



VACA MUERTA
(para no especialistas)

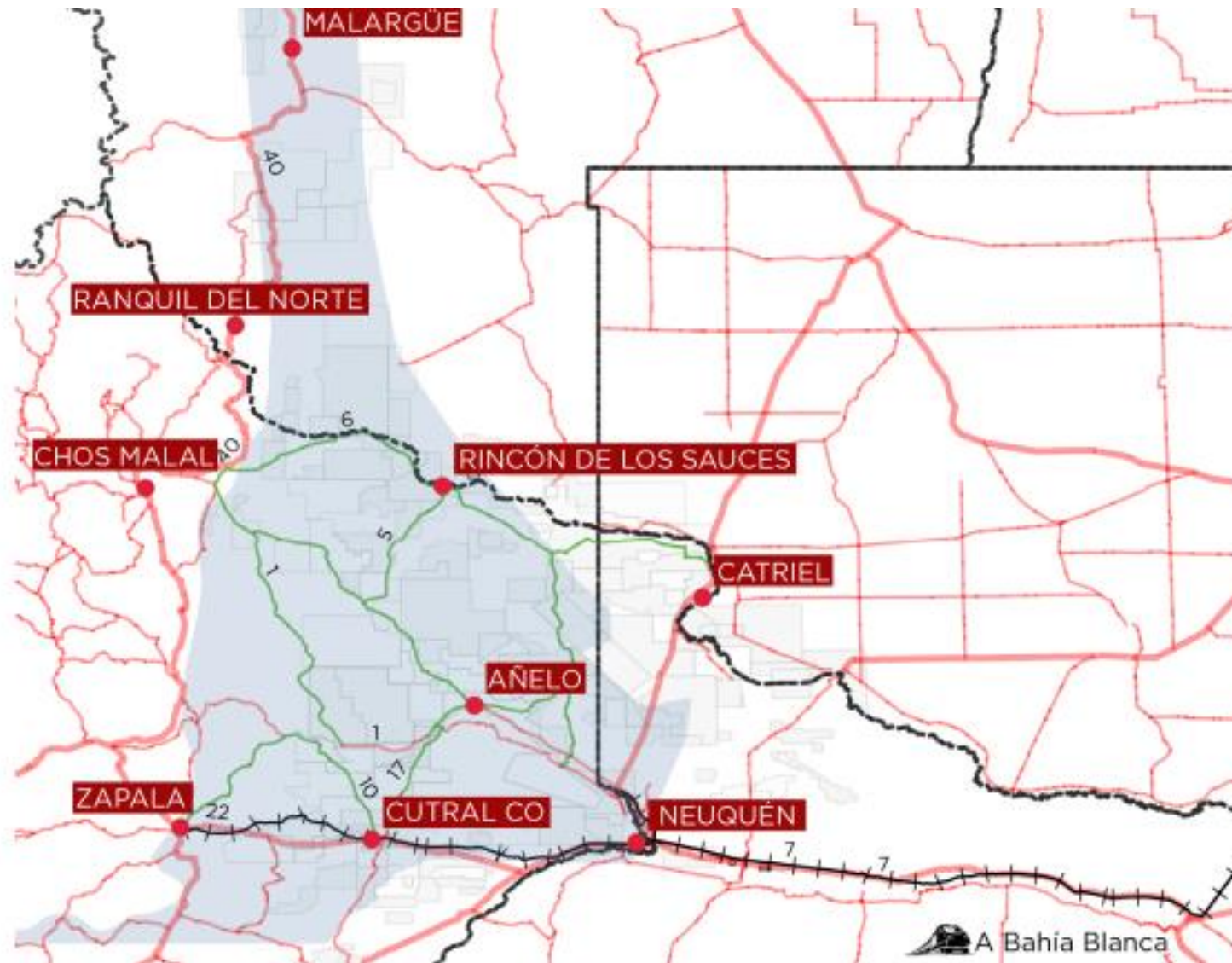
11-dic-2019

QUE ES VACA MUERTA ?

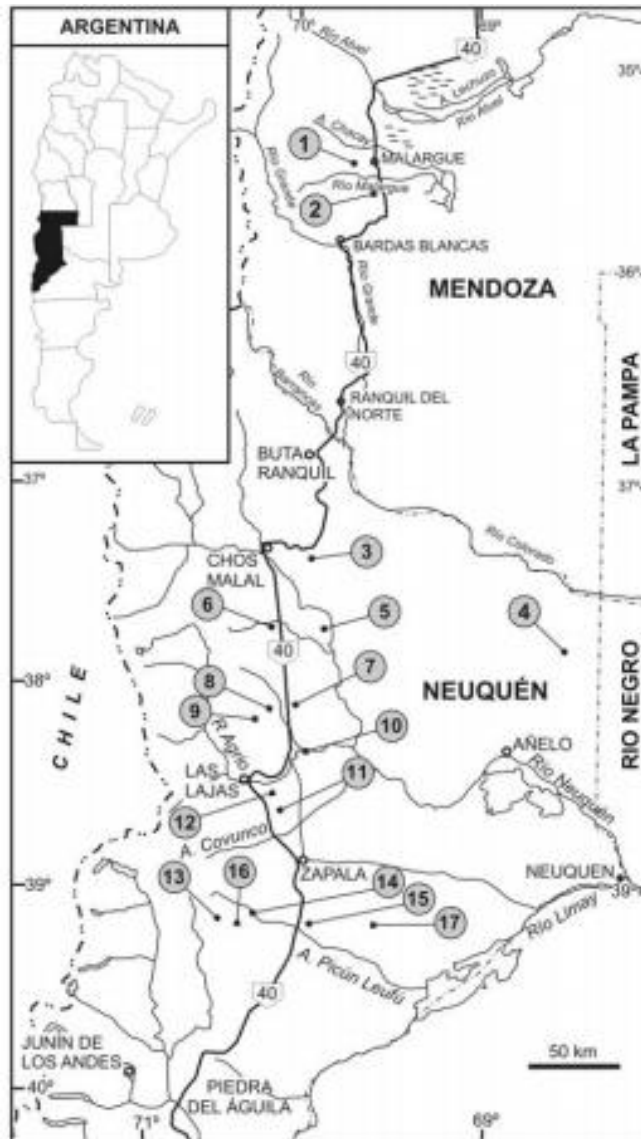
- **Formación geológica de la cuenca sedimentaria hidrocarburífera Neuquina**
- **Presenta hidrocarburos con reservorio del tipo Shale → No Convencional**
- **Recursos técnicamente recuperables de 308 Tcf de gas y 16,2 Billion bbl**
- **Recursos equivalentes a mas de 150 años de producción actual de gas y 88 años de producción actual de petróleo**



VACA MUERTA – UBICACIÓN GEOGRÁFICA



"DESCUBRIMIENTO" DE VACA MUERTA



PERFILES ESTRATIGRÁFICOS WEAVER (1931)

- ① Cañada Colorada
- ② Cerro Chihuido
- ③ Curaco
- ④ Auca Mahuida
- ⑤ Cerro Rayoso
- ⑥ Pichi Neuquén
- ⑦ Cerro Mula
- ⑧ Arroyo Coihueco
- ⑨ Cerro Candelerio
- ⑩ Area Rio Agrio
- ⑪ Cerro Vaca Muerta
- ⑫ Las Lajas
- ⑬ Cerro Lohan Mahuida
- ⑭ Rio Picún Leufú
- ⑮ Cerro Picún Leufú
- ⑯ Los Molles
- ⑰ Cerro Lotena

Descubierta por el geólogo americano Charles E. Weaver (Dearfield, NY, 1880 – Pasadena, CA, 1958) - Phd en Geología y Paleontología por la Universidad de California en Berkeley.

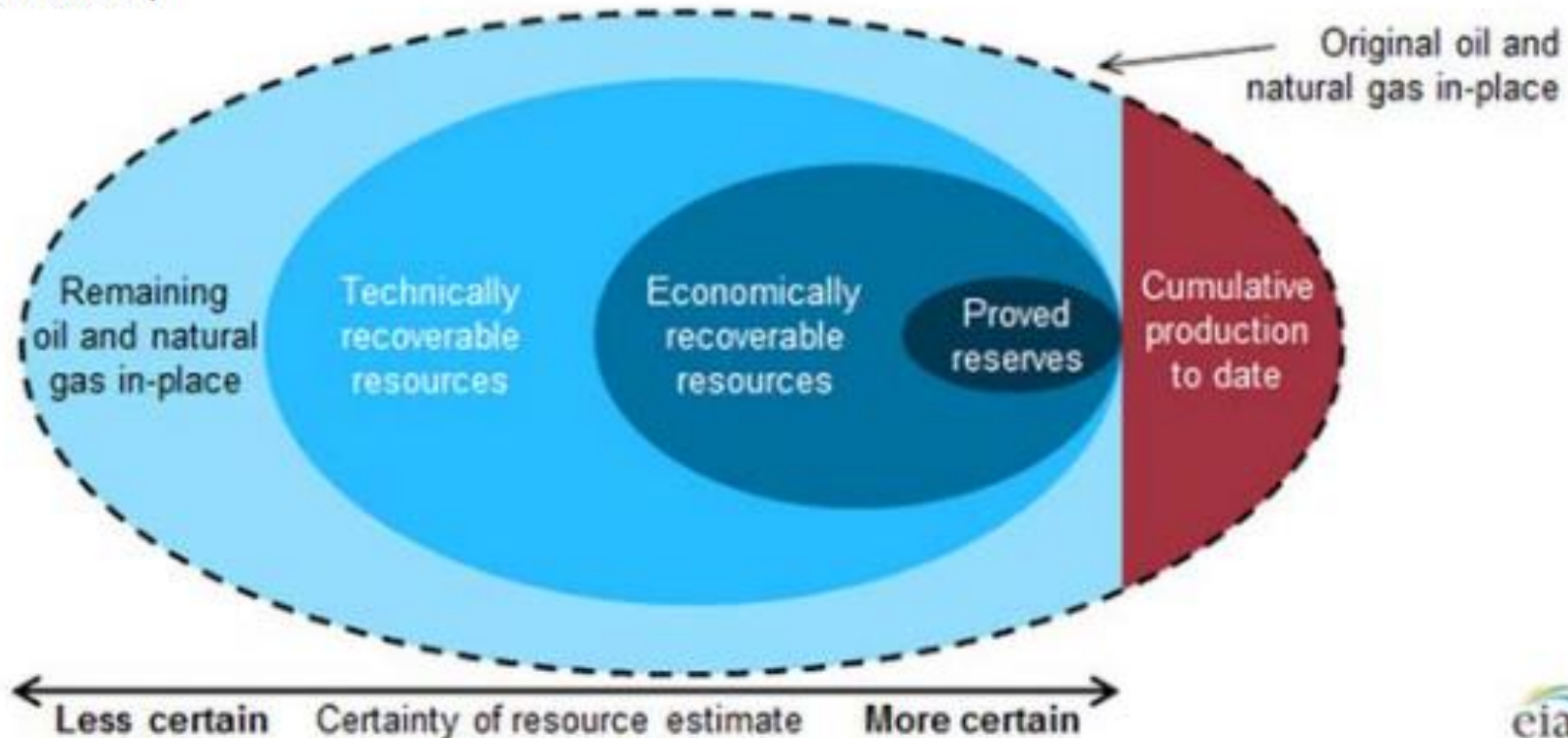
Entre 1919 y 1926 trabajando para Standard Oil de California (hoy Chevron) , realiza tareas de exploración y prospección de yacimientos de hidrocarburos en Latinoamérica.

En 1931 publica el resultado de sus tareas de exploración y prospección en una monografía donde analiza la estratigrafía y paleontología desde el Jurásico Inferior hasta el Cretácico Superior, abarcando los territorios ubicados desde Malargüe en Mendoza hasta Piedra del Águila en Neuquén.

CATEGORIZACION DE RESERVAS

Figure 1. Stylized representation of oil and natural gas resource categorizations

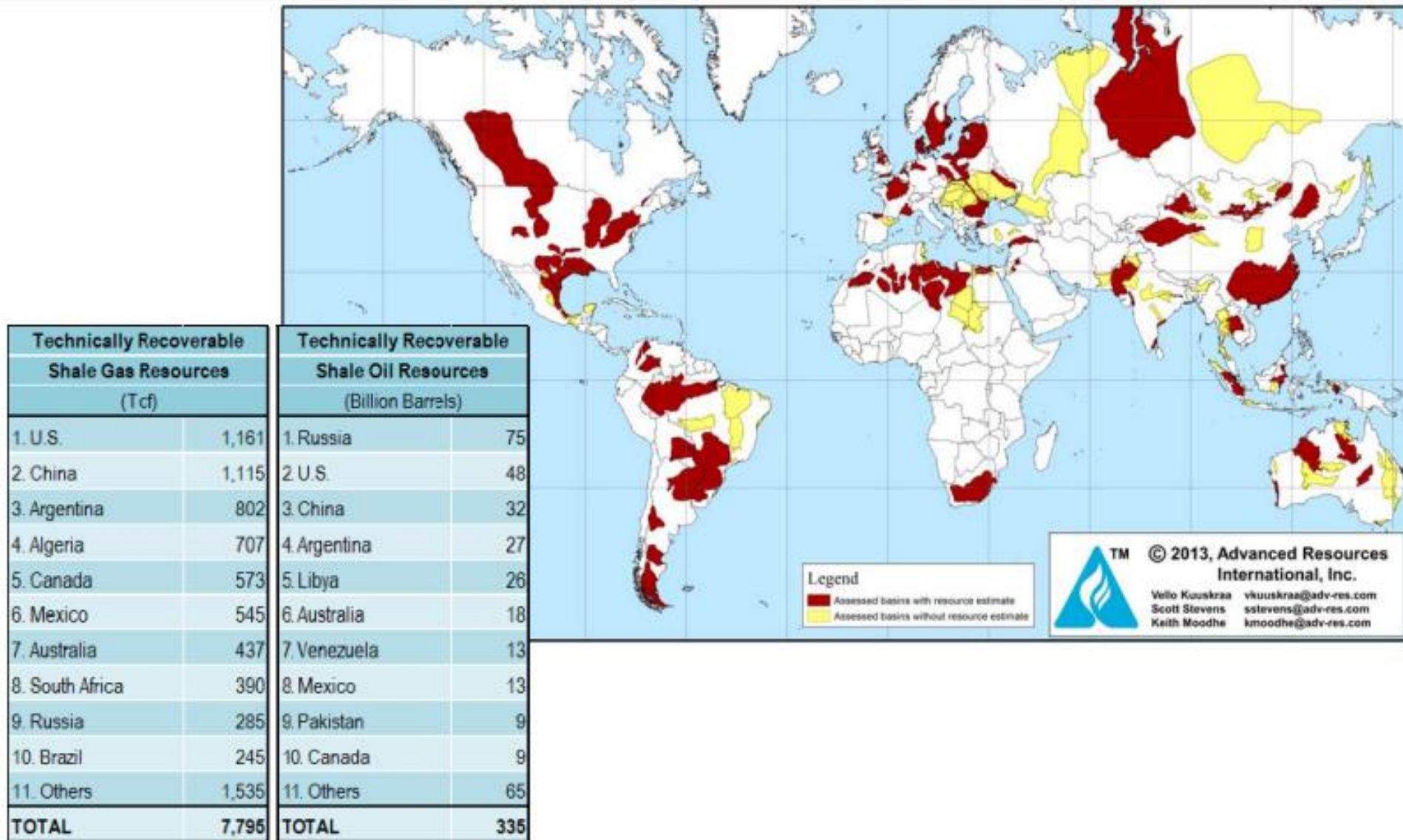
(not to scale)



Source: U.S. Energy Information Administration

Note: Resource categories are not drawn to scale relative to the actual size of each resource category. The graphic shown above is applicable only to oil and natural gas resources.

RECURSOS NO CONVENCIONALES EN EL MUNDO



ARGENTINA – RECURSOS DE RESERVORIOS NO CONVENCIONALES

Size of Assessed Shale Gas and Shale Oil Resources, at Basin- and Formation-Levels

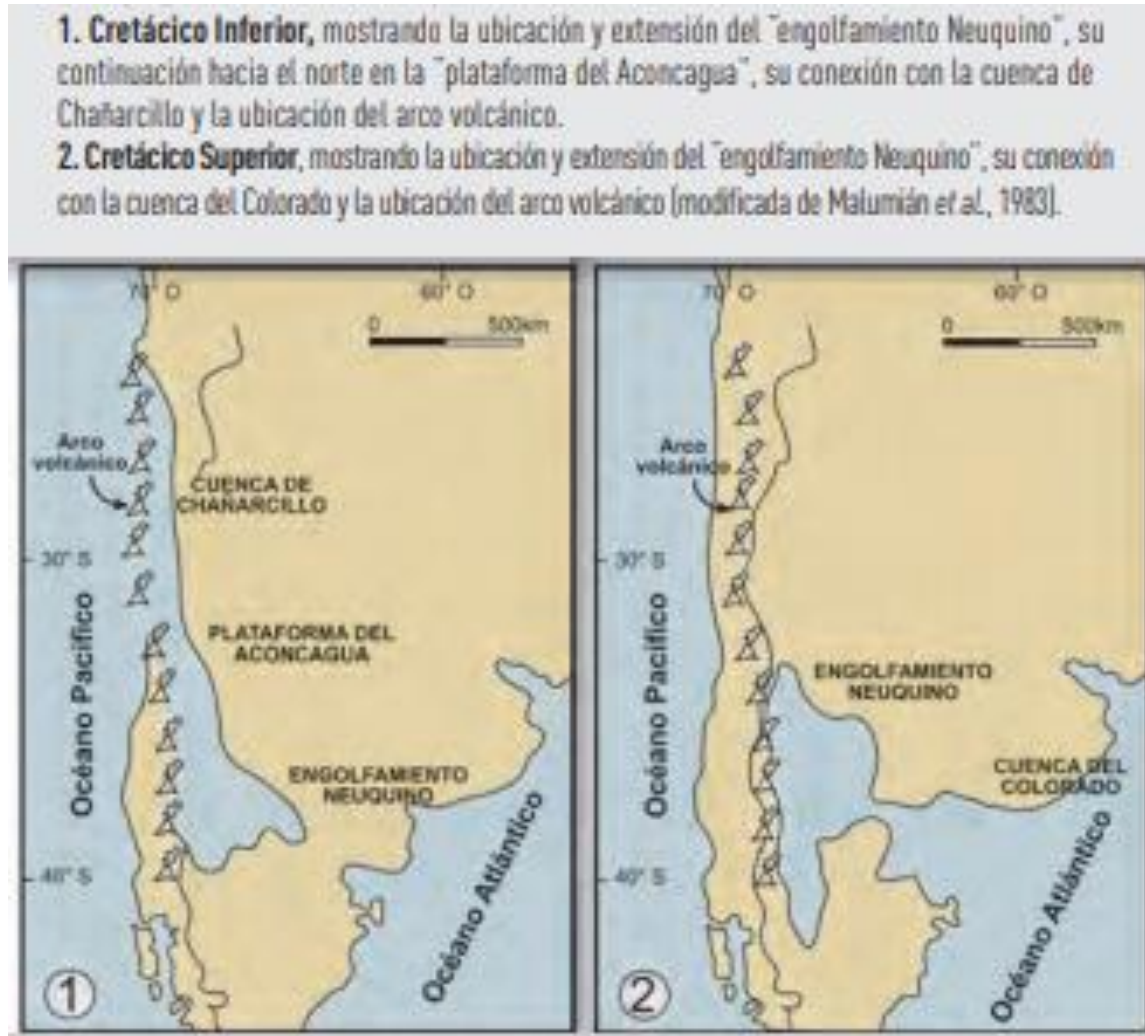
Country	Basin	Formation	Risked Gas In-Place (Tcf)	Technically Recoverable (Tcf)	Risked Oil In-Place (Billion bbl)	Technically Recoverable (Billion bbl)
Argentina	Neuquen	Los Molles	982	275	61	3,7
		Vaca Muerta	1.202	308	270	16,2
	San Jorge Basin	Aguada Bandera	254	51	0	0,0
		Pozo D-129	184	35	17	0,5
	Austral-Magallanes Basin	L. Inoceramus-Magnas Verdes	605	129	131	6,6
	Parana Basin	Ponta Grossa	16	3	0	0,0



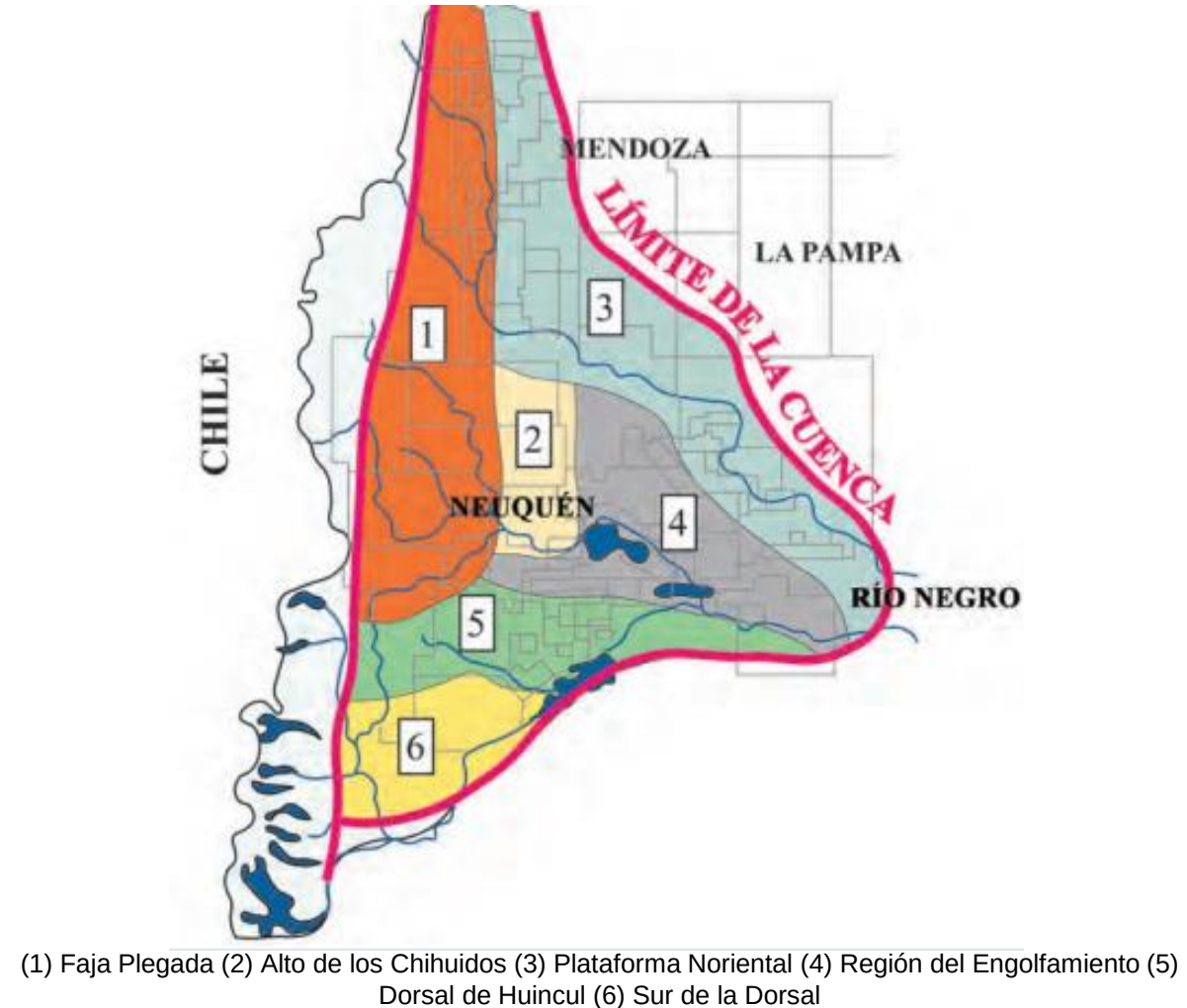
Independent Statistics & Analysis
U.S. Energy Information
Administration

VACA MUERTA - ESTRATIGRAFIA DE LA CUENCA NEUQUINA

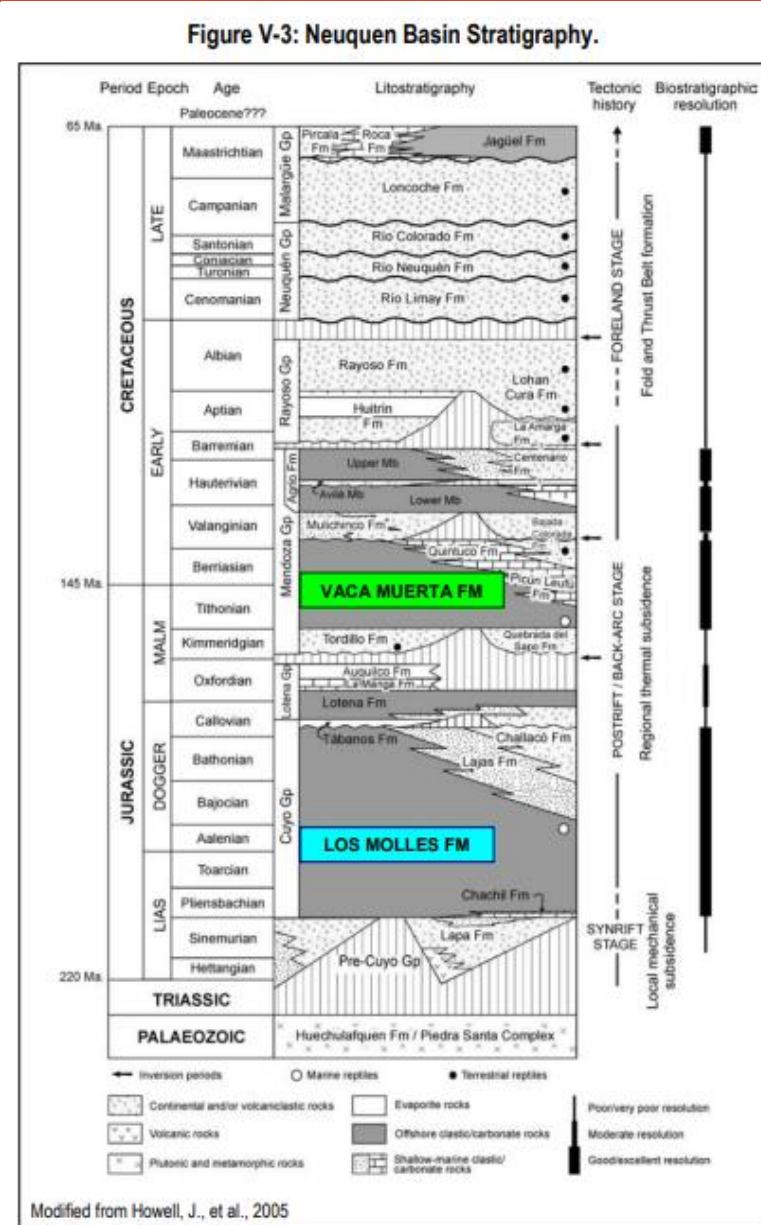
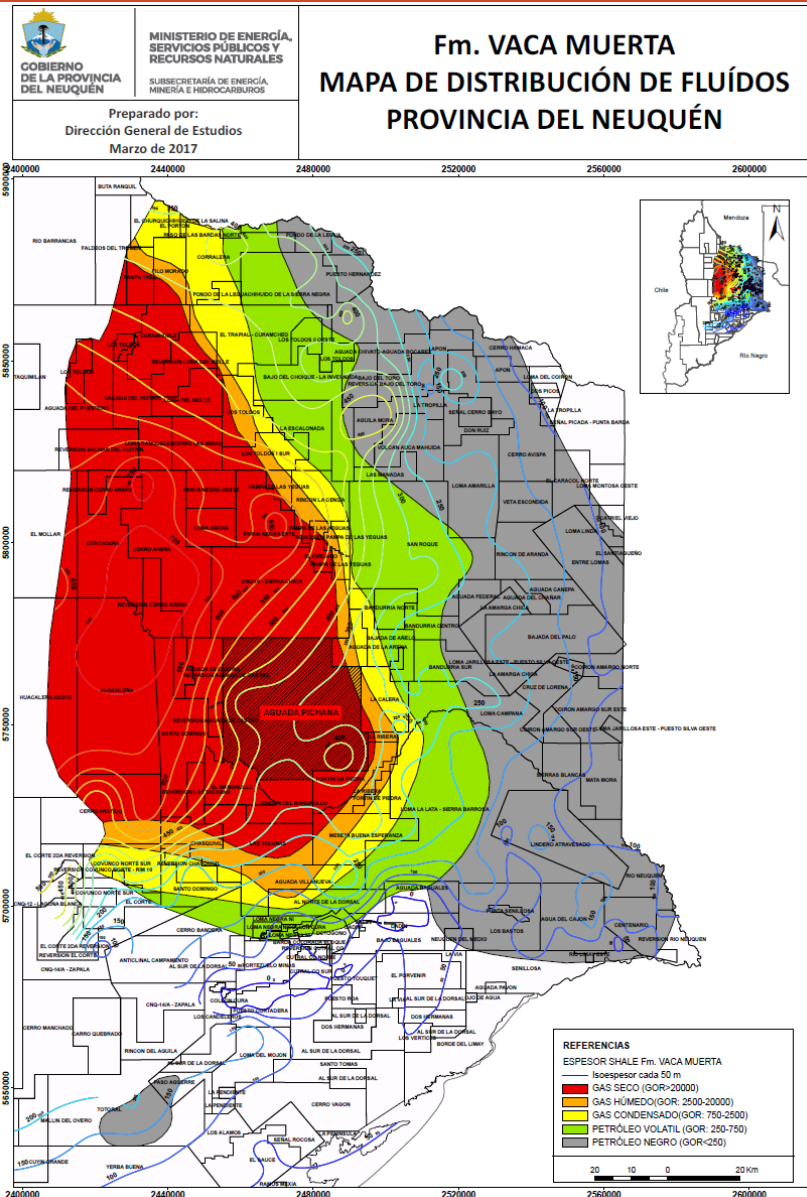
Paleogeografía de la Cuenca Neuquina



Estratigrafía por Regiones Morfológicas

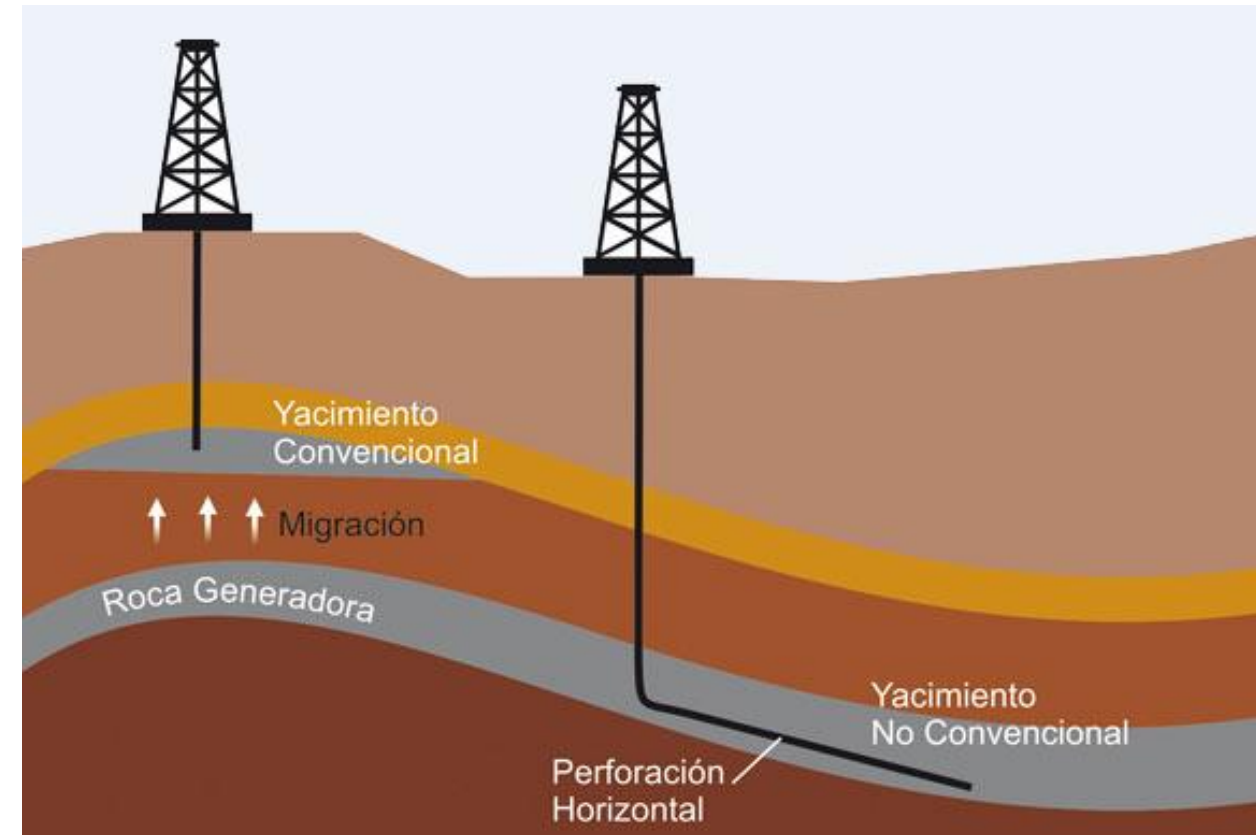
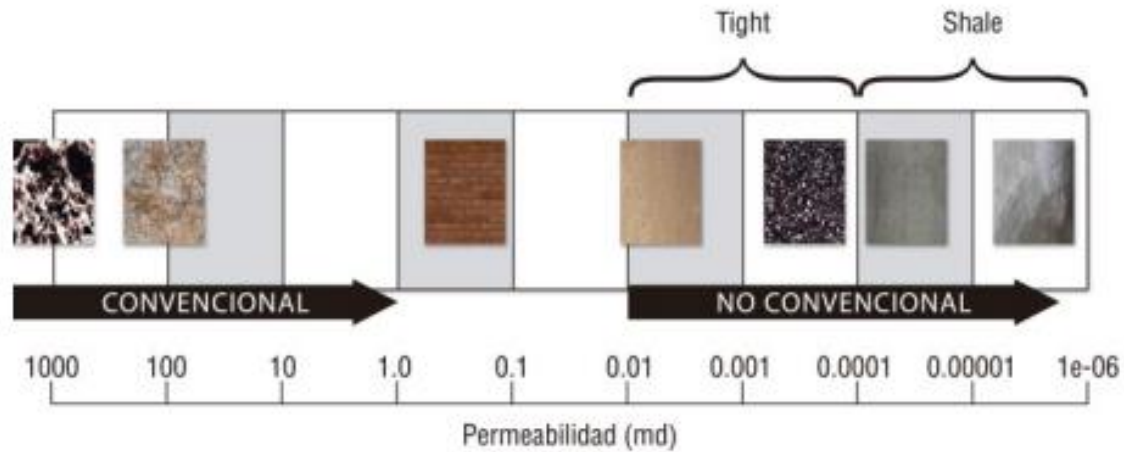


Vaca Muerta Shale Gas and Shale Oil Prospective Areas, Neuquén

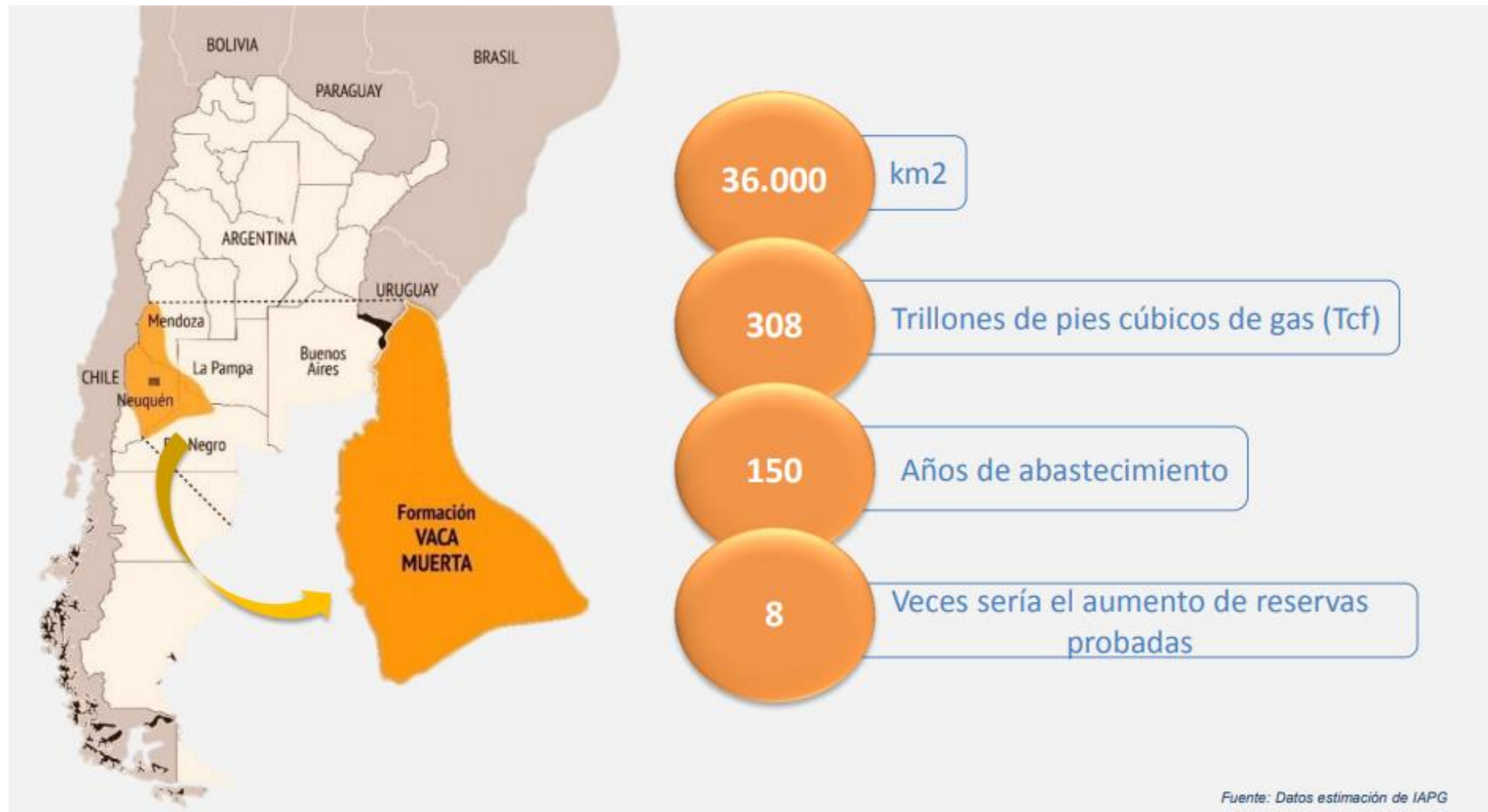


ORIGEN DE LOS HC – TECNICA DE EXPLOTACION DE RESERVORIOS NO CONVENCIONALES

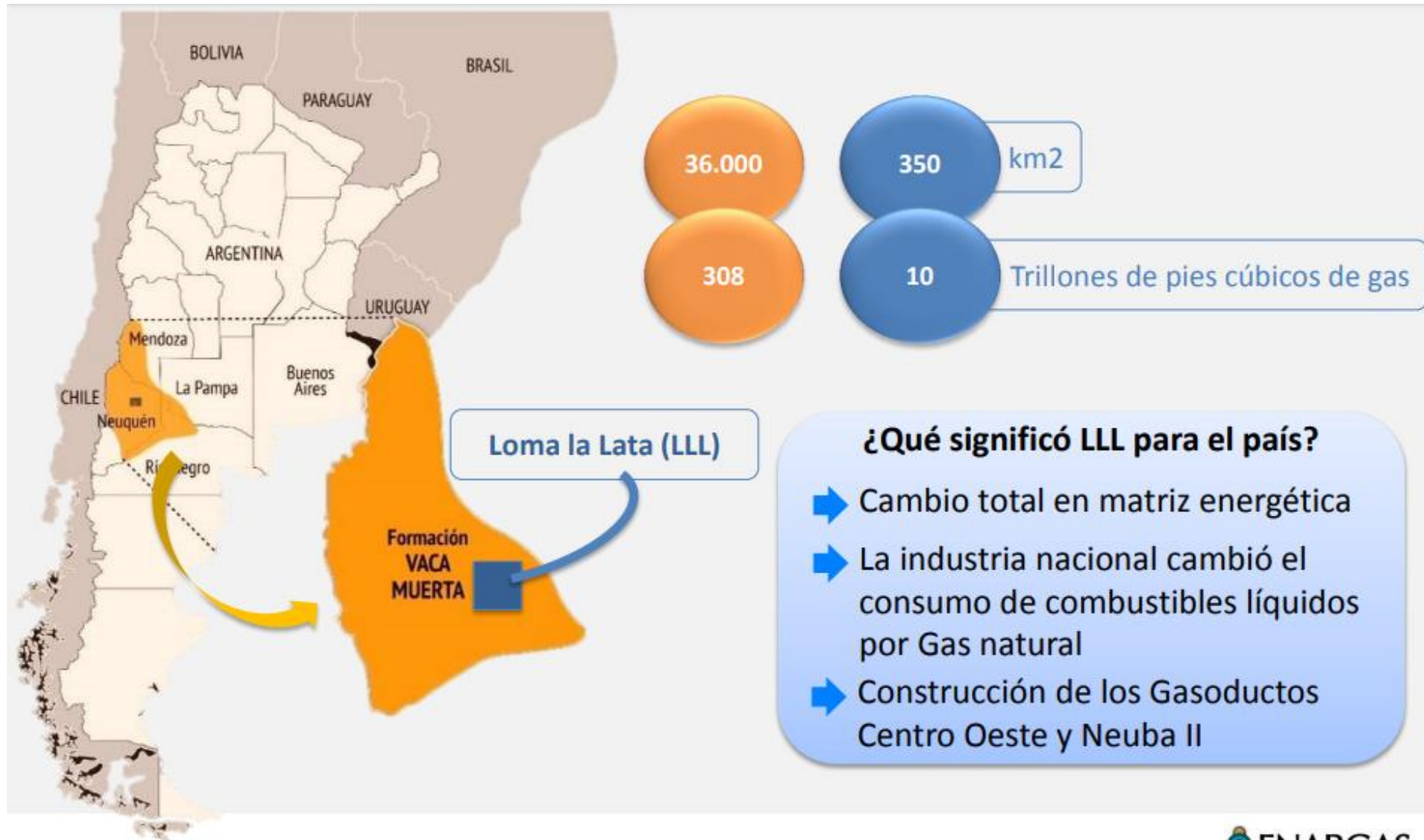
Escala de permeabilidad (en milidarcy) mostrando el rango para reservorios convencionales y no convencionales (Fuente: gentileza de YPF y Schlumberger)



POTENCIAL DE VACA MUERTA



POTENCIAL DE VACA MUERTA (VM vs Loma de La Lata)



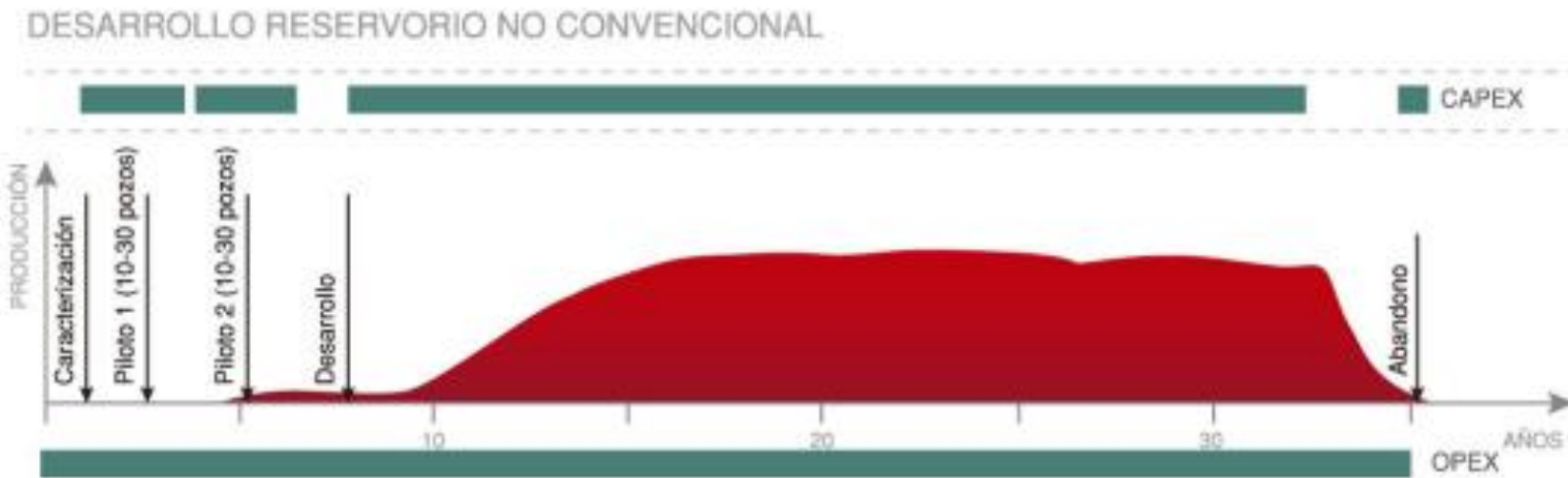
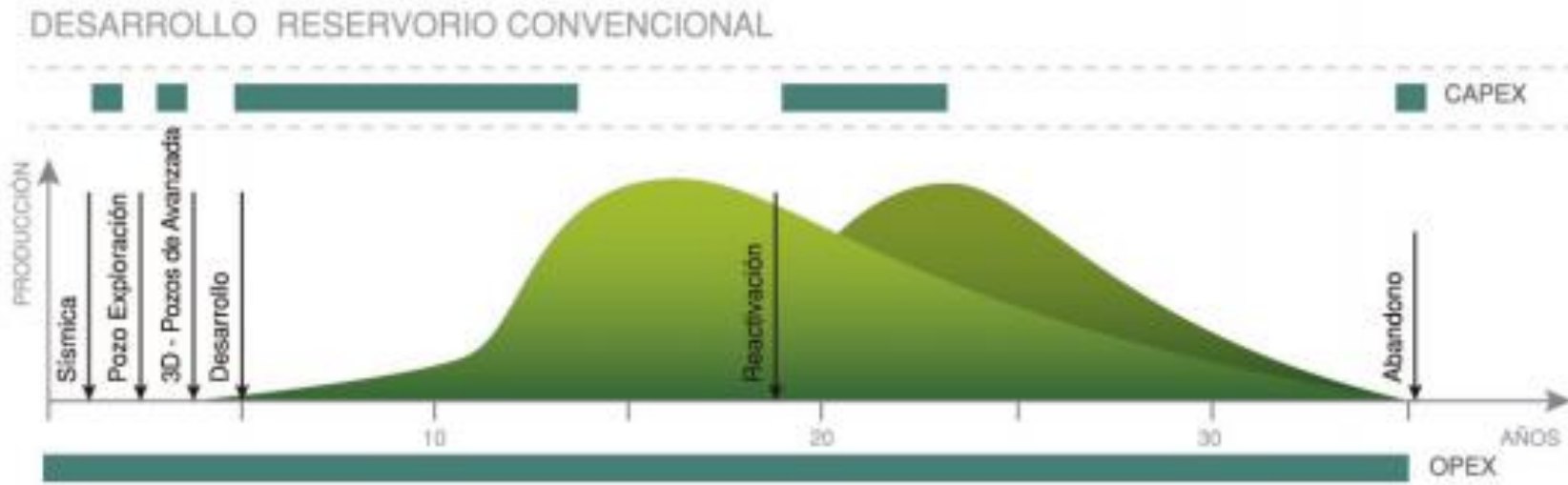
POTENCIAL DE VACA MUERTA : VM vs US Plays

Play	TOC [%]	Thickness [m]	Reservoir pressure [psi]	Acreage Vaca Muerta ~8.65 MM acres 35.000 km ²	Acreage Eagle Ford ~9.4 MM acres 38.000 km ²
Vaca Muerta	3–10	30–450	4,500–9,500		
Barnett	4–5	60–90	3,000–4,000		
Haynesville	0,5–4	60–90	7,000–12,000		
Marcellus	2–12	10–60	2,000–5,500		
Eagle Ford	3–5	30–100	4,500–8,500		
Wolfcamp (Permian)	3	200–300	4,600	Max Thickness Vaca Muerta ~1,480 feet	Max Thickness Eagle Ford ~330 feet

Sources: Energy Information Administration (EEUU), 2013 & YPF, 2014

TOC (%) : Total organic carbon

PRODUCCION E INVERSIONES EN RESERVORIOS CONVENCIONALES vs NO CONVENCIONALES



POTENCIAL DE VACA MUERTA : CUANTO VALE VACA MUERTA ?

Modelo de Multiplicadores de Insumo Producto (MMIP) y Modelo de equilibrio general computado multi-regional (MEGA)

Ministerio de Energía (1)

Metodología habitual de evaluaciones de proyectos de inversión : VAN

Universidad de Buenos Aires – Facultad de Ciencias Económicas / Centro de Estudios de la Productividad ARKLEMS + :
LAND (2)

(1) Desarrollo de Vaca Muerta : Impacto económico agregado y sectorial – C. Romero/L. Mastronardi /J. P. Vila Martinez - Jun 2018

(2) Con Vaca Muerta no nos salvamos : Ariel Cronenberg – 21-dic-2017

CUANTO VALE VACA MUERTA : MMIP / MEGA

Impacto de Vaca Muerta sobre el PIB nacional y PBG regional – Modelo MMIP

Modelo	Neuquén		Argentina	
	Δ anual	Δ 2030	Δ anual	Δ 2030
Escenario EFIC+INV				
MMIP abierto	4,58%	79,0%	0,34%	4,5%
MMIP cerrado hogares	4,74%	82,7%	0,38%	5,1%
MMIP SAM based	4,77%	83,2%	0,59%	7,9%
MEGA	2,69%	41,2%	0,36%	4,8%
Escenario TEND+INV				
MMIP abierto	4,86%	85,3%	0,36%	4,8%
MMIP cerrado hogares	5,03%	89,2%	0,41%	5,4%
MMIP SAM based	5,06%	89,9%	0,62%	8,4%
MEGA	2,55%	38,7%	0,40%	5,3%

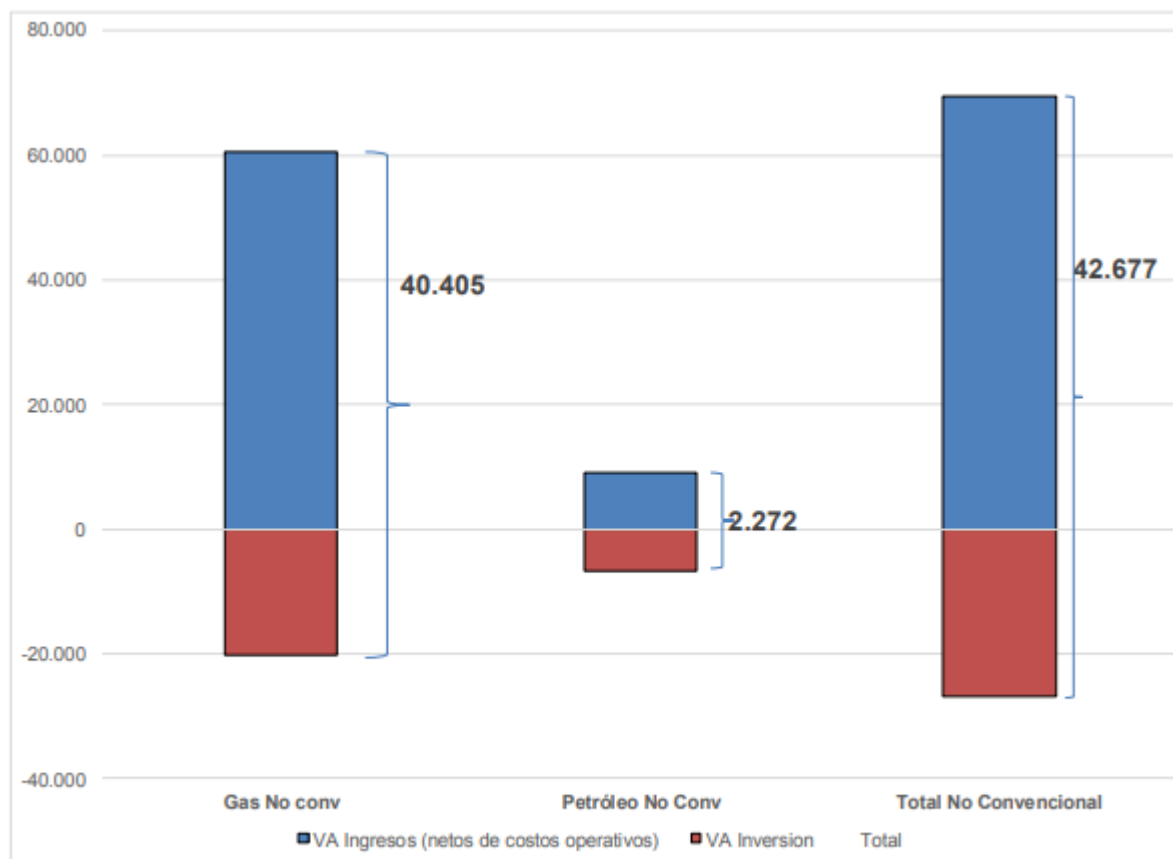
Impacto anualizado de Vaca Muerta sobre variables macro – Modelo MEGA – Escenario TEND+INV

Base		PINT+10		PINT-10	
NQN	ARG	NQN	ARG	NQN	ARG
2,55%	0,40%	11,59%	1,07%	0,73%	0,41%

Escenarios y datos básicos para la realización de los estudios tomados de : Escenarios Energéticos 2030 - Dirección Nacional de Escenarios y Evaluación de Proyectos / Subsecretaría de Escenarios y Evaluación de Proyectos / Secretaría de Planeamiento Energético Estratégico – Ministerio de Energía – Diciembre 2017

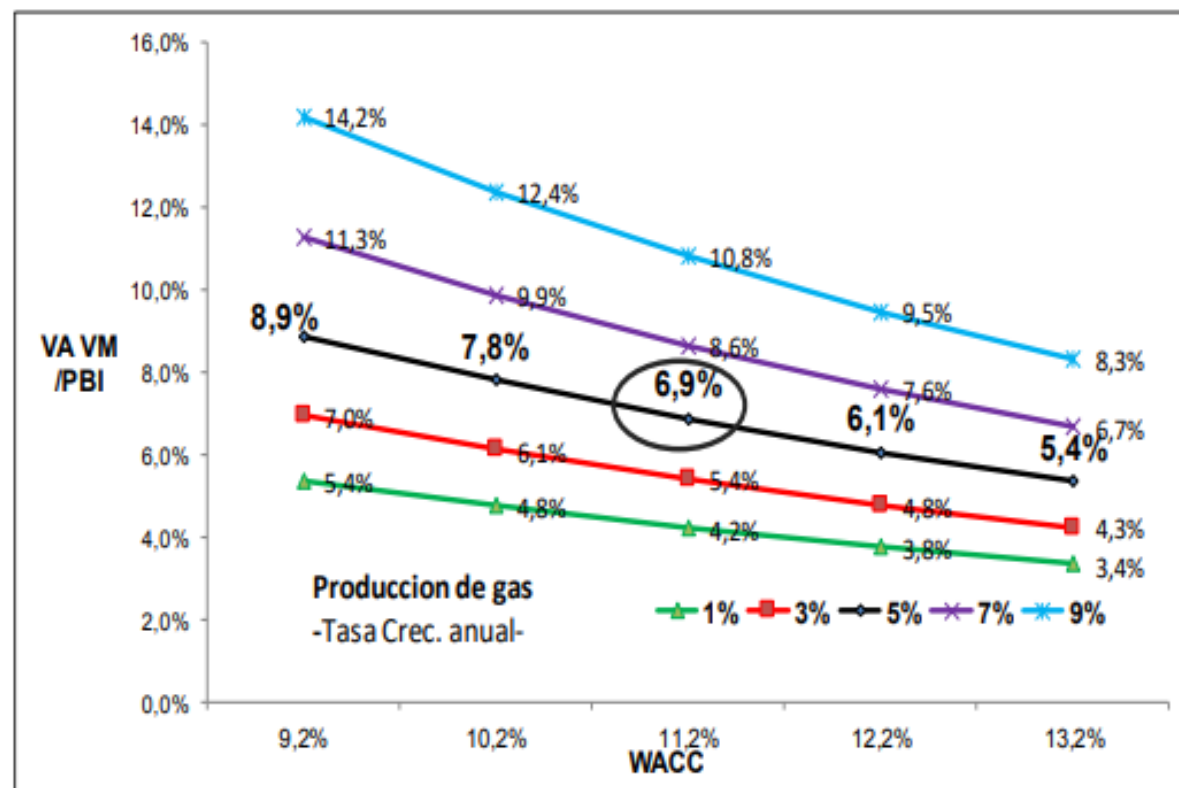
CUANTO VALE VACA MUERTA : VAN

Valor actual Vaca Muerta (en millones de USD) (*)



Fuente: Centro de Estudios de la Productividad-Base ARKLEMS+LAND

Valor VM en % de PBI (sens a var de WACC y Δ q gas)

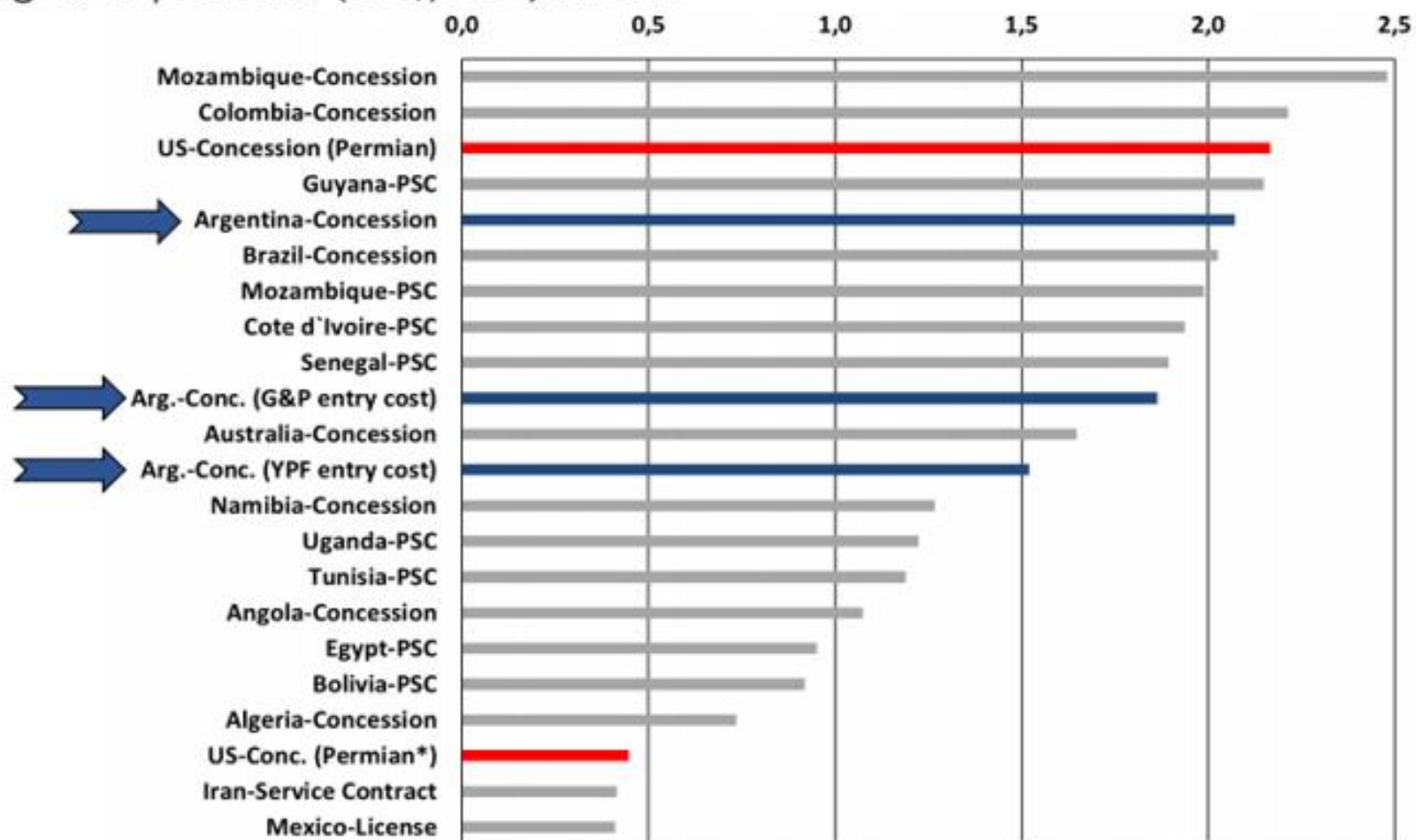


Fuente: Centro de Estudios de la Productividad-Base ARKLEMS+LAND

(*) WACC : 11,15 % - Tasa crec anual gas 5 % - petróleo 1 %

COMPETITIVIDAD DE VACA MUERTA VS OTRAS OPERACIONES A NIVEL MUNDIAL

Remaining NPV post-tax (US\$/boe) at 15%

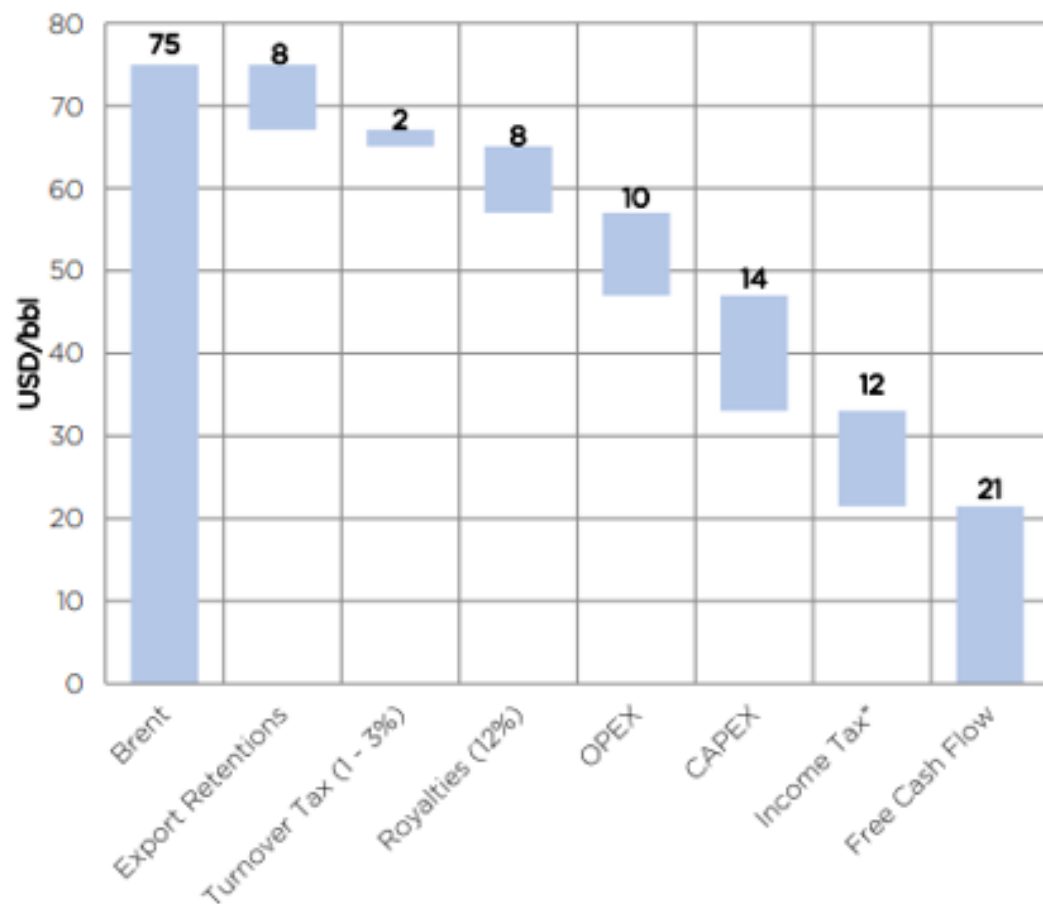


Notes: *Permian including original entry cost at US\$15,000/acre | * Vaca Muerta entry costs based on recent YPF and GyP transactions

Source: Wood Mackenzie

VM – CASH FLOW BREAKDOWN & TAKE PER PLAYER

Cash Flow Breakdown
Figures for a type oil development

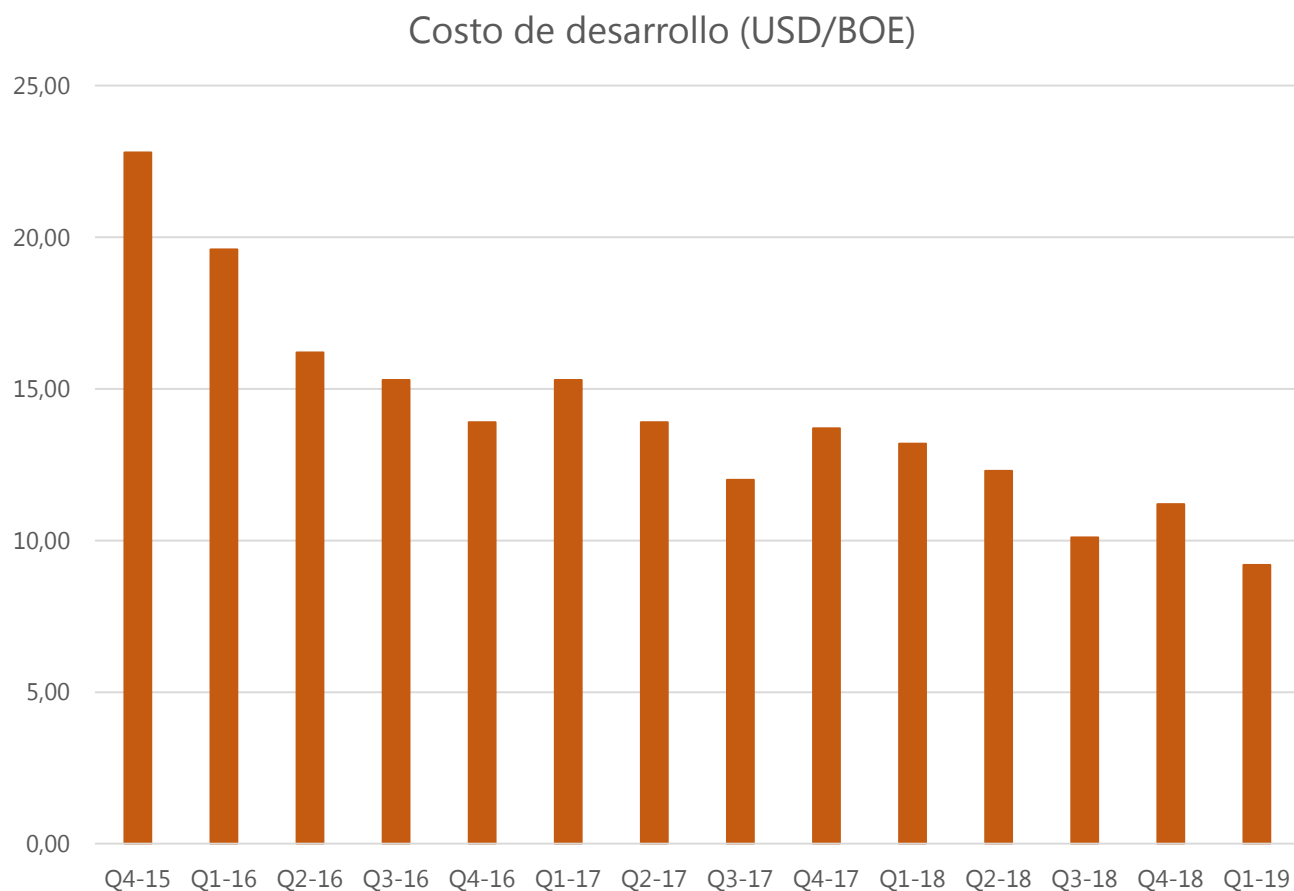


Take per Player
Figures for a type oil development



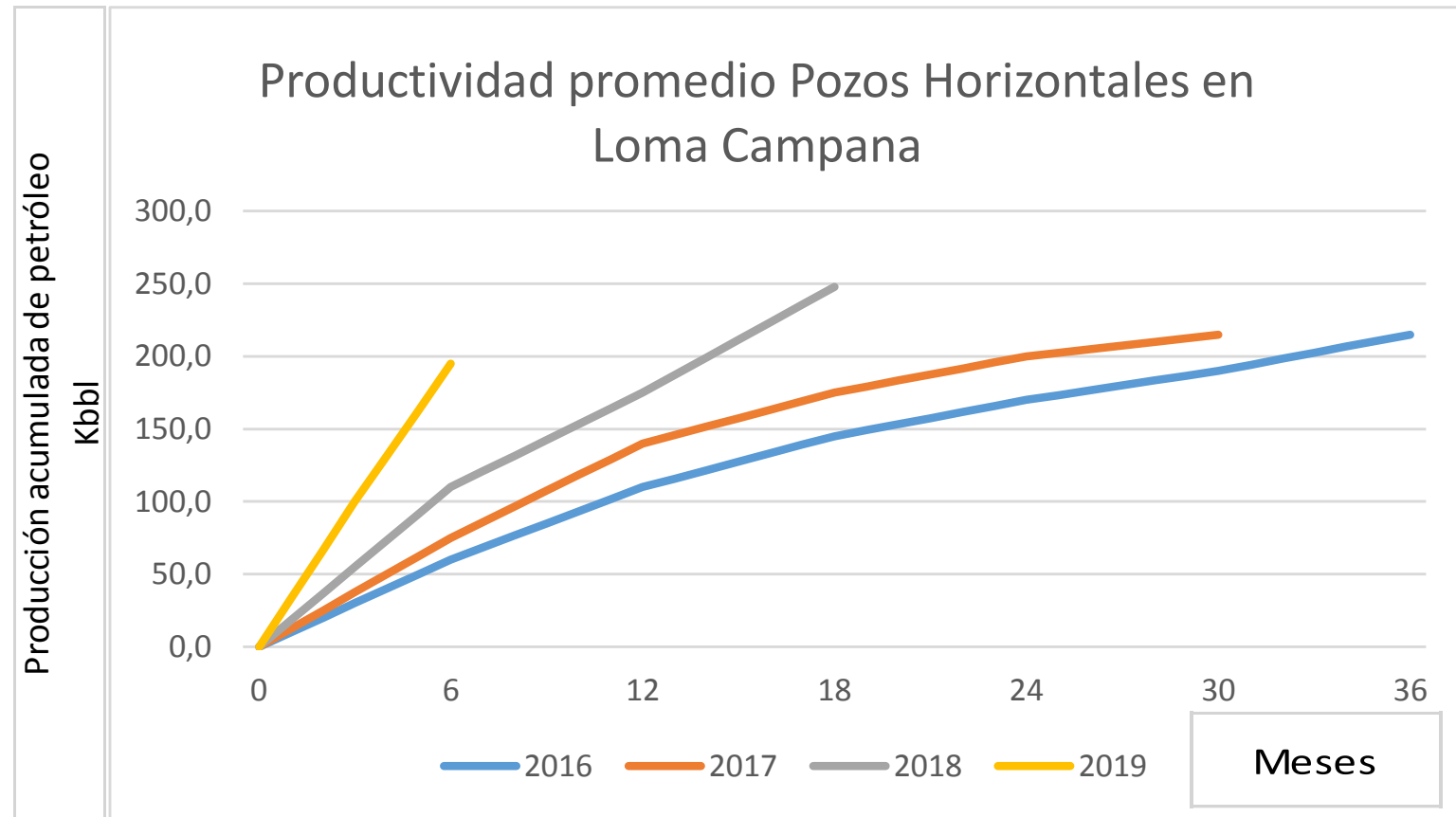
MEJORA CONTINUA – LOMA CAMPANA

Costo de desarrollo – Pozo horizontal (USD/BOE)



- **Migración a horizontales : + 23% cum Oil production @12m**
- **Optimización del costo pozo : 30% reducción 2015 vs 2016**
- **Laterales mas largos : Nuevo BOD >2500 m drain**
- **Geo stering : mayor precisión**
- **Factory model : organización foco shale**
- **Mejora continua : Mayores laterales > 3000 mts / PAD x12 / Nuevo diseño de estimulación**

MEJORA CONTINUA – LOMA CAMPANA (2)



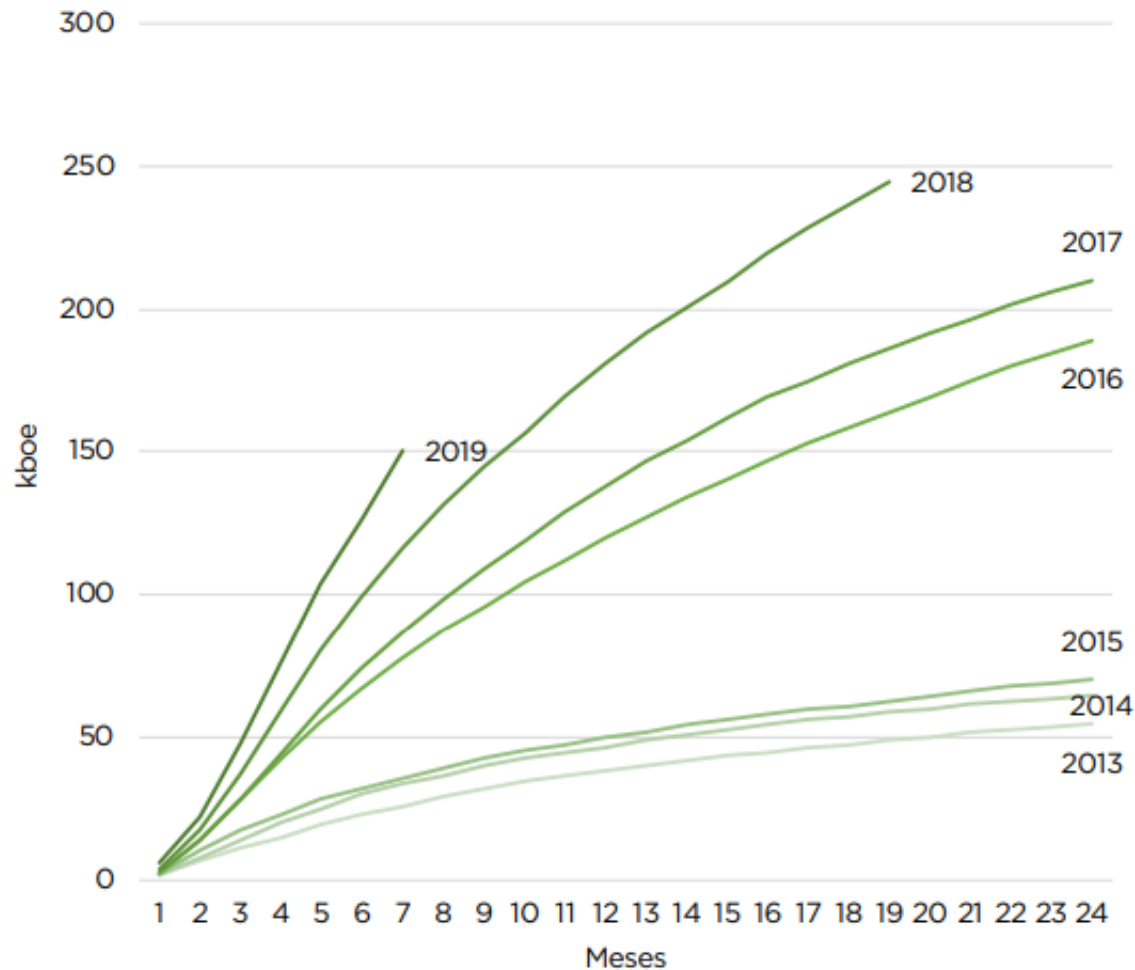
Campaña	Avg. Long. Efectiva (m)	Avg. Stg
2016	1.334	17
2017	1.614	21
2018	2.149	28
2019	2.383	35

- **Mayor longitud de pozo**
- **Diseños optimizados de fractura hidráulica**

MEJORA CONTINUA – PROMEDIO VM OIL & GAS

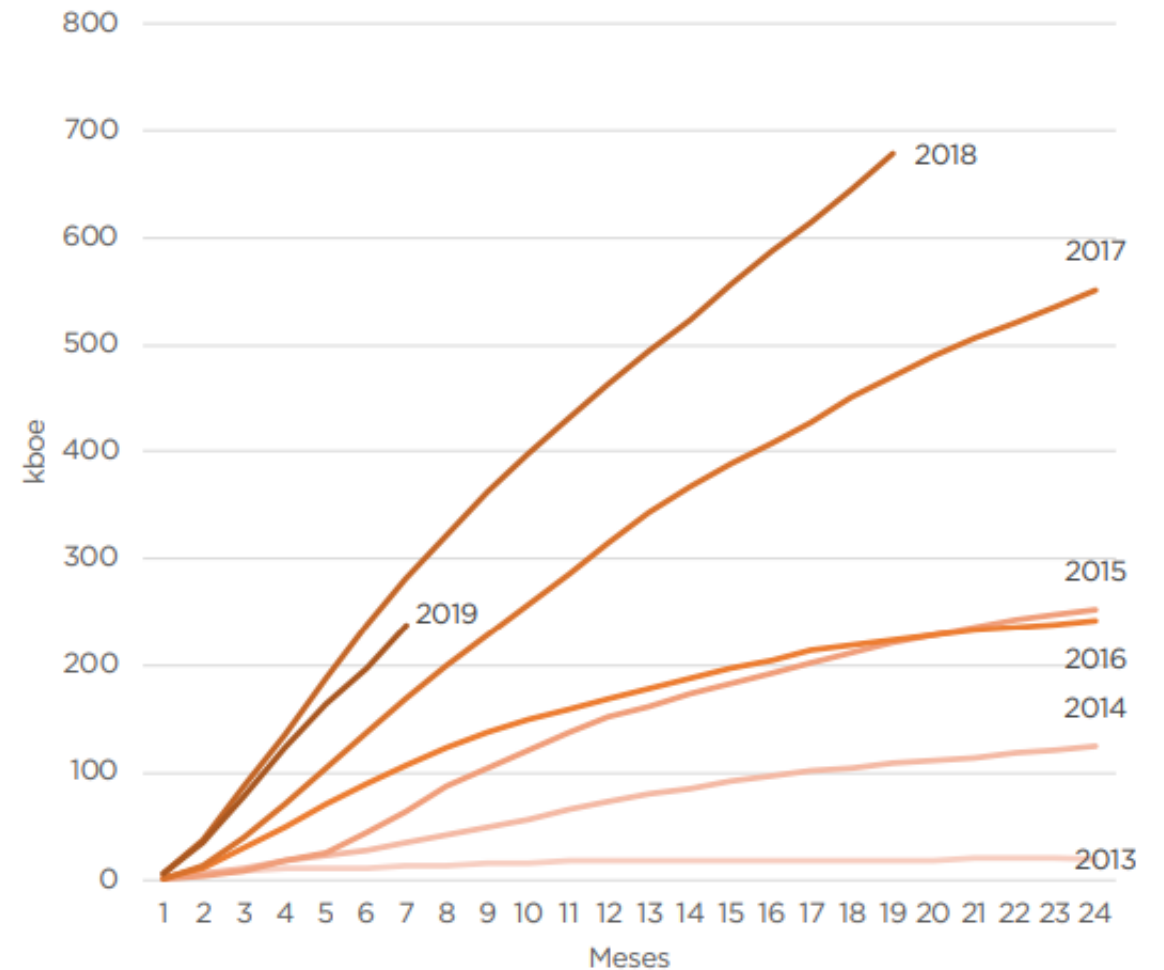
Productividad promedio por pozo, dependiendo del año de comienzo.

Petróleo (kboe acumulados)

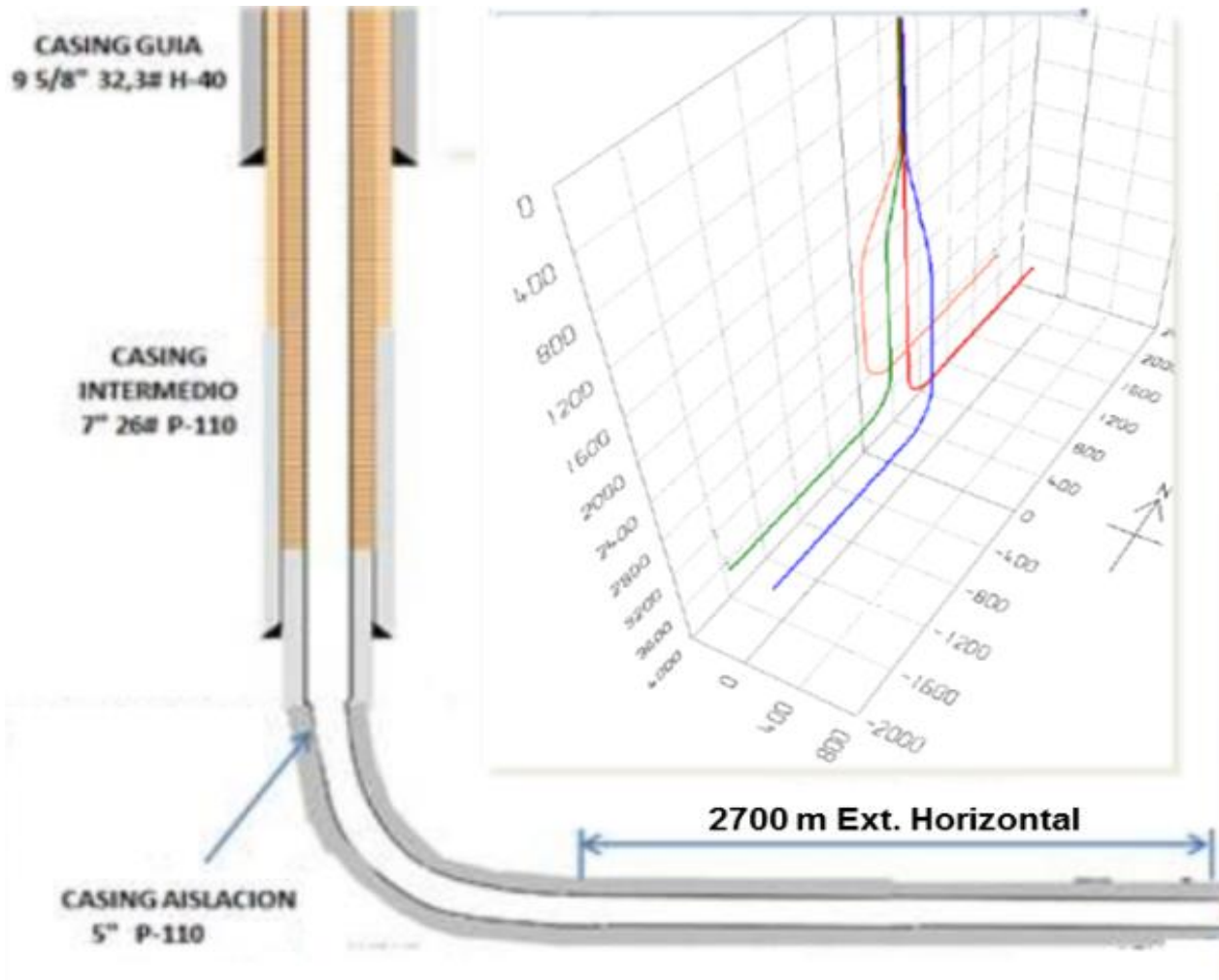


Productividad promedio por pozo, dependiendo del año de comienzo.

Gas Natural (kboe acumulados)

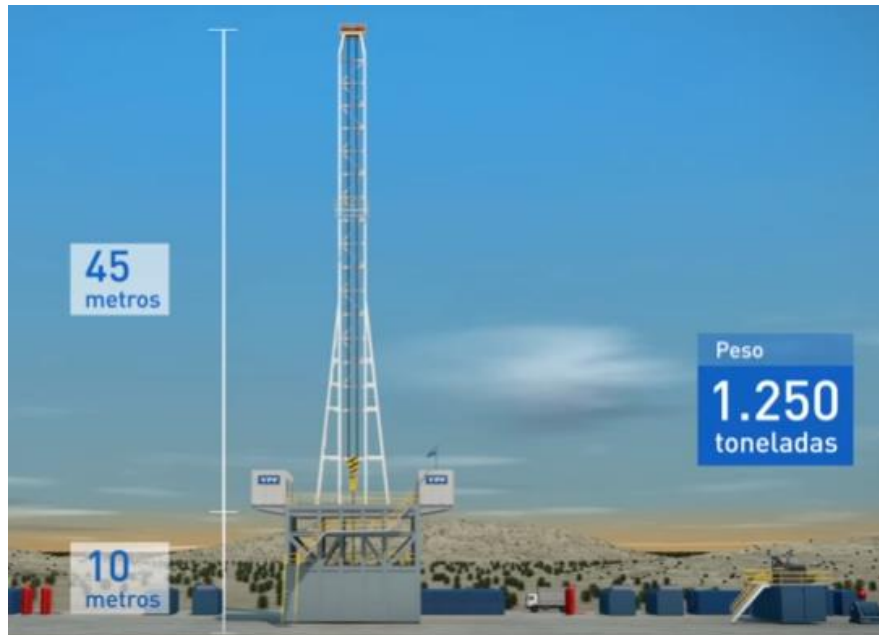


PERFORACION – POZO TIPO

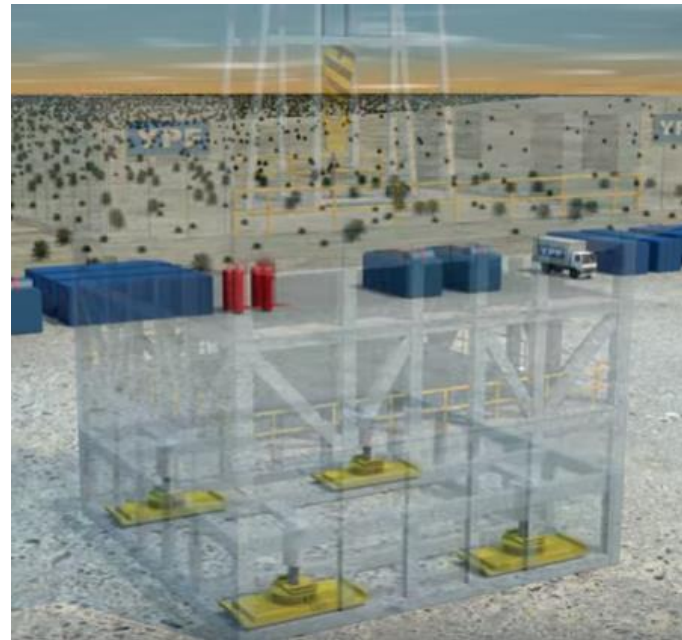
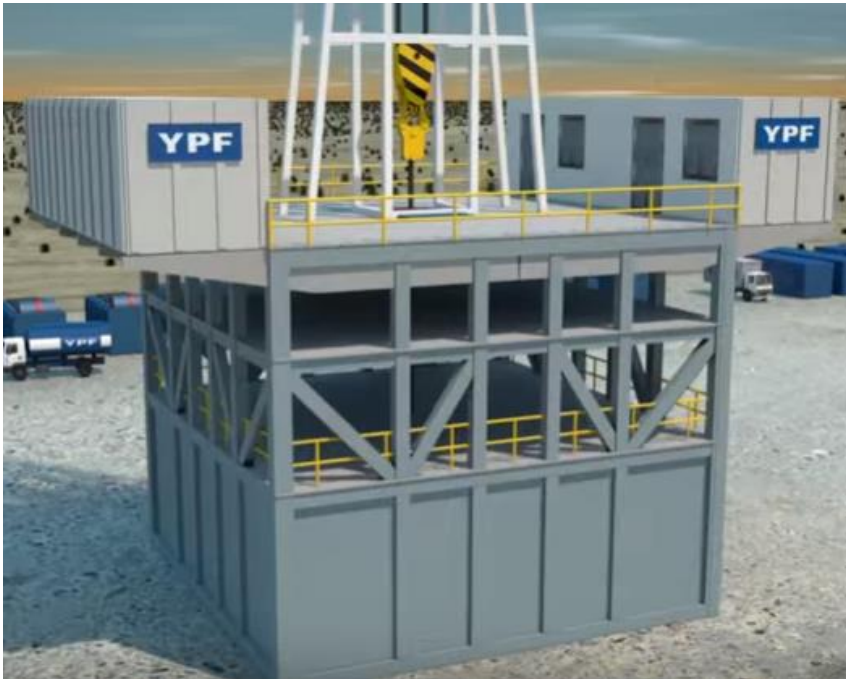


- **Locación Multi Pozo (4 pozos por pad)**
- **10 m distanciamiento entre bocas de pozo**
- **Pozos orientados en mismo eje**
- **Diseño de tres (03) revestidores:**
 - **Superficie 9-5/8" 32,30# @350 m - WBM**
 - **Intermedio 7" 26# 7 5/8" 26,4#@2200 m - OBM**
 - **Producción 5" 21,40# @ 6200 m – OBM**
- **2700 m 3200 m de navegación horizontal (6200 md)**
- **Cabezal y Árbol de Producción 10K psi**

PERFORACION – OPERACIÓN TRADICIONAL (no Walking Rigs)



PERFORACION – OPERACIÓN CON WALKING RIGS



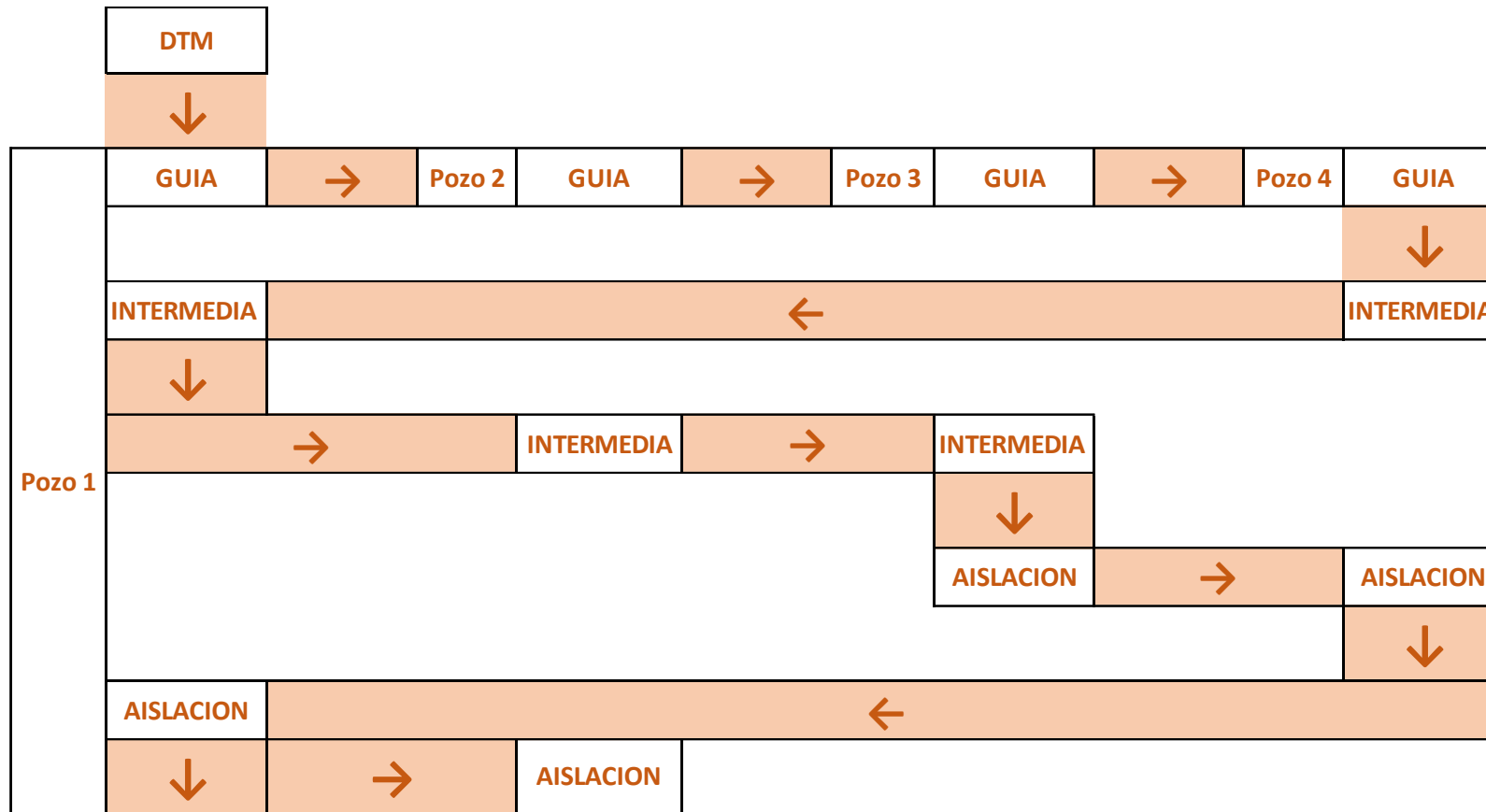
Traslado de equipos con walking rigs

Tiempos operativos

50% de reducción

Pueden caminar 15 metros en una hora y media

PERFORACION – BATCH DRILLING



Operaciones offline

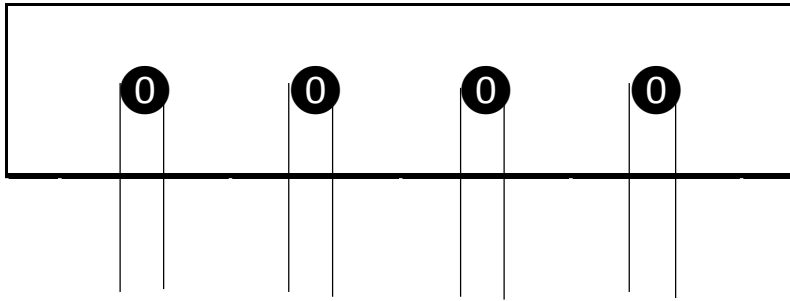
- 3 montajes de cabezales
- 3 cementaciones intermedias
- 4 cementaciones aislaciones

Skiddings : 9 Skiddings totales (7 cortos + 2 largos)

PERFORACION - SPUDDER RIGS

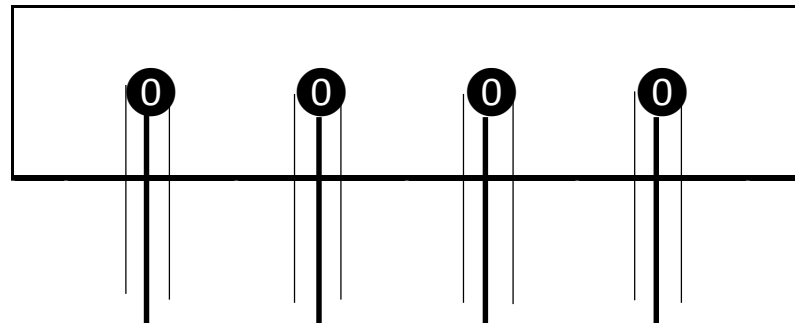
SPUDDER RIG

Guia + intermedia : 32 días



1500 HP SUPER SPEC

Rama Productiva : 68 días



OBJETIVOS :

Disminuir el costo de desarrollo, reduciendo el costo pozo en pozos largos (> 2.500 mts de rama horizontal).

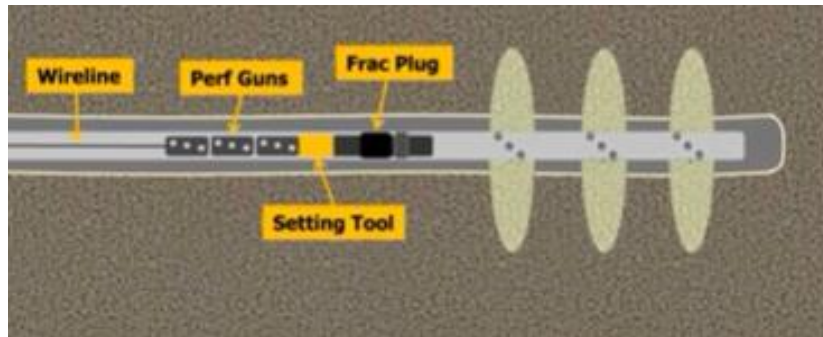
Maximizar la eficiencia de perforación de los equipos de mayor especificación

Costo diario Spudder : 40 % inferior vs 1500 HP Super Spec

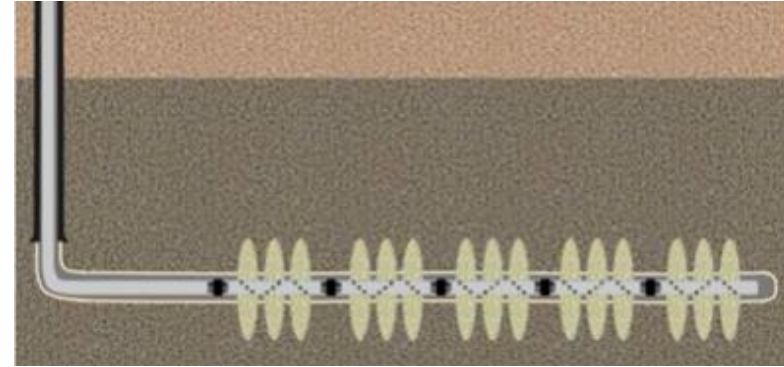
Un DTM adicional

Claves para la implementación : Planificación / Construcción de locaciones (dimensionamiento recursos) / Locaciones de back up para Rigs 1500 HP Super Spec.

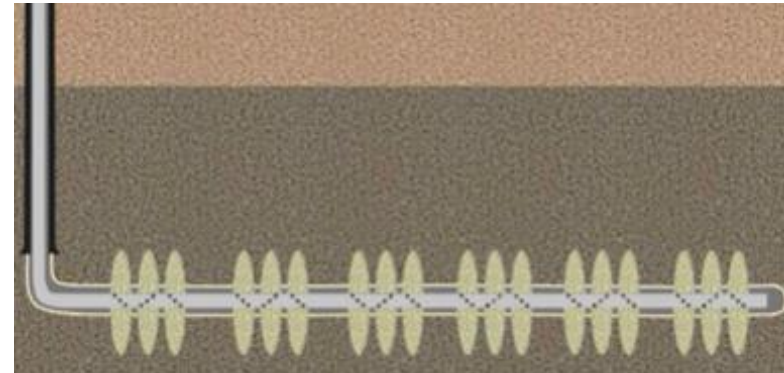
ESTIMULACION HIDRAULICA (Term P&P)



- 5 A 10 CLUSTERS
- 1500 M3 DE FLUIDO
- 15 A 75% FLUIDO DE BAJA VISCOSIDAD
- 250 Tn DE AGENTE DE SOSTEN



- CAUDAL DE BOMBEO 60 A 80 bpm
- DISTANCIAMIENTO ENTRE ETAPAS : 50 A 80 mts



ESTIMULACION HIDRAULICA SHALE - HDC

HDC - HIGH DENSITY COMPLETION

Generar un canal conductivo "artificial" en la roca, que permita que el petróleo fluya desde la formación geológica hacia el pozo.

Diseño Fractura	Estandar	HDC
Agente sostén	210 Tn/etapa	240 Tn/etapa
Fuido por etapa	1.500 m ³ /etapa	2.000 m ³ /etapa
Longitud etapa	80 mts	60 mts

- Mayor intensidad de fluido
- Mayor intensidad de agente sostén
- Mayor área contactada por la fractura
- Reducir el distanciamiento entre pozos
- Maximizar la producción por pozo
- Incrementar rentabilidad

VACA MUERTA – DESAFIOS LOGISTICOS (Agente de sostén)

- 250 Tn/etapa de agente de sostén → 9 camiones



1 pozo de 2500 mts (rama horizontal) tiene 32 etapas de fractura → 8.000 Ton de agente de sostén

1 locación tiene 4 pozos → 32.000 Ton de agentes de sostén

640 vagones tolva



VACA MUERTA – DESAFIOS LOGISTICOS (Fluido de fractura / Agua)

1.500 m³ por etapa → 50 camiones

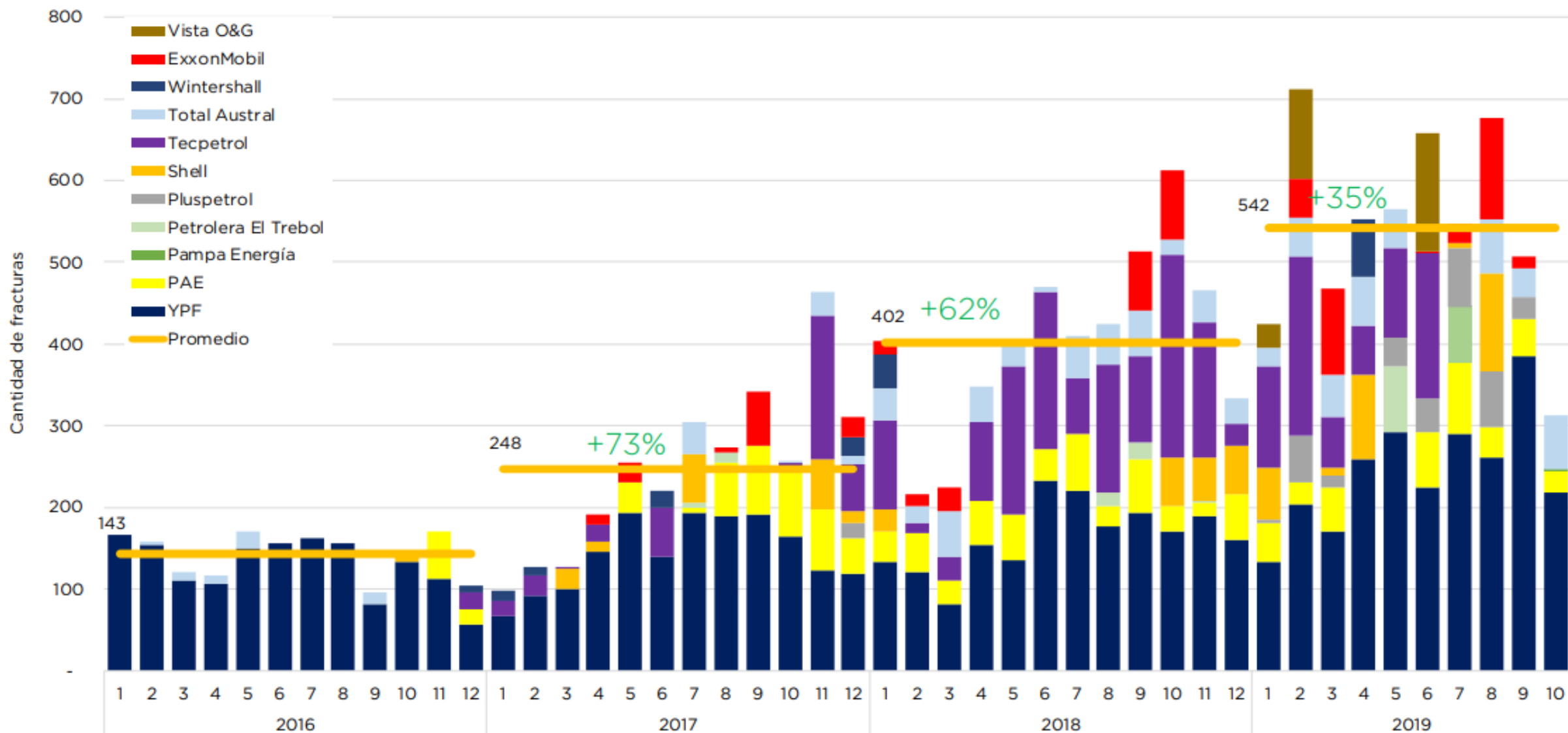
1 pozo de 2500 mts (rama horizontal) tiene 32 etapas de fractura → 48.000 m³ de agua

1 locación tiene 4 pozos → 192.000 m³ de agua

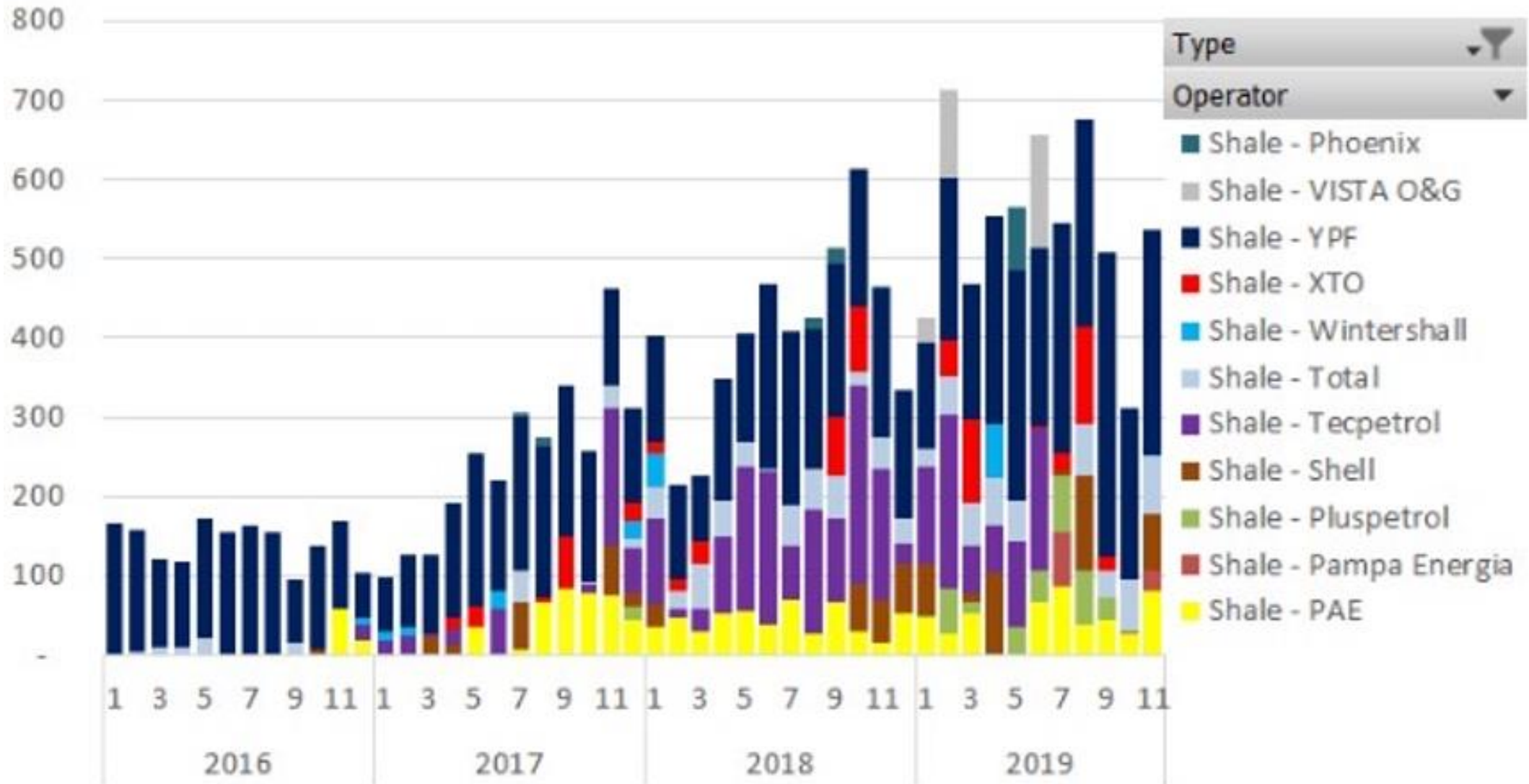
77 piletas olímpicas



VACA MUERTA – EVOLUCION CANTIDAD DE FACTURAS



VACA MUERTA – EVOLUCION CANTIDAD DE FACTURAS



VACA MUERTA – ASPECTOS AMBIENTALES Y DE SEGURIDAD

ACADEMIA NACIONAL DE INGENIERÍA

INSTITUTO DE ENERGÍA

DOCUMENTO NÚMERO 4

ASPECTOS AMBIENTALES EN LA PRODUCCIÓN
DE HIDROCARBUROS DE
YACIMIENTOS NO CONVENCIONALES

El caso particular de “Vaca Muerta” en la
Provincia de Neuquén



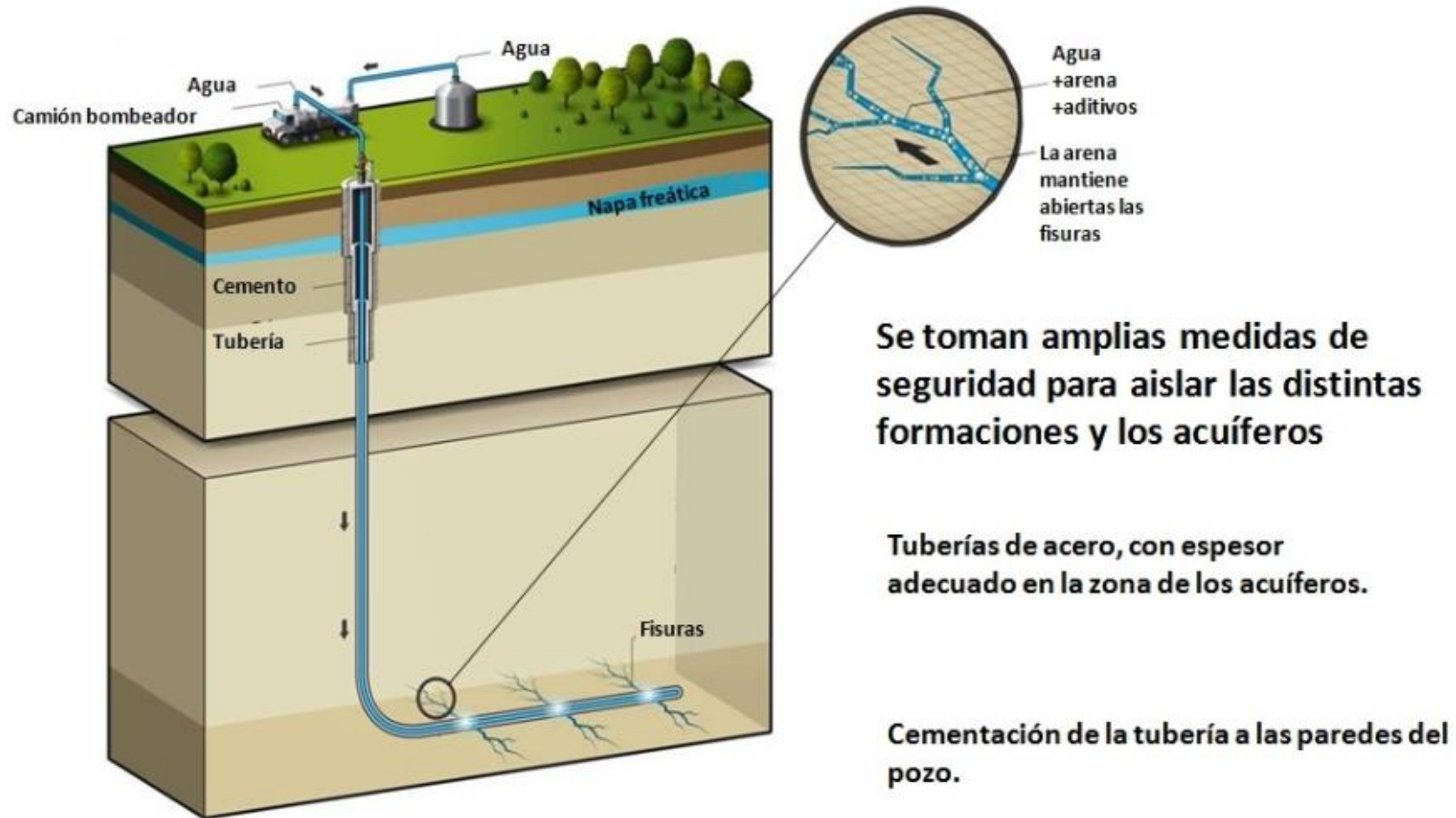
OCTUBRE DE 2013

Respuestas con fundamento técnico y académico tomando como base los trabajos de investigación y las recomendaciones emitidas por la EPA y el DOE de Estados Unidos y la RAE del Reino Unido.

- **Estimulación Hidráulica - potencial contaminación de acuíferos de agua potable**
- **Estimulación Hidráulica – cantidad de agua necesaria**
- **Estimulación Hidráulica – Fluidos utilizados**
- **Estimulación Hidráulica – Fallas geológicas / actividad sísmica**
- **Estimulación Hidráulica – Aguas residuales**
- **Estimulación Hidráulica – Emisiones de metano por fracturas en superficie**
- **Estimulación Hidráulica – Permisos a nivel mundial para fracking**
- **Área cubierta por shale vs explotaciones convencionales**
- **Niveles de ruido ocasionados por las actividades de Shale**

FRACKING – AISLAMIENTO DE ACUIFEROS

Aislamiento de acuíferos



* Gráfico fuera de escala

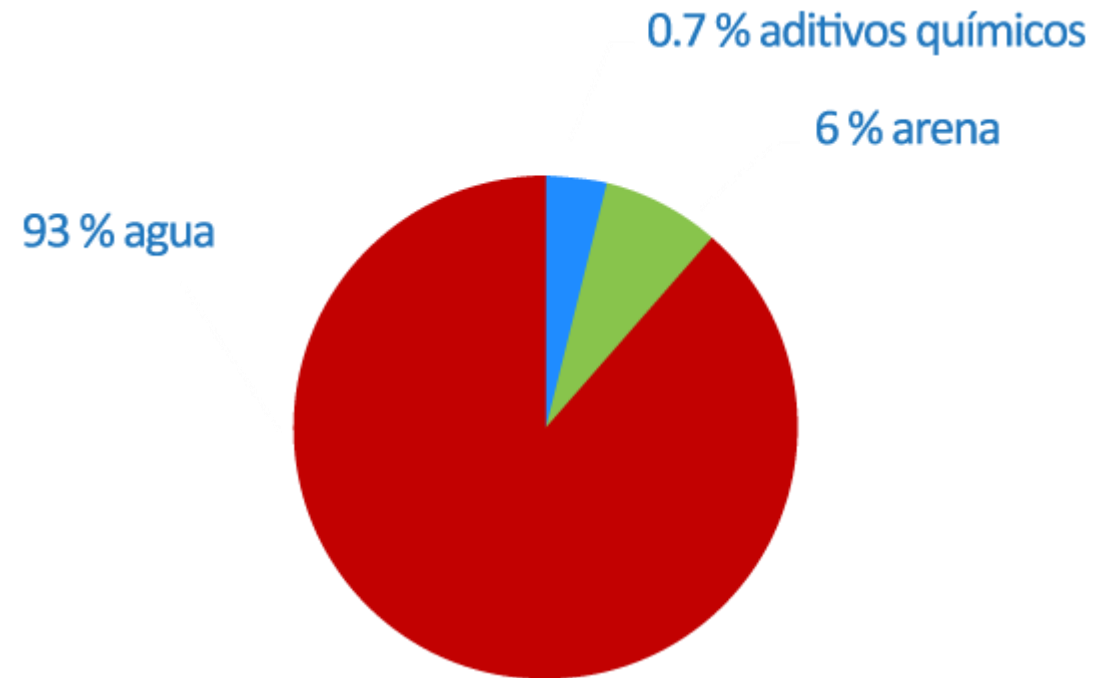
FRACKING - QUIMICOS

Se utilizan entre 8 y 15 compuestos químicos (menos del 1 por ciento del fluido de fractura).

De ese total, la mitad es ácido clorídrico (presente en nuestro estómago para poder realizar la digestión y utilizado para desinfectar las piletas de natación).

Un 25 % es un polímero natural, llamado goma guar, presente en helados, mousses y cosméticos.

El otro 25 % se distribuye en una gran cantidad de aditivos en muy baja concentración.



FRACKING – AGUA

¿Qué proporción del recurso requerirá la explotación de no convencionales en Neuquén?

	Río Neuquén	Río Limay	Río Colorado	TOTAL
Caudal mínimo (m3/año)	3.153.600.000	6.622.560.000	1.261.440.000	11.037.600.000
Remanente tras otros usos	1.323.838.889	6.515.290.180	1.239.653.767	9.078.782.836
Demanda NC*	10.000.000	10.000.000	10.000.000	10.000.000
Porcentaje requerido NC**	0,76%	0,15%	0,81%	0,11%

✓ Del análisis surge que de cumplirse con el Plan Quinquenal (2500 pozos en 5 años), la actividad requerirá del 0,11% del recurso hídrico provincial, muy por debajo de otras actividades.

*Tomando como base 2500 pozos, a 20.000m3 de agua por pozo durante 5 años (Plan Quinquenal)

FUENTE: Ministerio de Energía, Ambiente y Servicios Públicos de Neuquén

FRACKING – ESQUEMA / ACTIVIDAD SISMICA

Esquema del fracking

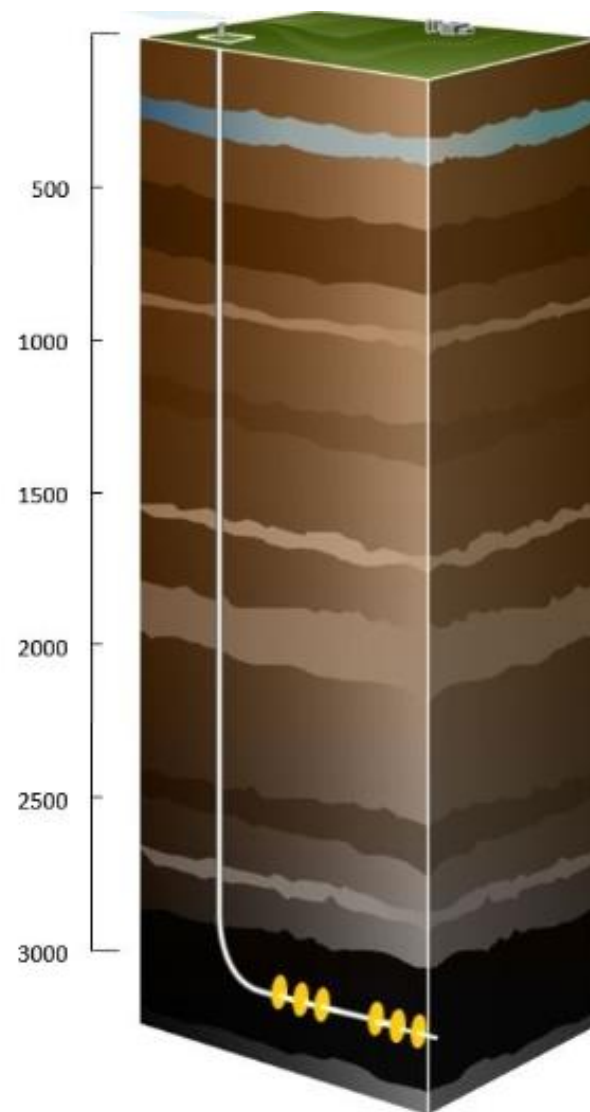
Las operaciones se realizan a miles de metros de profundidad, lejos de cualquier acuífero de agua dulce

El radio máximo de las fisuras no excede los 250 m

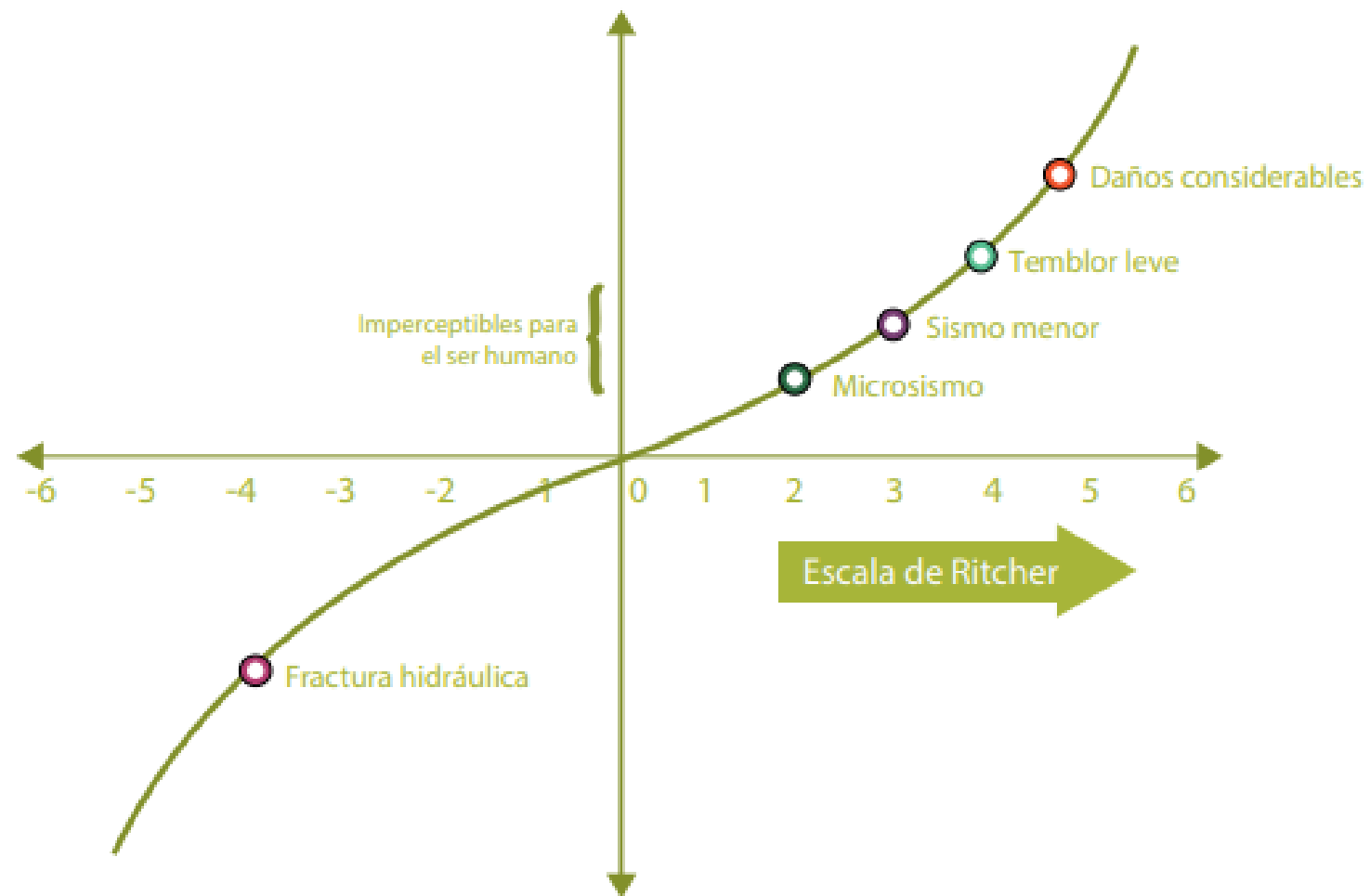
Profundidad 3000 m

El espesor de las fisuras tiene un máximo de alrededor de 1 mm

El mayor crecimiento de las fisuras se da en forma horizontal.

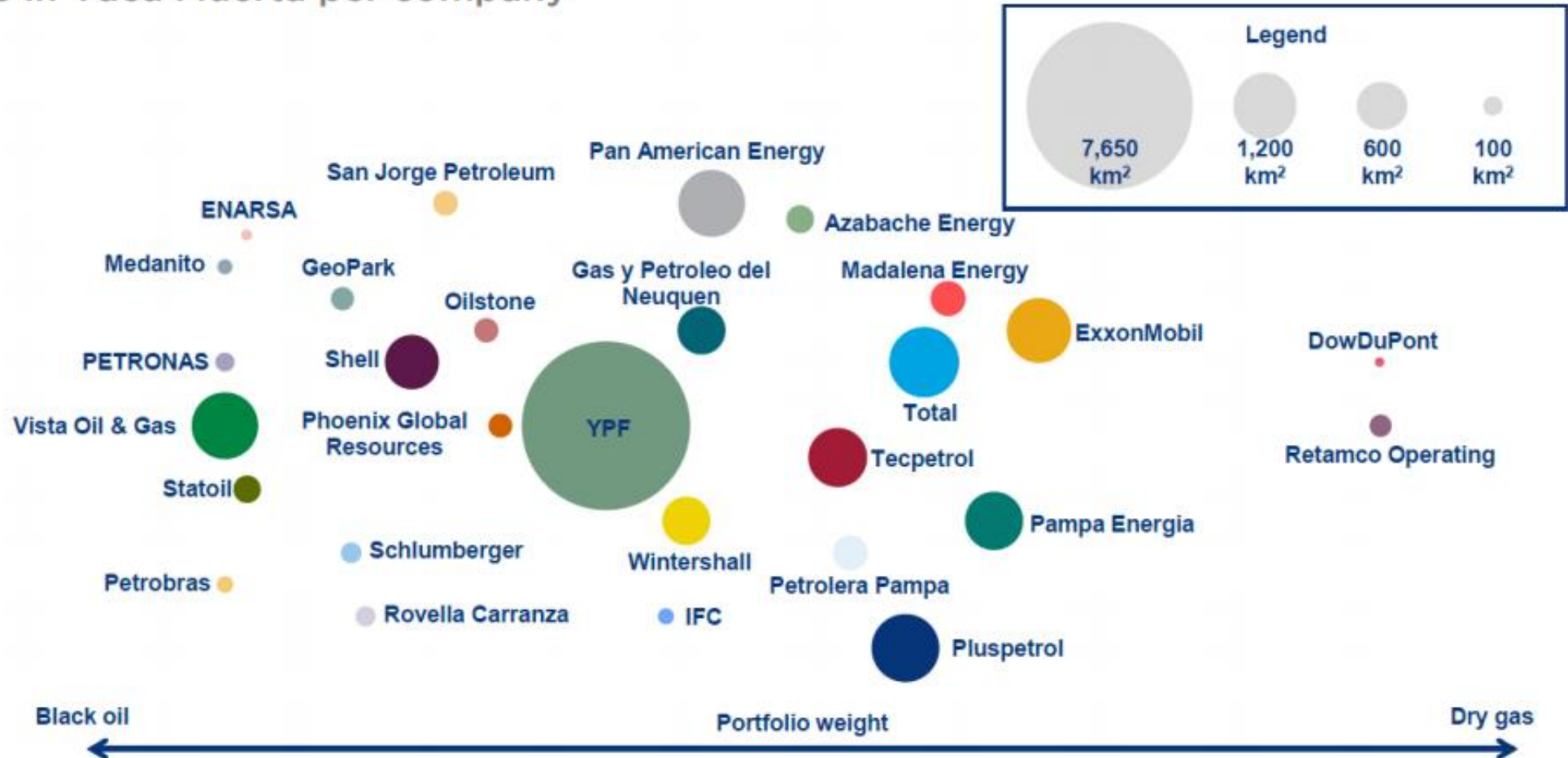


FRACKING – ACVIDAD SISMICA

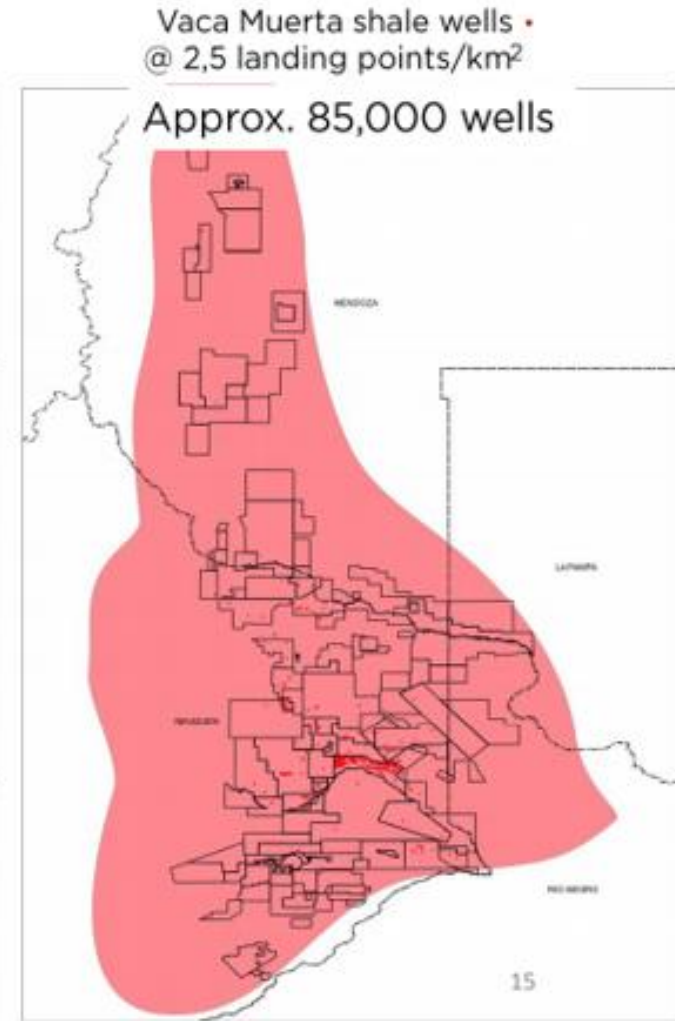
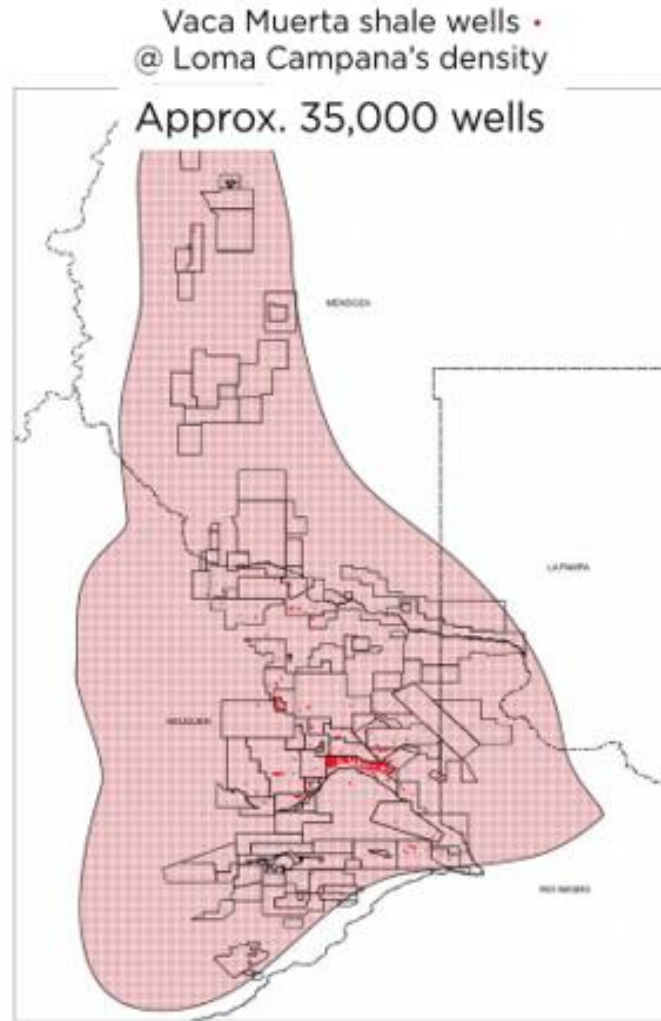
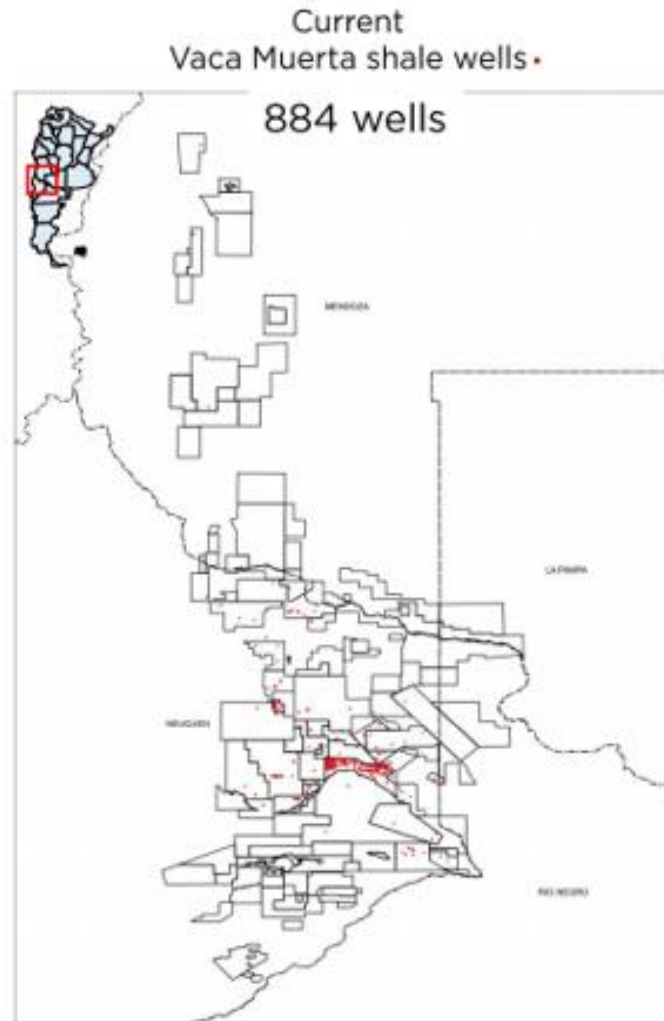


VACA MUERTA – COMPAÑÍAS / ACREAJE

Acreage in Vaca Muerta per company



VACA MUERTA DESARROLLADA A FULL



Fin

fernando.salvetti@gmail.com