

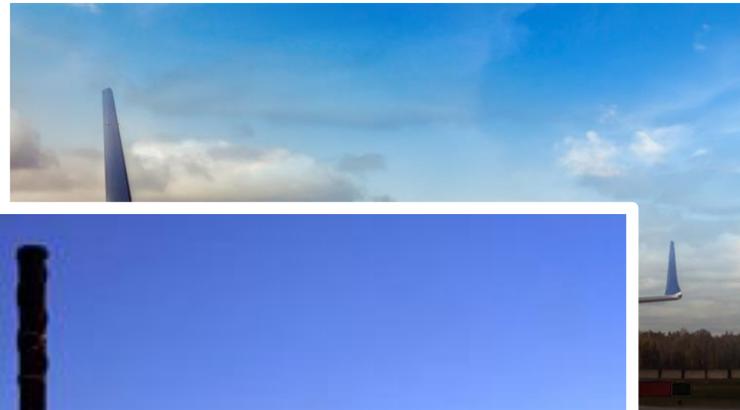
## VACA MUERTA.... Más allá de lo que ves



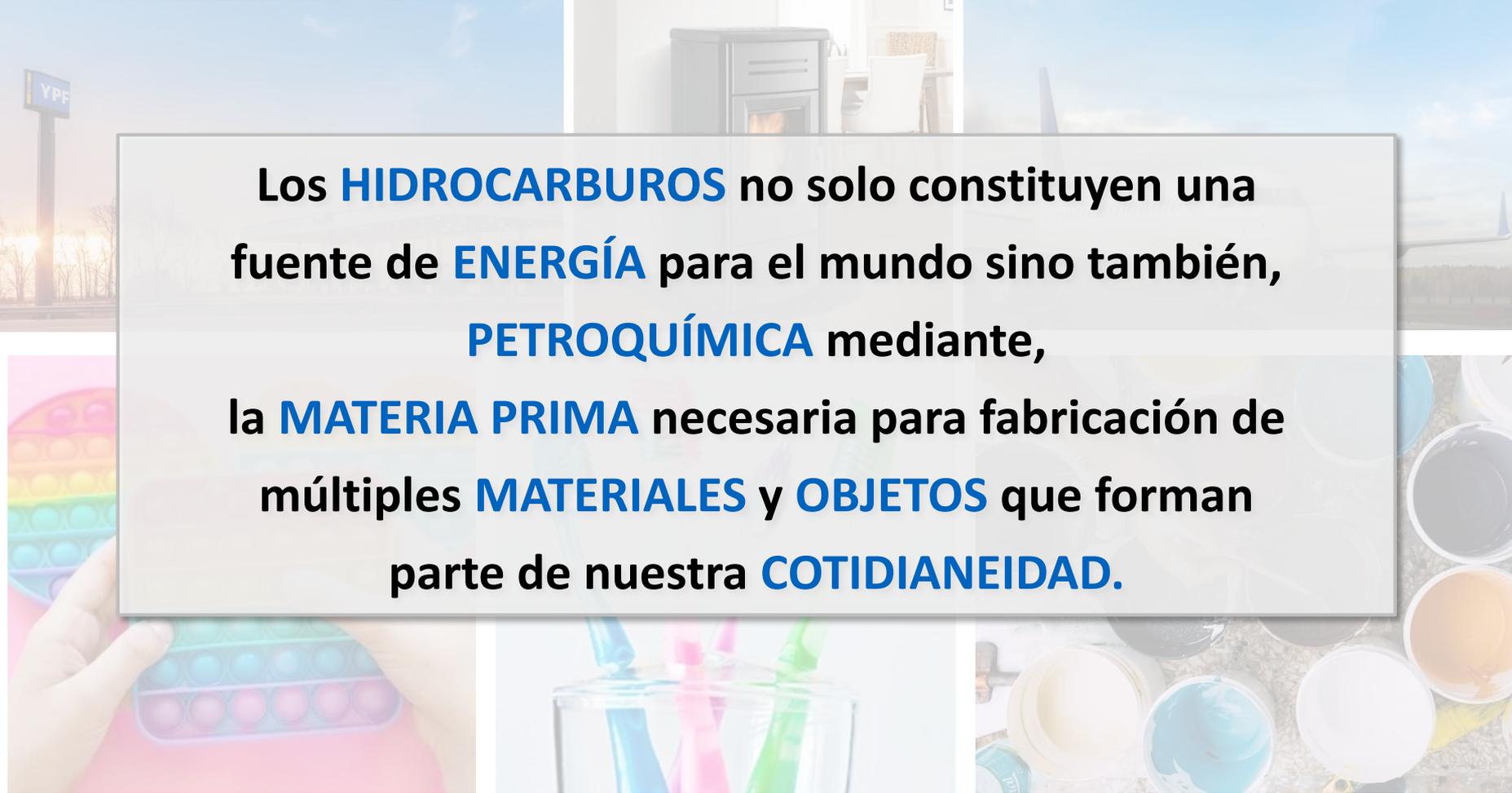
Guillermina Sagasti

Septiembre 2021









Los **HIDROCARBUROS** no solo constituyen una fuente de **ENERGÍA** para el mundo sino también, **PETROQUÍMICA** mediante, la **MATERIA PRIMA** necesaria para fabricación de múltiples **MATERIALES** y **OBJETOS** que forman parte de nuestra **COTIDIANEIDAD**.

# Contenidos



- ❑ **¿De qué hablamos cuando hablamos de *Shale*?**
- ❑ **Permeabilidad / Nivel de navegación**
- ❑ **¿Qué se necesita para que el desarrollo de Vaca Muerta sea exitoso?**
- ❑ **Evaluación de Vaca Muerta en fase de delineación**
- ❑ **Línea de tiempo de Vaca Muerta en 9 *clicks***

# ¿De qué hablamos cuando hablamos de *Shale*?

Hablamos de **rocas sedimentarias de grano muy fino.**

En **algunos casos** estas rocas tienen un **elevado contenido de materia orgánica** que, por efectos de **presión y temperatura**, sufre transformaciones que da lugar a la **generación de hidrocarburos.**

A este tipo de *shales* se las denomina **roca madre** o roca **generadora de hidrocarburos.**

Wentworth/Doeglas		DIN 4022	
[mm]			[mm]
63		<b>Bloques</b>	63
32	muy grueso	<b>Gravas</b>	grueso
16	grueso		medio
8	medio		fino
4	fino		
2	muy fino	<b>Arena</b>	2
1	muy grueso		grueso
0,5	grueso		medio
0,25	medio		fino
0,125	fino		
0,063	muy fino		0,063
0,032	muy grueso	<b>Silt o Limo</b>	grueso
0,016	grueso		medio
0,008	medio		fino
0,004	fino		
0,002	muy fino	0,002	
		<b>Arcilla</b>	

www.geovirtual2.ci

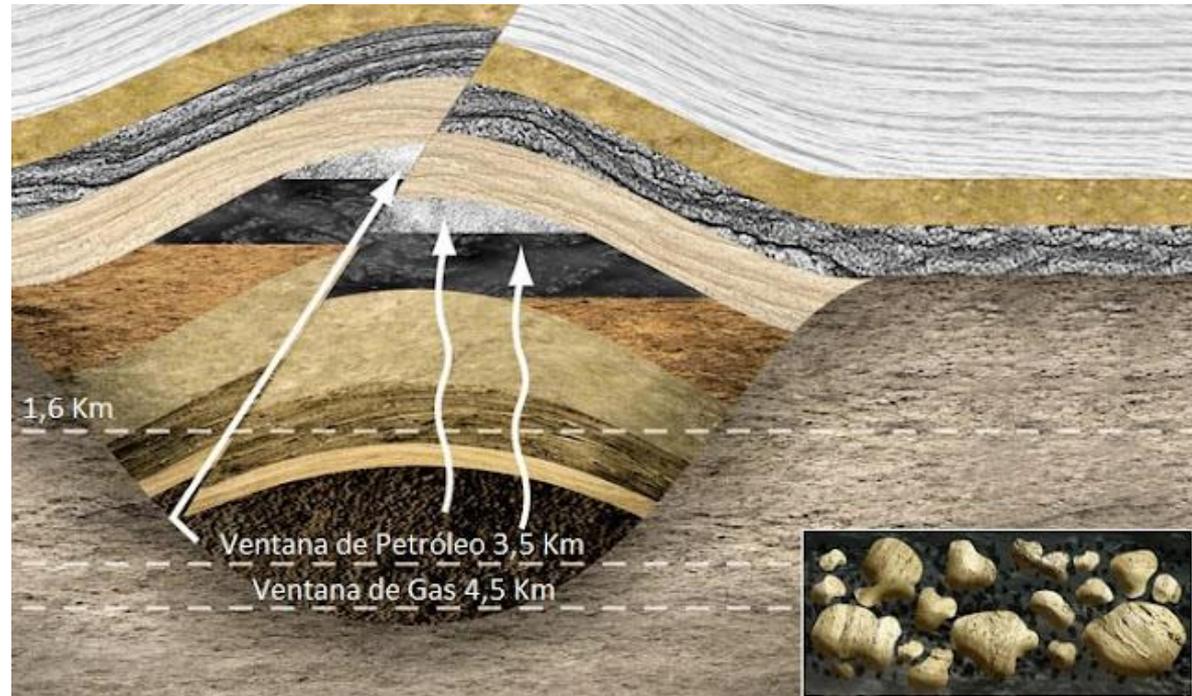
Wentworth (1922), Doeglas (1966), DIN 4022



# ¿De qué hablamos cuando hablamos de *Shale Plays*?

Parte del hidrocarburo generado por la roca madre es **expulsado** fuera de la misma y, luego de un **proceso de migración**, se aloja en **rocas reservorio** o bien **escapa sin sufrir entrapamiento**.

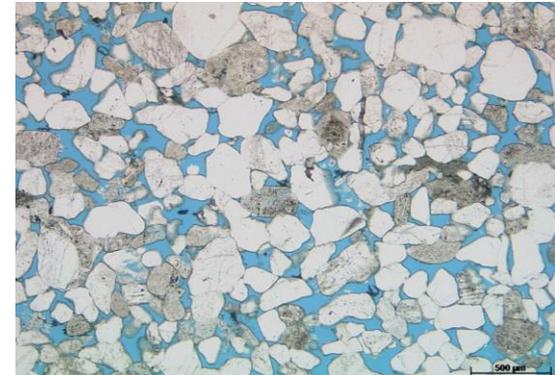
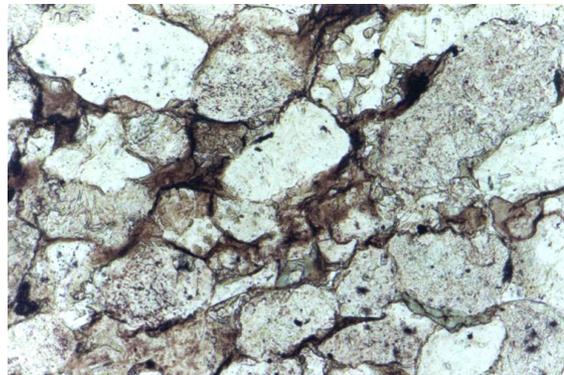
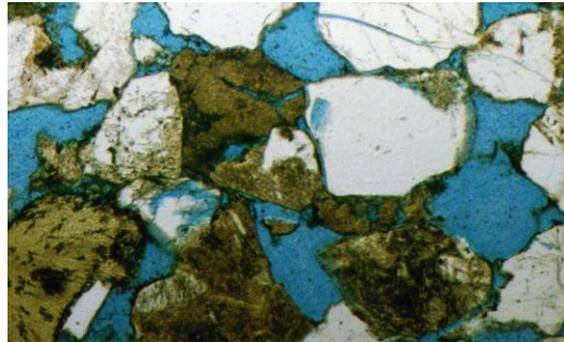
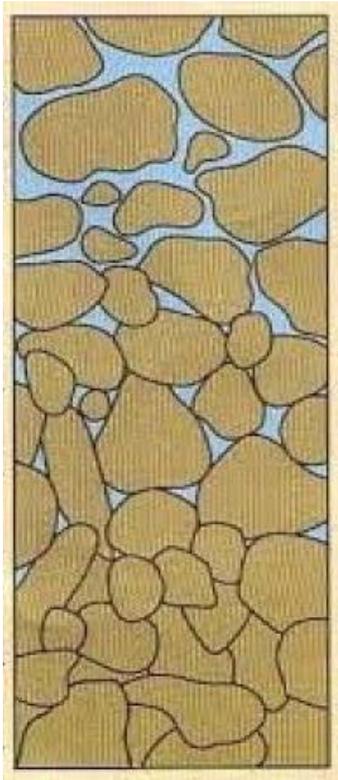
Parte del hidrocarburo queda en la roca generadora y, mediante técnicas de **estimulación hidráulica**, puede dar lugar a la **producción de gas y/o petróleo**.



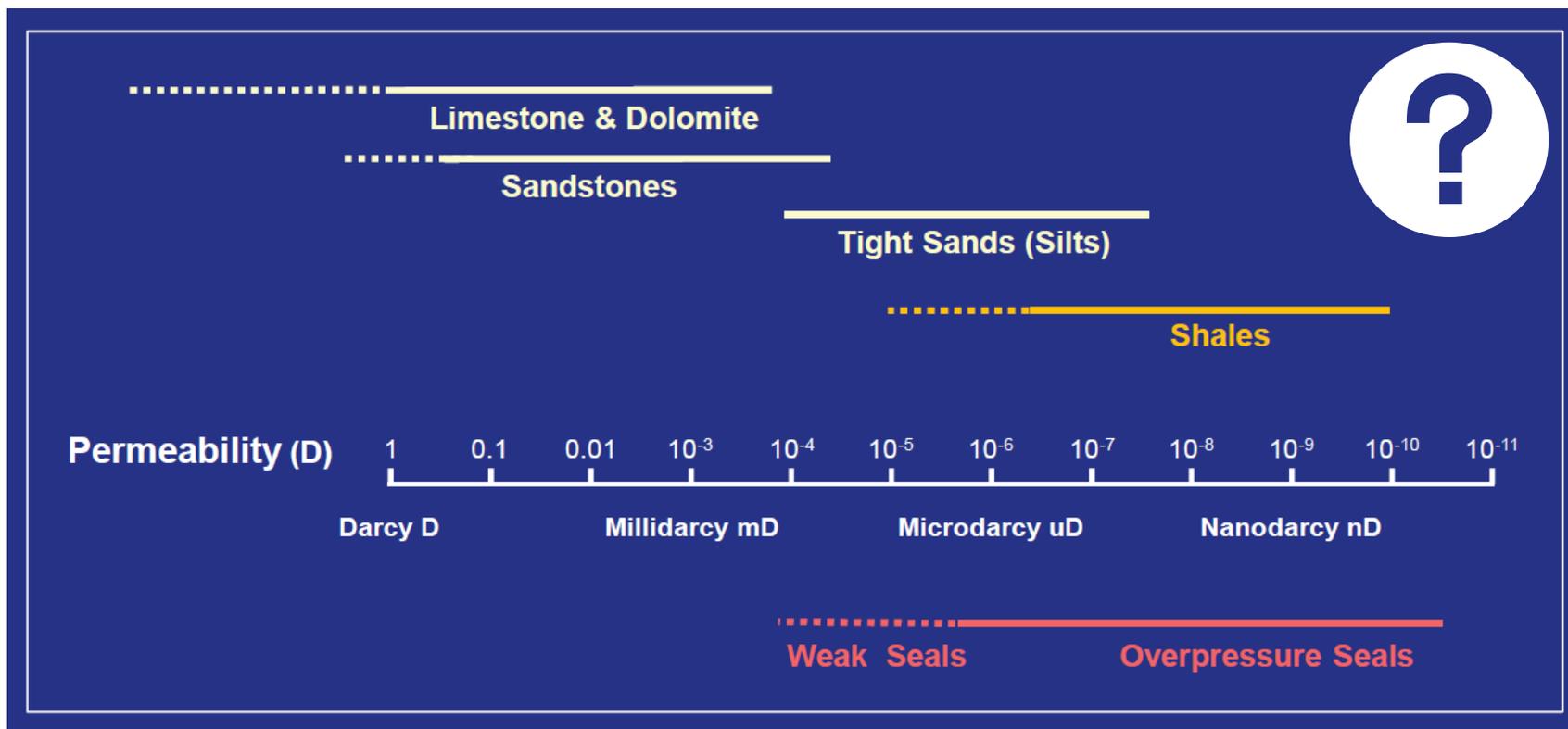
Una de las **principales diferencias** entre los **reservorios convencionales** y los **no convencionales** tipo *Shale* es la **extrema baja permeabilidad** de estos últimos.

# ¿Qué es la permeabilidad?

- **Capacidad** que tiene un **material poroso** de **dejar pasar un fluido** a través de sus poros.
- Los **poros** son los **espacios ubicados entre los clastos y/o cemento** que forman las **rocas sedimentarias**.
- La permeabilidad depende de la **porosidad** y el **tamaño, geometría e interconexión** de los **poros**.



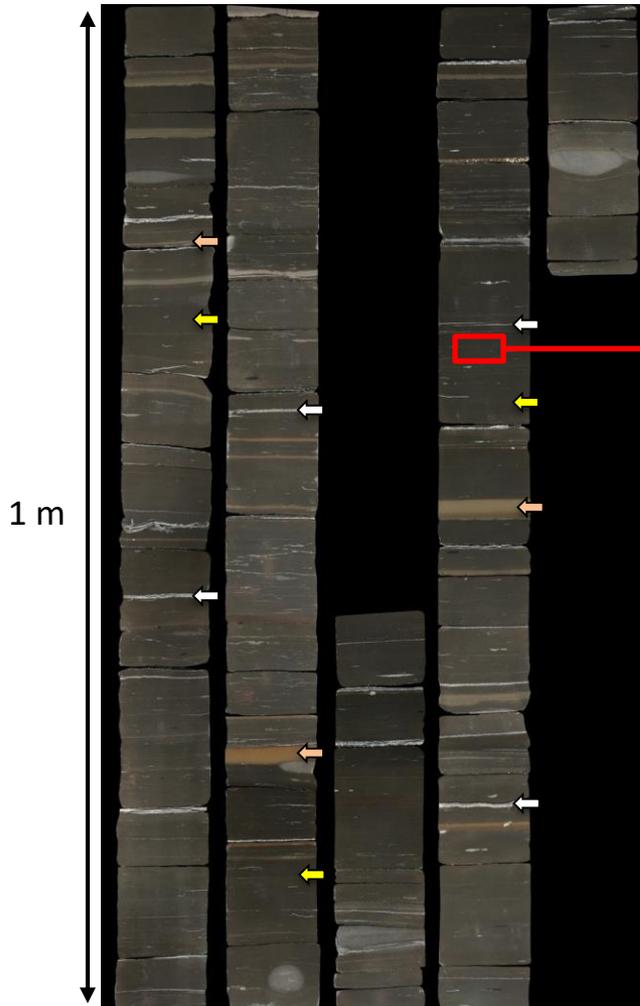
# Permeabilidad



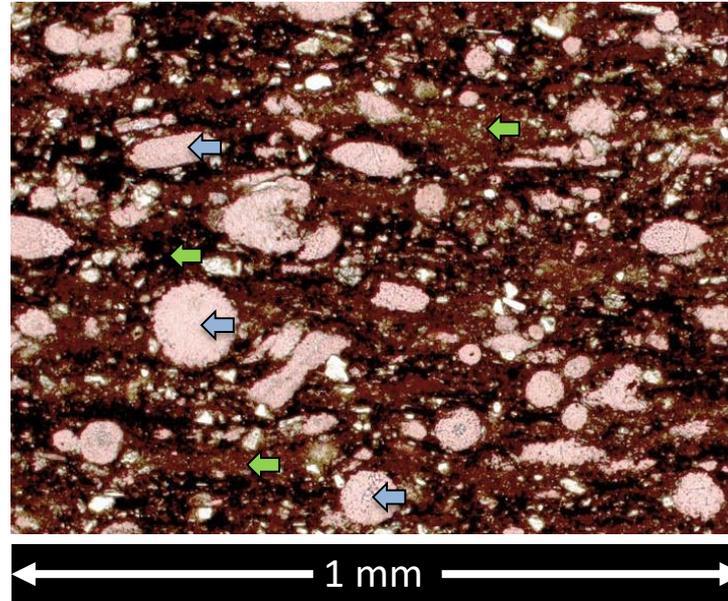
*Berg, SPE 2013-2014 Distinguished Lecturer Series*

# ¿Por qué los *shales* tienen tan baja permeabilidad?

*Vaca Muerta en coronas*



*Vaca Muerta en microscopio petrográfico*



← *Matriz formada por arcilla/limo y materia orgánica*

← *Microfósiles*

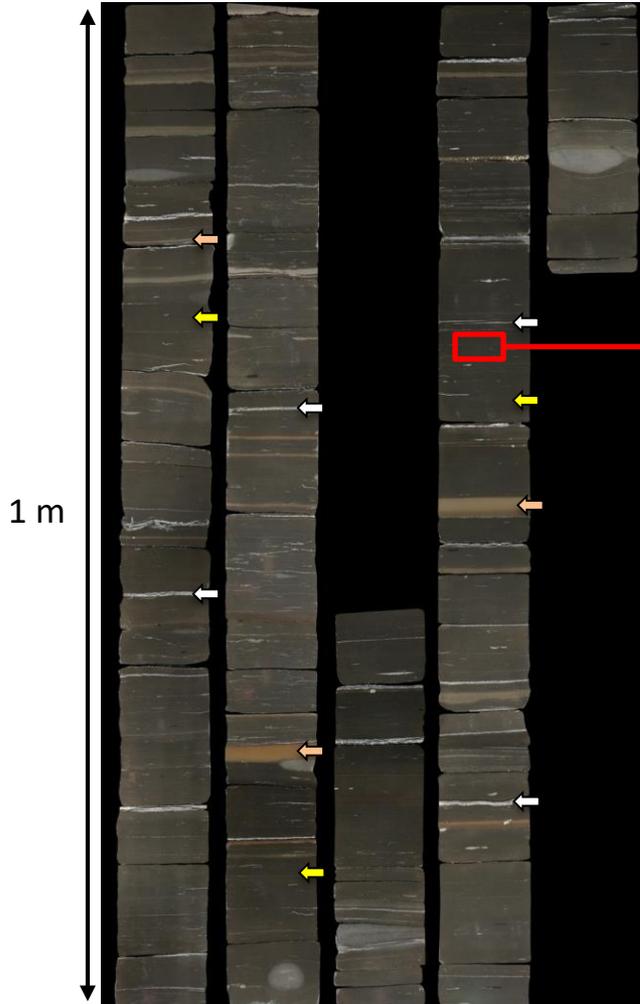
← *Shale con alto contenido de materia orgánica*

← *Niveles de cenizas volcánicas*

← *Venas de calcita*

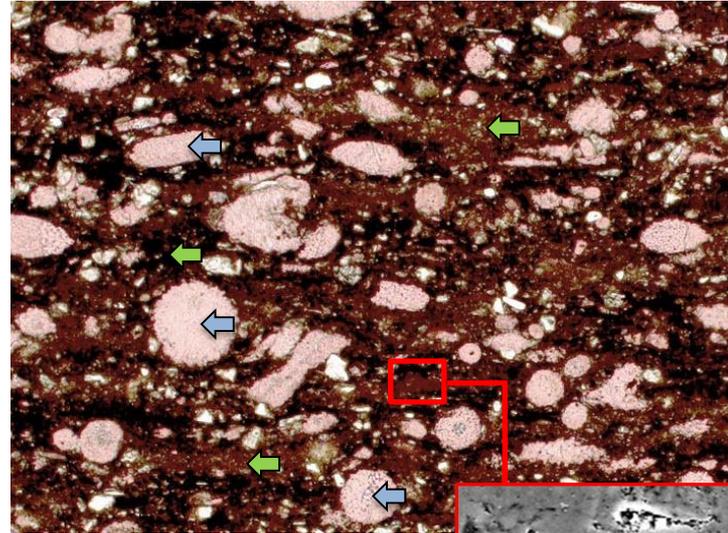
# ¿Por qué los *shales* tienen tan baja permeabilidad?

*Vaca Muerta en coronas*

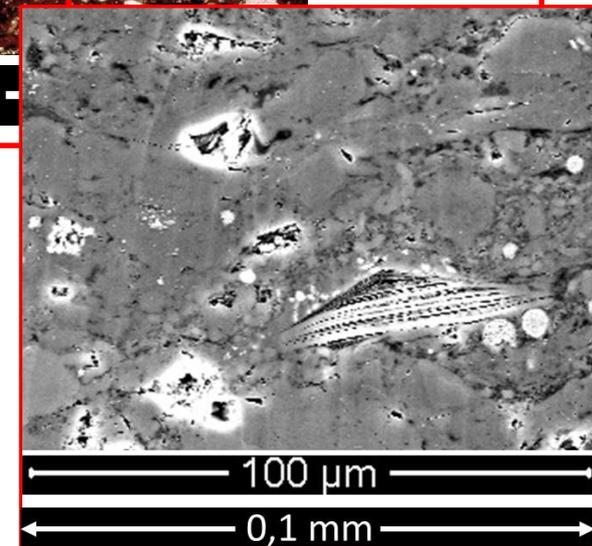


- ← Shale con alto contenido de materia orgánica
- ← Niveles de cenizas volcánicas
- ← Venas de calcita

*Vaca Muerta en microscopio petrográfico*



- ← Matriz formada por arcilla/limo y materia orgánica
- ← Microfósiles



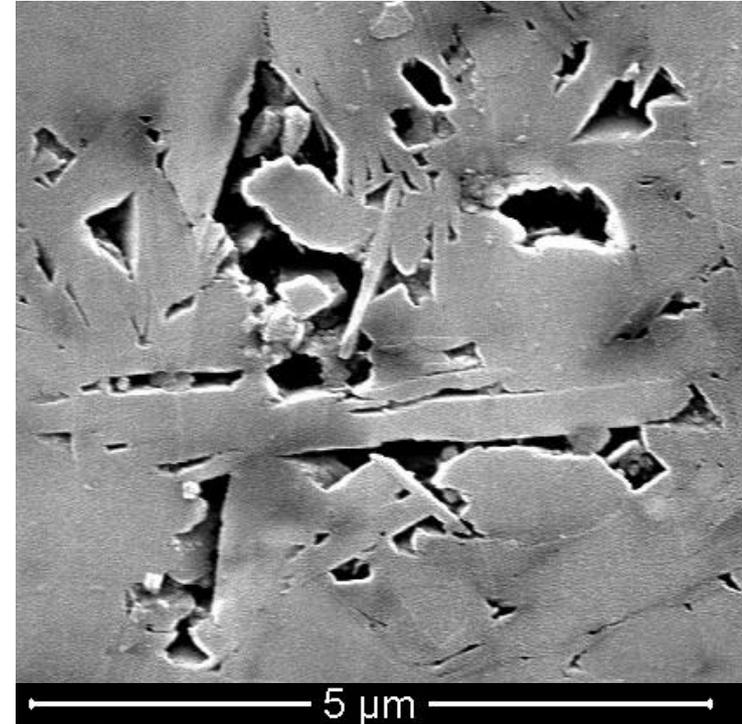
*Vaca Muerta en microscopio electrónico*

# ¿Por qué los *shales* tienen tan baja permeabilidad?

*Porosidad en materia orgánica*



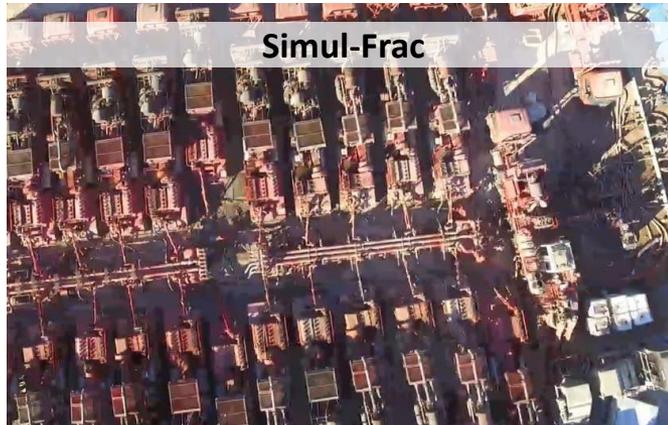
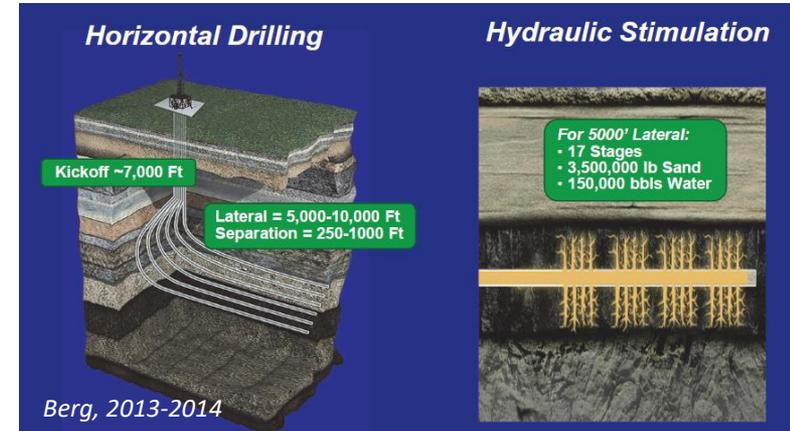
*Porosidad entre minerales*



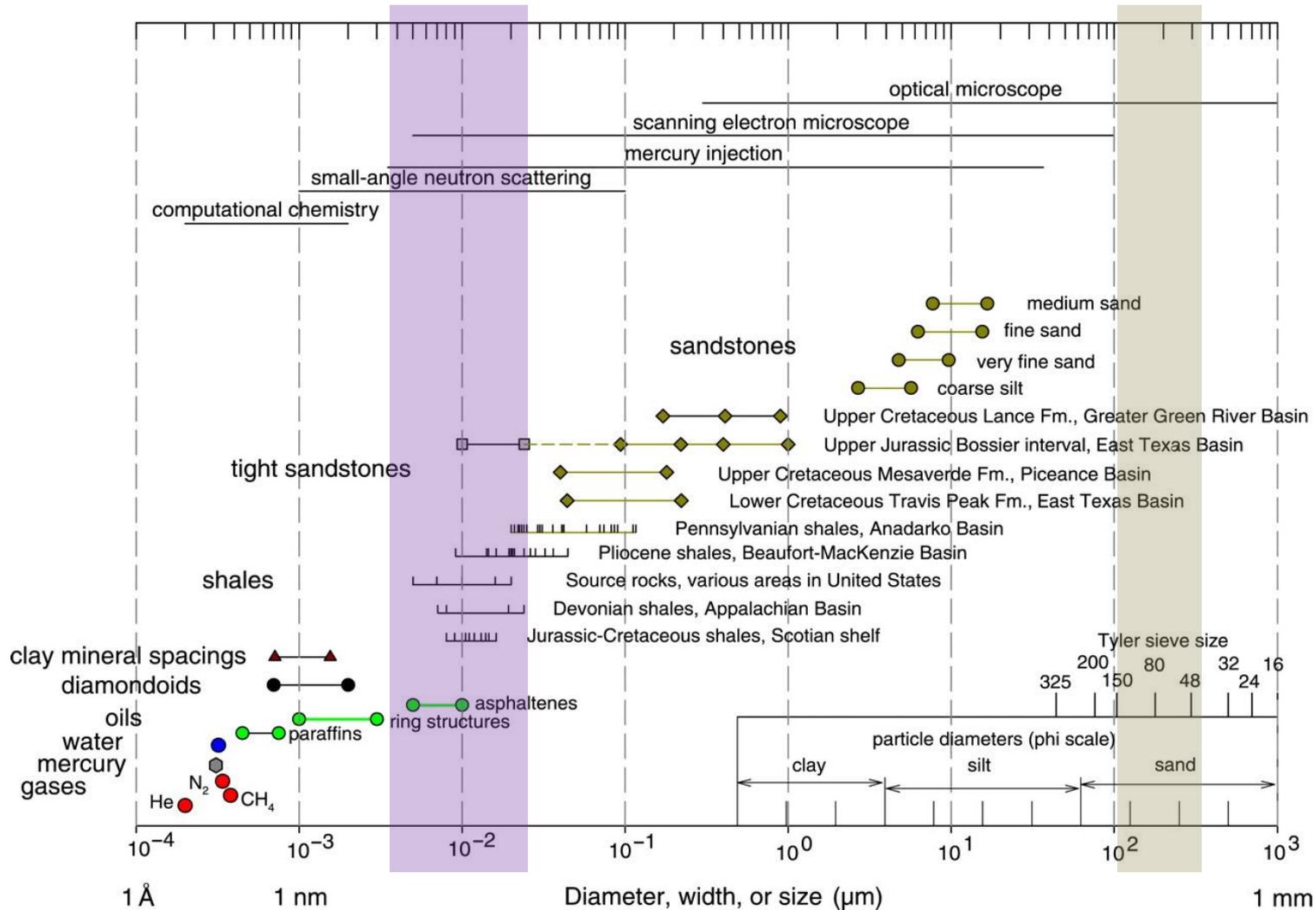
- La baja **permeabilidad** está relacionada con el reducido **tamaño de los poros**.
- El **diámetro de los poros** en los *shales* es de tamaño **nanométrico** (1 nm = 0,000001 mm).
- El **diámetro del cabello humano** varía entre **15.000 y 170.000 nanómetros**.

# Conductividad.....Conductividad.....Conductividad !!!

- Para **producir los hidrocarburos** alojados en los **shales** es necesario **conectar los nanoporos** para **elegir la conductividad**.
- A partir de la evolución de **tecnologías de estimulación hidráulica** en **pozos horizontales**, se ha logrado generar **canales de mayor conductividad** y así **producir comercialmente hidrocarburos** alojados en estas rocas.

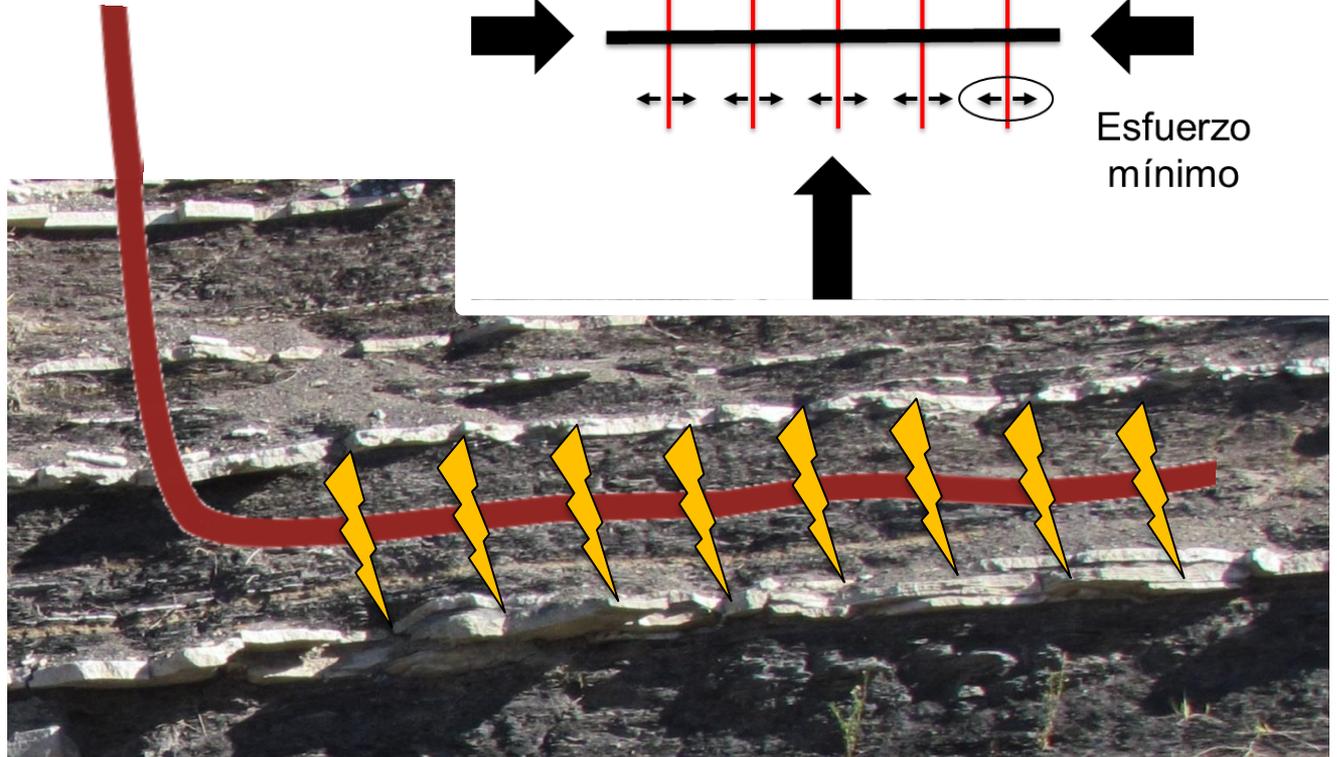
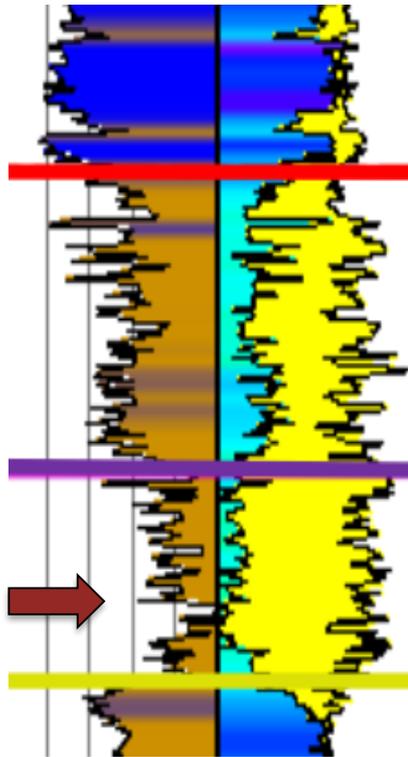


# Diámetro de partículas, poros, hidrocarburos y agende de sostén



# Pozos horizontales

## Nivel de navegación



# ¿Qué se necesita para que el desarrollo de Vaca Muerta sea exitoso?

- **Alta productividad** de hidrocarburos.
- **Bajo costo** de desarrollo.
- Fuente local de **agente sostén** y **agua**.
- **Instalaciones** para el tratamiento de la **producción**.
- **Ductos** para el transporte.
- Desarrollo de **infraestructura** de **transporte** y **servicios locales**.
- **Profesionales** y **técnicos** capacitados.
- **Interacción ordenada** y cuidada con las **comunidades** y el **medio ambiente**.
- **Legislación adecuada** que permita **economicidad** tanto para la empresa como para el estado.



# Desafíos de subsuelo para lograr el desarrollo exitoso de Vaca Muerta

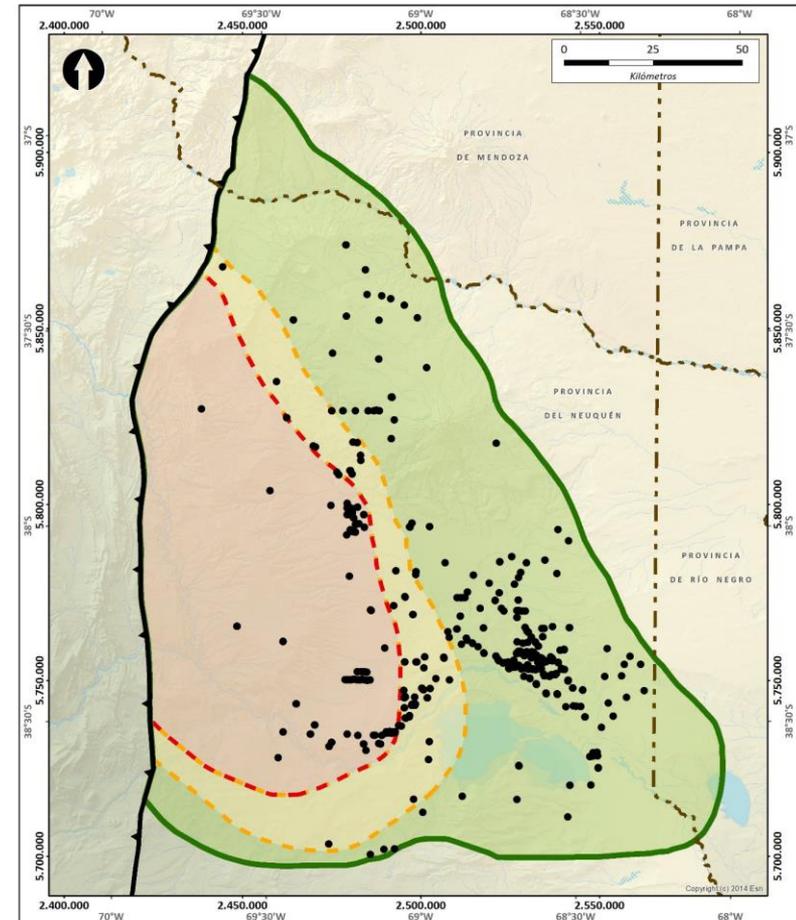


*Predecir la productividad de VM a lo largo de la cuenca Neuquina*

*Heterogeneidad del reservorio y los fluidos*

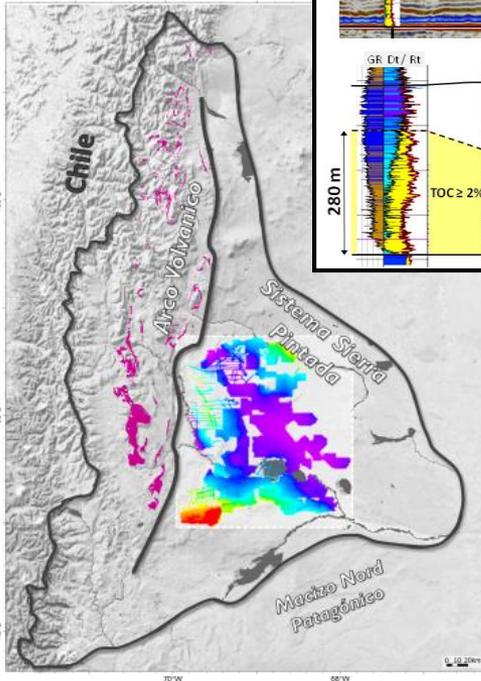


*Distribución de los datos*

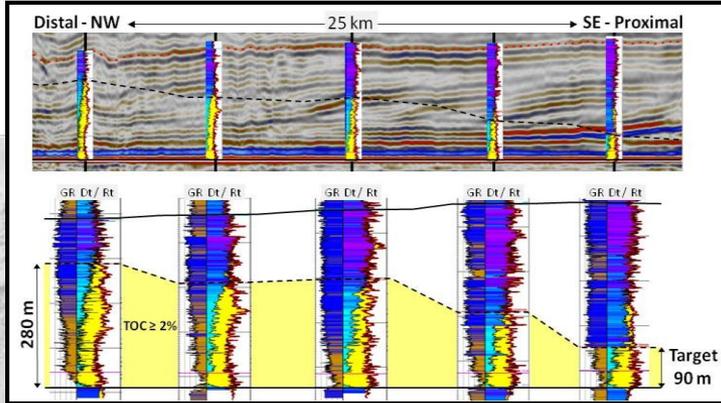


# Heterogeneidad estratigráfica

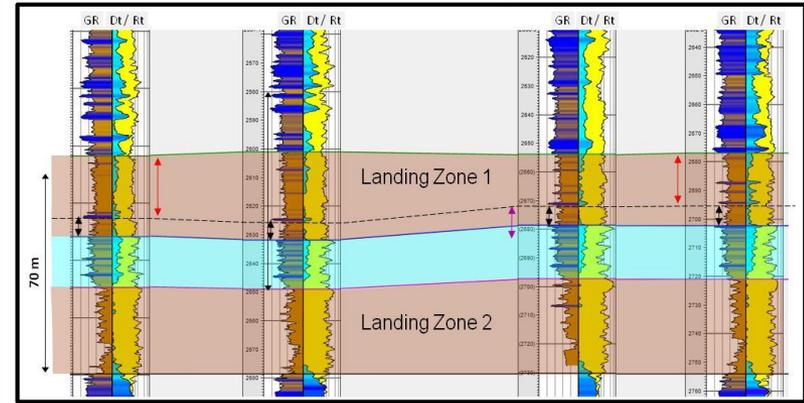
## Regional



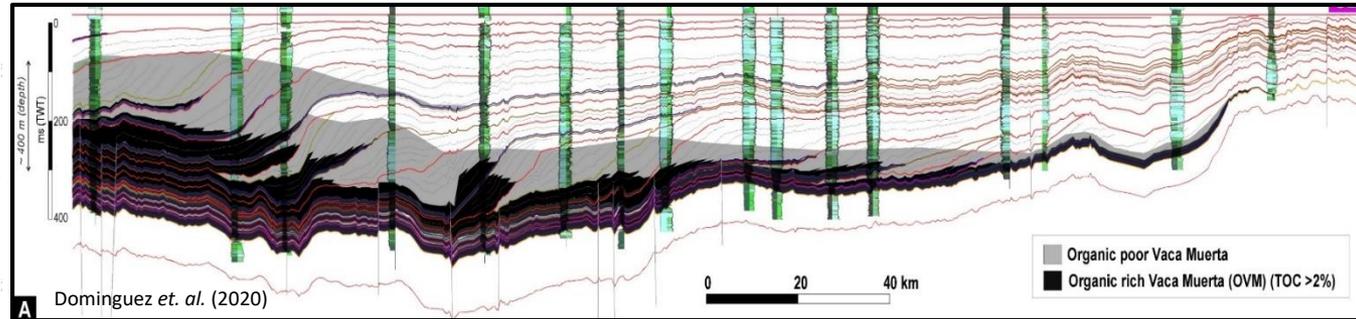
## Bloque



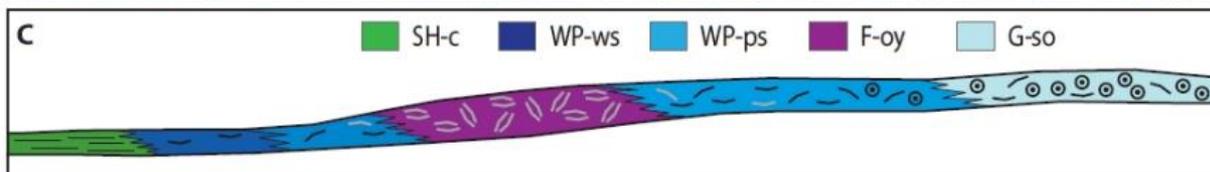
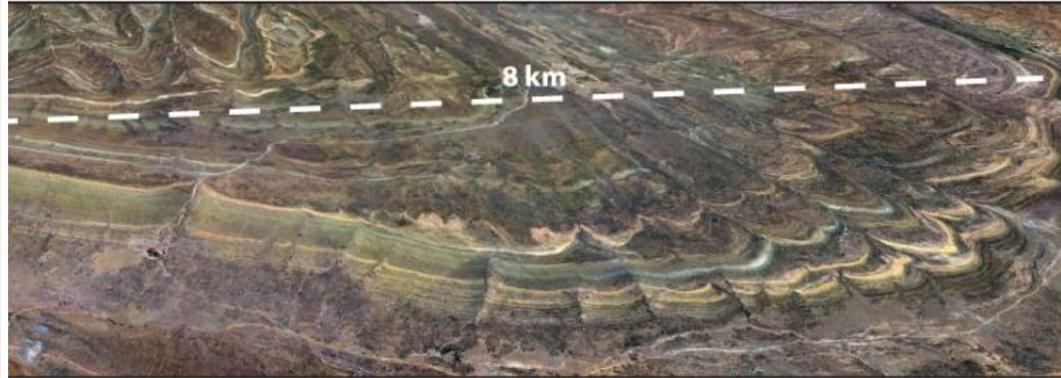
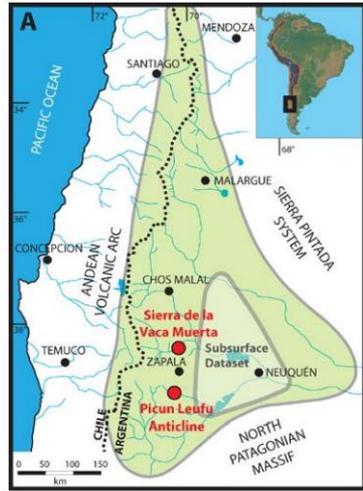
## Intervalo de Navegación



## Regional

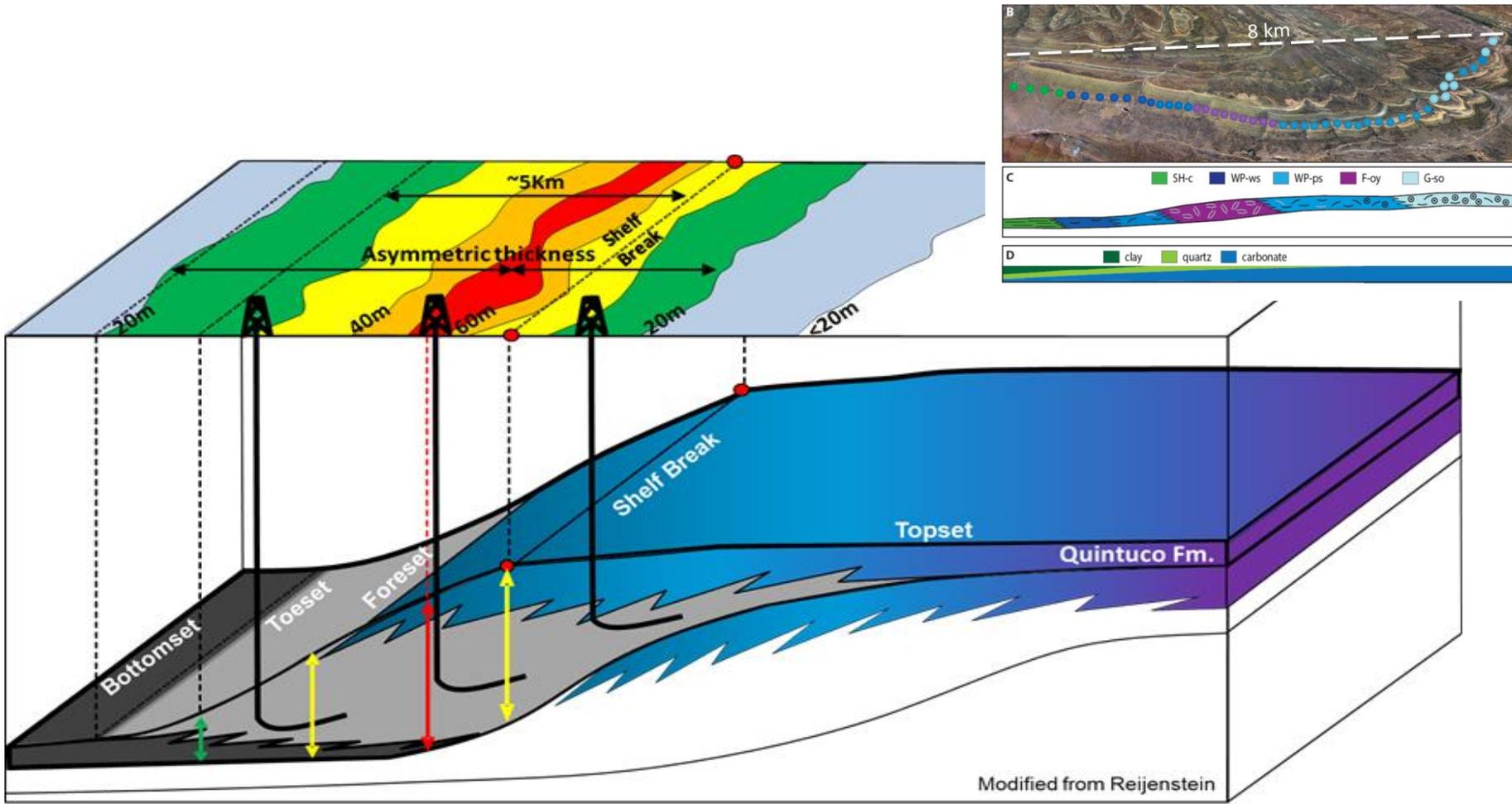


# Variaciones de facies a lo largo del perfil deposicional



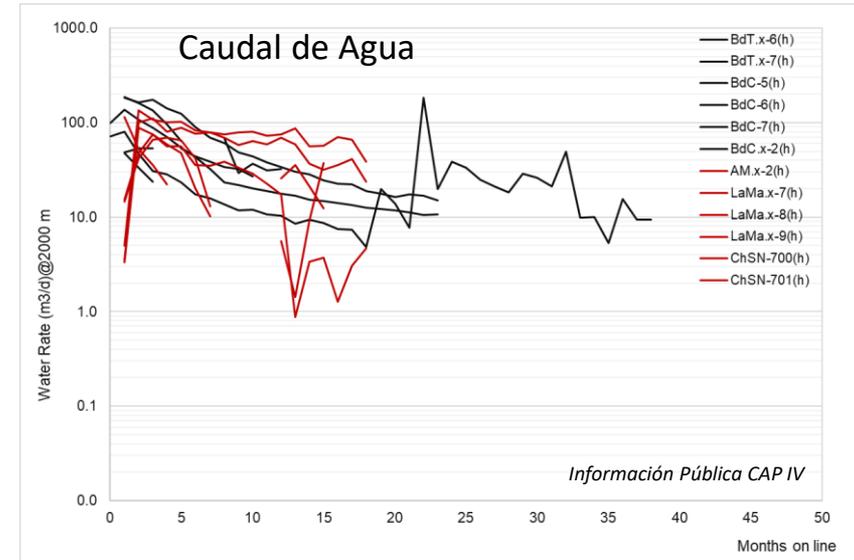
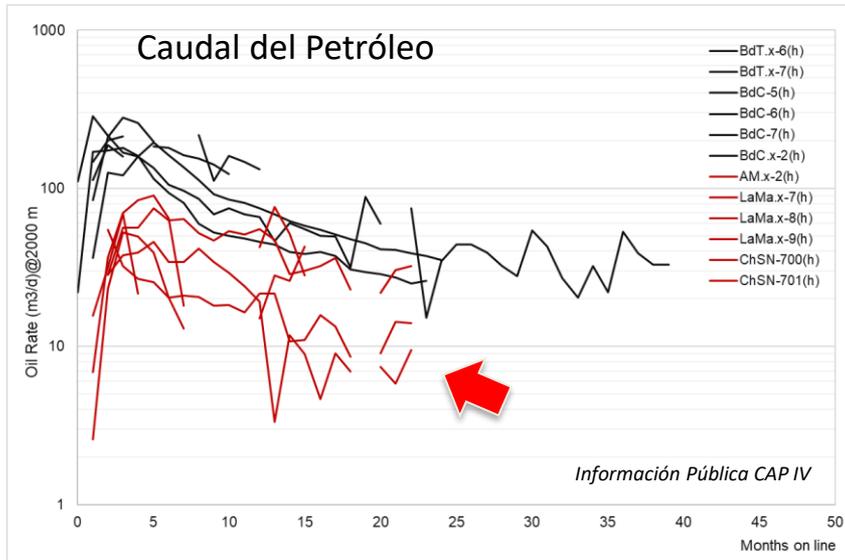
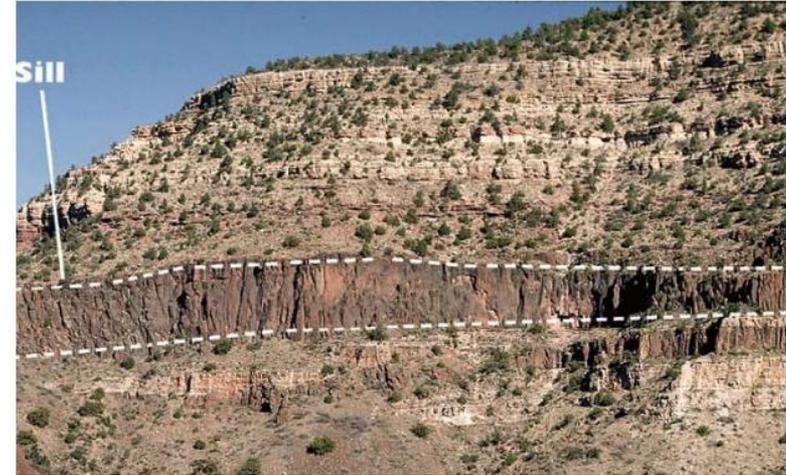
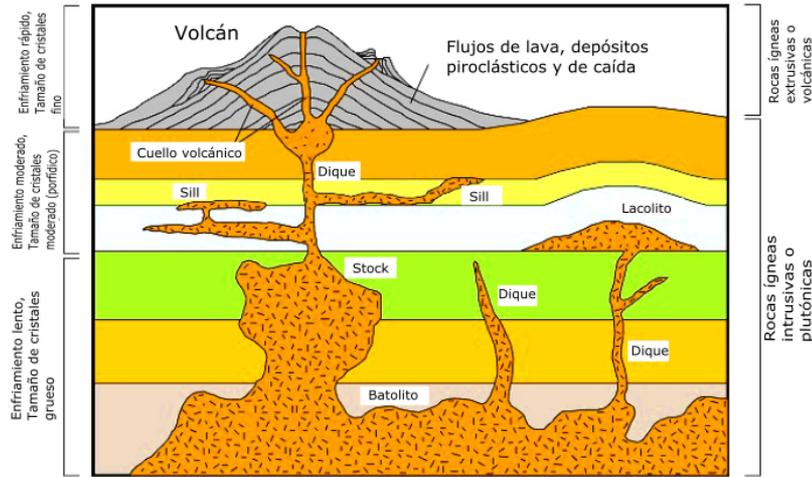
Tomado de Zeller, M. 2013

# Variaciones de facies a lo largo del perfil deposicional

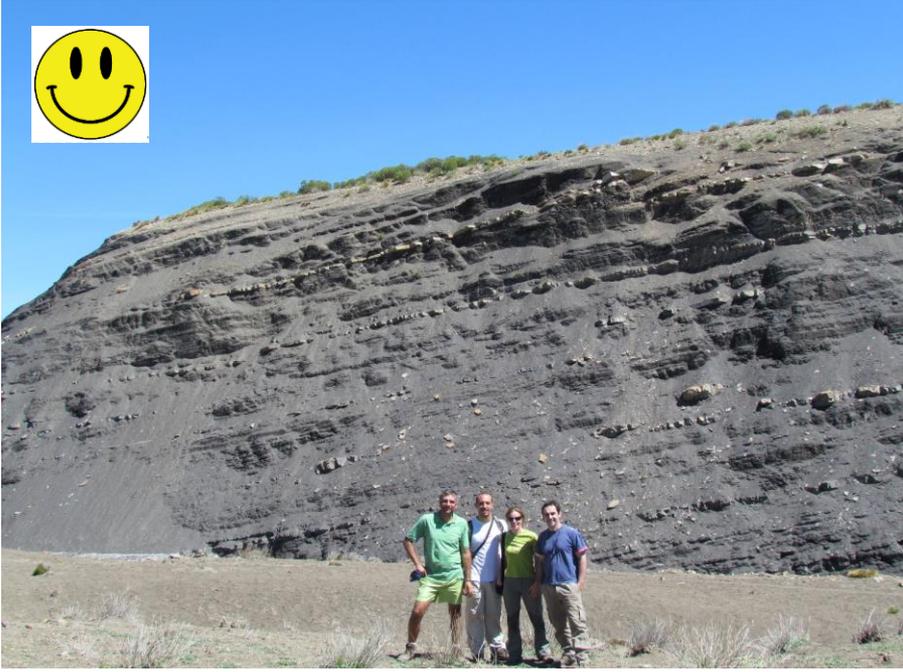


Modified from Reijnenstein

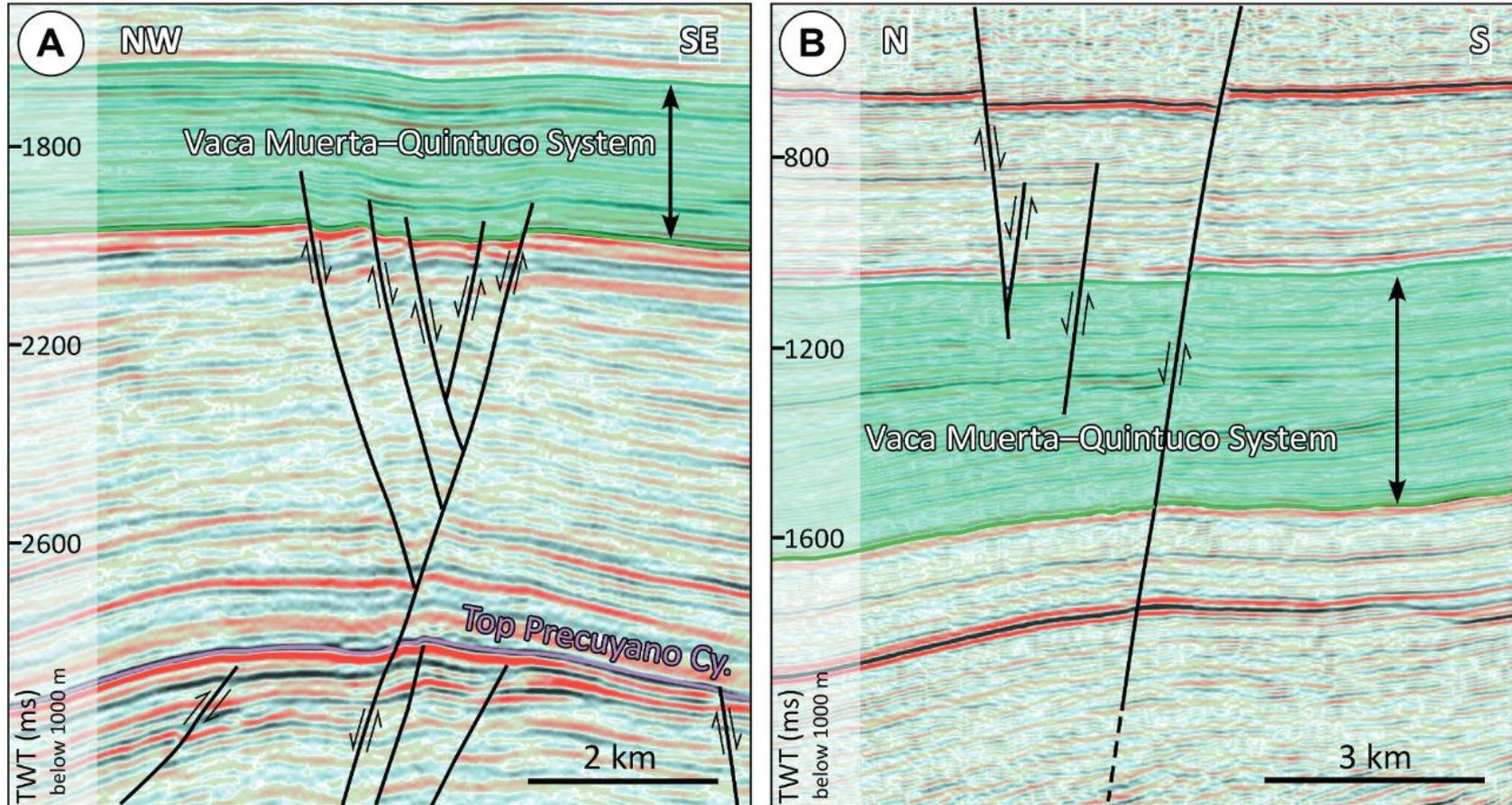
# Heterogeneidad asociada a la presencia de cuerpos intrusivos



# Heterogeneidad asociada al estilo/complejidad estructural



# Heterogeneidad asociada al estilo/complejidad estructural



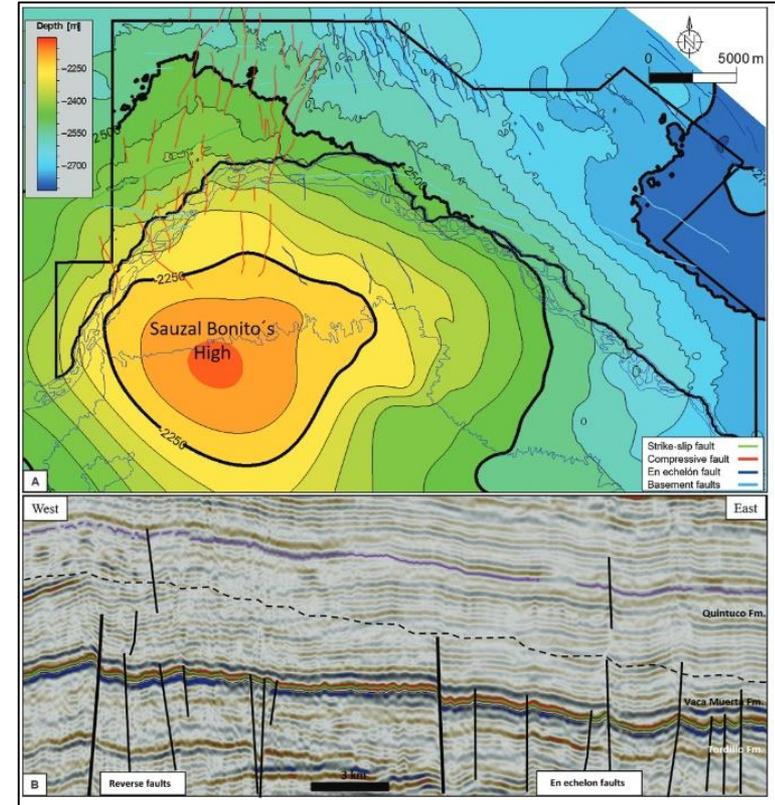
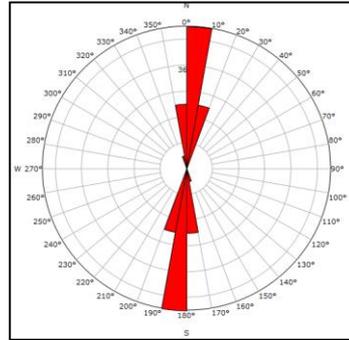
**Figure 10.** (A) North-northeast–south-southwest normal faults, Río Neuquén block. (B) East–West normal faults, Chasquivil block. See Figure 8 for locations.

# Evaluación de Vaca Muerta en fase de delineación

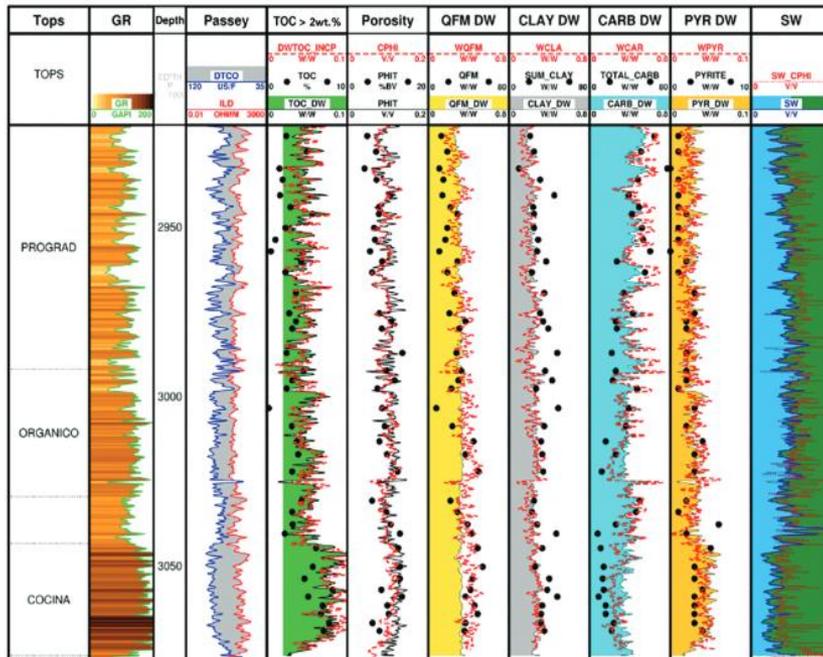
Se analizan las **características geológicas** y de **fluido**.

Se identifican **fallas** y/o cuerpos **intrusivos**.

Se determina la **orientación de los esfuerzos**.



Tomado de Vittore et al., 2020

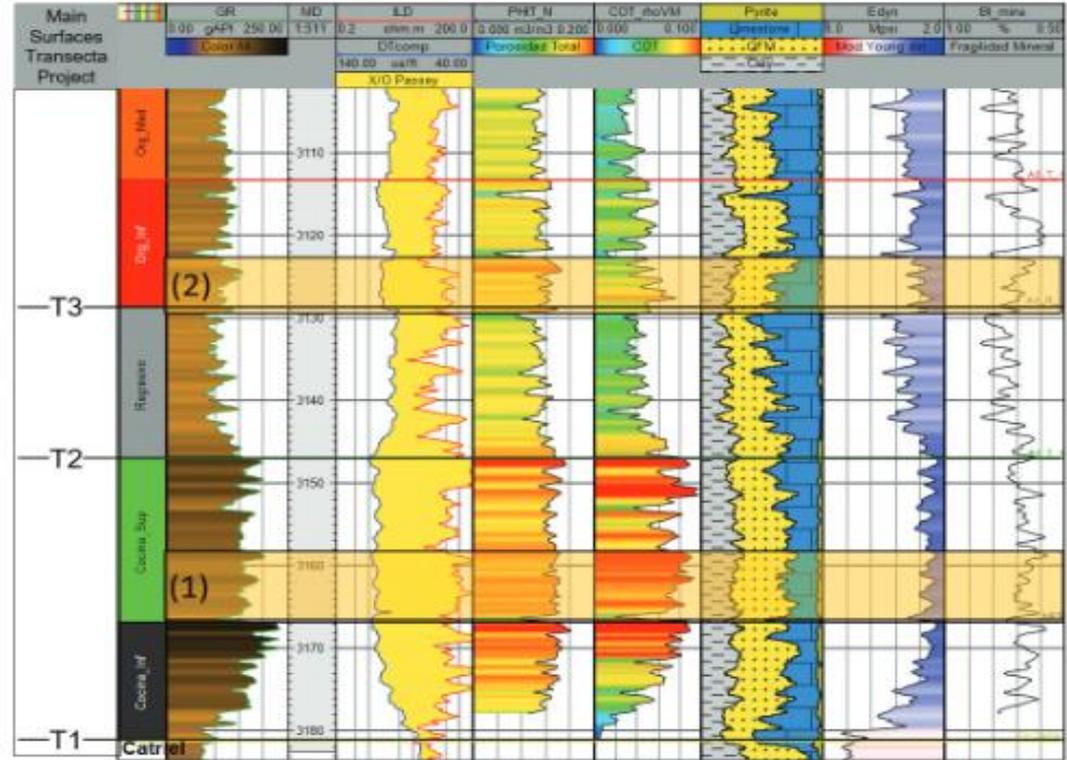
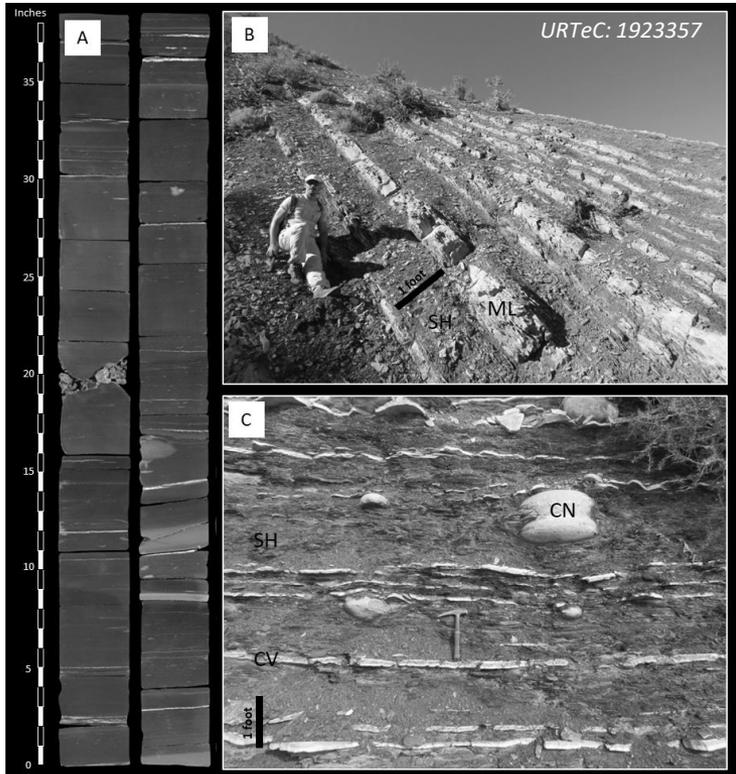


Tomado de Vittore et al., 2020

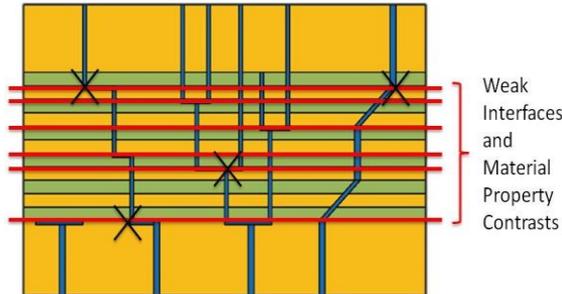
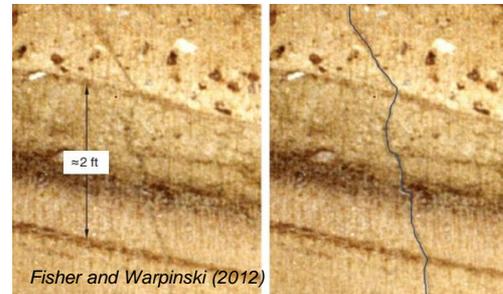
El espesor de **VM con TOC > 2%** es considerado potencial **pay**. Se analiza en **detalle** la secuencia para **definir los intervalos** con mayor potencial para **navegar los pozos horizontales**.

# Evaluación de Vaca Muerta en fase de delineación

La caracterización de las **coronas** y **perfiles** resulta crítica para entender el patrón de **apilamiento** y los **contrastes de propiedades elásticas** entre capas ya que impactan en el **crecimiento en altura** de la **fracturas hidráulicas**.



Tomado de Vittore et al., 2020



# Evaluación de Vaca Muerta en fase de delineación

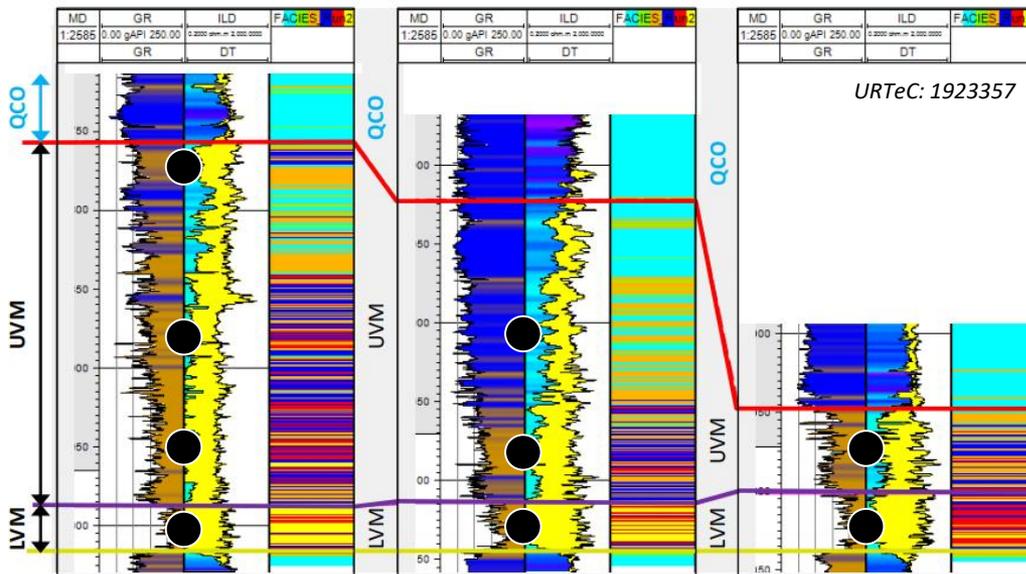
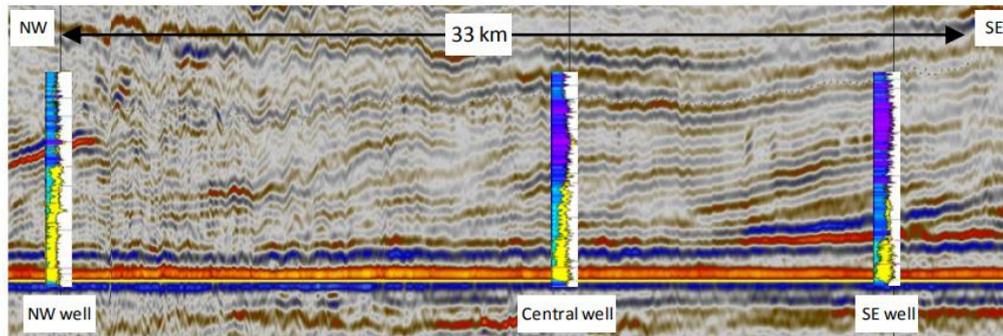
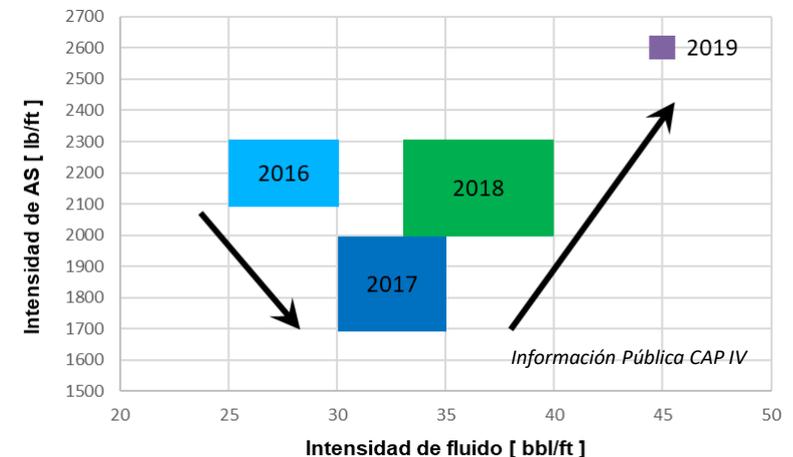


Figure 7. Stratigraphic and geographic distribution of electrofacies in three selected wells located along a NW-SE transect.

## Diseño de estimulación

¿Generamos un mismo diseño de estimulación para todos intervalos de navegación?

¿Adaptamos el diseño de estimulación considerando las características del reservorio?



# Desarrollo masivo

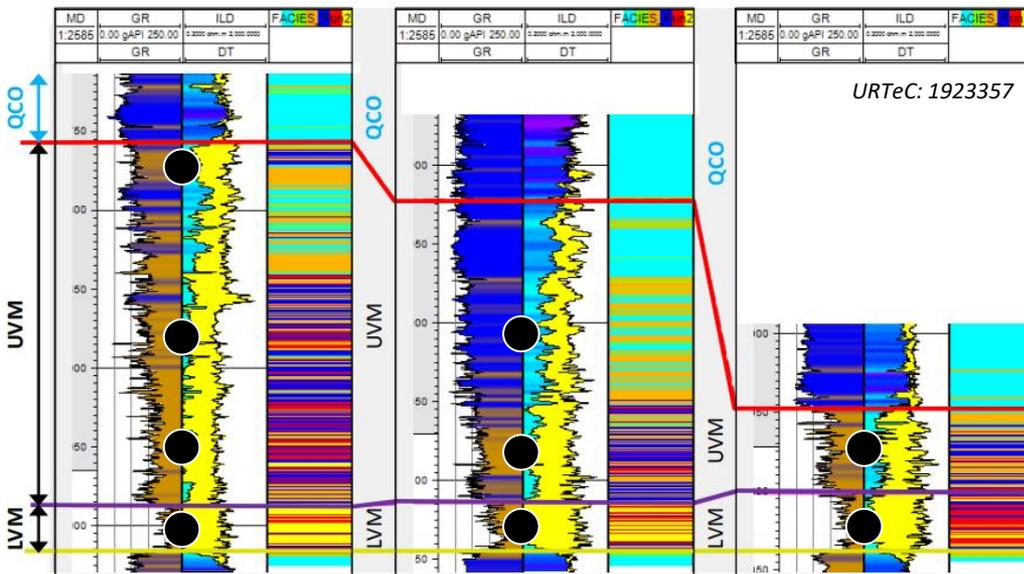
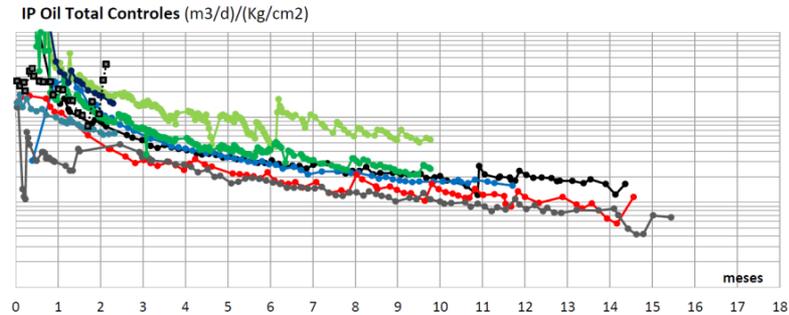
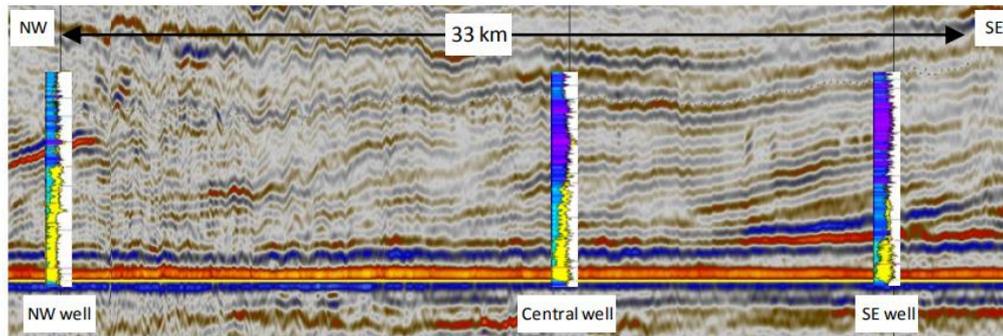
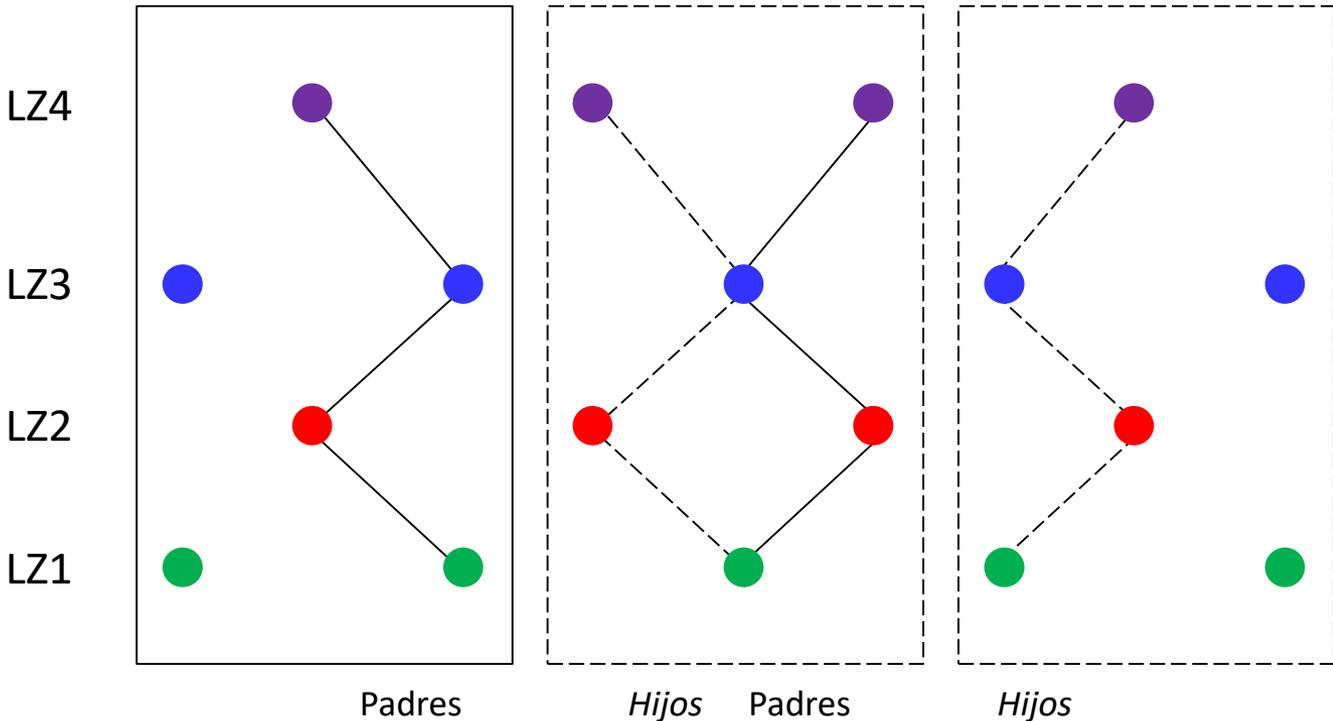


Figure 7. Stratigraphic and geographic distribution of electrofacies in three selected wells located along a NW-SE transect.

- Desarrollo simultáneo de todos los niveles de navegación.
- Desarrollamos “en capas”.
- Espaciamiento entre pozos.
- Cantidad de pozos por pad.
- Longitud de rama lateral.
- Interacción entre pozos “nuevos” y “viejos” (efecto padre/hijo).

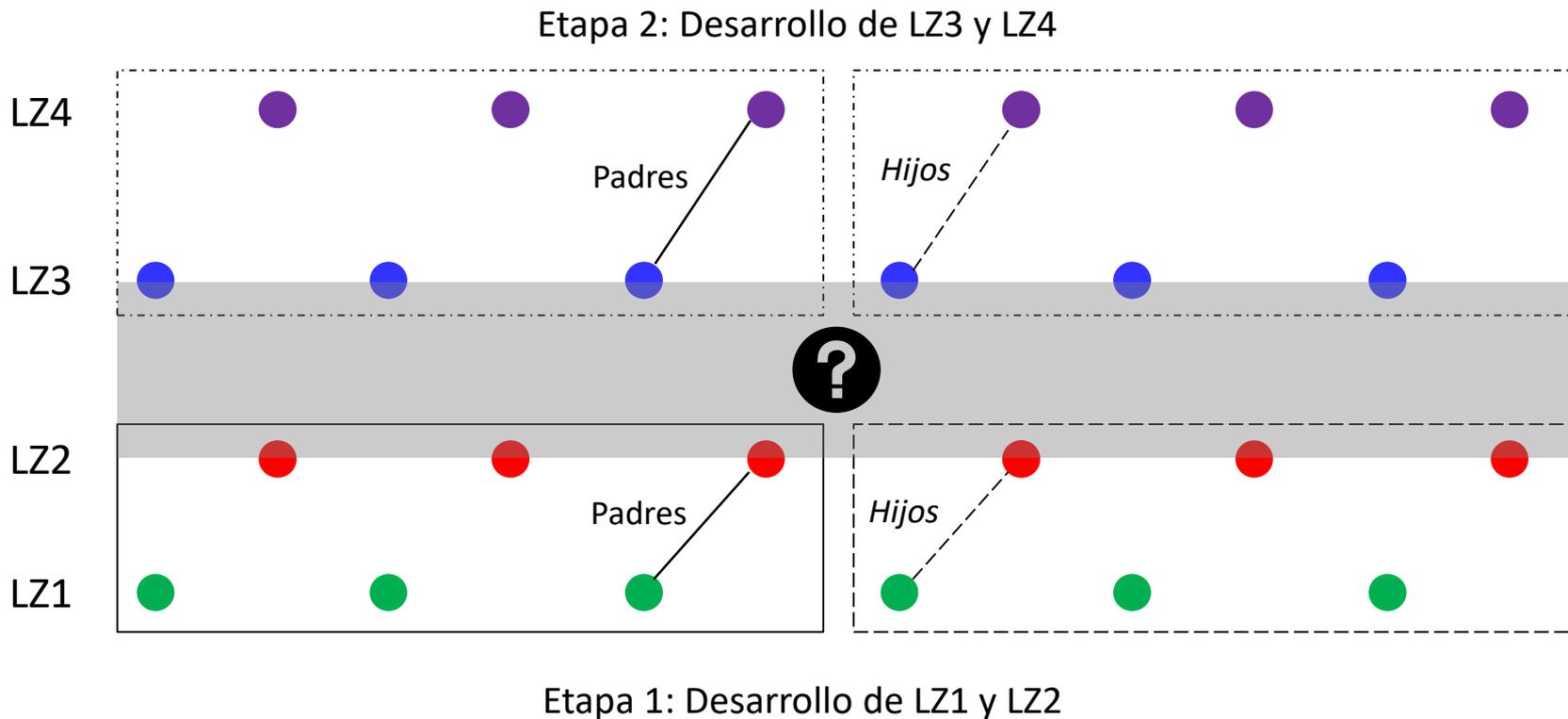
# Alternativas de desarrollo masivo

6 pozos por pad – todos los niveles de navegación (LZ) a la vez



# Alternativas de desarrollo masivo

6 pozos por pad – desarrollo secuenciado de niveles de navegación (LZ)



# ¿Qué se necesita para que el desarrollo de Vaca Muerta sea exitoso?

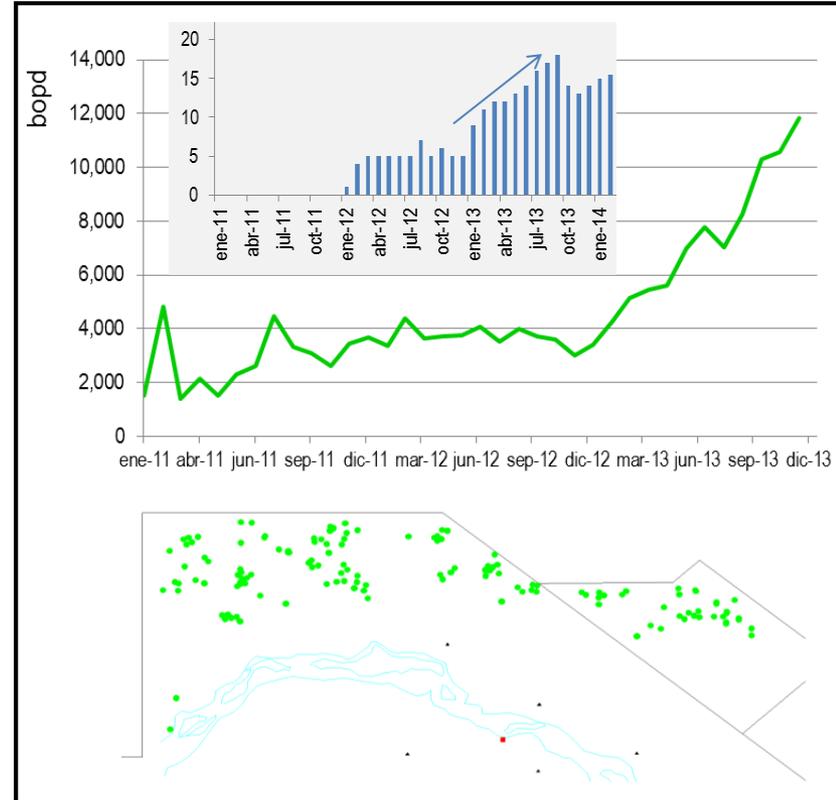
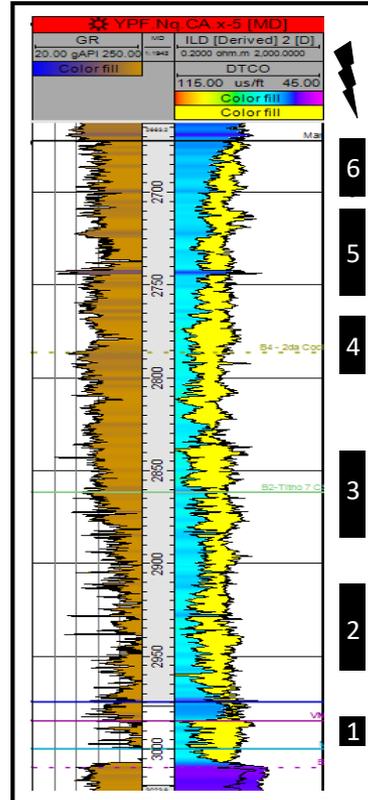
- Alta productividad de hidrocarburos
- Bajo costo de desarrollo
- Fuente local de agente sostén y agua.
- Instalaciones para el tratamiento de la producción.
- Ductos para el transporte.
- Desarrollo de infraestructura de transporte y servicios locales.
- Profesionales y técnicos capacitados.
- Interacción ordenada y cuidada con las comunidades y el medio ambiente.
- Legislación adecuada que permita economicidad tanto para la empresa como para el estado.



# Línea de tiempo de Vaca Muerta en 9 clicks

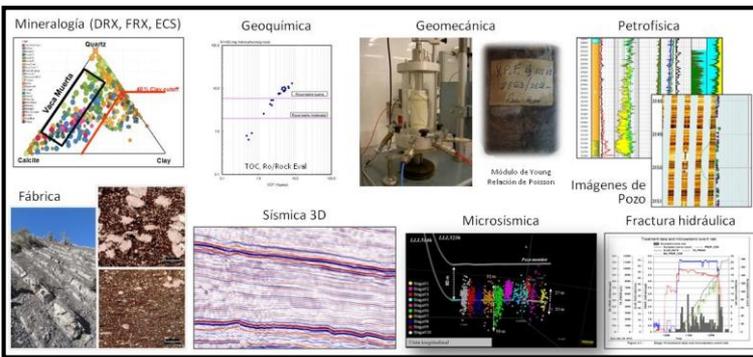
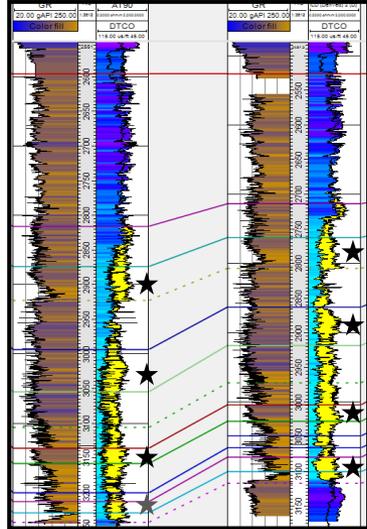
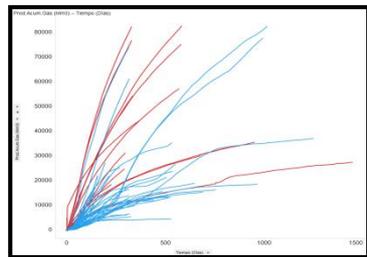
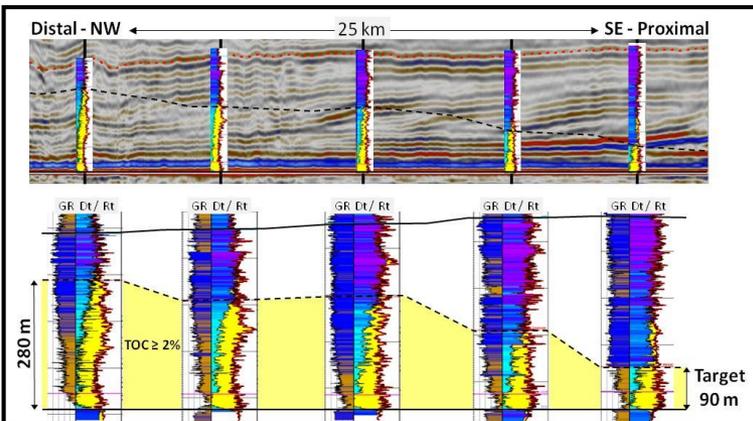


- Primeras ideas sobre *shale gas*. Recopilación de información y ranking de rocas madre en Argentina. **YPF decide focalizarse en la Fm Vaca Muerta (VM).**
- Gran espesor de VM** en comparación con *shale plays* de USA.
- Pozos exploratorios verticales documentan productividad en todo el espesor de VM:** Se plantea como **posibilidad el desarrollo de VM** por medio de **pozos verticales**.
- El **desarrollo temprano de VM** se aborda con una mirada simplista del subsuelo, que **no contempla el impacto de la heterogeneidad geológica**.



# Línea de tiempo de Vaca Muerta en 9 clicks

2008      2009      2010      2011      2012      2013      2014      2015      2016      2017+



- Se reconoce que la **productividad** de los pozos se ve **afectada por variaciones de subsuelo**.
- Se avanza en la **caracterización de VM integrando información de coronas, perfiles, sísmica, ensayos de pozo, análisis de fluidos, etc.**
- Se identifican **intervalos estratigráficos (niveles de navegación)** con propiedades **petrofísicas y geomecánicas distintivas**, que presentan **buen potencial productivo**.
- Comienzan a **evaluarse dichos niveles de navegación** mediante la perforación de **pozos horizontales, con resultados exitosos**.
- Se **define que el desarrollo de VM** será mediante **pozos horizontales en múltiples niveles de navegación**.

# Línea de tiempo de Vaca Muerta en 9 clicks

El Economista

## Vaca Muerta logra récord de producción de petróleo y ya representa casi 30% del total país

23 de mayo, 2021



La formación no convencional **Vaca Muerta** marcó en abril un récord de **barriles de petróleo** al día y de esta manera representa en la actualidad el 29% de la producción de hidrocarburos de la Argentina, según los datos de la Secretaría de Energía.

ECONO JOURNAL

OIL&GAS ENERGÍA MINERÍA

OIL&GAS ENERGÍA MINERÍA ESTADÍSTICAS RENOVABLES ACTUALIDAD AMÉRICA

## ESDA | ENERGÍA QUE TR

Oil&Gas

### INFORME DE LA CONSULTORA ENERGÍA Y ECONOMÍA

## La producción de gas desde Vaca Muerta alcanzó en junio un récord histórico

Por Roberto Bellato

26 lunes julio 2021

La producción de gas no convencional en la formación Vaca Muerta registró un incremento interanual de 22% y mensual de 19%. En total, en junio se extrajeron 38,5 MMm3/día de shale gas. El incremento de petróleo no convencional en junio fue de 30% respecto al mismo mes de 2020. Cuáles son los patrones que...



GRACIAS POR  
SU ATENCIÓN



.....Para encontrarlo debes  
mirar más allá de lo que ves....

<https://www.youtube.com/watch?v=oIZQfv303TE>