

---

---

# **Utilización de Cuplas 1” SH de Alta Resistencia para reducir pescas en sartas grado D**

**Baieli, Federico – Boscaro, Sergio; Tecpetrol S.A.  
Ameglio, Alejandro – Carrizo, Felix – Díaz, Francisco; Tenaris Siderca Rods**

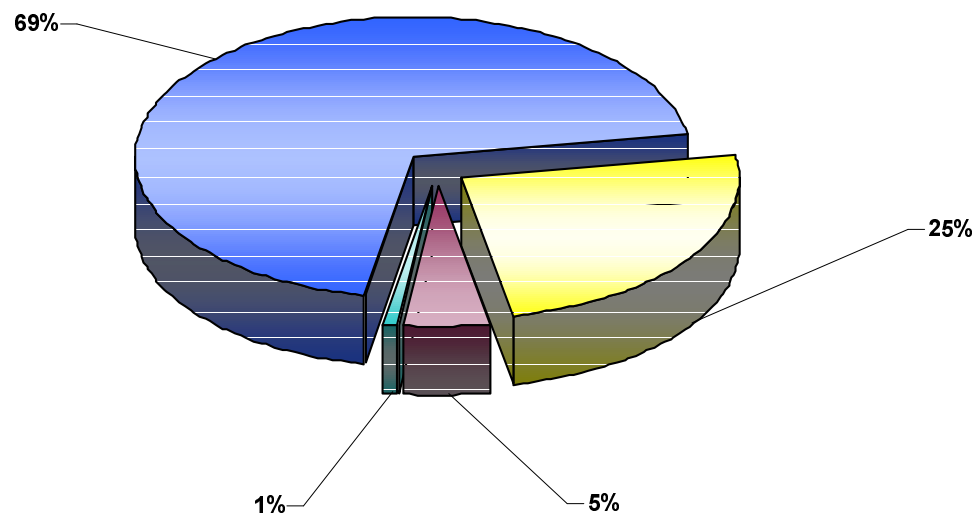
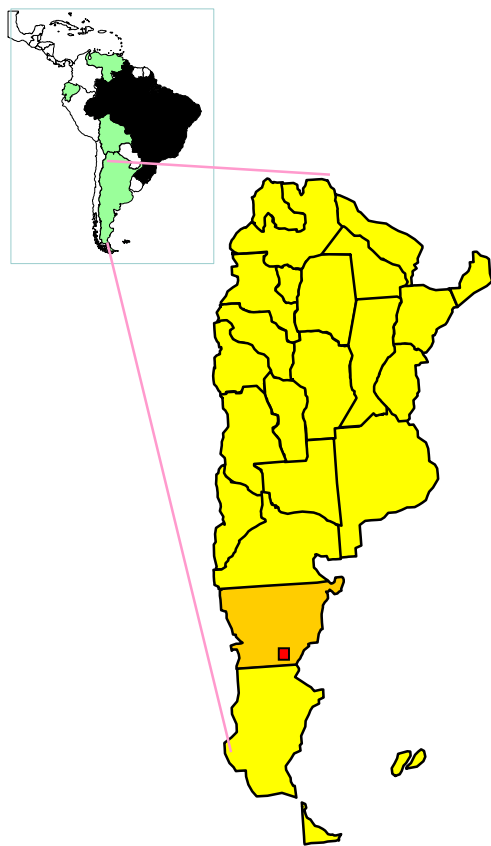
---

25 y 26 Agosto de 2005 , Comodoro Rivadavia - Chubut - Argentina

# Introducción: Yacimiento “El Tordillo”

El yacimiento esta ubicado en la Cuenca del Golfo San Jorge, en la provincia de Chubut.

Posee un total de 771 pozos productores según:



# Introducción: Yacimiento “El Tordillo”

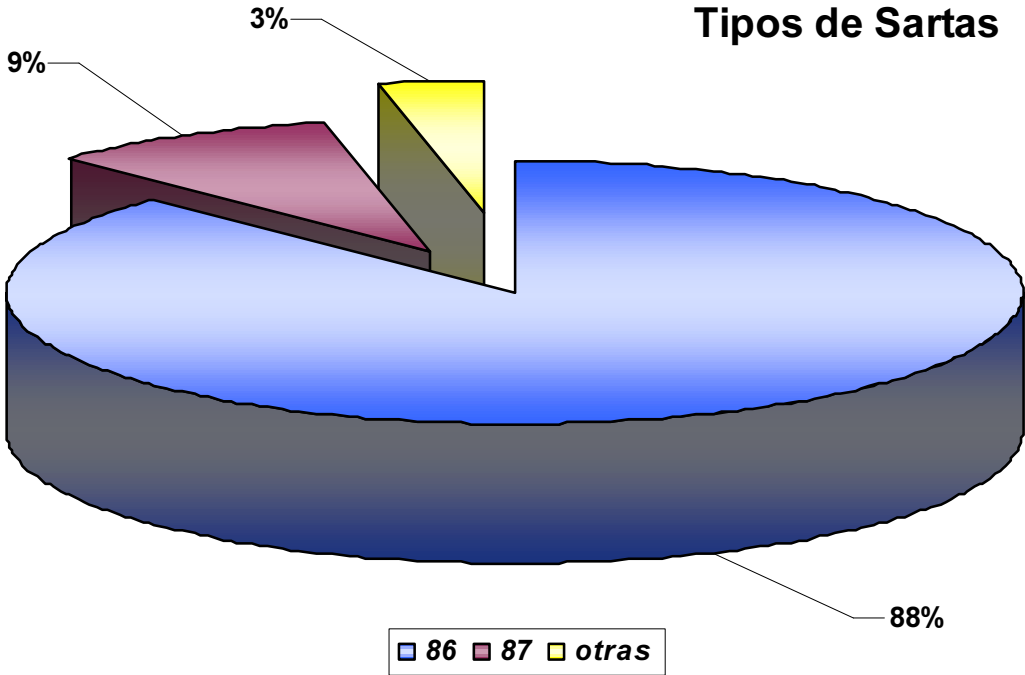
---

## Características de pozos con Bombeo Mecánico:

- Producción bruta promedio: 45 m<sup>3</sup>/d
- Profundidad promedio: 2250 mts
- Recuperación secundaria: afecta el 80% de los pozos
- El 97% de las sartas son Grado D por las características corrosivas del yacimiento  
(CO<sub>2</sub>: 10% molar en gas / SH<sub>2</sub>: 50 ppm).

Las altas sollicitaciones del yacimiento han llevado a la implementación de cambios en materiales, criterios de reemplazo y en los diseños de sistemas.

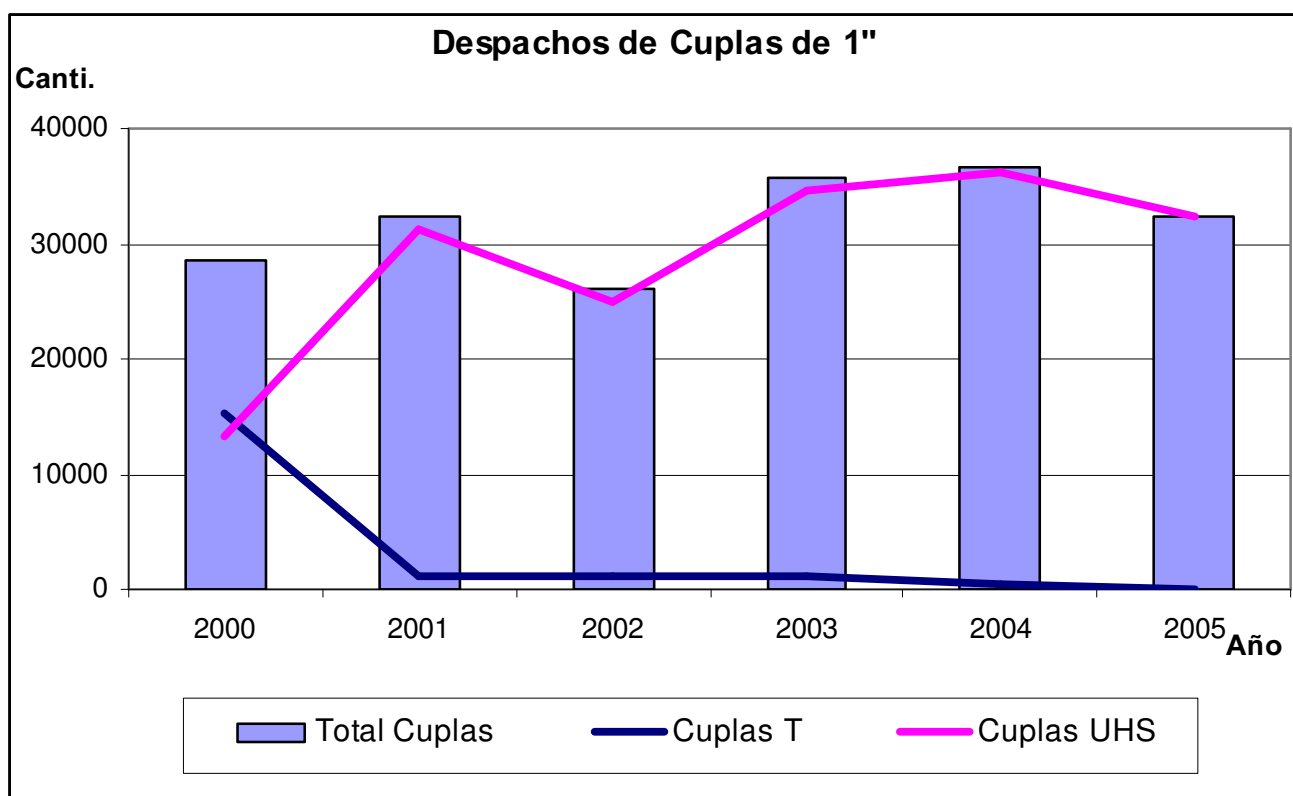
# Diseños de sarta



La cañería de producción estándar en el yacimiento es tubing de 2 7/8" donde, debido a su diámetro interior, es necesario utilizar cuplas de 1" de diámetro reducido (SH – Slim Hole).

# Utilización de Cuplas

En el año 2000 se comenzó con la sustitución de las cuplas de 1" T (SH) por cuplas de Alta Resistencia (SH).



# Cálculo de Solicitación para Bombeo Mecánico

---

Se adoptó en el yacimiento, diseños de sarta bajo la norma API RP11L, la cual establece como tensión admisible máxima para las varillas API:

$$S_{adm} = (T_{rot} / 4 + 0,5625 \times S_{min}) \times Fs$$

Para comparar los niveles de carga, se utiliza la sollicitación de Goodman:

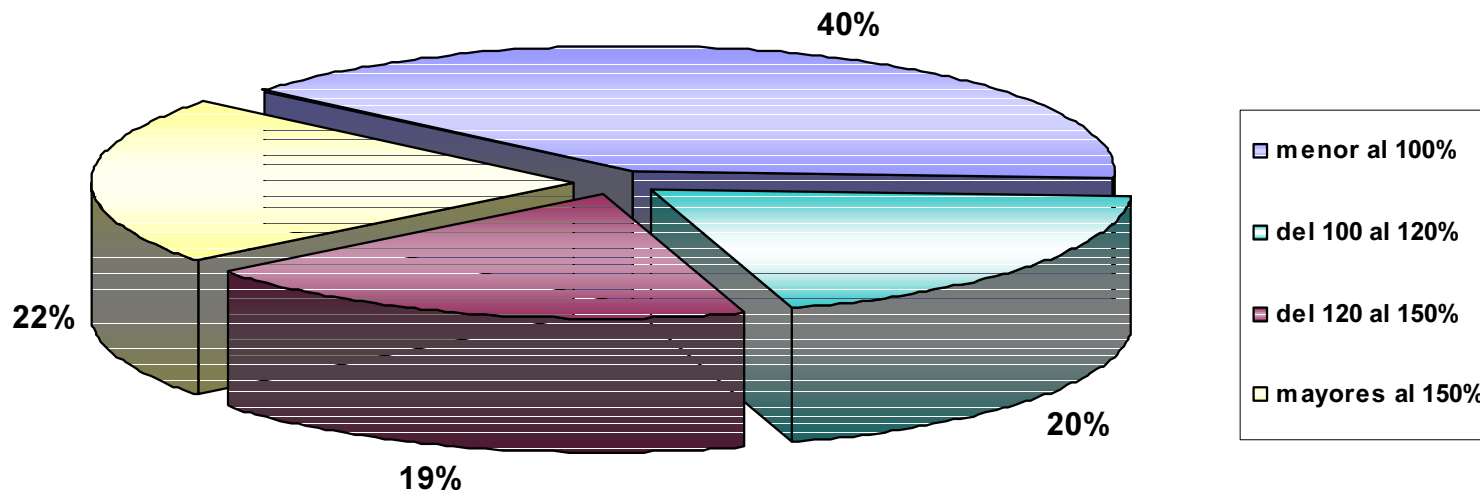
$$\%Goodman = \frac{S_{m\acute{a}x}}{S_{adm}} \frac{S_{min}}{S_{min}} \times 100$$

Se adoptó un FS (Factor de Servicio) de 0.8 por las condiciones corrosivas.

# Solicitud de Goodman

En casos donde se utiliza cuplas SH, el limitante de resistencia de la sarta suele ser la cupla. La gran solicitud con la que se trabaja en el yacimiento llevó a la adopción de cambios, uno de los cuales es la utilización de cuplas de Alta Resistencia en lugar de cuplas T, para el caso de diámetro reducido (1”).

**Goodman General, Abril 2005**  
**(fs 0.8)**



# Solicitud de Goodman Efectiva

---

La utilización de cuplas SH en 1" produce una disminución en la resistencia total de la sarta.

Para el cálculo analítico de la solicitud de Goodman, se utilizan Factores de Depreciación para el cálculo de la Tensión Máxima Admisible.

$$S_{adm} = (T_{rot} / 4 \times FD + 0,5625 \times S_{min}) \times Fs$$

Para la comparación de los niveles de carga, se continúa utilizando la solicitud de Goodman estándar:

$$\%Goodman = \frac{S_{m\acute{a}x}}{S_{adm}} \frac{S_{min}}{S_{min}} \times 100$$

## Factores de Depreciación (FD)

---

Los FD utilizados fueron propuestos por LTV Energy Products y son los siguientes:

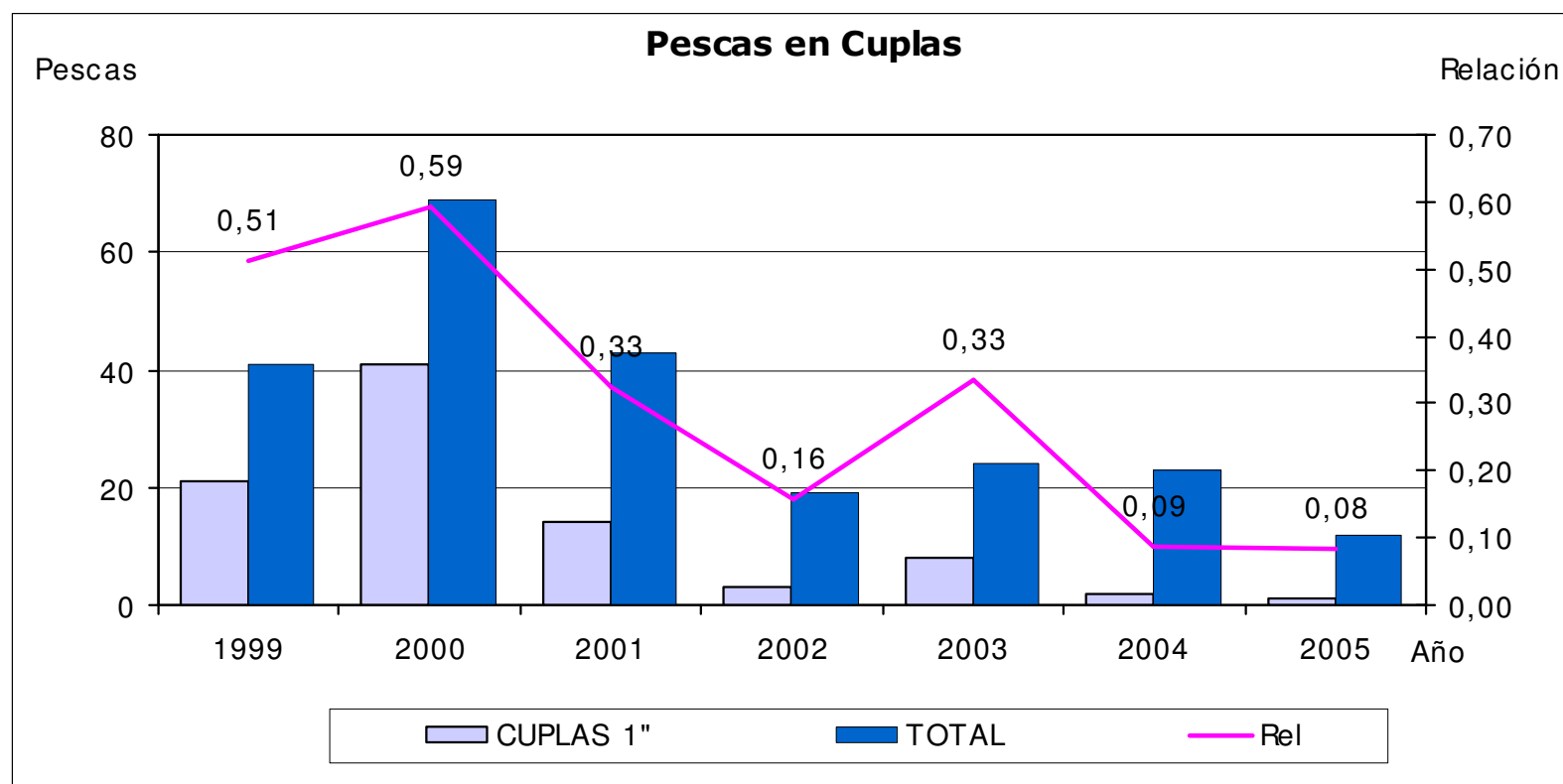
Diam.	Cupla API SH con vb API			Cupla API SH Con vb AR	Cupla API FS Con vb AR
	D	C	K		
5/8"	0.7647	0.9724	-	0.6311	-
3/4"	0.8546	-	-	0.7053	0.9404
7/8"	0.6896	0.8770	0.9271	0.5691	0.8545
1"	0.8926	-	-	0.7366	-

Para el cálculo se utilizaron factores ingenieriles clásicos y equivalencias de áreas.

Para la combinación donde no se presenta un factor es porque la varilla continúa siendo el elemento más débil.

# Resultados Obtenidos

Se observó una considerable disminución en las pescas de cuplas de 1”:



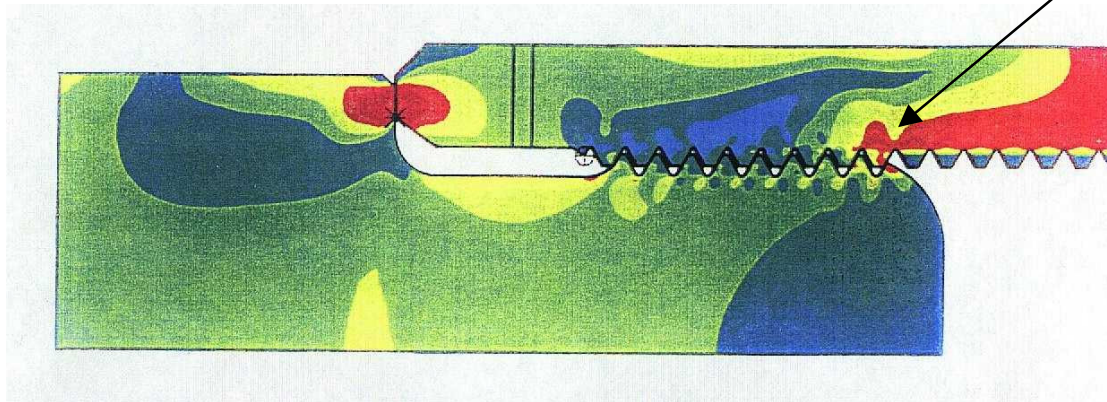
Nota: sólo se consideran pescas en Bombeo Mecánico.

# Procedimiento de falla en cupla

---

Las zonas más solicitadas en la unión son el último filete engarzado de la cupla y el primer filete del pin. Al aflojarse la unión se produce una concentración de tensiones en ambos puntos, produciéndose la falla en forma fortuita con preferencia por romper en el elemento más débil.

Concentración de tensiones en el último filete engarzado de la cupla



# Procedimiento de falla en cupla

---

La falla en las cuplas se produce en el último filete engarzado en la mayoría de los casos y cuando no esta asistida por un efecto externo.



# Cuplas de Alta Resistencia

---

Las cuplas de Alta Resistencia (UHS) poseen propiedades mecánicas más elevadas que las cuplas API (T) pero se fabrican según las mismas limitaciones y el mismo proceso. De esta forma son completamente sustituíbles.

<b>Dimensiones cupla 1" UHS SH</b>	
Largo	4 pulg.
Diam. Externo	2 pulg.
Diam. Rosca	1 pulg.
Config.	Doble Box

## **Fabricación:**

- 1- Corte: se cortan los tubos en manguitos.
- 2- Mecanizado y roscado: asegura la planitud de las caras de contacto y la perpendicularidad del eje de roscado. El roscado se produce por laminado.
- 3- Control no destructivo: verifica la inexistencia de discontinuidades o fisuras longitudinales.
- 4- Marcación: tipo de cupla, fabricante, colada y fecha de fabricación.
- 5- Fosfatizado: es un tratamiento termo-químico superficial antifricción.
- 6- Embalado.

# Cuplas de Alta Resistencia

---

La norma API no exige la utilización de aceros específicos. Sólo exige un contenido de azufre (S) menor al 0.005%, dureza y tensión de rotura mínima para las cuplas T:

Cupla	Tensión de Rotura Min. [psi]	Dureza [HRa]
T	95000	56 a 62
UHS*	No se especifica	64 a 68

Para obtener las mayores propiedades mecánicas, se realiza un revenido a menor temperatura de la materia prima (tubo de acero sin costura).

Las cuplas se fabrican en los siguientes aceros:

Acero/Elemento		C	P	Cr	Mo	Si	Mn	S*	Ni
SAE 4140	Max.	0.4300	0.0200	1.1000	0.2500	0.3500	0.9000	0.0200	0.7000
	Min.	0.3800	-	0.8000	0.1500	0.1500	0.7000	-	0.4000
SAE 8630	Max.	0.3300	0.0200	0.6000	0.2500	0.3500	0.9000	0.0200	0.7000
	Min.	0.2800	-	0.4000	0.1500	0.1500	0.7000	-	0.4000

# Criterio de reemplazo / descarte de cuplas

---

El criterio general es el de no utilizar cuplas inspeccionadas.

- Frente a desgastes de cuplas, se realizan cambios por nuevas.
- En bajadas de instalación de varillas inspeccionadas, se utilizan cuplas nuevas.

A pesar de esto, se esta analizando la posibilidad de comenzar a utilizar cuplas recuperadas previo paso por una inspección muy estricta.

# Otras mejoras implementadas en el Yacimiento

---

**Pin Seco:** no se lubrican las uniones buscando tener un desplazamiento circunferencial más homogéneo.

**Varillas de 7/8" Pin 1":** se incrementa la resistencia del pin más débil de la sarta.

**Capacitación:** se mantiene a todo el personal involucrado en el circuito de varillas con capacitación permanente (pulling, almacenes, transporte, inspección, supervisión, etc.).

**Varillas Grado D:** utilización con elevadas cargas.

**Varillas Inspeccionadas:** sólo se utilizan varillas inspeccionadas Condición I. Las sargas se forman de la combinación del 50% de varillas nuevas y el resto del pozo, instalando las segundas en la parte inferior del tramo.

# Caso Práctico N°1: S-913

Profundidad de la Bomba: 2229m

Bomba: 2¼"

AIB: M-912-365-168

Carrera: 168"

Velocidad de bombeo: 9 GPM

Producción: 95 m<sup>3</sup>/d (88% de agua)

Sarta: 1" Grado D: 98 v/b

7/8" Grado D: 97 v/b

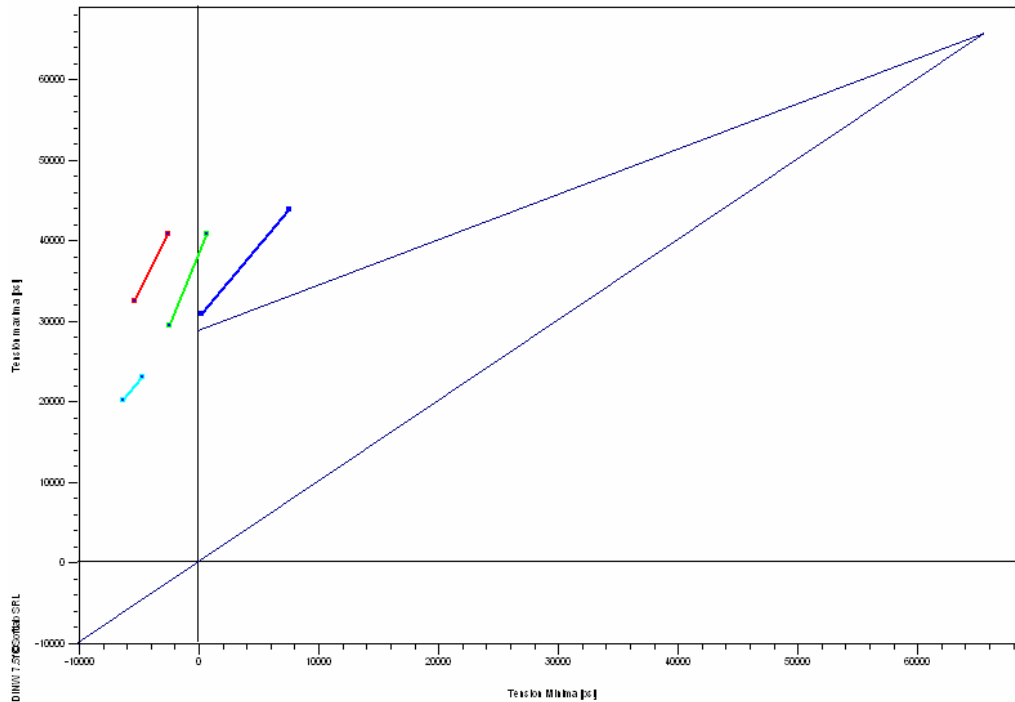
¾" Grado D: 71 v/b

7/8" Grado D: 25 v/b (Utilizadas como barras de Peso)

S-913						
Fecha	Días de Func.	G.P.M.	Ciclos Prom.	Ciclos Acum.	%Goodman (Tramo 1")	Pulling
20-Dic-99						Pesca de vástago en cuerpo.
10-Mar-00	81	9,0	1.049.760			<b>Pesca en cupla de 1". Instala sarta nueva c/cuplas T nvas.</b>
15-Nov-00	250	9,0	3.240.000	4.289.760		<b>Pesca en cupla de 1". Repara pesca y no cambia cuplas ni vb (mueve en TD).</b>
27-Mar-01	132	9,0	1.710.720			Pesca de vástago en pin inferior.
21-Sep-01	178	9,0	2.306.880	7.257.600	192%	<b>Pesca en cupla de Trozo (1"). Instala cupla UHS sólo en trozos. No mueve vb.</b>
04-Oct-01	13	9,0	168.480			Pesca en Pin de 3/4". Cambia sarta por nuevas e inspec. c/cuplas UHS.
04-Mar-04	882	9,0	11.430.720		182%	Pesca en Pin de 1". Realiza reparación.
17-Sep-04	197	7,0	1.985.760			Pesca en Pin de 1". Realiza reparación.
29-Nov-04	73	8,5	893.520	14.478.480	180%	Pesca en Pin de 1". Cambia tramos de 1" y 3/4" por vb nuevas.

# Caso Práctico N°1: S-913

Compañía: TECPETROL S.A. "EL TORDILLO"  
Pozo: S 913 Batería: 25 S  
Fecha: 09/05/2001 11:38:00 Análisis Nro.: 01-05

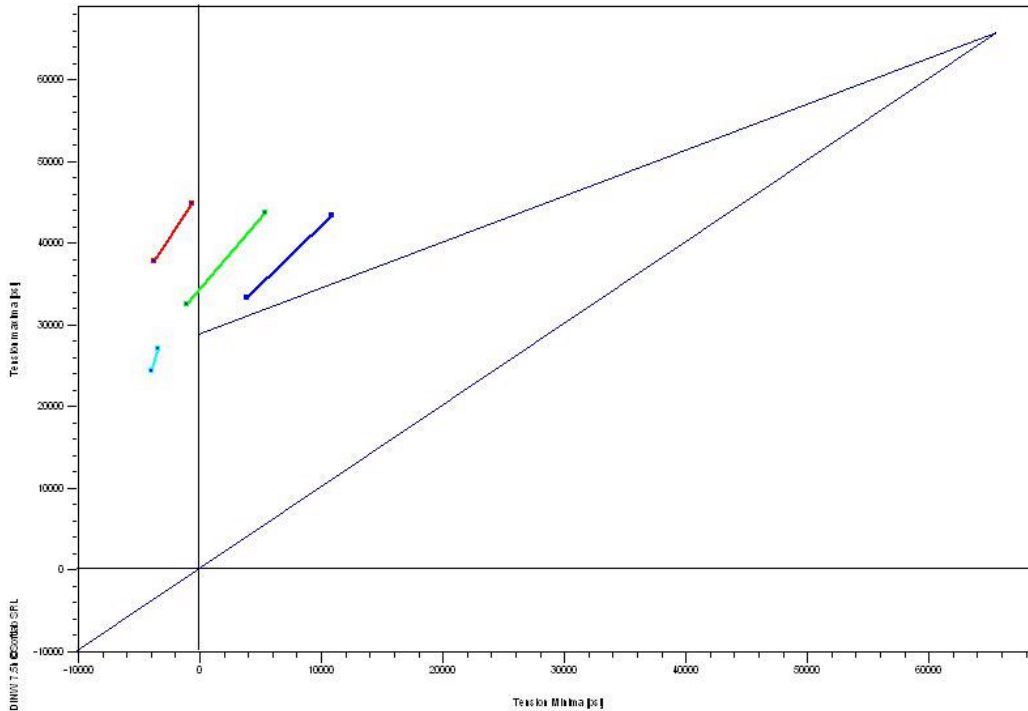


## Datos adicionales del ensayo:

Fecha: 09/05/2001  
Sumergencia: 230m  
Carga máxima: 34.371lbs  
Goodman en 1": 192% (FS 0,8)

# Caso Práctico N°1: S-913

Compañía: TECPETROL S.A. "EL TORDILLO"  
Pozo: S 913 Batería: 25 S  
Fecha: 11/03/2005 13:26:00 Análisis Nro.: 01-03



## Datos adicionales del ensayo:

Fecha: 11/03/2005  
Sumergencia: 250m  
Carga máxima: 33.925 lbs  
Goodman en 1": 190% (FS 0,8)

# Caso Práctico N°2: S-2062

Profundidad de la Bomba: 2756m

Bomba: 1¾"

AIB: M-912-365-168

Carrera: 168"

Velocidad de bombeo: 6,74 GPM

Producción: 43 m<sup>3</sup>/d (83% de agua)

Sarta: 1" Grado D: 138 v/b

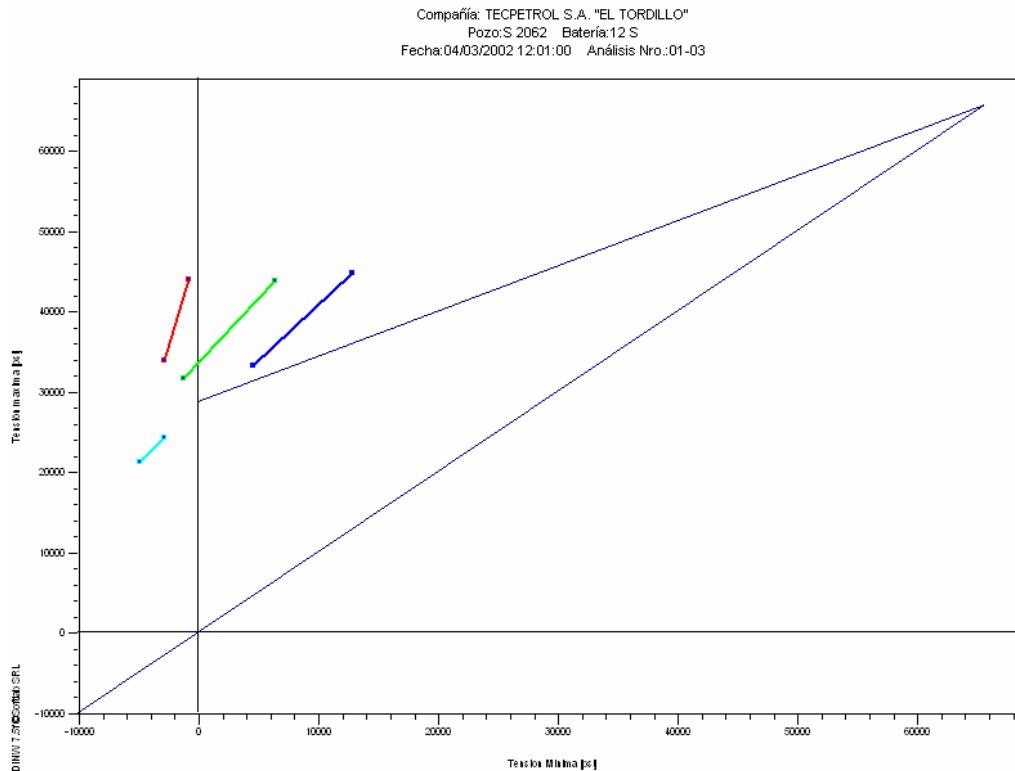
7/8" Grado D: 100 v/b

¾" Grado D: 97 v/b

7/8" Grado D: 25 v/b (Barras de Peso)

S-2062						
Fecha	Días de Func.	G.P.M.	Ciclos Prom.	Ciclos Acum.	%Goodman tramo 1"	Pulling
31-May-99		8,0	0			Pesca en pin de 1". Repara pesca.
27-Ago-99	88	8,0	1.013.760			Pesca en pin de ¾". Repara pesca.
03-Dic-99	98	8,0	1.128.960			Pesca en pin de 1". Cambia tramo de 1" por Gl.
26-Jun-00	206	8,0	2.373.120	2.373.120		<b>Pesca en cupla de 1". No cambia vb.</b>
13-Jul-00	17	8,0	195.840	2.568.960		<b>Pesca en cupla de 1". Instala vb de 1" nvas c/cuplas UHS.</b>
08-Feb-01	210	8,0	2.419.200			Pesca en cupla de 7/8". Instala vb ¾" nvas. y de 7/8" P 1" nvas. c/cuplas UHS.
05-May-02	451	8,0	5.195.520	7.614.720		<b>Pesca en cupla de 1". Repara pesca. No cambia vb.</b>
31-Mar-03	330	8,0	3.801.600		213%	Pérdida en Tbg. baja vb de ¾" y BP de 7/8" nuevas.
23-Ago-03	145	5,0	1.044.000		180%	Recuperar régimen. Instala parcial de 1" y de ¾" nuevas.
29-Nov-03	98	9,0	1.270.080		210%	Cambio de Bba. Instala vb 1" y parcial ¾" nvas., el resto mantiene vb del pozo.
03-Dic-03	4	9,0	51.840	13.782.240		Pesca en pin de 1" (vb 7/8" pin 1"). Instala tramo de 7/8" Pin 1" nuevo.

# Caso Práctico N°2: S-2062

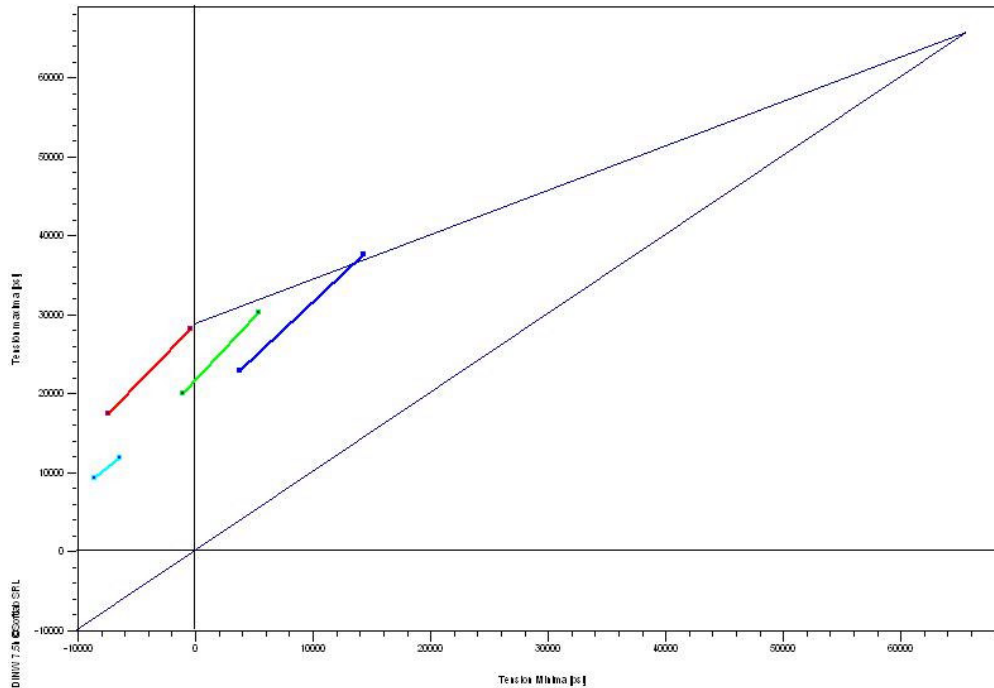


## Datos adicionales del ensayo:

Fecha: 04/03/2002  
Sumergencia: 180m  
Carga máxima: 35.091 lbs  
Goodman en 1": 200% (FS 0,8)

# Caso Práctico N°2: S-2062

Compañía: TECPETROL S.A. "EL TORDILLO"  
Pozo: S 2062 Bateria: 12 S  
Fecha: 29/06/2005 10:16:00 Análisis Nro.: 01-06



## Datos adicionales del ensayo:

Fecha: 29/06/2005  
Sumergencia: 371m  
Carga máxima: 29.488 lbs  
Goodman en 1": 154% (FS 0,8)

# Conclusiones

---

- Las mejoras implementadas en el Yacimiento han implicado una disminución en el Índice de Pulling.
- Siendo las cuplas de diámetro reducido los elementos más exigidos de la sarta de varillas, su sustitución por cuplas de Alta Resistencia produjo una disminución en el número de pescas.
- A pesar de que es de esperar una mayor criticidad por corrosión en aceros de mayor grado, no se han verificado grandes inconvenientes por este efecto para el acero AISI 8630 Mod. despachado al cliente.