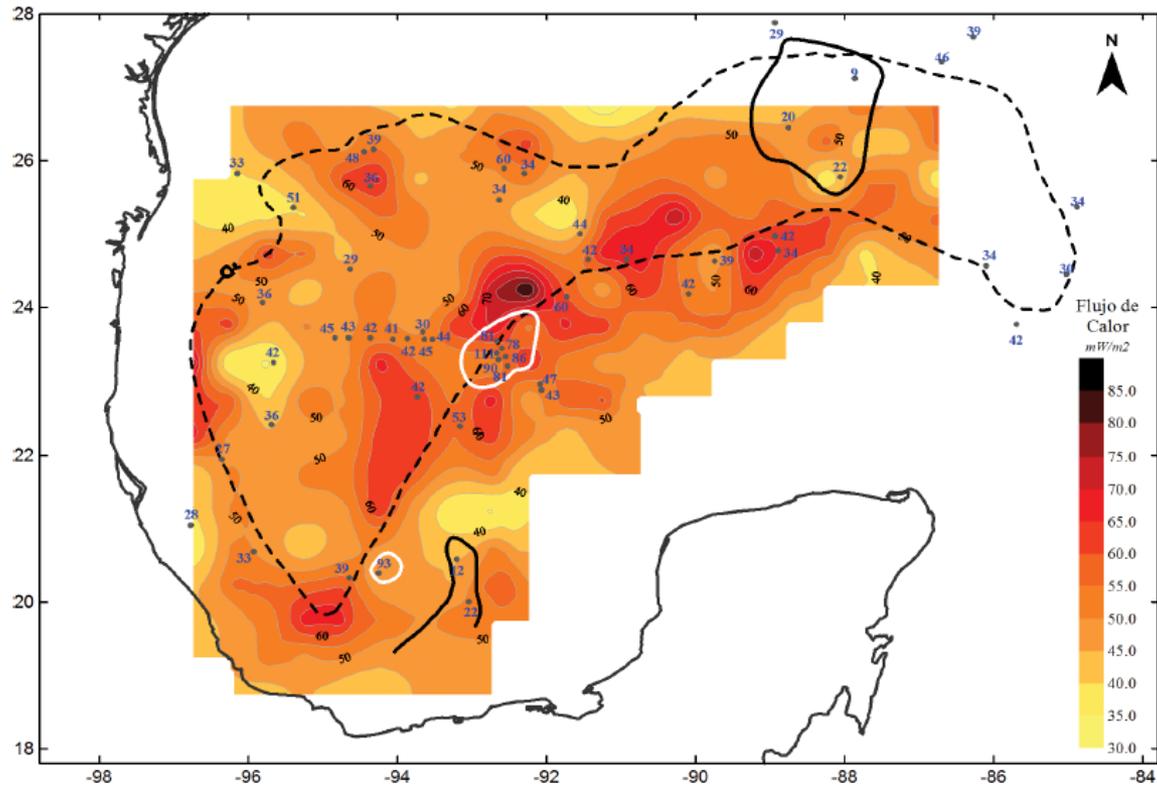


Figura 11. Flujo de calor estimado usando la isoterma de 530°C. Los puntos en color gris y los valores en color azul indican el flujo de calor estimado en fondo marino, el área dentro de la línea continua en color negro indica valores menores a 25 mW/m<sup>2</sup>, el área dentro de la línea blanca indica valores mayores a 70 mW/m<sup>2</sup>.

Tomado de Rosales, R. J., 2014



Conocimiento geológico-hidrogeológico integral de las cuencas Sabinas y Burgos para apoyar las evaluaciones en yacimientos no convencionales (Shale Gas).



## RECURSOS ENERGÉTICOS

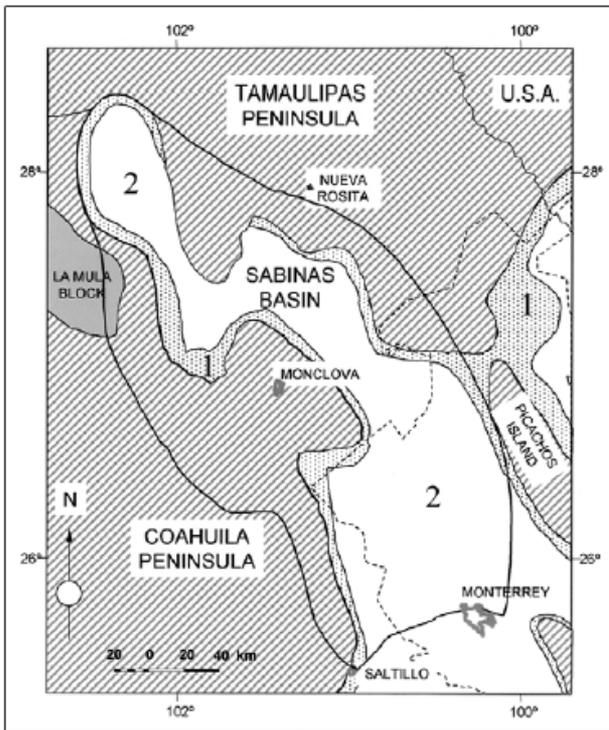
### HIDROCARBUROS

Convencional

No convencional

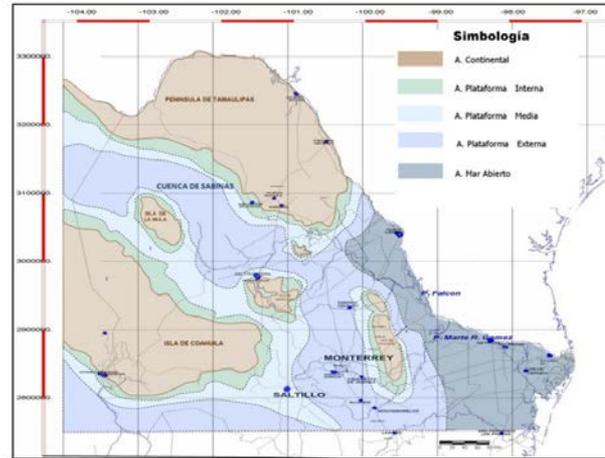


# Conocimiento geológico-hidrogeológico integral de las cuencas Sabinas y Burgos para apoyar las evaluaciones en yacimientos no convencionales (Shale Gas).



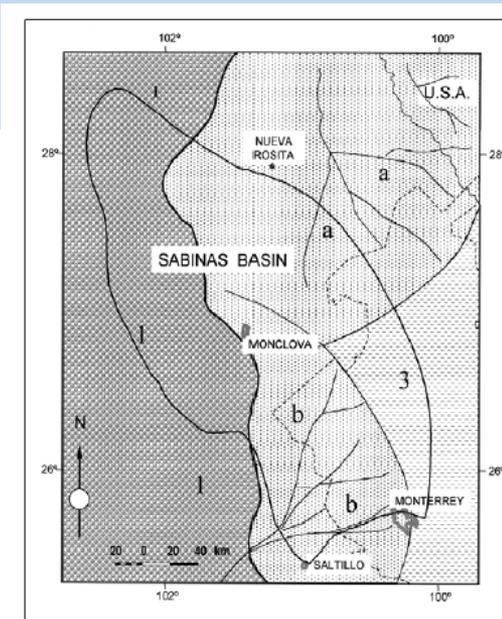
**FIGURE 6.** Callovian (?)–lower Oxfordian paleogeography of the Sabinas Basin. Striped areas indicate emerged lands. (1) Shoreface sands of the La Gloria Formation; and (2) sabkha facies (salt, anhydrite, and carbonates) of the Minas Viejas and Olvido Formations.

Tomado de Eguiluz de Antuñano, S., 2001



**Figura 2.** Mapa de distribución de paleoelementos y ambientes que controlaron la sedimentación en la Provincia Petrolera Sabinas-Burro-Picachos para el Jurásico Tardío.

Tomado de PEMEX Exploración y Producción, 2013

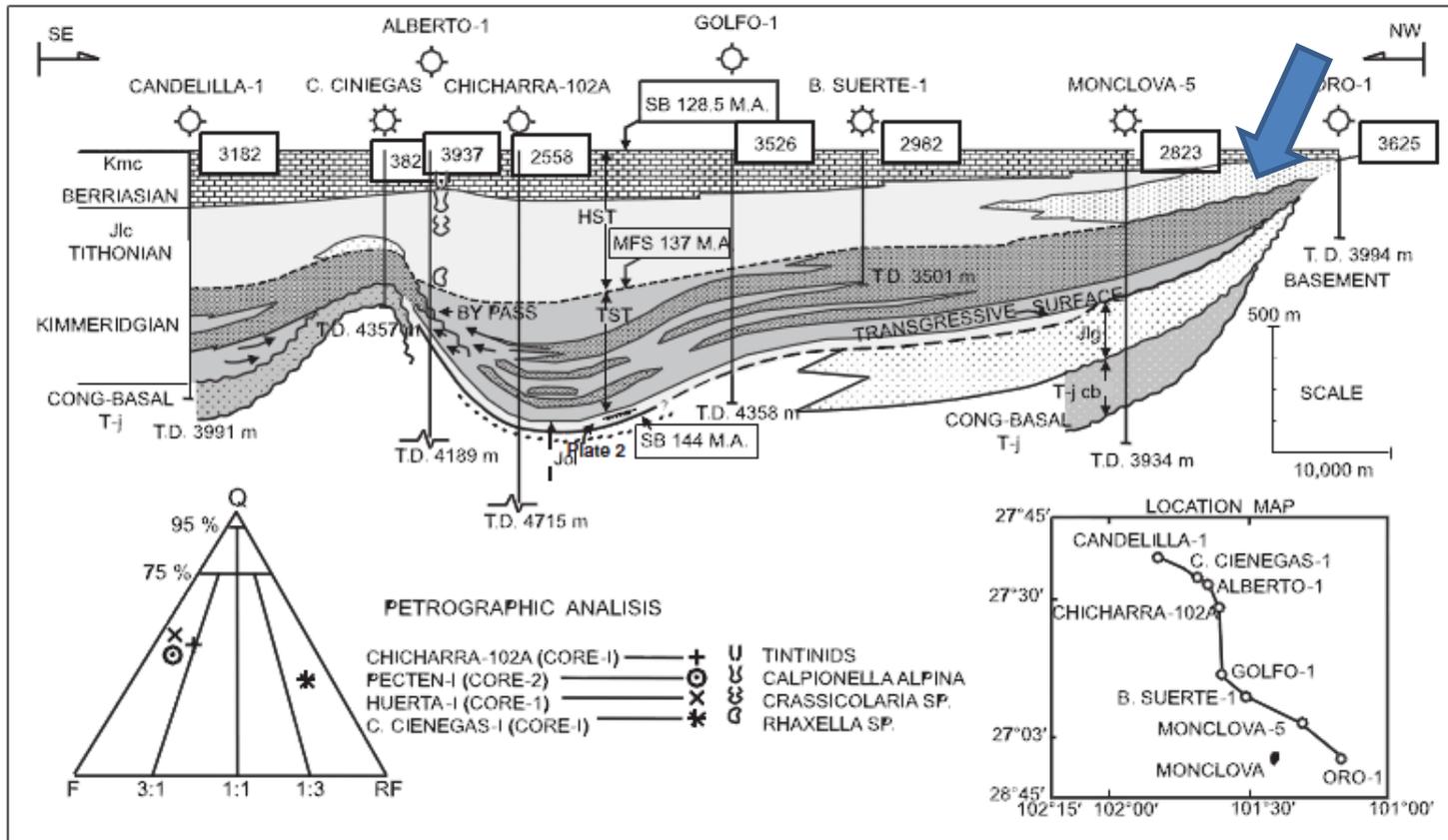


**FIGURE 22.** Campanian-Maestrichtian-Paleogene paleogeography of the Sabinas Basin. (1) Alluvial-plain continental facies; (2a) Nueva Rosita deltaic facies complex; (2b) La Popa-Difunta delta facies complex (Taylor, Navarro, Midway, Wilcox, and Difunta groups); (3) prodelta shale facies (Parras-Mendez-Wilcox Formations).

Tomado de Eguiluz de Antuñano, S., 2001



# Conocimiento geológico-hidrogeológico integral de las cuencas Sabinas y Burgos para apoyar las evaluaciones en yacimientos no convencionales (Shale Gas).



**FIGURE 10.** Stratigraphic section showing lateral changes between the Monclova and Tamaulipas blocks in the La Casita (Jlc) and the Menchaca (Kmc) Formations, the Olvido Formation (Jol), La Gloria Formation (Jlg), and the Triassic-Jurassic (T-j).

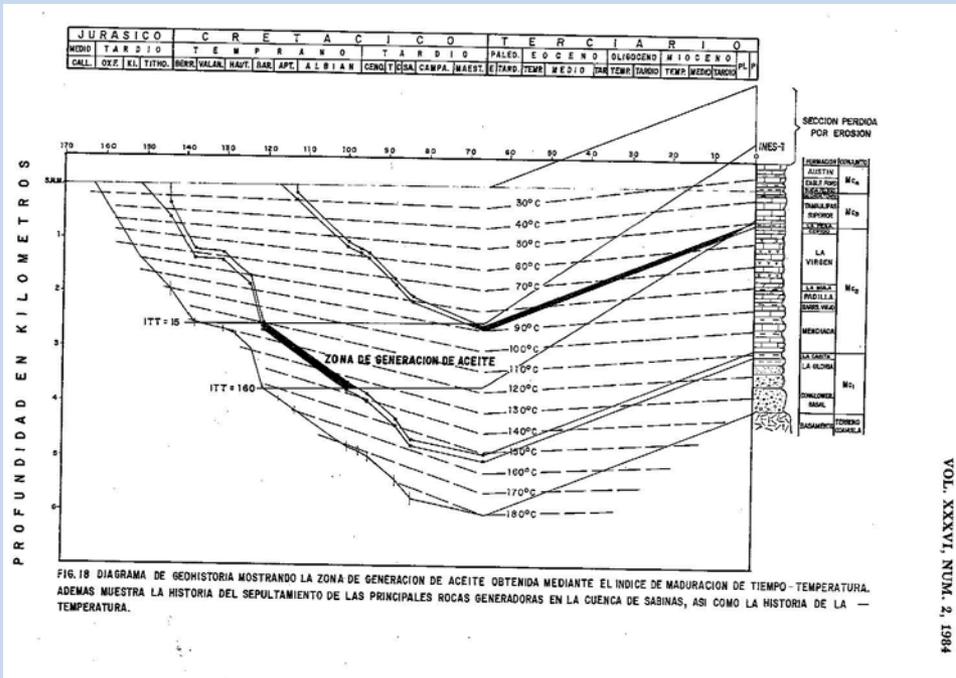
Tomado de Eguluz de Antuñano, S., 2001



# Conocimiento geológico-hidrogeológico integral de las cuencas Sabinas y Burgos para apoyar las evaluaciones en yacimientos no convencionales (Shale Gas).



## GRÁFICAS DE HISTORIA DE SEPULTAMIENTO CUENCA SABINAS



Tomado de Cuevas, L. A., 1988 (1984)

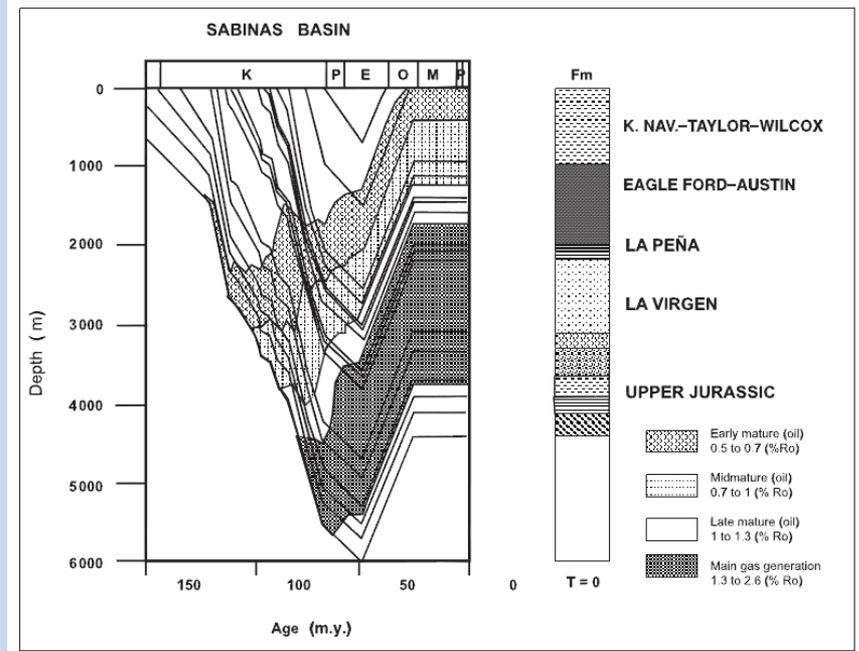


FIGURE 23. Evolution of the hydrocarbon-generation window in the Sabinas Basin.

Tomado de Eguiluz de Antuñano, S., 2001

Gradientes Geotérmicos  
Cuenca de Sabinas

30 °C/km, Estimado de Cuevas L. A., 1984 (1988)



# Conocimiento geológico-hidrogeológico integral de las cuencas Sabinas y Burgos para apoyar las evaluaciones en yacimientos no convencionales (Shale Gas).

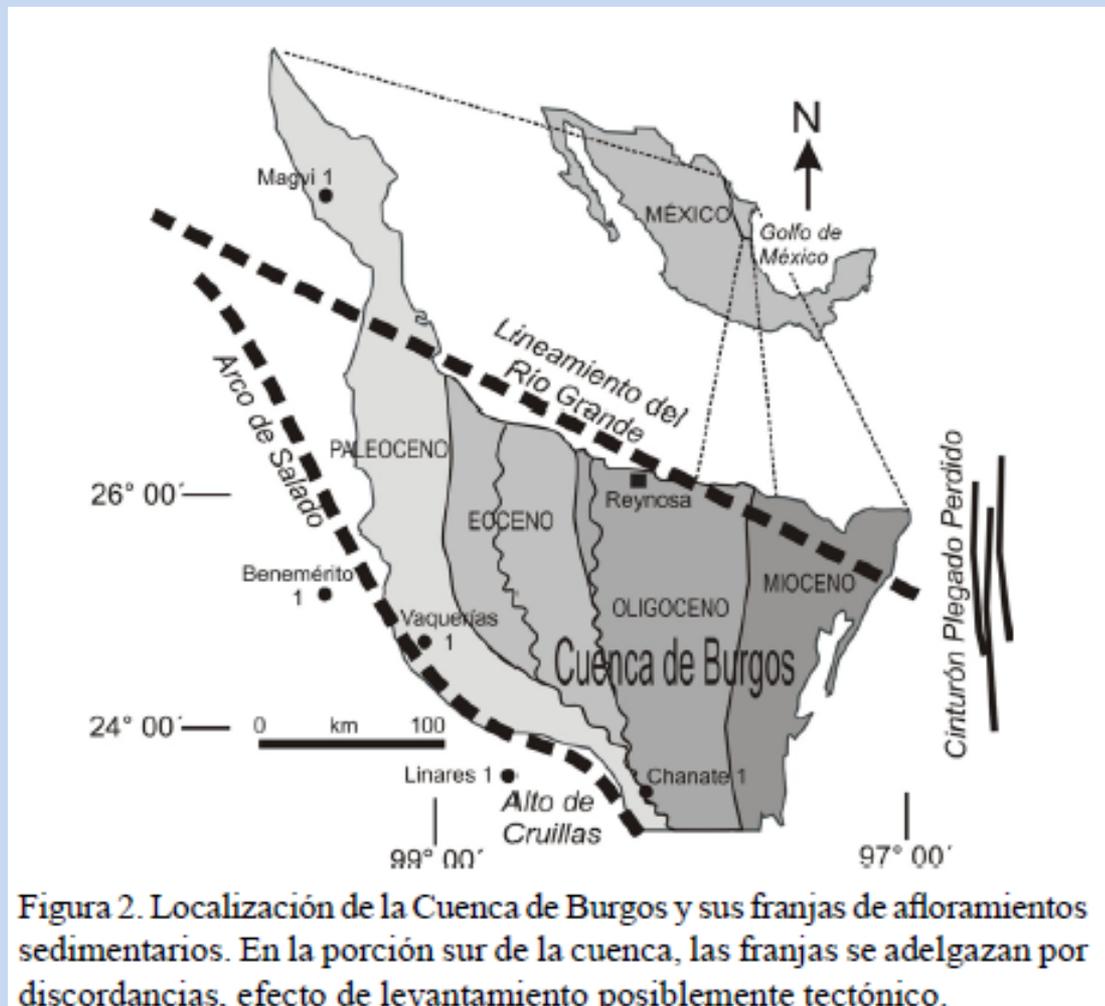


Figura 2. Localización de la Cuenca de Burgos y sus franjas de afloramientos sedimentarios. En la porción sur de la cuenca, las franjas se adelgazan por discordancias, efecto de levantamiento posiblemente tectónico.

Tomado de Eguiluz de Antuñano, S., 2011



# Conocimiento geológico-hidrogeológico integral de las cuencas Sabinas y Burgos para apoyar las evaluaciones en yacimientos no convencionales (Shale Gas).

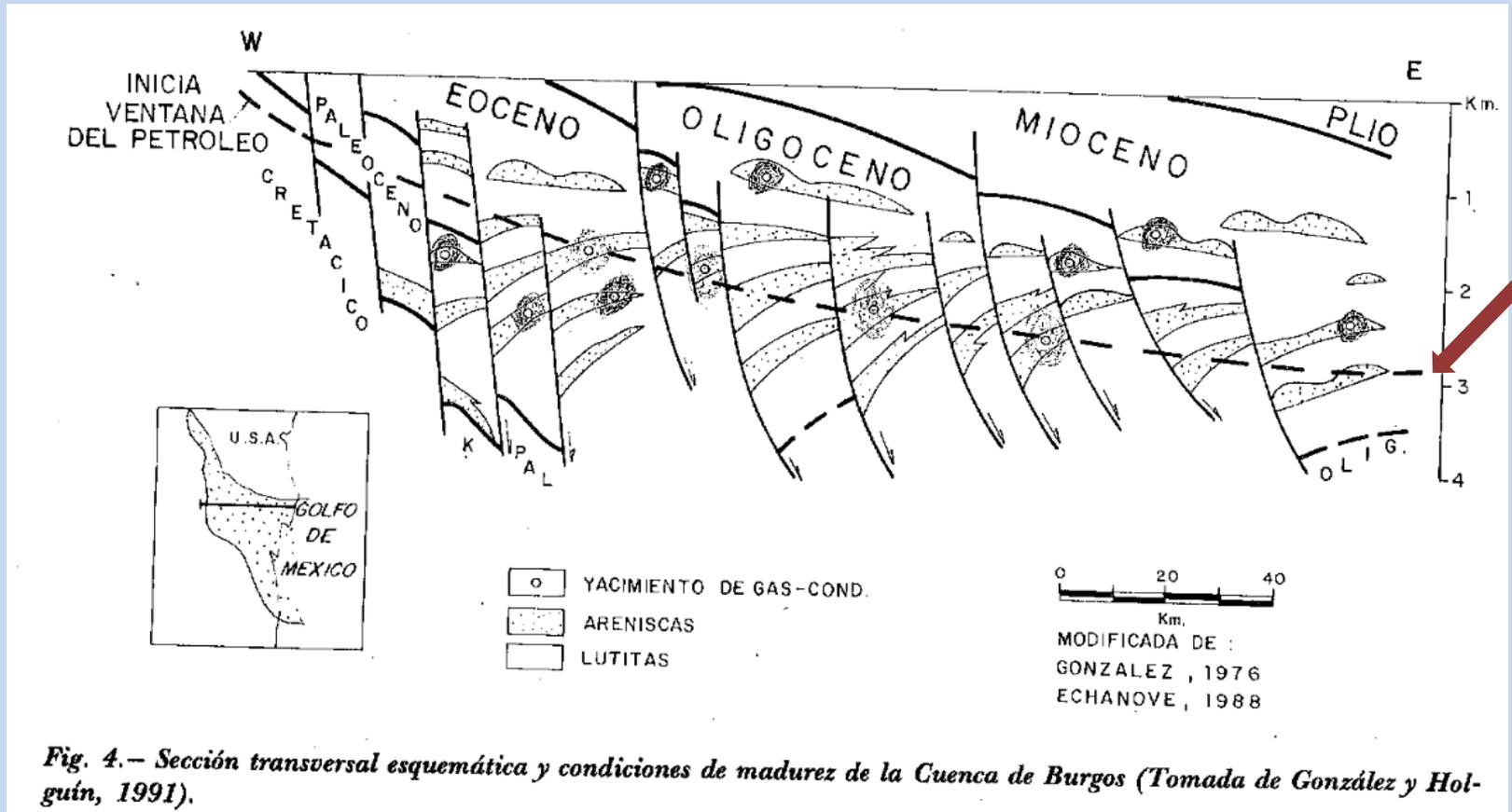


Fig. 4.— Sección transversal esquemática y condiciones de madurez de la Cuenca de Burgos (Tomada de González y Holguín, 1991).

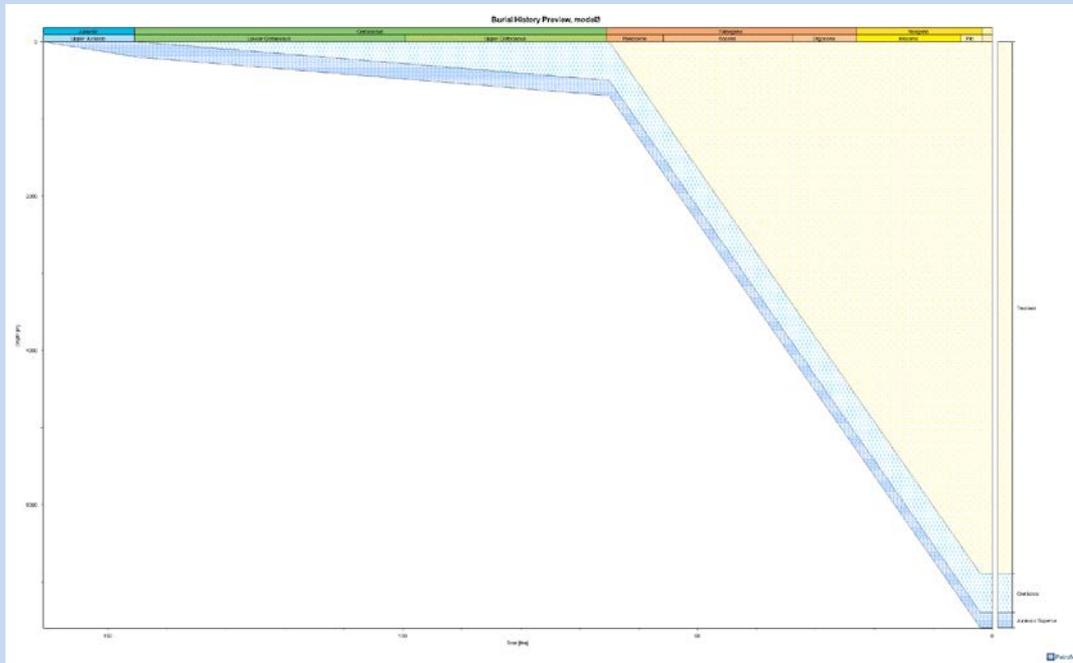
Tomado de González G. R., et al, 1992



# Conocimiento geológico-hidrogeológico integral de las cuencas Sabinas y Burgos para apoyar las evaluaciones en yacimientos no convencionales (Shale Gas).

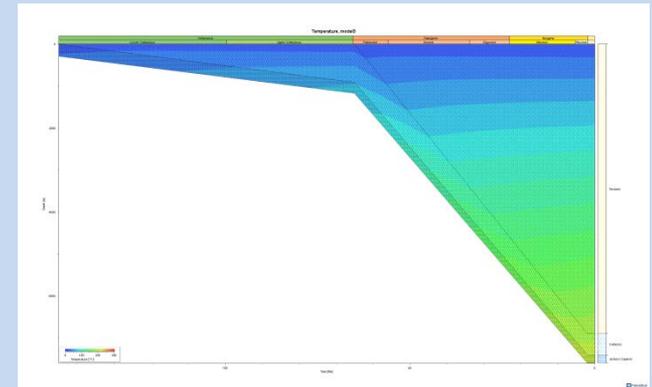


## GRÁFICA DE HISTORIA DE SEPULTAMIENTO CUENCA DE BURGOS

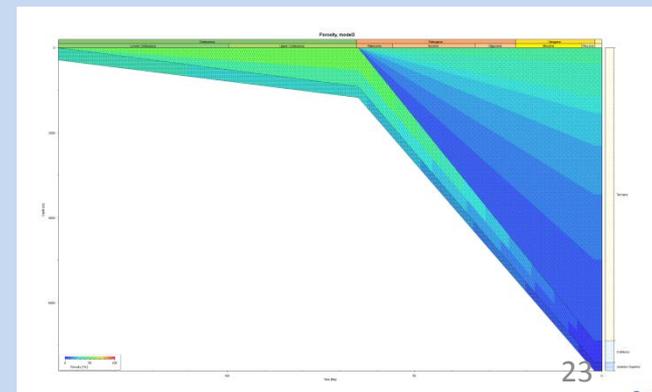


**Gradientes Geotérmicos  
Cuenca de Burgos  
50 °C/km, estimado de varios autores**

## Gráfica de Temperatura



## Gráfica de Porosidad





# Conocimiento geológico-hidrogeológico integral de las cuencas Sabinas y Burgos para apoyar las evaluaciones en yacimientos no convencionales (Shale Gas).



Cuenca	Estado	Roca Generadora	Edad	Contenido de Materia Orgánica (%)	Potencial generador (mg de hcs/g de roca)	Tipo de Kerógeno
<b>Chihuahua</b>	Chihuahua	Lutitas y calizas arcillosas	Paleozoico	2.5	---	II, III
		Lutitas y calizas arcillosas	Kimmeridgiano al Tithoniano	4	--	III
		Lutitas y calizas arcillosas	Aptiano	3	--	II, III
		Lutitas negras carbonosas	Turoniano	1.5	--	II, III
<b>Sabinas</b>	Coahuila y norte de N.L.	Lutitas carbonosas negras	Kimmeridgiano al Tithoniano	2.6	--	II, III
		Calizas y lutitas	Aptiano	1.1	--	II, III
		Calizas arcillosas y arcillas calcáreas	Turoniano	5	--	II, III
<b>Burgos</b>	N.L. y norte de Tamaulipas	Calizas arcillosas y lutita calcáreas	Jurásico Superior	>1	5	II
		Calizas arcillosas y arcillas calcáreas	Cretácico Superior	>1	----	----
<b>Tampico-Misantla</b>	Tamaulipas y Veracruz	Calizas arcillosas y lutitas calcáreas	Kimmeridgiano al Tithoniano	>1	2.5	I,II,III
<b>Veracruz</b>	Veracruz	Calizas arcillosas y lutitas calcáreas	Kimmeridgiano al Tithoniano	2	5	II
		Calizas arcillosas	Cretácico Superior	>1	5	II
		Lutitas Marinas	Oligoceno	>2	5	II, III
		Lutitas gris y gris verdoso	Mioceno	12	--	III, IV

**Tabla 3.1 Características generales de las principales cuencas con presencia de gas en lutitas en México (Barrera, 2013).**

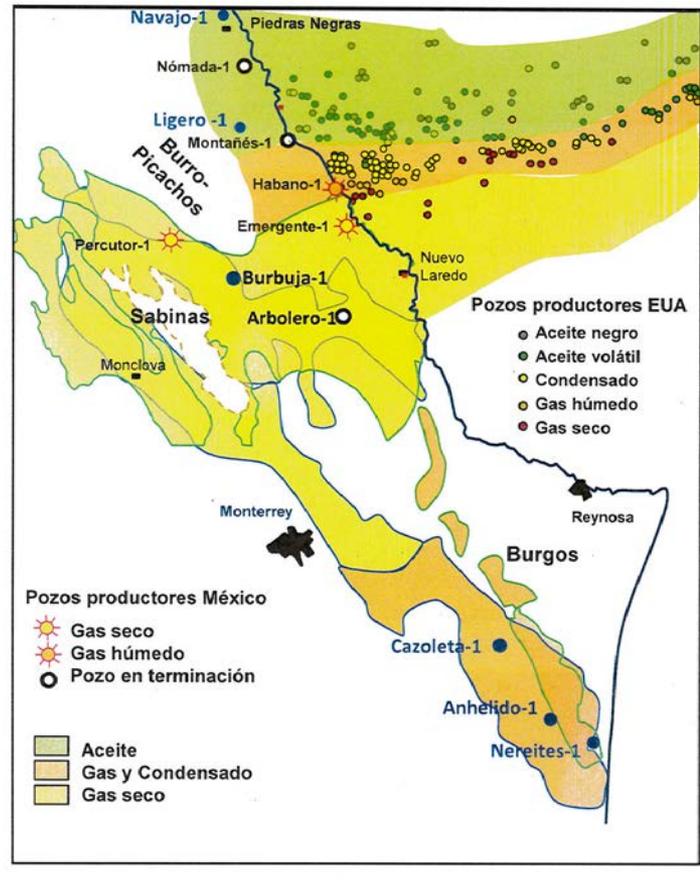




# Conocimiento geológico-hidrogeológico integral de las cuencas Sabinas y Burgos para apoyar las evaluaciones en yacimientos no convencionales (Shale Gas).



## Cuencas de Sabinas y de Burgos Plays Jurásico La Casita , Jurásico Pimienta y Eagle Ford



Tomado de PEMEX Exploración y Producción,

## Cuenca de Burgos Madurez térmica Ro en la Fm. Pimienta

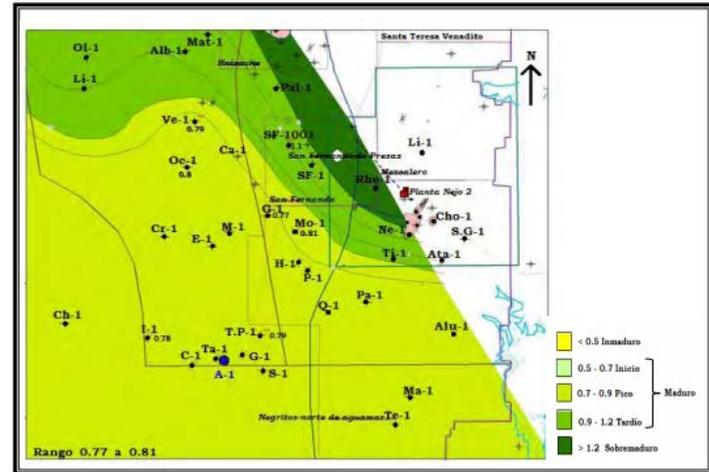


Fig. 5.26 Valores de Ro (reflectancia de vitrinita) para las áreas aledañas al pozo A-1 (PEMEX<sup>2</sup>, 2012).

## Tomado de Pérez, A. H. Y., 2004

Loc/Opt	Play	Prof. (md)	Hcs.
Navajo-1	K. E. Ford	2,230	Aceite
Ligero -1	K.E. Ford	2,230	Condensado
Nereites -1	K. E. Ford	4,300	Condensado
Anhérido-1	J. Pimienta	4,500	Gas húmedo /aceite
Cazoleta-1	J. Pimienta	3,200	Gas húmedo /aceite
Burbuja-1	J. La Casita	4,100	Gas Seco

Tomado de PEMEX Exploración y Producción,



# Conocimiento geológico-hidrogeológico integral de las cuencas Sabinas y Burgos para apoyar las evaluaciones en yacimientos no convencionales (Shale Gas).



PRODUCCIÓN DE GAS YACIMIENTOS CONVENCIONALES Y NO CONVENCIONALES							
PROVINCIAS PETROLERAS							
SABINAS				BURGOS			
YACIMIENTO CONVENCIONAL FORMACIONES	SABINAS PRODUCCIÓN ACUMULADA (Yac. Conv.)	YACIMIENTO NO CONVENCIONAL FORMACIONES	EDAD	YACIMIENTO CONVENCIONAL FORMACIONES	BURGOS PRODUCCIÓN ACUMULADA (Yac. Conv.)	YACIMIENTO NO CONVENCIONAL FORMACIONES	EDAD
Austin		N. S. R. D.	Cretácico Superior	Anáhuac		N. S. R. D.	Plioceno
Eagle Ford		N. S. R. D.	Cretácico Superior	Frio		Vicksburg	Mioceno
Virgen		N. S. R. D.	Cretácico Inferior	Frio/Vicksburg		Vicksburg	Oligoceno
La Mula		N. S. R. D.	Cretácico Inferior	Wilcox/Queen City/Yegua/Jackson		Wilcox	Eoceno
Padilla		N. S. R. D.	Cretácico Inferior	Lobo		Wilcox	Paleoceno
La Casita		La Casita	Jurásico Superior	Gpo. Navarro - Taylor/ Midway		Midway	Cretácico
La Gloria		N. S. R. D.	Jurásico Superior	N. S. R. D.		Titoniano	Jurásico
<b>Total</b>	<b>0.350 X 10<sup>12</sup> pcg (2001)</b>						
<b>Total</b>	<b>0.441 X 10<sup>12</sup> pcg (2013)</b>				<b>11 X 10<sup>12</sup> pcg (2013)</b>		
2001.- Tomado de Eguiluz de Antuñano				2013.- Tomado de Provincia Petrolera Burgos PEMEX-PEP			
2013.- Tomado de Provincia Petrolera Sabinas-Burro-Picachos PEMEX - PEP				N.S.R.D. No se tiene registrado dato			



Conocimiento geológico-hidrogeológico integral de las cuencas Sabinas y Burgos para apoyar las evaluaciones en yacimientos no convencionales (Shale Gas).



## RECURSOS ENERGÉTICOS

### CARBÓN



# Conocimiento geológico-hidrogeológico integral de las cuencas Sabinas y Burgos para apoyar las evaluaciones en yacimientos no convencionales (Shale Gas).





# Conocimiento geológico-hidrogeológico integral de las cuencas Sabinas y Burgos para apoyar las evaluaciones en yacimientos no convencionales (Shale Gas).



## CARBÓN EN LAS CUENCAS DE SABINAS Y DE BURGOS

- CUENCAS DEL CRETÁCICO**
- I.- CUENCA FUENTES-RÍO ESCONDIDO
  - II.- CUENCA SABINAS-MONCLOVA
  - III.- CUENCA SIERRA MOJADA
- SUBCUENCAS**
- 1.- MONCLOVA
  - 2.- SABINAS
  - 3.- LAS ESPERANZAS
  - 4.- SAN SALVADOR
  - 5.- EL GAVILÁN
  - 6.- SALTILLITO-LAMPACITOS
  - 7.- SAN PATRICIO
  - 8.- ADJUNTAS

- CUENCA TERCIARIA**
- EXPLICACIÓN**
- CAPITAL DE ESTADO ★
  - CABECERA MUNICIPAL ●
  - LÍMITE ESTATAL —

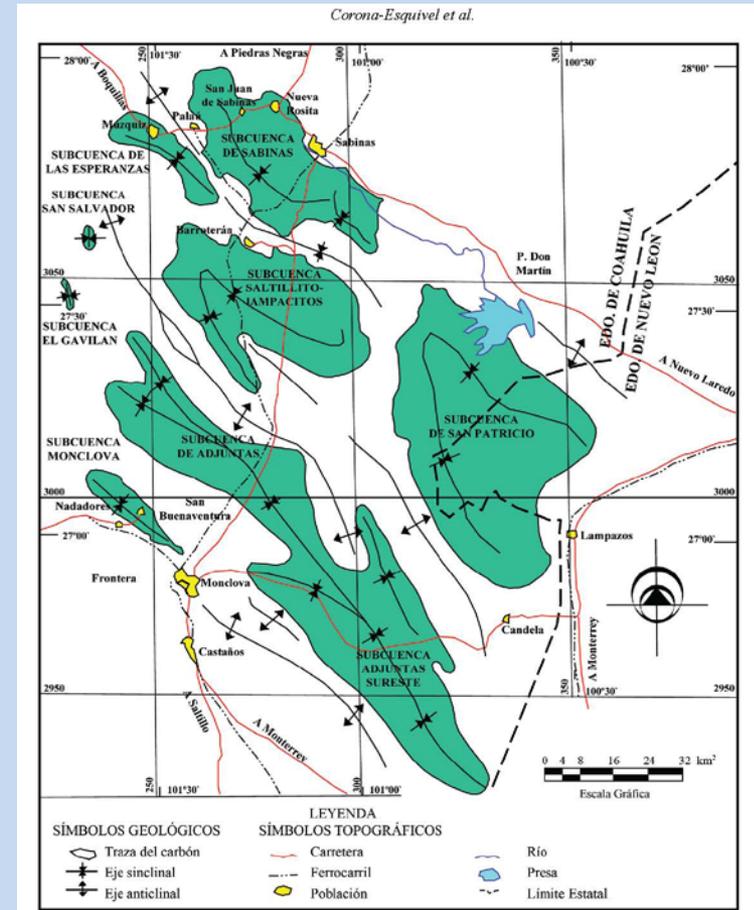
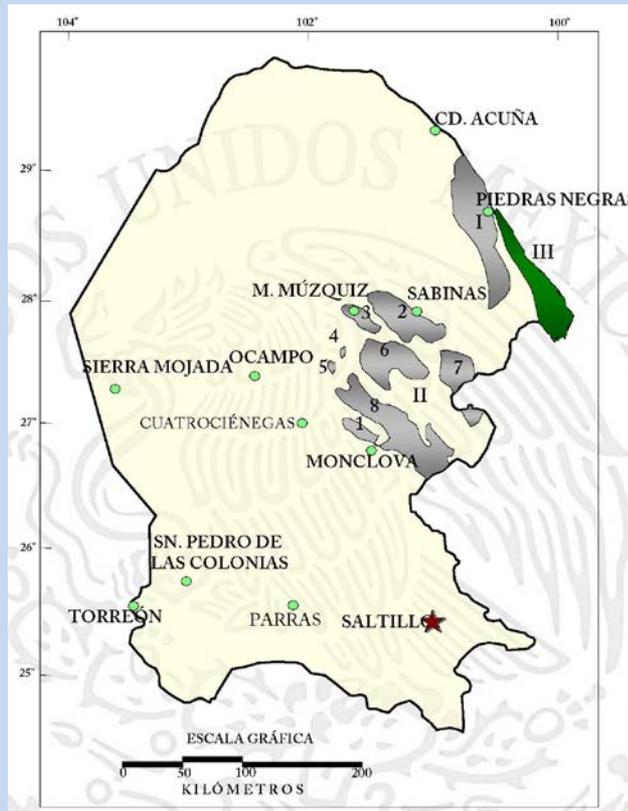


Figura 5. Plano de localización de la Cuenca Sabinas-Monclova (Tomado de Rivera-Martínez y Alcocer-Valdés 2003).



Conocimiento geológico-hidrogeológico integral de las cuencas Sabinas y Burgos para apoyar las evaluaciones en yacimientos no convencionales (Shale Gas).

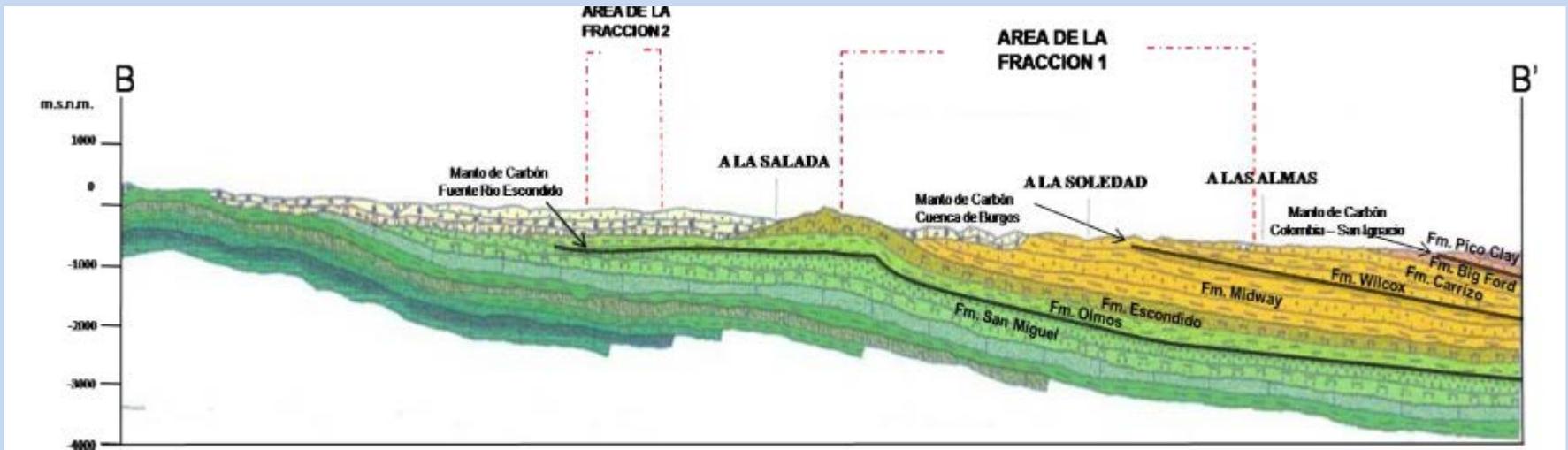


## CARBÓN

CUENCA DE SABINAS

Y

CUENCA DE BURGOS



**Figura 8.** Sección mostrando los horizontes de carbón de edad cretácica y terciaria

Tomado de Alexandri, R. R., 2010



# Conocimiento geológico-hidrogeológico integral de las cuencas Sabinas y Burgos para apoyar las evaluaciones en yacimientos no convencionales (Shale Gas).



ESTADO	LOCALIDAD	RANGO	CARBÓN %	MATERIA VOLÁTIL %	CENIZA %	AZUFRE %	% R <sub>o</sub>	HUMEDAD %	BTU/LB	CUENCA	TIPO DE CARBÓN	EDAD
Coahuila	Subcuencas: Sabinas, Sañillito, Monclova	Sub-bituminoso a Bituminoso	45.81	16.97	40.43	1	0.6 A 1.8	1.26	13,000	Sabinas	Sub-bituminoso	Cretácico
	Cuenca Fuentes, Rio Escondido		32.07	30.5	33.27			4.16	8,246	Fuentes Rio Escondido	Bituminoso Alta Volatilidad	Cretácico
	Colombia, San Ignacio		32.4	42.6	44	3.5		4.1	11,140	Colombia - San Ignacio	Lignito Brillante	Terciario

Tomado y modificado de Alexandri, R. R., 2010



# Conocimiento geológico-hidrogeológico integral de las cuencas Sabinas y Burgos para apoyar las evaluaciones en yacimientos no convencionales (Shale Gas).



## CUENCA DE SABINAS

45.- Carbón				
A.- Producción en Volumen y Valor, por Presentación, 2012-2013				
(Toneladas y pesos corrientes)				
Forma de Presentación	2012		2013 p/	
	Toneladas	Pesos	Toneladas	Pesos
<b>Total: 1/</b>		<b>4,716,146,800</b>		<b>5,023,932,379</b>
Térmico	13,656,051		13,065,353	
Coquizable 2/	16,276,556		15,717,587	
Lavado	4,903,098		4,613,299	
<p>p/ Cifras preliminares.            1/ El valor que se representa es sólo el del carbón no coquizable.            2/ Se refiere al carbón "Todo Uno".            FUENTE: Dirección de Control Documental e Indicadores Estratégicos, Secretaría de Economía e Investigación directa.</p>				
B.- Producción en Volumen por Entidad Federativa y Municipio, 2012-2013				
(Toneladas)				
Estados y Municipios	2012		2013 p/	
	Toneladas 1/		Toneladas 1/	
<b>Total:</b>	<b>16,276,556</b>		<b>15,717,587</b>	
<b>Coahuila</b>	<b>16,276,556</b>		<b>15,717,587</b>	
Abasolo	-		12,000	
Escobedo	56,070		54,632	
Juárez	224,280		218,529	
Monclova	182,259		153,924	
Múzquiz	5,383,284		5,901,100	
Nava	7,552,847		6,962,071	
Progreso	567,324		332,694	
Sabinas	1,175,252		999,068	
San Juan de Sabinas	1,135,240		1,083,569	
<p>p/ Cifras preliminares.            1/ Se refiere al carbón "Todo Uno".            FUENTE: Dirección de Control Documental e Indicadores Estratégicos, Secretaría de Economía.</p>				



# Conocimiento geológico-hidrogeológico integral de las cuencas Sabinas y Burgos para apoyar las evaluaciones en yacimientos no convencionales (Shale Gas).



## CUENCA DE SABINAS

CFE Una empresa de clase mundial		Dirección de Proyectos de Inversión Financiada Subdirección de Proyectos y Construcción Gerencia de Estudios de Ingeniería Civil			
RESERVAS REGION CARBONIFERA SABINAS					
SUBCUENCA	CONCESIÓN	CATEGORÍA RESERVAS	ESPESO R (m)	PROFUNDIDAD (m)	RESERVAS (Mill. de tons)
SABINAS	AH.M.S.A	PROBADAS	> DE 1.40	0-350	461.2
	I.M.M.S.A	PROBADAS	> DE 1.40	0-350	92
	C.F.M.	PROBADAS	> DE 1.40	0-350	30
	OTRAS EMPRESAS	PROBADAS	> DE 1.40	0-350	28
	C.R.M.	PROBADAS	> DE 0.80	0-500	449.1
SALTILITO	AH.M.S.A	PROBADAS	> DE 1.40	0-350	108
	SICARTSA	PROBADAS	> DE 1.40	0-350	25.6
SAN PATRICIO	HULLERA MEXICANA	PROBADAS	> DE 1.40	0-350	60.9
LAMPACITOS	C.R.M.	PROBADAS	> DE 0.80	0-500	84.1
ADJUNTAS	C.R.M.	PROBADAS	> DE 0.80	0-500	260.7
MONCLOVA	C.R.M.	PROBADAS	> DE 0.80	0-360	16.4
TODAS	C.R.M.	PROBABLES	> DE 0.80		60
TODAS	C.R.M.	POSIBLES	> DE 0.80		60
<b>TOTAL</b>					<b>1736</b>

Tomado de CFE, 2008



# Conocimiento geológico-hidrogeológico integral de las cuencas Sabinas y Burgos para apoyar las evaluaciones en yacimientos no convencionales (Shale Gas).



## CUENCA DE SABINAS

CFE Una empresa de clase mundial		Dirección de Proyectos de Inversión Financiada Subdirección de Proyectos y Construcción Gerencia de Estudios de Ingeniería Civil			
RESERVAS DE CARBÓN CUENCA FUENTES RÍO ESCONDIDO					
PROYECTO	RESERVAS			RECURSOS	TOTAL (Mill.Tons)
	PROBADAS	PROBABLES	POSIBLES		
CARBON I	203438736				203
CARBON II	297104810				297
ZONA III		36000000	56000000	200000000	292
ZONA IV	139622930	11000000		184000000	335
ZONA V				50000000	50
<b>TOTAL</b>	<b>640166476</b>	<b>47000000</b>	<b>56000000</b>	<b>434000000</b>	<b>1177</b>



Tomado de CFE, 2008



Conocimiento geológico-hidrogeológico integral de las cuencas Sabinas y Burgos para apoyar las evaluaciones en yacimientos no convencionales (Shale Gas).



**CUENCA DE BURGOS**

ZONA	RESERVAS PROBADAS		RESERVAS PROBABLES
	EXPLORACION A CIELO ABIERTO	EXPLORACION SUBTERRANEA	EXPLORACION SUBTERRANEA
COLOMBIA	35,221,886.00	13,867,703.00	
JARITA	15,830,563.00	26,914,190.00	
AMPLIACION COLOMBIA			46,392,081.00
TOTAL (Toneladas Métricas)	51,052,449.00	40,781,893.00	46,392,081.00
TOTAL (Toneladas Equivalentes)	41,662,643.00	34,563,622.00	41,661,944.00
CAPACIDAD INSTALADA (MW) EN 30 AÑOS	508.82	288.82	



CFE Una empresa de clase mundial

Dirección de Proyectos de Inversión Financiada  
Subdirección de Proyectos y Construcción  
Gerencia de Estudios de Ingeniería Civil

**RESERVAS DE CARBÓN CUENCA COLOMBIA  
SAN IGNACIO**



Tomado de CFE, 2008



# Conocimiento geológico-hidrogeológico integral de las cuencas Sabinas y Burgos para apoyar las evaluaciones en yacimientos no convencionales (Shale Gas).



<b>MADUREZ</b>	<b>GENERACIÓN DE GAS</b>	<b>REFLECTANCIA DE VITRINITA <math>R_o</math></b>	<b>RANGO DE CARBÓN</b>
Inmaduro	Gas biogénico	0.2 a 0.35	Turba, lignito
Maduro temprano	Zona de transición, gas húmedo y bitumen soluble	0.35 a 0.5	Lignito, sub-bituminoso
Maduro medio	Migración del orden del 5 %	0.5 a 0.75	Sub-bituminoso, bituminoso alto volátil
Maduro tardío	Transición a gas húmedo y condensado.	0.75 a 1.3	Bituminoso alto volátil, bituminoso de medio a bajo volátil
PostMaduro	Gas húmedo a fase principal de gas seco	1.3 a 3.0	Bituminoso de medio a bajo volátil, sub-antracítico, antracítico

Fugro Robertson, 2005

**Tabla 10.** El carbón y la generación de gas en función a su madurez y refractancia de la vitrinita.

Tomado de Alexandri, R. R., 2010



# Conocimiento geológico-hidrogeológico integral de las cuencas Sabinas y Burgos para apoyar las evaluaciones en yacimientos no convencionales (Shale Gas).

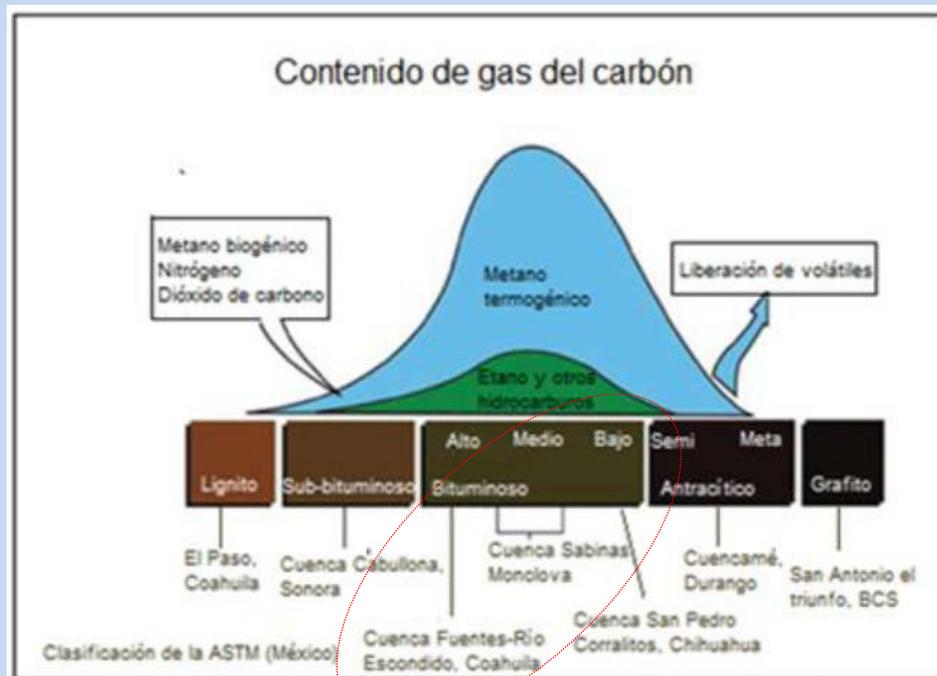


Fig. 1.10 Contenido de gas de acuerdo al rango del carbón en México

Tomado de Lliteras, P. D. O. y Sánchez R. J. A., 2010

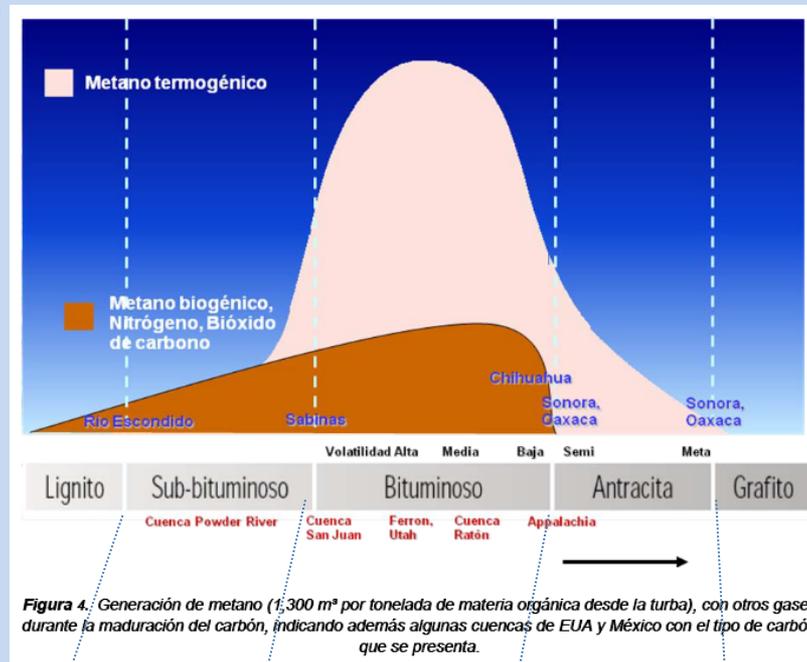


Figura 4. Generación de metano (1,300 m<sup>3</sup> por tonelada de materia orgánica desde la turba), con otros gases durante la maduración del carbón, indicando además algunas cuencas de EUA y México con el tipo de carbón que se presenta.

Tomado de Alexandri, R. R., 2010

% Ro. = 0.35

% Ro. = 0.50

% Ro. = 1.3

% Ro > 3



# Conocimiento geológico-hidrogeológico integral de las cuencas Sabinas y Burgos para apoyar las evaluaciones en yacimientos no convencionales (Shale Gas).



Una burda estimación de los recursos totales de gas grisú en México en función del tipo de carbón y de sus recursos potenciales fue realizada por Scott y Ambrose (2001), se basaron en un rango de contenidos de metano en carbón de 2.8 a 8.5 m<sup>3</sup>/ton, y estimaron el potencial de gas metano contenido en el gas grisú en México. Las estimaciones se encuentran en la tabla 1.3:

Tabla 1.3 Cuencas de carbón y contenido de gas grisú

Cuenca	Tipo de carbón	Recuperación de Gas Grisú: $2.8 \frac{10^9 m^3}{ton}$	Recuperación de Gas Grisú: $8.5 \frac{10^9 m^3}{ton}$
Barranca	Antracita a meta-antracita	3	9
Mixteca	Bituminoso baja volatilidad a semi-antracítico	4	11
Sabinas	Bituminoso volatilidad media a alta	57	171
Fuentes-Río Escondido	Bituminoso con alta volatilidad	27	80
Cabullona	Bituminoso	2	5
San Pedro Corralitos	Bituminoso B, baja volatilidad	.1	.4
Ojinaga	Bituminoso B, alta volatilidad	.5	1.4
Colombia San Ignacio	Lignito Cannel	5	14
Total en México		97	291



Conocimiento geológico-hidrogeológico integral de las cuencas Sabinas y Burgos para apoyar las evaluaciones en yacimientos no convencionales (Shale Gas).



# RECURSOS ENERGÉTICOS

## URANIO



# Conocimiento geológico-hidrogeológico integral de las cuencas Sabinas y Burgos para apoyar las evaluaciones en yacimientos no convencionales (Shale Gas).

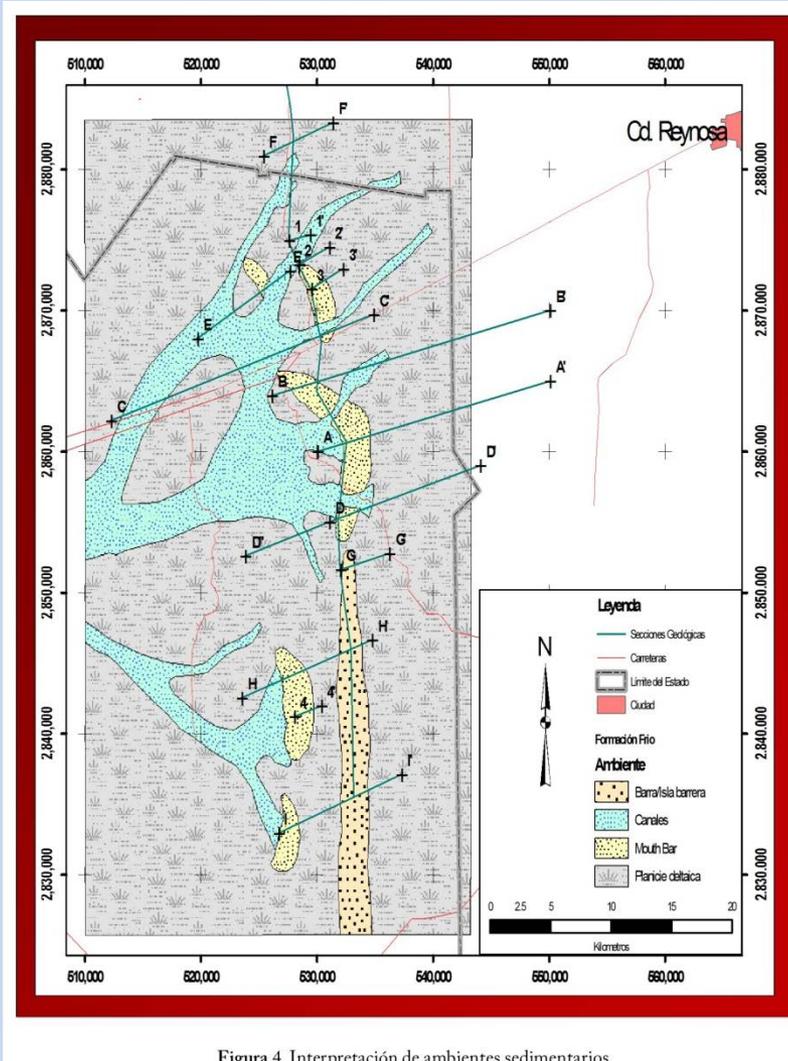


Figura 4. Interpretación de ambientes sedimentarios.

Determinación de ambientes sedimentarios en el Oligoceno de una porción de la Cuenca de Burgos y su importancia en la localización de Uranio

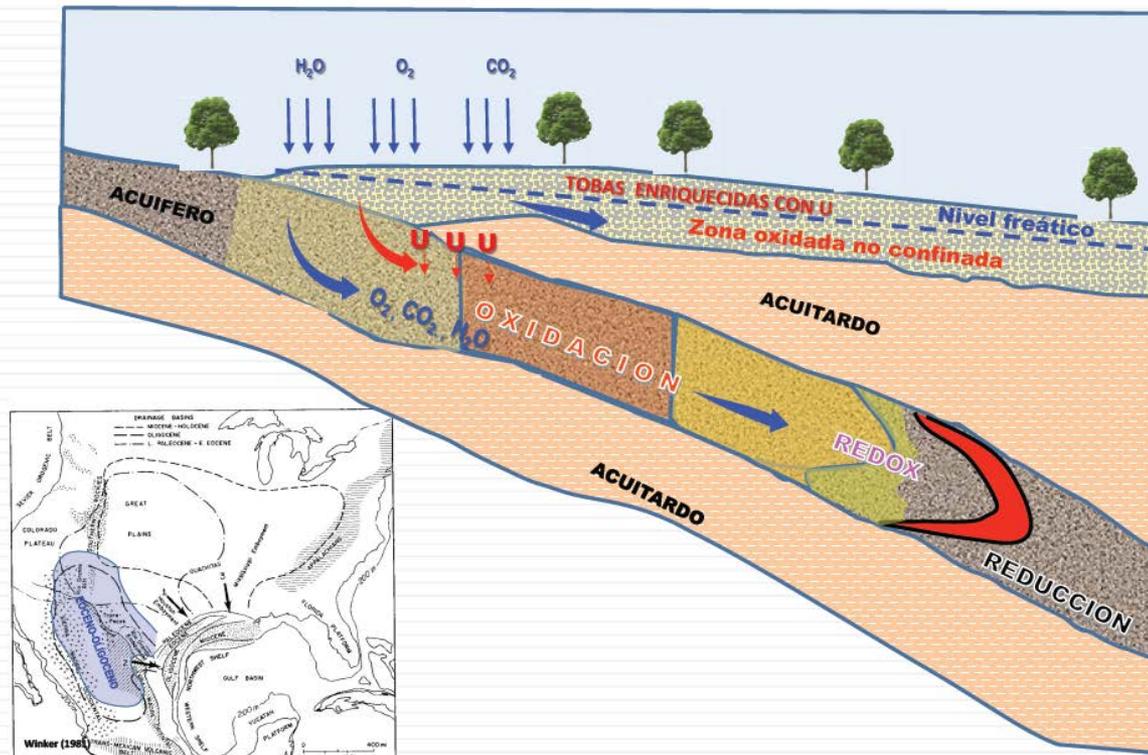


Conocimiento geológico-hidrogeológico integral de las cuencas Sabinas y Burgos para apoyar las evaluaciones en yacimientos no convencionales (Shale Gas).



## URANIO EN LA CUENCA DE BURGOS Depósitos uraníferos de tipo sedimentario

### CONDICIONES DE FORMACIÓN DE UN DEPOSITO ROLL-FRONT



SERVICIO GEOLÓGICO MEXICANO

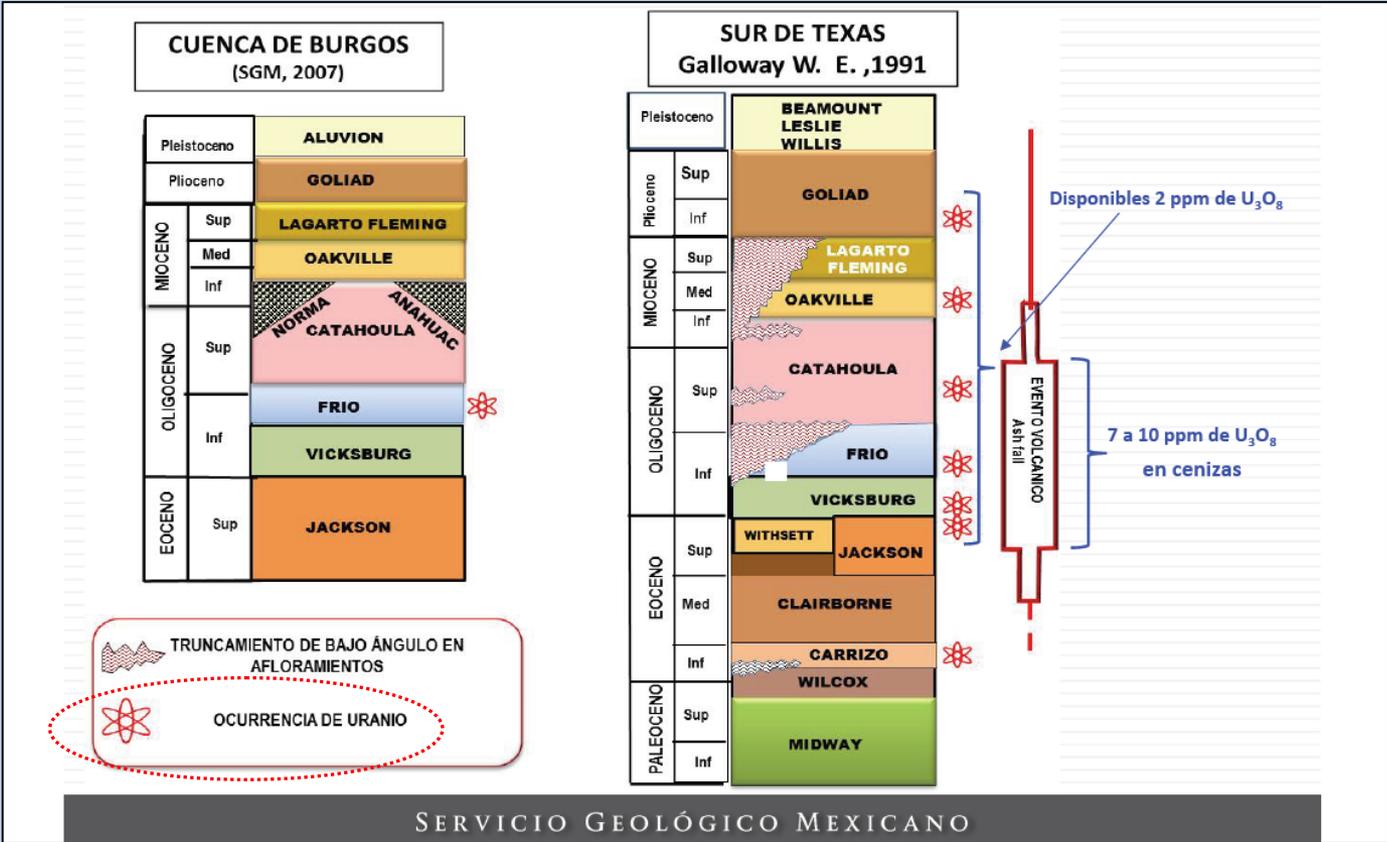
Tomado de Sánchez, R. D. y Rodríguez, S. J de J., 2015



# Conocimiento geológico-hidrogeológico integral de las cuencas Sabinas y Burgos para apoyar las evaluaciones en yacimientos no convencionales (Shale Gas).



## URANIO EN LA CUENCA DE BURGOS Posición estratigráfica de los depósitos uraníferos





# Conocimiento geológico-hidrogeológico integral de las cuencas Sabinas y Burgos para apoyar las evaluaciones en yacimientos no convencionales (Shale Gas).



## URANIO EN LA CUENCA DE BURGOS





# Conocimiento geológico-hidrogeológico integral de las cuencas Sabinas y Burgos para apoyar las evaluaciones en yacimientos no convencionales (Shale Gas).



## URANIO EN LA CUENCA DE BURGOS Reservas de depósitos uraníferos





**CFE** Una empresa de clase mundial

Dirección de Proyectos de Inversión Financiada  
Subdirección de Proyectos y Construcción  
Gerencia de Estudios de Ingeniería Civil

**Sociedad Geológica Mexicana**

### NUEVO LEÓN

**PROYECTO DE PRODUCCIÓN MINERO METALÚRGICO**  
**LA COMA-URAMEX, 1983**

LOCALIDAD	TONELADAS DE MINERAL	CONTENIDO U <sub>3</sub> O <sub>8</sub> -%	TONELAJE EQUIV. U <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	ROCA DE CAJA	MINERAL PRINCIPAL
LA COMA	753 143	0.175	1 318	ARENAS Y CONGL.	IANTHINITA
BUENAVISTA	785 000	0.160	1 256	IDEM	COFINITA
<b>TOTAL</b>	<b>1 538 143</b>		<b>2 574 TNS.</b>		

**RESERVAS URANIFERAS IN SITU**  
**NUEVO LEÓN-URAMEX, 1983**

LOCALIDAD	TONELAJE EQUIV. U <sub>3</sub> O <sub>8</sub>
LA COMA	1 318
BUENAVISTA	1 256
EL CHAPOTE	843
DIANA	940
PEÑOLES	191
PRESITA	185
DOS ESTADOS	169
TRANCAS	130
SANTA FE	43
<b>TOTAL</b>	<b>5 075 TNS. IN SITU</b>




Premio a la Calidad y Competitividad CFE 2007

Tomado de CFE, 2008

Nota.- Hasta la fecha no existe ningún trabajo que este explotando el uranio de estos yacimientos.



Conocimiento geológico-hidrogeológico integral de las cuencas Sabinas y Burgos para apoyar las evaluaciones en yacimientos no convencionales (Shale Gas).



# RECURSOS ENERGÉTICOS

## GEOTERMIA

### VAPOR GEOHIDROTHERMAL

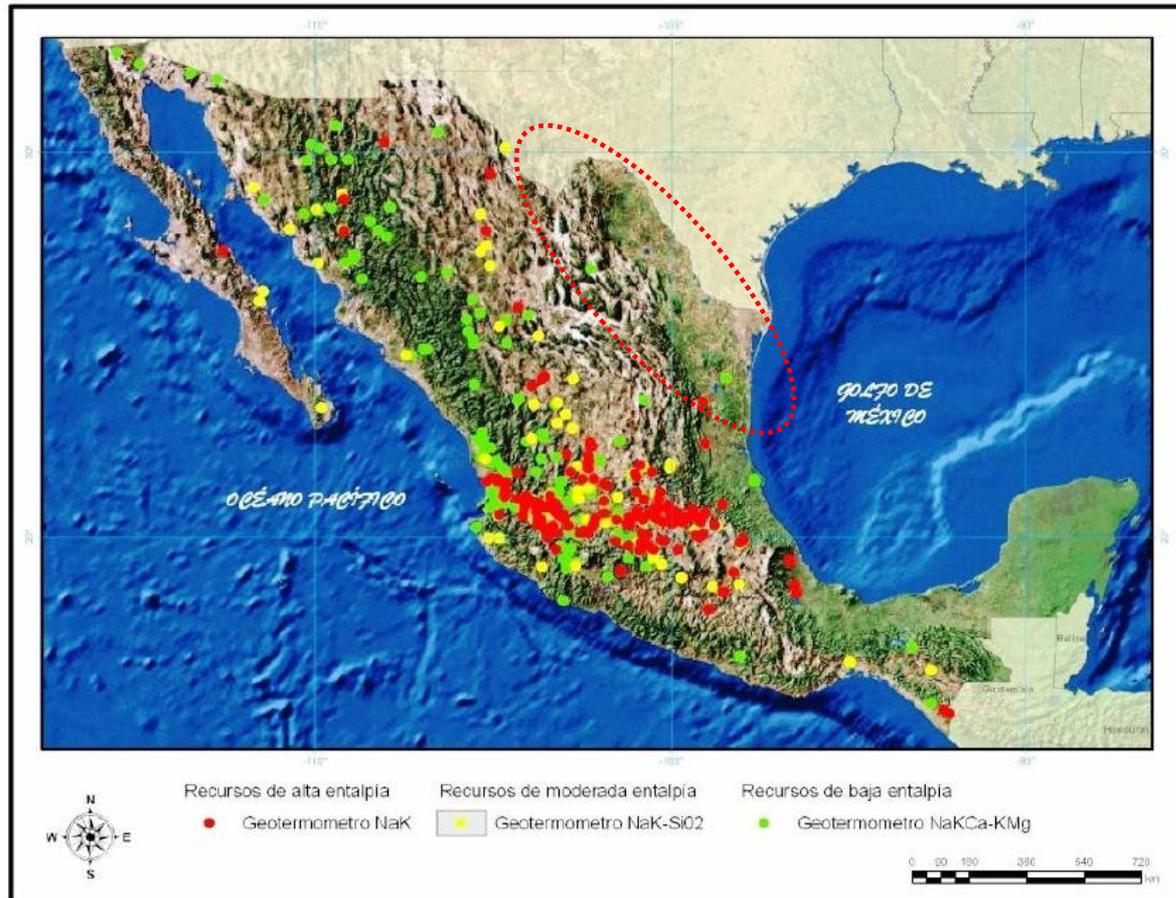


Conocimiento geológico-hidrogeológico integral de las cuencas Sabinas y Burgos para apoyar las evaluaciones en yacimientos no convencionales (Shale Gas).



### MANIFESTACIONES GEOTÉRMICAS EN LAS CUENCAS DE SABINAS Y BURGOS

Se clasificaron las manifestaciones en recursos de alta (>200°C), media (150-200 °C) y baja Entalpía (90-150 °C), lo cual permite identificar el potencial geotérmico para cada grupo.





# Conocimiento geológico-hidrogeológico integral de las cuencas Sabinas y Burgos para apoyar las evaluaciones en yacimientos no convencionales (Shale Gas).



## MANIFESTACIONES GEOTÉRMICAS EN LAS CUENCAS DE SABINAS Y BURGOS



Tomado de CFE - intranet, 2016

“El Mapa del Potencial Geotérmico de la República Mexicana se publicó en la intranet de CFE y es una herramienta que sirve de insumo hacia la planeación estratégica para el desarrollo de proyectos geotermoelectricos, además de ser una herramienta de búsqueda, manejo y análisis de la información”.

Tomado de Ordaz, M. C. A., et al, 2011



# Conocimiento geológico-hidrogeológico integral de las cuencas Sabinas y Burgos para apoyar las evaluaciones en yacimientos no convencionales (Shale Gas).



**INVENTARIO DE RECURSOS ALTERNOS DE ENERGÍA**  
PRIMERA ETAPA

CFE  
COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD

IRAE  
Instituto de Recursos Alternos de Energía

ANÁLISIS DE PROYECTOS POTENCIALES PARA LA GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD POR ENERGIAS RENOVABLES

Entidad Estatal: Todos los Estados Tipo de Energía: Geotérmica

Unidades en gigawatts – hora / año

ESTADO	POTENCIAL (GWh/a)
Coahuila	Sin información
Coahuila	58.00
Distrito Federal	Sin información
Durango	2 151.00
Estado de México	513.00
Guanajuato	22 875.00
Guerrero	100.00
Hidalgo	7 672.00
Jalisco	28 681.00
Michoacán	5 671.00
Morelos	518.00
Nayarit	7 199.00
Nuevo León	Sin información
Oaxaca	650.00
Puebla	4 050.00
Querrétaro	7 234.00
Quintana Roo	Sin información
San Luis Potosi	829.00
Sinaloa	145.00
Sonora	1 981.00
Tabasco	43.00
Tamaulipas	450.00
Tlaxcala	218.00

\*Potencial identificado a diciembre de 2013 considerando solamente la clasificación del potencial probable y posible.  
\*Fuente: CFE, CRE, CMM y UNAM.

MAPAS



Conocimiento geológico-hidrogeológico integral de las cuencas Sabinas y Burgos para apoyar las evaluaciones en yacimientos no convencionales (Shale Gas).



# RECURSOS MINERALES



# Conocimiento geológico-hidrogeológico integral de las cuencas Sabinas y Burgos para apoyar las evaluaciones en yacimientos no convencionales (Shale Gas).



## RECURSOS MINERALES EN LAS CUENCAS DE SABINAS Y BURGOS Yacimientos Metálicos y No-Metálicos

PRODUCCION MINERA (2013)							
ESTADO	COAHUILA		NUEVO LEON		TAMAULIPAS		TIPO DE YACIMIENTOS
MINERAL	Toneladas	% de la produccion nacional	Toneladas	% de la produccion nacional	Toneladas	% de la produccion nacional	
<b>METALICOS</b>							
Oro	7 (kg)						HIDROTERMAL, INTRUSIONES DE ROCAS GABROICAS
Plata	127,575	2.19					HIDROTERMAL, METAMORFICO
Bismuto	824	100.00					
Cadmio	856	58.99					
Hierro	3,121,763	16.57					SEGREGACIÓN MAGMÁTICA
<b>NO METALICOS</b>							
Carbón	13,065,353	100.00					SEDIMENTARIO
Celestita	67,778	100.00					HIDROTERMAL, MISSISSIPPI VALLEY
Sulfato de sodio	641,500	100.00					EVAPORÍTICO
Sulfato de magnesio	45,281	100.00					EVAPORÍTICO
Barita	22,483	6.54	320,330	93.23			HIDROTERMAL
Dolomita	3,801,456	39.83	810,000	8.48			HIDROTERMAL
Silice	1,047,449	35.65	192,565				
Fluorita	74,996	6.20					HIDROTERMAL, MISSISSIPPI VALLEY
Rocas dimensionables	547,060				21,409	0.58	
Grava	3,305,912	5.02	1,653,624	2.50	1,579,473	2.39	
Arena	2,523,990	2.78	1,292,360		10,000	0.52	
Yeso	220,913	2.80	1,184,875	14.99			MISSISSIPPI VALLEY
Calcita	66,230	1.27					
Caliza	1,972,886	3.77	7,146,050	13.66	114,038		SEDIMENTARIO
Agregados petreos	681,523	0.81	4,850,480	5.77	36,300	0.43	SEDIMENTARIO
Arcillas	388,663		707,650	8.90			
Azufre			98,900		102,100	9.91	
Sal			317,557		23,210	0.22	
Talco			819,280				
Sales de sodio							
Fosforita					10,000	0.45	
<b>VALOR (Pesos)</b>	<b>\$ 12,336,147,521.00</b>		<b>\$ 3,530,826,558.00</b>		<b>\$ 397,898,466.00</b>		

TOMADO DE PANORAMA MINERO DEL ESTADO DE NUEVO LEÓN  
TOMADO DE PANORAMA MINERO DEL ESTADO DE COAHUILA  
TOMADO DE PANORAMA MINERO DEL ESTADO DE TAMAULIPAS  
DEL SERVICIO GEOLOGICO MEXICANO  
SECRETARIA DE ENERGÍA



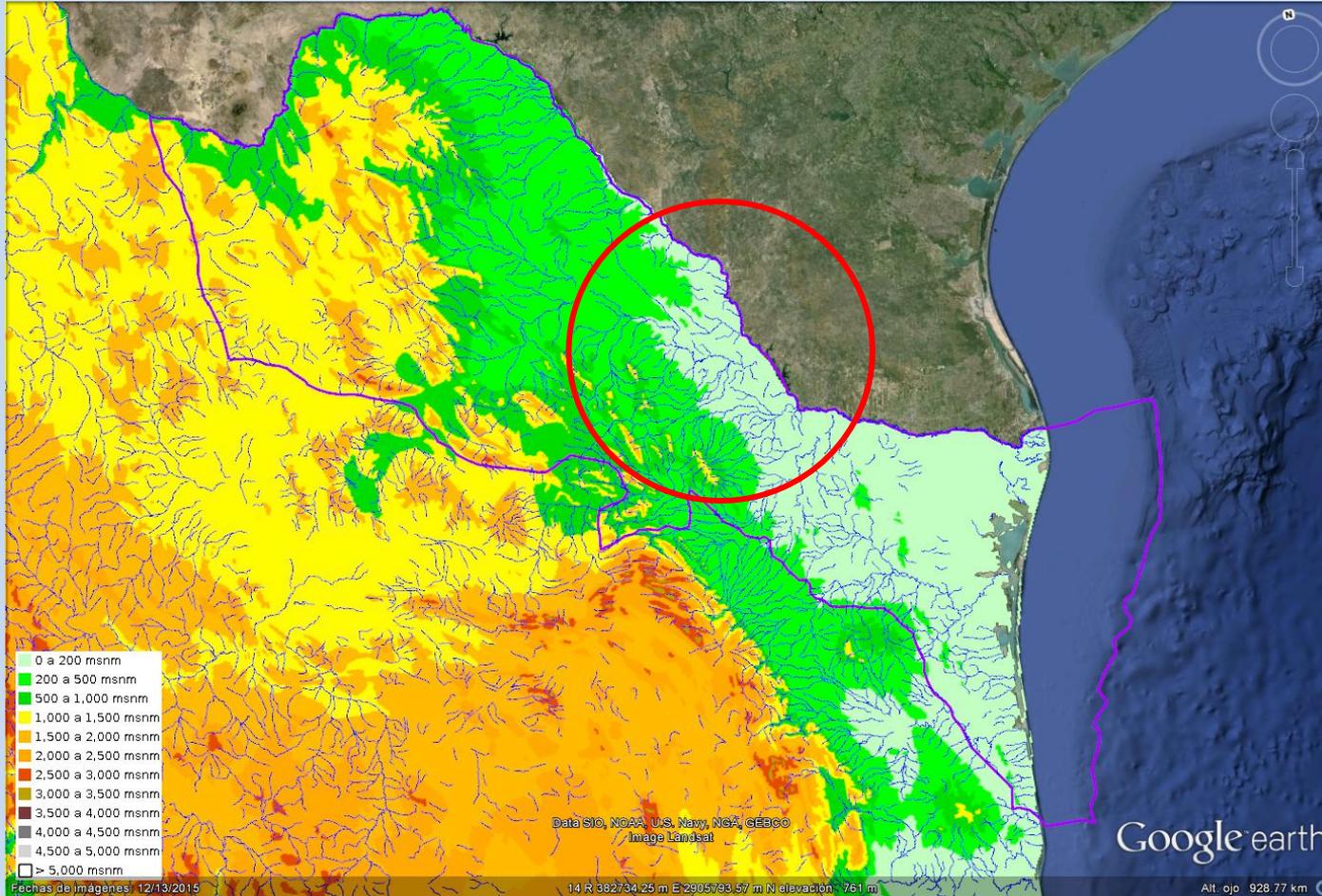
Conocimiento geológico-hidrogeológico integral de las cuencas Sabinas y Burgos para apoyar las evaluaciones en yacimientos no convencionales (Shale Gas).



# RECURSOS HÍDRICOS



# Conocimiento geológico-hidrogeológico integral de las cuencas Sabinas y Burgos para apoyar las evaluaciones en yacimientos no convencionales (Shale Gas).



AGUA SUPERFICIAL,  
HIDROGRAFÍA E  
HIPSOGRAFÍA EN LAS  
PROVINCIAS DE  
SABINAS Y BURGOS

- Las cabeceras de origen de la red fluvial aún no han alcanzado a romper toda la gran estructura de la Sierra Madre Oriental, indicando probablemente que el levantamiento aún no se ha detenido.
- Varias de las corrientes superficiales son de tipo “consecuente”.
- La red fluvial reconoce principalmente al Río Bravo



# Conocimiento geológico-hidrogeológico integral de las cuencas Sabinas y Burgos para apoyar las evaluaciones en yacimientos no convencionales (Shale Gas).



## AGUA SUPERFICIAL EN LAS PROVINCIAS DE SABINAS Y BURGOS

Como consecuencia de la actividad geológica y de otros factores como el clima se conformaron las actuales regiones hidrológicas, los datos indican escurrimientos ligeramente superiores en el Norte-Noroeste comparados con los del Este.

### Agua Superficial – Regiones Hidrológicas

Nombre de región hidrológica	Extensión territorial continental (km <sup>2</sup> )	Precipitación normal anual 1971-2000 (mm)	Escurrecimiento natural medio superficial interno (hm <sup>3</sup> /año)	Importaciones (+) o exportaciones (-) de otros países (hm <sup>3</sup> /año)	Escurrecimiento natural medio superficial total (hm <sup>3</sup> /año)	Número de cuencas hidrológicas
24. Bravo-Conchos	229 740	453	5 588	- 432	5 156	37
25. San Fernando-Soto La Marina	54 961	757	4 842		4 842	45

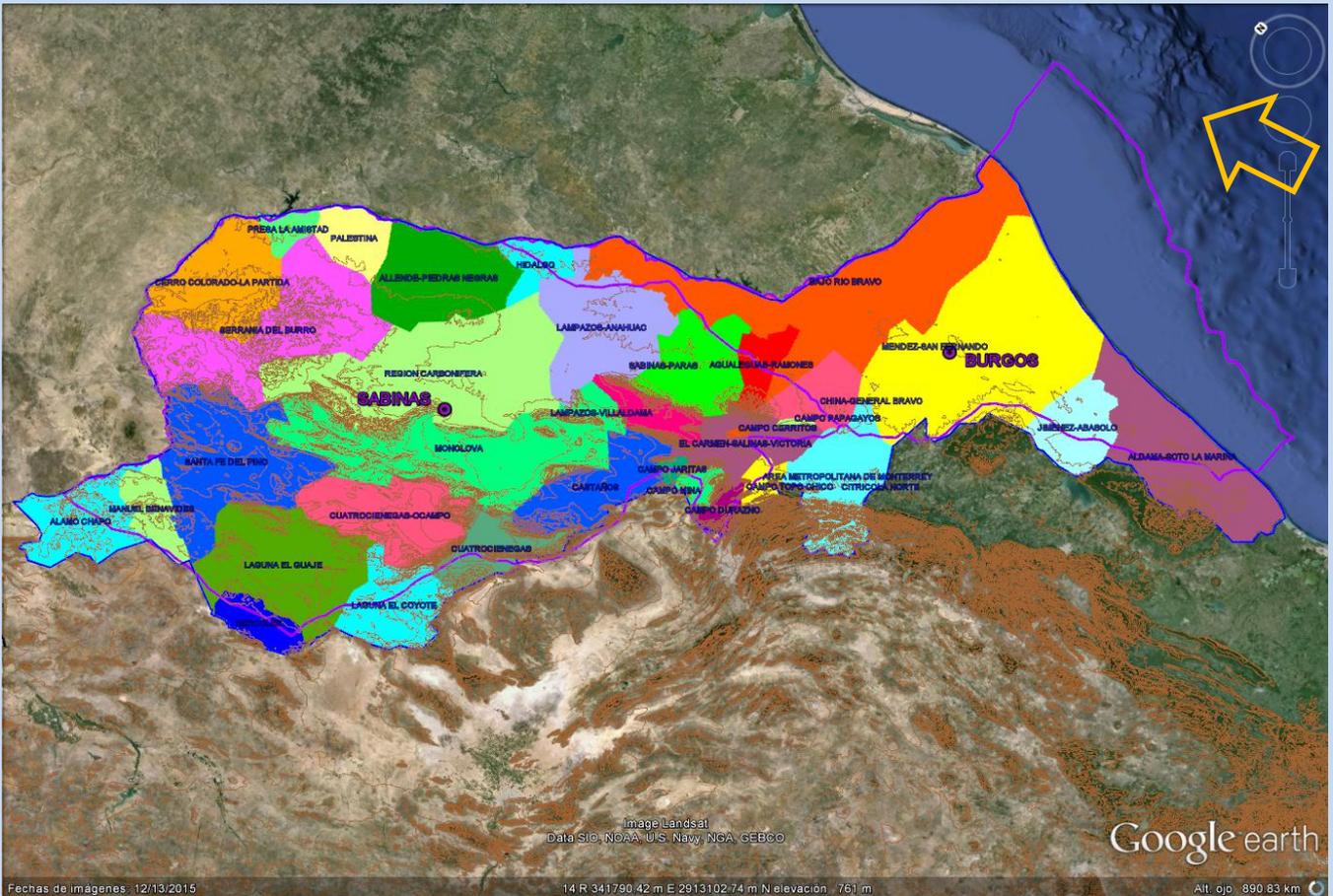
<http://www.conagua.gob.mx/atlas/ciclo09.html>



# Conocimiento geológico-hidrogeológico integral de las cuencas Sabinas y Burgos para apoyar las evaluaciones en yacimientos no convencionales (Shale Gas).



## PROVINCIAS DE SABINAS Y BURGOS CON LA DISTRIBUCIÓN DE LAS CUENCAS HIDROGEOLÓGICAS DE 35 ACUÍFEROS

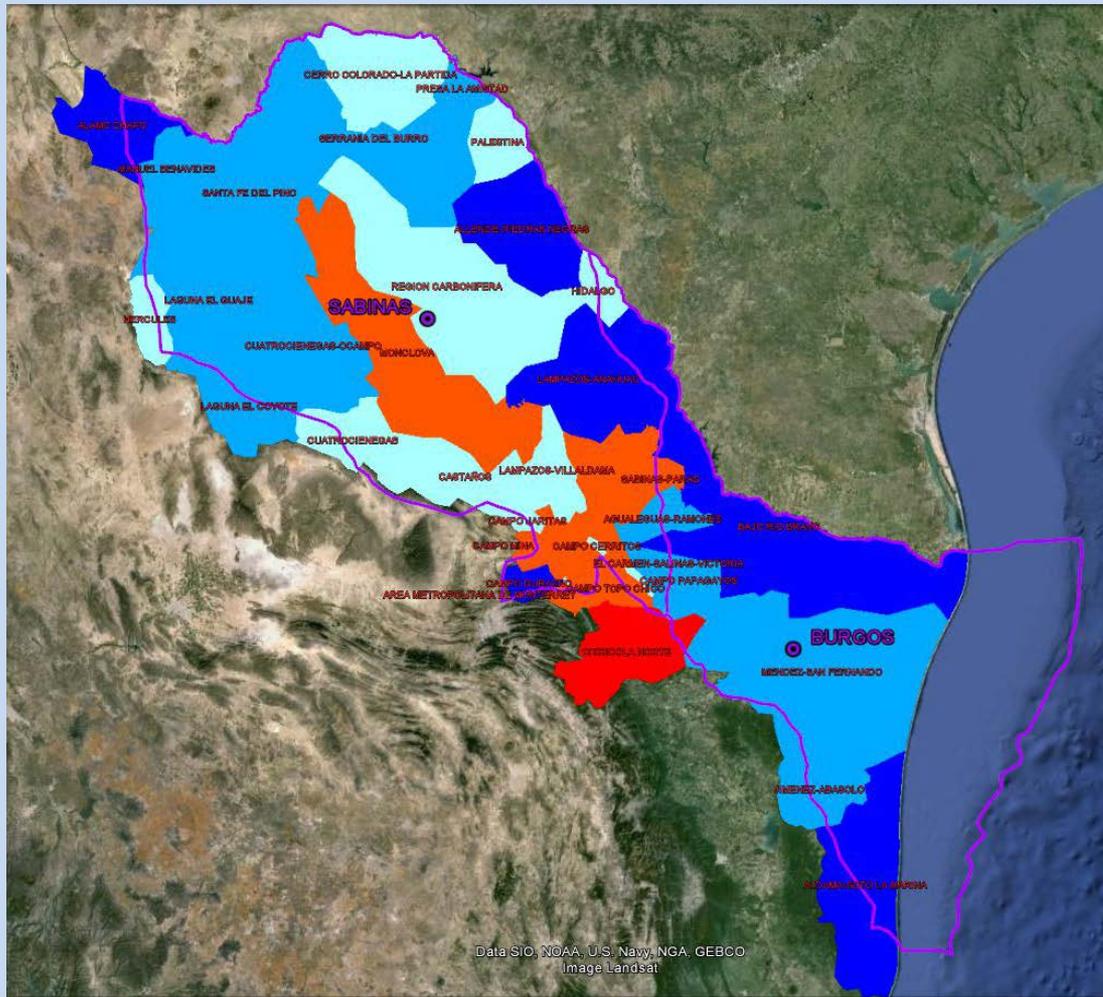




# Conocimiento geológico-hidrogeológico integral de las cuencas Sabinas y Burgos para apoyar las evaluaciones en yacimientos no convencionales (Shale Gas).

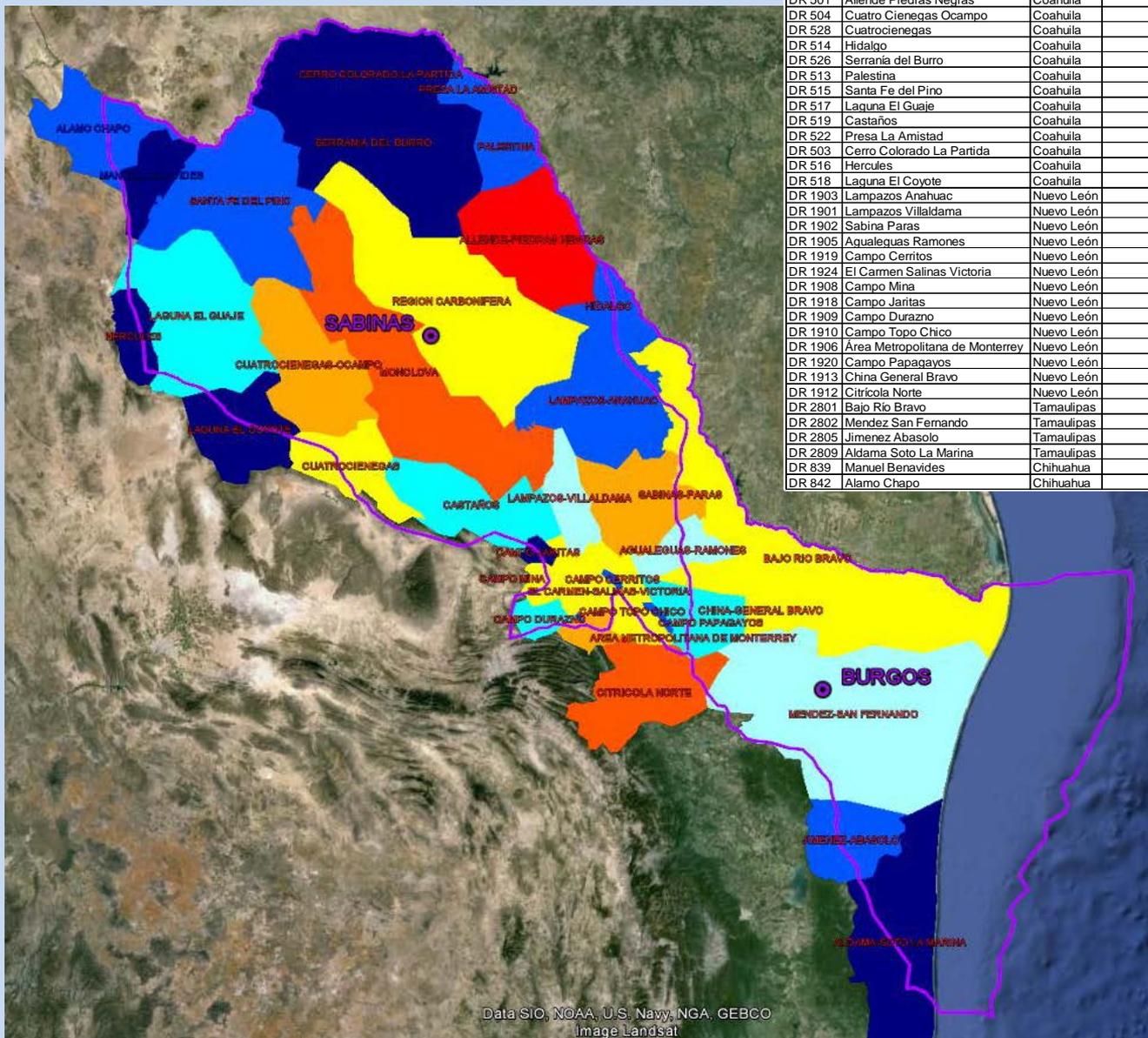


## DISPONIBILIDAD DE AGUA SUBTERRÁNEA EN LOS ACUÍFEROS DE LAS PROVINCIAS DE SABINAS Y BURGOS



			VOLUMEN DE AGUA SUBTERRANEA EN Hm3
	ACUÍFERO	ESTADO	DISPONIBILIDAD
DR 507	Monclova	Coahuila	-16.49
DR 512	Región Carbonífera	Coahuila	9.44
DR 501	Allende Piedras Negras	Coahuila	73.72
DR 504	Cuatro Ciénegas Ocampo	Coahuila	10.29
DR 528	Cuatrocienegas	Coahuila	9.84
DR 514	Hidalgo	Coahuila	1.68
DR 526	Serranía del Burro	Coahuila	10.88
DR 513	Palestina	Coahuila	8.19
DR 515	Santa Fe del Pino	Coahuila	18.34
DR 517	Laguna El Guaje	Coahuila	15.54
DR 519	Castaños	Coahuila	6.07
DR 522	Presa La Amistad	Coahuila	10.33
DR 503	Cerro Colorado La Partida	Coahuila	5.87
DR 516	Hercules	Coahuila	-4.94
DR 518	Laguna El Coyote	Coahuila	13.27
DR 1903	Lampazos Anahuac	Nuevo León	45.23
DR 1901	Lampazos Villaldama	Nuevo León	1.88
DR 1902	Sabina Paras	Nuevo León	-29.45
DR 1905	Aqualeguas Ramones	Nuevo León	23.06
DR 1919	Campo Cerritos	Nuevo León	1.41
DR 1924	El Carmen Salinas Victoria	Nuevo León	-0.45
DR 1908	Campo Mina	Nuevo León	-7.22
DR 1918	Campo Jaritas	Nuevo León	2.90
DR 1909	Campo Durazno	Nuevo León	-0.44
DR 1910	Campo Topo Chico	Nuevo León	0.58
DR 1906	Área Metropolitana de Monterrey	Nuevo León	-56.27
DR 1920	Campo Papagayos	Nuevo León	0.19
DR 1913	China General Bravo	Nuevo León	15.68
DR 1912	Citricola Norte	Nuevo León	-119.51
DR 2801	Bajo Río Bravo	Tamaulipas	129.70
DR 2802	Mendez San Fernando	Tamaulipas	18.31
DR 2805	Jimenez Abasolo	Tamaulipas	17.95
DR 2809	Aldama Soto La Marina	Tamaulipas	91.24
DR 839	Manuel Benavides	Chihuahua	22.91
DR 842	Alamo Chapo	Chihuahua	66.00

## USOS DEL AGUA SUBTERRÁNEA EN LOS ACUÍFEROS DE LAS PROVINCIAS SABINAS Y BURGOS



ACUÍFERO	ESTADO	VOLUMEN DE EXTRACCIÓN POR USO (Hm <sup>3</sup> )							TOTAL
		Publico urbano	Agrícola	Industrial	Doméstico	Pecuario	Servicios	Recreativo	
DR 507	Monclova	Coahuila	67.4	24.6	15.4	2.1		0.4	109.90
DR 512	Región Carbonífera	Coahuila	14.4	20.7	9.4		0.5		45.00
DR 501	Allende Piedras Negras	Coahuila	18.5	332.3	60	15.2			426.00
DR 504	Cuatro Ciénegas Ocampo	Coahuila	1	51.5			2.9		55.40
DR 528	Cuatrociénegas	Coahuila		31.8					31.80
DR 514	Hidalgo	Coahuila			2.65				2.65
DR 526	Serranía del Burro	Coahuila				0.6			0.60
DR 513	Palestina	Coahuila			2.1				2.10
DR 515	Santa Fe del Pino	Coahuila				1.1			1.10
DR 517	Laguna El Guaje	Coahuila		2.8	3.9	0.7			7.40
DR 519	Castanos	Coahuila	3.2	4.3	0.4	0.6		0.3	8.80
DR 522	Presa La Amistad	Coahuila				1.46			1.46
DR 503	Cerro Colorado La Partida	Coahuila				0.63			0.63
DR 516	Hercules	Coahuila				0.5			0.50
DR 518	Laguna El Coyote	Coahuila		0.05		0.2		0.05	0.30
DR 1903	Lampazos Anahuac	Nuevo León				3.36			3.36
DR 1901	Lampazos Villaldama	Nuevo León				10.46			10.46
DR 1902	Sabina Paras	Nuevo León				51.47			51.47
DR 1905	Agualeguas Ramones	Nuevo León				12.42			12.42
DR 1919	Campo Cerritos	Nuevo León				1.69			1.69
DR 1924	El Carmen Salinas Victoria	Nuevo León	11	11.8	1.1	7.75			31.65
DR 1908	Campo Mina	Nuevo León	26.1	6			3.1		35.20
DR 1918	Campo Jaritas	Nuevo León				0			0.00
DR 1909	Campo Durazno	Nuevo León				7.4			7.40
DR 1910	Campo Topo Chico	Nuevo León				2.84			2.84
DR 1906	Área Metropolitana de Monterrey	Nuevo León				75.29			75.29
DR 1920	Campo Papagayos	Nuevo León				2.3			2.30
DR 1913	China General Bravo	Nuevo León				8.22			8.22
DR 1912	Citricola Norte	Nuevo León				209.96			209.96
DR 2801	Bajo Rio Bravo	Tamaulipas				45.76			45.76
DR 2802	Mendez San Fernando	Tamaulipas				16.69			16.69
DR 2805	Jimenez Abasolo	Tamaulipas	0.6	2.2		0.1	0.2	0.01	3.11
DR 2809	Aldama Soto La Marina	Tamaulipas	0.4	0.2		0.1			0.70
DR 839	Manuel Benavides	Chihuahua				0.39			0.39
DR 842	Alamo Chapo	Chihuahua				2.29			2.29

USO	PORCENTAJE
Agrícola	66.8%
Publico urbano	19.5%
Industrial	12.3%
Doméstico	0.7%
Pecuario	0.5%
Servicios	0.1%
Recreativo	0.0%

Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO  
Image Landsat



# Conocimiento geológico-hidrogeológico integral de las cuencas Sabinas y Burgos para apoyar las evaluaciones en yacimientos no convencionales (Shale Gas).



## SECCIÓN HIDROGEOLÓGICA EN EL ACUÍFERO CASTAÑOS LOCALIZADO EN LA PROVINCIA DE SABINAS

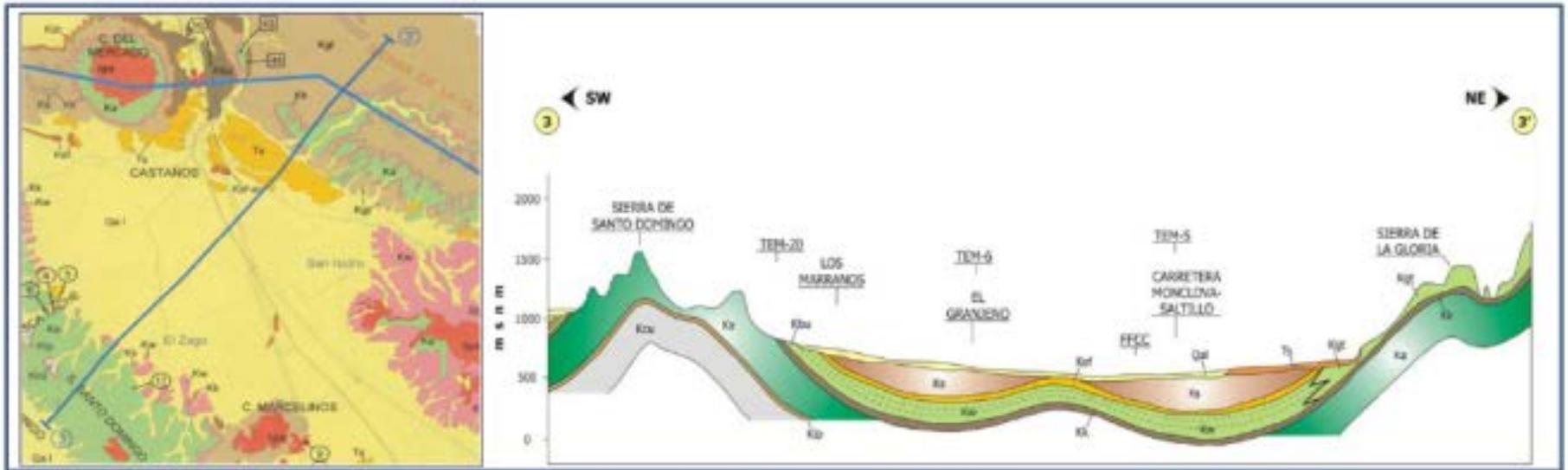


Figura 3. Sección geológica SW-NE

[http://www.conagua.gob.mx/Conagua07/Aguasubterranea/pdf/DR\\_0519.pdf](http://www.conagua.gob.mx/Conagua07/Aguasubterranea/pdf/DR_0519.pdf)

## DISPONIBILIDAD DE AGUA SUBTERRÁNEA "CUENCAS DE SABINAS Y BURGOS"

No.	ACUÍFERO	UNIDAD HIDROGEOLÓGICA	PROFUNDIDAD m	VOLUMEN DISPONIBLE millones de m3	AÑO DE LA PUBLICACIÓN (DOF)	OBSERVACIONES
1	Allende - Piedras Negras	Calizas del Cretácico Superior	5 a 30	18.675016	2015	
2	Alamo - Chapo	<i>En esta zona el 50% del área está cubierta por rocas de origen igneo extrusivo, riolitas y tobas ácidas del Terciario. También existen en la porción central, rocas sedimentarias, areniscas y conglomerados y al noreste calizas arcillosas. Las partes bajas están conformadas por material aluvial.</i>	¿?	64.506266	2010	No se precisa la unidad hidrogeológica
3	Región Carbonífera	Las evidencias geológicas, geofísicas e hidrogeológicas permiten definir que el acuífero aluvial es tipo libre, heterogéneo y anisótropo, constituido, en su porción superior, por los sedimentos aluviales y fluviales de granulometría variada y conglomerados, cuyo espesor puede alcanzar varios cientos de metros hacia el centro de los valles. La porción inferior se aloja en una secuencia calcáreo-arcillosa fracturada. Las barreras y fronteras al flujo subterráneo están constituidas por las mismas rocas calcáreas y arcillosas cuando a mayor profundidad desaparece el fracturamiento. A mayor profundidad las rocas calcáreas constituyen una unidad acuífera que puede presentar condiciones de confinamiento, debido a que está sobreyacida por rocas arcillosas como lutitas y limolitas.	10 a 30	9.4460.36	2015	
4	Cuatro Ciénegas - Ocampo	El acuífero tiene dos componentes principales: las rocas calcáreas y calcáreo arcillosas (formaciones Austin, Grupo Washita, Aurora o Tamaulipas Superior) en las sierras y bordes del valle. La porosidad y permeabilidad primarias de las rocas calcáreas dependen del medio ambiente en que se depositaron y de la solubilidad de sus componentes. En las montañas que bordean a la zona de Ocampo, estas características no son tan favorables como las de las calizas arrecifales expuestas en la sierra de San Marcos y Pinos, ubicada al sur de esa zona; en cambio, su porosidad y permeabilidad secundarias han tenido un regular desarrollo por disolución, plegamiento y fracturamiento de los estratos. En la parte topográficamente más baja de la zona, el acuífero está constituido por clásticos poco consolidados, de granulometría variada -gravas, arenas, limos y arcillas- y permeabilidad media a baja, que forman un relleno heterogéneo de gran extensión superficial, espesor variable entre unos cuantos metros y cerca de 120 metros, limitado lateral e inferiormente por las calizas. El relleno granular y las calizas permeables están conectados hidráulicamente, conformando una sola unidad acuífera. El relleno aluvial constituye el acuífero captado por la mayoría de los pozos existentes. El relleno y las calizas están hidráulicamente conectadas.	10 a 40	10.292856	2015	En el "Rancho Ximena", localizado en el flanco nororiental de la misma sierra, se perforó un pozo de 1,000 metros de profundidad que proporcionó un caudal brotante de apenas medio litro por segundo, y más recientemente, en el cañón de Calaveras, se perforó un pozo de 500 metros de profundidad, que también resultó negativo.
5	Cuatro-Ciénegas	Las calizas (Grupo Washita Indiferenciado y Formación Aurora) y el relleno granular del valle conforman una sola unidad acuífera, aún existiendo intercalada la Formación Eagle Ford. Las calizas kársticas que afloran en la sierra de San Marcos y Pinos son la componente más favorable del acuífero por su gran porosidad y permeabilidad secundarias, asociadas con oquedades de disolución, fracturas y planos de estratificación; el desarrollo kárstico dio lugar a la formación de varios cientos de sumideros o dolinas, localmente denominados "pozas", en los flancos de esa sierra. En contraste, la capacidad transmisora del relleno granular es de media a baja, debido a su reducido espesor y al predominio de clásticos de grano medio a fino; esta característica se refleja en el reducido rendimiento de los pozos que lo captan.	5	9.845242	2015	
6	Manuel Benavides	<i>Al centro y sur del área de estudio, los cerros se encuentran formados por rocas ígneas extrusivas de composición ácida (riolitas y tobas); al norte existen afloramientos de calizas arcillosas. Gran parte del área está cubierta por material aluvial. También existen algunos intrusivos dioríticos al norte.</i>	¿?	22.910253	2015	No se precisa la unidad hidrogeológica

## DISPONIBILIDAD DE AGUA SUBTERRÁNEA "CUENCAS DE SABINAS Y BURGOS"

No.	ACUÍFERO	UNIDAD HIDROGEOLÓGICA	PROFUNDIDAD m	VOLUMEN DISPONIBLE millones de m3	AÑO DE LA PUBLICACIÓN (DOF)	OBSERVACIONES
7	Mondlova	De acuerdo con la información geológica y geofísica recaba en el acuífero y por correlación con acuíferos vecinos, así como con la información obtenida a partir de cortes litológicos de algunos pozos, podemos afirmar que el acuífero se encuentra constituido, en su parte superior, por los Determinación de la Disponibilidad de Agua en el Acuífero Mondlova, Estado de Coahuila, 16 sedimentos aluviales, fluviales y de pie de monte de granulometría variada que constituyen el lecho y la llanura de inundación de ríos y arroyos, así como en los conglomerados polimícticos de la Formación Sabinas que rellenan los extensos valles. La parte inferior del acuífero se encuentra constituida por la una secuencia calcáreo-arcillosa fracturada del Cretácico Superior que presentan permeabilidad secundaria por fracturamiento y condiciones de semiconfinamiento o de confinamiento, debido a que su litología incluye alternancia con lutitas y limolitas. A mayor profundidad las calizas de las formaciones Aurora y Cupido del Cretácico Inferior constituyen sistemas acuíferos profundos que presentan permeabilidad secundaria por fracturamiento y condiciones de semiconfinamiento y confinamiento, debido a que su litología incluye alternancia con lutitas y limolitas. Las fronteras y barreras al flujo subterráneo, así como el basamento geohidrológico del acuífero están representadas por las mismas rocas sedimentarias al desaparecer el fracturamiento a profundidad (figura 3). El basamento hidrológico regional del acuífero en calizas está representado por lo yesos que presentan intercalaciones de calizas arcillosas, lutitas y limolitas de la Formación La Virgen.	Acuífero superior de 10 a 70		2015	Deficit -16.490919 hm3
8	Palestina	La superficie del acuífero está compuesta principalmente por rocas sedimentarias de tipo calizas y calizas-lutitas, se ubican en el norte, este y en la parte centra. El material aluvial se encuentra en el centro del acuífero al pie de monte y en los lechos de los ríos. También se identifican pequeños afloramientos de conglomerados y diorita.	¿?	8.196042	2015	No se precisa la unidad hidrogeológica
9	Presa La Amistad	La superficie del acuífero esta constituida casi en su totalidad por rocas de origen sedimentario, calizas y calizas con alternancia de horizontes arcillosos. Los suelos aluviales son depósitos más recientes, ellos cubren la mayor parte de los llanos del acuífero.	¿?	10.33894	2015	No se precisa la unidad hidrogeológica
10	Hidalgo	La litología del acuífero está compuesta en su gran mayoría por rocas sedimentarias; de la parte central hacia el este del acuífero se presenta rocas de tipo lutita-arenisca; en la parte oeste existen algunos pequeños afloramientos de calizas, caliza-lutitas y conglomerados; en las partes bajas se identifican depósitos de material aluvial.	¿?	1.14749	2015	No se precisa la unidad hidrogeológica
11	Sierra del Burro	De acuerdo con la información geológica y geofísica así como la geología superficial recaba en el acuífero y por correlación con acuíferos vecinos, es posible establecer que el acuífero se encuentra constituido, en su porción superior, por los sedimentos aluviales de granulometría variable, desde gravas hasta arcillas (Qhoal), así como los conglomerados polimícticos, que han sido transportados por los escurrimientos superficiales desde las regiones topográficamente más altas de la región y en la superficie cubierta por el acuífero, que aparentemente tienen un espesor reducido y baja permeabilidad, lo cual ha impedido la formación de acuíferos importantes. La porción inferior del acuífero está alojada en rocas sedimentarias, principalmente areniscas y lutitas, que presentan permeabilidad secundaria por fracturamiento.	¿?	10.88553	2015	A mayor profundidad, las calizas de las formaciones Glen Rose, Edwards y Salmon Peak y las lutitas de las formaciones West Nueces y McKnight, constituyen horizontes acuíferos que pueden presentar condiciones de semiconfinamiento o de confinamiento, debido a que su litología incluye alternancia con lutitas y limolitas. Este es un acuífero que aún no sido explorado.
12	Santa Fe del Pino	Las evidencias geológicas, geofísicas e hidrogeológicas permiten definir la presencia de un acuífero de tipo libre, heterogéneo y anisótropo, tanto en sentido vertical como horizontal, constituido en su porción superior, por sedimentos aluviales de granulometría variada y conglomerados, producto de la erosión de las rocas que constituyen las sierras que delimitan las planicies, cuyo espesor puede alcanzar varios metros en el centro del valle, localizado en las partes bajas de los valles, en el que el agua circula por arcillas, gravas y arenas de permeabilidad media y baja.	¿?	18.342193	2015	

## DISPONIBILIDAD DE AGUA SUBTERRÁNEA "CUENCAS DE SABINAS Y BURGOS"

No.	ACUÍFERO	UNIDAD HIDROGEOLÓGICA	PROFUNDIDAD m	VOLUMEN DISPONIBLE millones de m <sup>3</sup>	AÑO DE LA PUBLICACIÓN (DOF)	OBSERVACIONES
13	Laguna-La Guaje	De acuerdo con la información de cortes litológicos de algunos pozos, geofísica y de geología superficial recabada en el acuífero, es posible definir que el acuífero se encuentra alojado, en su porción superior, en los sedimentos aluviales de granulometría variable y conglomerados, de permeabilidad media a alta, que constituyen las extensas planicies y los piedemonte. Hacia la parte baja del acuífero, donde se aloja el Lago o Llano del Guaje, que ocupa gran parte de la superficie, predominan los depósitos lacustres y eólicos. La porción inferior está conformada por rocas volcánicas: tobas, riolitas, andesitas y localmente basaltos, que presentan permeabilidad secundaria por fracturamiento.	6 a 80	15.545768	2015	Las calizas de las formaciones Buda, Aurora (Tamaulipas Superior) y Cupido, constituyen horizontes acuíferos profundos que no han sido explorados en la zona.
14	Castaños	El subsuelo del valle se encuentra constituido por una capa de material aluvial (arenas, arcillas y gravas con algunos lentes de cantos rodados), que presenta reducida permeabilidad en la mayor parte del valle y una permeabilidad media hacia su porción central, en donde las corrientes superficiales intermitentes, han acarreado y acumulado material más grueso (arenas), que le confieren mejor permeabilidad. En contraste, hacia los flancos del valle, predominan los materiales aluviales finos (arcillas) que presentan baja permeabilidad. Los aluviones que cubren el valle presentan espesores que varían desde 10 hasta alrededor de 80 metros. Bajo dichos materiales, se presentan tanto conglomerados del Terciario, como lutitas del Cretácico Superior, materiales que permiten la entrada de agua pero que impiden o limitan su salida, por lo que se clasifican como "acuitardos" (material saturado de muy reducida permeabilidad y bajo interés geohidrológico). Entre las calizas que limitan el valle, destacan las que constituyen a la Formación Aurora, las cuales llegan a presentar permeabilidad secundaria a través de fracturas y conductos de disolución, que dan origen a un acuífero de alto potencial. Hacia la zona de Castaños, estas calizas se encuentran formando las partes altas de las sierras y se profundizan hacia el centro Determinación de la Disponibilidad de Agua en el Acuífero Castaños, Estado de Coahuila 19 del valle en un amplio sinclinal, el cual ha sido perforado sin éxito en varios puntos cercanos a la Ciudad de Castaños.	10 a 60	6.012866	2015	
15	Cerro Colorado La Partida	<i>En la parte sur del acuífero afloran rocas calizas que conforman la Sierra del Burro con pendientes abruptas. De la parte central hacia el norte, hasta el Río Bravo, afloran rocas cálcarea-arcillosas que conforman lomeríos suaves. El material aluvial se encuentra en el centro del acuífero. Existen algunos pequeños afloramientos de rocas ígneas intrusivas de composición intermedia, sienitas, que conforman Cerro Colorado.</i>	¿?	5.871554	2015	
16	Hércules	Las evidencias geológicas, geofísicas e hidrogeológicas permiten definir la presencia de un acuífero de tipo libre, heterogéneo y anisótropo, tanto en sentido vertical como horizontal, constituido en su porción superior, por sedimentos aluviales de granulometría variada y conglomerados, productito de la erosión de las rocas que constituyen las sierras que delimitan las planicies, cuyo espesor puede alcanzar varios metros en el centro del valle, localizado en las partes bajas de los valles, en el que el agua que circula por arcillas, gravas y arenas de permeabilidad media y baja.	20 a 100	4.94902	2015	
17	Laguna El Coyote	Las evidencias geológicas, geofísicas e hidrogeológicas permiten definir la presencia de un acuífero tipo libre heterogéneo y anisótropo, tanto en sentido vertical como horizontal, constituido en su porción superior, por sedimentos aluviales de granulometría variada y conglomerados, productito de la erosión de las rocas que constituyen las sierras que delimitan las planicies, cuyo espesor puede alcanzar decenas de metros en el centro del valle. Debido a la existencia de sedimentos arcillosos en la parte más baja donde se ubican las lagunas El Coyote y La Leche, se presentan condiciones locales de semiconfinamiento. La porción inferior se aloja en una secuencia de rocas volcánicas entre las que destacan tobas y en menor proporción basaltos, que presentan permeabilidad secundaria por fracturamiento.	¿?	13.279237	2015	A mayor profundidad las rocas calizas de las formaciones Buda, Aurora (Tamaulipas Superior) y Cupido constituyen horizontes acuíferos que no han sido explorados en la zona pero que en otras regiones han mostrado un potencial favorable. Debido a que estas formaciones se encuentran

## DISPONIBILIDAD DE AGUA SUBTERRÁNEA "CUENCAS DE SABINAS Y BURGOS"

No.	ACUÍFERO	UNIDAD HIDROGEOLÓGICA	PROFUNDIDAD m	VOLUMEN DISPONIBLE millones de m3	AÑO DE LA PUBLICACIÓN (DOF)	OBSERVACIONES
18	Lampazos Anahuac	<i>Litológicamente el área esta constituida por rocas sedimentarias, predominando la lutita al noreste de la zona de estudio. Además se identifican afloramientos de conglomerados en el valle del acuífero; así como material aluvial y lacustre. En las laderas hay presencia de calizas y en la parte sur hay presencia de roca ígnea intrusiva (monzonita).</i>	¿?	45.236718	2015	
24	Campo Mina	El acuífero explotado por los pozos de Mina funciona como confinado, aunque en ocasiones también funciona como freático o libre en las zonas de recarga, y no se descarta algún semiconfinamiento originado por los estratos superiores más o menos impermeables que descansan sobre la Formación Aurora. Como ya fue mencionado, está constituido por calizas afectadas por agujeros de disolución y fracturamiento, específicamente en las Formaciones Aurora y Cupido del Cretácico Inferior	492 a 605		2015	<b>Deficit -7.222110 hm3</b>



# Conocimiento geológico-hidrogeológico integral de las cuencas Sabinas y Burgos para apoyar las evaluaciones en yacimientos no convencionales (Shale Gas).



## SECCIÓN HIDROGEOLOGICA EN EL ACUÍFERO DE LA LAGUNA DEL GUAJE EN LA PROVINCIA DE SABINAS

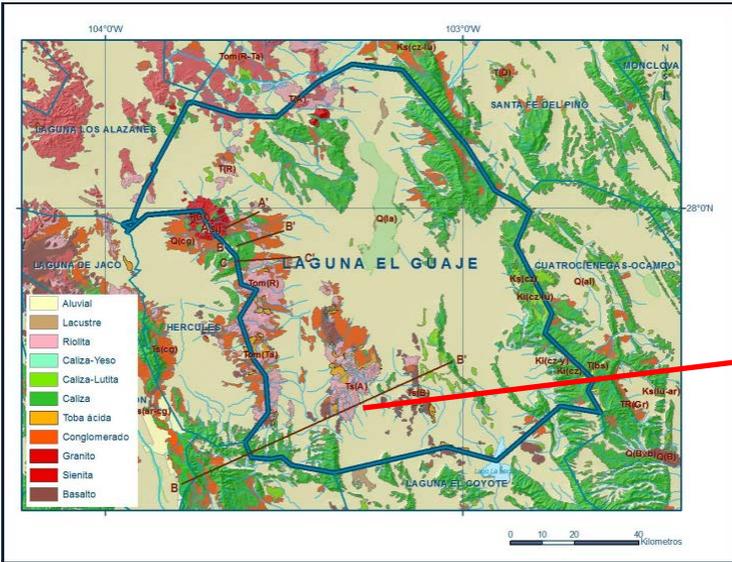
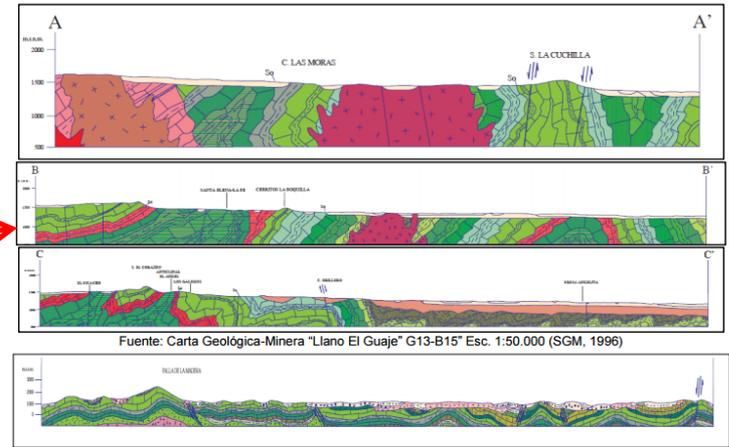


Figura 2. Geología general del acuífero



Fuente: Carta Geológica-Minera "Llano El Guaje" G13-B15" Esc. 1:50.000 (SGM, 1996)

Fuente: Carta Geológica-Minera "Ocampo" G13-B15" Esc. 1:50.000 (SGM, 1996)

Figura 3. Secciones Geológicas Esquemáticas

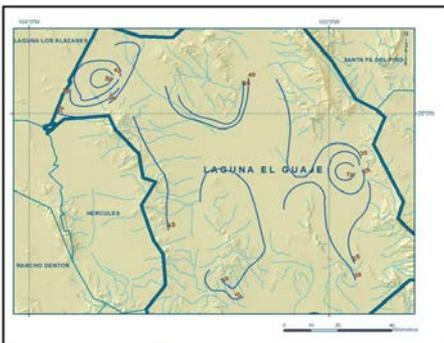


Figura 4. Profundidad al nivel estático en m (2010)

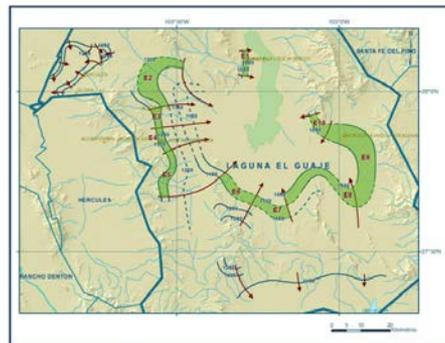


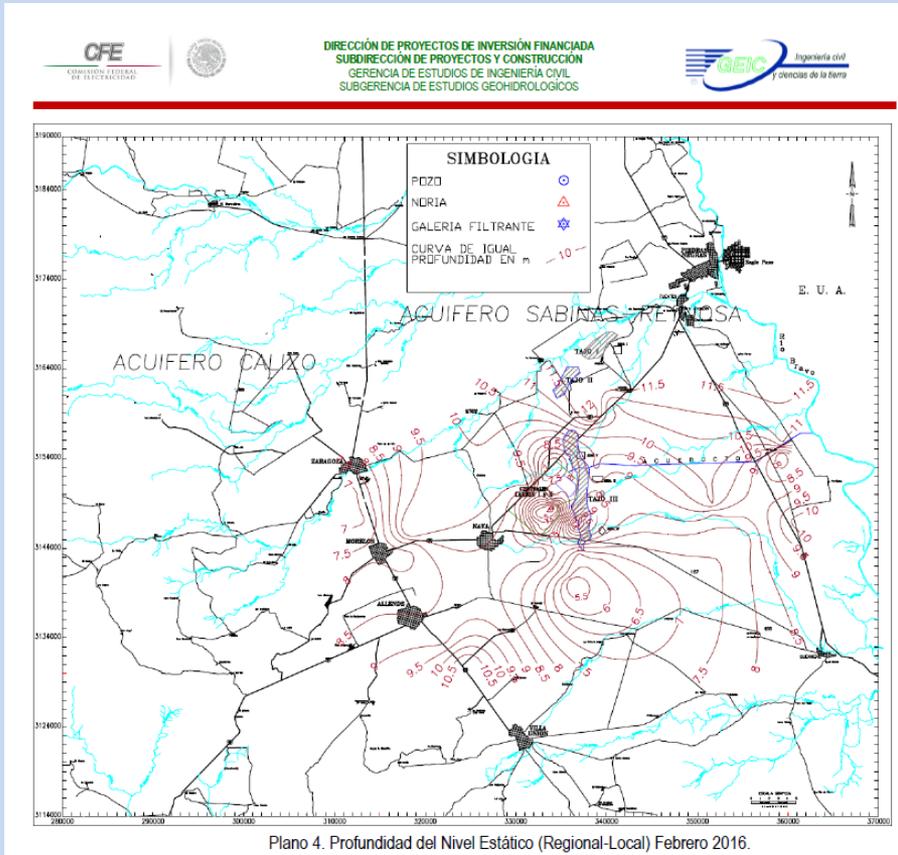
Figura 5. Elevación del nivel estático en m (2010)



# Conocimiento geológico-hidrogeológico integral de las cuencas Sabinas y Burgos para apoyar las evaluaciones en yacimientos no convencionales (Shale Gas).



## PROVINCIA DE SABINAS Y EL ACUÍFERO ALLENDE – PIEDRAS NEGRAS



Profundidad del nivel estático varía de 7 a 11 metros.

La aportación del acuífero para las instalaciones de CFE es de aproximadamente 365,468 m<sup>3</sup>/mes

### III. MODELO HIDROGEOLÓGICO CONCEPTUAL

Litológicamente la Formación Sabinas-Reynosa de edad Terciaria, está constituida por tres unidades; conglomerado calcáreo, caliche arcilloso y caliche arenoso, depositados en una planicie que desciende del flanco este de la Serranía del Burro hacia el Río Bravo, tiene un espesor promedio de 40 m y sobreyace a rocas semipermeables e impermeables del Cretácico Superior. Dentro de esta formación se ubica el acuífero Sabinas-Reynosa, conformado por un acuífero superior en el caliche y un inferior en el conglomerado.

Dada la heterogeneidad del depósito, los acuíferos presentan condiciones geohidrológicas desde libre, semiconfinado y confinado. Su recarga proviene principalmente en forma vertical ascendente, del acuífero localizado en las calizas del Cretácico Inferior (formaciones West Nueces, Mc Knight y Salmón Peak), a través de pequeñas fallas y fracturas que se manifiestan en una serie de manantiales ubicados en el flanco Este de la Serranía del Burro.

Su descarga natural se sucede en una alineación de manantiales que se localizan a lo largo de margen derecha del Río Bravo a la altura de las poblaciones de Piedras Negras y Guerrero, así como por la margen derecha del Río Escondido (Ejido La Maroma), además se presenta una descarga inducida por la explotación mediante pozos y norias.

Tomado de CFE - GEIC – DGH, 2016



# Conocimiento geológico-hidrogeológico integral de las cuencas Sabinas y Burgos para apoyar las evaluaciones en yacimientos no convencionales (Shale Gas).



PROVINCIA DE SABINAS Y EL ACUÍFERO "CAMPO MINA", EN EL ESTADO DE N.L.

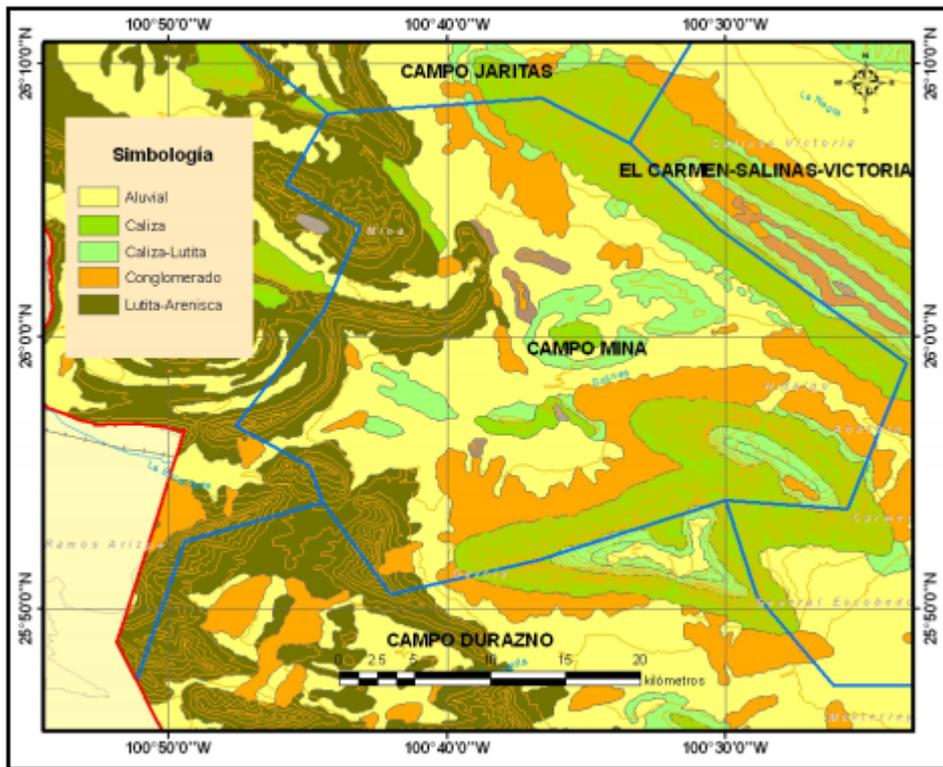


Figura No. 2. Mapa Geológico.

Profundidad del Nivel Estático de 492 a 605 m.  
Producción media anual de agua subterránea 363 l/s

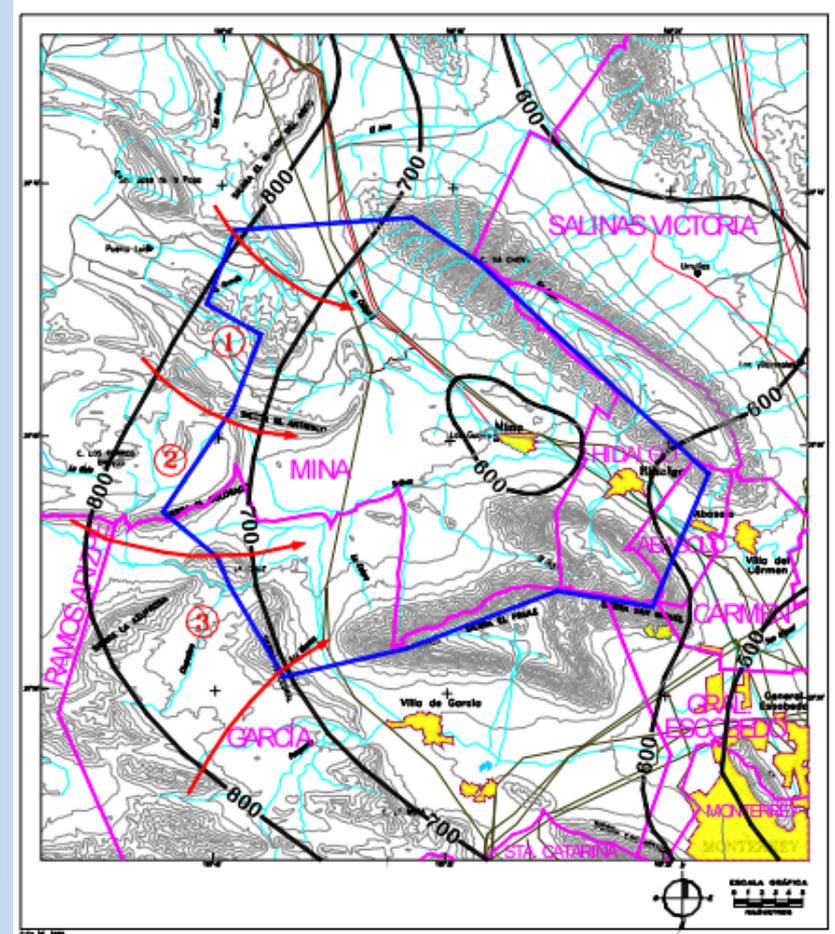


Figura No. 3. Elevación del nivel estático en msnm. 1969.



Conocimiento geológico-hidrogeológico integral de las cuencas Sabinas y Burgos para apoyar las evaluaciones en yacimientos no convencionales (Shale Gas).



ACUMULACIONES  
NATURALES DE  
CO<sub>2</sub>  
Y  
ALMACENAMIENTO  
GEOLÓGICO  
DE CO<sub>2</sub>



# Conocimiento geológico-hidrogeológico integral de las cuencas Sabinas y Burgos para apoyar las evaluaciones en yacimientos no convencionales (Shale Gas).



## ACUMULACIONES NATURALES DEL BIÓXIDO DE CARBONO EN LAS CUENCAS DE SABINAS Y DE BURGOS

### Acumulaciones de CO<sub>2</sub> asociadas al vulcanismo y modelo tectónico regional: Cuenca de Sabinas.

**Joel Rosales Rodríguez**  
*ESIA-Ticomán - Instituto Politécnico Nacional*

**Jorge Jacobo Albarrán,**  
*ESIA-Ticomán - Instituto Politécnico Nacional*

**Faustino Monroy Santiago**  
*Exploración y Producción, Instituto Mexicano del Petróleo*

**Adrián Jiménez Haro**

**Josefina Méndez Vázquez**

**Mariana Olvera Badillo**

**Resumen.** Durante la exploración de la Cuenca de Sabinas, pozos petroleros perforados en diversas áreas de la cuenca han reportado importante presencia de CO<sub>2</sub> (30-97%). En la última década se han realizado estudios encaminados a identificar las áreas de riesgo debido a la presencia de CO<sub>2</sub> durante la perforación de pozos así como para determinar la génesis del mismo.

El objetivo de este trabajo es obtener un modelo tectónico semiregional del área de la Cuenca de Sabinas, en el norte de México, que explique las posibles fuentes y rutas de migración del CO<sub>2</sub> encontrado en varios pozos de esta área.

El modelo tectónico fue interpretado a partir de la geometría de las anomalías magnéticas del mapa de Intensidad Magnética Total, partiendo de la premisa que

éstas son originadas por la corteza como principal fuente magnética. Así, una variación de la respuesta magnética o cambio en la tendencia de su geometría reflejan heterogeneidad cortical o bien bloques corticales litológicamente distintos. Estos lineamientos regionales, interpretados sobre los cambios en las tendencias de las anomalías magnéticas, son asociados a fallas corticales.

Se identificaron tres tendencias de lineamientos regionales: NW-SE, NE-SW y ENE-WSW.

A partir de la integración de estas estructuras corticales con los lineamientos superficiales, trazados a partir de un análisis morfológico-estructural sobre imágenes de satélite y modelos digitales de elevación, se observa que las estructuras corticales coinciden con los patrones de lineamientos superficiales. Esto permite interpretar los

planos de las fallas La Babia y San Marcos con echados SW y NE, respectivamente, y su geometría coincide con los modelos tectónicos, donde la cuenca de Sabinas se desarrolla sobre una fosa controlada por fallamiento regional normal. Esta relación, entre los lineamientos corticales y los lineamientos superficiales se observa también en la sísmica 3D del área de estudio.

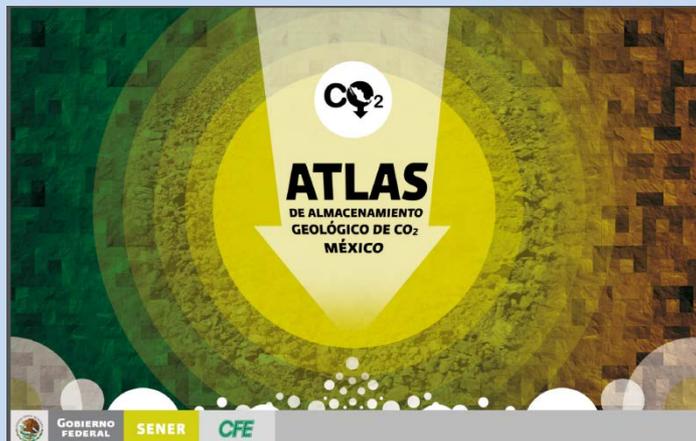
La presencia del magmatismo intraplaca de los campos volcánicos Ocampo, Las Coloradas, Las Esperanzas y Cinturón Intrusivo Candela-Monclova sobre los lineamientos regionales, confirman la presencia de estas estructuras corticales como zonas de debilidad y de

ascenso del material ígneo proveniente del manto superior.

Finalmente, el análisis de porcentaje de CO<sub>2</sub> en los pozos del área, indica que existe una correlación entre la distancia de pozos con mayor porcentaje y las intersecciones de lineamientos corticales. Esto valida la hipótesis de que los lineamientos como estructuras corticales sirven como rutas de migración para el ascenso del CO<sub>2</sub>, producto de la degasificación del manto superior.



# Conocimiento geológico-hidrogeológico integral de las cuencas Sabinas y Burgos para apoyar las evaluaciones en yacimientos no convencionales (Shale Gas).



## POTENCIAL DE ALMACENAMIENTO GEOLÓGICO DE CO<sub>2</sub>

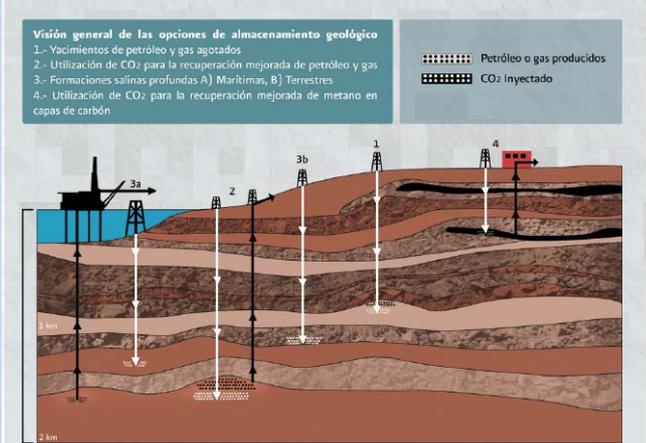
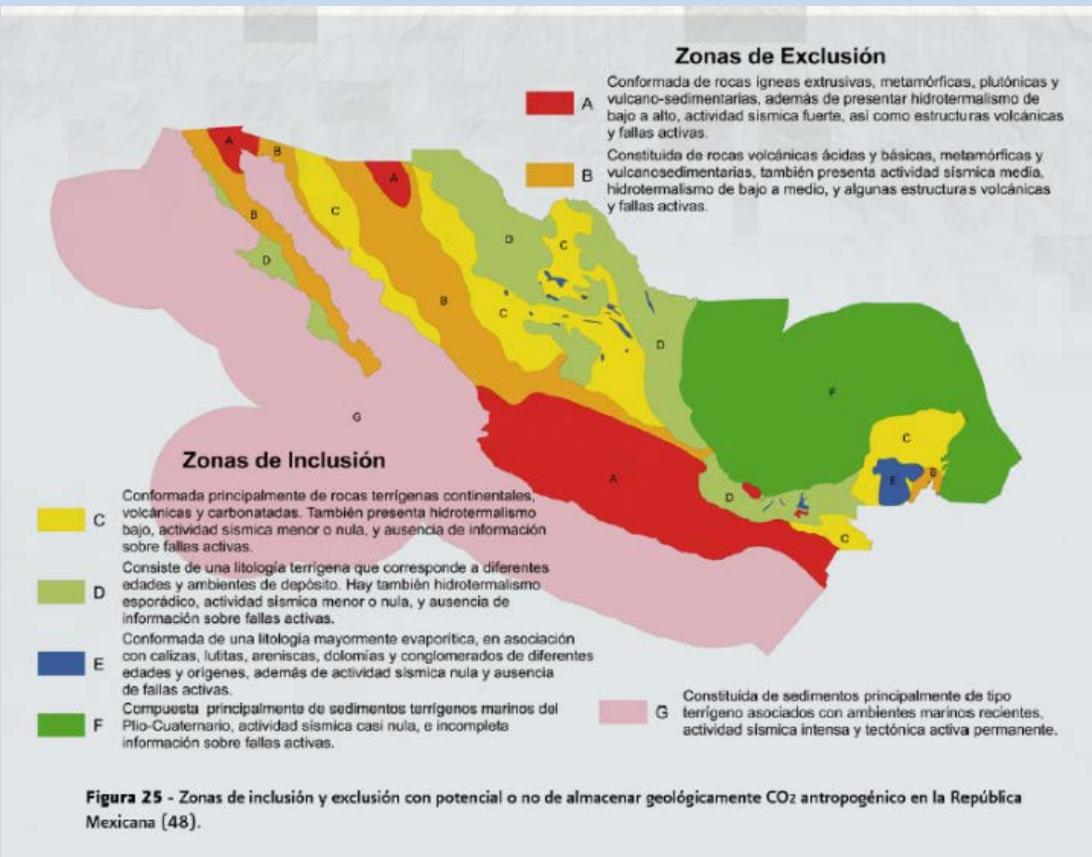


Figura 18 - Diferentes formas de almacenamiento geológico de CO<sub>2</sub> en el subsuelo (28).



# Conocimiento geológico-hidrogeológico integral de las cuencas Sabinas y Burgos para apoyar las evaluaciones en yacimientos no convencionales (Shale Gas).



## POTENCIAL DE ALMACENAMIENTO GEOLÓGICO DE CO<sub>2</sub> EN LAS CUENCAS DE SABINAS Y BURGOS

Estimación de la capacidad teórica de almacenamiento de CO<sub>2</sub> para acuíferos salinos profundos en México

Provincia	Potencial de almacenamiento teórico de CO <sub>2</sub> (Gigatoneladas)	Sectores
Chihuahua	<1	5
Coahuila	13	12
Central	<1	1
Burgos	17	31
Tampico-Misantla	9	12
Veracruz	15	21
Sureste	24	17
Yucatán	14	7
Chiapas	6	5
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>111</b>



Figura 26 - Provincias geológicas con posibilidades de almacenar CO<sub>2</sub> antropogénico.



Figura 27 - Zonas con presencia en el subsuelo de acuíferos salinos profundos alrededor del Golfo de México.

Tomado de SENER – CFE, 2012



# Conocimiento geológico-hidrogeológico integral de las cuencas Sabinas y Burgos para apoyar las evaluaciones en yacimientos no convencionales (Shale Gas).



## SELECCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE SITIOS PARA ALMACENAMIENTO GEOLÓGICO DE CO<sub>2</sub> EN LAS CUENCA DE Y BURGOS

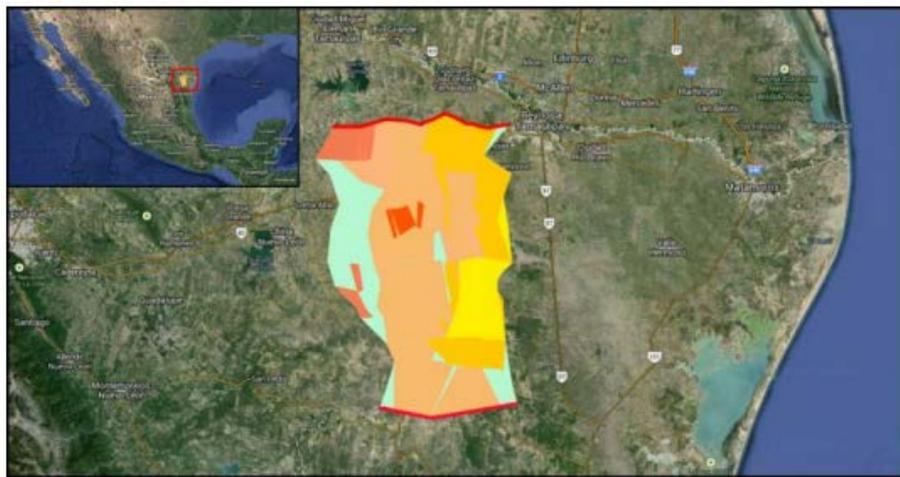


Figura 1. Localización del área de estudio

Tomado de Medina, E., et al, 2014

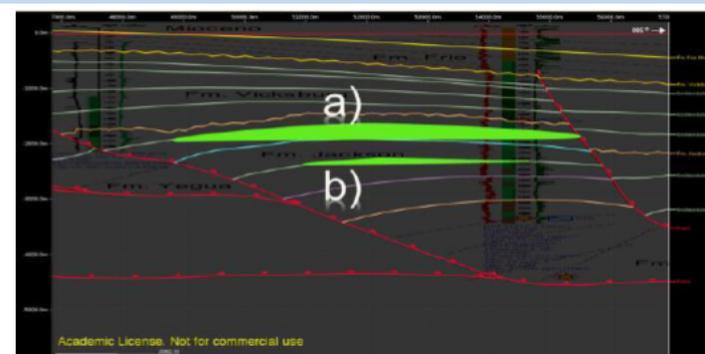


Figura 4. Escenarios de almacenamiento en caso de validación de los modelos A y B. El polígono verde muestra el posible área disponible para almacenamiento. Para el modelo A existirá un aumento en la permeabilidad del reservorio por la creación de nuevas fracturas y con este estado de esfuerzos no se reactiva una falla preexistente. En el modelo B solo se aprovecha la permeabilidad primaria del reservorio y se debe evitar el contacto con fallas porque el estado de esfuerzos reactivará fallas preexistentes.

Tomado de Medina, E., et al, 2014



Conocimiento geológico-hidrogeológico integral de las cuencas Sabinas y Burgos para apoyar las evaluaciones en yacimientos no convencionales (Shale Gas).



## **OTRAS EMPRESAS ASOCIADAS A LA GEOLOGÍA ECONÓMICA:**

- BALNEOLOGÍA TERMAL (Manantiales).**
- MUSEOS GEOLÓGICOS**





Conocimiento geológico-hidrogeológico integral de las cuencas Sabinas y Burgos para apoyar las evaluaciones en yacimientos no convencionales (Shale Gas).



## MUSEOS NATURALES

### Turismo geológico en las Cuencas de Sabinas y Burgos



<http://coahuila.mexicodesconocido.com.mx/museo-del-desierto.html>

<http://elheraldodesaltillo.mx/2013/05/08/renovaran-pabellon-del-museo-del-desierto/>



# Conocimiento geológico-hidrogeológico integral de las cuencas Sabinas y Burgos para apoyar las evaluaciones en yacimientos no convencionales (Shale Gas).



## SINTESIS

*Las relaciones entre los tipos de basamento y columnas sedimentarias son las principales variables en la delimitación de las cuencas sedimentarias de Sabinas y de Burgos, sus características geométricas aún pueden definirse. Junto con los rasgos fisiográficos se pueden marcar algunos límites para las provincias petroleras, así como también para la delimitación de las cuencas hidrológicas y subterráneas o las mismas cuencas sedimentarias citadas.*

*Los eventos geológicos que han sucedido en las Cuencas Sedimentarias de Sabinas y Burgos muestran:*

*Presencia de materia orgánica dispersa fósil importante en varios niveles estratigráficos desde el Jurásico Superior hasta el Plioceno.*

*Debido a los flujos de calor y a los gradientes geotérmicos, que históricamente se desarrollan en esas dos cuencas, se han realizado las transformaciones de la materia orgánica dispersa.*

*Por lo que se tuvo la formación de Rocas Oleogeneradoras, de probables Kerogen Shale, de Oli Shale y de Gas Shale, así como de carbón de tipo bituminoso, lo que económicamente es importante y que de alguna manera implicaron los depósitos de Uranio sedimentario.*

*Los yacimientos hidrotermales que dieron minerales metálicos están mas representados en la Cuenca de Sabinas que de Burgos, indicando actividad ígnea relacionada con su tectonismo en épocas de fines del Mesozoico principios del Terciario.*

*Los fenómenos de tipo geotérmico actual son pocos o aún no se tienen muchos datos, lo cual implica que se tiene una fase limitada de termalismo.*

*No obstante hay algunos puntos calientes relacionados con zonas corticales que suministran CO<sup>2</sup>.*

*El agua subterránea se encuentra en acuíferos no muy profundos, son los de uso humano, prácticamente son someros y con riesgo de contaminarse, solo el acuífero del "Campo Mina" es el más profundo, el cual es base para la localización de otros acuíferos potenciales profundos. Incluso para el almacenamiento del Bióxido de Carbono.*

*La presencia de la Sierra Madre Oriental como gran zona de recarga y la distribución del agua captada, hacia el norte y noreste de modo subterráneo, asociado al conocimiento del Campo Mina, relacionando con la teoría de Toth (1963), se podrá tener una mejor visión para los acuíferos profundos.*

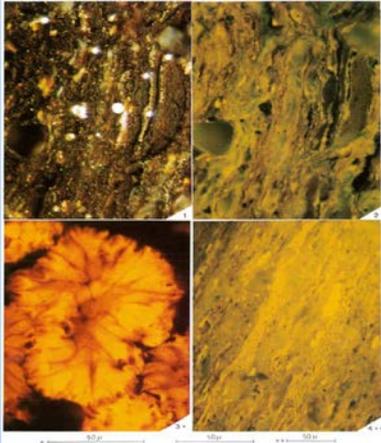
*Finalmente se recomienda re-evaluar a las Cuencas de Sabinas y Burgos pero de modo integral en todas las disciplinas de las Ciencias de la Tierra a fin de reducir el riesgo geológico para el agua subterránea que lleva la explotación de los yacimientos no convencionales.*



# Conocimiento geológico-hidrogeológico integral de las cuencas Sabinas y Burgos para apoyar las evaluaciones en yacimientos no convencionales (Shale Gas).



## COLLAGE



Tomado de B. Alpern, 1992

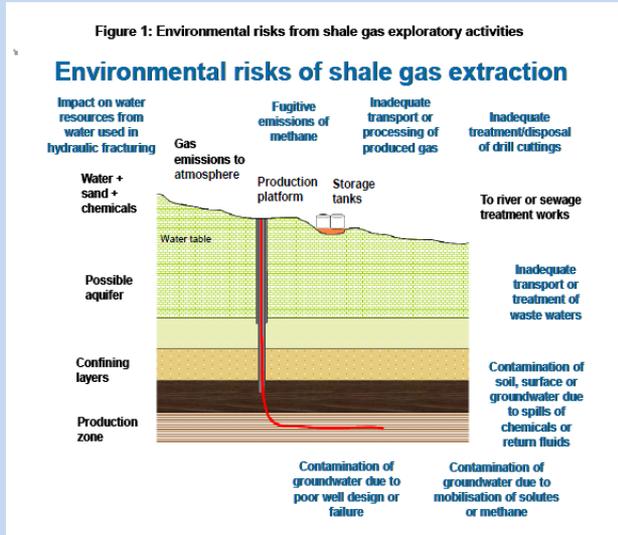
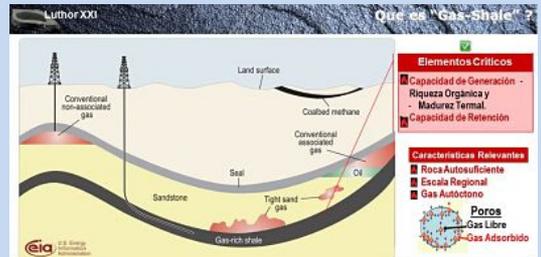


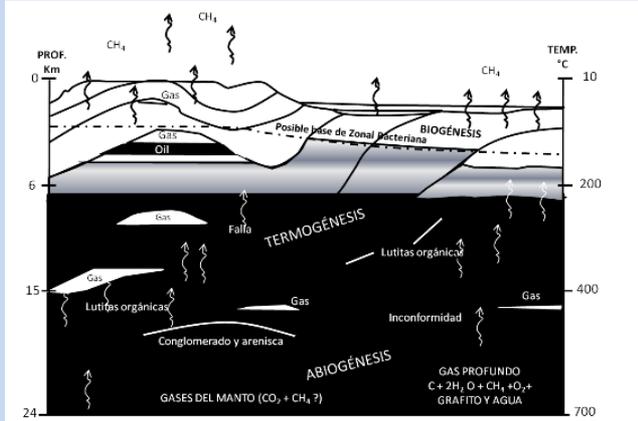
Figure 2: Risk magnitude matrix

Consequence	Probability			
	Very low	Low	Medium	High
Very low	Low	Low	Low	Low
Low	Low	Low	Medium	Medium
Medium	Low	Medium	Medium	High
High	Medium	Medium	High	High



Figura 3. Vista panorámica del tajo de carbón en Piedras Negras, Coah. Incluido en la sub-región de Puentes-Río Escondido. Abajo el color negro corresponde a la capa principal, la cual está dentro de la Formación Oñates del Cretácico (Foto de Mearns, 1963).

Tomado de Corona E. R., et al, 2006



Sección transversal esquemática de la corteza de la Tierra, que muestra el origen, la migración, y la acumulación de metano. Orígenes de metano incluyen la conversión de materia orgánica por microorganismos (biogénesis) descomposición térmica de la materia orgánica enterrada (termogénesis) y el acento en los procesos corticales (abiogénesis). El metano migra hacia arriba a través de los poros y fracturas de la roca y, o bien se acumula en capas impermeables o, eventualmente, llega a la superficie y se disipa en la atmósfera

Figura 18. Sección esquemática de la corteza terrestre

Tomado de Environmental Agency, 2013

Tomado de Alexandri, R. R., 2010 75