



Mesa Redonda. Yacimientos ¿Maduros?

- i) Mejora del factor de recobro en El Tordillo (CGSJ). Estrategias

- ii) Incorporación de reservas *Near Field* en Neuquén

Matias Hoffmann

Octubre 2016





I) Mejora del factor de recobro en CGSJ. Estrategias:

- ✓ Estudio de caracterización
- ✓ Generación de nuevos proyectos de recuperación secundaria y perforación Infill
- ✓ Masificación fracturas hidráulicas
- ✓ Utilización de geles

II) Incorporación de reservas *Near Field* en Neuquén:

- ✓ Extensión de los descubrimientos pre-existentes
- ✓ Re-exploración en zonas aledañas a yacimientos

El Tordillo – Caso Integral de Desarrollo

Cuenca Golfo San Jorge - Argentina



Total Capex	2 000 MM U\$
Pozos Nuevos [#]	713
Workovers (incluye Inyectores) [#]	2 650
Pullings [#]	10 000
Plantas de tratamiento [#]	4

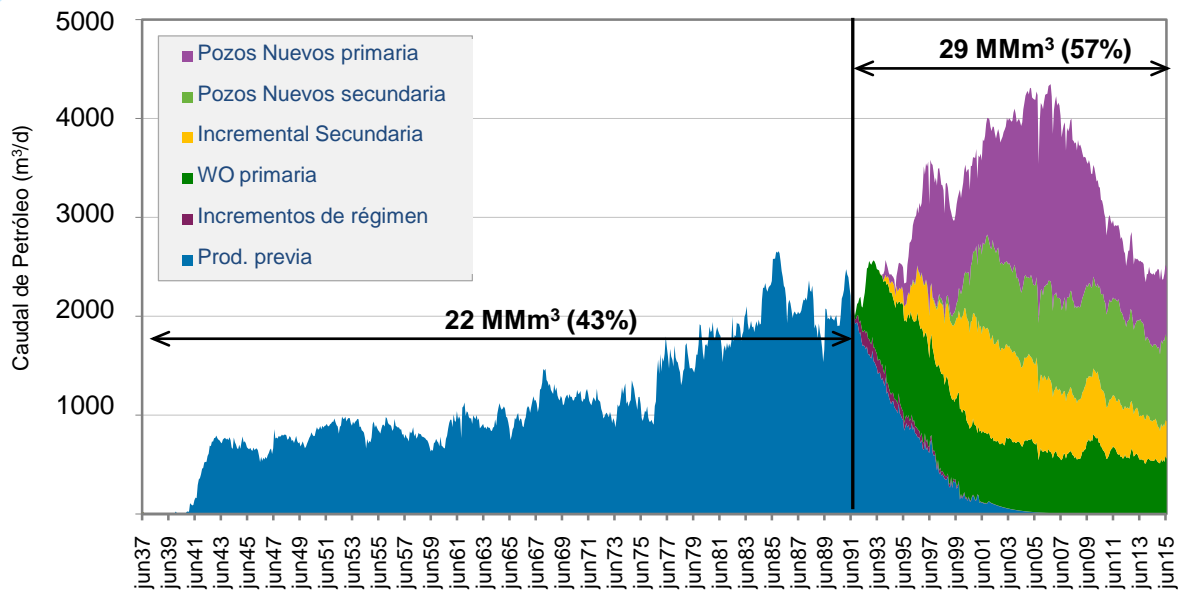
Producción Acumulada

Previo a Tecpetrol (1936 - 1991) 22 MMm³

UTE Tordillo operada por Tecpetrol (1991 – 2016) 29 MMm³

Total 51 MMm³

	1991	2015
# Pozos productores	348	741
# Inyectores	21	240
Plantas de tratamiento de agua	1	5
Caudal de inyección a secundaria [m ³ /d]	1500	40 000



El Tordillo: Caracterización de Reservorio «Cambiando Paradigmas»



- _ # de pozos considerados: **929**
- _ # de arenas correlacionadas: **241 (259.000 picks)**
- _ Fallas interpretadas: **133**
- _ Perfiles a pozos abierto: **2.000 km**
- _ Tamaño de Base de Datos: **52 GB**

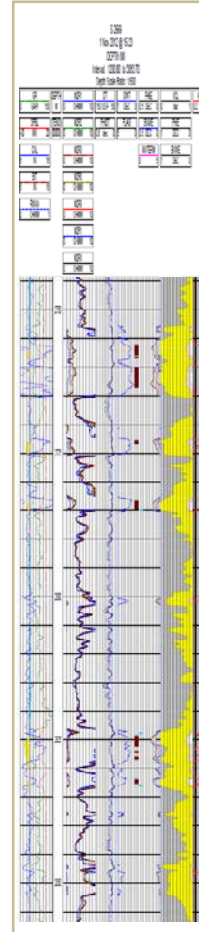


- _ Modelos 3D estructurales y estratigráficos
- _ Base de datos digital integrada, conteniendo datos geológicos, geofísicos y de pozo
- _ Integración de los recursos humanos en la operación

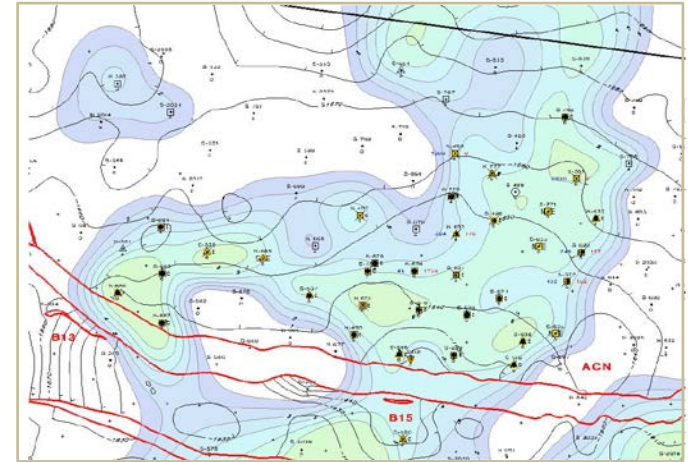


Resultados

- _ Incrementar Producción
- _ Desarrollo de Proyectos de Secundaria
- _ Fracturamiento Hidráulico
- _ Utilización de Geles



Perfil: se identifican 6 arenas en sólo 125 m. de profundidad.

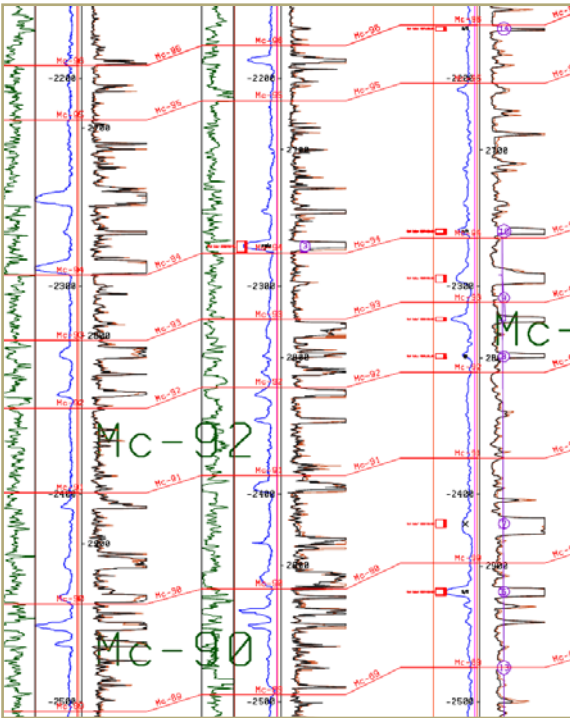


Información estratigráfica-estructural de detalle ajustada con Sísmica 3D y ensayos de producción

El Tordillo: Subdivisión de la Columna Estratigráfica local según Caracterización



Formación	Intervalo Productivo	Horizonte	Areniscas
Salamanca	Yellow	Seis1	
El Trébol	Purple	E4	7
		E3	5
		E2	9
		E1	12
			33



Formación	Intervalo Productivo	Horizonte	Areniscas	
Comodoro Rivadavia	Red	Cr-29	9	
		Cr-28	5	
		Cr-27	5	
		Cr-26	5	
		Cr-25	6	
		Cr-24	5	
	Garnet	Cr-23	4	
		Cr-22	4	
		Cr-21	5	
		Cr-20	5	
		Cr-19	5	
		Cr-18	4	
	Blue	Cr-17	2	
		Cr-16	2	
		Cr-15	3	
		Cr-14	3	
		Cr-13	4	
		Cr-12	4	
		Cr-11	3	
		Cr-10	4	
		Cr-09	4	
		Cr-08	5	
	Junior (Gray)	Cr-07	3	
		Cr-06	5	
		Cr-04	3	
		Cr-03	5	
			Cr-02	4
				116

Formación	Intervalo Productivo	Horizonte	Areniscas
Mina El Carmen	Brown	Mc-99	4
		Mc-98	4
		Mc-97	6
		Mc-96	3
		Mc-95	6
	Green	Mc-94	3
		Mc-93	3
		Mc-92	4
	Pink	Mc-91	4
		Mc-90	4
		Mc-89	5
		Mc-88	4
		Mc-87	7
		Mc-86	5
		Mc-85	5
		Mc-84	5
		Mc-83	5
		Mc-82	5
		Mc-81	5
Mc-80	5		
			92
D-129		D-129	

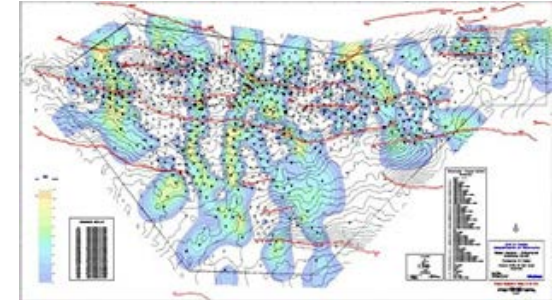
El Tordillo: Caracterización de Reservorio

– Depletion plan

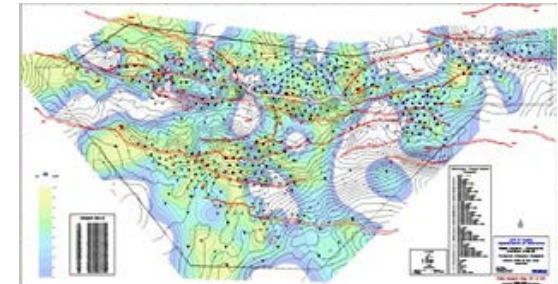


- Ubicación de Pozos Nuevos:
 - Cálculo de trayectoria y profundidad de pozos dirigidos
 - Ajuste del espaciamiento para distintos niveles
- Mayor eficiencia operacional
 - Sistematización de Workovers
 - Well completion
 - Uso de fracturas hidráulicas (3-5 por pozo en Mc)
 - Mejor monitoreo de recuperación secundario y generación de nuevos proyectos
- Detección de zonas de mejor calidad petrolífera
- Cálculo de OOIP y detección de bajos %FR

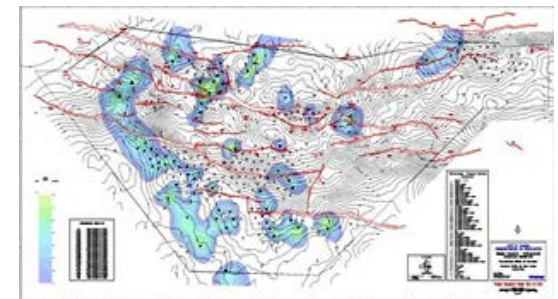
241 Arenas mapeadas



Arena E4-20 – Isópaco / estructural



Arena Cr8-30 – Isópaco / estructural

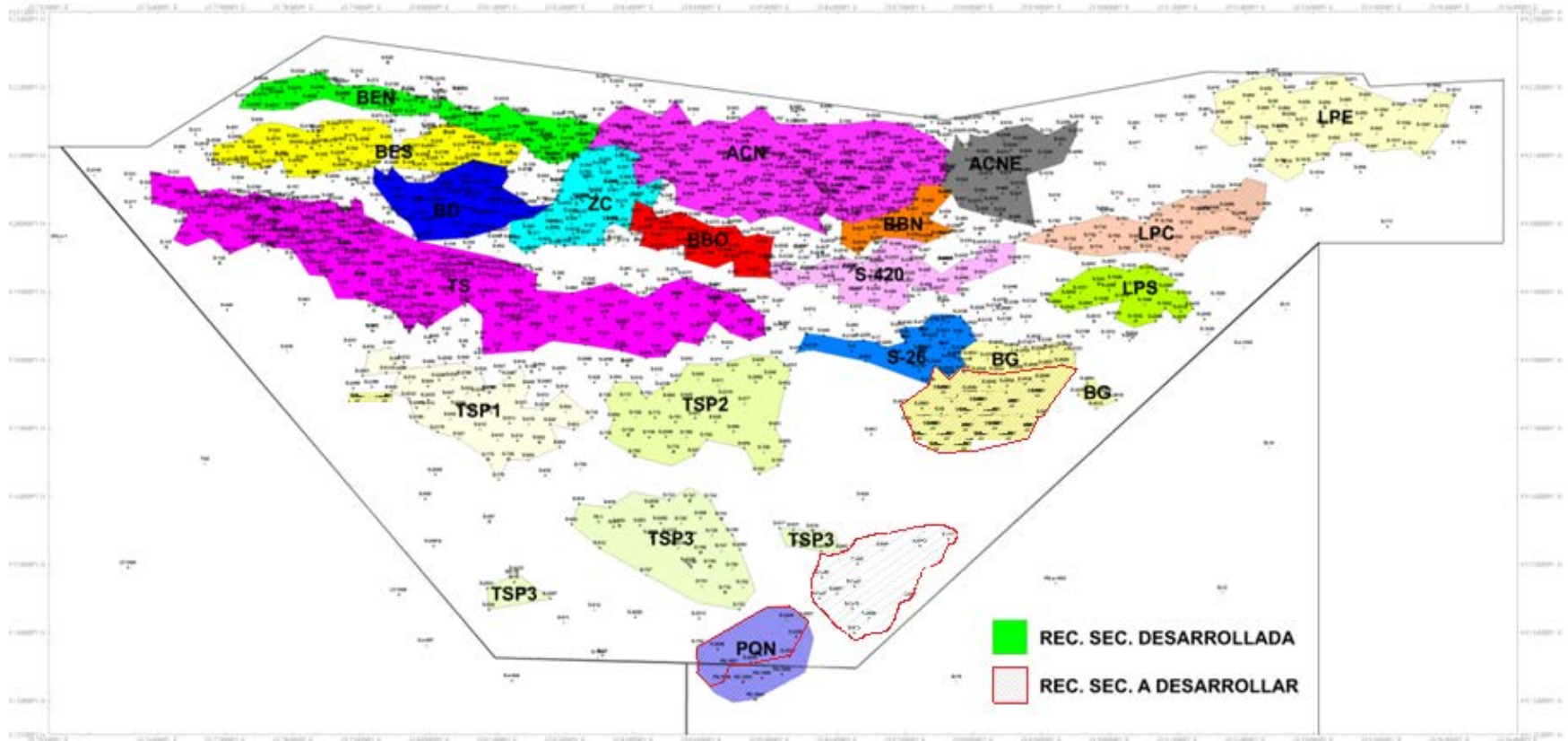


Arena Mc98-20 – Isópaco / estructural

Masificación de proyectos de recuperación secundaria



Areal

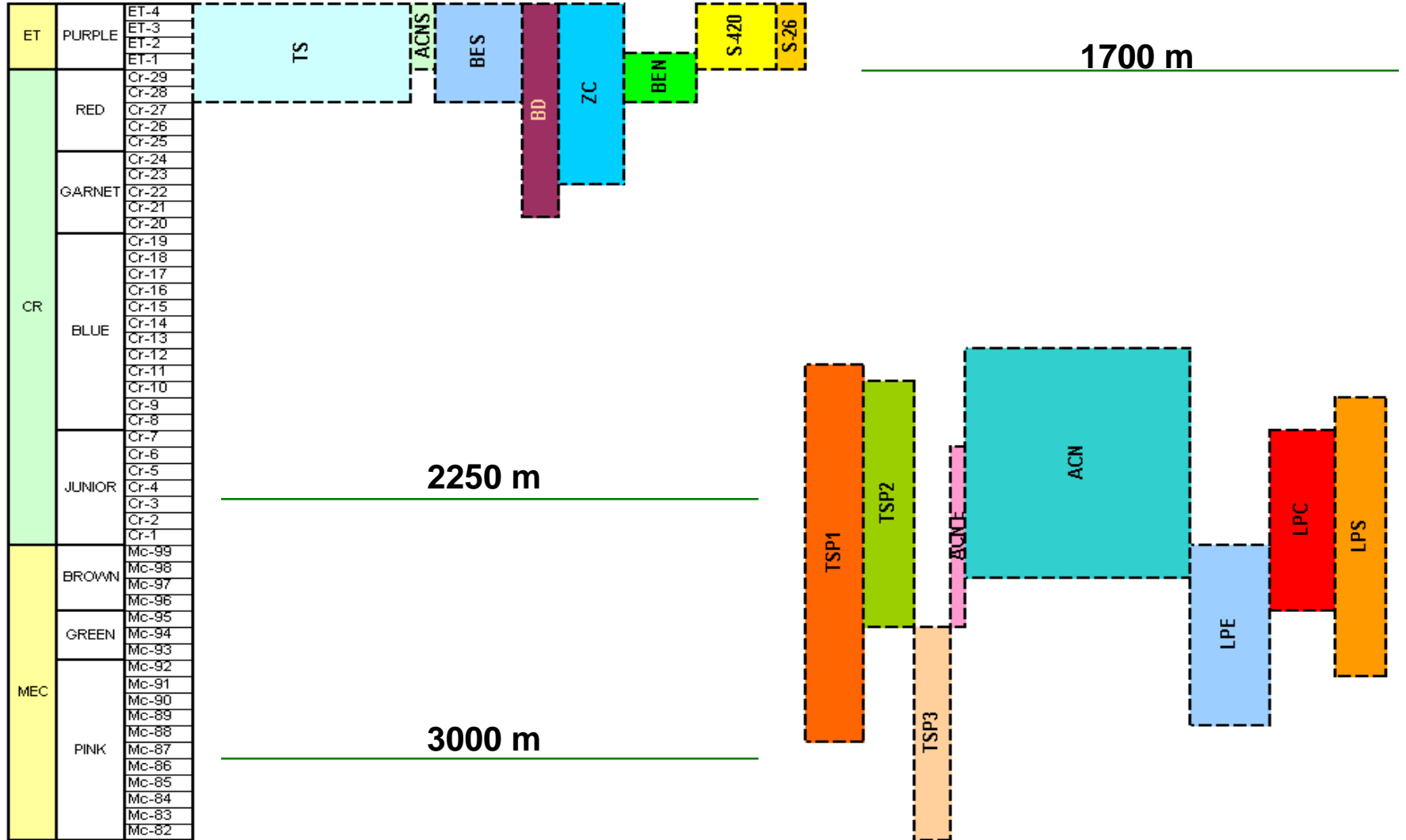


240 mallas implementadas
 $Q_{iny} = 40\,000 \text{ m}^3/\text{d}$

Masificación de proyectos de recuperación secundaria



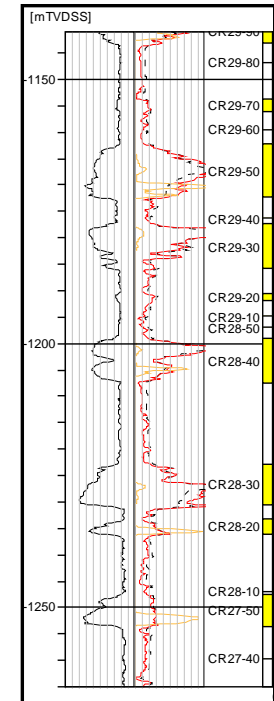
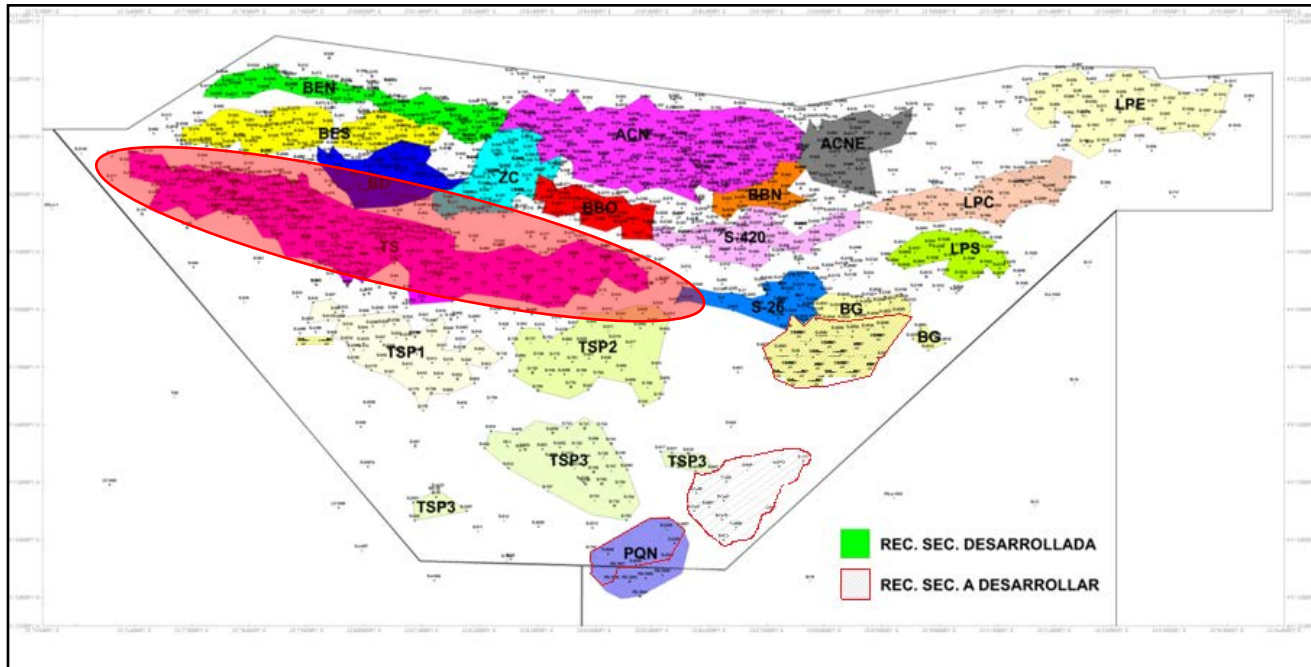
Vertical



Caso Proyecto Tordillo Sur

Revitalización de un campo maduro

- Bloque descubierto en 1939 y desarrollado desde entonces
- 19 °API, 1700 m de profundidad, 500 mD, mecanismo de drenaje principal: SGD con leve acuífero
- Reservorio principal: arenas superiores de Fm. Comodoro Rivadavia
- Pilotos de Recuperación Secundaria en 1980. Implementación masiva a partir de 1995 (Tecpetrol)
- Acumulada a 1991 (operador anterior): 3.9 MMm³ con 90% de agua (maduro)
- Acumulada incremental generada por Tecpetrol post 1991: 4.4 MMm³ llevando el corte de agua a 95%
- Actividad desde 1991: 80 pozos perforados, 25 nuevos inyectores, 65 WO



Proyecto Tordillo Sur

Curvas de Producción Histórica

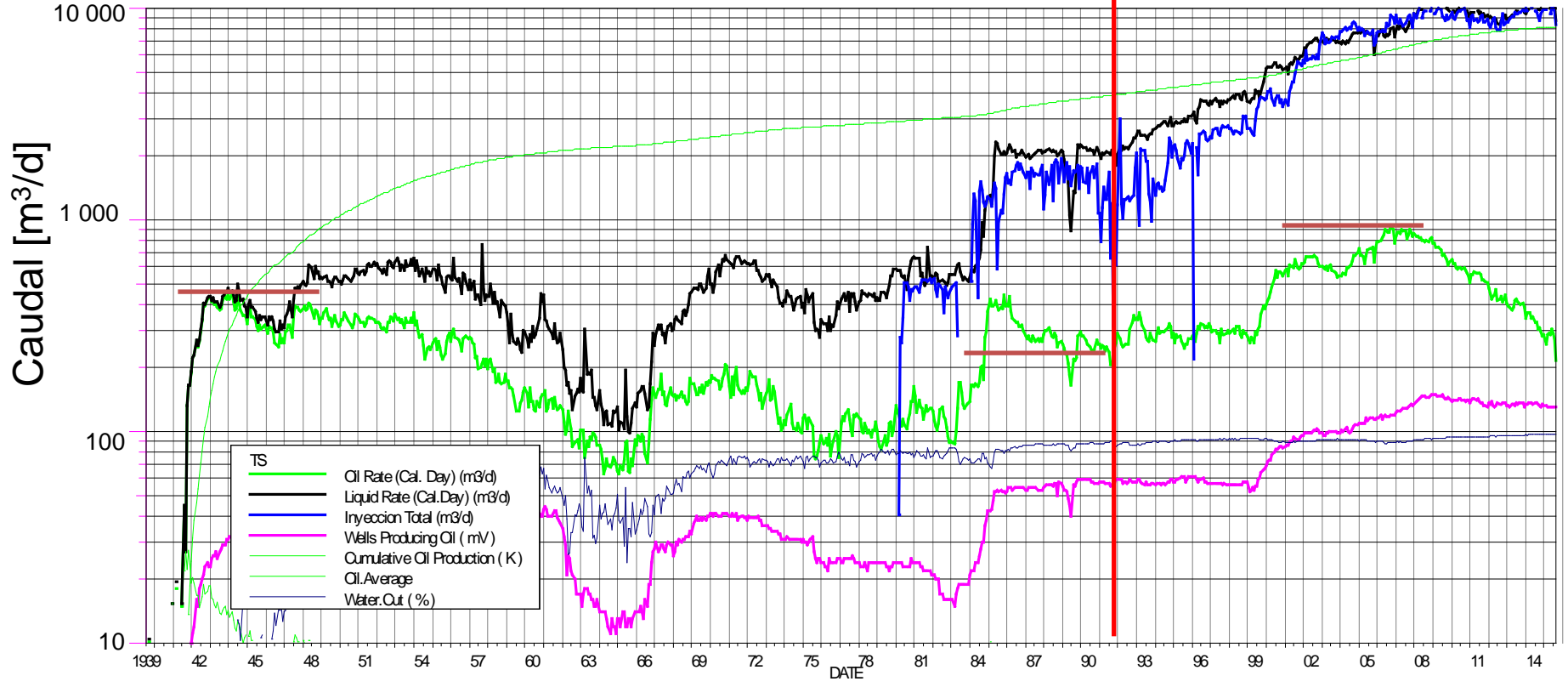


Operador anterior ←

Acum: 3.9 MMm³ y 90% de WC @ Jun-91
 Inyección: 1 500 m³/d
 58 Productores y 10 Inyectores
 Caudal de Petróleo @ Jun-91: 250 m³/d

Tecpetrol

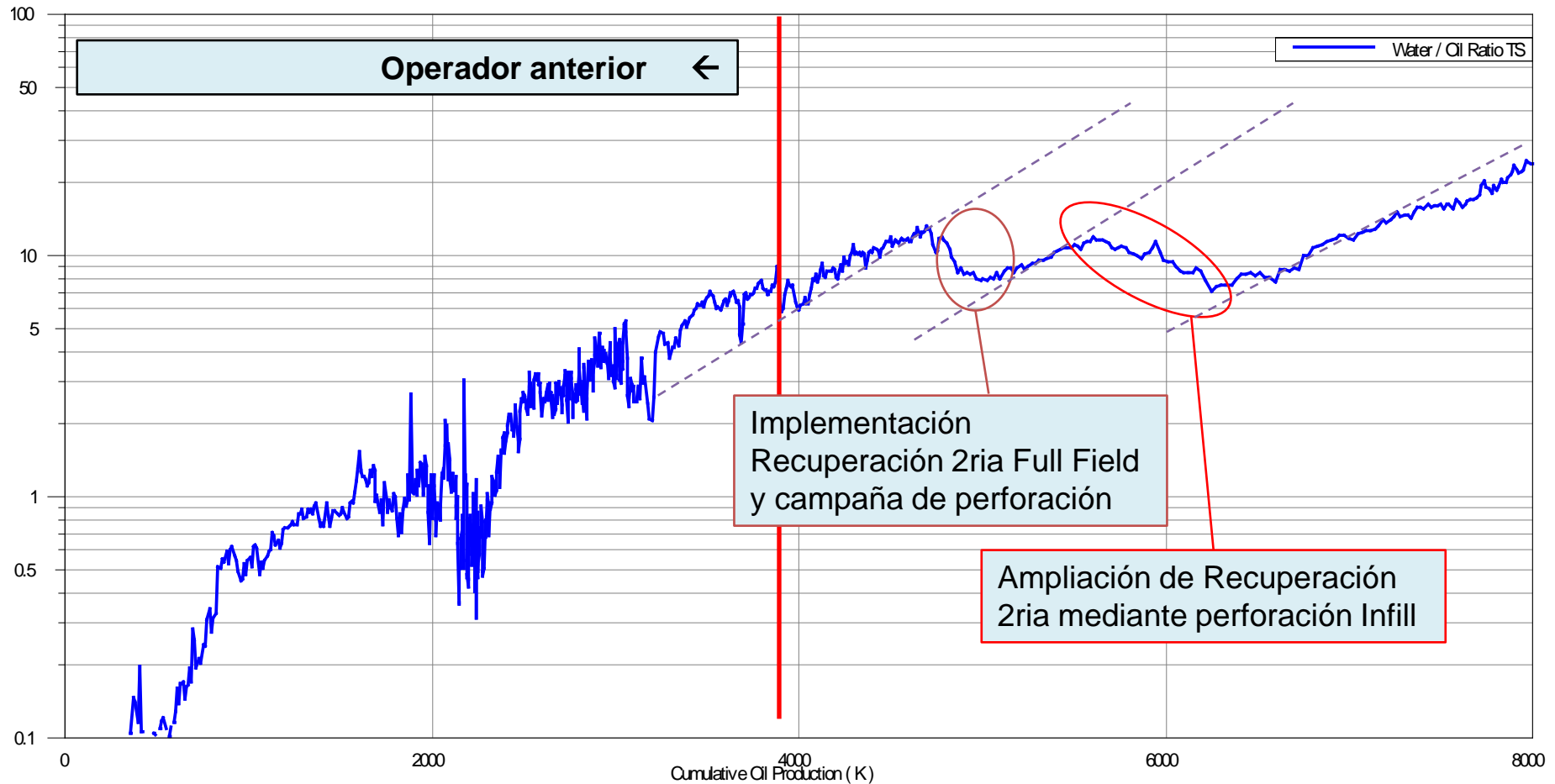
Acum: 4.4 MMm³ y 95% WC
 Iny: 9 500 bbl/d
 131 Productores y 35 Iny.
 Caudal Max: 940 m³/d



- Observar el incremento de producción generado por la revitalización de un campo maduro a partir de 1991, cuyo caudal máximo en 2006 supera con creces el máximo histórico de 1945.

Proyecto Tordillo Sur

Análisis de curva RAP vs N_p (Relación Agua-Petróleo vs. acumulada de petróleo)



- En yacimiento con empuje de agua o bajo efecto de recuperación secundaria, la evolución suele ser lineal, siendo extrapolable para calcular reservas
- Cada etapa incorpora reservas

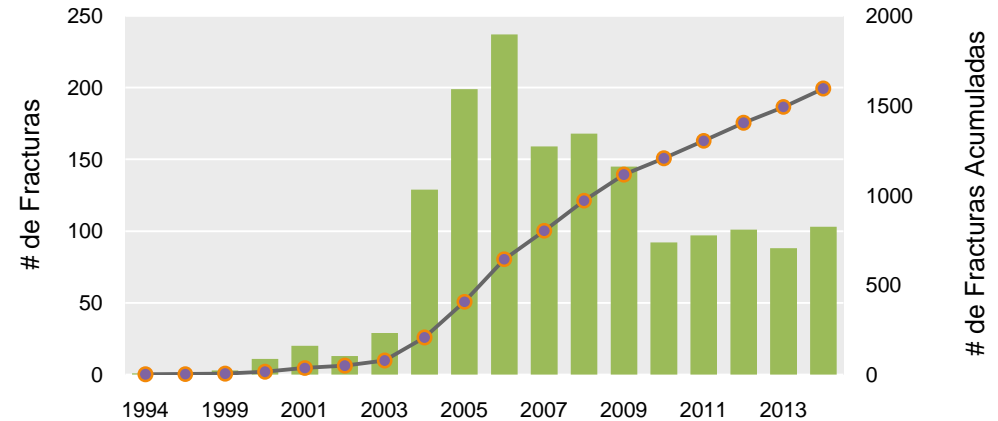
El Tordillo:

Masificación Fracturamiento Hidráulico

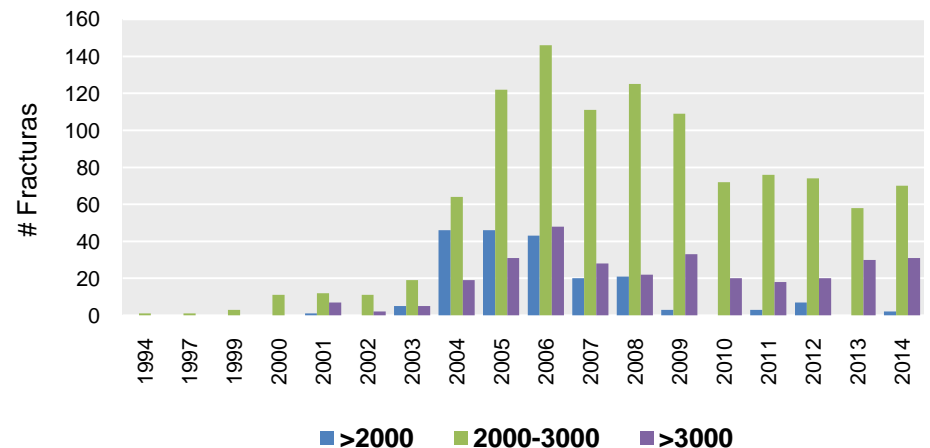


- **Fracturas:** son muy importante en trabajos de Terminación y Reparaciones
- ~1.5 fracturas por Reparación
- ~3 fracturas por Terminación
- Caudal post fractura entre 2 a 10 veces con respecto al caudal previo a la fracturada
- El incremento de petróleo se asegura con un programa masivo de fracturas (porfolio)

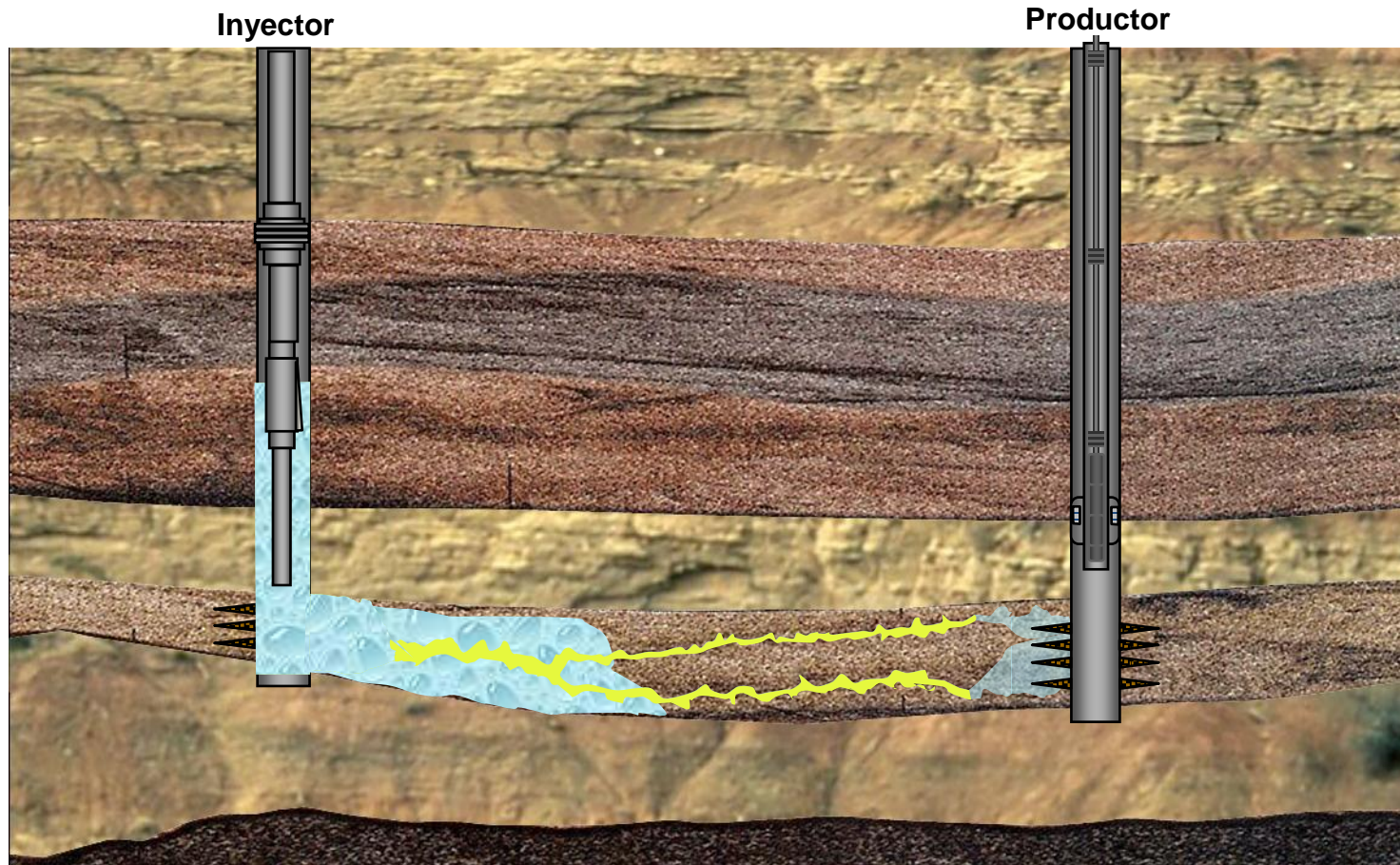
Evolución de Cantidad de Fracturas



de Fracturas por Rango de Profundidad



El Tordillo: EOR – Tratamientos con Geles



El Tordillo: EOR – Tratamientos con Geles



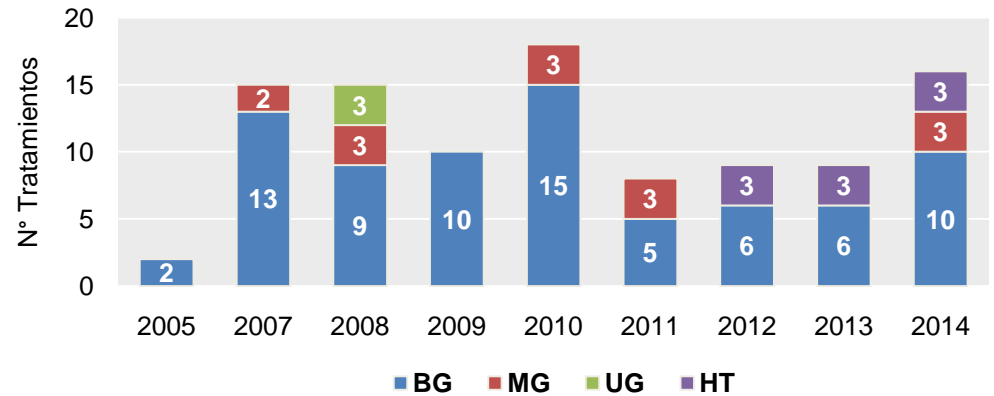
Antecedentes

En algunas mallas se observa:

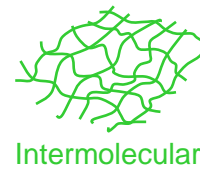
- Reservorios altamente heterogéneos
- Arenas con diferentes permeabilidades y presiones
- Irrupción temprana de agua de inyección en pozos productores.
- Altos caudales de inyección.
- Bajo factor de recuperación de petróleo.
- Se realizaron 76 tratamientos BG, 14 MG y 12 UG/HT

107 Tratamiento de Geles

Tipos de Tratamientos de Geles



Polímero + Croslinker + Agua $\xrightarrow{\text{Tiempo}}$ Gel





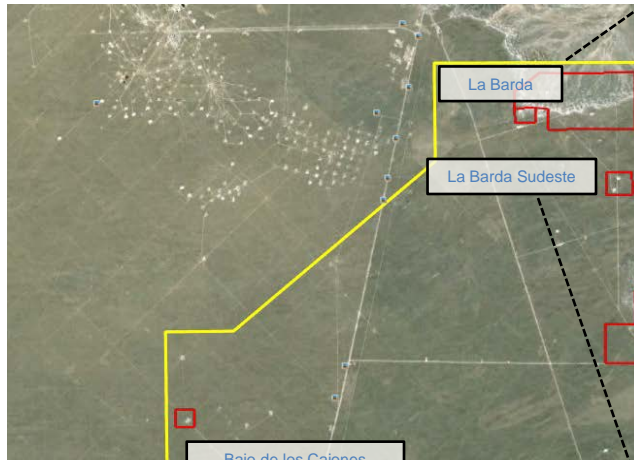
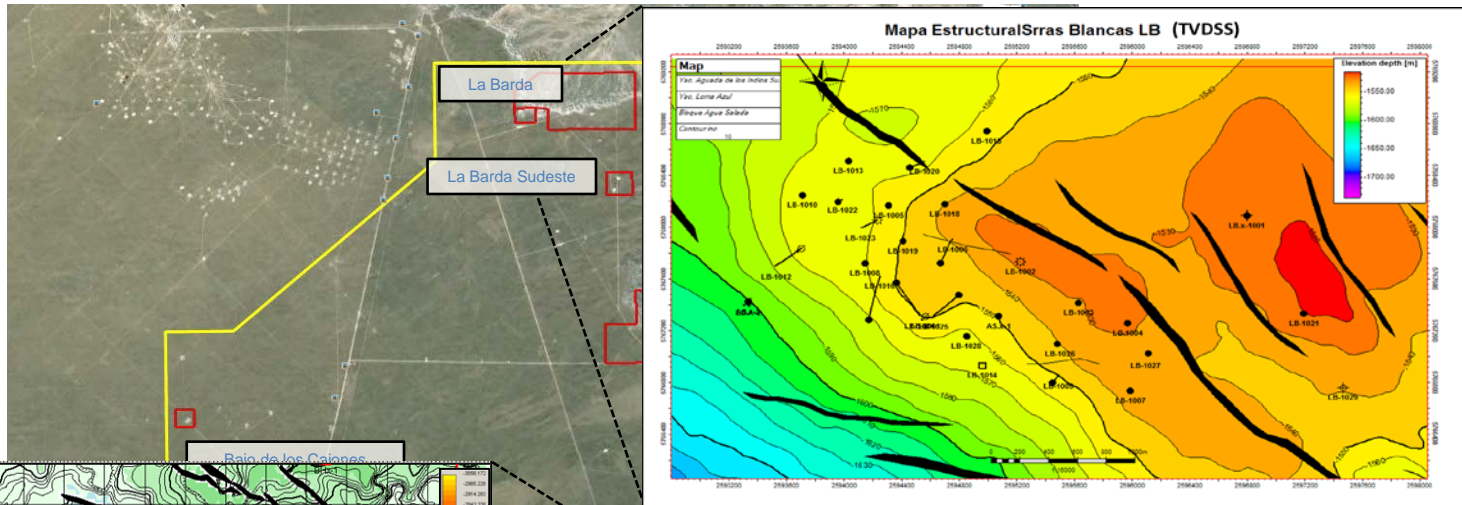
I) Mejora del factor de recobro en CGSJ. Estrategias:

- ✓ Estudio de caracterización
- ✓ Generación de nuevos proyectos de recuperación secundaria y perforación Infill
- ✓ Masificación fracturas hidráulicas
- ✓ Utilización de geles

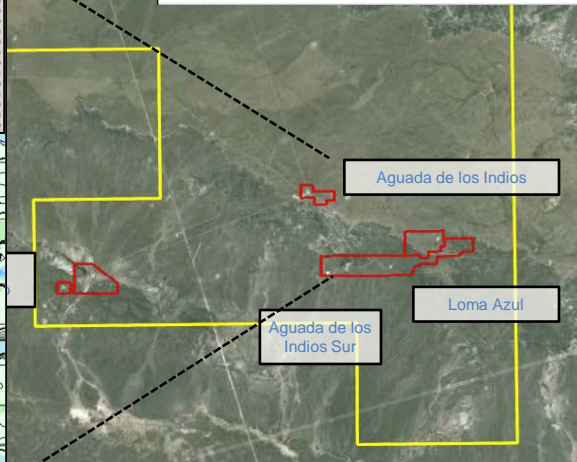
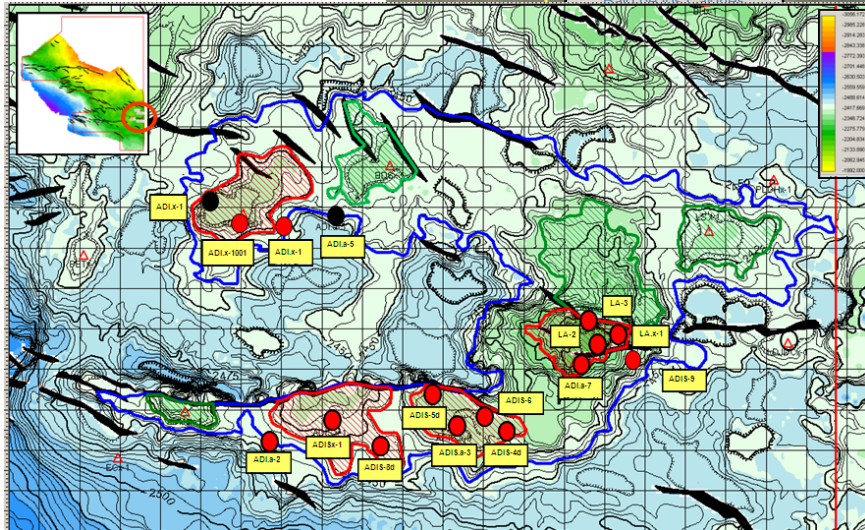
II) Incorporación de reservas *Near Field* en Neuquén:

- ✓ Extensión de los descubrimientos pre-existentes
- ✓ Re-exploración en zonas aledañas a yacimientos

Área Agua Salada: mejor información, nuevas reservas



ADIS:
sísmica 3D PSDM
y foco en Gpo. Cuyo

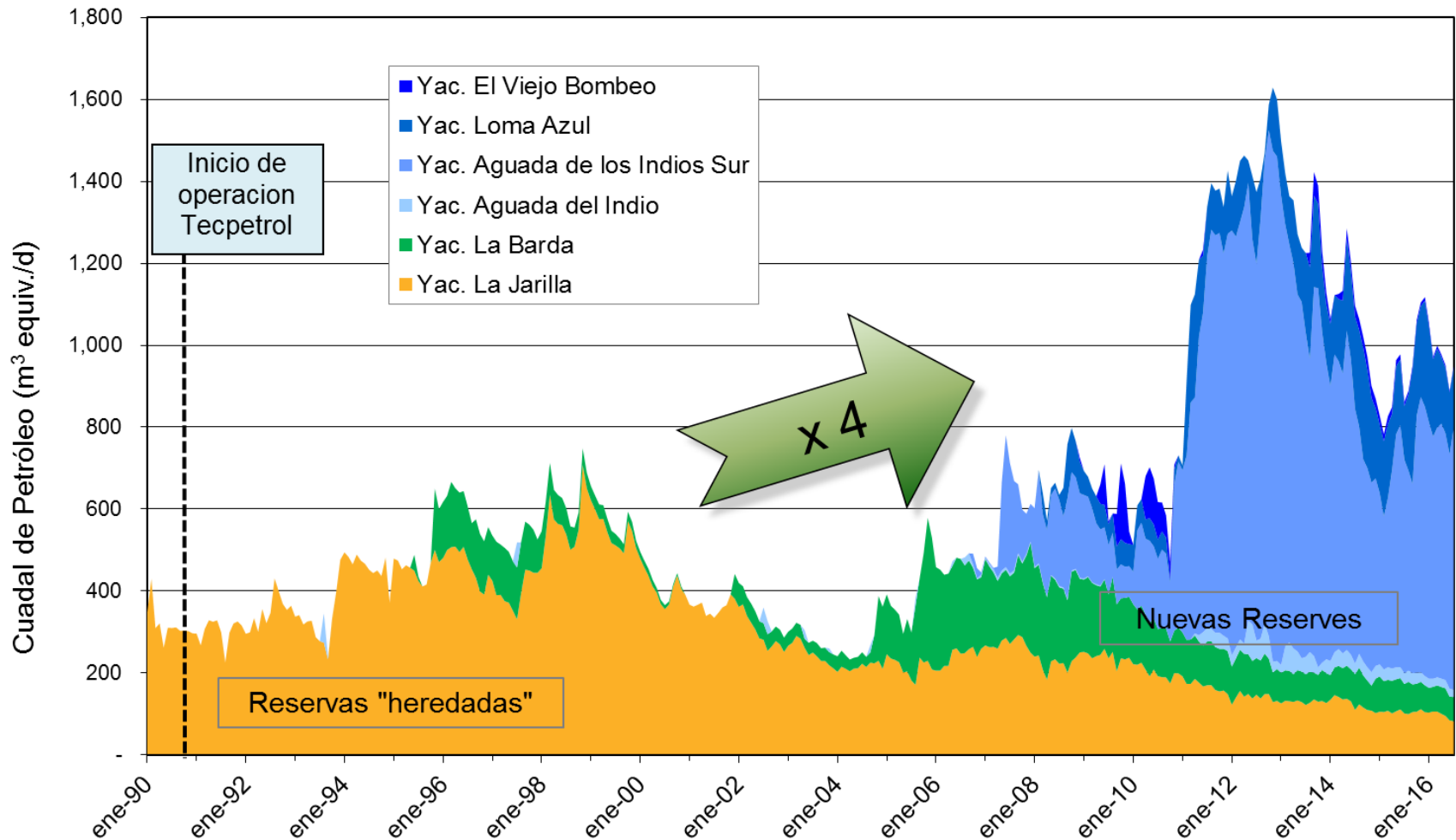


La Barda:
minucioso modelo
de correcciones
estáticas

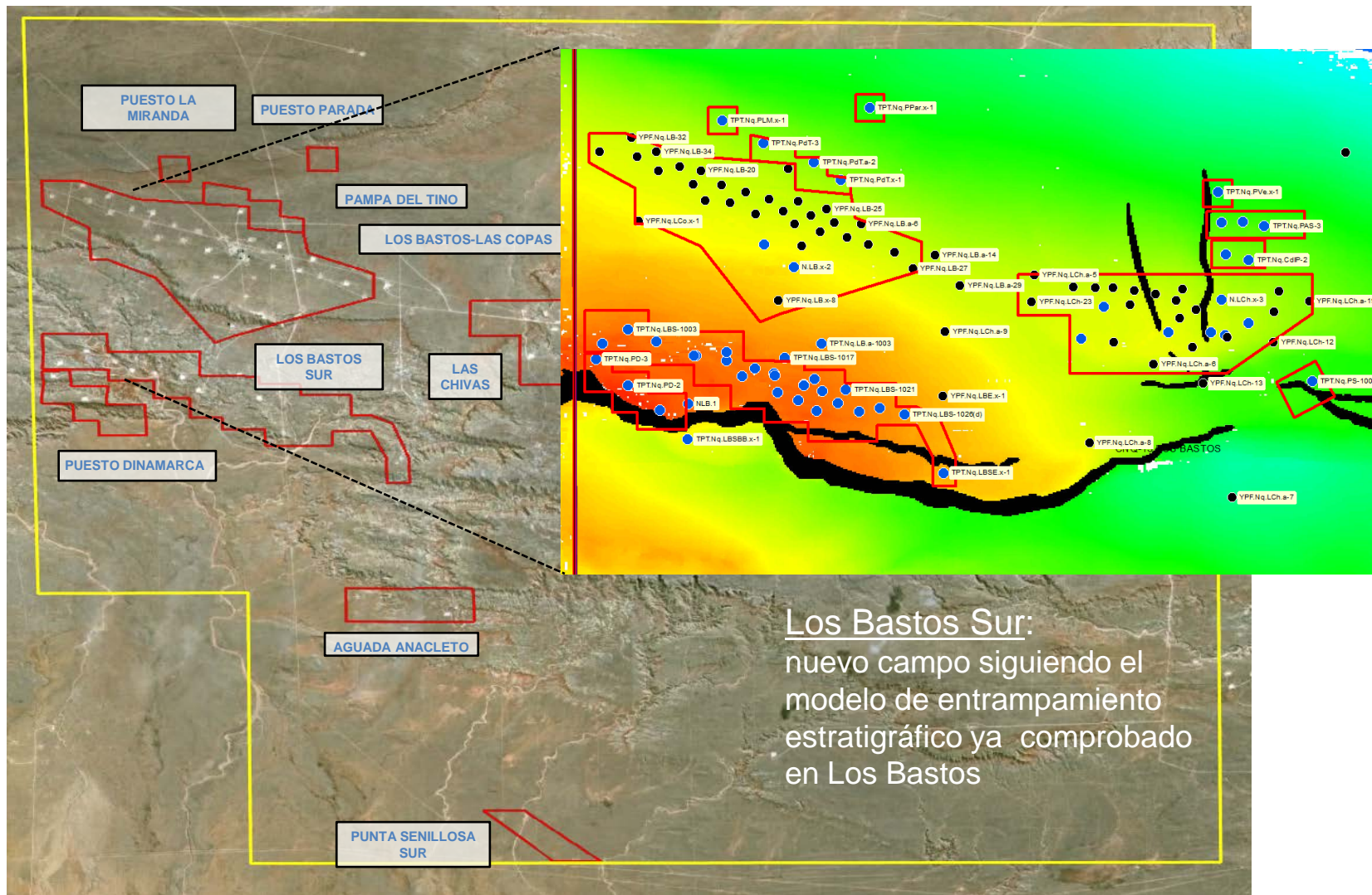
Área Agua Salada: evolución de producción y reservas



Agua Salada - Near Field Exploration



Área Los Bastos: Viejo Modelo, Nuevas Reservas



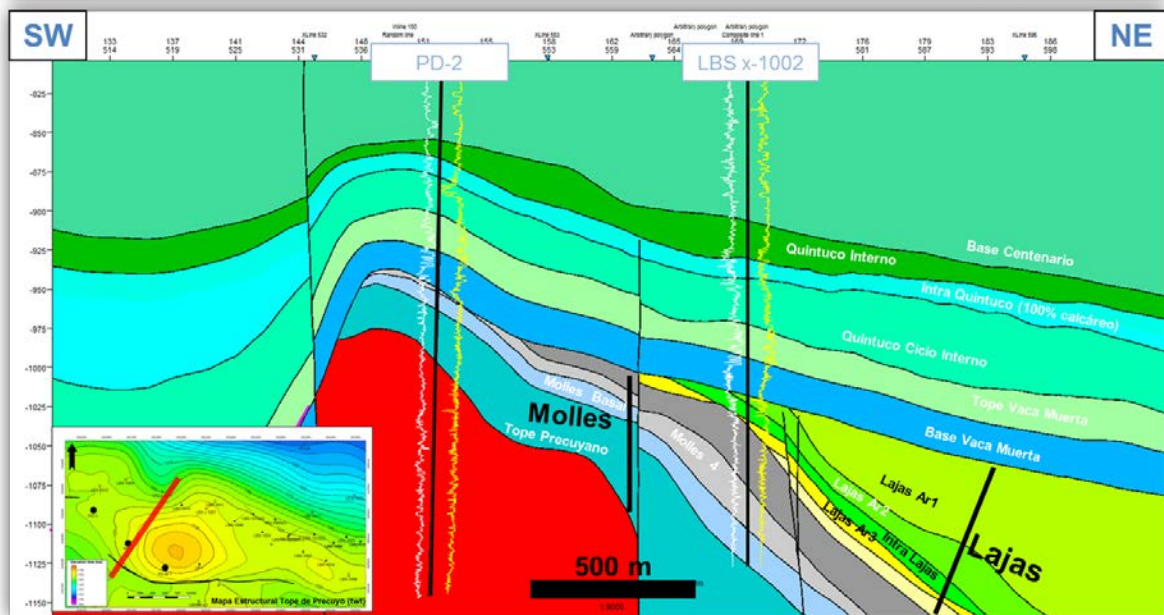
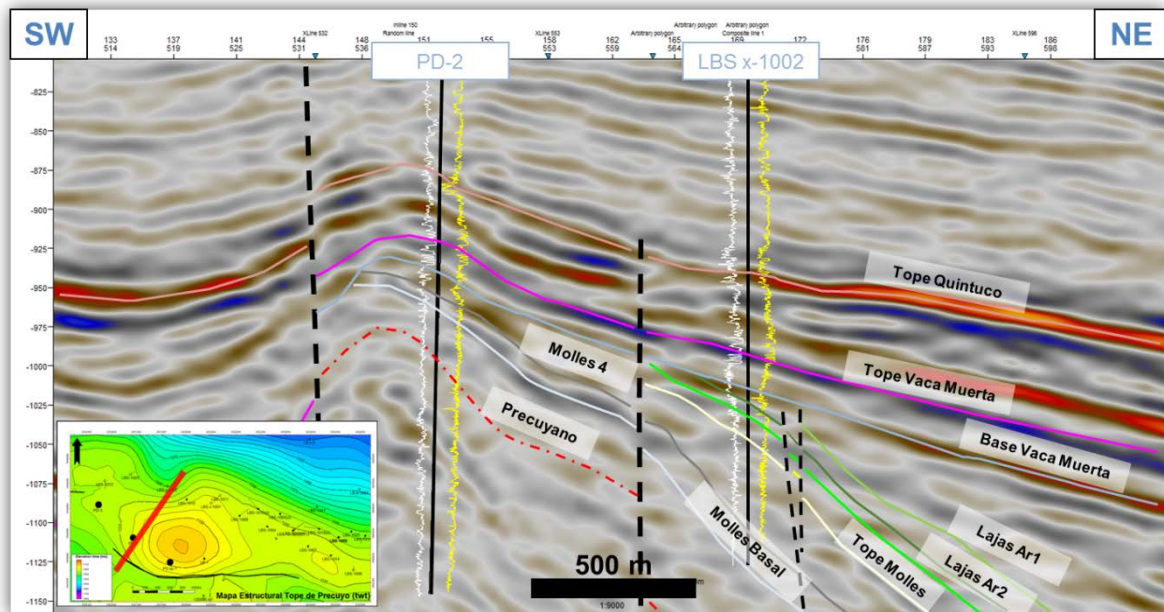
Los Bastos Sur:
nuevo campo siguiendo el
modelo de entrapamiento
estratigráfico ya comprobado
en Los Bastos

Área Los Bastos: Viejo Modelo, Nuevas Reservas

Se entendió el concepto de entrampamiento:

Truncación de arenas contra la discordancia localizada en la base de Vaca Muerta

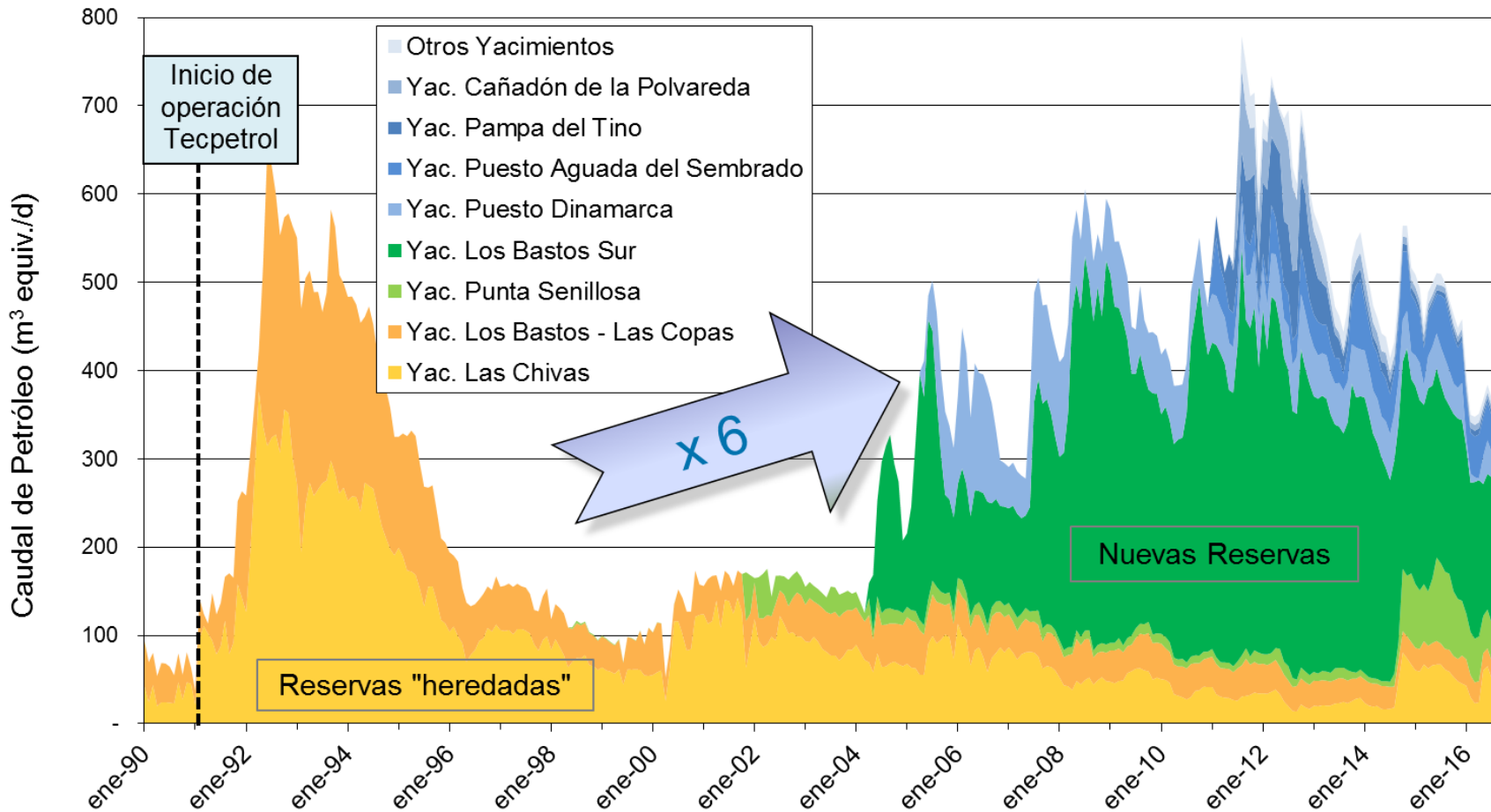
Esto permitió realizar exploración de bajo riesgo y bajo costo descubriendo múltiples pequeños plays en diferentes unidades estratigráficas utilizando ese concepto.



Área Los Bastos: evolución de producción y reservas



Los Bastos Block - Near Field Exploration





Preguntas, comentarios?