

# 1.) **NORMATIVIDAD DEL GAS METANO ASOCIADO A CARBON (GMAC) – (CBM por sus siglas en Inglés) EN COLOMBIA**



Agosto 2019



El futuro  
es de todos

Minenergía

El presente Código tiene como objetivos de interés público fomentar la exploración técnica y la explotación de los recursos mineros de propiedad estatal y privada; estimular estas actividades en orden a satisfacer los requerimientos de la demanda interna y externa de los mismos y a que su aprovechamiento se realice en forma armónica con los principios y normas de explotación racional de los recursos naturales no renovables y del ambiente, dentro de un concepto integral de desarrollo sostenible y del fortalecimiento económico y social del país

# LEY 685 15-8-2001

Por la cual se expide el Código de Minas y se dictan otras disposiciones



“Las disposiciones de este Código se refieren a las mezclas naturales de hidrocarburos que se encuentran en la tierra, cualquiera que sea el estado físico de aquéllas, y que componen el petróleo crudo, lo acompañan o se derivan de él. Para los efectos del presente Código, las mezclas naturales de hidrocarburos a que se refiere el inciso anterior se denominan petróleo.”

## DECRETO 1056 (20-4-1953)

Por la cual se expide el Código de Petróleos.



## GENERALIDADES

Requerido Contrato con la ANH para la Explotación de gas metano de mantos de carbón.

Se deben establecer sinergias entre los PTO mineros y el desarrollo del contrato petrolero

Requerido PMA

## Res. 181495 (4-09-2009)

- **Yacimientos no convencionales:** Son todos aquellos donde la acumulación es predominantemente regional, extensa y la mayoría de las veces independiente de trampas estratigráficas o estructurales. Poseen bajas porosidades y permeabilidades y pobres propiedades petrofísicas. Su desarrollo requiere de alta tecnología, se les asocia muchas reservas y son capaces de producir por varias décadas. Los típicos yacimientos no convencionales incluyen las arenas apretadas de gas, carbonatos apretados, **gas de capas de carbón**, hidrocarburos de carbonatos y/o areniscas naturalmente fracturadas, arenas bituminosas, gas de lutitas.

GENERALIDADES

Suspende provisionalmente el Decreto 3004 (26-12-2013)

- Establece los criterios y procedimientos para la exploración y explotación de hidrocarburos en Yacimientos no Convencionales

Consejo de Estado – Sala de lo Contencioso Administrativo

Suspende provisionalmente la Resolución 90341 (27-03-2014)

- Fija los requerimientos técnicos y procedimientos para la exploración y explotación de hidrocarburos den Yacimientos no Convencionales.

## GENERALIDADES

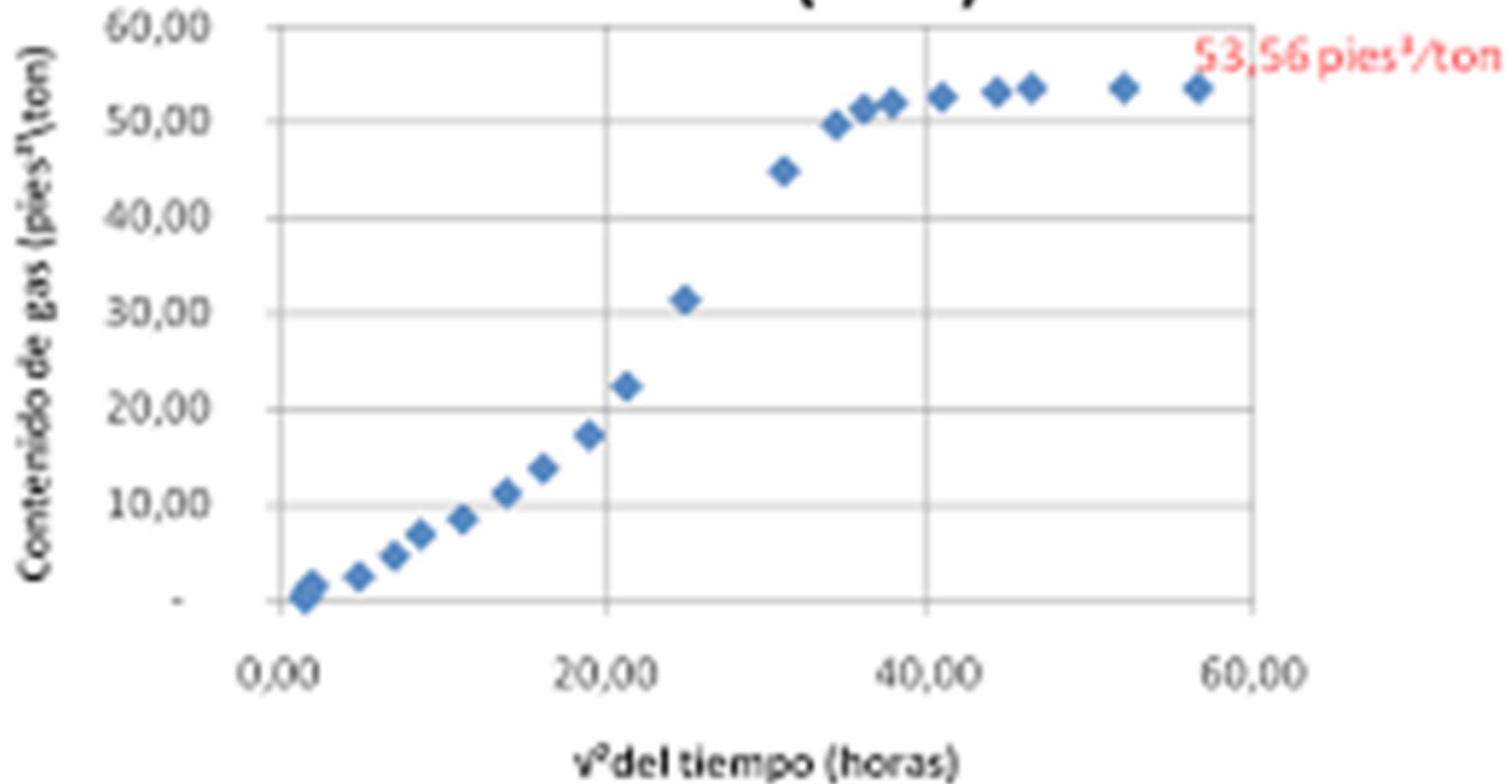
Acumulado en estado de sorción del carbón en la porosidad primaria del carbón. La cantidad no depende de las condiciones de PVT del fluido si no de las características de sorción

Tiene permeabilidad

Almacena agua en su porosidad secundaria, motivo por la cual hay que producir el agua antes de obtener gas de este tipo de yacimientos. Diferente a los yacimientos de petróleo y gas.

# CURVA GAS DESORBIDO

## Muestra C1 (M-1)



## OBJETIVOS

Perforar un pozo en sección vertical. Dos secciones.

Asegurar la integridad del pozo.

Producir el pozo de acuerdo a al PMA y Regulación Técnica



Fuente: Tomada por Fco Lagos



## OBRAS CIVILES

- PLATAFORMAS



- VIAS DE ACCESO



- FACILIDADES DE PRODUCCIÓN



- PERFORACIÓN DE POZOS



- SISTEMAS DE MEDICIÓN



- TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES



• TUBERIAS



• OFICINAS



• LABORATORIO



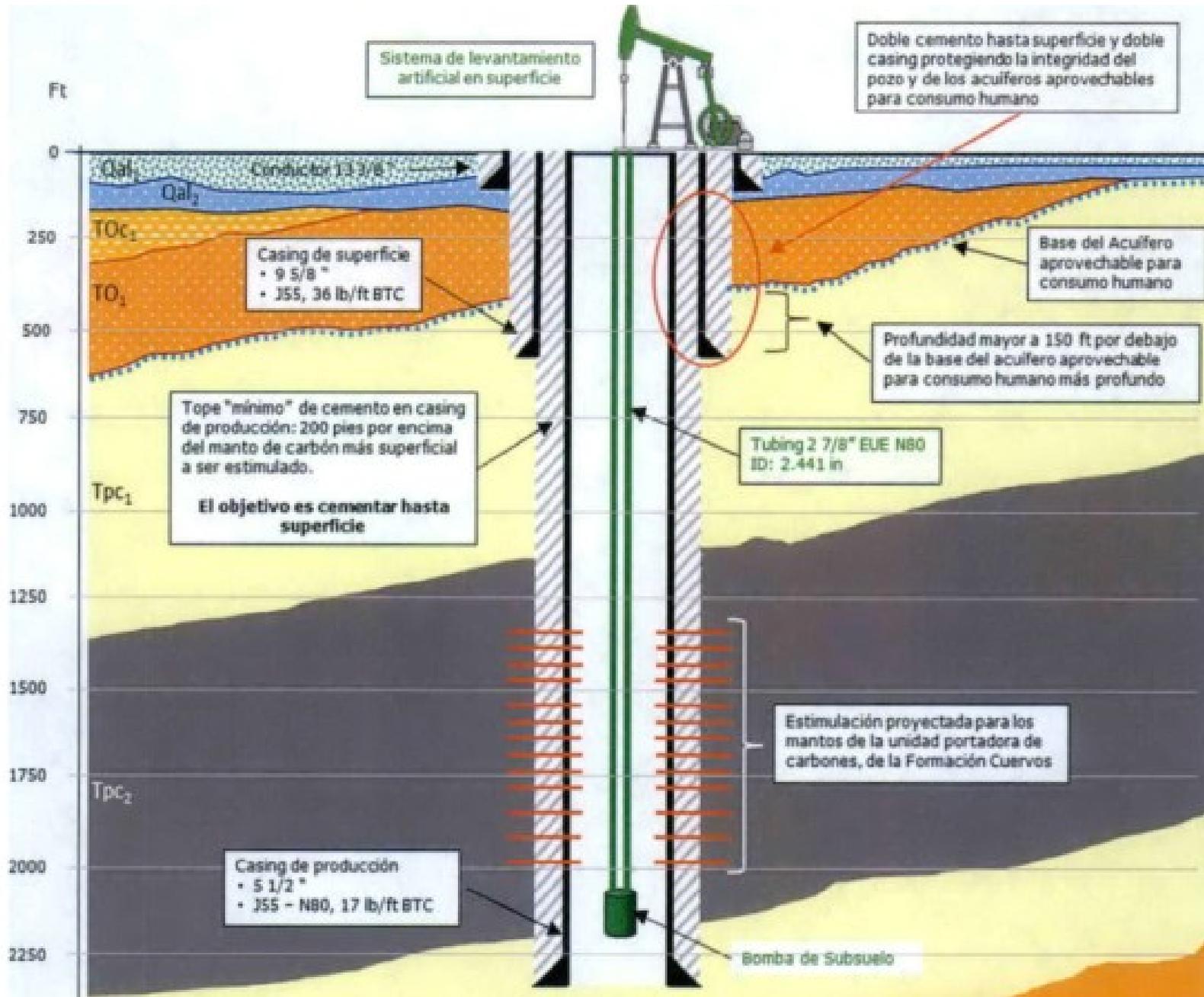
- ABANDONO DE POZOS



- ABANDONO DE FACILIDADES



- PAZ Y SALVO AMBIENTAL



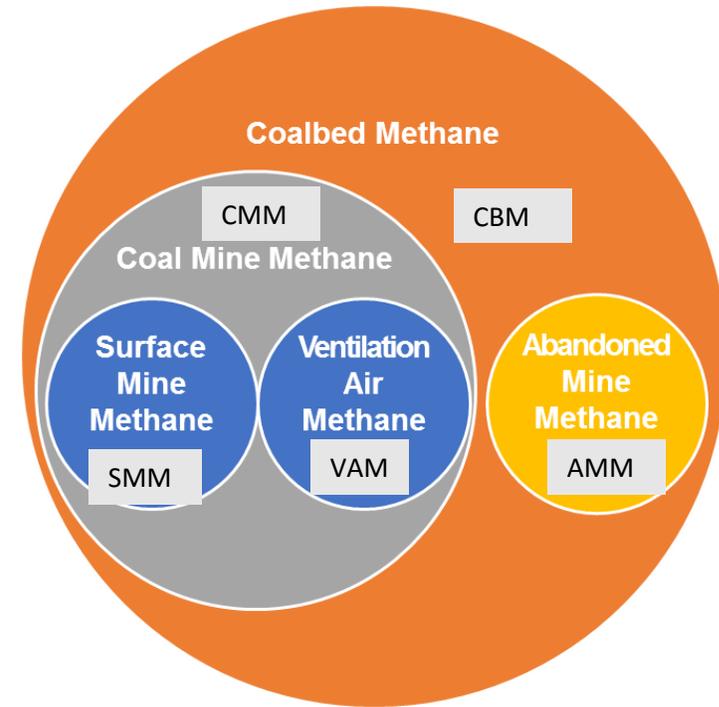
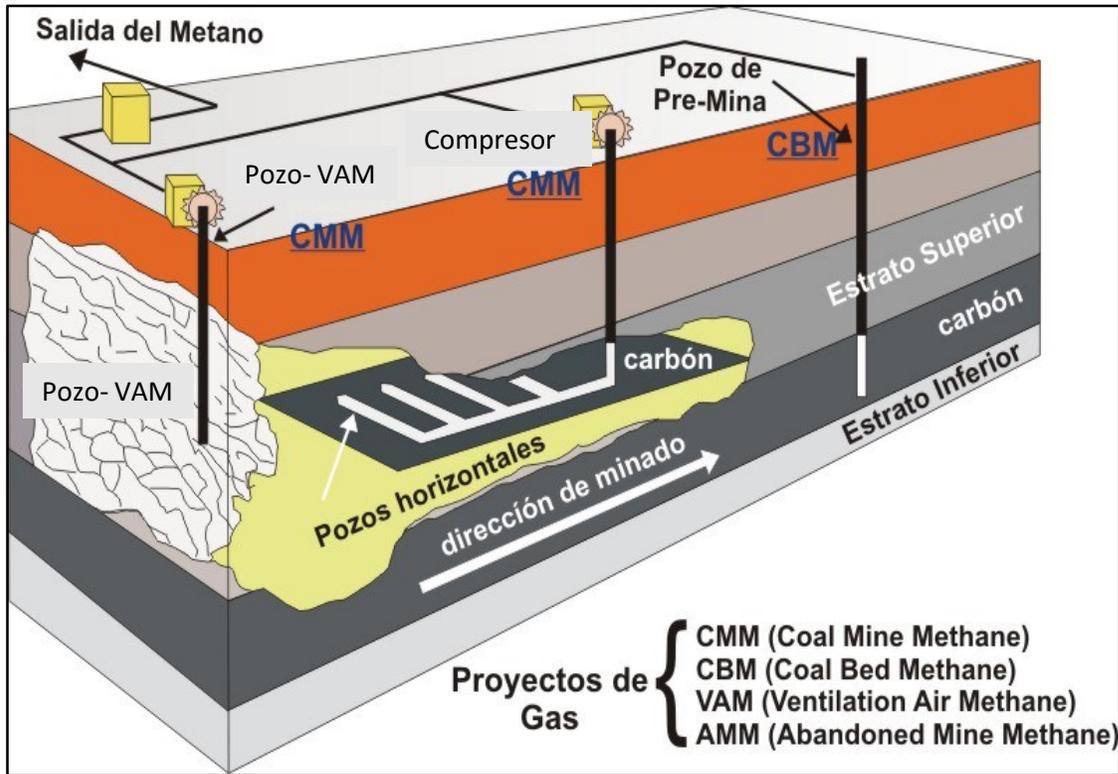
## 2A.) Caracterización Geológica y Geoquímica de las Doce (12) Zonas Carboníferas de Colombia con Base en Información Existente y con Adquisición de Nuevos Datos Geoquímicos De Los Carbones Colombianos Para El Diseño De Áreas De Exploración De CBM En Colombia.

“Estudio realizado por la ANH a través de GEMS en el 2013”.

## 2B.) Tiene un potencial geológico Cundinamarca para un desarrollo de CBM ?



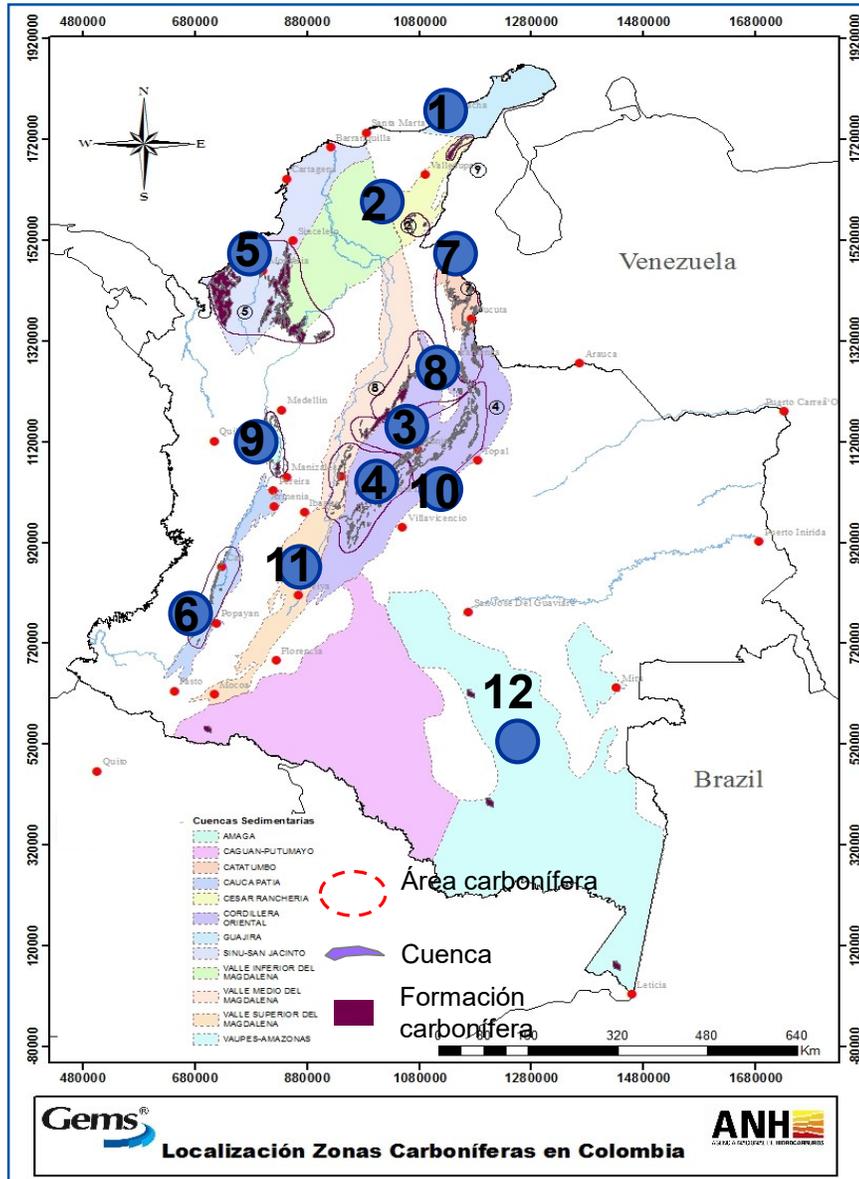
# TÉCNICAS DE EXTRACCIÓN DEL GAS ASOCIADO A CARBÓN, SUS USOS Y LA TERMINOLOGIA TECNICA QUE ADQUIERE CADA UNA DE ELLAS



## Objetivo del Estudio

Caracterización Geológica y Geoquímica de las 12 zonas carboníferas de Colombia con base en información existente y con adquisición de nuevos datos geoquímicos de los carbones colombianos, para el diseño de las áreas de exploración del Coalbed Methane en Colombia.

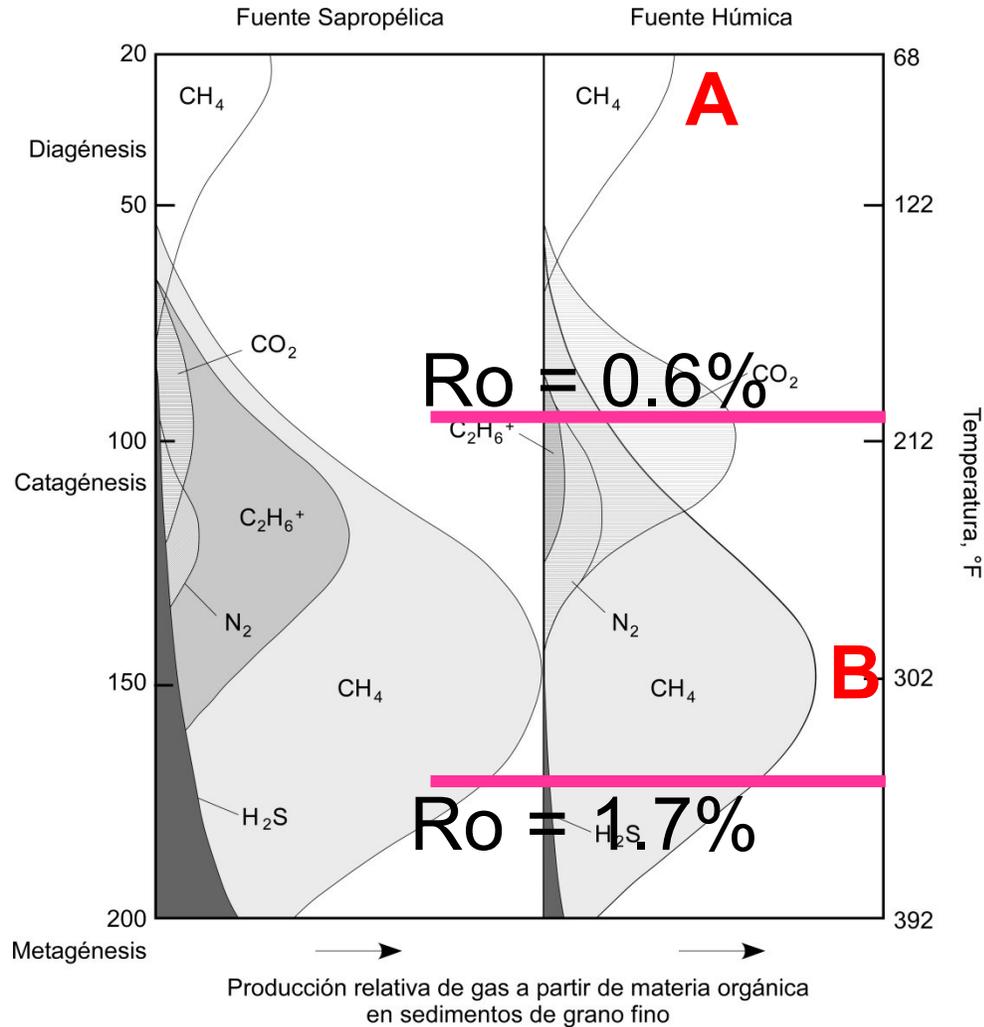
# POTENCIAL DE GAS ASOCIADO AL CARBÓN EN COLOMBIA



- ### Áreas Carboníferas
- 1 Guajira
  - 2 Cesar
  - 3 Boyacá
  - 4 Cundinamarca
  - 5 Córdoba – Norte de Antioquia
  - 6 Valle del Cauca y Cauca
  - 7 Norte de Santander
  - 8 Santander
  - 9 Antioquia – Antiguo Caldas
  - 10 Borde Llanero
  - 11 Huila – Tolima
  - 12 Amazonía



# GENERACIÓN DE GAS EN MANTOS DE CARBÓN



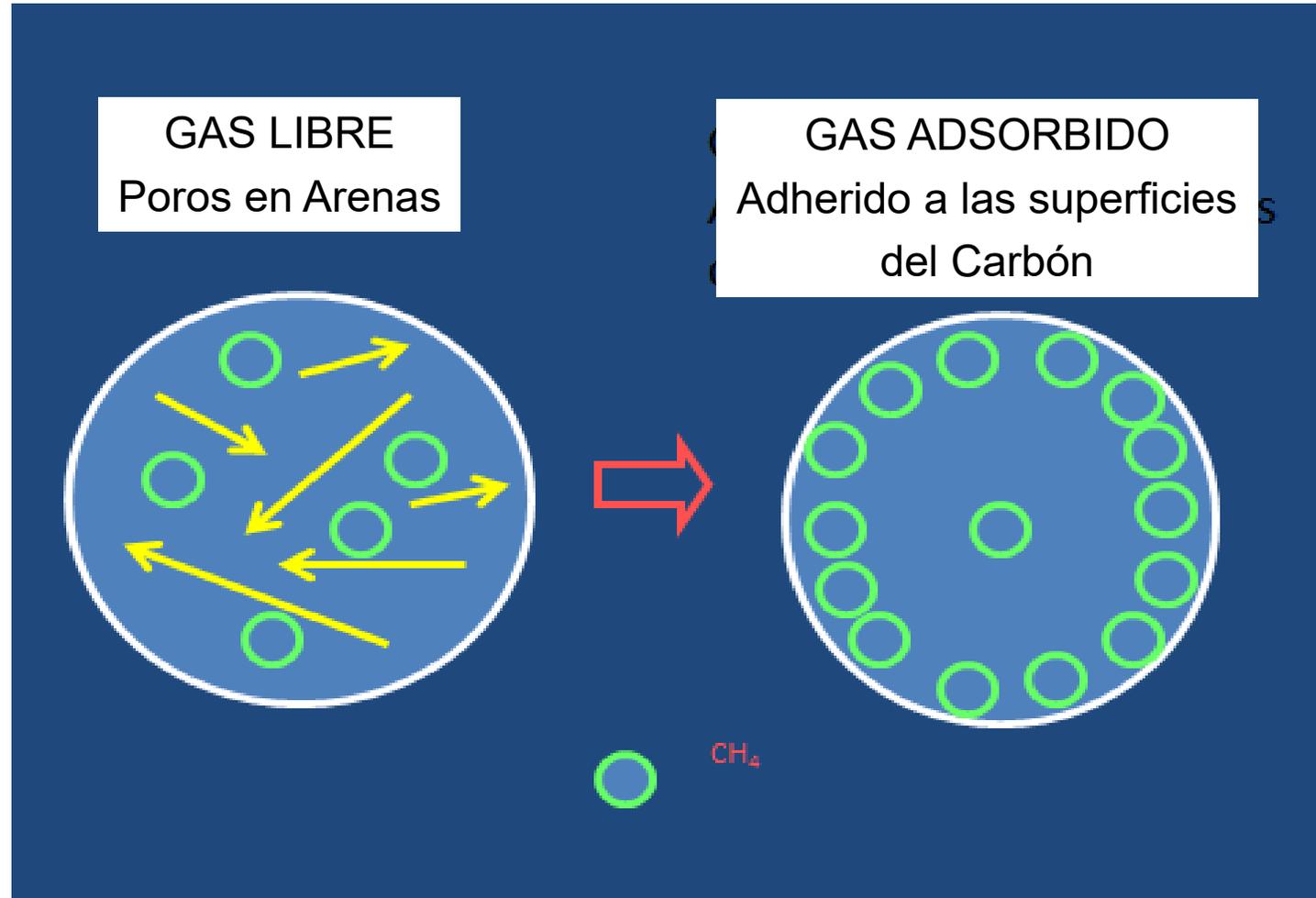
GENERACION DE GASES  
 DURANTE LA MADURACION  
 TERMAL DE LOS CARBONES

- A) Gas biogénico
- B) Gas termogénico

Hunt, 1995

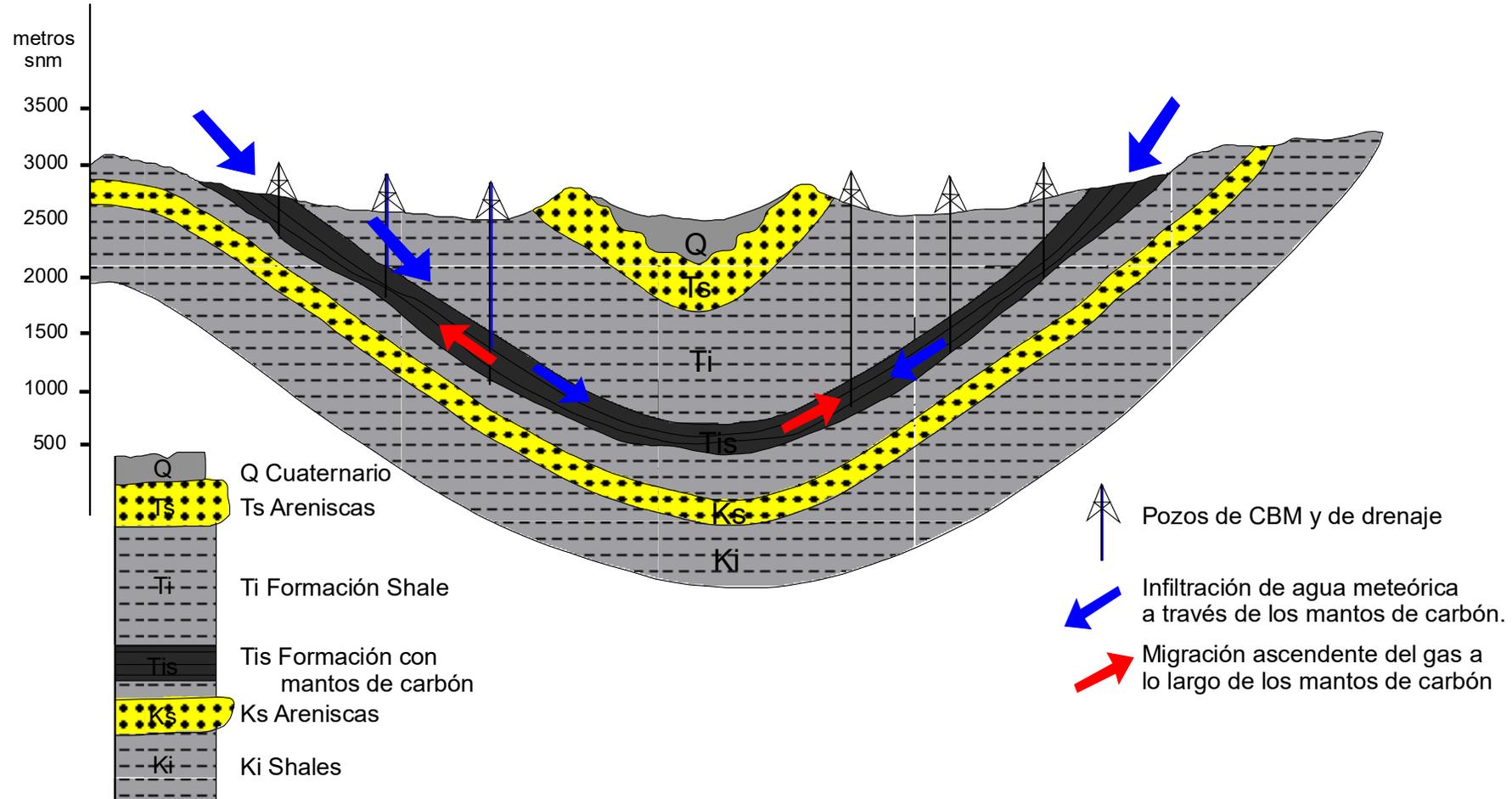


# YACIMIENTOS CONVENCIONALES DE GAS Vs CBM GAS ASOCIADO AL CARBÓN



# ESTRUCTURA TÍPICA DE YACIMIENTOS DE CBM

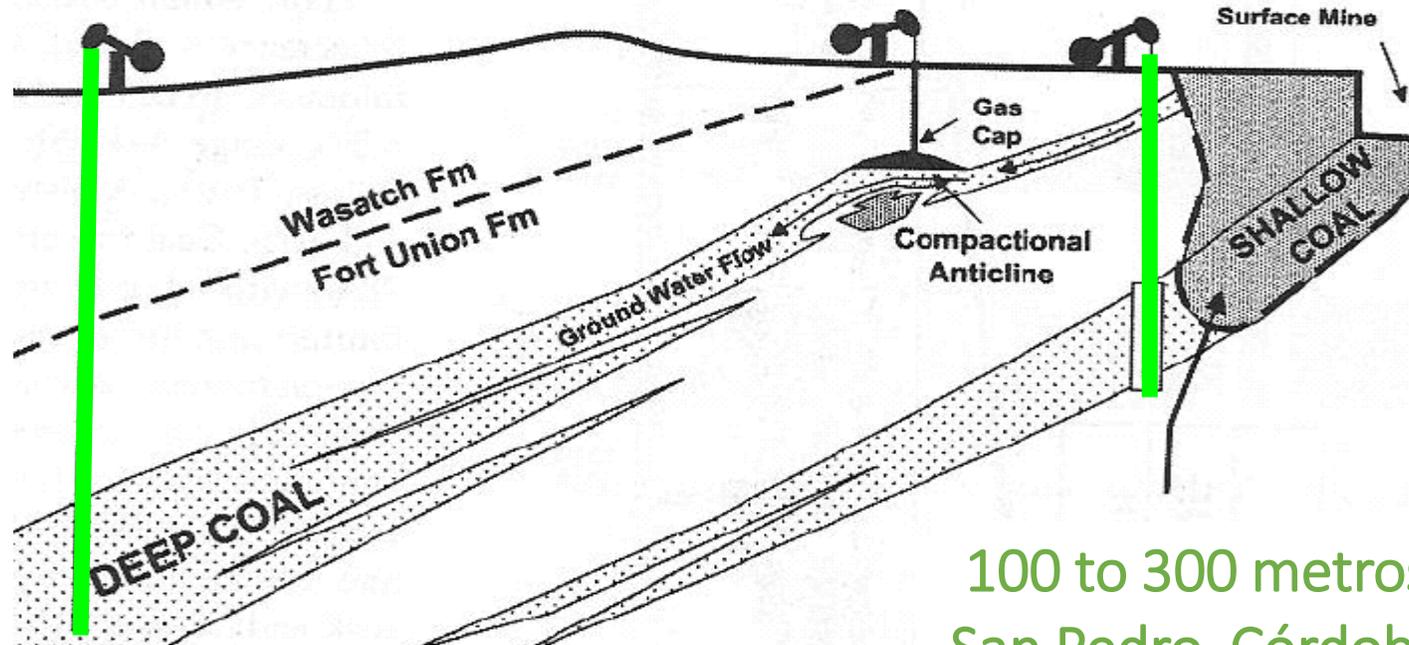
## Sinclinal con Yacimiento de CBM



# YACIMIENTOS DE CBM

Profundidad Intermedia

Baja Profundidad



100 to 300 metros  
San Pedro, Córdoba

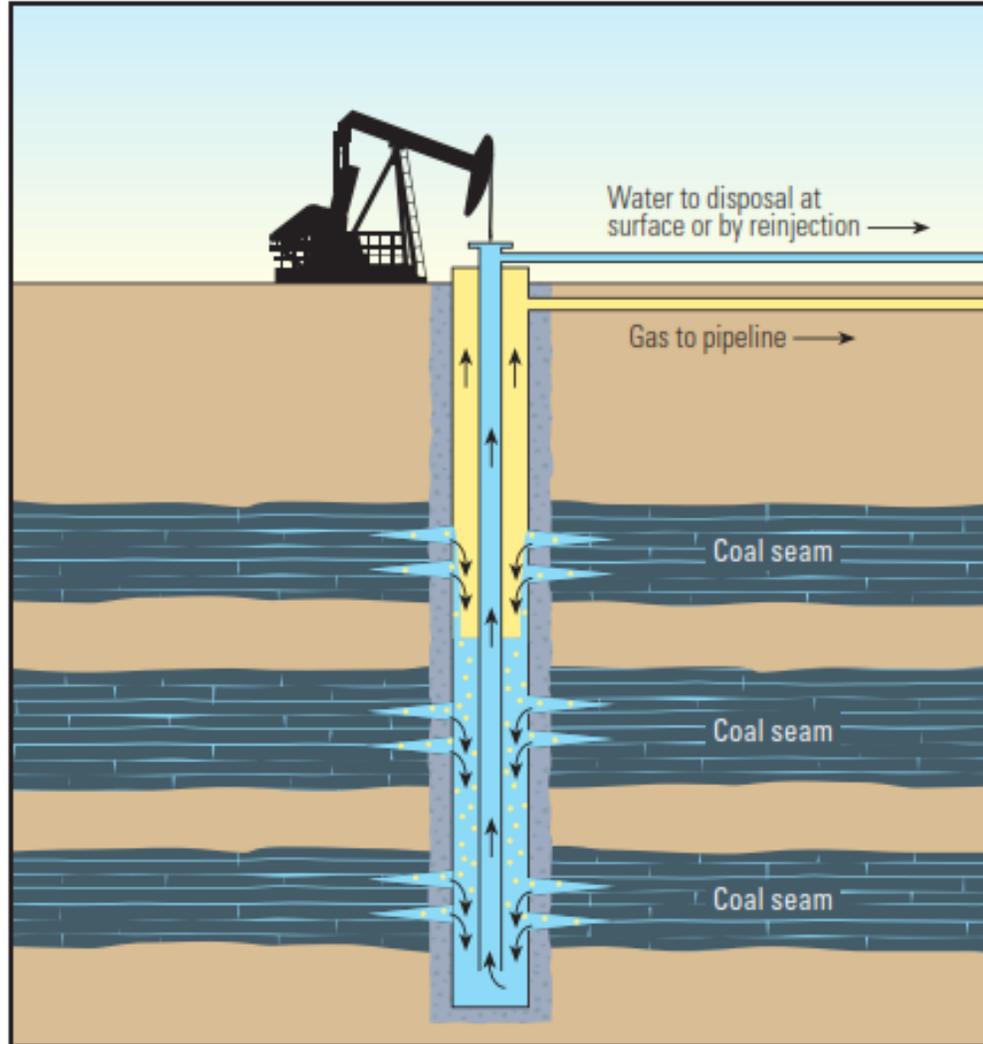
400 a 1500 metros  
Sabana de Bogotá

## PERFORACIÓN DE POZOS DE CBM



Equipos de perforación empleados en la perforación de pozos de gas en yacimientos de baja profundidad

## CARACTERÍSTICAS DE LOS POZOS DE CBM



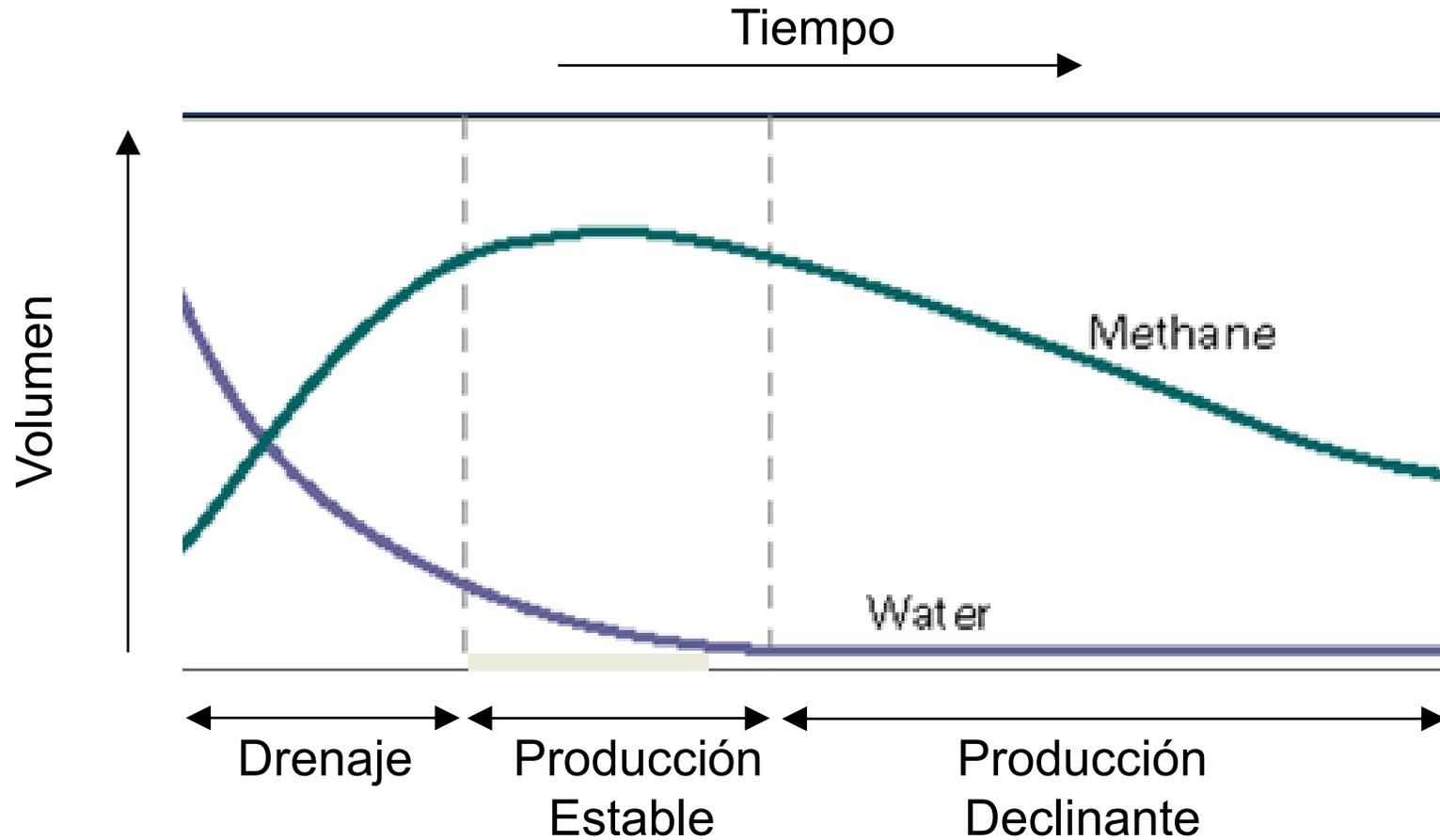
Pozos típico de CBM con completamiento múltiple.

La producción de gas fluye a superficie por el anular del pozo.

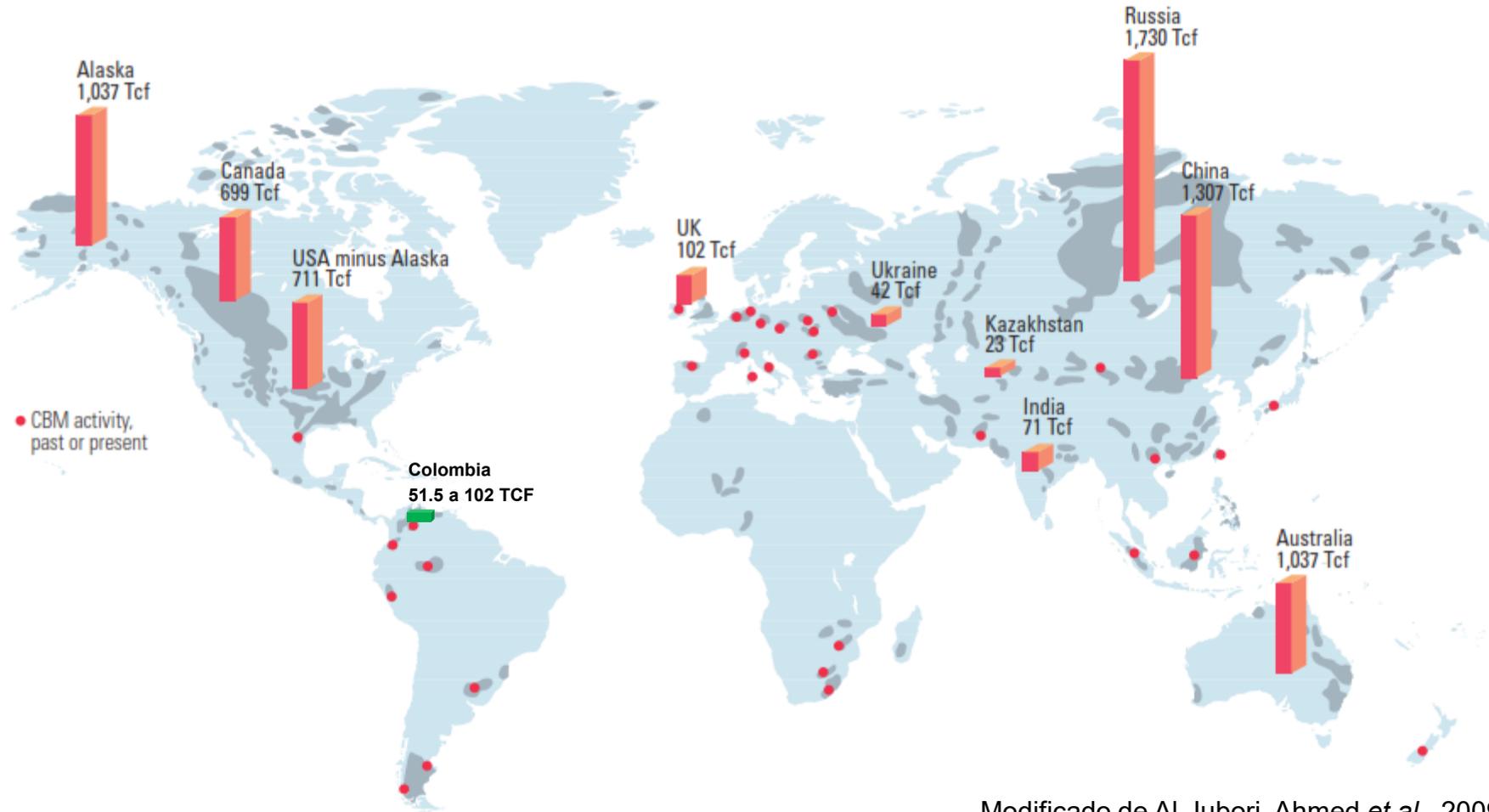
El flujo de agua se evacúa por el *tubing*.

Tomado de Al-Jubori, Ahmed *et al.*, 2009

## CURVA DE PRODUCCIÓN DE GAS Y AGUA EN YACIMIENTOS DE CBM



# RECURSOS Y ACTIVIDAD DE CBM EN EL MUNDO



Modificado de Al-Jubori, Ahmed *et al.*, 2009

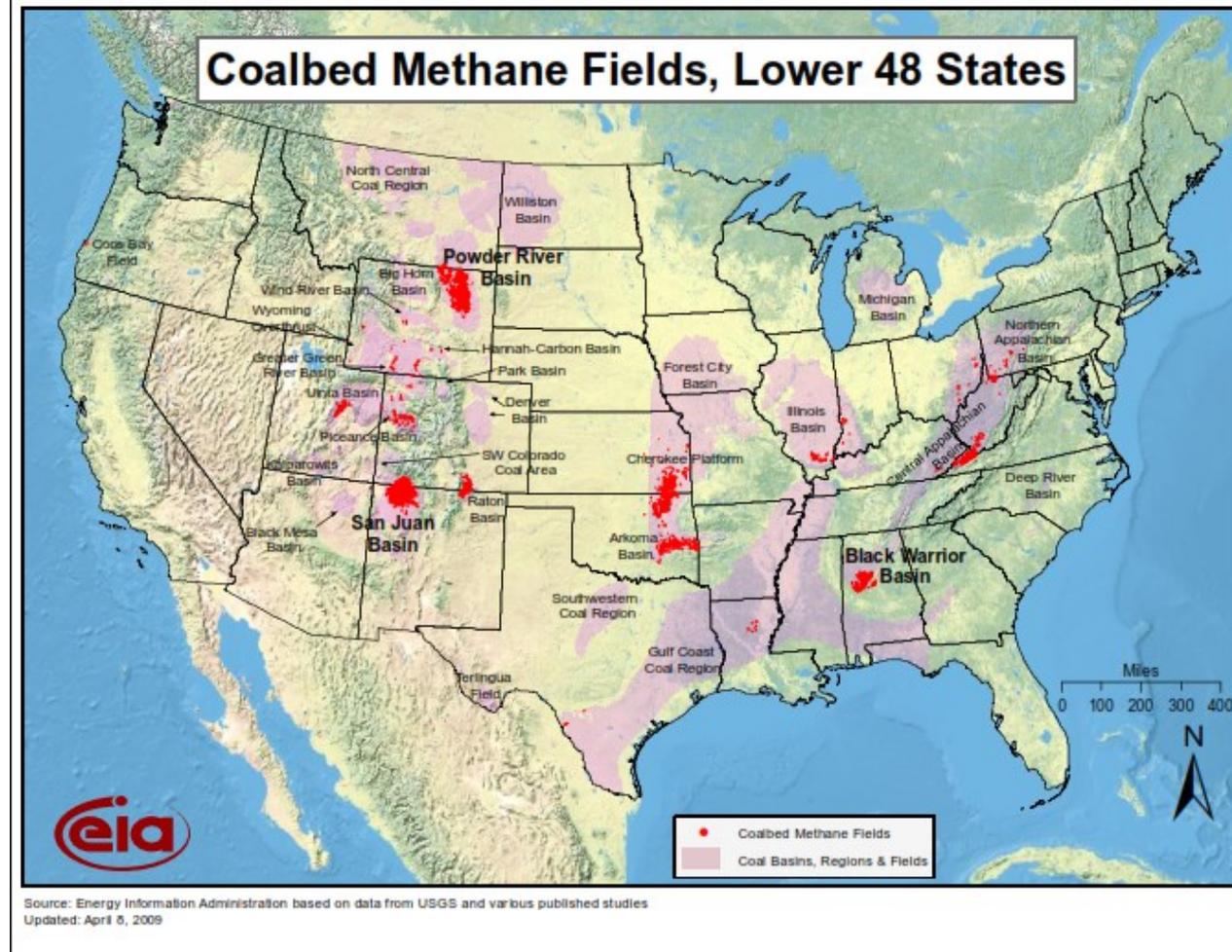
**Recursos Potenciales de CBM  
( 10 países ) : 6.759 TCF**



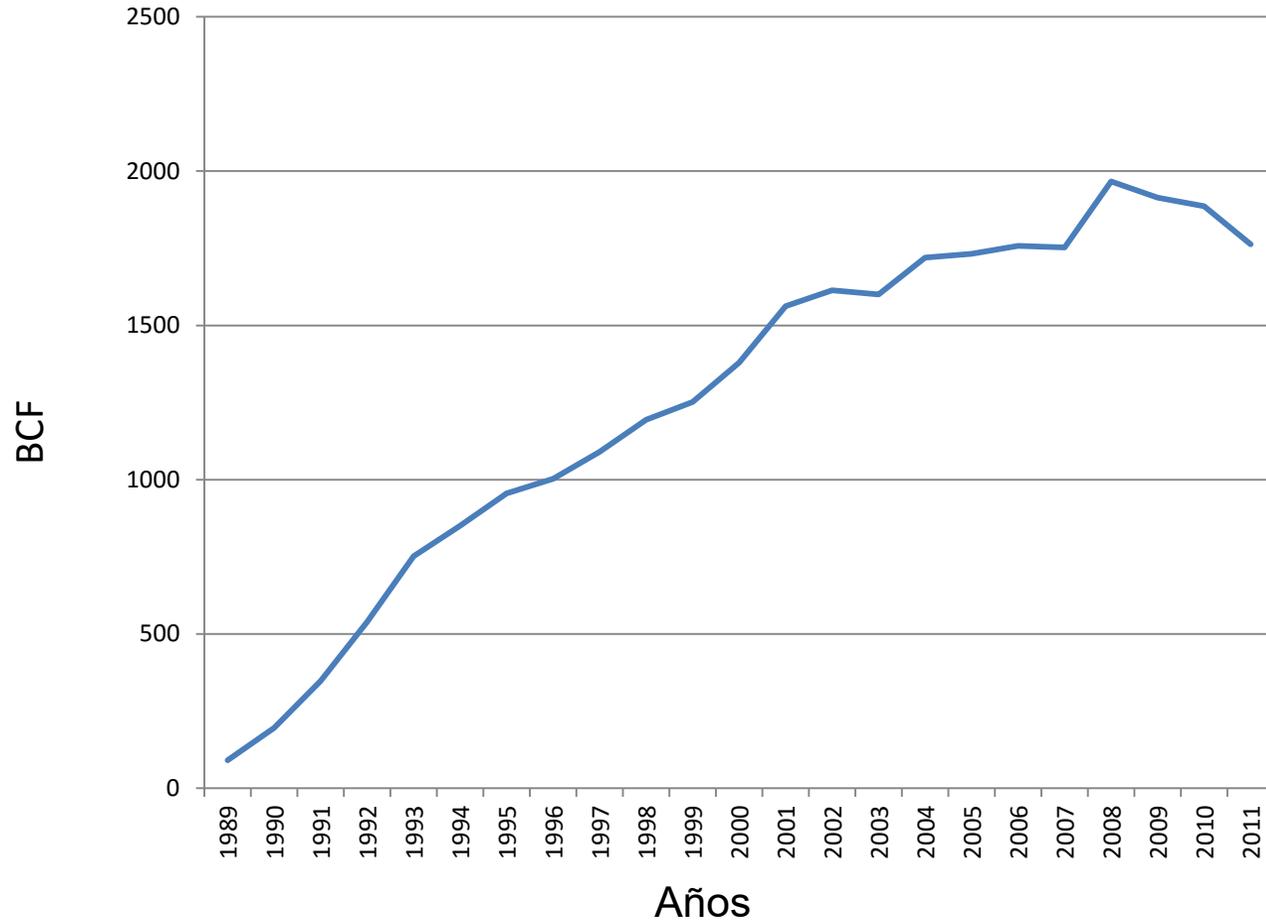
El futuro  
es de todos

Minenergía

La producción de CBM en USA aporta entre el 8 y el 9% del total del consumo de gas. La producción de GAC se está incrementando en Canadá, China, India, Indonesia, y Australia.



# PRODUCCIÓN DE CBM EN USA



1 BCF = 1 X 10<sup>9</sup> pies cúbicos

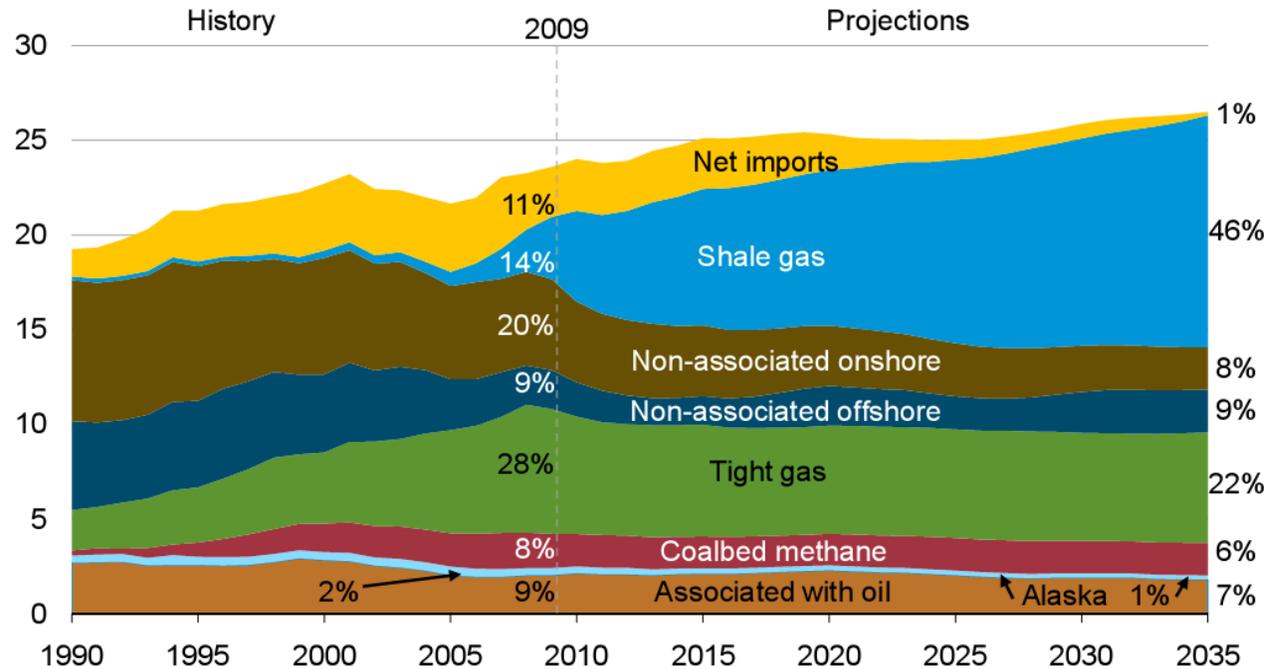


# PRODUCCIÓN DE GAS EN USA

El suministro de gas de yacimientos no convencionales como: 1) Shale gas, 2) Coalbed Methane, y 3) Tight gas sobrepasa a los suministros de gas de yacimientos convencionales.

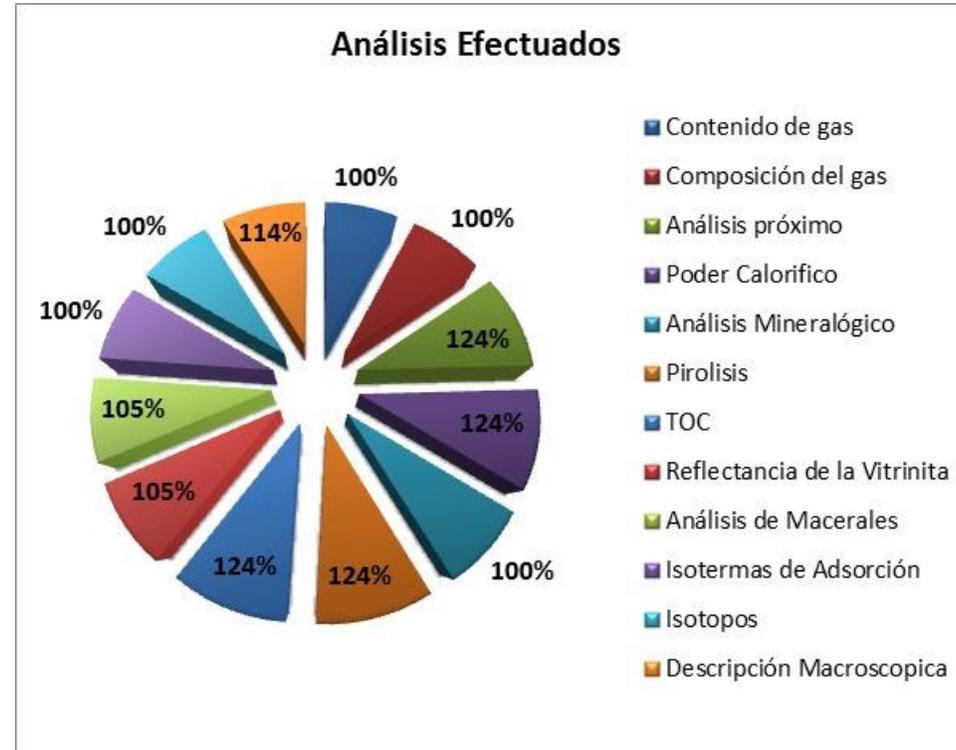
## Shale gas offsets declines in other U.S. supply to meet consumption growth and lower import needs

U.S. dry gas  
 trillion cubic feet per year

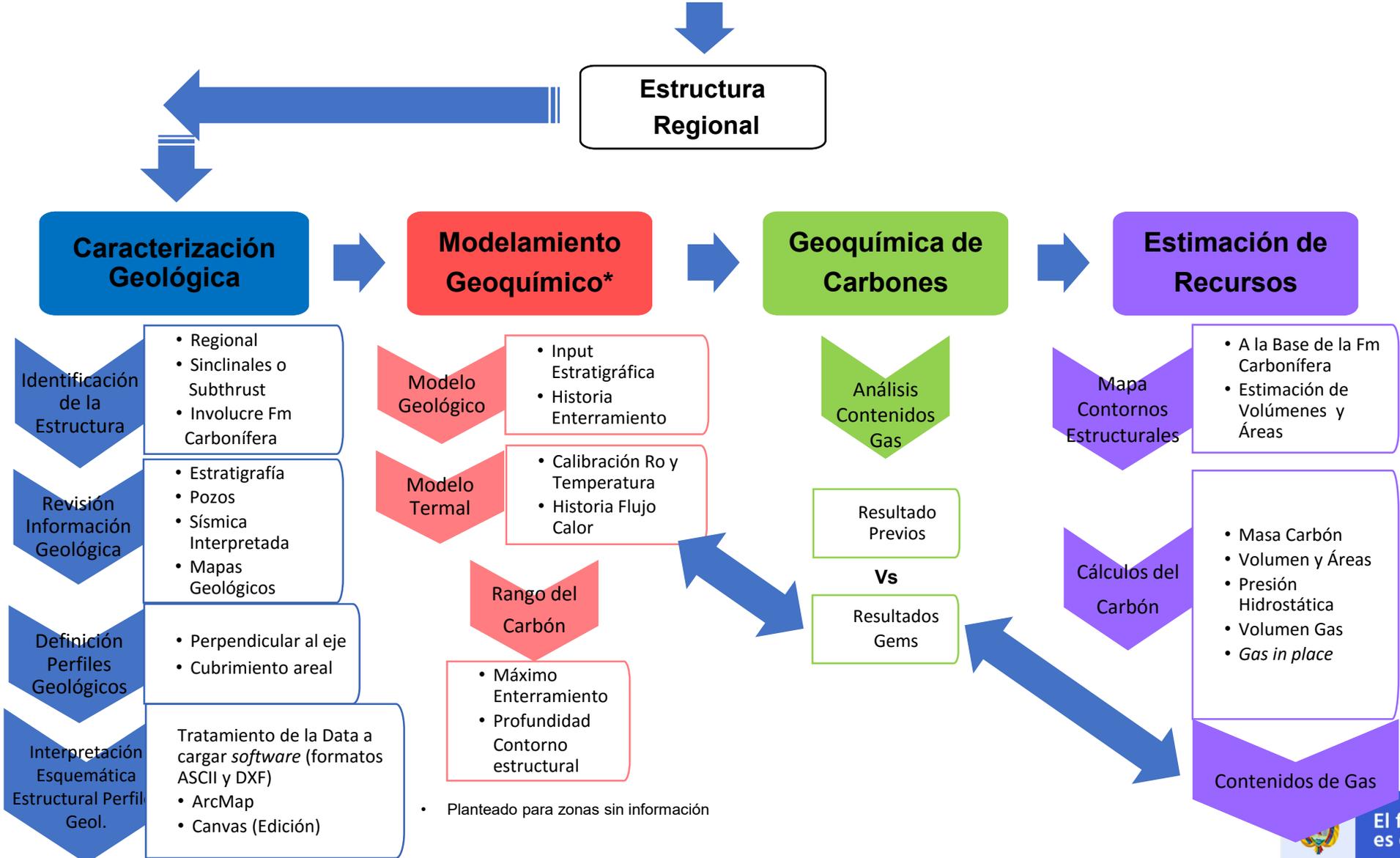




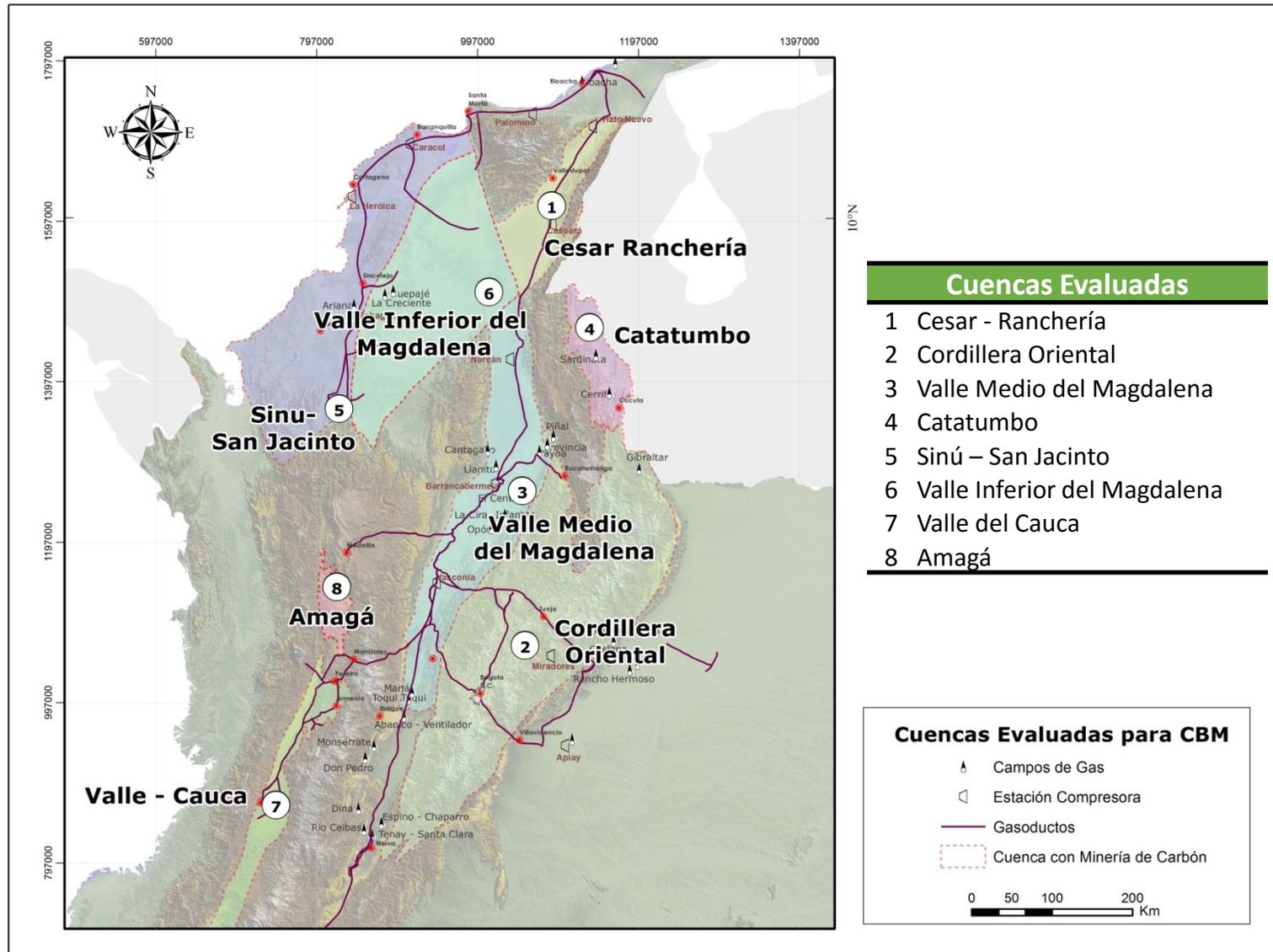
ANÁLISIS	CANTIDAD
Contenido de gas	360
Composición del gas	360
Análisis próximo	447
Poder Calorífico	447
Análisis Mineralógico	360
Pirolisis	447
TOC	447
Reflectancia de la Vitrinita	377
Análisis de Macerales	377
Isotermas de Adsorción	360
Isotopos	23
Descripción Macroscopica	411



**METODOLOGÍA CBM**  
 Modificado de USGS (Dallege & Barker, Professional Paper, 1625-B)



# CUENCAS EVALUADAS PARA CBM



## CRITERIOS DEL RANQUEO Y SU VALORACIÓN

- + Edad de los carbones
- + Madurez termal de los carbones (en términos de  $R_o$ )
- + **Relación GIP/área** (Parámetro de Mayor Importancia)
- + Espesor neto de carbones
- + Espesor máximo de un manto de carbón
- + Continuidad de los mantos de carbón
- + Distancia del centro del bloque propuesto a los gasoductos
- + Magnitud de levantamiento tectónico

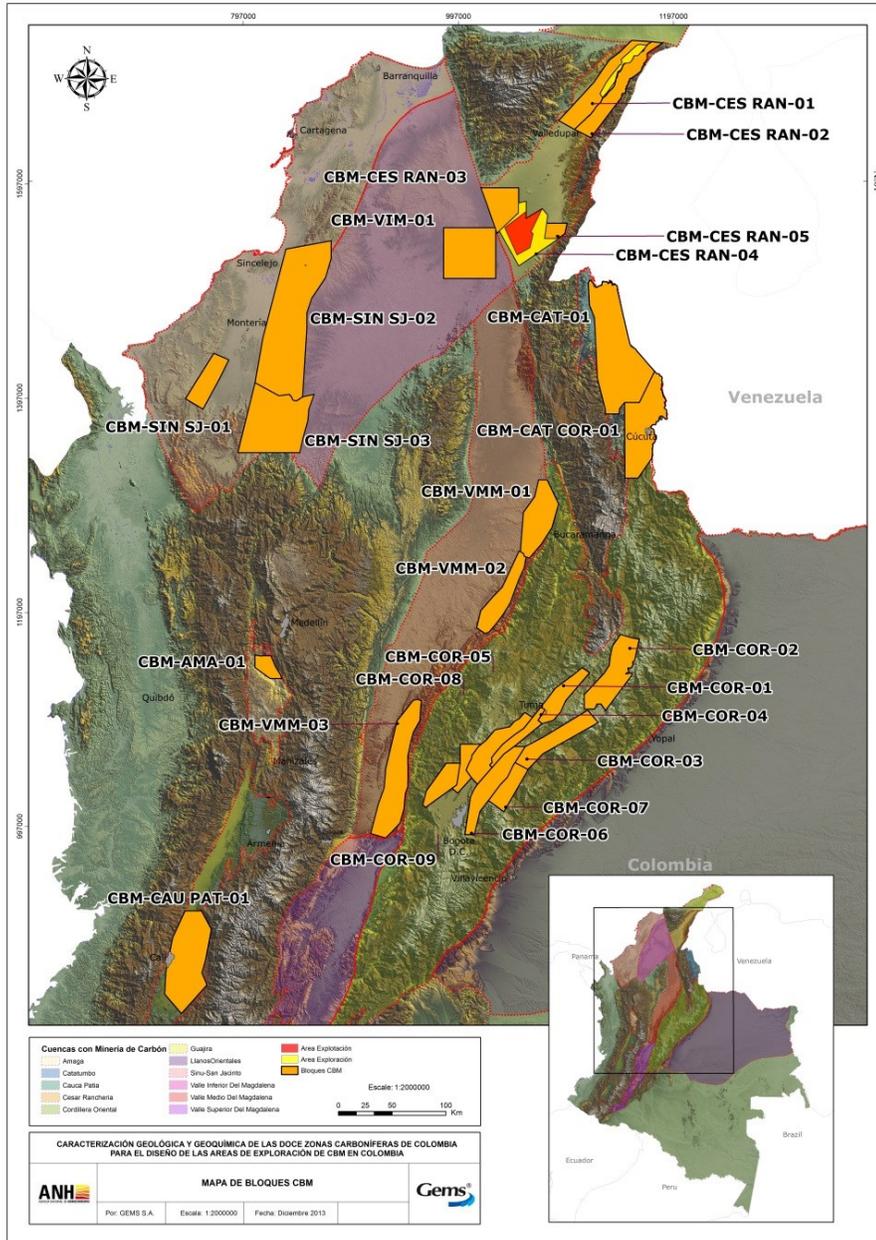
Los valores de los parámetros asignados a cada bloque corresponden a los promedios de los datos obtenidos. Cada valor fue normalizado y ponderado para todos los bloques.

La ponderación incluyó fracciones entre 0 y 1 para los parámetros que tienen menor peso o importancia y número entero entre 1 y 10 para el parámetro Gas in Place por área (GIP/área) el cual se consideró de mayor importancia.

El peso de cada parámetro, fue asignado de acuerdo a sus implicaciones en la generación y preservación de gas asociado a carbón.



# BLOQUES PROPUESTOS PARA RONDA DE CBM - 2013



CUENCA	NOMBRE BLOQUE	CODIGO
CESAR - RANCHERIA	CERREJON TRADICIONAL	CBM-CES RAN-01
	CERREJON SUBTHRUST	CBM-CES RAN-02
	VALLITO	CBM-CES-RAN-03
	LA LOMA	CBM-CES-RAN-04
	LA JAGUA	CBM-CES-RAN-05
CORDILLERA ORIENTAL	TUNJA	CBM-COR-01
	PAZ DE RIO	CBM-COR-02
	UMBITA	CBM-COR-03
	SUESCA ALBARRACIN	CBM-COR-04
	CHECUA – “Mun. Nemocón et al”	CBM-COR-05
	TEUSACA SESQUILE SISGA “Mun. Calera et al”	CBM-COR-06
	SUEVA – “Mun. Junin”	CBM-COR-07
	RIO FRIO – “Mun. Tabio/Tenjo et al”	CBM-COR-08
	SUBACHOQUE – “Mun”	CBM-COR-09
VALLE MEDIO DEL MAGDALENA	NUEVO MUNDO	CBM-VMM-01
	ANDES Y ARMAS	CBM-VMM-02
	GUADUAS	CBM-VMM-03
SINU -SAN JACINTO	JARAGUAY	CBM-SIN SJ-01
	CIENAGA DE ORO	CBM-SIN SJ-02
	SAN PEDRO	CBM-SIN SJ-03
CATATUMBO	CATATUMBO ZULIA	CBM-CAT COR-01
	CATATUMBO SARDINATA	CBM-CAT-01
VALLE INFERIOR DEL MAGDALENA ASTREA		CBM-VIM-01
VALLE DEL CAUCA	VALLE DEL CAUCA	CBM-CAU PAT-01
AMAGA	VENECIA	CBM-AMA-01



# RANKING DE BLOQUES PROPUESTOS DE CBM

No.	BLOQUE CBM	CODIGO BLOQUE	RANKING
1	CERREJON SUBTHRUST	CBM-CES RAN-02	23.53
2	CERREJON TRADICIONAL	CBM-CES RAN-01	17.99
3	LA LOMA	CBM-CES-RAN-04	11.49
4	LA JAGUA	CBM-CES-RAN-05	9.70
5	NUEVO MUNDO	CBM-VMM-01	8.26
6	ANDES Y ARMAS	CBM-VMM-02	8.15
7	SAN JORGE SAN PEDRO	CBM--SIN SJ-03	6.56
8	CHECUA LENGUAZAQUE	● CBM-COR-05	6.16
9	ASTREA	CBM-VIM-01	5.69
10	UMBITA	CBM-COR-03	5.32
11	SUBACHOQUE	● CBM-COR-09	5.12
12	PAZ DE RIO	CBM-COR-02	5.10
13	CATATUMBO ZULIA	CBM-CAT COR-01	4.64
14	SUESCA ALBARRACIN	● CBM-COR-04	4.35
15	TEUSACA SESQUILE SISGA	● CBM-COR-06	4.33
16	RIO FRIO	● CBM-COR-08	4.30
17	CATATUMBO SARDINATA	CBM-CAT-01	4.16
18	GUADUAS Y SAN PEDRO	CBM-VMM-03	4.08
19	SUEVA	● CBM-COR-07	3.80
20	TUNJA	CBM-COR-01	3.64
21	VALLE CAUCA	CBM-CAU PAT-01	3.50
22	VALLITO	CBM-CES-RAN-03	3.50
23	SINCLINORIO VENECIA	CBM-AMA-01	3.09
24	CIENAGA DE ORO	CBM--SIN SJ-02	2.96
25	JARAGUAY	CBM-SIN SJ-01	2.42



## TABLA RESUMEN

Cuenca	Edad carbones	Recurso mínimo CBM GIP (TCF)	Recurso máximo CBM GIP (TCF)
Cesar-Ranchería	Paleoceno Medio a Tardío Paleoceno Tardío	12.82	25.08
Catatumbo	Eoceno tardío - Oligoceno temprano Paleoceno medio – Eoceno temprano Maastrichtiano tardío	11.39	22.78
Valle Medio Magdalena	Cretácico Superior Paleoceno	9.68	16.95
Sinú- San Jacinto	Mioceno Medio a Superior Eoceno Mioceno	1.66	3.38
Valle Inferior del Magdalena	Oligoceno - Mioceno Inferior a Medio	0.41	1.24
Valle del Cauca	Mioceno	1.34	2.68
Amagá	Mioceno	0.26	0.77
<b>TOTAL</b>		<b>51.56</b>	<b>102.01</b>



## CONCLUSIONES

- ✓ **Los recursos de CBM de Colombia calculados en el presente estudio están entre 51.5 y 102 TCF de Gas en el sitio (GIP).** Esta cifras se obtuvieron mediante la caracterización geológica y geoquímica de 25 estructuras sinclinales y monoclinales en ocho (8) cuencas del país. Estos recursos fueron calculados para yacimientos de CBM entre 300 y 1500 metros de profundidad, no obstante esta restricción, las cifras obtenidas son significativas del gran potencial de CBM que presenta Colombia.
- ✓ Los resultados de la composición isotópica de  $\delta^{13}\text{C}$  y Deuterio en metano así como también la relación entre  $\delta^{13}\text{C}$  vs  $\text{C1}/(\text{C2}+\text{C3})$  indican que las cuencas presentan gases de origen mixto entre termogénico y biogénico.
- ✓ En las secuencias con mantos de carbón de las diferentes cuencas se ha documentado la presencia de intercalaciones de areniscas con porosidades variables en las cuales se pueden encontrarse yacimientos de gas migrado de los mantos de carbón.



## SITUACIÓN ACTUAL DEL GAS NATURAL EN COLOMBIA:

Durante la última década, la demanda del gas natural en Colombia ha aumentado en un 60%, obligando a una transición de exportador neto a IMPORTADOR neto del gas natural. Paralelamente, la producción del gas natural en el país ha empezado a disminuir, la producción de la cuenca Guajira, tradicionalmente la cuenca más prolifera de Colombia, se espera un descenso del 50% al año 2020, esta situación puede compensarse con la producción de la cuenca de los Llanos, hasta el momento no habido un desarrollo de nuevas reservas de gas y la necesidad de importar gas (GNL) seguirá creciendo con un costo mucho mayor.

**El gas no convencional del (CBM) podría desempeñar un papel muy importante en ayudar a satisfacer este déficit en la oferta del GN para consumo domiciliario, así como para uso industrial y compensar la disminución de las reservas del gas convencional.**



# RAZONES POR LAS CUALES DESARROLLAR PROYECTOS DE CBM EN COLOMBIA

1. Las extensiones de las cuencas de carbón del país están definidas, **minimizando el riesgo de exploración.**
2. Los mantos de carbón generalmente son menos profundos que las formaciones de shale o tight sand. **Por lo cual, es menos costoso las perforaciones de núcleos y obtener propiedades claves del deposito que regulan el flujo de metano en yacimientos de carbón.**
3. **La fracturación hidráulica necesaria para depósitos de carbón son de mucho menor escala que los Shales o arenas apretadas.**
4. **Iniciar con la estimulación hidráulica en carbones permitiría que las compañías en Colombia acumularan experiencia** y pericia en fracturamiento que posteriormente pueden aplicar y amplificar en shale y tight sand. (Esta es la misma progresión que se desarrollo en EE.UU).
5. Habrá beneficios colaterales inmediatos en la industria minera del carbón a través de la mejora en la seguridad minera y eficiencia.
6. Colombia es un País signatario del Acuerdo de Paris y se ha comprometido a reducir sus emisiones de gas de efecto invernadero por lo menos en un 20% al 2030. **El drenaje y utilización del metano de minas de carbón ayudara a que el país cumpla con esta meta en forma rentable.**

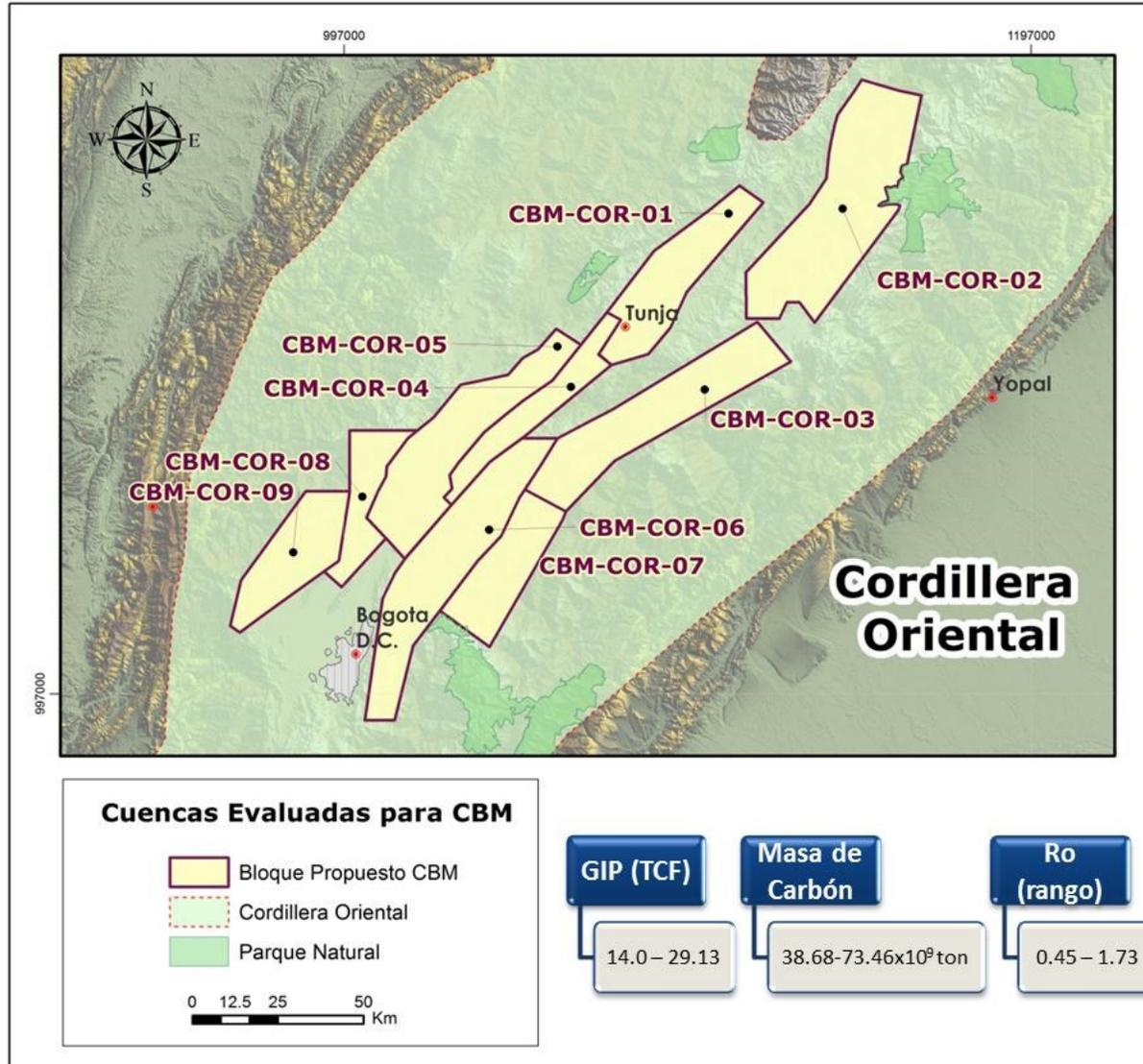
## DIFICULTADES ENCONTRADAS PARA EL CBM EN COLOMBIA

- ✓ Una legislación poco clara
- ✓ Gran presencia de pequeña minería "Minería de subsistencia y/o Artesanal"
- ✓ Información no integrada
- ✓ Falta de desarrollo de proyectos pilotos



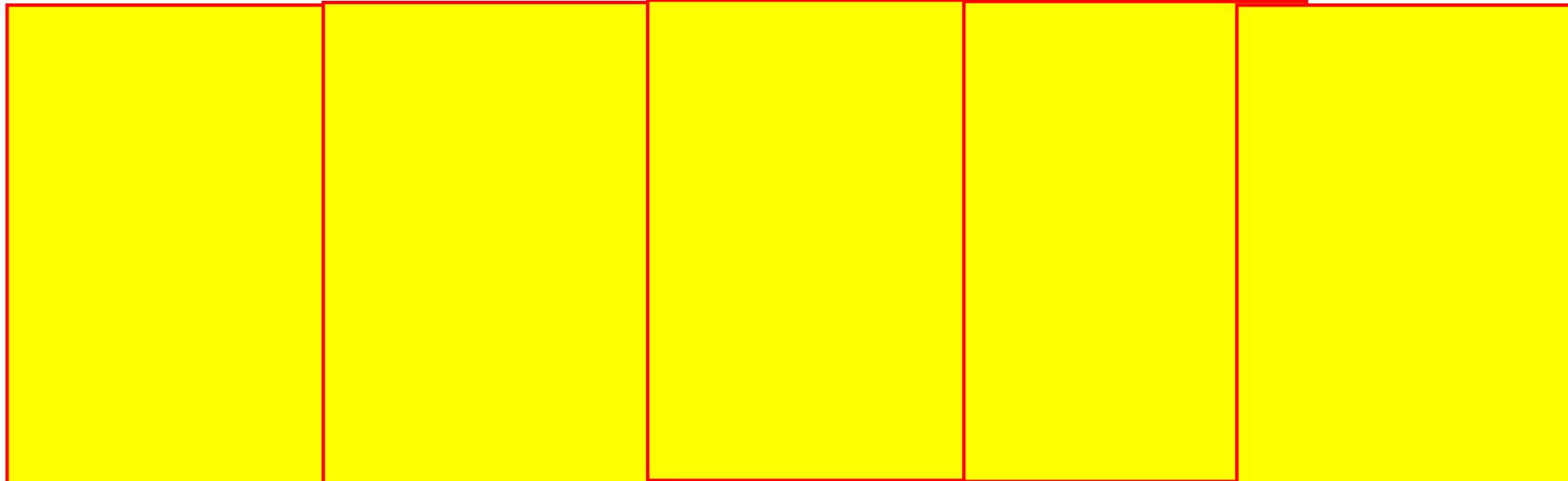
# CUENCA CORDILLERA ORIENTAL

## MAPA DE BLOQUES



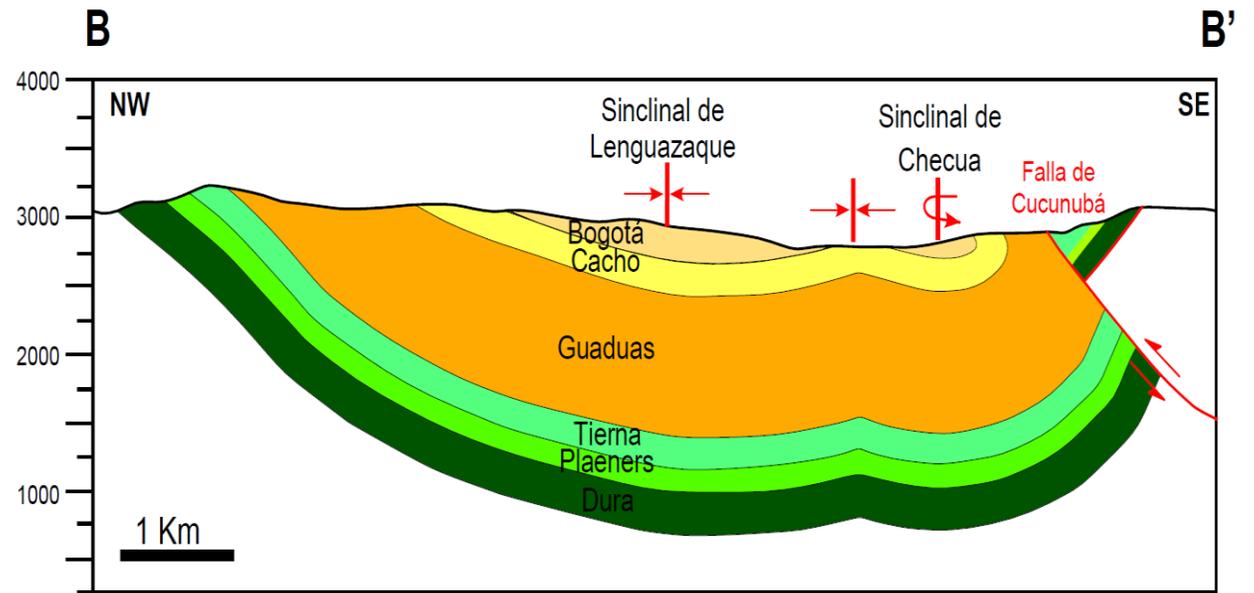
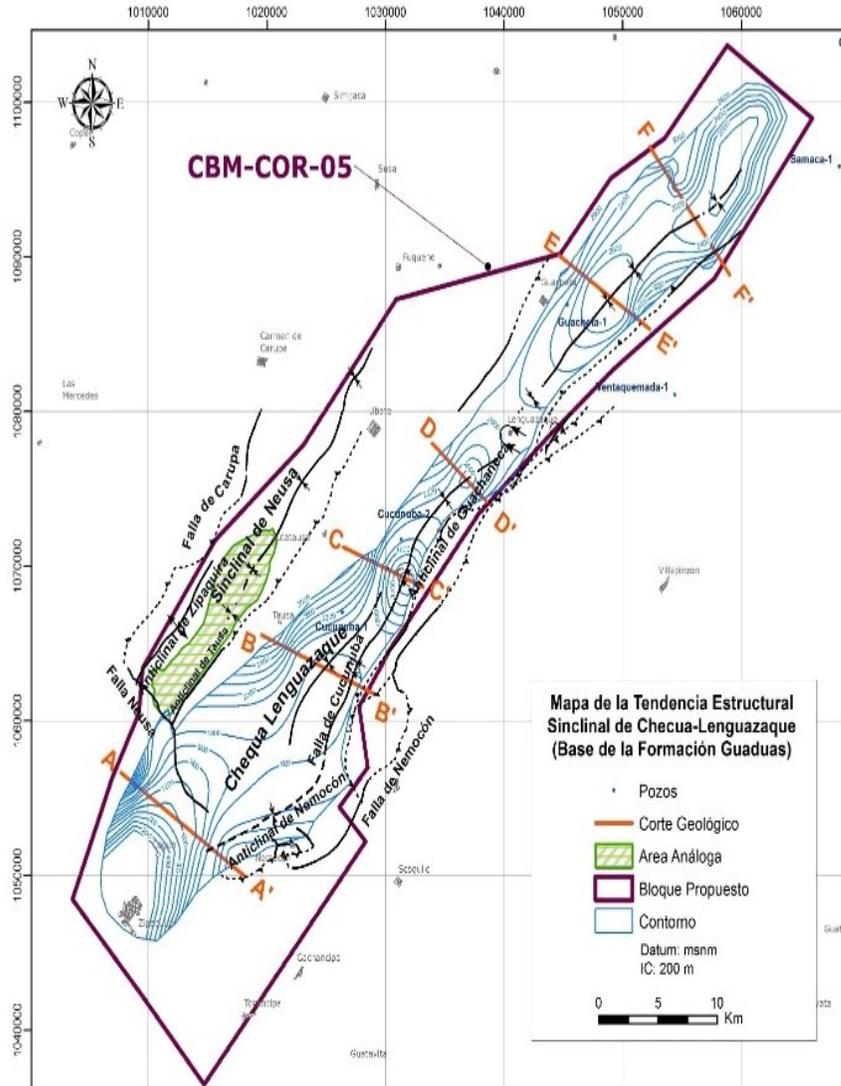
# CUENCA CORDILLERA ORIENTAL

CRITERIOS	SINCLINAL DE TUNJA	SINCLINORIO DE PAZ DEL RÍO	SINCLINAL UMBITA
Nombre del bloque	CBM-COR-01	CBM-COR-02	CBM-COR-03
Area del Bloque (Km <sup>2</sup> )	823	1648	1177
Area de la Estructura (Km <sup>2</sup> )	550	1441	883
Formación Carbonífera	Guaduas	Guaduas	Guaduas
Edad	Maastrichtiano-Paleoceno	Maastrichtiano-Paleoceno	Maastrichtiano-Paleoceno
Espesor promedio Fm. Carbonífera (m)	300 - 1200	200 - 500	500
Recursos de Carbón (10 <sup>9</sup> ton)	4.34 - 6.47	11.0 - 22.0	9.2 - 16.8
Contenido de gas por Isoterma (ft <sup>3</sup> /ton)	71.2 - 252.1	80.2 - 738.6	132 - 310
Gas in place (TCF)	0.85 - 1.28	3.8 - 7.7	3.4 - 7.5
Profundidad Fm. Carbonífera (m)	700 - 1500	1500 - 2300	Superficie - 1800



# CUENCA CORDILLERA ORIENTAL

## SINCLINAL CHECUA-LENGUAZAQUE Y NEUSA

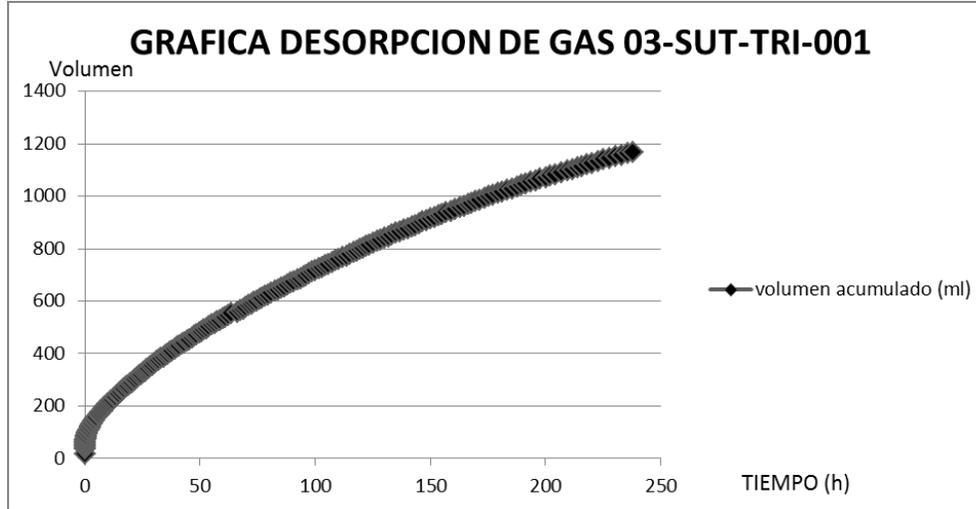


Gas in place (TCF)	1.98 - 4.39
--------------------	-------------

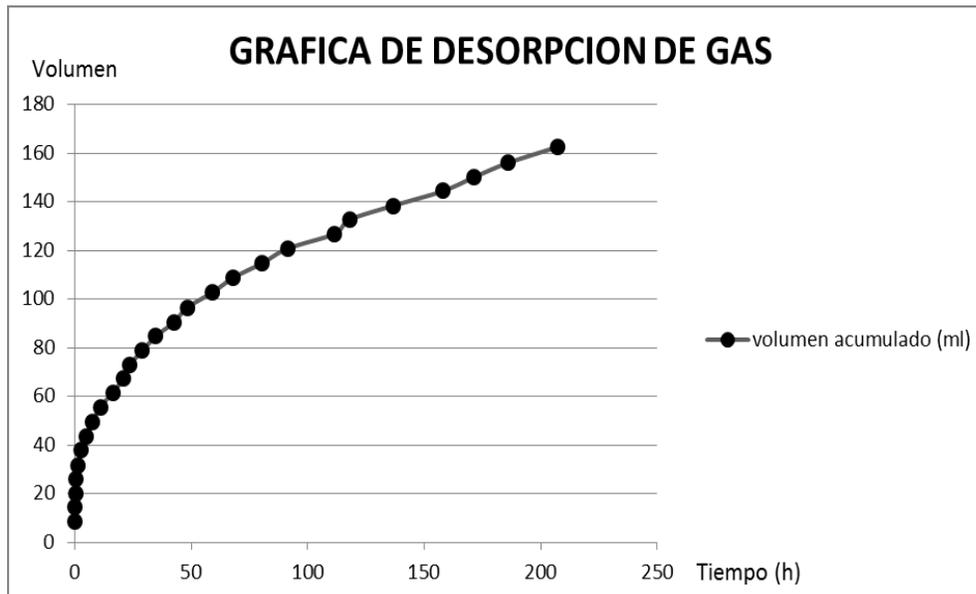


# CUENCA CORDILLERA ORIENTAL

## CURVAS DE DEGASIFICACION



Curva de degasificación  
 Sinclinal de Checua  
 La gran cantidad de puntos de lectura indica la saturación en gas



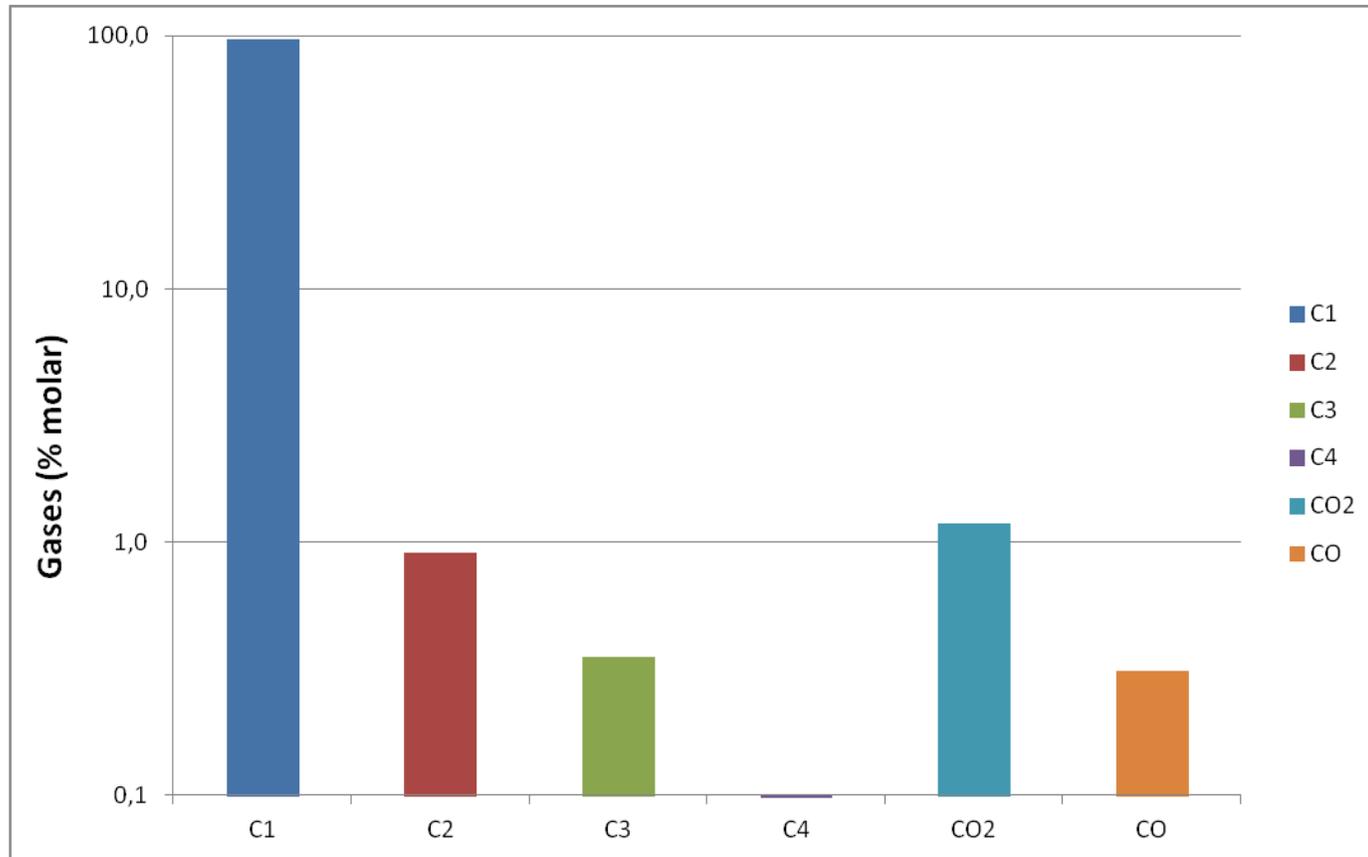
Curva de degasificación  
 Área de Paz del Río



# CUENCA CORDILLERA ORIENTAL

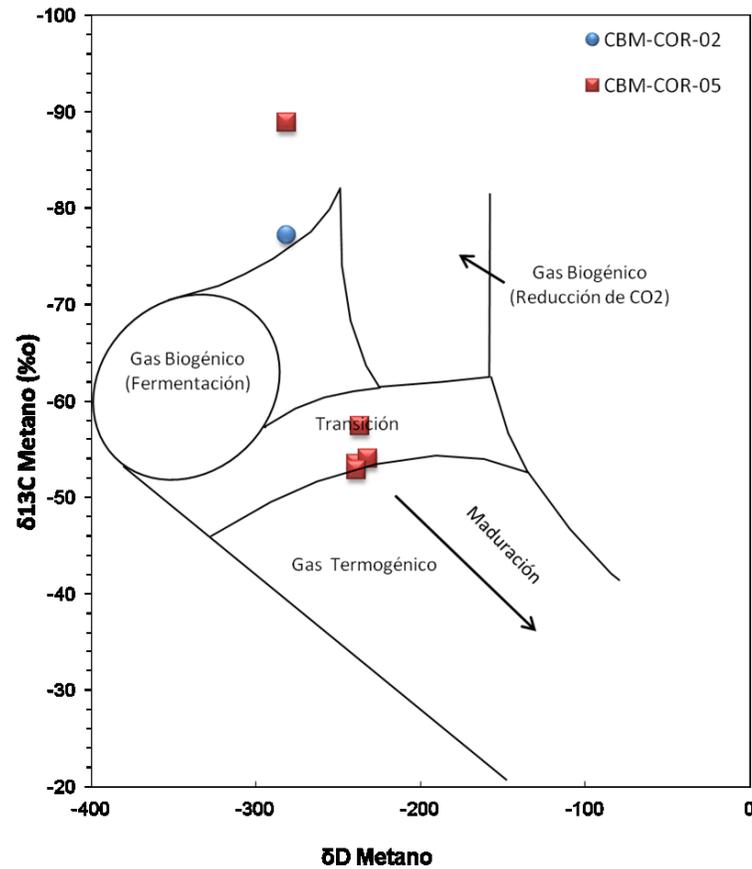
## CONTENIDO DE GASES

Contenido de Gases  
Muestra 03-GUA-CEC-001  
Bloque CBM-COR-05

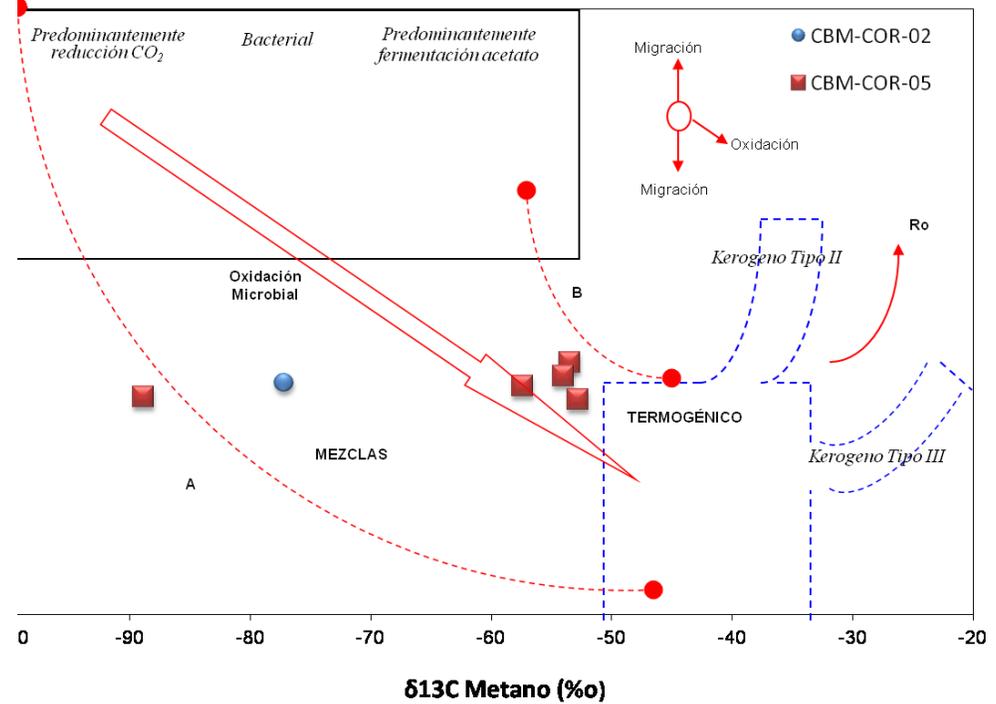


# CUENCA CORDILLERA ORIENTAL GEOQUÍMICA ISOTÓPICA DE GASES

**δD Metano vs δ13C Metano**

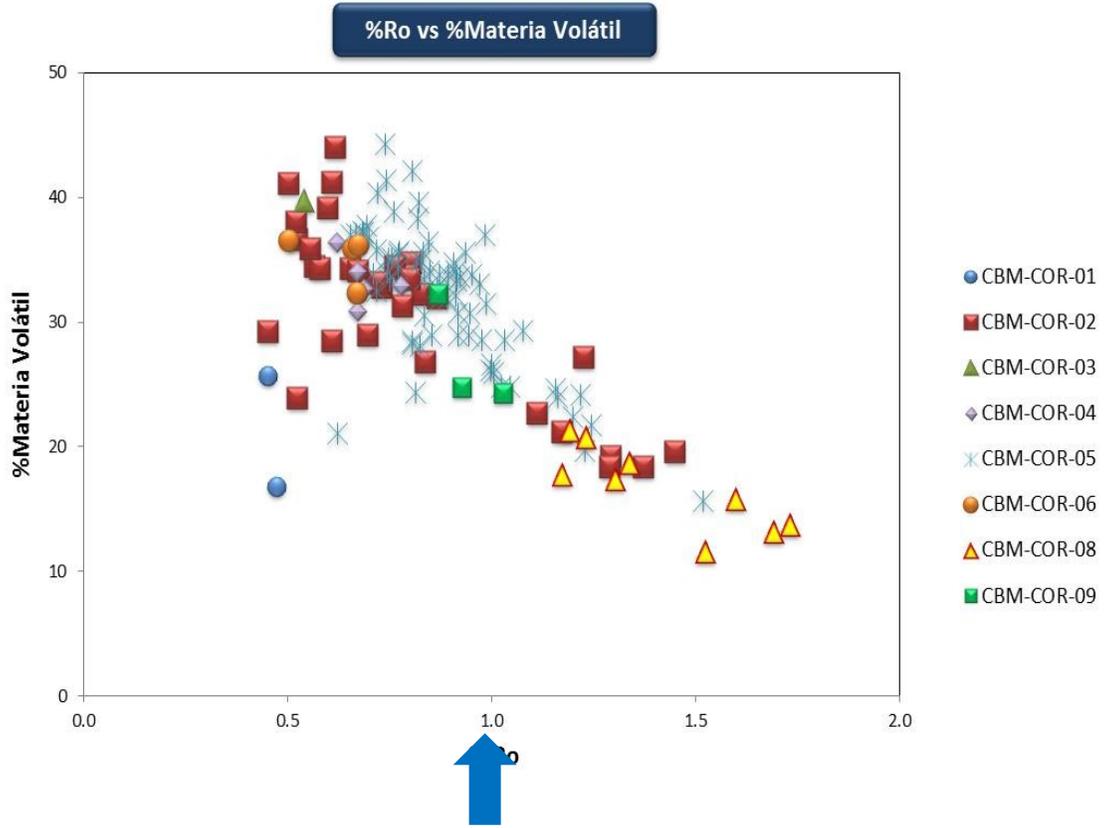


**δ13C vs C1/ (C2+C3)**

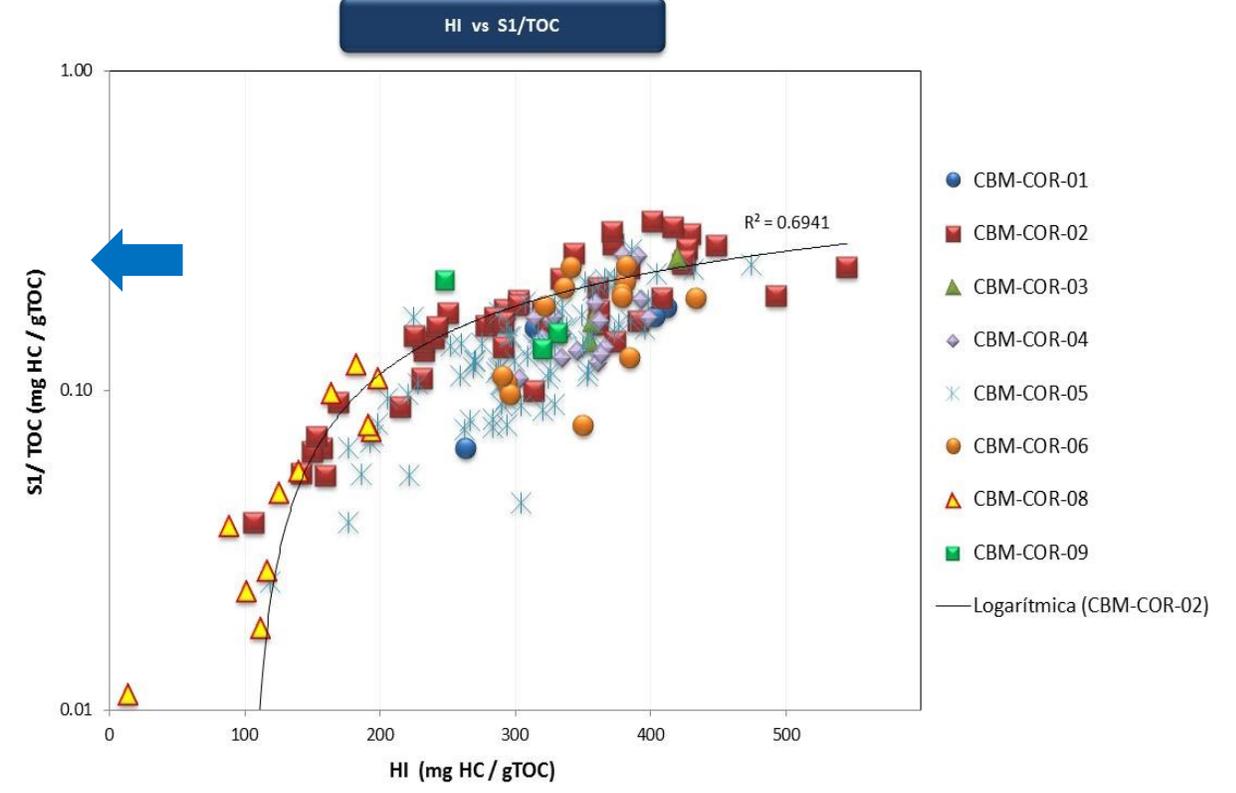


Gas Biogénico y Termogénico





Relación inversa entre MV vs Ro. La MV disminuye con el incremento de la madurez termal.

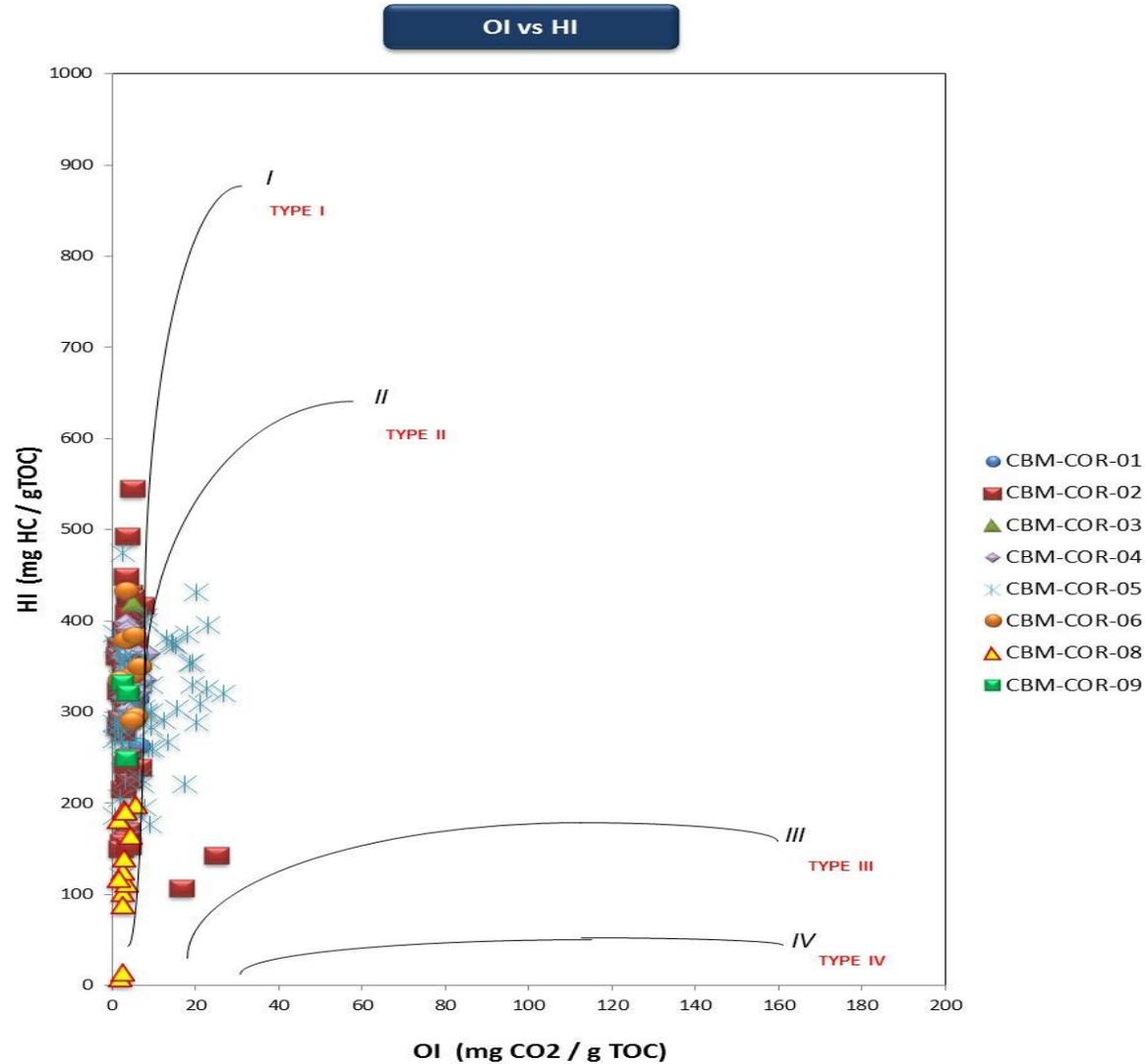


Relación directa entre S1/TOC vs HI. Se observan carbones con excelente capacidad de generación de gas



# CUENCA CORDILLERA ORIENTAL

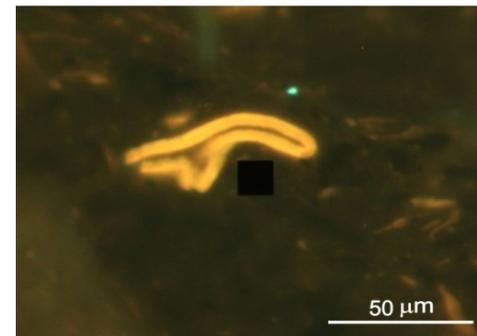
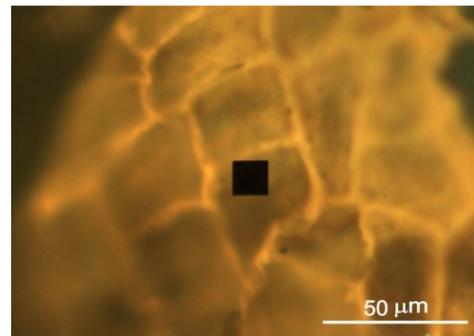
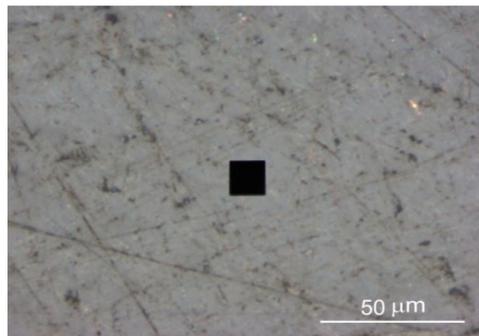
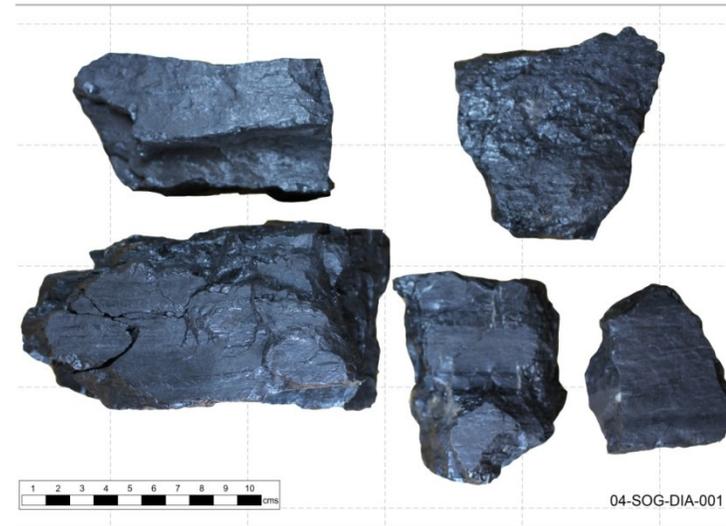
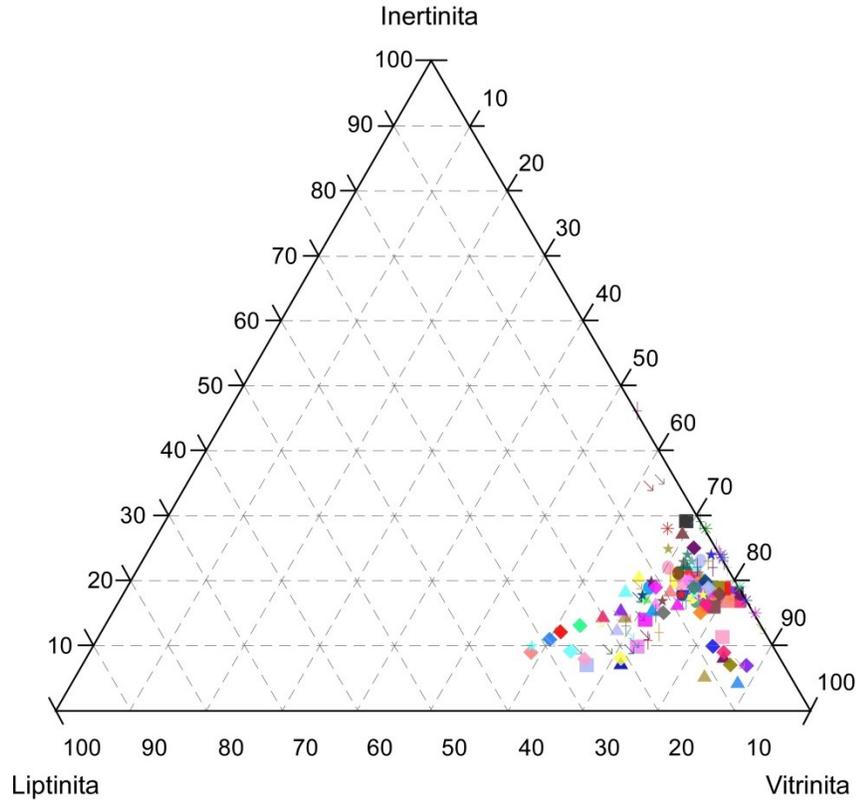
## DIAGRAMA DE VANKREVELEN DE LA FORMACIÓN GUADUAS



Los carbones de la Formación Guaduas de la Cordillera muestran un aporte importante de macerales ricos en hidrógeno, con potencial de generación de gas y aceite

# CUENCA CORDILLERA ORIENTAL

## ANÁLISIS DE MACERALES FORMACIÓN GUADUAS



## 2.) Tiene un potencial geológico Cundinamarca para un desarrollo de CBM ?



1. Guachetá (Uniminas S.A y Promincarg S.A.S). Bloque CBM-COR O5 ▲
2. Cucunubá-Sutatausa (Minminer S.A). Bloque CBM-COR-05 ●
3. Chinavita- Umbita (Intercontinental de Carbones S.A.S). ▮



## Preguntas del auditorio

○ **Gracias**



